

Studie

Beitrag von Green Finance zum Erreichen von Klimaneutralität in Deutschland



Studie

Beitrag von Green Finance zum Erreichen von Klimaneutralität in Deutschland

Von

Dr. Heiko Burret (Prognos)
Dr. Almut Kirchner (Prognos)
Sven Kreidelmeyer (Prognos)
Dr. Thorsten Spillmann (Prognos)
Jakob Ambros (Prognos)
Jan Limbers (Prognos)
Andreas Brutsche (Prognos)

Dr. Martin Granzow (Nextra Consulting)
Rolf D. Häßler (NKI)

Im Auftrag der

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Abschlussdatum

März 2021, erweiterte Fassung Juli 2021

Das Unternehmen im Überblick

Prognos – wir geben Orientierung.

Wer heute die richtigen Entscheidungen für morgen treffen will, benötigt gesicherte Grundlagen. Prognos liefert sie – unabhängig, wissenschaftlich fundiert und praxisnah. Seit 1959 erarbeiten wir Analysen für Unternehmen, Verbände, Stiftungen und öffentliche Auftraggeber. Nah an ihrer Seite verschaffen wir unseren Kunden den nötigen Gestaltungsspielraum für die Zukunft – durch Forschung, Beratung und Begleitung. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit rund 150 Experteninnen und Experten ist das Unternehmen an acht Standorten vertreten: Basel, Berlin, Bremen, Brüssel, Düsseldorf, Freiburg, Hamburg, München und Stuttgart. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: Ihnen einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht; Sitz der Gesellschaft: Basel
Handelsregisternummer
CH-270.3.003.262-6

Präsident des Verwaltungsrates

Dr. Jan Giller

Handelsregisternummer

CH-270.3.003.262-6

Gründungsjahr

1959

Mehrwertsteuernummer/UID

CH-107.308.511

Arbeitsprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG

St. Alban-Vorstadt 24
4052 Basel | Schweiz
Tel.: +41 61 3273-310
Fax: +41 61 3273-300

Prognos AG

Résidence Palace, Block C
Rue de la Loi 155
1040 Brüssel | Belgien
Tel: +32 280 89-947

Prognos AG

Hermannstraße 13
(C/O WeWork)
20095 Hamburg | Deutschland
Tel.: +49 40 554 37 00-28

Weitere Standorte

Prognos AG

Goethestr. 85
10623 Berlin | Deutschland
Tel.: +49 30 5200 59-210
Fax: +49 30 5200 59-201

Prognos AG

Werdener Straße 4
40227 Düsseldorf | Deutschland
Tel.: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141

Prognos AG

Nymphenburger Str. 14
80335 München | Deutschland
Tel.: +49 89 954 1586-710
Fax: +49 89 954 1586-719

Prognos AG

Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Tel.: +49 421 845 16-410
Fax: +49 421 845 16-428

Prognos AG

Heinrich-von-Stephan-Str. 23
79100 Freiburg | Deutschland
Tel.: +49 761 766 1164-810
Fax: +49 761 766 1164-820

Prognos AG

Eberhardstr. 12
70173 Stuttgart | Deutschland
Tel.: +49 711 3209-610
Fax: +49 711 3209-609

info@prognos.com | www.prognos.com | www.twitter.com/prognos_ag

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	XI
Summary	XIV
1 Einführung	1
Abschnitt I Green Finance in Deutschland	4
2 Definition und Begriffsabgrenzung von Green Finance	5
2.1 Einordnung wesentlicher Begrifflichkeiten	5
2.2 Green Finance Definition	7
3 Marktabgrenzung und -volumen von Green Finance	9
3.1 Ausgangssituation und Abgrenzung	9
3.2 Marktvolumen in Deutschland	16
4 Green Finance Strategien verschiedener Länder	28
4.1 Frankreich	28
4.2 Vereinigtes Königreich	30
4.3 Schweiz	33
4.4 Deutschland	35
5 Zwischenfazit zu Abschnitt I	38
5.1 Marktvolumen von Green Finance in Deutschland	38
5.2 Schaffung optimaler politischer Rahmenbedingungen	39
Abschnitt II Gesamtwirtschaftliche Effekte der Transformation hin zur Klimaneutralität	41
6 Auswahl und Ausgestaltung der Szenarienarbeiten zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Transformation	42
6.1 Auswahl der Szenarienarbeiten	42
6.2 Vorgehen und Methodik der Studien	46
6.3 Ausgestaltung der Referenzszenarien	53
6.4 Auswahl und Ausgestaltung der Zielszenarien	55
6.5 Allgemeine Annahmen der Zielszenarien	57

6.6	Grundsätzliche Wirkungszusammenhänge	60
7	Effekte der Transformation auf Investitionen und Kosten	65
7.1	Unterscheidung zwischen Kosten- und Investitionsaggregaten	66
7.2	Erforderliche Mehrinvestitionen	67
7.3	Mehrkosten der Transformation	70
8	Effekte auf BIP und Beschäftigung	72
8.1	Effekte der Transformation auf das BIP	72
8.2	Effekte der Transformation auf die Beschäftigung	74
9	Branchenspezifische Effekte	76
9.1	Effekte der Transformation auf die Produktion und Wertschöpfung nach Branchen	76
9.2	Effekte der Transformation auf die Beschäftigung nach Branchen	79
9.3	Zusammenfassung zu den besonders geforderten Branchen und Regionen	81
10	Zwischenfazit zu Abschnitt II	87
	Abschnitt III Differenzierung der Finanzierungs- und Investitionsbedarfe	88
11	Differenzierung des erforderlichen Investitionsbedarfs	89
11.1	Relevante Akteursgruppen	89
11.2	Quantifizierung der Investitionsbedarfe nach Sektoren und Betreffnisse	91
12	Zwischenfazit zu Abschnitt III	117
	Abschnitt IV Investitionsrationalitäten, Finanzierungsförderung und Absicherungsinstrumente	119
13	Rahmenbedingungen und Investitionsrationalitäten	120
13.1	Wohnungseigentümer und Gebäudebesitzer	120
13.2	Industrieanlagenbetreiber	122
13.3	EE-Anlagen- und Infrastrukturbetreiber	123
13.4	Fahrzeugbesitzer	124
14	Finanzierungsförderung	127
15	Instrumente für besonders herausgeforderte Branchen	131

15.1	Absicherungen gegen Wettbewerbsverzerrungen: CO ₂ -Grenzausgleich	131
15.2	Absicherung gegen Preisrisiken: CO ₂ -Differenzverträge	133
16	Zwischenfazit zu Abschnitt IV	136
Abschnitt V Auswirkungen der Corona-Krise		139
17	Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Corona-Krise	140
17.1	Angebotsseitige und nachfrageseitig Auswirkungen	140
17.2	Besonders betroffene Branchen	142
17.3	Besonders betroffene Regionen	143
17.4	Hilfspakte	144
17.5	Europäische Zentralbank und Umlenkung von Kapitalströmen	151
18	Auswirkungen der Corona-Krise auf die Treibhausgasemissionen	153
19	Zwischenfazit zu Abschnitt V	154
Abschnitt V Synthese und Fazit		156
20	Synthese und Fazit	157
	Literaturverzeichnis	162

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Determinanten der Bestimmung des Marktvolumens von Green Finance in Deutschland	10
Tabelle 2:	Umweltschutzinvestitionen nach ausgewählten Wirtschaftszweigen 2017	20
Tabelle 3:	Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in Frankreich	29
Tabelle 4:	Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance im Vereinigten Königreich	31
Tabelle 5:	Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in der Schweiz	34
Tabelle 6:	Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in Deutschland	36
Tabelle 7:	Überblick zu den in den Studien betrachteten Szenarien	51
Tabelle 8:	Überblick zur Ausgestaltung der Referenzszenarien bis 2050	54
Tabelle 9:	Überblick zu den herangezogenen Zielszenarien	56
Tabelle 10:	Überblick zu den betrachteten Szenarien und zentralen Ergebnisgrößen der Transformation	65
Tabelle 11:	Branchen mit stark negativen Effekten der Transformation	83
Tabelle 12:	Relevante Akteursgruppen und adressierte Investitionen / Betreffnisse	90
Tabelle 13:	Betroffenheit der Wirtschaftsbereiche durch die Corona-Krise	143
Tabelle 14:	Investitionsimpulse im Klimaschutzbereich durch das Konjunkturpaket	149

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ziel, Aufbau und Struktur der Studie	2
Abbildung 2:	Schematische Abgrenzung von Sustainable, Green und Climate Finance	6
Abbildung 3:	Ansatzpunkte zur Systematisierung der Verwendungszwecke von Green Finance im Bereich der Fremdfinanzierung bei Unternehmen	13
Abbildung 4:	Ausgaben für den Umweltschutz nach Akteuren	17
Abbildung 5:	Ausgaben für den Umweltschutz nach Verwendung	18
Abbildung 6:	Aufteilung der Umweltschutzinvestitionen 2018	19
Abbildung 7:	Globales Volumen von Green Finance-Produkten 2020	22
Abbildung 8:	Ausstehendes Volumen von Green Bonds deutscher Emittenten	23
Abbildung 9:	Die fünf größten deutschen Green Bond Emittenten	24
Abbildung 10:	Durch Green Bonds (re-)finanzierte Investitionen nach Bereichen	25
Abbildung 11:	Die Studien im Überblick	42
Abbildung 12:	Kriterien zur Auswahl der Zielszenarien	55
Abbildung 13:	Schematische Darstellung der Wirkungskanäle der Transformation auf die Volkswirtschaft	62
Abbildung 14:	Schematische Darstellung der unterschiedlichen Kosten- und Investitionsaggregate	66
Abbildung 15:	Jährliche Mehrinvestitionen der Transformation	68
Abbildung 16:	Jährliche Mehrkosten der Transformation	71
Abbildung 17:	BIP-Effekte der Transformation im Zeitverlauf	72
Abbildung 18:	Beschäftigungseffekte der Transformation ggü. der Referenz im KSP- und 95%-Szenario	75
Abbildung 19:	Effekte der Transformation auf Produktionswert und Wertschöpfung nach Branchen	78

Abbildung 20:	Beschäftigungseffekte der Transformation im KSP-Szenario nach Branchen	80
Abbildung 21:	Beschäftigungseffekte der Transformation im 95%-Pfad nach Branchen	80
Abbildung 22:	Treibhausgasemissionen in 2050 nach Branchen in der Industrie	82
Abbildung 23:	Branchen mit hohen Risiken bei einer Verschärfung der CO ₂ -Regulierung	85
Abbildung 24:	Beschäftigungseffekte der Transformation nach Bundesländern	86
Abbildung 25:	Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor PHH nach Betreffnissen	98
Abbildung 26:	Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor GHD nach Betreffnissen	102
Abbildung 27:	Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor Industrie nach Betreffnissen	105
Abbildung 28:	Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor Verkehr nach Betreffnissen	108
Abbildung 29:	Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor Energie nach Betreffnissen	111
Abbildung 30:	Grobabschätzung der Investitionsbedarfe in den Sektoren	112
Abbildung 31:	Sektorale Verteilung der Klimaschutzinvestitionen	113
Abbildung 32:	Klimarelevanter Teil der Gesamtinvestitionen	114
Abbildung 33:	Betroffenheit durch die Corona-Krise auf Kreisebene in Deutschland	144
Abbildung 34:	BIP- und Beschäftigungseffekte der Transformation unter Berücksichtigung ausgewählter Elemente des Konjunkturpakets	150

Abkürzungsverzeichnis

BECCS	Verbrennung von Biomasse mit nachgelagerter CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung (Bioenergy with Carbon Capture and Storage)
BGB	Bürgerliche Gesetzbuch
CCS	CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage)
DACCS	CO ₂ -Abscheidung aus der Umgebungsluft mit nachfolgender Speicherung (Direct Air Carbon Capture and Storage)
EE	Erneuerbare Energien
EKF	Energie- und Klimafond
ESG	Umwelt, Soziales und Unternehmensführung (Environmental, Social and Governance)
ETS	Emissionshandelssystem (Emission Tradings System)
EZB	Europäische Zentralbank
FW	Fernwärme
GBS	Green-Bond-Standard
GHD	Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleitung
GICS	Global Industry Classification Standard
ICMA	International Capital Market Association
KSG	Klimaschutzgesetz
KSP	Klimaschutzplan 2050
kW	Kilowatt
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
LULUCF	Emissionen aus Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land-Use Change, and Forestry)
MINT	Mathematik, Informatik, Natur- und Ingenieurwissenschaft und Technik
NET	Negativ-Emissionstechnologie
PHH	Sektor Private Haushalte
PtL	Power-to-Liquid
PtX	Power-to-X
PV	Photovoltaik
SDG	Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN (Sustainable Development Goals)
Szm	Sattelzugmaschine
TCFD	Task Force on Climate-Related Financial Disclosures
THG	Treibhausgas

Zusammenfassung

Die zur Erreichung der Klimaziele notwendige langfristige Transformation klimarelevanter Systeme und Prozesse ist mit heute bekannten Technologien grundsätzlich möglich. Sie erfordern aber deutliche Umsteuerungen und **signifikante private und öffentliche Investitionen** – insbesondere in klimafreundliche Technologien, die die Treibhausgasemissionen und -konzentration in der Atmosphäre im Zeitverlauf dauerhaft senken. Einen entscheidenden Faktor für private und gewerbliche Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen bilden die Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen. Bei der Lenkung von Kapitalflüssen hin zu nachhaltigen Investitionen und der Finanzierung der Investitionsbedarfe wird dem Finanzsektor bzw. dem Markt für Green Finance eine bedeutende Rolle zuteil.

Die Analyse des Green-Finance-Markts in Deutschland ist aufgrund von Abgrenzungsproblemen und unzureichender Datenlage schwierig. Sie gibt jedoch Hinweise darauf, dass das derzeitige Marktvolumen – gemessen am Investitionsbedarf – eher gering ist. Die **Bedeutung von Green Finance für die Transformation** wurde jedoch inzwischen von der Politik erkannt, die sowohl auf europäischer (z. B. EU-Taxonomie) als auch auf nationaler Ebene (z. B. Sustainable Finance Beirat, Entwicklung einer nationalen Sustainable Finance Strategie) die Entwicklung vorantreiben will. Andere Länder, bspw. Frankreich, sind bei dem Thema allerdings schon deutlich weiter als Deutschland.

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig Hinweise darauf zu erlangen, wie hoch das erwartete Investitionsvolumen ist, das für die Transformation der deutschen Volkswirtschaft erforderlich ist und damit für die **Finanzierung durch Green Finance** grundsätzlich in Frage kommt – sowie bei welchen Akteursgruppen und in welchen Bereichen das Investitionsvolumen anfällt. Die vorliegende Analyse¹ berechnet erstmals die gesamten Klimaschutzinvestitionen, die zur Erreichung von Klimaneutralität in Deutschland erforderlich sind. Für eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um **87 Prozent** (gegenüber 1990) sind im Zeitraum von 2020 bis 2050 Klimaschutzinvestitionen in Höhe von insgesamt rund **4,5 Bio. Euro** erforderlich. Knapp die Hälfte davon entfällt auf den Verkehrssektor (48 %). Der Rest verteilt sich auf die Sektoren Energie (19 %), Industrie und Private Haushalte mit jeweils 14 Prozent sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (5 %). Der Eindruck der sehr hohen Klimaschutzinvestitionen relativiert sich, wenn die durchschnittlichen jährlichen Werte betrachtet (144 Mrd. Euro) und auf das mittlere jährliche BIP bezogen werden. Die jährlichen Investitionsbedarfe entsprechen dann **3,9 Prozent des BIP**.

Zur Erreichung **vollständiger Klimaneutralität** (Reduktion der Treibhausgasemissionen um 100 % in allen Sektoren) sind zusätzliche Klimaschutzinvestitionen in Höhe von schätzungsweise 506 Mrd. Euro bis zum Jahr 2050 erforderlich. Inzwischen wurde das Klimaneutralitätsziel vorgezogen und muss bereits 2045 erreicht werden. Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht mehr berücksichtigt werden. Es ist aber davon auszugehen, dass die erforderlichen Klimaschutzinvestitionen durch das Vorziehen des Klimaneutralitätsziels insgesamt leicht höher ausfallen, da früher teurere Technologien zum Einsatz kommen müssen. Dieser Zunahme steht unter anderem

¹ Insgesamt sind die hier präsentierten Ergebnisse infolge methodischer und datenseitiger Einschränkungen als Indikationen zu verstehen, zumal das Volumen der Klimaschutzinvestitionen entscheidend davon abhängt, welche Investitionen als „grün“ – im Vergleich zu konventionellen Lösungen – klassifiziert werden.

entgegen, dass sich die Kosten für die Umsetzung der Elektromobilität – unabhängig von den neuen Zielen – inzwischen deutlich günstiger darstellen als bislang angenommen (Kasten 13).

Die berechneten Klimaschutzinvestitionen umfassen viele Investitionen, die bis 2050 ohnehin getätigt worden wären, nun aber in klimafreundliche Anwendungen gelenkt werden, bspw. die Neuanschaffung von Pkw (nunmehr E-Pkw). Dies spiegelt sich auch im Anteil der Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen wider: Über alle fünf genannten Sektoren hinweg beträgt der Anteil der **Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen rund 23 Prozent**. In den Sektoren Verkehr und Energie liegt der Anteil bei 61 bzw. 55 Prozent (jeweils bezogen auf eine 87-prozentige Reduktion der Treibhausgasemissionen). Hier ist also ein Großteil der künftigen Investitionen mit einer Reduktion der THG verbunden, was u. a. den tiefgreifenden Umbau in diesen Sektoren widerspiegelt.

Werden die Investitionen in erforderlicher Höhe getätigt, dürfte dies positive Nachfrageeffekte mit entsprechend positiven Effekten auf BIP und Beschäftigung auslösen. Allerdings profitieren nicht alle **Branchen und Regionen** gleichermaßen von dem Nachfrageimpuls. Besonders herausgefordert sind v. a. energieintensive (Grundstoff-)Industrien, die auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen müssen (die technisch derzeit teilweise noch nicht vollständig ausgereift sind), ein umfangreiches Investitionsvolumen bei gleichzeitig langen Investitionszyklen zu stemmen haben und im internationalen Wettbewerb stehen.

Allerdings werden die erforderlichen Investitionen auch bei „grünen“ Finanzierungsmöglichkeiten u. a. aufgrund der **Investitionsrationalitäten** der betroffenen Akteure sowie der jeweiligen Rahmenbedingungen oftmals nicht im notwendigen Umfang und Zeitrahmen oder teilweise auch gar nicht getätigt und bedürfen staatlicher Anreize oder Veränderungen der Rahmenbedingungen. Um die Investitionen anzureizen, ist die öffentliche Hand in zweierlei Hinsicht gefragt: Zum einen wäre es wichtig, dass sie ihre Vorbildfunktion stärker wahrnimmt und bei der Umsetzung der erforderlichen Investitionen vorangeht (z. B. energetische Sanierung öffentlicher Gebäude, Umstellung des öffentlichen Fuhrparks). Zum anderen obliegt ihr die Schaffung **förderlicher Rahmenbedingungen** (z. B. hinsichtlich der Zurverfügungstellung von Flexibilitätpotenzialen bei der Energieversorgung, und des Infrastrukturausbaus). Dies umfasst auch die Schaffung förderlicher Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen – auch und gerade im Bereich Green Finance.

Förderinstrumente, bspw. Zinsvergünstigungen, Zuschüsse bzw. Zulagen und Haftungsfreistellungen, können die Investitionshemmnisse in vielen Bereichen zumindest abmildern. Indem sie die Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen verbessern, setzen sie am grundsätzlichen Problem (zu) hoher Investitionskosten bzw. (zu) geringer Renditen / Ersparnisse an. Allerdings erscheint aufgrund der Spezifität der Investitionsgegenstände und -hemmnisse sowie der Heterogenität der Akteursgruppen (Familienunternehmen, Kapitalgesellschaften, Privatpersonen) eine einheitliche Ansprache aller Akteure nicht zielführend.

Neben den Beihilfeinstrumenten zur Unterstützung der Finanzierung der erforderlichen Investitionen wird gegenwärtig diskutiert, **Instrumente zur Absicherung** gegen Wettbewerbsverzerrungen (CO₂-Grenzausgleichsmechanismen) und gegen CO₂-Preisrisiken (CO₂-Differenzverträge) für besonders geforderte Branchen (energieintensive Grundstoffbranchen) einzuführen. Anders als bspw. Investitionskostenzuschüsse bieten CO₂-Differenzverträge u. a. den Vorteil, dass sie während der gesamten Vertragslaufzeit wirken. Bei Investitionskostenzuschüssen besteht das Risiko, dass sich die Investitionen in neue Technologien / Verfahren aufgrund höherer Betriebskosten mittel- bis langfristig nicht rechnen und damit von vornherein unterbleiben könnten.

Infolge der **Corona-Krise** ist Deutschland zwar in eine Rezession geraten und dürfte in 2020 den zweitstärksten wirtschaftlichen Einbruch der Nachkriegszeit erlebt haben, längerfristige Veränderungen der Investitionserfordernisse und -tätigkeiten sind aber bislang nicht absehbar. Vielmehr sollten die Hilfspakte, die anhaltend niedrigen Zinsen und die erhöhte Liquiditätsbereitstellung durch die EZB weiterhin für attraktive Finanzierungsbedingungen sorgen. Zudem könnten die Krise und die Überlegungen der EZB vom bisherigen Prinzip der Marktneutralität zu Gunsten grüner Anleihen abzuweichen, die Entwicklung des Green-Finance-Marktes weiter vorantreiben.

Insgesamt macht das in den kommenden Jahren bzw. Jahrzehnten stark steigende Volumen der notwendigen Klimaschutzinvestitionen deutlich, dass künftig deutlich größere Summen für die Finanzierung grüner Investitionen bereitstehen müssen als heute. Bei der Lenkung der Kapitalflüsse hin zu grünen Investitionen und der Finanzierung dieser dürfte dem Finanzsektor – und hier insbesondere dem Bereich Green Finance – eine bedeutende Rolle zuteilwerden. Der Finanzsektor sollte daher die gegenwärtige **Krise auch als Chance** begreifen, um „grüne“ Finanzprodukte zu entwickeln und Deutschland als (führenden) Standort für Green Finance zu etablieren.

Summary

The transformation required to achieve the climate targets is possible with technologies known today. However, it requires positive efforts and **significant private and public investment** – especially in climate-friendly technologies that reduce greenhouse gas emissions. Two decisive factors for private and commercial investments in climate protection measures are the financing options and conditions. The financial sector and especially Green Finance play an important role in directing capital flows towards sustainable investments and their financing.

The analysis of the **market for Green Finance in Germany** is difficult due to issues with the demarcation of the term “green” and due to a lack of data. However, it indicates that the market volume in Germany at the present time is **rather small** – measured in terms of investment needs. However, the importance of Green Finance has recently been recognized by policymakers at the EU level (e.g., EU taxonomy) and the national level (e.g., Sustainable Finance Advisory Council, development of a National Sustainable Development Strategy). Nevertheless, other countries, such as France, are already further ahead.

In the light of the above, it is important to obtain information on the expected investment volume that is required for the transformation of the German economy by 2050 and therefore generally eligible for **Green Financing** – as well as identifying the relevant stakeholders and economic sectors where investments will be allocated. The analysis² is the first to calculate the total climate protection investments required to achieve climate neutrality in Germany. In order to reduce greenhouse gas emissions by 87 percent (vs. 1990), climate protection investments totalling around **4.5 trillion euros** will be required over the period from 2020 to 2050. Almost half of this will go into the transport sector (48 %). The other half will be directed to the energy sector (19 %), while the remainder is divided among the other sectors industry and household sectors (14 % each) and commerce (5 %). The seemingly high investment volume is put into perspective when considering the annual amounts: The average annual investment amounts to 153 billion Euros, corresponding to **3.9 percent of the GDP**.

Achieving complete **climate neutrality**, i.e., reducing greenhouse gas emissions *by 100 percent* in all sectors, will require additional climate protection investments of an estimated 506 billion euros by 2050. In the meantime, the climate neutrality target has been brought forward and must now already be achieved by 2045. The new target year could not be taken into account in the present study as it has been announced only recently. However, it can be assumed that the overall climate protection investments will be slightly higher as a result of the earlier target year, since more expensive technologies will have to be used sooner. This potential increase is partly offset by the fact that the costs of implementing electromobility - irrespective of the new targets - are now significantly lower than previously assumed (Box 13).

The calculated climate-related investments include many investments that would have been made anyway by 2050, only are now directed into climate-friendly objects, e.g., the purchase of new cars (now electric cars). This issue is reflected by the share of climate protection related investments in total investments: Across all four sectors mentioned above (excluding tertiary sector), the share of **climate-related investments in total investments is around 23 percent**. In the

² Overall, the results presented here are to be understood as indications due to methodological issues and data limitations – especially since the volume of climate protection investments depends greatly on the demarcation which investments are classified as “green” instead of conventional solutions.

transport and energy sectors, the share is 61 and 55 percent, respectively (based on an 87 percent reduction in greenhouse gas emissions). Thus, much of the future investment in these sectors is associated with GHG reductions, reflecting, among other things, the profound transformation taking place.

If investments are made in the necessary amounts, they are likely to trigger positive demand effects with the corresponding positive effects on GDP and employment. However, **sectors and regions** will benefit from the demand stimulus to a varying extent. The energy-intensive industries are particularly challenged as they have to implement cost-intensive technologies (some of which are not yet fully technically mature), have to cope with a large investment volume and long investment cycles, and are exposed to international competition.

Due to **investment rationalities** of the stakeholders the necessary investments are often not made to the necessary extent and within the adequate timeframe, or in some cases not made at all. The government is needed to stimulate investment: On the one hand, the public sector should act as a role model and lead the way by conducting the necessary investments (e.g., energy-efficient renovation of public buildings, electrification conversion of the public vehicle fleet). On the other hand, the government must set a favourable framework for the transformation process (e.g., with regard to providing flexibility potentials in the energy supply or infrastructure development). This also includes the creation of favourable financing conditions – especially with regard to Green Finance.

Funding instruments, e.g., in form of reduced interest rates, subsidies or liability exemptions, are eligible to at least mitigate investment constraints. By improving financing conditions, they address the fundamental problem of (too) high investment costs or (too) low returns/savings. However, due to the specificity of the investment objects as well as due to the heterogeneity of the stakeholders (family businesses, corporations, private individuals), a uniform approach does not seem appropriate.

Besides the funding instruments to support financing the necessary investments, the introduction of **new instruments** to safeguard against market distortions (Carbon Border Adjustment Mechanisms) and carbon price related risks (Contracts for Difference) is currently widely discussed for industries that are particularly challenged (energy-intensive basic materials industries). Unlike funding instruments such as investment subsidies, Contracts for Difference can support the recipient for a longer period, i.e., beyond the initial investment. In the case of investment subsidies, there is a risk that investments in new technologies/processes will not pay off in the medium or long term due to higher operating costs and are thus omitted.

Although the **Corona crisis** pushed Germany into a recession likely to become the second worst economic slump of the post-war period, longer-term changes in investment needs and investment spending are not foreseeable. Instead, the stimulus package by EU and Germany, the persistently low interest rates and increased liquidity provision by the ECB are rather likely to continue to ensure attractive financing conditions for investments. In addition, the crisis and the ECB's considerations to adapt its principle of market neutrality to climate “green” criteria could support the development of the market for Green Finance.

Overall, the strong increase in the volume of climate investments in the upcoming years and decades indicates that in the future, significantly larger sums will need to be available for financing green investments than today. The financial sector – especially in the area of Green Finance – will play an important role in steering capital flows towards financing “green” investments. The current economic crisis can therefore also be seen as a chance for the sector to develop “green” products and establish Germany as a (leading) location for Green Finance.

1 Einführung

Mit dem Übereinkommen von Paris haben sich im Dezember 2015 erstmals (fast) alle Staaten der Erde auf ein rechtsverbindliches Klimaschutzübereinkommen geeinigt. Den Kern des Paris Abkommens bildet das globale Ziel, die Erderwärmung gegenüber vorindustriellen Werten langfristig auf „deutlich unter“ 2 Grad C zu begrenzen. Dazu wurden auf nationaler und europäischer Ebene verschiedene Zielvorgaben verabschiedet, die zuletzt noch verschärft wurden.

Die EU strebt mit dem European Green Deal an bis 2050 keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freizusetzen. In Deutschland legte die Bundesregierung im Mai 2021 einen Gesetzentwurf zur Verschärfung der bisherigen Klimaschutzziele im Klimaschutzgesetz vor. Demnach sollen die nationalen Treibhausgasemissionen bis 2030 um 65 Prozent (bisher 55 %) und bis 2040 um 88 Prozent (bisher 70 %) reduziert werden (bezogen auf das Basisjahr 1990). Bis 2045 soll **Klimaneutralität**, also eine bilanzielle THG-Neutralität („Netto-Null“), bei der schwer eliminierbare Emissionen, z.B. aus der Landwirtschaft oder industrielle Prozessemissionen, durch so genannte Negativ-Emissionstechnologien kompensiert werden, erreicht werden (bisher war dies erst für 2050 vorgesehen). Ab 2050 sind bilanziell negative Emissionen geplant. Treibhausgas- bzw. Klimaneutralität bedeutet allerdings nicht, dass keine THG mehr ausgestoßen werden oder der Klimawandel nicht weiter voranschreitet (Kasten 1).

Der Entwurf zu Änderung des deutschen Klimaschutzgesetzes setzt neben den Gesamtreduktionszielen auch neue **sektorspezifische Reduktionsziele** für das Jahr 2030: Energiewirtschaft -77 Prozent, Gebäude -68 Prozent, Verkehr -48 Prozent, Industrie -58 Prozent, Landwirtschaft -38 Prozent, Sonstiges -89 Prozent (jeweils gegenüber 1990). Zudem werden die Beiträge spezifiziert, die der Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) leisten soll.

Der Gesetzentwurf vom Mai 2021 konnte in der vorliegenden Studie nicht mehr berücksichtigt werden. Den Berechnungen liegt daher weiterhin 2050 (statt nunmehr 2045) als Zieljahr zur Erreichung vollständiger Klimaneutralität zugrunde.

Die zur Erreichung der Klimaziele notwendige langfristige Transformation klimarelevanter Systeme und Prozesse ist mit heute bekannten Technologien grundsätzlich möglich. Sie erfordert aber deutliche Umsteuerungen und **signifikante private und öffentliche Investitionen** – insbesondere in klimafreundliche Technologien, die die Treibhausgasemissionen im Zeitverlauf dauerhaft senken. Investitionen in den Klimaschutz wurden allerdings bereits vor der Corona-Krise in Bezug auf das Ziel einer weitgehenden Klimaneutralität bis 2050 nur unzureichend getätigt.

Wesentliche Faktoren für die Entscheidung privater und gewerblicher Akteure für oder gegen Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen sind die sich daraus ergebenden Ersparnisse bzw. Renditeaussichten. Diese wiederum hängen u. a. von den Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen ab. Bei der Lenkung von Kapitalflüssen hin zu nachhaltigen Investitionen und der **Finanzierung der Investitionsbedarfe** spielt der Finanzsektor eine bedeutende Rolle. Finanzwirtschaftliche Ansätze und Instrumente zur (gezielten) Finanzierung grüner Investitionen werden unter dem Stichwort **Green Finance** – oder weiter gefasst Sustainable Finance – diskutiert. Einheitliche Begriffs- und Marktabgrenzungen fehlen jedoch bislang.

Zur Unterstützung der Transformation der Wirtschaftssektoren und des Finanzmarkts in Deutschland will die Bundesregierung im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2030 die **Kreditanstalt für Wiederaufbau** (KfW) zur transformativen Förderbank weiterentwickeln. Bereits heute unterstützt die KfW die Transformation durch verschiedene Förderprogramme und finanziert diese teilweise über grüne Anleihen, damit ist sie der größte Emittent grüner Anleihen in Deutschland und der zweitgrößte weltweit.

Vor diesem Hintergrund ist es **Ziel der Studie** ein breites und zugleich differenziertes Bild hinsichtlich des möglichen **Beitrags von Green Finance zur Erreichung von Klimaneutralität** in Deutschland zu zeichnen. Dafür ist die Studie in sechs Abschnitte unterteilt (Abbildung 1).

Abbildung 1: Ziel, Aufbau und Struktur der Studie



Quelle: Prognos

© Prognos 2021

In *Abschnitt I* wird der Begriff **Green Finance** abgegrenzt und das derzeitige Marktvolumen beleuchtet. In *Abschnitt II* wird die Bandbreite der gesamtwirtschaftlichen und branchenspezifischen **Effekte der Transformation** auf Grundlage bestehender Szenarienarbeiten aufgezeigt. Hierbei erfolgt insbesondere auch ein Vergleich der berechneten Mehrinvestitionsbedarfe zur Erreichung der jeweiligen Klimaschutzziele. Auf dieser Grundlage werden die Investitionsbedarfe in *Abschnitt III* weiter ausdifferenziert. Dabei erfolgt zum einen eine Unterscheidung nach Betreffnissen und

Akteursgruppen und zum anderen eine Berechnung unterschiedlicher Investitionsaggregate (Gesamtinvestitionen, Klimaschutzinvestitionen, Mehrinvestitionen). Damit lässt sich erstmals differenziert abschätzen, welche Mehrbelastungen aus der Transformation resultieren und wie hoch die **Investitionsbedarfe, die sich grundsätzlich durch Green Finance finanzieren lassen**, ausfallen.

Um Hinweise auf **Fördermöglichkeiten bzw. -notwendigkeiten** abzuleiten, werden in *Abschnitt IV* die Investitionsrationalitäten der Akteursgruppen sowie mögliche Finanzierungsformen und politische Instrumente zur Unterstützung der Transformation in besonders geforderten Branchen übersichtlich dargestellt. Da die mittel- und langfristigen Auswirkungen der aktuellen **Corona-Krise** derzeit kaum absehbar sind, werden gegenwärtige und mögliche zukünftige Auswirkungen und Implikationen der Corona-Krise in *Abschnitt V* gesondert diskutiert. Die fünf Abschnitte schließen jeweils mit einem **Zwischenfazit**, das die Hauptideen und Implikationen kurz zusammenfasst. Mit *Abschnitt VI* runden eine **Synthese** samt Gesamtfazit die Arbeit ab.

i

Kasten 1: Treibhausgas- bzw. Klimaneutralität

Treibhausgas- und Klimaneutralität werden häufig synonym verwendet und meinen in der Regel einen Zustand mit **Netto-Null-Emissionen** im gesamten THG-Inventar (Kasten 9).³ Das bedeutet, dass alle durch Menschen verursachten zusätzlichen Treibhausgas-Emissionen innerhalb eines Jahres wieder aus der Atmosphäre entzogen werden müssen, sodass die THG-Konzentration insgesamt nicht weiter ansteigt. Menschliche Aktivitäten können also auch bei Treibhausgas- bzw. Klimaneutralität weiterhin Treibhausgas-Emissionen verursachen, sie müssen allerdings vollständig kompensiert werden. Da die Kompensation technisch aufwendig und vergleichsweise teuer ist, kommen Negativ-Emissions-Technologien v. a. dort zum Einsatz, wo eine Vermeidung derzeit technisch nicht möglich ist (z. B. Landwirtschaft).

Da CO₂ sehr lange in der Atmosphäre verbleibt und erwärmend wirkt und die in der Vergangenheit durch Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen von dem Ziel der Klimaneutralität unberührt bleiben, wird der **Klimawandel** selbst bei Erreichen von Netto-Null-Emissionen **weiter voranschreiten** und ist auch langfristig nicht umkehrbar. Daher sind neben Maßnahmen zur Emissionsminderung bzw. -vermeidung auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und dessen Folgen relevant. Sie sind allerdings nur teilweise möglich und in der Regel teurer als verpasste Vermeidungsoptionen.

³ Das deutsche Klimaschutzgesetz (KSG) und das Umweltbundesamt (UBA) unterscheiden zwar zwischen den beiden Begriffen, messen ihnen aber jeweils andere Bedeutungen bei – etwa hinsichtlich des Einbezugs von Zukäufen Dritter zur Kompensation oder von „biogeophysikalischen Effekte des erdsystemischen Wandels“ (Luhmann / Obergassel, 2020).

Abschnitt I

Green Finance in Deutschland

Der erste Abschnitt widmet sich zunächst der **Definition der häufig synonym verwendeten Termini** Sustainable Finance, Green Finance und Climate Finance. Im Fortlauf des Abschnitts werden darüber hinaus weitere Überlegungen zu einer Abgrenzung von Green Finance hinsichtlich des geografischen Bezugsrahmens, der Finanzierungsakteure und -formen sowie des Finanzierungszwecks und der Finanzierungsqualität thematisiert. Sie sind die Grundlage für eine sich anschließende näherungsweise Bestimmung des derzeitigen **Green-Finance-Marktvolumens in Deutschland**, wobei hierbei die zum heutigen Zeitpunkt weitgehend unvollständige Datenbasis bei der Interpretation und Einordnung der Ergebnisse durch den Leser zu berücksichtigen ist. Dennoch können die Ergebnisse als Referenz für die in den nachfolgenden Abschnitten ermittelten zukünftigen Investitions- bzw. Finanzierungsbedarfe dienen.

Der Beitrag von Green Finance zur Finanzierung des Investitionsbedarfs, der für die Transformation erforderlich ist, wird maßgeblich durch das Ambitionsniveau politischer Ziele, der dafür notwendigen technischen Maßnahmen und Investitionen sowie der mit ihnen einhergehenden politischen Strategien und Instrumente determiniert. Im ersten Abschnitt wird daher durch eine Analyse nationaler **Green bzw. Sustainable Finance Strategien** skizziert, welche unterschiedliche Wege selbst vier vergleichbar entwickelte Länder Europas, die jedes für sich den Anspruch formuliert haben, zukünftig eine weltweit führende Position als Sustainable Finance Standort einnehmen zu wollen, einschlagen können.

2 Definition und Begriffsabgrenzung von Green Finance

Green Finance hat sich in den letzten Jahren zu einem echten Trend im Finanzsektor entwickelt. Fast schon symptomatisch für die Erschließung neuer Themenfelder zeigte sich auch in der Debatte von mit dem Thema verbundenen Fragestellungen schnell, dass ein Definitionsdefizit mit Bezug zu zentralen Begriffen bestand. So wurden und werden zum Teil bis heute Begriffe wie Sustainable Finance, Green Finance und bisweilen auch Climate Finance synonym zueinander genutzt.

Zusätzlich existiert derzeit auch eine große Anzahl unterschiedlicher Definitionen für die einzelnen Begriffe. Zurückzuführen ist dies unter anderem auf die Vielzahl der Stakeholder-Gruppen, die in der Vergangenheit, aus verschiedenen Perspektiven auf das Thema schauend, an einer Definition der zentralen Begriffe arbeiteten. So befassten sich bereits diverse Finanzdienstleister wie Banken, Investoren und Versicherungen, aber auch die Wissenschaft, die Politik und zahlreiche NGOs mit Definitionsfragestellungen. Diese Definitionen variieren in Abhängigkeit vom individuellen Anwendungsfall zum Teil ganz erheblich im Hinblick auf ihren Geltungsbereich oder ihren Detailgrad.⁴ Ihnen allen gemein ist in der Regel, dass sie sich eher an einer Kategorisierung des Investitions- bzw. Finanzierungsobjekts⁵ als an einer konkreten Nachhaltigkeitswirkung des eingesetzten Kapitals orientieren.

Aufgrund der zuvor beschriebenen, nach wie vor bestehenden Inkonsistenzen bei der Verwendung relevanter Begrifflichkeiten wird nachfolgend zunächst eine Abgrenzung bzw. Einordnung von Sustainable Finance, Green Finance und Climate Finance vorgenommen. In einem zweiten Schritt wird anschließend der dieser Studie zugrundeliegende Geltungsbereich von Green Finance spezifiziert.

2.1 Einordnung wesentlicher Begrifflichkeiten

Die Herausforderung bei der Einordnung bzw. Abgrenzung von Begriffen wie Sustainable Finance, Green Finance und Climate Finance liegt darin, dass Überlappungen zwischen potenziell relevanten Themenfeldern bestehen. Häufig werden drei Themenfelder in diesem Kontext hervorgehoben:⁶

Umweltaspekte: werden mit dem Ziel berücksichtigt, den Erhalt des Planeten als Lebensraum sicherzustellen. Der Planet kann dabei als komplexes natürliches System verstanden werden, dessen Gleichgewicht von der Berücksichtigung diverser Parameter abhängt. Ein breiter und viel Beachtung findender konzeptioneller Rahmen für die Berücksichtigung von Umweltaspekten wurde von einem Wissenschaftlerkonsortium um den schwedischen Resilienzforscher Johan Rockström⁷ entwickelt. Er beschreibt in seinem Konzept der „planetaren Belastbarkeitsgrenzen“ insgesamt neun natürliche Systeme⁸, deren Zerstörung schwere Folgen für das Leben der Menschen

⁴ Europäische Kommission, 2017

⁵ Gemeint sind hier als Investitionsobjekte z. B. Unternehmen, Projekte, Technologien oder Geschäftsaktivitäten.

⁶ Oft wird auch das Kürzel ESG (Environmental, Social, Governance) zur Bezeichnung der drei Dimensionen genutzt.

⁷ Rockström et al., 2009

⁸ Hierzu zählen Klimawandel, neue Substanzen und modifizierte Lebensformen, Ozonverlust in der Stratosphäre, Aerosolgehalt der Atmosphäre, Versauerung der Meere, biogeochemische Flüsse, Süßwassernutzung, Landnutzungswandel und Intaktheit der Biosphäre (Steffen et al., 2015).

hätte. Für sechs dieser neun Systeme werden konkrete Belastbarkeitsgrenzen definiert, die es den Wissenschaftlern zufolge zu berücksichtigen gilt, um die Stabilität der Systeme nicht zu gefährden.

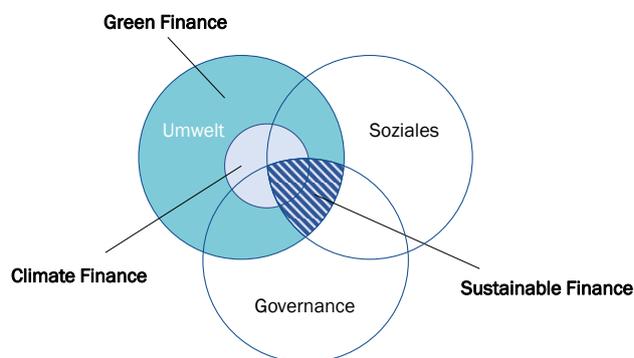
Soziale Aspekte: beziehen sich auf die Rechte, das Wohlergehen und die Interessen von Menschen und Gemeinschaften. Sie umfassen u. a. Menschenrechte und Arbeitsnormen genauso wie Fragestellungen im Bereich Gesundheit und Sicherheit, Aktivitäten in Konfliktgebieten sowie Verbraucherschutzfragen und den Umgang mit umstrittenen Waffen.⁹

Governance-Aspekte: beziehen sich auf die Führung und das Management von Investitions- bzw. Finanzierungsobjekten. Relevante Themen sind unter anderem Geschäftsethik, Bestechung und Korruption, Offenlegung von Informationen, interne Kontrollen und Risikomanagement, Vorstands- und Organisationsstruktur, Vielfalt sowie Interaktion mit Interessengruppen.

Zwischen den genannten Themenfeldern existieren zahlreiche Überlappungen und Wechselwirkungen. So steht der Abbau von für die Produktion von Elektrofahrzeugen erforderlichen Rohstoffen (hier insb. die Batterieherstellung) bspw. mitunter in Konflikt zur Wahrung von Menschenrechten und der Berücksichtigung von Arbeitsnormen. Anhand der drei beschriebenen Dimensionen ist eine Abgrenzung der Begriffe Sustainable Finance, Green Finance und Climate Finance dennoch gut möglich:

Sustainable Finance beschreibt die Ausrichtung von Kapitalströmen unter Berücksichtigung von Umwelt-, sozialen und Governance-Aspekten, wohingegen Green Finance ausschließlich Umweltaspekte betrachtet. Climate Finance bezieht sich wiederum ausschließlich auf Klimafragestellungen und ist damit eine Teilmenge von Green Finance. Abgedeckt wird im Bereich Climate Finance sowohl die Anpassung an den Klimawandel als auch die Senkung von Emissionen zur Begrenzung des Klimawandels. Die nachfolgende Grafik stellt die Zusammenhänge im Überblick dar.¹⁰

Abbildung 2: Schematische Abgrenzung von Sustainable, Green und Climate Finance¹¹



Quelle: Eigene Darstellung

© Nextra Consulting 2021

⁹ UNEP Inquiry, 2016, S. 10

¹⁰ In der vorliegenden Studie wird in der Regel der Begriff Green Finance verwendet (da dieser etabliert ist), korrekt wäre aber an vielen Stellen Climate Finance.

¹¹ Unberücksichtigt bleibt in der Abbildung, dass Kapitalströme in Finanzierungsobjekte, die Mehrwerte für lediglich eines der drei Themenfelder stiften, als Teil von Sustainable Finance bewertet werden können, wenn gleichzeitig gewährleistet ist, dass keine erheblichen Probleme in einem der anderen Themenfelder mit dem Finanzierungsobjekt einhergehen. Dieser Logik folgt auch die im Rahmen der europäischen Sustainable Finance Strategie erarbeitete EU-Taxonomie (Technical Expert Group, 2020c).

2.2 Green Finance Definition

Über die zuvor beschriebene Abgrenzungsproblematik im Kontext von *Green Finance* hinaus, besteht regelmäßig Unklarheit darüber, welche konkreten Themen durch den Begriff abgedeckt werden.

So definiert die von den G20-Staaten im Jahr 2016 etablierte Green Finance Study Group bspw. Green Finance als „*financing of investments that provide environmental benefits in the broader context of environmentally sustainable development*“¹² und stellte damit die Bereitstellung von Investitionsmitteln in den Vordergrund. Diese eher enge Sichtweise auf das Themenfeld wird häufig auch unter dem Schlagwort „*Financing Green*“ beschrieben.

Eine wesentlich breitere Definition im Sinne eines *Greening-Finance-Gedankens* wählt hingegen bspw. Brockmann, indem er nicht nur die Bereitstellung von Investitionsmitteln, sondern auch die Berücksichtigung von finanziellen Umweltrisiken bei der Kapitalallokation sowie das Desinvestment aus umweltschädlichen Finanzierungen inkludiert. Neben der reinen Kapitalallokation durch den Finanzsektor sind seiner Auffassung nach auch politische Aktivitäten zur „grünen Ausrichtung des Finanzsystems“ durch den Begriff mit abgedeckt.¹³

Für die Herleitung einer schlüssigen Definition im Rahmen dieser Studie erscheint das Einnehmen einer zielorientierten Perspektive als besonders hilfreich. Demnach besteht das Ziel von Green Finance den vorangehenden Ausführungen folgend darin, den Erhalt des Planeten als Lebensraum zu sichern. Die Voraussetzung hierfür ist die Berücksichtigung planetarer Belastbarkeitsgrenzen. Green Finance kann somit definiert werden als:

„Ausrichtung der Finanzströme unter Berücksichtigung planetarer Belastbarkeitsgrenzen.“

Ökologische Nachhaltigkeit ist folglich kein eindimensionales Konstrukt. Bei der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit einzelner Geschäftsaktivitäten und damit einhergehend auch der Investitionen in bzw. Finanzierung von Geschäftsaktivitäten sind in der Regel mehrere Umweltziele gleichzeitig zu berücksichtigen. Diese weisen zwar oft Zielharmonien aber in der Einzelfallbetrachtung eben regelmäßig auch Zielkonflikte auf: So kann der Bau eines Wasserkraftwerks grundsätzlich positive Effekte für die Begrenzung des Klimawandels mit sich bringen und gleichzeitig ein Habitat für seltene Tier- oder Pflanzenarten zerstören. Beide Aspekte sind bei der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit des Kraftwerks zu berücksichtigen und gegeneinander abzuwägen.

Diesem Umstand trägt im Übrigen auch die derzeit in der Entwicklung befindliche **EU-Taxonomie** zur Klassifizierung nachhaltiger Aktivitäten¹⁴ Rechnung. Als ökologisch nachhaltig werden Geschäftsaktivitäten gemäß Taxonomie erst dann eingestuft, wenn sie einen positiven Beitrag zur Erreichung der ökologischen Nachhaltigkeitsziele der EU in mindestens einem der sechs definierten Themenfelder leisten und die sich hieraus ergebenden technischen Auswahlkriterien erfüllen. Gleichzeitig dürfen zur Erreichung der Taxonomie-Konformität jedoch keine signifikanten negativen Auswirkungen in einem oder mehreren der anderen fünf Themenfelder auftreten.¹⁵

¹² Green Finance Study Group, 2016

¹³ Brockmann, 2017

¹⁴ Eine von der EU-Kommission eingesetzte Technical Expert Group hat Empfehlungen für die Klassifikation ökologisch nachhaltiger Geschäftsaktivitäten veröffentlicht. Die EU-Taxonomie soll perspektivisch sechs umweltbezogene Themenfelder adressieren.

¹⁵ Technical Expert Group, 2020

Eine weitere Herausforderung im Hinblick auf die Analyse ökologischer Nachhaltigkeit besteht darin, dass regelmäßig eine kontextbasierte Bewertung der Nachhaltigkeit erforderlich wird. So sind z. B. gemäß Pariser Klimaabkommen bei der Umsetzung der Klimaziele neben historischen Verantwortlichkeiten auch die jeweiligen Fähigkeiten und nationalen Umstände zu berücksichtigen.¹⁶ Das Ambitionsniveau von nationalen Paris-kompatiblen Emissionsreduktionszielen und damit auch die Bewertung der Kompatibilität einzelner Technologien und verbundenen Geschäftsaktivitäten in emissionsintensiven Sektoren können somit von Staat zu Staat variieren. Noch deutlicher wird dies mit Blick auf Umweltthemen z. B. mit Bezug zur Frischwasserversorgung: Ob und in welchem Umfang Wasserstress durch Geschäftsaktivitäten ausgelöst wird, hängt hier unmittelbar mit der – unabhängig von der Geschäftsaktivität – lokal bestehenden Wasserknappheit zusammen. Schon sehr kurze Distanzen (wenige Kilometer und in Extremfällen sogar wenige Meter) können zu erheblichen Unterschieden bei der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Geschäftsaktivitäten führen. Es sind daher Einzelfallbetrachtungen bei der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Geschäftsaktivitäten notwendig und dies betrifft sowohl die produzierenden Unternehmen als auch die diese Aktivitäten finanzierenden Finanzinstitute.

Aus der Definition von Green Finance und den beschriebenen Herausforderungen in der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Geschäftsaktivitäten leiten sich Handlungsfelder für verschiedene Akteursgruppen – nicht nur Finanzinstitute – ab. So braucht es u. a.:

- einen regulatorischen Rahmen, in dem die breite Kapitalreallokation zu Gunsten grüner und zu Lasten brauner Investments und Finanzierungen ermöglicht und nach Bedarf gefördert wird.
- ein gemeinsames Verständnis über Rollen und Verantwortlichkeiten der involvierten Akteure sowie zu relevanten Standards im Hinblick auf Green Finance.
- mehr Transparenz im Hinblick auf die ökologische Nachhaltigkeit von Geschäftsaktivitäten der Kapitalempfänger.¹⁷
- mehr Forschung, sowohl zu den konkreten Belastbarkeitsgrenzen des Planeten und den Wechselwirkungen zwischen den erwähnten Systemen als auch zu grünen technologischen Innovationen, die letztlich zu investierbaren Projekten führen

Es zeigt sich, dass aus einer breiteren Definition des Begriffs zahlreiche Fragestellungen und Implikationen für diverse Akteure erwachsen, die unter dem Label Green Finance regelmäßig mitdiskutiert werden.

¹⁶ UNFCCC, 2015

¹⁷ Dienstleister, wie Rating- und Labelling-Agenturen müssen Daten zur ökologischen Nachhaltigkeit von Investitions- und Finanzierungsobjekten erheben und zur Verfügung stellen, um eine zielgerichtete Kapitalallokation zu ermöglichen. Hieraus ergeben sich wiederum veränderte Transparenzanforderungen an die Investitions- bzw. Finanzierungsobjekte.

3 Marktabgrenzung und -volumen von Green Finance

3.1 Ausgangssituation und Abgrenzung

Unter dem Begriff „Green Finance“ können wie dargestellt alle Formen von Finanzierungen zusammengefasst werden, die unter Beachtung des Ansatzes der planetaren Belastungsgrenzen der Finanzierung von entsprechenden Projekten und Maßnahmen im Umwelt- und Klimaschutz dienen. Dazu gehören auch die unter dem Begriff „Climate Finance“ zusammengefassten Projekte und Maßnahmen, die dazu beitragen sollen, die Ursachen des Klimawandels zu bekämpfen („Mitigation“) und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu ermöglichen („Adaptation“). Bevor daher das Marktvolumen von Green Finance in Deutschland und der Anteil, der dabei für die Transformation zur Klimaneutralität aufgewendeten Mittel betrachtet werden können, müssen zunächst verschiedene Abgrenzungen vorgenommen werden, die folgende Aspekte betreffen (Tabelle 1):

- **Geografischer Bezugsrahmen der Finanzierung**
Wie lässt sich die Fokussierung auf Green Finance in Deutschland abgrenzen, z. B. in Hinblick auf den Sitz des finanzierenden Akteurs, z. B. des Unternehmens, das einen Green Loan aufnimmt, sowie den geografischen Ort eines finanzierten Projekts?
- **Finanzierungsakteure**
Welche Akteure sollen in die Analyse aufgenommen werden, z. B. Unternehmen, Privathaushalte und staatliche Institutionen inklusive der Förderbanken?
- **Finanzierungsformen**
Welche Formen von Finanzierungen sollen berücksichtigt werden (Eigen-/Fremdkapital, Kapitalmarkt-/Kreditfinanzierung)? Können auch Subventionen, z. B. für erneuerbare Energien oder eine nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, als Green Finance klassifiziert werden?
- **Finanzierungszweck**
Während bei zweckgebundenen Finanzierungen, z. B. Green Loans, eine klare Klassifizierung der Finanzierungen als grün möglich ist, stellt sich die Frage, ob und wenn ja wie bei nicht zweckgebundenen Finanzierungen ein möglicher grüner Anteil identifiziert werden kann. Diese Frage betrifft insbesondere die Abgrenzung von zweckgebundenen und allgemeinen Finanzierungen im Bereich der Unternehmen.
- **Finanzierungsqualität**
Welche inhaltlichen Anforderungen müssen die finanzierten Projekte/Unternehmen ggf. erfüllen, um als „grün“ bzw. als Beitrag zur Klimaneutralität klassifiziert werden zu können? Werden in Anlehnung an die EU-Taxonomie bei klimabezogenen Finanzierungen nur unmittelbar „grüne“ Finanzierungen berücksichtigt oder auch Enabling- und Transition-Aktivitäten? Zu prüfen ist zudem, ob jede Investition in den Klimaschutz auch einen Beitrag zur Transformation zur Klimaneutralität im Sinne der formulierten Ausgangsfragestellung darstellt.

Diese Fragestellungen werden im Folgenden weiter spezifiziert und mögliche Ansatzpunkte zum Umgang mit diesen Fragen skizziert.

Tabelle 1: Determinanten der Bestimmung des Marktvolumens von Green Finance in Deutschland

Determinante	Beschreibung
Geografischer Bezugsrahmen	Abgrenzung von Green Finance in Deutschland: geografischer Ort der Aufnahmen und Ort der Verwendung der Finanzierungen
Finanzierungsakteur	Abgrenzung der zu integrierenden Akteure (Unternehmen, Privathaushalte, staatliche Institutionen)
Finanzierungsform	Abgrenzung der zur Finanzierung genutzten Instrumente
Finanzierungszweck	Abgrenzung zweckgebundener und nicht zweckgebundener Finanzierungen
Finanzierungsqualität	Abgrenzung der umwelt- und klimabezogenen Qualität der Finanzierungen

Quelle: Eigene Darstellung

© NKI 2021

3.1.1 Geografischer Bezugsrahmen der Finanzierung

Im Hinblick auf die räumliche Abgrenzung sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Der Referenzfall ist hierbei ein in Deutschland ansässiges Unternehmen, das ein Green Loan bei einer in Deutschland ansässigen Bank aufnimmt und die Mittel zur Finanzierung der energetischen Optimierung einer Produktionsanlage an einem deutschen Standort nutzt.

Ausgehend von diesem Referenzfall kann es verschiedene Varianten geben. So kann beispielsweise die Finanzierung über eine im Ausland ansässige, auf Finanzierungen spezialisierte Tochtergesellschaft des Unternehmens erfolgen. Bei dieser Konstruktion hat der Kreditnehmer formal seinen Sitz im Ausland, die Mittel würden aber in Deutschland verwendet werden. In diesem Fall kann als Regel definiert werden, dass der Hauptsitz der ultimativen Muttergesellschaft ausschlaggebend für die Klassifizierung als „deutsche Green Finance“ ist.

Eine weitere Option ist, dass die Mittel zwar von einem in Deutschland ansässigen Unternehmen aufgenommen, diese aber nicht in Deutschland verwendet werden, sondern beispielsweise für die Nachrüstung einer CCS-Anlage an einem außereuropäischen Standort. Analog kann ein im Ausland beheimatetes Unternehmen einen im Heimatland aufgenommenen Kredit zur Finanzierung von Investitionen in deutsche Standorte nutzen. Im Hinblick auf die klimabezogenen Wirkungen ist es grundsätzlich unerheblich, wo beispielsweise die Einsparungen von Energie und damit in der Regel CO₂-Emissionen erfolgen. Allerdings ist zu fragen, inwiefern diese Finanzierung dem Marktvolumen von Green Finance in Deutschland zuzurechnen ist.

Zur besseren regionalen Abgrenzung von Green Finance wäre es zielführend, wenn bei den relevanten Finanzierungsinstrumenten, beispielsweise bei Green Bonds, eine Aufschlüsselung der Mittelverwendung nach Staaten zur Auflage gemacht werden würde. Einen großen Schritt in diese

Richtung setzt der in der Entwicklung befindliche EU-Green-Bond-Standard (EU-GBS)¹⁸, indem er für das Reporting zu einem Green Bond die geographische Aufteilung der grünen Projekte fordert und präzisiert, dass diese Information möglichst auf nationaler Ebene gegeben werden sollte.

3.1.2 Finanzierungsakteure

Grundsätzlich können sowohl Privathaushalte als auch Unternehmen und die öffentliche Hand in Maßnahmen zum Umwelt- und Klimaschutz investieren. Bei den Privathaushalten geht es dabei beispielsweise um die energetische Sanierung von Eigenheimen durch eine verbesserte Wärmedämmung oder den Austausch von Ölheizungen gegen energieeffiziente Heizungsanlagen. Unternehmen können beispielsweise in die Energieeffizienz ihrer Produktionsanlagen investieren oder in die Umstellung ihres Fuhrparks auf Fahrzeuge mit alternativem Antrieb.

Die öffentliche Hand kann schließlich in eine klimaverträgliche Infrastruktur oder die Förderung von erneuerbaren Energien und des Einsatzes von grünem Wasserstoff investieren. Einen Ansatzpunkt für die Klassifizierung von grünen Finanzierungen der öffentlichen Hand bietet das „Rahmenwerk für Grüne Bundeswertpapiere“, das die Basis für die Emission grüner Bundesanleihen bildet.¹⁹ In den Statistiken des Statistischen Bundesamtes zu Umweltausgaben werden regelmäßig alle drei Akteure berücksichtigt (Kapitel 3.2.1).



Kasten 2: Green Bund – erste grüne Bundesanleihe

Anfang September 2020 hat der Bund die erste grüne Bundesanleihe emittiert. Sie orientiert sich an den bestehenden Green Bond Principles der ICMA (International Capital Market Association) und an dem in der Entwicklung befindlichen EU-Green-Bond-Standard (EU-GBS). Die über die Anleihe aufgenommenen 6,5 Mrd. Euro sollen zur Finanzierung der im „Rahmenwerk für Grüne Bundeswertpapiere“ als grün anerkannten Ausgaben dienen, bspw. Ausgaben zur Verbesserung und Förderung sauberer und umweltfreundlicherer Verkehrssysteme.

Das „Rahmenwerk für Grüne Bundeswertpapiere“ sieht neben dem Verkehrssektor vier weitere grüne Sektoren vor, denen die „als grün anerkannten Ausgaben“ zugeordnet werden können. Dies sind die Sektoren Energie und Innovation, Forschung, Innovation und Information, Land- und Forstwirtschaft, Naturlandschaften und biologische Vielfalt sowie internationale Zusammenarbeit.

Bei der Begebung von grünen Bundesanleihen werden allerdings Ausgaben aus dem Bundeshaushalt des Vorjahres nachträglich den grünen Begebungen des aktuellen Jahres zugeordnet. Insofern entstehen durch die Emission von grünen Bundesanleihen keine zusätzlichen grünen Ausgaben.

¹⁸ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance, 2020a

¹⁹ BMF, 2020f

3.1.3 Finanzierungsformen

Im Hinblick auf die Formen umfasst der Begriff „Green Finance“ in einem breiten Verständnis grundsätzlich alle Möglichkeiten zur Beschaffung von Eigen- und Fremdkapital zur Finanzierung grüner Zwecke. Im Bereich der Fremdkapitalfinanzierung besteht dabei die Möglichkeit, klima- und umweltbezogene Projekte über den Kredit- oder den Kapitalmarkt zu finanzieren. Hierzu zählen beispielsweise die zweckgebundene Finanzierung von Projekten über die Aufnahme von Green Loans oder die Emission von Green Bonds.

Zu diskutieren ist die Frage, inwiefern öffentliche Fördermittel und Subventionen, z. B. die EEG-Umlage zur Förderung der erneuerbaren Energien, die im Rahmen der im Juni 2020 beschlossenen Nationalen Wasserstoffstrategie vorgesehenen Mittel zur Förderung der Wasserstoffherzeugung und -anwendung oder die Mittel des Energie- und Klimafonds (EKF) im Sinne der Finanzierung von Umwelt- und Klimaprojekten ebenfalls zu Green Finance gerechnet werden können bzw. sollen.



Kasten 3: Energie- und Klimafonds

Der Energie- und Klimafonds (EKF) wurde 2011 auf Basis des Gesetzes zur Errichtung eines Sondervermögens „Energie- und Klimafonds“ gegründet.²⁰ Seit Inkrafttreten des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) zu Jahresbeginn 2021 finanziert sich der EKF maßgeblich aus den Erlösen des nationalen Emissionshandels. Zuvor war finanzierte er sich vor allem aus den Erlösen des europäischen Emissionshandels.

Die Mittel des EKF – 2019 wurden insgesamt 4,5 Mrd. Euro für sogenannte Programmausgaben bereitgestellt – sind zweckgebunden und dürfen ausschließlich für die Umsetzung der Energiewende eingesetzt werden. Gefördert werden Projekte aus verschiedenen Themenfeldern, u.a. erneuerbare Energien, Energieeffizienzinvestitionen (einschließlich Gebäudesanierung), nationaler und internationaler Klimaschutz, Umweltprojekte und Forschung, Elektromobilität und die Erweiterung des Nationalen Aktionsplans für Energieeffizienz.

3.1.4 Finanzierungszweck

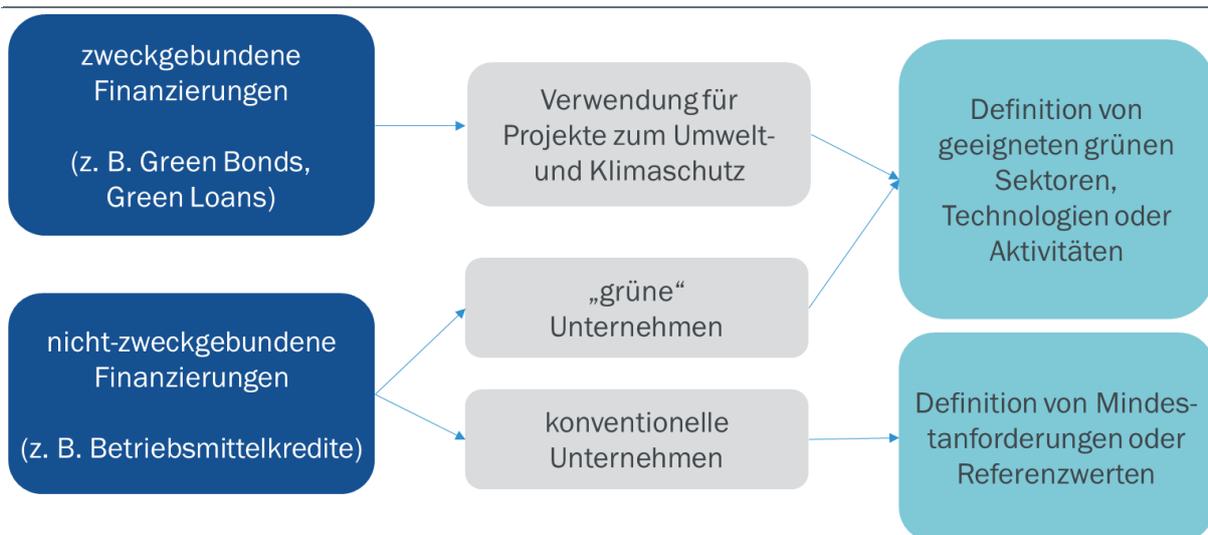
Die Frage nach dem Finanzierungszweck betrifft insbesondere den Unternehmensbereich, wobei bei der Fremdfinanzierung über den Kredit- oder Kapitalmarkt grundsätzlich zwei Optionen zu beachten sind (Abbildung 3): die zweckgebundenen und die nicht zweckgebundenen Finanzierungen. Sofern wie bei Green Bonds und Green Loans eine Zweckbindung gegeben ist, kann das entsprechende Finanzierungsvolumen dann zu Green Finance gezählt werden, wenn die finanzierten Projekte den zu definierenden Anforderungen an eine umwelt- oder klimarelevante Finanzierung genügen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die Projekte den Anforderungen der Green Bond Principles oder der EU-Taxonomie nachhaltiger wirtschaftlicher Tätigkeiten entsprechen (Kapitel 3.1.5).

²⁰ BMWi, 2020

Bei nicht zweckgebundenen Finanzierungen, z. B. Betriebsmittelkrediten, können grundsätzlich zwei Fälle unterschieden werden. Zum einen gibt es Unternehmen, die – wie beispielsweise die Hersteller von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien – ausschließlich oder zum weit überwiegenden Anteil Produkte und Leistungen herstellen, die einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten. Bei diesen „grünen Unternehmen“ können grundsätzlich auch Betriebsmittelkredite und andere allgemeine Finanzierungen als „Green Finance“ klassifiziert werden.

Empirisch sind entsprechende Unternehmen allerdings nicht ganz einfach zu identifizieren. So bietet beispielsweise das dreistufige Branchen-Klassifizierungssystem „GICS“ nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Identifikation von grünen Unternehmen (vgl. Beispiel in der Fußnote).²¹

Abbildung 3: Ansatzpunkte zur Systematisierung der Verwendungszwecke von Green Finance im Bereich der Fremdfinanzierung bei Unternehmen



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Kahlenborn et al., 2017

© NKI 2021

Der zweite Fall im Bereich der nicht zweckgebundenen Finanzierungen betrifft Unternehmen mit einem konventionellen Produktangebot, zu dem zu einem gewissen Anteil auch Produkte und Leistungen zählen, die einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten. Bei diesen Unternehmen stellt sich die Frage, ob von ihnen aufgenommenes Fremdkapital zumindest teilweise zum Green Finance-Marktvolumen gezählt werden kann. Sofern diese Frage grundsätzlich bejaht wird, ist ein Maßstab oder Referenzwert zu definieren, über den dieser Anteil bestimmt werden kann.

Dies könnte beispielsweise der Anteil der Umsätze sein, der mit Produkten und Leistungen erzielt wird, die einen positiven Beitrag zur Erreichung der im Rahmen des EU-Aktionsplans zur Finanzierung nachhaltigen Wachstums definierten sechs Umwelt- und Klimaziele leisten oder den Anforderungen der EU-Taxonomie nachhaltiger wirtschaftlicher Tätigkeiten genügen. Nach diesem Ansatz entspräche der Anteil grüner Finanzierungen am gesamten Fremdkapital der Unternehmen dem Anteil entsprechender Produkte am Umsatz des Unternehmens. Wenn also beispielsweise

²¹ Die Encavis AG, ein im SDAX der Deutschen Börse gelisteter Produzent von Strom aus erneuerbaren Energien, gehört zum Beispiel zur Sub-Industrie „erneuerbare Elektrizität“ und wäre so als grün identifizierbar. Die Vestas A/S, einer der weltweit größten Hersteller von Windkraftanlagen, wird dagegen der Sub-Industrie „Elektrische Anlagen“ zugeordnet und wäre so auf Basis der GICS-Klassifizierung nicht als grün identifizierbar.

die DAX 30-Unternehmen nach einer aktuellen Analyse von adelphi research / ISS ESG rund 1 Prozent ihres Umsatzes mit Taxonomie-konformen Leistungen erzielen, könnte man 1 Prozent der allgemeinen Fremdkapitalfinanzierung dieser Unternehmen als grün klassifizieren.

i

Kasten 4: Taxonomie-konforme Umsätze deutscher Unternehmen

Eine Umfrage von adelphi research / ISS ESG im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) aus dem Jahr 2020 hat ergeben, dass aktuell rund 27 Prozent der Umsätze und damit der wirtschaftlichen Aktivitäten der im DAX gelisteten Unternehmen als im Sinne der EU-Taxonomie relevant eingestuft werden können. Gleichzeitig genügt derzeit aber lediglich rund 1 Prozent der Aktivitäten der 30 DAX-Unternehmen den konkreten Anforderungen der EU-Taxonomie.²²

Eine andere Option wäre, die Klassifizierung an das ESG-Rating von Unternehmen zu knüpfen und dann eine zumindest teilweise Zuordnung der Fremdkapitalfinanzierung zu Green Finance vorzunehmen, wenn hier insgesamt oder im Themenbereich Umwelt bzw. Klima vorher festgelegte Bewertungen der Leistungen der Unternehmen erreicht werden. Dieser Ansatz ist allerdings auf die Unternehmen beschränkt, für die die ESG-Ratingagenturen entsprechende ESG-Ratings erstellen.

Zu definieren ist in diesem Zusammenhang schließlich, inwiefern im Hinblick auf den Finanzierungszweck ausschließlich Finanzierungsobjekte als grün klassifiziert werden, die – wie beispielsweise eine emissionsfreie Energieerzeugung – einen unmittelbaren Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten, oder ob in Anlehnung an die EU-Taxonomie auch Enabling- und Transition-Aktivitäten berücksichtigt werden können. Enabling-Aktivitäten bieten dabei Unterstützung bei der Erreichung der Umweltziele. Dazu zählen beispielsweise IT-Services, die eine optimale Steuerung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien ermöglichen, oder auch der Bau eines Windrades. Bei den Transition-Aktivitäten geht es um Tätigkeiten, die zwar nicht im Einklang mit einer klimaneutralen Wirtschaft stehen, aber für eine Übergangszeit einen signifikanten Beitrag zu den Klimazielen leisten können und für die es aktuell keine technisch und / oder wirtschaftlich darstellbare kohlenstoffärmere Alternative gibt.

3.1.5 Finanzierungsqualität

Bereits angesprochen ist die Frage der Referenzsysteme zur Bewertung grüner Aktivitäten. Dabei geht es um die Definition von Kriterien, die darüber entscheiden, ob eine finanzierte Maßnahme als grüne Finanzierung klassifiziert werden kann. So muss beispielsweise definiert werden, ob jede Finanzierung berücksichtigt wird, die zu einer Verbesserung der Energieeffizienz in der Produktion führt, oder ob – beispielsweise analog zu entsprechenden KfW-Programmen – konkrete Anforderungen definiert werden und ausschließlich Modernisierungsinvestitionen berücksichtigt werden, die zu einer spezifischen Endenergieeinsparung von mindestens 10 Prozent gemessen am Durchschnittsverbrauch der vergangenen drei Jahre führen. Mögliche Referenzsysteme sind hier:

²² adelphi research / ISS ESG, 2020

■ **Green Bond Principles / Green Loan Principles**

In den Green Bond Principles der International Capital Market Association (ICMA) werden auf einer allgemeinen Ebene Kategorien für geeignete Projekte („Eligible Green Projects“) definiert.²³ Diese umfassen unter anderem die Bereiche erneuerbare Energien, Energieeffizienz und sauberer Transport. Eine Finanzierung wäre auf dieser Basis als grün zu klassifizieren, wenn durch die Verwendung der Mittel eine der definierten Kategorien adressiert wird.

■ **Umweltziele der EU**

Im Rahmen der EU-Taxonomie nachhaltiger wirtschaftlicher Tätigkeiten wurden sechs Umweltziele definiert, die als übergeordneter Maßstab für die Bewertung entsprechender Tätigkeiten dienen.²⁴ Dazu gehören unter anderem die Ziele „Climate change mitigation“, „Climate change adaptation“ und „Sustainable use and protection of water and marine resources“. Für die Klassifizierung als „grün“ gibt es hier in Anlehnung an die Regelungen im Zusammenhang mit der Taxonomie verschiedene abgestufte Optionen:

- Das finanzierte Projekt / Unternehmen leistet einen substanziellen Beitrag zu mindestens einem der sechs Umweltziele.
- Das finanzierte Projekt / Unternehmen schadet gleichzeitig keinem der anderen Umweltziele („Do No Significant Harm – DNSH“).
- Das finanzierte Projekt / Unternehmen steht im Einklang mit international anerkannten Mindestanforderungen in den Bereichen Arbeitsstandards und Menschenrechte, wie sie u.a. in den Kernarbeitsnormen der International Labor Organization (ILO) festgelegt sind.

■ **EU-Taxonomie**

Eine vergleichsweise strikte Vorgabe für die Bestimmung des Marktvolumens von Green Finance wäre eine Referenzierung auf die Vorgaben der EU-Taxonomie. In deren Rahmen hat die von der EU-Kommission mit der Erarbeitung der Taxonomie beauftragte Technical Expert Group (TEG) detaillierte technische Anforderungen (Technical Screening Criteria) für zahlreiche Branchen definiert.²⁵ Dazu gehören unter anderem die Land- und Forstwirtschaft, die Energieversorgung, der Transportsektor, die Informations- und Kommunikationstechnologie sowie die Immobilienwirtschaft. Bei Nutzung dieses Referenzrahmens wäre eine Finanzierung dann als Green Finance zu klassifizieren, wenn eine Tätigkeit finanziert wird, die die relevanten technischen Anforderungen erfüllt.

Im Hinblick auf die Ausgangsfrage nach dem Anteil von Green Finance in Deutschland, der auf die Transition zur Klimaneutralität entfällt, ist zu prüfen, welche Investitionen in den Klimaschutz hierzu einen Beitrag leisten. Bei einer weiteren Abgrenzung kann argumentiert werden, dass auch Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu berücksichtigen sind, da sie eine Voraussetzung dafür sind, dass Maßnahmen zum Klimaschutz überhaupt sinnvoll umgesetzt werden können. So ist beispielsweise eine vor Extremwetterereignissen geschützte Werkshalle Voraussetzung dafür, dass eine energie- und ressourcenoptimierte Produktionsanlage störungsfrei arbeiten kann. Gleichzeitig gibt es auch Argumente dafür, nur Maßnahmen zu berücksichtigen, die unmittelbar dem Ziel dienen, die Treibhausgasemissionen deutlich zu reduzieren und einen Zustand der Klimaneutralität herzustellen.

²³ International Capital Market Association, 2018

²⁴ Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088

²⁵ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance, 2020b



Kasten 5: Taxonomie-Daten von ESG-Ratingagenturen

Analog zur Erfassung und Auswertung der Umsatzanteile, die Unternehmen mit Produkten und Leistungen erwirtschaften, die zur Erreichung der UN Sustainable Development Goals (SDG) beitragen, haben verschiedene ESG-Ratingagenturen Analysen zur Taxonomie-Konformität des Leistungsangebots angekündigt bzw. bereits eingeführt. Dazu gehören beispielsweise das „EU Taxonomy Revenue Share dataset“ des Anbieters Trucost²⁶ und das „Taxonomy Alignment Screening“ von Vigeo Eiris.²⁷ Die Analysen decken derzeit 15.000 bzw. 1.500 überwiegend börsennotierte Gesellschaften ab.

3.2 Marktvolumen in Deutschland

Die im Kapitel 3.1 beschriebenen Abgrenzungsfragen in Kombination mit der insbesondere auf der Seite der Finanzierungsinstrumente noch lückenhaften Erfassung der Marktdaten führen dazu, dass eine exakte Bestimmung des Marktvolumens von Green Finance in Deutschland derzeit nur näherungsweise möglich ist. Dabei können grundsätzlich zwei Ausgangspunkte gewählt werden:

- Zum einen kann die Investitionstätigkeit der Unternehmen in Umwelt- und Klimaschutz beziffert werden. Davon ausgehend, dass mit dem Investitions- ein entsprechendes Finanzierungsvolumen verknüpft ist, kann daraus eine Größenordnung für das Green Finance-Volumen in Deutschland abgeleitet werden.
- Zum anderen wird im Folgenden analysiert, welche spezifischen „grünen“ Instrumente, z. B. Green Bonds und Green Loans, zur Finanzierung der Investitionen genutzt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Informationssituation hier insgesamt noch unvollständig ist und Daten häufig nicht speziell für Deutschland verfügbar sind, sondern eher im europäischen oder globalen Rahmen erhoben und ausgewiesen werden.

3.2.1 Ausgaben für den Umwelt- und Klimaschutz

Gesamtausgaben

Im Jahr 2018 haben Staat, Unternehmen und private Haushalte nach vorläufigen Berechnungen des Statistischen Bundesamtes insgesamt rund 72,5 Mrd. Euro für den Schutz der Umwelt ausgegeben (Abbildung 4). Davon entfielen rund 48,4 Mrd. Euro (66,7 Prozent) auf die Unternehmen, rund 14,2 Mrd. Euro (19,5 Prozent) auf die privaten Haushalte und etwa 10,0 Mrd. Euro auf den Staat (13,8 Prozent). Gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einer Zunahme um rund 5,1 Prozent, gegenüber dem Jahr 2010 um rund 39,2 Prozent. Der Anteil der Ausgaben am Bruttoinlandsprodukt lag 2018 bei 2,16 Prozent und damit leicht höher als in den Vorjahren (2010: 2,02 Prozent, 2016: 2,11 Prozent, 2017: 2,12 Prozent).

²⁶ S&P, 2020

²⁷ Vigeo Eiris, 2020

Abbildung 4: Ausgaben für den Umweltschutz nach Akteuren

In Mrd. Euro



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2020a

© NKI 2021

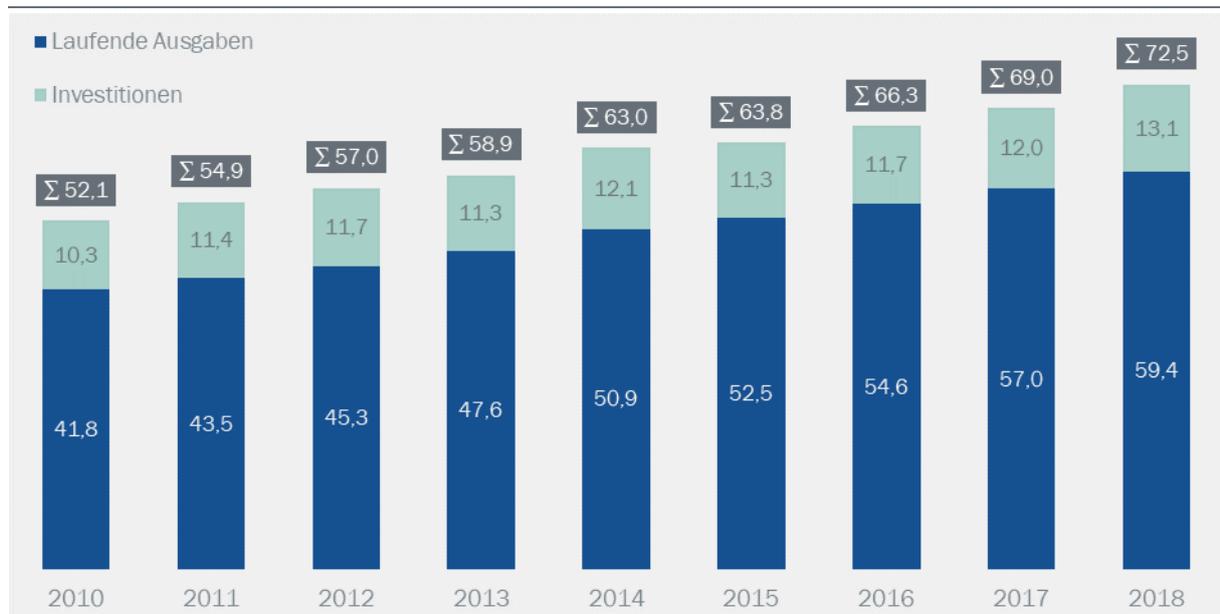
Wie schon in den vorangegangenen Jahren entfiel auch im Jahr 2018 der Großteil der Ausgaben auf die beiden Bereiche Abwasserwirtschaft und Abfallwirtschaft. Während dabei in der Abwasserwirtschaft z. B. für den Betrieb von Kläranlagen und Kanalisation rund 31,7 Mrd. Euro ausgegeben wurden, flossen rund 26,3 Mrd. Euro in die Sammlung von Abfällen, den Betrieb von Depo- nien und weitere Maßnahmen der Abfallwirtschaft. Am stärksten stiegen 2018 die Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Umweltbereich, die mit rund 1,6 Mrd. Euro um rund 11,1 Prozent über dem Vorjahr lagen.

Die weiteren Ausgaben in Höhe von rund 13,0 Mrd. Euro entfielen zum weit überwiegenden Teil auf die Vermeidung und Beseitigung von Umweltverunreinigungen (9,9 Mrd. Euro), unter der die Bereiche Luftreinhaltung und Klimaschutz, Schutz und Sanierung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser, Lärm- und Erschütterungsschutz sowie Strahlenschutz zusammengefasst werden. Gut 1,6 Mrd. Euro wurden für den Arten- und Landschaftsschutz ausgegeben, knapp 1,6 Mrd. Euro für sonstige Umweltschutzaktivitäten, zu denen beispielsweise allgemeine umweltschutzbe- zogene Verwaltungs- und Managementtätigkeiten zählen.

Die Umweltschutzausgaben setzen sich zusammen aus den Investitionen, z. B. in technische An- lagen für den Umweltschutz, und den laufenden Ausgaben für den Betrieb der Anlagen, zu denen auch die Personalkosten zählen. 2018 entfielen 59,4 Mrd. Euro und damit rund 82 Prozent der Gesamtausgaben für den Umweltschutz auf die laufenden Ausgaben, rund 13,1 Mrd. Euro flos- sen in Investitionen (Abbildung 5). Der Anteil der Investitionen an den Gesamtausgaben lag im Zeitraum 2010 bis 2018 recht konstant zwischen 18,0 Prozent und 20,5 Prozent, zuletzt bei 18,1 Prozent. Investitionen in den Umwelt- und Klimaschutz, z. B. die energetische Optimierung von Produktionsanlagen durch die Beschaffung neuer Maschinen, können als zweckgebundene Ausgaben in besonderer Weise für den Einsatz von Green Finance-Instrumenten wie Green Loans geeignet sein (Kapitel 3.2.2.).

Abbildung 5: Ausgaben für den Umweltschutz nach Verwendung

In Mrd. Euro



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2020a

© NKI 2021

Investitionen des Produzierenden Gewerbes

Das Gesamtvolumen der Investitionen der Unternehmen des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) für den Umweltschutz lag 2018 bei rund 10,5 Mrd. Euro.²⁸ Dies entsprach einem Anteil von rund 11,5 Prozent an den Gesamtinvestitionen der entsprechenden Unternehmen. Unter Investitionen in den Umweltschutz werden dabei Ausgaben durch das Statistische Bundesamt erfasst, die der Verringerung, Vermeidung oder Beseitigung von Emissionen in die Umwelt dienen oder eine schonendere Nutzung der Ressourcen ermöglichen. Im Rahmen des Umweltstatistikgesetzes (UStaG) werden dabei sieben Umweltbereiche unterschieden: Abfallwirtschaft, Abwasserwirtschaft, Lärm- und Erschütterungsschutz, Luftreinhaltung, Arten- und Landschaftsschutz, Schutz und Sanierung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser sowie Klimaschutz. Letzterer wurde erst 2006 in die Statistik aufgenommen und wird in drei Bereiche unterteilt: Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Emissionen von Kyoto-Treibhausgasen, Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung und Energieeinsparung.

Basis der Angaben ist eine jährliche Erhebung der Investitionen für den Umweltschutz bei maximal 10.000 Unternehmen und den dazugehörigen Betrieben des Produzierenden Gewerbes. Dabei kann es zu **Unschärfen** durch unklare Definitionen bzw. unterschiedliche Vorstellungen, was einbezogen werden soll, kommen (nicht-stichprobenbedingter Fehler). Insbesondere Meldungen zu integrierten Umweltschutzinvestitionen sind mit erheblichen Abgrenzungsschwierigkeiten verbunden, sodass qualifizierte Schätzungen gestattet sind.²⁹

Rund 4,4 Mrd. Euro und damit rund 41,4 Prozent der gesamten Umweltinvestitionen im **Produzierenden Gewerbe** (ohne Baugewerbe) flossen 2018 in Maßnahmen für die Abwasserwirtschaft,

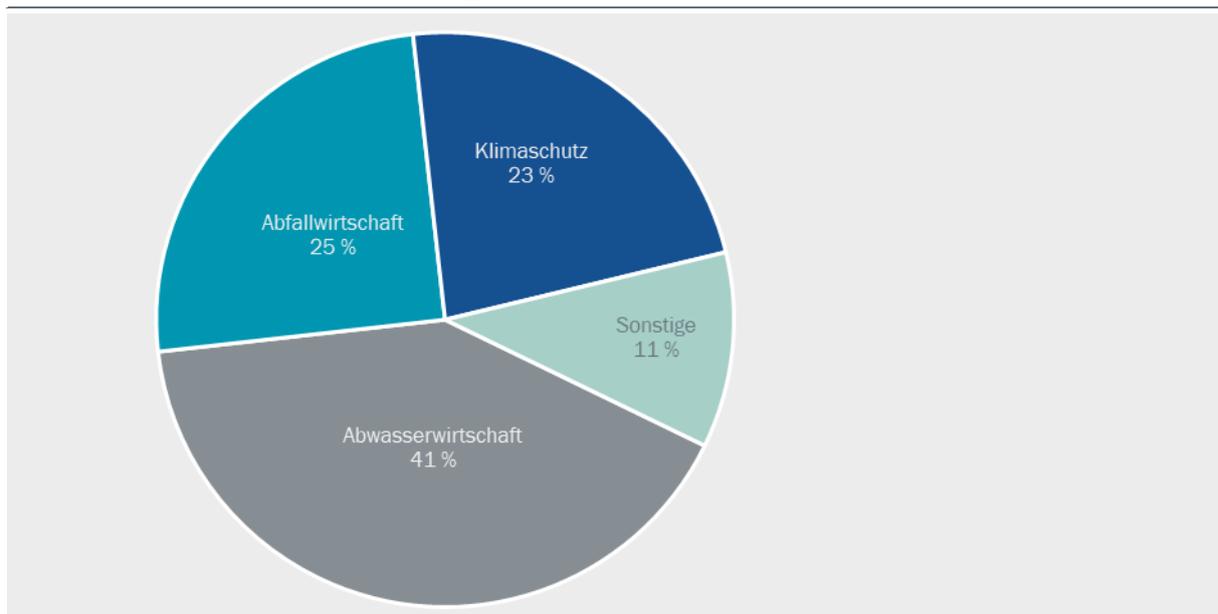
²⁸ Statistisches Bundesamt, 2020b

²⁹ Statistisches Bundesamt, 2020d

2,6 Mrd. Euro (24,9 Prozent) in die Abfallwirtschaft (Abbildung 6). Rund 23 Prozent der Umweltschutzinvestitionen, insgesamt rund **2,4 Mrd. Euro**, flossen 2018 **in den Klimaschutz** (entspricht rund 2,6 Prozent der Gesamtinvestitionen des Produzierenden Gewerbes ohne Bau). Davon wurden knapp 1,1 Mrd. Euro (45,3 Prozent) in Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Gut 1,1 Mrd. Euro (42,8 Prozent) floss in Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zu Energieeinsparung, u.a. in die Wärmedämmung von Gebäuden oder Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung. Investitionen in Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Treibhausgasen gemäß Kyoto-Protokoll hatten 2018 ein Volumen von rund 289 Mio. Euro (12 Prozent).

Abbildung 6: Aufteilung der Umweltschutzinvestitionen 2018

Anteil der einzelnen Umweltbereiche an den gesamten Umweltschutzinvestitionen 2018



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2020b

© NKI 2021

Aus Branchenperspektive haben 2017 die Unternehmen aus der Versorgungs- und Entsorgungswirtschaft sowie aus dem Verarbeitenden Gewerbe die höchsten Investitionen in den Umwelt- und Klimaschutz getätigt. Dabei investierten die Unternehmen der Abwasserversorgung insgesamt rund 2,6 Mrd. Euro in entsprechende Maßnahmen, die Energieversorger rund 1,5 Mrd. Euro und die Unternehmen der Abfallwirtschaft rund 1,25 Mrd. Euro (Tabelle 2). Den höchsten Anteil klimabezogener Investitionen gab es 2017 im Bereich der Energieversorgung (82 Prozent), gefolgt von den Herstellern von Gummi- und Kunststoffwaren (67 Prozent) und den Herstellern von Nahrungs- und Futtermitteln (61 Prozent). Im gesamten **Verarbeitenden Gewerbe** flossen 2017 rund 2,4 Mrd. Euro in Umweltinvestitionen, davon **872 Millionen Euro** bzw. 36 Prozent in Klimaschutzinvestitionen.

Zur Erreichung der Klimaschutzziele müssen die Klimaschutzinvestitionen in den kommenden Jahren deutlich ausgeweitet werden: Im Durchschnitt wird der jährliche Mehrinvestitionsbedarf bis 2050 gegenüber einer Referenzentwicklung auf 43 Mrd. Euro bis 82 Mrd. Euro geschätzt, davon entfallen rund 7 Mrd. Euro bis 15 Mrd. Euro auf den Industriesektor (Kapitel 7.2).

Tabelle 2: Umweltschutzinvestitionen nach ausgewählten Wirtschaftszweigen 2017

Wirtschaftszweig	Höhe der Umweltschutzinvestitionen	Anteil Klimaschutzinvestitionen
Abwasserversorgung	2.596 Mio. Euro	1 %
Energieversorgung	1.540 Mio. Euro	82 %
Abfallwirtschaft	1.247 Mio. Euro	3 %
Wasserversorgung	544 Mio. Euro	5 %
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	2.391 Mio. Euro	36 %
Chemische Erzeugnisse	521 Mio. Euro	18 %
Metallerzeugung & -bearbeitung	234 Mio. Euro	24 %
Kraftwagen & Kraftwagenteile	229 Mio. Euro	35 %
Nahrungs- & Futtermittel	225 Mio. Euro	61 %
Gummi- & Kunststoffwaren	151 Mio. Euro	67 %

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2020c, S. 8



Kasten 6: Grüne Zukunftsmärkte

Deutsche Unternehmen produzierten nach Berechnungen des Umweltbundesamtes im Jahr 2017 Güter im Wert von 86,8 Mrd. Euro, die für Umweltschutzzwecke eingesetzt werden können.³⁰ Das entsprach rund 6 Prozent der gesamten Industrieproduktion. Güter, die einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, hatten einen Anteil von 40 Prozent am gesamten Produktionsvolumen. Rund die Hälfte der Produktion konzentrierte sich auf nur zwei Wirtschaftssektoren: den Maschinenbau und den Sektor Gummi- und Kunststoffwaren.

Der vom Bundesumweltministerium veröffentlichte GreenTech-Atlas 2018 beziffert das weltweite Marktvolumen für „grüne“ Produkte und Dienstleistungen für das Jahr 2016

³⁰ UBA, 2020

auf rund 3,2 Bio. Euro. Bis 2025 erwartet das Bundesumweltministerium einen Anstieg des Marktvolumens auf über 5,9 Bio. Euro. Deutsche Unternehmen hatten 2016 einen Anteil von 14 Prozent an diesem globalen Markt für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz. Bis 2025 wird das Marktvolumen in Deutschland nach Schätzungen des Bundesumweltministeriums um durchschnittlich rund 8,8 Prozent pro Jahr wachsen. Als Treiber dieser Entwicklung sieht das Ministerium die vergleichsweise hohen Umweltstandards in Deutschland, die „frühzeitig eingeleitete“ Energiewende sowie das nach Einschätzung des Ministeriums hohe Bewusstsein der deutschen Wirtschaft für Energie- und Rohstoffeffizienz.

3.2.2 Finanzierung der Umwelt- und Klimaschutzausgaben

Gemäß der in Kapitel 3.1.4 zum Finanzierungszweck eingeführten Unterscheidung werden in diesem Abschnitt grundsätzlich nur zweckgebundene Finanzierungen dargestellt. Für Statistiken zu nicht zweckgebundenen Finanzierungen bedürfte es zumindest einer belastbaren Zuordnung von Umsatzarten zu grünen bzw. klimabezogenen Geschäftsaktivitäten. Allerdings darf erwartet werden, dass entsprechende Klassifikationen, die sich auf die EU-Taxonomie stützen, sehr zeitnah entwickelt und angewendet werden. Im Folgenden zwischen Kapitalmarktfinanzierung (Green Bonds, Sustainability und ESG-Linked Bonds) und Kreditfinanzierung (Green Loans, Sustainability und ESG-Linked Loans) differenziert.

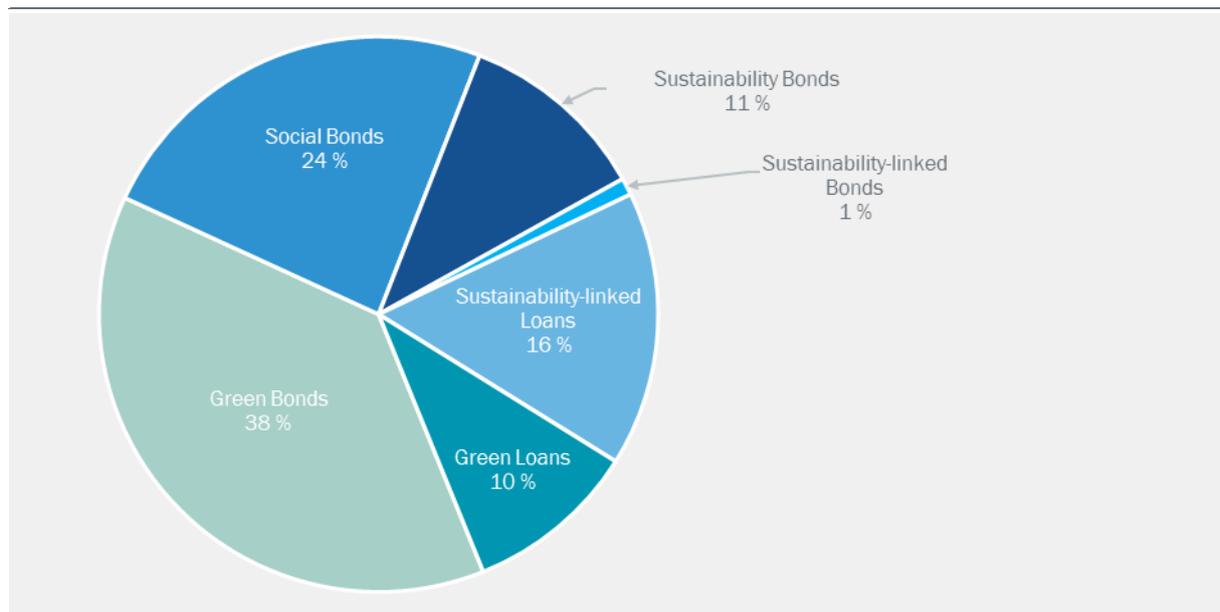
Kapitalmarktfinanzierung

Unter den genannten Einschränkungen umfassen die zweckgebundenen Kapitalmarktfinanzierungen solche Anleihen, bei denen die aufgenommenen Mittel in Projekte investiert werden, die einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten. Dazu zählen Green Bonds, Transition Bonds, Sustainability Bonds und ESG- bzw. Sustainability-Linked Bonds. Dabei finanzieren nur Green Bonds vollumfänglich ökologische Projekte, während Sustainability Bonds gemischt ökologische und soziale Projekte finanzieren. ESG-Linked Bonds formulieren ESG- und damit ebenfalls gemischte Ziele; zudem ist bei diesen Bonds nicht gesichert, dass die gesetzten Ziele auch erreicht werden. Mittels Transition Bonds sollen Projekte finanziert werden, die die Transition der Wirtschaft zur Erreichung der Pariser Klimaziele unterstützen. Sie haben am Markt bislang allerdings eine geringe Bedeutung und werden in Statistiken nicht separat ausgewiesen.

Das Gesamtvolumen von Sustainable Finance-Produkten lag mit Stand November 2020 weltweit bei 554,6 Mrd. US-Dollar (Abbildung 7). 38 Prozent davon entfielen auf Green Bonds, 10 Prozent auf Green Loans, sodass rein grüne Finanzierungen rund die Hälfte des Marktvolumens ausmachen. Produkte mit einem potenziellen grünen Finanzierungsanteil – Sustainability Bonds, Sustainability-linked Bonds und -Loans – haben einen Marktanteil von 28 Prozent, Social Bonds einen Anteil von 24 Prozent. Über den grünen Anteil der Sustainability-Produkte liegen keine Daten vor.

Abbildung 7: Globales Volumen von Green Finance-Produkten 2020

Anteil der Green Finance-Produkten am Gesamtvolumen von zusammen 554,6 Mrd. USD



Quelle: UniCredit Research auf der Basis von Daten von Climate Bond Initiative und Bloomberg; Stand November 2020

© NKI 2021

Green Bonds

Der Markt für Green Bonds wird bereits seit einigen Jahren recht systematisch analysiert, sodass die Datenlage hier insgesamt vergleichsweise gut ist. Gleichwohl gibt es auch hier Ungenauigkeiten in der Abgrenzung. So kann grundsätzlich jeder Emittent seine Anleihenemission zum Green Bond erklären, eine zentrale Erfassung der Emissionsdaten durch Initiativen wie die Climate Bond Initiative findet nur in Ansätzen statt. Hinzu kommt, dass bisweilen „Green Schuldscheine“ zu Green Bonds gerechnet werden, obwohl es sich bei Schuldscheinen nicht um ein börsennotiertes Wertpapier, sondern um eine Kreditform handelt. Dies führt dazu, dass sich die Angaben verschiedener Quellen zum Emissionsvolumen sowie Verwendung der Mittel unterscheiden.

Weltweit lag das **Emissionsvolumen von Green Bonds** im Jahr 2020 nach Angaben der Climate Bond Initiative bei 269,5 Mrd. US-Dollar.³¹ Der größte Einzelmarkt waren die USA mit einem Emissionsvolumen von 51,1 Mrd. US-Dollar, Deutschland folgte mit einem Volumen von 40,2 Mrd. USD auf dem zweiten Platz. Gut ein Viertel dieses Volumens entfiel auf die KfW, die 2020 mit 9,4 Mrd. US-Dollar der weltweit viertgrößte Emittent war, den zweiten Platz in dieser Rangliste nimmt die Bundesrepublik Deutschland als Emittentin der „Green Bonds“ mit einem Volumen von 12,8 Mrd. USD ein. Das dynamische Emissionsgeschehen in Deutschland spiegelt sich auch im Gesamtvolumen der ausstehenden Green Bonds wider, aktuell sind mehr als 72 Mrd. Euro an deutschen Green Bonds am Markt platziert (Abbildung 8).

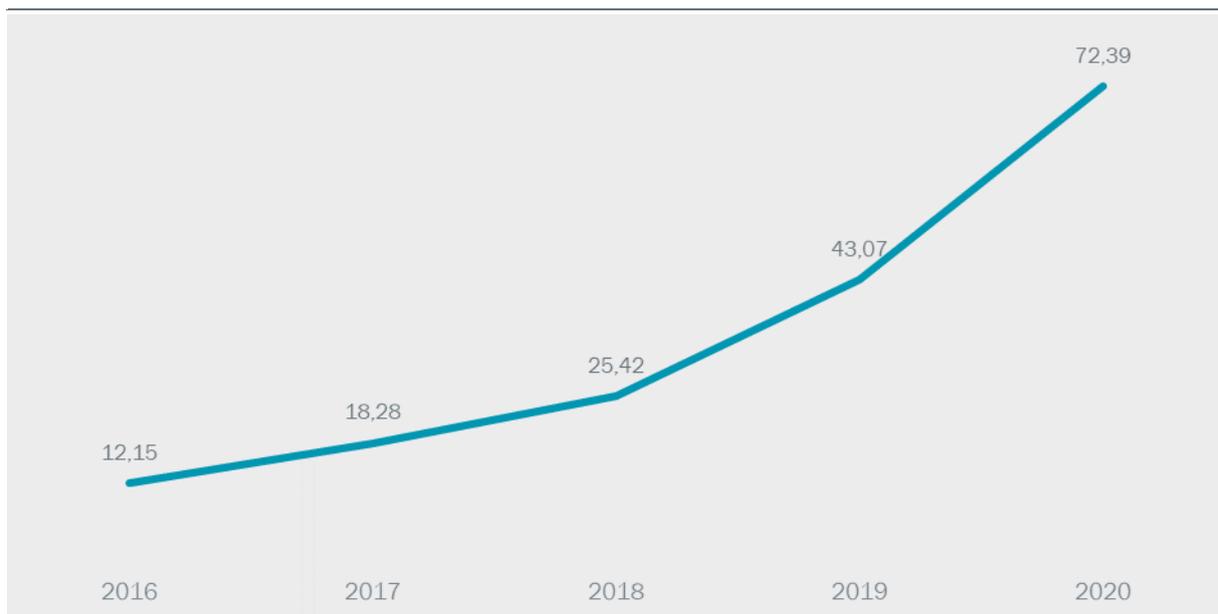
Das Emissionsvolumen erreichte damit in den vergangenen Jahren regelmäßig eine Höhe, die es ermöglichen würde, die Investitionen deutscher Unternehmen bzw. des Produzierenden Gewerbes – in 2018 rund 10,5 Mrd. Euro – in den Umwelt- und Klimaschutz zu refinanzieren. Dabei sind allerdings zwei Aspekte zu berücksichtigen: Zum einen liegen keine Daten dazu vor, in

³¹ Climate Bonds Initiative, 2021

welchen Regionen bzw. Ländern die über die Green Bonds aufgenommenen Mittel tatsächlich verwendet wurden und ob sie daher einen Beitrag zu den deutschen Klimazielen leisten. Zum anderen ist neben dem aktuellen Marktvolumen das Marktpotenzial von besonderer Bedeutung. Hier stellt sich die Frage, ob der Kapitalmarkt bzw. die Investoren bereit sind, Green Bonds in deutlich höherem Umfang zu kaufen, um die Investitionen zu finanzieren, die zur Erreichung der nationalen und internationalen Klimaziele erforderlich sind (Abschnitt II und III). Das Vorhaben der EU-Kommission, im Rahmen des Programms „NextGenerationEU“ bis 2025 insgesamt 225 Mrd. Euro über die Emission von Green Bonds aufzunehmen, verweist darauf, dass die EU-Kommission in diesem Bereich erhebliches Marktpotenzial sieht.

Abbildung 8: Ausstehendes Volumen von Green Bonds deutscher Emittenten

Jeweils zum 30.09. jeden Jahres, in Mrd. Euro



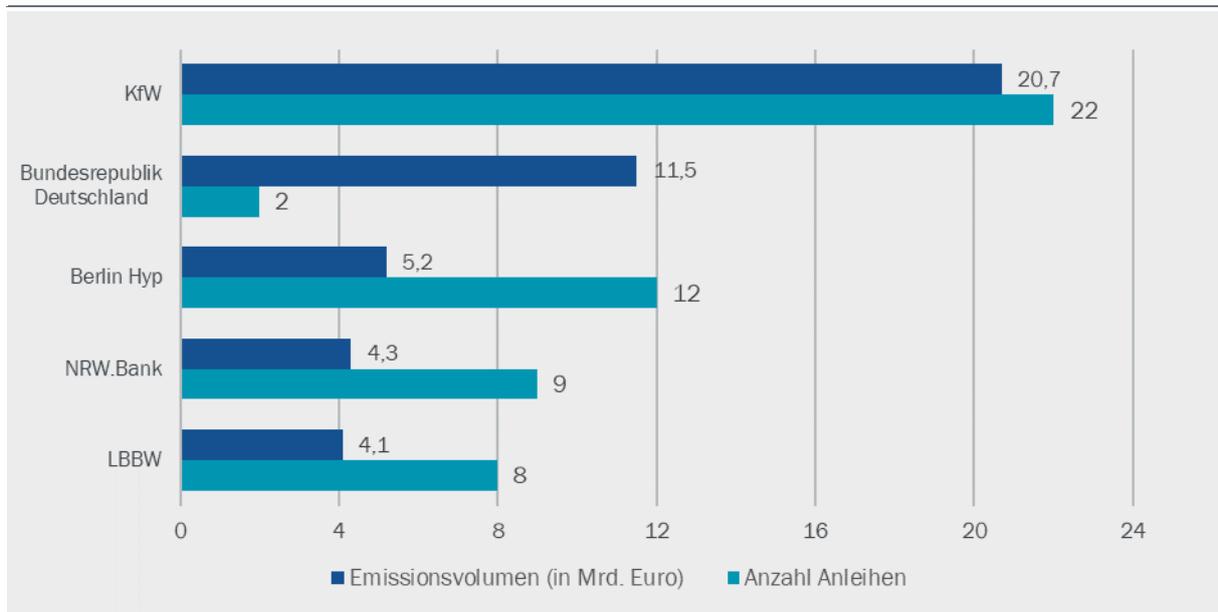
Quelle: Capmarcon Capital, 2020

© NKI 2021

Vor dem Einstieg des Bundes als **Emittent in den Green-Bond-Markt** dominierten die Banken die deutschen Green Bond Emissionen. Dabei spielen die Förder- und Entwicklungsbanken eine zentrale Rolle, doch auch Geschäftsbanken sind seit Jahren sehr aktiv. Die Climate Bond Initiative weist in ihrem aktuellsten derzeit vorliegenden Lagebericht 2019 für den deutschen Markt für das Jahr 2018 einige Angaben zur Verteilung der Emissionen nach Emittenten aus.³² Danach entfielen 43 Prozent der Emissionen auf Finanzunternehmen, wobei 75 Prozent dieser Emissionen durch Hypothekenbanken erfolgten. 25 Prozent des Emissionsvolumens entfielen auf die KfW, etwa 12 Prozent auf Nicht-Finanzunternehmen. Diese Dominanz des Finanzbereichs spiegelt sich auch in der Übersicht der größten deutschen Green Bond Emittenten wider (Abbildung 9). Aus der Realwirtschaft sind bis 2019 schwerpunktmäßig Emissionen von Unternehmen der Energieversorgung zu verzeichnen gewesen. Dies hat sich in den letzten Monaten des Jahres 2020 geändert. Mit der BASF SE, der Daimler AG und der Volkswagen AG, um nur drei prominente Beispiele zu nennen, hat sich die Liste deutscher Green Bond Emittenten deutlich diversifiziert.

³² Climate Bonds Initiative, 2019 S. 1

Abbildung 9: Die fünf größten deutschen Green Bond Emittenten
 Ranking nach Volumen der aktuell ausstehenden Green Bonds per 31.12.2020



Berücksichtigt wurden Emissionen mit einem Volumen von nicht unter 100 Mio. Euro.

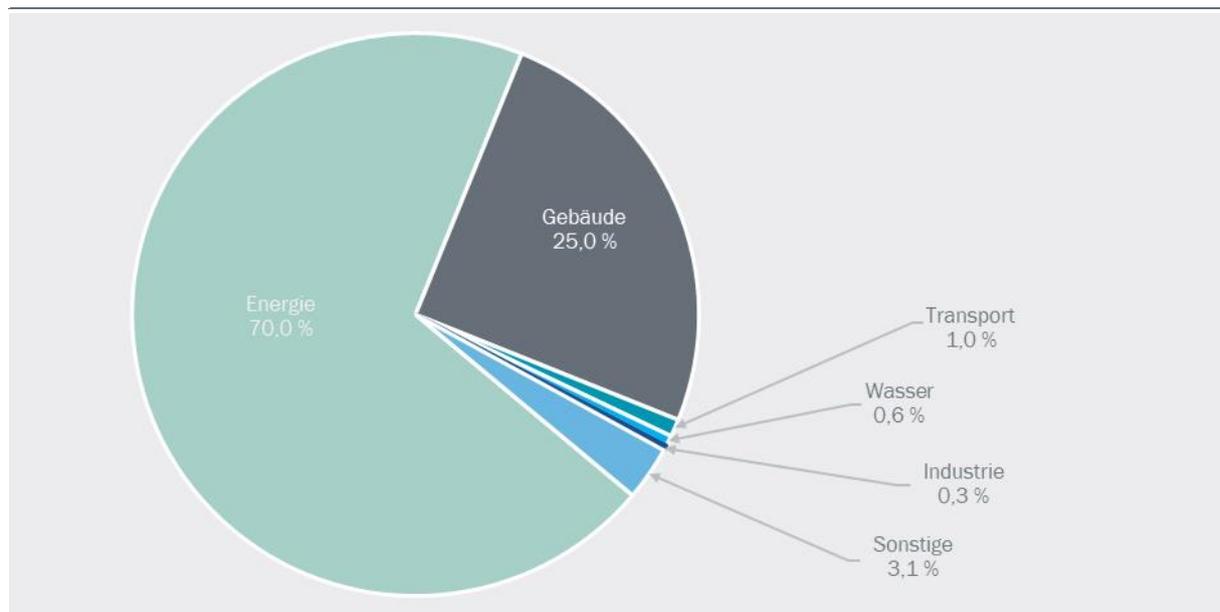
Quelle: Eigene Recherchen, Website der Emittenten

© NKI 2021

Bei der **Verwendung der durch Green Bonds aufgenommenen Mittel** zeigt sich folgendes Bild: Ein bedeutender Teil der in Deutschland über Green Bonds aufgenommenen Mittel fließt in den Ausbau der erneuerbaren Energien (Abbildung 10). Die Climate Bond Initiative weist dem Energiesektor in ihrer Analyse der kumulierten Mittelverwendung einen Anteil von 70 Prozent zu (Stand: Juli 2019). 25 Prozent der insgesamt 33,6 Mrd. Euro wurden im Immobilienbereich verwendet, beispielsweise für die energetische Sanierung. Zu den weiteren Bereichen der Mittelverwendung gehören der Transportsektor (1 Prozent), die Wasserwirtschaft (0,6 Prozent) und die Industrie (0,3 Prozent). Die vor der Aufgabe der Transition stehenden Unternehmen der Realwirtschaft nutzen das Finanzierungsinstrument damit noch eher zurückhaltend. In 2020 sind allerdings wie angesprochen u. a. die BASF SE, die Daimler AG und die Volkswagen AG am Markt aktiv geworden, um Investitionen in den Umwelt- und Klimaschutz zu finanzieren.

Abbildung 10: Durch Green Bonds (re-)finanzierte Investitionen nach Bereichen

Nach Sektoren, Daten für das 1. Halbjahr 2019



Quelle: Climate Bonds Initiative, 2019

© NKI 2021

Sustainability und ESG-Linked Bonds

Die über Sustainability Bonds aufgenommenen Mittel dienen der (Re-)Finanzierung von Projekten, die eine soziale und eine ökologische Dimension haben. Da es hierfür keine festen Quoten gibt, besteht insgesamt keine übergreifende Transparenz darüber, wie hoch der Anteil der grünen bzw. der klimabezogenen Finanzierungsbestandteile ist. In Deutschland sind Emissionen von Sustainability Bonds wenig verbreitet mit einer Ausnahme: Das Bundesland Nordrhein-Westfalen begibt seit 2015 Landesschatzanweisungen als Nachhaltigkeitsanleihen und hat mit mittlerweile sieben Nachhaltigkeitsanleihen bereits fast 10 Mrd. Euro Emissionserlöse erzielt. Damit ist Nordrhein-Westfalen auch im globalen Kontext einer der bedeutendsten Emittenten von Sustainability Bonds.

Bei ESG-Linked Bonds werden die Konditionen der Anleihen an Verbesserungen der Nachhaltigkeitsperformance des Emittenten gekoppelt. Dies kann beispielsweise die Reduzierung der spezifischen CO₂-Emissionen oder eine Verbesserung des ESG-Ratings bei einer spezialisierten ESG-Ratingagentur sein. Grundidee ist dabei, dass der Emittent den Investoren weniger Zinsen zahlen muss, wenn das bei Emission definierte ESG-Ziel erreicht wird. Damit haben diese Bonds formal keine den Green Bonds vergleichbare Zweckbindung der Mittel, sodass eine Zuordnung zu Green Finance-Instrumenten zu diskutieren ist.

ESG-Linked Bonds haben sich bislang weder international noch in Deutschland in größerem Umfang durchgesetzt. Beispiele für entsprechende Emissionen sind der SDG-Linked Bond des italienischen Energieversorgers Enel S.p.A. aus dem Jahr 2019 sowie der Sustainability-Linked Bond des Schweizer Unternehmens Novartis vom Herbst 2020. Hier wird beispielsweise die Verzinsung der Anleihe an das Erreichen von sozialen Zielen gekoppelt. Erreicht der Emittent diese Ziele nicht, steigt der Kupon ab 2026 um 25 Basispunkte.



Kasten 7: European Impact Fund (EIF)

Der deutsche Fondsverband BVI hat der EU-Kommission im Oktober 2020 vorgeschlagen, als neuen Fondstyp den „European Impact Fund“ (EIF) einzuführen.³³ Ein solcher Fonds kann nach Vorstellung des BVI dazu beitragen, sowohl die wirtschaftlichen Folgen der Corona-Pandemie als auch die Klimaziele der EU zu erreichen. Dazu sollen die EIFs in soziale und ökologische Langfristprojekte investieren, die bislang über den EU-Haushalt finanziert werden. Zudem könnten EIFs kleinen und mittleren Unternehmen in der EU nach Darstellung des BVI dringend benötigtes Kapital zur Verfügung stellen.

In welche Projekte, Aktien und Anleihen die Fondsgesellschaften über die neuen EIFs investieren, soll grundsätzlich ihnen überlassen werden. Wichtig ist dabei nach Ansicht des BVI, dass EIFs ausschließlich in Aktien und Anleihen von Unternehmen in der EU investieren; der Finanzsektor soll ausdrücklich ausgeschlossen werden. Mindestens 50 Prozent des Kapitals soll in sogenannte „European Impact Bonds“ anlegen, also in Anleihen, die die EU im Rahmen ihrer Regionalpolitik zur Finanzierung ökologischer und sozialer EU-Projekte begibt. Mindestens 20 Prozent des Kapitals sollen die EIFs in Wertpapiere kleiner und mittlerer Unternehmen in der EU investieren. Bis zu 10 Prozent des Fondsvolumens können den Unternehmen nach Vorstellungen des BVI dabei über geschlossene Fonds wie Private-Equity-Fonds bereitgestellt werden.

Kreditfinanzierung

Zur Kreditfinanzierung zählen alle Fremdkapitalfinanzierungen, die nicht mit börsengehandelten Wertpapieren über den Kapitalmarkt abgewickelt werden. Dabei kann zwischen Green Loans mit einer klima- und umweltbezogenen Zweckbindung und Sustainability- bzw. ESG-Linked Loans unterschieden werden, bei denen die Finanzierungsbedingungen an die Erreichung bestimmter Nachhaltigkeitsziele geknüpft sind.

Green Loans

Die Loan Market Association (LMA) definiert Green Loans als „any type of loan instrument made available exclusively to finance or re-finance, in whole or in part, new and/or existing eligible Green Projects“.³⁴ Kernbestandteil von Green Loans ist analog zu den Green Bonds die Zweckbindung der aufgenommenen Mittel für Projekte zum Klima- und Umweltschutz bzw. die Definition von klima- und umweltbezogenen Vergabekriterien. Die Bandbreite der hier relevanten Programme und Produkte ist hoch. Sie reicht vom Angebot der Geschäftsbanken, beispielsweise der „grünen Baufinanzierung“ der Commerzbank³⁵, über ein entsprechendes Angebot von Hypothekenbanken, z. B. dem „grünen Darlehen“ der MünchenerHyp³⁶, bis zu den einschlägigen Förderprogrammen der Förderbanken des Bundes, der KfW und Landwirtschaftlichen Rentenbank, sowie der Länder.³⁷

³³ BVI, 2020

³⁴ LMA, 2018

³⁵ Commerzbank Website, o. D.

³⁶ Münchener Hypothekenbank Website, o. D.

³⁷ Bundesverband Öffentlicher Banken Deutschlands (VÖB) Website, o. D.

Die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie ermöglicht eine Suche nach Förderprogrammen und weist beim Stichwort „Klimaschutz“ 400 entsprechende Förderprogramme aus, davon 272 für Unternehmen, beim Stichwort „Umweltschutz“ werden 322 Förderprogramme aufgeführt, von denen sich 221 an Unternehmen richten.³⁸ Zu den grünen Krediten zählen schließlich auch großvolumige, zweckgebundene kommerzielle Kredite an Unternehmen. So nimmt beispielsweise der Henkel-Konzern für sich in Anspruch, als erstes Unternehmen in Deutschland und innerhalb seiner Branche eine Vereinbarung über einen „Green Loan“ abgeschlossen zu haben.³⁹ Die syndizierte Kreditlinie über ein Gesamtvolumen von 1,5 Mrd. Euro hat allerdings zahlreiche Merkmale eines Sustainability-Linked Loans.

Im Bereich der Green Loans kennt das deutsche Finanzwesen eine Besonderheit in Form des Schuldscheindarlehens. Dabei handelt es sich um ein dokumentiertes aber nicht handelbares Darlehen, das durch einige wenige, große Kreditgeber gewährt wird. Zahlreiche Darlehen, die man als Green Loans interpretieren könnte, werden als „Green Schuldschein“ realisiert. Da in der von internationalen Datenprovidern beherrschten Finanzstatistik der Schuldschein fälschlicherweise meist als Bond klassifiziert wird, sind belastbare Zahlen deutscher Green Loans kaum verfügbar. Den bislang größten deutschen Green Schuldschein mit einem Volumen von 1 Mrd. Euro platzierte 2019 die Porsche SE.

Sustainability- / ESG-Linked Loans

Bei Sustainability- oder ESG-Linked Loans, auch als „Positive Incentive Loan“ bezeichnet, werden die Finanzierungsbedingungen eines Kredits an die Erreichung zum Abschluss des Kreditvertrags definierter Nachhaltigkeitskriterien geknüpft. Der österreichische Stromversorger Verbund nutzt dabei beispielsweise das ESG-Rating des Unternehmens bei der ESG-Ratingagentur Sustainalytics⁴⁰, bei den Stadtwerken München ist der Zins der Kredite an die Produktion von grünem Strom geknüpft.⁴¹ Wie bei den Sustainability Bonds ist eine klare Abgrenzung des grünen bzw. klimabezogenen Teils der Finanzierung nicht immer möglich. So kann zwar der Green Loan der Stadtwerke München als grüne und klimabezogene Finanzierung klassifiziert werden, bei den an ESG-Ratings gebundenen Krediten ist eine solche Aufschlüsselung nicht möglich.

Auch in diesem Bereich ist die Ausgestaltung der Finanzierung in Form eines Schuldscheins vergleichsweise weit verbreitet. So haben u.a. die Deutsche Börse AG, die Aurubis AG, die Continental AG, die Lanxess AG und die Siemens Energy AG entsprechende Kredite vereinbart. Das Volumen allein dieser fünf Vereinbarungen lag zusammen bei 9,15 Mrd. Euro.

³⁸ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Website, o. D.

³⁹ Henkel Webseite, o. D.

⁴⁰ Verbund Website, o. D.

⁴¹ Der Neue Kämmerer Website, 2020

4 Green Finance Strategien verschiedener Länder

Für einige in Kapitel 2 aufgeworfenen Fragestellungen bezüglich politischer Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance gibt es inzwischen erste Lösungsansätze. So haben bereits mehrere Staaten für sich die Notwendigkeit der Neuausrichtung von Kapitalströmen zugunsten ökologischer Nachhaltigkeit erkannt und nationale Green bzw. Sustainable Finance Strategien entwickelt. Auch in Deutschland eine solche Strategie inzwischen entwickelt worden, sie konnte im Rahmen des Projekts allerdings nicht mehr berücksichtigt werden. Neben der Sicherstellung ausreichender Finanzierung zur Erreichung der UN Sustainable Development Goals und der Pariser Klimaziele wurde von Seiten des Staatssekretärsausschusses für nachhaltige Entwicklung auch das Ziel formuliert, Deutschland zu einem führenden Sustainable Finance Standort weiterentwickeln zu wollen. Damit steht Deutschland im Wettbewerb zu Staaten wie dem Vereinigten Königreich, Frankreich und der Schweiz.

Trotz des geteilten Ziels wählen die Staaten teils deutlich unterschiedliche Strategien oder zumindest unterschiedliche Schwerpunkte, um die Rahmenbedingungen auf den nationalen Finanzplätzen im Hinblick auf Green bzw. Sustainable Finance zu optimieren und die eigene Wettbewerbsposition zu verbessern.

4.1 Frankreich

In Frankreich rückte das Thema Green Finance bereits zeitgleich mit dem Pariser Klimagipfel im Jahr 2015 verstärkt in den Fokus politischer Aktivitäten. Noch im gleichen Jahr wurde das französische Energiewendegesetz verabschiedet, das mit dem §173⁴², der die Transparenzpflichten von Finanzinstituten regelt, ein bis dato einmaliges Ambitionsniveau in Bezug auf die Offenlegung von Klima- und Transitionsrisiken erreichte.

Auf Ersuchen der französischen Regierung erarbeitete in der Folge eine Taskforce bestehend aus Inspection Générale des Finances und Commissariat Général au Développement Durable mit Unterstützung der Caisse des Dépôts Empfehlungen für eine breiter aufgestellte „French Strategy for Green Finance“.⁴³ Zu den zentralen Empfehlungen der Taskforce zählte unter anderem die Entwicklung einer Taxonomie für grüne Aktivitäten als Basis für die Entwicklung eines Labels für nachhaltige Finanzprodukte. Die Erkenntnisse aus der Entwicklung dieser nationalen Taxonomie brachten und bringen die französischen Akteure bei der (Weiter-)Entwicklung der EU-Taxonomie ein.

Die Taskforce empfahl zudem die Positionierung von „Finance for Tomorrow“ als zentrale Austauschplattform am Pariser Finanzplatz. An der Initiative ist neben dem Umweltministerium und der Banque de France auch Paris Europlace beteiligt. Sie treibt derzeit die konzeptionelle Arbeit zu wesentlichen Green Finance Fragestellungen in diversen Arbeitsgruppen, in denen alle wesentlichen Stakeholder-Gruppen vertreten sind, weiter voran und erlangte in den vergangenen Jahren nicht zuletzt auch durch den jährlich stattfindenden Climate Finance Day internationale Bekanntheit.

⁴² Legifrance, 2015

⁴³ Berthaud / Evain, 2017

Im November 2018 veröffentlichte auch die Autorité des marchés financiers (AMF) eine *Sustainable Finance Roadmap*, in der sie vor allem von Seiten des Regulators zu ergreifende Maßnahmen zur Förderung von Sustainable Finance formulierte.⁴⁴

Die französische Strategie hebt sich von der Strategie anderer Länder im Wesentlichen durch zwei Charakteristika ab: Einerseits werden durch regulatorische Maßnahmen vor allem zur Steigerung der Transparenz die Rahmenbedingungen für informierte Investment- und Finanzierungsentscheidungen verbessert. Andererseits zeigen auch die öffentlichen Akteure z. B. im Hinblick auf die eigene Offenlegungspraxis aber auch der eigenen Investitions- und Finanzierungsentscheidungen ein hohes Anspruchsniveau an das eigene Verhalten und Bewusstsein für die Vorbildfunktion des Staates.

Die nachfolgende Tabelle stellt einige der formulierten strategischen Maßnahmen zur Förderung von Green bzw. Sustainable Finance in Frankreich vor:

Tabelle 3: Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in Frankreich

Themenfeld	Maßnahmen
Steigerung der Transparenz	<p>Es wurden umfassende Berichterstattungspflichten in Bezug zu Klimarisiken für zahlreiche Finanzinstitute auf Basis des § 173 des Energy Transition for Green Growth Act etabliert.</p> <p>Mit dem ISR- sowie dem Greenfin-Label wurden zwei Zertifizierungsmöglichkeiten für nachhaltige Finanzprodukte von staatlicher Seite entwickelt.</p> <p>Durch die AMF werden Marketing-Aktivitäten rund um Green und Sustainable Investments überwacht.</p> <p>Es wurde ein Sustainable Finance Observatory geschaffen, mit dessen Hilfe die Fortschritte einzelner Finanzmarktakteure bei der Erreichung öffentlicher kommunizierter Ziele im Hinblick auf Green Finance erfasst werden.</p>
Verbesserung des Risikomanagements	<p>Regulatoren und Finanzmarktaufsicht (Banque de France, ACPR, AMF und DGTrésor) beziehen klimabezogene Risiken bei der Gesetzgebung und bei Prüftätigkeiten mit ein.</p> <p>Die Banque de France arbeitet an zukunftsgerichtetem Stresstesting unter Klimagesichtspunkten für Versicherungen und Banken. Hierzu werden passende Szenarien selektiert und eine Erweiterung des Zeithorizonts für Stresstests unter Klimaaspekten erwogen.</p>
Förderung der Märkte für grüne Finanzprodukte	<p>Caisse des Dépôts, Bpifrance, Ademe and AFD haben im Rahmen der zwei Programme PIA und GPI Maßnahmen zur Unterstützung nachhaltiger Investitionen entwickelt. Im Rahmen des PIA Programms werden bspw. 7 Mrd. EUR (60 % des Gesamtbudgets) in die Low-Carbon-Transition investiert. Zu den Finanzinstrumenten gehören Kredite, Garantien, Beteiligungen, Förderungen und technischer Support.</p>

⁴⁴ AMF, 2018

Themenfeld	Maßnahmen
	Gemäß PACTE Gesetz müssen Versicherer bei fondsgebundenen Lebensversicherungen mindestens einen ISR- oder Greenfin-gelabelten Fonds anbieten.
Zusammenarbeit von Marktakteuren	<p>Finance For Tomorrow wurde als Austauschplattform etabliert, über die Finanzindustrie, öffentliche Organe, Wissenschaft und Zivilgesellschaft ihre Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen koordinieren.</p> <p>Die französischen Aufsichtsbehörden AMF und ACPR haben jeweils Expertenkommissionen mit Vertretern aus verschiedenen Stakeholder-Gruppen gegründet, die beratende Funktionen im Bereich Climate & Sustainable Finance übernehmen.</p>
Aufbau von Fachwissen	<p>AMF hat diverse Berichte zu Good Practices sowie Ratgeber zu Green Finance Themen veröffentlicht.</p> <p>Über Finance for Tomorrow und Workshop-Formate soll der Wissensaustausch zwischen den Marktakteuren gestärkt werden.</p> <p>Private Sparer sollen über verschiedene Formate (z. B. Broschüren, Videos und MOOCs) zu Green Finance weitergebildet werden.</p>
Vorbildfunktion öffentlicher Akteure	<p>Frankreich ist weltweit drittgrößter Emittent von Green Bonds.</p> <p>Caisse des Dépôts, Bpifrance und die French Development Agency (bzw. AFD) haben das Mandat, ihre Investments mit einem "2 Grad C Transformationspfad" in Einklang zu bringen. Hierzu wurde 2017 eine Charta von allen großen öffentlichen Investoren unterzeichnet.</p>

Quelle: Frankfurt School / I4CE, 2019; AMF, 2018; Berthaud / Evain, 2017

4.2 Vereinigtes Königreich

Im Vereinigten Königreich wurde die intensive Auseinandersetzung mit Green Finance Aspekten insb. durch die Aktivitäten der Bank of England und ihres früheren Governors Mark Carney schon relativ früh angestoßen. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass bereits 2018 70 Prozent der britischen Banken den Klimawandel als ein finanzielles Risiko betrachteten.⁴⁵

Auch die britische Regierung erkannte im Vergleich zu anderen Staaten früh, dass vor allem aus dem Klimawandel finanzielle Risiken hervorgehen können, sich aber gleichzeitig auch Wettbewerbschancen für den Finanzstandort ergeben können und beauftragte daher eine Green Finance Taskforce im Jahr 2017 mit der Erarbeitung von Empfehlungen für eine britische Green-Finance-Strategie. Die Taskforce präsentierte im März 2018 konkrete Empfehlungen für eine ökologisch nachhaltigere Ausrichtung des britischen Finanzplatzes, die im Juli 2019 in die Veröffentlichung der britischen Green-Finance-Strategie mündeten.

Die britische Strategie verfolgt vorrangig zwei Ziele: Einerseits sollen private Kapitalströme mit Unterstützung der Regierung in Einklang mit sauberem, ökologisch nachhaltigem und resilientem Wachstum gebracht und andererseits soll die Wettbewerbsfähigkeit des britischen Finanzplatzes

⁴⁵ Bank of England, 2018

gestärkt werden. Es werden die drei Säulen *Greening Finance*, *Financing Green* sowie *Capturing the Commercial Opportunity* zur Erreichung der genannten Ziele näher beschrieben.

Als wesentlich hebt die Strategie die Bedeutung von hoher Transparenz in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeitsaspekte hervor. Konkret sollen daher bis 2022 alle börsennotierten Unternehmen und institutionellen Investoren zur Anwendung der TCFD-Empfehlungen⁴⁶ übergehen. Um Finanzmarktakteuren die nötige Planungssicherheit zu verschaffen, hat die britische Regierung zudem ambitionierte Emissionsreduktionsziele im britischen Gesetz verankert, wonach bis 2050 das Ziel der Netto-Null-Emissionen erreicht werden soll.

Um Investments in grüne Branchen zu forcieren, wurden diverse Fonds von Seiten der britischen Regierung eingerichtet. Die Strategie reflektiert in diesem Bereich vor allem das gehobene Potenzial von Blended- Finance-Optionen zur Finanzierung der Transformation.

Wie auch in Frankreich wurde im Vereinigten Königreich mit dem Green Finance Institute zudem eine Austauschplattform institutionalisiert, die zukünftig als Marke im internationalen Kontext größere Bekanntheit erlangen soll und neben der Organisation der Zusammenarbeit öffentlicher und privater Finanzmarktakteure auch bei der Umsetzung der britischen Strategie unterstützt.

Zwar führte die britische Strategie bislang nicht zu vergleichbarer Regulatorik. Die britische Regierung setzt aber dennoch klare Signale bzgl. der eigenen Erwartungshaltung an Rollen und Verantwortlichkeiten der verschiedenen Finanzmarktakteure.

Die nachfolgende Tabelle stellt einige der formulierten strategischen Maßnahmen zur Förderung von Green bzw. Sustainable Finance in Großbritannien vor:

Tabelle 4: Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance im Vereinigten Königreich

Themenfeld	Maßnahmen
	Offizielle Befürwortung der TCFD-Empfehlungen durch die Regierung und Formulierung der Erwartungshaltung, dass alle gelisteten Unternehmen sowie große Asset Owner bis 2022 zur Anwendung der Empfehlungen übergehen.
Steigerung der Transparenz	Etablierung einer Taskforce, die derzeit den effektivsten Weg für verbesserte Offenlegung eruiert (inkl. verpflichtende Offenlegung). Verbesserung der Verfügbarkeit von klima- und umweltbezogenen Daten sowie Guidance von Seiten der Regierung für qualitativ hochwertige Offenlegung.

⁴⁶ Die Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD) wurde vom Financial Standards Board nach dem G20-Gipfel im Jahr 2015 gegründet. Die Empfehlungen des TCFD, die im Juni 2017 veröffentlicht wurden, bieten einen Offenlegungsrahmen, der darauf ausgerichtet ist, Finanzmarktteilnehmern die Informationen zur Verfügung zu stellen, die sie benötigen, um klimabezogene Chancen und Risiken der Unternehmen zu bewerten, denen sie Kapital zur Verfügung stellen. Zu den Schwerpunktbereichen der TCFD-Empfehlungen gehören Governance und Risikomanagement im Zusammenhang mit dem Klimawandel sowie die tatsächlichen und potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf das Unternehmen, seine Strategie und Planung sowie die Messgrößen und Ziele, die zur Bewertung und zum Management von Klimarisiken und -chancen verwendet werden.

Themenfeld	Maßnahmen
Verbesserung des Risikomanagements	Veröffentlichung eines gemeinsamen Statements der britischen Regulatoren zum Klimawandel und zur Notwendigkeit koordinierter Ansätze und gemeinsamer Aktivitäten, um klimabezogenen finanziellen Risiken zu begegnen.
	<p>Finanzmarktaufsicht hat das klare Mandat, das Pariser Klimaabkommen bei der Setzung zukünftiger Ziele und der Ausführung ihrer Tätigkeiten zu berücksichtigen.</p> <p>TPR (Regulierungsbehörde mit Zuständigkeit für Pensionen) wurde zur Berücksichtigung klimabezogener Risiken aufgefordert.</p>
Förderung der Märkte für grüne Finanzprodukte	Zusammenarbeit mit anderen Regierungen (z. B. China, Brasilien und Mexiko), um die Entwicklung grüner Finanzmärkte im Rahmen des UK Partnering for Accelerated Climate Transitions Programms voranzutreiben.
	Einrichtung diverser öffentlicher Fonds mit dem Ziel zusätzliche private Investitionen zu mobilisieren (z. B. über Blended-Finance).
	<p>Umsetzung eines Maßnahmenpakets zur Mobilisierung von grünen Finanzierungen im Bereich Gebäude-Energieeffizienz.</p> <p>Prüfung der britischen Infrastruktur, um mit dem Klimawandel verbundene Bedarfe für Infrastrukturinvestments zu identifizieren.</p>
Zusammenarbeit von Marktakteuren	Das Green Finance Institute wurde als Austauschplattform etabliert, um die Zusammenarbeit zwischen Finanzindustrie und öffentlichen Organen zu fördern.
Aufbau von Fachwissen	Etablierung einer Green Finance Education Charta, mit der sich Bildungseinrichtungen und Branchenverbände zur Integration von Green Finance Themen in die Curricula verpflichten.
	Gründung der Fair and Effective Markets Review Working Group unter der Führung der Bank of England. Sie entwickelt Metriken zur Messung des Impacts von Green Finance und prüft die Verfügbarkeit vergleichbarer Daten.
Vorbildfunktion öffentlicher Akteure	Regierungsbehörden wurden aufgefordert, die im 2018 überarbeiteten Green Book enthaltenen Vorschläge zur Berücksichtigung von Klimarisiken bei der Politikgestaltung zu berücksichtigen.
	<p>Regierung will finanzielle Risiken aus dem Klimawandel und der Transition als Bestandteil der Risikoanalyse für öffentliche Gelder analysieren.</p> <p>Öffentlich finanzierte Finanzinstitute wie CDC und UK Export Finance wurden zur Anwendung der TCFD-Empfehlungen aufgefordert.</p>

Quelle: HM Government, 2019; Green Finance Taskforce, 2018

4.3 Schweiz

Im Kontrast zu anderen europäischen Staaten stellte der Schweizer Bundesrat bereits im Jahr 2016 heraus, dass im Bereich Sustainable Finance primär marktwirtschaftliche Lösungen erforderlich sind und der Staat prinzipiell eine subsidiäre Rolle innehat. Diesem Verständnis folgend sind in der Schweiz bislang kaum regulatorische Maßnahmen zur Schaffung verbesserter Rahmenbedingungen für Green bzw. Sustainable Finance umgesetzt worden.

Im Juni 2020 veröffentlichte der Schweizer Bundesrat einen Bericht, in dem einerseits die internationalen Entwicklungen im Bereich Sustainable Finance und ihre Auswirkungen auf den Schweizer Finanzplatz analysiert und andererseits Vorschläge für Maßnahmen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit im Hinblick auf Sustainable Finance erörtert werden. Gemäß Bundesrat ist es das Ziel der Schweizer Regierung, den Schweizer Finanzplatz zu einem global führenden Standort für nachhaltige Finanzdienstleistungen zu entwickeln. Hierzu sollen die Rahmenbedingungen nun so verändert werden, dass die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts weiter verbessert wird. Der Bundesrat hebt aber auch vier Jahre später hervor, dass marktwirtschaftliche Lösungen für ihn weiterhin Vorrang haben und staatliches Handeln nur subsidiär erfolgen wird.⁴⁷

Konkret setzt der Bundesrat das Vorliegen von Marktversagen oder zumindest Marktimperfectionen für die Umsetzung regulatorischer Maßnahmen voraus. Auch wenn er ein Versagen im Finanzmarkt nicht sieht, so werden in einigen Bereichen zumindest Imperfectionen identifiziert: Als relevante Problematiken werden bspw. die fehlende Langfristorientierung und Transparenz am Finanzmarkt sowie eine mangelhafte Vergleichbarkeit und Verlässlichkeit von Informationen und Methoden benannt.

Ambitionierte Gesetzesvorhaben mit Bezug zu Sustainable Finance resultierten aus den identifizierten Defiziten bislang nicht. So gibt es im Gegensatz zu anderen Staaten im Bereich Sustainable Finance bisher weder wesentlich erweiterte Offenlegungspflichten für Finanzinstitute in Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte noch konkrete rechtlich bindende Vorgaben für ein erweitertes Risikomanagement der Finanzinstitute unter Berücksichtigung finanzieller Nachhaltigkeitsrisiken.

Die nachfolgende Tabelle stellt einige der vom Schweizer Bundesrat bzw. öffentlichen Behörden formulierten strategischen Maßnahmen zur Förderung von Green bzw. Sustainable Finance in der Schweiz vor:

⁴⁷ Schweizer Bundesrat, 2020a

Tabelle 5: Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in der Schweiz

Themenfeld	Maßnahmen
Steigerung der Transparenz	<p>Mögliche regulatorische Maßnahmen zur Verbesserung der Offenlegungspraxis werden vertieft geprüft</p> <p>Von BAFU und SIF werden freiwillige und anonyme Klimaverträglichkeitstests für Finanzinstitute angeboten.</p>
Verbesserung des Risikomanagements	Die FINMA verfeinert Analysen klimabezogener Risiken in den Bilanzen von Finanzinstituten und entwickelt Ansätze für eine verbesserte freiwillige oder regulierte Offenlegung von finanziellen Klimarisiken.
Förderung der Märkte für grüne Finanzprodukte	Eine Umfrage zur Verbesserung der Rahmenbedingungen von Green Fintechs wurde vom Staatssekretariat für internationale Finanzfragen (SIF) durchgeführt.
Zusammenarbeit von Marktakteuren	<p>Behörden pflegen einen engen Dialog und Austausch mit der Finanzbranche sowie weiteren interessierten Kreisen.</p> <p>Der Schweizer Bundesrat wirkt auf Branchenvereinbarungen hin.</p> <p>In der Schweiz sollen regelmäßig Veranstaltungen stattfinden, die den Austausch zwischen den verschiedenen Akteuren erleichtern und den Finanzplatz Schweiz als Sustainable Finance Standort bewerben.</p>
Aufbau von Fachwissen	<p>Daten, methodische Grundlagen sowie Indikatoren im Nachhaltigkeitsbereich werden von den Behörden gefördert, erarbeitet und zur Verfügung gestellt.</p> <p>Schweizer Bund will den Bildungs- und Forschungsbereich bei Sustainable-Finance-Themen stärken und lädt relevante Akteure zur Entwicklung konkreter Maßnahmen ein.</p>
Vorbildfunktion öffentlicher Akteure	-

Quelle: FINMA, 2020; Schweizer Bundesrat, 2020a, 2020b

4.4 Deutschland

In Deutschland wurde die öffentliche Debatte zu Green und Sustainable Finance Themen nach dem Pariser Klimaabkommen vor allem durch privatwirtschaftliche Finanzmarktakteure forciert.

Das Vorhaben zur Entwicklung einer nationalen Sustainable Finance Strategie wurde erst mit dem bereits erwähnten Staatssekretärsausschuss im Juni 2019 deutlich vorangetrieben. Unter Sustainable Finance versteht der Ausschuss dabei, „dass Nachhaltigkeitsaspekte von Finanzmarktakteuren bei Entscheidungen berücksichtigt werden“.⁴⁸ Er weist auf die Bedeutung von Sustainable Finance zur Vermeidung von Nachhaltigkeitsrisiken sowie zur Erreichung der 17 SDGs hin, sodass der deutschen Sustainable Finance Strategie ein wesentlich breiteres über die zuvor erarbeitete Definition von Green Finance hinausgehendes Grundverständnis zugrunde liegt, das neben ökologischen Aspekten auch soziale und Governance Aspekte inkludiert.

Im gleichen Monat setzte die Bundesregierung den Sustainable Finance Beirat bestehend aus Vertretern der Finanz- und Realwirtschaft sowie der Zivilgesellschaft und der Wissenschaft ein. Seine primäre Aufgabe ist es durch die Formulierung von Empfehlungen den deutschen Strategieentwicklungsprozess zu unterstützen. Im März 2020 veröffentlichten die Beiratsmitglieder einen Zwischenbericht.⁴⁹ Ein Abschlussbericht erschien im Februar 2021. Er greift die zentralen Forderungen des Zwischenberichts weitestgehend auf und steht diesem im Ambitionsniveau nicht nach. Zum Zeitpunkt der Analyseerstellung ist noch offen, ob die Empfehlungen des deutschen Sustainable Finance Beirats tatsächlich in der deutschen Sustainable Finance Strategie berücksichtigt werden. Da der Abschlussbericht und die Sustainable Finance Strategie (vom Bundeskabinett am 5. Mai 2021 beschlossen) erst nach Fertigstellung der Analysen erschienen, beziehen sich die weiteren Ausführungen auf den Zwischenbericht.

Der Zwischenbericht des Expertengremiums greift bereits zahlreiche Themen auf, die in den zuvor vorgestellten Länderstrategien ebenfalls adressiert wurden:

Einen thematischen Schwerpunkt legt der Beirat bspw. ebenfalls auf die Steigerung der Transparenz. Die Ziele dieser erweiterten Offenlegung sind es, einerseits die Informationsbedarfe der Stakeholder besser erfüllen zu können und andererseits die Datenbasis, auf der Finanzinstitute ihre Investment- und Finanzierungsentscheidungen treffen, zu verbessern.

Der Beirat weist des Weiteren darauf hin, dass ein leichter Zugang zu transformationskonformen Finanzprodukten notwendig ist. Um den Bedürfnissen privater und institutioneller Investoren entsprechende Finanzprodukte identifizieren zu können, schlägt er die Einführung eines verpflichtenden Klassifizierungssystems für alle Finanzprodukte vor, das verschiedene Abstufungen in Bezug auf Nachhaltigkeit ermöglicht und sich für sukzessive Produkthanpassungen hin zu mehr Nachhaltigkeit eignet. Ein solches Klassifizierungssystem sollte gemäß Beirat auf der EU-Taxonomie aufbauen.

Er hebt zudem die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand hervor und empfiehlt die Mittelverwendung konsistent und konsequent mit Politikzielen zu verknüpfen. Bislang ist die Bundesregierung Forderungen nach einer nachhaltigen Ausrichtung öffentlicher Gelder vor allem beim Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung nachgekommen. Darüber hinaus hat die Bundesregierung in ihrem Klimaschutzprogramm allerdings auch die Weiterentwicklung der KfW zu einer transformativen Förderbank für eine treibhausgasneutrale Zukunft beschlossen. Sollte den Beiratsempfehlungen in der noch zu entwickelnden deutschen Sustainable Finance Strategie

⁴⁸ Bundesregierung, 2019

⁴⁹ Sustainable Finance Beirat, 2020b

entsprochen werden, dann wird sich hieraus auch eine Neuausrichtung der Investitions- und Finanzierungsaktivitäten anderer staatlicher Finanzinstitute ergeben.

Die nachfolgende Tabelle stellt einige der vom deutschen Sustainable Finance Beirat formulierten strategischen Maßnahmen zur Förderung von Green bzw. Sustainable Finance in Deutschland vor:

Tabelle 6: Ausgewählte strategische Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in Deutschland

Themenfeld	Maßnahmen
Steigerung der Transparenz	Standardisierung der Finanz- und Nachhaltigkeitsberichterstattung als integrierte Berichterstattung und schrittweise Ausweitung auf mittelgroße Kapitalgesellschaften, KMUs und Unternehmen mit besonderen Risiken.
	Verpflichtende TCFD-konforme Berichterstattung für börsennotierte Unternehmen ab 2022. Vereinheitlichung der Offenlegung von Nachhaltigkeitsdaten sowie Steigerung der Vergleichbarkeit der Nachhaltigkeitsperformance von Unternehmen z. B. durch Vorgabe eines sektorspezifischen Kernsets an Leistungsindikatoren.
Verbesserung des Risikomanagements	Einführung eines verlässlichen und lenkungswirksamen CO ₂ -Preises.
	Überprüfung des bestehenden aufsichtsrechtlichen Rahmens zur Stärkung der Langfristorientierung von Investoren. Regelmäßige Klima-Stresstests und Szenarioanalysen.
Förderung der Märkte für grüne Finanzprodukte	Einführung eines auf der EU-Taxonomie aufbauenden verpflichtenden Produktklassifizierungssystems, welches für alle Finanzprodukte die Beiträge zu den SDGs und Pariser Klimazielen deutlich macht.
	Verbindliche Integration von Nachhaltigkeitskriterien bei staatlich geförderten Finanzprodukten (z. B. Riester, Rürup, betriebliche Altersvorsorge) sowie bei Produkten der Förderbanken und aller öffentlich organisierten Finanzinstitute. Zeitlich begrenzte staatliche Förderung von transformationskonformen und/oder nachhaltigen Anlage- und Sparprodukten durch steuerliche Anreize oder Zuschüsse.
Zusammenarbeit von Marktakteuren	Überführung der Arbeit des Sustainable Finance Beirats in eine dauerhafte Arbeitsstruktur. Diese Stelle erfährt Unterstützung durch verschiedene Stakeholder und evaluiert die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen.
Aufbau von Fachwissen	Aufbau und Bündelung von Know-how z. B. bei der dena und/oder vergleichbaren Institutionen, um es dem Markt zur Verfügung stellen zu können.
Vorbildfunktion öffentlicher Akteure	Transparenz zu allen Portfolios des Bundes nach dem Vorbild des norwegischen Pensionsfonds.

Themenfeld	Maßnahmen
	Öffentliche Hand nimmt Vorreiterrolle bei der Anwendung der TCFD-Empfehlungen ⁵⁰ ein.
	Ausrichtung aller Kapitalanlagen der öffentlichen Hand an den Politikzielen (z. B. SDGs und Pariser Klimaziele).
	Ausrichtung der Exportfinanzierung und -absicherung entlang den Politikzielen.

Quelle: Sustainable Finance Beirat, 2020b

⁵⁰ Die Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) erhielt vom Financial Stability Board der G20-Staaten das Mandat, Empfehlungen für die Offenlegung von klimabezogenen finanziellen Chancen und Risiken zu erarbeiten. Diese wurden 2017 veröffentlicht und finden in der Unternehmenspraxis aber auch bei regulatorischen Vorhaben zur Stärkung von Transparenz in Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte zunehmend Berücksichtigung.

5 Zwischenfazit zu Abschnitt I

5.1 Marktvolumen von Green Finance in Deutschland

Bei der Bewertung des Marktvolumens von Green Finance sind zwei grundlegende Fragestellungen zu unterscheiden:

1. Wie kann das Marktvolumen von Green Finance in Deutschland umfassend und vollständig abgebildet werden?
2. Wie ist das Marktvolumen vor dem Hintergrund der Investitionserfordernisse zur Erreichung der nationalen und internationalen und internationalen Klimaziele zu bewerten?

Im Rahmen der Studie wurden zur Beantwortung der ersten Fragestellungen zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt. Zum einen wurden die vom Statistischen Bundesamt erhobenen Daten zu Umweltschutzausgaben von Unternehmen, Privathaushalten und öffentlicher Hand dokumentiert und analysiert. Zum anderen wurde der Ansatz verfolgt, die Volumina grüner Finanzierungsinstrumente, beispielsweise Green Bonds und Loans, auf Basis der verfügbaren Marktdaten systematisch zu erheben.

Der Weg über die Finanzierungsseite hat sich dabei zum aktuellen Zeitpunkt als nicht zielführend erwiesen, wofür es insbesondere zwei Gründe gibt: Zum einen gibt es zahlreiche Abgrenzungsfragen, beispielsweise im Hinblick auf die geografische Einordnung, die Unterscheidung zweckgebundener und nicht zweckgebundener Finanzierungen sowie die umwelt- und klimabezogene Qualität der Finanzierungen, die als Voraussetzung für eine systematische Datenerhebung beantwortet werden müssen. Zum anderen gibt es keine etablierte und einheitliche Erfassung der Marktdaten, sodass beispielsweise für das Volumen einzelner Finanzierungsinstrumente unterschiedliche Daten vorliegen. Eine verbindliche Festlegung der relevanten Parameter zur Definition von Green Finance sowie eine Standardisierung der Datenerfassung und -berichterstattung sind zentrale Voraussetzungen für die Bestimmung des Marktvolumen über die Finanzierungsinstrumente. Ein positives Beispiel ist hier die Vorgabe des EU Green Bond Standards, zukünftig die regionale Verteilung der Verwendung der aufgenommenen Mittel auszuweisen.

Gemäß den Erhebungen des Statistischen Bundesamts wurden von Unternehmen, Privathaushalten und öffentlicher Hand 2018 insgesamt 72,5 Mrd. Euro für den Umweltschutz ausgegeben. Dies entsprach einem Anteil von 2,16 Prozent am Bruttoinlandsprodukt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nur ein kleiner Teil der dieser Ausgaben in den Klimaschutz fließen und Investitionen – in Abgrenzung zur Finanzierung von laufenden Ausgaben – wiederum nur einen kleineren Teil der gesamten Klimaschutz Ausgaben ausmachen. Insgesamt fließen im Produzierenden Gewerbes 2018 rund 2,4 Mrd. Euro bzw. 2,6 Prozent der Gesamtinvestitionen des Produzierenden Gewerbes in den Klimaschutz.

Im Hinblick auf die zweite Fragestellung, zeigt sich damit, dass für die Transformation hin zur Klimaneutralität in den kommenden Jahren bis 2045/2050 deutlich höhere Investitionen erforderlich sind als bisher. Insgesamt betragen die durchschnittlichen Mehrinvestitionen je nach Studien zwischen 43 Mrd. Euro und 82 Mrd. Euro pro Jahr, wobei sich die Investitionen nicht gleichmäßig auf die Sektoren und den Zeitraum bis 2050 verteilen (Abschnitt II und III).

5.2 Schaffung optimaler politischer Rahmenbedingungen

Vor dem Hintergrund der (zu) geringen Investitionen in Klimaschutz gilt es Rahmenbedingungen zu schaffen, die dazu beitragen, dass mehr Kapital in Klimaschutz fließt, etwa im Bereich Green bzw. Sustainable Finance. Wie die vorangehenden Ausführungen in Kapitel 4 zeigen, haben Länder wie Frankreich und das Vereinigte Königreich in den vergangenen Jahren bei der Entwicklung nationaler Sustainable Finance Strategien weitaus schneller agiert als bspw. die deutsche Regierung. Zwar ist zum Zeitpunkt der Analyseerstellung noch offen, ob die Empfehlungen des deutschen Sustainable Finance Beirats tatsächlich in der deutschen Sustainable Finance Strategie berücksichtigt werden. Ein mangelndes Ambitionsniveau der Beiratsempfehlungen im Zwischenbericht und auch im Abschlussbericht zeigt sich im Vergleich zu den in dieser Studie analysierten Länder-Strategien jedoch nicht.

Ob eine in Einklang mit den internationalen Nachhaltigkeitszielen bzw. den planetaren Belastbarkeitsgrenzen stehende Ausrichtung der Kapitalströme gelingen kann, hängt zunächst maßgeblich von der Schaffung einer aussagekräftigen Datenbasis ab, auf der Investment- und Finanzierungsentscheidungen getroffen werden. Hier zeigt sich in der Analyse, dass die TCFD-Empfehlungen von einigen Ländern als Rahmenwerk für zukünftige Offenlegungsanforderungen an Unternehmen referenziert werden. Es muss zudem Klarheit darüber geschaffen werden, welche sektorspezifischen Kennzahlen zur Bewertung der Nachhaltigkeitsleistung von Finanzierungsobjekten heranzuziehen sind. In einer globalisierten (Finanz-)Welt gilt es, bei der Herstellung von Transparenz einen länderübergreifend möglichst einheitlichen Rahmen zu schaffen, um Komplexitäten abzubauen und Konsistenz herzustellen.

Im Hinblick auf das Risikomanagement ist von höchster Bedeutung, dass Einsicht und Akzeptanz bzgl. der Materialität von Nachhaltigkeitsrisiken bei den Finanzmarktakteuren sichergestellt werden. Hier müssen vor allem Finanzaufsichtsbehörden ihrer Verantwortung als Signalgeber gerecht werden und Zweifel an der Notwendigkeit eines Risikomanagements unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsrisiken ausräumen. Neben regulatorischen Maßnahmen sind auch Stresstests zur Identifikation und Behebung ggf. bestehender systemischer finanzieller Nachhaltigkeitsrisiken erforderlich.

Des Weiteren ist eine rasche Entwicklung der Märkte für nachhaltige Finanzprodukte wichtig, weil die zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele erforderlichen Investitionen nur angesichts eines erheblichen Anteils privaten Kapitals bereitgestellt werden können. Neben der Incentivierung privater Investments durch Blended-Finance-Optionen, aber auch staatliche Förderprogramme zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit nachhaltiger Technologien, ist auch hier Aufklärung und Transparenz von besonderer Bedeutung. Es muss von Seiten des Regulators sichergestellt werden, dass Investoren darauf vertrauen können, dass Investments ihren individuellen Nachhaltigkeitspräferenzen entsprechend angelegt und Produktversprechen eingehalten werden. Wichtig ist in diesem Kontext auch eine klare Abgrenzung grüner, im Einklang mit den planetaren Belastbarkeitsgrenzen stehender Finanzprodukte von grauen oder gar den Nachhaltigkeitszielen zuwiderlaufenden, braunen Finanzprodukten im Sinne eines Produktklassifizierungssystems.

Nach Analyse der Länder-Strategien scheint vor allem die Etablierung nationaler Austauschplattformen von staatlichen Stellen als zweckdienlich bewertet zu werden. Diese tragen bspw. in Frankreich und Großbritannien Verantwortung für die Einbindung aller relevanten Stakeholder bei der Umsetzung der Strategie und dienen als „physischer“ Ort für fachliche Debatten. Gleichzeitig dienen sie dem Aufbau bzw. Transfer von Fachwissen – ein Themenkomplex, bei dem zusätzlich bildungspolitische Maßnahmen z.B. im Bereich der universitären Ausbildung aber auch staatliche Services unterstützend wirken sollten. Um auch länderübergreifenden Wissenstransfer zu

unterstützen, empfiehlt sich zudem die Etablierung einer europäischen Austauschplattform, deren thematische Schwerpunkte bspw. aus der europäischen Sustainable Finance Strategie ableitbar wären.

Der Erfolg nationaler Green bzw. Sustainable Finance Strategien wird ganz maßgeblich auch davon abhängen, ob die Regierungen glaubwürdig und stringent an der Umsetzung der Strategien arbeiten und damit eine gewisse Planungssicherheit für Unternehmen bzw. Finanzmarktakteure schaffen. Staatliche Finanzmarktakteure müssen in diesem Kontext eine Vorreiterrolle einnehmen. Sie sollten einerseits zeigen, dass bspw. höhere Transparenzanforderungen umsetzbar sind, sollten als Kompetenzträger selbst Wissen bzgl. eines unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten adäquaten Risikomanagements bereitstellen und durch ihre eigenen Finanzierungsaktivitäten aufzeigen, dass eine Ausrichtung von Finanzierungen in Einklang mit Nachhaltigkeitszielen im Mittel weder zu sinkenden Renditen noch zu steigenden Volatilitäten führt.

Es gibt schon heute – wenige Jahre nach Verabschiedung des Pariser Klimaabkommens und der UN-Nachhaltigkeitsziele – ein umfassendes Portfolio an Maßnahmen, das Regulatoren in den verschiedenen Ländern nutzen, um optimale Rahmenbedingungen zu Gunsten eines dynamischen Wachstums im Bereich grüner bzw. nachhaltiger Technologien zu schaffen. Gleichzeitig ist aber auch heute schon absehbar, dass weitere Maßnahmen und vor allem ein länderübergreifend konzertiertes Vorgehen erforderlich sein werden, um die zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele geschaffene Dynamik im Bereich Green bzw. Sustainable Finance auch aufrechtzuerhalten.

Abschnitt II

Gesamtwirtschaftliche Effekte der Transformation hin zur Klimaneutralität

Der Abschnitt gibt auf **Grundlage von fünf ausgewählten Studien** einen Überblick zu den gesamtwirtschaftlichen und branchenspezifischen Effekten, die aus der Transformation der deutschen Volkswirtschaft in Richtung Klimaneutralität bis zum Jahre 2050 resultieren. Die ausgewählten Studien werden hinsichtlich ihrer methodischen Vorgehensweise, Annahmen und ihrer zentralen Ergebnisse in der gebotenen Kürze vergleichend gegenübergestellt und eingeordnet. Anhand des Vergleichs soll insbesondere ein **Korridor für die gesamtwirtschaftlichen und branchenspezifischen Effekte** klimapolitischer Maßnahmen ermittelt werden.

Bei den Ergebnissen handelt es sich nicht um Prognosen, die den Anspruch haben, aus heutiger Sicht wahrscheinliche Entwicklung möglichst präzise zu berechnen, sondern um **Szenarien**, die u. a. auf Annahmen über zukünftige (Referenz-)Entwicklungen basieren und damit mögliche Zukunftswelten, Zusammenhänge und Abhängigkeiten abbilden. Die Ergebnisse werden in den Studien grundsätzlich als **Differenzen gegenüber einer unterstellten Referenzentwicklung** ausgewiesen. Ein negativer Effekt bedeutet also nicht zwangsläufig einen Rückgang, sondern nur, dass der im Szenario modellierte Wert niedriger ist als in der Referenz.⁵¹

Aufgrund von Unterschieden bei Methodik und Annahmen sind die Ergebnisse der Studien nur **ingeschränkt vergleichbar**.

⁵¹ Einen ausführlichen Überblick zur Aussagekraft und Interpretation von Energieszenarien bieten bspw. Dieckhoff, Christian et al. (2014).

6 Auswahl und Ausgestaltung der Szenarienarbeiten zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Transformation

6.1 Auswahl der Szenarienarbeiten

Um einen Korridor für die gesamtwirtschaftlichen und branchenspezifischen Effekte der nächsten Jahrzehnte zu ermitteln, werden **fünf aktuelle, modellbasierte Szenarienarbeiten** ausgewählt, die mindestens den Investitionsbedarf und teilweise noch darüberhinausgehende gesamtwirtschaftliche Effekte der Transformation quantifizieren (Abbildung 11).⁵² Die Auswahl der Studien erfolgte auf Basis der folgenden Kriterien:

- Ziel einer weitgehenden Klimaneutralität Deutschlands bis 2050 (oder früher)
- Modellbasierte Szenarien auf möglichst detaillierter Energiesystem-Ebene
- Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Effekte der Transformation gegenüber einem Referenzszenario (Business-as-Usual)
- Vergleichbarkeit des Betrachtungszeitraums

Abbildung 11: Die Studien im Überblick

Prognos et al. 2021	Fraunhofer ISE 2020	Prognos / BCG 2018	dena 2018	acatech 2017
Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgenabschätzungen 2030 / 2050	Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem	Klimapfade für Deutschland	Leitstudie Integrierte Energiewende	»Sektorkopplung« Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integr. Energiesystems
vor. 460 Seiten	62 Seiten	286 Seiten	453 Seiten	163 Seiten
Prognos, GWS, Fraunhofer ISI, IINAS im Auftrag des BMWi	Fraunhofer ISE	Prognos, BCG im Auftrag des BDI	dena, ewi Energy Research & Scenarios	acatech, Leopoldina, Akademienunion

Die acatech-Studie wurde von dem Akademienprojekt „Energiesysteme der Zukunft“ (ESYS), dem die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und die Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (Akademienunion) angehören, herausgegeben.

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos 2021

⁵² Aufgrund der Auswahlkriterien für den Vergleich nicht herangezogen wurden bspw. UBA (2019) „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“ (die Studie quantifiziert die gesamtwirtschaftlichen Effekten der Transformation nicht) sowie Forschungszentrums Jülich (2019) „Wege für die Energiewende“ (der Studie liegt kein echtes Referenzszenario zugrunde, stattdessen werden die Mehrinvestitionen bzw. Mehrkosten „gegenüber heute“ ausgewiesen).

Die Relevanz der ausgewählten Studien zeigt sich nicht zuletzt auch darin, dass sie teilweise bereits in früheren Vergleichsstudien, die sich v. a. auf die energieseitigen Auswirkungen beziehen, herangezogen wurden.⁵³

Die ausgewählten Studien kommen im Ergebnis dem politischen Ziel einer vollständigen **Klimaneutralität bis 2045/2050** nahe, erreichen dieses jedoch nicht. Im Herbst 2020 wurde zwar das erste vollständig durchgerechnete Klimaneutralitäts-Szenario für Deutschland veröffentlicht,⁵⁴ Investitionsbedarfe und ökonomischen Effekte der Transformation konnten darin jedoch nicht quantifiziert werden, da eine Referenz, die die Grundlagen für solche Auswertungen bildet, in dem Klimaneutralitäts-Szenario nicht ermittelt wurde. Das Klimaneutralitäts-Szenario setzt inhaltlich stark auf den Entwicklungen des „95%-Pfads“ aus Prognos / BCG (2018) auf und macht gegenüber dem dort eingesetzten technologischen Pfad Ergänzungen und Verschärfungen, um eine vollständige Treibhausgas-Neutralität bis 2050 zu erreichen (Kasten 8).

Eine weitere Einschränkung betrifft die **Corona-Krise**, die keine der bislang vorliegenden Studien zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten in ihren Szenarienberechnungen berücksichtigt.⁵⁵ Aufgrund der derzeit bestehenden hohen Unsicherheiten werden die möglichen Auswirkungen der Corona-Krise in Kapitel 17 (Abschnitt V) gesondert diskutiert.



Kasten 8: Aktuelle Szenarienarbeit „Klimaneutrales Deutschland 2050“

Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2050“⁵⁶ zeigt einen **technisch machbaren Weg** auf, wie Deutschland bis 2050 klimaneutral werden kann. Damit würden in Deutschland im Jahr 2050 bilanziell keine Treibhausgas-Emissionen mehr ausgestoßen bzw. die Restemissionen an anderer Stelle kompensiert.⁵⁷

In der Studie wurde **kein Referenzszenario** berechnet, das als Basis für die Ermittlung von Differenzinvestitionen erforderlich ist. Daher kann das Szenario nicht analog zu den anderen Szenarien ökonomisch ausgewertet werden.

Das Klimaneutralitäts-Szenario wurde unter der **Rahmenbedingung** erarbeitet, dass das BIP mit durchschnittlich 1,3 Prozent pro Jahr bis 2050 wächst, keine Suffizienzmaßnahmen gezogen werden und möglichst keine gestrandeten Investitionen entstehen, d.h. es müssen bereits ab heute alle Investitionsentscheidungen maximal effizient getroffen werden. Dazu ist es erforderlich, den Aufbau der erneuerbaren Stromerzeugung stark zu beschleunigen. Darüber hinaus wird eine internationale Wasserstoffinfrastruktur (u.a. mit Wasserstoffnetzen) aufgebaut. Die folgende Abbildung zeigt zentrale Maßnahmen, die dafür erforderlichen sind.

⁵³ Bspw. Wuppertal Institut, 2020; ESYS, BDI und dena, 2019; Samadi, Fishedick und Lechtenböhrer, 2018

⁵⁴ Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut, 2020

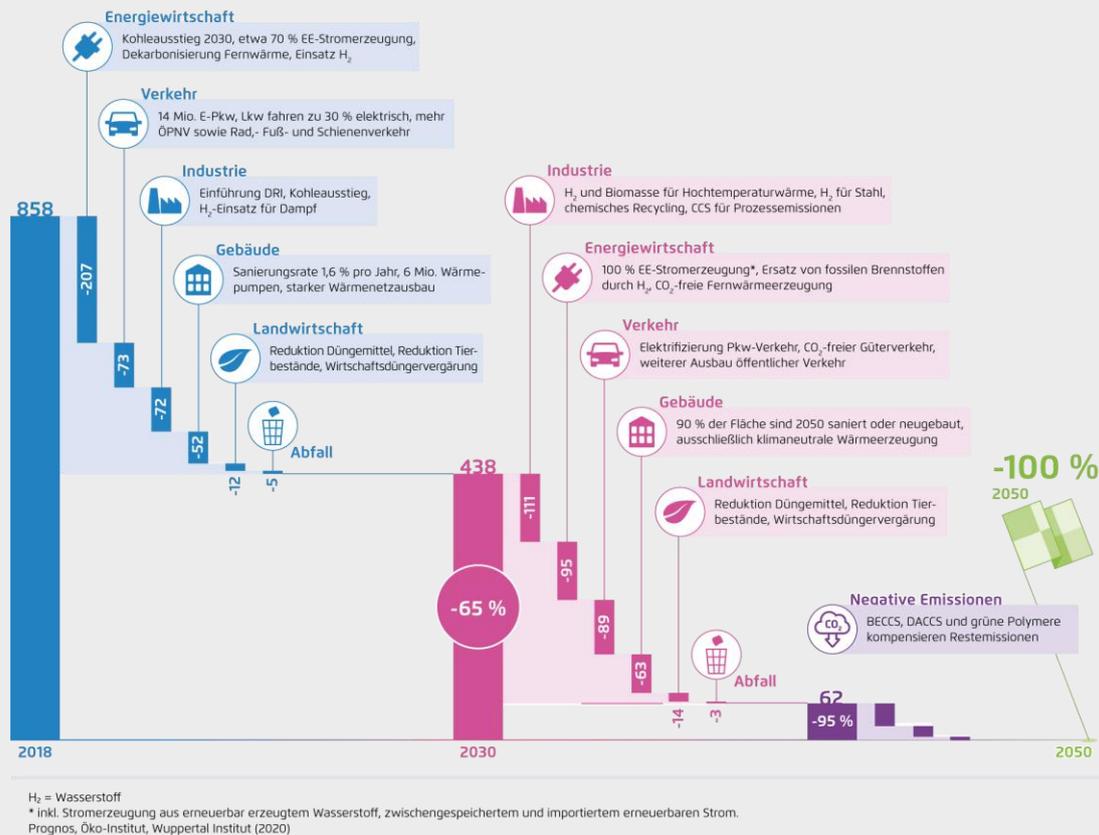
⁵⁵ In Prognos et al. (2021) werden die volkswirtschaftlichen Auswirkungen von Teilen des Corona-Hilfspakts werden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse adressiert (Kasten 24).

⁵⁶ Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut, 2020

⁵⁷ Nach Abschluss des vorliegenden Studienteils wurde die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ vorgestellt, die aufzeigt, wie Klimaneutralität bereits bis 2045 erreicht werden kann (Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut, 2021).

Maßnahmen im Szenario Klimaneutral 2050 (KN2050)
(Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO₂-Äq.)

Abbildung ES



Quelle: Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut, 2020, Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Insgesamt setzt die Studie stark auf dem **95%-Pfad aus Prognos / BCG (2018)** auf. Die Unterschiede zwischen den Szenarien liegen vor allem im stärkeren Ausbau der erneuerbaren Energien, der verstärkten Wasserstoffnutzung sowie den Negativemissionstechnologien (NET). Alle drei Faktoren führen zu **zusätzlichen inländischen Investitionen** in Technologien, die idealerweise in großen Teilen auch im Inland entwickelt und produziert werden (zur sektoralen Verteilung dieser zusätzlichen Investitionen siehe untenstehende Aufzählung). Somit sollten die ökonomischen Auswirkungen angesichts der unterstellten international abgestimmten Rahmenbedingungen und Technologieentwicklungen in eine ähnliche Richtung weisen wie im 95%-Pfad. Gleichwohl betont die Studie, dass die Mehrinvestitionen im 95%-Pfad „angesichts der konservativen Annahmen zum technologischen Fortschritt tendenziell zu hoch geschätzt“ sein dürften.

Ergänzungen und Verschärfungen im Klimaneutralitäts-Szenario gegenüber den im 95%-Pfad eingesetzten Technologien und Maßnahmen betreffen insbesondere die folgenden Bereiche und die dortigen Investitionen:

- Insgesamt erfolgt eine durchgängige konsequente Ausschöpfung der vorhandenen und zumeist kostengünstigen **Effizienzpotenziale**.

- Die Effizienzmaßnahmen in **Gebäuden** werden konsequent umgesetzt – jedes Mal, wenn eine Investition in die Gebäudehülle oder die Heizungsanlage getätigt wird, wird die energetisch bzw. emissionsbezogen günstigste Lösung umgesetzt. Ab 2025 werden keine neuen Heizungsanlagen, die mit fossilen Energieträgern (Heizöl oder Erdgas) betrieben werden, mehr eingebaut. Die Fernwärme wird ausgebaut und aus erneuerbaren sowie Abwärmequellen betrieben. Die Entwicklung der spezifischen Wohnflächen pro Kopf entspricht etwa derjenigen der Szenarien in Prognos / BCG (2018).
- Im **Verkehrssektor** steigt der Anteil der alternativen Antriebe schneller als im 95%-Pfad. Ab 2035 werden bei Personenkraftwagen nur noch alternative Antriebe zugelassen. Es wird von effizienter Verkehrsorganisation und einer leichten Verschiebung im Modal Split ausgegangen. Im Güterverkehr werden neben Oberleitungen größere Mengen Wasserstoff eingesetzt. Im Luft- und Seeverkehr sowie teilweise im grenzüberschreitenden Schwerverkehr kommen importierte flüssige strombasierte Energieträger (Power-to-Liquid, PtL) zum Einsatz. Die Entwicklung der Verkehrsmengen entspricht etwa derjenigen der Szenarien in Prognos / BCG (2018). Lediglich die Flugverkehrsmengen gehen aufgrund der höheren Treibstoffkosten für PtL, die sich notgedrungen auf die Ticketpreise auswirken, moderat zurück.
- Im **Industriesektor** erfolgen die größten Veränderungen in der Stahl- und Chemieindustrie. Roheisen wird bis 2050 nur noch per Direktreduktion mit Wasserstoff produziert, in der Chemie wird der heute stofflich eingesetzte „graue“ Wasserstoff durch „grünen“ ersetzt. Gerade bezüglich der Kunststoffe erfolgt eine konsequente Kreislaufwirtschaft, die große Mengen des eingesetzten Kohlenstoffs im Kreislauf führt. Als Energieträger werden Biomassen, Strom und Wasserstoff eingesetzt. CCS wird nur noch bei der Zementindustrie sowie bei der verbleibenden Abfallverbrennung eingesetzt. Die mit verbrannten biogenen Fraktionen führen dazu, dass hier Kohlenstoffsenken entstehen.
- Der **Strom** wird bis 2050 vollständig erneuerbar produziert. Bis 2030 wird sich die Erzeugung aus erneuerbaren Energien gegenüber dem Stand von 2018 verdoppeln. Der Kohleausstieg wird bis 2030 vollzogen. Notwendige Backup-Kapazitäten werden mit Wasserstoff betrieben, der als saisonaler Speicher dient.
- Der in dem neuen System benötigte **Wasserstoff** wird zu einem Drittel inländisch erzeugt, zu zwei Dritteln importiert, vor allem aus dem EU-Ausland.
- Das Energiesystem ist im Jahr 2050 vollständig dekarbonisiert, aber bei den Prozessemissionen, den F-Gasen und in der Landwirtschaft bleiben unvermeidbare **Restemissionen**, die mit Negativ-Emissionstechnologien kompensiert werden müssen. Die hierfür eingesetzten Verfahren umfassen zum einen die Verbrennung von Biomasse (unter Nutzung der dabei freigesetzten Energie) mit nachgelagerter CO₂-Abscheidung und -Speicherung (Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS) und zum anderen die direkte CO₂-Abscheidung aus der Umgebungsluft mit nachfolgender Speicherung (Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS). Durch BECCS kann bspw. das CO₂ aus den Abgasen aus biomassebetriebenen Heizkraftwerken abgeschieden und gespeichert werden. Die Kosten von BECCS und CCS sind grundsätzlich ähnlich.
- In der **Landwirtschaft und Ernährung** werden die sich heute abzeichnenden Trends moderat fortgeschrieben mit einem leicht verringerten Milchkonsum sowie eine Verschiebung des Fleischverzehr hin zum Geflügel. Darüber hinaus wird ein

effizientes Düngemittelmanagement mit verringertem Gülleeinsatz (verringerte Methanemissionen und reduzierter Stickstoffeinträge durch mehr Güllevergärung) umgesetzt. Die Rückgänge der Tierbestände ermöglichen ein verändertes Flächenmanagement und veränderte Flächennutzung (Wiedervernässung, mehr Grasland), was weitere Treibhausgaseinsparungen ermöglicht. Dennoch bleiben im Landwirtschaftssektor noch Restemissionen, die kompensiert werden müssen.

In Kapitel 11.2.9 bestimmen wir näherungsweise **die Größenordnung der Investitionskosten**, die zur Kompensation der restlichen THG bis zur Erreichung von Klimaneutralität (Netto-Null) bei Nutzung von CCS erforderlich sind.

6.2 Vorgehen und Methodik der Studien

Die Studien untersuchen anhand verschiedener **Zielszenarien**, welche Maßnahmen und Investitionen gegenüber einem **Referenzszenario** erforderlich sind, um ein bestimmtes klimapolitisches Ziel bis 2050 zu erreichen. Dafür werden verschiedene Szenarien entwickelt, in den zumeist mehr oder weniger strenge Parameter erfüllt werden müssen. Innerhalb der Parametergrenzen werden die Zielszenarien **auf Kosten optimiert**, d. h. es wird ein Transformationspfad berechnet, bei dem Maßnahmen mit geringeren THG-Vermeidungskosten in der Regel bevorzugt umgesetzt werden. Tabelle 7 gibt einen Überblick zu den in den Studien betrachteten Szenarien.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Studien betrifft den **Bilanzraum**, der angibt, auf welchen Teil des THG-Inventars (THG-Bilanz) sich die Szenarien bzw. Reduktionsziele beziehen. Der Umfang des erfassten Bilanzraums hat Auswirkungen auf die erforderlichen Technologien, Investitionen und volkswirtschaftlichen Effekte. Grundsätzlich gilt: Je umfangreicher der Bilanzraum eines Szenarios, desto schwieriger bzw. kostspieliger ist die Erreichung des Reduktionsziels. Für ein vollständiges Bild sollten die Szenarienarbeiten die THG-Emissionen möglichst umfassend erfassen. Während Prognos et al. (2021) und Prognos / BCG (2018) sich auf das gesamte THG-Inventar (inkl. von Deutschland abgehender internationaler Verkehre) beziehen, umfassen acatech (2017) und Fraunhofer ISE (2020) mit den energiebedingten Emissionen und dena (2018) mit den energie- und prozessbedingten Emissionen nur einen Teil des THG-Inventars (Kasten 9).

Infolge der verschiedenen Bilanzräume beziehen sich die THG-Reduktionen in den Szenarien auf unterschiedliche Bezugsgrößen. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die, im Rahmen der vorliegenden Studie ausgewiesenen, **Reduktionen auf das gesamte THG-Inventar** bezogen (wie es bei Prognos et al. (2021) und Prognos / BCG (2018) ohnehin bereits der Fall ist). Dazu wurden die Reduktionen in den Szenarien in acatech, Fraunhofer ISE (2020) und dena (2018) unter der Annahme umgerechnet, dass die erfassten Treibhausgas-Emissionen entsprechend der gesetzten Ziele reduziert werden und alle nicht erfassten Treibhausgas-Emissionen auf heutigem (2018) Niveau konstant bleiben.⁵⁸

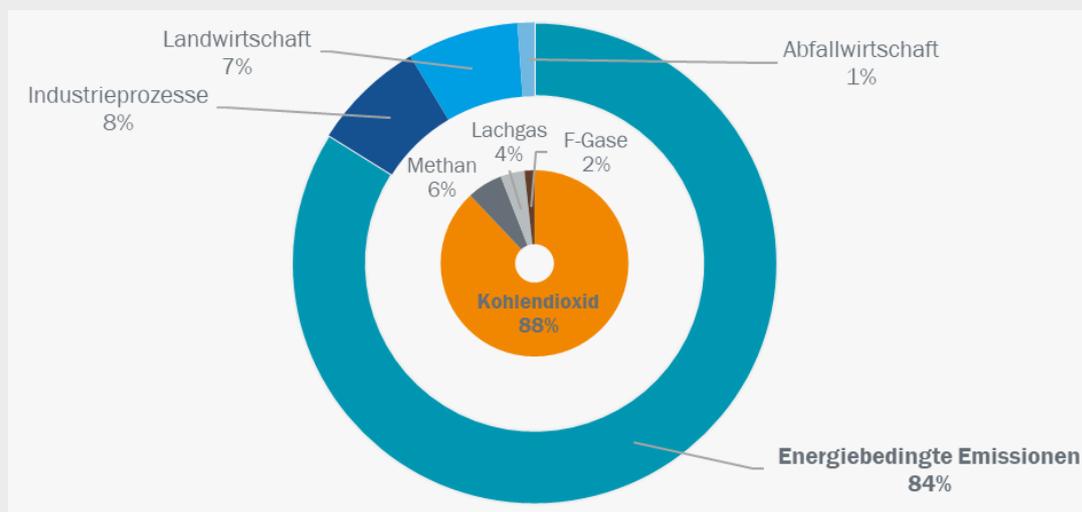
⁵⁸ Die Umrechnungen erfolgen auf Basis der Nationalen Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen ohne LULUCF (Stand 12/2019). Die in den Szenarien fehlende Erfassung internationaler Verkehre wurde bei der Umrechnung



Kasten 9: Treibhausgasinventar

Das THG-Inventar ist eine umfassende statische Bilanzierung der THG-Emissionen eines Landes nach den Vorgaben der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Die Bilanzierung folgt üblicherweise dem **Quellprinzip**, wonach die Emissionen demjenigen Land zugerechnet werden in dessen (territorialen) Grenzen sie entstanden sind. Internationale Verkehre werden dem abgehenden Land zugerechnet und sind im THG-Inventar nachrichtlich erfasst. Der von Deutschland abgehende Luft- und Seeverkehr machte 2018 rund 4 Prozent der Gesamtemissionen Deutschlands aus.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick zum Anteil ausgewählter Quellgruppen, in denen die Emissionen auftreten, und zum Anteil ausgewählter Treibhausgase am gesamten **THG-Inventar 2019**:



Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 - 2018 (Arbeitsstand 12/2020), ohne LULUCF, eigene Darstellung

© Prognos 2021

Die **Hauptquellgruppen** im deutschen THG-Inventar sind Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft und Abfall, wobei energiebedingte Emissionen für den Großteil der gesamten THG-Emissionen verantwortlich sind (84 Prozent in 2018), gefolgt von Industrieprozessen und der Landwirtschaft. Prozessemissionen entstehen bei bestimmten industriellen Prozessen (infolge chemischer Reaktionen), etwa bei der Erzeugung von

nicht berücksichtigt. Im Referenzszenario unterstellt *acatech*, dass die energiebedingten CO₂-Emissionen bis 2030 um 40 Prozent gegenüber 1990 sinken und danach konstant bleiben. Wir gehen also folglich bei der Umrechnung davon aus, dass die energiebedingten CO₂-Emissionen bis 2050 um 40 Prozent reduziert werden und alle anderen Treibhausgas-Emissionen auf heutigem (2018) Niveau konstant bleiben. *Fraunhofer ISE* geht im Referenzszenario davon aus, dass die energiebedingten CO₂-Emissionen „nur geringfügig durch angenommene Effizienzsteigerungen (Technologie-Lernkurven)“ reduziert werden. Da kein konkreter Reduktionswert angegeben ist, haben wir für Fraunhofer ISE eine Mindestreduktion ausgewiesen, die ungefähr der gesamten bis heute erzielten THG-Reduktion gegenüber 1990 entspricht. *Dena* modelliert zwar nur die energie- und prozessbedingten THG-Emissionen, das Reduktionsziel bezieht sich aber auf das gesamte THG-Inventar, sodass eine Umrechnung nicht erforderlich ist. Da in den nicht-modellierten Sektoren von einer geringeren Minderung ausgegangen wird (im Szenario TM95 71 Prozent bis 2050 gegenüber 1990), liegen die Minderungsziele in den modellierten Sektoren über dem Gesamt-minderungsziel.

Stahl, Zement, Kalk sowie Ammoniak und Aluminium. In der Landwirtschaft entstehen bspw. Lachgas-Emissionen infolge von Stickstoff-Düngung und Methan-Emissionen infolge der (Rind- und sonstiger Wiederkäuer-)Viehhaltung.

Energiebedingte Emissionen entstehen bei der Umwandlung von Energieträgern in den Sektoren Energie(-wirtschaft) bzw. Umwandlung (rund 40 Prozent in 2018) sowie Verkehr, Industrie und Haushalte (rund 22 Prozent, 18 Prozent, 17 Prozent in 2018). Im Sektor **Private Haushalte** fallen Emissionen v. a. durch Verbrennungsprozesse in Wohngebäuden für Raumwärme und Warmwasser an (Emissionen, die bei der Stromerzeugung anfallen, werden im Sektor Energie verbucht) und im **Verkehrssektor** ergeben sich Emissionen v. a. aus der Verbrennung fossiler Treibstoffe in Verbrennungsmotoren im Straßenverkehr. Dem Industriesektor werden v. a. Emissionen aus Verbrennungsprozessen und der Eigenstromversorgung zugeordnet. Die **Hauptstoffe** im deutschen THG-Inventar sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und F-Gase. Aufgrund unterschiedlicher Erwärmungs- bzw. Treibhauspotenziale (global warming potential, GWP) der einzelnen Stoffe werden die Emissionsmengen in Kohlendioxid-Äquivalenten (CO₂Äq.) bilanziert. Das mit Abstand bedeutendste Treibhausgas ist CO₂. Es wird v. a. bei der Umwandlung von fossilen kohlen(wasser)stoffhaltigen Energieträgern sowie bei Industrieprozessen freigesetzt. In 2018 betrug der Anteil von CO₂ an den gesamten energiebedingten Emissionen fast 98 Prozent und an den gesamten Industrieprozessemissionen rund 75 Prozent. Bei den Emissionen in der Landwirtschaft und Abfallwirtschaft war Methan mit einem Anteil von 51 Prozent und 91 Prozent an den jeweiligen Gesamtemissionen das bedeutendste Treibhausgas. F-Gase werden ausschließlich bei Industrieprozessen emittiert.

Emissionen aus Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft (Land use, land-use change, and forestry, LULUCF) sind im deutschen THG-Inventar zwar grundsätzlich ebenfalls erfasst, sie werden aber in den internationalen Kyoto-Zielen und in den deutschen Klimaschutzzielen nicht berücksichtigt und sind folglich in der Regel auch nicht Gegenstand der Szenarienarbeiten. Infolge der abnehmenden Speicherwirkung der Wälder werden ab etwa 2018 Nettoemissionen im LULUCF-Bereich erwartet (Öko-Institut et al., 2020).

Zur Konstruktion und Berechnung der Szenarien dienen in allen fünf Studien **Energiesystemmodelle**, die das Wirtschaftssystem aus der technologischen Perspektive anhand seiner prozesstechnischen Strukturen beschreiben. Dazu wird üblicherweise auf einen Bottom-up-Ansatz zurückgegriffen, der anwendungsspezifische Energieträgerverbräuche mit energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren kombiniert. Die Quantifizierung von Maßnahmenwirkungen basiert auf einer Verknüpfung geeigneter Aktivitätsgrößen (z. B. Fallzahl oder Fördervolumina, aber auch autonomer technischer Fortschritt oder Sanierungsraten) mit spezifischen Einsparungen. Output der Energiesystemmodelle sind bspw. die mit einem bestimmten Szenario verbundenen Treibhausgas-Emissionen, erforderlichen Mehrinvestitionen sowie Mehrkosten.

Den Energiesystemmodellen liegen i. d. R. bestimmte **Rahmendaten** zugrunde, die für alle betrachteten Szenarien innerhalb einer Studie grundsätzlich identisch sind. Dies betrifft bspw. Annahmen zur Entwicklung der Bevölkerung, der Erwerbstätigen, der Anzahl der Haushalte, des BIP

und der Bruttowertschöpfung (BWS), welche u. a. für die Berechnung des Energieverbrauchs in einer Volkswirtschaft benötigt werden.

Bottom-up-Energiesystemmodelle ermöglichen keine Aussagen zu den Auswirkungen der erforderlichen Mehrinvestitionen auf gesamtwirtschaftliche (z. B. BIP, Beschäftigung) und branchenspezifische Kenngrößen (z. B. BWS) oder auf Verteilungseffekte. Dies ist mit **gesamtwirtschaftlichen Modellen**, die eine ganzheitliche Betrachtung der gesamten Volkswirtschaft erlauben (top-down), möglich. Indem die Ergebnisse und Rahmendaten der Energiesystemmodelle als Input in die Gesamtwirtschaftsmodelle eingehen, können Rückkopplungen zwischen dem Energiesystem und der Gesamtwirtschaft abbildet werden.⁵⁹

Eine **Verknüpfung von Top-down- und Bottom-up-Modellen**, die Aussagen zu volkswirtschaftlichen Effekten erlaubt, erfolgt nur in zwei der fünf Studien (Prognos / BCG, 2018 und Prognos et al., 2021).⁶⁰ In beiden Studien werden dynamische Input-Output-Modelle eingesetzt, welche die Entstehungs-, Verteilungs- und Verwendungsseite moderner Volkswirtschaften auf konsistente Weise miteinander verknüpfen. Die Modelle können strukturelle Verschiebungen im Simulationsverlauf aufgrund von Preis- / Kostenrelationen oder technischen Trends abbilden. Die implementierten Verhaltensparameter werden entweder auf der Basis statistischer Zeitreihen ökonometrisch geschätzt oder aus Optimierungskalkülen (mit mehr oder weniger begrenzter Rationalität) abgeleitet und bezogen auf den jeweiligen Sektor kalibriert. Klimapolitisch induzierte Mehrinvestitionen können in diesen Modellen durch eine entsprechend höhere Auslastung der Investitionsgüterindustrie akkommodiert werden und regen Folgeinvestitionen an, welche in der Konsequenz das gesamtwirtschaftliche Produktionspotenzial erhöhen. Ein Crowding-Out anderer Investitionen kann auftreten, wenn der Investitionsimpuls die kurzfristig gegebenen Produktionskapazitäten der Investitionsgüterindustrien deutlich überschreitet.

Neben den Modellen basieren die Ergebnisse in vier der fünf Studien (abgesehen von Fraunhofer ISE, 2020) zusätzlich auf dem expliziten **Einbezug externer Expertinnen und Experten**, etwa wenn es um die Ausgestaltung von Maßnahmensets oder die Abschätzung von Potenzialen, Kosten und Reifegrad neuer Technologien geht.

In allen fünf Studien werden die berechneten Effekte grundsätzlich als **Differenzen gegenüber einem Referenzszenario** ausgewiesen. Abgesehen von Fraunhofer ISE (2020) und acatech (2017) folgen die Referenzszenarien der Logik **indikativer bzw. explorativer Szenarien**, in denen kein übergeordnetes THG-Minderungsziel vorgegeben ist. Vielmehr erfolgt ausgehend von der Gegenwart eine ergebnisoffene Berechnung der künftigen Entwicklungen (u. a. unter Treibhausgas-Minderung) unter den vorgegebenen (derzeitigen und ggf. absehbaren) Rahmenbedingungen, technischen Maßnahmen und ggf. politischen Instrumenten – unabhängig davon, ob diese Ergebnisse den Zielvorstellungen entsprechen oder nicht. Bei Zielszenarien erfolgt ein umgekehrtes Vorgehen, hier wird das THG-Reduktionsziel explizit vorgegeben und untersucht, welche technischen Maßnahmen und ggf. politischen Instrumente zur Zielerreichung im Zeitverlauf benötigt werden.

Trotz diverser Unterschiede nimmt das Referenzszenario in vier der fünf Studien grundsätzlich eine Fortschreibung der (zum Zeitpunkt der Studienerstellung) aktuellen Politik- und

⁵⁹ Rückkopplungen von den Top-down-Modellen in die Bottom-up-Modelle (z. B. veränderte Energieverbräuche infolge veränderter Wirtschaftsdaten) werden i. d. R. nicht berücksichtigt.

⁶⁰ Daneben existiert eine Reihe weiterer Studien, die ein vergleichbares Vorgehen nutzen: Bspw. bei den Energieszenarien für die Energiewende (Prognos et al., 2010, 2011), im Rahmen der Energiereferenzprognose (Prognos et al., 2014), bei der Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Effekte der Energiewende (GWS / Prognos, 2018), in Teilen der Impact Assessments auf EU-Ebene (z. B. EU-Kommission 2018) sowie auf Sektorebene im Rahmen der Untersuchung der Ziele des Klimaschutzplans und ihrer Folgen (Öko-Institut et al., 2019).

Technologieentwicklungen an (Business-as-Usual bzw. „weiter wie bisher“). Das bedeutet, dass **bereits in den Referenzszenarien bestimmte klimapolitisch induzierte Maßnahmen und Investitionen erfasst** und abgebildet werden. Damit sind die berechneten Effekte in den Zielszenarien kleiner als dies bei Annahme eines kontrafaktischen Referenzszenarios, bei dem die Energiewende bisher nicht verfolgt wird, der Fall wäre (Kasten 10). Kapitel 6.3 gibt einen Überblick zur Ausgestaltung der Referenzszenarien.

Tabelle 7: Überblick zu den in den Studien betrachteten Szenarien

	Prognos et al. 2021	Fraunhofer ISE 2020	Prognos / BCG 2018	dena 2018	acatech 2017
Name der betrachteten Zielszenarien	Zielszenario 1 Zielszenario 2 Szenario Klimaschutzprogramm (KSP)	Beharrung, Inakzeptanz, Suffizienz, Referenz100 Suffizienz2035	80%_Pfad globaler Klimaschutz 80%_Pfad nationaler Alleingang 95%_Pfad globaler Klimaschutz	Elektrifizierungsszenario80 Elektrifizierungsszenario95 Technologiemix80 Technologiemix95	60_offen 75_offen 85_offen 90_offen 85_H2 85_H2 85PtL/PtG 85_offen+Aktiv
Unterschiede zwischen den Zielszenarien	Reduktionsziel Technologie- und Energieträgermix	Reduktionsziel Verhaltensweise (Akzeptanz, Konsum)	Reduktionsziel Internationale Kooperation	Reduktionsziel Technologie- und Energieträgermix	Reduktionsziel Technologie- und Energieträgermix
Bilanzraum	Gesamtes THG-Inventar (inkl. internat. Verkehre)	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen	Gesamte THG-Inventar (inkl. internat. Verkehre)	Energie- und prozessbedingte Emissionen (ohne internat. Verkehre)	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen
Logik des Referenzszenarios	Indikatives Szenario	Indikatives Szenario	Indikatives Szenario	Indikatives Szenario	Zielszenario Reduktion (-40 % bis 2030) ^a
Ausgestaltung des Referenzszenarios	Business-as-Usual	Business-as-Usual	Business-as-Usual	Business-as-Usual	k. A.
Modell(e)	Energiesystemmodell & Gesamtwirtschaftsmodell	Energiesystemmodell	Energiesystemmodell & Gesamtwirtschaftsmodell	Energiesystemmodell	Energiesystemmodell
Einbezug externer Expertinnen und Experten	ja	nein	ja	ja	ja
Mehrinvestitionen	✓	✓	✓	✓	✓
Mehrkosten	✗	✓	✓	✓	✓
Volkswirtschaftliche Effekte	BIP	✓	✗	✓	✗
	Beschäftigung	✓	✗	✓	✗
	Branchen	✓	✗	✓	✗
	Regionen	✗	✗	✗	✗
	Corona-Krise	✗ ^b	✗	✗	✗

Aspekte, die in den Studien quantifiziert wurden, sind mit einem grünen Haken gekennzeichnet. Die Studien umfassen neben den dargestellten Aspekten noch weitere Aspekte. ^a In der Referenz wird eine Reduktion der energiebedingten CO₂-Emissionen um 40 Prozent bis 2030 und danach keine weitere Reduktion angenommen. ^b Volkswirtschaftliche Auswirkungen von Teilen des Corona-Hilfspakts werden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse adressiert (Kasten 24).

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

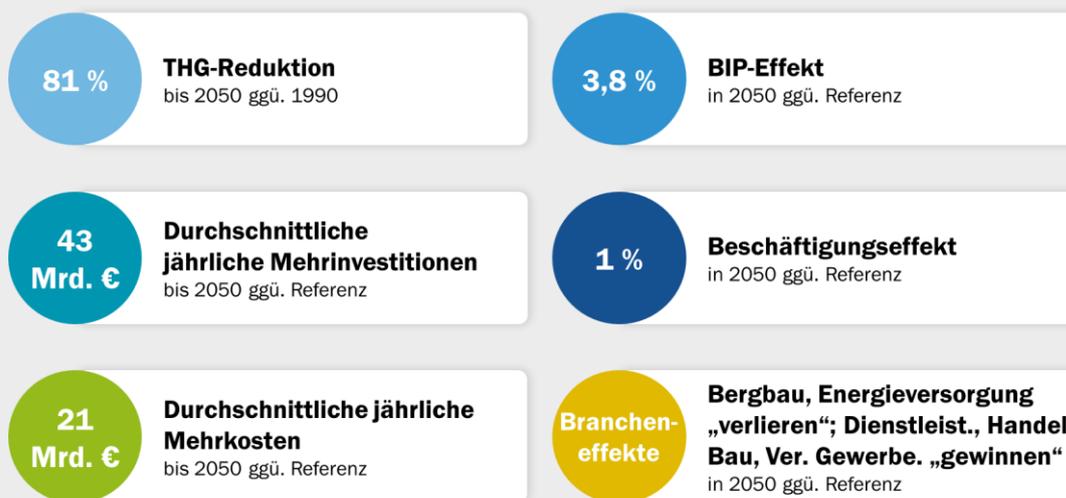
© Prognos 2021



Kasten 10: Eine andere Perspektive durch ein kontrafaktisches Referenzszenario

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende“ haben GWS / Prognos (2018) im Auftrag des BMWi eine Studie erstellt, die interessante Rückschlüsse über die gesamtwirtschaftliche **Vorteilhaftigkeit der gesamten Energiewende** erlaubt. Dazu stellt die Studie die gesamtwirtschaftlichen und branchenspezifischen Effekte der Energiewende einem kontrafaktischen Szenario gegenüber, bei dem ab dem Jahr 2000 der Pfad der Energiewende nicht verfolgt wird (u. a. keine Förderung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz).

Aufgrund der Konstruktion der Referenz als kontrafaktisches Szenario sind die Ergebnisse mit den hier vorgestellten Szenarienarbeiten, die als Referenz eine Business-as-Usual-Entwicklung annehmen (also praktisch eine Fortschreibung der zum Zeitpunkt ihrer Erstellung aktuellen Entwicklungen, ohne Umsetzung neuer Maßnahmen), kaum vergleichbar. Aus der sehr unterschiedlichen Ausgestaltung der Referenz resultieren deutlich andere Effekte. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick zu den Ergebnissen.



Mit ihrem Vorgehen folgen GWS / Prognos (2018) einem Vorschlag der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ (2014), die in ihrem ersten Fortschrittsbericht feststellt, dass „die im Fortschrittsbericht 2014 ausgewiesenen volkswirtschaftlichen Effekte aus Sicht der Expertenkommission eher marginal [sind]. Dies liegt jedoch daran, dass der Fortschrittsbericht gesamtwirtschaftliche Wirkungen der Energiewende erst mit dem Jahr 2010 betrachtet. Zwar wurde die Energiewende formal erst im Jahr 2010 (Energiekonzept) und dem Jahr 2011 (Kernenergieausstieg) „ausgerufen“, doch bringt die Öffentlichkeit die ab dem Jahr 2000 (Einführung des EEG) ausgelösten Investitions- und Kosteneffekte mit dem Umbau der Elektrizitätserzeugung in Verbindung. Daher sollte die volkswirtschaftliche Analyse der Energiewende mit dem Jahr 2000 beginnen. Das kontrafaktische Szenario „keine Energiewende“ würde damit auf der Annahme beruhen, dass es seit 2000 weder zu einer primärenergie- noch einer stromseitigen Vergrößerung des Anteils der erneuerbaren Energien gekommen sei.“

6.3 Ausgestaltung der Referenzszenarien

Zur Einordnung und zum Vergleich der Studienergebnisse sind Kenntnisse der Ausgestaltungen und Entwicklungen in den Referenzszenarien von zentraler Bedeutung. Insgesamt zeigen die Referenzszenarien in den fünf Studien, die im Prinzip alle als Business-as-Usual-Szenarien zu verstehen sind, **ähnliche Entwicklungen bei zentralen Rahmengrößen** (sofern Angaben vorhanden), wie BIP, Bevölkerung, Technologien, Energieverbräuchen, CO₂-Preisen, Energiepreisen und THG-Emissionen (Tabelle 8). Gleichwohl verläuft die zeitliche Entwicklung teilweise auf sehr unterschiedlichen Niveaus.

Abgesehen von acatech (2017) (40 Prozent bis 2030, danach konstant) gehen die Studien in den Referenzszenarien von einer fortlaufenden Reduktion der THG-Emissionen bis 2050 aus. Die auf das gesamte THG-Inventar bezogene (umgerechnete) **Reduktion der THG-Emissionen** gegenüber 1990 beträgt in der Referenz bei Prognos et al. (2021), Prognos / BCG (2018) und dena (2018) etwas mehr als 60 Prozent; bei acatech (2017) liegt sie bei 40 Prozent und bei Fraunhofer ISE (2020) bei mindestens 31 Prozent. Das bedeutet, dass in allen Studien ein erheblicher, aber unterschiedlicher Teil der Transformation bereits im Referenzszenario stattfindet. Folglich sind die berechneten Effekte in den Zielszenarien kleiner als dies bei Annahme eines kontrafaktischen Referenzszenarios, bei dem die Energiewende bisher nicht verfolgt wird, der Fall wäre (Kasten 10).

Aufgrund der relativ niedrigeren THG-Reduktionen und der mangelnden Informationen zur Ausgestaltung der Referenz sind Szenarienergebnisse von Fraunhofer ISE (2020) und acatech (2017) nur sehr eingeschränkt mit den anderen Studienergebnissen vergleichbar.

Tabelle 8: Überblick zur Ausgestaltung der Referenzszenarien bis 2050

	Entwicklungen in den Sektoren	Energieverbrauch	Bevölkerung	Ø BIP-Wachstum	CO ₂ -Preis je Tonne	THG-Reduktion
Prognos et al. 2021	<p>Fortschreibung aktueller Trends und Technikentwicklung. Bis Ende 2017 implementierte und beschlossene politische Maßnahmen werden weitergeführt, aber nicht über den definierten Rahmen hinaus ausgeweitet oder verschärft.</p> <p>Der gesetzlich beschlossene Ausstieg aus der Atomenergie bis 2022 ist im Referenzszenario berücksichtigt.</p> <p>Stromerzeugung: Ausbau EE (70 % Nettostromerzeugung aus EE)</p> <p>Verkehr: Zunahme der Verkehrsleistung im landgebundenen Personenverkehr und im Güterverkehr; bis 2050 19 Mio. E-Pkw; Anteil batterieelektrischer Antriebe an den schweren Nutzfahrzeugen wächst auf 8 %; keine Oberleitungs-Lkw</p> <p>Haushalt: Zunahme der Anzahl an Wohnungen und der Wohnfläche (+6,5% bzw. 12,2%) sowie der energetisch sanierten Wohnfläche; zunehmende Nutzung von Fernwärme und Wärmepumpen</p> <p>Industrie: Fortschreibung des sektoralen Energieverbrauchs, geringe Änderungen industrieller Verfahren</p>	<p>↘</p> <p>2.507 Twh PEV (-33 % ggü. 2016)</p>	<p>↘</p> <p>79 Mio. Pers. (-4,6 % ggü. 2016)</p>	<p>↗</p> <p>1,0 % p.a.</p>	<p>↗</p> <p>90 Euro 2050 (800 % ggü. 2015)</p>	<p>↘</p> <p>62 % ggü. 1990</p>
Fraunhofer ISE 2020	<p>Es erfolgt keine Systemoptimierung, d.h. der aktuelle Stand des Energiesystems wird beibehalten.</p> <p>Der gesetzlich beschlossene Ausstieg aus der Atomenergie bis 2022 ist im Referenzszenario berücksichtigt.</p> <p>Investitionen erfolgen ausschließlich für den Ersatz von Anlagen, die ihre Lebensdauer erreicht haben, durch gleichartige Anlagen</p>	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	<p>↘</p> <p>mind. 31 % ggü. 1990^a</p>
Prognos / BCG 2018	<p>Fortschreibung bestehender Maßnahmen, beschlossener Rahmenbedingungen sowie absehbarer Technologieentwicklungen</p> <p>Der gesetzlich beschlossene Ausstieg aus der Atomenergie bis 2022 ist im Referenzszenario berücksichtigt.</p> <p>Energie und Umwandlung: Ausbau EE (76 % Nettostromerzeugung aus EE)</p> <p>Verkehr: Keine synthetischen Kraftstoffe, 14 Mio. E-Pkw, 8 % E-Lkw, 0 km Oberleitung</p> <p>Haushalt und GHD: Gebäudesanierungsrate 1,1 % (~KfW-85-Niveau); Wärmepumpen und Fernwärme jeweils 14% Anteil an EEV</p> <p>Industrie: 30 % bis 50 % Durchdringung bei elektrischen Verbrauchern, geringe Änderungen industrieller Verfahren</p>	<p>↘</p> <p>2.686 TWh PEV (-30% ggü. 2015)</p>	<p>↘</p> <p>77 Mio. Pers. (-5,8 % ggü. 2015)</p>	<p>↗</p> <p>1,2 % p.a.</p>	<p>↗</p> <p>45 Euro 2050 (310 % ggü. 2020)</p>	<p>↘</p> <p>61 % ggü. 1990</p>
dena 2018	<p>Progressive Fortschreibung vergangener und aktueller Politik- und Technologieentwicklungen in den jeweiligen Sektoren.</p> <p>Der gesetzlich beschlossene Ausstieg aus der Atomenergie bis 2022 ist im Referenzszenario berücksichtigt.</p> <p>Energie und Umwandlung: Ausbau EE (75 % Stromerzeugung aus EE)</p> <p>Verkehr: Fortschreibung bestehender Trends für den Fuhrpark</p> <p>Gebäude: Trendfortschreibung Sanierung und Energieeffizienz</p> <p>Industrie: Geringe Änderungen industrieller Verfahren</p>	<p>↘</p> <p>2.484 TWh PEV (-33% ggü. 2015)</p>	<p>↘</p> <p>76 Mio. Pers. (-7,4 % ggü. 2016)</p>	<p>↗</p> <p>1,0 % p.a.</p>	<p>↗</p> <p>60 Euro 2050 (650 % ggü. 2020)</p>	<p>↘</p> <p>62 % ggü. 1990</p>
acatech 2017	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	<p>↘</p> <p>40 % ggü. 1990^a</p>

Für jede Studie ist jeweils das Referenzszenario abgebildet, gegenüber dem die gesamtwirtschaftlichen Effekte berechnet werden. ^aAufgrund unterschiedlicher Bilanzräume wurde die THG-Reduktion umgerechnet, sodass sie sich für alle Szenarien auf das gesamte THG-Inventar bezieht (siehe Fußnote 58). GHD: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, PEV: Primärenergieverbrauch.

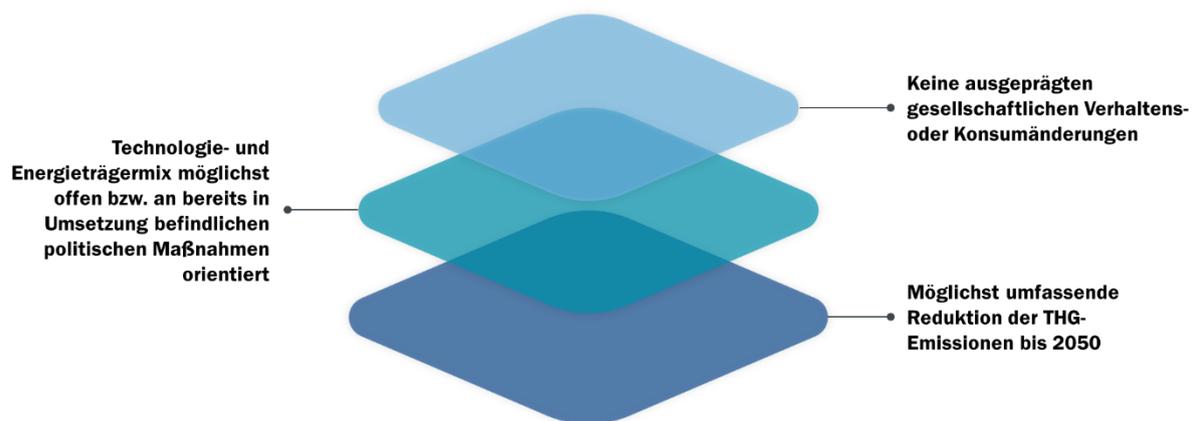
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

© Prognos 2021

6.4 Auswahl und Ausgestaltung der Zielszenarien

Für den Vergleich der gesamtwirtschaftlichen Effekte wird aus jeder Studie ein passfähiges Zielszenario nach den in Abbildung 12 aufgelisteten Kriterien ausgewählt. Die einheitlichen Auswahlkriterien sollen insbesondere gewährleisten, dass die ausgewählten Szenarien möglichst **vergleichbar** sind und sich an den **aktuellen klimapolitischen Entscheidungen** orientieren. Allerdings ist eine Vergleichbarkeit nur beschränkt erreichbar, da die Szenarien aufgrund unterschiedlicher Modelle und Annahmen sowie Tiefe nicht in allen Technologien und Entwicklungen konsistent zueinander sind.

Abbildung 12: Kriterien zur Auswahl der Zielszenarien



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos 2021

Tabelle 9 gibt einen kurzen Überblick zu den ausgewählten Zielszenarien und ihrer Ausgestaltung. Gemeinsam sind den Szenarien insbesondere folgende Aspekte:

- **Ähnliche Betrachtungszeiträume** | Die Szenarien beginnen zu ähnlichen Zeitpunkten (zwischen 2015 und 2020) und enden im Jahr 2050.
- **Steigende Stromnachfrage** | Infolge der Sektorkopplung bzw. Elektrifizierung gehen alle Szenarien von steigenden Stromverbräuchen bis 2050 gegenüber der Referenz aus. Die Effizienzgewinne bei konventionellen Anwendungszwecken und damit einhergehenden Verbrauchsreduktionen reichen also nicht aus, um die steigende Stromnachfrage neuer Verbraucher – wie E-Pkw, Strom-Wärmepumpen und Wasserelektrolysen – zu kompensieren. Sie sind jedoch notwendig, um die Verbräuche insgesamt auf einem Niveau zu halten, um einen hohen Anteil von inländisch erzeugten erneuerbaren Energien bei der Versorgung zu gewährleisten. In den herangezogenen Zielszenarien beträgt die jährliche Stromnachfrage im Jahr 2050 zwischen 626 TWh (Prognos / BCG, 2018)⁶¹ und 1.447 TWh (Fraunhofer ISE, 2020), wobei Fraunhofer ISE (2020) einen deutlichen Ausreißer nach oben darstellt, u. a. da keine wesentlichen Effizienzgewinne realisiert werden.

⁶¹ Die 626 TWh beinhalten nicht den Strom, der für die inländische PtG-Produktion benötigt wird. Dieser beträgt 22 TWh, um 13 TWh PtG herzustellen.

- **Abkehr von fossilen Energieträgern** | In allen Szenarien erfolgt ein signifikanter Ausbau erneuerbarer Energien bis 2050, sodass die energetische Nutzung fossiler Energieträger vollständig oder weitgehend zurückgedrängt wird.
- **Ambitionierte THG-Reduktionsziele** | Die auf das gesamte THG-Inventar bezogenen (umgerechneten) Reduktionsziele bis 2050 sind in allen Szenarien ambitioniert. Sie liegen zwischen 80 Prozent und 95 Prozent gegenüber 1990 und werden per Definition erreicht.
- **Ähnliche Technologien** | In alle Szenarien werden die Reduktionsziele im Wesentlichen durch den Einsatz ähnlicher Technologien erreicht (v. a. Erneuerbare-Energie-Technologien, Effizienztechnologien, Elektrifizierung, strombasierte Energieträger sowie Prozessumstellungen, in einigen Szenarien CCS). Veränderungen in Verhaltens- und Konsummustern spielen – abgesehen von der Akzeptanz der erforderlichen Technologien – nur eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 9: Überblick zu den herangezogenen Zielszenarien

	Prognos et al. 2021	Fraunhofer ISE 2020	Prognos / BCG 2018	dena 2018	acatech 2017
Name des Szenarios	Szenario Klimaschutzprogramm (KSP)	Referenz100	95%-Pfad globaler Klimaschutz (95%-Pfad)	Technologie-mix95 (TM95)	90_offen
Zeitraum	2020-2050	2020-2050	2015-2050	2018-2050	2017-2050
THG-Reduktionsziel (Veränderung gegenüber 1990)	87 %	88 % ^a	95 %	95 %	80 % ^a
Handlungsbedarf (Lücke gegenüber Referenz)	25 %-Pkt.	bis zu 69 %-Pkt.	34 %-Pkt.	33 %-Pkt.	50 %-Pkt.
Stromnachfrage (gegenüber Referenz)	Zunahme	Zunahme	Zunahme	Zunahme	Zunahme
Energieeffizienz (gegenüber Referenz)	Zunahme	keine wesentliche Veränderung	Zunahme	Zunahme	k. A.
Nutzung fossiler Energieträger (gegenüber Referenz)	Abnahme (in 2050 nur noch geringe Nutzung)	Abnahme (in 2050 nur noch geringe Nutzung)	Abnahme (in 2050 keine Nutzung mehr)	Abnahme (in 2050 keine Nutzung mehr)	Abnahme
Klasse der Hauptmaßnahmen (zur Emissionsreduktion)	Technologien	Technologien	Technologien	Technologien	Technologien
Einsatz von CCS (bis 2050)	nein	nein	in Teilen der Industrie	in Teilen der Industrie	nein
Weitere Besonderheiten	Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 berücksichtigt	-	-	-	-

^aAufgrund unterschiedlicher Bilanzräume wurde das THG-Reduktionsziel teilweise umgerechnet, sodass es sich für alle Szenarien auf das gesamte THG-Inventar bezieht (siehe Fußnote 58).

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

© Prognos 2021

Für die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen besonders relevant ist die Lücke zwischen der (nicht umgerechneten) THG-Reduktion im Referenz- und Zielszenario. Sie zeigt den **verbleibenden Handlungsbedarf** auf, der unter den angenommenen (aktuellen) Rahmenbedingungen zur Erreichung der politischen Klimaschutzziele besteht. Bei acatech (2017) Fraunhofer ISE (2020) liegen Referenz- und Zielszenario relativ weit auseinander; die Lücke beträgt 50 bzw. 69 Prozentpunkte. Bei den anderen Szenarien liegt die Lücke zwischen 25 Prozentpunkten (KSP-Szenario) und 34 Prozentpunkten (95%-Pfad). **Dies schränkt die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Fraunhofer ISE (2020) und acatech (2017) mit den anderen Studien weiter ein** (zumal Fraunhofer ISE (2020) das einzige Zielszenario entwirft, bei dem keine wesentlichen Effizienzgewinne realisiert werden).

Um die ambitionierten Reduktionsziele in den Szenarien 95%-Pfad und TM95 zu erreichen, müssen neben den obengenannten Technologien, die auf die direkte Vermeidung von Treibhausgasen abzielen, zusätzlich neue **Technologien** genutzt werden, um CO₂ an Punktquellen, bspw. bei Industrieprozessen, technisch abzuscheiden und im Untergrund zu speichern. Die Technologien zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung werden als **CCS** (Carbon Capture and Storage) bezeichnet. Sie ermöglicht mittelfristig eine vergleichsweise kostengünstige Reduktion für anderweitig nicht vermeidbare prozessbedingte Emissionen der Grundstoffindustrie. Zudem bauen Negativ-Emissionstechnologien (NET), die bilanziell negative Emissionen „erzeugen“, also der Atmosphäre CO₂ langfristig entziehen, auf CCS auf. Damit bilden sie einen wichtigen Baustein in vielen Minderungsstrategien zur Erreichung der globalen Temperaturziele des Pariser Abkommens. In Deutschland stehen dem künftigen Einsatz von CCS derzeit v. a. Akzeptanzprobleme (u. a. Bedenken hinsichtlich der Umweltverträglichkeit) entgegen. Daher wird CCS in den Szenarien 95%-Pfad und TM95 auch nur in Teilen des Industriesektors und erst spät (v. a. zur Reduktion der letzten Prozente der Emissionen) eingesetzt.

6.5 Allgemeine Annahmen der Zielszenarien

Zur Interpretation und Einordnung der Ergebnisse sind insbesondere die allgemeinen Annahmen von Bedeutung, die den Zielszenarien (implizit oder explizit) zugrunde liegen. Sie umfassen v. a. Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz, technologischen Machbarkeit und Entwicklung, internationalen Kooperation sowie der Umsetzung in Politik und Gesellschaft.

6.5.1 Annahmen zur gesellschaftlichen Akzeptanz

Da die erforderlichen Veränderungen der Transformation bis in private Sphären reichen (z. B. Wohnen, Verkehr), werden sich für unterschiedliche Personengruppen verschiedene Kostenbelastungen und -entlastungen ergeben. Zur erfolgreichen Umsetzung der Transformation wird in den Szenarien grundsätzlich angenommen, dass die erforderlichen technischen Lösungen und Infrastrukturen **akzeptiert werden**, was die Bereitschaft erfordert in neue Techniken zu investieren.

Gleichwohl bewegen sich die Szenarien oftmals an der Grenze heutiger gesellschaftlicher Akzeptanz. Daher werden gesellschaftliche **Akzeptanzprobleme und -beschränkungen** in allen Studien thematisiert und teilweise auch explizit berücksichtigt. Dies betrifft bspw. in dem Prognos / BCG (2018) Szenario eine Verzögerung des Kernenergieausstiegs, Importe von Biomasse oder die Umwidmung landwirtschaftlicher Flächen aus der Nahrungsmittel- oder Tierfutterproduktion sowie THG-Minderungen im Tierbestand oder in dem dena (2018) Szenario die Beschränkung des Einsatzes von CCS auf den Industriesektor nach 2040.

In der Fraunhofer ISE (2020) Studie werden drei separate Szenarien berechnet, die durch unterschiedlich starke Widerstände gegen den Einsatz neuer Techniken, den Ausbau großer Infrastrukturen sowie Verhaltensänderungen gekennzeichnet sind. In dem von uns hergezogenen Szenario (Referenz100) werden „keine wesentlichen weiteren, die Zielerreichung fördernden oder erschwerenden Randbedingungen vorgegeben.“

6.5.2 Annahmen zur technologischen Machbarkeit und internationalen Kooperation

Die massive Reduktion der THG-Emissionen in den Zielszenarien erfordert praktisch Nullemissionen für weite Teile der deutschen Volkswirtschaft und bewegt sich damit an der Grenze absehbarer technischer Machbarkeit. Als Voraussetzung dafür, dass die **erforderlichen Technologien rechtzeitig marktfähig und konkurrenzfähig** sind, nennen Prognos / BCG (2018) weltweit ähnlich hohe Klimaschutzambitionen. Die Erreichung der Szenarienziele wäre bei nationalen Alleingängen Deutschlands (oder auch anderer Länder) schwer vorstellbar. Insbesondere in ambitionierten Zielszenarien (z. B. 95%-Pfad, TM95) können sich die für die letzten ca. 20 Prozent Reduktion benötigten Technologien nur in größeren internationalen Märkten entwickeln und erfordern verlässliche und langfristige internationale Kooperationen (z. B. CCS, strombasierte Energieträger). Aber auch weniger innovative Technologien (z. B. Elektromobilität, energetische Gebäudesanierung) würden bei einer kleineren und langsameren Weltmarktentwicklungen die Lernkurven langsamer durchlaufen; sodass die Reduktion der letzten Prozente entweder sehr teuer bleibt oder aufgrund technischer Hürden nicht möglich ist.

6.5.3 Annahmen zu disruptiven Technologien und Entwicklungen

Bestimmten disruptiven Technologien und Entwicklungen werden gelegentlich die Fähigkeiten zugeschrieben künftig einen signifikanten Beitrag zum Klimaschutz leisten zu können. Sie werden als „**Game-Changer**“ bezeichnet, da sie bei Erreichen der Marktreife mit hoher Wahrscheinlichkeit den Technologiemix (in den klimapolitischen Szenarien) verändern und dazu führen würden, dass die Klimaschutzziele in einzelnen Sektoren oder auch insgesamt einfacher und kostengünstiger erfüllt werden könnten. Allerdings befinden sich die derzeit diskutierten „Game-Changer“ i. d. R. noch in **frühen Entwicklungsstadien** mit sehr **starken Unsicherheiten** darüber wie lange ihre Entwicklung bis zur Marktreife dauert, ob sie überhaupt einsatzfähig und akzeptiert werden, welche Potenziale tatsächlich realisierbar wären und welche Konsequenzen dies hätte. Aufgrund der hohen zeitlichen und systemischen Unbestimmtheiten haben die „Game-Changer“ einen hoch spekulativen Charakter und werden in den betrachteten **quantitativen Szenarienberechnungen nicht berücksichtigt**.⁶²

6.5.4 Annahmen zur Umsetzung der Transformation

Die Szenarienarbeiten unterstellen in der Regel eine **optimale Steuerung und Umsetzung**, d. h. die erforderlichen Investitionen werden zum richtigen Zeitpunkt angereizt und getätigt. In der Realität kann es jedoch zu Fehlsteuerungen in der Umsetzung kommen – wie die bisherigen Erfahrungen aus der laufenden Energiewende teilweise verdeutlichen. Bspw. können Technologien auf einem sehr frühen Punkt der Lernkurve angereizt werden, Technologien zeitweilig stark gefördert werden, die sich später als lock-in-gefährdet erweisen, oder Umverteilungen zusätzliche Kosten

⁶² Eine qualitative Darstellung möglicher „Game-Changer“ findet sich bspw. in Prognos / BCG (2018) sowie Prognos / vbw (2020).

verursachen.⁶³ Denkbare Beispiele wären hier eine frühzeitige Markteinführung von Wasserstoffnutzungstechnologien auf der Ebene von Konsumententechnologien (z. B. Heizungen, Pkw, elektronische Geräte), bei denen sich später Konkurrenztechnologien als überlegen oder die notwendige Infrastruktur als zu aufwändig oder zu spät realisierbar erweist. Ein „Gegenbeispiel“ in der anderen Richtung könnte eine langfristige Weiternutzung von Gasheizungen und damit verbunden die Aufrechterhaltung einer Gas-Verteilnetzinfrastuktur sein, in der Hoffnung auf spätere kostengünstige Umstellung auf synthetische oder strombasierte Gase – die dann kostengünstig nicht in den benötigten Mengen zur Verfügung stehen. Besonders kritisch sind hier Technologien, die auf kleinteilige Verteilnetzinfrastuktur „bis zur letzten Meile“ angewiesen sind.

Ebenfalls unklar sind die potenziellen „Konkurrenzen“ zwischen CCS-Anwendungen bei industriellen Prozessen und de-fossilisierten Prozessumstellungen oder Brennstoffsubstitutionen. Vordergründig dürfte die Lösung mit CCS als die kostengünstigere Variante erscheinen, längerfristig könnten sich jedoch die Speicherpotenziale oder die entsprechende Transportinfrastruktur als Engpass erweisen. Hier ist es notwendig, die jeweiligen konkurrierenden Technologieentwicklungen so lange parallel voranzutreiben, bis sich die jeweils optimalen Nutzungs- und Anwendungsfälle sowie die Einbindung ins Gesamtsystem „herausgemeldet“ haben.

6.5.5 Annahmen zu den Kosten des Klimawandels⁶⁴

Die Kosten des Klimawandels, sind in den letzten Jahren stark und schneller als linear gewachsen und verursachen signifikante volkswirtschaftliche Schäden (Kasten 11). Dennoch bleiben die (vermiedenen) **Kosten des Klimawandels** bei der Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Effekte in den Studien weitgehend **unberücksichtigt**. Dies ist v. a. darauf zurückzuführen, dass die Kosten aufgrund großer Unsicherheiten bislang nicht hinreichend quantifiziert werden konnten; zumal die Klimawandelfolgen viel stärker ein regionales Phänomen sind als der Ausstoß von Treibhausgasen, der ortsunabhängig zur globalen Erwärmung beiträgt. Durch Anpassungsmaßnahmen vor Ort können die Folgen zwar in gewissem Rahmen begrenzt werden, solche Maßnahmen sind aber in der Regel teurer als verpasste Vermeidungsoptionen.

Es ist davon auszugehen, dass in Szenarien, in denen die Emissionen so stark und so schnell abfallen, dass die globale Erwärmung unter 2 Grad C gehalten werden kann, erhebliche volkswirtschaftliche Kosten des Klimawandels vermieden werden können, die bei einer Erwärmung von über 2 Grad C zu stemmen wären. Infolge der vermiedenen Kosten des Klimawandels dürften die gesamtwirtschaftlichen Effekte des Klimaschutzes (z. B. auf BIP, Beschäftigung) in „unter 2 Grad C-Szenarien“ **stärker positiv** ausfallen als in den vorliegenden Szenarienarbeiten ausgewiesen. Zudem würden (Mehr-)Kosten der Transformation bei Saldierung mit den vermiedenen Kosten des Klimawandels geringer ausfallen als in den Arbeiten ausgewiesen. Ein „weiter so“ ist also allein schon wegen der dadurch steigenden Kosten des Klimawandels wirtschaftlich keine sinnvolle Option.⁶⁵

Neben den vermiedenen Klimaschäden bleiben auch weitere mögliche Vorteile der Transformation in den Studien i. d. R. unberücksichtigt, die sich etwa aus geringeren Schadstoffemissionen oder einer höheren Innovationsdynamiken ergeben könnten.

⁶³ Prognos / BCG, 2018

⁶⁴ Für eine ausführlichere Diskussion und Darstellung der Kosten des Klimawandels siehe z. B. Prognos / vbw (2020).

⁶⁵ Bspw. Chen et al., 2020



Kasten 11: Kosten des Klimawandels

Der anthropogene Klimawandel zeigt mittlerweile deutliche Auswirkungen auch in bislang gemäßigten Klimazonen, darunter Deutschland. Wetterextreme wie Hitzesommer, Dürren, Waldbrände, starke Stürme, Starkregenereignisse, Überschwemmungen, die noch im letzten Jahrhundert vergleichsweise selten vorkamen, treten mittlerweile in hoher Häufung auf. Daraus resultieren signifikante **Risiken, Schäden und Anpassungserfordernisse**, die als Kosten des Klimawandels bezeichnet werden können. Sie umfassen u. a. Gefahren für die menschliche Gesundheit (z. B. infolge von Hitzeperioden), Schäden an Gebäuden (z. B. infolge von Extremwettern), Störungen in Lieferketten (z. B. infolge der eingeschränkten Nutzbarkeit von Wasserwegen bei Niedrigwasser) sowie die Beeinträchtigung von industrieller Produktivität (z. B. infolge von Schäden an Infrastrukturen), landwirtschaftlicher Produktivität (z. B. infolge von Dürren) und von Ökosystemdienstleistungen (z. B. infolge des Rückgangs der Bestäubungsraten).

Schätzungen zu den Kosten des Klimawandels beruhen im Wesentlichen auf Annahmen über bestimmte Wahrscheinlichkeiten und stellen keine Kausalitäten dar. Gleichwohl zeigen sie auf globaler Ebene, dass die Kosten mit zunehmender Erwärmung steigen und die globale Erwärmung (bis 2100) möglichst in einem voraussichtlich **beherrschbaren Temperaturbereich von unter 2 Grad C, besser unter 1,5 Grad C** gehalten werden sollte.⁶⁶

6.6 Grundsätzliche Wirkungszusammenhänge

Die hier vorgestellten Analysen zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Mehrinvestitionen basieren auf den **Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen** (VGR). Die VGR erlaubt eine differenzierte Betrachtung einzelner Sektoren und Branchen. Zur Darstellung der Konsequenzen für einzelne Unternehmen ist sie aber nicht geeignet. Aus Sicht einzelner Unternehmen können die politischen Klimaschutzziele bspw. mit einer Herabstufung ihrer Kreditwürdigkeit sowie mit Mehrkosten und einer Verschlechterung ihrer preislichen Wettbewerbsfähigkeit, die zu Marktanteilsverlusten oder einer niedrigeren Rentabilität führt, verbunden sein.

In der VGR landen alle Ausgaben, also auch die (Mehr-)Investitionen, als Umsatz bei Unternehmen. Damit sind **Mehrinvestitionen unmittelbar nachfragewirksam** und erhöhen für sich genommen das Bruttoinlandsprodukt. Für den Nachfrage- bzw. BIP-Effekt ist es irrelevant, für welche konkrete Maßnahme die Investitionen verwendet werden. Die letztendliche Wirkung auf Nachfrage und BIP hängt zusätzlich von den mittelbaren Multiplikator- und Verdrängungseffekten ab. Abbildung 13 gibt einen Überblick zu zentralen gesamtwirtschaftliche Wirkungskanälen der Transformation.

Der **Multiplikatoreffekt** gibt an, wie stark die Auswirkungen zusätzlicher Ausgaben bzw. Investitionen auf die Gesamtnachfrage ist. Die empirische Literatur⁶⁷ deutet darauf hin, dass der

⁶⁶ Bspw. Tol et al., 2018; Chen et al., 2020

⁶⁷ z. B. Metastudie von Gechert / Rannenberg, 2018

Multiplikatoreffekt für Investitionen - zumindest im Abschwung und wirtschaftlich normalen Zeiten – größer als der ursprüngliche Impuls ist, d. h. die Investitionen ziehen weitere Konsum- und Investitionsausgaben nach sich, wodurch das BIP über den direkten Nachfrageimpuls hinaus steigt

Der **Verdrängungseffekt** (Crowding-Out) gibt an, inwiefern die Mehrinvestitionen anderweitig geplante Ausgaben (Investitionen oder Konsum) reduzieren.⁶⁸ Infolge dieses Effekts würden die positiven Auswirkungen der Mehrinvestitionen auf das BIP geschmälert. Die empirische Relevanz dieses theoretisch denkbaren Effektes ist in modernen Volkswirtschaften als eher gering einzuschätzen, sofern die Investitionsimpulse von den ökonomischen Akteuren antizipiert werden können und die kurzfristig gegebenen Produktionskapazitäten der Investitionsgüterindustrie nicht überfordern (Kasten 12).⁶⁹

Neben ihrem Effekt auf die Nachfrage können die Mehrinvestitionen – je nach ihrer Kapitalproduktivität – den für die Produktion verfügbaren **Kapitalstock** erweitern (langfristiger Kapazitätseffekt). Allerdings trägt ein Teil der erforderlichen Mehrinvestitionen nicht zum eigentlichen Produktionsprozess bei (z. B. Wärmedämmung von Fabrikgebäuden oder CCS-Anlagen). Daher wird in den Studien die konservative Annahme getroffen, dass von den Mehrinvestitionen keine unmittelbaren kapazitätsfördernden Effekte ausgehen. Indirekt können die Mehrinvestitionen dennoch positiv auf die gesamtwirtschaftlichen Produktionskapazitäten wirken, weil der Nachfrageeffekt die Auslastung primär in der Investitionsgüterindustrie erhöht und diese hierauf mit einer Ausweitung ihrer „produktiven“ Investitionen reagiert. Eine Lockerung dieser konservativen Annahme würde die positiven Effekte der Mehrinvestitionen auf das BIP weiter verstärken.

⁶⁸ In einem engeren Verständnis bezeichnet Crowding-Out nur die Verdrängung privater Nachfrage durch staatliche Nachfrage. In dem hier verwendeten Verständnis geht es primär um einen Verdrängungseffekt innerhalb des privaten bzw. innerhalb des öffentlichen Sektors.

⁶⁹ Die ökonomischen Folgeeffekte der Transformation bei Crowding-Out werden bspw. von Prognos / BCG (2018) im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse untersucht. Sie zeigen für das 80%-Szenario (nationaler Alleingang), dass der BIP-Effekt gegenüber der Referenz auch bei Annahme vollständigen Crowding-Outs weiterhin leicht positiv ist; er liegt aber niedriger als im Szenario ohne Crowding-Out.

Abbildung 13: Schematische Darstellung der Wirkungskanäle der Transformation auf die Volkswirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an GWS / Prognos, 2018

© Prognos 2021

Zusätzlich zum Verdrängungseffekt kann die Transformation weitere **negative Impulse** auslösen, die den positiven BIP-Effekt hemmen:

- Der **Anstieg der Abschreibungen** in den Jahren nach einer Investition kann sich in höheren Güterpreisen niederschlagen und so das Wirtschaftswachstum dämpfen.
- Der **Anstieg der Kapitalkosten** bei den Unternehmen infolge der Mehrinvestitionen kann die Produktionskosten erhöhen, sofern Minderausgaben an anderer Stelle (z. B. Energiekosten) nicht kompensierend wirken. Höhere Produktionskosten dämpfen die (internationale) preisliche Wettbewerbsfähigkeit und folglich die Exporte und das BIP, falls nicht international abgestimmt vorgegangen wird.
- Der **Anstieg der Kreditkosten** bei privaten Haushalten infolge der Mehrinvestitionen kann den privaten Konsum damit das BIP dämpfen.
- Der **Anstieg der Energiepreise** infolge der Transformation (u. a. höhere CO₂-Preise, Netzausbau, Import teurer PtX-Produkte) kann die realen Konsumausgaben der privaten Haushalte belasten und die internationale preisliche Wettbewerbsfähigkeit dämpfen (weniger Exporte, v. a. in stromintensiven Branchen). Beides wirkt sich negativ auf das BIP aus.
- Der **Anstieg der Importquote** infolge der Transformation (z. B. durch die vermehrte Nutzung von PtX-Produkten) hätte negative Auswirkungen auf das BIP. Allerdings ist davon

auszugehen, dass zumindest die Importe von fossilen Energieträgern durch die Transformation deutlich niedriger ausfallen, was einem möglichen Anstieg der Importquote entgegenwirkt. Zudem ist die deutsche Wirtschaft grundsätzlich in der Lage, die meisten der erforderlichen Anlagen (im Inland) selbst herzustellen, sodass sich hieraus kein Anstieg der Importquote ableiten lassen dürfte.



Kasten 12: Crowding-Out

Crowding-Out kann mittels einer unterstellten Knappheit realer oder monetärer Ressourcen begründet werden. Hinsichtlich der ersten Argumentationslinie wird unterstellt, dass die **Produktionskapazitäten** der Volkswirtschaft (genauer: der Investitionsgüterindustrie) über die Konjunkturzyklen hinweg bereits so stark ausgelastet sind, dass die Mehrinvestitionen mit Minderinvestitionen (oder einem Konsumverzicht) andernorts einhergehen müssen. Dieses Argument ist jedoch für moderne Volkswirtschaften empirisch weitgehend unzutreffend. So liegt die industrielle Kapazitätsauslastung trendmäßig zwischen 75 und 85 Prozent. Ein langsames Hochfahren der klimaschutzpolitisch induzierte Mehrinvestitionen sollte also unter den gegebenen Produktionskapazitäten möglich sein; zumal diese im Zeitverlauf an die höhere Nachfrage angepasst werden können. Mögliche Kapazitätsengpässe in einzelnen Branchen sind aber nicht ausgeschlossen. So war bspw. die Auslastung in der Bauwirtschaft in den letzten Jahren besonders hoch und hat die höchsten Werte seit der Wiedervereinigung erreicht.⁷⁰ Eine Kapazitätsausweitung wurde durch den Arbeitskräftemangel gehemmt.⁷¹ Zudem können Vorschriften und Regulierungen sowie mangelnde personelle Ressourcen in der Verwaltung (z. B. Genehmigungsbehörden) eine Ausweitung der Investitionstätigkeit verzögern oder verhindern. Verzögerte kommunale Verfahren dürften vor dem Hintergrund der aktuellen Corona-Krise zumindest in der kurzen Frist an Relevanz gewinnen.

Die **verfügbaren Finanzierungsmittel** für eine Investition sind in modernen Volkswirtschaften prinzipiell nicht limitiert. Wird die Investition aus dem Eigenkapital eines Unternehmens finanziert, so erfolgt lediglich ein Aktivtausch in seiner Kapitalbilanz (liquide Vermögenstitel werden für illiquide Vermögenstitel eingetauscht). Bei einer Finanzierung über Fremdkapital etwa mittels einer Kreditvergabe durch eine Geschäftsbank kann letztere durch eine Bilanzverlängerung den entsprechenden Kredit schöpfen – unabhängig von der Höhe der bei ihr deponierten Einlagen. Vorstellungen wie die, es gäbe einen fixen Topf verleihbarer Mittel („loanable funds“) oder Banken seien lediglich Intermediäre, welche die Ersparnisse privater Haushalte an Kreditnachfrager weiterreichen, sind bezogen auf das moderne Geldsystem unzutreffend.⁷² Eine mögliche Einschränkung in der Praxis ist, dass eine vermehrte Fremdkapitalnachfrage die Bonität des Debitors verschlechtern kann und damit auch die Kreditkonditionen. Unter Umständen würden sich betriebliche (ökonomisch motivierte) Investitionen nicht mehr lohnen und folglich unterlassen werden. Dieses Problem wird im Wesentlichen Unternehmen treffen, die ohnehin finanzschwach sind, bereits relativ stark von Fremdkapital abhängen und / oder deren Geschäftsmodell angesichts der Transformation in Frage gezogen wird. Der letzte Punkt könnte insbesondere Unternehmen betreffen, deren Produkte in der

⁷⁰ BBSR, 2020

⁷¹ Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 2019

⁷² Bundesbank, 2017

Erzeugung oder Verwendung CO₂- bzw. energieintensiv, also Unternehmen, die einen hohen Anteil an **gestrandeten Vermögenswerten** (*stranded assets*) aufweisen.⁷³

Insgesamt kann festgehalten werden, dass der Crowding-Out-Effekt auf Vorstellungen beruht, welche für moderne Volkswirtschaften in prinzipieller Hinsicht unzutreffend sind. Dennoch ist in der Praxis davon auszugehen, dass Crowding-Out-Effekte umso relevanter werden, je unvorhersehbarer, volatiler und voluminöser die klimapolitisch induzierten Mehrinvestitionen ausfallen und insbesondere solche Branchen betreffen, die zu den Verlierern des Strukturwandels gehören.

⁷³ Als gestrandet werden Vermögenswerte bezeichnet, die infolge politischer Klimaschutzmaßnahmen (z. B. Einführung eines CO₂-Preises, Abschaltung von Kohlekraftwerken) vor Ende ihrer wirtschaftlichen Nutzungsdauer deutlich an Wert verlieren.

7 Effekte der Transformation auf Investitionen und Kosten

Die Transformation einer Volkswirtschaft hin zur Klimaneutralität ist mit erheblichen Investitionen und Kosten für klimaschonende Technologien, Verfahren, Anlagen, Infrastruktur und Produkte, die von Unternehmen, Privatpersonen und dem Staat zu tragen sind, verbunden. Das Kapitel gibt auf Basis bestehender Studien einen Überblick zu erforderlichen Mehrinvestitionen und Kosten bis 2050 in Deutschland. Tabelle 10 fasst die wesentlichen Ergebnisse zusammen.

Tabelle 10: Überblick zu den betrachteten Szenarien und zentralen Ergebnisgrößen der Transformation
Mehrinvestitionen und -kosten als Abweichungen in 2050 gegenüber der Referenz

	Prognos et al. 2021	Fraunhofer ISE 2020	Prognos / BCG 2018	dena 2018	acatech 2017
Zielszenario	KSP	Referenz100	95%-Pfad	TM95	90_offen
THG-Reduktionsziel (gegenüber 1990)	87 %	88 % ^a	95 %	95 %	80 % ^a
Reduktionsbedarf (Lücke ggü. Referenz)	25 %-Pkt.	bis zu 69 %-Pkt.	34 %-Pkt.	33 %-Pkt.	50 %-Pkt.
Zeitraum	2020-2050	2020-2050	2015-2050	2018-2050	2017-2050
Mehrinvestitionen pro Jahr, Durchschnitt (ggü. Referenz)	45 Mrd. Euro	58 Mrd. Euro	51 Mrd. Euro	43 Mrd. Euro	82 Mrd. Euro ^c
Mehrkosten pro Jahr, Durchschnitt (ggü. Referenz)	k. A.	70 Mrd. Euro	41 bis 11 Mrd. Euro ^b	52 Mrd. Euro	102 Mrd. Euro

Reale Werte auf Basis des Jahres 2015 (Prognos / BCG), 2016 (Prognos et al.), 2017 (dena); keine Angabe hierzu bei acatech und Fraunhofer ISE. ^aAufgrund unterschiedlicher Bilanzräume wurde das THG-Reduktionsziel teilweise umgerechnet, sodass sie sich für alle Szenarien auf das gesamte THG-Inventar bezieht (siehe Fußnote 58). ^bDie Bandbreite resultiert aus verschiedenen Betrachtungsweisen (v. a. hinsichtlich der Preise fossiler Energieträger), deren Hintergründe in Kapitel 7.3 erläutert werden. ^cDie Investitionen im Referenzszenario wurden aus dem Szenario 90_offen händisch herausgerechnet. Da im Referenzszenario lediglich die Gesamtkosten angegeben sind, wurde vereinfachend angenommen, dass der Anteil der Investitionen an den Gesamtkosten im Referenzszenario dem Anteil im Szenario im 60_offen entspricht (im Referenzszenario und in 60_offen ist das Volumen der Gesamtkosten mit 125 Mrd. Euro und 134 Mrd. Euro pro Jahr ähnlich).

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

© Prognos 2021

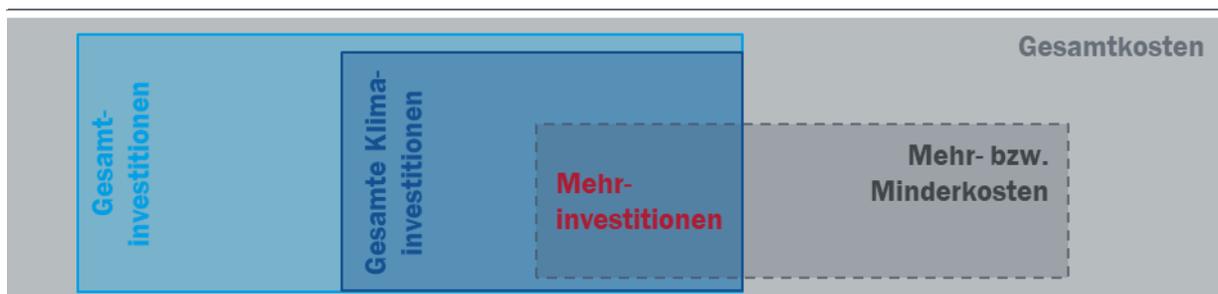
7.1 Unterscheidung zwischen Kosten- und Investitionsaggregaten

Zur Erfüllung der THG-Reduktionsziele sind erhebliche Investitionen erforderlich. Diese werden in den vorliegenden Studien als **Differenzinvestitionen bzw. Mehrinvestitionen** gegenüber der jeweiligen Referenz ausgewiesen. Die Mehrinvestitionen sind insbesondere für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen und die Ausgestaltung von Anreizsystemen entscheidend. Sie bilden aber nur eine Teilmenge der Gesamtinvestitionen und insbesondere auch **nur eine Teilmenge der gesamten Klimaschutzinvestitionen** ab (Abbildung 14): Sie umfassen die klimapolitisch induzierten zusätzlichen Investitionen, die über die in der Referenz ohnehin getätigten Investitionen hinausgehen (z. B. die Differenzkosten zwischen einer ungedämmten und einer gedämmten Fassade einer Fabrik). Die Referenz umfasst dabei sowohl nicht klimaschutzbezogene „ohnehin“-Investition als auch bestimmte klimaschutzbezogene „ohnehin“-Investition (z. B. wird i. d. R. angenommen, dass ein Teil der erforderlichen Investitionen in EE-Anlagen bereits in der Referenz getätigt wird; dieser Anteil wird nicht von den Mehrinvestitionen erfasst).

Für die Transformation müssen nicht nur die Mehrinvestitionen finanziert werden, sondern die **gesamten Klimaschutzinvestitionen**; also die Mehrinvestitionen zuzüglich der bereits in der Referenz getätigten klimaschutzbezogenen „ohnehin“-Investition. Sie bilden praktisch alles ab, was via Green Finance bzw. Climate Finance finanzierbar wäre und werden in Kapitel 11.2 näherungsweise bestimmt.

Neben den Investitionen werden in den vorliegenden Studien teilweise auch die **Mehrkosten** berechnet. Analog zu den Mehrinvestitionen bilden die Mehrkosten nur eine Teilmenge der Gesamtkosten ab und umfassen die zusätzlichen (Netto-)Kosten, die über die in der Referenz ohnehin anfallenden Kosten hinaus gehen (z. B. die Differenzkosten zwischen einer ungedämmten und einer gedämmten Fassade einer Fabrik) und nicht durch Minderkosten kompensiert werden. Sie setzen sich im Wesentlichen aus den Mehrinvestitionen, die in der Regel über die Lebensdauer der jeweiligen Anlagen annualisiert werden, sowie aus den Mehr-Betriebskosten, die sich v. a. aus Aufwendungen für Energieträger sowie für Betrieb, Instandhaltung und Wartung der Anlagen, zusammen.⁷⁴ Dabei werden Minderkosten, die bspw. durch eingesparte Energiekosten infolge von Effizienzgewinnen oder von günstigeren bzw. vermiedenen Brennstoffen (z. B. reduzierter Gasverbrauch bei Ersatz des Gaskessels) entstehen, abgezogen. Infolge der Nettobetrachtung können die Mehrkosten u. U. unter den Wert der Mehrinvestitionen fallen.

Abbildung 14: Schematische Darstellung der unterschiedlichen Kosten- und Investitionsaggregate



Verhältnis der Größe der Rechtecke ist nicht interpretierbar.

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos 2021

⁷⁴ Bspw. kann der stärkere Ausbau von Windkraftanlagen die Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten erhöhen.

7.2 Erforderliche Mehrinvestitionen

Die Mehrinvestitionen müssen zusätzlich zu den Investitionen, die ohnehin bereits im Bereich Klimaschutz und in anderen Bereichen in der Referenz getätigt werden, aufgebracht werden. In den oben aufgeführten Zielszenarien betragen die kumulierten Mehrinvestitionen bis 2050 gegenüber dem Referenzszenario zwischen 1.370 Mrd. Euro und 2.700 Mrd. Euro. Im Durchschnitt betragen die **jährlichen Mehrinvestitionen** gegenüber dem Referenzszenario zwischen **43 Mrd. Euro und 82 Mrd. Euro** (Abbildung 15). Allerdings verteilen sich die Investitionen nicht gleichmäßig auf den Zeitraum bis 2050. Vielmehr ist **anfangs mit geringeren Investitionen** (z. B. für den Ausbau erneuerbarer Energien) und später mit kostenintensiveren Investitionen (z. B. Anlagen zur Herstellung strombasierter Energieträger und für CCS) zu rechnen. Werden die Reduktionsziele in 2050 erreicht, ist davon auszugehen, dass im Wesentlichen nur noch in die Instandhaltung der Anlagen und Systeme investiert werden muss.

Prognos / BCG (2018) weisen zusätzlich die Mehrinvestitionen zuzüglich der bereits in der Referenz getätigten nicht-wirtschaftlichen Klimaschutzinvestitionen aus. Diese beinhalten eine Abschätzung von Mehrinvestitionen, die mit starken Politikinstrumenten angereizt wurden, insbesondere Anlagen zur Stromerzeugung auf erneuerbaren Energien sowie in Teilen energetische Gebäudesanierung auf hohem energetischem Standard. Diese in der Referenzentwicklung enthaltenen Mehrkosten sind allerdings eher grobe Abschätzungen und basieren nicht auf detaillierten Bottom-up-Modellierungen. Die so definierten Mehrinvestitionen betragen im Durchschnitt etwa 70 Mrd. Euro pro Jahr.

Zu **ähnlichen Ergebnissen** kommen auch GWS / Prognos (2018), die die Mehrinvestitionen bis 2050 gegenüber einem kontrafaktischen Szenario, bei dem ab dem Jahr 2000 der Pfad der Energiewende nicht verfolgt wird, mit 2.152 Mrd. Euro kumuliert bzw. 40 Mrd. Euro pro Jahr beziffern (reale Preise 2014) (Kasten 10). Zu deutlich höheren Mehrinvestitionen (5.760 Mrd. Euro kumuliert bis 2050 bzw. 192 Mrd. Euro pro Jahr) kommt das Forschungszentrum Jülich (2019) für eine 95-prozentige Treibhausgasemissionsreduktion gegenüber 1990 (95%-Szenario). Die höheren Investitionsaufwendungen sind u. a. darauf zurückzuführen, dass das Forschungszentrum Jülich (2019) kein Referenzszenario berechnet, sondern die Mehrinvestitionen gegenüber dem Stand „heute“ ausweist.

Ein Vergleich der jährlichen Mehrinvestitionen, die für die Transformation erforderlich sind, mit relevanten Bezugsgrößen zeigt, dass die Größenordnung der Beträge nicht gering, aber finanziell durchführbar ist. Bspw. entsprechen 50 Mrd. Euro weniger als **7 Prozent der jährlichen Bruttoinvestitionen** Deutschlands bzw. rund 1,4 Prozent des deutschen BIPs 2019 – die notwendigen Transformationsinvestitionen streuen jedoch stark zwischen den Branchen. Die finanzielle Belastung kann in einigen Branchen und insbesondere Unternehmen deutlich überproportional sein. Das betrifft insbesondere solche Branchen und Unternehmen, die direkt mineralische, metallische oder chemische Rohstoffe verarbeiten. Begünstigt werden die Investitionsbedarfe durch die aktuelle Niedrigzinsphase. Wie lange diese Niedrigzinssituation anhält, ist zwar offen, häufig wird aber angenommen, dass eine „Normalisierung“ der Zinssituation noch länger dauern wird. Dennoch müssen schnell Rahmenbedingungen geschaffen werden, die Anreize schaffen, die notwendigen Mehrinvestitionen zu tätigen.

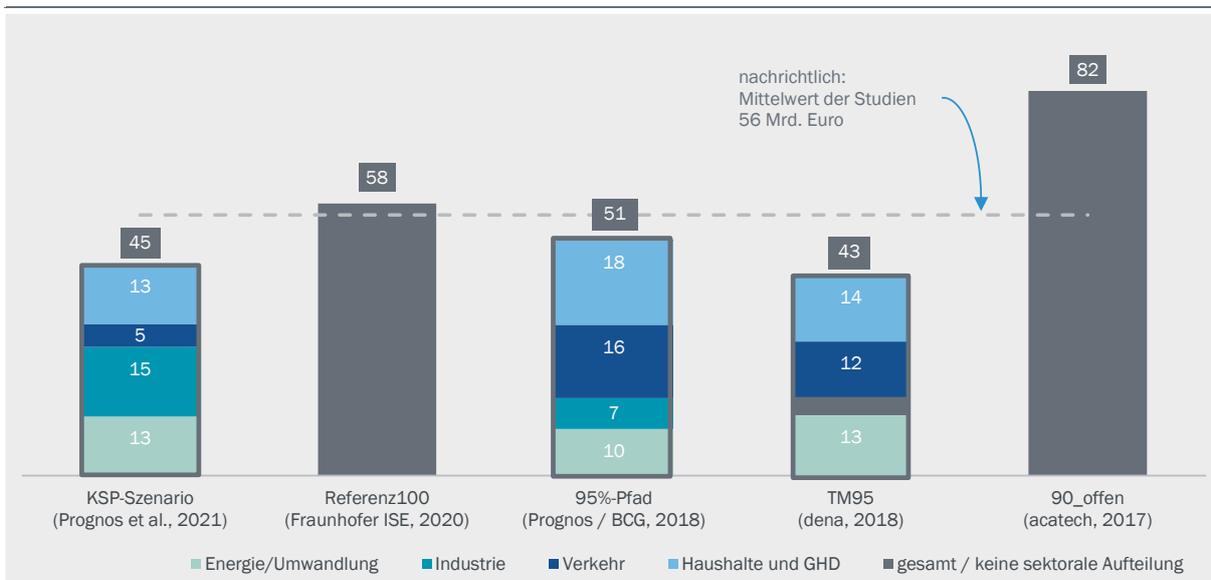
Insgesamt dürfte der Investitionsbedarf etwas höher liegen als in den hier betrachteten Szenarien, da diese **keine Klimaneutralität bis 2045/2050** erreichen. Gleichwohl gehen Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut (2020) in ihrem aktuellen Klimaneutralitäts-Szenario für Deutschland (Kasten 8) davon aus, dass die Mehrinvestitionen im 95%-Pfad angesichts der konservativen Annahmen zum technologischen Fortschritt tendenziell zu hoch geschätzt sein dürften.

Neben den gesamtwirtschaftlichen Mehrinvestitionsbedarfen quantifizieren Prognos et al. (2021), Prognos / BCG (2018) und dena (2018) auch die **Verteilung der Investitionen auf die Sektoren**. Alle drei Studien zeigen, dass die Mehrinvestitionen in den Nachfragesektoren (Industrie, Verkehr, Haushalte und GHD) bis 2050 deutlich höher ausfallen als im Energiesektor. Der Anteil der Nachfragesektoren variiert jedoch zwischen den Studien, was v. a. auf unterschiedliche Annahmen bzgl. den Referenzentwicklungen sowie des erforderlichen Technologieeinsatzes und der damit verbundenen Kosten zurückzuführen ist. Dies betrifft u. a. im Verkehrssektor die Entwicklung des Bestands und der Kosten für Elektrofahrzeuge gegenüber traditionellen Verbrennern sowie im Industriesektor die zugrunde gelegten Prozessumstellungen (Kasten 13).

Eine weitergehende Differenzierung der Investitionsbedarfe nach Sektoren, Branchen und Akteursgruppen erfolgt in Kapitel 11 (Abschnitt III).

Abbildung 15: Jährliche Mehrinvestitionen der Transformation

Durchschnittliche jährliche Abweichung gegenüber der Referenz bis 2050 in Mrd. Euro



Reale Werte auf Basis des Jahres 2015 (Prognos / BCG), 2016 (Prognos et al.), 2017 (dena); keine Angabe hierzu bei acatech und Fraunhofer ISE. Bei dena umfasst Energie auch die separat ausgewiesenen Infrastrukturkosten mit 272 Mrd. Euro, die hauptsächlich mit den Stromnetzen in Verbindung stehen. Haushalt und GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) beziehen sich in der dena-Studie nur auf Gebäude und die Kapitalkosten für Industrieanlagen werden nicht quantifiziert. Bei acatech wurden die Investitionen im Referenzszenario aus dem Szenario 90_offen händisch herausgerechnet. Da im Referenzszenario lediglich die Gesamtkosten angegeben sind, wurde vereinfachend angenommen, dass der Anteil der Investitionen an den Gesamtkosten im Referenzszenario dem Anteil im Szenario im 60_offen entspricht (im Referenzszenario und in 60_offen ist das Volumen der Gesamtkosten mit 125 Mrd. Euro und 134 Mrd. Euro pro Jahr ähnlich).

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

© Prognos 2021



Kasten 13: Annahmen zum Industrie- und Verkehrssektor in Prognos / BCG (2018) und Prognos et al. (2021)

Die Unterschiede in den sektoralen Mehrinvestitionen zwischen den Studien sind v. a. auf unterschiedliche Annahmen zur Referenzentwicklungen und zum erforderlichen Technologieeinsatz zurückzuführen. Zudem unterscheiden sich u. a. die unterstellten Energieträger-Preispfade, Mengentreiber und Ambitionsniveaus.

Im **Verkehrssektor** beträgt bspw. der Anteil an Pkw mit Elektroantrieb am Bestand im Jahr 2050 in der Referenz bei Prognos / BCG (2018) etwa 33 Prozent, während er bei Prognos et al. (2021) bereits rund 44 Prozent beträgt. Dies spiegelt sich im Mehrinvestitionsbedarf, der zur Zielrichtung erforderlich ist, wider. In den Jahren zwischen der Erstellung der Studie Prognos / BCG (2018) und Prognos et al. (2021) haben sich die Kosten und Einschätzungen der Kostenentwicklungen von Batterien und Elektrofahrzeugen dramatisch verändert. Die Lernkurven insbesondere der Batterien haben sich beschleunigt (die spezifischen Kosten sind bereits heute unter denjenigen, die damals für 2030 angenommen wurden), sodass die Kosten für die Umsetzung der Elektromobilität trotz schnelleren Flottenhochlaufs geringer sind. Gegen Ende des Betrachtungszeitraums wird erwartet, dass Elektro-Pkw kostengünstiger sind als Verbrenner, u. a. aufgrund des wegfallenden Aufwands z. B. im Antriebsstrang. Zudem wurde im Bereich des Straßengüterverkehrs bei Prognos / BCG (2018) ein gegenüber Prognos et al. (2021) deutlich ambitionierterer Ausbau der Oberleitungsinfrastruktur angenommen (ca. 8.000 km gegenüber 4.000 km).

Ähnlich sieht es in der **Industrie** aus: Hier gehen Prognos / BCG (2018) davon aus, dass sich die THG-Emissionen bis 2050 in der Referenz um rund 22 Prozent reduzieren. In Prognos et al. (2021) liegt die Reduktion in der Referenz hingegen bei etwa 32 Prozent. Im Übrigen weisen Prognos et al. (2021) im Zielszenario bis 2030 Mehrinvestitionen in der Industrie im Umfang von rund 5 Mrd. Euro aus. Nach 2030 steigen Investitionen deutlich an und liegen zwischen 2030 und 2040 bereits bei rund 20 Mrd. Euro. Dieser Anstieg beruht im Wesentlichen darauf, dass Prognos et al. (2021) neben mehr Effizienz insbesondere auch sehr grundlegende Prozessumstellungen (v. a. bei Stahl, Chemie und bedingt auch Zement) sowie den Einsatz von PtX annehmen. Bei Prognos / BCG (2018) wurde hingegen v. a. die Nutzung von CCS unterstellt, das mit weniger Investitionen verbunden ist.

7.3 Mehrkosten der Transformation

Die Mehrkosten der Transformation werden von vier der fünf betrachteten Studien berechnet. Sie entsprechen dem Saldo aus Mehraufwendungen und **Minderkosten bzw. Ersparnissen**, die v. a. aus Effizienzgewinnen und der Reduktion der Importe fossiler Brennstoffe wie Öl und Kohle resultieren. Die **Mehrkosten** umfassen insbesondere die Investitionsausgaben sowie Aufwendungen für Herstellung und Import von PtX-Produkten. Die Investitionsausgaben werden dabei mit Hilfe kalkulatorischer Zinssätze⁷⁵ annualisiert, d. h. gleichmäßig über die Lebensdauer verteilt. Das hat zur Folge, dass Investitionen, die bis zum Ende des Betrachtungszeitraums in 2050 ihre Lebensdauer noch nicht erreicht haben, in der Regel nur anteilig in den Kosten berücksichtigt werden.

Die kumulierten Mehrkosten bis 2050 liegen in den ausgewählten Szenarien zwischen 380 Mrd. und etwa 3.300 Mrd. Euro bzw. zwischen **11 Mrd. und 102 Mrd. Euro im Durchschnitt pro Jahr** (Abbildung 16). Analog zu den Investitionen verteilen sich die Kosten allerdings nicht gleichmäßig auf den Zeitraum bis 2050. Vielmehr ist **anfangs mit geringeren Kosten** und später infolge kostenintensiverer Maßnahmen mit höheren jährlichen Kosten zu rechnen. So fallen bspw. die (hohen) Kosten für PtX-Produkte und CCS aufgrund notwendiger Forschungsfortschritte sowie dem Aufbau entsprechender Produktionskapazitäten v. a. in der zweiten Hälfte des Zeitraumes bis 2050 an. Im 95%-Pfad steigen die jährlichen direkten Mehrkosten von 12 Mrd. Euro in 2030 auf 69 Mrd. Euro in 2050.

Insgesamt ist die **Bandbreite der Mehrkosten** in den Szenarien im Vergleich zu den Mehrinvestitionen relativ groß. Dies dürfte v. a. auf **Unterschiede bei den Aufwendungen für Mehrinvestitionen**, die in allen Szenarien einen Großteil der gesamten Mehrkosten ausmachen, zurückzuführen sein. Zudem unterscheiden sich der **Umfang der in den Studien erfassten Kosten und Einsparungen**. Bspw. umfassen acatech (2017) und Fraunhofer ISE (2020) nur die Kosten des Energiesystems und lassen Minderkosten (u. a. infolge von Effizienzgewinnen) teilweise außer Acht. Prognos / BCG (2018) betrachteten hingegen das gesamte THG-Inventar sowie umfangreiche Einsparungen an Energiekosten durch den Wechsel auf günstigere Energieträger.⁷⁶ Der umfangreiche Einbezug der Einsparungen im 95%-Pfad hat zur Folge, dass die Mehrkosten der Transformation (11 bis 41 Mrd. Euro pro Jahr) geringer sind als die Mehrinvestitionen (51 Mrd. Euro pro Jahr). Im Gegensatz dazu sind die Mehrkosten in den anderen Studien höher als die Investitionen, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass Einsparungen nicht bzw. nichtvollumfänglich berücksichtigt werden.

Prognos / BCG (2018) zeigen anhand des 95%-Pfads explizit auf, welche Kostenunterschiede **verschiedene Betrachtungsweisen und Bezüge** implizieren: Wird nur die Wirkung der geringeren Verbräuche mit den Preisen für vor allem fossile Energieträger „innerhalb des Zielszenarios“ bewertet, betragen die direkten Mehrkosten bis 2050 rund 41 Mrd. Euro pro Jahr. Eine volkswirtschaftlich korrekte Betrachtungsweise vergleicht aber nicht nur die Verbräuche an Energieträgern, sondern auch die Energieträgerpreise zwischen den Szenarien. Im Referenzszenario sind die Preise für fossile Energieträger höher als im Zielszenario, da weltweit mehr fossile Energieträger nachgefragt werden. Bei einer vollständigen Betrachtungsweise, die diesen Energiepreisunterschied zwischen den Szenarien einbezieht, sinken die Mehrkosten auf durchschnittlich 11 Mrd. Euro pro Jahr, da infolge der niedrigeren Kosten für fossile Energieträger entsprechende zusätzliche Einsparungen (gegenüber der Referenz) entstehen.

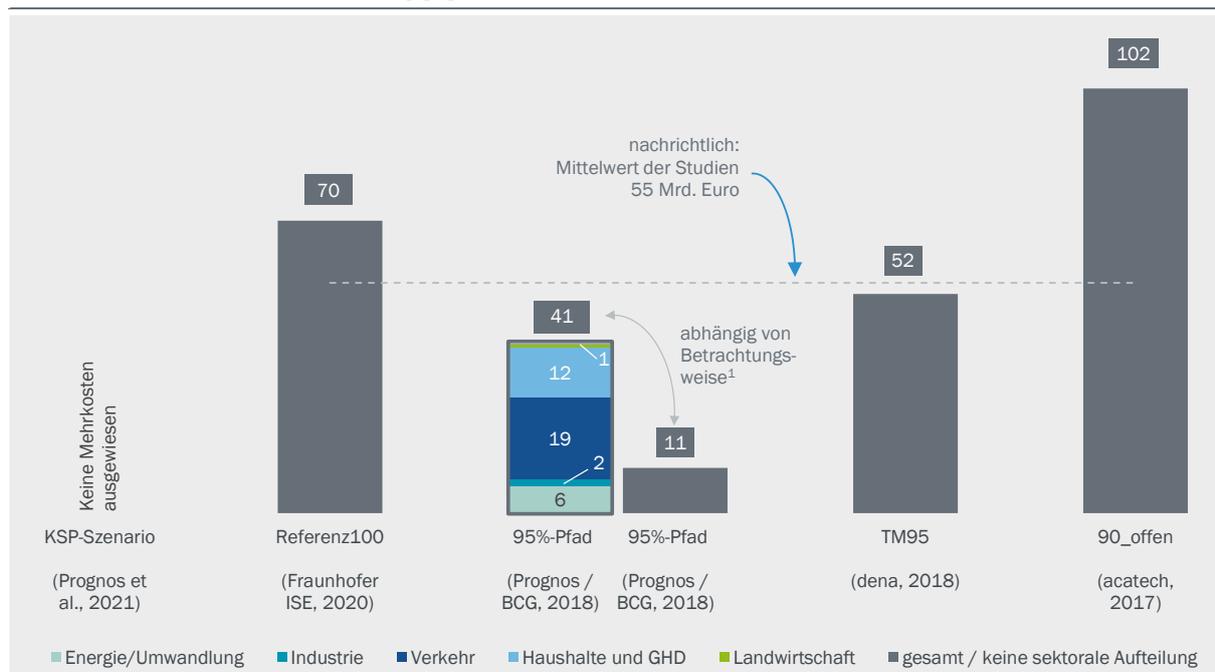
⁷⁵ Die angenommenen Zinssätze betragen 2 Prozent in Prognos / BCG (1018), 7 Prozent in Fraunhofer ISE (2020), 8 Prozent in acatech (2017) und zwischen 4 Prozent bis 10,5 Prozent (je nach Art der Anlage) in dena (2018).

⁷⁶ Nicht enthalten sind (eingesparte) CO₂-Kosten aus dem EU-ETS.

Bei Betrachtung der Kosten der Transformation ist zu beachten, dass die hier betrachteten Szenarien bis 2045/2050 **keine Klimaneutralität** erreichen. Zur Erreichung von Klimaneutralität wären vermutlich höhere Investitionen erforderlich, die sich in höheren als den hier ausgewiesenen Kosten niederschlagen dürften. Allerdings können die Szenarien die Mehr- und Minderkosten der Transformation ohnehin nicht umfassend abbilden. So werden insbesondere die (vermiedenen) **Kosten des Klimawandels** nicht berücksichtigt. Würden vermiedene Kosten für Schäden und Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt, wären die Mehrkosten wohl deutlich geringer und könnten sogar negativ sein, also zu Einsparungen führen (siehe Annahmen zu den Kosten des Klimawandels in Kapitel 6.5).

Abbildung 16: Jährliche Mehrkosten der Transformation

Durchschnittliche jährliche Abweichung gegenüber der Referenz bis 2050 in Mrd. Euro



Reale Werte auf Basis des Jahres 2015 (Prognos / BCG), 2016 (Prognos et al.), 2017 (dena); keine Angabe hierzu bei acatech und Fraunhofer ISE.¹ Die Mehrkosten sinken sich auf durchschnittliche 11 Mrd. Euro pro Jahr, wenn im Rahmen einer vollständigen Betrachtung neben der Wirkung unterschiedlicher Energiepreise auf die von Maßnahmen betroffenen Energieverbräuche zusätzlich auch die Wirkungen unterschiedlicher Energiepreise für nicht von Maßnahmen betroffene Energieverbräuche bewertet werden, da infolge der niedrigeren Kosten für fossile Energieträger (gegenüber der Referenz) weitere Einsparungen realisiert werden können. Bei der Berechnung des Mittelwerts werden beiden Betrachtungsweisen einbezogen.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

8 Effekte auf BIP und Beschäftigung

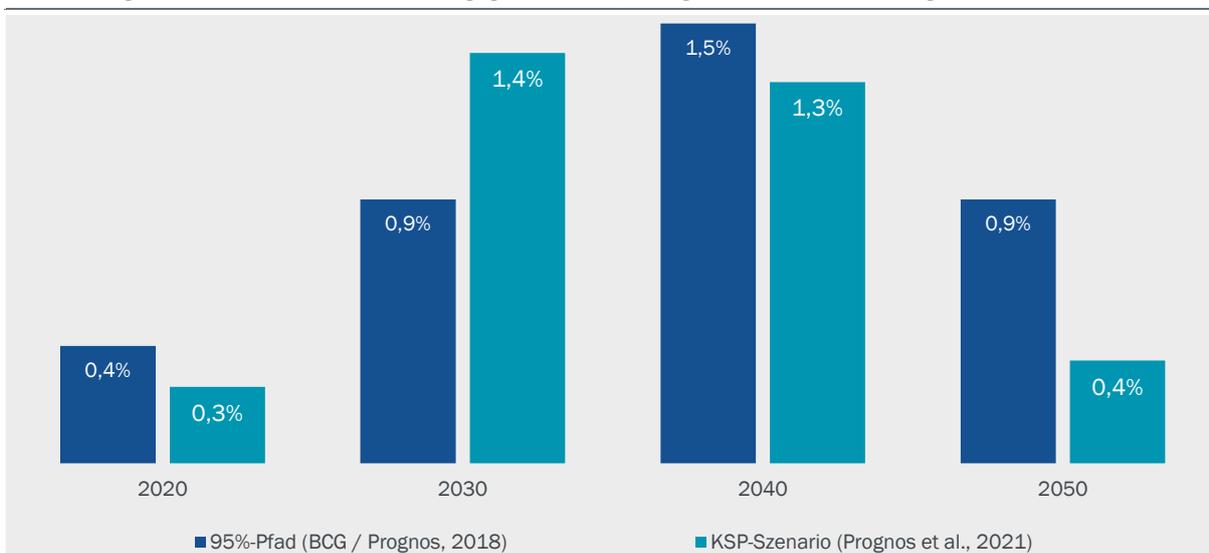
8.1 Effekte der Transformation auf das BIP

Die Transformation ist mit erheblichen Mehrinvestitionen verbunden, welche sich auch unter Berücksichtigung möglicher dämpfender Effekte **positiv auf das Bruttoinlandsprodukt** auswirken: Der BIP-Effekt wird in zwei der fünf Studien unter der Annahme quantifiziert, dass weltweit ähnlich hohe Klimaschutzambitionen verfolgt werden (Prognos / BCG, 2018 und Prognos et al., 2021). Demnach liegt das BIP im Jahr **2030 zwischen 0,9 und 1,4 Prozent** und im Jahr **2050 zwischen 0,4 und 0,9 Prozent** höher als in der Referenz (Abbildung 17). Damit bewegen sich die Ergebnisse der beiden Studien innerhalb einer relativ engen Bandbreite. Unterschiede sind insbesondere auf unterschiedliche Rahmendatenentwicklungen (also „ökonomische Referenzszenarien“), Energie- und CO₂-Preisannahmen sowie neuere Informationen und aktuellere Annahmen über Technologiekosten und deren zeitliche Entwicklung zurückzuführen. Hinzu kommt, dass die ökonomischen Effekte in den beiden Studien mit unterschiedlichen Modellen gerechnet wurden, die zwar eine grundsätzlich ähnliche Funktionsweise haben (dynamische Input-Output-Modelle), aber im Detail abweichende funktionale Zusammenhänge und sektorale Differenzierungen aufweisen.

Gesamtwirtschaftlich betrachtet sind die BIP-Effekte vergleichsweise gering, zeigen aber, dass **die Transformation das Wirtschaftswachstum nicht beeinträchtigt**. Würden die Studien zusätzlich die vermiedenen Anpassungskosten an den Klimawandel berücksichtigen, wäre der BIP-Effekt deutlich stärker positiv. Ein „weiter so“ ist also allein schon wegen der dadurch steigenden Kosten des Klimawandels wirtschaftlich keine sinnvolle Option (siehe Annahmen zu den Kosten des Klimawandels in Kapitel 6.5).

Abbildung 17: BIP-Effekte der Transformation im Zeitverlauf

Abweichung im KSP-Szenario und 95%-Pfad gegenüber der jeweiligen Referenzentwicklung



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

© Prognos 2021

Die nach etwa 2030/40 **abnehmende BIP-Wirkung** gegenüber der Referenz hängt insbesondere damit zusammen, dass bis dahin ein großer Teil der Investitionen in Effizienz und in erneuerbare Energien getätigt wird, denen direkte Einsparwirkungen bei den Importen fossiler Energieträger gegenüberstehen. Außerdem wird der größte Teil dieser Investitionen in Bauten und Anlagen im Inland produziert (mit entsprechenden Multiplikatoreffekten). Ab ca. 2040 werden verstärkt teurere Umwandlungstechnologien (z. B. Wasserstoff) zugebaut, denen weniger direkte (monetäre) Einspareffekte gegenüberstehen. Hinzu kommt der Import der vergleichsweise teuren PtL-Energieträger.⁷⁷

Zu **ähnlichen Ergebnissen** kommen auch andere Studien: In Öko-Institut et al. (2019), die allerdings nur den Zeitraum bis 2030 betrachten, liegt das BIP im Szenario mit Klimaschutzplan im Jahr 2030 je nach Zielpfad zwischen 1,1 Prozent und 1,6 Prozent höher als in der Referenzentwicklung. Für Europa berechnet EU-COM (2018) die Effekte der Transformation mittels eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells und zwei makroökonomischen Modellen. In letzteren ergibt sich je nach Reduktionsziel ein um 0,3 Prozent bis 1,5 Prozent höheres BIP gegenüber dem Referenzwert.⁷⁸ In allgemeinen Gleichgewichtsmodellen resultieren leicht negative Effekte (0,13 Prozent bis 1,3 Prozent), diese sind aber nur bedingt auf Deutschland übertragbar und mit den vorliegenden Szenarienarbeiten vergleichbar (Kasten 14).



Kasten 14: BIP- und Beschäftigungseffekte in allgemeinen Gleichgewichtsmodellen⁷⁹

Einige Studien, die auf allgemeinen Gleichgewichtsmodellen basieren und (ausschließlich) die CO₂-Bepreisung betrachten, zeigen für die USA und die Niederlande, dass durch die Einführung eines CO₂-Preises **negative Effekte auf BIP und Beschäftigung möglich** sind. Demnach reduziert sich die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate im Vergleich zu einem Basisszenario ohne CO₂-Preis um rund 0,1 Prozentpunkte.⁸⁰ Allerdings sind die Ergebnisse von hoher Unsicherheit geprägt, nur **bedingt auf Deutschland übertragbar** (u. a. aufgrund einer anderen Wirtschaftsstruktur) und hängen entscheidend von der **Ausgestaltung der CO₂-Bepreisung** (v. a. Mittelverwendung) ab. Zudem beruht der Effekt auf der Annahme, dass Kapital und Energie in Unternehmen komplementär eingesetzt werden, sodass die durch den CO₂-Preis höheren Grenzkosten für fossile Energieträger zu niedrigeren Investitionen und damit Wachstum führen. Diese Annahme ist zumindest für weniger energieintensive Unternehmen fragwürdig, da die Klimaschutzmaßnahmen häufig zur Substitution von CO₂-intensiven durch CO₂-neutrale Energieträger führen dürften (wie in den Szenarienarbeiten angenommen). In

⁷⁷ Die Szenarien legen einen relativ strikten Blick auf das nationale Energiesystem und nicht auf die gesamten internationalen Märkte. Damit sind die Effekte durch den Export von Wasserstofftechnologien nur allgemein im Export von Anlagentechnologie berücksichtigt, der sich im Zeitverlauf strukturell verändert. Der größte Mengenanteil des produzierten Wasserstoffs dient ohnehin der Energieversorgung mit grünem Strom (Backup-Kraftwerke) sowie dem Antrieb des Schwerverkehrs und nicht dem Export. Im Szenario „Klimaneutrales Deutschland 2050“ (Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut 2020) wird Wasserstoff außerdem in der Roheisenproduktion sowie in der Grundstoffchemie eingesetzt. In diesem Szenario reichen die inländisch produzierten Mengen nicht, sondern es muss noch ein erheblicher Anteil Wasserstoff (ca. zwei Drittel des Verbrauchs) importiert werden. Derzeit ist durchaus noch offen, inwieweit Wasserstofftechnologien künftig aus Deutschland kommen werden. Bisher wird die Technologie, insbesondere in vielen Entwicklungsfeldern, eher von anderen Ländern dominiert. So beträgt bspw. der Anteil Deutschlands an den weltweiten, hochwertigen (da oft zitiert und breite Marktabdeckung in vielen Ländern) Patenten im Bereich Wasserstoffproduktion mit Hilfe mit erneuerbaren Energien unter 3 Prozent (Prognos / vbw 2020 sowie hier: <https://www.econsight.ch/vbw-technologieprofile>).

⁷⁸ Prognos et al., 2021

⁷⁹ Die Darstellung beruht in weiten Teilen auf Prognos et al. (2021). Siehe hier für eine ausführlichere Diskussion.

⁸⁰ Einen Überblick zu den diesbezüglichen Studien bietet Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2019a).

diesem Fall wird ein CO₂-Preis nicht zwangsläufig zu einer Reduktion des Energieeinsatzes oder zu einer Verdrängung von Investitionen infolge höherer Energiekosten führen.

Hinzu kommt, dass mit den USA und den Niederlanden Länder in den Gleichgewichtsmodellen untersucht wurden, die **fossile Ressourcen** haben und sie explorieren. Ein CO₂-Preis würde also insbesondere diese Rohstoffbranchen direkt und indirekt stark betreffen. Diese Situation ist mit der bezogen auf das BIP vergleichsweise kleinen Braunkohleförderung in Deutschland nicht zu vergleichen.

Insgesamt sind die vorliegenden Ergebnisse der allgemeinen Gleichgewichtsmodelle also kaum auf die hier untersuchten Zielszenarien für Deutschland übertragbar.

8.2 Effekte der Transformation auf die Beschäftigung

Aufgrund des demografisch bedingten Rückgangs des Erwerbspersonenpotenzials sowie von Produktivitätsfortschritten wird die Anzahl der Beschäftigten in Deutschland bis zum Jahr 2050 deutlich sinken – unabhängig davon, ob und welche Transformationspfade eingeschlagen werden. Gleichwohl kann die Transformation infolge der höheren Wirtschaftsleistung die Abnahme der Erwerbstätigenzahl hemmen. Damit liegt die **Erwerbstätigenzahl in den Zielszenarien höher als in der Referenz**. Allerdings ist der Beschäftigungseffekt geringer als der BIP-Effekt, da der Mehrbedarf an Arbeitsvolumen primär über eine leicht höhere Arbeitszeit gedeckt wird – mehr Erwerbspersonen stehen demografisch bedingt schlicht nicht zur Verfügung.

Der Beschäftigungseffekt wird in zwei der fünf Studien unter der Annahme quantifiziert, dass weltweit ähnlich hohe Klimaschutzambitionen verfolgt werden, wobei BCG / Prognos (2018) im 95%-Pfad – wohl infolge der unterschiedlichen Modelle – niedrigere Werte ausweist als Prognos et al. (2021) im KSP-Szenario. Demnach liegt die Erwerbstätigenzahl **im Jahr 2030 zwischen 0,2 und 0,5 Prozent** und **im Jahr 2050 zwischen 0,1 und 0,2 Prozent** höher als in der Referenz (Abbildung 18). In absoluten Zahlen entspricht der Beschäftigungseffekt im 95%-Pfad einer Zunahme um rund 77.000 Personen in 2030 und 43.000 Personen in 2050 gegenüber der Referenz.

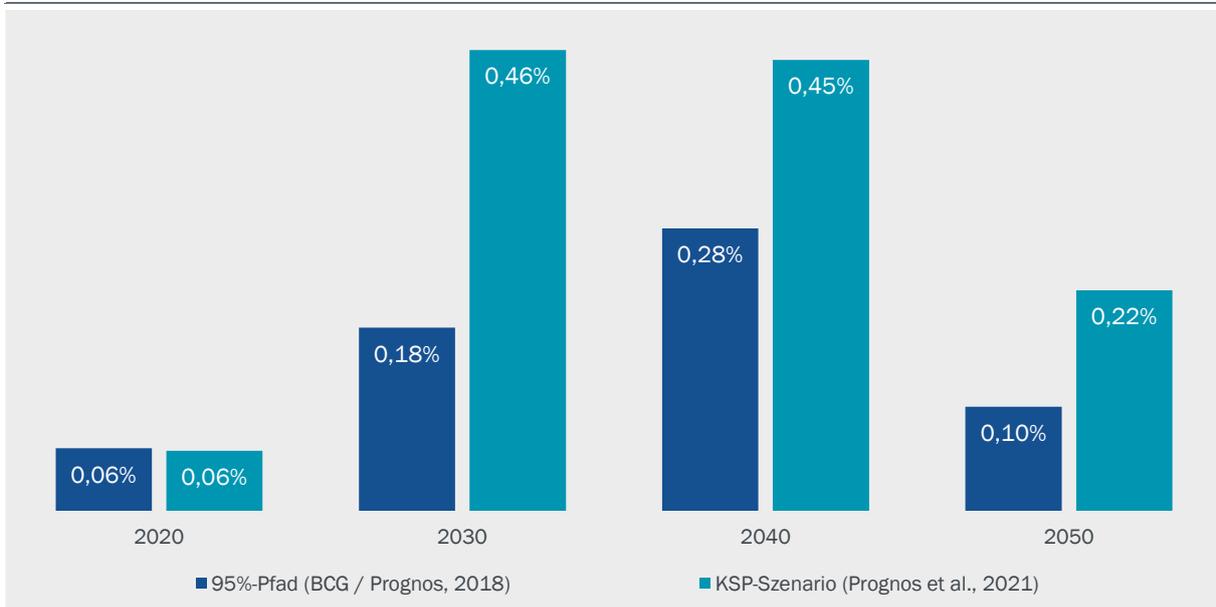
Auch andere Studien bescheinigen einen positiven Beschäftigungseffekte von mit der Energiewende verbundenen Investitionen. Bspw. beziffert das (ex-post) Monitoring der **KfW-Programme zur Förderung der Energieeffizienz im Gebäudebereich** für das Jahr 2017 den Beschäftigungseffekt für das Programm „Energieeffizient Sanieren“ (Investitionsvolumen von 10,9 Mrd. Euro) auf 118.000 Personenjahre und für das Programm „Energieeffizientes Bauen“ (Investitionsvolumen von 30,1 Mrd. Euro) auf 317.000 Personenjahren⁸¹ (IWU / Fraunhofer IFAM, 2018). Die positiven Auswirkungen von Klimaschutzprogrammen auf den Arbeitsmarkt werden auch von internationalen Studien bestätigt (z. B. IRENA, 2020).⁸² Allerdings zeigen einige Studien, die auf allgemeinen Gleichgewichtsmodellen basieren und (ausschließlich) die CO₂-Bepreisung betrachten, zeigen für

⁸¹ Ein Personenjahr entspricht der Beschäftigung einer Person ein Jahr lang mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche.

⁸² Prognos et al., 2021.

die USA und die Niederlande, dass durch die Einführung eines CO₂-Preises **auch negative Effekt auf BIP und Beschäftigung möglich** sind (Kasten 13).

Abbildung 18: Beschäftigungseffekte der Transformation ggü. der Referenz im KSP- und 95%-Szenario
Abweichung im KSP- Szenario und 95%-Pfad gegenüber der jeweiligen Referenzentwicklung



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der zitierten Studien

© Prognos 2021

9 Branchenspezifische Effekte

Die sektorale Betrachtung kann helfen, **„Gewinner“ und „Verlierer“ der Transformation** im Hinblick auf Beschäftigung und Produktion zu identifizieren. Allerdings können die branchenspezifischen Effekte bei Entwicklung und Einsatz anderer als in den Studien angenommenen Umsetzungstechnologien deutlich von den Szenarien abweichen. Dies betrifft bspw. das künftige Ausmaß der Nutzung von batterieelektrischen Fahrzeugen und von strombasierten Energieträgern in herkömmlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren.

Während die volkswirtschaftlichen **Effekte der Transformation** gesamtwirtschaftlich betrachtet eher gering sind (Kapitel 8), können sie aufgrund der unterschiedlich hohen Wertschöpfung und Beschäftigtenzahl **auf Branchenebene stärker ins Gewicht fallen**. Die Effekte der Transformation auf Branchen werden in zwei der fünf betrachteten Studien unter der Annahme quantifiziert, dass weltweit ähnlich hohe Klimaschutzambitionen verfolgt werden (Prognos et al., 2021; Prognos / BCG, 2018). Allerdings sind die Szenarienergebnisse nur bedingt vergleichbar, da die Auswahl und Abgrenzung der ausgewiesenen Branchen in den beiden Studien teilweise unterschiedlich sind. Zudem unterscheiden sich die zu Grunde liegenden Modelle und Annahmen sowie die Referenzentwicklungen.

9.1 Effekte der Transformation auf die Produktion und Wertschöpfung nach Branchen

Als Maß für die Effekte der Transformation auf die wirtschaftliche Leistung eines Wirtschaftszweiges betrachten Prognos et al. (2021) mit dem Bruttoproduktionswert (Abbildung 19, links) und Prognos / BCG (2018) mit dem Bruttowertschöpfung (Abbildung 19, rechts) zwei ähnliche Indikatoren.⁸³ Grundsätzlich sollten beide Szenarien ein ähnliches Bild der „Gewinner-“ und „Verliererbranchen“ zeigen. Allerdings sind die **Szenarienergebnisse nur bedingt vergleichbar**. Neben den eingangs erwähnten Unterschieden in den ausgewiesenen Branchen und Modellen kommt hinzu, dass die Effekte in den beiden Studien in anderen Maßstäben angegeben werden: Prognos et al. (2021) zeigen absolute Veränderungen gegenüber der Referenz, während Prognos / BCG (2018) prozentuale Veränderungen gegenüber der Referenz ausweisen. Die Richtung der Effekte ist zwar vergleichbar, die Stärke ist aber mit Vorsicht zu interpretieren, da die prozentualen Veränderungen von der Größe der jeweiligen Branche abhängen. Bspw. kann ein Rückgang der wirtschaftlichen Leistung einer Branche um 20 Prozent gegenüber der Referenz in einer kleinen Branche nur sehr geringe absolute Beträge bedeuten, die in der Darstellung von Prognos et al. (2021) nicht auffällig wären. Umgekehrt können geringe prozentuale Veränderungen in großen Branchen absolut betrachtet deutliche Rückgänge bewirken.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die reale Bruttowertschöpfung in den beiden Referenzszenarien trotz abnehmender Zahl an Erwerbstätigen in (fast) allen Branchen bis 2050 mehr oder weniger dynamisch steigt. Der Anstieg der **Wirtschaftsleistung kann durch die Transformation verstärkt oder ausgebremst werden**, aber kaum ins Negative gedreht werden kann. Das gilt natürlich nicht für jene Branchen, die in den Referenzszenarien ohnehin bereits negative

⁸³ Der (Brutto-)Produktionswert gibt den Wert der produzierten Waren und Dienstleistungen an. Wird der Wert der Vorleistungen vom Produktionswert abgezogen erhält man die (Brutto-)Wertschöpfung. Die Bezeichnung „Brutto-“ weist darauf hin, dass Abschreibungen nicht abgezogen wurden.

Wachstumsraten bis 2050 aufweisen. Dies betrifft insbesondere den Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden sowie Kokerei und Mineralölverarbeitung.

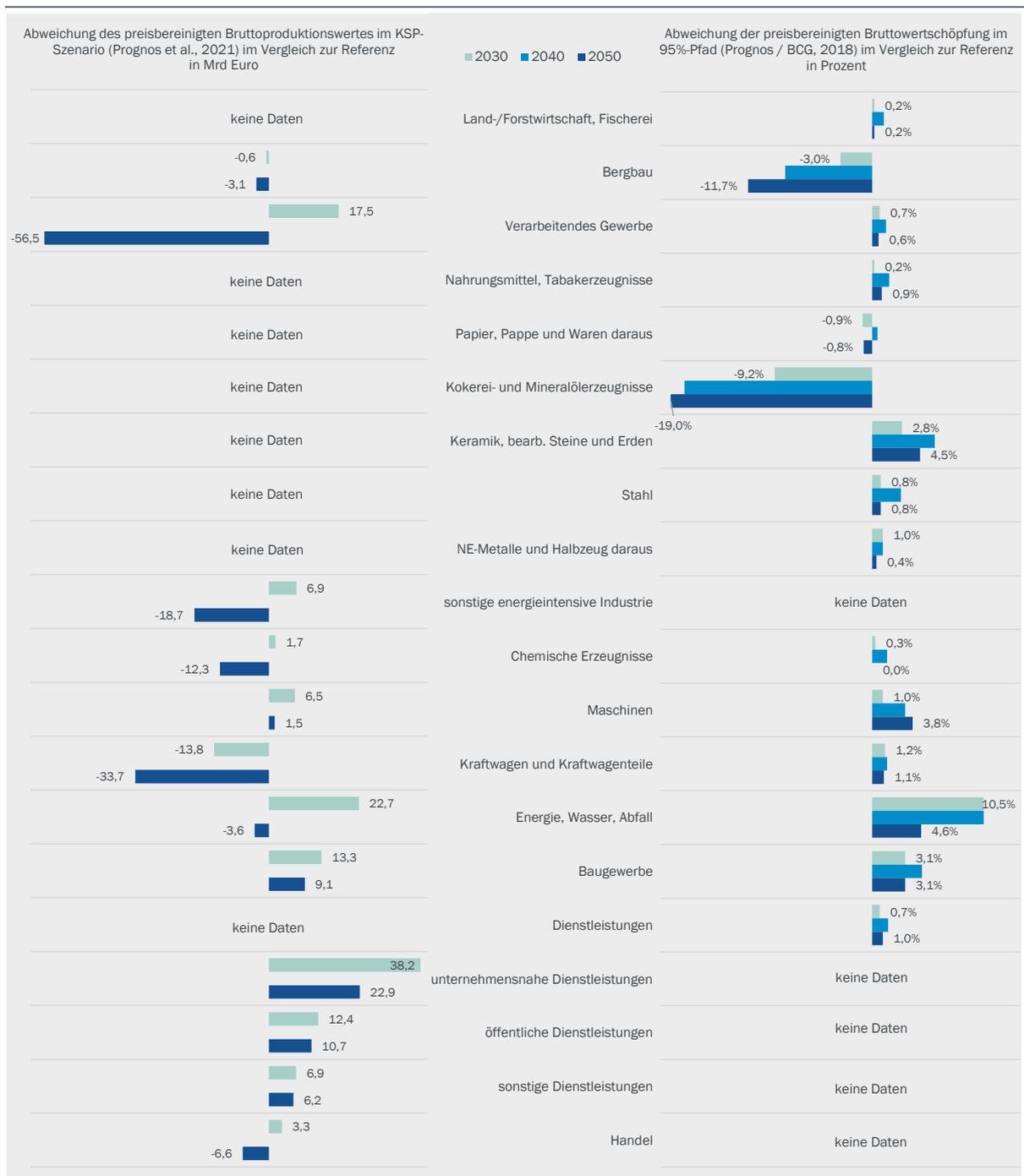
Insgesamt lässt sich das Bild folgendermaßen zusammenfassen:

- **Infolge der Transformation erhöht sich die Wirtschaftsleistung gegenüber der Referenz in fast allen ausgewiesenen Branchen zumindest bis zum Jahr 2030.**
- Im KSP-Szenario trifft dies nicht auf Kraftfahrzeugbau und Bergbau zu; im 95%-Pfad werden zusätzlich negative Effekte bei Kokerei und Mineralölverarbeitung sowie in geringem Maße bei Papier, Pappe und Waren daraus, nicht jedoch bei den Kraftfahrzeugen ausgewiesen.
- **In beiden Zielszenarien verstärken sich tendenziell die negativen Effekte der Transformation bis zum Jahr 2050 und die positiven schwächen sich ab** (verglichen mit 2030 / . 2040).
- Im KSP-Szenario liegt die Wirtschaftsleistung in 2050 im Verarbeitenden Gewerbe und hier insbesondere in der Automobilindustrie und der chemischen Industrie deutlich niedriger als in der Referenz. Auch im Bergbau und Bereich Energieversorgung zeigen sich nun negative Auswirkungen.
- Im 95%-Pfad verstärken sich die negativen Effekte im Bergbau und in der Kokerei und Mineralölverarbeitung im Jahr 2050 gegenüber 2030. Bei den restlichen Branchen (außer Papier, Pappe und Waren daraus) ist die Differenz gegenüber der Referenz in 2050 zwar weiterhin positiv, aber geringer im Jahr 2040.
- Der Grund für die schlechtere Entwicklung im Bergbau und in der Kokerei und Mineralölverarbeitung liegt v. a. im Kohleausstieg und dem zunehmenden Ersatz fossiler Brennstoffe.
- **Positive Wirkungen gegenüber der Referenz sind in den beiden Szenarien u. a. im Baugewerbe und Maschinenbau zu verzeichnen** –infolge der erforderlichen Mehrinvestitionen in neue Anlagen und Infrastrukturen sowie geringeren Energieimporten. Auch der Dienstleistungssektor profitiert.
- Im 95%-Pfad ergibt sich zudem eine signifikant höhere Bruttowertschöpfung im Bereich Energie, Wasser, Abfall, was im Wesentlichen auf die Elektrifizierung (Sektorkopplung) und Transformation in der Energiewirtschaft inklusive des Ausbaus der Infrastruktur zurückzuführen ist.
- Insgesamt zeigen die Ergebnisse im 95%-Pfad, dass selbst die energieintensiven Grundstoffindustrien, deren Transformation mit großen technischen Herausforderungen einhergeht, unter den getroffenen Annahmen (u. a. weltweit ähnliche Ambitionen beim Klimaschutz) vom Klimaschutz profitieren können, da sie auch an der Produktion der neuen Werkstoffe beteiligt sind. Eine wesentliche Rolle dabei spielt die stark abnehmende Abhängigkeit von Energieimporten, die im 95%-Szenario bis 2050 um 85 Prozent ggü. 1990 sinken (nach Energiegehalt).

Der **unterschiedliche Effekt** der beiden Szenarien auf die deutsche **Automobilindustrie** dürfte auf unterschiedliche Annahmen dazu zurückzuführen sein, wie erfolgreich die deutsche Industrie des **Übergangs zur Elektromobilität** meistert. Im 95%-Pfad wird davon ausgegangen, dass die deutsche Automobilindustrie sich an die neuen Herausforderungen anpassen und ihre Wettbewerbsposition weitgehend behaupten kann. Folglich sind die relativen Abweichungen zwischen dem 95%-Pfad und dem Referenzszenario in der Branche vergleichsweise gering. Im KSP-Szenario führt der Ausbau der Elektromobilität (Anteil an E-Pkw steigt von 0,3 Prozent im Jahr 2019 auf rund 77 Prozent im Jahr 2050) bei der derzeitigen Vorleistungsstruktur zu vermehrten Importen (z. B. mehr Batterien und Elektronik, weniger Getriebe), sodass die Kraftfahrzeugbranche vom Übergang negativ betroffen ist.⁸⁴

⁸⁴ In den Verkehrsmengen, die den Szenarien zugrunde liegen, werden neue Geschäftsfelder (Services, Carsharing / Mietmodelle, etc.) grundsätzlich berücksichtigt. Auf der Kostenseite geht es vor allem um Verteilungsfragen (wer bezahlt wann welche Autos?), die

Abbildung 19: Effekte der Transformation auf Produktionswert und Wertschöpfung nach Branchen



Sonstige energieintensive Industrie: Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus, Kokerei und Mineralölverarbeitung, Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, Herstellung von Glas, Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, Metallherzeugung und -bearbeitung.

Quelle: Prognos et al., 2021; Prognos / BCG, 2018, eigene Darstellung © Prognos 2021

nur sehr bedingt beachtet werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass energiebezogene Dienstleistungen zu den „Gewinnern“ gehören. Diese werden jedoch gem. Branchenstruktur dem Dienstleistungssektor (unternehmensnahe Dienstleistungen) zugerechnet.

9.2 Effekte der Transformation auf die Beschäftigung nach Branchen

Die Transformation bewirkt je nach Branche unterschiedliche Beschäftigungseffekte, die zum einen von Prognos et al. (2021) und zum anderen von Prognos / FES (2019) auf Basis des 95%-Pfad von Prognos / BCG (2018) untersucht werden. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass es infolge der demografischen Entwicklung in (fast) allen Branchen zu einem **Beschäftigungsrückgang** kommt, der durch die **Transformation allenfalls gedämpft**, aber nicht ins positive gedreht werden kann. Hier bildet das aus demographischen Gründen zurückgehende Arbeitskräftepotenzial eine Grenze. Zudem zeigt sich, dass bereits in den Referenzszenarien insbesondere solche Branchen die prozentual höchsten Verluste verzeichnen, die üblicherweise hohe THG-Emissionen verursachen. Dazu gehören bspw. der Bergbau sowie der Sektor Energie.

Analog zu den ökonomischen Effekten ist auch ein direkter **Vergleich der Beschäftigungseffekte** der Transformation im KSP-Szenario von Prognos et al. (2021) (Abbildung 20) und im 95%-Pfad von Prognos / BCG (2018) bzw. Prognos / FES (2019) (Abbildung 21) aufgrund von Unterschieden bei Auswahl und Abgrenzung der Branchen schwierig. Innerhalb des KSP-Szenarios können aber die Effekte auf Beschäftigung und Produktion gegenübergestellt werden: Anders als bei der Produktion, die im KSP-Szenario von der Transformation zumindest bis zum Jahr 2030 in allen ausgewiesenen Branchen (außer dem Kraftfahrzeugbau und Bergbau) profitiert, zeigen sich bei der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt und wichtigen Industriebranchen negative Wirkungen. Im Jahr 2050 ergibt sich im KSP-Szenario in der Industrie ein ähnliches Bild wie bei der Beschäftigung.

Insgesamt zeigt sich eine deutliche **Zunahme der Beschäftigung** bis 2050 gegenüber der Referenz im **Baugewerbe** (v. a. infolge höherer Investitionen, insb. in Gebäude) sowie bei bestimmten **Dienstleistungen** (v. a. infolge der insgesamt höheren Wirtschaftsleistung). Deutlich **negative Beschäftigungswirkungen** entfaltet die Transformation bis 2050 v. a. in Branchen, die auf der Be- und Verarbeitung oder dem Transport **fossiler Energieträger basieren** (Bergbau, Kokerei- und Mineralölzeugnisse, Erdöl und Erdgas).

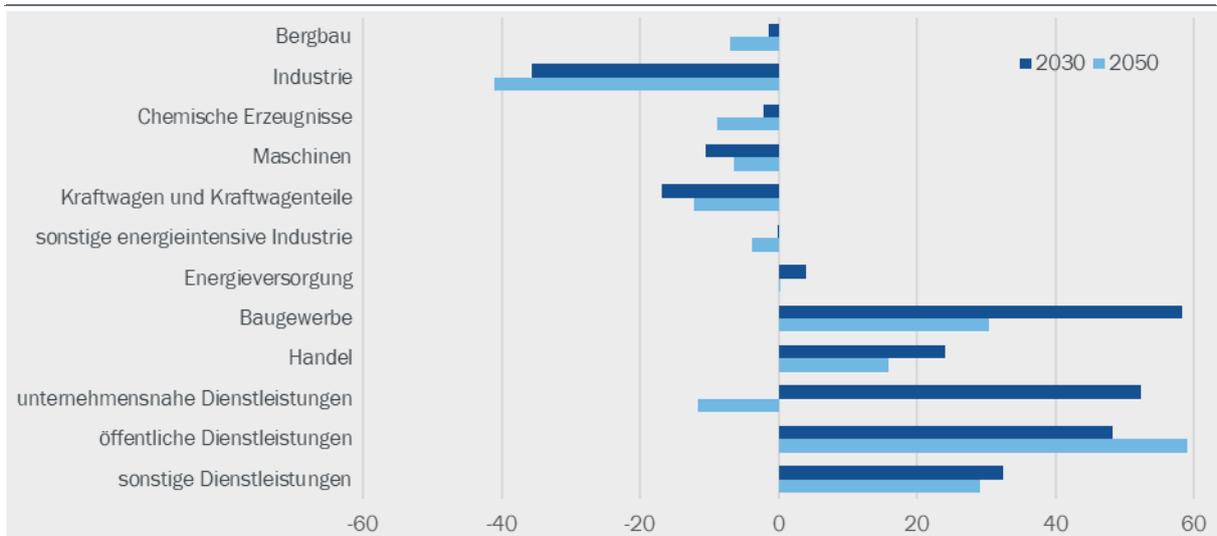
Der negative Effekt der Transformation im gesamten **Verarbeitenden Gewerbe** im KSP-Szenario ist bis 2030 v. a. auf große Rationalisierungspotenziale zurückzuführen; danach kommen negative Effekte der Transformation auf die Produktion hinzu. Infolge ihrer starken Abhängigkeit vom Verarbeitenden Gewerbe verzeichnen auch die unternehmensnahen Dienstleistungen negative Beschäftigungseffekte.

Im 95%-Pfad wird angenommen, dass die deutsche **Automobilindustrie** sich an die neuen Herausforderungen anpassen und ihre Wettbewerbsposition weitgehend behaupten kann. Folglich sind die relativen Abweichungen der Anzahl der Erwerbstätigen zwischen dem 95%-Pfad und dem Referenzszenario in den Branchen „Kraftwagen und -teile“ und „sonstiger Fahrzeugbau“ im Jahr 2050 gering und daher in Abbildung 21 nicht dargestellt. Im KSP-Szenario führt der steigende Anteil an E-Pkw zu vermehrten Importen (z. B. mehr Batterien und Elektronik, weniger Getriebe), sodass die Kraftfahrzeugbranche vom Übergang zur Elektromobilität negativ betroffen ist. Der absolut stark negative Effekt im Bereich **Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen** im 95%-Pfad dürfte im Wesentlichen auf den niedrigeren Wartungsaufwand von Elektroautos zurückzuführen sein, der im KSP-Szenario unter der Kraftfahrzeugbranche erfasst sein könnte.

Abbildung 20: Beschäftigungseffekte der Transformation im KSP-Szenario nach Branchen

Abweichung im KSP-Szenario (Prognos et al., 2021) gegenüber der Referenz in 1.000 Personen

Im gesamten Verarbeitenden Gewerbe und wichtigen Branchen im Jahr 2030 und 2050



Sonstige energieintensive Industrie: Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus, Kokerei und Mineralölverarbeitung, Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, Herstellung von Glas, Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, Metallherzeugung und -bearbeitung.

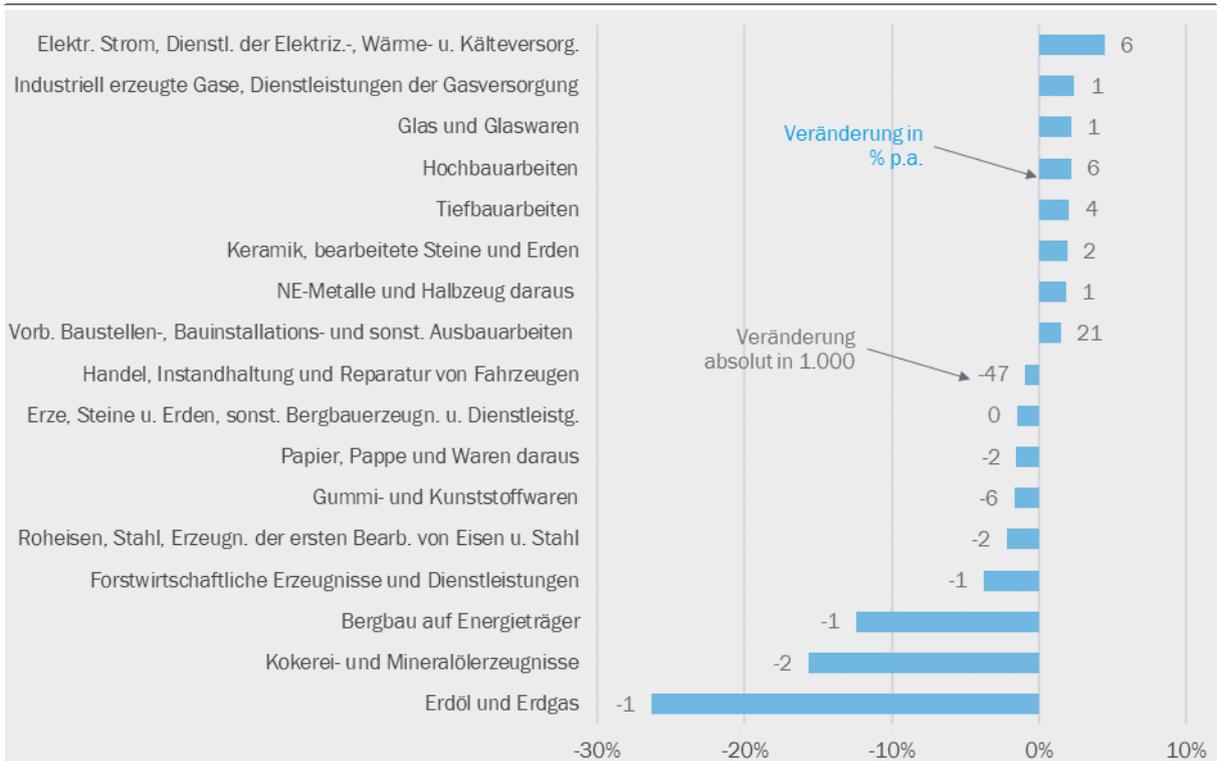
Quelle: Prognos et al., 2021, eigene Darstellung

© Prognos 2021

Abbildung 21: Beschäftigungseffekte der Transformation im 95%-Pfad nach Branchen

Abweichung im 95%-Pfad (Prognos / BCG, 2018) gegenüber der Referenz in % p.a. und absolut in 1.000

Branchen mit dem stärksten / schwächsten Erwerbstätigenrückgang Personen im Jahr 2050



Quelle: Prognos / FES, 2019, auf Basis von Prognos / BCG, 2018, eigene Darstellung

© Prognos 2021

9.3 Zusammenfassung zu den besonders geforderten Branchen und Regionen

9.3.1 Besonders geforderte Branchen

Infolge der Transformation hin zur Klimaneutralität müssen insbesondere die **energieintensiven Industrien** auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen und damit ein umfangreiches Investitionsvolumen stemmen. Dazu gehören bspw. Raffinerien und Stahlwerke sowie Produktionsstätten von Eisen, Aluminium, Metallen, Zement, ungelöschtem Kalk, Glas, Keramik, Zellstoff, Papier, Karton, Säuren und von organischen Grundchemikalien. In diesen Branchen sind die Potenziale zur Einsparung von Energie und Treibhausgasen (durch Effizienztechnologien) bei den gängigen Produktionsverfahren in der Regel bereits weitgehend ausgeschöpft, da sie aufgrund ihrer hohen Energiekosten immer schon ein ökonomisches Interesse an der Reduktion des spezifischen Energieeinsatzes haben. Weitere Einsparungen sind nur durch einen kostenintensiven Wechsel auf **andere Produktionstechnologien oder Energieträger** samt der entsprechenden Umwandlungsanlagen möglich. Im Mittelpunkt stehen dabei Technologien, die den Ersatz fossiler Energiequellen durch feste Biomassen und Biogas sowie durch erneuerbaren Strom bzw. strombasierte Energieträger (inkl. Wasserstoff), die durch Umwandlung mit Hilfe von Strom gewonnen werden, ermöglichen. Bspw. kann zur (teilweisen) Dekarbonisierung der Stahlerzeugung entweder im Hochofenprozess Koks durch Wasserstoff ersetzt werden (was einen Neubau der Hochofenroute erfordert) oder – bei Verfügbarkeit geeigneter Ausgangsmaterialien – auf Elektrostahlverfahren umgestellt werden.⁸⁵

Die Reduktion der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen ist allerdings selbst bei einem Wechsel auf andere Produktionstechnologien **nicht in allen Branchen gleichermaßen möglich**. Dies kann beispielhaft anhand der branchenspezifischen Treibhausgasemissionen im Referenzszenario und im KSP-Szenario (Prognos et al., 2021) aufgezeigt werden (Abbildung 22): Während bei der Eisen- und Stahlerzeugung, der emissionsreichsten Branche im Referenzszenario, durch umfangreiche Produktionsumstellung im KSP-Szenario erhebliche Mengen an Treibhausgasemissionen eingespart werden können, muss bei der Zementklinkerproduktion weiterhin auf die gleichen (modernisierten) Produktionsverfahren zurückgegriffen werden, sodass diese im KSP-Szenario zur emissionsreichsten Branche wird.⁸⁶

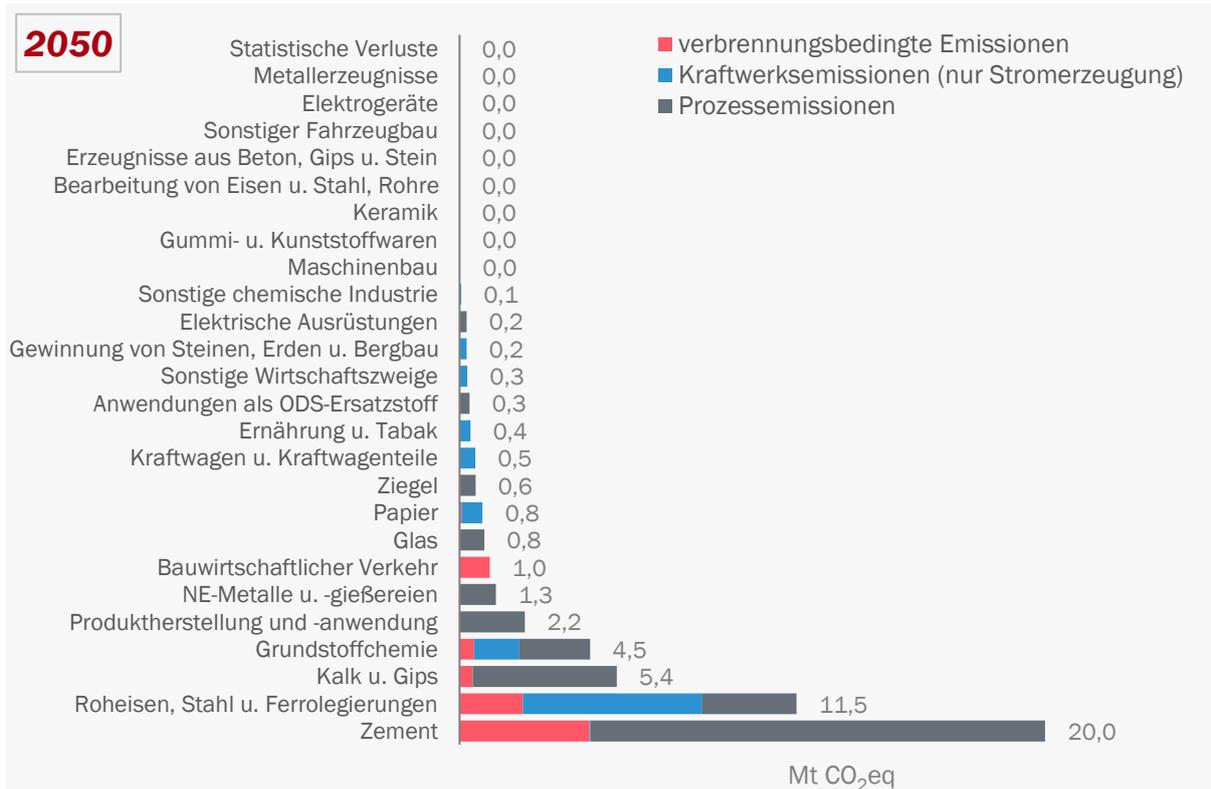
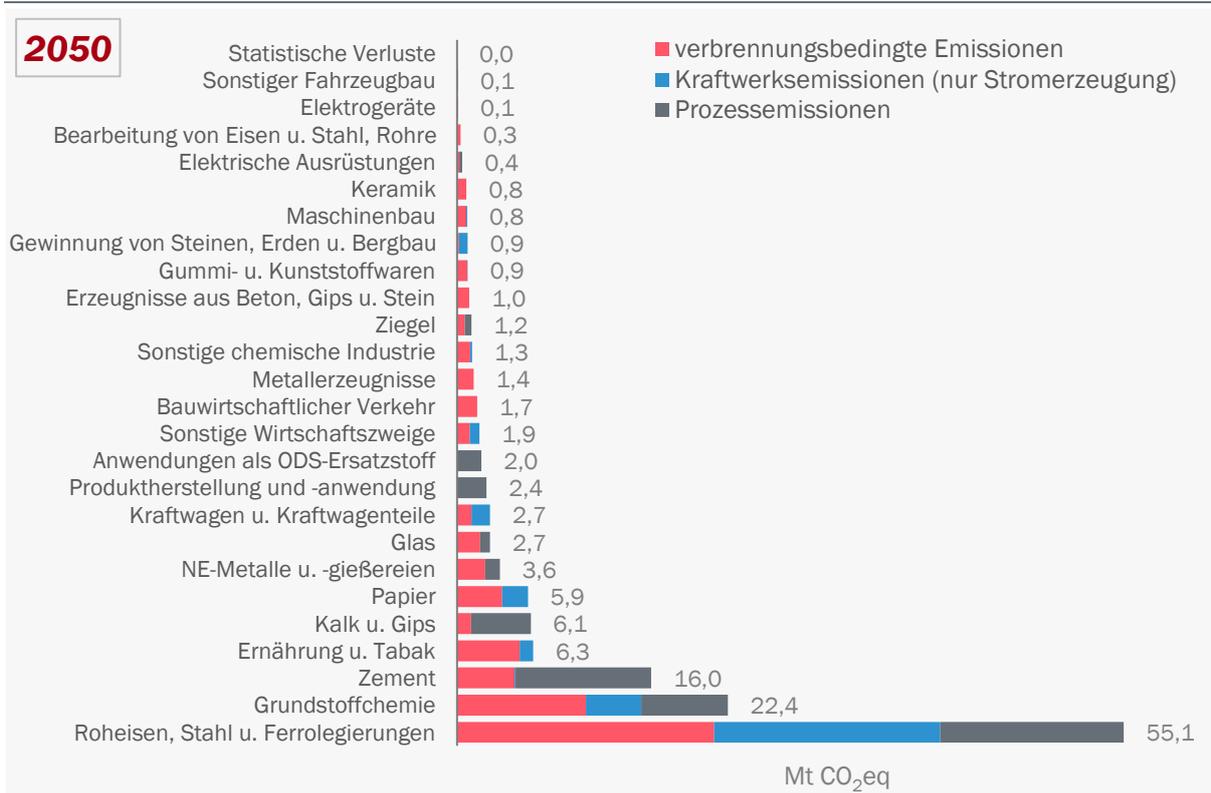
Infolge der Umstellungen auf neue Produktionstechnologien im KSP-Szenario ist der Großteil der noch bestehenden Emissionen in 2050 auf **Emissionen in Industrieprozessen** zurückzuführen. Diese sind bei vielen Industrieprozessen unvermeidbar, bspw. bei der Zementklinkerherstellung, bei der Stahlerzeugung über die Hochofenroute und bei einzelnen chemischen Grundstoffen. Sie könnten allerdings durch den Einsatz von CCS, auf den im KSP-Szenario explizit verzichtet wird, kompensiert werden. Die **verbrennungsbedingten Emissionen** können im KSP-Szenario bis 2050 in den nicht-energieintensiven Branchen fast vollständig eliminiert werden, da die benötigte Prozesswärme durch den Einsatz von Strom, Fernwärme oder Biomasse erzeugt wird. In den energieintensiven Industrien gibt es allerdings noch einige Prozesse, die schwer oder gar nicht zu elektrifizieren sind.

⁸⁵ Prognos et al., 2021. Siehe hier sowie Prognos / vbw (2020) für einen Überblick zu den unterschiedlichen Produktionstechniken-

⁸⁶ Prognos et al., 2021

Abbildung 22: Treibhausgasemissionen in 2050 nach Branchen in der Industrie

Im Referenzszenario (oben) und im KSP-Szenario (unten) Megatonnen CO₂-Äquivalent



Quelle: Prognos et al., 2021

Tabelle 11: Branchen mit stark negativen Effekten der Transformation

Abweichungen in 2050 gegenüber der Referenz, preisbereinigte Werte

		Beschäftigung in 1.000 Pers. KSP-Szenario (Prognos et al., 2021)	Produktion in Mrd. Euro KSP-Szenario (Prognos et al., 2021)	BWS 95%-Pfad (Prognos / BCG, 2018)	<i>nachrichtlich: Anteil am BWS in Deutschland in 2017</i>
	Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	-41	-56	+0,6 %	33,6 %
darunter:					
	Kraftfahrzeuge	-12	-33	+1,1 %	5,9 %
	Chemische Industrie	-8	-12	0,0 %	2,6 %
	Sonstige energie- intensive Industrien	-3	-19	k. A.	4,7 %
	darunter: Kokerei und Mineralölerzeugnisse	k. A.	k. A.	-19,0 %	0,3 %
	Bergbau	-7	-3	-11,2 %	0,3 %
	Summe (ohne Verarbeitendes Gewerbe insgesamt)	-40	-67	-	13,8 %

Sonstige energieintensive Industrie: Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus, Kokerei und Mineralölverarbeitung, Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, Herstellung von Glas, Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, Metallerzeugung und -bearbeitung. Der Anteil der unternehmensnahen Dienstleistungen an der BWS umfasst die Wirtschaftszweigabschnitte M und N.

Quelle: Prognos et al., 2021; Prognos / BCG, 2018; Statistisches Bundesamt, eigene Darstellung

© Prognos 2021

Tabelle 11 stellt die besonders geforderten Branchen auf Basis der Szenarien in Prognos et al. (2021) und Prognos / BCG (2018) gegenüber. Stark **negative Effekte bei Beschäftigung und Wirtschaftsleistung** zeigen sich insbesondere in den **energieintensiven Branchen**.⁸⁷ Die unterschiedlichen Effekte im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt dürften u. a. mit unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich der Entwicklung der ausländischen Importnachfrage in Verbindung stehen. Bspw. geht das KSP-Szenario anders als der 95%-Pfad davon aus, dass die deutsche Automobilindustrie ihre Wettbewerbsposition nicht ohne Weiteres halten kann und der Ausbau der Elektromobilität zu vermehrten Importen (u. a. an Vorleistungen wie Batterien) führt. Damit ist die **Kraftfahrzeugbranche** im KSP-Szenario ebenfalls relativ stark von der Transformation betroffen.

In jedem Fall führt die **Elektromobilität** zu deutlichen Veränderungen bei der Wertschöpfung, was insbesondere darin begründet liegt, dass Elektromotoren weniger komplex sind als Verbrenner; ein Großteil der Wertschöpfung entfällt künftig auf die Batterieproduktion. Diese Umwälzungen stellen – zusammen mit der Digitalisierung – bestehende **Hersteller vor große Herausforderungen** und neue Anbieter drängen zunehmend in den Markt. Die Elektrifizierung des Verkehrs wird in vielen Ländern durch politische Zielsetzungen vorangetrieben, die die Neuzulassung von

⁸⁷ Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Prognos / FES (2019), die die Beschäftigungseffekte für den 95%-Pfad (Prognos / BCG) berechnet (Abbildung 21). Aufgrund unterschiedlicher Branchenabgrenzungen sind die Ergebnisse hier nicht dargestellt.

Verbrennern beschränken oder sogar verbieten. Bspw. dürften im Vereinigten Königreich ab 2030, in Kanada und Frankreich ab 2040 sowie in Japan und in einigen US-Staaten ab spätestens 2050 nur noch Elektrofahrzeuge zugelassen werden.

Insgesamt haben die in Tabelle 11 dargestellten besonders geforderten Branchen (exkl. Verarbeitendes Gewerbe insgesamt) infolge der Transformation rund **40.000 Beschäftigte weniger** und einen um **67 Mrd. Euro geringeren Produktionswert** als in der Referenz. Ihr Anteil an der gesamten BWS in Deutschland im Jahr 2017 beträgt fast 14 Prozent, d. h. etwa jeder siebte Euro Wertschöpfung wurde bislang in einer der besonders geforderten Branchen erwirtschaftet. Neben den direkten Herausforderungen der Transformation laufen einige der besonders geforderten Branchen Gefahr infolge von Desinvestment und Rating-Herabstufungen in Finanzierungsprobleme zu geraten (Kasten 14).

i

Kasten 15: Branchen mit Risiken bei Verschärfung der CO₂-Regulierung in Finanzierungsproblemen zu geraten

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der damit verbundenen Gefahr des Wertverlustes bzw. der Abnahme der Rendite von gestrandeten Vermögenswerten haben bereits viele institutionelle Investoren mit einem **Desinvestment aus fossilen Anlagen** begonnen. Zudem haben große Versicherer im Rahmen ihrer Desinvestment-Politik angekündigt den Versicherungsschutz bei Unternehmen einzuschränken, die in der Kohlewirtschaft maßgeblich investiert oder tätig sind. Durch das Desinvestment geraten die betroffenen Unternehmen und (gestrandeten) Vermögenswerte weiter unter Druck.

Eine internationale Analyse von Moody's (2020) gibt Hinweise darauf, welche Wirtschaftsbereiche von politischer Klimaschutzmaßnahmen und hohen Schulden zugleich betroffen sind. Moody's listet insgesamt 16 (von 84 betrachteten) Wirtschaftsbereiche auf, die Gefahr laufen bei einer Verschärfung der CO₂-Regulierungen herabgestuft zu werden. Sehr hohe Risiken (und hohe bewertete Schulden) werden bei sogenannten unregulierten **Energie- und Versorgungsunternehmen** gesehen, die Marktregulierungen direkt ausgesetzt sind, ohne Entlastungen gewährt zu bekommen. Hohe Risiken (und hohe bewertete Schulden) ergibt sich insbesondere bei regulierten Energieunternehmen, **Rohstoffunternehmen** sowie dem **Fahrzeugbau** (Abbildung 23).

Kommt es zu anhaltenden Finanzierungsproblemen bei großen Unternehmen, die bereits stark von Fremdkapital (Schulden) abhängen, kann daraus eine Bedrohung für die Stabilität des Finanzsystems mit Rückwirkung auf die Realwirtschaft resultieren.⁸⁸

⁸⁸ Für eine Diskussion zur Bedrohung der Stabilität des Finanzsystems infolge des Klimawandels bzw. der Transformation sowie zur Rolle von Zentralbanken siehe Liebich et al. (2020).

Abbildung 23: Branchen mit hohen Risiken bei einer Verschärfung der CO₂-Regulierung

Nach Wert der von Moody's bewerteten Schulden. Sehr hohe Risiken in Rot, hohe Risiken in Blautönen



a) Coal Mining and Coal Terminals (13 Mrd. USD). b) Asset Backed Securities – Aircraft (10 Mrd. USD). c) Shipping (24 Mrd. USD). d) Oil & Gas - Refining & Marketing (68 Mrd. USD).

Quelle: Moody's Investors Service, 2020, eigene Darstellung

© Prognos 2021

9.3.2 Besonders geforderte Regionen

Auf Grundlage der Betroffenheit der Branchen und der **regionalen Branchenstruktur** können Aussagen zur Betroffenheit einzelner Regionen abgeleitet werden. Demnach sind Regionen, in denen stark betroffene Branchen stärker (schwächer) vertreten sind als im Bundesdurchschnitt, auch stärker (schwächer) von der Transformation betroffen.

Regionale Effekte der Transformation werden von keiner der fünf ausgewählten Studien betrachtet. Allerdings berechnen Prognos / FES (2019) auf Grundlage des 95%-Pfads (Prognos / BCG 2018), die Beschäftigungseffekte der Energiewende auf regionaler Ebene. Die Studie zeigt, dass die Verfolgung des 95%-Pfads **in allen Bundesländern zu positiven Erwerbstätigenentwicklungen** bis 2050 gegenüber der Referenz führt (Abbildung 24). Damit kann die Transformation den Rückgang der Erwerbstätigenzahl, der infolge der demographischen Entwicklung in allen Bundesländern bis 2050 zu beobachten ist, gegenüber der Referenz dämpfen, jedoch nicht aufhalten bzw. umkehren.

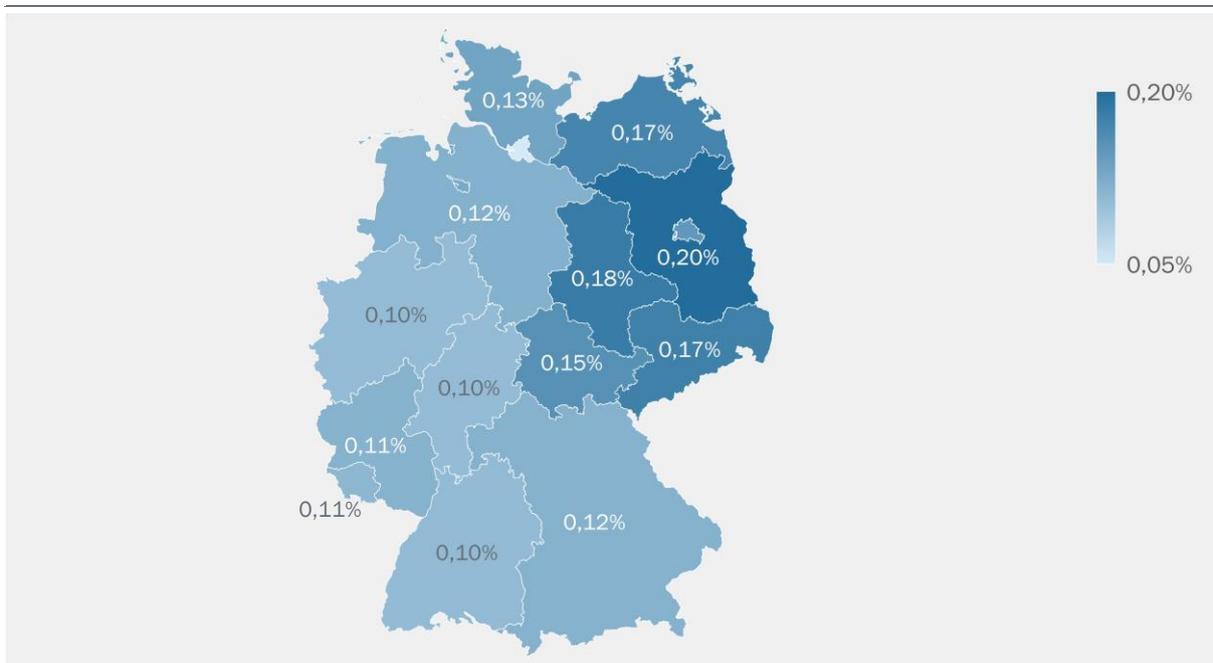
Der Effekt ist in den **neuen Bundesländern stärker positiv** als in den alten Bundesländern. In 2050 ist die Zunahme in Brandenburg mit 0,2 Prozent gegenüber der Referenz am höchsten und in Baden-Württemberg, Hessen und Nordrhein-Westfalen mit jeweils 0,1 Prozent am geringsten. Als Grund für die positive Entwicklung in **Brandenburg** wird die vergleichsweise große Bedeutung des Dienstleistungssektors, indem etwa 75 Prozent der Erwerbstätigen in Brandenburg arbeiten, genannt. Zudem profitiert das Bundesland von einem im Bundesvergleich relativ guten Dargebot

an Wind und Sonne, sodass dem Land eine wichtige Rolle beim Ausbau der erneuerbaren Energien zugeschrieben wird.

Zu **ähnlichen Ergebnissen** kommt GWS (2018). Sie zeigen am Beispiel der Struktur des Energieverbrauchs und Energieintensitäten sowie der Stromerzeugungsinfrastruktur eines Bundeslandes die jeweiligen gesamtwirtschaftlichen Effekte durch die Energiewende gegenüber einem kontrafaktischen Szenario ohne Energiewende ab dem Jahr 2000. Die Abweichung der Anzahl an Erwerbstätigen und des Bruttoinlandsprodukts vom Referenzszenario ist in 2030 und 2040 in allen Bundesländern positiv. Aufgrund der Ausgestaltung der Referenz als kontrafaktisches Szenario ist das Niveau der BIP- und Beschäftigungseffekte nicht mit den Ereignissen in Prognos / FES (2019) vergleichbar. Allerdings zeigt auch GWS (2018), dass die Effekte in den neuen Bundesländern tendenziell stärker positiv sind als in den alten Bundesländern. Dabei sorgt ein hoher Anteil der erneuerbaren Energien, des Baugewerbes und/oder des Sektors der persönlichen Dienstleistungen in vielen Bundesländern für überdurchschnittliche Abweichungen.

Abbildung 24: Beschäftigungseffekte der Transformation nach Bundesländern

Abweichung im 95%-Pfad (Prognos / BCG, 2018) gegenüber der Referenz im Jahr 2050



Quelle: Prognos / FES, 2019, eigene Darstellung

© Prognos 2021

10 Zwischenfazit zu Abschnitt II

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Szenarienarbeiten zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Transformation vorgelegt. Den Studien liegen jeweils andere Modelle und Annahmen zugrunde, bspw. zur angestrebten THG-Reduktion, zum Bilanzraum (z. B. Einbezug von nicht-energetischen Emissionen), zur Referenzentwicklung sowie zu den verfügbaren und eingesetzten Technologien. Damit sind die Ergebnisse zwischen den **Studien nur eingeschränkt vergleichbar**, insbesondere Fraunhofer ISE (2020) und acatech (2017) basieren teilweise auf sehr unterschiedlichen Annahmen. Die Szenarien können die Effekte der Transformation ohnehin nicht umfassend abbilden. Bspw. bleiben die (vermiedenen) Kosten des Klimawandels unberücksichtigt.

Die Studien berechnen den **Investitionsbedarf**, der im Ergebnis erforderlich ist, um eine bestimmte THG-Reduktion bis 2050 zu erreichen. Damit kommen sie dem politischen Ziel einer vollständigen Klimaneutralität nahe, erreichen dieses jedoch nicht vollständig (maximal 95 % Reduktion). Der Investitionsbedarf kann Hinweise auf das Volumen geben, das grundsätzlich **durch Green Finance finanzierbar** wäre. Damit schließt der Abschnitt an den vorangehen an. Allerdings werden in den Szenarien nicht die gesamten (ggf. durch Green Finance finanzierbaren) Klimaschutzinvestitionen, sondern nur die Mehrinvestitionen berechnet, die zusätzlich zu den Investitionen, die ohnehin bereits im Bereich Klimaschutz und in anderen Bereichen in der Referenz getätigt werden, aufgebracht werden müssen. Diese betragen bis 2050 im **jährlichen Durchschnitt 43 Mrd. Euro bis 82 Mrd. Euro**, wobei sich die Investitionserfordernisse nicht gleichmäßig auf den Zeitraum bis 2050 verteilen, da später auf kostenintensivere Einsparmöglichkeiten zurückgegriffen werden muss. Prognos / BCG gehen davon aus, dass die Transformation mit erheblichen Einsparungen bei den Betriebskosten verbunden ist, sodass die Nettokosten der Transformation deutlich geringer ausfallen als die reinen Investitionssummen nahelegen.

Ein Vergleich der Zahlen mit relevanten Bezugsgrößen zeigt, dass die Transformation zwar erhebliche Investitionsbedarfe erfordert, diese aber finanziell durchführbar sind. Bspw. entsprechen 50 Mrd. Euro weniger als **7 Prozent der jährlichen Bruttoinvestitionen** Deutschlands bzw. rund 1,4 Prozent des deutschen BIPs 2019 – gleichwohl kann die finanzielle Belastung in einigen Branchen und insbesondere Unternehmen deutlich überproportional sein (betrifft v. a. Branchen und Unternehmen, die direkt mineralische, metallische oder chemische Rohstoffe verarbeiten). Damit dürften die künftigen Investitionserfordernisse die gegenwärtig getätigten Investitionen durch Green Finance (Kapitel 3.2) deutlich übersteigen.

Werden die Investitionen in erforderlicher Höhe getätigt, dürfte dies **positive Nachfrageeffekte** auslösen. Dementsprechend sind in den Szenarien BIP (0,4 bis 0,9 % in 2050) und Erwerbstätigenzahl (0,1 bis 0,2 % in 2050) höher als in der Referenz. Allerdings profitieren nicht alle Branchen gleichermaßen von dem Nachfrageimpuls. Besonders gefordert sind v. a. **energieintensiven (Grundstoff-)Industrien**, die auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen müssen und damit ein umfangreiches Investitionsvolumen zu stemmen haben. Auf Grundlage der regionalen Branchenstruktur zeigen sich teilweise deutliche regionale Unterschiede in der Betroffenheit einzelner Regionen durch die Transformation.

Der nächste Abschnitt geht über die bisher vorliegende Literatur hinaus und erweitert das Wissen zum künftigen Investitionsbedarf um Berechnungen, die insbesondere unter Finanzierungsaspekten (Green Finance) und weniger unter volkswirtschaftlichen Aspekten (BIP, Beschäftigung) relevant sind.

Abschnitt III

Differenzierung der Finanzierungs- und Investitionsbedarfe

Zur Erfüllung der THG-Reduktionsziele sind erhebliche Investitionen erforderlich. Diese werden in den vorliegenden Studien allerdings nur als Differenz- bzw. Mehrinvestitionen gegenüber einer Referenz und nur auf einer relativ hohen Aggregationsebene ausgewiesen. Unter Finanzierungsaspekten (Green Finance) sind aber insbesondere die gesamten **Klimaschutzinvestitionen**, die für die Transformation finanziert werden müssen, sowie die Aufteilung der Investitionen auf **Akteursgruppen und Betreffnisse** relevant. Diesen Aspekten widmet sich der folgende Abschnitt.

11 Differenzierung des erforderlichen Investitionsbedarfs

11.1 Relevante Akteursgruppen

Im Rahmen der Studie wurden **zentrale Akteursgruppen** in den einzelnen Sektoren der Energiebilanz identifiziert, die die erforderlichen Investitionen tätigen müssen. Hier sollten mögliche Investitionsanreize ansetzen. Insgesamt zeigt Tabelle 12, dass in allen Sektoren sehr unterschiedliche Akteursgruppen und Investitionsgegenstände (Betreffnisse) anzutreffen sind, die jeweils in unterschiedliche Bezüge und Interessen eingebettet sind. Damit bedarf es sehr wahrscheinlich einer differenzierteren Ansprache der unterschiedlichen Akteursgruppen.

Die Akteursgruppen können den Bereichen **privat, gewerblich und öffentlich** zugeordnet werden (wobei der öffentliche Bereich sowohl staatliche als auch halbstaatliche Akteure umfasst). Bspw. können Wohnungseigentümer aus dem privaten, gewerblichen (z. B. Immobilienunternehmen) oder öffentlichen (z. B. Sozialwohnungen) Bereich kommen. Die meisten Akteursgruppen werden ganz oder teilweise dem gewerblichen Bereich zugeordnet werden. Akteursgruppen aus dem privaten Bereich betreffen insbesondere Wohnungseigentümer und Fahrzeugbesitzer sowie Betreiber von (vergleichsweise kleinen) Speichern und Erneuerbare-Energien-Anlagen. Akteursgruppen aus dem öffentlichen Bereich sind v. a. bei den Gebäudebesitzern und Busunternehmen bzw. Unternehmen des öffentlichen Verkehrs sowie Betreibern von Schienennetzen, Oberleitungen und Ladesäulen relevant.

Die Akteursgruppen können weiter nach Art bzw. **Betreffnis** der erforderlichen Investitionen differenziert werden. Vielfältige Betreffnisse ergeben sich bspw. im Industriesektor, während sie im Sektor Gebäude relativ ähnlich sind (v. a. Wärmedämmung und Heizungsanlagen). Tabelle 12 zeigt Betreffnisse, die für die Transformation besonders relevant sind. Die Beschreibung, Abgrenzung und Quantifizierung der Betreffnisse erfolgt in Kapitel 11.2.

Tabelle 12: Relevante Akteursgruppen und adressierte Investitionen / Betreffnisse

Sektor	Akteursgruppe	Sphäre			Adressierte Investitionen / Betreffnisse
		Privat	Gewerbl.	Öffentl.	
Private Haushalte	Wohnungseigentümer	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sanierung und Neubau ■ Anpassung Heizungen / Einbau von Flächenheizungen ■ Anlagen (z. B. Solar, Wärmepumpen, Fern- und Nahwärme-Übergabestationen, Biomasse, Lüftungsanlagen)
	Gebäudebesitzer		x	x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Effizienz Gebäudehülle ■ EE-Anlagen
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	Betriebliches Gewerbe		x	x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Effizienz Stromanwendungen ■ EE bei Prozessen und Mobilität ■ Effizienz bei Prozessen und mechanischer Energie, Energieträgerwechsel mit den entsprechenden Anlagen ■ Effizienz bei raumluftechnischen Anlagen (z.B. Forschungslabore, Gesundheitswesen)
	Unternehmen, Betriebsstätte		x		<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewinnung von Steinen, Erden u. Bergbau ■ Ernährung u. Tabak ■ Papier ■ Chemische Industrie ■ Gummi- und Kunststoffwaren ■ Herstellung von Glas, -waren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden ■ Roheisen, Stahl ■ NE-Metalle und -gießereien ■ Metallerzeugnisse ■ Elektrogeräte ■ Elektrische Ausrüstungen ■ Maschinenbau ■ Kraftwagen und Kraftwagenteile ■ Sonstiger Fahrzeugbau ■ Sonstige Wirtschaftszweige
Verkehr	Fahrzeugbesitzer	x	x		<ul style="list-style-type: none"> ■ Pkw
	Fahrzeugbesitzer		x	x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lkw, LNF, Szm
	Busunternehmen		x	x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Busse
	Schienennetzbetreiber			x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schieneninfrastruktur
	Oberleitungsbetreiber			x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Oberleitungsinfrastruktur auf Autobahnen
	Ladesäulenbetreiber	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ladeinfrastruktur / Ladesäulen
Energie	EE-Anlagenbetreiber / Projektierer	x	x		<ul style="list-style-type: none"> ■ EE-Anlagen
	Speicherbesitzer (Betreiber / Contracting)	x	x		<ul style="list-style-type: none"> ■ Heimspeicher
	Netzbetreiber (Strom / FW)		x	x	<ul style="list-style-type: none"> ■ Netzinfrastruktur
	PtX-Anlagenbetreiber		x		<ul style="list-style-type: none"> ■ PtX-Anlagen

LNF Leichte Nutzfahrzeuge, Szm Sattelzugmaschinen, FW Fernwärme. Auflistung nicht abschließend.

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos 2021

11.2 Quantifizierung der Investitionsbedarfe nach Sektoren und Betreffnisse

11.2.1 Abgrenzung der berechneten Investitionsaggregate

Im Folgenden werden für jeden Sektor der Energiebilanz die für die Transformation erforderlichen Investitionsbedarfe nach Betreffnissen berechnet. Dabei kann auf verschiedene Investitionsaggregate abgestellt werden, die jeweils unterschiedlichen Informationsgehalt haben:

- **Gesamtinvestitionen** sind definiert als die Summe aller in einer Volkswirtschaft getätigten Investitionen (unabhängig von dem Beitrag der Investitionen zur Reduktion der THG-Emissionen). Die Gesamtinvestitionen sind insbesondere unter **Finanzierungsaspekten** sowie zur Einordnung der anderen Investitionsgrößen relevant.
→ Bspw. umfassen die Gesamtinvestitionen im Sektor Verkehr beim Betreffnis Pkw alle Anschaffungskosten für neue Fahrzeuge unabhängig von ihrer Antriebsart.
- **Gesamte Klimaschutzinvestitionen** umfassen eine Teilmenge der Gesamtinvestitionen und sind definiert als die Summe aller in einer Volkswirtschaft getätigten Investitionen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen. Sie beinhalten also auch viele Investitionen, die ohnehin getätigt worden wären, nun aber in klimafreundliche Anwendungen gelenkt werden, bspw. die Neuanschaffung von Pkw (nunmehr E-Pkw), oder von Teilen einer Produktionsanlage – nun aber mit besonders effizienten Motoren, oder Dampferzeuger – nun aber statt bis Erdgas mit Biomassen betrieben. Die gesamten Klimaschutzinvestitionen bilden praktisch alles ab, was für die Transformation finanziert werden muss und damit grundsätzlich für **Green Finance** in Betracht kommt.
→ Bspw. umfassen die gesamten Klimaschutzinvestitionen im Sektor Verkehr beim Betreffnis Pkw alle Anschaffungskosten für neue Elektrofahrzeuge (ohne Abzug möglicher Minderinvestitionen für Verbrenner), nicht jedoch für neue Verbrennerfahrzeuge.
- **Mehrinvestitionen** umfassen eine Teilmenge der gesamten Klimaschutzinvestitionen. Sie bilden nur die klimapolitisch induzierten zusätzlichen Investitionen ab, die zur Erreichung der Klimaschutzziele im Zielszenario gegenüber dem Referenzszenario erforderlich sind, also Investitionen, die über die ohnehin getätigten Investitionen hinausgehen (in der Referenz werden sowohl nicht klimaschutzbezogene „ohnehin“-Investition als auch bestimmte klimaschutzbezogene „ohnehin“-Investition getätigt). Dabei werden die erforderlichen Mehrinvestitionen mit den Minderinvestitionen, die sich bei einigen Betreffnissen ergeben, saldiert. Die Mehrinvestitionen sind v. a. für die **volkswirtschaftlichen Auswirkungen** der Transformation und für die **Ausgestaltung von Anreizsystemen** entscheidend.
→ Bspw. bedingen die Klimaschutzziele im Sektor Verkehr beim Betreffnis Pkw Mehrinvestitionen in Elektrofahrzeuge und Minderinvestitionen in Verbrenner. Im Sektor Energie gibt es bspw. Minderinvestitionen in den Erhalt fossiler Kraftwerkparks, aber nicht in PtX-Anlagen, da solche Anlagen in der Referenzentwicklung nicht existieren.

Die Investitionsaggregate können einerseits pro Jahr oder für auf den gesamten bis 2050 sowie andererseits für einen bestimmten Sektor bzw. ein bestimmtes Betreffnis oder über alle Sektoren und Betreffnisse hinweg ausgewiesen werden.

Den Mehrinvestitionen stehen u. a. eingesparte Energiekosten gegenüber, welche in den Aggregaten nicht berücksichtigt sind. In einigen Studien werden die Mehrkosten berechnet, die sich aus dem Saldo von Mehrinvestitionen und Einsparungen ergeben (Kapitel 7.3). Zudem können die Energieeffizienz- und Klimaschutzmaßnahmen einen zusätzlichen Sekundärnutzen generieren, etwa durch die geringe Belastung der Umwelt bzw. (vermiedenen) Kosten des Klimawandels (Kapitel 6.5.5), der aber (bislang) nicht im Detail berechnet oder zugeordnet werden kann.

11.2.2 Methodische Anmerkungen und Einschränkungen

Grundlage der Quantifizierungen

Grundlage der Quantifizierungen bildet das **KSP-Szenario** aus der aktuellsten, voll durchgerechneten, quantitativen Szenarienarbeit (Prognos et al., 2021). Das Szenario dient der Bundesregierung zur Aufstellung des Nationalen Energie- und Klimaschutzplan (NECP). Die Nutzung dieses Szenarios hat gegenüber anderen vorliegenden Szenarien neben der Aktualität und dem offiziellen Charakter den Vorteil, dass es das gesamte THG-Inventar einbezieht (Kapitel 6.2), bis 2030 vollständig instrumentiert ist (die Instrumente wurden in einem aufwändigen Konsultationsprozess der beteiligten Ministerien abgestimmt) und sich damit auch an der derzeit absehbaren gesellschaftlichen Machbarkeit orientiert (z. B. kein CCS). Allerdings beträgt die THG-Reduktion bis 2050 im KSP-Szenario nur rund 87 Prozent gegenüber 1990; es wird also **keine vollständige Klimaneutralität** bis 2045/2050 erreicht. Die fehlenden Aufwände bis zur Erreichung von Klimaneutralität werden in Kapitel 11.2.9 näherungsweise abgeschätzt.

Einschränkungen

Die Quantifizierung der Mehrinvestitionen nach Betreffnissen kann direkt aus dem KSP-Szenario erfolgen und ist damit unproblematisch und die Ergebnisse gut miteinander vergleichbar. Zur Ermittlung der Gesamtinvestitionen und der gesamten Klimaschutzinvestitionen muss hingegen auf weitere Datensätze zurückgegriffen werden. Die erforderliche Kombination **verschiedener Datensätze und Vorgehen** ist im streng wissenschaftlichen Sinn nicht vollständig konsistent. Bspw. ist eine Verknüpfung der Mehrinvestitionen in den Sektoren in der Energiebilanz mit der VGR, die u. a. Angaben zu den Investitionen umfasst, nur eingeschränkt möglich, da die Sektoren unterschiedlich abgegrenzt sind. In einigen Bereichen liegen erst gar **keine Datensätze mit Statistikqualität** vor, die eine fundierte Zuordnung der Investitionen erlauben würden. Bspw. fehlen im Industriesektor detaillierte Daten zu den vorhandenen Anlagenparks, sodass bereits die Mehrinvestitionen in der Industrie auf Basis von Energieverbräuchen approximiert werden müssen. Im Sektor Verkehr sind die Berechnungsmöglichkeiten hingegen weniger problematisch und auch präziser, da hier auf die ausführlichen Aufstellungen des Kraftfahrtbundesamts (KBA) zum heutigen Fahrzeugbestand zurückgegriffen werden kann. Für den Sektor GHD wurden die Klimaschutz- und Gesamtinvestitionen aufgrund der unzureichenden Datenlage anhand von Analogieschlüssen zu vergleichbaren Sektoren abgeschätzt. Insgesamt konnten auf diese Weise für alle Sektoren Ansätze verfolgt werden, die für eine Grobabschätzung der relevanten Investitionen im Rahmen des Projekts angemessen erscheinen (Kasten 16).

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich bei der Bestimmung der Klimaschutzinvestitionen hinsichtlich der **Abgrenzung zwischen klimarelevanten und nicht-klimarelevanten Investitionen**. Diese Abgrenzung ist entscheidend für die Höhe der Klimaschutzinvestitionen. Bspw. stellt sich die Frage, ob die gesamte Gebäudehülle oder nur die Wärmedämmung als klimarelevant klassifiziert werden können. Ebenso ist bei Maschinen und Anlagen nicht klar, inwiefern Neuanschaffungen, die regelmäßig gewisse Effizienzfortschritte gegenüber alten Maschinen und Anlagen aufweisen, vollständig als grün eingestuft werden können. Gibt es Investitionsalternativen, stellt sich zudem die Frage, ob nur die klimafreundlichste Investitionsalternative (z. B. E-Fahrzeuge) als grün klassifiziert wird oder, ob es bereits reicht, wenn die gewählte Alternative (z. B. Verbrenner mit hoher Effizienz) klimafreundlicher ist als eine andere Alternative (z. B. Verbrenner mit geringer Effizienz). Auf Unternehmensebene dürfte eine Tendenz bestehen eine möglichst umfassende Definition zu wählen, um sich so ein umweltfreundliches und verantwortungsbewusstes Image zu verleihen (Green Washing). Damit erscheint es nicht sinnvoll die Einordnung den Unternehmen zu überlassen. Aufgrund der Abgrenzungsproblematik werden im Folgenden nur Investitionen den

Klimaschutzinvestitionen zugerechnet, deren Zuordnung weitgehend unstrittig sein sollte (z. B. E-Fahrzeuge, Dämmung). Damit dürften die Klimaschutzinvestitionen eher unterschätzt werden, zumal mit den berechneten Investitionen noch keine vollständige Klimaneutralität bis 2045/2050 erreicht werden dürfte.

Die derzeit in der Entwicklung befindliche **EU-Taxonomie** zur Klassifizierung nachhaltiger Aktivitäten könnte künftig zur Abgrenzung grüner Investitionen herangezogen werden, sofern sie differenziert genug ausfällt. Eine andere Möglichkeit die Abgrenzungsproblematik, zumindest teilweise, zu adressieren wäre die Konstruktion eines kontrafaktischen Szenarios als Referenz, bei dem der Pfad der Energiewende nicht verfolgt wird. Damit würden in der Referenz keine (oder kaum) klimarelevanten Investitionen erfolgen und die Mehrinvestitionen gegenüber der Referenz praktisch alle klimarelevanten Investitionen umfassen. GWS / Prognos (2018) haben eine Szenarienarbeit vorgelegt, bei der ab dem Jahr 2000 der Pfad der Energiewende nicht verfolgt wird und die Reduktion der THG-Emissionen bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 nicht nennenswert ist. Diesem „kontrafaktischen Szenario“ ist dann das „Energiewende-Szenario“ gegenübergestellt, in dem eine Energiewende mit dem Instrumentarium von ca. 2016 und gewissen angenommenen Verschärfungen im Zeitverlauf gegenübergestellt. In diesem „Energiewende-Szenario“ wird eine Reduktion der THG-Emissionen um 81 Prozent zwischen 1990 und 2050 erreicht (Kasten 10). Eine Aktualisierung der Arbeit auf das Jahr 2020 und auf das Ziel Klimaneutralität ist im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich.

Insgesamt sind die hier präsentierten Ergebnisse infolge der methodischen und datenseitigen Einschränkungen als Indikationen zu verstehen.

i

Kasten 16: Ansätze zur Abschätzung der Investitionsbedarfe

Alle Investitionsbedarfe werden einheitlich in Preisen des Jahres 2016 ausgewiesen. Bei Betrachtung von Durchschnittswerten ist zu beachten, dass sich die Investitionsbedarfe im Zeitverlauf verschieben (erhöhen/verringern) können.

Mehrinvestitionen

Die Quantifizierung der Mehrinvestitionen erfolgte direkt aus dem KSP-Szenario. Dabei wurden geringe Anpassungen vorgenommen, um eine einheitliche Abgrenzung der verschiedenen Investitionsaggregate zu gewährleisten. Die ausgewiesenen Volumina können sich also leicht den im KSP-Szenario ausgewiesenen unterscheiden (bspw. wurden im Rahmen der vorliegenden Studie Investitionen in stromverbrauchende Geräte (Weiße Ware, IKT / Medientechnik) im Sektor PHH nicht quantifiziert).

Gesamte Klimaschutzinvestitionen

Die gesamten Klimaschutzinvestitionen setzen sich zum einen aus den Mehrinvestitionen gem. KSP-Szenario (Prognos et al., 2021) sowie zum anderen aus den bereits in der Referenz getätigten klimaschutzbezogenen „ohnehin“-Investition zusammen. Aufgrund der (unzureichenden) Datenlage musste dabei auf verschiedenen Vorgehensweisen zurückgegriffen werden.

Im **Industriesektor** werden die in der Referenz getätigten klimaschutzbezogenen „ohnehin“-Investitionen unter der Annahme ermittelt, dass sich der Anteil der Klimaschutzinvestitionen an den gesamten Investitionen des Produzierenden Gewerbes (ohne Bau) bis 2050 verdoppelt. Diese Zunahme leitet sich zum einen aus der bisherigen Entwicklung der Klimaschutzinvestitionen lt. Statistischem Bundesamt und zum anderen aus den ohnehin zunehmenden Investitionsanreizen ab. Um die in der Referenz getätigten klimaschutzbezogenen „ohnehin“-Investition zu erhalten, wird dieser Anteil mit der aktuellsten Referenzentwicklung gem. Prognos Economic Outlook (Herbstprognose 2020) verknüpft. Die Nutzung der Referenzentwicklung gem. Prognos Economic Outlook bietet den Vorteil, dass sie die Corona-Krise bereits berücksichtigt. Allerdings besteht bei dieser Methodik das Risiko, dass gegen Ende des Betrachtungszeitraums ein gewisses erforderliches Volumen an Mehrinvestitionen bis zur Zielerreichung fehlen könnte (abgeschätzt etwa im einstelligen Milliardenbereich). Wenn im „Corona-Dip“ zu vorsichtig investiert wird, sollte das Herausarbeiten aus dem „Loch“ besonders angereizt werden, sodass genau dann energetisch hinreichend anspruchsvolle Investitionen umgesetzt werden und keine Lock-In-Effekte für die nächsten 25 bis 30 Jahre entstehen, die die Erreichung der Klimaneutralität sowohl energetisch als auch kostenseitig verteuern würden.

In den Sektoren **PHH, Verkehr und Energie** können die gesamten Klimaschutzinvestitionen auf Grundlage der zu errichtenden Anlagen verlässlicher bestimmt werden. Allerdings muss in einem vorgelagerten Schritt abgegrenzt werden, welche Investitionen als grün bzw. nicht-grün klassifiziert werden können. Aufgrund der Abgrenzungsproblematik werden im Folgenden nur Investitionen den Klimaschutzinvestitionen zugerechnet, deren Zuordnung weitgehend unstrittig sein sollte. Dies betrifft:

- im Sektor **Verkehr** alle Investitionen in Fahrzeuge mit alternativen Antrieben, in die Ladeinfrastruktur und in Oberleitungen auf Autobahnen sowie die *zusätzlichen* Investitionen in den Ausbau des Schienennetzes.
- im Sektor **Energie** alle Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen, in PtX-Anlagen und Heimspeicher sowie die *zusätzlichen* Infrastrukturinvestitionen, die gegenüber der Referenzentwicklung durch die zunehmende dezentrale Erzeugung sowie durch den steigenden Strom- und Fernwärmeverbrauch entstehen.
- im Sektor **PHH** alle Investitionen in Anlagen (z. B. Erneuerbaren-Energien-Anlagen wie Solarthermie und emissionsfreie Raumwärmeheizungen wie Wärmepumpen) und Anpassungen sowie die Investitionen, die durch das Sanieren und den Neubau von Gebäuden *zusätzlich* durch energetische Sanierungsmaßnahmen bzw. durch energetisch effizientere Neubauten verursacht werden (es werden also nicht die vollen Investitionen für Sanierung und Neubau angesetzt).⁸⁹

Im **GHD-Sektor** lassen sich die gesamten Klimaschutzinvestitionen in die Hülle und technische Ausrüstung von Gebäuden auf Basis der Flächen- und Energieverbrauchsentwicklung hochrechnen, die sich im KSP-Szenario einstellen. Für diese Investitionen wird dieselbe Berechnungsmethodik und Begriffsabgrenzung angewandt, wie im Sektor PHH. Eine größere Herausforderung stellt die Abschätzung der Klimaschutzinvestitionen

⁸⁹ Gleichwohl werden im Gebäudebereich teilweise die gesamten Investitionen für energieeffiziente Neubauten über Green Bonds finanziert.

bei der Prozesstechnik dar. Mangels verlässlicher Datengrundlagen wurden die Klimaschutzinvestitionen für die Prozesstechnik im Sektor GHD analog zur nicht-energieintensiven Industrie berechnet: Auf Grundlage des Prognos Economic Outlook (Herbstprognose 2020) wurde die Referenzentwicklung bestimmt und teilweise bereinigt, um der gewählten Sektorabgrenzung bei der Zuweisung der Investitionen Rechnung zu tragen.⁹⁰ Die Entwicklung des Anteils der klimaschutzrelevanten Investitionen an den Gesamtinvestitionen wird analog zu der Entwicklung im produzierenden Gewerbe gesetzt.

Gesamtinvestitionen

Die Gesamtinvestitionen enthalten neben den Klimaschutzinvestitionen auch alle anderen Investitionen, die in den jeweiligen Sektoren (bzw. Betreffnissen) getätigt werden. Auch hier musste infolge der (unzureichenden) Datenlage auf verschiedenen Vorgehensweisen zurückgegriffen werden.

Im **Industriesektor** setzen sich die Gesamtinvestitionen aus den Investitionen in der Referenzentwicklung gem. Prognos Economic Outlook und den Mehrinvestitionen gem. KSP-Szenario (Prognos et al., 2021) zusammen. Im Ergebnis erhält man die Investitionen, die bei einer Referenzentwicklung anfallen zuzüglich der Investitionen, die durch zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen ausgelöst werden.

In den Sektoren **PHH, Verkehr und Energie** können die Gesamtinvestitionen wiederum auf Grundlage der zu errichtenden Anlagen verlässlicher bestimmt werden. Die Gesamtinvestitionen umfassen

- im Sektor **Verkehr** bspw. sowohl die Investitionen in Fahrzeuge mit alternativen Antrieben als auch die Investitionen in konventionelle Verbrennungsfahrzeuge sowie die Investitionen in Lade- und Schienennetzinfrastrukturen,
- im Sektor **PHH** bspw. die Investitionen in Anlagen sowie die vollständigen Aufwendungen für Sanierungen und Neubau und
- im Sektor **Energie** (Umwandlung) bspw. Investitionen in alle Anlagen zur Erzeugung von Energie, inkl. konventioneller Umwandlung und Netzinfrastruktur.

Im **GHD-Sektor** wurden die *gebäudespezifischen Gesamtinvestitionen* (Energieeffizienz der Hülle, technische Gebäudeausrüstung) auf dieselbe Weise bestimmt, wie im Sektor PHH. Die Gesamtinvestitionen für die *Prozesstechnik* setzen sich wie im Industriesektor aus den Investitionen in der Referenzentwicklung gemäß dem Prognos Economic Outlook und den Mehrinvestitionen aus dem KSP-Szenario zusammen.

⁹⁰ So werden beispielsweise Investitionen in Fahrzeuge oder die Verkehrsinfrastruktur in der vorliegenden Studie dem Sektor Verkehr zugewiesen und nicht der Branche, in der diese Fahrzeuge zum Einsatz kommen.

11.2.3 Sektor Private Haushalte (PHH)

Quantifizierte Betreffnisse

Im Sektor Private Haushalte konnten die folgenden Betreffnisse, die sich ausschließlich auf Wohngebäude beziehen, quantifiziert werden:

- **Lüftungs- und Wärmeerzeugungs- bzw. Heizungsanlagen:** Anlagen zur Lüftung (raumluft-technische Anlagen, kontrollierte Lüftungen, ggf. auch Raumkühlung) und zur Erzeugung von Wärme (v. a. Wärmepumpen / Umweltwärme und solarthermische Anlagen)
- **Heizungsanpassungen:** Anpassungen (baulich und Installation) in Verbindung mit dem Wechsel, Neueinbau oder der Optimierung von (Flächen-)Heizungsanlagen
- **Wärmeschutz:** Energetische Verbesserung der Gebäudehülle durch Sanierung oder bei Neubau (inkl. baulichen Veränderungen am Gebäudebestand)

Weitere Betreffnisse wie bspw. stromverbrauchende Geräte (Weiße Ware, IKT / Medientechnik), sowie Gebäudesteuerungs- und Beförderungsanlagen (Aufzüge) wurden im Rahmen der Studie nicht quantifiziert, sind aber für die Transformation auch nicht wesentlich. Bei Weißer und Brauner Ware wurde zwar im KSP-Szenario mit den jeweils energieeffizientesten Geräten gerechnet, jedoch verursacht ein solcher effizienter Gerätepark keine Mehrkosten gegenüber einem „konventionellen“, da es zahlreiche ergänzende und gegenläufige Qualitätskriterien bei solchen Geräten gibt, die sich auf die Kosten auswirken. Ebenfalls im Rahmen des Projekts nicht möglich war eine Zuordnung der gesamten Investitionsbedarfe insbesondere baulicher Maßnahmen, aber auch der Geräte, auf die Bereiche privat, gewerblich, öffentlich, weil die VGR diese Aufteilung nicht bietet (Kasten 16). Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien, wie bspw. PV-Anlagen, werden im Sektor Energie bilanziert.

Gesamtinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die gesamten Investitionen (z. B. alle Investitionen in Neubau und Sanierung). Sie sind insbesondere unter Finanzierungsaspekten sowie zur Einordnung der anderen Investitionsgrößen relevant.

Klimaschutzinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Gesamtinvestitionen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen (z. B. alle energiebedingten Mehrinvestitionen in Neubau und Sanierung, etwa Wärmedämmung). Sie kommen grundsätzlich für eine Finanzierung durch Green Finance in Betracht.⁹¹

Mehrinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Klimaschutzinvestitionen, die über die im Referenzszenario ohnehin getätigten (Klimaschutz-)Investitionen hinausgehen (z. B. alle klimafreundlichen Investitionen in Neubau und Sanierung, etwa Dämmung, die aufgrund der Annahmen zur Referenzentwicklung nicht ohnehin bereits angebracht wird oder auf besserem Standard als in der Referenz ausgeführt wird). Sie sind v. a. für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Transformation und die Ausgestaltung von Anreizsystemen relevant.

⁹¹ Gleichwohl werden im Gebäudebereich teilweise die gesamten Investitionen für energieeffiziente Neubauten über Green Bonds finanziert.

Größenordnung der Mehrinvestitionen

Der Mehrinvestitionsbedarf im Sektor PHH beträgt für alle berechneten Betreffnisse bis 2050 in Summe 253,7 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 8,2 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 25, oben). Er liegt damit deutlich niedriger als der Gesamtinvestitionsbedarf mit 2.337,3 Mrd. Euro in Summe bzw. 75,4 Mrd. Euro im Durchschnitt pro Jahr, was zeigt, dass ein Großteil des Gesamtinvestitionsbedarfs (89 %) ohnehin getätigt wird und die Mehrinvestitionen mit einem **Anteil von 11 Prozent an den Gesamtinvestitionen** insgesamt finanziell durchführbar sind. Der geringe Anteil der Mehrinvestitionen wird maßgeblich vom Neubau bestimmt, bei dem kaum Mehrinvestitionen gegenüber der Referenz anfallen. Bei den anderen Betreffnissen sind die Anteile und damit die finanzielle Zusatzbelastungen durchaus signifikant. Bspw. belaufen sich die Mehrinvestitionen bei Heizungsanpassungen auf rund 70 Prozent der Gesamtinvestitionen, bei Lüftungs- und Wärmeerzeugungs- bzw. Heizungsanlagen sind es rund 27 Prozent.

Insgesamt entfällt der Mehrinvestitionsbedarf bis 2050 fast zur Hälfte auf Wärmeschutz durch Sanierungen mit 127,1 Mrd. Euro. Der hohen Investitionsbedarf bei Sanierungen gegenüber Wärmeschutz bei Neubauten ist u. a. auf die insgesamt deutlich größeren bearbeiteten Flächen bei Sanierungen zurückzuführen – der jährliche Neubau macht nur einen geringen Anteil an der Bestandsfläche aus. Der energetische Mehrinvestitionsbedarf für Neubauten ist darüber hinaus gering, da für Neubauten ohnehin bereits vergleichsweise hohe energetische Standards gelten.

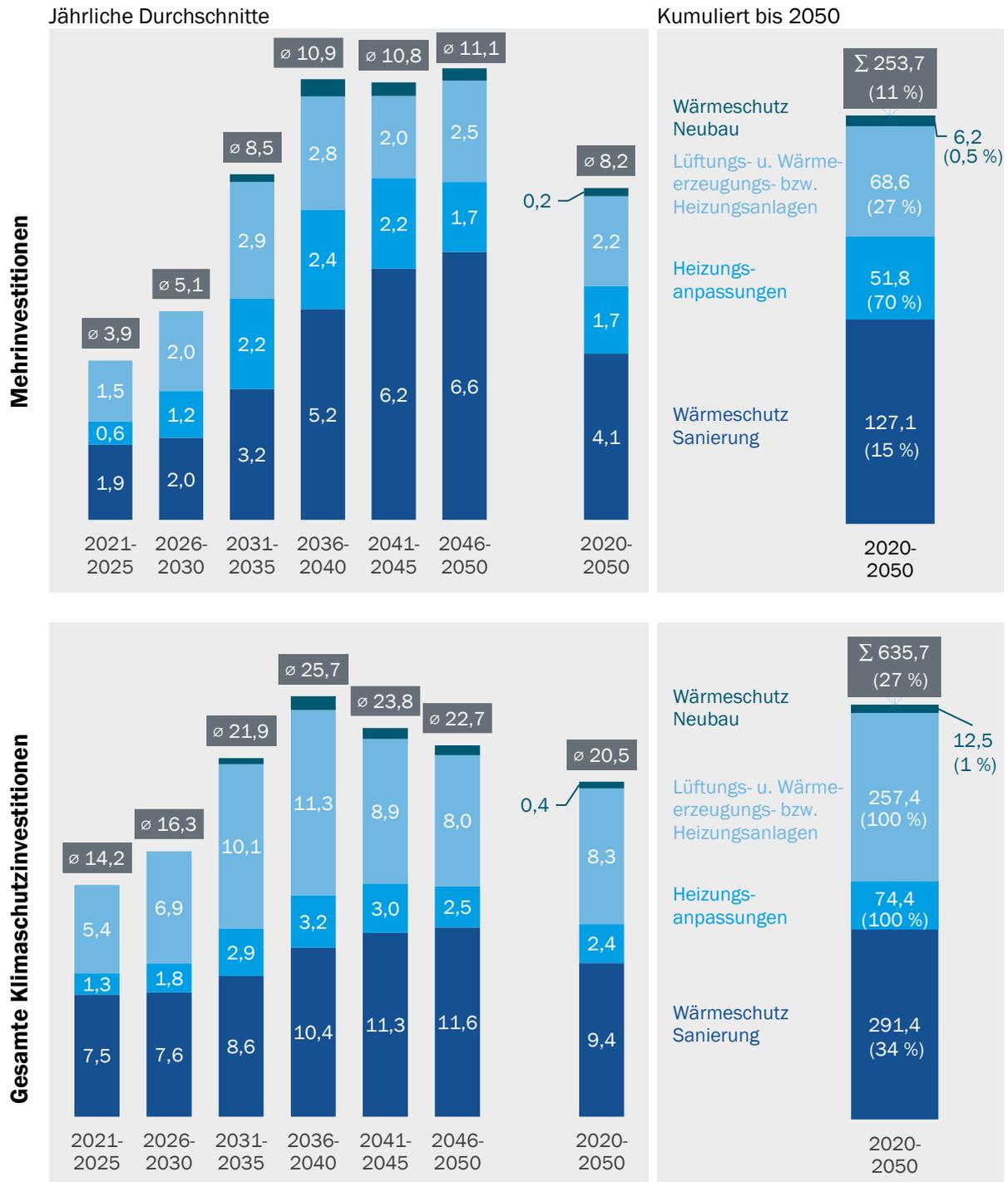
Größenordnung der gesamten Klimaschutzinvestitionen

Die gesamten Klimaschutzinvestitionen, die neben den Mehrinvestitionen auch die klimaschutzbezogenen Investitionen umfassen, die in der Referenz ohnehin getätigt werden, betragen bis 2050 im Sektor PHH in Summe 635,7 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 20,5 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 25, unten). Damit sind sie etwa doppelt so hoch wie die reinen Mehrinvestitionen und haben einen Anteil von **27 Prozent am Gesamtinvestitionsbedarf**. Dieser Anteil ist grundsätzlich durch Green Finance bzw. Climate Finance finanzierbar. Der Anteil der Klimaschutzinvestitionen am Gesamtinvestitionsbedarf beträgt bei Lüftungs- und Wärmeerzeugungs- bzw. Heizungsanlagen sowie bei Heizungsanpassungen 100 Prozent, bei diesen Betreffnissen werden also alle künftigen Investitionen – in der gewählten Abgrenzung – als grün klassifiziert. Bei Wärmeschutz durch Sanierungen und bei Neubauten ergibt sich ein Anteil von 34 Prozent bzw. 1 Prozent (Anteile sind in Abbildung 27 (unten rechts) in Klammern dargestellt).

Der mit Abstand größte Teil der Klimaschutzinvestitionen bis 2050 entfällt auf Wärmeschutz durch Sanierung des Gebäudebestands mit insgesamt 291,4 Mrd. Euro sowie auf Lüftungs- und Wärmeerzeugungs- bzw. Heizungsanlagen mit 257,46 Mrd. Euro. Die jährlichen Anlageninvestitionen steigen dabei von rund 5,4 Mrd. Euro im Durchschnitt der Jahre 2021 – 2025 auf 11,3 Mrd. Euro im Durchschnitt der Jahre 2036 – 2040. Dies hängt damit zusammen, dass der Anteil der Erneuerbaren-Energien-Anlagen bei den Ersatz- und Neuinvestitionen nicht von vornherein maximal ist, sondern vom heute noch vergleichsweise niedrigen Niveau aus stetig ansteigt.

Abbildung 25: Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor PHH nach Betreffnissen

Mehrinvestitionen (oben) und gesamte Klimaschutzinvestitionen (unten),
im jährlichen Durchschnitt über verschiedene Zeiträume (links) sowie als kumulierte Summen bis 2050 (rechts),
in Mrd. Euro (real) und als Anteil an den jeweiligen Gesamtinvestitionen in Klammern



Zur besseren Lesbarkeit sind Investitionsbedarfe unter 1 Mrd. Euro teilweise nicht beziffert. Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als „grün“ klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021



Kasten 17: Private, gewerbliche und öffentliche Investitionsbedarfe

Eine Zuordnung der Investitionsbedarfe auf die Bereiche privat, gewerblich, öffentlich ist aufgrund mangelnder Datenlage **im Rahmen des Projekts nicht möglich**. Um Hinweise hierzu erlangen kann die Eigentümerstruktur am deutschen Wohnungsmarkt herangezogen werden: Laut Statistischem Bundesamt gibt es in Deutschland rund 40,5 Mio. Wohnungen, die zu 60 Prozent Privatpersonen, zu 22 Prozent Eigentümergemeinschaft (zum Großteil wohl ebenfalls Privatpersonen), zu 6 Prozent der öffentlichen Hand⁹², zu 7 Prozent privatwirtschaftlichen Unternehmen und zu 5 Prozent Wohnungsgenossenschaften gehören. Die Investitionsbedarfe können allerdings nicht ohne Weiteres anhand dieser Verteilung den einzelnen Bereichen zugeordnet werden, da es signifikante Unterschiede in den Portfolios der einzelnen Bereiche geben dürfte, etwa hinsichtlich Alter, Zustand und Art der Immobilie.

11.2.4 Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)

Der Investitionsbedarf im Sektor GHD lässt sich den nachfolgenden Betreffnissen grob zuordnen:

- Effizienz der Gebäudehülle
- Gebäudetechnik
- Prozesstechnik

Investitionen in die Effizienz der Gebäudehülle betreffen vor allem Wärmeschutzmaßnahmen in Gebäuden im Rahmen von Sanierungs- und Neubauaktivitäten.

Unter dem Betreffnis Gebäudetechnik werden alle Investitionen in die technische Gebäudeausrüstung zusammengefasst, insbesondere Beleuchtungsanlagen, raumluftechnische Anlagen zur Ventilation, Raumkühlung und / oder -klimatisierung sowie Heizungsanlagen zur Erzeugung von Raumwärme (klimaschutzrelevante Anlagen umfassen v. a. Wärmepumpen, Biomasse- und solarthermische Anlagen). Nicht enthalten sind Investitionen in stromerzeugende Anlagen wie PV-Module, aber auch in Blockheizkraftwerke oder Brennstoffzellenanlagen. Diese sind in der vorliegenden Studie im Sektor Energie bilanziert, dort werden auch die (Mehr-)Investitionen zugerechnet.

Prozesstechnische Anlagen umfassen Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme und -kälte sowie mechanischer Antriebsenergie. Zum einen erfolgen Investitionen in Neuanlagen dieser Kategorie zum Zweck der Reduktion des Brennstoff- bzw. Stromverbrauchs (Energieeffizienz). Zum anderen können diese Investitionen eine Brennstoffumstellung (bspw. ein Induktionskochfeld anstelle eines Gasherdes, oder ein Biogaskessel anstelle eines Heizölkessels) zum Zweck haben (Energieträgersubstitution).

⁹² Einschließlich Einrichtungen und Unternehmen, an denen die öffentliche Hand mit mehr als 50 Prozent beteiligt ist.

Gesamtinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die gesamten Investitionen (z. B. alle Investitionen in Gebäude und Anlagen). Sie sind insbesondere unter Finanzierungsaspekten sowie zur Einordnung der anderen Investitionsgrößen relevant.

Klimaschutzinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Gesamtinvestitionen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen (z. B. alle energiebedingten Mehrinvestitionen in die Gebäudedämmung, Einbau eines umweltfreundlichen Heizsystems, Investition in energieeffiziente Prozesstechnik). Sie kommen grundsätzlich für eine Finanzierung durch Green Finance in Betracht.⁹³

Mehrinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Klimaschutzinvestitionen, die über die im Referenzszenario ohnehin getätigten (Klimaschutz-)Investitionen hinausgehen (z. B. alle Investitionen in klimafreundliche Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien in Gebäuden, die aufgrund der Annahmen zur Referenzentwicklung nicht ohnehin bereits getätigt werden). Sie sind v. a. für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Transformation und die Ausgestaltung von Anreizsystemen relevant.

i

Kasten 18: Private, gewerbliche und öffentliche Investitionsbedarfe

Eine Zuordnung der Investitionsbedarfe auf die Bereiche privat, gewerblich und öffentlich anhand der Eigentümerstruktur der Gebäude⁹⁴ erscheint uns nicht zielführend, da es signifikante Unterschiede in den Portfolios der einzelnen Bereiche geben dürfte, etwa hinsichtlich Alter, Zustand sowie Spezifität und Nutzung der Immobile (z. B. Sporthalle vs. Bürogebäude). Insgesamt ist bei öffentlichen Gebäuden ein erhöhter Investitionsbedarf zu vermuten, da einerseits in den vergangenen Jahren infolge begrenzter Finanzmittel sowie Kapazitäten (Bau, Personal) zu wenig investiert wurde⁹⁵ und andererseits teilweise höhere energetische Standards bei Sanierungen bzw. Neubauten anvisiert werden.

Größenordnung der Mehrinvestitionen

Der Mehrinvestitionsbedarf im Sektor GHD beträgt für alle berechneten Betreffnisse bis 2050 in Summe 112,6 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 3,6 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 26, oben). Er liegt damit deutlich niedriger als der Gesamtinvestitionsbedarf mit 7.614 Mrd. Euro in Summe bzw. 246 Mrd. Euro im Durchschnitt pro Jahr.⁹⁶ Daraus kann geschlossen werden, dass ein Großteil des Gesamtinvestitionsbedarfs (98 %) ohnehin getätigt wird und die Mehrinvestitionen mit

⁹³ Gleichwohl werden im Gebäudebereich teilweise die gesamten Investitionen für energieeffiziente Neubauten über Green Bonds finanziert.

⁹⁴ Öffentliche Gebäude hatten 2015 einen Anteil von rund 10 Prozent an der Nettogrundfläche von Nichtwohngebäuden (Prognos / BCG, 2018).

⁹⁵ KfW (2019) beziffert den Investitionsrückstands im Bereich Schulen auf Basis des KfW-Kommunalpanels 2019 auf insgesamt 42,8 Mrd. EUR.

⁹⁶ Der Gesamtinvestitionsbedarf liegt im Sektor GHD deutlich höher als in den anderen Sektoren, was nicht verwunderlich ist, da der Dienstleistungssektor einen Großteil der gesamten Volkswirtschaft ausmacht (ca. 70 % des BIP und 75 % der Bruttoanlageinvestitionen).

einem **Anteil von fast 2 Prozent an den Gesamtinvestitionen** insgesamt finanziell durchführbar sind.

Insgesamt entfällt der Mehrinvestitionsbedarf bis 2050 zu rund 44 Prozent auf die Prozesstechnik mit 49,7 Mrd. Euro, zu knapp 40 Prozent auf die Effizienz der Gebäudehülle mit 44,8 Mrd. Euro und zu rund 16 Prozent auf die Gebäudetechnik mit 18,1 Mrd. Euro.

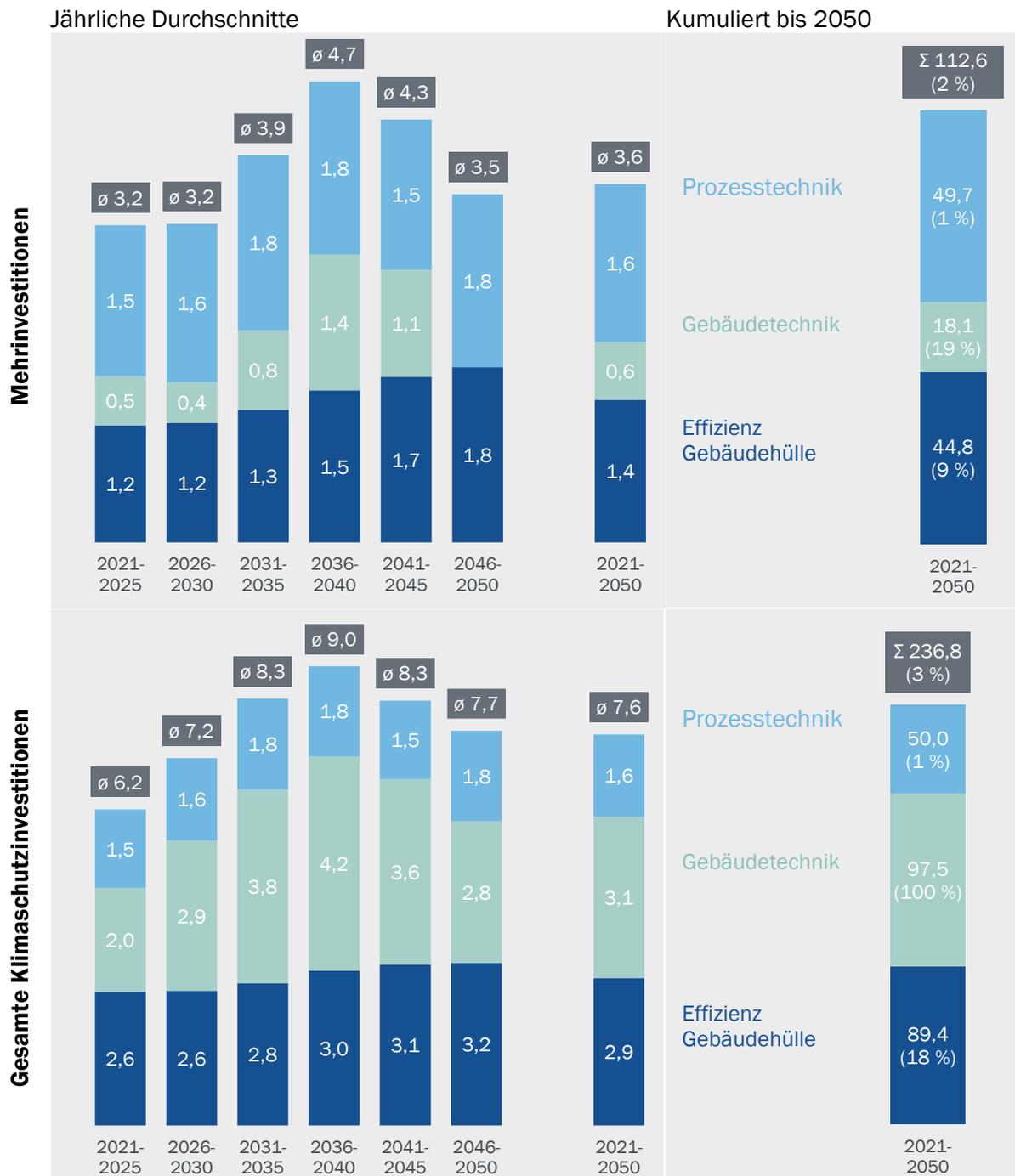
Größenordnung der gesamten Klimaschutzinvestitionen

Die gesamten Klimaschutzinvestitionen, die neben den Mehrinvestitionen auch die klimaschutzbezogenen Investitionen umfassen, die in der Referenz ohnehin getätigt werden, betragen bis 2050 im Sektor GHD in Summe 236,8 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 7,6 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 26, unten). Damit sind sie etwa doppelt so hoch wie die reinen Mehrinvestitionen und haben einen Anteil von 3 Prozent am Gesamtinvestitionsbedarf. Dieser Anteil ist grundsätzlich durch Green Finance bzw. Climate Finance finanzierbar. Ebenso wie im Haushaltssektor beträgt der Anteil der Klimaschutzinvestitionen am Gesamtinvestitionsbedarf bei Lüftungs- und Heizungsanlagen 100 Prozent, bei diesen Betreffnissen werden also alle künftigen Investitionen – in der gewählten Abgrenzung – als grün klassifiziert. Bei Investitionen in die Energieeffizienz der Gebäudehülle ergibt sich ein Anteil von 18 Prozent (Anteile sind in Abbildung 26 (unten rechts) in Klammern dargestellt).

Der mit Abstand größte Teil der Klimaschutzinvestitionen bis 2050 entfällt auf die Gebäude mit insgesamt 186,8 Mrd. Euro. Diese Investitionen teilen sich nahezu gleichmäßig auf die Gebäudehülle (89,4 Mrd. Euro) und die Gebäudetechnik (97,5 Mrd. Euro) auf. Klimaschutzinvestitionen bei der Prozesstechnik machen bis 2050 etwa 50 Mrd. Euro aus. Ähnlich wie im Haushaltssektor steigen die durchschnittlichen jährlichen Klimaschutzinvestitionen zunächst im Zeitverlauf an. Das höchste Niveau erreichen sie mit durchschnittlich 9 Mrd. Euro p. a. im Zeitraum 2036 – 2040 (im Zeitraum 2021–2025 waren es durchschnittlich 6,2 Mrd. Euro). Im Zeitraum nach 2040 ist der Trend wieder leicht rückläufig und sinkt auf durchschnittlich 7,7 Mrd. Euro p. a. im Zeitraum 2046–2050. Ebenso wie im Sektor PHH geht die Entwicklung vor allem auf die Investitionstätigkeiten für klimaschonende Gebäudeheizungsanlagen zurück, die bis 2040 steigt und dann mit zunehmender Verbreitung klimaschonender Gebäudeheizungsanlagen wieder fällt.

Abbildung 26: Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor GHD nach Betreffnissen

Mehrinvestitionen (oben) und gesamte Klimaschutzinvestitionen (unten),
im jährlichen Durchschnitt über verschiedene Zeiträume (links) sowie als kumulierte Summen bis 2050 (rechts),
in Mrd. Euro (real) und als Anteil an den jeweiligen Gesamtinvestitionen in Klammern



Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als grün klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021

11.2.5 Sektor Industrie

Abgrenzung der Betreffnisse

Der Investitionsbedarf im Sektor Industrie lässt sich spezifischen Betreffnissen nicht fundiert zuordnen. Es ist aber möglich den Investitionsbedarf von Betrieben in Anlagen und Gebäuden⁹⁷ in der folgenden Branchendifferenzierung zu berechnen:

- Gewinnung von Steinen und Erden und Bergbau (unter Sonstiges ausgewiesen)
- Ernährung und Tabak
- Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus (unter Sonstiges ausgewiesen)
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen (Chemie)
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (Glas)
- Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
- Erzeugung von Roheisen, Stahl und Erzeugnissen der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl (Stahl)
- Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen und Gießereien (unter Sonstiges ausgewiesen)
- Herstellung von Metallerzeugnissen (Metall)
- Elektrogeräte (unter Sonstiges ausgewiesen)
- Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (unter Sonstiges ausgewiesen)
- Maschinenbau
- Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (unter Kraftwagen ausgewiesen)
- Sonstiger Fahrzeugbau (unter Kraftwagen ausgewiesen)
- Sonstige Wirtschaftszweige (unter Sonstiges ausgewiesen)

Gesamtinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die gesamten Investitionen (z. B. Investitionen in alle Anlagen zur Herstellung von Stahl). Sie sind insbesondere unter Finanzierungsaspekten sowie zur Einordnung der anderen Investitionsgrößen relevant.

Klimaschutzinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Gesamtinvestitionen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen (z. B. alle Investitionen in klimafreundliche Anlagen zur Herstellung von Stahl). Sie kommen grundsätzlich für eine Finanzierung durch Green Finance in Betracht.

Mehrinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Klimaschutzinvestitionen, die über die im Referenzszenario ohnehin getätigten (Klimaschutz-)Investitionen hinausgehen (z. B. alle Investitionen in klimafreundliche Anlagen zur Herstellung von Stahl, die aufgrund der Annahmen zur Referenzentwicklung nicht ohnehin bereits getätigt werden). Sie sind v. a. für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Transformation und die Ausgestaltung von Anreizsystemen relevant.

⁹⁷ Der Anteil von Raumwärme am Energiebedarf im Industriesektor liegt in Deutschland unter 10 Prozent (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen). Bspw. müssen Hallen häufig nur geringere wärmeschutzorientierte Anforderungen erfüllen und haben oftmals eine niedrigere „Betriebstemperatur“. Damit sind Maßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs für Raumwärme und die entsprechenden Investitionsbedarfe gegenüber Maßnahmen und Investitionen in Anlagen von untergeordneter Bedeutung.

Größenordnung der Mehrinvestitionen

Der Mehrinvestitionsbedarf im Sektor Industrie beträgt für alle berechneten Betreffnisse bis 2050 in Summe 462,1 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 14,9 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 27, oben). Er liegt damit um ein Vielfaches niedriger als der Gesamtinvestitionsbedarf mit 4.505,3 Mrd. Euro in Summe bzw. 145,3 Mrd. Euro im Durchschnitt pro Jahr, was zeigt, dass ein Großteil des Gesamtinvestitionsbedarfs (90 %) ohnehin getätigt wird und die Mehrinvestitionen mit einem **Anteil von 10 Prozent an den Gesamtinvestitionen** insgesamt finanziell durchführbar sind. Der Anteil der Mehrinvestitionen variiert allerdings deutlich zwischen den Betreffnissen und Branchen.

Ein hoher Anteil an den Gesamtinvestitionen zeigt sich v. a. in den **energieintensiven Grundstoffbranchen** (Glas, Stahl und Chemie) mit bis zu 74 Prozent. Insgesamt entfällt der Mehrinvestitionsbedarf bis 2050 mit 329,5 Mrd. Euro zu fast drei Vierteln auf diese drei Branchen, wobei mit 179,6 Mrd. Euro fast 40 Prozent des gesamten Mehrinvestitionsbedarfs bis 2050 auf die Stahlbranche entfällt. Unter Sonstiges sind weitere energieintensive Industrien erfasst, bspw. NE-Metalle und -gießereien mit einem Mehrinvestitionsbedarf bis 2050 in Höhe von 14,4 Mrd. Euro. Der Mehrinvestitionsbedarf in den Schlüsselindustrien Maschinen- und Fahrzeugbau fällt hingegen deutlich niedriger aus.

Der zeitliche Verlauf der Mehrinvestitionen in den einzelnen Branchen spiegelt die Ersatzzyklen der Anlagen sowie Annahmen über insbesondere die Umstellung der Erzeugungsanlagen der Prozesswärme. Der hohe Mehrinvestitionsbedarf in den energieintensiven Industrien zeigt, dass diese Branchen für die Transformation hin zur Klimaneutralität auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen und damit ein umfangreiches Investitionsvolumen stemmen müssen – das gilt insbesondere ab den 2030er Jahren.

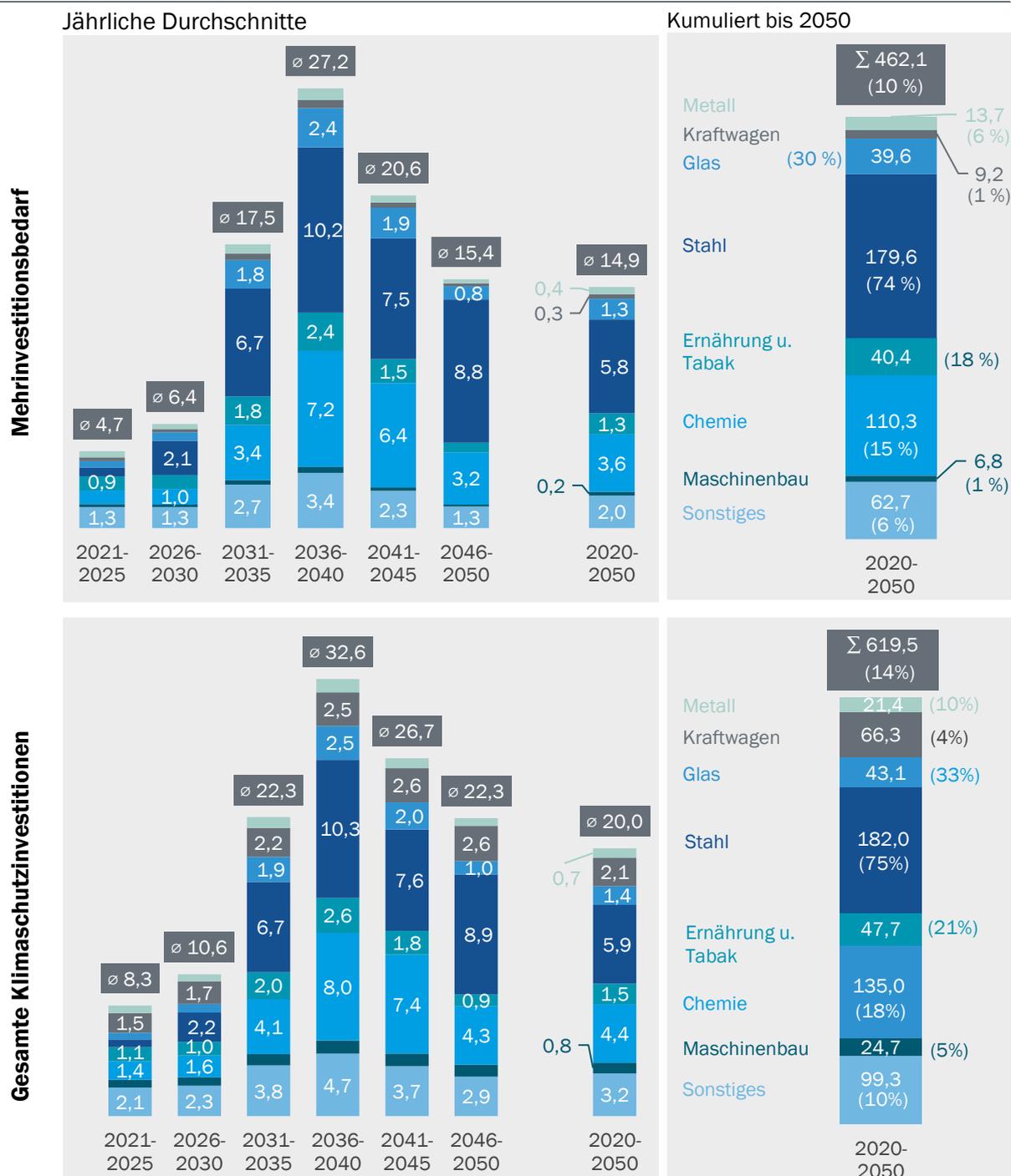
Größenordnung der gesamten Klimaschutzinvestitionen

Die gesamten Klimaschutzinvestitionen, die neben den Mehrinvestitionen auch die klimaschutzbezogenen Investitionen umfassen, die in der Referenz ohnehin getätigt werden, betragen bis 2050 im Sektor Industrie in Summe 619,5 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 20,0 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 27, unten). Der mit Abstand größte Teil davon entfällt auf die Stahl- und Chemiebranche mit kumuliert 182,0 bzw. 135,0 Mrd. Euro, gefolgt von Kraftwagenbau mit 66,3 Mrd. Euro. Gemessen an den Gesamtinvestitionen sind die Klimaschutzinvestitionen im Kraftwagenbau mit rund 4 Prozent aber eher gering. Die meisten Investitionen entfallen also auf nicht-klima-relevante Betreffnisse, bspw. bestimmte Maschinen und Anlagen zur Produktion von „konventionellen“ Teilen der Fahrzeuge, wie z. B. Hülle, Statik, Sitze, Inneneinrichtung. In der Stahlbranche beträgt der Anteil hingegen 75 Prozent. Im gesamten Industriesektor beträgt der **Anteil der Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen 14 Prozent** (Anteile sind in Abbildung 27 (unten rechts) in Klammern dargestellt).

Bei Betrachtung der Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Gesamtinvestitionen fällt ein starker Anstieg bei der **Stahlbranche** ab den 2030er Jahren auf, der mit im Wesentlichen in der schrittweisen Umstellung der Stahlwerke von der Hochofenroute auf Direktreduktionsanlagen begründet liegt. Die jährlichen Anlageninvestitionen steigen in dieser Branche von rund 0,6 Mrd. Euro im Durchschnitt der Jahre 2021 – 2025 auf 10,3 Mrd. Euro im Durchschnitt der Jahre 2036 – 2040.

Abbildung 27: Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor Industrie nach Betreffnissen

Mehrinvestitionen (oben) und gesamte Klimaschutzinvestitionen (unten),
im jährlichen Durchschnitt über verschiedene Zeiträume (links) sowie als kumulierte Summen bis 2050 (rechts),
in Mrd. Euro (real) und als Anteil an den jeweiligen Gesamtinvestitionen in Klammern



Sonstiges umfasst die Zweige Papier, NE-Metalle und -gießereien, Gewinnung von Steinen, Erden und Bergbau, Gummi- u. Kunststoffwaren, Elektrogeräte, Elektrische Ausrüstungen sowie Sonstige Wirtschaftszweige. Zur besseren Lesbarkeit sind Investitionsbedarfe unter 1 Mrd. Euro teilweise nicht beziffert. Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als „grün“ klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021

11.2.6 Sektor Verkehr

Abgrenzung der Betreffnisse

Im Sektor Verkehr konnten die folgenden Betreffnisse, die sich auf Fahrzeuge und Infrastrukturen beziehen, quantifiziert werden:

- Pkw
- Busse, Lkw, Sattelzugmaschinen (Szm),
- Leichte Nutzfahrzeuge (LNF)
- Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge
- Schieneninfrastruktur
- Oberleitungen auf Autobahnen für Lkw und Szm

Bei der Schieneninfrastruktur werden nur jene Investitionen betrachtet, die durch einen Modal Shift, das heißt einer Verlagerung von anderen Verkehrsträgern hin zur Schiene ausgelöst werden. Hinzu kommen noch Investitionen, die durch eine zusätzliche Elektrifizierung des Güterverkehrs im Schienenverkehr entstehen.

Gesamtinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die gesamten Investitionen (z. B. Investitionen in Fahrzeuge mit allen Antriebsarten). Sie sind insbesondere unter Finanzierungsaspekten sowie zur Einordnung der anderen Investitionsgrößen relevant.

Klimaschutzinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Gesamtinvestitionen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen (z. B. alle Investitionen in Fahrzeuge mit emissionsfreien Antriebsarten, ohne Abzug der eingesparten Investitionen für nicht-emissionsfreie Antriebsarten). Sie kommen grundsätzlich für eine Finanzierung durch Green Finance in Betracht.

Mehrinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Klimaschutzinvestitionen, die über die im Referenzszenario ohnehin getätigten (Klimaschutz-)Investitionen hinausgehen (z. B. alle Investitionen in Pkw mit emissionsfreien Antriebsarten, die aufgrund der Annahmen zur Referenzentwicklung nicht ohnehin bereits getätigt werden). Sie sind v. a. für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Transformation und die Ausgestaltung von Anreizsystemen relevant.

Als **emissionsfreie Antriebe** gelten Plug-in-Hybride (Plug-in Hybrid Electric Vehicles, PHEV), Brennstoffzellen-Elektrofahrzeug (Fuel Cell Electric Vehicles, FCEV) und Batterie-Elektrofahrzeuge (Battery Electric Vehicles, BEV). Bei den Lkw und Szm sind auch Fahrzeuge dabei, die zur Nutzung von neu zu errichtenden Oberleitungen geeignet sind.

Größenordnung der Mehrinvestitionen

Der Mehrinvestitionsbedarf im Sektor Verkehr beträgt für alle berechneten Betreffnisse bis 2050 in Summe 152,8 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 4,9 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 28, oben). Er liegt damit deutlich niedriger als der Gesamtinvestitionsbedarf mit 3.308,3 Mrd. Euro in Summe bzw. 106,7 Mrd. Euro im Durchschnitt pro Jahr, was zeigt, dass ein Großteil des Gesamtinvestitionsbedarfs (95 %) ohnehin getätigt wird und die Mehrinvestitionen mit einem **Anteil von 5 Prozent an den Gesamtinvestitionen** insgesamt finanziell durchführbar sind.

Aufgrund der zu erwartenden starken Kostenreduktionen bei Batterien und batterieelektrischen Fahrzeugen (die auch insgesamt vor allem im mechanischen Antriebsstrang weniger aufwändig sind), betragen die Mehrinvestitionen bei den Fahrzeugen mit insgesamt ca. 78,5 Mrd. Euro bis 2050 ca. 2,5 Prozent der Gesamtinvestitionen in Fahrzeuge. Auf Pkw entfällt mit 51,3 Mrd. Euro ca. ein Drittel des gesamten Mehrinvestitionsbedarfs bis 2050 im Verkehrssektor. Auf die Leichten und schweren Nutzfahrzeuge sowie Sattelzugmaschinen entfallen insgesamt ca. 27,2 Mrd. Euro an Mehrinvestitionen.

Der Aus- und Umbau der Infrastruktur macht mit insgesamt rund 74 Mrd. Euro nochmals praktisch genauso viel aus wie die Mehrinvestitionen der Fahrzeuge. Hier liegt der Anteil an den Gesamtinvestitionen allerdings deutlich höher. Der Infrastrukturausbau teilt sich zu ungefähr gleichen Teilen auf den Ausbau der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität (ca. 24 Mrd. Euro), den Ausbau der Schieneninfrastruktur (ca. 28 Mrd. Euro) und den Aufbau der Oberleitungsinfrastruktur auf Autobahnen (ca. 22 Mrd. Euro) auf.

Größenordnung der Klimaschutzinvestitionen

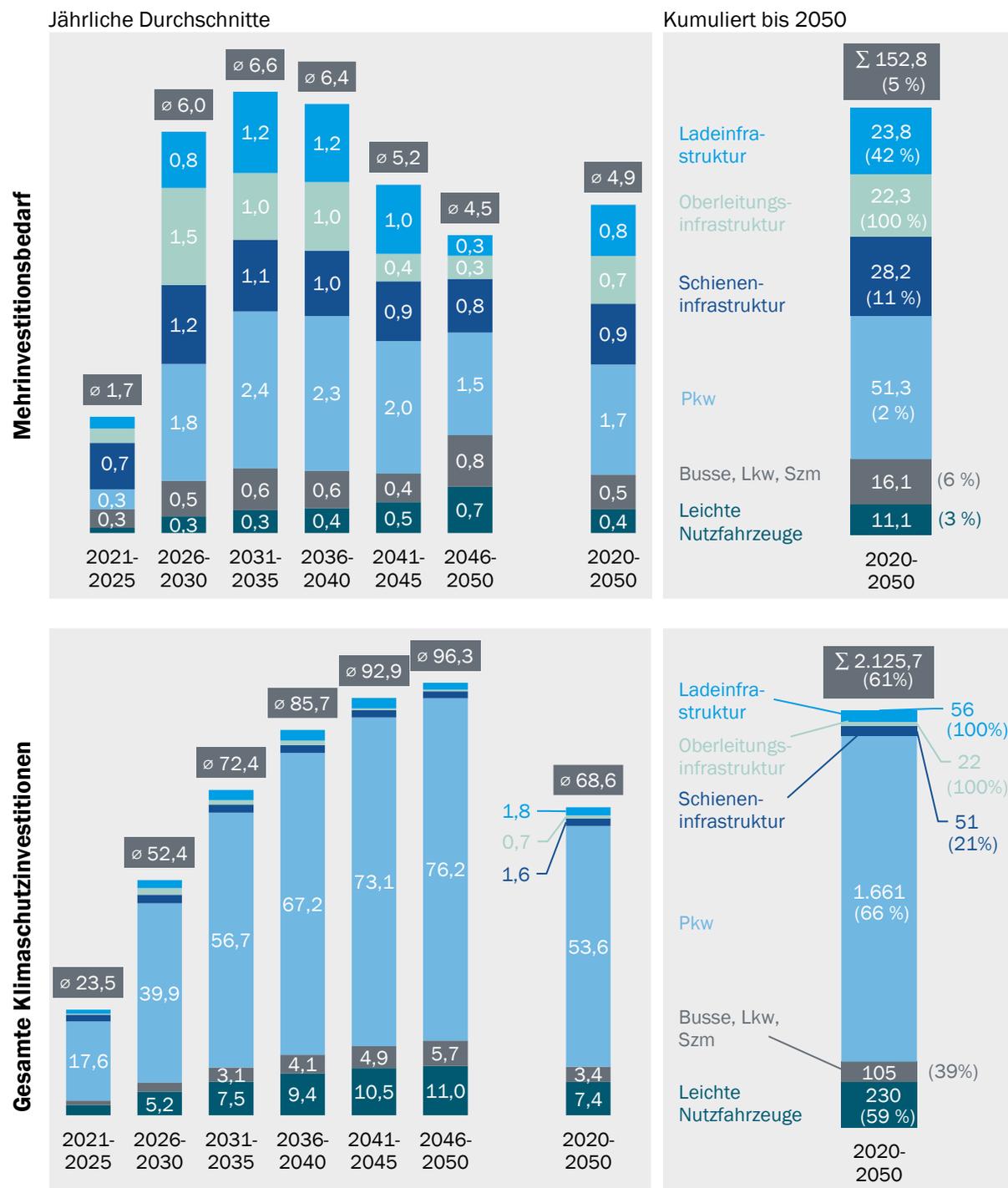
Die gesamten Klimaschutzinvestitionen im Sektor Verkehr, die neben den Mehrinvestitionen auch die klimaschutzbezogenen Investitionen umfassen, die in der Referenz ohnehin getätigt werden, betragen für alle berechneten Betreffnisse bis 2050 in Summe 2.125,7 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 68,8 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 28, unten). Der mit deutlichem Abstand größte Teil davon entfällt auf die Pkw mit 1.661 Mrd. Euro, gefolgt von sonstigen leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit zusammen 335 Mrd. Euro. Verkehrsinfrastrukturen haben mit zusammen 129 Mrd. Euro nur einen vergleichsweise geringen Anteil an den gesamten Klimaschutzinvestitionen

Insgesamt sind die Klimaschutzinvestitionen um ein Vielfaches höher als die reinen Mehrinvestitionen und haben einen Anteil von **61 Prozent am Gesamtinvestitionsbedarf**. Dieser Anteil ist grundsätzlich durch Green Finance bzw. Climate Finance finanzierbar. Der Anteil der Klimaschutzinvestitionen am Gesamtinvestitionsbedarf beträgt bei Ladeinfrastrukturen und Oberleitungen auf Autobahnen 100 Prozent; bei diesen Betreffnissen werden also alle künftigen Investitionen – in der gewählten Abgrenzung – als grün klassifiziert. Bei Oberleitungen auf Autobahnen entsprechen die Klimaschutzinvestitionen zudem den Mehrinvestitionen, da in der dort unterstellten Referenzentwicklung keine Oberleitungen auf Autobahnen errichtet werden. Die Klimaschutzinvestitionen in die Schieneninfrastruktur haben mit 22 Prozent hingegen nur einen vergleichsweise geringen Anteil an den Gesamtinvestitionen. Bei Pkw ergibt sich ein Anteil von 66 Prozent und bei leichten und schweren Nutzfahrzeugen (Bussen, Lkw, Szm) von 59 Prozent bzw. 39 Prozent (Anteile sind in Abbildung 27 (unten rechts) in Klammern dargestellt).

Bei Betrachtung der Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Gesamtinvestitionen fällt zudem auf, dass die Investitionen in Fahrzeuge mit emissionsfreien Antrieben über die Zeit stark ansteigen, was im Wesentlichen in der schrittweisen Elektrifizierung des Verkehrssektors und den steigenden Anteilen elektrifizierter Fahrzeuge an der Neuwagenflotte begründet liegt. Die **Investitionen in Fahrzeuge** mit konventionellen Antrieben sind nicht unter den Klimaschutzinvestitionen ausgewiesen, sie betragen in 2020 im KSP-Szenario bei den Pkw ca. 73 Mrd. Euro und sinken bis auf null im Jahr 2050 – in 2050 kommen also keine neuen Verbrenner-Pkw mehr in den Mix.

Abbildung 28: Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor Verkehr nach Betreffnissen

Mehrinvestitionen (oben) und gesamte Klimaschutzinvestitionen (unten),
im jährlichen Durchschnitt über verschiedene Zeiträume (links) sowie als kumulierte Summen bis 2050 (rechts),
in Mrd. Euro (real) und als Anteil an den jeweiligen Gesamtinvestitionen in Klammern



Zur besseren Lesbarkeit sind Investitionsbedarfe unter 3 Mrd. Euro teilweise nicht beziffert. Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als grün klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021

11.2.7 Sektor Energie

Abgrenzung der Betreffnisse

Im Sektor Energie konnten die folgenden Betreffnisse, die sich auf Fahrzeuge und Infrastrukturen beziehen, quantifiziert werden:

- **Anlagen** zur Erzeugung erneuerbarer Energien (z. B. Windenergieanlagen onshore / offshore, Photovoltaikanlagen, Biomasseanlagen)
- **Heimspeicher** zur Stromspeicherung zu Hause
- **PtX-Anlagen** zur Produktion von strombasiertem Wasserstoff
- **Netzinfrastruktur** im Bereich Strom und Fernwärme

Damit sind alle Investitionen erfasst, die zur Errichtung von EE-, PtX- und Heimspeicheranlagen erforderlich sind und im Bereich Netzinfrastruktur alle Investitionen, die durch den zusätzlichen Ausbau von erneuerbaren Energien und der Fernwärmeversorgung, durch die zunehmende Elektrifizierung des Energieverbrauchs sowie durch den zusätzlichen Verbrauch an Fernwärme ausgelöst werden. Weitere Betreffnisse wie bspw. Raffinerieanlagen konnten im Rahmen der Studie nicht quantifiziert werden, sie sind aber sehr gering und die „Mehrkosten“ insgesamt negativ, da die Raffinerien aufgrund des Rückgangs an fossilen Mineralölprodukten ohnehin nicht nur umsondern auch stark zurückgebaut werden. Ebenfalls unberücksichtigt sind Wasserstoffnetze. Hierfür könnten bestehende Erdgasleitungen umgewidmet werden, sodass der zusätzliche Investitionsbedarf gering ausfallen dürfte, zumal wenn die Investitionen mit den zurückgehenden Investitionen ins Erdgasnetz saldiert werden können.

Gesamtinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die gesamten Investitionen (z. B. Investitionen in alle Anlagen zur Erzeugung von Energie, inkl. konventioneller Umwandlung und Netzinfrastruktur). Sie sind insbesondere unter Finanzierungsaspekten sowie zur Einordnung der anderen Investitionsgrößen relevant.

Klimaschutzinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Gesamtinvestitionen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen (z. B. alle Investitionen in Anlagen zur Erzeugung und Einbindung erneuerbarer Energie, ohne konventionelle Umwandlung und Ohnehin-Investitionen in Netzinfrastruktur). Sie kommen grundsätzlich für eine Finanzierung durch Green Finance in Betracht.

Mehrinvestitionen umfassen für alle berechneten Betreffnisse jeweils die Teilmenge der Klimaschutzinvestitionen, die über die im Referenzszenario ohnehin getätigten (Klimaschutz-)Investitionen hinausgehen (z. B. alle Investitionen Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie, die aufgrund der Annahmen zur Referenzentwicklung nicht ohnehin bereits getätigt werden). Sie sind v. a. für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Transformation und die Ausgestaltung von Anreizsystemen relevant.

Größenordnung der Mehrinvestitionen

Der Mehrinvestitionsbedarf im Sektor Energie beträgt für alle berechneten Betreffnisse bis 2050 in Summe 396,5 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 12,8 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 29, oben). Rund die Hälfte davon entfällt auf EE-Anlagen mit insgesamt 212,2 Mrd. Euro bzw. durchschnittlich 6,8 Mrd. Euro pro Jahr, gefolgt von Netzinfrastuktur mit insgesamt 145, 2 Mrd. Euro bzw. durchschnittlich 4,7 Mrd. Euro pro Jahr.

Insgesamt liegt der Mehrinvestitionsbedarf deutlich niedriger als der Gesamtinvestitionsbedarf im Sektor Energie mit 1.516,1 Mrd. Euro in Summe bzw. 48,9 Mrd. Euro im Durchschnitt pro Jahr, was zeigt, dass ein Großteil des Gesamtinvestitionsbedarfs (74 %) ohnehin getätigt wird und die Mehrinvestitionen mit einem **Anteil von 26 Prozent an den Gesamtinvestitionen** insgesamt finanziell durchführbar sind. Gleichwohl ist dieser Anteil sehr viel höher als in den Nachfragesektoren (zwischen 5 % im Verkehr und 11 % in PHH), was den tiefgreifenden Umbau in diesem Sektor widerspiegelt.

Bei PtX-Anlagen entsprechen die Mehrinvestitionen sowohl den Klimaschutz- als auch den Gesamtinvestitionen, da in der Referenzentwicklung keine PtX-Anlagen errichtet und die Anlagen vollständig als grün klassifiziert werden. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei Heimspeichern, bei denen sich die Mehrinvestitionen auf rund 86 Prozent der Gesamtinvestitionen belaufen.

Größenordnung der Klimaschutzinvestitionen

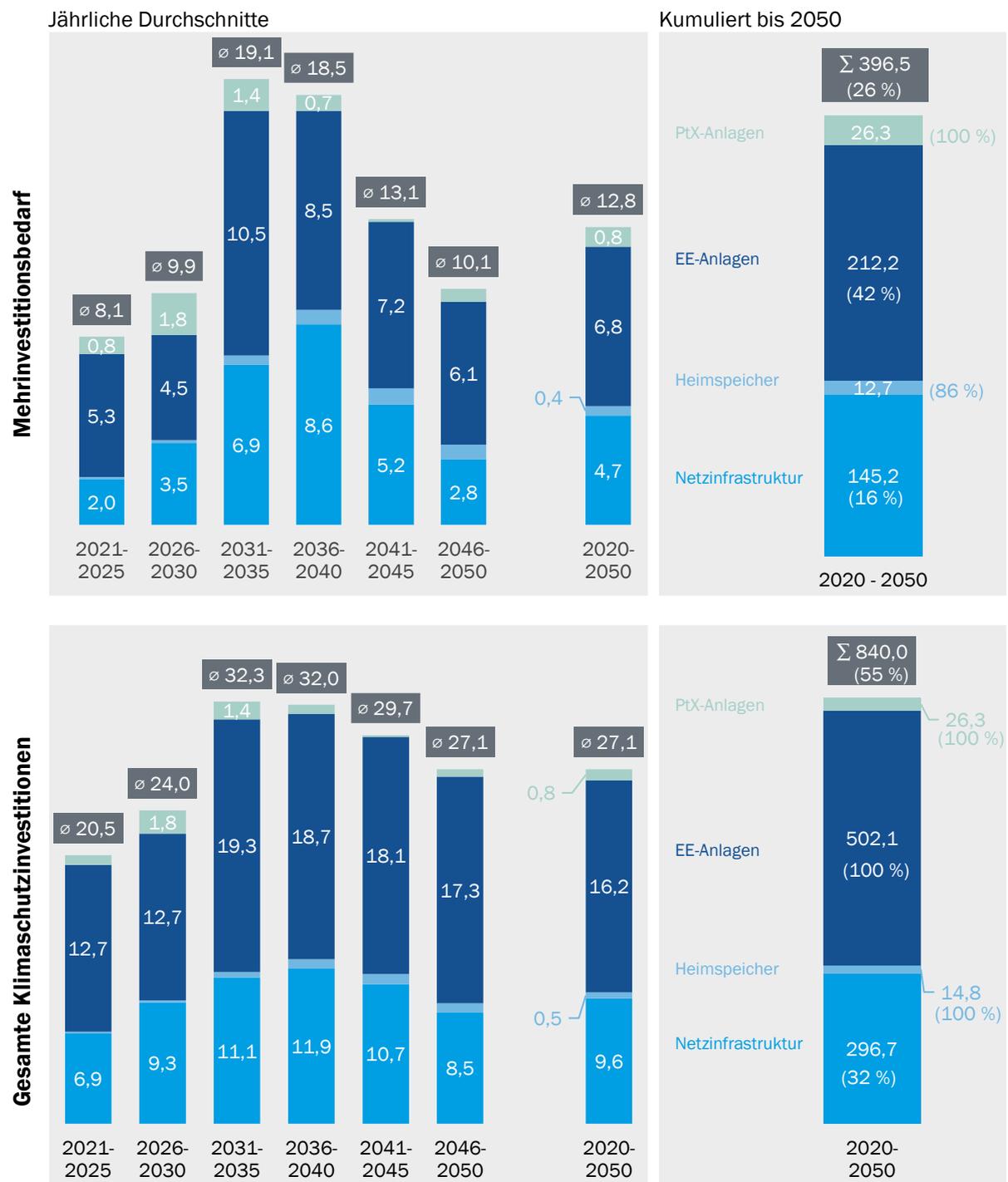
Die gesamten Klimaschutzinvestitionen, die neben den Mehrinvestitionen auch die klimaschutzbezogenen Investitionen umfassen, die in der Referenz ohnehin getätigt werden, betragen bis 2050 im Sektor Energie in Summe 840,0 Mrd. Euro bzw. im Durchschnitt 27,1 Mrd. Euro pro Jahr (Abbildung 29, unten). Der mit Abstand größte Teil davon entfällt auf die EE-Anlagen mit 502,1 Mrd. Euro, gefolgt von Netzen mit 296,7 Mrd. Euro – Investitionen in beide Betreffnisse bilden eine Grundvoraussetzung für das Gelingen der Energiewende.

Insgesamt sind die Klimaschutzinvestitionen mehr als doppelt so hoch wie die reinen Mehrinvestitionen und haben einen Anteil von **55 Prozent am Gesamtinvestitionsbedarf** im Sektor Energie. Der Anteil der Klimaschutzinvestitionen am Gesamtinvestitionsbedarf beträgt bei Netzinfrastruktur 32 Prozent und bei den anderen Betreffnisse 100 Prozent, d. h. alle künftigen Investitionen in diese Betreffnisse werden – in der gewählten Abgrenzung – als grün klassifiziert. Dass der Anteil insgesamt dennoch „nur“ 55 Prozent beträgt, liegt u. a. darin begründet, dass die Gesamtinvestitionen auch Investitionen in konventionelle Umwandlung enthalten (Anteile sind in Abbildung 27 (unten rechts) in Klammern dargestellt).

Bei Betrachtung der Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Gesamtinvestitionen fällt zudem ein starker Anstieg bei den EE-Anlagen und Netzen in den 2030er und 2040er Jahren auf. Dieser läuft bereits vorher hoch, wird aber dann besonders notwendig, da mit dem gleichzeitigen Kohleausstieg und starken Hochlaufen der Erneuerbaren die gesamte Systemtransmission umgebaut werden muss, sowohl auf der Übertragungs- als auch auf der Verteilnetzebene, um auch mit den neuen Verbrauchern und dezentralen Flexibilitätspotenzialen umzugehen.

Abbildung 29: Grobabschätzung der Investitionsbedarfe im Sektor Energie nach Betreffnissen

Mehrinvestitionen (oben) und gesamte Klimaschutzinvestitionen (unten),
im jährlichen Durchschnitt über verschiedene Zeiträume (links) sowie als kumulierte Summen bis 2050 (rechts),
in Mrd. Euro (real) und als Anteil an den jeweiligen Gesamtinvestitionen in Klammern



Zur besseren Lesbarkeit sind Investitionsbedarfe unter 1 Mrd. Euro teilweise nicht beziffert. Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als grün klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021

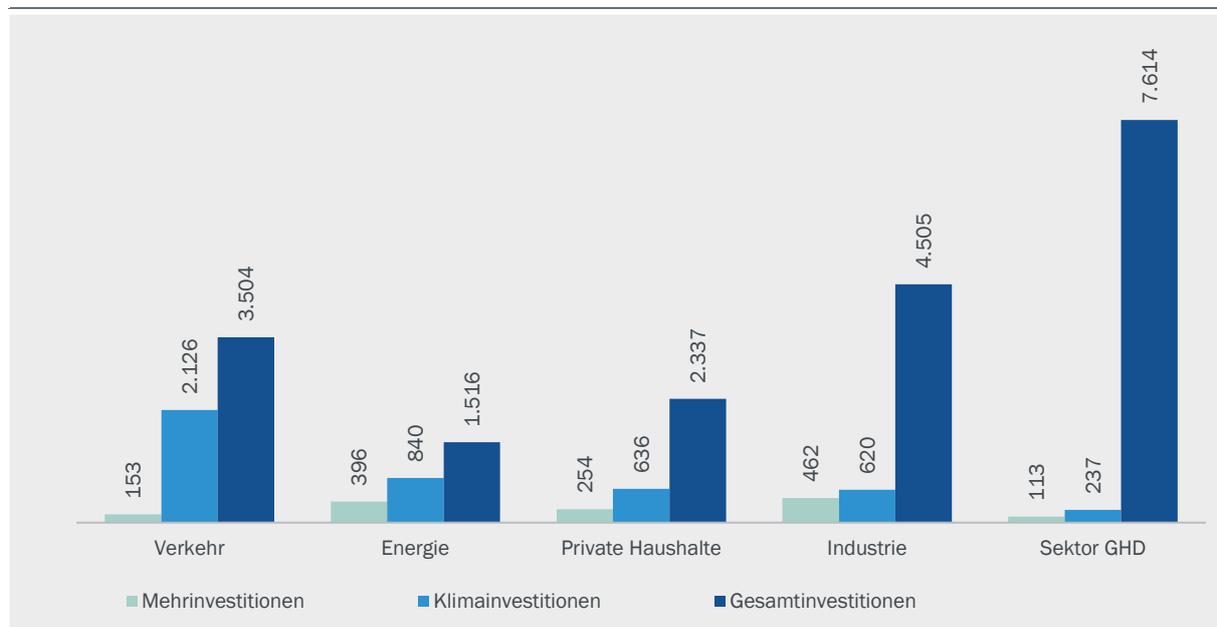
11.2.8 Vergleich der Investitionsbedarfe in den Sektoren

Die Investitionsbedarfe bis 2050 verteilen sich sehr ungleich auf die Sektoren der Energiebilanz. Das zeigt sich bereits bei Betrachtung der **Mehrinvestitionen** gegenüber der Referenz (Abbildung 30). In Summe fallen die Mehrinvestitionen in den Nachfragesektoren (Industrie, Verkehr, Haushalte und GHD) mit zusammen 982 Mrd. Euro bis 2050 deutlich höher aus als im Energiesektor (396 Mrd. Euro). Aber auch zwischen den Nachfragesektoren sind deutliche Unterschiede ersichtlich.

Der **Gesamtinvestitionsbedarf** liegt im Sektor GHD mit 7,6 Bio. Euro deutlich höher als in den anderen Sektoren, was nicht verwunderlich ist, da der Dienstleistungssektor einen Großteil der gesamten Volkswirtschaft ausmacht (ca. 70 % des BIP und 75 % der gesamten Bruttoanlageinvestitionen).

Abbildung 30: Grobabschätzung der Investitionsbedarfe in den Sektoren

Kumulierte Summen bis 2050 in Mrd. Euro (real)



Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als grün klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021

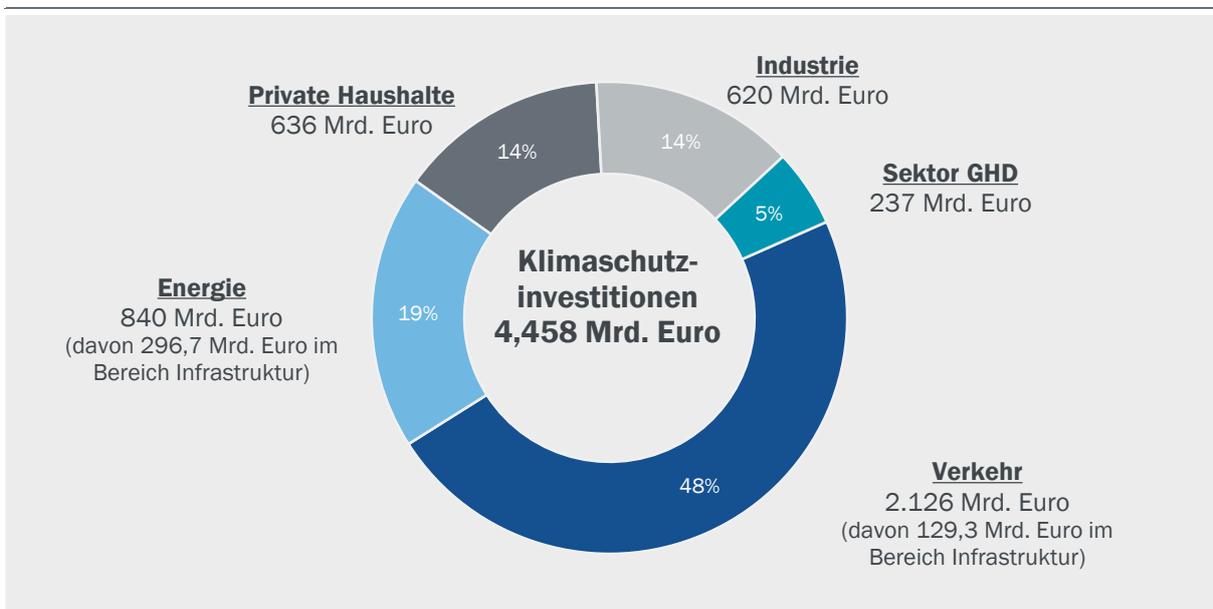
Für Green Finance relevant sind insbesondere die gesamten **Klimaschutzinvestitionen**, die für die Transformation insgesamt erforderlich sind. Hier sind die Unterschiede zwischen den Sektoren noch größer. Knapp die Hälfte der gesamten Klimaschutzinvestitionen bis 2050 entfällt auf den Verkehrssektor mit 2.126 Mrd. Euro (Abbildung 31). Die restlichen Investitionen verteilen sich auf die Sektoren Energie (19 %), Industrie und Private Haushalte mit jeweils 14 Prozent sowie dem Sektor GHD mit 5 Prozent. Dabei ist zu beachten, dass das Volumen der Klimaschutzinvestitionen entscheidend davon abhängt, welche Investitionen als grün klassifiziert werden. Hier wurde eine vorsichtige Abgrenzung gewählt, womit die Klimaschutzinvestitionen eher unterschätzt werden dürften, zumal mit den berechneten Investitionen gemäß der zugrundeliegenden Szenarien noch keine vollständige Klimaneutralität bis 2045/2050 erreicht werden dürfte.

Die über den Zeitraum 2020 bis 2050 kumulierten Mehr- und Klimaschutzinvestitionen erscheinen mit rund 1,38 Bio. Euro bzw. 4,46 Bio. Euro sehr hoch. Dieser Eindruck relativiert sich etwas, wenn die **durchschnittlichen jährlichen Werte** betrachtet werden (44 Mrd. Euro bzw. 144 Mrd. Euro). Bezogen auf ein mittleres jährliches BIP entsprechen die jährlichen Investitionsbedarfe 1,2 Prozent bzw. 3,9 Prozent. Zudem ist zu beachten, dass die Klimaschutzinvestitionen viele Investitionen umfassen, die bis 2050 ohnehin getätigt worden wären, nun aber in klimafreundliche Anwendungen gelenkt werden, bspw. die Neuanschaffung von Pkw (nunmehr E-Pkw).

Von den kumulierten Klimaschutzinvestitionen in Höhe von 4,46 Bio. Euro entfallen insgesamt rund 426 Mrd. Euro bzw. rund 10 Prozent auf **Infrastrukturen**, davon betreffen 296,7 Mrd. Euro Betreffnisse im Sektor Energie (Netze im Bereich Strom und Fernwärme) und 129,3 Mrd. Euro Betreffnisse im Sektor Verkehr (Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Schieneninfrastruktur, Oberleitungen auf Autobahnen).

Abbildung 31: Sektorale Verteilung der Klimaschutzinvestitionen

Anteil der Sektoren Verkehr, Energie, PHH Industrie und GHD an den gesamten Klimaschutzinvestitionen in diesen Sektoren und kumulierte Summen bis 2050 (real)



Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als grün klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021

Die Klimaschutzinvestitionen haben zwar einen bedeutenden **Anteil an den Gesamtinvestitionen**, der Großteil der künftigen Investitionen wird aber weiterhin in Bereichen getätigt die – in der gewählten Abgrenzung grüner Investitionen (Kapitel 11.2.2) – nicht zur Reduktion der THG beitragen (Abbildung 32). Über alle Sektoren hinweg beträgt der Anteil der kumulierten Klimaschutzinvestitionen an den kumulierten Gesamtinvestitionen bis 2050 rund 23 Prozent. In den Sektoren GHD und Industrie, die mit 7.614 bzw. 4.505 Mrd. Euro die höchsten Gesamtinvestitionsbedarfe bis 2050 aufweisen (Abbildung 30), ergeben sich Anteile von lediglich 3 bzw. 14 Prozent.

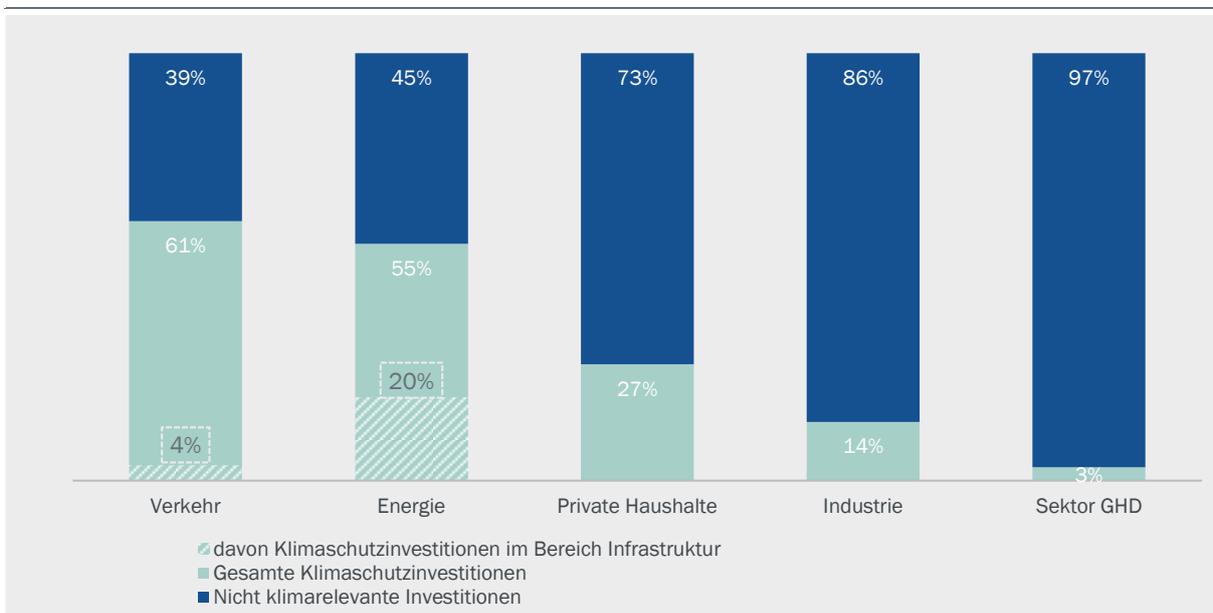
In den Sektoren Verkehr und Energie liegt der Anteil hingegen bei 61 bzw. 55 Prozent. Hier ist also ein Großteil der künftigen Investitionen mit einer Reduktion der THG verbunden, was

einerseits den tiefgreifenden Umbau in diesen Sektoren widerspiegelt und andererseits darauf hinweist, dass hier die meisten zukünftigen Investitionen als klimafreundlich klassifiziert werden können, etwa Pkw mit emissionsfreien Antriebsarten. Eine solche Zuordnung ist bspw. bei Gebäuden (Sektor PHH) und der Industrie deutlich schwieriger, sodass hier bereits rein definitorisch ein geringerer Anteil an den Gesamtinvestitionen resultiert. Zudem weisen Bau (Sektor PHH, GHD) und Industriebetriebe (insbesondere Fahrzeugbau, Chemie, Maschinenbau) einen generell hohen Investitionsbedarf aus.

Über alle Sektoren hinweg beträgt der Anteil der kumulierten Klimaschutzinvestitionen im Bereich **Infrastrukturen** an den kumulierten Gesamtinvestitionen bis 2050 rund 2 Prozent, wobei klimarelevante Infrastrukturinvestitionen nur im Energie- und Verkehrssektor anfallen (Abbildung 32). Im Sektor Energie liegt der Anteil der klimarelevanten Infrastrukturinvestitionen an den dortigen Gesamtinvestitionen bei etwa 20 Prozent, im Verkehrssektor hingegen nur bei 4 Prozent (hier dominieren die Investitionen in Elektrofahrzeuge).

Abbildung 32: Klimarelevanter Teil der Gesamtinvestitionen

Anteil von nicht-klimarelevanten Investitionen und Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen



Das Volumen der Klimaschutzinvestitionen hängt entscheidend davon ab, welche Investitionen als grün klassifiziert werden (Kapitel 11.2.2).

Quelle: Eigene Berechnungen (näherungsweise Abschätzung)

© Prognos 2021

11.2.9 Weitergehende Investitionsbedarfe zur Erreichung vollständiger Klimaneutralität

In Szenario mit Klimaschutz wird bis 2050 eine THG-Reduktion von ca. 87 Prozent gegenüber 1990 erreicht. Dies bildet etwa die Mitte des bisherigen „Korridors“ der deutschen Klimaziele von 80–95 Prozent ab (Stand März 2021), der dem bisherigen NECP zugrunde liegt. Ein Szenario, das die Investitionsbedarfe zur Erreichung vollständiger Klimaneutralität quantifiziert liegt derzeit nicht vor. Die jüngst publizierten Szenarios, die vollständig technisch durchgerechnet das Ziel der Klimaneutralität bis 2045/2050 abbilden (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2020, 2021), zeigen lediglich die technischen Erfordernisse, mit denen Klimaneutralität erreicht werden kann (Kasten 10). Sie sind nicht instrumentiert und machen keine Aussagen über Kosten, da keine

Referenzszenarien entwickelt wurden. Dies bleibt zukünftigen Arbeiten (vor allem für die Nachfolge des NECP) vorbehalten.

Bedarfe nach Sektoren und Betreffnissen

Im Vergleich zu dem bisher analysierten Szenario müssen nicht nur die Emissionen im Energiesystem vollständig auf null gebracht werden, es sind auch Veränderungen in der **Landwirtschaft** erforderlich, und **unvermeidliche Restemissionen** (v. a. Landwirtschaft, Industrie) müssen mit so genannten „Negativ-Emissionstechnologien“ kompensiert werden. Dafür sind in den betroffenen Bereichen weitergehende Investitionen erforderlich. Konkret bedeutet dies:

- Kohleausstieg bereits bis 2030, entsprechend schnellerer Ausbau erneuerbarer Energien,
- Zunehmender Einsatz von Wasserstoff für Backup-Kraftwerke,
- Neue Prozesse in den Grundstoffindustrien (nicht nur Stahl, auch Ersatz von grauem Wasserstoff durch grünen Wasserstoff in der Chemischen Industrie), mehr Kreislaufführung von eingesetzten Rohstoffen,
- CCS in der Zementindustrie, bei der Abfallverbrennung und weiteren Punktquellen,
- Schnellere und stärkere Dekarbonisierung der anderen Nachfragesektoren:
 - Erhöhung der Sanierungsrate auf 1,6 Prozent im Jahr auf höchstem Effizienzstandard, Passivhäuser und Nullenergiehäuser als neuer Standard,
 - Schnellere Einführung von Wärmepumpen,
 - Biomasse verschwindet aus dem Gebäudesektor und wird im Industriesektor zur Prozesswärmeerzeugung eingesetzt,
 - Konsequenter Ausbau der grünen Fernwärme in urbanen Gebieten,
 - Ab 2025 neue fossile Heizungen nur noch in absoluten Ausnahmefällen,
 - Verstärkter Modal Split, stärker kooperative und vernetzte Verkehrsorganisation,
 - Schnelle Elektrifizierung der Pkw- und LNF-Flotte
 - Schwerverkehr konsequent mit Oberleitungen und Wasserstoff (Brennstoffzellenfahrzeuge) und wo möglich batterieelektrischen Fahrzeugen,
- Landwirtschaft: Veränderung der Tierbestände in Fortschreibung der aktuellen Konsumtrends: Weniger Wiederkäuer und Schweine, mehr Geflügel,
- Veränderung von Gülle- und Düngermanagement,
- Verstärkte Umstellung auf Ökolandbau
- Kompensation der verbleibenden Emissionen vor allem durch BECCS bei Industrieanlagen, die mit Biomasse befeuert werden,
- Ergänzung durch Anlagen zur Entfernung von Kohlenstoff aus der Luft durch Direct Air Capture und Nutzung des Kohlenstoffs (z. B. Weiterverarbeitung zu grünem Naphtha als Chemierohstoff, das dann möglichst im Kreislauf geführt wird). Diese Option ist energetisch und monetär „teuer“ und wird nur für die Kompensation letzte Restemissionen in Betracht gezogen

Größenordnung der zusätzlichen Investitionsbedarfe

Die vorangegangenen Berechnungen zu den Investitionsbedarfe basieren auf dem KSP-Szenario (Prognos et al., 2021). In dem Szenario wird bis 2050 eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen von rund 87 Prozent gegenüber 1990 erreicht. Damit verbleiben im Jahr 2050 noch rund 167 Mio. Tonnen an CO₂-Äquivalenten, die sich auf die Sektoren

- Landwirtschaft (53 Mio. Tonnen),
- Industrie (50 Mio. Tonnen),
- Energiewirtschaft (32 Mio. Tonnen),
- Verkehr (16 Mio. Tonnen),
- GHD (13 Mio. Tonnen) und
- Sonstige (2 Mio. Tonnen) aufteilen.

Die verbleibenden **Emissionen in der Energiewirtschaft** entstehen vor allem durch den Einsatz fossiler Gase in Kraftwerken zur Strom- und Fernwärmeerzeugung. Um diese Kraftwerke treibhausgasneutral mit Wasserstoff zu betreiben, werden annahmegemäß Mehrinvestitionen in Höhe von 300 Euro pro kW angesetzt.⁹⁸ Bis 2050 fallen dadurch Mehrinvestitionen in Höhe von gut 13 Mrd. Euro an. Die zusätzliche Klimaschutzinvestitionen durch diese Maßnahme belaufen sich auf etwa **35 Mrd. Euro** bis 2050, wodurch die 32 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente in der Energiewirtschaft vollständig vermieden werden können.

Für die **restlichen rund 135 Mio. Tonnen CO₂- Äquivalente** kommen eine Reihe von unterschiedlichen Maßnahmen bzw. Vermeidungstechnologien in Frage. Teilweise entfallen die Emissionen auf Prozesse in der Industrie und Landwirtschaft, die sich durch „einfache“ technische Maßnahmen nicht vermeiden lassen. Im Rahmen dieser Studie können Vermeidungsoptionen für die verbleibenden Emissionen nicht ausreichend analysiert werden. Um jedoch eine grobe Obergrenze des notwendigen zusätzlichen Investitionsvolumens zu erhalten, wird die Kompensation der restlichen Emissionen durch direkte CO₂-Abscheidung aus der Umgebungsluft mit nachfolgender Speicherung in geologischen Formationen (Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS) angenommen. Für die DACCS-Technologie werden Investitionen in Höhe von 3.500 Euro pro Tonne CO₂ angesetzt.⁹⁹ Damit ergeben sich zur Kompensation der restlichen Treibhausgasemissionen in allen Sektoren (also der 135 Mio. Tonnen CO₂- Äquivalente) zusätzliche Klimaschutzinvestitionen in Höhe von **471 Mrd. Euro** bis zum Jahr 2050. Dies entspricht hier auch dem Mehrinvestitionsbedarf.

Insgesamt liegen die zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen, die zur Schließung der Lücke bis zur Erreichung vollständiger Klimaneutralität *in allen Sektoren* erforderlich sind, in einer Größenordnung von 506 Mrd. Euro als Obergrenze. Die Mehrinvestitionen liegen mit 484 Mrd. Euro etwas geringer, da einige Anlagen(-teile) wie z. B. bei der Wasserstoffproduktion und -nutzung zu den Ohnehin-Investitionen gehören.

Zusammen belaufen sich die oben berechneten Klimaschutzinvestitionen bis zur Erreichung der 87-prozentigen Reduktion der Treibhausgasemissionen und die hier berechneten zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen zur Erreichung vollständiger Klimaneutralität (100-prozentige Reduktion) bis 2050 über alle Sektoren hinweg auf **insgesamt schätzungsweise 4.964 Mrd. Euro**.

Inzwischen wurde das Klimaneutralitätsziel vorgezogen und muss bereits 2045 erreicht werden. Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht mehr berücksichtigt werden. Es ist aber davon auszugehen, dass die erforderlichen Klimaschutzinvestitionen durch das Vorziehen des Klimaneutralitätsziels insgesamt leicht höher ausfallen, da früher teurere Technologien zum Einsatz kommen müssen. Dieser Zunahme steht unter anderem entgegen, dass sich die Kosten für die Umsetzung der Elektromobilität – unabhängig von den neuen Zielen – inzwischen deutlich günstiger darstellen als bislang angenommen (Kasten 13).

⁹⁸ Für 2050 werden die Investitionskosten für Wasserstoffkraftwerke mit 800 Euro pro kW und die Mehrkosten gegenüber Erdgaskraftwerken mit 300 Euro pro kW angesetzt. Zum Vergleich: Für mit Erdgas betriebene Gas- und Dampfkraftwerke (GuD) werden in der Literatur üblicherweise Investitionskosten zwischen 700 und 1000 Euro pro kW angesetzt (z. B. Agentur für erneuerbare Energien, 2016). Für mit Erdgas betriebene Gasturbinenkraftwerke werden rund 500 Euro pro kW für 2050 angesetzt, was sich mit den Angaben in der Literatur deckt (z. B. Agentur für erneuerbare Energien, 2016)

⁹⁹ Die angesetzten Kosten pro Tonne basieren auf der Annahme einer Lebensdauer von 20 Jahren und Kapitalkosten (WACC) von etwa 7 Prozent. Die daraus resultierenden Vermeidungskosten liegen mit rund 300 Euro pro Tonne CO₂ eher in der unteren Hälfte der in der Literatur üblichen Bandbreite (z. B. Akademien der Wissenschaften der Schweiz, 2018). Bei zusätzlicher Berücksichtigung der Potenzialgrenzen von Transport und Speicherung könnten auch höhere Kosten resultieren.

12 Zwischenfazit zu Abschnitt III

In den vorliegenden Studien werden in der Regel nur die Mehrinvestitionen quantifiziert, die über die in einer unterstellten Referenzentwicklung ohnehin getätigten Investitionen hinaus zur **Erfüllung der THG-Reduktionsziele** erforderlich sind. Die Mehrinvestitionen sind insbesondere für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen und die Ausgestaltung von Anreizsystemen entscheidend. Sie bilden aber nur eine Teilmenge der Gesamtinvestitionen und insbesondere auch nur eine Teilmenge der gesamten Klimaschutzinvestitionen ab. Für die Transformation finanziert werden müssen nicht nur die Mehrinvestitionen, sondern die gesamten Klimaschutzinvestitionen; also die Mehrinvestitionen zuzüglich der bereits in der Referenz getätigten klimaschutzbezogenen Ohnehin-Investition. Sie bilden praktisch alles ab, was grundsätzlich für eine Finanzierung durch **Green Finance** bzw. Climate Finance in Frage kommt.

In Abschnitt III wurden daher erstmals die gesamten Klimaschutzinvestitionen und Gesamtinvestitionen bis 2050 differenziert nach Sektoren und Akteursgruppen / Betreffnissen näherungsweise bestimmt. Insgesamt sind die hier präsentierten Ergebnisse infolge **methodischer und datenseitiger Einschränkungen** als Indikationen zu verstehen. Zudem ist zu beachten, dass nur Investitionen betrachtet werden. Eingesparte (Energie-)Kosten oder zusätzliche Sekundärnutzen (z. B. vermiedene Kosten des Klimawandels) werden in die Berechnungen also nicht einbezogen.

Zentrale Investitionsbedarfe betreffen in allen Sektoren sehr unterschiedliche **Akteursgruppen und Betreffnisse** (Investitionsgegenstände), wobei sowohl private als auch gewerbliche und öffentliche Akteure gefragt sind. Die erforderlichen Investitionsvolumina variieren dabei deutlich zwischen den Sektoren und Betreffnissen und haben je nach betrachteter Investitionsgröße (Mehr- vs. Klimaschutz- vs. Gesamtinvestitionen) einen unterschiedlichen Informationsgehalt.

Im Rahmen der Studie von besonderem Interesse sind die **Klimaschutzinvestitionen**, die hinsichtlich der Transformation für einzelne Betreffnisse erforderlich sind, sowie der Anteil dieser Investitionen an den Gesamtinvestitionen. Knapp die Hälfte der gesamten Klimaschutzinvestitionen bis 2050 entfällt auf den Verkehrssektor mit 2.126 Mrd. Euro. Die restlichen Investitionen verteilen sich auf die Sektoren Energie (19 %), Industrie und Private Haushalte (jeweils 14 %) und den Sektor GHD (5 %). Insgesamt betragen die über den Zeitraum 2020 bis 2050 kumulierten Klimaschutzinvestitionen in den fünf Sektoren schätzungsweise rund **4,5 Bio. Euro**. Der Eindruck der sehr hohen Summe relativiert sich, wenn die durchschnittlichen jährlichen Werte betrachtet (144 Mrd. Euro) und auf das mittlere jährliche BIP bezogen werden. Die jährlichen Investitionsbedarfe entsprechen dann etwa 3,9 Prozent des BIP.

Dabei ist zu beachten, dass das Volumen der Klimaschutzinvestitionen entscheidend davon abhängt, welche Investitionen als grün klassifiziert werden. Hier wurde eine vorsichtige Abgrenzung gewählt, womit die Klimaschutzinvestitionen eher unterschätzt werden dürften, zumal mit den Investitionen noch keine vollständige Klimaneutralität bis 2045/2050 erreicht werden dürfte, sondern nur eine etwa 87-prozentigen Reduktion der Treibhausgasemissionen. Zur Erreichung einer 100-prozentigen Reduktion in allen Sektoren sind zusätzliche Klimaschutzinvestitionen in einer Größenordnung von insgesamt schätzungsweise 506 Mrd. Euro (Obergrenze) erforderlich.

Zudem ist zu beachten, dass die Klimaschutzinvestitionen viele Investitionen umfassen, die bis 2050 ohnehin getätigt werden müssten, nun aber in klimafreundliche Anwendungen gelenkt

werden, bspw. die Neuanschaffung von Pkw (nunmehr E-Pkw) oder Heizungsanlagen (künftig Wärmepumpen oder solare Unterstützung). Dies spiegelt sich auch in dem Anteil der Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen wider: Über alle fünf Sektoren hinweg beträgt der Anteil der **Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen rund 23 Prozent** (bezogen auf eine 87-prozentige Reduktion). Das bedeutet aber auch, dass der Großteil der künftigen Investitionen weiterhin in Bereichen getätigt wird die – in der gewählten Abgrenzung grüner Investitionen – nicht zur Reduktion der THG beitragen oder keinen direkten Energiebezug haben.

Der Anteil an den Gesamtinvestitionen variiert stark zwischen den Sektoren. In den Sektoren GHD und Industrie, die mit 7.614 bzw. 4.505 Mrd. Euro den höchsten Gesamtinvestitionsbedarf bis 2050 aufweisen, ergeben sich Anteile von 3 bzw. 14 Prozent. In den Sektoren Verkehr und Energie liegt der Anteil hingegen bei 61 bzw. 55 Prozent (jeweils bezogen auf eine 87-prozentige Reduktion). Hier ist also ein Großteil der künftigen Investitionen mit einer Reduktion der THG verbunden, was einerseits den tiefgreifenden Umbau in diesen Sektoren widerspiegelt und andererseits darauf hinweist, dass hier die meisten zukünftigen Investitionen als klimafreundlich klassifiziert werden können, etwa Pkw mit emissionsfreien Antriebsarten. Eine solche Zuordnung ist bspw. bei Gebäuden (Sektor PHH) und der Industrie deutlich schwieriger, sodass hier bereits rein definitorisch ein geringerer Anteil an den Gesamtinvestitionen resultiert. Zudem weisen Bau (Sektor PHH, GHD) und Industriebetriebe (insbesondere Fahrzeugbau, Chemie, Maschinenbau) einen generell hohen Investitionsbedarf aus.

Insgesamt zeigt das sehr hohe Volumen der Klimaschutzinvestitionen, dass künftig deutlich größere Summen für die Finanzierung grüner Investitionen bereitstehen müssen als heute. Bei der **Lenkung der Kapitalflüsse hin zu nachhaltigen Investitionen** dürfte dem Finanzsektor und insbesondere dem Markt Green Finance eine bedeutende Rolle zuteilwerden. Allerdings werden die erforderlichen Investitionen auch bei grünen Finanzierungsmöglichkeiten u. a. aufgrund der Investitionsrationalitäten der betroffenen Akteure sowie der jeweiligen Rahmenbedingungen oftmals nicht im notwendigen Umfang und Zeitrahmen oder teilweise auch gar nicht getätigt und bedürfen staatlicher Anreize oder Veränderungen der Rahmenbedingungen. Diesen Aspekten widmet sich der folgende Abschnitt.

Abschnitt IV

Investitionsrationalitäten, Finanzierungsförderung und Absicherungsinstrumente

Die Differenzierung der Investitionsbedarfe nach Betreffnissen und Akteursgruppen weist darauf hin, dass es sich um sehr unterschiedliche Investitionsgüter handelt. Damit sind auch die Rahmenbedingungen für die Investitionen unterschiedlich – das beginnt bspw. bereits mit den **verschiedenen Rationalitäten** von privaten und gewerblichen Gebäudebesitzern. Infrastrukturbetreiber haben andere Vorgaben, Rahmenbedingungen und Refinanzierungsanforderungen als Industriebetriebe – und bei diesen unterliegen mittelständische (inhabergeführte) Unternehmen anderen Entscheidungslogiken / -rationalitäten als große Aktiengesellschaften. Damit sind für die einzelnen Akteursgruppen und Branchen teilweise auch **unterschiedliche Instrumente** relevant, um die notwendigen Investitionen anzureizen. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick zu diesen Aspekten.

13 Rahmenbedingungen und Investitionsrationalitäten

Die Renditeaussichten bzw. möglichen Ersparnisse sind einen wesentlichen Faktor für die Investitionsrationalitäten privater und gewerblicher Akteure. Sie werden auf unterschiedliche Weise von den Auswirkungen des Klimawandels sowie politischen Rahmenbedingungen geprägt. Unter die politischen Rahmenbedingungen fallen auch mögliche Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in Deutschland, wie bspw. die Steigerung der Transparenz und die Förderung der Märkte für grüne Finanzprodukte (Kapitel 4.4)

Ein grundsätzliches Problem, das sich praktisch bei allen Akteursgruppen stellt, betrifft den Umstand, dass bei vielen Betreffnissen **hohe Anfangsinvestitionen** Einsparungen gegenüberstehen, die sich erst über einen längeren Zeitraum materialisieren. Folglich bestehen Anreize die Investitionen vornehmlich erst dann zu tätigen, wenn ohnehin eine entsprechende Neuanschaffung ansteht. Eine solch niedrige Investitionsdynamik wäre jedoch nicht ausreichend, um die erforderlichen Investitionen anzustoßen. Dies gilt insbesondere für Betreffnisse mit langen Nutzungs- und Investitionszyklen, bspw. Industrieanlagen und Gebäude. Aber auch bei Betreffnissen mit vergleichsweise kurzer Lebensdauer (z. B. Fahrzeuge) wäre eine Investitionsdynamik, die nur von der Haltbarkeit getrieben ist, nicht ausreichend. Diese Güter werden zwar schneller ersetzt, es ist aber davon auszugehen, dass Neuanschaffungen teilweise nicht den Klimaschutzerfordernissen entsprechen (bspw. Neuanschaffung von Verbrennern statt E-Pkw).

Das Problem hoher Anfangsinvestitionen kann in Teilen u. a. durch günstigere Finanzierungsmöglichkeiten für grüne Investitionen (**Green Finance**) abgemildert werden. Gleichwohl bestehen in einzelnen Bereichen noch weitere Investitionshemmnisse, wie im Folgenden gezeigt wird. Dies betrifft insbesondere Investitionen in technische Güter, bei denen noch Lernkurven zu erwarten und erforderlich sind – die aber nur durchlaufen werden können, wenn die entsprechenden produzierten Mengen und Marktanteile wachsen.

Da es im Rahmen der Studie nicht möglich ist auf alle relevanten Akteursgruppen (Kapitel 11.1) einzeln einzugehen, werden im Folgenden die folgenden Akteursgruppen, die grundsätzlich ähnliche Investitionsrationalitäten aufweisen, zusammengefasst:

- Wohnungseigentümer und Gebäudebesitzer (Sektoren PHH und GHD)
- Industrieanlagenbetreiber (Sektoren Industrie)
- EE-Anlagen- und Infrastrukturbetreiber (Sektoren Verkehr und Energie)
- Fahrzeugbesitzer (Sektor Verkehr)

13.1 Wohnungseigentümer und Gebäudebesitzer

Der Gebäudesektor (PHH und GHD) verursacht etwa 14 Prozent der gesamten THG-Emissionen in Deutschland.¹⁰⁰ Dabei sind Nichtwohngebäude, die einen Anteil von „nur“ 14 Prozent am Gebäudebestand haben, für rund 50 Prozent aller gebäuderelevanten THG-Emissionen verantwortlich (u. a. aufgrund großer Flächen bzw. Gebäudevolumina). Da die meisten Gebäude, die für einen klimaneutralen Gebäudesektor benötigt werden, bereits heute bestehen, liegt der Fokus bei der

¹⁰⁰ BMU, 2020

Emissionsreduktion auf **Bestandsgebäuden**. Dementsprechend entfallen die Investitionsbedarfe im Sektor PHH zum Großteil auf den Bestand. Allein Sanierungen und Anpassungen (in Verbindung mit dem Wechsel, Neueinbau oder der Optimierung von Heizungsanlagen) machen knapp 60 Prozent der kumulierten Klimaschutzinvestitionen bis 2050 aus (Kapitel 11.2.3). Allerdings liegt die Sanierungsquote im Bestand derzeit unter 1 Prozent.¹⁰¹

Eine große Herausforderung im Gebäudesektor besteht darin, dass Investor / Eigentümer und Nutzer (Mieter) einer Immobilie nicht identisch sein müssen. Bei Investitionen in energetische Maßnahmen kann daher ein **Nutzer-Investor-Dilemma** auftreten, bei dem der Investor nicht direkt von den erzielten Verbesserungen profitiert, während der Nutzer einen Vorteil erzielt (z. B. in Form von Energie(kosten)einsparungen). Zugleich müssen die Nutzenden die Investitionskosten nicht vollumfänglich tragen: Bei (energetischen und anderen) Modernisierungsmaßnahmen i. S. d. § 555b Nummer 1, 3, 4, 5 oder 6 d BGB können gem. §559 BGB i. d. R. nur bis zu 8 Prozent der jeweils aufgewendeten Kosten (ohne Kosten für Erhaltungsmaßnahmen) pro Jahr auf die Mietenden umgelegt werden.¹⁰² Dabei darf die monatliche Miete innerhalb von sechs Jahren grundsätzlich nicht um mehr als 3 Euro je Quadratmeter Wohnfläche erhöht werden – von Mieterhöhung bis zur ortsüblichen Vergleichsmiete und Erhöhungen der Betriebskosten abgesehen. Für den Investor impliziert dies Amortisationszeiten von mindestens 12,5 Jahren, in denen die Immobilie gehalten werden muss. Damit sind die Investitionen in energetische Maßnahmen in dieser Konstellation für den Eigentümer häufig nicht attraktiv genug (wenngleich die Miete nach erfolgter Amortisation nicht wieder gesenkt werden muss).

Um dem Nutzer-Investor-Dilemma zu begegnen statuiert bspw. das Gebäudeenergiegesetz (GEG) u. a. **ordnungsrechtliche Anforderungen** an die Energieeinsparung im Gebäudebereich. Die Wirkung der Regelungen ist jedoch begrenzt, u. a. da die Anforderungen für bestehende Gebäude weiterhin gering sind. Zudem wird gegenwärtig diskutiert, dass die Vermieter die durch das Brennstoffemissionshandelsgesetz ab 2021 neu entstehenden **CO₂-Bepreisungskosten für Wärme** (zumindest teilweise) übernehmen müssen und sie nicht – wie nach derzeitigem Rechtsstand – vollständig auf die Mieter umlegen können.¹⁰³ Wenn die Vermietenden die CO₂-Bepreisungskosten für Wärme tragen, kann der CO₂-Preis seine volle Lenkungswirkung entfalten, da Investitionen in energetische Maßnahmen grundsätzlich nur von den Vermietenden realisiert werden können. Gleichwohl kann der CO₂-Preis auch eine gewisse Lenkungswirkung bei den Mietern entfalten, die durch ihr Nutzungsverhalten (bewusstes Heizen und Lüften) den Energieverbrauch im Bereich Wohnen beeinflussen können.

Das Nutzer-Investor-Dilemma betrifft in Deutschland v. a. **Wohngebäude**, da Nichtwohngebäude eher den Nutzenden gehören. In Deutschland gibt es laut Statistischem Bundesamt rund 40,5 Mio. Wohnungen in 19 Mio. Wohngebäuden, die 2018 zu 46,5 Prozent vom Eigentümer selbst genutzt wurden. Bei den 2,7 Millionen **Nichtwohngebäuden** beträgt die Eigentümerquote schätzungsweise etwa 70 Prozent, wobei die Schätzungen aufgrund der Spezifität der Objekte zwischen 86 Prozent bei Produktionsgebäuden, 71 Prozent bei Bürogebäuden und etwa 51 Prozent im Handel variieren. Insgesamt ist die Quote bei Großunternehmen etwas niedriger und im Mittelstand etwas höher.¹⁰⁴ Damit kann sich auch bei Nichtwohngebäuden ein Nutzer-Investor-Dilemma ergeben, zumal Betriebsgebäude nicht selten in Tochtergesellschaften ausgelagert sind,

¹⁰¹ KfW, 2020c

¹⁰² Gem. §559a BGB verringert sich der Erhöhungsbetrag nach § 559 um den Jahresbetrag der Zinsermäßigung, wenn „die Kosten für die Modernisierungsmaßnahmen ganz oder teilweise durch zinsverbilligte oder zinslose Darlehen aus öffentlichen Haushalten gedeckt“ werden.

¹⁰³ z. B. Deutscher Bundestag, 2020

¹⁰⁴ Pfnür, 2014

sodass bei Gebäuden, die sich im Konzernbesitz befinden, ein **Nutzer-Kostenträger-Dilemma** entstehen kann.

Ein weiteres Hemmnis bei der Sanierung von Nichtwohngebäuden betrifft mögliche **Beeinträchtigungen des Geschäftsbetriebs und Kundenerlebnisses**.¹⁰⁵ Diese Befürchtungen können neben den Mietenden auch die Eigentümer betreffen, da diese nicht selten über die Koppelung der Mieten an den Umsatz einen Teil des Geschäftsrisikos mittragen. Zudem verkomplizieren und verlängern langwierige **Planungs- und Genehmigungsprozesse** Effizienzvorhaben und machen diese damit – aus Sicht des Investors – unwirtschaftlicher.¹⁰⁶ Insgesamt sind die Investitionserfordernisse bei Nichtwohngebäuden aufgrund der Spezifität der Objekte bzw. Nutzungsarten sehr heterogen (z. B. Beherbergungs- vs. Handelsgebäude) und bedürfen daher spezifischer Ansprachen.

Bei **Wohnungseigentümergeinschaften** (WEG) stellt sich die Herausforderung, dass Sanierungsmaßnahmen i. d. R. gemeinsam beschlossen und finanziert werden müssen. Dies betrifft knapp 9 Mio. Wohneinheiten (22 % der insgesamt 40,5 Mio. Wohneinheiten), die zu rund 55 Prozent vermietet sind. Bei den Selbstnutzenden kommt der Aufwand zur Informationsbeschaffung sowie die Komplexität der Regelungen als weiteres Sanierungshemmnis hinzu.

Laut Statistischem Bundesamt befinden sich rund 6 Prozent bzw. 2,6 Mio. der insgesamt 40,5 Mio. Wohnungen im **Eigentum der öffentlichen Hand**. Hier stellt sich grundsätzlich ebenfalls das Nutzer-Investor-Dilemma, da auch bei der Verwaltung des öffentlichen Wohnungsbestands i. d. R. Wirtschaftlichkeitskriterien zu beachten sind. Ein Großteil des öffentlichen Gebäudebestands betrifft jedoch Nichtwohngebäude wie Verwaltungsgebäude, Sporthallen, Bildungs- und Kinderbetreuungseinrichtungen sowie Krankenhäuser. In der energetischen Sanierung dieser Gebäude liegt ein besonders großes Einsparpotenzial. Allerdings verzögern sich Sanierungen häufig aufgrund von mangelnden Kapazitäten in den Verwaltungen sowie langwierigen und komplizierten Planungs- und Genehmigungsprozessen. Zudem kann sich auch hier ein Nutzer-Investor-Dilemma ergeben, da die Nutzenden oftmals die Betriebskosten zahlen, nicht jedoch die Investitionen in die Gebäude. Bspw. erfolgt bei Krankenhäusern in Deutschland grundsätzlich eine duale Finanzierung, bei der das Land im Rahmen der öffentlichen Daseinsvorsorge Investitionen plant und finanziert, während die Betriebskosten über die Krankenkassen finanziert werden. Insgesamt kommt der energetische Sanierung der öffentlichen Gebäude ein wichtige **Vorbildfunktion** zu, die weiter ausgebaut werden könnte, um die die Sanierungsquote im gesamten Gebäudesektor zu erhöhen.¹⁰⁷

13.2 Industriebetriebe

Der Industriesektor verursacht etwa 23 Prozent der gesamten THG-Emissionen in Deutschland. Die Investitionserfordernisse betreffen v. a. den **Ersatz bestehender Prozessanlagen**. Bspw. belaufen sich die kumulierten Klimaschutzinvestitionen bis 2050 in der Stahlbranche, bei der weitreichende Prozessumstellungen erforderlich sind, auf schätzungsweise 182 Mrd. Euro, was rund 75 Prozent der Gesamtinvestitionen der Branche entspricht (Kapitel 11.2.5). Insgesamt ist die Spezifität der Investitionsgegenstände in der Industrie aber sehr unterschiedlich (z. B. Prozessanlagen und -umstellungen vs. Effizienzmaßnahmen), was spezifische Anspracheerfordernisse bedingt.

¹⁰⁵ Industrieanzeiger, 2015

¹⁰⁶ Prognos, 2020b

¹⁰⁷ dena, 2019

Beim Ersatz größerer Industrieanlagen und der Umstellung auf neue Produktionsverfahren stellen sich grundsätzlich die Herausforderungen, dass die erforderlichen Technologien oftmals mit hohen Kosten und langen Investitionszyklen verbunden und technisch teilweise noch nicht vollständig ausgereift sind. Zudem kann es zu **erheblichen Anlaufproblemen** mit ungeplanten Produktionsunterbrechungen bis hin zu Störungen in der gesamten Wertschöpfungskette kommen (u. a. infolge der erforderlichen Kalibrierung der Anlagen und Einarbeitung der Mitarbeiter). Um die damit verbundenen **betrieblichen Risiken** zu minimieren, kann es rational sein, alte Anlagen, die sich bewährt haben, selbst dann noch weiter zu betreiben, wenn ihr Ersatz durch neue (effizientere) Anlagen bzw. die Nutzung Produktionsverfahren unter Kostengesichtspunkten wirtschaftlich wäre. Ein Parallelbetrieb alter und neuer Anlagen dürfte aufgrund von Begrenzungen bei Flächen und Personal zumindest bei kleineren Unternehmen nur bedingt möglich sein.

Zudem ist das Investitionskalkül von der **Eigentümerstruktur** abhängig, sodass je nach Unternehmen andere Anspracheerfordernisse vorliegen. Bspw. zeigen Familienunternehmen tendenziell eine stärkere Langfristorientierung und ein stärkeres Verantwortungsbewusstsein als große Kapitalgesellschaften, deren Management und Anteilseigner in der Regel eine geringere persönliche Bindung an das Unternehmen aufweisen und häufig sehr strikte kurzfristige Renditeanforderungen erfüllen müssen.¹⁰⁸ Folglich dürften große Kapitalgesellschaften Klimaschutzinvestitionen, die kurzfristig keine positive Rendite versprechen, zumindest unter diesem Gesichtspunkt eher zögerlicher tätigen als Familienunternehmen. Gleichwohl kann sich das Kalkül der Kapitalgesellschaften künftig ändern, wenn große Investoren vermehrt dazu übergehen ihre Portfolios stärker an Nachhaltigkeitskriterien auszurichten (Kasten 25).

Ein weiteres Hemmnis bei der Umstellung der Produktionsverfahren stellt die Unsicherheit über die künftige Entwicklung der **Absatzmärkte** für CO₂-arm bzw. -frei produzierten Materialien dar, zumal diese derzeit oftmals noch einen Kostennachteil gegenüber herkömmlich produzierten Materialien haben. Zudem kann eine Verzögerung oder Unterlassung der Anpassung von Vorschriften und Normen (z. B. Bau, Produktion) den Einsatz neuer Materialien verlangsamen oder verhindern. Um sichere Absatzmärkte zu schaffen, werden derzeit verschiedene ordnungsrechtliche Maßnahmen diskutiert. Sie reichen von Quoten für die Verwendung von CO₂-armen Materialien in Endprodukten bis hin zur strikten Ausrichtung der staatlichen Beschaffung und Bautätigkeit an Nachhaltigkeitskriterien (z. B. Verwendung von CO₂-arm produziertem Stahl und Zement beim Bau von Gebäuden und Infrastrukturen). Solche ordnungsrechtlichen Instrumente können sehr effektiv sein, sofern bestimmten Bedingungen beachtet werden. Bspw. dürfen die Vorgaben nicht zu ambitioniert sein, da sonst Maßnahmen verzögert werden oder unterbleiben könnten. Zudem müssen die entsprechenden Technologien (Materialien) am Markt verfügbar sein und ggf. durch staatliche Förderinstrumente begleitet werden, um Wirtschaftlichkeitsaspekte zu adressieren.

13.3 EE-Anlagen- und Infrastrukturbetreiber

Betreiber von EE-Anlagen und Infrastrukturen finden sich in den Sektoren Energie und Verkehr, die etwa 32 Prozent bzw. 18 Prozent der gesamten THG-Emissionen in Deutschland verursachen und damit eine vergleichsweise hohe Reduktionserfordernisse aufweisen.¹⁰⁹ Die Investitionserfordernisse betreffen v. a. die **Errichtung komplett neuer (EE-)Anlagen bzw. Infrastrukturen** (v. a. Ladesäulen, Speichern sowie Strom-, Fernwärme-, Schienen- und Oberleitungsnetze, vgl. Kapitel 11.2.8). Analog zum Industriesektor ist auch hier die Spezifität der Investitionsgegenstände sehr

¹⁰⁸ Bspw. zeigt eine Unternehmensbefragung, dass ökologische Ziele insbesondere bei den Familienunternehmen als sehr wichtige Unternehmensziele gelten (Pahnke et al, 2019).

¹⁰⁹ BMU, 2020

unterschiedlich (z. B. Biomasseanlagen vs. Stromspeicherung zu Hause), was spezifische Anspracheerfordernisse bedingt.

Der zur Transformation erforderliche Ausbau von EE-Anlagen geht mit hohen Erfordernissen beim Netzausbau und -anschluss sowie bei der Entwicklung und Zurverfügungstellung von Flexibilitätpotenzialen (u. a. Speicher), die für die Integration fluktuierender erneuerbarer Energien benötigt werden, einher. Der Ausbau erneuerbarer Energien wird in der Gesellschaft zwar als generell notwendig anerkannt, konkrete Projekte (z. B. Windparks, Netzausbau, insbesondere auf der Übertragungsebene) stoßen aber immer wieder auf **erhebliche Widerstände** in den betroffenen Regionen (Not in my backyard- bzw. NIMBY-Verhalten). Wie bei anderen großen Infrastrukturprojekten mangelt es hier oftmals an **vertrauens- und akzeptanzbildenden Maßnahmen** sowie an frühzeitiger professioneller Kommunikation bei der Organisation der Prozesse.

Zudem fehlt zur Entwicklung und Zurverfügungstellung von Flexibilitätpotenzialen ein konsistenter und gegenüber der heutigen Situation deutlich **veränderter (Regulierungs-)Rahmen**, der u. a. Anreize für eine flexible effiziente Steuerung von Netzen und Verbrauchern auf unterschiedlichen Regionalitätsebenen setzt. Erst mit einem solchen Rahmen werden verlässliche Bedingungen für die Entwicklung entsprechender Geschäftsmodelle geschaffen, mit denen Flexibilitätpotenziale auf der Nachfrage- wie auf der Erzeugungsseite in verschiedenen Märkten effizient gehoben und verknüpft werden können. Hier gibt es verschiedene Möglichkeiten der Ausgestaltung solcher Rahmensetzungen, die letztlich politisch ausgehandelt werden müssen.

13.4 Fahrzeugbesitzer

Der Verkehrssektor verursacht etwa 18 Prozent der gesamten THG-Emissionen in Deutschland; verantwortlich dafür ist zu rund 94 Prozent der motorisierte Straßenverkehr (Pkw, Nutzfahrzeuge, Busse).¹¹⁰ Für den Klimaschutz am förderlichsten wäre ein Umstieg von Kraftfahrzeugen auf **alternative Transportmittel**, deren Produktion und Nutzung emissionsarm ist (bspw. Fahrrad, Personennahverkehr, Schienenpersonennahverkehr). Wenn dies aus persönlichen oder „logistischen“ (Verfügbarkeit, Entfernung) Gründen nicht möglich oder nicht gewollt ist, sollte ein Umstieg auf emissionsarme (elektrische) Antriebsarten erfolgen. Dabei stellt sich grundsätzlich das Problem, dass die gegenwärtige **Ersatzrate** von Kraftfahrzeugen nicht ausreicht, um die erforderlichen Investitionen in E-Pkw zu leisten. Die kumulierten Klimaschutzinvestitionen in Pkw belaufen sich bis 2050 auf schätzungsweise 1.661 Mrd. Euro, was fast 80 Prozent der Gesamtinvestitionen im Sektor Verkehr entspricht (Kapitel 11.2.6). Bei keinem anderen Betreffnis liegen die kumulierten Klimaschutzinvestitionen höher.

In 2019 betrug die Ersatzrate bei einem Bestand von 47,1 Millionen Pkw (01.01.2019) und Neuzulassungen von 3,6 Millionen Pkw etwa 7,6 Prozent. Bei unverändertem Bestand und unveränderter Anzahl an Neuzulassungen würde es damit über 13 Jahre dauern, bis die Pkw-Flotte komplett ausgewechselt ist. Allerdings machten E-Pkw 2019 nur 1,8 Prozent der Neuzulassungen aus; folglich dürfte die Umstellung auf Elektromobilität – auch bei stark steigendem Anteil von E-Pkw-Neuzulassungen – noch deutlich länger dauern.¹¹¹ Prognos et al. (2021) gehen im KSP-

¹¹⁰ BMU, 2020

¹¹¹ In 2020 ist der Anteil von E-Pkws an den gesamten Neuzulassungen auf 6,7 Prozent gestiegen. Insgesamt wurden aber fast 20 Prozent weniger Pkw neu zugelassen als 2019.

Szenario davon aus, dass der Anteil an E-Pkw am Pkw-Bestand auf rund 84 Prozent im Jahr 2050 steigen wird.¹¹²

Um die Entwicklung des Markts für Elektromobilität zu beschleunigen, wird vermehrt das Ordnungsrecht bemüht (z. B. EU-Flottengrenzwert, Beschränkung der Neuzulassung von Verbrennern) und es werden u. a. Zuschüsse für den Kauf von E-Pkw und privaten Ladestationen gezahlt. Zudem wird der Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur staatlich gefördert. Die stufenweise Verschärfung des EU-Flottengrenzwerts für CO₂-Emissionen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge soll auf Seiten der Produzenten Anreize verstärken in emissionsarme Antriebe zu investieren und diese anzubieten.

Die geringe Ersatzrate ist drauf zurückzuführen, dass Ersatzanschaffungen in der Regel erst am Ende der Nutzungsdauer der alten Fahrzeuge getätigt werden (bei Pkw ca. 6 bis 8 Jahre), da eine frühere Neuanschaffung den Besitzern beim gegenwärtigen Stand von Technik und Rahmenbedingungen keine hinreichenden (geldwerten) Vorteile bietet. Die Neuanschaffung von E-Pkw scheidet wohl oftmals noch an der mangelnden **Reichweite und Ladeinfrastruktur** – obgleich die derzeitige Reichweite für die meisten Fahrten ausreichen dürfte. Neben der öffentlichen Ladeinfrastruktur stellen häufig auch die mangelnden **Lademöglichkeiten an privaten Wohnhäusern** ein Problem dar. Private Stellplätze verfügen häufig über keinen (geeigneten) Stromanschluss. In vielen Tiefgaragen fehlen zudem die Leerrohre, um Stromkabel verlegen zu können. Dadurch wird bereits die Installation teuer, hinzu kommen die Kosten für die Ladestationen.¹¹³

Weitere Hindernisse ergeben sich insbesondere bei Mehrfamilienhäusern bzw. **Wohnungseigentümergeinschaften**. Gem. Neuregelung durch das Wohnungseigentumsmodernisierungs-Gesetz (WEG) zum 01.01.2020 können einzelne Wohnungseigentümer (oder auch Mieter) künftig zwar grundsätzlich verlangen, dass sogenannte **privilegierte Maßnahmen**, die u. a. das Laden von E-Mobilen umfassen, von den Miteigentümern zu gestatten sind. Allerdings haben die bauwilligen Personen auch die vollen Kosten der Maßnahme zu tragen, obgleich die Entscheidung darüber, wie die Maßnahme konkret ausgeführt wird weiterhin der Wohnungseigentümergeinschaft obliegt. Ihr obliegt auch die Festlegung von angemessenen Ausgleichszahlungen bei späterer Nutzung der Ladeinfrastrukturen durch weitere Eigentümer. Darüber hinaus dürfen gem. § 20 Abs. 4 WEG bauliche Veränderungen, „die die Wohnanlage grundlegend umgestalten oder einen Wohnungseigentümer ohne sein Einverständnis gegenüber anderen unbillig benachteiligen“ nicht verlangt werden.

Zudem dürfte die **Anschlusskapazität** und / oder **Lastabsicherung** gerade in größeren Wohnanlagen und bei Betriebsparkplätzen oftmals nicht ausreichen, um alle genutzten Ladepunkte zu Stoßzeiten mit ausreichend Strom zu versorgen – vor allem (aber nicht nur) bei Nutzung schnell ladender Wallboxen. Bei einer (automatischen) Aufteilung der vorhandenen Kapazitäten ergibt sich das Problem, dass der Fahrzeugbesitzer nicht davon ausgehen kann, dass sein Fahrzeug innerhalb einer bestimmten Zeit vollständig geladen wird und damit die volle Reichweite verfügbar ist. Die Aufteilung der vorhandenen Kapazitäten kann zwar ggf. über Lastmanagement-Systeme

¹¹² Der Pkw-Bestand in 2050 teilt sich auf in rein 30 Mio. batteriebetriebene Pkw (BEV), 2,9 Mio. Plug-in-Hybrid-Pkw (PHEV), 1,6 Mio. Brennstoffzellen-Pkw (FCV), 2,8 Mio. Benziner, 2,5 Mio. Diesel und 1,2 Mio. gasbetriebene Pkw.

¹¹³ Einer Umfrage unter 310 Hausverwaltungen und anderen Unternehmen aus der Wohnungswirtschaft in elf deutschen Großstädten zur Folge haben nur 4 Prozent der größeren Wohnanlagen Stromanschlüsse an Stellplätzen (ADAC 2020a). Gemäß einer Sonderauswertung des repräsentativen KfW-Energiewendebarmometers verfügen rund 43 Prozent der Haushalte über einen Stellplatz, der sich zumindest grundsätzlich als Ladestelle nutzen ließe. Diese befinden sich vor allem in ländlichen Gebieten (KfW 2020e),

gesteuert werden, das Problem zu geringer Anschlusskapazität bzw. Lastabsicherung bleibt aber grundsätzlich bestehen.¹¹⁴

Derzeit wird öffentlich gelegentlich der Fall diskutiert, dass Stromnetzbetreiber zur Vermeidung einer Überlastung des Stromnetzes eine „**Spitzenglättung**“ vornehmen müssen (z. B. durch Drosselung der Stromzufuhr zu Spitzenzeiten, etwa nach Feierabend).¹¹⁵ Für diese Fragen werden derzeit IT-Lösungen und entsprechende Dienstleistungen zur Steuerung der Nachfrageflexibilität entwickelt. Längerfristig wird es ohnehin erforderlich sein, die Flexibilität bei der Ladung von E-Fahrzeugen über die Bewirtschaftungen lokaler Engpässe hinaus auch systemdienlich zu aktivieren.

Die Elektrifizierung des **öffentlichen Fuhrparks** durch Erhöhung der Ersatzrate ist zwar grundsätzlich möglich, allerdings sind bei der Fuhrparkverwaltung i. d. R. Wirtschaftlichkeitskriterien zu beachten. Gleichwohl könnte die Elektrifizierung von ÖPNV, Dienstwagen und Nutzfahrzeugen (z. B. Abfallsammelfahrzeuge, Kehrmaschinen) zeigen, dass elektrische Fahrzeuge alltagstauglich sind und damit einen positiven Signaleffekt haben.¹¹⁶ Zudem müsste damit eine entsprechende Tank- und Ladeinfrastruktur einhergehen, die ebenfalls privaten Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden könnte. Der Bund will bis zum Jahr 2030 seinen Fuhrpark vollständig umstellen, hier sind die Fortschritte noch weiter ausbaufähig.

Die Befreiung von Elektroautos von der **Kfz-Steuer** sowie die Ausweitung des **Dienstwagenprivilegs** dürften zur Elektrifizierung des Verkehrssektors beitragen, sie benachteiligen aber – wie die Entfernungspauschale – die Option der Verkehrsverlagerung und -vermeidung. Zudem entsteht bei der Anschaffung verbrauchsgünstigerer Fahrzeuge wenig Anreiz, die Fahrleistung einzuschränken. Dadurch kann es ggf. sogar zu mehr Fahrkilometern und Emissionen kommen (Rebound-Effekt).¹¹⁷

¹¹⁴ z. B. ADAC, 2020b

¹¹⁵ z. V. FAZ, 2020

¹¹⁶ Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 2020; Coffman et al., 2017

¹¹⁷ Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 2020

14 Finanzierungsförderung

Zinsvergünstigungen

Bei Zinsvergünstigungen werden die Kreditzinsen für das zur Verfügung gestellte Fremdkapital unter das Marktniveau gesenkt. Damit erhöht sich die Attraktivität / Rendite von damit finanzierten Investitionen. Zudem weisen die vergünstigten Kredite gegenüber normalen Bankkrediten oftmals längere Laufzeiten und teilweise das Recht auf (kostenfreie) vorzeitige Tilgung auf. Allerdings dürften Zinsvergünstigungen im gegenwärtigen **Niedrigzinsumfeld** bei den meisten Akteursgruppen nur geringe Investitionsanreize setzen – zumindest sofern keine negativen Kreditzinsen gewährt werden. Dies gilt insbesondere bei Investitionsobjekten deren Volumina eher gering und Kreditfinanzierungen dementsprechend mit kurzen Laufzeiten verbunden sind. Solche Investitionsobjekte finden sich v. a. im privaten Bereich (z. B. Fahrzeugkauf).

Zinsvergünstigungen dürften sich also eher für **großvolumige Investitionserfordernisse**, deren Kreditfinanzierung mit längeren Laufzeiten verbunden ist, eignen, da hier bereits geringe Zinsvergünstigungen große Wirkungen entfalten können. Solche Investitionserfordernisse finden sich bspw. im Bereich Infrastruktur, EE-Anlagen und Industrieanlagen (Kapitel 11.2). Zudem könnten sich zinsvergünstigte Kredite ggf. für **Akteure mit eingeschränktem Kreditzugang** anbieten. Dies betrifft sowohl Unternehmen als auch Privatpersonen. Gerade vor dem Hintergrund der Corona-Krise haben Banken ihre Kreditvergabepolitik verschärft, vor allem für Großunternehmen im Verarbeitenden Gewerbe.¹¹⁸ Aber auch ältere Personen, junge Familien und Selbständige haben aufgrund hoher Einkommensrisiken, etwa infolge perspektivisch steigender (Pflege-)Ausgaben bzw. sinkender (Renten-)Einkommen, häufig Schwierigkeiten einen Kredit zu bekommen.¹¹⁹ Bspw. gilt ab einem Alter des Kreditnehmers von 55 Jahre die Kredittilgung zu Lebzeiten als eher unsicher. Der eingeschränkte Kreditzugang hat vor allem Folgen für die Möglichkeiten dieser Personengruppen Renovierungen und Sanierungen von Gebäuden zu finanzieren und durchzuführen. Dies gilt, obgleich die strikte Umsetzung der EU-Wohnimmobilienkreditrichtlinie inzwischen wieder etwas gelockert wurde, damit bestimmte Personengruppen wie ältere Menschen und junge Familien bei der Vergabe von Wohnimmobilienkrediten nicht zusätzlich benachteiligt werden.

Zuschüssen bzw. Zulagen

Bei Zuschüssen bzw. Zulagen handelt es sich um **finanzielle Zuwendungen für Investitionsvorhaben**, die keine Gegenleistung des Empfängers erfordern und bei ordnungsgemäßer Verwendung nicht zurückgezahlt werden. Zuschüsse können entweder direkt ausgezahlt oder in Form von Tilgungszuschüssen, die die Restschuld eines laufenden Darlehens reduzieren, gewährt werden. Die Anreizwirkung der finanziellen Zuwendungen hängt entscheidend von ihrem Anteil am gesamten Investitionsvolumen ab, wobei Investitionszulagen grundsätzlich größere Anreize setzen als Investitionszuschüsse in gleicher Höhe, da Zulagen beim Empfänger regelmäßig steuerfrei und Zuschüsse steuerpflichtig sind. Üblicherweise decken Zuwendungen nur einen kleinen Teil (< 50 %) der Gesamtkosten ab, der Rest muss durch andere Fremd- oder Eigenmittel aufgebracht werden. Sind die Zuwendungen hinreichend hoch, können sie bei allen Akteursgruppen starke Investitionsimpulse auslösen.

¹¹⁸ KfW, 2021

¹¹⁹ Meyer, 2017

Zuschüssen bzw. Zulagen haben gegenüber zinsvergünstigten Krediten den Vorteil, dass sie beim Empfangenden erstmal keine zusätzlichen (Zins-)Kosten verursachen. Damit dürften sich Zuwendungen insbesondere bei **kleinvolumigen Investitionserfordernissen** eignen, die keine Kreditaufnahme benötigen, sondern vollständig durch Eigenkapital finanziert werden können, bspw. einzelne (bauteilbezogene) Sanierungsmaßnahmen oder der Autokauf.

Steuervergünstigungen (z. B. Investitionsfreibeträge, Sonderabschreibungen) können grundsätzlich eine ähnliche Wirkung entfalten wie direkte Zuwendungen, allerdings sind sie für den Staat schlechter planbar. Entsprechend den Vorgaben der subventionspolitischen Leitlinien sollen Beihilfen daher vorrangig in Form von Finanzhilfen und nicht als Steuervergünstigungen umgesetzt werden.¹²⁰

Haftungsfreistellung bzw. Risikoübernahme

Bei der Haftungsfreistellung bzw. Risikoübernahme wird der Finanzierungspartner von der Haftung teilweise (ggf. auch vollständig) freigestellt und trägt damit nur noch einen Teil des **Kreditausfallrisikos**, wodurch sich die Bereitschaft des Partners zur Finanzierung eines Vorhabens erhöhen soll (der Kreditnehmer haftet weiterhin für die gesamte Kreditsumme). Haftungsfreistellung können bspw. für Gründer und Unternehmen mit geringen Sicherheiten oder in Liquiditätskrisen entscheidend dafür sein, dass ein Finanzierungspartner die Finanzierung übernimmt. Auch bei Unternehmen bzw. Branchen, die die Transformation vor große technische und ökonomische Herausforderungen stellt und / oder deren Kreditwürdigkeit infolgedessen in Zweifel gezogen wird, dürften Risikoübernahmen die Bereitschaft der Finanzierungspartner ein Vorhaben zu finanzieren stärken. Damit dürfte sich das Instrument der Haftungsfreistellung insbesondere für **großvolumige Investitionserfordernisse** eignen. Solche Investitionserfordernisse finden sich bspw. in den Grundstoffindustrien, die auf vergleichsweise kostenintensive Produktionsverfahren sowie Emissionsvermeidungs- bzw. Emissionskompensationstechnologien zurückgreifen müssen. Bspw. belaufen sich die kumulierten Klimaschutzinvestitionen bis 2050 in der Stahlbranche auf schätzungsweise 182 Mrd. Euro, was rund 75 Prozent der Gesamtinvestitionen der Branche entspricht (Kapitel 11.2.5). Der deutschen Sustainable Finance Beirat hat bereits vorgeschlagen, die Ausrichtung der Exportfinanzierung und -absicherung entlang der Politikziele hinsichtlich Klimaschutz und Nachhaltigkeit umzusteuern (Kapitel 4.4).

Des Weiteren können sich Haftungsfreistellung für Akteure mit eingeschränktem Kreditzugang anbieten (siehe oben).

Grundsätzliche Überlegungen zu den Beihilfeinstrumente

Für alle Akteursgruppen kann angenommen werden, dass die Anreizwirkung der Beihilfeinstrumente mit dem Förderumfang zunimmt und mit der Komplexität der Instrumente (u. a. bürokratischer Aufwand, Genehmigungspflichten) abnimmt. Zudem bestehen bei allen drei Instrumenten die Risiken, dass zum einen Investitionen auch ohne die Beihilfen getätigt würden und zum anderen, dass sich die Investitionen aufgrund **höherer Betriebskosten** mittel- bis langfristig nicht rechnen und die Beihilfen damit nicht ausreichen, um die Investitionen anzureizen. Dabei werden die Risiken von **Mitnahmeeffekten** bei direkten Zuschüssen bzw. Zulagen in der Regel als ausgeprägter sein eingeschätzt als bei Zinsvergünstigungen.¹²¹ Das Risiko höherer Betriebskosten betrifft insbesondere den Industriesektor (aber auch alle anderen Sektoren). Hier können höhere Betriebskosten, die durch Klimaschutzinvestitionen entstehen, u. a. durch CO₂-Differenzverträge,

¹²⁰ BMF, 2019

¹²¹ z. B. Forstner / Grajewski, 2014

die längerfristig wirken, adressiert werden. Diese Verträge garantieren während ihrer gesamten Laufzeit einen Mindestpreis, zu dem freiwerdende CO₂-Zertifikate verkauft werden können. Diese Erlöse können zur Deckung höherer Betriebskosten dienen (Kapitel 15.2).

Eine direkte staatliche Förderung von Betriebskosten wäre hingegen aus **beihilferechtlicher Sicht** problematisch. Das gilt grundsätzlich auch für Investitionsbeihilfen, wenn diese außerhalb der zulässigen, im gemeinsamen Interesse der EU stehenden Fördergebiete liegen (zulässig ist u. a. der Bereich Umweltschutz) oder bestimmte maximal zulässige Beihilfeintensitäten überschreiten.

i

Kasten 19: Beihilfen für Klimaschutzinvestitionen in Deutschland

Zinsvergünstigungen und Zuschüsse bzw. Zulagen für Klimaschutzinvestitionen werden in Deutschland derzeit vor allem von verschiedenen (halb-)staatlichen Institutionen angeboten, insbesondere von der KfW, dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sowie den Investitions- und Förderbanken der Länder. Die Programme decken fast alle relevanten Akteursgruppen und Betreffnisse ab, wobei der Förderumfang variiert. Beispiele sind die Förderprogramme von der KfW und dem BAFA, die durch zinsgünstige Kredite oder (Tilgungs-)Zuschüsse Investitionsanreize in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien setzen sollen (bei der KfW u. a.: „Klimaschutzoffensive für den Mittelstand“, „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“, „Energieeffizienz in der Produktion“, „Energieeffizient Bauen und Sanieren im Unternehmen“, „Energieeffizient Bauen und Sanieren“, „Erneuerbare Energien – Standard / Premium“, „Offshore-Windenergie“, „Ladestationen für Elektroautos“; bei dem BAFA u. a.: „Elektromobilität“, „Pilotprogramm Einsparzähler“, „Energieeffizienz in der Wirtschaft - Zuschuss“, „Förderprogramm für Kälte- und Klimaanlage“, „Förderung von Wärme- und Kältenetzen“, „Kleinserien Klimaschutzprodukte“).

Zuschüsse gibt es zudem auf kommunaler Ebene sowie teilweise von einzelnen Branchen (z. B. „Raustausch-Wochen“ zum Ersatz veralteter Heizungsanlagen).¹²² Hier spielen teilweise auch Energieversorger eine Rolle, wenn bspw. aus strategischer Sicht mehr Gasanschlüsse erreicht werden sollen.

In Deutschland existieren auch einige **Steuervergünstigungen** mit Bezug zum Klimaschutz – allerdings auch Subventionen und Steuervergünstigungen für tendenziell eher umweltschädigende Betreffnisse (z. B. Mehrwertsteuerbefreiung für den Luftverkehr, Steuerbefreiung des Kerosins im Flugverkehr, Steuerbegünstigungen für energieintensive Unternehmen). Bspw. sind Einzelmaßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung sowie die energetische Baubegleitung und Fachplanung unter bestimmten Voraussetzungen, zumindest teilweise, steuerlich abzugsfähig. Zudem gibt es für bestimmte Akteure die Möglichkeiten sich Energiesteuern (KWKG, EnergStG) zurückerstatten zu lassen. Ferner gilt für Bahntickets der reduzierte Mehrwertsteuersatz von 7 Prozent.¹²³

¹²² Prognos, 2020c

¹²³ Zu nennen sind hier zudem die umweltbezogenen Steuern (z. B. Energie-, Kraftfahrzeug- und Stromsteuer) sowie das EU-ETS, die bestimmte Aktivitäten bzw. Güter mit negativen Auswirkungen auf die Umwelt verteuern und Anreize setzen die ökologische Dimension bei Konsum- und Produktionsentscheidungen zu berücksichtigen.

Anders als bei Zinsvergünstigungen, Zuschüssen bzw. Zulagen und Steuervergünstigungen gibt es in Deutschland derzeit keine wesentlichen Programme zur **Haftungsfreistellung** mit explizitem Bezug zu Klimaschutzinvestitionen. Vorhandene Programme beziehen sich i. d. R. auf Existenzgründungen, Unternehmensnachfolgen, Unternehmen mit geringen Sicherheiten oder in Liquiditätskrisen (z. B. „KfW-Unternehmerkredit“ und „KfW-Schnellkredit“ im Rahmen der KfW-Corona-Hilfe 2020). Programme zu Risikoübernahmen existieren darüber hinaus im Rahmen der Außenwirtschaftsförderinstrumente, wie den Exportkreditgarantien des Bundes (Hermesdeckungen), die bestimmte Auslandsgeschäfte deutscher Unternehmen absichern (u. a. für Auslandsprojekte im Bereich Erneuerbare Energien, Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel). Aufgrund ihres Inlandsbezugs werden Klimaschutzinvestitionen in Deutschland von den Hermesdeckungen nicht umfasst.

15 Instrumente für besonders herausgeforderte Branchen

Die technischen und ökonomischen Herausforderungen der Transformation unterscheiden sich zwischen den Branchen teilweise sehr deutlich. Besonders herausgefordert sind insbesondere die Akteure im Industriesektor, da hier zum einen der Mehrinvestitionsbedarf höher ist als in den anderen Sektoren (Kapitel 11.2.8) und sich zum anderen auf relativ wenige Akteure verteilt (verglichen bspw. mit den Pkw-Investitionen im Sektor Verkehr). Innerhalb des Industriesektors sind vor allem die **energieintensiven Grundstoffbranchen** (Kapitel 9.3.1) stark herausgefordert, da sie auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen müssen, die technisch teilweise noch nicht vollständig ausgereift sind, ein umfangreiches Investitionsvolumen bei gleichzeitig langen Investitionszyklen zu stemmen haben und im internationalen Wettbewerb stehen. Bspw. belaufen sich die kumulierten Mehrinvestitionen bis 2050 in der Stahlbranche auf schätzungsweise 180 Mrd. Euro, was rund 74 Prozent der Gesamtinvestitionen der Branche entspricht (Kapitel 11.2.5). Anders als in den energieintensiven Grundstoffbranchen bedingt die Transformation in (fast) allen anderen Branchen im Wesentlichen nur eine (leichte) Reduktion der Gewinnmarge. Hier sind aufwendige Prozessumstellungen in der Regel nicht erforderlich und die Mehrinvestitionen für Effizienzmaßnahmen und Wechsel auf klimafreundliche Energieträger vergleichsweise gering. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass der Anteil der Energiekosten an den gesamten Produktionskosten im kleinen einstelligen Prozentbereich liegt und der weitaus größte Anteil der industriellen Produktion nicht energieintensiv ist.

Um die besonders herausgeforderten Branchen bei der Transformation zu unterstützen, ohne die Transformation jedoch zu behindern, werden gegenwärtig insbesondere CO₂-Grenzausgleichsmechanismen zur Absicherung gegen Wettbewerbsverzerrungen (15.1) sowie CO₂-Differenzverträge zur Absicherung gegen Preisrisiken (15.2) diskutiert. Eine tiefergehende Analyse der Instrumente inkl. Beleuchtung von Ausgestaltungsoptionen, Anwendungsbereichen und (juristischen) Umsetzungsaspekten bieten bspw. Agora Energiewende und Wuppertal Institut (2019).

15.1 Absicherungen gegen Wettbewerbsverzerrungen: CO₂-Grenzausgleich

Im Rahmen des **EU-ETS** (Emission Tradings System) werden CO₂-Emissionen, die in Industrieanlagen entstehen, bepreist. Dadurch steigen die Kosten und verschlechtert sich die preisliche Wettbewerbsfähigkeit von europäischen Industrieunternehmen gegenüber Unternehmen aus Drittsäten, die keiner entsprechenden Bepreisung unterliegen. Es besteht die Gefahr, dass Produktion und Standorte durch die Emissions-Bepreisung aus Europa hinaus verlagert und die Treibhausgase somit lediglich außerhalb des EU-ETS Geltungsbereichs emittiert würden (Carbon Leakage). Um dieser Gefahr entgegenzuwirken werden bestimmten Industrien Emissionszertifikate im EU-ETS frei zugeteilt. Zudem haben die EU-Mitgliedsstaaten die Möglichkeit stromintensiven Unternehmen **Strompreiskompensationen** zu gewähren. Von der freien Zuteilung und der Strompreiskompensation profitieren v. a. die energieintensiven Grundstoffindustrien in Deutschland. Allerdings wird der Anteil der Zertifikate, die für eine kostenlose Zuteilung zur Verfügung stehen, schrittweise reduziert. Infolge der sinkenden Zertifikatmenge und des erwarteten Preisanstiegs der Zertifikate **steigt das Carbon Leakage Risiko**.

Um Carbon Leakage weiterhin zu verhindern, werden auf EU-Ebene verschiedene Ausgestaltungsoptionen zur Erweiterung des EU-ETS durch die Einführung eines **CO₂-Grenzausgleichs** (Carbon

Border Adjustment, CBA) diskutiert. Zum Ausgleich müssen Importeure eine dem CO₂-Fußabdruck des Importgutes entsprechende Menge an Zertifikaten erwerben und Exporteure würden Zertifikate erhalten. Damit würde das Verfahren im Prinzip zum gleichen Ergebnis führen wie die Erhebung einer **Klimaabgabe** auf alle Güter, die in der EU verkauft werden, in Höhe ihres jeweiligen CO₂-Fußabdrucks.¹²⁴ Die Menge an frei zugeteilten Zertifikaten könnte dann reduziert werden und sich an Produktbenchmarks orientieren. Bei der Klimaabgabe kämen allerdings weitere Hürden hinzu, wie bspw. die regelmäßige Anpassung der Höhe der Abgabe, die von den Mitgliedstaaten einstimmig zu beschließen wäre.

Beide Verfahren sind zwar grundsätzlich geeignet Wettbewerbsverzerrungen zwischen Produzenten im und außerhalb des EU-ETS Geltungsbereichs auszugleichen. Allerdings ist die praktische **Umsetzung mit Problemen behaftet**. Zum einen ist es kaum möglich den CO₂-Fußabdruck aller Güter über die gesamte Wertschöpfungskette präzise zu messen (oder zu berechnen) und wäre zudem mit **hohem bürokratischem Aufwand** verbunden. Zur Berechnung des CO₂-Fußabdrucks müssten einerseits anerkannte und leicht umsetzbare und andererseits möglichst genaue und stringente Verfahren gefunden und etabliert werden. Um den bürokratischen Aufwand zu begrenzen, könnte eine Lösungsmöglichkeit darin bestehen die Importeure entweder zum Erwerb von CO₂-Zertifikaten in Höhe des CO₂-Fußabdrucks eines jeweiligen **Produktbenchmarks** oder zum zertifizierten Nachweis, dass ihr Produkt mit niedrigeren Emissionen verbunden ist, zu verpflichten. Die Produktbenchmarks könnten sich bspw. am **Prinzip der besten verfügbaren Technik** orientieren, das bereits im EU-ETS angewandt wird. Beim CO₂-Fußabdruck stellt sich – insbesondere bei komplexeren Produkten – allerdings die Frage, wie tief die Wertschöpfungsketten (im EU-Ausland) überhaupt fundiert berücksichtigt und einheitliche Messstandards etabliert werden können.

Auch aus handelsrechtlicher Sicht (WTO-Konformität) könnten die Verfahren problematisch sein, zumal sie von Handelspartnern als protektionistische Maßnahmen angesehen werden könnten. Somit könnte dem Schaden durch Carbon Leakage ein Schaden durch Handelskonflikte bzw. Gegenmaßnahmen gegenüberstehen. Abhilfe könnte ein **multilateral abgestimmtes Vorgehen zur Einführung von Grenzausgleichssystemen** schaffen. Allerdings haben die Verhandlungen zu internationalen Klimaschutzvereinbarungen bereits offenbart, wie schwierig und langwierig es ist alle bedeutenden Volkswirtschaften in klimapolitische Vorhaben einzubinden.

Vor diesem Hintergrund ist eine Weiterentwicklung des EU-ETS im internationalen Kontext mit dem Ziel eines **globalen, einheitlichen CO₂-Preises dem Grenzausgleich vorzuziehen**. Allerdings dürften sich internationale Verhandlungen zur Einführung eines globalen CO₂-Preises sowie dessen Anhebung auf ein hinreichend hohes Niveau schwierig und langwierig gestalten. Bis dahin könnte der CO₂-Grenzausgleich **auf Branchen beschränkt** werden, die emissionsintensiv sind und deren Produkte stark gehandelt werden und eine geringe Komplexität aufweisen, sodass sich der CO₂-Fußabdruck vergleichsweise einfach ermitteln lässt. Mit Fortschritten bei Methoden und Datenbanken dürfte die Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks in Zukunft einfacher, umfassender und genauer werden.

¹²⁴ Um eine Doppelbelastung zu vermeiden, müssten Güter für die eine Klimaabgabe erhoben wird von anderen Preisbelastungen (wie etwa im Rahmen des EU-ETS) ausgenommen werden (Agora Energiewende und Wuppertal Institut, 2019).

15.2 Absicherung gegen Preisrisiken: CO₂-Differenzverträge

Die Volatilität des CO₂-Preises und die Unsicherheit über seine künftige Entwicklung stellen ein großes Hemmnis für Investitionen in klimafreundliche Technologien und Produktionsprozesse dar. Hier setzen CO₂-Differenzverträge (Carbon Contracts for Difference, CCfD) an: Indem sie für ausgewählte Projekte einen Mindestpreis für CO₂-Zertifikate garantieren, erhöhen sie die **Investitionssicherheit** und -bereitschaft und setzen so Anreize zur Emissionsminderung.

Mit den Differenzverträgen garantiert der Staat der Gegenseite (Investor) für ein spezifisches Projekt einen bestimmten **Mindestpreis für ein CO₂-Zertifikat** im ETS während der gesamten Vertragslaufzeit. Liegt der künftige Marktpreis unterhalb des vereinbarten Mindestpreises, erstattet der Staat dem Investor die Differenz; im umgekehrten Fall (Marktpreis > Mindestpreis) muss der Investor die Differenz an den Staat zahlen. Dort, wo diese Konstellation im Voraus absehbar ist, würden Differenzverträge wohl erst gar nicht angeboten werden. Durch den garantierten Mindestpreis kann der Vertrag bspw. Investitionen in erneuerbare Energien oder in die Dekarbonisierung der Industrie anreizen. Die konkreten Projekte, für die CO₂-Differenzverträge vergeben werden, können vom Staat nach Maßgabe der Vereinbarkeit mit den Klimaschutzziele ausgewählt werden. Die EU-Kommission hat die Einführung von CO₂-Differenzverträgen im Rahmen ihres Green Deal vorgeschlagen.

In der Industrie können CO₂-Differenzverträge Investitionen in klimaschonende Technologien und Produktionsprozesse **besser kalkulierbar** und bereits bei geringeren CO₂-Preisen **lohnender** machen, da die freiwerdenden CO₂-Zertifikate zum garantierten Mindestpreis (statt dem normalerweise stark schwankenden Marktpreis) verkauft werden können. Die staatliche Absicherung und Stabilisierung der Erlösströme aus dem Verkauf von CO₂-Zertifikaten erhöht auf Seiten der Gläubiger die Sicherheit in die Rückzahlung von Finanzierungskrediten und reduziert auf Seiten der Schuldner die **Finanzierungskosten**.¹²⁵

Die **Finanzierung und Abwicklung** der Differenzverträge könnten bspw. im Rahmen bestehender (nationaler oder europäischer) Förderprogramme erfolgen. Agora Energiewende und Wuppertal Institut (2019) schlagen vor, die Differenzverträge in nationale Dekarbonisierungsfonds, das Umweltinnovationsprogramm oder den EU-ETS-Innovationsfonds einzubinden. Auch Förderbanken könnten hier eine Rolle spielen.

Anders als bspw. Investitionskostenzuschüsse bieten CO₂-Differenzverträge u. a. die **Vorteile**, dass sie auf dem ETS aufbauen und während der gesamten Vertragslaufzeit wirken. Bei Investitionskostenzuschüssen besteht das Risiko, dass sich die Investitionen in neue Technologien / Verfahren aufgrund höherer Betriebskosten mittel- bis langfristig nicht rechnen und damit von vornherein unterbleiben könnten. Die Differenzzahlungen werden hingegen während der gesamten Vertrags- bzw. Projektlaufzeit entsprechend der tatsächlich erbrachten Emissionsminderungen gezahlt und wirken damit längerfristig.

¹²⁵ z. B. Richstein / Neuhoff, 2019



Kasten 20: Komplementäre Maßnahmen

Die Transformation kann zusätzlich durch komplementäre Maßnahmen gestützt werden. Eine direkte Förderung von Betriebskosten wäre allerdings aus beihilferechtlicher Sicht problematisch. Komplementäre Maßnahmen bieten sich u. a. **in den Bereichen Forschung, Fachkräfte, Infrastruktur und Investitionskosten** an, die im Folgenden kurz skizziert werden.

Die Forschung und Entwicklung neuer, klimafreundlicher Technologien wird zwar durch die CO₂-Bepreisung angereizt, dürfte aufgrund positiver Wissensexternalitäten aber ohne öffentliche Forschungsförderung zu niedrig ausfallen. Neben den bereits bestehenden Förderungen bietet sich eine **verstärkte Förderung** von Forschung und Entwicklung bspw. von **Pilot- und Demonstrationsanlagen** an, wie dies etwa für die Stahlindustrie bereits umgesetzt wird. Zudem wird **Raum für Experimente** für Geschäftsmodelle sowie Systemorganisationsmodelle benötigt.

Bereits seit einigen Jahren wird ein **Engpass an Fachkräften** in bestimmten Berufsgruppen konstatiert. Dieser betrifft insbesondere Berufe im Bereich Mathematik, Informatik, Natur- und Ingenieurwissenschaft und Technik (MINT), die u. a. für die Entwicklung klimafreundlicher Technologien relevant sind. Der Engpass dürfte sich infolge des demografischen Wandels und der zunehmenden Nachfrage nach MINT-Arbeitskräften künftig verstärken. Um dem Engpass entgegenzuwirken, könnte bspw. eine Förderung von Frauen in **MINT-Fächern** oder eine gezielte Anwerbung von Talenten u. a. durch vereinfachte Visa- und Anerkennungsverfahren erfolgen.¹²⁶ Aber auch im Baubereich (ausführende Gewerke, Handwerk) ist zu erwarten, dass ein erheblicher Engpass entsteht, wenn die benötigten erhöhten Sanierungsraten sowie PV-Zubauraten umgesetzt werden sollen.

Der Auf- und Ausbau bestimmter **Infrastrukturen** ist von zentraler Bedeutung für die Diffusion neuer klimafreundlicher Technologien insbesondere im Bereich **Strom-, Wärme- und Wasserstoffnetze** sowie der **Ladesäulen**. Beim Ausbau erneuerbarer Energien und der Stromnetze werden zwar effiziente Möglichkeiten zur Steuerung und Ausregelung lokaler und dezentraler Systeme weiterentwickelt. Dies ist allerdings kein Ersatz für den **Ausbau der Höchstspannungsebene**, der nach wie vor dringend erforderlich ist, um den überregionalen Ausgleich der unterschiedlichen Produktions- und Nachfragemengen sowie ihrer zeitlichen Profile effizient zu gewährleisten. Auf **europäischer Ebene ist ein Austausch und eine stärkere Vernetzung** mit Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetzen (HGÜ-Netze) ebenfalls sinnvoll und kann die benötigten Backup-Kapazitäten deutlich reduzieren.

Zur Entwicklung und Zurverfügungstellung von Flexibilitätspotenzialen fehlt ein konsistenter (Regulierungs-)Rahmen, der u.a. **Anreize für eine flexible effiziente Steuerung von Netzen und Verbrauchern** auf unterschiedlichen Regionalitätsebenen setzt. Erst mit einem solchen Rahmen werden verlässliche Bedingungen für die Entwicklung entsprechender Geschäftsmodelle geschaffen, mit denen Flexibilitätspotenziale auf der Nachfrage- wie auf der Erzeugungsseite in verschiedenen Märkten effizient gehoben

¹²⁶ Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 2020

und verknüpft werden können. Zudem müssen **Akzeptanzfragen** beim Netzausbau (aber auch bei Windenergie und CCS) angegangen werden, sowohl mit aufwändigen Bürgerkommunikationsprozessen und Informations- und Bildungsmaßnahmen als auch mit klaren, gesicherten Rahmenbedingungen für Planungs- und Genehmigungsprozesse. An förderlichen Rahmenbedingungen für die Erzeugung inländischen Wasserstoffs und dem Aufbau entsprechender Zentren und Infrastrukturen wird aktuell mit Förderprogrammen und der Instrumentierung der Wasserstoffstrategie gearbeitet.

In einigen Bereichen, in denen die Kosten für Mehrinvestitionen aufgrund der internationalen Wettbewerbssituation nur in geringem Umfang an den Kunden weitergegeben werden können, bietet sich auch die Förderung von Investitionskosten an. Das betrifft bspw. neue Produktionstechnologien in den Grundstoffindustrien.

16 Zwischenfazit zu Abschnitt IV

Die Differenzierung der Investitionsbedarfe nach Betreffnissen und Akteursgruppen (Abschnitt III) weist darauf hin, dass es sich um sehr unterschiedliche Investitionsgüter handelt. Damit sind auch die Rahmenbedingungen und **Investitionsrationalitäten** und folglich die Anforderungen an Finanzierungsförderung und Absicherung unterschiedlich, wie Abschnitt IV zeigt.

Ein grundsätzliches Problem, das sich praktisch bei allen Akteursgruppen stellt, betrifft den Umstand, dass bei vielen Betreffnissen die Investitionen häufig mit langen Amortisationszeiten verbunden sind. Folglich bestehen Anreize die Investitionen vornehmlich nur dann zu tätigen, wenn ohnehin eine entsprechende Neuanschaffung ansteht (z. B. Fahrzeugkauf). Eine solch **niedrige Investitionsdynamik** wäre jedoch nicht ausreichend, um die erforderlichen Investitionen (Kapitel 11.2) anzustoßen. Das Problem hoher Anfangsinvestitionen kann in Teilen u. a. durch günstigere Finanzierungsmöglichkeiten für grüne Investitionen und weitere Maßnahmen im Bereich Green Finance abgemildert werden. Der deutsche Sustainable Finance Beirat hat bereits Maßnahmen zur Stärkung von Green Finance in Deutschland ausgearbeitet (Kapitel 4.4).

Gleichwohl bestehen in einzelnen Bereichen noch weitere Investitionshemmnisse. Bspw. dürften die Investitionen im Gebäudesektor infolge eines **Nutzer-Investor-Dilemmas**, welches sich grundsätzlich überall dort stellt, wo Gebäude vom Eigentümer nicht selbst genutzt werden, teilweise unterbleiben. Allein Sanierungen und Anpassungen (in Verbindung mit dem Wechsel, Neueinbau oder der Optimierung von Heizungsanlagen) machen knapp 60 Prozent der kumulierten Klimaschutzinvestitionen im Gebäudesektor bis 2050 aus (Kapitel 11.2.3). Das Nutzer-Investor-Dilemma lässt sich durch Förderinstrumente allenfalls abmildern, aber nicht vollständig lösen. Daher wird gegenwärtig bspw. diskutiert, dass die Vermieter die durch das Brennstoffemissionshandelsgesetz ab 2021 neu entstehenden CO₂-Bepreisungskosten für Wärme (zumindest teilweise) übernehmen müssen und sie nicht – wie nach derzeitigem Rechtsstand – vollständig auf die Mieter umlegen können. Gleichwohl kann der CO₂-Preis auch bei Umlage auf die Mieter eine gewisse Lenkungswirkung entfalten, da die Mieter durch ihr Nutzungsverhalten (bewusstes Heizen und Lüften) den Energieverbrauch im Bereich Wohnen beeinflussen können – allerdings nur in relativ begrenztem Ausmaß.

Andere Investitionshemmnisse betreffen bspw. **betriebliche Risiken** wie Anlaufprobleme bei neuen Produktionsanlagen, Beeinträchtigungen des Geschäftsbetriebs und Kundenerlebnisses sowie Unsicherheiten über die künftige Entwicklung von Absatzmärkten, Infrastrukturen und Technologien. Zudem stoßen bestimmte Projekte immer wieder auf **erhebliche Widerstände** in den betroffenen Regionen (v. a. Windparks, Übertragungsnetze). Hinzu kommen noch **bürokratische Hürden** wie langwierige Planungs- und Genehmigungsprozesse. Aufgrund der **Spezifität** dieser Investitionshemmnisse sowie der Heterogenität der Investitionsgegenstände (z. B. Biomasseanlagen vs. Kauf eines E-Fahrzeugs) und der Heterogenität der Akteursgruppen (Familienunternehmen, Kapitalgesellschaften, Privatpersonen) erscheint eine einheitliche Ansprache aller Akteure nicht sinnvoll.

Die erforderlichen Mehr- bzw. Klimaschutzinvestitionen für die Transformation bis 2050 belaufen sich nach unseren Berechnungen auf schätzungsweise 44 bzw. 144 Mrd. Euro pro Jahr – zzgl. Investitionen zur Kompensation der verbleibenden THG-Emissionen zur Erreichung vollständiger Klimaneutralität in allen Sektoren (Kapitel 11.2). Sie werden aufgrund der

Investitionsrationalitäten der betroffenen Akteure sowie der jeweiligen Rahmenbedingungen oftmals nicht im notwendigen Umfang und Zeitrahmen oder teilweise auch gar nicht getätigt.

Um die Investitionen anzureizen ist die **öffentliche Hand** in zweierlei Hinsicht gefragt. Zum einen kommt ihr eine wichtige Vorbildfunktion zu, die weiter ausgebaut werden könnte (z. B. hinsichtlich ihrer Investitionen in die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude und in die Umstellung des öffentlichen Fuhrparks). Zum anderen obliegt ihr die Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen (z. B. hinsichtlich der Zurverfügungstellung von Flexibilitätspotenzialen bei der Energieversorgung, des Infrastrukturausbaus). Dies umfasst auch die Schaffung **förderlicher Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen**, etwa im Rahmen der Entwicklung der Sustainable Finance Strategie des Bundes. Der deutsche Sustainable Finance Beirat hat hierzu bereits Maßnahmen vorgeschlagen. Sie betreffen u. a. die Förderung der Märkte für grüne Finanzprodukte, die Steigerung der Transparenz sowie der Vorbildfunktion öffentlicher Akteure (Kapitel 4.4).

Förderinstrumente können die Investitionshemmnisse zwar nicht auflösen aber in vielen Bereichen zumindest abmildern. Indem sie die Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen grüner Investitionsvorhaben verbessern, setzen sie am grundsätzlichen Problem (zu) hoher Investitionskosten bzw. (zu) geringer Renditen / Ersparnisse an:

- **Zinsvergünstigungen** dürften im gegenwärtigen Niedrigzinsumfeld bei den meisten Akteursgruppen nur geringe Investitionsanreize setzen. Gleichwohl könnten sich zinsvergünstigte Kredite für **großvolumige Investitionserfordernisse**, deren Kreditfinanzierung mit längeren Laufzeiten verbunden ist, eignen, da hier bereits geringe Zinsvergünstigungen große Wirkungen entfalten können. Diese finden sich bspw. Investitionen im Bereich Infrastruktur, EE-Anlagen und Industrieanlagen (Kapitel 11.2). Zudem könnten sich zinsvergünstigte Kredite ggf. für Akteursgruppen mit eingeschränktem Kreditzugang anbieten.
- **Zuschüsse bzw. Zulagen** haben gegenüber zinsvergünstigten Krediten den Vorteil, dass sie beim Empfangenden erstmal keine zusätzlichen (Zins-)Kosten verursachen. Damit dürften sich Zuwendungen insbesondere bei **kleinvolumigen Investitionserfordernissen** eignen, die keine Kreditaufnahme benötigen, sondern vollständig durch Eigenkapital finanziert werden können, bspw. einzelne Sanierungsmaßnahmen oder der Autokauf.
- **Haftungsfreistellungen** können bei Unternehmen, die die Transformation vor große technische und ökonomische **Herausforderungen** stellt und / oder deren Kreditwürdigkeit infolgedessen in Zweifel gezogen wird, entscheidend dafür sein, dass ein Finanzierungspartner die Finanzierung übernimmt. Damit dürfte sich das Instrument der Haftungsfreistellung insbesondere für großvolumige Investitionserfordernisse eignen. Solche Investitionserfordernisse finden sich bspw. in den Grundstoffindustrien, die auf vergleichsweise kostenintensive Produktionsverfahren sowie Emissionsvermeidungs- bzw. Emissionskompensationstechnologien zurückgreifen müssen (Kapitel 11.2.5). Der deutsche Sustainable Finance Beirat hat bereits vorgeschlagen, die Ausrichtung der Exportfinanzierung und -absicherung entlang der Politikziele hinsichtlich Klimaschutz und Nachhaltigkeit umzusteuern (Kapitel 4.4).

Neben den Beihilfeinstrumenten zur Unterstützung der Finanzierung der erforderlichen Investitionen wird gegenwärtig diskutiert **Instrumente zur Absicherung** gegen Wettbewerbsverzerrungen (CO₂-Grenzausgleichsmechanismen) und gegen CO₂-Preisrisiken (CO₂-Differenzverträge) für besonders herausgeforderte Branchen einzuführen. Dies dürfte insbesondere die **energieintensiven Grundstoffbranchen** betreffen, die auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen müssen (die technisch teilweise noch nicht vollständig ausgereift sind), ein umfangreiches Investitionsvolumen (Kapitel 11.2.5) bei gleichzeitig langen Investitionszyklen zu stemmen haben und im internationalen Wettbewerb stehen.

CO₂-Differenzverträge können Investitionen in klimaschonende Technologien besser kalkulierbar und bereits bei geringeren CO₂-Preisen lohnender machen. Die staatliche Absicherung und Stabilisierung der Erlösströme aus dem Verkauf von CO₂-Zertifikaten erhöht auf Seiten der Gläubiger die Sicherheit in die Rückzahlung von Finanzierungskrediten und reduziert auf Seiten der Schuldner die Finanzierungskosten. Anders als bspw. Investitionskostenzuschüsse bieten CO₂-Differenzverträge u. a. den Vorteil, dass sie während der gesamten Vertragslaufzeit wirken. Bei Investitionskostenzuschüssen besteht das Risiko, dass sich die Investitionen in neue Technologien / Verfahren aufgrund höherer Betriebskosten mittel- bis langfristig nicht rechnen und damit von vornherein unterbleiben könnten. Die Differenzzahlungen werden hingegen während der gesamten Vertrags- bzw. Projektlaufzeit entsprechend der tatsächlich erbrachten Emissionsminderungen gezahlt und wirken damit längerfristig. Die Finanzierung und Abwicklung der Differenzverträge könnten bspw. im Rahmen bestehender (nationaler oder europäischer) Förderprogramme erfolgen.

Die Umsetzung von **CO₂-Grenzausgleichsmechanismen** ist grundsätzlich mit Messproblemen und hohem bürokratischem Aufwand behaftet. Sie dürften damit vorerst auf Branchen beschränkt werden, die emissionsintensiv sind und deren Produkte stark gehandelt werden und eine geringe Komplexität aufweisen.

Die Bedeutung von Förder- und Absicherungsinstrumenten dürfte angesichts der sich, zumindest kurzfristig, abzeichnenden Investitionszurückhaltung in der **Corona-Krise** noch steigen. Gleichwohl sollten die anhaltend niedrigen Zinsen und die erhöhte Liquiditätsbereitstellung durch die EZB weiterhin für attraktive Finanzierungsbedingungen sorgen. Diese und weitere Aspekte der Krise werden im folgenden Abschnitt V thematisiert.

Abschnitt V

Auswirkungen der Corona-Krise

Die Corona-Krise hat deutliche Auswirkungen auf die deutsche Volkswirtschaft und folglich auf die staatlichen und privaten die Investitionstätigkeiten und Finanzierungsmöglichkeiten – sowohl insgesamt als auch im Bereich Klimaschutz / Green Finance. Die mittel- und langfristigen Auswirkungen sind derzeit allerdings kaum absehbar, zumal die Pandemie noch nicht überwunden ist und staatliche Hilfsprogramme teilweise noch nicht verabschiedet und umgesetzt sind bzw. ihre Ausweitung diskutiert wird. Aufgrund der Aktualität und Unsicherheit über den weiteren Fortgang findet die Krise in keiner der bislang vorliegenden Studien zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Transformation Berücksichtigung. Daher werden gegenwärtige und mögliche zukünftige Auswirkungen der Corona-Krise in diesem Abschnitt gesondert diskutiert.

17 Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Corona-Krise

17.1 Angebotsseitige und nachfrageseitig Auswirkungen

Die gesundheitspolitischen Maßnahmen infolge der Ausbreitung des Corona-Virus haben weltweit zu erheblichen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Beschränkungen geführt. In Deutschland wurde am 22. März 2020 strenge **Ausgangs- und Kontaktbeschränkungen** erlassen, die das öffentliche Leben und die Wirtschaft stark eingeschränkt haben (Lockdown). Die Regelungen wurden ab dem 20. April sukzessive gelockert und mit ab dem 2. November wieder verschärft.

Die Beschränkungen waren und sind mit erheblichen Auswirkungen auf die Volkswirtschaft verbunden (Kasten 21). **Angebotsseitig** reichen die Auswirkungen von Produktions- und Arbeitsausfällen über Störungen in den Zulieferketten bis hin zu Werks- und Ladenschließungen. Dies dürfte insbesondere den **Ausbau der erneuerbaren Energien und Stromnetzte etwas verzögern**, da wichtige Komponenten aufgrund unterbrochener Lieferketten teilweise fehlen, Arbeitskräfte nicht mehr in gewohntem Maße verfügbar sind und Planungs- und Genehmigungsprozesse infolge mangelnden Personals länger dauern. McKinsey schätzte, dass bis zu 15 Prozent aller Projekte im Bereich erneuerbare Energien in Europa durch die Corona-Krise verzögert oder sogar annulliert werden könnten.¹²⁷

Nachfrageseitig sind insbesondere Einkommensausfälle bei Unternehmen und Haushalten sowie verschlechterte Finanzierungsbedingungen zu verzeichnen. Dies dürfte zusammen mit den Turbulenzen an den Finanzmärkten und der gestiegenen Unsicherheit die Investitionstätigkeit bremsen und zur Konsumzurückhaltung führen. In unsicheren Zeiten werden in der Regel insbesondere langfristige und betriebswirtschaftlich eher „unrentable“ Investitionen kritisch geprüft und ggf. verschoben oder erst gar nicht umgesetzt. Aktuelle Umfragen belegen eine **ausgeprägte Investitionszurückhaltung** bei Unternehmen und Kommunen – **auch im Bereich Klimaschutz**.¹²⁸

Nach Angaben des statistischen Bundesamtes sind die Bruttoanlageinvestitionen in 2020 preisbereinigt um 3,5 Prozent zurückgegangen, die Ausrüstungsinvestitionen preisbereinigt sogar um 12,5 Prozent. Die KfW erwartet, dass die Unternehmensinvestitionen im Jahr 2020 voraussichtlich auf rund 12 Prozent des BIP fallen werden (2019: 12,6 %).¹²⁹ Allein im Mittelstand werden die Neuinvestitionen nach Schätzungen der KfW um 40 Mrd. Euro sinken. Das Bundeswirtschaftsministerium verweist darauf, dass die Ausweitung der Investitionen von Bund und Ländern der Investitionszurückhaltung des Privatsektors entgegenwirkt und die öffentliche Hand in 2020 rund 12 Mrd. Euro mehr investiert als im Vorjahr.¹³⁰

Damit dürften sich die für die Transformation der Wirtschaft erforderlichen klima- und umweltbezogene Modernisierungen von Prozessen und Produkten verzögern. Eine **Verzögerung erhöht den Investitionsbedarf im Folgejahr** mindestens um den unterlassenen Betrag. Werden die erforderlichen Klimaschutzinvestitionen mehrere Jahre nicht nachgeholt, kann der Investitionsbedarf

¹²⁷ McKinsey, 2020

¹²⁸ z. B. KfW, 2020a, b; Kantar, 2020

¹²⁹ KfW, 2020d

¹³⁰ BMWi, 2020b

auch den ursprünglichen Betrag übersteigen, da die Klimawirkung der unterlassenen Reduktion der Treibhausgasemissionen zu kompensieren ist.

Seit Ausbruch der Corona-Krise sind die **Preise für fossile Energieträger zeitweise deutlich gesunken** (bspw. lag der Preis für ein Barrel WTI-Rohöl Mitte November 2020 mit rund 40 USD etwa 30 % unter dem Vorjahresniveau). Der Preisrückgang begünstigt die Nutzung fossiler Energieträger und schmälert die Investitionsanreize in erneuerbare Energien. Allerdings haben sich die Preise für fossile Energieträger von ihren Tiefständen inzwischen wieder deutlich erholt (bspw. lag der Preis für ein Barrel WTI-Rohöl Mitte Januar 2021 nur noch rund 9 % unter dem Vorjahresniveau).

Bei anhaltenden Verzögerungen (z. B. beim Netzausbau, Elektromobilität) kann es dazu kommen, dass die Transformation ins Stocken gerät, weil **Technologien nicht rechtzeitig marktfähig und konkurrenzfähig** sind. Damit kann sich der gesamte Investitionsbedarf, der zur Erreichung der Transformation erforderlich ist, erhöhen.



Kasten 21: Konjunktuerelle Entwicklung in Deutschland

In Deutschland kam es infolge der Corona-Krise zum **stärksten Einbruch der Wirtschaftsleistung** seit Beginn der vierteljährlichen BIP-Berechnungen für Deutschland im Jahr 1970. Preis-, saison- und kalenderbereinigt ist das BIP im 1. Quartal um 2,0 Prozent und im 2. Quartal 2020 um 9,7 Prozent gegenüber dem Vorquartal gesunken. Der bisher stärkste Rückgang gegenüber einem Vorjahresquartal war mit 7,9 Prozent im 2. Quartal 2009 infolge der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise zu verzeichnen. Für das Gesamtjahr 2020 geht das Statistische Bundesamt in ersten Berechnungen von einem Rückgang um 5,0 Prozent gegenüber dem Vorjahr aus. Damit ist Deutschland in eine tiefe Rezession geraten und dürfte den zweitstärksten wirtschaftlichen Einbruch der Nachkriegszeit erlebt haben (übertroffen nur von der Finanz- und Wirtschaftskrise 2009 mit damals -5,7 %).

Die **zukünftigen volkswirtschaftlichen Entwicklungen** sind aufgrund der außergewöhnlichen Situation von hoher Unsicherheit geprägt und hängen insbesondere von der Dauer der Corona-Krise und dem Ausmaß des Infektionsgeschehens ab. Maßgeblich hierfür ist der Zeitraum, bis wirksame Vakzine in ausreichend großer Menge zur Verfügung steht und ein Großteil der Bevölkerung geimpft wurde. Infolge des **erneuten Lockdowns ab Dezember 2020** wurden die Wachstumsprognosen für 2021 zwar vielfach nach unten korrigiert, sie gehen aber weiter davon aus, dass sich Wirtschaft und Investitionstätigkeit im Laufe des Jahres 2021 weiter erholen. Bspw. erwartete die Bundesregierung ihrem Jahreswirtschaftsbericht 2021 (veröffentlicht am 27. Januar 2021) ein Wachstum von 3,0 Prozent – unter der Annahme, dass es ab dem zweiten Quartal nach einer Stabilisierung der pandemischen Lage zur Rücknahme der Einschränkungen kommt.¹³¹ Damit dürfte das **Vorkrisen-Niveau nicht vor Jahresmitte 2022** wieder erreicht werden. Eine längerfristige Verzögerung der erforderlichen (Klimaschutz-)Investitionen lässt sich aus den aktuellen Prognosen jedoch nicht ableiten.

¹³¹ Deutscher Bundestag, 2021

Trotz bzw. gerade wegen ihrer kräftigen volkswirtschaftlichen Auswirkungen kann die Krise auch als **Treiber von Wandel und Innovationen** wirken. Bspw. wird gegenwärtig vielfach angeführt, dass die Krise als Katalysator der Digitalisierung wirkt. Dies kann zu direkten Effekten auf die THG-Emissionen entfalten (z. B. mehr Videokonferenzen und weniger Dienstreisen, aber auch gegenläufige Effekte sind denkbar – siehe Kapitel 18) und zum anderen die Diffusion und Akzeptanz klimaschutzrelevanter Innovationen vorantreiben oder erhöhen.

17.2 Besonders betroffene Branchen

Insgesamt sind alle Branchen zumindest infolge der Verschlechterung der allgemeinen wirtschaftlichen Lage mit Auswirkungen der Corona-Krise konfrontiert. Darüber hinaus betrifft die Corona-Krise nicht alle Branchen gleichermaßen; einige wenige Branchen wie bspw. Teile von IKT können sogar tendenziell von der Krise profitieren. Tabelle 13 gibt einen Überblick zur Betroffenheit der Branchen (aufgeteilt in 17 aggregierte Wirtschaftsbereiche) durch die Corona-Krise und zu ihrem Grad der Betroffenheit (niedrig, mittel, hoch). Grundlage bildet eine Analyse von Prognos aus dem Frühjahr 2020, die die folgenden Aspekte der Betroffenheit berücksichtigt:¹³²

- Beschäftigte können aus unterschiedlichen Gründen ihrer Tätigkeit nicht im gewohnten Maß nachgehen,
- Branchen und Unternehmen und Institutionen erfahren Nachfrage- und Umsatzrückgänge,
- Auftragseingänge gehen zurück oder werden storniert,
- Unternehmen und Institutionen beantragen Kurzarbeit oder andere Hilfsmaßnahmen,
- Unternehmen und Institutionen stellen ihre Tätigkeit ein (Werksschließungen) oder reduzieren diese ((Zwangs)Urlaub der Belegschaft),
- Krankheitsbedingt oder aufgrund der verhängten Beschränkungen (u. a. Grenzschließungen, Kontaktverbote) fehlen Arbeitskräfte,
- Störungen in Liefer- und Wertschöpfungsketten (außen- und binnenwirtschaftlich) schränken den üblichen Geschäftsbetrieb ein.

Mit der **chemischen Industrie** und dem **Fahrzeugbau** sind zwei Branchen von der Corona-Krise stark betroffen, die infolge Transformation hin zur Klimaneutralität ohnehin schon vor großen (ökonomischen und technischen) Herausforderungen stehen. Daneben besteht in einigen anderen Branchen aber auch die Möglichkeit, dass die negativen Effekte der Corona-Krise durch die klimaschutzpolitisch induzierte Ausweitung der Investitionstätigkeit sowie die staatlichen Hilfspakete zumindest teilweise kompensieren werden.

Unbeachtet bleiben hier Folgen von möglichen persistenten **Veränderungen bei Verhaltens- und Konsummustern**, die durch die Corona-Krise verstärkt oder ausgelöst wurden. Bspw. könnte die vermehrte Nutzung von Home-Office und virtuellen Meetings dazu führen, dass das Vorkrisenniveau bei Inlandsflügen und Pendeln dauerhaft nicht mehr erreicht wird, was strukturelle Anpassungen in der Flug- und Fahrzeugbranche und eine temporäre Reduktion des Potenzialwachstums bedeuten kann. Langfristig kann sich aber in Bezug auf das Pendeln ein **gegenläufiger**

¹³² Prognos, 2020a

Effekt ergeben, indem aufgrund der Möglichkeiten mobilen Arbeitens und von Home-Office Wohnsitze weiter vom Arbeitsort gewählt werden können, so dass seltener längere Pendelstrecken in Kauf genommen werden, was die Fahrleistungen insgesamt nicht verringert. Eventuell könnten sich Fahrleistungen sogar erhöhen, wenn der Wohnort – z. B. aus Kosten-, Komfort- oder familiären Gründen in ländliche Regionen verlagert wird, in denen keine gut ausgebaute öffentliche Verkehrsinfrastruktur angeboten wird.¹³³

Tabelle 13: Betroffenheit der Wirtschaftsbereiche durch die Corona-Krise

niedrige Betroffenheit (12,9 Mio. SV-Beschäftigte)	mittlere Betroffenheit (13,0 Mio. SV-Beschäftigte)	hohe Betroffenheit (7,5 Mio. SV-Beschäftigte)
Bergbau, Energie- und Wasserversorgung, Entsorgung	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Herstellung von Vorleistungen (insb. Chemie, Kunststoffe)
Baugewerbe	Herstellung häuslich konsumierter Güter (wie Lebensmittel/Getränke, Textil/Bekleidung, Pharma)	Metall- und Elektroindustrie, Stahlindustrie (inkl. Maschinen-/Fahrzeugbau)
Information und Kommunikation	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	Kultur- und Kreativwirtschaft (ohne Software- und Gamesbranche)
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	Logistik	Tourismus/Gastgewerbe
Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens	Sonstige und unternehmensnahe Dienstleistungen	
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung		
Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen		
Gesundheits- und Sozialwesen		

Quelle: Prognos, 2020a

© Prognos 2021

17.3 Besonders betroffene Regionen

Durch Verknüpfung der branchenspezifischen Betroffenheit (Tabelle 13) mit der regionalen Branchenstruktur und der dortigen Anzahl an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) kann regionale Betroffenheit durch die Corona-Krise bestimmt werden. Nach einer Analyse von Prognos schwankte der Anteil der Beschäftigten in stark betroffenen Branchen auf Kreisebene im Frühjahr 2020 zwischen 6 und 61 Prozent (Abbildung 33):¹³⁴

- Im Durchschnitt gehen rund 22 Prozent (7,5 Mio. Beschäftigte) aller SVB einer Tätigkeit in Branchen mit hoher Betroffenheit nach.
- In erhöhtem Maß sind Bundesländer wie Baden-Württemberg (30 %), Bayern (27 %), Saarland (25 %), Thüringen (24 %) und Rheinland-Pfalz (23 %) betroffen. Zurückzuführen ist dies u. a. auf ein starkes Gewicht der „Vorleistungen und Investitionsgüter“ (Metall- und Elektroindustrie, Chemische Industrie, Maschinenbau, Fahrzeugbau).

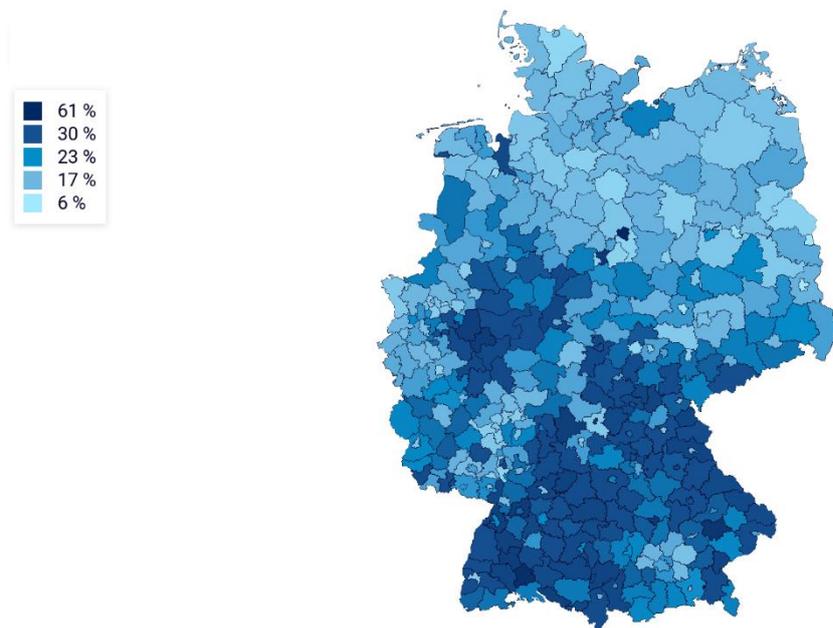
¹³³ Prognos / vbw, 2020

¹³⁴ Weitere Ergebnisse und methodische Hinweise siehe Prognos, 2020a.

- In Ostdeutschland besitzen Thüringen (24 %) und Sachsen (21 %) einen überdurchschnittlichen Beschäftigtenanteil in Branchen mit hoher Betroffenheit.

Abbildung 33: Betroffenheit durch die Corona-Krise auf Kreisebene in Deutschland

Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Branchen mit hoher Betroffenheit



GeoBasis-DE / BKG 2018

Quelle: Prognos, 2020a (April 2020)

© Prognos 2021

17.4 Hilfspakte

Wirkung über grüne Verwendung der Mittel

Zur Abfederung der Auswirkungen der Corona-Krise sowie der Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung, insbesondere der Lockdowns, auf die Wirtschaft und Gesellschaft haben Deutschland und die EU neben weiteren Maßnahmen (z. B. Kurzarbeitergeld in Deutschland) umfangreiche Hilfspakte beschlossen (Kasten 22). Eine Ausweitung und Aufstockung der Hilfspakte werden aufgrund des Fortbestehens der Pandemie und der erneuten Lockdowns derzeit diskutiert. Sowohl von Seiten der Politik als auch der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft wird die Erwartung bzw. Forderung formuliert, die Mittel der **Hilfspakte** ganz oder zumindest teilweise **zur Erreichung von Klima- und Umweltzielen** einzusetzen. So forderten beispielsweise in der Erklärung „Green Recovery – Reboot & Reboost our economies for a sustainable future“ über 200 Parlamentarier, Vertreter von Wirtschaftsverbänden und Nichtregierungsorganisationen sowie Vorstandsvorsitzende von Unternehmen verschiedener Branchen, darunter auch zahlreiche Vertreter des Finanzsektors, die im Rahmen von Hilfsprogrammen bereitgestellten Mittel für den Klimaschutz einzusetzen und dadurch die Erreichung der im Green Deal der EU-Kommission definierten Ziele zu unterstützen.¹³⁵

¹³⁵ Canfin et al., 2020

Damit könnten bestimmte **Investitionen in den Klimaschutz (zusätzlich) finanziell angereizt** werden. Zu beachten ist allerdings, dass bereits vor der Corona-Krise bestehende Investitionsmittel zumindest von Bund und Ländern nur zurückhaltend abgerufen wurden.¹³⁶ Wesentliche Hemmnisse sind administrative Hürden bzw. mangelnde Verwaltungskapazitäten, hohe Kapazitätsauslastung im Baugewerbe und die schlechte Finanzlage vieler Kommunen.¹³⁷

Parallel zur Diskussion über die grüne Zweckbindung der Mittel gibt es verschiedene Vorschläge für eine effiziente Verwendung der Mittel. Sie reichen von der allgemeinen Unterstützung der nationalen und europäischen Klimaziele, wie sie beispielsweise im Bundes-Klimaschutzgesetz oder im European Green Deal definiert sind, bis zu sehr konkreten Vorschlägen für einzelne Maßnahmen, wie sie EY (2020) zusammengestellt hat (Kasten 21).



Kasten 22: Corona-Hilfspakete in Deutschland und auf EU-Ebene

Konjunktur- und Zukunftspaket der Bundesregierung

Die Bundesregierung hat mit dem Konjunktur- und Zukunftspaket im Umfang von insgesamt 130 Mrd. Euro das größte Hilfspaket in der Geschichte der Bundesrepublik beschlossen. Davon sollen rund 50 Mrd. Euro in Zukunftsinvestitionen fließen, die neben Maßnahmen in den Bereichen Digitalisierung, Bildung und Forschung sowie dem Gesundheitssystem auch Maßnahmen in klimaschutzrelevanten Bereichen wie Mobilität und Energiewende umfassen. Die Maßnahmen im Bereich Mobilität betreffen bspw. die Erhöhung der Innovationsprämie beim Kauf eines Elektrofahrzeugs von 3.000 Euro auf 6.000 Euro, den Ausbau der Ladesäulen-Infrastruktur sowie die Aufstockung der Förderung für E-Busse und deren Ladeinfrastruktur auf 1,2 Mrd. Euro; im Bereich Energiewende betreffen sie bspw. den Ausbau von erneuerbaren Energien (u. a. Abschaffung der Begrenzung der Einspeisung für Photovoltaik, Anhebung des Ausbauziels für Offshore-Windkraft), die Aufstockung beim CO₂-Gebäudesanierungsprogramm sowie die Förderung der Wasserstofftechnologien. Darüber hinaus sieht das Konjunkturpaket weitere Maßnahmen mit Bezug zur Klimapolitik vor, wie bspw. die Absenkung der EEG-Umlage zur Entlastung von Haushalten und Unternehmen durch die Reduktion der Stromkosten.

Wiederaufbauplan in Frankreich

Auch in anderen europäischen Ländern wurden Corona-Hilfspakete mit einer entsprechenden Zweckbindung der Mittel aufgelegt. Exemplarisch hierfür steht der **französische Wiederaufbauplan**, der einen Schwerpunkt auf die Themen Klimaschutz und Biodiversität legt. Das bereits nach der ersten Corona-Welle im Frühjahr 2020 konzipierte Paket umfasst rund 31 Mrd. Euro, die u. a. in die Bereiche Transport, beispielsweise Zugverkehr (4,7 Mrd. Euro) und Fahrradinfrastruktur (1,2 Mrd. Euro), Gebäudesanierung, Energieversorgung und Ernährung fließen sollen. Mit der starken Fokussierung des französischen Wiederaufbaupakets auf Nachhaltigkeitsaspekte unterstreicht die Regierung des Landes die hohe Bedeutung, die sie dem Thema beimisst.

¹³⁶ Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 2019b

¹³⁷ Wieland, 2020

Corona-Hilfspaket auf EU-Ebene

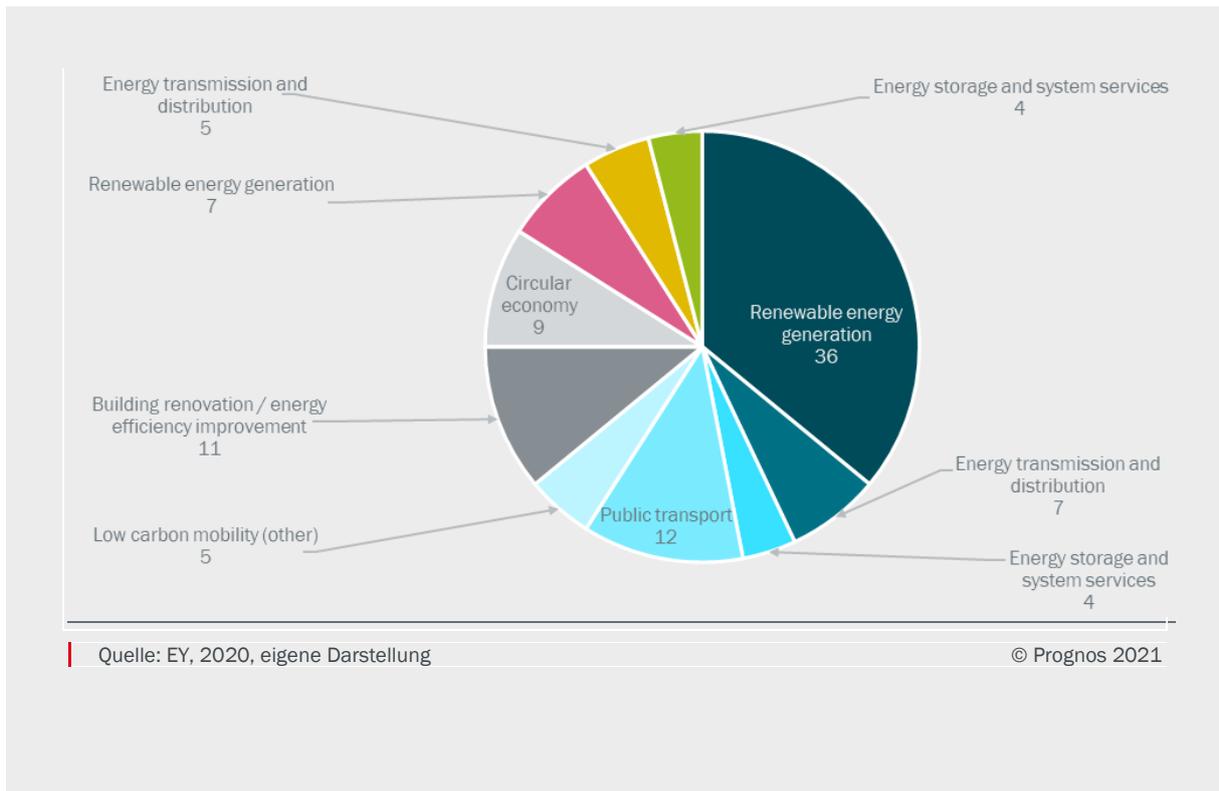
Auf europäischer Ebene wurde als Folge der Corona-Krise unter dem Titel „NextGenerationEU“ ein Wiederaufbaufonds mit einem Volumen von 750 Mrd. Euro konzipiert, davon sind 390 Mrd. Euro als nicht rückzahlbare Zuschüsse und 360 Mrd. Euro als Kredite vorgesehen. Die Gelder sollen nach parlamentarischer Ratifizierung durch die EU-Staaten zwischen 2021 und 2027 ausgezahlt werden. Dabei ist vorgesehen insgesamt 30 Prozent der Mittel aus dem Corona-Hilfspaket (also 225 Mrd. Euro) für Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels einzusetzen, bspw. für Investitionen in erneuerbare Energien, Elektrifizierung und Gebäudeisolation. Die Mittel sollen dabei maßgeblich über die Emission von Green Bonds aufgenommen werden, wodurch die EU perspektivisch zum weltweit größten Emittenten von Green Bonds wird. Auch im Rahmen des gesamten geplanten EU-Haushalts für die Jahre 2021 bis 2027 in Höhe von insgesamt 1,8 Bio. Euro (einschließlich des Wiederaufbaufonds) ist ein Anteil von 30 Prozent für Ausgaben für den Klimaschutz vorgesehen.



Kasten 23: Green Covid-19 Recovery – 1.000 Projekte für den Klimaschutz

Exakt 1.000 umsetzungsfähige Projekte aus ganz Europa hat EY (2020) in Rahmen der Studie „A Green Covid-19 Recovery and Resilience Plan for Europe“ zusammengestellt. Für die Umsetzung der Projekte aus den fünf Bereichen Energie, Transport, Gebäude, Industrie und Landnutzung sind insgesamt Investitionen in Höhe von rund 200 Mrd. Euro erforderlich. Bei erfolgreicher Umsetzung der Projekte können nach Berechnungen von EY bis zu 2,3 Gigatonnen CO₂-Äquivalente eingespart und rund 2,8 Mio. neue Arbeitsplätze bzw. 2,3 Mio. Full Time Equivalents (FTE) geschaffen werden. Dies entspricht nach Berechnungen von EY rund 25 Prozent der Arbeitsplätze, die im Zuge der Pandemie in Europa verlorengegangen sind.

Aus Deutschland hat EY 73 Projekte in die Liste aufgenommen, die zusammen einen Investitionsbedarf von gut 21 Mrd. Euro haben. Durch die Umsetzung der Projekte könnte die Emission von rund 185 Mio. t CO₂ vermieden werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Anzahl an Projekten in den zehn wichtigsten Subsektoren, die zusammen 76 Prozent der insgesamt 1.000 Projekte umfassen:



Wirkung über mögliche Refinanzierung der Ausgaben

Im Hinblick auf die Refinanzierung der Ausgaben aus den Wiederaufbau- und Hilfspaketen wird ebenfalls eine Kopplung an Klima- und Umweltziele diskutiert. So könnten beispielsweise durch den schrittweisen **Abbau von zehn besonders klimaschädlichen Subventionen** in den Sektoren Energie, Verkehr und Landwirtschaft Emissionen in Höhe von fast 100 Mio. t CO₂-Äquivalent pro Jahr eingespart werden. Gleichzeitig ergäbe sich ein Einnahmepotenzial von anfänglich 46 Mrd. Euro pro Jahr (ohne Lenkungswirkung). Zu diesem Ergebnis kommt das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) in einer im November 2020 veröffentlichten Studie, die das FÖS im Auftrag von Greenpeace durchgeführt hat.¹³⁸ In der Gesamtbeurteilung sind dabei der Abbau der Energiesteuerbefreiung für Kerosin, der Energiesteuerbegünstigung für die Stromerzeugung und die Reduzierung der Strompreisausnahmen für die Industrie besonders klimawirksam: Sie weisen nach Berechnungen des FÖS ein hohes Klimaschutzpotenzial aus, gleichzeitig werden pro eingespartem Euro im Vergleich die höchsten Minderungen an CO₂-Äquivalenten erzielt.

Wirkung über möglichen Zinseffekt

Die EU-Kommission hat angekündigt, die Mittel für die Initiative „NextGenerationEU“ am Finanzmarkt aufzunehmen, um diese Ausgaben günstiger als viele Mitgliedstaaten zu finanzieren und die Beträge umzuverteilen.¹³⁹ Die Bundesregierung will für den Bundeshaushalt 2021 180 Mrd. Euro über neue Schulden finanzieren und auch andere Staaten werden am Finanzmarkt aktiv werden, um ihre entsprechenden Programme zu finanzieren. Insgesamt ist angesichts der umfangreichen Hilfspakete, deren Mittel zum Großteil über den Kapitalmarkt aufgenommen werden müssen, nicht ausgeschlossen, dass es zu einem Anstieg der Kreditzinsen kommt und damit kreditfinanzierte Investitionen von Unternehmen und privaten Akteure (und ggf. Staaten) teurer werden und folglich verschoben oder unterlassen werden. Die empirische Relevanz dieses theoretisch denkbaren Crowding-Out-Effektes ist in modernen Volkswirtschaften bisher aber als eher gering einzuschätzen (Kasten 12).

i

Kasten 24: Volkswirtschaftliche Auswirkungen des deutschen Hilfspaketes in Zielszenarien

In einer nachgelagerten Sensitivitätsanalyse quantifizieren Prognos et al. (2021) die volkswirtschaftlichen Auswirkungen von Teilen des deutschen Konjunkturpaketes im Rahmen des KSP-Szenarios. Dafür wird die **Referenzentwicklung** so angepasst, dass das BIP in den Jahren 2020 und 2021 mit der Frühjahrsprojektion der Bundesregierung (BMWi 2020a) korrespondiert. Demnach sinkt das BIP im Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr um 6,3 Prozent und wächst im Jahr 2021 um 5,2 Prozent. Allerdings sind diese Prognosen nicht mehr haltbar: Erste Berechnungen des Statistischen Bundesamtes weisen für 2020 einen Rückgang von 5,0 Prozent aus und aktuelle Prognosen gehen für 2021 von einem Wachstum von unter 3,5 Prozent aus.

Im **KSP-Szenario** werden die Investitionen, die im Klimaschutzbereich im Rahmen des Konjunkturpaketes beschlossen wurden, als zusätzlicher Investitionsimpuls eingestellt. Damit wird allerdings nur ein **kleiner Teil der Maßnahmen des Konjunkturpaketes**

¹³⁸ Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft, 2020

¹³⁹ Europäische Kommission, 2020

erfasst (rund 20 % des Finanzvolumens). Tabelle 14 zeigt die im KSP-Szenario nunmehr berücksichtigten Positionen des Konjunkturpakets und die Höhe der damit verbundenen Investitionen.

Tabelle 14: Investitionsimpulse im Klimaschutzbereich durch das Konjunkturpaket

Es werden nur ausgewählte Positionen betrachtet, Angaben in Mrd. Euro

Position	insgesamt	2020	2021	2022
Senkung EEG-Umlage (Position 3)	11,0	-	5,5	5,5
"Innovationsprämie" (Position 35b)	2,2	0,7	1,5	-
Flottenaustauschprogramm "Sozial & Mobil" (Position 35d)	0,2	0,1	0,1	-
Ausbau Ladesäulen-Infrastruktur, F&E Elektromobilität und Batterie-zellenfertigung (Position 35f)	2,5	1,0	1,5	-
Bus- und Lkw-Flotten-Modernisierungsprogramm (Position 35i)	1,2	0,4	0,8	-
Förderung Wasserstoff-Technologie (Nationale Wasserstoffstrategie) (Position 36, über 2022 hinausgehend)	7,0	0,5	1,0	1,0
CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm (Position 39)	2,0	1,0	1,0	-
Summe der betrachteten Positionen	26,1	3,7	11,4	6,5

Quelle: Prognos et al., 2021; BMF, 2020

© Prognos 2021

Die zusätzlichen Investitionen wirken sich im KSP-Szenario positiv auf **BIP und Erwerbstätige** in den Jahren 2021 und 2022 aus (Abbildung 34). In den darauffolgenden Jahren sind die Effekte sehr gering, da die zusätzlichen Investitionen annahmegemäß v. a. in den ersten beiden Jahren getätigt werden. Ein Grund für die positive Entwicklung ist die Senkung der EEG-Umlage und damit der Strompreise.

Der positive Effekt der zusätzlichen Investitionen reicht aus, um die durch die Corona-Krise weggefallene Nachfrage **teilweise, aber nicht vollständig zu kompensieren**. Allerdings wäre der Effekt stärker positiv, wenn statt des kleinen Teils das gesamte Konjunkturpaket berücksichtigt werden würde. Schätzungen zur konjunkturellen Wirkung des Konjunkturpakets liegen in einer Bandbreite von 0,8 bis 1,4 Prozent im Jahr 2020 und von 0,4 bis 1,7 Prozent im Jahr 2021.¹⁴⁰ Ein positiver Effekt wird v. a. beim privaten Konsum und mit etwas zeitlicher Verzögerung bei den Investitionen erwartet.¹⁴¹ Auf Branchenebene steigt die Arbeitskräftenachfrage infolge des Konjunkturpakets vor allem in der öffentlichen Verwaltung, der Branche Erziehung und Unterricht sowie im Baugewerbe.¹⁴²

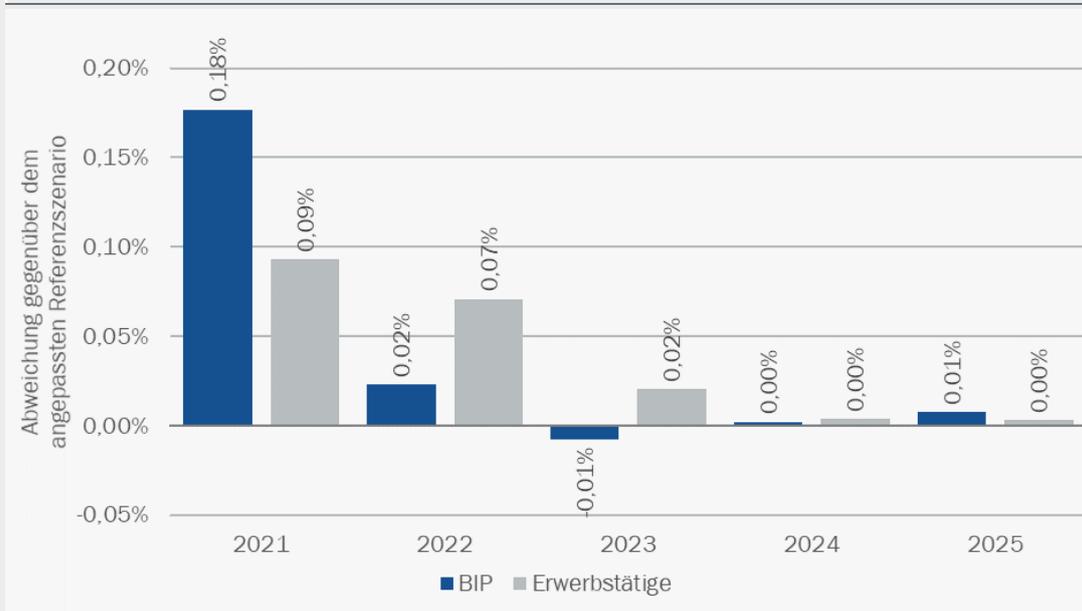
¹⁴⁰ Bspw. Boysen-Hogrefe et al., 2020; IWH, 2020; Michelsen et al., 2020; Wolter et al., 2020

¹⁴¹ Boysen-Hogrefe, J. et al. (2020) gehen davon aus, dass die Unternehmensinvestitionen infolge des Konjunkturpakets sinken, weil „ein Teil der Ersparnisse vom Staat zur Finanzierung des Konjunkturpakets absorbiert wird und somit nicht mehr für Investitionen zur Verfügung steht.“

¹⁴² Wolter et al., 2020

Abbildung 34: BIP- und Beschäftigungseffekte der Transformation unter Berücksichtigung ausgewählter Elemente des Konjunkturpakets

Abweichung im angepassten KSP- Szenario gegenüber der angepassten Referenzentwicklung



Szenario berücksichtigt nur ausgewählte Elemente des Konjunkturpakets.

Quelle: GWS, in Prognos et al., 2021, eigene Darstellung

© Prognos 2021

Insgesamt sind die Effekte des Konjunkturpakets im Vergleich zu den eingesetzten Mitteln in den meisten Schätzungen relativ gering (Multiplikator liegt deutlich unter eins). Ein Grund hierfür ist, die gestiegene Unsicherheit, die dazu führt, dass ein Einkommen nicht verausgabt, sondern vermehrt gespart werden. So ist die (saisonbereinigte) **Sparquote** privater Haushalte von rund 11 Prozent auf über 21 Prozent im 2. Quartal 2020 gestiegen.¹⁴³

Die Betrachtung der **sektoralen Wirkung** der berücksichtigten Positionen des Konjunkturpakets zeigt, dass die Beschäftigung und reale Bruttoproduktionswert v. a. im Baugewerbe, Handel und Dienstleistungssektor höher ausfallen als in der angepassten Referenz. Zudem profitiert der Bereich der Energieversorgung von den zusätzlichen Investitionen, was sich in einem höheren Bruttoproduktionswert niederschlägt. Die chemische Industrie sowie die sonstigen energieintensiven Industrien zeigen zwar negative Abweichungen beim Produktionswert, sie dürften aber von den nicht-betrachteten Bestandteilen des Konjunkturpakets profitieren (ebenso wie das Verarbeitende Gewerbe insgesamt).

¹⁴³ Bundesbank, 2020

17.5 Europäische Zentralbank und Umlenkung von Kapitalströmen

Europäische Zentralbank

Im Zuge der Corona-Krise hat die Europäische Zentralbank (EZB) beschlossen die **Zinsen weiter auf einem Rekordtief** zu halten und ein zusätzliches Ankaufprogramm für Anleihen (Pandemic Emergency Purchase Programme, PEPP) im Umfang von zuletzt insgesamt 1.850 Mrd. Euro aufgelegt, das mindestens bis März 2022 laufen soll. Die niedrigen Zinsen und die erhöhte Liquidität sollten weiterhin für **attraktive Finanzierungsbedingungen für Investitionen** sorgen und der Gefahr entgegenwirken, dass die klimaschutzbedingten Mehrinvestitionen Minderinvestitionen an anderen Stellen induzieren (Verdrängungseffekt, siehe Kasten 12).

Gleichwohl könnte die amerikanische Notenbank Fed angesichts des umfangreichen US-Konjunkturprogramms (rund 1,6 Bio. Euro) schon bald Zinserhöhungen in Erwägung ziehen, um einer möglichen Überhitzung der amerikanischen Wirtschaft gegenzusteuern. Zumindest mittelfristig könnten die Zinsen des Euroraums denen der USA folgen.

Darüber hinaus hat die EZB-Präsidentin im Herbst 2020 angekündigt im Zuge der Strategieüberprüfung auch untersuchen zu wollen, ob ein **Abweichen vom bisherigen Prinzip der Marktneutralität zu Gunsten grüner Anleihen** sinnvoll sein kann. Das Prinzip besagt, dass die EZB ihre Anleihekäufe so gestalten muss, dass sie den Markt (Preis) nicht verzerren bzw. einzelne Staaten oder Unternehmen bevorzugt werden. Hintergrund des Vorstoßes ist die Überlegung, dass der Klimawandel die Wirtschaft in einer Weise treffen könnte, die auf mittlere und lange Sicht Risiken für die Preisstabilität impliziert. Würden grüne Anleihen künftig von der EZB bevorzugt gekauft, könnte die **Finanzierung grüner Investitionen günstiger** und diese vermehrt getätigt werden.

Umlenkung der Kapitalströme

Im Zuge der Corona-Krise könnte es zu einer verstärkten Umlenkung der Kapitalströme in nachhaltige Kapitalanlagen kommen. Verschiedene Studien haben insbesondere in der ersten Hälfte des Jahres 2020 darauf verwiesen, dass **nachhaltige Anlageprodukte** in der ersten Phase der Corona-Krise **widerstandsfähiger** gegenüber den Auswirkungen der Krise am Kapitalmarkt waren (Kasten 25). Sofern diese Ergebnisse auch für das Gesamtjahr mit seiner insgesamt hohen Volatilität am Kapitalmarkt bestätigt werden können, wären sie ein zusätzliches, verstärkendes Argument für die Umlenkung der Kapitalströme in nachhaltige Kapitalanlagen. Dieses Ziel steht auch im Fokus des EU-Aktionsplans zur Finanzierung nachhaltigen Wachstums, den die EU-Kommission im März 2015 vorgestellt hat.

Zwischenzeitlich gibt es erste Stimmen, die vor einer „**Blasenbildung**“ am nachhaltigen Kapitalmarkt warnen. Hintergrund ist hier die Befürchtung, dass durch die Umlenkung der Kapitalströme **zu viel Kapital in einen zu engen Kapitalmarkt** strömt, beispielsweise in Aktien und Anleihen von vergleichsweise wenigen als nachhaltig bewerteten Unternehmen investiert wird. So warnt beispielsweise die Deutsche Aktuarvereinigung (DAV) in einer Stellungnahme davor, dass sich das Chancen-Risiko-Profil nachhaltiger Anlageformen verschlechtere, wenn im Rahmen einer steigenden Nachfrage zunehmend Kapital in ein bislang nach Einschätzung der DAV noch sehr beschränktes Angebot an nachhaltigen Anlageformen fließt.¹⁴⁴ In der Folge könnte sich der Trend zugunsten nachhaltiger Kapitalanlagen verlangsamen oder, sollte es nach der befürchteten

¹⁴⁴ Akurare online, 2020

Blasenbildung zu einem Platzen der Blase kommen, es gar zu einer langfristigen Beschädigung nachhaltiger Kapitalanlagen und zu Turbulenzen auf den Finanzmärkten kommen.

i

Kasten 25: Nachhaltige Aktienfonds waren in der Corona-Krise resilienter

Aktienfonds, die bei der Auswahl auch die nachhaltigkeitsbezogenen Chancen und Risiken der Unternehmen berücksichtigen, in deren Aktien sie investieren, haben sich in der **Corona-Krise als robuster gegenüber Wertverlusten** gezeigt als ihre konventionellen Pendanten. Zu diesem Ergebnis kommt das Analysehaus Scope Analysis auf Basis der Analyse von mehr als 2.000 in Deutschland zum Vertrieb zugelassenen Aktienfonds für das erste Quartal 2020.¹⁴⁵ Demnach haben nachhaltige Aktienfonds im analysierten Zeitraum und in allen im Rahmen der Studie betrachteten Regionen – global, Europa, Nordamerika und Schwellenländer – weniger an Wert verloren als ihre konventionellen Wettbewerber. Am deutlichsten war dieser positive Effekt bei europäischen Aktienfonds.

Als Gründe für die höhere Widerstandsfähigkeit nennt Scope Analysis insbesondere die **Branchenallokation der Aktienfonds**. So sind bspw. Branchen, die wie die Luftfahrtbranche von der Krise besonders stark betroffen waren, in Nachhaltigkeitsfonds häufig untergewichtet oder sogar ausgeschlossen. Zudem ermöglicht es die Integration von ESG-Kriterien in den Investmentprozess, systematisch Unternehmen zu identifizieren, die besonders zukunftsfähige und damit auch in Krisenzeiten robuste Geschäftsmodelle haben.

¹⁴⁵ Scope Analysis, 2020

18 Auswirkungen der Corona-Krise auf die Treibhausgasemissionen

Die Corona-Pandemie hat unter anderem zu einem Wirtschaftseinbruch und Beschränkungen der Mobilität geführt. Damit verbunden ist ein **deutlicher Rückgang der deutschen Treibhausgasemissionen** (v. a. im Stromsektor). Der Rückgang beruht allerdings v. a. auf einmaligen Kriseneffekten¹⁴⁶ und dürfte daher nur kurzfristig Bestand haben und in den **kommenden Jahren wieder aufgeholt** und ggf. überkompensiert werden. Ein solcher Aufhol- und Überschwingungseffekt hat sich auch im Zuge der Finanzkrise gezeigt. Im Jahr 2009 sanken die weltweiten CO₂-Emissionen um rund 1,2 Prozent gegenüber dem Vorjahr und übersprangen 2010 bereits wieder das Vorkrisenniveau von 2008. Damit ändert der krisenbedingte Rückgang der Treibhausgasemissionen grundsätzlich nichts an dem erforderlichen Investitionsvolumen.

Als Auslöser für dauerhafte Veränderungen der Treibhausgasemissionen – und folglich der Investitionsbedarfe – kommen insbesondere veränderte **Konsum- und Verhaltensmuster** in Frage, die sich u. a. infolge der Digitalisierung teilweise ohnehin im Wandel befinden. Bspw. zeigen Umfragen, dass sich viele Abläufe im Arbeitsalltag aufgrund der Corona-Krise verändert haben. Beispiele sind mehr virtuelle Meetings und Home-Office und weniger Dienstreisen. Diese Entwicklungen können zu dauerhaften Veränderungen des Mobilitätsverhaltens führen.

Langfristig kann sich aber in Bezug auf das Pendeln ein **gegenläufiger Effekt** ergeben, indem aufgrund der Möglichkeiten mobilen Arbeitens und von Home-Office Wohnsitze weiter vom Arbeitsort gewählt werden können, so dass seltener längere Pendelstrecken in Kauf genommen werden, oder die eingesparte Pendelzeit für andere Wegezwecke (z. B. Freizeit) verwendet wird, was beides die Fahrleistungen insgesamt u. U. nicht verringert.¹⁴⁷ Eventuell könnten sich Fahrleistungen sogar erhöhen, wenn der Wohnort – z. B. aus Kosten-, Komfort- oder familiären Gründen in ländliche Regionen verlagert wird, in denen keine gut ausgebaute öffentliche Verkehrsinfrastruktur angeboten wird.¹⁴⁸ Das Beispiel zeigt, dass Einsparungen bei den Treibhausgasemissionen infolge veränderter Konsum- und Verhaltensmuster nicht zwangsläufig realisiert und langfristigen erhalten bleiben können. Damit ist auch unklar, inwieweit sie Veränderungen bei den Investitionsbedarfen (z. B. Pkw) implizieren.

¹⁴⁶ Ein kleiner Teil geht auf andere Entwicklungen zu Jahresbeginn 2020 zurück, u.a. mildere Witterung, höhere Windstromproduktion und niedrigere Gaspreise als bisher angenommen (Agora Energiewende, 2020).

¹⁴⁷ In der Verkehrswissenschaft ist das (scheinbare) Paradoxon des „konstanten Reisezeitbudgets“ bekannt, wonach die für Fortbewegung bzw. Reisen aufgewendete Zeit über Jahrzehnte und in unterschiedlichen räumlichen Kontexten sehr stabil ist (z. B. Randelhoff, 2016). Das bedeutet, dass die durch Verzicht auf Inlandsflüge und Pendeln eingesparte Reisezeit für andere Wegezwecke verwendet werden könnte. Untersuchungen zu den Auswirkungen des Online-Handels weisen ebenfalls auf solche Effekte hin, wenn bestimmte Wegezwecke an Bedeutung verlieren.

¹⁴⁸ Prognos / vbw, 2020

19 Zwischenfazit zu Abschnitt V

Deutschland ist infolge der Corona-Krise in eine tiefe Rezession geraten und dürfte in 2020 den **zweitstärksten wirtschaftlichen Einbruch der Nachkriegszeit** erlebt haben. Für 2021 erwartet die wird ein Wachstum von 3,0 Prozent erwartet. Damit dürfte das Vorkrisen-Niveau nicht vor Jahresmitte 2022 wieder erreicht werden. Für die Transformation hin zur Klimaneutralität sind insbesondere die Auswirkungen der Krise auf die Treibhausgas-Emissionen Investitionstätigkeit und Zinsen relevant.

Treibhausgas-Emissionen: Keine Veränderung des erforderlichen Investitionsvolumens

Mit dem Wirtschaftseinbruch verbunden ist ein deutlicher Rückgang der deutschen Treibhausgasemissionen (v. a. im Stromsektor). Der Rückgang beruht allerdings v. a. auf einmaligen Effekten und dürfte daher nur kurzfristig Bestand haben und in den kommenden Jahren wieder aufgeholt und überkompensiert werden. Damit ändert der krisenbedingte Rückgang der Treibhausgasemissionen grundsätzlich nichts an dem erforderlichen Investitionsvolumen.

Inwiefern veränderte Konsum- und Verhaltensmuster (z. B. mehr virtuelle Meetings und Home-Office) zu dauerhaften Veränderungen der Treibhausgasemissionen – und folglich der Investitionsbedarfe – führen ist u. a. aufgrund gegenläufiger Dynamiken (z. B. seltenere, aber dafür weitere Pendelstrecken) unklar. Es ist aber davon auszugehen, dass sie zu keiner wesentlichen Reduktion des Investitionsbedarfs bis 2045/2050 führen.

Investitionstätigkeit: Keine dauerhaften Verzögerungen oder strukturellen Änderungen

Infolge der Krise kam es zu einer gestiegenen Unsicherheit, die sich u.a. in einer ausgeprägte Investitionszurückhaltung zeigt. Damit dürften sich die für die Transformation der Wirtschaft erforderlichen klima- und umweltbezogene Modernisierungen von Prozessen und Produkten etwas verzögern. Eine längerfristige Verzögerung der erforderlichen (Klimaschutz-)Investitionen lässt sich aus vorliegenden Daten und Prognosen zur wirtschaftlichen Entwicklung jedoch nicht ableiten. Vielmehr könnten bestimmte Klimaschutzinvestitionen (zusätzlich) finanziell angereizt werden, da vorgesehen ist einen Teil der Mittel des deutschen und europäischen Hilfspakts zur Bekämpfung des Klimawandels einzusetzen.

Es ist allerdings zu beachten, dass bereits vor der Corona-Krise bestehende Investitionsmittel zumindest von Bund und Ländern nur zurückhaltend abgerufen wurden. Wesentliche Hemmnisse - wie administrative Hürden bzw. mangelnde Verwaltungskapazitäten, hohe Kapazitätsauslastung im Baugewerbe und die schlechte Finanzlage vieler Kommunen – bestehen weiterhin fort bzw. wurden durch die Krise teilweise noch verschärft (bspw. durch Behördenschließungen).

Die Preise für fossile Energieträger sind in der Krise zeitweise deutlich gesunken, haben sich zuletzt aber wieder erholt. Damit dürften die Preisentwicklungen allenfalls kurzzeitig Auswirkungen auf die Investitionsanreize in erneuerbare Energien entfaltet haben.

Zinsniveau: Weiterhin attraktive Finanzierungsbedingungen

Die anhaltend niedrigen Zinsen und die erhöhte Liquiditätsbereitstellung durch die EZB sollten weiterhin für attraktive Finanzierungsbedingungen für Investitionen sorgen. Damit dürften Zinsvergünstigungen weiterhin nur geringe Investitionsanreize setzen.

Zudem wirken die niedrigen Zinsen und erhöhte Liquidität der Gefahr entgegen, dass die klimaschutzbedingten Mehrinvestitionen Minderinvestitionen an anderen Stellen induzieren. Gleichwohl ist es angesichts der umfangreichen Hilfspakete, deren Mittel zum Großteil über den Kapitalmarkt aufgenommen werden müssen, nicht ausgeschlossen, dass es zumindest zu einem kleinen Anstieg der Kreditzinsen kommt und damit kreditfinanzierte Investitionen von Unternehmen und privaten Akteuren (und ggf. Staaten) teurer werden und folglich verschoben oder vorerst unterlassen werden (Verdrängungseffekt).

Hinblick auf die Refinanzierung der Ausgaben aus den Hilfspaketen wird eine teilweise Kopplung an Klima- und Umweltziele diskutiert, bspw. der Abbau von besonders klimaschädlichen Subventionen. Eine solche Politik würde zusätzliche Anreize für Klimaschutzinvestitionen setzen, der Investitionsbedarf bliebe aber grundsätzlich unverändert.

Green-Finance-Markt: Vermehrte Nachfrage nach „grünen“ Anlageprodukte möglich

Verschiedene Studien geben Hinweise darauf, dass nachhaltige Anlageprodukte in der ersten Phase der Corona-Krise widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen der Krise am Kapitalmarkt waren. Dies könnte zur Umlenkung von Kapitalströmen weg von fossilen hin zu nachhaltigen Kapitalanlagen führen, wodurch sich die Finanzierungsbedingungen von Klimaschutzinvestitionen verbessern könnten. Zudem hat die EZB erste Schritte eingeleitet, um zu prüfen, ob sie ob ein Abweichen vom bisherigen Prinzip der Marktneutralität zu Gunsten grüner Anleihen sinnvoll sein kann. Würden grüne Anleihen künftig von der EZB bevorzugt gekauft, könnte die Finanzierung grüner Investitionen günstiger und diese vermehrt getätigt werden.

Abschnitt V

Synthese und Fazit

20 Synthese und Fazit

Die zur Erreichung der Klimaschutzziele notwendige langfristige Transformation klimarelevanter Systeme und Prozesse ist mit heute bekannten Technologien grundsätzlich möglich. Sie erfordert aber deutliche Umsteuerungen und **signifikante private und öffentliche Investitionen** – insbesondere in klimafreundliche Technologien, die die Treibhausgasemissionen und -konzentration im Zeitverlauf dauerhaft senken. Einen entscheidenden Faktor für private und gewerbliche Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen bilden die Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen. Bei der Lenkung von Kapitalflüssen hin zu nachhaltigen Investitionen und der Finanzierung der Investitionsbedarfe wird dem Finanzsektor bzw. dem Markt für Green Finance eine bedeutende Rolle zuteil.

Die Analyse des Green-Finance-Markts in Deutschland ist aufgrund von Abgrenzungsproblemen und unzureichender Datenlage schwierig. Sie gibt jedoch Hinweise darauf, dass das Marktvolumen – gemessen am Investitionsbedarf – bisher eher gering ist. Die **Bedeutung von Green Finance für die Transformation** wurde jedoch inzwischen von der Politik erkannt, die sowohl auf europäischer (z. B. EU-Taxonomie) als auch auf nationaler Ebene (z. B. Sustainable Finance Beirat, Entwicklung einer nationalen Sustainable Finance Strategie) die Entwicklung vorantreiben will. Andere Länder, bspw. Frankreich, sind bei dem Thema allerdings schon deutlich weiter als Deutschland.

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig Hinweise darauf zu erlangen, wie hoch das erwartete Investitionsvolumen ist, das für die Transformation der deutschen Volkswirtschaft erforderlich ist und damit für die **Finanzierung durch Green Finance** grundsätzlich in Frage kommt – sowie bei welchen Akteursgruppen und in welchen Bereichen das Investitionsvolumen anfällt. Dieser Fragekomplex kann mit den bisher vorliegenden Studien nicht hinreichend beantwortet werden, da diese in der Regel nur die erforderlichen Mehrinvestitionen quantifizieren (die über die in einer unterstellten Referenzentwicklung ohnehin getätigten Investitionen hinaus gehen). Für die Transformation müssen aber nicht nur die Mehrinvestitionen finanziert werden, sondern die gesamten Klimaschutzinvestitionen. Erst diese bilden ab, was grundsätzlich für eine Finanzierung durch Green Finance bzw. Climate Finance in Frage kommt.

Gleichwohl geben die vorliegenden Studien eine erste Indikation zu der Höhe der Investitionsbedarfe und zeigen zudem die gesamten **Effekte der Transformation auf die deutsche Volkswirtschaft**. Gerade vor dem Hintergrund von Unterschieden in den zugrundeliegenden Annahmen und Modellen sind die Ergebnisse interessant, denn die Größenordnungen und Erkenntnisse sind zumeist ähnlich. So weisen die Studien für die jeweils ambitioniertesten Szenarien durchschnittliche Mehrinvestitionen in Höhe von 43 Mrd. Euro bis 82 Mrd. pro Jahr bis 2050 aus. Werden die Investitionen in erforderlicher Höhe getätigt, dürfte dies positive Nachfrageeffekte auslösen. In den Szenarien liegt das BIP in 2050 zwischen 0,4 und 0,9 Prozent und die Erwerbstätigenzahl zwischen 0,1 bis 0,2 Prozent höher als in der Referenz. Würden zusätzliche Sekundärnutzen der Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt, etwa die geringere Belastung der Umwelt bzw. die (vermiedenen) Kosten des Klimawandels, dann dürften die volkswirtschaftlichen Effekte noch vorteilhafter und die (Netto-)Investitionssummen im Saldo geringer ausfallen. Ein „weiter so“ ist also allein schon wegen der steigenden Kosten des Klimawandels wirtschaftlich keine sinnvolle Option.

Allerdings profitieren nicht alle **Branchen und Regionen** gleichermaßen von dem Nachfrageimpuls. Besonders herausgefordert sind energieintensive (Grundstoff-)Industrien, die auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen müssen und damit ein hohes Investitionsvolumen zu stemmen haben. Dazu gehören bspw. Raffinerien, Stahlwerke und Produktionsstätten von Eisen, Aluminium, Metallen, Zement, ungelöschtem Kalk, Glas, Keramik, Zellstoff, Papier, Karton, Säuren und organischen Grundchemikalien. In diesen Branchen sind die Potenziale zur Einsparung von Energie und Treibhausgasen (durch Effizienztechnologien) bei den gängigen Produktionsverfahren in der Regel bereits weitgehend ausgeschöpft, da sie aufgrund ihrer hohen Energiekosten immer schon ein ökonomisches Interesse an der Reduktion des spezifischen Energieeinsatzes haben. Weitere Einsparungen sind nur durch einen kostenintensiven Wechsel auf andere Produktionstechnologien oder Energieträger samt der entsprechenden Umwandlungsanlagen möglich.

Die in bisherigen Studien quantifizierten Mehrinvestitionen sind insbesondere für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen und die Ausgestaltung von Anreizsystemen entscheidend. Sie bilden aber nur eine Teilmenge der Gesamtinvestitionen und insbesondere auch nur eine Teilmenge der gesamten Klimaschutzinvestitionen ab. Für die Finanzierung durch **Green Finance** relevant sind die gesamten Klimaschutzinvestitionen; also die Mehrinvestitionen zuzüglich der bereits in der Referenz getätigten klimaschutzbezogenen „ohnehin“-Investition. In der vorliegenden Studie werden daher erstmals die gesamten **Klimaschutzinvestitionen** sowie die Gesamtinvestitionen bis 2050 differenziert nach Sektoren und Akteursgruppen / Betreffnisse näherungsweise bestimmt. Insgesamt sind die hier präsentierten Ergebnisse infolge methodischer und datenseitiger Einschränkungen als Indikationen zu verstehen. Zudem hängt das Volumen der Klimaschutzinvestitionen entscheidend davon ab, welche Investitionen als grün klassifiziert werden. Hier wurde eine vorsichtige Abgrenzung gewählt, womit die Klimaschutzinvestitionen eher unterschätzt werden dürften.

Gesamtinvestitionen sind definiert als die Summe aller in einer Volkswirtschaft getätigten Investitionen, unabhängig von ihrem Beitrag zur Reduktion der THG-Emissionen. *Bspw. umfassen sie im Sektor Verkehr beim Betreffnis Pkw alle Anschaffungskosten für neue Fahrzeuge unabhängig von ihrer Antriebsart.*

Klimaschutzinvestitionen umfassen nur jene Teilmenge der Gesamtinvestitionen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beiträgt. Sie beinhalten also viele Investitionen, die ohnehin getätigt worden wären, nun aber in klimafreundliche Anwendungen gelenkt werden, bspw. die Neuanschaffung von Pkw (nunmehr E-Pkw). *Bspw. umfassen sie im Sektor Verkehr beim Betreffnis Pkw alle Anschaffungskosten für neue Elektrofahrzeuge (ohne Abzug möglicher Minderinvestitionen für Verbrenner), nicht jedoch für neue Verbrennerfahrzeuge.*

Für eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um insgesamt 87 Prozent (gegenüber 1990) sind im Zeitraum von 2020 bis 2050 Klimaschutzinvestitionen in Höhe von insgesamt rund 4,5 Bio. Euro erforderlich. Knapp die **Hälfte** davon entfällt auf den **Verkehrssektor**. Die restlichen Investitionen verteilen sich auf die Sektoren Energie mit 19 Prozent, Industrie und Private Haushalte mit jeweils 14 Prozent und den Sektor GHD mit 5 Prozent. Der Eindruck des sehr hohen Investitionsbedarfs in Höhe von rund 4,5 Bio. Euro relativiert sich, wenn die durchschnittlichen jährlichen Werte betrachtet (144 Mrd. Euro) und auf das mittlere jährliche BIP bezogen werden. Die jährlichen Investitionsbedarfe entsprechen dann etwa 3,9 Prozent des BIP.

Dabei ist zu beachten, dass das Volumen der Klimaschutzinvestitionen entscheidend davon abhängt, welche Investitionen als grün klassifiziert werden. Hier wurde eine vorsichtige Abgrenzung gewählt, womit die Klimaschutzinvestitionen eher unterschätzt werden dürften, zumal mit den Investitionen noch keine vollständige Klimaneutralität bis 2045/2050 erreicht werden dürfte,

sondern nur eine etwa 87-prozentigen Reduktion der Treibhausgasemissionen. Zur Erreichung einer 100-prozentigen Reduktion in allen Sektoren (inkl. Landwirtschaft und Sonstiges) sind zusätzliche Klimaschutzinvestitionen in einer Größenordnung von insgesamt schätzungsweise 506 Mrd. Euro (Obergrenze) erforderlich. Damit betragen die erforderlichen **Klimaschutzinvestitionen insgesamt rund 5,0 Bio. Euro**.

Zudem ist zu beachten, dass die Klimaschutzinvestitionen viele Investitionen umfassen, die bis 2050 ohnehin getätigt worden wären, nun aber in klimafreundliche Anwendungen gelenkt werden, bspw. die Neuanschaffung von Pkw (nunmehr E-Pkw). Dies spiegelt sich auch in dem Anteil der Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen wider: Über alle fünf Sektoren hinweg beträgt der Anteil der **Klimaschutzinvestitionen an den Gesamtinvestitionen rund 23 Prozent** (bezogen auf Klimaschutzinvestitionen in Höhe von 4,5 Bio. Euro, die zur Erreichung einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 87 Prozent notwendig sind). Das bedeutet aber auch, dass der Großteil der künftigen Investitionen weiterhin in Bereichen getätigt wird die – in der gewählten Abgrenzung grüner Investitionen – nicht zur Reduktion der THG beitragen.

Der Anteil an den Gesamtinvestitionen variiert stark zwischen den Sektoren. In den Sektoren Verkehr und Energie liegt der Anteil bei 61 bzw. 55 Prozent (wiederum bezogen auf die 87-prozentige Reduktion der Treibhausgasemissionen). Hier ist also ein Großteil der künftigen Investitionen mit einer Reduktion der THG verbunden, was einerseits den tiefgreifenden Umbau in diesen Sektoren widerspiegelt und andererseits darauf hinweist, dass hier die meisten zukünftigen Investitionen in Betreffnisse fließen müssen, die zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen, etwa Pkw mit emissionsfreien Antriebsarten. Eine solche Abgrenzung von klimafreundlichen und nicht-klimabezogenen Investitionen ist bspw. bei Gebäuden (Sektor PHH) und der Industrie deutlich schwieriger, sodass hier bereits rein definitorisch ein geringerer Anteil an den Gesamtinvestitionen resultiert. Damit die erforderlichen Investitionen zur Reduktion der Emissionen im Gebäudesektor getätigt werden, ist u. a. eine weitere Verschärfung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) in Erwägung zu ziehen.

Allerdings werden die erforderlichen Investitionen u. a. aufgrund der **Investitionsrationalitäten** der betroffenen Akteure sowie der jeweiligen Rahmenbedingungen oftmals nicht im notwendigen Umfang und Zeitrahmen oder teilweise auch gar nicht getätigt und bedürfen staatlicher Anreize oder Veränderungen der Rahmenbedingungen. Ein grundsätzliches Problem, das sich praktisch bei allen Akteursgruppen stellt, betrifft den Umstand, dass bei vielen Betreffnissen hohe Anfangsinvestitionen Einsparungen gegenüberstehen, die sich erst über einen längeren Zeitraum materialisieren. Folglich bestehen Anreize die Investitionen vornehmlich erst dann zu tätigen, wenn ohnehin eine entsprechende Neuanschaffung ansteht. Eine solch **niedrige Investitionsdynamik** wäre jedoch nicht ausreichend, um die erforderlichen Investitionen anzustoßen. Dies gilt insbesondere für Betreffnisse mit langen Nutzungs- und Investitionszyklen, bspw. Industrieanlagen und Gebäude. Aber auch bei Betreffnissen mit vergleichsweise kurzer Lebensdauer (z. B. Fahrzeuge) wäre eine Investitionsdynamik, die nur von der Haltbarkeit getrieben ist, nicht ausreichend. Diese Güter werden zwar schneller ersetzt, es ist aber davon auszugehen, dass Neuanschaffungen teilweise nicht den Klimaschutzerfordernissen entsprechen (bspw. Neuanschaffung von Verbrennern statt E-Pkw). Zudem kommen in einzelnen Bereichen noch zusätzliche Investitionshemmnisse hinzukommen (bspw. Nutzer-Investor-Dilemma, betriebliche Risiken, Akzeptanzprobleme, bürokratische Hürden).

Um die Investitionen anzureizen ist die öffentliche Hand in zweierlei Hinsicht gefragt. Zum einen wäre es wichtig, dass sie ihre **Vorbildfunktion** stärker wahrnimmt und bei der Umsetzung der erforderlichen Investitionen vorangeht (z. B. energetische Sanierung öffentlicher Gebäude, Umstellung des öffentlichen Fuhrparks). Zum anderen obliegt ihr die Schaffung förderlicher

Rahmenbedingungen (z. B. hinsichtlich der Zurverfügungstellung von Flexibilitätspotenzialen bei der Energieversorgung, des Infrastrukturausbaus). Dies umfasst auch die Schaffung förderlicher Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen – auch und gerade im Bereich Green Finance.

Förderinstrumente können die Investitionshemmnisse zwar nicht auflösen aber in vielen Bereichen zumindest abmildern. Indem sie die Finanzierungsmöglichkeiten und -bedingungen grüner Investitionsvorhaben verbessern, setzen sie am grundsätzlichen Problem (zu) hoher Investitionskosten bzw. (zu) geringer Renditen / Ersparnisse an: Allerdings erscheint aufgrund der Spezifität der Investitionsgegenstände und -hemmnisse sowie der Heterogenität der Akteursgruppen (Familienunternehmen, Kapitalgesellschaften, Privatpersonen) eine einheitliche Ansprache aller Akteure nicht zielführend:

- **Zinsvergünstigungen** dürften im gegenwärtigen Niedrigzinsumfeld bei den meisten Akteursgruppen nur geringe Investitionsanreize setzen. Sie dürften sich v. a. für die großvolumigen Investitionserfordernisse im Bereich Infrastruktur, EE-Anlagen und Industrieanlagen eignen, da hier bereits geringe Zinsvergünstigungen große Wirkungen entfalten können.
- **Zuschüsse bzw. Zulagen** dürften sich insbesondere bei kleinvolumigen Investitionserfordernissen eignen, die keine Kreditaufnahme benötigen, bspw. einzelne Sanierungsmaßnahmen oder der Autokauf.
- **Haftungsfreistellungen** könnten sich für Unternehmen anbieten, die die Transformation vor große technische und ökonomische Herausforderungen stellt und / oder deren Kreditwürdigkeit infolgedessen in Zweifel gezogen wird.

Neben Beihilfeinstrumenten zur Unterstützung der Finanzierung der erforderlichen Investitionen wird gegenwärtig diskutiert **Instrumente zur Absicherung** gegen Wettbewerbsverzerrungen (CO₂-Grenzausgleichsmechanismen) und gegen CO₂-Preisrisiken (CO₂-Differenzverträge) für besonders herausgeforderte Branchen einzuführen. Dies dürfte insbesondere die energieintensiven Grundstoffbranchen betreffen, die auf vergleichsweise kostenintensive Produktionstechniken zurückgreifen müssen (die technisch teilweise noch nicht vollständig ausgereift sind), ein umfangreiches Investitionsvolumen bei gleichzeitig langen Investitionszyklen zu stemmen haben und im internationalen Wettbewerb stehen. Anders als bspw. Investitionskostenzuschüsse bieten **CO₂-Differenzverträge** u. a. den Vorteil, dass sie während der gesamten Vertragslaufzeit wirken. Bei Investitionskostenzuschüssen besteht das Risiko, dass sich die Investitionen in neue Technologien / Verfahren aufgrund höherer Betriebskosten mittel- bis langfristig nicht rechnen und damit von vornherein unterbleiben. Die Differenzzahlungen werden hingegen während der gesamten Vertrags- bzw. Projektlaufzeit entsprechend der tatsächlich erbrachten Emissionsminderungen gezahlt und wirken damit längerfristig.

Zuletzt stellt sich die Frage, welche Auswirkungen der **Corona-Krise** auf die Investitionserfordernisse und -tätigkeit sowie auf den Green-Finance-Markt zu erwarten sind. Deutschland ist infolge der Pandemie in eine Rezession geraten und dürfte in 2020 den zweitstärksten wirtschaftlichen Einbruch der Nachkriegszeit erlebt haben. Das Vorkrisen-Niveau dürfte nicht vor Jahresmitte 2022 wieder erreicht werden.

Mit dem Wirtschaftseinbruch verbunden ist zwar ein deutlicher Rückgang der deutschen Treibhausgasemissionen (v. a. im Stromsektor), er beruht allerdings v. a. auf einmaligen Effekten und dürfte daher an dem erforderlichen Investitionsvolumen grundsätzlich nichts ändern. Bei der **Investitionstätigkeit** zeichnet sich zwar derzeit eine deutliche Zurückhaltung ab, diese dürfte aber ebenfalls nur kurzfristig Bestand haben, sodass keine dauerhaften Verzögerungen oder strukturellen Änderungen zu erwarten sind. Vielmehr könnten bestimmte Klimaschutzinvestitionen (z. B. grundsätzlich) finanziell angereizt werden, da vorgesehen ist einen Teil der Mittel des deutschen und

europäischen Hilfspakts für Klimaschutzmaßnahmen einzusetzen. Es ist allerdings zu beachten, dass bereits vor der Corona-Krise bestehende Investitionsmittel zumindest von Bund und Ländern aufgrund administrativer Hürden und mangelnder Verwaltungskapazitäten nur zurückhaltend abgerufen wurden.

Neben den Hilfspakten sollten die anhaltend **niedrigen Zinsen** und die erhöhte Liquiditätsbereitstellung durch die EZB weiterhin für attraktive Finanzierungsbedingungen für Investitionen sorgen (damit dürften Zinsvergünstigungen weiterhin nur geringe Investitionsanreize setzen). Zudem wirken die niedrigen Zinsen und erhöhte Liquidität der Gefahr entgegenwirken, dass die klimaschutzbedingten Mehrinvestitionen Minderinvestitionen an anderen Stellen induzieren. Gleichwohl ist es angesichts der umfangreichen Hilfspakete, deren Mittel zum Großteil über den Kapitalmarkt aufgenommen werden müssen, nicht ausgeschlossen, dass es zumindest zu einem kleinen Anstieg der Kreditzinsen kommt und damit kreditfinanzierte Investitionen von Unternehmen und privaten Akteuren (und ggf. Staaten) teurer werden und folglich verschoben oder vorerst unterlassen werden. Kommt es zu solchen Verdrängungseffekten, können bspw. Förderkredite die Investitionstätigkeit stützen.

Ferner könnte die Corona-Krise zu einer stärkeren Umlenkung von Kapitalströmen weg von fossilen hin zu nachhaltigen Kapitalanlagen führen. Zudem hat die EZB erste Schritte eingeleitet, um zu prüfen, ob ein Abweichen vom bisherigen Prinzip der Marktneutralität zu Gunsten grüner Anleihen sinnvoll sein kann. Beides könnte die **Entwicklung des Green-Finance-Markts** vorantreiben und die Finanzierungsbedingungen von Klimaschutzinvestitionen verbessern.

Insgesamt sind durch die Corona-Krise **keine längerfristigen Veränderungen** der Investitionserfordernisse und -tätigkeit zu erwarten. Das in den kommenden Jahren bzw. Jahrzehnten stark steigende Volumen der notwendigen Klimaschutzinvestitionen macht deutlich, dass künftig deutlich größere Summen für die Finanzierung grüner Investitionen bereitstehen müssen als heute. Bei der Lenkung der Kapitalflüssen hin zu grünen Investitionen und der Finanzierung dieser dürfte dem Finanzsektor – und hier insbesondere dem Bereich Green Finance – eine bedeutende Rolle zuteilwerden. Der Finanzsektor sollte daher die **Krise auch als Chance** begreifen, um grüne Finanzprodukte zu entwickeln und Deutschland als Standort für Green Finance zu etablieren.

Literaturverzeichnis

acatech (2017): Analyse. »Sektorkopplung« – Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems. Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft (ESYS). Herausgegeben von Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und Union der deutschen Akademien der Wissenschaften.

ADAC (2020a): Elektroauto in der Tiefgarage laden: So kommt der Strom zum Wagen. Meldung vom 02.12.2020. Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/laden-garage-e-auto>.

ADAC (2020b): Wallbox mit Lastmanagement: So können Elektroautos gleichzeitig laden. Meldung vom 06.10.2020. Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/wallbox-lastmanagement>.

adelphi research / ISS ESG (2020): European Sustainable Finance Survey.

Agora Energiewende (2020): Auswirkungen der Corona-Krise auf die Klimabilanz Deutschlands. Eine Abschätzung der Emissionen 2020.

Agora Energiewende und Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin, November 2019.

Agentur für Erneuerbare Energien (2016): Metaanalyse. Investitionskosten von Energiewende Technologien. Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/4091.AEE_Metaanalyse_Investitionskosten_dez16.pdf.

Akademien der Wissenschaften der Schweiz (2018): Emissionen rückgängig machen oder die Sonneneinstrahlung beeinflussen. Ist »Geoengineering« sinnvoll, überhaupt machbar und, wenn ja, zu welchem Preis?. Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://portal-cdn.scnat.ch/asset/a6093ed3-a0f2-5b8c-8bfa-9b39ddeb504c/FactsheetGeoengineering_D_web?b=4c203728-ea52-5c1e-a75d-ee6724debe05&v=39f1234a-35a1-57b0-b7cb-918fc86b3f3e_0&s=QwwCwaMcuojlRjqt-G4cX3bFj6k-Ssa8FKXgJOXsIrDde14YyIH3tOIdyc1IsNgG-YaLtXjvQxxnl6Q00KuFRe976KWhD4XoN-jGyZg7GA5s0NXnA4F5QQystBtXpPezPqlc_MXeZxJut0LHhoab3Ftc04RMoSCU8HxRhx3h_4xMU.

Akurare online (2020): Blasenbildung bei Green Investments verhindern. Pressemeldungen vom 20. April 2020. Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://aktuar.de/politik-und-presse/pressemeldungen/Seiten/Pressemeldung.aspx?FilterField1=ID&FilterValue1=96>.

AMF (2018): Sustainable Finance. What is the Role of the Regulator?. AMF Roadmap. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://www.amf-france.org/sites/default/files/resource/EN_FEUILLE%20DE%20ROUTE%20AMF%20FINANCE%20DURABLE%20pdf.pdf.

Bank of England (2018): PRA Review Finds that 70% of Banks Recognise that Climate Change poses Financial Risks. Im Internet verfügbar (05.10.2020):

<https://www.bankofengland.co.uk/news/2018/september/transition-in-thinking-the-impact-of-climate-change-on-the-uk-banking-sector>.

BBSR (2020): Kapazitätsauslastung im Baugewerbe konstant. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/fachbeitraege/bauen/kapazitaetsauslastung/ergebnisse.html?nn=2544882>.

Berthaud, C./ J. Evain (2017): Pour une Stratégie Française de la Finance Verte. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Pour%20une%20strat%C3%A9gie%20fran%C3%A7aise%20de%20la%20finance%20verte_Synth%C3%A8se.pdf.

Boysen-Hogrefe, J. et al. (2020): Deutsche Wirtschaft vor mühsamer Erholung. Kieler Konjunkturberichte Deutschland 68/4. IfW Kiel.

Brockmann, K. L. (2017): Green Finance. Green Banking. KfW Research Nr. 189, 1 – 7.

Bundesbank (2017): Die Rolle von Banken, Nichtbanken und Zentralbank im Geldschöpfungsprozess, Monatsbericht April 2017.

Bundesbank (2020): Saisonbereinigte Wirtschaftszahlen. Aktualisierte Ausgabe. Gesamtwirtschaftliche Rechenwerke vom 25.08.2020.

Bundesfinanzministerium (BMF) (2020): Rahmenwerk für Grüne Bundeswertpapiere. Im Internet verfügbar (14.12.2020): https://www.deutsche-finanzagentur.de/fileadmin/user_upload/institutionelle-investoren/pdf/GreenBondFramework_dt.pdf.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2020): Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020a): Was ist eigentlich der Energie- und Klimafonds?. Energiewende direkt, 17 März 2020. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/04/Meldung/direkt-erkläert.html>.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020b): Deutsche Wirtschaft auf Erholungskurs. Schlaglichter der Wirtschaftspolitik 10/2020. Online-Version. Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2020/10/kapitel-1-4-deutsche-wirtschaft-auf-erholungskurs.html>.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Website (o. D.): Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html>.

Bundesverband Investment und Asset Management (BVI) (2020): Private Funding for COVID-19 Response Policies and Sustainable Projects. Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://www.bvi.de/fileadmin/user_upload/2020_10_Policy_proposal_-_European_Impact_Funds_final.pdf.

Bundesverband Öffentlicher Banken Deutschlands (VÖB) Website (o. D.): Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://www.voeb.de/fileadmin/Dateien/Presse/News/Pressemitteilungen_PDFs/Liste_Foerderbanken.pdf.

Canfin, P. et al. (2020): Green Recovery. Reboot & Reboost our Economies for a Sustainable Future. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <https://drive.google.com/file/d/1j54QxE-QjhrEH-jGb5LrKsHuDAKvv8LUq/view>.

Capmarcon Capital (2020): Green Finance. Nachhaltigkeitsfeuerwerk am grünen Finanzhimmel. Spezial 60 / 2020.

Chen, Y., Liu, A. und Cheng, X. (2020): Quantifying Economic Impacts of Climate Change under Nine Future Emission Scenarios within CMIP6. Science of The Total Environment 703, 134950.

Climate Bonds Initiative (2019): Grüner Finanzmarkt. Lagebericht Deutschland 2019. Im Internet verfügbar (14.12.2020): https://www.climatebonds.net/files/files/Germany_GBSOTM_201907_update_de.pdf.

Climate Bonds Initiative (2021): Record \$269.5bn Green Issuance for 2020: Late Surge sees Pandemic Year pip 2019 total by \$3bn. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <https://www.climatebonds.net/2021/01/record-2695bn-green-issuance-2020-late-surge-sees-pandemic-year-pip-2019-total-3bn>.

Coffman, M., P. Bernstein und S. Wee (2017): Electric vehicles revisited: A review of factors that affect adoption, Transport Reviews 37 (1), 79–93.

Commerzbank Website (o. D.): Im Internet verfügbar (14.01.2021): <https://www.commerzbank.de/portal/de/privatkunden/kredit-finanzierung/produkte/baufinanzierung/gruenebaufinanzierung.html>.

dena (2018): Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050.

dena (2019): Urbane Energiewende, Abschlussbericht.

DENEFF, Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz (2017): Klimafreundliche Gewerbeimmobilien: Gebäudeeigentümer, Investitionsprozesse und neue Tools für mehr Investitionen in Klimaschutz.

Der Neue Kämmerer Website (2020): Meldung vom 27.01.2020. Im Internet verfügbar (14.01.2021): <https://www.derneuekaemmerer.de/nachrichten/finanzmanagement/warum-die-stadtwerke-muenchen-auf-einen-gruenen-kredit-setzen-2005031>.

Deutscher Bundestag (2020): Mit dem CO₂-Preis im Wärmebereich echte Lenkungswirkung erzielen, Antrag der Abgeordneten Christian Kühn (Tübingen) et al. und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Drucksache 19/24432 vom 18.11.2020.

Deutscher Bundestag (2021): Jahreswirtschaftsbericht 2021. Drucksache 19/26210 vom 27. Januar 2021.

Dieckhoff, C. et al. (2014): Zur Interpretation von Energieszenarien. Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft (ESYS). Herausgegeben von Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und Union der deutschen Akademien der Wissenschaften.

ESYS, BDI und dena (2019): Expertise bündeln, Politik gestalten – Energiewende jetzt! Essenz der drei Grundsatzstudien zur Machbarkeit der Energiewende in Deutschland.

EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020a): Usability Guide for the EU Green Bond Standard, 9. März 2020. Im Internet verfügbar (14.12.2020): https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-green-bond-standard-usability-guide_en.pdf.

EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020b): Taxonomy Report. Technical Annex. Im Internet verfügbar (14.12.2020): https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy-annexes_en.pdf.

EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020c): Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf.

Europäische Kommission (2017): Defining "Green" in the Context of Green Finance. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/Od44530d-d972-11e7-a506-01aa75ed71a1/language-en>.

Europäische Kommission (2018): In-depth Analysis in Support on the COM(2018) 773: A Clean Planet for all. A European Strategic Long-term Vision for a Prosperous, Modern, Competitive and Climate Neutral Economy.

Europäische Kommission (2020): Europäischer Aufbauplan. Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_de.

Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ (2014): Stellungnahme zum ersten Fortschrittsbericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2013.

EY (2020): A Green Covid-19 Recovery and Resilience Plan for Europe. Summary Report, September 2020.

FAZ (2020): Streit um „Spitzenglättung“: Zwangsabschaltung bei überlastetem Stromnetz?. Meldung vom 19.02.2021. Im Internet verfügbar (05.03.2021): <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-energie-und-umwelt/spitzenglaettung-zwangsabschaltung-bei-netzueberlastung-17207169.html>.

FINMA (2020): Längerfristige Trends und Risiken: Klimarisiken. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://www.finma.ch/de/dokumentation/dossier/dossier-green-finance/laengerfristige-trends-und-risiken-klimarisiken>.

Forschungszentrum Jülich (2019): Wege für die Energiewende. Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050.

Forstner, B. / R. Grajewski (2014): Beurteilung von alternativen Finanzierungsarten und -instrumenten zur Umsetzung von investiv ausgerichteten Fördergrundsätzen der GAK. Thünen Working Paper 29.

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) (2020): Zehn klimaschädliche Subventionen im Fokus. Wie ein Subventionsabbau den Klimaschutz voranbringt und den Bundeshaushalt entlastet. Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://foes.de/publikationen/2020/2020-11_FOES_10_klimaschaedliche_Subventionen_im_Fokus.pdf.

Frankfurt School / I4CE (2019): Country Evaluation. France. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://www.3fp-tracker.com/wp-content/uploads/2019/11/3fP_Evaluation_FRANCE_November2019.pdf.

Fraunhofer ISE (2020): Wege zu einem klima-neutralen Energiesystem.

Gechert, S. / A. Rannenberg (2018): Which Fiscal Multipliers are Regime-dependent? A Meta-regression Analysis. *Journal of Economic Surveys* 32, 1160–1182.

Green Finance Study Group (2016): G20 Green Finance Synthesis Report. Im Internet verfügbar (05.10.2020): http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/09/Synthesis_Report_Full_EN.pdf.

Green Finance Taskforce (2018): Accelerating Green Finance. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/703816/green-finance-taskforce-accelerating-green-finance-report.pdf.

GWS (2018): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende in den Bundesländern. Methodische Ansätze und Ergebnisse. GWS Research Report 2018/5, im Auftrag des BMWi.

GWS / Prognos (2018): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. GWS Research Report 2018/4, im Auftrag des BMWi.

Henkel Website (o. D.): Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://www.henkel.de/presse-und-medien/presseinformationen-und-pressemappen/2018-12-14-henkel-vereinbart-als-erstes-deutsches-unternehmen-einen-syndizierten-green-loan-898288>.

HM Government (2019): Green Finance Strategy. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/820284/190716_BEIS_Green_Finance_Strategy_Accessible_Final.pdf.

Industrieanzeiger (2015): Sanierung von Gewerberäumen. Wenn das Geschäft unter Baulärm leidet. Im Internet verfügbar (05.02.2021): <https://industrieanzeiger.industrie.de/allgemein/wenn-das-geschaeft-unter-baulaerm-leidet>.

Institut Wohnen und Umwelt (IWU) / Fraunhofer IFAM (2018): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2017. Gutachten im Auftrag der KfW-Bankengruppe.

International Capital Market Association (2018): Green Bond Principles. Voluntary Process Guidelines for Issuing Green Bonds. June 2018.

IRENA (2020): Measuring the Socio-economics of Transition. Focus on Jobs. International Renewable Energy Agency.

IWH (2020): Wirtschaft stellt sich auf Leben mit dem Virus ein. Konjunktur aktuell 2/2020.

Kahlenborn, W. A. et al. (2017): Defining "Green" in the Context of Green Finance. Final Report. Brüssel: Publications Office of the European Union.

Kantar (2020): Betroffenheit deutscher Unternehmen durch die Corona-Pandemie, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

KfW (2019): Kommunaler Investitionsrückstand bei Schulen: Was steckt genau dahinter?. KfW Research Fokus Volkswirtschaft Nr. 266, September 2019.

KfW (2020a): Kommunalfinanzen in der Corona-Krise: Einbruch erwartet, Investitionen unter Druck, KfW Research Fokus Volkswirtschaft Nr. 289.

KfW (2020b): KfW-Kommunalpanel 2020. Ergänzungsumfrage „Corona“. , Ergebnisse der Ergänzungsumfrage im Detail, KfW Research Fokus Volkswirtschaft Nr. 289.

KfW (2020c): Klimaneutralität: Die Energieeffizienz von Gebäuden ist weiterhin entscheidend! KfW Research Volkswirtschaft Kompakt Nr. 200.

KfW (2020d): Mittelstand zwischen Investitionsnotwendigkeit und Wunsch nach finanzieller Resilienz, Pressemitteilung vom 27. November 2020. Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen-Details_619136.html.

KfW (2020e): Großes Potential für Ausbau der Elektromobilität in Deutschland durch private Ladestationen. KfW Research. Pressemitteilung vom 12.11.2020. Im Internet verfügbar (05.01.2021): https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen-Details_617088.html.

KfW (2021): KfW-ifo-Kredithürde: Januar 2021. Kreditnachfrage der Unternehmen sinkt deutlich – und Banken werden restriktiver. KfW Research.

Legifrance (2015): Französisches Energiewendegesetz. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=FMF1TotlItrXlqeQwdI7cZ--nam6aCtsgM2LdqyWZyGE=>.

Liebich, L., L. Nöhr, und M. Schwarz (2020): Arbeitspapier des Sachverständigenrats zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung 05/2020.

LMA (2018): Green Loan Principles. Supporting Environmentally Sustainable Economic Activity. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://www.lma.eu.com/application/files/91115/4452/5458/741_LM_Green_Loan_Principles_Booklet_V8.pdf.

Luhmann, H. / W. Obergassel (2020): Klimaneutralität versus Treibhausgasneutralität. GAIA 29/1, 27– 33.

Meyer, D. (2017): Die Umsetzung der EU-Richtlinie über Wohnimmobilienkredite. Wirtschaftsdienst 1, 32 – 39.

McKinsey (2020): Corona-Krise verschärft Probleme bei der Energiewende. Pressemitteilung vom 3. September 2020.

Michelsen, C. M. et al. (2020): Deutsche Wirtschaft: Schleppende Erholung nach tiefem Fall. Grundlinien der Wirtschaftsentwicklung im Sommer 2020. DIW Wochenbericht 87/24, 420–436.

Moody's Investors Service (2020): Environmental Risks Global Heatmap Overview Report.

Münchener Hypothekenbank Website (o. D.): Im Internet verfügbar (05.01.2021):
<https://www.muenchenerhyp.de/de/privatkunden/finanzierungen#nachhaltig-finanzieren>.

Öko-Institut et al. (2019): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. 2019.

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) und Thünen-Institut (2020): Treibhausgasminde rungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030. Kurzbericht. 2020.

Pahnke, A., M. Holz und F. Welter (2019): Unternehmerische Zielsysteme: Unterscheiden sich mittelständische Unternehmen tatsächlich von anderen? IfM-Materialien Nr. 276, Bonn.

Pfnür, A. (2014): Volkswirtschaftliche Bedeutung von Corporate Real Estate in Deutschland.

Prognos (2020a): Auswirkungen des Lockdown auf die regionale Wirtschaft. Kurzexpertise.

Prognos (2020b): Evaluation der KfW-Förderprogramme EBS NWG Förderjahrgang 2015-2018, unveröffentlicht (tbp).

Prognos (2020c): Evaluation des Förderprogramms Energieeffizient Bauen und Sanieren. Zuschuss Brennstoffzelle (KfW 433) im Förderzeitraum 2016 bis 2019, unveröffentlicht (tbp).

Prognos / BCG (2018): Klimapfade für Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI).

Prognos / FES (2018): Jobwende. Effekte der Energiewende auf Arbeit und Beschäftigung. Studie im Auftrag der Friedrich-Ebert-Stiftung (FES).

Prognos / vbw (2018). vbw Report 2025 - 2035 - 2045. Studie im Auftrag der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft (vbw).

Prognos / vbw (2020): Klima 2030. Nachhaltige Innovationen. Studie im Auftrag der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft (vbw).

Prognos, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln und GWS (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Prognos, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln und GWS (2011): Energieszenarien 2011. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Prognos, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln und GWS (2014): Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

Prognos, GWS, Fraunhofer ISI und IINAS (2021): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Gesamtdokumentation der Szenarien. Studie im Auftrag des BMWi.

Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland 2050. In drei Schritten zu null Treibhausgasen bis 2050 über ein Zwischenziel von -65 % im Jahr 2030 als Teil des EU-Green-Deals. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.

Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Zusammenfassung. Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

Randelhoff, M. (2016): Das konstante Reisezeitbudget, Analyse Zukunft Mobilität. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <https://www.zukunft-mobilitaet.net/5299/analyse/konstantes-reisezeitbudget-marchetti-konstante-verkehrsgenese-yacov-zahavi>.

Richstein J. C. / K. Neuhoff (2019): CO₂-Differenzverträge für innovative Klimalösungen in der Industrie, DIW aktuell 23.

Rockström et al. (2009): A Safe Operating Space for Humanity. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://www.nature.com/articles/461472a>.

S&P (2020): Trucost Launches EU Taxonomy Revenue Share Dataset. Pressemeldung vom 13. Oktober 2020. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <http://press.spglobal.com/2020-10-13-Trucost-launches-EU-Taxonomy-Revenue-Share-dataset>.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2020): Corona-Krise gemeinsam bewältigen, Resilienz und Wachstum stärken, Jahresgutachten 2020/21

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2019a): Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik. Sondergutachten.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2019b): Den Strukturwandel meistern. Jahresgutachten 2019/20.

Samadi, S., M. Fishedick und S. Lechtenböhmer (2018): Vergleich der BDI-Klimapfadestudie mit anderen Energieszenarien für Deutschland. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 68, 52 – 57.

Savills Research (2019): Eigentümerstruktur am Wohnungsmarkt. Spotlight Wohnungsmarkt Deutschland

Schweizer Bundesrat (2020a): Bericht des Bundesrates. Nachhaltigkeit im Finanzsektor Schweiz. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/61905.pdf>.

Schweizer Bundesrat (2020b): Leitlinien des Bundesrates. Leitlinien Sustainable Finance. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://www.sif.admin.ch/dam/sif/de/dokumente/dossier/int_finanzen-waehrungsfragen/int_waehrungszusammenarbeit/leitlinien.pdf.download.pdf/Actionplan-de.pdf.

Scope Analysis (2020): Nachhaltige Aktienfonds: In der Corona-Krise resilienter als ihre konventionellen Pendanten. Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://www.scopeanalysis.com/ScopeAnalysisApi/api/downloadstudy?id=286df008-65f1-4202-b55b-092aaee20a94>.

Statistisches Bundesamt (2020a): Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Umweltschutzausgaben. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/umweltschutzausgaben/Tabellen/ausgaben-umweltschutz.html>.

Statistisches Bundesamt (2020b): Investition in Umweltschutz 2018. Jeder vierte Euro für den Klimaschutz. Pressemeldung vom 24. Juni 2020. Im Internet verfügbar (14.12.2020): https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/06/PD20_229_325.html.

Statistisches Bundesamt (2020c): Umweltökonomische Gesamtrechnung. Umweltschutzausgaben Berichtszeitraum 2010-2017.

Statistisches Bundesamt (2020d): Erhebung der Investitionen für den Umweltschutz 2020. Qualitätsbericht.

Steffen, W. et al. (2015): Planetary Boundaries. Guiding Human Development on a Changing Planet. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.full>.

Sustainable Finance Beirat (2020a): Der Sustainable Finance-Beirat der Bundesregierung. Im Internet verfügbar (05.10.2020): <https://sustainable-finance-beirat.de>.

Sustainable Finance Beirat (2020b): Zwischenbericht. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://sustainable-finance-beirat.de/wp-content/uploads/2020/03/200306_SFB-Zwischenbericht_DE.pdf.

Tol, R. S. J. (2018): The Economic Impacts of Climate Change. Review of Environmental Economics and Policy 12, 4 – 25.

Umweltbundesamt (UBA) (2019): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität: Rescue Studie.

Umweltbundesamt (UBA) (2020): Umweltwirtschaft und grüne Zukunftsmärkte. Artikel vom 8. Februar 2020. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/umweltwirtschaft-gruene-zukunftsmarkte#umweltwirtschaft-in-deutschland>.

UNEP Inquiry (2016): Design of a Sustainable Financial System. Definitions and Concepts. Im Internet verfügbar (05.10.2020): http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/09/1_Definitions_and_Concepts.pdf.

UNFCCC (2015): The Paris Agreement. Im Internet verfügbar (05.10.2020): https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.

Verbund Website (o. D.): Im Internet verfügbar (05.01.2021): <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/investor-relations/finanzierung/esg-linked-syndizierter-kredit>.

Vigeo Eiris (2020): Vigeo Eiris Launched Taxonomy Alignment Screening and Request for Comment. Pressemeldung vom 15. Oktober 2020. Im Internet verfügbar (14.12.2020): <http://vigeo-eiris.com/vigeo-eiris-launched-taxonomy-alignment-screening-and-request-for-comment>.

Wieland, V. (2020): Schriftliche Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung im Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages am 29. Juni 2020.

Wolter, M. I. et al. (2020): Auswirkungen des Corona-Konjunkturprogramms auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit. IAB-Discussion Paper 18/2020.

Wuppertal Institut (2020): CO₂-neutral bis 2035. Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze.

Impressum

Beitrag von Green Finance zum Erreichen von Klimaneutralität in Deutschland

Erstellt im Auftrag von

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)
Palmgartenstraße 5 – 9
60325 Frankfurt am Main

Bearbeitet von

Prognos AG (Hauptauftragnehmer)
St. Alban-Vorstadt 24
4052 Basel
Telefon: +41 61 3273-310

E-Mail: info@prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/Prognos_AG

Autoren

Dr. Heiko Burret
Dr. Almut Kirchner
Sven Kreidelmeyer
Dr. Thorsten Spillmann
Jakob Ambros
Jan Limbers
Andreas Brutsche

Mit Beiträgen von

NKI – Institut für nachhaltige Kapitalanlagen
Pettenkoflerstraße 27a
80336 München
Telefon: +49 89 51729120

E-Mail: rolf.haessler@nk-institut.de
Internetadresse: www.nk-institut.de

Abschnitt I Kapitel 3 (Kasten 2 zusammen mit Prognos)
Abschnitt I Kapitel 5.1
Abschnitt V Kapitel 17.4 und 18 (zusammen mit Prognos)
Autor: Rolf D. Häßler

Nextra Consulting
Lutterothstr. 91
20255 Hamburg
Telefon: +49 40 60 86 16 27

E-Mail: info@nextra-consulting.com
Internetadresse: www.nextra-consulting.com

Abschnitt I: Kapitel 2, 4 und 5.2
Autor: Dr. Martin Granzow

Stand: März 2021, erweiterte Fassung Juli 2021
Copyright: 2021, Prognos AG