

McKinsey
& Company

Net-Zero Deutschland

Chancen und Herausforderungen auf dem Weg zur
Klimaneutralität bis 2045



Net-Zero Deutschland

Chancen und Herausforderungen auf dem Weg zur
Klimaneutralität bis 2045

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	6
Zusammenfassung	8
I. Das Momentum für Klimaneutralität ist so hoch wie nie	14
II. Mit schnellem und konsequentem Handeln Deutschlands Chancen sichern	22
III. Sektorspezifische Herausforderungen angehen und die grüne Transformation einleiten	32
Energiesektor	37
Industriesektor (Stahl, Zement, Chemie, Automobil, Maschinenbau, Konsumgüter)	44
Verkehrs-/Mobilitätssektor	70
Gebäudesektor	76
Landwirtschaftssektor	81
Bankensektor	85
IV. Nachhaltigkeit als integrativer Bestandteil jeder Unternehmensstrategie	90
V. Ausblick	103
Abkürzungsverzeichnis	105

Vorwort

Um unseren Planeten für uns, unsere Kinder und nachfolgende Generationen lebenswert zu erhalten, muss uns die Transformation zu einer klimaneutralen Welt in den kommenden 25 Jahren gelingen. Dieser Wandel zu einer nachhaltigen Gesellschaft ist eine gemeinsame, globale Aufgabe und ein Imperativ für Politik, Wirtschaft und jedes einzelne Mitglied der Gesellschaft.

Das Thema Klimawandel ist nun endlich ganz oben auf der Agenda angelangt – bei politischen Entscheidungsträger:innen, Unternehmen und Bürger:innen. Es gilt, keine Zeit zu verlieren und die Klimawende herbeizuführen. Unsere Analysen zeigen: Dies kann sozial ausgewogen und – über den gesamten Zeitraum bis 2045 und alle Sektoren betrachtet – kostenneutral¹ gelingen, wenn wir jetzt entschlossen handeln. Der Einsatz ist hoch: Ein Verfehlen der Klimaziele würde in erheblich höheren Klimarisiken resultieren. Die nächsten zehn Jahre sind entscheidend. Mit der vorliegenden Studie möchten wir deshalb aufzeigen, wie Deutschland erfolgreich den Weg zur Klimaneutralität beschreiten kann.

Vor der Sommerpause hat der Deutsche Bundestag – einem wegweisenden Urteil des Bundesverfassungsgerichts folgend – eine Neuauflage des Klimaschutzgesetzes beschlossen. Darin ist das nationale Ziel verankert, bis 2045 klimaneutral zu werden. Als Etappenziel sollen die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 65% gegenüber 1990 sinken.

Die Voraussetzungen, um dieses Vorhaben zum Erfolg zu führen, sind so gut wie noch nie. Auch andere Staaten und Staatengemeinschaften haben ambitionierte Klimaziele vereinbart: Die EU-Kommission hat z.B. ihren Klimaplan für Europa verabschiedet, den European Green Deal. Dieser sieht vor, dass die EU bis spätestens 2050 klimaneutral werden soll. Mit „Fit for 55“ hat die EU-Kommission im Juli ein erstes großes Maßnahmenpaket für die Umsetzung vorgeschlagen. Gleichzeitig treiben Unternehmen die Dekarbonisierung von Wertschöpfungsketten voran und Konsument:innen entscheiden sich immer öfter für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen.

Gleichwohl erwachsen für Deutschland als zentrale europäische Volkswirtschaft aus dem Ziel der Klimaneutralität gewaltige Aufgaben. Die Klimaneutralität ist eine komplexe technologische und gesellschaftliche Transformation, die wir in kürzester Zeit bewältigen müssen: Wertschöpfungsketten müssen umgebaut und die Energiewende muss noch einmal beschleunigt werden, die Mobilität muss emissionsfrei gelingen und die notwendige Infrastruktur muss in diesem Jahrzehnt auf- und umgebaut werden. Der Weg zur Klimaneutralität wird in der Realität vermutlich nicht geradlinig sein. Es wird Rückschritte und Planänderungen geben. Doch davon dürfen wir uns nicht entmutigen lassen. Im Gegenteil: Schnelles und entschiedenes Handeln ist unabdingbar – je später wir beginnen, desto teurer und drastischer werden die zusätzlichen Maßnahmen, die dann notwendig sind, um das Ziel der Klimaneutralität noch zu erreichen.

Bereits im Dezember 2020 hat McKinsey mit Net-Zero- Europe einen Report veröffentlicht, der Impulse für eine konsequente Dekarbonisierung Europas bis 2050 gibt. Ein zentrales Ergebnis: Die Transformation hin zur Klimaneutralität kann für Europa auf dem kostenoptimalen Weg einen positiven Business Case darstellen, wenn das richtige Bündel an Maßnahmen rechtzeitig ergriffen wird. Dies bedeutet, dass die für die Klimawende notwendigen Investitionen und Zusatzkosten ausgeglichen werden können. Dies wird durch Umschichtung ohnehin notwendiger Ersatzinvestitionen sowie durch Einsparungen in den Betriebskosten ermöglicht. Gleichzeitig können die in einigen Bereichen entfallenden Arbeitsplätze durch Zuwächse in grünen Wachstumsfeldern mehr als kompensiert werden, z.B. durch die thermischen Renovierungen oder den Ausbau der Ladeinfrastruktur.

¹ D.h., die zusätzlich erforderlichen Investitionen werden durch Einsparungen in den laufenden Kosten der Folgejahre – bei Aggregation über alle Sektoren – ausgeglichen.

Vor diesem Hintergrund gilt es nun, das Ziel der Klimaneutralität für Deutschland mit konkreten Maßnahmen zu unterfüttern. Unser Report zeigt die wichtigsten Herausforderungen und Maßnahmen bis 2045 in den fünf emissionsintensivsten Sektoren Energie, Industrie, Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft sowie im Bankensektor als wesentlichem „Enabler“. Es werden aber auch die Chancen aufgezeigt, die Deutschland durch die hohe Innovationskraft der Industrie realisieren kann.

Der Report soll Unternehmen und politischen Entscheider:innen als Orientierungshilfe dienen. Denn während es Aufgabe der Politik ist, mit dem regulatorischen Rahmen die Transformation zur Klimaneutralität zu ermöglichen, ist es die Aufgabe der Wirtschaft, grüne Technologien zu entwickeln, zu erproben und in die Breite zu tragen. Beispiele dafür gibt es bereits viele.

Vor uns als Industrie- und Exportnation und als Gesellschaft liegt eine der wichtigsten und komplexesten Transformationen, die wir je erlebt haben. Die Ausgangsbedingungen für Deutschland sind im internationalen Vergleich sehr gut und wir können einen weit über unser Land hinausgehenden Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. Wir müssen diesen Pfad jetzt einschlagen und können ihn gemeinsam erfolgreich beschreiten. Auch wenn Deutschland die globale Transformation zu einer klimaneutralen Welt nicht allein meistern kann, müssen wir unseren Beitrag leisten und als eine der führenden exportorientierten Volkswirtschaften mit gutem Beispiel vorangehen.

McKinsey möchte mit Net-Zero Deutschland einen Beitrag dazu leisten, dass die Dekarbonisierung in unserem Land gelingt. Wir sind begeistert, dass wir schon heute eine Reihe von Unternehmen in Deutschland und weltweit bei ihren Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität unterstützen dürfen. Es ist unser erklärtes Ziel, in Zukunft in allen unseren Beratungsprojekten Dekarbonisierung und Klimaneutralität als wesentliche Entscheidungsgrößen zu berücksichtigen.

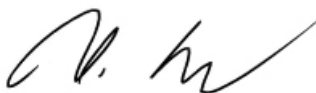
Wir sind überzeugt davon, dass die Transformation zu einer Netto-Null-Welt gelingen kann – und gelingen muss, um unseren Planeten für unsere Kinder und weitere Generationen lebenswert zu erhalten.



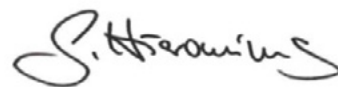
Ruth Heuss
Senior Partnerin, Berlin



Stefan Helmcke
Senior Partner, Wien



Hauke Engel
Partner, Frankfurt



Solveigh Hieronimus
Senior Partnerin, München

Zusammenfassung

Der Weg zur Klimaneutralität 2045 konfrontiert Politik, Wirtschaft und Gesellschaft mit der tiefgreifendsten und komplexesten Transformation unserer Zeit. Sie erfordert entschlossenes und koordiniertes Handeln sowie ein Überdenken unserer Konsumentscheidungen. Die Analyse zeigt: Verläuft die Transformation zur Klimaneutralität optimal, kann sie über den ganzen Zeitraum und alle Sektoren betrachtet einen positiven Wandel zu gesamtgesellschaftlichen Netto-Null-Kosten bedeuten – eine in Summe sozial ausgewogene Bewältigung des Klimawandels, ein positiver Business Case für Deutschland, ein Sprung in ein neues technologisches Zeitalter können gelingen. Dies muss passieren, um die bereits eintretenden Folgen des Klimawandels abzumildern und die Lebensqualität in unserem Land ohne große Einschnitte und sozial ausgewogen zu gestalten.

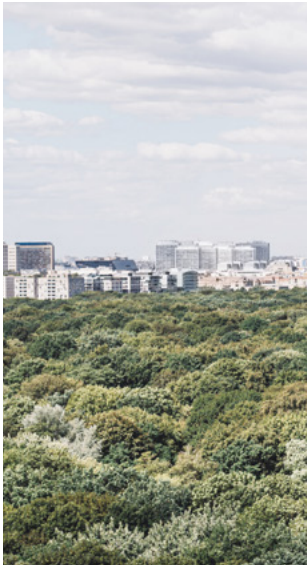
Substanzielle Investitionen in Sachgüter sind für das Erreichen der Klimaneutralität bis 2045 in Deutschland erforderlich. Die für die Klimawende benötigten Sachinvestitionen setzen sich zusammen aus 1 Bill. EUR Zusatzinvestitionen und 5 Bill. EUR so genannten Ersatzinvestitionen. Dabei handelt es sich zusammen um Investitionen, die für den Ersatz bzw. die Instandhaltung bereits bestehender Infrastruktur, Anlagen und Gebäude ohnehin aufgewendet werden müssen. Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, sind diese 5 Bill. EUR zum Zeitpunkt der turnusmäßigen Erneuerung in grüne oder klimaschonendere Güter zu investieren, z.B. in ein Elektrofahrzeug statt in ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Die Gesamtinvestitionen in Höhe von 6 Bill. EUR entsprechen durchschnittlichen jährlichen Investitionen von rund 240 Mrd. EUR bis 2045 und damit ca. 7% des Bruttoinlandsproduktes (BIP)² – davon sind 40 Mrd. EUR pro Jahr zusätzliche Investitionen (ca. 1% des BIP).

Wenn wir den optimalen Pfad beschreiten, können Einsparungen im Gesamtzeitraum bis 2045 die Kosten der Dekarbonisierung ausgleichen. Durch die Investitionen in neue Technologien kann eine Reihe von operativen Kosten reduziert werden, z.B. Energiekosten von Gebäuden oder Kraftstoff- und Wartungskosten von Fahrzeugen. Auf diese Weise kann Deutschland von einer gestärkten Position als Industriestandort sowie von neu geschaffenen Arbeitsplätzen profitieren. Denn gelingt die Transformation rechtzeitig und erfolgreich, kann Deutschland die Technologieführerschaft in kritischen Exportsektoren aufrechterhalten und deren Beitrag zu Beschäftigung und Wohlstand absichern. Dies betrifft bis zu 20% der Arbeitsplätze und bis zu 25% des BIP. Zugleich wird die Transition aber auch Verschiebungen von Arbeitsplätzen auslösen, z.B. von thermischer Stromerzeugung hin zur Wasserstoffproduktion oder von der Herstellung von Verbrennungsmotoren zur Batterieproduktion. In Summe ist ein Zuwachs an Beschäftigung zu erwarten, z.B. durch die vermehrten Renovierungen und Installationen von Wärmepumpen im Gebäudesektor oder die Herstellung und Installation von Solar- und Windkraftanlagen.

Gelingt es Deutschland nicht, die Rahmenbedingungen für die Transformation rechtzeitig zu schaffen, können Marktanteile deutscher Unternehmen und damit Arbeitsplätze und Wohlstand verlorengehen. Außerdem wäre in diesem Fall ein deutlicher Anstieg der Kosten zu erwarten, insbesondere für Grundbedürfnisse, wie Energie, Wohnen und Mobilität – z.B. wenn bei unzureichendem Ausbau von Solar- und Windkraft nicht genug sauberer Strom für die Erzeugung von grünem Wasserstoff oder die Elektrifizierung von Industrieprozessen zur Verfügung steht und stattdessen vermehrt teurere Maßnahmen wie Kohlenstoffabscheidung und -speicherung zum Einsatz kommen müssten. Je mehr Zeit Deutschland also für die Klimawende benötigt, desto teurer und sozial unausgewogener wird sie sein.

² Statista, BIP 2019

Die nächsten zehn Jahre werden darüber entscheiden, ob Deutschland es schafft, die Klimawende zu meistern und die wirtschaftlichen Chancen zu nutzen. Oberste Priorität muss es sein, schnell und konsequent die notwendigen Maßnahmen einzuleiten. Die Voraussetzungen sind so gut wie nie – Staaten und Staatengemeinschaften vereinbaren Klimaziele, Investor:innen schichten ihr Kapital in klimabewusste Anlagen um, Unternehmen verpflichten sich freiwillig, ihre Emissionen zu senken, die Bevölkerung befürwortet mehrheitlich die Entwicklung hin zur Nachhaltigkeit und entscheidet sich immer häufiger für den Kauf nachhaltiger Produkte. Den Ankündigungen müssen nun Taten folgen. Erneuerbare Energien und die Infrastruktur müssen schneller ausgebaut, die Produktion und der Verkauf von Elektrofahrzeugen massiv hochgefahren und Industrieprozesse elektrifiziert bzw. auf grüne Gase umgestellt werden. Grünes Kapital ist hierbei nicht der Engpass; vielmehr ist es die komplexe Umstellung ganzer Industrien und Lieferketten, die hierzu erforderlich ist.



Es muss gelingen, die bisherige Veränderungsgeschwindigkeit in den nächsten zehn Jahren gegenüber den letzten 30 Jahren zu verdreifachen – in manchen Sektoren sogar zu verzehnfachen – und das Gesamtsystem zu verändern. Dies lässt sich an den zwei Sektoren Energie und Verkehr beispielhaft illustrieren (Herausforderungen in ähnlicher Größenordnung stellen sich auch in allen anderen Sektoren, wie im weiteren Report ausgeführt):

- Im Energiesektor, der heute 32% aller Emissionen in Deutschland verursacht,³ muss der jährliche Ausbau der erneuerbaren Energien in den kommenden zehn Jahren etwa das Dreifache des Werts von 2020 betragen – pro Jahr sind zusätzlich 15 bis 20 GW notwendig. Das liegt auch daran, dass die Elektrifizierung der industriellen Prozesse und Mobilität mit erneuerbaren Energien betrieben werden muss, um klimaneutral zu sein. Es gilt, die Netzinfrastruktur massiv und sehr viel schneller als heute auszubauen und intelligenter zu gestalten, um z.B. Elektrofahrzeuge dann laden zu können, wenn besonders viel erneuerbare Energie verfügbar ist. Zugleich sind der Aufbau einer wirtschaftlichen Produktion sowie der Import von grünem Wasserstoff und der entsprechenden Infrastruktur erforderlich, um industrielle Prozesse zu dekarbonisieren und die Speicherkapazität grüner Energie auszuweiten.
- Im Verkehr, der mit 20% zu den Gesamtemissionen in Deutschland beiträgt,⁴ ist die Transition zur Elektromobilität in vollem Gange. Der Anteil der Elektrofahrzeuge in Deutschland muss jedoch von 6,7% der Neuzulassungen im Jahr 2020 (zuzüglich 6,9% Plug-in-Hybriden)⁵ auf ca. 60% der Neuzulassungen im Jahr 2030 erhöht werden, um die aktuellen Ziele der EU zu erreichen. Klimaneutralität bis 2045 erfordert jedoch noch ambitioniertere Ziele – Modellrechnungen zeigen, dass 2030 mehr als drei Viertel der jährlich neu zugelassenen Fahrzeuge elektrisch fahren müssen – dies entspricht in etwa einer Verzehnfachung gegenüber den Zulassungen im Jahr 2020.⁶ Die Industrie ist auf einem guten Weg – im Juni 2021 konnte mit 12,2% der Neuzulassungen (zuzüglich 11,4% Plug-in-Hybriden)⁷ bereits eine deutliche Steigerung gegenüber 2020 erreicht werden. Die erforderliche massive Veränderung muss jedoch durch den klimaneutralen Aufbau von Batteriewerken sowie durch den intensiven Ausbau der Ladeinfrastruktur ermöglicht und unterstützt werden.



³ Beinhaltet neben Emissionen in den Sektoren Energie, Industrie, Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft auch einen vernachlässigbaren Teil an Emissionen in den Bereichen Abfallwirtschaft und Sonstiges von rund 1% im Jahr 2019 (Abbildung 3); Umweltbundesamt

⁴ Umweltbundesamt

⁵ KBA, Pkw-Bereich für 2020

⁶ McKinsey Center for Future Mobility (MCFM)

⁷ KBA, Pkw-Bereich für Juni 2021

Um die Transformation zu meistern, kommt es auf 10 Kerninitiativen an.



Massive Beschleunigung (Verdreifachung) des Kapazitätsausbaus erneuerbarer Energien

Ausbau (~ 25% Erweiterung des Stromtransportnetzes) und Flexibilisierung des Energienetzes



Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie (grüne Materialien) durch Innovationen in Prozessen und Anlagentechnik getrieben durch Anforderungen und Innovationen aus dem verarbeitenden Gewerbe

Beschleunigter Aufbau von „Cleantech“-Enablern: Wasserstoffproduktion und -transport, Batterieproduktion, Ladeinfrastruktur, Recycling



Umstellung auf 100% emissionsfreie Mobilität

Verbesserung der Ressourcenproduktivität durch Etablierung von Smart und Shared Mobility



Modernisierung des Gebäudebestands, insbesondere mit nachhaltigen Heizsystemen (> 50% Wärmepumpen)



Entwicklung zukunftssträchtiger Schlüsseltechnologien für eine resiliente und nachhaltige Landwirtschaft

Beschleunigung des Trends zu gesunder Ernährung und nachhaltigem Konsumverhalten



Finanzierung und Begleitung der Netto-Null-Transformation über den Aufbau eines grünen Portfolios

Neben diesen Kerninitiativen wird es auf eine Reihe wichtiger Voraussetzungen und Rahmenbedingungen ankommen (Enabler), z.B. die Beschleunigung von Genehmigungsverfahren insbesondere zum Ausbau von Solar- und Windkraft, das Ausweisen von Flächen für dringend benötigte zusätzliche Infrastruktur, aber auch die beschleunigte Aus- und Weiterbildung von Expert:innen zum Thema Dekarbonisierung in den verschiedenen Branchen. Dies ist zwingend erforderlich, um die Umsetzung flächendeckend voranzutreiben, und zwar auf allen Ebenen, von den Unternehmer:innen und Entscheider:innen bis zu den Facharbeiter:innen und Auszubildenden, die alle einen Beitrag leisten müssen. Die Maßnahmen sind auf mutige und überzeugte Entscheidungsträger:innen angewiesen und benötigen eine breite gesellschaftliche Unterstützung.

Die Unternehmen in Deutschland spielen als Innovations- und Industrialisierungsmotoren eine zentrale Rolle, um grüne Technologien zu entwickeln, zu erproben und zu skalieren.

Viele deutsche Unternehmen haben sich bereits auf den Weg gemacht und Nachhaltigkeitsstrategien definiert, Wege zur Dekarbonisierung ermittelt sowie Portfolio, Produktion und Lieferketten auf Möglichkeiten zur konsequenten Dekarbonisierung hin überprüft. Der Umbau ist in vielen Unternehmen in vollem Gange – fordert ihnen aber auch einiges ab. Sie müssen Investitionen in den Umbau eigener Anlagen sowie der gesamten Wertschöpfungskette tätigen, die Anforderungen an die Belegschaft identifizieren und sich selbst auf die Transformation vorbereiten – eine Mammutaufgabe. Die deutsche Automobilindustrie geht hier mit gutem Beispiel voran: Alle OEMs haben sich ehrgeizige Ziele gesetzt, einige Hersteller wollen bereits ab 2030 dekarbonisierte Elektrofahrzeuge bauen. Damit haben sie die Transformation ganzer Wertschöpfungsketten zu zukunftsfähigen Technologien in Gang gesetzt.

Gleichzeitig bietet die grüne Transformation den Unternehmen die Chance, die Märkte der Zukunft zu erschließen.

Ein nachhaltiges Produktportfolio und technologische Innovationen eröffnen neue Wachstumschancen – sowohl in der Konsumgüterbranche, in der nachhaltige Produkte ein deutlich höheres Wachstum und höhere Renditen erzielen, als auch in der Investitionsgüterindustrie, die durch den erforderlichen Ausbau der Infrastruktur und den Umbau der Wertschöpfungsketten vor einer Wachstumsperiode stehen. Führende, nachhaltig orientierte Unternehmen profitieren hierbei oft von attraktiven Bewertungen, wie sie sonst nur Technologieunternehmen kennen (EBITDA Multiples von 15 bis 30 sind möglich). Sie können so leichter Kapital für weiteres Wachstum aufnehmen und schneller wachsen. Förderpakete von Regierungen und ein wachsender grüner Kapitalmarkt verleihen zusätzlichen Rückenwind. Der Schlüssel zum Unternehmenserfolg liegt darin, die Transformation frühzeitig als Chance zu begreifen und die sich bietenden Wert- und Wachstumspotenziale zu realisieren. Im Weiteren zeigen wir dafür zahlreiche Beispiele auf.

Die Gesetzgebung muss die Voraussetzungen für eine gegenüber den letzten 30 Jahren etwa 3x so schnelle Transformation schaffen.

Parallel dazu muss die Gesetzgebung die Voraussetzungen für eine schnelle Transformation schaffen. Aktuell ist Deutschland auf einem guten Weg: Viele grundlegende politische, technologische und finanzielle Rahmenbedingungen bestehen bereits. Nun müssen in den einzelnen Sektoren weitere konkrete Maßnahmen eingeleitet und die Voraussetzungen für die notwendige Veränderung der Infrastruktur geschaffen werden. Dafür braucht es z.B. verlässliche Planungsgrundlagen (wann ist wie viel erneuerbare Energie zu welchen Kosten verfügbar?), damit die deutsche Industrie schon jetzt die notwendigen Investitionen in nachhaltige Produktionsverfahren beschließen kann. Die deutliche Erhöhung der Veränderungsgeschwindigkeit stellt die Politik und viele Unternehmen dabei vor große Herausforderungen. Diese müssen jedoch gemeistert werden, um den Umbau in dieser Dekade zu bewältigen.



I. Das Momentum für Klimaneutralität ist so hoch wie nie

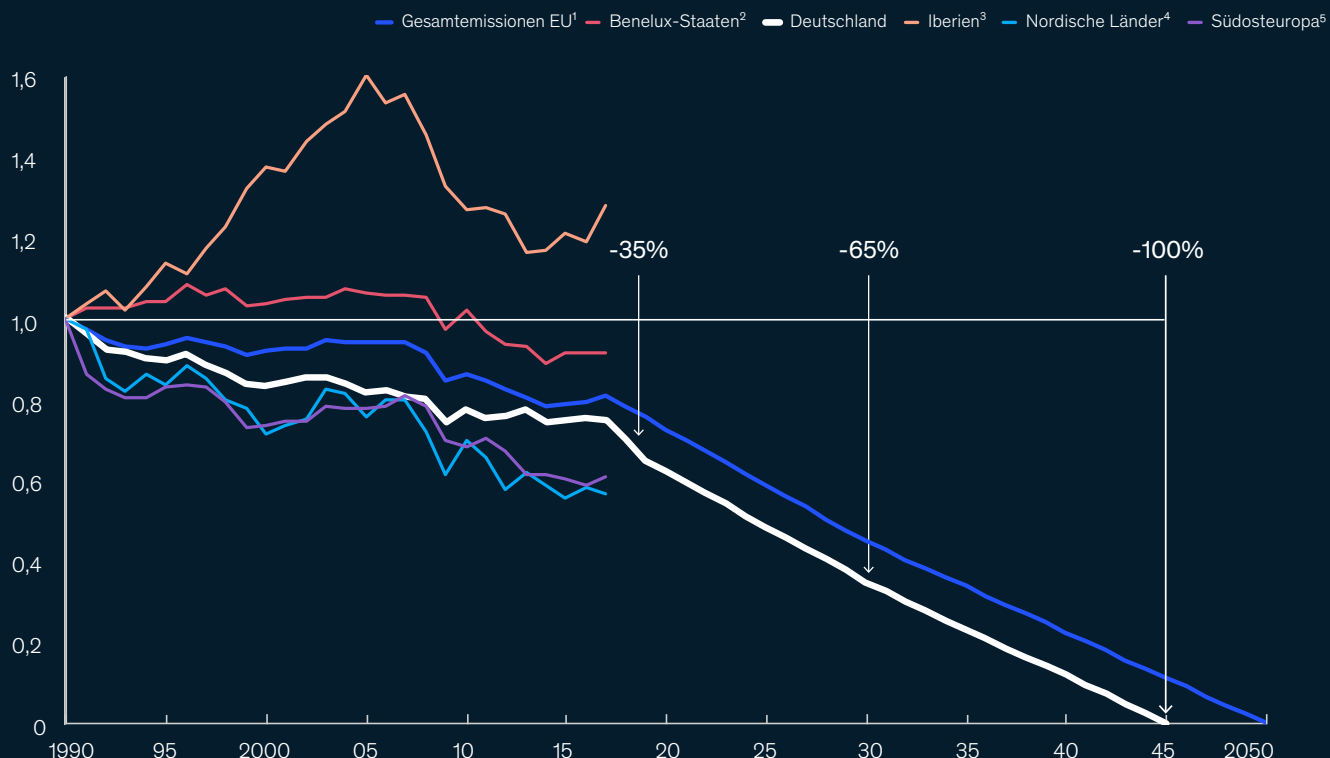
Das **Momentum für Klimaschutz**

ist so hoch wie nie: Staaten und Staatengemeinschaften vereinbaren Klimaziele, Investor:innen schichten ihr Kapital in klimabewusste Anlagen um, Unternehmen verpflichten sich freiwillig, ihre Emissionen zu senken, und Konsument:innen entscheiden sich immer häufiger für nachhaltige Produkte (Abbildung 1).



Das Momentum für Klimaneutralität nimmt zu

Emissionsentwicklung, indiziert (1 = Level von 1990)



Deutsche Unternehmen legen konkrete Zeitpunkte für das Erreichen von Klimaneutralität⁶ fest



Gesamtvolumen nachhaltiger Geldanlagen in Deutschland wächst

19% jährlich seit 2010, zuletzt sogar um 25% von 2019 auf 335 Mrd. EUR 2020



Bevölkerung befürwortet Handeln gegen Klimawandel

83%

der deutschen Bevölkerung sind der Meinung, dass Industriestaaten wie Deutschland in der Pflicht sind, beim Klimaschutz voranzugehen

Konsument:innen legen mehr Wert auf Nachhaltigkeit

81% achten nun stärker auf Nachhaltigkeit bei Konsumentenscheidungen als zuvor und 69% sind sogar bereit, einen höheren Preis für Produkte zu zahlen, die nachhaltig sind

1. Emissionsentwicklung von Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF), Abfällen und anderen Sektoren wird in die Gesamtemissionen EU einbezogen, jedoch nicht getrennt in der Grafik dargestellt; diese Sektoren zeigen auch einen Rückgang der Emissionen (und eine Zunahme der CO₂-Aufnahme für LULUCF) zwischen 1990 und 2017

2. Belgien, Niederlande, Luxemburg

3. Spanien, Portugal

4. Dänemark, Estland, Finnland, Lettland, Litauen, Schweden

5. Bulgarien, Griechenland, Rumänien

6. Bilanzielle Klimaneutralität (d.h. inkl. Ausgleich)

65%

Emissionsreduktion
bis 2030 gegenüber 1990.

Konkret sollen bis 2030 die Treibhausgasemissionen in der EU um mindestens 55% unter den Wert von 1990 sinken. Dieser Wert ist eine Etappe auf dem Weg, bis 2050 in der EU klimaneutral zu werden. Deutschland hat seit 1990 eine Emissionsreduktion um ca. 35% erreicht und plant jetzt mit der Verabschiedung des neuen Klimaschutzgesetzes eine weitere Emissionsreduktion. Klimaneutralität ist bereits im Jahr 2045 das Ziel⁸ und bis 2030 sollen gegenüber 1990 bereits 65% der Emissionen reduziert werden. Nun gilt es, das Vorhaben mit konkreten Maßnahmen zu hinterlegen und insbesondere die Geschwindigkeit des Umbaus zu erhöhen: Wir müssen in dieser Dekade eine etwa gleich große Einsparung erreichen wie in den vergangenen 30 Jahren.

Auch der Kapitalmarkt honoriert Nachhaltigkeit in zunehmendem Maße. Nachhaltige Unternehmen zeigen nicht nur eine höhere Profitabilität und stärkeres Wachstum, sondern mit der Zeit auch eine höhere Bewertung (EBITDA Multiple) sowie einen signifikant höheren TRS (Total Return to Shareholders). So haben z.B. in der Chemieindustrie in Bezug auf Nachhaltigkeit führende Unternehmen in den vergangenen fünf Jahren zwei- bis fünfmal so hohe Bewertungen erzielt.⁹



Als weltweit größter Finanzinvestor hat BlackRock klare Richtlinien etabliert, um Nachhaltigkeit in die Investitionsentscheidungen einzubauen. So werden einerseits bestimmte Branchen und Unternehmen unabhängig von den Profitabilitätsersparungen ausgeschlossen. Andererseits berücksichtigt BlackRock Environmental-Social-Governance(ESG)-Kriterien bei der Bewertung der Unternehmen, in die investiert werden soll. CEO Larry Fink rief in einem Brief an die CEOs aller Unternehmen dazu auf, einen klaren Plan für ein nachhaltiges Geschäftsmodell in einer Net-Zero-Welt vorzulegen.¹⁰

ESG-Kriterien sind zunehmend wichtige Kenngrößen für Investor:innen und Unternehmen – häufig sind diese jedoch uneinheitlich und intransparent. Um in Zukunft eine effizientere, objektivere Allokation und Bepreisung von Kapital zu ermöglichen, dürfte es zu einer Standardisierung und Konsolidierung der Ratings kommen.



Die zunehmende Relevanz von Nachhaltigkeit schlägt sich nach unseren Beobachtungen auch im globalen Fremdkapital- und Aktienmarkt nieder: „Grüne Schuldinstrumente“ stiegen von 2015 bis 2020 mit einer Wachstumsrate von 72% pro Jahr auf über 700 Mrd. USD.¹¹ Im Equity-Markt unterliegen im ersten Quartal 2021 über 70% der Nettozuflüsse in der EU ESG-Kriterien (zum Vergleich: 2014 waren es 2%).¹²

⁸ Die Bundesregierung hat die Klimaziele auf Druck des Bundesverfassungsgerichts angepasst. Zusätzlich zu den Zielen für 2030 und 2045 sollte es auf Betreiben der Richter:innen ein weiteres Zwischenziel geben: Im Jahr 2040 sollen bereits 88% weniger Treibhausgase produziert werden als 1990.

⁹ 26 europäische Chemieunternehmen; CPA; Refinitiv; McKinsey

¹⁰ [BlackRock](#)

¹¹ Climate Bonds Initiative, J.P. Morgan Asset Management

¹² Morningstar Direct; McKinsey

Viele Unternehmen bereiten sich auf eine „grüne Transformation“ vor. Einige große deutsche Unternehmen haben bereits angekündigt, eine Leitfunktion zu übernehmen: Sie wollen innerhalb der nächsten zwei Jahrzehnte klimaneutral werden (z.B. SAP bis 2023, Porsche bis 2030, Daimler bis 2039, RWE bis 2040) und im Zuge dessen ihre Produktportfolios, Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten neu ausrichten.



Ørsted ist Weltmarktführer im Bereich Offshore-Windenergie und wurde 2020 als nachhaltigstes Unternehmen der Welt ausgezeichnet. Die Umstellung des Portfolios auf erneuerbare Energien wurde durch die Anpassung der internen Prozesse begleitet (unter anderem umfassende Umschulungen, leistungsabhängige Bezahlung, die zu 60% an ESG-Kriterien geknüpft ist, Einrichtung eines Nachhaltigkeitsmanagements) und ist bis heute äußerst erfolgreich (ROCE: +39 Prozentpunkte seit Umstellung des Portfolios).¹³

Neben den Investor:innen und Regulatoren sind die Konsument:innen treibende Kraft für mehr Nachhaltigkeit. Insbesondere bei den Jüngeren, der Generation Z und den Millennials, hat nachhaltiger Konsum stark an Bedeutung gewonnen. Mittlerweile geben drei Viertel der Deutschen an, beim Einkaufen auch auf Nachhaltigkeit zu achten.¹⁴ Auch wenn zwischen der in Umfragen ausgedrückten Kaufpräferenz für nachhaltige Konsumgüter und der tatsächlichen Entscheidung am Regal teilweise große Unterschiede bestehen (die so genannte „Attitude Behaviour Gap“), beobachten wir eine deutliche Erhöhung der Wachstumsraten für nachhaltige Produkte. Dies ist sehr zu begrüßen, denn der Nahrungsmittelsektor beispielsweise verantwortet allein etwa 25% der Treibhausgasemissionen weltweit.¹⁵ Tierische Proteine haben dabei einen entscheidenden Anteil an den Emissionen – vegetarische und vegane Alternativen sind nachhaltiger.



Vegane Lebensmittel sind nachhaltiger und eine zunehmende Zahl von Konsument:innen weiß dies zu schätzen: 2018 wies der globale Markt für vegane Lebensmittel bereits ein Volumen von rund 14 Mrd. USD auf; für 2026 werden mehr als 31 Mrd. USD prognostiziert – das entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von rund 10,5%.¹⁶



¹³ [Ørsted](#), Corporate Knights Top 100 Sustainable Corporations

¹⁴ [McKinsey](#)

¹⁵ [McKinsey](#)

¹⁶ [Allied Market Research](#)

Unternehmen, die sich zur Nachhaltigkeit verpflichten, gewinnen als Arbeitgeber an Attraktivität.



Zudem gewinnen Unternehmen, die sich zur Nachhaltigkeit verpflichten, als Arbeitgeber an Attraktivität – sowohl beim vorhandenen Personal als auch bei der Suche nach neuen Talenten am Arbeitsmarkt.¹⁷



Patagonia, ein Hersteller von nachhaltiger Outdoor-Bekleidung, ist nicht nur für seine Kleidung, sondern auch für seine Beliebtheit als Arbeitgeber bekannt. Die Fluktuationsrate beträgt lediglich 4%, der Industriedurchschnitt liegt bei 13%.¹⁸ Laut einer Analyse schätzen die Mitarbeitenden am Unternehmen besonders, dass Nachhaltigkeit und sie selbst im Mittelpunkt stehen.¹⁹ So verlangt Patagonia von den Mitarbeitenden aktiv Umweltengagement, Kenntnisse über Umweltaktivismus, Erfahrung in gemeinnützigen Organisationen und ein Verständnis für politische Prozesse.

¹⁷ [Talent Transfer](#), [Peakon Post](#), [Personalwirtschaft](#)

¹⁸ [LinkedIn Talent Blog Patagonia Employee Turnover](#), [LinkedIn Talent Blog Industries Talent Turnover Rates](#)

¹⁹ [Great place to work](#)

Klimaneutralität erklärt:

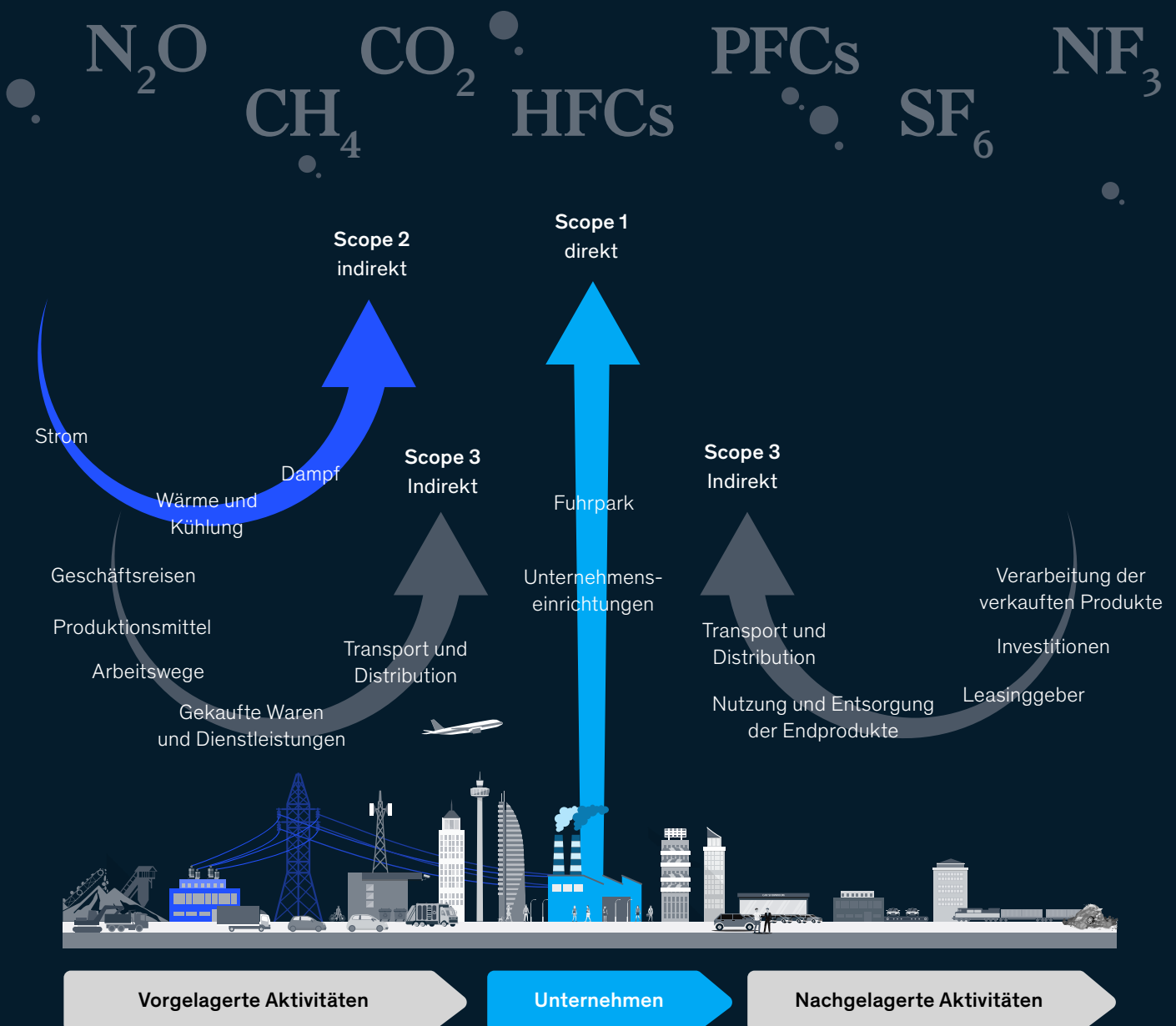
Klimaneutralität ist das Gleichgewicht zwischen anthropogenen Treibhausgasemissionen und deren Aufnahme bzw. Abbau in Treibhausgassinken. Zur Erreichung der Klimaneutralität wird meist davon gesprochen, dass Emissionen sinken müssen. Doch der menschenverursachte Ausstoß von Treibhausgasen ist nicht gänzlich vermeidbar – deshalb sind die Residualemissionen entsprechend zu kompensieren, indem sie in Treibhausgassinken gespeichert werden (z.B. in Wäldern). Klimaneutralität bedeutet daher auch „Netto-Null-Emissionen“ oder „Net Zero“.

Emissionsmessung erklärt:

Emissionen werden unterteilt in direkt verursachte Emissionen und Emissionen, die in der vorgelagerten Kette oder der Nutzungsphase der Produkte und Dienstleistungen entstehen – sie werden in Emissionskategorien unterteilt, so genannte „Scopes“. Scope-1-Emissionen stammen aus Emissionsquellen innerhalb der betrachteten Systemgrenzen eines Sektors oder eines Unternehmens, etwa aus unternehmenseigenen Betriebsanlagen oder Fahrzeugflotten. Scope-2-Emissionen entstehen bei der Erzeugung von Energie, die von außerhalb bezogen wird, vor allem Strom und Wärme aus Energiedienstleistungen. Als Scope-3-Emissionen gelten sämtliche übrigen Emissionen, die ein Unternehmen verursacht, die aber nicht in direkter Kontrolle des Unternehmens stehen. Dabei handelt es sich z.B. um die bei der Herstellung von Zuliefererprodukten oder bei Dienstleistern entstehenden Emissionen (Scope 3 Upstream) oder um die Emissionen der Kund:innen und Endverbraucher:innen (Scope 3 Downstream), z.B. um die bei einem Verbrennungsmotor während der Nutzung des Fahrzeugs emittierten CO₂-Emissionen (Abbildung 2).²⁰ Die dem Report zu Grunde liegenden Emissionswerte beziehen sich in der Regel auf die „Scope-1-Emissionen“ in der jeweiligen Systemgrenze.

²⁰ GHG Protocol

Emissionskategorien (Scopes) nach dem Greenhouse Gas Protocol



Quelle: Greenhouse Gas Protocol

II. Mit schnellem und konsequentem Handeln Deutschlands Chancen sichern

Für Deutschland als größte Volkswirtschaft der EU und Rückgrat des europäischen Binnenmarkts ist die Transformation zu einer Netto-Null-Emissionen-Gesellschaft eine enorme Aufgabe und Chance zugleich. Zahlreiche Wirtschaftsstrukturen müssen angepasst, das Energiesystem weiter aus- und umgebaut sowie die Infrastruktur modernisiert und zielgerichtet erweitert werden (Abbildung 3). In allen Sektoren, in denen Deutschland historisch stark ist, ergeben sich Herausforderungen, aber auch Wachstumspotenziale.



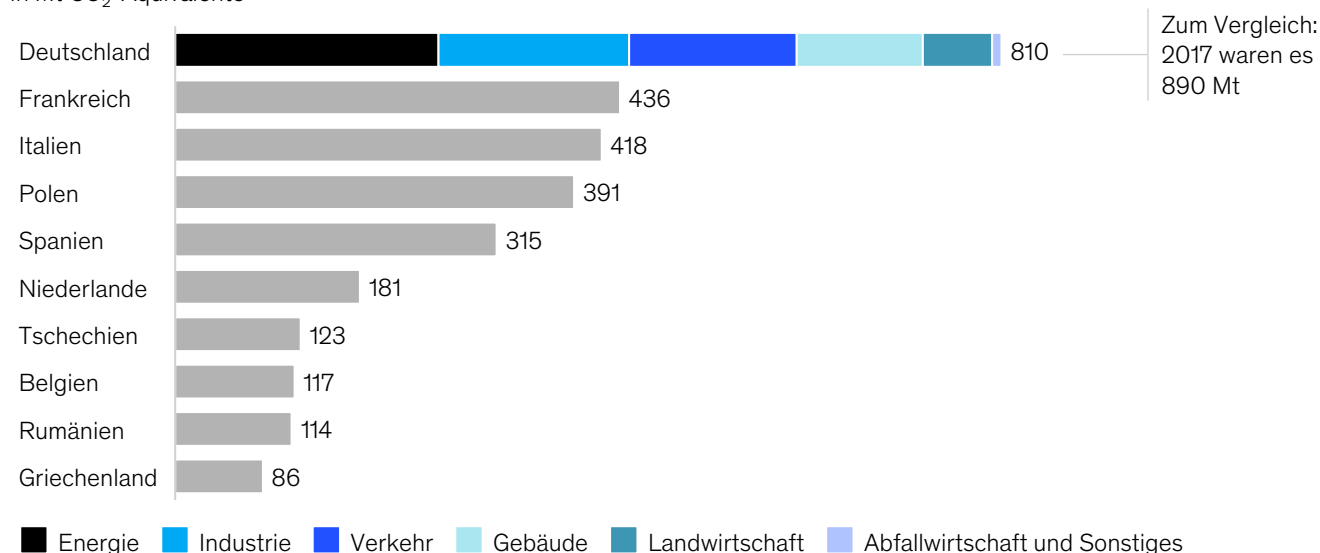


Abbildung 3

Deutschland trägt als größte Volkswirtschaft in Europa eine besondere Verantwortung für die Transformation

Treibhausgasemissionen der 10 größten Emittenten in der EU¹, 2019

in Mt CO₂-Äquivalente



1. 2019 betrug die Gesamtemissionen der EU-27 3.610 Mt CO₂-Äquivalente

Quelle: Umweltbundesamt

In den meisten Sektoren herrscht inzwischen zunehmend Klarheit über die anzustrebenden Transitionspfade und Abwägungsentscheidungen zur Klimaneutralität.²¹ Gelingt es Deutschland, die nötigen Voraussetzungen rechtzeitig zu schaffen und die Transitionspfade konsequent zu beschreiten, können wir die Klimawende nicht nur rechtzeitig, sondern auch gesamtgesellschaftlich kostenneutral vollziehen – die Einsparungen infolge der Umstellung würden die zuvor angefallenen Kosten amortisieren. Ausgehend von einer konsequenten und raschen Umsetzung der Energiewende sind in Deutschland bis 2045 Zusatzinvestitionen in Höhe von rund 1 Bill. EUR (ohne Investitionen in Forschung und Entwicklung, F&E) in grüne Sachgüter notwendig, z.B. in Anlagen, Fahrzeuge und Wärmetechnik (Abbildung 4). Weitere 5 Bill. EUR sind so genannte „Ersatzinvestitionen“, d.h. Investitionen, die für den Ersatz bzw. Instandhaltung bereits bestehender Infrastruktur, Anlagen und Gebäude aufzuwenden sind (z.B. Kauf eines Elektrofahrzeugs statt eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor). Die Gesamtinvestitionen in Höhe von 6 Bill. EUR beinhalten öffentliche und private Investitionen und entsprechen jährlich rund 240 Mrd. EUR bis 2045 – ca. 7% des deutschen BIP 2019²²; davon sind 40 Mrd. EUR pro Jahr zusätzliche Investitionen (ca. 1% des BIP).

²¹ McKinsey (2020): Net-Zero Europe; Stiftung Klimaneutralität; Agora Verkehrswende (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045; Deutsche Energie-Agentur GmbH (2021): dena-Leitstudie – Aufbruch Klimaneutralität

²² 2019 betrug das BIP in Deutschland ca. 3,5 Bill. EUR, davon 2,4 Bill. EUR im Verkehrssektor, 1,7 Bill. EUR im Gebäudesektor, 700 Mrd. EUR in der Infrastruktur, 600 Mrd. EUR im Energiesektor, 160 Mrd. EUR in der Landwirtschaft und 100 Mrd. EUR in der Grundstoffindustrie (Quelle: [Statista](#)).

Abbildung 4

Bis 2045 benötigte Sachgüterinvestitionen für die Erreichung der Klimaneutralität in Deutschland



~ 1 Bill. EUR

Zusatzinvestitionen zu privaten und öffentlichen Investitionen in Sachgüter¹

~ 5 Bill. EUR

Ersatzinvestitionen aus dem bestehenden Volumen privater und öffentlicher Investitionen in Sachgüter¹

1. Z.B. Anlagen, Fahrzeuge, Wärmetechnik

Quelle: McKinsey (2020): Net-Zero Europe

1 Bill. EUR

Zusatzinvestitionen sind in Deutschland bis 2045 für grüne Sachgüter notwendig.

Der Investitionsbedarf trifft auf einen Kapitalmarkt, in dem nachhaltige Investitionen stark an Volumen und Bedeutung zunehmen und neue Finanzierungsmodelle entstehen. Es gibt daher für eine rasche Dekarbonisierung grundsätzlich ausreichend Kapital, oft zu sehr attraktiven Konditionen.

Den benötigten Mehrinvestitionen stehen erhebliche Einsparpotenziale gegenüber, die es ermöglichen, das Ziel der Klimaneutralität auf einem optimalen Pfad kostenneutral zu erreichen. Die zusätzlich benötigten Investitionen in Höhe von rund 1 Bill. EUR würden sich, bei aggregierter Betrachtung über alle Sektoren hinweg, durch Einsparungen bei den Betriebskosten wieder ausgleichen. Fast alle Einsparungen entfallen auf die Sektoren Gebäude und Verkehr, die von verringerten operativen Kosten gegenüber einem „Business as usual“-Szenario profitieren: Rund zwei Drittel der gesamten Einsparungen bis 2045 entfallen auf den Verkehrssektor, ein Drittel auf Gebäude.²³

Beispielsweise senken verbesserte Wärmedämmungen und die Umstellung auf Wärmepumpen die Heizkosten. Bei Elektroautos sinken die jährlichen Betriebskosten durch die niedrigeren Kosten für Strom (statt Treibstoff) und die höhere Effizienz sowie geringere Instandhaltungskosten. All dies gilt aus aggregierter und gesamtgesellschaftlicher Perspektive: Von den Einsparungen profitieren teilweise nicht dieselben Akteure, die die Investitionen schultern müssen. Beispielsweise kommen bei der energetischen Sanierung eines Mietshauses die Ein-

²³ McKinsey (2020): Net-Zero Europe

sparungen bei den Heizkosten den Bewohner:innen zugute, die Investitionen tätigen jedoch Wohnungsbaugesellschaften oder andere Hausbesitzer, die ihre Kosten nicht immer über die Mieteinnahmen amortisieren können. Demzufolge ist nicht jeder einzelne Investitionsfall positiv. In Fällen mit negativer Kostenbilanz und sehr langen Amortisationszeiten müssen Standards gesetzt oder staatliche Anreize wie Steuererleichterungen, Subventionen oder CO₂-Bepreisung eingeführt werden, um die Veränderung und den notwendigen Kapitaleinsatz zu mobilisieren.

Gelingt es Deutschland nicht, die politischen, technologischen und finanziellen Rahmenbedingungen für die Transformation rechtzeitig zu schaffen, kämen auf Privathaushalte und die Industrie sehr wahrscheinlich größere finanzielle Belastungen zu. Diese wären durch erhöhte Kosten des Energiesystems (sowohl im Netzausbau als auch in der Sicherstellung von Erzeugungskapazität, z.B. durch Engpasssituationen) und steigende CO₂-Bepreisung getrieben, die sich sowohl in den Ausgaben der Haushalte als auch in den Produktionskosten der ansässigen Industrie niederschlagen würden. Das bedeutet: Je mehr Zeit wir für die Energiewende in Deutschland benötigen, desto teurer und weniger sozial ausgewogen lässt sie sich umsetzen.²⁴

Für Deutschland als eine der führenden Industrie- und Exportnationen geht es beim Streben nach Klimaneutralität aber nicht nur um das Abwenden von Klimarisiken, sondern auch um den Erhalt und Ausbau von Wohlstand und Arbeitsplätzen. Wir sehen hier vor allem dann eine Chance, wenn Deutschland seine Stärken gezielt nutzt und schnell auf die anstehenden Herausforderungen reagiert:

- Eine erfolgreiche Dekarbonisierung kann substanzielle Teile der Beschäftigung und des BIP sichern. Dies betrifft in Deutschland etwa 15 bis 20% der Arbeitsplätze und rund 20 bis 25% des BIP,²⁵ vor allem in Sektoren, die handelbare Güter produzieren und in denen eine erfolgreiche grüne Transformation die Technologieführerschaft für die Zukunft sichern kann. Allerdings wird es auch zu deutlichen Verlagerungen von Arbeitsplätzen kommen, z.B. von thermischer Stromerzeugung hin zu Wasserstoffproduktion oder von der Herstellung von Verbrennungsmotoren hin zur Batterieproduktion.
- Das Streben nach Klimaneutralität kann zudem als Katalysator für mehr Beschäftigung und Wohlstand fungieren und – nicht nur für Deutschland, sondern für ganz Europa – einen Nettozuwachs an Arbeitsplätzen bedeuten. Laut der McKinsey-Studie „Net-Zero Europe“ ist in Europa ein Nettowachstum von bis zu 5 Mio. Arbeitsplätzen bis 2050 möglich. Das gilt entsprechend auch für Deutschland:



Allein im deutschen Gebäudesektor können durch Renovierungen von Bestandsgebäuden und andere Klimaschutzmaßnahmen bis zu 200.000 zusätzliche Arbeitsplätze bis 2050 entstehen.²⁶

²⁴ Steigende Energie- und Konsumgüterpreise belasten einkommensschwache Haushalte proportional stärker als einkommensstarke Haushalte.

²⁵ Statista; McKinsey

²⁶ McKinsey (2020): Net-Zero Europe

In Deutschland existieren derzeit mehr als 6.000 Start-ups im Bereich Umwelt- und Klimaschutz.



- Entscheidend für die Beschäftigung wird es sein, die grünen Technologien wettbewerbsfähig in Deutschland zu produzieren. Zu den Hauptwachstumsfeldern gehören z.B. Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, Anlagen für Wasserstoffproduktion und -umwandlung, Batterien, Anlagen für den Netz- und Ladeinfrastrukturausbau, Maschinen und Anlagen für den Umbau der Wertschöpfungsketten, neue Recyclingtechnologien- und -prozesse für hochwertige Sekundärmaterialien inklusive der notwendigen Sammel-, Logistik- und Trennprozesse.
- Darüber hinaus kommt dem schnellen Wachstum innovativer Start-ups im Bereich Umwelt- und Klimaschutz eine wichtige Rolle zu. In Deutschland existieren derzeit mehr als 6.000 Start-ups im Bereich Umwelt- und Klimaschutz.²⁷ Allerdings sind andere Nationen momentan erfolgreicher in diesem Bereich.



In Skandinavien sind in kurzer Zeit Unternehmen wie Northvolt (gegründet 2016, Marktwert schätzungsweise 10 Mrd. EUR)²⁸ und Freyr (angekündigte Zusammenarbeit unter anderem mit Siemens Energy und Elkem)²⁹ entstanden. Beide sind von überregionaler Bedeutung, streben den Aufbau von Batteriezellfabriken im Gigawattbereich an und erzielen hohe Wachstumsraten.



Pre-IPO-Investitionen, also Investitionen in nicht börsennotierte Unternehmen, sind in den USA 7-mal so hoch wie in Deutschland. Zugleich ist die Anzahl der Technologie-Unicorns³⁰ pro 1 Mio. Einwohner in den USA 4,5-mal so hoch wie in Deutschland.³¹

²⁷ Bundesverband Deutsche Startups: [Green Startup Monitor 2020](#)

²⁸ [CNBC](#)

²⁹ [Electrify](#)

³⁰ Start-ups mit einer Unternehmensbewertung von über 1 Mrd. USD, die in digitalen Geschäftsmodellen in den Bereichen B2B oder B2C in Internet, Software oder Hardware tätig sind (in dieser Definition sind z.B. sowohl Advanced-Analytics- und Ad-Tech-Unternehmen als auch Halbleiterhersteller eingeschlossen).

³¹ McKinsey (2021): [Deutschland 2030 – Kreative Erneuerung](#)

Deutschland hat eine gute Startposition

Deutschland kann bei der Transition zur Netto-Null-Emissionen-Gesellschaft die Stärken seiner Wirtschaft und Industrie gezielt nutzen:

- Das Rückgrat der deutschen Wirtschaft ist ein innovativer industrieller Mittelstand mit starker Exportposition und vielen Hidden Champions; darunter befinden sich zahlreiche Familienunternehmen mit langfristigem und nachhaltigem Wachstumsfokus.
 - Allein der deutsche Maschinen- und Anlagenbau sowie die Elektroindustrie zählen mehr als 10.000 Unternehmen – darunter zahlreiche Weltmarktführer.
 - Die Exportquote im deutschen Maschinen- und Anlagenbau beträgt rund 80%; 16% der globalen Maschinenexporte stammen aus Deutschland. Den größten Exportanteil weist die Mess- und Prüftechnik auf, aber auch in anderen Branchen belegt Deutschland den ersten Rang in puncto Exporte (z.B. bei Werkzeugmaschinen, in der Landtechnik oder bei verfahrenstechnischen Maschinen und Anlagen).³²
 - Der industrielle Mittelstand ist sehr innovativ: Vier von fünf Unternehmen haben im vergangenen Jahr mindestens eine Produkt- oder Prozessinnovation eingeführt;³³ außerdem verfügt Deutschland über eine große Anzahl von Patenten. So stammen z.B. über 20% aller Windkraftpatente aus Deutschland.³⁴
 - Allein im Maschinen- und Anlagenbau sind rund 200.000 gut ausgebildete Ingenieure beschäftigt, die kontinuierlich an einer hohen Produkt- und Servicequalität sowie innovativen Produktideen arbeiten.³⁵
- Deutschland verfügt über eine starke Automobilindustrie, die eng mit Unternehmen aus anderen Branchen, aber auch mit der Forschung zusammenarbeitet:
 - Breite Forschungslandschaft und hohe F&E-Ausgaben, insbesondere in Industrie und Verkehr (mehr als ein Drittel der weltweiten F&E-Investitionen in der Automobilbranche werden in Deutschland getätigt)³⁶.
 - Zahlreiche Industrieinnovationen in verschiedenen Sektoren durch enge Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette.
 - Intensive Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft (z.B. über Fraunhofer-Institute); duale Ausbildung, um Lehre und Praxis gewinnbringend zu kombinieren.

Eine intensivierte Kooperation innerhalb der Wertschöpfungskette wird für die Dekarbonisierung entscheidend sein. Deutsche Unternehmen engagieren sich hierzu bereits intensiv:

Die Vorstandsvorsitzenden von Volkswagen, SAP und E.ON haben sich 2020 mit neun weiteren führenden europäischen Unternehmen zur „CEO Alliance“ zusammengeschlossen, um gemeinsam die Dekarbonisierung von Wirtschaft und Gesellschaft voranzutreiben.³⁷ Die Mitglieder erwirtschaften zusammen 600 Mio. EUR Jahresumsatz und beschäftigen 1,7 Mio. Menschen. Die Allianz hat sich zum Ziel gesetzt, den Wandel hin zu einer

³² VDMA (2020): Maschinenbau in Zahl und Bild

³³ Bezogen auf den Maschinen- und Anlagenbau; VDMA (2020): Maschinenbau in Zahl und Bild

³⁴ Bertelsmann Stiftung

³⁵ VDMA/McKinsey (2018): Strategic Options for European Machinery

³⁶ Verband der Automobilindustrie

³⁷ [Volkswagen](#)

kohlenstoffneutralen Wirtschaft mit konkreten Projekten und Kooperationen zu fördern; die Mitglieder haben angekündigt, mehr als 100 Mio. EUR in ihre jeweiligen Dekarbonisierungsfahrpläne zu investieren. Die Unternehmen sind überzeugt, dass die CO₂-Ziele nur in intensiver branchenübergreifender Zusammenarbeit erreichbar sind – daher arbeiten sie an gemeinsamen Projekten. So erarbeiten z.B. Scania und einige Energieversorger gemeinsam ein Konzept zum Ausbau der Ladeinfrastruktur für Lkws. Um diese Konzepte zu realisieren und die dafür notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen, haben sich die CEOs das Ziel gesetzt, den Dialog zwischen Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft zu intensivieren.

Die wichtigsten Unternehmen entlang der automobilen Wertschöpfungskette – vom Rohmaterial zum fertigen Fahrzeug – (unter anderem BMW, Daimler, Volkswagen, BASF, Henkel, ZF, Bosch und Scheffler) haben sich gemeinsam mit führenden Technologieunternehmen (Siemens, SAP und Telekom) in dem europaweiten Partner Netzwerk „Catena-X“ zusammengeschlossen.³⁸ Das Netzwerk soll einen sicheren unternehmensübergreifenden Datenaustausch in der automobilen Wertschöpfungskette ermöglichen. Ein wichtiger Anwendungsfall ist die dringend benötigte höhere Transparenz über CO₂-Emissionen in der Wertschöpfungskette; diese ermöglicht überhaupt erst die Identifikation und Realisierung von Potenzialen zur CO₂-Reduzierung.

- Schon seit Jahren ist der Umweltschutz in Deutschland von hoher Relevanz. Das Land verfolgt die Strategie, durch Innovationen die Umweltbelastung zu reduzieren und gleichzeitig neue Geschäftsfelder und Arbeitsplätze entstehen zu lassen.³⁹
 - Der Umweltschutz ist seit 1994 als Staatsziel im Grundgesetz verankert. Deutschland hat deutliche Fortschritte bei Luft- und Gewässerqualität erzielt, die z.B. zur Eindämmung des Waldsterbens in den 1980er Jahren beigetragen haben.
 - Gleichfalls war Deutschland ein Pionier beim Ausbau der erneuerbaren Energien und hat sehr früh die Energiewende eingeläutet. Eine Reihe von Windkraft- und Solarunternehmen sind deutschen Ursprungs und die Technologien wurden hier industrialisiert (z.B. stammen mehr als 20% aller Windkraftpatente aus Deutschland).⁴⁰
 - In der Kategorie Cleantech – technologische Innovationen, die die Klimawende unterstützen – ist Deutschland mit 276 Start-ups europaweit Spitzenreiter; das entspricht ca. 24% der europäischen Climate-Tech-Start-ups.⁴¹

³⁸ [Catena-X](#)

³⁹ [Tatsachen über Deutschland](#)

⁴⁰ Bertelsmann Stiftung

⁴¹ Mit rund 3,4 Mrd. USD liegt Deutschland in Europa hinter Schweden auf Platz 2 in Bezug auf Risikokapital für Climate-Tech-Start-ups; [Speedinvest & Creandum Report \(2021\): The Growth and Future of Climate Tech Startups in Europe](#)

Es ist wichtig, in Deutschland gemeinsam, entschlossen, ambitioniert und schnell zu handeln. Die Transformation zur Netto-Null-Emissionen-Gesellschaft birgt für Deutschland eine große Chance. Allerdings reichen die bisherigen Bemühungen in vielen Sektoren noch nicht aus. Abbildung 5 zeigt, dass die Anstrengungen, die wir im nächsten Jahrzehnt unternehmen müssen, in den meisten Bereichen gegenüber dem Durchschnitt der Jahre 1990 bis 2020 deutlich erhöht werden müssen, um die Klimaziele zu erreichen.

Die Transformationsbestrebungen müssen mit stärkerer Entschlossenheit und deutlich höherer Geschwindigkeit forciert werden. Erforderlich sind ein regulatorischer Rahmen und ein gesellschaftliches Umfeld, in dem grüne Technologien noch schneller entwickelt und flächendeckend umgesetzt werden können. Nicht zuletzt müssen die Ausgaben für Umwelt- und Klimaschutz, die 2019 noch unter dem Durchschnitt der EU-27 lagen, merklich erhöht werden.⁴² Nur so können in einer sich rapide wandelnden Welt die globale Wettbewerbsfähigkeit und lokale Wertschöpfung der exportorientierten deutschen Wirtschaft erhalten und gestärkt werden.

Im folgenden Kapitel zeigen wir für die verschiedenen Sektoren die notwendigen Kerninitiativen und Voraussetzungen für eine erfolgreiche Transformation auf.

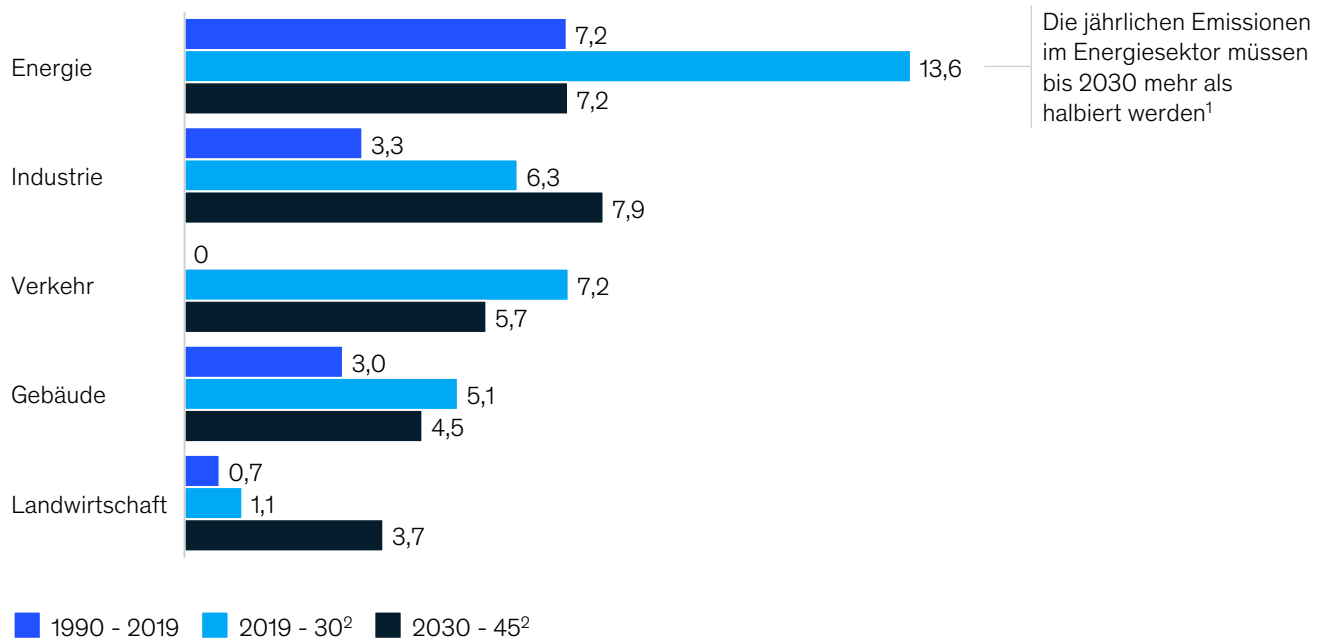
⁴² McKinsey (2021): [Deutschland 2030 – Kreative Erneuerung](#)



Abbildung 5

Die jährlichen Treibhausgasemissionen müssen in jedem Sektor signifikant verringert werden

Durchschnittliche jährliche Reduzierung der Emissionen nach Sektoren
in Mt CO₂-Äquivalente



1. Im Vergleich zu 2019

2. Ziele 2030 und 2045 entsprechend der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 23.05.2021

Quelle: Umweltbundesamt; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; McKinsey

Es ist wichtig, in Deutschland gemeinsam, entschlossen, ambitioniert und schnell zu handeln.



III. Sektorspezifische Herausforderungen angehen und die grüne Transformation einleiten

Die Treibhausgasemissionen in Deutschland wurden von 1990 bis 2019 um 35% gesenkt (Abbildung 6). Von den großen Sektoren⁴³ konnten bei Energie (-45%) und Gebäuden (-41%) die größten Reduzierungen erzielt werden, gefolgt von Industrie (-34%) und Landwirtschaft (-22%). Im Verkehr haben sich die Emissionen gegenüber 1990 allerdings nicht merklich verändert (+/- Null).

⁴³ Abfallwirtschaft und Sonstiges ausgenommen



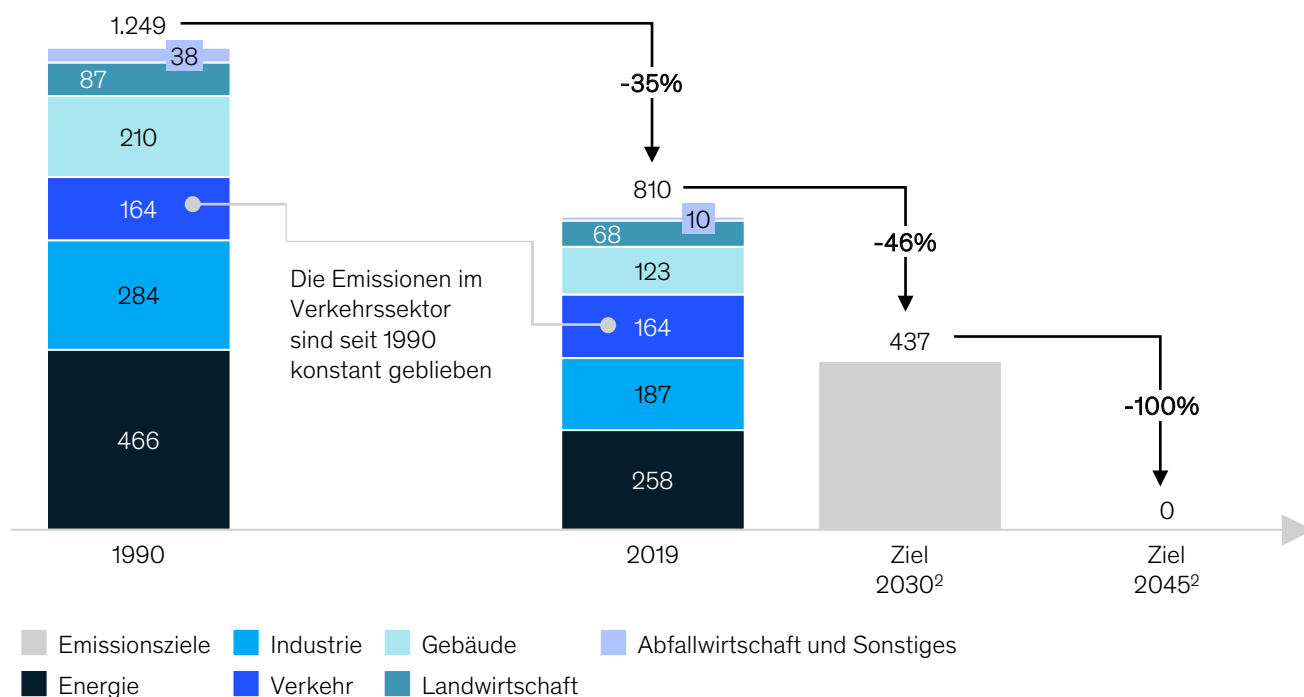


Abbildung 6

Die jährliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen muss sich ggü. dem Durchschnitt von 1990 bis 2019 mehr als verdoppeln

Entwicklung und Projektion der Treibhausgasemissionen in Deutschland¹

in Mt CO₂-Äquivalenten



1. Die jährliche Reduzierung der Emissionen von 2019 bis 2045 muss im Durchschnitt 31 Mt CO₂-Äquivalente betragen; zum Vergleich: von 1990 bis 2019 betrug der Wert 15 Mt CO₂-Äquivalente

2. Ziele 2030 und 2045 entsprechend der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 23. Mai 2021

Quelle: Umweltbundesamt; Bundesregierung; McKinsey

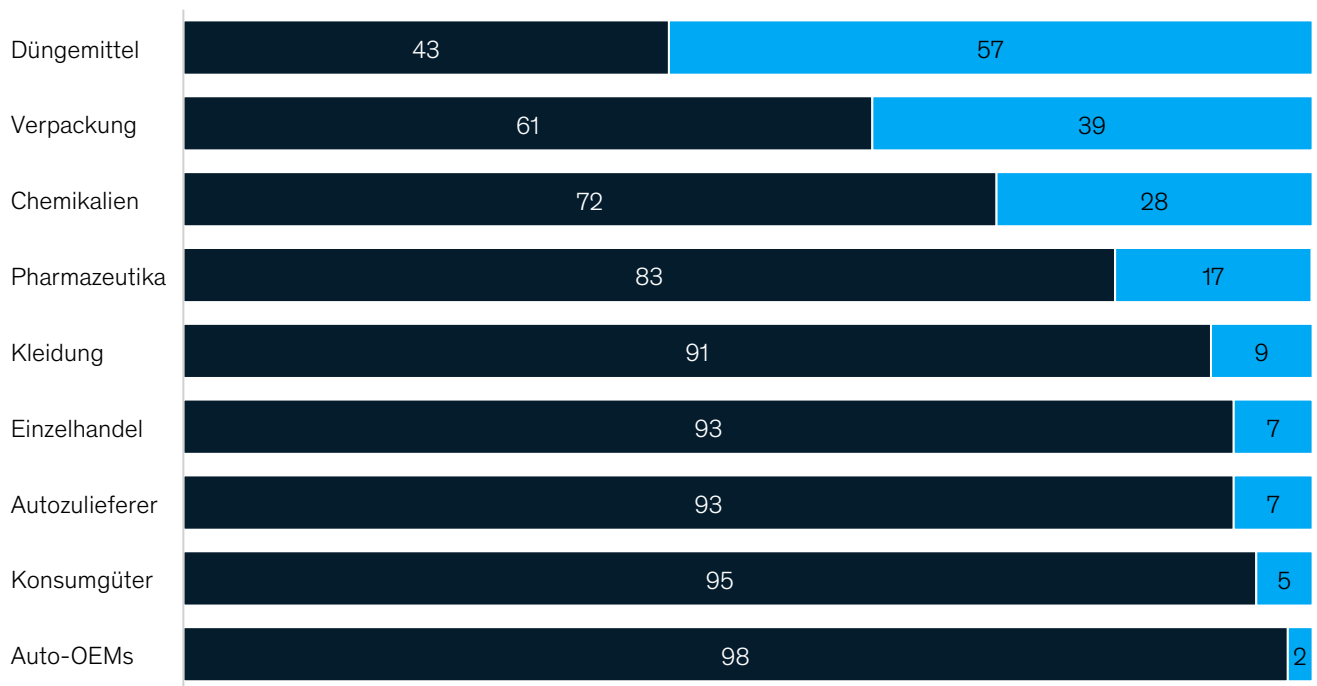
Nachfolgend beschreiben wir für alle Sektoren die Kerninitiativen der Transformation. Die verschiedenen Sektoren sind über die Wertschöpfungskette intensiv miteinander verwoben – die Energiewirtschaft liefert Strom und Wärme für alle Nutzer:innen, die Grundstoffindustrie liefert Rohprodukte für das verarbeitende Gewerbe. Das bedeutet, dass der Emissions-Fußabdruck eines Unternehmens oder Sektors aus den eigenen erzeugten Emissionen besteht (Scope 1), aber auch aus den in der Energiewirtschaft entstehenden CO₂-Emissionen für den genutzten Strom und die Wärme (Scope 2) sowie aus den Emissionen in der Lieferkette und während der Nutzungsphase (Scope 3).

Abbildung 7

Übersicht der Emissionen in verschiedenen Industriesektoren

Anteil der Scope-3-Emissionen nach Sektoren¹,

in Prozent der gesamten Scope-1-bis Scope-3-Emissionen, 2018, basierend auf vom CDP² veröffentlichten Daten



- Scope 3
- Scope 1 und 2

1. Von ausgewählten Unternehmen

2. Carbon Disclosure Project

Quelle: McKinsey

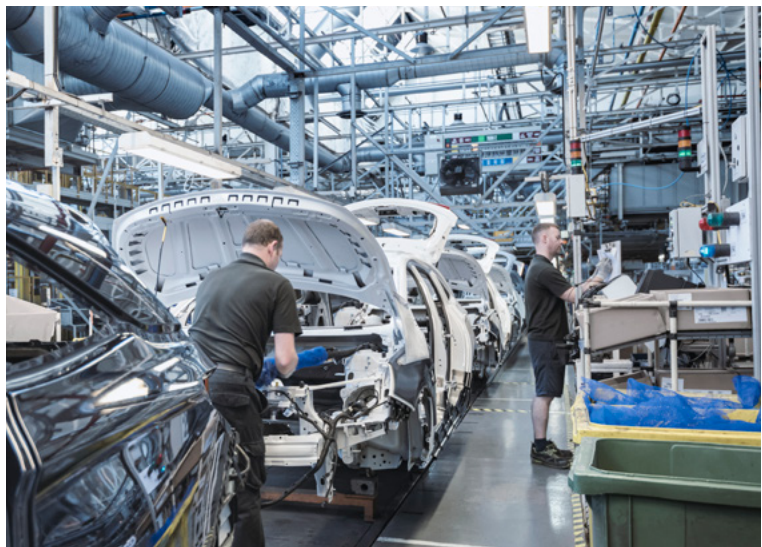
Abbildung 7 zeigt den Anteil der Scope-1- und Scope-2-Emissionen gegenüber den Scope-3-Emissionen für verschiedene Industrien. Die Dekarbonisierung der verschiedenen Industrien erfordert also vollkommen unterschiedliche Herangehensweisen: Während für einen Automobilhersteller die Umstellung auf mit erneuerbaren Energien betriebene Elektrofahrzeuge und eine nachhaltige Wertschöpfungskette die wichtigsten Themen sind, ist in der chemischen Industrie die Optimierung der eigenen Prozesse und der verwendeten Rohmaterialien der Kernhebel.

In der gesamten Wertschöpfungskette sind Innovationen in Produktdesign und insbesondere Materialien – z.B. hin zu faserbasierten oder recycelten Materialien – wesentliche Hebel, die nur in intensiver Zusammenarbeit aller Beteiligten realisiert werden können.



BMW legt bereits seit Langem Wert darauf, dass die Rohstoffe für die Fahrzeugproduktion umweltbewusst, sozial ausgewogen und ethisch verantwortungsvoll gewonnen werden. Produktdesign und Entwicklung experimentieren und verwenden zunehmend recycelte Materialien, z.B. Stahl und Aluminium, aber auch Kunststoff-Recyclate wie ECONYL® Nylon, das aus Fischernetzen und anderen Nylonabfällen hergestellt wird.⁴⁴ Bei den Materialien für die Elektrofahrzeuge engagiert sich BMW für einen nachhaltigeren Rohstoffabbau: So bezieht das Unternehmen z.B. Lithium aus Argentinien von der Firma Livent, die in einem neuen Verfahren die Sole wieder zurückführt und so auf Verdunstungsbecken mit hohem Wasserverbrauch verzichten kann.⁴⁵ Zudem engagiert sich BMW als Initiator und Akteur in branchenübergreifenden Initiativen wie der „Responsible Copper Initiative“ oder dem „Cobalt for Development“-Projekt, das sich in der Demokratischen Republik Kongo für verantwortungsvolle Bergbaupraktiken einsetzt.⁴⁶ BMW hat darüber hinaus begonnen, seine Position als bedeutender Kunde zu nutzen, um die Lieferketten zu beeinflussen und in Zukunft nachhaltiger zu gestalten.

In der gesamten Wertschöpfungskette sind Innovationen in Produktdesign und insbesondere Materialien wesentliche Hebel zur Dekarbonisierung.



⁴⁴ [BMW](#)

⁴⁵ [Electrify](#)

⁴⁶ [BMW](#)



258 t CO₂

Energiesektor

258 Mt CO₂-äquivalente Treibhausgasemissionen 2019 (32% der Gesamtemissionen in Deutschland)

Für die Transformation zur Netto-Null-Emissionen-Gesellschaft ist der Energiesektor von zentraler Bedeutung. Im Rahmen der Energiewende setzt Deutschland statt auf fossile Energieträger und Kernenergie vermehrt auf erneuerbare Energien. Für diesen Übergang wurden bisher vor allem Reserven im System genutzt. Doch der Ausbau der erneuerbaren Energien hält mit der Geschwindigkeit der Energiewende noch nicht Schritt (Abbildung 8). Da fossil befeuerte Kraftwerke und Kernkraftwerke abgeschaltet werden und gleichzeitig der Energiebedarf steigt, müssten die erneuerbaren Energien sehr viel schneller ausgebaut werden als bisher. Diese Gleichzeitigkeit macht die Transformation des Energiesektors zu einer großen Herausforderung. Es bedarf daher umfangreicher und zeitnaher Investitionen auf der Seite der Energieerzeugung und Netze, um die erforderliche Systemerweiterung zu bewerkstelligen.

Aus der derzeitigen Situation ergeben sich zwei Risikoszenarien, die bei allen Entscheidungen und Maßnahmen rund um die Klimawende bedacht werden müssen: Die Energiekosten, insbesondere der Strompreis, könnten knappheitsbedingt bis 2030 weiter ansteigen. Ebenso ist es nicht auszuschließen, dass der Energiebedarf die Produktion zeitweise übersteigt. Da diese Engpässe vermutlich kurzfristig nicht durch Importe gedeckt werden können (Deutschlands Nachbarländer elektrifizieren ebenfalls), kann es zu temporärem „Lastabwurf“ kommen, d.h. zur Abschaltung einzelner Stromverbraucher.

Dem muss Deutschland nun mit Nachdruck begegnen: Erforderlich sind ein massiv skaliertes und beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Energien und eine weitere Steigerung der Energieeffizienz. Zudem muss das Energiesystem intelligenter und flexibler werden, damit z.B. Elektroautos dann geladen werden, wenn besonders viel erneuerbare Energie verfügbar ist. Bei unzureichender Ausbaugeschwindigkeit oder Flexibilisierung der Stromnachfrage sind auch Alternativen zur Elektrifizierung eine Option, z.B. eine vermehrte Nutzung von CO₂-Abscheidung und -Speicherung⁴⁷ bzw. -Nutzung (CCU/CCS) oder der wettbewerbsfähige Import von „grünen Energien“, insbesondere von grünem Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energien hergestellt wurde.

Wie sich aus diesem Lösungsraum der ökonomische, aber auch umsetzbare Transformationspfad ergibt, ist bislang noch nicht entschieden und durchgeplant. Hierzu sind jetzt die regulatorischen Rahmenbedingungen zu schaffen (z.B. optimierte Genehmigungsverfahren, siehe Kerninitiative 1) – und zwar so, dass die Gestaltung der Energiewende sowohl den Industriestandort Deutschland als auch soziale Aspekte berücksichtigt.

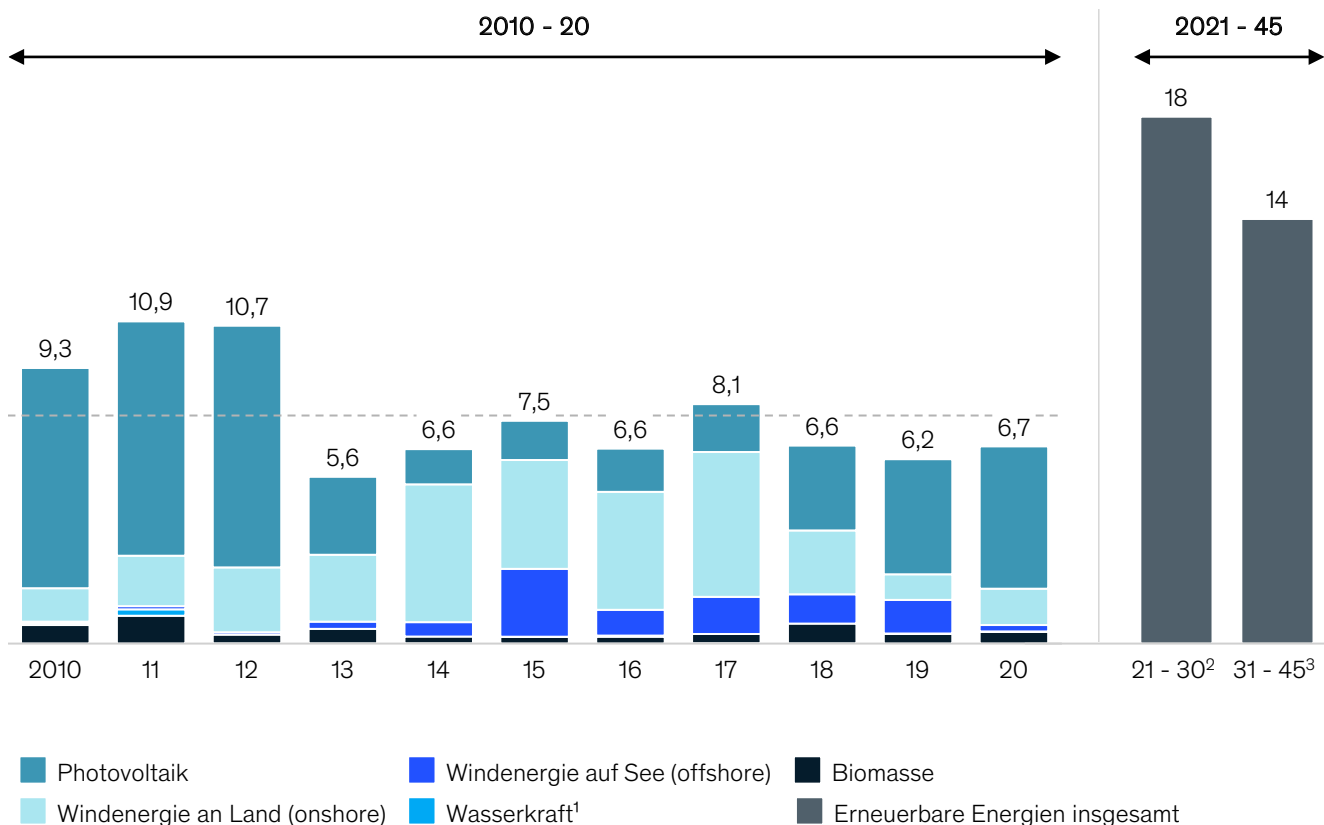
Sicher ist, dass ohne eine Kurswende weder der Energiebedarf von Privathaushalten und Unternehmen gedeckt wird noch die Klimaziele erreicht werden. Die kommenden zehn Jahre sind erfolgskritisch, um die Energiewende langfristig als echte Chance für Deutschland zu gestalten, z.B. mit der Schaffung von Arbeitsplätzen beim Ausbau erneuerbarer Energien – und das zu sozial gerechten und wettbewerbsfähigen Kosten.

⁴⁷ Hierbei gehen wir davon aus, dass eine Speicherung von CO₂ nach einem Transport über Land vor allem offshore erfolgt, wie dies z.B. auch beim europäischen Projekt „Northern Lights“ in Norwegen der Fall ist.

Abbildung 8

Der Ausbau der erneuerbaren Energien muss massiv beschleunigt und durch grüne Importe unterstützt werden

Jährlicher Nettoausbau installierter Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
in GW



1. Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss

2. Basierend auf der Annahme, dass 2030 zwischen 270 und 350 GW Kapazität erneuerbarer Energien notwendig sind

3. Basierend auf der Annahme, dass 2045 zwischen 400 und 650 GW Kapazität erneuerbarer Energien notwendig sind

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; McKinsey (2020): Net-Zero Europe

Kerninitiative 1: Massive Beschleunigung (Verdreifachung) des Kapazitätsausbaus erneuerbarer Energien

Wie bereits erwähnt, ist ein stark beschleunigter Ausbau erneuerbarer Energien notwendig. Im Jahr 2045 werden, je nach Szenario, zwischen 400 und 650 GW installierte Kapazität von erneuerbaren Energien benötigt, 2030 werden es bereits 270 bis 350 GW sein. Gelingt die Energiewende nicht rechtzeitig, müssen ergänzende Lösungen gefunden werden; abhängig vom sich realisierenden Transformationspfad ist heute davon auszugehen, dass in einem klimaneutralen Deutschland in zahlreichen Sektoren grüner Wasserstoff als zentraler Energieträger in einem Umfang von jährlich 10 bis 15 Mt zum Einsatz kommen wird.

Dabei wird ein Großteil des grünen Wasserstoffs importiert werden müssen. Dieser Import wird über verschiedene Routen wirtschaftlich möglich sein: über Pipelines – hier kann die bestehende Gasinfrastruktur umgenutzt werden – oder per Schiff für Ammoniak und Flüssigwasserstoff aus weiter entfernten Regionen.. Für den Import über Pipelines nach Deutschland bieten sich mehrere Routen an: aus Osteuropa, Skandinavien und den Niederlanden, von der iberischen Halbinsel via Frankreich, aus Italien/Nordafrika via Österreich sowie aus Russland. Per Schiff kann auch aus dem Mittleren Osten, Südamerika, West- und Südafrika, Kanada und Australien importiert werden. Deutschland beteiligt sich an der Entwicklung entsprechender internationaler Handelsabkommen und Konsortien, wie z.B. jüngst mit der Unterzeichnung eines Wasserstoff-Handelsabkommens zwischen Deutschland und Australien.

Zusätzlich könnten alternative Dekarbonisierungspfade für Abnehmersektoren (z.B. Stahl- oder Zementindustrie) erforderlich werden, z.B. CO₂-Abscheidung und -Speicherung bzw. -Nutzung (CCU/CCS). Hierfür sind länderübergreifende CO₂-Transportnetzwerke zu prüfen und zu realisieren. Je nach Ausbaugeschwindigkeit der erneuerbaren Energien sind diese sowohl als Übergangstechnologie zur schnellen CO₂-Reduzierung notwendig als auch langfristig zur vollständigen Dekarbonisierung von schwierig zu dekarbonisierenden Industrieprozessen (z.B. Zement). Aktuelle Berechnungen gehen davon aus, dass bis zu 60 Mt CO₂ jährlich nötig sind (mit anschließendem Export zur Offshore-Speicherung oder Verwendung in synthetischen Kraftstoffen oder anderen Produkten).⁴⁸

Für den Ausbau sind seitens der öffentlichen Hand geeignete Rahmenbedingen zu schaffen. Dazu zählen optimierte Beteiligungs- und Genehmigungsverfahren (z.B. Anpassung der bestehenden Abstandsregelungen von Onshore-Windkraftanlagen), die Entwicklung einer Repowering-Strategie für Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie die Bereitstellung alternativer Finanzierungsmodelle nach dem Wegfall der EEG-Umlage. Die Energieindustrie (Versorger, Betreiber, Entwickler etc.) muss den länderübergreifenden und regionalen Kapazitätsausbau erneuerbarer Energien vorantreiben (inklusive Hybridprojekten mit Erzeugung und Speicherung). Dazu bedarf es eines aktiven Dialogs zwischen Energieindustrie, öffentlicher Hand, Abnehmern und Bürger:innen, um gemeinsam Ausbauvorhaben regional zu beschleunigen. Eine Energiestrategie muss darüber hinaus auch eine klare Importstrategie für Energie enthalten, um zukünftige Wertschöpfungsketten und die erforderliche Infrastruktur zu entwickeln – z.B. die Umrüstung von Pipelines für den Wasserstofftransport oder den Ausbau von Häfen für den Import von grünem Ammoniak.

Unternehmen aus dem Energiesektor sind außerdem prädestiniert, an der Bereitstellung von CCU-/CCS-Infrastruktur mitzuwirken. Ein wichtiger Schritt sind dabei Pilotprojekte von CO₂-Abspaltungsanlagen in Kooperation mit regionalen Direktabnehmern (z.B. Zement- und Chemieindustrie). In Sektoren, deren Dekarbonisierung erst langfristig erfolgen kann, sind Unternehmenskooperationen mit europäischen Nachbarregionen, z.B. den Benelux-Staaten, für CO₂-Transport und -Speicherung länderübergreifend aufzubauen.

⁴⁸ Agora Energiewende, Fraunhofer-Institut, McKinsey



Ørsted und Siemens Gamesa haben 2021 ein Projekt gestartet, das einzelne Offshore-Windkraftanlagen und einen Elektrolyseur im Meer kombiniert und von dort aus grünen Wasserstoff an Land transportiert. Das Elektrolyseur-System wird auch Prozesse für die Entsalzung und Wasseraufbereitung integrieren. Damit wird es möglich, Meerwasser als Ausgangsmaterial für den Elektrolyseprozess zu verwenden. Finanziert wird das Projekt von Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (FCH 2 JU), einer öffentlich-privaten Partnerschaft der EU-Kommission.⁴⁹



Die norwegische Regierung und die Firmen Equinor, Shell und Total verfolgen das Projekt „Northern Lights“. Es ermöglicht mit einer grenzüberschreitenden Open-Source-Infrastruktur den Transport von CO₂ per Schiff zu einem Terminal in Westnorwegen zur Zwischenspeicherung. Von dort wird es per Pipeline zur dauerhaften Speicherung in ein Reservoir transportiert, das 2.600 m unter dem Meeresboden der Nordsee liegt. Die erste Phase des Projekts wird Mitte 2024 mit einer Kapazität von bis zu 1,5 Mio. t CO₂ pro Jahr abgeschlossen.⁵⁰

Kerninitiative 2: Ausbau (ca. 25% Erweiterung des Stromtransportnetzes) und Flexibilisierung des Energienetzes

Bei der Netzinfrastruktur gilt es, den intelligenten und schnellen Ausbau von Interkonnektoren zwischen Deutschland und dem umliegenden Ausland sowie den Ausbau nationaler Stromtrassen zu beschleunigen, besonders entlang der Nord-Süd-Achse. Dies ist zwingend notwendig, um der zunehmenden Volatilität der Stromversorgung (getrieben durch den steigenden Anteil erneuerbarer Energien an der Erzeugung) effektiv und effizient zu begegnen. Der zweite Entwurf des Netzausbauplans von April 2021 sieht vor, den Ausbau der Stromtransportnetz-Länge bis 2040 von bisher geplanten zusätzlichen 6.100 km auf mehr als 12.700 km zu verdoppeln.⁵¹ Derzeit beträgt die Länge des Stromtransportnetzes in Deutschland rund 50.000 km; geplant ist also ein Zubau um etwa 25% der heutigen Länge. Geht man davon aus, dass das Verteilnetz, das die Lasten vieler erneuerbarer Energien, der E-Mobilität und des Großteils der Elektrifizierung trägt, in mindestens gleichem Ausmaß gestärkt werden muss, stünde Deutschland vor einer Netzverstärkung von über 400.000 km, bei einer Netzlänge von derzeit knapp 2 Mio. km.

Für den Netzausbau und den Ausbau der Interkonnektoren sind seitens der öffentlichen Hand Beteiligungs- und Genehmigungsverfahren zu optimieren. Ausgehend davon kann die Energieindustrie (Versorger, Betreiber, Entwickler etc.) einen kostenoptimalen Netzausbau vorantreiben, z.B. mit Hilfe von Netzplanungs-Szenarien. Dazu gehören auch Maßnahmen zur Erhöhung der Netzflexibilität, z.B. die Umsetzung von Hybridprojekten zur Energieerzeugung und -speicherung sowie von digitalen Plattformen zur flexiblen Steuerung und Optimierung regionaler Energienetze. Wasserstoff als zentraler Energieträger benötigt den Aufbau einer kommerziellen Infrastruktur mit Elektrolyseuren, Pipelines und Speichern. Dazu sind bestehende Infrastrukturen umzugestalten (z.B. Gasnetzwerke), vorhandene Kapazitäten zu nutzen und gebündelte Abnahmen zu organisieren.

⁴⁹ [Ørsted](#)

⁵⁰ [Projekt „Northern Lights“](#)

⁵¹ [NEP 2035, Version 2021.2, Entwurf](#)

Das Stromtransportnetz soll bis 2040 um zusätzlich 12.700 km (+25% Länge) ausgebaut werden.



Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff für den Weitertransport kann die Effizienz des Energienetzes steigern. Im Vergleich zu einer konventionellen Stromtrasse können Wasserstoff-Pipelines die bis zu zehnfache Energiemenge zu einem Achtel der Kosten übertragen – abhängig von ihrer Bauart. Zudem haben die Pipelines eine längere Nutzungsdauer und können gleichermaßen als Transport- und Speichermedium für grüne Energie genutzt werden.⁵²



Im Juli 2021 nahm Shell im rheinischen Wesseling mit REFHYNE die größte Elektrolyseanlage Europas in Betrieb. Jährlich werden hier nun bis zu 1.300 t grüner Wasserstoff produziert. In Nordrhein-Westfalen hat sich in den vergangenen Jahren ein Cluster für die Produktion von grünem Wasserstoff gebildet, das rund 30% des derzeitigen deutschen Wasserstoffbedarfs deckt. Auf Grund des stark steigenden Bedarfs plant Shell für 2022 bereits den Bau des Nachfolgemodells REFHYNE II. Mit 100 MW könnte es die bis zu zehnfache Leistung der kürzlich in Betrieb genommenen Anlage haben.⁵³

⁵² Hydrogen Council & McKinsey (2021): [Hydrogen Insights](#), vgl. auch [European Hydrogen Backbone](#), International Energy Agency

⁵³ [Shell](#)

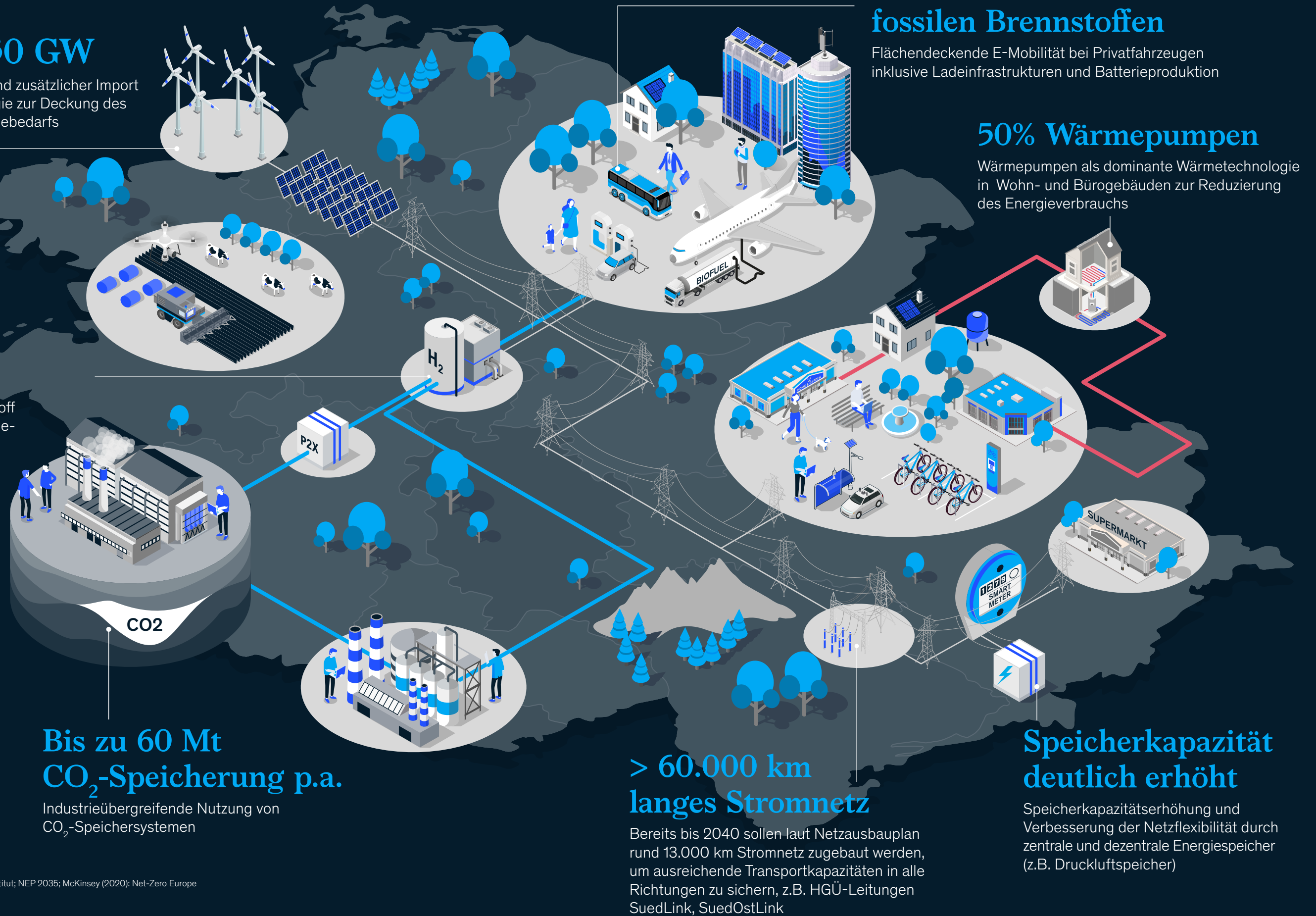
Klimaneutrales Deutschland 2045

400 - 650 GW

Massiver Ausbau und zusätzlicher Import erneuerbarer Energie zur Deckung des gestiegenen Energiebedarfs

10 - 15 Mt Wasserstoffbedarf

Etablierung von Wasserstoff als neuer, zentraler Energieträger und Treiber des Technologiewandels



Quelle: Agora Energiewende; Fraunhofer-Institut; NEP 2035; McKinsey (2020): Net-Zero Europe



Industriesektor

187 Mt CO₂-äquivalente Treibhausgasmissionen 2019 (23% der Gesamtemissionen in Deutschland)

187 Mt CO₂

Die deutsche Industrie ist bekannt für ihre stärkste Branche: den Fahrzeug- und Maschinenbau. Diese trägt (inklusive der elektrischen Anlagen) mehr als 50% zur Bruttowertschöpfung bei. Das verarbeitende Gewerbe verursacht nur sehr geringe Scope-1-Emissionen in Höhe von ca. 5% aller CO₂-Emissionen in der deutschen Industrie.⁵⁴ Die Scope-1-Emissionen repräsentieren jedoch derzeit nur einen Bruchteil des gesamten Fußabdrucks (Abbildung 7); daher kommt den Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes bei der Optimierung der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten eine besondere Bedeutung zu.

Die bedeutendsten direkten CO₂-Emittenten sind in der Grundstoffindustrie zu finden: Die Metallverarbeitung inklusive der Stahlindustrie, die Zementherstellung und die chemische Industrie machen zusammen ca. 60% der industriellen Scope-1-Emissionen in Deutschland aus (Abbildung 10). Unternehmen dieser Branchen haben nicht nur auf Grund steigender CO₂-Preise einen zunehmenden Anreiz, die Emissionen zu reduzieren, sondern auch durch die steigende Nachfrage nach CO₂-armen bzw. CO₂-freien Grundstoffen aus den verarbeitenden Industrien. Diese benötigen z.B. die Fahrzeughersteller, um ihr Commitment in Bezug auf CO₂-freie Autos im gesamten Lebenszyklus zu erfüllen.



Um dies zu verdeutlichen: Der CO₂-Fußabdruck eines typischen Pkw-Herstellers ist heute durch die Emissionen in der Nutzungsphase der Fahrzeuge bestimmt. Etwa 80% der Emissionen fallen an, wenn die Fahrzeuge Kraftstoff verbrennen; nur 20% der CO₂-Emissionen werden durch die Produktion inklusive der Vormaterialien verursacht.⁵⁵ Durch die Umstellung der Pkws auf Elektromobilität bei gleichzeitiger Nutzung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien erhöht sich der CO₂-Fußabdruck für die Erzeugung des Produkts, da die Batterien bei der Herstellung mehr CO₂-Emissionen verursachen als die Herstellung eines Verbrennungsmotors. Die Materialien eines typischen vollelektrischen SUVs erzeugen heute einen CO₂-Fußabdruck von ca. 10 t CO₂. Davon entfallen 50% auf die eingesetzten Rohmaterialien (ca. 20% Stahl, 15% Aluminium und 15% Kunststoffe) und 35% auf die Batterie.⁵⁶ Daher gewinnt die Dekarbonisierung dieser Materialien durch die Grundstoffindustrie zunehmend an Bedeutung, wenn es darum geht, Fahrzeuge klimaneutral zu produzieren.

Kerninitiative 3: Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie (grüne Materialien) durch Innovationen in Prozessen und Anlagentechnik, getrieben durch Anforderungen aus dem verarbeitenden Gewerbe

Grundsätzlich ist die Dekarbonisierung der Industrieprozesse oft aufwendig und erfordert hohe Investitionen sowie die Bereitstellung großer Mengen an grüner Energie. Auf Grund von Größe und Komplexität der Industrieprozesse ist für die Dekarbonisierung ein Portfolio an spezifisch für einzelne Branchen zu entwickelnden Null-Emissionen-Technologien und -Maßnahmen erforderlich. Der Grundstoffindustrie kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

⁵⁴ Statistisches Bundesamt

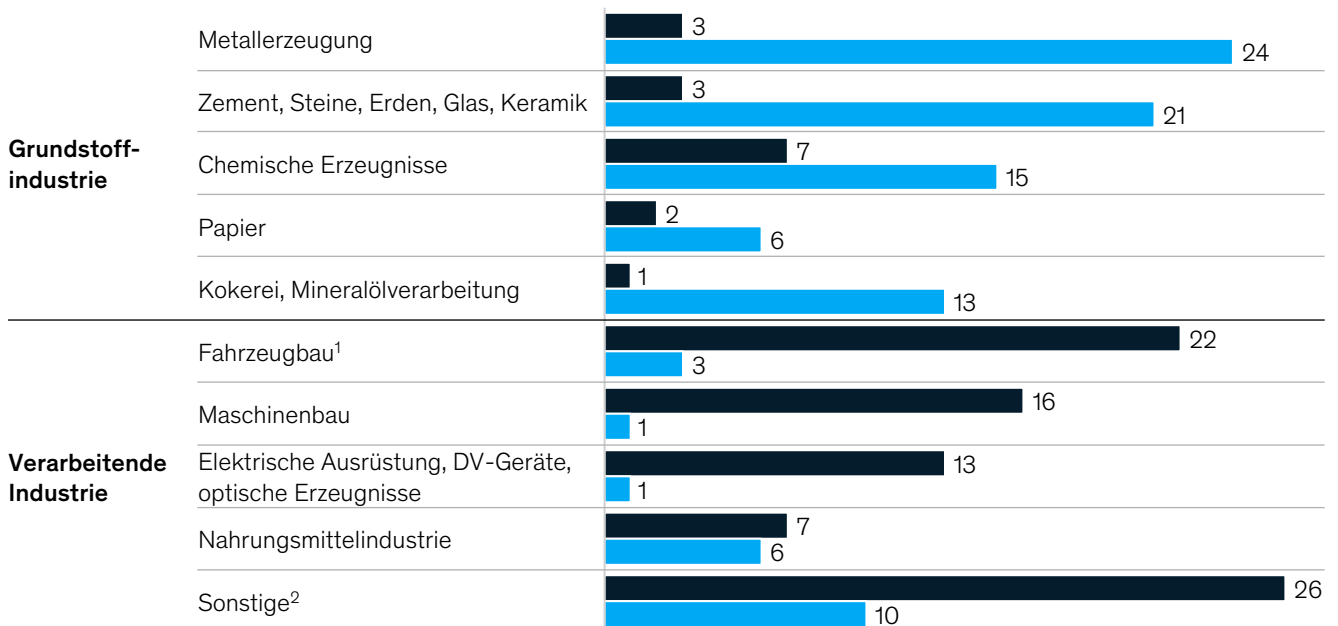
⁵⁵ [ICCT Report](#)

⁵⁶ McKinsey Sustainability Insights – Zero Carbon Product

Abbildung 10

Anteil der Industriebranchen an der Bruttowertschöpfung und den Treibhausgasemissionen des gesamten Industriesektors

in Prozent



■ Anteil an der Bruttowertschöpfung des Industriesektors

■ Anteil an den Gesamtemissionen des Industriesektors leerschritt Scope 1 und 2

1. Kraftwagen, Kraftwagenteile, sonstiger Fahrzeugbau

2. Holz, Gummi, Kunststoff etc.

Quelle: Statistisches Bundesamt

(1) Stahlindustrie

Abbildung 11 zeigt die in der europäischen Stahlindustrie erzeugten CO₂-Emissionen. In Deutschland produziert die lokal ansässige Stahlindustrie seit Langem eine in etwa konstante Menge Stahl: rund 40 bis 45 Mt Stahl pro Jahr,⁵⁷ für die je 1 t Stahl rund 1,5 t CO₂ anfallen.⁵⁸ Die Abbildung verdeutlicht, dass die Dekarbonisierung der Stahlindustrie im europäischen Verbund erfolgen muss und eine alleinige Dekarbonisierung in Deutschland nicht ausreicht. Gleichzeitig muss sichergestellt sein, dass durch die Dekarbonisierung verursachte höhere Kosten nicht zu Importen günstigerer, nicht dekarbonisierter Materialien führen. Dies gilt für alle Industrien gleichermaßen. Die EU-Kommission hat daher den „Carbon Border Adjustment Mechanism“ (CBAM) eingeführt, um zu verhindern, dass Produkte und Dienstleistungen mit weniger strikten Anforderungen in Europa erzeugte klimaneutrale Produkte und Dienstleistungen aus Kostengründen ersetzen. Die Regelung wird ab 2023 mit einer Vorphase eingeführt und 2026 voll operationalisiert.⁵⁹

⁵⁷ ZBW

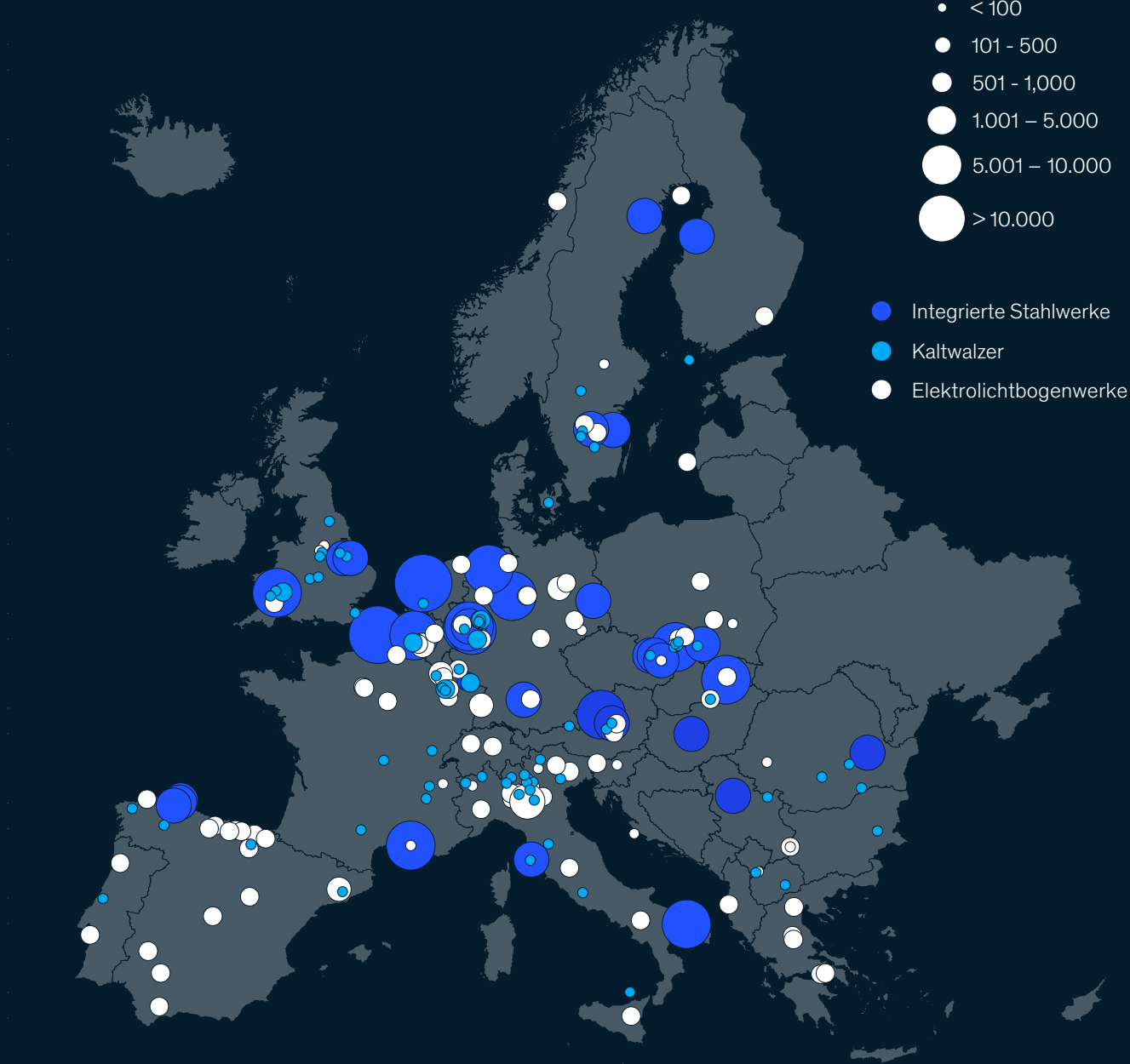
⁵⁸ IGM

⁵⁹ EU-Kommission

Abbildung 11

CO₂-Emissionen von europäischen Stahlwerken, 2019

in 1.000 t



Quelle: McKinsey

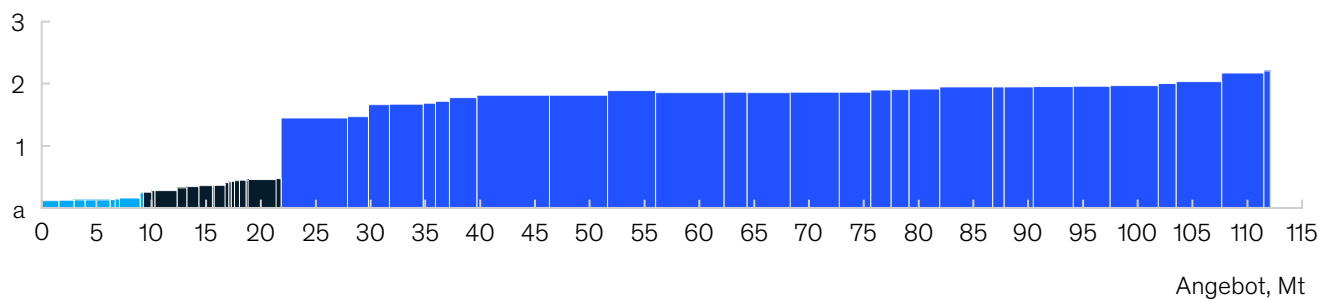
In der Stahlindustrie hängen die CO₂-Emissionen von der Produktionsroute und vom eingesetzten Energiemix ab, so dass sich für die unterschiedlichen Standorte und Technologien deutliche Unterschiede bei den CO₂-Emissionen ergeben (Abbildung 12).

Abbildung 12

Je nach Produktionsprozess unterscheiden sich die Emissionen pro produzierte Tonne Stahl deutlich (Faktor 5 - 10)

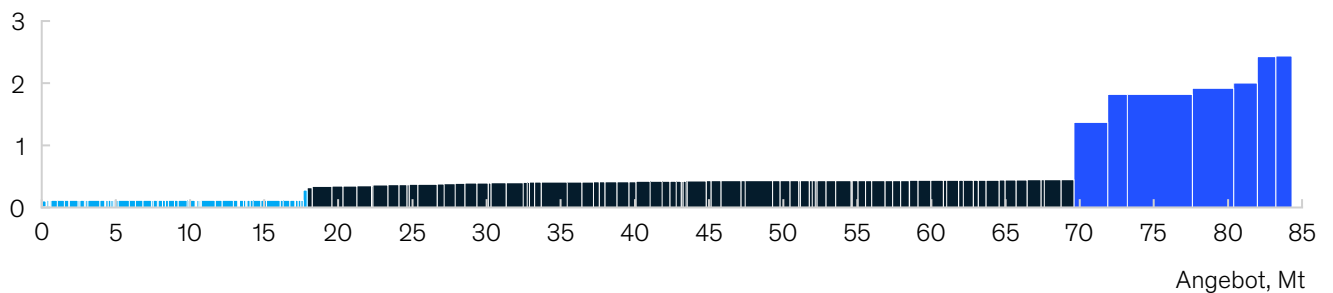
CO₂-Emissionen für Flachstahlwerke auf Werksebene, 2019

in t CO₂ pro t warmgewalztem Äquivalent



CO₂-Emissionen für Langstahlwerke auf Werksebene, 2019

in t CO₂ pro t warmgewalztem Äquivalent



■ Integrierte Stahlwerke (auch Hochofenroute) ■ Elektrolichtbogenwerke ■ Kaltwalzer

Quelle: McKinsey MetalSpans' CO₂ Module

Heute werden im Wesentlichen zwei Produktionsrouten eingesetzt: die Hochofenroute und die Elektrolichtbogenroute. Bei der Hochofenroute (BF-BOF-Route) wird Kokskohle als Reduktionsmittel für die Produktion von Roheisen im Hochofen eingesetzt. Die Hochofenroute ist also eine so genannte „Primärroute“, bei der aus Erzen Stahl erzeugt wird. Die Primärroute wird vor allem auch für die Erzeugung besonders hochwertiger Stähle benötigt, wie sie z.B. im Fahrzeugbau verbaut werden. Bei der Elektrolichtbogenroute (EAF-Route) wird dagegen Elektrizität zum Einschmelzen von Stahlschrotten genutzt. Sie wird häufig auch als Sekundärroute bezeichnet, da sie in vielen Fällen Stahl auf Basis von Schrotten erzeugt.

Die Hochofenroute weist einen durchschnittlichen CO₂-Ausstoß pro Tonne Rohstahl von ca. 2,3 t auf, die Elektrolichtbogenofenroute ist mit einem CO₂-Ausstoß pro Tonne Rohstahl von ca. 0,5 t – abhängig vom genutzten Strommix⁶⁰ – deutlich emissionseffizienter.

Zur Verringerung der CO₂-Emissionen in der Stahlindustrie gibt es drei Optionen:

- Weitere Effizienzsteigerungen bei der Hochofenroute, z.B. durch die Nutzung von Koksgasen im Hochofen, die Verwendung von Erdgas oder Wasserstoff als Ersatz bzw. Ergänzung zur Einblaskohle im Hochofen (PCI – Pulverized Coal Injection) oder durch einen stärkeren Einsatz von Schrotten im Konverter. Diesen Maßnahmen schreiben wir in den nächsten zehn Jahren ein Emissionsreduktionspotenzial in Höhe von 15 bis 20% der heutigen Emissionen zu.⁶¹
- Ausbau des Anteils der Elektrolichtbogenofenroute mit deutlich geringerer CO₂-Intensität. Maßgeblich ist hierfür die Verfügbarkeit von (hoch)qualitativem Schrott (d.h. mit möglichst wenig Verunreinigungen). Zusätzlich ist die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Quellen bei der Elektrolichtbogenofenroute wichtig, um die Emissionen weiter zu senken. Dadurch können zusätzlich rund 15 bis 25 Mt Stahl pro Jahr in Europa produziert werden.⁶²
- Nutzung insbesondere von grünem Wasserstoff als Reduktionsmittel. Dieser ersetzt die Kokskohle bei der Roheisenproduktion in der Primärroute mit Hilfe einer Direktreduktionsanlage in Kombination mit einem Elektrolichtbogenofen. Hierbei wird Eisenerz mit Hilfe von grünem Wasserstoff CO₂-frei in einer Direktreduktionsanlage an Stelle eines Hochofens reduziert. Der dadurch gewonnene Eisenschwamm wird in einem Elektrolichtbogenofen zu Roheisen bzw. Rohstahl verarbeitet. Diese Maßnahme erfordert die ausreichende Versorgung mit grünem Wasserstoff sowie DR-Eisenerzpellets⁶³. Durch den Einsatz von Wasserstoff und Strom aus erneuerbaren Energien kann Stahl fast vollständig dekarbonisiert werden – man spricht in diesem Falle von grünem Stahl. Durch diese Route lassen sich auch hochqualitative Stähle CO₂-frei herstellen.



Das schwedische Start-up H₂ Green Steel (H₂GS) wurde 2020 mit dem Ziel gegründet, bereits 2024 den ersten grünen Stahl zu produzieren – ab 2026 pro Jahr 2,5 Mt Stahl und ab 2030 dann 5 Mt Stahl. Als erster Pkw-Hersteller hat sich Mercedes-Benz an dem Start-up beteiligt, um gemeinsam eine grüne Stahllieferkette aufzubauen.⁶⁴

Alle Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in der Stahlindustrie sind mit höheren Kosten (rund 20 bis 25%)⁶⁵ verbunden und erfordern teilweise signifikante Investitionen in neue Anlagen. Zudem hängen sie stark vom Ausbau der Infrastruktur ab, insbesondere von der Versorgung mit größeren Mengen grüner Energien.

⁶⁰ MPP-Report

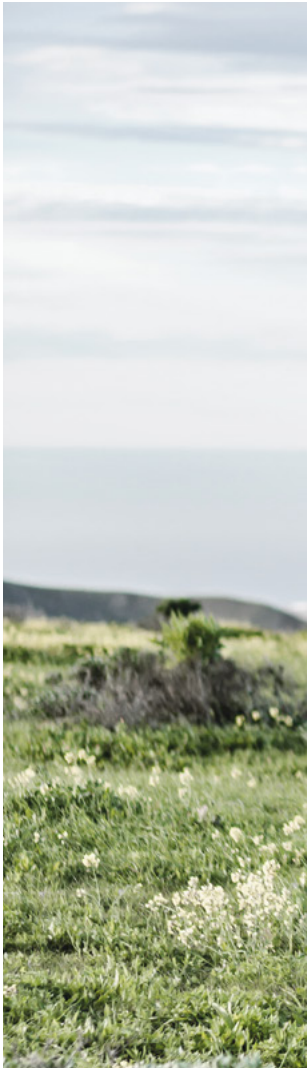
⁶¹ Bei einer Kombination aller möglichen Maßnahmen, aber ohne Verbesserung der Performance von Stahl; McKinsey

⁶² McKinsey

⁶³ DR steht für Direktreduktion

⁶⁴ [H₂ Green Steel](#)

⁶⁵ McKinsey



(2) Zementindustrie

Seit 1990 ist es den deutschen Zementherstellern gelungen, die CO₂-Emissionen sowohl spezifisch als auch absolut in einer Größenordnung von 20 bis 25% zu reduzieren.⁶⁶ Grundlage für diese Reduzierung waren die traditionellen Möglichkeiten, die der Industrie zur Verfügung stehen:

- Verbesserungen der thermischen Effizienz
- Senkung der Klinkergehalte im Zement (Klinker ist der gebrannte Bestandteil des Zements, der für die Aushärtung unter Beimengung von Wasser sorgt)
- Verstärkter Einsatz alternativer biomassehaltiger Brennstoffe, die die fossilen Energieträger mehrheitlich ersetzen.

Die Zementindustrie gehört mit 20 Mt zu den größten industriellen Emittenten⁶⁷ und gilt als besonders schwer zu dekarbonisieren, da ein Teil der CO₂-Emissionen ein chemisches Nebenprodukt der Klinkerherstellung ist – der so genannten „Kalzinierung“. Damit stößt die deutsche Zementindustrie bei der weiteren Minderung ihrer CO₂-Emissionen zunehmend an die Grenzen der technischen Prozessoptimierung:

- Im Jahr 2019 wurde der Brennstoffenergiebedarf zu fast 70% durch alternative Brennstoffe gedeckt. Eine Steigerung dieses Anteils auf 85 bis 90% bis 2050 mit einem Biomasseanteil von 35% ist technisch zwar möglich, setzt aber den Zugang zu ausreichenden Mengen alternativer, biomassehaltiger Brennstoffe voraus.
- Der Klinkeranteil im Zement lässt sich weiter senken, und zwar von derzeit 71% auf unter 60%. Im Fokus steht hier der in der EU vor kurzem neu zugelassene CEM-II-/C-Zement, ein Mehrkomponentenzement aus Klinker, Hochofenschlacke (Hüttensand) und Kalkstein. Allerdings ist man hier auf die Stahlindustrie angewiesen, die die Hochofenschlacke für die Zementindustrie liefert.
- Beim Energiebedarf gibt es, im Vergleich zu den führenden Ländern, die einen deutlich jüngeren Anlagenpark aufweisen, ein Verbesserungspotenzial von etwa 20%. Allerdings sind diese Maßnahmen mit einem hohen Kapitalbedarf verbunden.



In Deutschland ist die Holcim-Gruppe mit einem Joint Venture, bestehend aus Raffinerie Heide, OGE, Ørsted, Stadtwerke Heide, Thyssenkrupp Industrial Solutions und Thüga, eine branchenübergreifende Partnerschaft eingegangen. Die Unternehmen wollen mit Hilfe von Offshore-Windenergie grünen Wasserstoff produzieren und auch die dabei entstehende Abwärme nutzen. Im Anschluss soll der Wasserstoff sowohl für die Produktion klimafreundlicher Flugzeugtreibstoffe genutzt als auch in Gasnetze eingespeist werden. Bei der Treibstoffherstellung ohne fossile Brennstoffe kommt unvermeidbares CO₂ aus der regionalen Zementproduktion zum Einsatz.⁶⁸

⁶⁶ VDZ

⁶⁷ VDZ

⁶⁸ [Westküste 100](#)

Für eine weitergehende CO₂-Reduktion reichen diese Verbesserungen allerdings nicht aus; insbesondere die prozessbedingten CO₂-Emissionen der Klinkerherstellung lassen sich mit diesen Maßnahmen nicht genügend mindern. Eine entscheidende Rolle bei der Dekarbonisierung von Zement und Beton spielt daher künftig vor allem die Abscheidung von CO₂ im Zementwerk und dessen Speicherung (CCU/CCS) bzw. Nutzung zur Herstellung synthetischer Treibstoffe oder Chemikalien.

Darüber hinaus können alternative Baustoffe zu Zement, z.B. Brettsper Holz, einen großen Beitrag leisten. Dank ihrer vorteilhaften Materialeigenschaften und der Fähigkeit, als CO₂-Senke zu fungieren, erfahren diese Alternativen derzeit vermehrte Aufmerksamkeit (Kapitel 3 – Gebäude).



**Unternehmen werden
mit Hilfe von
erneuerbaren Energien
grünen Wasserstoff
produzieren.**

(3) Chemie- und Pharmaindustrie

Die Chemieindustrie ist mit ca. 30 Mt CO₂-Äquivalenten der drittgrößte industrielle Emittent.⁶⁹ Wenn zusätzlich zu den energieintensiven Verfahren auch der Kohlenstoff berücksichtigt wird, der sich in den fossilen Rohstoffen (dem so genannten Feedstock) und im Endprodukt befindet, verursacht die Chemieindustrie in Deutschland über 110 Mt CO₂.⁷⁰ Die CO₂-Emissionen entstehen durch drei wesentliche Mechanismen:

- Nutzung fossiler Energieträger für energieintensive chemische Synthesen (Wärme- und Strombedarf insbesondere für Steamcracking zur Herstellung von Ethylen und weiterer Basischemikalien und die Wasserstoffproduktion zur Herstellung von Ammoniak, Methanol und Chlor)
- Nutzung fossiler Quellen als Rohstoffe für die organische Chemie (vor allem Polymere, aber auch Farben und Lacke), deren Kohlenstoff am Ende des Produktlebenszyklus (End-of-Life-Emissionen) heute häufig durch Müllverbrennung als CO₂ freigesetzt wird und so die CO₂-Menge in der Atmosphäre erhöht
- Direkte Emissionen von Treibhausgasen als Nebenprodukt der chemischen Reaktionen (vor allem direkte CO₂-Emissionen als Nebenprodukt chemischer Synthesen und Lachgasproduktion in der Salpetersäureherstellung).

⁶⁹ Statistisches Bundesamt

⁷⁰ [VCI](#)

Die CO₂-Intensität einzelner Produkte unterscheidet sich dabei signifikant und ist hauptsächlich abhängig von der Anzahl der Umwandlungs- und Syntheseschritte, die für die verschiedenen Produkte zu durchlaufen sind. Die Bandbreite der Emissionen kann hierbei von unter 1 t CO₂-Äquivalent pro t Produkt bis über 10 t betragen (inklusive End-of-Life-Emissionen). Durch die hohe Bedeutung von fossilem Feedstock, aber auch durch die verschiedenen Prozessvarianten und die damit einhergehende Energieintensität gilt auch die Chemieindustrie als schwer zu dekarbonisieren. Es gibt jedoch verschiedene Stoßrichtungen zur CO₂-Reduktion, z.B.:

- Reduzierung des Energiebedarfs der bestehenden Prozesse, z.B. durch eine verbesserte Prozessführung, höhere Anlagenwirkungsgrade, verminderte energetische Verluste sowie die Reduzierung von qualitätsbedingter oder prozessbedingter Verschwendung von Rohmaterialien bzw. erzeugten Chemikalien
- Umstieg auf erneuerbare Energien insbesondere für die beiden Kernprozesse Steamcracking und Ammoniakproduktion. Dafür kommen im Wesentlichen zwei Verfahren in Betracht:
 - Die Elektrifizierung des Crackingprozesses kombiniert mit einer Umstellung auf erneuerbaren Strom. Hierzu gibt es erste Pilotprojekte und Demonstrationsanlagen werden in den folgenden zwei bis vier Jahren erwartet
 - Die Nutzung von grünem Wasserstoff als Ersatz für den emissionsintensiven SMR-Prozess (Methan-Dampfreformierung). Der grüne Wasserstoff kann durch Biomasse ergänzt werden (eine vollständige Umstellung auf Biomassebrennstoffe ist zeitnah auf Grund geringer Verfügbarkeit insbesondere von Biomethan noch nicht möglich)
- Zusätzliche Beiträge durch Umstellung weiterer Basisprozesse (für jedes Produkt spezifisch zu erarbeiten, z.B. Produktion von Olefinen durch emissionsarmes grünes Methanol)
- Reduzierung der Nutzung fossiler Quellen als Rohstoff durch Recycling oder Einsatz biobasierter Rohstoffe.

Die Endprodukte der chemischen Industrie – vor allem Polymere – werden am Lebensende häufig verbrannt. Bei den Materialien handelt es sich jedoch um wertvolle Rohstoffe, deren Verbrennung aus Nachhaltigkeitsgründen zu vermeiden ist. Dazu müssen hochwertige Recyclingverfahren (inklusive neuer chemischer Verfahren) sowie eine höherwertige bzw. sortenreine zirkuläre Logistik weiter auf- und ausgebaut werden. Rezykliertes und damit auch CO₂-ärmeres HDPE beispielsweise erlebte in den letzten Jahren einen Absatzboom in den USA. Dies führte dazu, dass der Preis zwischen 2018 und 2021 zwischen 50 und 150% über dem für neues Material aus fossilen Rohstoffen lag.

Eine Alternative auch ist die Umstellung chemischer Rohstoffe auf Biomasse. Recycling ist der Nutzung von Biomasse zunächst vorzuziehen: Hier ist eine zeitnahe Implementierung möglich, während die Weiterentwicklung zu einer biobasierten Chemieindustrie noch mehr Forschung erfordert. Biobasierte Rohstoffe, die heute weniger als 1% des Gesamtvolumens ausmachen, werden für einen langfristigen Netto-Null-Pfad in bestimmten Endmärkten dennoch eine wesentliche Rolle spielen.

Die Reduktion direkter Emissionen aus den chemischen Prozessen lässt sich durch zwei Hauptansätze erreichen:

- Umwandlung potenter Treibhausgase in weniger potente Alternativen (wie bereits übliche Verfahren zur Umwandlung von Lachgas in Stickstoffdioxid durch Katalysatoren)
- Die CO₂-Abscheidung und -Speicherung und daran anschließend die direkte Verwendung des CO₂ als chemischer Feedstock in Verbindung mit grünem Wasserstoff (CCU). Heute ist dieses Verfahren in Deutschland durch zeitliche und mengenmäßige Beschränkungen auf Demonstrationsprojekte begrenzt.⁷¹

Die meisten dieser Maßnahmen sind technisch realisierbar, befinden sich aber noch in der Entwicklung oder Skalierung.

Es gibt noch eine weitere Option, die vor allem die Kund:innen in der Hand halten: die Nutzung andersartiger Materialien mit geringerem CO₂-Fußabdruck an Stelle heute genutzter Stoffe. Die Chemieindustrie kann sich hier als Innovationspartner in der Produktentwicklung einbringen und dadurch gemeinsam mit ihren Abnehmer:innen die Wertschöpfungskette optimieren.

Pharmaindustrie

Im Vergleich zur übrigen chemischen Industrie fallen die Scope-1- und Scope-2-Emissionen der Pharmaindustrie deutlich geringer aus, was vor allem auf die kleineren Produktionsmengen zurückzuführen ist. Die Maßnahmen in der Pharmaindustrie sind jedoch ähnlich. Eine besondere Bedeutung kommt hier den Verpackungen zu – in vielen Bereichen machen hohe Anforderungen an Produktsicherheit und Sterilität Einmalverpackungen, häufig aus Glas und Kunststoff, unerlässlich. Eine Verringerung des Ressourceneinsatzes lässt sich idealerweise durch Innovationen, z.B. in der Verpackungstechnologie, ermöglichen.



⁷¹ [Bundesministerium für Wirtschaft und Energie](#)

3,1%

aller Neuzulassungen in
Deutschland waren

2019

Elektrofahrzeuge, inklusive
Plug-in-Hybride.

Im 1. Halbjahr

2021

waren es bereits

22,5%.

(4) Automobilindustrie

Die Automobilindustrie verursacht lediglich geringe Scope-1-Emissionen. Allerdings nimmt sie eine prominente Stellung ein bei der Dekarbonisierung des Transportsektors, da die Fahrzeuge in ihrer Nutzungsphase viele Jahre lang CO₂ emittieren. Daher widmen sich die Hersteller intensiv der Umstellung auf elektrische Antriebe und – noch in einem geringeren Maße – auf Wasserstoffantriebe.

In der Produktion verbraucht die Branche eine Reihe von Rohstoffen – direkt aus der Grundstoffindustrie und aus der nachgelagerten Weiterverarbeitungskette. In dieser Lieferkette werden hohe Emissionen verursacht; die Automobilindustrie ist deshalb in der Lage, durch ihre Anforderungen an die Zulieferer Veränderungen in der gesamten Wertschöpfungskette zu initiieren. Die deutschen Pkw-Hersteller haben sich hierfür in den vergangenen zwei Jahren ambitionierte Ziele gesetzt; z.B. möchte Daimler bis 2039 bilanziell CO₂-neutral sein, Porsche bereits 2030.

Im Folgenden sind die wichtigsten Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen aufgeführt:

- Um die Emissionen in der Nutzungsphase der Fahrzeuge zu reduzieren, müssen die klassischen Verbrennungsmotoren ersetzt werden durch emissionsfreie Antriebe. Die Pkw-Hersteller setzen überwiegend auf vollelektrische Antriebe und übergangsweise auf Plug-in-Hybride, die zusätzlich zur Batterie noch einen Verbrennungsmotor aufweisen. Für Nutz- und schwerere Fahrzeuge ist der Antrieb mit grünem Wasserstoff in Brennstoffzellen oder Wasserstoffmotoren eine Option.
- Die Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen steigen stark an. Waren es 2019 noch 3,1% Elektrofahrzeuge inklusive Plug-in-Hybride, waren es 2020 bereits 13,6% aller Neuzulassungen in Deutschland (6,7% Elektrofahrzeuge, 6,9% PHEV).⁷² Im ersten Halbjahr 2021 konnte der Anteil noch einmal weiter auf 22,5% gesteigert werden (davon 10,7% vollelektrische Fahrzeuge und 11,8% Plug-in-Hybride).⁷³ Die EU hat mit ihrer letzten Verschärfung der CO₂-Zielwerte im „Fit for 55“-Programm den Weg bereits aufgezeigt: Die Regulierung erfordert, dass Elektrofahrzeuge mindestens 60% der Neuzulassungen ausmachen. Modellrechnungen ergeben jedoch, dass dies noch nicht ausreicht: 2030 müssten etwa drei Viertel der Neuzulassungen elektrisch angetrieben und in der Nutzungsphase auch vollständig elektrisch betrieben werden (d.h., die Plug-in-Hybride dürften nur in Ausnahmefällen die Verbrennungsmotoren nutzen).
- Alternativ – bzw. zusätzlich – kommen weitere Maßnahmen im Fahrzeugbestand in Frage. Denkbar sind z.B. beschleunigter Ersatz von Fahrzeugen mit hohem Verbrauch durch neuere, effizientere Fahrzeuge sowie die Erhöhung des Anteils von Bio- und E-Kraftstoffen, d.h. der Einsatz synthetischer Kraftstoffe, die mit Hilfe von Strom aus Wasser und CO₂ hergestellt werden. Diese sind mit bestehenden Verbrennungsmotoren kompatibel. Der Großteil des Angebots an Bio- und E-Kraftstoffen wird jedoch zunächst für die Dekarbonisierung des Schiffs- und Luftverkehrs sowie des gewerblichen Straßenverkehrs benötigt, für die es heute nur begrenzt emissionsfreie Alternativen gibt. Darüber hinaus kann der CO₂-Austoß von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren gesenkt werden, wenn die Menge der zurückgelegten Kilometer reduziert, das Verkehrsmanagement verbessert und der Verkehr für die Parkplatzsuche in den Städten verringert wird (dieser macht heute 30% der Fahrzeugnutzungszeit in Städten aus). Eine weitere Maßnahme ist die Erhöhung der Personenzahl- bzw. Auslastung pro Fahrzeug und die vermehrte Nutzung von Fahrrädern und öffentlichen Verkehrsmitteln (siehe Kapitel 3 – Verkehr).

⁷² KBA, Fahrzeuge nach Kraftstoffarten

⁷³ KBA, Pkw-Bereich

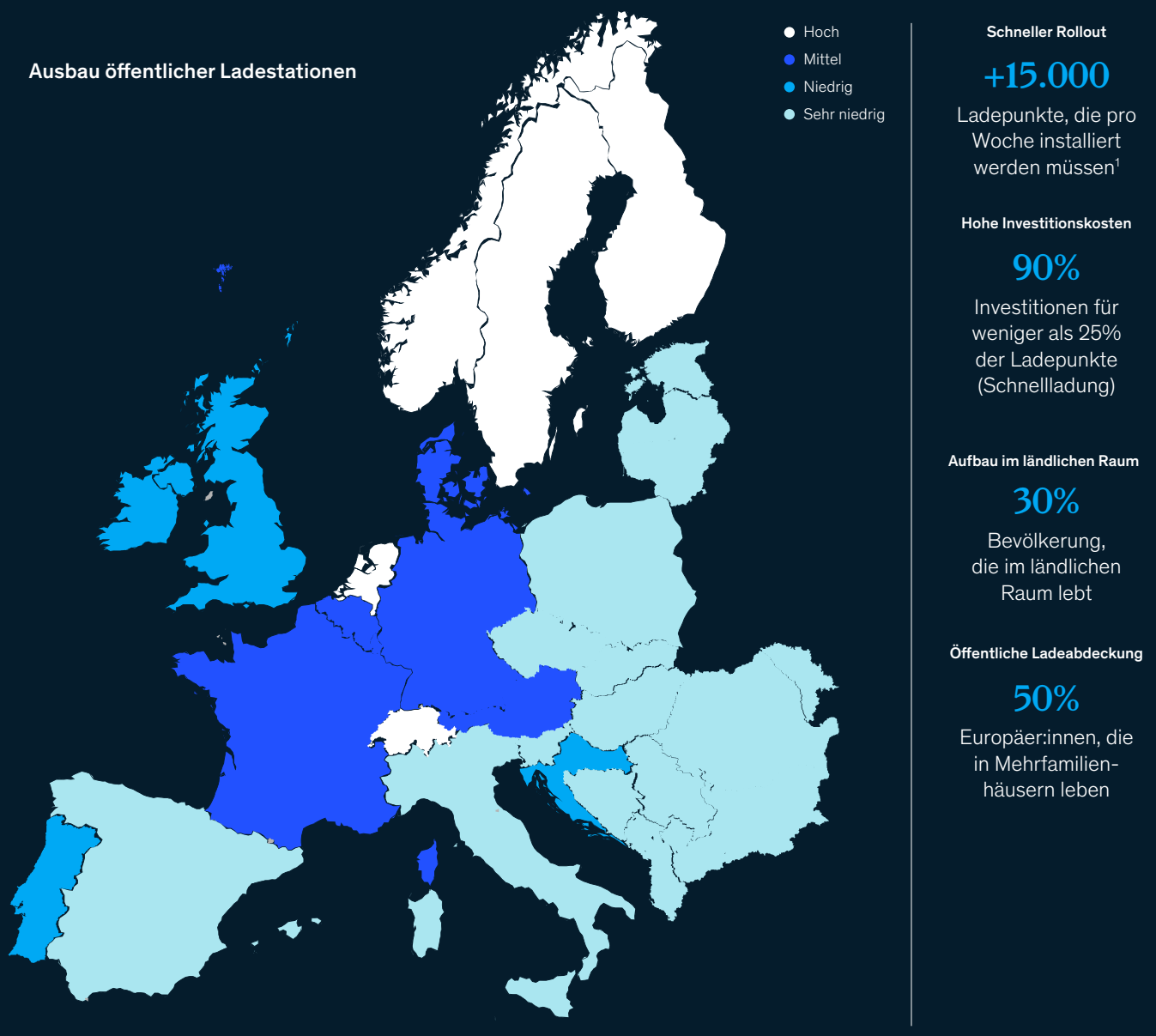
- Der Aufbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ist zu beschleunigen, da Engpässe die Nutzung der Fahrzeuge beeinträchtigen können.
- Während die erste Generation der E-Fahrzeugkäufer:innen hauptsächlich privat lädt (im Jahr 2020 hatten 80% von ihnen in Europa Zugang zu privaten Ladestationen), wird die nächste Generation auch auf öffentliche Ladestationen angewiesen sein. Mehr als die Hälfte der europäischen Bevölkerung wird in Mehrfamilienhäusern ohne Zugang zu privaten Ladestationen leben. Zudem werden Ladestationen im öffentlichen Raum und an überregionalen Verkehrswegen benötigt, um Langstreckenfahrten mit einem Elektromobil zu ermöglichen. Hierfür gilt es, die Produktion von Ladesäulen zu erhöhen, da bis 2030 in der EU voraussichtlich mehr als 15.000 Ladegeräte pro Woche installiert werden müssen (Abbildung 13). Zudem ist die Genehmigung zu vereinfachen und zu beschleunigen – derzeit kann es bis zu drei Jahre dauern, bis der Netzausbau einer Schnellladestation genehmigt wird. Eine EU-weite Abdeckung mit Ladestationen ist entscheidend, um zu vermeiden, dass Ladestationen nur an profitablen Standorten errichtet werden und die Fahrer:innen von Elektrofahrzeugen damit nur bestimmte Gebiete erreichen können.⁷⁴
- Um den Verkauf von privaten Ladegeräten anzukurbeln, muss die Produktionskapazität für Wallboxen erhöht werden. Zudem gilt es, die heutigen Probleme bei deren Anschluss zu beseitigen, z.B. eine unzureichende Kapazität im lokalen Elektrizitätsnetz.
- Elektrofahrzeuge werden im Jahr 2030 durchschnittlich mehr als 5% des Stroms in Europa verbrauchen – eine Herausforderung, die gemeinsam mit Netzbetreibern und Stromerzeugern zu meistern ist. Während der Spitzenlast gilt es deshalb, die Ladezeit, -dauer und -intensität durch „gesteuertes Laden“ zu reduzieren (mit der zu entwickelnden „Vehicle to Grid“-Technologie als Enabler). In einem Szenario mit geeigneten gesteuerten Ladevorrichtungen und Anreizen zum Laden außerhalb der Spitzenlastzeiten werden die Auswirkungen auf das Stromnetz größtenteils gemildert.

Elektrofahrzeuge werden im Jahr 2030 zusätzlich etwa 5% des heutigen Strombedarfs in Europa verursachen.



⁷⁴ IAA, McKinsey Center for Future Mobility

Die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge steht vor betrieblichen, regulatorischen und finanziellen Hürden



1. Öffentlich-private (Mehrfamilienhäuser) und öffentliche Ladestationen inbegriffen

Quelle: McKinsey Center for Future Mobility

- Der Aufbau einer nachhaltigen Batterieproduktion ist erforderlich, um die enorme Nachfrage nach Elektrofahrzeugen bis 2030 abzudecken.
- Dazu muss die Produktion aller Komponenten in einem noch nie dagewesenen Tempo hochgefahren werden – allen voran die Produktion von Batterien, dem Herzstück jedes Elektroautos. Damit bis 2030 drei Viertel der neu verkauften Fahrzeuge batterieelektrisch angetrieben sind, und damit eines von fünf Autos im Bestand, ist eine Verzwanzigfachung der Batterieproduktion erforderlich: von rund 50 GWh im Jahr 2020 auf rund 950 GWh im Jahr 2030 (Abbildung 14).⁷⁵ Auf den ersten Blick scheinen die angekündigten Produktionskapazitäten der Nachfrage zu entsprechen. Tatsächlich ist jedoch angesichts diverser Herausforderungen bei den Gigafactories (z.B. langsamer Ertragsanstieg von Batteriewerken, noch nicht ausreichend vorhandene Kapazität bei Anlagenbauern, mögliche Insolvenzen neu eintretender Unternehmen) mit einem vorübergehenden Implementierungsrisiko zu rechnen.
- Dies bietet Chancen für die deutsche und europäische Industrie. Während vor zehn Jahren fast alle Zellen aus Asien importiert wurden, existieren heute regionale Produktionszentren (z.B. in Osteuropa). In Zukunft wird es mehrere Werke in wichtigen Fahrzeugproduktionsländern geben (z.B. in Deutschland, Großbritannien und Frankreich) oder in Umgebungen mit guter Verfügbarkeit von grünem Strom (z.B. in Norwegen und Schweden). Bereits heute sind Engpässe in den Anlagen für die Batterieproduktion zu beobachten – insbesondere in den Bereichen „Coating and Drying“ und „Calendering“. Dies bietet kurzfristig eine Chance für Maschinenbauunternehmen, die sich schnell in diese Technologien einarbeiten können, da die Kapazitäten der heute meist asiatischen Zulieferer ausgebucht sind.



Im Rahmen des steigenden Bedarfs an Batteriekapazität plant Volkswagen, bis 2030 gemeinsam mit Partnern sechs Zellfabriken in Betrieb zu nehmen. Diese sollen im Endausbau Zellen mit einem Energiewert von 264 GWh pro Jahr produzieren – also das Vierfache der heutigen europäischen Zellproduktion. Im ersten Schritt kooperiert Volkswagen mit dem schwedischen Start-up Northvolt, dessen Ziel es ist, Batterien mit einem um 80% reduzierten CO₂-Fußabdruck zu produzieren.⁷⁶

Die Hersteller der Batterien stehen vor allem vor drei Herausforderungen:

- Erstens ist eine rigorose Dekarbonisierung der Batteriewertschöpfungskette notwendig, da die Batterie ca. 35% der Scope-3-Emissionen verursacht.⁷⁷ Vor allem der Einsatz von erneuerbarem Strom in der energieintensiven Produktion sowie technologische Innovationen (z.B. Lithium-Metall-Anoden) werden die Emissionen signifikant reduzieren.
- Zweitens stehen bei der Versorgung mit Rohmaterialien die Unternehmen vor der Herausforderung, sich im globalen Wettbewerb die erforderlichen Mengen zu sichern – nachhaltig und im Einklang mit ESG-Kriterien. Während die Liefermengen der wichtigsten Rohstoffe (z.B. Nickel, Kobalt, Lithium und Graphit) schnell hochgefahren werden müssen, ist Nickel wahrscheinlich der Rohstoff, der kurz- bis mittelfristig am knappsten sein wird.

⁷⁵ McKinsey Center for Future Mobility

⁷⁶ CEO Alliance, vgl. auch: [Northvolt](#), [Volkswagen](#)

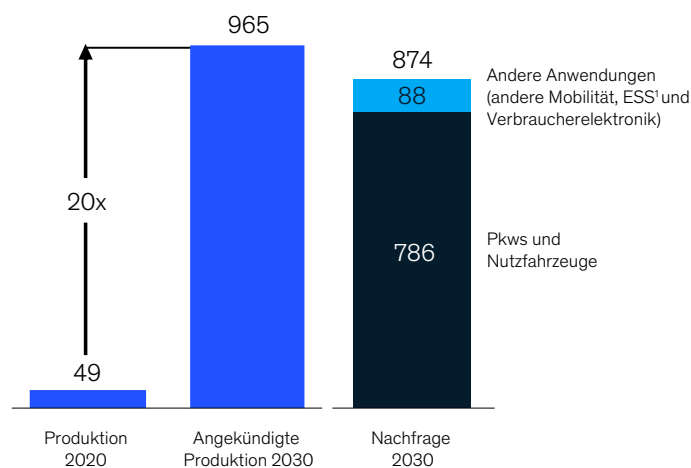
⁷⁷ [ICCT-Report](#)

- Drittens wird das Recycling der Batterien eine entscheidende Rolle spielen. Bis 2040 können 30 bis 45% der in den Batterien enthaltenen Rohstoffe wieder dem Wertstoffzyklus zugeführt werden.⁷⁸ Diese benötigen in der Verarbeitung zu neuen Batterien weniger Energie, was die CO₂-Emissionen verringert.

Abbildung 14

Batteriezellenproduktion in der EU ausreichend, um die Nachfrage zu decken

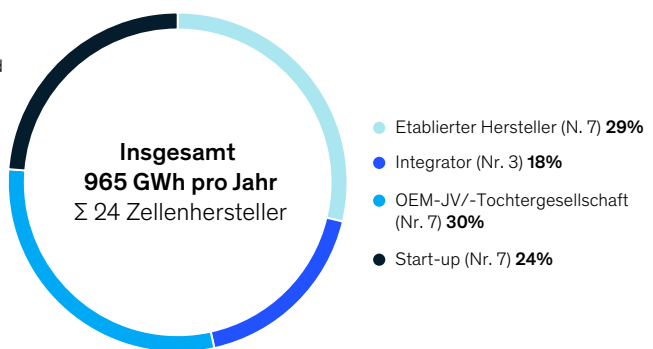
Nachfrage nach Batteriezellen und angekündigtes Angebot
in GWh, beschleunigtes Szenario für die Nachfrage



1. Energiespeichersystem

Quelle: McKinsey Center for Future Mobility; McKinsey Battery Support Tracker (August 2021)

Batteriezellenhersteller nach Archetyp in Europa 2030
Anzahl der Hersteller, prozentualer Marktanteil der gesamten Produktionskapazität



— In der Zulieferindustrie stehen strukturelle Veränderungen und die Reduzierung der Emissionen in der Lieferkette an:

- Die Zulieferbranche steht vor einer immensen strukturellen Veränderung, verursacht durch den schnellen und massiven Wandel der Technologien im Antriebsportfolio: Komponenten, die nur in Pkws mit Verbrennungsmotoren vorkommen, z.B. herkömmliche Getriebe, Motoren und Kraftstoffeinspritzsysteme, werden bis 2030 einen deutlichen Rückgang auf etwa die Hälfte des Marktvolumens von 2019 verzeichnen.⁷⁹ Kritische Komponenten für die Elektrifizierung (z.B. Batterien und Elektroantriebe) und für das autonome Fahren (z.B. LiDAR⁸⁰- und Radarsensoren) werden bis 2030 etwa 50% des

⁷⁸ McKinsey

⁷⁹ McKinsey

⁸⁰ Light Detection and Ranging

50%

der Gesamtemissionen bei der Herstellung eines Elektrofahrzeugs entfallen auf die Gewinnung und Vorverarbeitung von Materialien wie Stahl, Aluminium und Kunststoff.

gesamten Marktvolumens (Abbildung 15) ausmachen.⁸¹ Dieser drastische Wandel zwingt die Zulieferindustrie, sich schnell anzupassen. Das Ausmaß der Umwälzungen wird beträchtlich sein: Nach Angaben des Instituts für Wirtschaftsforschung (Ifo) in München werden sich bis 2030 mehr als 100.000 Arbeitsplätze in der deutschen Automobilindustrie verändern.

- Darüber hinaus kommt auf die Zulieferindustrie und ihre Rohstofflieferanten die Dekarbonisierung ihrer Produkte für die gesamte Lieferkette zu. Bei Elektrofahrzeugen verursacht die Gewinnung und Vorverarbeitung von Materialien wie Stahl, Aluminium und Kunststoff etwa 50% der Gesamtemissionen.⁸² Die Zusammenarbeit zwischen den Herstellern und ihren Lieferanten ist essenziell, um emissionsärmere bzw. -freie kostengünstige Materialien und Vorprodukte zu entwickeln und in die Serienfertigung zu bringen. Bei Entwicklungszeiten von vier bis fünf Jahren müssen die Unternehmen bereits heute starten, um 2030 einen zählbaren Beitrag zur Reduzierung der Emissionen in der Lieferkette leisten zu können. Einige OEMs und Rohmaterialhersteller haben bereits strategische Kooperationen ins Leben gerufen, um den Zugang zu möglichst nachhaltigen Rohstoffen sicherzustellen (z.B. grüner Stahl oder Lithium und Kobalt für die Batterieproduktion).



⁸¹ McKinsey (2021): [IAA Article](#)

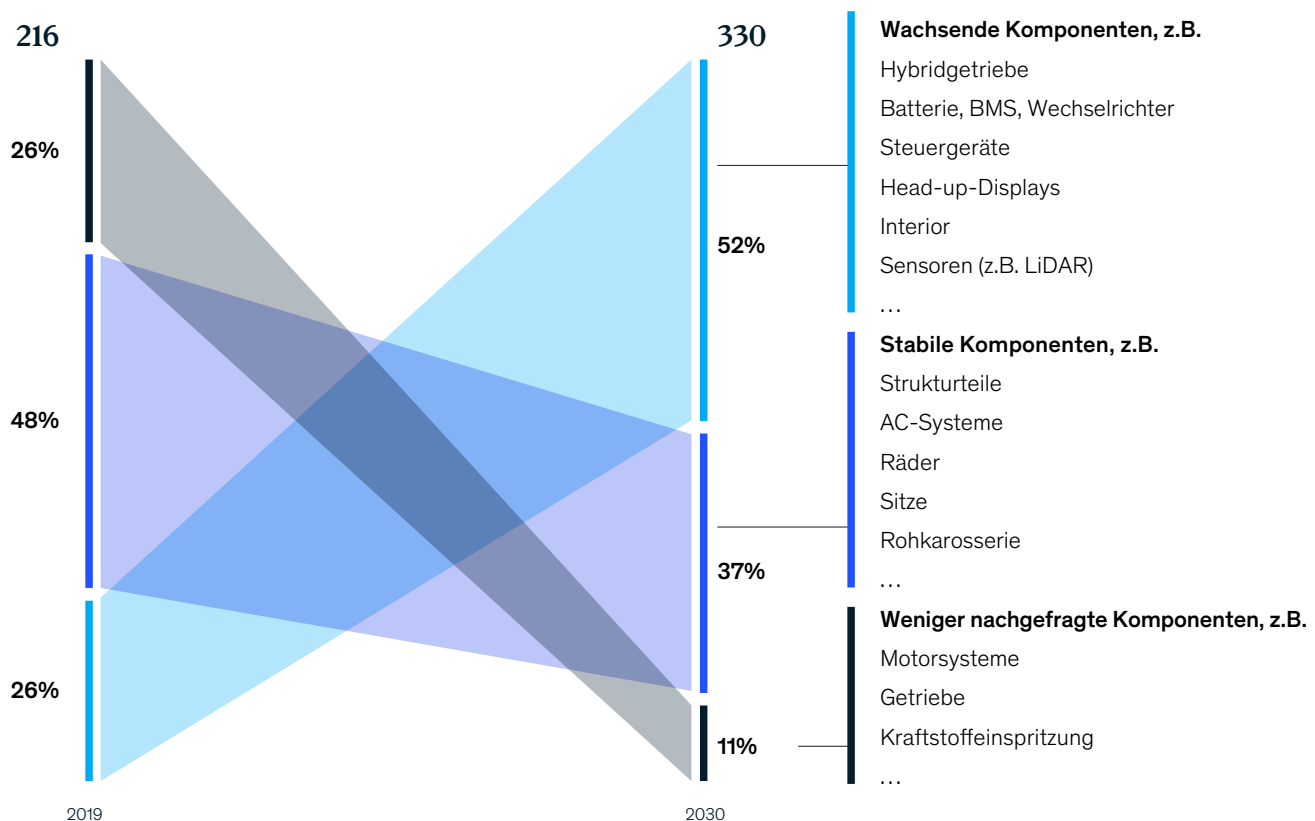
⁸² McKinsey Sustainability Insights – Zero Carbon Product

Abbildung 15

Elektrifizierung wird zu einer großen Verschiebung in der gesamten Lieferkette führen

Beschleunigtes Szenario, europäischer Markt

Entwicklung der Marktgröße in Mrd. EUR



Quelle: McKinsey Center for Future Mobility

Die Pkw-Industrie arbeitet darüber hinaus an Fahrzeugkonzepten, die eine weitere Reduzierung der Emissionen im Verkehrssektor ermöglichen: Autonome Fahrzeuge, Sharingkonzepte und Businessmodelle sowie bessere Konnektivität sollen in der Zukunft den Verkehrssektor ressourceneffizienter machen.

Für die Bus- und Lkw-Industrie gelten im Prinzip die gleichen Maßnahmen, allerdings können diese sich deutlich unterscheiden. Für Lkws ist der Einsatz von Wasserstoff als Antrieb deutlich interessanter als für Pkws, da sie durch schwere Batterien schnell ihre maximal zulässige Zuladung erreichen und auf Grund längerer Ladezeiten auch Flexibilität verlieren. Bei der Dekarboni-

sierung der Lieferkette haben die Lkw und Busse auf Grund der geringeren produzierten Stückzahlen einen verminderten Einfluss auf die Zulieferkette, so dass die Hersteller angewiesen sind auf eine noch engere Kooperation und eine aktivere Rolle der Zulieferer bei der Dekarbonisierung.

(5) Maschinenbauindustrie

Die Scope-1-Emissionen des Maschinen- und Anlagenbaus, d.h. die Emissionen aus eigenen Prozessen und Anlagen, sind in der Regel gering. Allerdings hat die Branche über die vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten (Scope 3) einen erheblichen Einfluss auf die Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung der Industrie: in der vorgelagerten Kette über den Einkauf von Materialien mit einem gewissen CO₂-Fußabdruck; in der nachgelagerten Kette über die Emissionen, die beim Betrieb der jeweiligen Maschinen und Anlagen entstehen. So kann z.B. ein Unternehmen, das Maschinen für die Nahrungsmittel- und Verpackungsindustrie herstellt, großen Einfluss auf die Dekarbonisierung nehmen, indem es gemeinsam mit seinen Kund:innen nachhaltige Verpackungslösungen entwickelt und den Maschinenbetrieb energieeffizient ausrichtet. Damit spielt der Maschinen- und Anlagenbau eine bedeutende Rolle bei der Dekarbonisierung der Wirtschaft.

Gleichzeitig bietet die Dekarbonisierung dem deutschen Maschinen- und Anlagenbau die Chance, mit führenden Technologien ein starkes Wertversprechen im Bereich Nachhaltigkeit zu entwickeln. So wird die Rolle der Industrie im globalen Wettbewerb gestärkt, die Exportposition wird weiter ausgebaut und Arbeitsplätze werden geschaffen.

Die Innovationskraft des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus wird heute mehr denn je gebraucht, um die Dekarbonisierung der Industrie voranzubringen. Die Dekarbonisierung bietet große Wachstumschancen: So führt z.B. der beschleunigte Hochlauf von Kapazitäten zur Batteriezellproduktion in Europa zu einem Engpass bei entsprechenden Maschinen und Anlagen. Um die E-Mobilitäts-Ziele erreichen zu können, wird auch der Ruf nach Innovationen im Batterieherstellungsprozess lauter. Ähnlich wird die Nachfrage nach Equipment für Herstellung, Transport und Speicherung von Wasserstoff in den nächsten Jahren stark ansteigen. Die Umstellung der Prozesstechnik in der Grundstoffindustrie, ein vermehrtes Recycling von Materialien sowie die Anlagentechnik für CCUS⁸³ sind weitere Wachstumsbereiche.



Nel ASA, ein norwegischer Anbieter von Lösungen für die Herstellung, Speicherung und Verteilung von Wasserstoff aus elektrischer Energie, ist weltweit der größte und erfolgreichste Elektrolyseur-Hersteller mit einem jährlichen Wachstum von 15% und einem Auftragsüberhang vom 1,5-Fachen des jährlichen Umsatzes (rund 90 Mio. EUR Ende 2020).⁸⁴

Wer wäre besser für diese Aufgaben gerüstet als der deutsche Maschinen- und Anlagenbau mit seiner Innovationskraft? Doch diese Chance geht mit einer klaren Herausforderung einher: Künftige Gewinner müssen sich jetzt auf den Weg machen und mutige Entscheidungen treffen – nicht erst in einigen Jahren. Und Gewinner sind keine Einzelkämpfer, sondern diejenigen, die gemeinsam mit ihrer Kundschaft und den in der Wertschöpfungskette vor- und nachgelagerten Unternehmen partnerschaftlich nachhaltige Lösungen entwickeln.

⁸³ Carbon capture, utilization, and storage (Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlenstoff)

⁸⁴ [Equinor](#)



Verpackungsmaschinenhersteller wie Syntegon⁸⁵, Multivac⁸⁶ oder Rovema⁸⁷ entwickeln Verpackungslösungen auf Basis von Monokunststoffen oder faserbasierten Verpackungsmaterialien. So verhelfen sie ihren Kund:innen zu nachhaltigeren Verpackungen.



Zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung für industrielle Prozesse und der Fernwärmeversorgung von Städten bieten Unternehmen wie GEA, Siemens Energy und MAN Energy Solutions Hochleistungswärmepumpen an, die konventionelle Wärmequellen (z.B. Gas- und Ölbrenner) ersetzen und so einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Wärmeversorgung leisten. Darüber hinaus bieten solche elektrothermischen Systeme auch die Möglichkeit der Energiespeicherung in Form von Wärme und Kälte (Netzstabilisierung) und bei Bedarf sogar der effizienten Rückverstromung.⁸⁸



⁸⁵ [Syntegon](#)

⁸⁶ [Multivac](#)

⁸⁷ [Rovema](#)

⁸⁸ European Heat Pump Association (EHPA)

Kerninitiative 4: Beschleunigter Aufbau von Cleantech-Enablern: Wasserstoffproduktion und -transport, Batteriewerke, Ladeinfrastruktur, Recycling

Für den Standort Deutschland, der eine starke industrielle Struktur aufweist und auch in Zukunft auf diese angewiesen ist, sind die richtigen Rahmenbedingungen essenziell:

- **Strom aus erneuerbaren Energien nutzen.** Grüner Strom dient als Energiequelle und zur Erzeugung von grünem Wasserstoff (Kapitel 3 – Energie).
- **Eine Wasserstoffwirtschaft aufbauen.** In einem klimaneutralen Deutschland kommt Wasserstoff als zentraler Energieträger in fast allen Sektoren zum Einsatz und spielt somit eine systemrelevante Rolle. Grüner Wasserstoff dient z.B. als Reduktionsmittel in der Stahlproduktion, zum Antrieb von Fahrzeugen und als Speicher für die fluktuierende Erzeugung der erneuerbaren Energien. Dem Aufbau einer effizienten Wasserstoffwirtschaft – inklusive Produktion, Import, Transport, Speicherung und Umwandlung – kommt daher eine entscheidende Bedeutung zu. Wesentliche Aspekte der Wasserstoffwirtschaft sind in den Veröffentlichungen des Hydrogen Council nachzulesen.⁸⁹
- **Die Rohstoffbasis für die Industrie verändern.** In vielen Branchen sind die Rohstoffbasis und die dazugehörige Versorgungsinfrastruktur aufzubauen.
 - In der Stahlproduktion kommt es darauf an, für die EAF-Route ausreichend reine – idealerweise regional verfügbare – Schrotte und bei der DRI-Route ausreichend (grünen) Wasserstoff und DR-Eisenerzpellets zu beziehen.
 - In der Chemie wird die Versorgung mit grünem Wasserstoff und Biomasse als Feedstock an Stelle ölbasierter Rohmaterialien immer wichtiger.
- **Eine effiziente Kreislaufwirtschaft zur Wiederverwendung von Materialien etablieren.**
 - Aluminium und Kunststoffe – bedingt auch Stahl – lassen sich in hoher Qualität und mit erheblichen CO₂-Einsparungen recyceln. Sekundäraluminium z.B., das durch Recycling gewonnen wird, weist im Vergleich zu der nachhaltigsten Variante von Primäraluminium eine bis zu achtmal geringere CO₂-Intensität auf.⁹⁰ Für wirtschaftliches Recycling müssen einerseits ausreichend große Märkte für verwertbare Sekundärrohstoffe entstehen, um die Logistik-, Trennungs- und Sortierprozesse effizient zu gestalten, und andererseits die Qualität der Sekundärrohstoffe erhöht werden. Beim Produkt- und Prozessdesign ist Recycling daher konsequent mitzudenken (z.B. Reduktion der Materialvielfalt, Wahl geeigneter Verbindungstechnik und -materialien).
 - Durch weitere Fortschritte beim eigentlichen Recycling (z.B. bessere Trennung von Einzelkomponenten, chemisches Recycling an Stelle von mechanischem Recycling) kann eine Kreislaufwirtschaft mit Recyclingmaterialien von hoher Qualität und reduzierten Emissionen entstehen. Der Ausbau der dazu notwendigen Infrastruktur (Sammlung, Logistik, Trennung) ist dementsprechend voranzutreiben.

⁸⁹ Hydrogen Council, McKinsey

⁹⁰ [ScienceDirect](#)



Stehen der Industrie entsprechende Mengen hochwertigen Aluminiumschrotts zur Verfügung, lässt sich der Anteil an recyceltem Aluminium in der Automobilproduktion auf bis zu 75% steigern, was zu erheblichen Emissionseinsparungen führt. BMW hat im Jahr 2020 vermeldet, in seinem weltweit größten Werk in Dingolfing 6,5 Mio. EUR in den Umbau einer Presse investiert zu haben, um Aluminiumabfall möglichst vollständig zu recyceln. Dies soll jährlich ca. 120.000 t CO₂ einsparen.⁹¹



Seit Januar 2020 kooperiert Daimler mit dem israelischen Cleantech-Unternehmen UBQ Materials, um die Nutzung von nachhaltigem Plastik im Autobau zu testen. UBQ Materials stellt seit 2012 aus nicht konventionell recycelbaren Haushalts- und Gartenabfällen wie Windeln einen biobasierten Kunststoff her, der sich selbst vollständig recyceln lässt. Nach erfolgreichen Testungen des Materials planen Daimler und UBQ Materials nun die Erprobung von Prototypen.⁹²

- **CCU/CCS-Rahmen setzen.** Für eine Reihe von Branchen wird CCU/CCS eine Kerntechnologie sein, um die nach allen Prozessverbesserungen verbleibenden Emissionen zu reduzieren. Diese Technologie befindet sich noch in der Pilotphase, benötigt jedoch bereits jetzt klare Rahmenbedingungen von Wirtschaft, Politik und Wissenschaft. Insbesondere für das abgeschiedene CO₂ ist eine Lösung erforderlich. Auch der Aufbau einer funktionierenden Infrastruktur für die Entstehung von neuen CCU/CCS-Wertschöpfungsketten muss unterstützt werden.
- **Eine grüne Batteriewertschöpfungskette ermöglichen** (Kapitel 3 – Automobilindustrie)
- **Ausreichende Ladeinfrastruktur für Pkws und Trucks aufbauen** (Kapitel 3 – Verkehr)

Darüber hinaus sind weitere übergreifende Rahmenbedingungen erforderlich:

- Ein Finanzierungs- und Förderkonzept für Investitionen sowohl in die Forschung und Entwicklung neuer Technologien (insbesondere von Elektrifizierungskonzepten in der Grundstoffindustrie, biobasierten Rohstoffrouten und Wasserstofftechnologien) als auch in neue Anlagen mit signifikantem Kapitalbedarf
- Innovative Partnerschaften entlang der Wertschöpfungskette, um grüne Produkte als Standard zu etablieren, inklusive Reduzierung von Investitionsrisiken durch langfristige Abnahmevereinbarungen
- Transparenz hinsichtlich Lieferketten, um Emissionen zielgerichtet zu reduzieren (z.B. Etablierung von digitalem CO₂-Tracking sowie Zertifizierung von Produkten und Prozessen in den nächsten Jahren)



Im Automobilbau lassen sich durch die Einführung eines Batterieausweises nicht nur die Compliance mit Richtlinien und Emissionszielen nachvollziehen, sondern auch die Qualität der in der Batterie verwendeten Materialien überprüfen und damit das End-of-Life-Recycling erleichtern.⁹³

⁹¹ [BMW](#)

⁹² [Daimler](#)

⁹³ [World Economic Forum](#)

31 t
CO₂

werden jährlich durch
Herstellung von Konsum-
gütern und den Handel
verursacht.

- Bewusstsein aller Mitarbeitenden für die Dringlichkeit, Herausforderungen und Chancen der grünen Transformation; Verständnis für den Beitrag jeder und jedes Einzelnen zur Entstehung von Emissionen (Scope 1 bis 3) und für die zur Verfügung stehenden Maßnahmen (z.B. Einsatz neuer Technologien, Verwendung alternativer Materialien, Anpassung von Verfahrensabläufen); Informationskampagnen, Weiterbildungsmaßnahmen und Ausbildungsprogramme zum entsprechenden Kompetenzaufbau
- Regulatorische Rahmenbedingungen, um klare und nachvollziehbare Anreize zu schaffen, Investitionen in Technologien zur CO₂-Reduktion neu zu bewerten (z.B. klären, ob Rohstoffe bzw. die End-of-Life-Emissionen in die Bewertung des Fußabdrucks einbezogen werden oder nicht).

(6) Konsumgüter-, Handels- und Verpackungsindustrie

Ob Zahnpasta oder Rasierapparat, Lebensmittel oder Möbel – der Erwerb von Konsumgütern ist in unserem Alltag selbstverständlich. Herstellung und Handel verursachen jährlich etwa 31 Mt CO₂-Emissionen in Deutschland.⁹⁴ Auf die Nahrungsmittelindustrie inklusive Getränke und Tabakprodukte entfallen davon etwa 10,5 Mt CO₂, ohne die Emissionen, die bei der landwirtschaftlichen Erzeugung von Rohmaterialien entstehen (Kapitel 3 – Landwirtschaft). Der Groß- und Einzelhandel verantwortet davon etwa 16 Mt CO₂, die durch Logistik und den Bedarf an Energie für Wärme bzw. Kühlung der Produkte entstehen.⁹⁵

Die Herausforderungen für Konsumgüterhersteller sind so unterschiedlich wie die Produkte, die sie anbieten:

- Neuausrichtung des Produktportfolios auf nachhaltige, schneller wachsende und oft auch margenstärkere Produkte
- Beitrag zur Mobilitätswende durch die Umstellung auf CO₂-freie Transporte und Logistikkösungen
- Optimierung der Verpackungen bis hin zum Ersatz von Einweg- durch Mehrwegverpackungen
- Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft – Aufbau von effektiven Recyclingwertströmen und neuen Geschäftsmodellen zur Weiternutzung und Wiederverwendung von Produkten („Second Life“), z.B. von wiederhergestellten elektronischen Geräten wie Smartphones oder Tablets
- Nutzung nachhaltiger Ausgangsmaterialien zur Reduzierung der Scope-3-Emissionen in der Lieferkette (z.B. pflanzlicher Ersatz von Kuhmilch)

Der Industrie und insbesondere dem Handel kommen bei der Dekarbonisierung zweierlei Rollen zu: Zum einen müssen sie die eigenen Maßnahmen konsequent umsetzen, um das Net-Zero-Ziel zu erreichen. Zum anderen stellen sie die Schnittstelle zu den Verbraucher:innen dar. In dieser Rolle sind das Schaffen von Transparenz und das Aufzeigen nachhaltiger Alternativen entscheidende Aufgaben auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit, zur Reduktion von CO₂-Emissionen und zum Aufbau neuer Recyclingsysteme.

⁹⁴ Statistisches Bundesamt; inklusive Nahrungsmittel und Getränke, Tabakverarbeitung/ Textilien, Bekleidung, Lederwaren und Schuhe/ Möbel und sonstige Waren/Digital-Video-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse/elektrische Ausrüstung/ Groß- und Einzelhandel; exklusive Keramik-, Glas-, Gummi-, Papier- und Kunststoffwaren

⁹⁵ Weitere Emissionen kommen aus: Möbel und sonstige Waren (ca. 2 Mt CO₂) sowie elektronische Waren (ca. 1 Mt CO₂). Zudem fallen weitere Emissionen des Konsumgütersektors indirekt in der chemischen Industrie an (z.B. Waschmittel, Reinigungsprodukte) sowie in der Pharmaindustrie (Consumer Health), die hier nicht inkludiert sind.

Die eigenen Emissionen senken und Scope-3-Emissionen verringern

Wir unterteilen den Konsumgütersektor vereinfacht in die Bereiche Bekleidung, Lebensmittel und weitere Verbrauchsgüter. Jeder dieser drei Bereiche hat seine eigenen, sehr unterschiedlichen Herausforderungen. Im Folgenden sind beispielhaft die Möglichkeiten der Dekarbonisierung in der Bekleidungsindustrie erläutert; Lebensmittel werden im Kapitel Landwirtschaft behandelt.

Da die Produktion von Kleidung primär nicht in Deutschland angesiedelt ist, verursacht die deutsche Bekleidungsindustrie mit 1 Mt CO₂ vergleichsweise geringe Scope-1- und Scope-2-Emissionen. Weltweit verantwortet die Bekleidungsindustrie hingegen etwa 2,1 Gt CO₂ (Stand 2018) – das entspricht ca. 4% der globalen Emissionen.⁹⁶ Deutsche Konsument:innen haben über globale Marken und Handelsvolumen einen Anteil an den globalen Emissionen, der über die in Deutschland verursachten Emissionen hinausgeht.

Ohne weitere Maßnahmen werden die weltweiten CO₂-Emissionen der Branche bis 2030 auf Grund eines Nachfragewachstums wahrscheinlich auf rund 2,7 Gt CO₂ pro Jahr ansteigen. Das entspräche einer jährlichen Wachstumsrate von 2,7% und wäre mehr als eine Verdopplung der maximalen Emissionen, die eigentlich erforderlich sind, um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen. Daher muss die Bekleidungsindustrie ihre Bemühungen intensivieren und die heutigen Emissionen in etwa halbieren.⁹⁷



⁹⁶ [McKinsey Fashion on Climate Report](#)

⁹⁷ [McKinsey Fashion on Climate Report](#)

Um den CO₂-Ausstoß zu senken, müssen Hersteller und Händler enger mit ihren Partnern in der Wertschöpfungskette zusammenarbeiten. Hier gibt es drei Aktionsfelder:

1. Verringerung der Emissionen in der vorgelagerten textilen Wertschöpfungskette.

CO₂-Reduktionen in der Materialproduktion und -verarbeitung, Minimierung von Produktions- und Herstellungsabfällen, höhere Energieeffizienz und ein Wechsel von fossilen Brennstoffen zu erneuerbaren Energien könnten bis 2030 zu einer weltweiten Emissionsverringerung von knapp 50% führen (ca. 1 Gt Verringerung weltweit).

2. Senkung der Emissionen in den Textilunternehmen sowie in Transport und Handel.

Ein veränderter Materialmix (z.B. Recyclingfasern), nachhaltige Transportmittel (z.B. Elektrofahrzeuge), andere Verpackungen mit recycelten und leichteren Materialien, Umstellungen im Einzelhandel (z.B. mehr Energieeffizienz in den Läden), eine geringere Überproduktion (nur 60% der Kleidungsstücke werden derzeit ohne Preisabschlag verkauft) sind die wichtigsten Maßnahmen. Damit könnte die Bekleidungsindustrie bis 2030 bis zu 15% der heutigen weltweiten jährlichen CO₂-Emissionen einsparen.

3. Förderung eines nachhaltigen Konsumverhaltens. Wenn die Verbraucher:innen mehr auf nachhaltige Mode achten und Kleidung wieder und länger verwenden, kann dies im Zusammenspiel mit veränderten Geschäftsmodellen der Unternehmen zu einer Emissionsverringerung von weiteren 20% bis 2030 führen. Die wichtigsten Ansätze sind Kreislaufwirtschaft, Wiederverkauf, Reparatur, das Aufarbeiten von Kleidungsstücken sowie weniger Wasch- und Trockenvorgänge.

Viele der notwendigen Maßnahmen zur Emissionsreduktion sind nicht allzu teuer: Rund 90% lassen sich mit Kosten von unter 50 USD pro t Treibhausgasemissionen erreichen. Etwa 55% der Aktionen werden zu industrieweiten Nettokosteneinsparungen führen. Die verbleibenden Maßnahmen erfordern Anreize, etwa eine veränderte Nachfrage und Gesetze. Hinzu kommt, dass ca. 60% der Reduktion Investitionen im Voraus bedürfen. Hier müssen sich Hersteller und Handel gegenseitig unterstützen und kooperieren, um in den langfristigen Nutzen für Gesellschaft und Umwelt zu investieren. Schon jetzt zeichnet sich ab, dass nach 2030 die Herausforderungen im Hinblick auf die Emissionsreduktion noch wachsen werden. Um das 1,5-Grad-Ziel nicht aus den Augen zu verlieren, muss die Industrie ihr Geschäftsmodell fundamental ändern und das aktuelle Gebot des Wachstums und steigenden Konsums überdenken.⁹⁸



Die Outdoor-Marke Patagonia geht hier voran: Sie setzt nicht nur auf die Langlebigkeit ihrer Produkte und die Verwendung recycelter Textilien, sondern hat mit „Worn Wear“ einen Marktplatz ins Leben gerufen, um aufgearbeitete Secondhand-Produkte zu vertreiben.⁹⁹

⁹⁸ [McKinsey Fashion on Climate Report](#)

⁹⁹ [Worn Wear Patagonia](#)

Verbraucher:innen Transparenz und nachhaltigere Alternativen bieten

Neben den Investor:innen und Regulatoren sind die Konsument:innen die treibende Kraft hin zu mehr Nachhaltigkeit. Insbesondere bei den Jüngeren, der Generation Z und den Millennials, hat nachhaltiger Konsum stark an Bedeutung gewonnen. Zwar ist seit Jahren bekannt, dass zwischen der in Umfragen ausgedrückten Kaufpräferenz für nachhaltige Konsumgüter und der tatsächlichen Entscheidung am Regal große Unterschiede liegen (die so genannte Attitude-Behaviour Gap), doch mittlerweile geben immerhin drei Viertel der Deutschen an, beim Einkaufen auch auf Nachhaltigkeit zu achten.¹⁰⁰

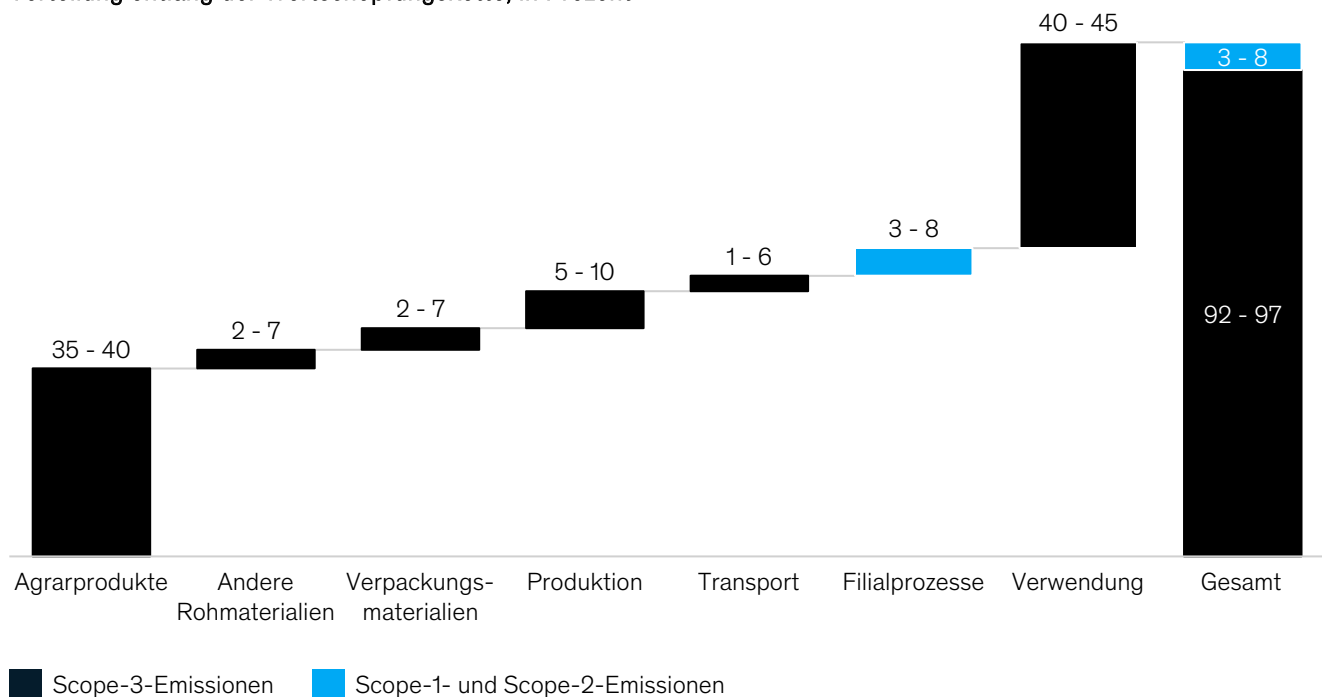
In diesem Punkt kommt dem Handel eine besondere Bedeutung zu: Durch Transparenz bezüglich der Lieferketten, durch regionale Angebote und nachhaltige Alternativen im Sortiment können Handelsunternehmen Einfluss auf das Konsumverhalten nehmen. Viele Händler wie beispielsweise OTTO oder Zalando weisen mittlerweile aus, welche Produkte nachhaltiger sind als andere. Lebensmittelhändler wie Kesko bieten ihren Kund:innen anhand einer App die Möglichkeit, den eigenen CO₂-Fußabdruck nachzuhalten und zu verringern. Andere Händler haben nicht nachhaltige Produkte aus ihren Sortimenten verbannt. Auf diese Weise nimmt der Handel Einfluss auf die Scope-3-Emissionen, die den überwiegenden Teil der Emissionen ausmachen (Abbildung 16).

¹⁰⁰ [McKinsey](#)

Abbildung 16

Aufteilung der Emissionen im Lebensmitteleinzelhandel

Verteilung entlang der Wertschöpfungskette, in Prozent



Quelle: CDP-Kohlenstoffdaten; Tesco-Report

In gleicher Weise kann der Handel seinen Einfluss bei der Reduktion von Verpackungsmaterial geltend machen, insbesondere in Bezug auf Plastik. Die Vermeidung von Produktabfällen und die Möglichkeit des Recyclings sind weitere wichtige Ansatzpunkte, um die Emissionen zu reduzieren. Maßnahmen zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen sind eine optimierte Absatz- und Bestandsplanung sowie intelligente Haltbarkeitsdaten. In vielen Bereichen der Konsumgüterindustrie sind sogar neue Geschäftsmodelle erforderlich, um die Produktabfälle nach der Nutzungszeit zu reduzieren.

Übergreifende Herausforderung: Verpackungen umstellen und reduzieren, dabei Produktsicherheit und -schutz bewahren und gleichzeitig Recyclingsysteme aufbauen und skalieren¹⁰¹

Verpackungen stellen eine übergeordnete Herausforderung für alle Konsumgüterhersteller dar – aber auch darüber hinaus. In der Vergangenheit konzentrierten sich Hersteller und Händler auf das Thema Recycling bzw. die Nutzung von recyceltem Material. Mittlerweile werden die CO₂-Fußabdrücke der Verpackung jedoch im Detail analysiert und optimiert. Ein auf einer Produktanalyse basierendes Resource Cleansheet kann die Basis für eine solche Optimierung liefern.¹⁰² Darüber hinaus gilt es, besser „stofflich“ zu recycelnde Materialien zu verwenden und insbesondere Verbundmaterialien zu ersetzen, z.B. durch so genannte Monomaterialien. Hier muss beim Verpackungsdesign das Recycling schon konsequent mitgedacht und ein Optimum aus Gewicht, Rohstoffeinsatz, Funktionalität/Schutz und Verwertbarkeit gefunden werden.

Insgesamt zeigt sich: Einfallsreichtum und die Kreativität der Industrie sind gefordert, um Wertschaffung von Volumenwachstum zu trennen und eine absolute Verringerung der CO₂-Emissionen zu erreichen.



¹⁰¹ [McKinsey True Packaging Sustainability Report](#)

¹⁰² [McKinsey](#)



Verkehrs-/Mobilitätssektor

164 Mt CO₂-äquivalente Treibhausgasemissionen 2019 (20% der Gesamtemissionen in Deutschland)

164 Mt CO₂

Im Verkehrssektor werden ca. 95% der Emissionen durch straßengebundenen Verkehr verursacht (davon 60% durch Personenverkehr, 30% durch schwere und 7% durch leichte Nutzfahrzeuge). Die restlichen 5% verteilen sich auf die Luftfahrt, den Schienenverkehr und andere Verkehrsmittel.¹⁰³

Daher gilt es insbesondere, dem wachsenden Aufkommen im Personenverkehr, der von 1991 bis 2019 um 34% gestiegen ist und laut Prognosen noch weiter steigen wird,¹⁰⁴ mit einem intelligenten, elektrifizierten Verkehrssystem zu begegnen. Der wichtigste Ansatzpunkt für alle straßengebundenen Verkehre ist die flächendeckende Umstellung von Verbrennungsmotoren auf emissionsfreie – elektrische und wasserstoffbasierte – Antriebe sowie energieeffiziente Fahrzeugkonzepte (Abschnitt Automobilindustrie). Für eine klimaneutrale Mobilität reicht es aber nicht aus, die bestehende Verkehrslandschaft zu elektrifizieren. Vielmehr sind neue Mobilitätskonzepte für unterschiedliche Anwendungsfälle zu etablieren, insbesondere Smart und Shared Mobility im Personenverkehr sowie die Optimierung von modalem Split und innovativen Last-Mile-Transportkonzepten im Gütertransport.

Kerninitiative 5: Umstellung auf 100% emissionsfreie Mobilität

Der straßengebundene Güterverkehr birgt erhebliches Potenzial zur Emissionsreduktion: Ein weitgehend emissionsreduzierter straßengebundener Güterverkehr, der ca. ein Drittel der Gesamtemissionen im Verkehr ausmacht, erfordert bis 2045 eine parallele Nutzung von Elektroantrieben (mit Batterien und Wasserstoff) und synthetischen Kraftstoffen¹⁰⁵ (z.B. Biokraftstoffen). Batterieelektrische Lkws können dabei vor allem die letzte Meile und Verteilfahrten übernehmen. Für den Langstreckenverkehr hingegen, für den etwa 60% der neu zugelassenen Lkws in Europa im Einsatz sind, sind mit Wasserstoff betriebene Lkws besser geeignet – dank der höheren Energiedichte und somit kürzeren Tankzeiten.¹⁰⁶ Kaufentscheidungen im Güterverkehr hängen deutlich stärker von Kostenüberlegungen ab als z.B. im Pkw-Segment. Daher sind regulatorische Maßnahmen, z.B. die Befreiung von Mautgebühren, gut geeignet, um emissionsarme bzw. -freie Lkws schneller zu verbreiten.

Heute limitiert die Verfügbarkeit der Versorgungsinfrastruktur sowie von grünem Wasserstoff die Nutzung dieser Technologien im Güterverkehr. Daher ist ein massiver Aus- und Umbau der Infrastruktur für Lkws erforderlich. Da sich der Güterverkehr auf bestimmte Schlüsselrouten konzentriert, gestaltet sich der Aufbau der Infrastruktur relativ einfach: Neun paneuropäische Hauptrouten decken etwa 20% des Ferntransportnetzwerks ab. Der europäische „Fit for 55“-Plan sieht einen Ausbau von Schnellladestationen und Wasserstoff-Tankstellen für Lkws in Abständen von 60 bis 150 km entlang der Hauptverkehrsrouten vor. Dies entspricht einer gesamthaften Abdeckung aller wesentlichen Nord-Süd- und West-Ost-Lkw-Routen in Deutschland. Ein europäischer Ansatz ist besonders wichtig, um nicht nur nationale Routen zu erfassen, sondern auch den grenzüberschreitenden Güterverkehr.

¹⁰³ UNFCCC

¹⁰⁴ Umweltbundesamt; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

¹⁰⁵ Auch E-Kraftstoffe genannt

¹⁰⁶ Von den 330.000 pro Jahr in Europa neu zugelassenen Lkws über 7,5 t entfallen etwa 60% auf die Langstrecke; diese Lkws sind durch die höhere Kilometerleistung auch für überproportional höhere Emissionen verantwortlich.

Die Notwendigkeit, alternative Technologien und Konzepte für den Güter- und Fernverkehr zu entwickeln, bietet Chancen für Unternehmen, neue Märkte zu erschließen.



Die drei führenden Hersteller von Nutzfahrzeugen – Daimler Truck, TRATON Group und Volvo Group – haben eine Vereinbarung unterzeichnet über die Errichtung und den Betrieb eines öffentlichen Ladenetzes für elektrische schwere Lkws und Reisebusse innerhalb Europas. Das gemeinsame Ziel lautet, den Aufbau einer Ladeinfrastruktur zu initiieren und zu beschleunigen, um das Vertrauen der Kund:innen zu stärken und die Umstellung der EU auf einen klimaneutralen Verkehr zu unterstützen.¹⁰⁷



H2 MOBILITY ist ein Joint Venture aus Shell, Total, OMV, Daimler, Hyundai, Linde und Air Liquide. Es betreibt in Deutschland das weltweit größte Netzwerk aus Wasserstoff-Tankstellen. In den kommenden Jahren soll das Netz für den Schwerlastverkehr und für Flottenanwendungen erweitert werden.¹⁰⁸

Zusätzlich kann die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene Emissionen weiter senken, da Güterzüge momentan ca. 80% weniger CO₂ pro tkm ausstoßen als Lkws.¹⁰⁹ In Deutschland werden zurzeit rund 20% der Güter mit der Bahn transportiert, in den Nachbarländern Österreich und Schweiz liegt der Anteil anderthalb- bis zweimal höher. Um eine Verlagerung zu ermöglichen, bedarf es zusätzlicher Kapazitäten bei der Infrastruktur, besonders an den Knotenpunkten, sowie einer höheren Zuverlässigkeit des Transportsystems Schiene.



Die Deutsche Bahn plant, sich dieser Punkte mit dem Programm „Starke Schiene“ anzunehmen. So sollen z.B. durch die Ausstattung des gesamten Schienennetzes mit einem digitalen Leit- und Sicherungssystem die Voraussetzungen für mehr Kapazität und Pünktlichkeit im Bestandsnetz geschaffen werden. Darüber hinaus muss punktuell auch über neue Zugangsstellen zum System Bahn nachgedacht werden, damit Güter mit möglichst wenig Aufwand schnell auf die Schiene kommen und ein Vor- bzw. Nachlauf mit Lkws auf der Straße minimiert wird.

Im Individualverkehr wird es mittel- bis langfristig zur vollständigen Umstellung auf E-Mobilität kommen. Diesen Wandel haben in den vergangenen Jahren Tesla sowie verschiedene chinesische Unternehmen wie BYD vorangetrieben. In Europa führt die verschärfte CO₂-Gesetzgebung für Pkws gerade zu einem starken Momentum bei Elektrofahrzeugen: Ihr Anteil an den gesamten Neuzulassungen in Deutschland hat sich mit ca. 200.000 Fahrzeugen im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr fast vervierfacht, unter anderem durch Kaufanreize.¹¹⁰

Alle deutschen Automobilhersteller bringen zurzeit neue vollelektrische und Plug-in-Hybrid-Fahrzeugmodelle auf den Markt (mehr als 75 neue Modelle von BMW, Daimler und dem Volkswagen-Konzern zwischen 2020 und 2025)¹¹¹ und haben den Ausstieg aus der Verbrenner-

¹⁰⁷ [Daimler](#)

¹⁰⁸ [H2 MOBILITY](#)

¹⁰⁹ [Allianz pro Schiene](#)

¹¹⁰ KBA

¹¹¹ IHS Markit, Light Vehicle Powertrain Forecast (August 2021)

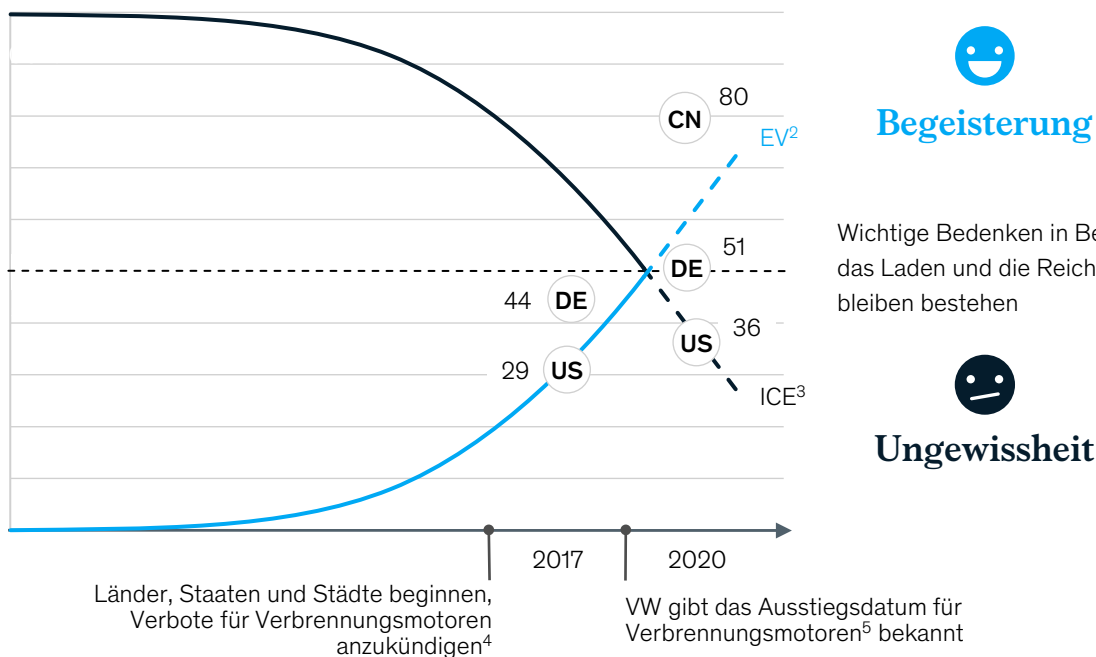
technologie angekündigt. Die geplante Produktionsmenge von Elektrofahrzeugen (inklusive Plug-in-Hybriden und Fuel-Cell-Elektrofahrzeugen) muss bis 2030 drei Viertel der jährlichen Fahrzeugverkäufe abdecken.¹¹² Für Europa sind das ca. 10 Mio. Fahrzeuge pro Jahr, in Deutschland allein ca. 2 Mio. Fahrzeuge (Abschnitt Automobilindustrie).¹¹³

Entscheidend für die Umstellung auf alternative Antriebstechnologien wie E-Mobilität ist die Akzeptanz der Technologie bei den Kund:innen; diese hat in den vergangenen fünf Jahren deutlich zugenommen (Abbildung 17). Die größten Bedenken gibt es heute noch bei der Ladeinfrastruktur: 40% der Kundschaft sorgen sich um eine ausreichende Verfügbarkeit von Ladestationen, dicht gefolgt von der Sorge um die Reichweite der Fahrzeuge (38%). Alle Hersteller arbeiten intensiv daran, die Reichweite zu akzeptablen Kosten zu verbessern.

Abbildung 17

Interesse und Begeisterung der Kund:innen für Elektrofahrzeuge steigen seit 5 Jahren deutlich an

Anteil der Verbraucher:innen, die den Kauf eines Elektrofahrzeugs¹ in Betracht ziehen, in Prozent



1. Inkl. BEV und PHEV basierend auf McKinsey EV Consumer Insights Survey

2. Electric Vehicle (Elektrofahrzeug)

3. Internal combustion engine (Verbrennungsmotor)

4. Nach Jahr der Ankündigung und Datum des Verbots/Verkaufsstopps (nicht vollständig): 2016: Norwegen (2025); 2017: Paris (2030), Niederlande (2030); 2020: Großbritannien (2030), Kalifornien (2035), Québec (2035)

5. Letzter Produktstart auf Verbrennungsmotorplattform im Jahr 2026, angekündigt im Dezember 2018

Quelle: McKinsey EV Consumer Insights Survey

¹¹² McKinsey Center for Future Mobility

¹¹³ IHS Markit, Light Vehicle Sales Forecast (August 2021)

Eine flächendeckende und nutzerfreundliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge muss also verfügbar sein, um die Akzeptanz der Technologie zu erhöhen. Beim Ausbau der Ladestationen für E-Pkws hat die Bundesregierung bereits ambitionierte Ziele gesetzt: Bis 2030 sollen mindestens 1 Mio. öffentliche Stationen zur Verfügung stehen.¹¹⁴ Dazu muss der Ausbau der Infrastruktur deutlich an Fahrt gewinnen (Abschnitt Automobilindustrie). Mitte 2021 gab es nur rund 45.000 Ladestationen in Deutschland. Um das Ziel für 2030 zu erreichen, müssen also pro Woche durchschnittlich etwa 2.000 neue Stationen in Deutschland entstehen. Zum Vergleich: Von Anfang 2019 bis zur Jahreshälfte 2021 wuchs ihre Anzahl um rund 200 Stück pro Woche – gerade einmal ein Zehntel der nun benötigten Menge.¹¹⁵ Dem Ausbau lokaler Stromnetze für die Anbindung der Ladeinfrastruktur wird eine zentrale Bedeutung zukommen.



Norwegen wird in den Medien oft als E-Mobilitäts-Paradies bezeichnet,¹¹⁶ weist die weltweit höchste Pro-Kopf-Dichte an Elektrofahrzeugen auf und im Juni 2021 waren 85% der dort verkauften Neuwagen Plug-in-Elektrofahrzeuge. Norwegens umfangreiches öffentliches Schnellladernetz (mindestens zwei Stationen alle 50 km an den Hauptstraßen) wurde teilweise durch öffentlich-private Partnerschaften entwickelt. Die Regierung hat seit 2025 über ENOVA ca. 13 Mio. EUR in Zuschüsse investiert. Die meisten davon gingen an Projekte des finnischen Energiekonzerns Fortum und des lokalen Anbieters von Schnellladestationen, Mer, der dem staatlichen Energieversorger Statkraft gehört. Fortum, Mer und andere Akteure etablieren sich auch in den Städten mit Lademöglichkeiten vor Supermarktketten, Einkaufszentren und sogar Drive-ins von Fast-Food-Restaurants.

Nur 10 bis 15%

der in Europa heute neu angeschafften Busse im öffentlichen Verkehr werden elektrisch betrieben (in China sind es 60%).

Insbesondere in Städten ist die Umstellung des Busverkehrs auf E-Busse eine relevante Maßnahme – heute sind in Europa ca. 10 bis 15% der neu angeschafften Busse im öffentlichen Verkehr elektrisch betrieben.¹¹⁷ In China waren es 2020 bereits 60% der neuen Stadtbusse; – insgesamt gibt es in China mehr als 420.000 elektrische Busse, die 99% des weltweiten elektrischen Busmarkts darstellen.¹¹⁸ Die Umstellung auf E-Busse würde eine 50%ige Reduzierung der CO₂-Emissionen ermöglichen, eine vollständige Reduzierung von NO_x und SO₂ sowie eine 80%ige Reduzierung von Partikeln. Darüber hinaus würde auch das Lärmniveau um 10 dB(A) sinken. Eine Umstellung ist für die Betreiber kostengünstiger – erfordert jedoch eine höhere Anfangsinvestition in die Busse sowie die Ladeinfrastruktur¹¹⁹, die die Betreiber schultern müssen. Darüber hinaus bestehen noch diverse Hürden in der Anbindung der Infrastruktur sowie der operativen Umsetzung, die aber behoben werden können, wie das Beispiel China zeigt. Hersteller wie BYD und Ytong profitieren von der klaren Ausrichtung in Chinas Städten: Sie dominieren bereits heute 40% des europäischen Marktes für Elektrobusse.

¹¹⁴ Bundesregierung

¹¹⁵ Bundesregierung: [Masterplan Ladeinfrastruktur](#), Bundesnetzagentur, McKinsey

¹¹⁶ Unter anderem [Wirtschaftswoche](#)

¹¹⁷ CEO Alliance Projekt

¹¹⁸ CEO Alliance Projekt

¹¹⁹ Ggf. ist zusätzlich eine Wasserstoffinfrastruktur notwendig.

Die Verlagerung des Personenverkehrs auf die Schiene bietet weiteres Potenzial zur CO₂-Reduzierung. Die Bahn verursacht z.B. 20 bis 30% weniger CO₂-Emissionen als ein Pkw.¹²⁰ Um dieses Potenzial ausschöpfen zu können, muss der Schienenverkehr wettbewerbsfähig sein (d.h. konkurrenzfähige Preise gegenüber anderen Mobilitätsarten) und attraktiv (z.B. großes Angebot an Fahrten, schnelle Reisegeschwindigkeit, Zugang zu anderen öffentlichen Verkehrsmitteln, beispielsweise durch eine mobile App).



Bereits ein Jahr nach der Eröffnung der Hochgeschwindigkeitsstrecke Berlin-München, die die Fahrtzeit von 6 auf 4,5 Stunden reduziert, konnte die Bahn ihren Anteil an den Fahrten zwischen den beiden Städten von 23% auf 46% verdoppeln und damit mehr als 175.000 t CO₂ einsparen.¹²¹

Auch im Luftverkehr sind neben attraktiven Mobilitätsalternativen für kurze und mittlere Distanzen Verbesserungen in der Effizienz (z.B. durch Hybridisierung) ebenso erforderlich wie der Umstieg auf Wasserstoff, Biokraftstoffe und synthetische Kerosinalternativen.¹²² Ein erster Ansatz, um CO₂-Emissionen von Flugzeugen zu senken, sind Maßnahmen zur Reduzierung des Treibstoffverbrauchs sowie Gewichtsreduzierung und Flugwegoptimierung. Zusätzlich fokussiert sich die Branche derzeit auf alternative Kraftstoffe, die bereits heute für eine bis zu 50%ige Beimischung zu fossilem Kerosin zertifiziert sind.¹²³ Nachhaltige Kraftstoffe sind jedoch noch wenig verfügbar und deutlich teurer als fossiles Kerosin. Vollsynthetische Kraftstoffe auf Basis von grünem Wasserstoff und CO₂ benötigen zudem große Mengen erneuerbarer Energien: Rund 5% des jährlichen Bedarfs einer großen Airline erfordern ein Solarfeld, das der doppelten Landfläche Manhattans entspricht.¹²⁴ In Zukunft könnten disruptive Technologien, z.B. Wasserstoffantriebe, für saubere Antriebe eingesetzt werden. Diese stehen noch am Beginn ihrer Entwicklung und können erst in einigen Jahren als leistungsstarke Brennstoffzellen oder Flüssigwasserstofftanks im Flugzeug installiert werden. Airbus z.B. entwickelt derzeit erste Flugzeuge mit Wasserstoffantrieb und prognostiziert einen Produktionsstart nach 2035.¹²⁵



¹²⁰ [Umweltbundesamt](#)

¹²¹ [INDUSTR.com](#)

¹²² Sustainable Aviation Fuel (SAF)

¹²³ [IATA](#)

¹²⁴ [McKinsey WEF Clean Skies Report](#)

¹²⁵ [Airbus](#)

Kerninitiative 6: Verbesserung der Ressourcenproduktivität durch Etablierung von Smart und Shared Mobility

Die flächendeckende Umstellung der Verkehrsmittel auf nachhaltige Antriebstechnologien und energieeffiziente Fortbewegungsmittel ist zwingend notwendig, jedoch nicht ausreichend, um den stetig steigenden Bedarf an Mobilität ressourcenoptimal decken zu können. Erforderlich ist ein Wandel hin zu attraktiven Shared- und Smart-Mobility-Angeboten: ein Ökosystem gemeinsam genutzter Verkehrsmittel, das neben dem öffentlichen Verkehr z.B. auch Carsharing umfasst, insbesondere im urbanen Raum. Diese Angebote müssen sich auszeichnen durch eine hohe Verbreitung, Verfügbarkeit und Attraktivität sowie durch eine optimale digitale Schnittstelle (z.B. Buchung, Abdeckung aller Verkehrsmittel, nahtlose Übergänge zwischen öffentlichem Transport und Micromobility). Ein wichtiger nächster Entwicklungsschritt auf diesem Gebiet ist das autonome Fahren bei Shuttle Services und anderen Fahrdiensten.

In Zukunft dürften insbesondere innovative optimierte Fahrzeugkonzepte entwickelt werden für Anwendungsfälle wie Einzelpersonen- und Gruppentransporte bei Stadtbesuchen, Pendlerwegen oder im Lastentransport (z.B. im Handwerk). Hier besteht auch die Chance, die Energieeffizienz zu steigern durch kleinere Fahrzeuge (Ein- und Zweisitzer), ein geringeres Fahrzeuggewicht sowie eine reduzierte Motorleistung (z.B. Dreizylinder) und Reichweite (über 100 km) – entgegen dem Trend zu immer größeren und leistungstärkeren Fahrzeugen.¹²⁶

Neben der flächendeckenden Nutzung dekarbonisierter Verkehrsmittel mit hoher Dichte bzw. Personenabdeckung ist für den Erfolg von Smart Mobility eine Stadtplanung erforderlich, die den veränderten Mobilitätsbedürfnissen entspricht. Städte müssen Raum für Mikromobilität schaffen: einen sicheren, effizienten und emissionslosen Individualverkehr für Menschen, die mit dem Fahrrad fahren oder zu Fuß gehen. Die Pandemie hat gezeigt, wie schnell Städte Maßnahmen ergreifen können, um Raum für emissionslosen Individualverkehr bereitzustellen. In Berlin wurde z.B. die belebte Friedrichstraße in eine Fahrrad- und Fußgängerzone umgewandelt. In Bogotá wurden 76 km temporäre Radwege mit Verkehrskegeln angelegt und Brüssel will 40 km zusätzliche Radwege bereitstellen. Brüssel und Paris haben zudem ihre Innenstädte zu einer vorrangigen Fußgänger- und Radfahrerzone gemacht, mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h für Autos, Straßenbahnen und Busse.



Mikromobilität (d.h. Verkehrsmittel wie E-Scooter oder Fahrräder, die für den Transport von Einzelpersonen über kurze Strecken konzipiert sind) soll bis 2030 bei entsprechenden regulatorischen Anreizen 20 bis 30% der letzten Meile bei Reisen in Großstädten abdecken. Im Falle Münchens könnte dies pro Jahr die Emissionen in Höhe des durchschnittlichen jährlichen CO₂-Ausstoßes von 10.000 Menschen in Deutschland senken.¹²⁷



In Hamburg werden entsprechende Lösungen bereits erprobt: HEAT (Hamburg Electric Autonomous Transportation) ist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt der Hochbahn (Betreiber des U-Bahn- und Bussystems in Hamburg) und diverser Partner, das fahrerlose Minibus-Services in Hamburgs öffentlichem Nahverkehr testet.¹²⁸

¹²⁶ Seit Jahren steigt der Anteil von SUVs an Neuzulassungen in Deutschland, die im ersten Halbjahr 2021 mit ca. 24% die größte Fahrzeugklasse darstellten; 2016 waren es ca. 13% (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt).

¹²⁷ McKinsey (2020): Net-Zero Europe; McKinsey (2016): Urban Mobility 2030

¹²⁸ [Hochbahn](#)



124 Mt CO₂

Gebäudesektor

124 Mt CO₂-äquivalente Treibhausgasemissionen 2019 (15% der Gesamtemissionen in Deutschland); zusätzlich verursachte Emissionen als Abnehmer von Materialien aus der Grundstoffindustrie beim Neubau von Gebäuden sowie beim Betrieb von Baumaschinen – diese Emissionen sind im Industrie- und Verkehrssektor berücksichtigt)

Im Gebäudesektor konnten in den letzten 30 Jahren bereits 41% der Emissionen eingespart werden. Der heute noch verbleibende größte Teil des Energiebedarfs und damit der Emissionen wird durch Raumwärme und Warmwasser verursacht (Abbildung 18). Diese entstehen in der Regel innerhalb des Gebäudes, z.B. in einer Öl-, Kohle-, Gas- oder Holzheizung mit Warmwasser; ein geringer Anteil der Gebäude wird mit Fernwärme versorgt. Etwa 70% der Gebäudefläche in Deutschland sind Wohnungsbauten, 30% sind kommerzielle Gebäude.

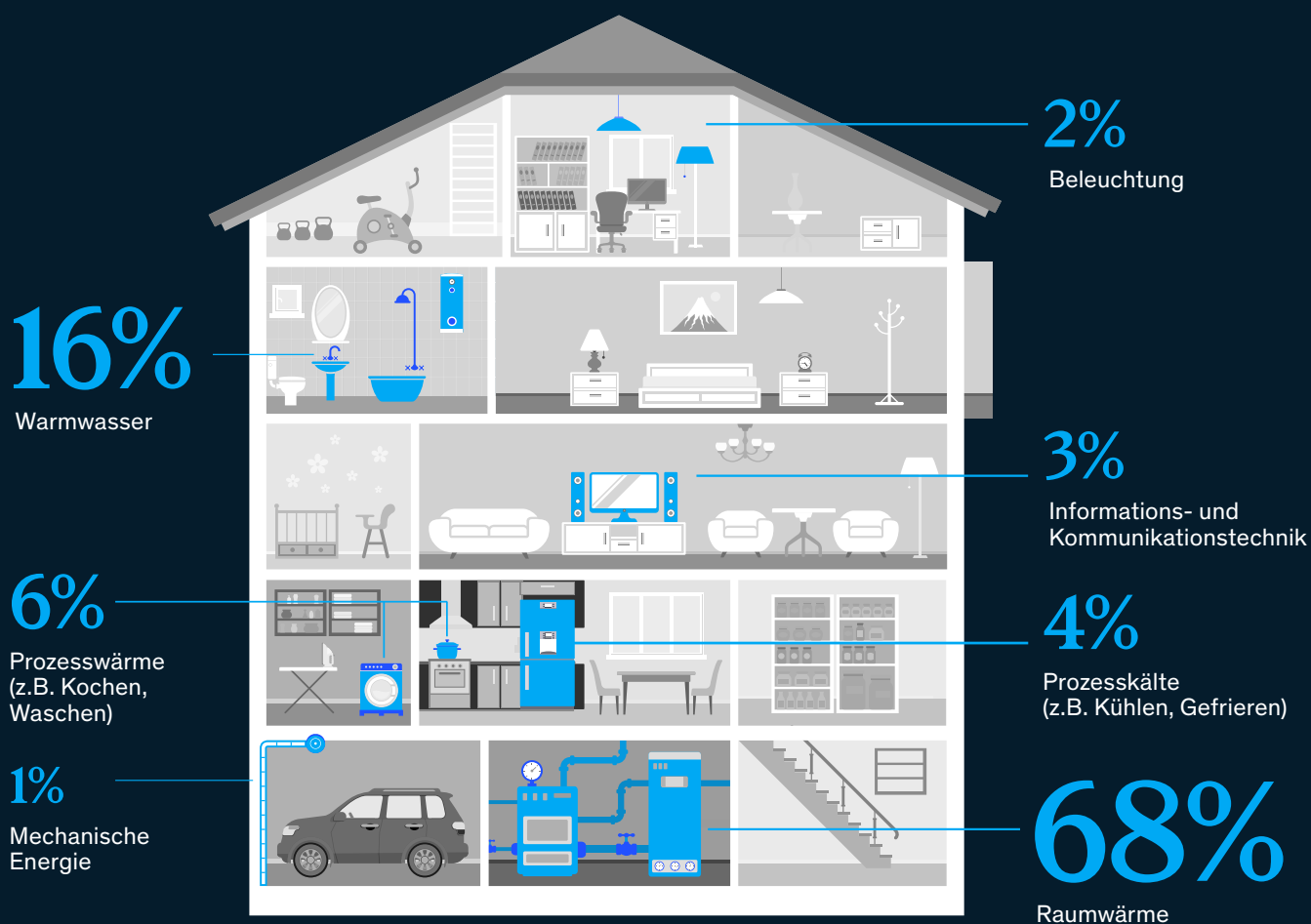
In Deutschland befinden sich ca. 24% der gesamten Gebäudeflächen der EU,¹²⁹ bei einem Bevölkerungsanteil an der EU von ca. 18%. Zusätzlich zu dieser überdurchschnittlichen Flächennutzung sind die Emissionen pro Quadratmeter in Deutschland höher als in den meisten anderen europäischen Ländern. Dies liegt einerseits am kälteren Klima (im Vergleich zu Südeuropa) und andererseits am höheren Anteil fossiler Brennstoffe, die zum Heizen verwendet werden (im Vergleich zu den nordeuropäischen Ländern).



¹²⁹ Building Statistics Observatory – EU, Enerdata, CBS, Eurostat, Hotmaps (2017)

Der größte Teil des Energieverbrauchs in Gebäuden wird von Heizungen verursacht

Energieverbrauch von Haushalten in Deutschland nach Energieart, 2018¹



1. Der durchschnittliche Gesamtverbrauch pro Haushalt 2018 betrug 644 TWh

Quelle: Umweltbundesamt

Die Dekarbonisierung kann – bei angenommener gleichbleibender Flächennutzung – im Wesentlichen durch zwei Maßnahmen bewerkstelligt werden:

- **Reduzierung des Wärmebedarfs durch eine verbesserte Bedarfssteuerung sowie bessere Isolierung von Dächern, Wänden und Fenstern.** Die aktuelle Richtlinie der EU zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erfordert einen hohen Isolierungsgrad bei Neubauten. Zusätzlich muss bis 2050 der Isolierungsgrad von etwa 55% des aktuellen Bestands verbessert werden – überwiegend von einer niedrigen Dämmung (EPC (Energy Performance Certificates) der Klassen F und G) zu einer mittleren (EPC der Klassen C, D und E).¹³⁰
- **Ersatz der fossil befeuerten Wärmequellen durch nachhaltige Technologien wie Wärmepumpen und Fernwärme.** Öl-Wärmequellen müssen bis 2040 vollständig ausgetauscht werden, Gas-Wärmequellen bis 2050. Im gleichen Zeitraum soll der Anteil von Wärmepumpen auf bis zu 50% der Gesamtwärmequellen wachsen. Auf Grund der Energieeffizienz der Wärmepumpen würden diese dann 50% des Wärmebedarfs decken, jedoch nur etwa 28% des Heizenergieverbrauchs ausmachen.¹³¹ Der Anteil von Gebäuden, die mit Fernwärme geheizt werden, muss sich auf über 20% verdoppeln. Die verbleibenden 30% der Gebäude würden mit Biogas, Wasserstoff und Solarthermie geheizt.¹³²

Beide Maßnahmen werden in der Regel kombiniert angewendet und reduzieren häufig die operativen Kosten, was langfristig ökonomischen Mehrwert generiert. Insgesamt sind die Kosten der Dekarbonisierung des Gebäudesektors relativ niedrig.

Dennoch ist die Veränderungsgeschwindigkeit im Gebäudesektor derzeit noch zu gering. Um die Klimaziele zu erreichen, muss sich die Emissionsreduzierung im Vergleich zu den vergangenen 30 Jahren etwa um den Faktor 3 beschleunigen.¹³³ Unter anderem ist eine jährliche Sanierungsrate von über 2% des Gebäudebestands erforderlich, also mehr als eine Verdopplung der seit Jahren bei rund 1% stagnierenden Rate.¹³⁴

Zwei Herausforderungen erschweren die Dekarbonisierung von Gebäuden:

- Bestandsbauten spielen eine zentrale Rolle, sind aber erheblich schwieriger zu dekarbonisieren als Neubauten. Insgesamt gibt es in Deutschland ca. 45 Mio. Gebäude,¹³⁵ von denen 97% vor 2011 errichtet wurden.¹³⁶ Mehr als 80% des heutigen Bestands werden daher auch 2050 noch zum Gebäudebestand zählen.¹³⁷ Somit benötigen fast alle existierenden Gebäude eine energetische Sanierung, meist während ihrer Nutzung. Da die Bewohner:innen dies oft als lästig empfinden, wird die Sanierung häufig jahrelang hinausgezögert. Zugleich liegt der Anteil der Eigennutzung in Deutschland unterhalb des europäischen Durchschnitts von etwa 70%. Vielen Eigentümer:innen fehlt deshalb der Anreiz zur Sanierung, da die Einsparungen bei den Energiekosten den Mieter:innen zugutekommen.
- Gebäude sind in der Regel sehr unterschiedlich hinsichtlich Layout, Materialien und Strukturen. Jede Sanierung benötigt deshalb ein individuelles Konzept. Dies erhöht sowohl den Planungsaufwand als auch die Komplexität.

¹³⁰ McKinsey (2020): Net-Zero Europe

¹³¹ McKinsey; wir erwarten 2045 einen Energiebedarf von etwa 1.100 PJ im Energiesektor.

¹³² McKinsey (2020): Net-Zero Europe

¹³³ [UNFCCC](https://unfccc.org/)

¹³⁴ Deutsche Energie-Agentur (dena)

¹³⁵ Building Statistics Observatory – EU, Enerdata, CBS, Eurostat, Hotmaps (2017)

¹³⁶ Statistisches Bundesamt (2018)

¹³⁷ McKinsey

Kerninitiative 7: Modernisierung des Gebäudebestands, insbesondere mit nachhaltigen Heizsystemen (über 50% Wärmepumpen)

Um die Modernisierung des Gebäudebestands zu beschleunigen, ist eine Reihe von Maßnahmen erforderlich. Bereits seit Jahren werden im Gebäudesektor vermehrt Standards gesetzt. Diese haben in Kombination mit Förderungen auch die Energieeffizienz verbessert. Dieses Vorgehen ist beizubehalten, z.B. durch eine EU-Richtlinie sowie die Vorgabe verbindlicher Mindestrenovierungsraten für gewerbliche Gebäude, Wohnungsbauunternehmen und Immobilieninvestor:innen. Aber auch finanzielle Anreize für die Beschleunigung energetischer Sanierungen von Gebäuden sind sinnvoll.

Um die Umsetzung zu beschleunigen und ökonomisch zu gestalten, ist die Digitalisierung der Maßnahmen unabdingbar. Ein Beispiel ist die flächendeckende Analyse der Verteilung von Sanierungspotenzialen. Sie schafft Transparenz hinsichtlich ökonomisch und ökologisch sinnvoller Förderungsmöglichkeiten. Auf dieser Basis sollten ein regional differenziertes, spezifisches Zielbild für einen Technologiemix zur Wärmeerzeugung (aus Gas, Wasserstoff, Wärmepumpen und Fernwärme) sowie ein entsprechender Umsetzungsfahrplan erstellt werden.

Die genannten Änderungen erfordern aber auch eine breite Akzeptanz von höherer Gebäudedämmung und insbesondere erneuerbaren Heizsystemen in der Gesamtbevölkerung. Gesponserte Kampagnen und Marketing von privaten Agenturen, die den Änderungsbedarf sowie die Kosten und Vorteile der Maßnahmen erklären, können begeistern und die Bereitschaft zur Umsetzung erhöhen.

Investor:innen bzw. Kapitalgeber fordern eine Verbesserung der Energieeffizienz über ihre Investitionskriterien und setzen dadurch Anreize für Unternehmen. Des Weiteren gilt es für Unternehmen, die Umsetzung neuer Renovierungsansätze sowie branchenübergreifende Kooperationen zu initiieren, z.B. zwischen Baubranche und Versicherungswirtschaft oder durch alternative Finanzierungsmaßnahmen, die kürzere Payback-Zeiten ermöglichen. Das Ziel dabei ist, Renovierungsmaßnahmen zu standardisieren und zu industrialisieren.

Um die Umsetzung zu beschleunigen und ökonomisch zu gestalten, ist die Digitalisierung der Maßnahmen unabdingbar.



Bei Sanierungen, aber auch bei Neubauten sollten vermehrt ressourcenschonende und recycelbare Materialien eingesetzt werden. Diese gelten jedoch oft als vergänglich, leicht zersetzbar und anfällig. Bei der Entwicklung nachhaltiger Baustoffe sind diese Vorurteile zu widerlegen; so können Pilotprojekte z.B. deren großflächige Einsetzbarkeit nachweisen. Hier bietet sich die Chance, möglichst regionale Lieferketten aufzubauen (z.B. für Wärmepumpen und Dämmmaterialien). Ein weiterer Ansatz ist das so genannte Urban Mining. Dabei werden mit dem Ansatz der Circular Economy bereits verbaute Sekundärstoffe mittels schneller Materialvermittlung wiederverwendet, was den Einsatz und Abbau von Primärmaterialien reduziert.



2021 wurde das „Bauhaus der Erde“ vorgestellt, das vom Bundesumweltamt unterstützt wird. Die Initiative wirbt für die Substitution von Stahlbeton durch organische Baustoffe. Wie die Bauhausbewegung des frühen 20. Jahrhunderts strebt das „Bauhaus der Erde“ eine ganzheitliche Herangehensweise an, die auf den Prinzipien Nachhaltigkeit, Partizipation und Ästhetik basiert und im kommenden Jahrzehnt umgesetzt werden soll.¹³⁸



Auf dem Online-Marktplatz Restado können Baumaterialien in Deutschland gekauft und verkauft werden. Das Start-up nutzt Prinzipien des Urban Mining, um das Potenzial von Städten als „Rohstofflager“ zu heben: Rund 50 Mrd. t Material stehen theoretisch für den Rückbau zur Verfügung und damit zur Wiederverwendung in neuen Gebäuden.¹³⁹ Das Start-up zeigt so, wie der Neueinsatz von Baustoffen reduziert werden kann – allein in Deutschland sind das rund 534 Mio. t pro Jahr.¹⁴⁰

Die Dekarbonisierung und die damit einhergehende Modernisierung des Gebäudesektors könnten zu bedeutenden Treibern im deutschen Arbeitsmarkt werden. Dabei gilt es, die Sektortransformation zu beschleunigen: durch die Modernisierung der Wärmetechnologien im Gebäudebestand, neue standardisierte Renovierungsansätze und einen verbesserten CO₂-Fußabdruck bei Neubauten. Idealerweise geschieht dies in Kombination mit einer verstärkten Nutzung lokal erzeugter erneuerbarer Energien, die aus reinen Konsument:innen „Prosumment:innen“¹⁴¹ machen. Darüber hinaus bedarf es regionaler Lieferketten für zentrale Baustoffe und Gebäudetechnik (z.B. Dämmstoffe, Wärmepumpen) und ausreichender Ausführungskapazitäten (z.B. Bauunternehmen, Lieferanten).

Insgesamt kann die Transformation des Gebäudesektors bis 2050 rund 1,1 Mio. zusätzliche Arbeitsplätze in der EU generieren, rund 25% davon in Deutschland.¹⁴² Insbesondere gut ausgebildete und höher qualifizierte Arbeitskräfte werden zukünftig benötigt, z.B. für die Herstellung und Installation von Wärmepumpen oder den Einbau von Materialien zur besseren Gebäudedämmung).

¹³⁸ [Umweltbundesamt](#)

¹³⁹ [Restado](#) (2021)

¹⁴⁰ [Umweltbundesamt](#)

¹⁴¹ Personen, die zugleich konsumieren und produzieren, in diesem Fall Energie (z.B. über eine eigene Photovoltaikanlage)

¹⁴² Anteil am erwarteten Gesamtanstieg (beinhaltet z.B. auch den Energiesektor); McKinsey (2020): Net-Zero Europe



68 Mt CO₂

Landwirtschaftssektor

68 Mt CO₂-äquivalente Treibhausgasemissionen im Jahr 2019 (8% der Gesamtemissionen in Deutschland)

Der deutsche Landwirtschaftssektor umfasst sowohl pflanzliche als auch tierische Produkte sowie Energie (z.B. Biogas) aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Er verursacht derzeit ca. 8% der Treibhausgasemissionen in Deutschland; davon entfallen etwa 63% auf die tierische Produktion und 28% auf den Pflanzenbau, inklusive Futterpflanzen für die Tierhaltung. Auch dieser Sektor muss seinen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten – allerdings kann er durch das Speicherungspotenzial von Kohlenstoff im Boden, z.B. durch Humusaufbau, eine bedeutendere Rolle einnehmen und die Emissionen anderer Industrien ausgleichen. Die Reduzierung der Emissionen ist jedoch mit hohem Aufwand verbunden. Seit 2015 sind die Treibhausgasemissionen lediglich um 2% pro Jahr gesunken.¹⁴³

Kerninitiative 8: Entwicklung zukunftssträchtiger Schlüsseltechnologien für eine resiliente und nachhaltige Landwirtschaft

Die Emissionen könnten bis 2035 um ca. 10% sinken, wenn bereits existierende Technologien wie anaerobe Güllevergärung (z.B. in Biogasanlagen) oder das direkte Einarbeiten tierischer Düngemittel in den Boden systematisch und flächendeckend zum Einsatz kommen (Abbildung 19).¹⁴⁴ Die Kosten dieser Einzelmaßnahmen variieren; etwas mehr als die Hälfte des Potenzials lässt sich zu einem Preis von mehr als 50 EUR je Tonne CO₂-Äquivalent ausschöpfen.

Next-Generation-Technologien wie direkte Methanabscheidung oder Genom-Editierungstechnologien haben das Potenzial, die Treibhausgasemissionen bis 2035 um weitere ca. 21 Prozentpunkte zu senken.¹⁴⁵ Sie befinden sich allerdings meist noch in der vorkommerziellen Phase und sind daher mit einer höheren Unsicherheit verbunden. Derzeit in Entwicklung ist beispielsweise die Reduktion der Methanproduktion im Pansen beim Wiederkäuer durch chemisch-biologische Mittel oder ein beschleunigtes Zuchtverfahren für Pflanzen und Tiere durch verstärkten Einsatz gentechnischer Methoden (z.B. CRISPR).



Das niederländische Unternehmen DSM (Dutch State Mining) hat ein spezielles Futterzusatzmittel für Kühe entwickelt, das die Methanausscheidung um 27 bis 40% senkt. Das bedeutet ein jährliches Einsparpotenzial von 1 t CO₂-Äquivalent pro Kuh.¹⁴⁶

Bei CRISPR ist die Grundlagenforschung in Deutschland gut aufgestellt. Die Anwendungsforschung muss allerdings noch massiv ausgebaut werden, um Verfahren bis zur Praxistauglichkeit weiterzuentwickeln und Steigerungen der Erträge pro Hektar sowie den Einsatz klimaschonender Pflanzenvarianten zu ermöglichen. Hier können Universitäten und Forschungseinrichtungen zusammen mit der Privatwirtschaft und Start-ups eine entscheidende Rolle spielen.

Insgesamt kann der deutsche Landwirtschaftssektor seine Treibhausgasemissionen bis 2035 mit technischen Maßnahmen um etwa 30% reduzieren. Eine Annäherung an das Netto-Null-Ziel im deutschen Agrar- und Forstsektor gemäß dem Vorschlag der „Fit for 55“-Strategie der EU würde weitere signifikante Anstrengungen erfordern. Im gegebenen Zeitrahmen wäre das nur mit Hilfe eines veränderten Konsumverhaltens möglich.

¹⁴³ UNFCCC

¹⁴⁴ McKinsey

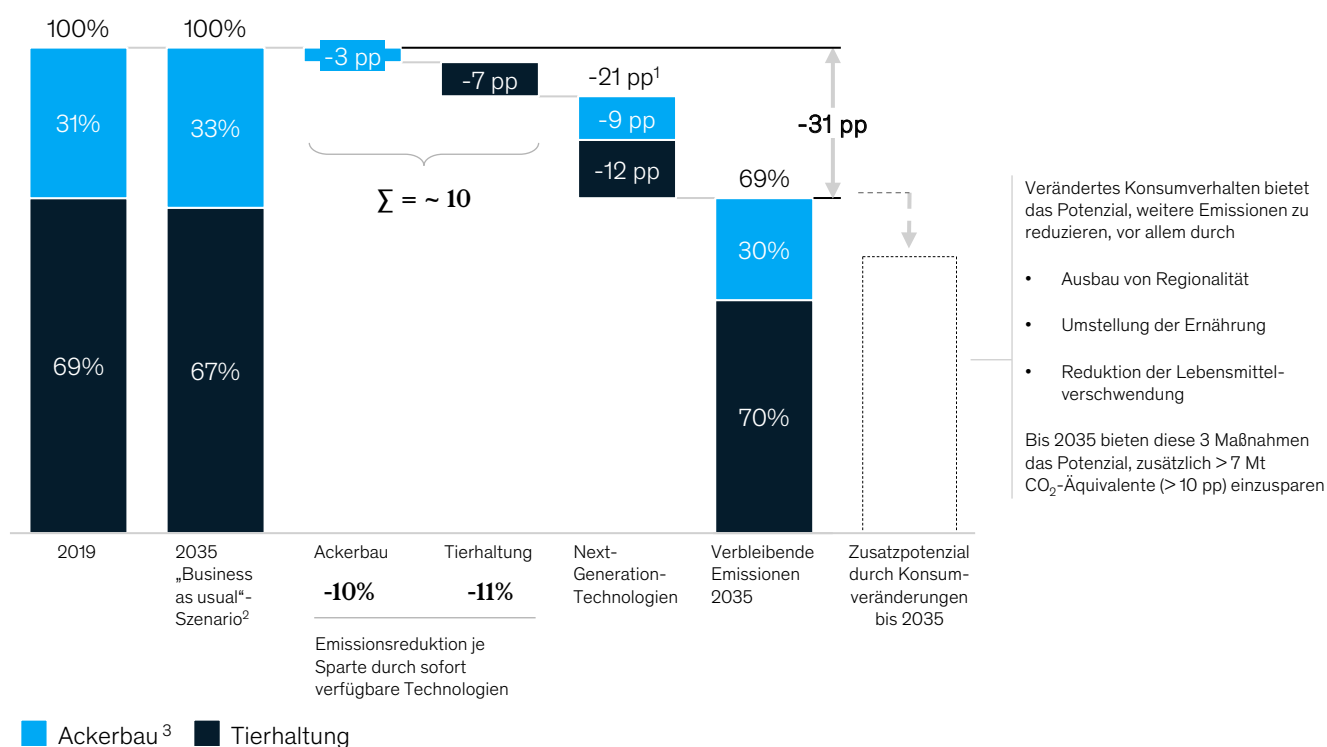
¹⁴⁵ McKinsey

¹⁴⁶ [Wirtschaftsverband Chemie Pharma Life Sciences](#)

Abbildung 19

Deutschland kann die Emissionen der Agrarproduktion bis 2035 mit Technologien um 31% reduzieren – durch verändertes Konsumverhalten können die Emissionen weiter sinken

Emissionsveränderungen in der Landwirtschaft in Deutschland¹



1. Exkl. Energieverbrauch

2. Realisierung des Potenzials abhängig von Rahmenbedingungen, z.B. Regulierung, technologische Reife

3. Unter Annahme stabiler Export-/Importmuster und gleichbleibender Emissionen bei einer Umstellung von konventioneller auf biologische Bodenbewirtschaftung

Quelle: EU-Kommission; Analyse der Optimierungsfaktoren für den Dekarbonisierungspfad; FAO; McKinsey

Kerninitiative 9: Beschleunigung des Trends zu gesunder Ernährung und nachhaltigem Konsumverhalten

Die täglichen Entscheidungen von Konsument:innen, Handel und Erzeugern beeinflussen die Emissionen wesentlich. Verschiedene Maßnahmen können diese verringern:

- **Weniger Lebensmittel verschwenden.** Ein geringeres Maß an Abfall und Schwund bei landwirtschaftlichen Produkten könnte kurzfristig zu einer Vermeidung von ca. 1 Mt CO₂-äquivalenten Treibhausgasemissionen beitragen. Entsprechende Maßnahmen betreffen Konsument:innen und Verarbeiter (z.B. Restaurants), aber auch die Lagerung sowie Vertriebs- und Produktionsprozesse. So hat der reduzierte Einsatz von Folien beim Einschweißen von Lebensmitteln aus Nachhaltigkeitsperspektive zwar den Folienverbrauch gesenkt, aber den Ausschuss von Lebensmitteln deutlich erhöht. Daher gilt es, neue Verfahren der Ernte, Lagerung und Verpackung zu entwickeln und zu nutzen.

- **Regionale Lebensmittelversorgung ausbauen.** Durch eine verstärkte regionale Versorgung können die beim Transport anfallenden Emissionen, z.B. für Tier- und Kühltransporte, deutlich sinken. Dieser Ausbau erfordert die Unterstützung regionaler Betriebe sowie die Anpassung von Logistikketten und Handelsbeziehungen.



Bis Sommer 2022 will die deutsche Supermarktkette Rewe Group rund 95% ihres konventionellen Sortiments an Schweinefrischfleisch aus Deutschland beziehen, inklusive der kompletten Wertschöpfungskette (Geburt, Aufzucht, Mast, Schlachtung und Zerlegung/Verarbeitung – das so genannte 5D- Kriterium). Dazu wird die Rewe Group ab September die seit 2020 garantierten Mindestpreise für die Schweinehaltung anheben und so die deutsche Schweinefleischproduktion stärken.¹⁴⁷

- **Ernährung umstellen.** Eine weitere Reduktion von Treibhausgasen ist durch eine Umstellung der Ernährung der Bevölkerung möglich – insbesondere durch die Verringerung des Fleischkonsums. Eine Modellrechnung zeigt: Würden sich ca. 15 bis 20% (vs. 8% im Jahr 2020) der Bevölkerung Deutschlands überwiegend vegetarisch ernähren, könnten rund 10% der Treibhausgasemissionen (7 Mt CO₂-Äquivalente) aus der Landwirtschaft zusätzlich reduziert werden.¹⁴⁸ Dafür bedarf es einer beschleunigten Produktentwicklung, um mehr geeignete, pflanzenbasierte Alternativen für tierische Produkte anzubieten (z.B. mit Soja-, Raps- oder Erbsenprotein).

Für all diese Maßnahmen ist eine Sensibilisierung der Verbraucher:innen notwendig. Eine klarere Kennzeichnung der CO₂-Bilanz auf landwirtschaftlichen Erzeugnissen und die Aufklärung der Bevölkerung können helfen, die Bereitschaft zum Konsum von B- oder C-Ware, die sich nur optisch von A-Ware unterscheidet, zu erhöhen.



¹⁴⁷ [Rewe Group, Agrarheute](#)

¹⁴⁸ McKinsey

Die Landwirtschaft kann über die beschriebenen Maßnahmen hinaus eine Rolle spielen, indem sie als „Kohlenstoffsенке“ dient, d.h., Kohlenstoff im Boden bzw. in ihren Erzeugnissen bindet. Beispielsweise hätte eine Erhöhung des Humusgehalts im Boden eine deutlich höhere Kohlenstoffbindung zur Folge. Hinzu kämen weitere positive Nebeneffekte, z.B. auf den Wasserhaushalt und die Bodenstruktur. Möglich wäre dies durch Veränderungen in der Fruchtfolge, beim Saatgut und bei der Bodenbearbeitung. Hier könnten Subventionsprogramme helfen, aber auch eine unterstützende Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Saatgutsorten sowie Forschung an Universitäten und Fachhochschulen.

Bei einer derartigen Veränderung des deutschen Landwirtschaftssektors sind noch weitere Aspekte zu berücksichtigen, unter anderem:

- Entstehung neuer Wertpools und Einkommensquellen für die Landwirt:innen durch Emissionsgutschriften, z.B. durch den beschriebenen Humusaufbau mit entsprechender Kohlenstoffbindung
- Erhebliche Verlagerung ökonomischer Werte entlang der Wertschöpfungskette bei der Erzeugung pflanzlicher und tierischer Produkte. Eine vermehrte Nutzung neuer Technologien erhöht den Betriebsmitteleinsatz; ohne entsprechende Kompensationen wirkt sich dies auf die Profitabilität der Betriebe sowie auf die Kosten und Preise der landwirtschaftlichen Erzeugnisse aus
- Deutliche Veränderung bei den Produktionsmengen der pflanzlichen und tierischen Produkte durch Verschiebungen im Konsumverhalten (auf Grund von Regionalisierung) oder durch einen erhöhten Flächenbedarf für Aufforstung oder den Anbau von Biomasse. Damit einher gehen Veränderungen bei der Flächennutzung (z.B. Ausweitung, Intensivierung) und den Produktionsmethoden (z.B. Zwischenkulturen). Eine Intensivierung der Nutzung steht ggf. im Widerspruch zu anderen Zielen des Green Deals der EU, z.B. der Verringerung des Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel, dem Ausbau des Ökolandbaus oder der Förderung der Biodiversität
- Veränderung der Handelsströme mit anderen EU- und Nicht-EU-Ländern infolge der prognostizierten Veränderungen von Produktionsmengen und Kosten. Ein Zurückfahren der Produktion in Deutschland und Europa sowie eine Selbstversorgung unter 100% sind zu vermeiden, um die Nahrungsmittelversorgung sicherzustellen und zu verhindern, dass die Produktion in andere Regionen mit weniger nachhaltigen Produktionsmethoden abwandert.

Das Ausmaß der Veränderungen ist heute ungewiss. Eines ist jedoch sicher: Die Wirksamkeit der Maßnahmen hängt davon ab, wie Landwirt:innen, Endverbraucher:innen und Regulierungsbehörden diese annehmen und umsetzen.



Bankensektor

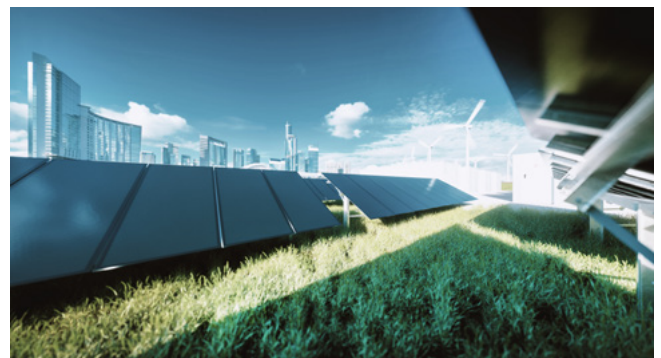
Dem Bankensektor kommt in Deutschland bei der Finanzierung der Volkswirtschaft und der Begleitung wesentlicher Umbrüche traditionell eine hohe Bedeutung zu. Auch bei der Transformation zur Netto-Null-Emissionen-Gesellschaft spielt er eine wesentliche Rolle.

Neben der Optimierung des eigenen Fußabdrucks¹⁴⁹ liegen die Chancen und Herausforderungen für Banken darin, das Geschäftsmodell im laufenden Betrieb so anzupassen, dass die benötigten Investitionen zur Dekarbonisierung effektiv gegenfinanziert und angesteuert werden. Da die Banken auch für ihre finanzierten Portfolios (Scope 3) verantwortlich sind, sind sie besonders gefordert, die beschleunigten Ziele gemäß der Novelle des Klimaschutzgesetzes zu erfüllen.

Gleichzeitig sind sprunghaft steigende regulatorische Anforderungen zu erfüllen sowie physische und transitorische Risiken für die eigenen Vermögenswerte zu begrenzen. Bisher mangelt es dafür an Referenzwerten und detaillierten Daten (etwa für sektor- und kundenspezifische Emissionswerte und -pfade). Wie in unserem jüngsten Bankenreport dargestellt, fällt dies zudem in eine Periode ohnehin hoher transformatorischer Herausforderungen.¹⁵⁰

Diese Ausgangslage erfordert die volle Aufmerksamkeit der deutschen Institute.¹⁵¹ Laut der Europäischen Bankenaufsicht (EBA) entfallen vom gesamten Engagement europäischer Banken derzeit noch 35% auf EU-Unternehmen, die Treibhausgasemissionen über dem Mittelwert verursachen.¹⁵² Die „Green Asset“-Quote – der Anteil klimafreundlicher Assets – der EU-Banken liegt nach ersten Schätzungen bei lediglich 7,9%.¹⁵³ Erst kürzlich hat die EZB angemahnt, dass die Institute ihre Implementierungspläne und Umsetzungsgeschwindigkeit beim Management von Klima- und Umweltrisiken merklich verbessern müssen;¹⁵⁴ nach Selbsteinschätzung der Banken entsprechen nur etwa 10% den Erwartungen der EZB.¹⁵⁵

In Summe muss der deutsche Bankensektor konkrete Schritte ergreifen, wenn er die spezifischen Anforderungen erfüllen, die gesamtwirtschaftlichen Anstrengungen unterstützen und die entstehenden Finanzierungs- und Beratungschancen ergreifen will.



¹⁴⁹ Deutsche Banken beschäftigen mehr als 500.000 Mitarbeitende und unterhalten 24.100 Zweigstellen und Filialen.

¹⁵⁰ [McKinsey \(2021\): Deutschlands Banken zurück im Spiel](#); Digitalisierung, Niedrigzinsumfeld und eine weiterhin hohe Fragmentierung im Vertriebsansatz haben die Erträge deutscher Banken zwischen 2010 und 2019 um 8% sinken lassen; die Eigenkapitalrendite liegt im Fünfjahresdurchschnitt bei gerade einmal 2,9% und damit deutlich unter dem Durchschnitt anderer etablierter, europäischer Bankenmärkte.

¹⁵¹ [McKinsey \(2021\): Deutschlands Banken zurück im Spiel](#)

¹⁵² Friede, G., Busch, T. und Bassen, A. (2015): ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2,000 empirical studies, *Journal of Sustainable Finance and Investment*, Band 5, Nummer 4, S. 210 - 33

¹⁵³ EBA (2021): Mapping climate risk: Main findings from the EU-wide pilot exercise

¹⁵⁴ ECB Supervision Newsletter (2021): The clock is ticking for banks to manage climate and environmental risks

¹⁵⁵ Frank Elderson (2021): Patchy data is a good start: from Kuznets and Clark to supervisors and climate

Kerninitiative 10: Finanzierung und Begleitung der Netto-Null-Transformation über den Aufbau eines grünen Portfolios

Festlegung eines ambitionierten strategischen Klimaziels zur weiteren Unterstützung der Klimawende über Finanzierung und Angebotsinnovationen

Der Trend zu Sustainable Finance ist für deutsche Banken nicht neu. Bereits vor der COVID-19-Pandemie entfielen im Geschäftsjahr 2019 rund 8,6 Mrd. EUR von den 146 Mrd. EUR syndizierter Kredite auf ESG-konforme Finanzierungen (dazu zählen z.B. auch Windparkprojekte).¹⁵⁶ Einzelne deutsche Institute nehmen bereits heute eine Vorreiterrolle in Europa ein, wenn es um die Finanzierung erneuerbarer Energien geht. Im Zuge der bis 2045 zu leistenden Investitionen ist dieses Engagement weiter auszubauen und über den Energie- und Infrastruktursektor hinaus auf die Industrie und den Mittelstand auszuweiten. Die bereits aufgebaute Expertise dürfte den Instituten helfen, diese Rolle auszufüllen.

Im Gleichklang mit führenden internationalen Marktbegleitern haben deutsche Banken passend dazu begonnen, ambitionierte, wissenschaftsbasierte Netto-Null-Ziele für ihre finanzierten Emissionen zu formulieren. Aufbauend auf einer Emissionsmessung für das aktuelle Portfolio je Sektor definieren sie konkrete Ziele und Dekarbonisierungspfade für individuelle Portfolios. Besonders emissionsrelevante Portfolios (z.B. Energie, Hypotheken und Auto) werden zudem mit detaillierten Plänen, Kontrollprozessen und wesentlichen Maßnahmen hinterlegt (z.B. Unterstützung von Unternehmen bei Emissionssenkungsprojekten, Neutralisierung durch grüne Produkte, Offsets), um die Gesamtemissionen im Laufe der Zeit herunterzufahren.



In der Net Zero Banking Alliance Germany haben sich BNP Paribas, Commerzbank, Deutsche Bank, DKB, DZ Bank, ING und LBBW zusammengeschlossen und dazu verpflichtet, ihre Portfolios bis 2045 klimaneutral und gemäß den Pariser Klimazielen zu gestalten.¹⁵⁷ Das Green and Sustainable Finance Cluster Germany hat ein Diskussionspapier mit dem Titel „Lending to a climate-neutral Germany by 2045“ vorgelegt, das eine erste Position zur durchgängigen Steuerung der Kreditportfolios im Einklang mit den Pariser Klimazielen darstellt; ein finaler Vorschlag wird Ende 2022 erwartet.

Die damit einhergehende Umschichtung in der Kreditvergabe kann einen wesentlichen Beitrag zur Steuerung der Netto-Null-Transformation leisten. Denn mit Krediten in Höhe von ca. 1,2 Bill. EUR¹⁵⁸ an inländische Unternehmen spielen Deutschlands Banken nicht nur eine zentrale Rolle bei der Finanzierung der deutschen Volkswirtschaft;¹⁵⁹ sie fungieren auch als steuerndes Element.

- Für die notwendigen Ersatzinvestitionen – durchschnittlich 200 Mrd. EUR pro Jahr – und die damit verbundenen Kapitalumschichtungen gilt es, die Dynamik der Sektoren aus Industriesicht sowie die Chancen und Risiken vollumfänglich zu verstehen – inklusive der Effekte aus den Lieferketten, der Gesetzgebung und der Interaktion mit dem öffentlichen Sektor. Hinzu kommen Neuinvestitionen in Höhe von ca. 40 Mrd. EUR pro Jahr, die signifikante zusätzliche Kredit- und Kapitalzusagen erfordern. Neben den Vergabestandards entfalten dabei die veranschlagten Finanzierungskosten eine steuernde Wirkung: Mit Blick

¹⁵⁶ Dealogic (2021)

¹⁵⁷ Stand August 2021

¹⁵⁸ Kredite an inländische Unternehmen im Geschäftsjahr 2020 (Bundesbank-Statistik)

¹⁵⁹ Laut SAFE-Studie der EU-Kommission ist Bankfinanzierung für 44% aller Unternehmen relevant.

auf das wachsende Risiko nicht berücksichtigter Klimarisiken könnten beispielsweise Kreditkonditionen für Unternehmen ohne Klimaagenda langfristig teurer werden als für solche, die den Wandel proaktiv gestalten.



Sektorspezifische Ansätze und Strategien in der Kreditvergabe können an den Lieferketten und der Finanzierung gemeinsamer Vorhaben zur Dekarbonisierung ansetzen. Auf den Energiesektor bezogen, könnten Schwerpunkte der Finanzierung etwa bei CCU/CCS- und Wasserstoff-Konsortien oder bei Partnerschaften kohlenstoffarmer Energieerzeuger für den Verkehrs- und Immobiliensektor gesetzt werden. Im Retail-Geschäft ist unter anderem an die jüngste Ankündigung der Bundesregierung zu denken, bei Neubauten und größeren Renovierungen eine Solaranlage vorzuschreiben;¹⁶⁰ eine Berücksichtigung dieser Kriterien bei der Vergabe von Baufinanzierungen ist somit naheliegend.

Die Finanzindustrie kann die Entwicklung mit neuen, ESG-bezogenen Produkten und Leistungen in allen Geschäftsbereichen – Privat- und Firmenkundengeschäft sowie Asset-Management – flankieren. Entsprechende Handlungsfelder umfassen unter anderem:

- Die Schaffung effektiver und effizienter Märkte für „Voluntary Carbon Offsets“, um etwaige Restanten in der Treibhausgasbilanz mit Hilfe von Emissionsgutschriften in allen Sektoren ausgleichen zu können. McKinsey hat in diesem Kontext die internationale „Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets“ (TSVCM) unterstützt, die unter der Führung des Institute of International Finance steht: zuletzt beim Aufsetzen einer entsprechenden Roadmap,¹⁶¹ über die der Markt für Emissionsgutschriften bis 2030 bis auf das 15-Fache ansteigen kann. Nach umfangreicher Konsultation (bei der unter anderem 130 internationale Rückmeldungen berücksichtigt wurden) hat die TSVCM die Kernprinzipien für einen solchen Marktplatz sowie für die Integrität der Emissionsgutschriften festgeschrieben (Core Carbon Principles – CCP); in einem nächsten Schritt wird die bereits definierte Dachorganisation etabliert
- Dedizierte Beratungseinheiten für klimaneutrale Investitionen, insbesondere im Mittelstandsgeschäft, wo Bankberater:innen eine Vielzahl von Transformationen erleben und begleiten
- ESG-konforme Geldanlage im Asset-Management über Positiv- bzw. Negativauswahl. Das verwaltete Vermögen nachhaltiger Fonds hat schon heute einen Gesamtumfang von rund 250 Mrd. EUR¹⁶², Tendenz steigend. Denkbar ist, dass strukturierte Fonds, auch in Zusammenarbeit mit öffentlichen Banken, künftig einen weiteren signifikanten Beitrag zur Finanzierung nötiger Investitionen leisten, während sie Anleger:innen eine Investitionsalternative mit niedrigen Risiken und zu attraktiven Zinsen bieten. So können Investitionen sowohl von institutionellen Anlegern als auch von Retail-Kund:innen kanalisiert werden.

Das verwaltete Vermögen nachhaltiger Fonds hat schon heute einen Gesamtumfang von rund

250 Mrd. EUR

Aufbau grundlegender Fähigkeiten für das Management der Netto-Null-Transformation sowie damit einhergehender Risiken

¹⁶⁰ [Handelsblatt](#)

¹⁶¹ [Institute of International Finance](#)

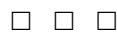
¹⁶² [BVI Bundesverband Investment und Asset Management e.V.](#)

Die klimabewusste Neuorientierung der Kreditvergabe, die Entwicklung verstärkender Finanzprodukte und -dienstleistungen sowie die regulatorischen Anforderungen machen es notwendig, dass Banken umfassend in ihre Green-Finance-Fähigkeiten investieren und diese konsequent weiterentwickeln. Laut unseren Benchmarks umfasst dies insbesondere Maßnahmen in den Bereichen Governance, Business, Risiko, Daten und Offenlegung sowie Mitarbeitende und Kultur.

Den ersten Schritt bildet die Detailanalyse klimarelevanter Positionen und Risiken sowie die beschleunigte Integration in ein umfangreiches CO₂-Accounting. Darauf aufbauend sollten die internen Risiko- und Steuerungsansätze (z.B. inklusive Risikobereitschaft, Limitsystem, Kreditentscheidung oder Pricing) überarbeitet werden. Neue Industriestandards wie die des COP26¹⁶³-Portfolio-Alignment-Teams können hier einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung leisten.¹⁶⁴ Darüber hinaus bedarf es zusätzlicher Daten- und Analysefähigkeiten sowie eines gezielten Fähigkeitsaufbaus beim Personal (inklusive Weiterbildung, Umschulung und Neueinstellungen). Nach wie vor hängt der Erfolg der internen Klimaagenda zu oft von einzelnen Personen in der Organisation ab.

Um die benötigten neuen Produkt- und Serviceleistungen wirtschaftlich und passgenau im Markt zu etablieren, muss Klima- bzw. ESG-Expertise mit der bestehenden Sektor-, Produkt- und Beratungskompetenz aller Geschäftsfelder verzahnt werden. Als Blaupause kann die Fondsindustrie mit ihren vielfältigen Ansätzen zur Integration von ESG-Kriterien im Investitionsprozess sowie ihrer zunehmenden Standardisierung in der Offenlegung dienen.

Unserer Erfahrung nach setzt dieser interne Wandel eine dedizierte Transformationsstruktur voraus, die die klimagerechten Veränderungen vorantreibt – beispielsweise in Form eines speziellen Kompetenz-Clusters. Dieses Cluster kann dann Richtlinien und langfristige Ziele festlegen, Vorgaben in alle wesentlichen Bankprozesse kaskadieren und die benötigten internen Ressourcen mobilisieren. Letzteres ist unter anderem notwendig, um die noch vorwiegend projektbasierten ESG-IT-Prototypen zügig in eine produktive und integrierte IT- und Dateninfrastruktur zu überführen.



Zusammenfassend kommt es für eine erfolgreiche Transformation auf die folgenden wesentlichen Elemente an (Abbildung 20):

¹⁶³ 26th Conference of the Parties (UN-Klimakonferenz 2021)

¹⁶⁴ McKinsey hatte das von Mark Carney initiierte COP26-Portfolio-Alignment-Team zuletzt bei der [Veröffentlichung](#) von Best-Practice-Ansätzen für die gesamtheitliche Portfoliosteuerung unterstützt.

10 Kerninitiativen in 6 Sektoren für eine erfolgreiche Transformation



Energie

1: Massive Beschleunigung (Verdreifachung) des Kapazitätsausbaus erneuerbarer Energien

Aufbau auf bis zu 650 GW Kapazität erneuerbarer Energien bis 2045 – bis 2030 muss der jährliche Ausbau gegenüber 2020 verdreifacht werden; Importe als Ergänzung notwendig. Aufbau grüner Wasserstoffwirtschaft in einem Umfang von jährlich 10 - 15 Mt

2: Ausbau (~ 25% Erweiterung des Stromtransportnetzes) und Flexibilisierung des Energienetzes

Ausbau des Stromtransportnetzes bis 2045 auf > 60.000 km sowie Flexibilisierung durch Ausbau der Speicherkapazitäten und intelligentes Lastmanagement. Beschleunigte Genehmigungsverfahren als Enabler unabdingbar



Industrie

3: Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie (grüne Materialien) durch Innovationen in Prozessen und Anlagentechnik getrieben durch Anforderungen und Innovationen aus dem verarbeitenden Gewerbe

Industriespezifische Dekarbonisierung und Skalierung nachhaltiger Prozesse und Anlagen

- Stahl: Direktreduktionstechnik mit grünem Wasserstoff
- Chemie: Elektrifizierung der Kernprozesse wie Cracking, Einsatz nachhaltiger Feedstocks (z.B. grüner Wasserstoff statt SMR), weitere Optimierung bestehender Prozesse
- Zement: Nutzung biomassehaltiger Brennstoffe, Reduzierung des Klinkeranteils, Modernisierung des Anlagenparks zur Reduzierung des Energieeinsatzes

Das verarbeitende Gewerbe liefert für die Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie 2 Impulse:

- Die Nachfrage nach dekarbonisiertem Material – z.B. in der Automobil- und Konsumgüterindustrie
- Ermöglichen der Dekarbonisierung durch Innovationen insbesondere in der Anlagentechnik

4: Beschleunigter Aufbau von Cleantech-Enablern: Wasserstoffwirtschaft, Batterieproduktion, Ladeinfrastruktur, Recycling, CCUS

Aufbau einer grünen Batteriewertschöpfungskette (Steigerung um das 20-Fache), Etablierung einer effizienten Kreislaufwirtschaft, Veränderung der Rohstoffbasis (z.B. recycelte oder biobasierte Materialien), Aufbau von CCUS, beschleunigter Ausbau der Ladeinfrastruktur: Zubau von ~ 2.000 Ladepunkten pro Woche im kommenden Jahrzehnt



Verkehr

5: Umstellung auf 100% emissionsfreie Mobilität

Flächendeckender Einsatz nachhaltiger Antriebstechnologien (Elektro - und Wasserstoffantrieb) im Individual- und Güterverkehr; Nutzung alternativer Brennstoffe im Luftverkehr

6: Verbesserung der Ressourcenproduktivität durch Etablierung von Smart und Shared Mobility

Verstärkter Einsatz von Shared- und Smart-Mobility-Konzepten inkl. Nutzung von Mikromobilität und autonomen Fahrzeugen. Schaffung von Raum für sicheren emissionslosen Individualverkehr wie Radfahren/zu Fuß gehen



Gebäude

7: Modernisierung des Gebäudebestands, insbesondere mit nachhaltigen Heizsystemen (> 50% Wärmepumpen)

Umsetzung regionalspezifischer Konzepte für den Technologiemix zur klimaneutralen Wärmeerzeugung und Beschleunigung der Sanierungsrate – Verbesserung des Isolierungsgrads von ~ 55% des aktuellen Gebäudebestands hauptsächlich von den Klassen F/G auf C/D/E



Landwirtschaft

8: Entwicklung zukunfts-trächtiger Schlüsseltechnologien für eine resiliente und nachhaltige Landwirtschaft

Skalierung bestehender Technologien wie z.B. anaerobe Güllevergärung in Biogasanlagen in der Fläche, Kommerzialisierung von Next-Generation-Technologien wie z.B. Reduktion der Methanausscheidung durch chemisch-biologische Mittel und Entwicklung klimaschonender Pflanzenvarianten

9: Beschleunigung des Trends zu gesunder Ernährung und nachhaltigem Konsumverhalten

Ausbau von Regionalität, Reduktion der Lebensmittelverschwendung und Anreize zur Ernährungsumstellung auf nachhaltigere Lebensmittel



Banken

10: Finanzierung und Begleitung der Netto-Null-Transformation über den Aufbau eines grünen Portfolios

Ausbau und Einführung grüner Finanzinstrumente: ESG-abhängige Finanzierungen, ESG-konformes Asset-Management, Einführung neuer Instrumente wie freiwilliger Kohlenstoffmärkte; gleichzeitig Anheben der ESG-Kenntnisse und -Fähigkeiten in den Banken

IV. Nachhaltigkeit als integrativer Bestandteil jeder Unternehmensstrategie

Um die aufgezeigten Chancen zu realisieren und die grüne Transformation erfolgreich zu bewältigen, müssen alle Unternehmen Nachhaltigkeit zum integrativen Bestandteil ihrer Strategie machen und das Thema konsequent auf sämtlichen Ebenen und in allen Geschäftsbereichen umsetzen.



Nachhaltigkeit und damit auch der Weg zu Net-Zero ist ein Muss für jedes Unternehmen und seine Stakeholder und bringt viele Vorteile mit sich:

- Nachhaltige Unternehmen sind profitabler, wachsen stärker und weisen ein geringeres Risikoprofil auf. Dadurch erreichen sie höhere Bewertungen für ihre Shareholder:innen.
 - Für nachhaltig produzierte Güter besteht bereits heute eine höhere Zahlungsbereitschaft.¹⁶⁵
 - Eine Analyse der Chemieindustrie hat ergeben, dass die „Green Leaders“ der Branche im Vergleich zu Konkurrenten ohne ESG-Ausrichtung in den vergangenen fünf Jahren pro Jahr eine um 20% höhere Aktienrendite erzielt haben.¹⁶⁶
- ESG-Kriterien fließen in die Investitionsentscheidungen von Investor:innen und Banken ein, bilden aber auch den Maßstab für gesonderte grüne Finanzierungsinstrumente. Sie sind daher ein wesentliches Kriterium für den Zugang zu Kapital geworden.
- Klimaneutrale Unternehmen bieten sinnstiftende und erfüllende Arbeitsplätze für ihre Belegschaft – und sichern sich dadurch einen Vorteil im Wettbewerb um die besten Talente.
- Die Dekarbonisierung von Produktion und Wertschöpfungskette bringt in vielen Bereichen Kostenvorteile – insbesondere bei steigenden CO₂-Preisen.

Der künftige Unternehmenserfolg liegt in der Fähigkeit, mit den Risiken und Unsicherheiten dieser Disruption unternehmerisch umzugehen – aber auch darin, die Disruption als Chance zu verstehen und zu nutzen.

Eine entschlossene, schnelle und klare Neuausrichtung eröffnet Möglichkeiten, das Portfolio wertsteigernd auf neue Value Pools und Wachstumsmärkte auszurichten, Wachstum durch neue Geschäftsmodelle zu erzielen und sich über die Dekarbonisierung der Wertschöpfungskette vom Wettbewerb zu differenzieren.

Die grüne Transformation hat also das Potenzial, ganze Wettbewerbslandschaften neu zu ordnen. First Mover können dabei einen entscheidenden Vorteil nutzen: Sie können sich als Spitzenreiter in der neuen Welt etablieren oder durch eine entscheidende, schnelle Umstellung in der Übergangsphase höhere Margen realisieren. Eine umfassende Nachhaltigkeitsstrategie kann also einen fundamentalen Wandel des Kerngeschäfts bedeuten, aber auch neue Chancen für ein Unternehmen bieten.

Im Folgenden wollen wir Unternehmen einige Anhaltspunkte geben, wie sie diesen Weg erfolgreich beschreiten können.

Eine umfassende Nachhaltigkeitsstrategie kann einen fundamentalen Wandel des Kerngeschäfts bedeuten, aber auch neue Chancen für ein Unternehmen bieten.

¹⁶⁵ McKinsey

¹⁶⁶ 2016 bis 2021; McKinsey, CPAT, Refinitiv

1. Nachhaltigkeitsstrategie festlegen

Der Erfolg eines Unternehmens wird in Zukunft maßgeblich davon abhängen, ob es gelingt, eine „grüne Vision“ zu formulieren und diese in einer Nachhaltigkeitsstrategie zu konkretisieren und umzusetzen. Den Kern der Strategie sollte der Weg des Unternehmens zu Nachhaltigkeit im Allgemeinen und insbesondere zu Klimaneutralität bilden. Dabei ist es empfehlenswert, sich an den Zielsetzungsmethoden der Science Based Targets Initiative (SBTi) zu orientieren. Diese haben sich als Industriestandard etabliert: Aufbauend auf Erkenntnissen der Wissenschaft und im Einklang mit der Erreichung des 1,5-Grad-Ziels helfen sie, für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen konkrete Ziele vorzugeben.

Dabei ist es essenziell, eine ganzheitliche Perspektive einzunehmen und alle relevanten Unternehmensbereiche zu berücksichtigen. Dazu gehört es z.B., unterschiedliche Aspekte in die Strategie einfließen zu lassen: zukünftige Kundenpräferenzen, Veränderung der Wettbewerbsfähigkeit, Neuausrichtung des Portfolios, Entwicklung neuer Technologien, Verfügbarkeit von natürlichen Rohstoffquellen, Bereitstellen der Supply Chain und Infrastruktur, Möglichkeiten zur Finanzierung und politischen Führung etc. Die Themenkomplexe sind weitreichend und häufig miteinander verwoben, so dass ein strukturierter Strategieprozess in Gang gebracht werden sollte, der die zentralen Fragen beantwortet:

- **Ambition.** Welches Ambitionsniveau haben das Unternehmen und seine Share-/Stakeholder:innen (Net Zero Leader, Fast Follower oder Last Man Standing)?
- **Diagnose der Ausgangssituation.** In welcher Ausgangsposition befindet sich das Unternehmen? Wie kann das Netto-Null-Ziel erreicht werden und wie viel Kapital wird dafür benötigt (unternehmensspezifische Net-Zero-Kostenkurve)?
- **Prognose der Value Pools.** Wie werden sich die bestehenden Value Pools entwickeln und welche neuen Value Pools werden sich bilden? Wie verändern sich Kundenpräferenzen? Wie die Wettbewerbssituation?
- **Aufspannen des Lösungsraums.** Welche Optionen befinden sich im Lösungsraum für Portfoliooptimierung und -ausrichtung, Green Growth und neue Geschäftsmodelle sowie die Dekarbonisierung der Wertschöpfungskette? Wie attraktiv sind die einzelnen Optionen hinsichtlich Durchführbarkeit (z.B. benötigte Technologien, Innovationen und Kompetenzen) und Wirtschaftlichkeit (z.B. Return on Carbon)?
- **Winning Plays.** Welche Optionen werden priorisiert und realisiert? Wie zahlen diese Optionen auf die Unternehmensziele ein (finanzielle sowie ESG- bzw. Dekarbonisierungsziele)?
- **Equity Story und Finanzierung.** Wie wird die Strategie am Kapitalmarkt positioniert und wie werden die Initiativen finanziert (konventionelle Investoren bzw. Banken, Impact-Investor:innen oder Green Bonds)?

Unternehmen, denen es gelingt, ihre Vision in eine überzeugende Nachhaltigkeitsstrategie zu übersetzen, profitieren von der Reallokation von Kapital und höheren Bewertungen am Kapitalmarkt: In Europa machen Fonds mit ESG-Kriterien bereits drei Viertel des Gesamtmarkts aus.¹⁶⁷ Dies bietet die Chance, die Investitionen für die Dekarbonisierung zu finanzieren, die für die Umsetzung der Strategie notwendig sind. Bereits heute können Unternehmen so von einem besseren Zugang zu grünem Kapital profitieren und eine Vielzahl an grünen Finanzierungsmodellen für sich nutzen.



Der größte österreichische Energiekonzern VERBUND hat eine Anleihe von 500 Mio. EUR auf den Weg gebracht, deren Erlöse ausschließlich für grüne Projekte bestimmt sind. Das Unternehmen verpflichtet sich, insgesamt 2.000 MW an Wasserkraft-, Wind- und Solaranlagen aufzubauen und sein Netz nachzurüsten.¹⁶⁸



Das finnische Unternehmen Neste hat sein Portfolio verschoben von Öl (ca. 50% EBIT im Jahr 2015) zu erneuerbaren Produkten bzw. Biokraftstoffen (ca. 90% EBIT im Jahr 2020). Damit hat sich das EBITDA mehr als verdoppelt: von 0,9 Mrd. USD (2015) auf 2,1 Mrd. USD (2020). Zugleich stieg der Aktienkurs um 900% von 2015 bis Ende 2020 und erzielte damit eine Bewertung von 21x EV/EBITDA, – also in einer Größenordnung, wie sie sonst eher bei Technologieunternehmen anzutreffen ist.¹⁶⁹



¹⁶⁷ Q1 2021, Morningstar Direct

¹⁶⁸ [Verbund](#)

¹⁶⁹ Neste Financial Statement 2020 vom 5. Februar 2021, Market Screener

2. Portfolio mutig an neue Value Pools anpassen

Die Klimawende schafft neue, dynamische Wachstumsfelder mit neuen Märkten, Marktteilnehmern und Machtverhältnissen. Unternehmen eröffnet sich die einmalige Gelegenheit, sich auf diese auszurichten und das bestehende Portfolio zu überarbeiten.

An der Vision, ein nachhaltiges Unternehmen zu werden, sollten konsequent das Portfolio und die Kapitalallokation ausgerichtet werden. Nicht mehr ins Zukunftsportfolio passende Unternehmensteile werden divestiert und zurückgefahren; im Gegenzug werden attraktive und nachhaltige, grüne Unternehmensteile organisch, aber auch anorganisch aufgebaut.

Oft fällt es Unternehmen schwer, sich von traditionsreichen Unternehmensteilen zu trennen. Eine Analyse der Entwicklungen von bestehenden und neuen Value Pools gibt Aufschluss darüber, ob ein Unternehmen in den zukünftig attraktiven Marktbereichen positioniert ist. Eine unvoreingenommene und objektive Prognose von Value Pools dient in dieser Situation als faktenbasierte Entscheidungsgrundlage. Oft scheitern Entscheidungen über neue Geschäftsmodelle an Vorurteilen oder fehlendem Mut, neue Felder zu betreten. Dabei sind es gerade innovative Geschäftsmodelle, neuartige Produkte und Materialien sowie digitale neue Dienstleistungen, die ein beschleunigtes Wachstum erfahren. Das hierfür benötigte Kapital kann durch Optimierung oder Verkauf von nicht im zukünftigen Portfolio verbleibenden Unternehmensteilen generiert werden.

Im Anschluss an die finanzielle Bewertung sind die Portfoliooptionen unter Machbarkeits- und Risikoaspekten zu bewerten, um den Kurs für das Unternehmen festzulegen. Dabei sollte stets hinterfragt werden, ob das Unternehmen weit genug geht, um die Vision zu verwirklichen und sich auch in Zukunft klar von den Wettbewerbern abzusetzen.



Mit seiner Umbenennung von Statoil in Equinor im Jahr 2018 hat sich das norwegische Staatsunternehmen zur Abkehr von der fossilen Energie und zum Ausbau erneuerbarer Energien verpflichtet. Heute entwickelt Equinor zusammen mit SSE Renewables in der Nordsee vor der britischen Küste „Dogger Bank“, den nach eigenen Angaben größten Offshore-Windpark der Welt. Eine führende Rolle strebt Equinor zudem bei schwimmenden Offshore-Windparks an.¹⁷⁰

Unternehmen, denen es gelingt, ihre Vision in eine überzeugende Nachhaltigkeitsstrategie zu übersetzen, profitieren von der Reallokation von Kapital und höheren Bewertungen am Kapitalmarkt.

¹⁷⁰ [Equinor](#)

3. Mit Green Growth Wachstumschancen systematisch beschleunigen

Entscheidend ist, dass Unternehmen die grüne Transformation mit zukunftsweisenden Innovationen mitgestalten: Mutige Pioniere können Standards setzen und dem Markt voraus sein, z.B. bei Zero-Emission Products. Dazu sind auch in der Finanzierung, Entwicklung und Implementierung von Technologien neue Wege zu gehen. Ein Umbau mit dem Ziel der Dekarbonisierung ausschließlich aus eigener Kraft verläuft oft zu langsam. Deshalb ist die systematische Suche nach innovativen Lösungen wichtig, z.B. in Zusammenarbeit mit Start-ups und Investor:innen oder aber durch das Ausgliedern neuer Geschäftsmodelle in agile Einheiten.

In vielen Fällen erfordert der Aufbau neuer Geschäftsmodelle massive Investitionen binnen kurzer Zeit und mit geringer Planungssicherheit. Hier helfen Partnerschaften, Risiken zu teilen und von Skalierungseffekten zu profitieren, insbesondere bei der komplexen und risikobehafteten Technologieentwicklung (z.B. Aufbau von CCS-Kapazitäten in Kooperation mit den Benelux-Staaten und H₂ Green Steel in Schweden).



2015 erwarb der schwedische Automobilkonzern Volvo gemeinsam mit dem chinesischen Mutterkonzern Geely das ebenfalls in Schweden ansässige Unternehmen Polestar, das seine Wurzeln im Rennsport hat.¹⁷¹ Polestar wurde als eigenständige Marke für die Herstellung leistungsstarker Hybrid- und Elektroautos etabliert und ist seitdem stark gewachsen. Das Unternehmen agiert als Vorreiter bei der Dekarbonisierung und hat sich vorgenommen, bis 2030 vollständig klimaneutrale Autos zu bauen.¹⁷²

Bei Entwicklung und Aufbau solcher neuen, grünen Geschäfte können die gleichen Best Practices angewendet werden wie beim Aufbau von (Corporate) Start-ups. Ziel ist dabei immer eine maximale Geschwindigkeit bei minimalem Ressourceneinsatz und vor allem eine Minimierung der Risiken. Wichtig ist, das Gelernte, z.B. durch frühes Kundenfeedback, schnell umzusetzen und den Plan entsprechend anzupassen. Die Finanzierung wird an die Erreichung von Meilensteinen geknüpft. Dadurch kann auch hier flexibel reagiert werden, um einerseits den Geschäftsaufbau zu beschleunigen und andererseits Initiativen, bei denen keine Traktion erzielt werden kann, schnell und konsequent abubrechen.¹⁷³

¹⁷¹ [Volvo](#)

¹⁷² [Polestar](#)

¹⁷³ [Übersicht zum Business Building](#)

Beim Green Business Building müssen sich Unternehmen mit zusätzlichen Fragen befassen:

- **Ideenentwicklung.** Welche Ambitionen hat das nachhaltige Geschäft? Welches Problem wird durch die Idee ausgeräumt – z.B. der schnelle Aufbau von Elektrolyse-Einheiten, um grünen Wasserstoff zu erzeugen und dadurch nutzbar zu machen? Wie schnell muss die Idee verfolgt werden, um einen spürbaren Beitrag z.B. zur Reduzierung der CO₂-Emissionen leisten zu können? Welche Kund:innen und Investor:innen sind für die Idee zu begeistern?
- **Businessplan.** Im Businessplan muss die Geschäftsidee ganzheitlich bewertet werden – der „Purpose“ der Geschäftstätigkeit, die dazu passenden Nachhaltigkeitsziele (Emissionen, Wasserverbrauch, Abfälle, Biodiversität, Rohstoffverbrauch) sowie wirtschaftliche Ziele sind kohärent zu definieren. Zudem sind Leitlinien für Entscheidungen festzulegen, etwa über die Einführung klarer Vorgaben, z.B. Verzicht auf Pestizide in der Nahrungsmittelerzeugung oder Etablierung interner Verrechnungskosten (z.B. CO₂-Preis).

Im Hinblick auf Zukunftsmärkte und Kund:innen ist zu klären, wer von der Idee überzeugt werden kann und wie hoch die Zahlungsbereitschaft für die Produkte ist. Häufig sind nachhaltige Produkte heute noch teurer als nicht nachhaltige – daher ist ein genaues Kundenverständnis besonders wichtig. Hierzu gehört auch ein Blick in die Zukunft, um die Unternehmensumwelt nicht nur kurz-, sondern vor allem mittel- und langfristig zu antizipieren. Ebenso ist die mögliche Veränderung regulatorischer Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Insbesondere für investitionsintensive Geschäftsideen (z.B. grüner Stahl) ist es darüber hinaus unabdingbar, frühzeitig mit ausgewählten Kund:innen über Kooperationen bis hin zu Abnahmegarantien zu verhandeln.



In Bezug auf das Produkt bzw. die Dienstleistung ist die technische Realisierbarkeit ebenso zu klären wie der benötigte Ressourceneinsatz (Personal, Kapital, Produktionsanlagen, Rohstoffe, Ökosystem), der erzielbare Nachhaltigkeitseffekt und die Frage nach möglichen Partnern. Beim Impact muss berücksichtigt werden, welchen Nutzen das Produkt bzw. die Dienstleistung in der Nutzungsphase haben wird – aber auch, welche Ressourcen zur Herstellung des Produkts bzw. der Dienstleistung notwendig sind und welche Emissionen entstehen (beides entlang der gesamten Lieferkette).

- **Aufbau des Minimum Viable Product (MVP).** In dieser Phase werden das MVP, also die minimale Version des Produkts oder der Dienstleistung, und die dafür notwendigen Betriebsabläufe aufgebaut. Ziel ist es, mit dem MVP weitere Hypothesen zu testen. In dieser Phase werden auch erste Kund:innen gewonnen. Beim Green Business Building ist besonders darauf zu achten, dass die Betriebsabläufe unter nachhaltigen Gesichtspunkten entwickelt werden; dass sie also möglichst wenig Ressourcen verbrauchen und keine CO₂-Emissionen verursachen.
- **Skalierung und Weiterentwicklung.** In den Kernsektoren muss es gelingen, die Veränderungsgeschwindigkeit in den nächsten zehn Jahren massiv zu erhöhen – je nach Sektor zu verdoppeln oder sogar zu verzehnfachen – und das Gesamtsystem entsprechend zu verändern. Eine schnelle Skalierung von Geschäftsmodellen, die zur Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen, ist daher unabdingbar. Sie stellt die Unternehmen aber auch vor Herausforderungen: Wie können neue Technologien schnell einen hohen Reifegrad erreichen? Wie können entsprechende Betriebsabläufe schnell aufgebaut und wie können Verbesserungen flexibel eingebracht werden? In den Kerntechnologien stellt dies eine komplexe Aufgabe dar, die die Zusammenarbeit aller Beteiligten bei der Klärung folgender Fragen erfordert: Wie können Partnerschaften oder Joint Ventures mit anderen, zum Teil etablierten Unternehmen zur Beschleunigung beitragen? Wie können eine öffentliche Förderung, die Vernetzung innerhalb des Ökosystems sowie die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Instituten und anderen Forschungseinrichtungen genutzt werden? Wie lässt sich die Zusammenarbeit über die gesamte Wertschöpfungskette optimal ausgestalten? Wie kann der wirtschaftliche Erfolg der neuen Unternehmung sichergestellt werden, um die Skalierung zu beschleunigen?

Der Aufbau dieser grünen Unternehmen ist zur Dekarbonisierung unseres Landes unabdingbar und bietet Chancen zur Schaffung so genannter Green Unicorns mit dem entsprechenden Potenzial an Wirtschaftsleistung und Arbeitsplätzen. Es muss uns also gelingen, die derzeit mehr als 6.000 Start-ups im Bereich Umwelt- und Klimaschutz erfolgreich zu skalieren – sowohl im Hinblick auf den Klimaschutz als auch die Zukunft unseres Landes.

Es muss uns gelingen, die derzeit mehr als 6.000 Start-ups im Bereich Umwelt- und Klimaschutz erfolgreich zu skalieren.

4. Dekarbonisierung konsequent umsetzen

Damit Unternehmen die sich bietenden Chancen auch realisieren können, ist es essenziell, dass sie ihre eigenen Abläufe inklusive der zugehörigen Lieferketten entsprechend ihrer Ambition dekarbonisieren. Ein wichtiger Schritt besteht darin, sich zunächst mehr Transparenz hinsichtlich der erzeugten Emissionen zu verschaffen. (Abbildung 21 zeigt ein Beispiel eines Emissions-Dashboards entlang der Wertschöpfungskette von Hafermilch – eine solche Analyse ist die Basis für die Identifikation von Potenzialen).

Scope-1- und Scope-2-Emissionen können durch drei Maßnahmen reduziert werden: die Umstellung aller Prozessschritte mit hohem Primärenergieverbrauch auf elektrizitätsbasierte Verfahren (Kapitel Industriesektor), die Verringerung des Energiebedarfs sowie die Umstellung der Elektrizitäts- und Energieversorgung auf erneuerbare Energien.

In vielen Branchen und Unternehmen machen die Scope-3-Emissionen den größten Anteil aus. Insbesondere die Erhebung der Emissionen in der Zulieferkette gestaltet sich derzeit noch schwierig, da häufig die „echten“ Emissionen nicht bekannt sind und die entsprechenden Informationen nicht zwischen den einzelnen Gliedern der Wertschöpfungskette ausgetauscht werden. Auch die Reduzierung der Emissionen ist oft schwierig, da sich CO₂-arme Produktionsverfahren für diverse Vorprodukte gerade erst in der Entwicklung oder Pilotierung befinden.



In einem „Design to Sustainability and cost“-Projekt bei einem Automobilhersteller wurde der CO₂-Fußabdruck von Aluminiumfelgen genauer untersucht. Der Hersteller war von einem durchschnittlichen Wert in Höhe von 21,9 t CO₂ pro produzierter t Aluminium ausgegangen. Die Analyse ergab jedoch, dass die Felgen aus einem Werk mit kohlegefeuerten Schmelzöfen bezogen wurden und deren tatsächlicher CO₂-Fußabdruck deshalb um etwa 3% höher war als angenommen. In dem Projekt wurden zwei mögliche Maßnahmen identifiziert, um den CO₂-Fußabdruck bei etwa gleichbleibenden Kosten zu reduzieren:

- Der Wechsel zu einem Lieferanten, der Aluminium in einem Werk mit Elektrizität aus Wasserkraft verarbeitet, würde den CO₂-Fußabdruck um etwa 56% reduzieren.
- Der Einsatz von recyceltem Aluminium würde den CO₂-Fußabdruck um 80 bis 90% reduzieren, wenn das Produkt zu 100% aus recyceltem Aluminium bestehen und die Anforderungen unverändert erfüllen würde. Dies ist jedoch wegen unzureichender Erfahrung mit den Festigkeits- und Sicherheitseigenschaften des Materials nicht möglich. Würden jedoch 50% herkömmliches Aluminium aus einem Werk mit Wasserkraftelektrizität und 50% recyceltes Aluminium bezogen, so läge die Emissionseinsparung immerhin bei rund 70%.

Das Beispiel macht deutlich, wie wichtig Informationen über den CO₂-Fußabdruck von Rohmaterialien und Zwischenprodukten sind. Das World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) beschäftigt sich daher intensiv mit der Etablierung von Standards zu Carbon Tracking, Tracing und Accounting. Das WBCSD und seine Mitglieder haben dazu eine Reihe von Initiativen in verschiedenen Industrien gestartet, um den CO₂-Fußabdruck in Zukunft entlang von Wertschöpfungsketten transparent zu machen.



Der WBCSD Carbon Transparency Pathfinder, ursprünglich in der Konsumgüterindustrie gestartet, hat sich zum Ziel gesetzt, verifizierte Transparenz hinsichtlich der produktspezifischen CO₂-Fußabdrücke basierend auf primären Daten zu generieren. Damit soll eine Reihe werthaltiger Anwendungsfälle ermöglicht werden: Carbon Labeling, Entscheidungsunterstützung im Einkauf, Offset-Management etc. Eine ähnliche Initiative verfolgt die deutsche Automobilindustrie mit dem Catena-X Automotive Network, das unter anderem die CO₂-Emissionen der gesamten Zulieferkette transparent machen will.



Der US-amerikanische Einzelhandelskonzern Walmart sieht in der Dekarbonisierung seiner Lieferkette den größten Hebel zur Emissionsreduzierung. Deshalb unterstützt das Unternehmen seine Lieferanten bei der Dekarbonisierung durch die Zusammenarbeit mit NGOs und einem digitalen Wissenszentrum für Emissionsreduzierung. Auf diese Weise will Walmart seine Lieferkette so umgestalten, dass ab 2030 1 Mrd. t CO₂-Emissionen eingespart werden.¹⁷⁴

Das oben genannte Beispiel zeigt auch, dass Unternehmen, die ihre Wertschöpfungskette dekarbonisieren wollen, ihre Zulieferprodukte zukünftig aus den emissionsärmsten Werken beziehen müssen. Das wird die Nachfrage nach Rohmaterialien und Zwischenprodukten aus den Werken mit dem geringsten produktspezifischen CO₂-Fußabdruck erhöhen. Unternehmen, die ihre Werke dekarbonisiert haben, werden also einen Wettbewerbsvorteil haben. Vor diesem Hintergrund werden Emissionszertifizierung und Auditierung der Werke in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen.

Bei einigen Materialien und Prozessen werden im Zuge der Dekarbonisierung Innovationen und hohe Investitionen notwendig sein. In diesen Fällen ist eine industrie- und lieferkettenübergreifende Zusammenarbeit notwendig, um Planungssicherheit zu erreichen und Risiken zu minimieren. Ein derzeit intensiv diskutiertes Beispiel ist die Herstellung von grünem Stahl, die ermöglicht wird durch frühzeitige Kooperationen der Start-ups und Stahlproduzenten mit den Automobilherstellern.

Die Einführung von Kreislaufwirtschaft und die Erhöhung von Recyclingraten sind weitere Ansätze, um den Ressourceneinsatz in der Lieferkette zu reduzieren. Hier wird es darauf ankommen, die Materialien in Zukunft sortenrein trennen und genau identifizieren zu können, um ein Recycling für hochwertige Anwendungsfälle zu ermöglichen. Darüber hinaus sind Sammel- und Logistikprozesse sowie Trenn- und Weiterverarbeitungsprozesse zu etablieren, um die Materialien den Unternehmen wieder zuzuführen.

Dekarbonisierte Produkte erzielen höhere Wachstumsraten.

¹⁷⁴ [Walmart](#)

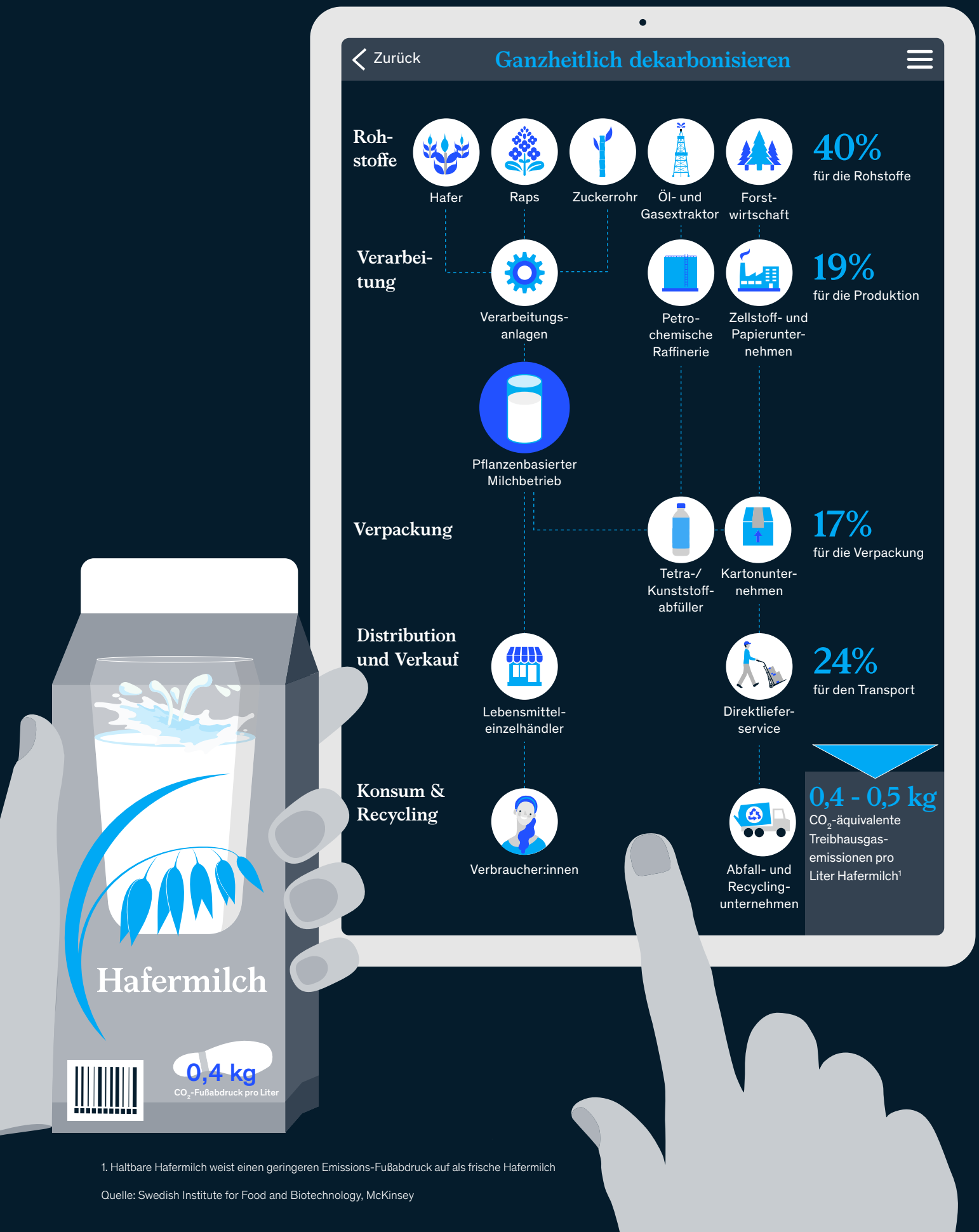
Für eine effiziente und vollständige Dekarbonisierung des Geschäfts ist die Beantwortung folgender Fragen relevant:

- Wie setzt sich der tatsächliche CO₂-Fußabdruck zusammen? Welche Innovationen oder neuen Technologien müssen implementiert werden? Welches sind die wirksamsten Hebel zur CO₂-Reduzierung? Wie gut sind sie verfügbar? Welche lassen sich schnell und ohne großen Aufwand betätigen? Welche Kosten verursachen sie, welcher Business Case steht dahinter?
- Welche Änderungen in Produkt- bzw. Prozessdesign müssen wann erfolgen, um das Potenzial zu erschließen? Wie sieht die Roadmap zur Dekarbonisierung der Lieferkette aus? Welche Voraussetzungen müssen in der Organisation geschaffen werden, um die Roadmap zu implementieren (KPI-Systeme und Ziele, Erweiterung der Business-Case-Logik um CO₂-Aspekte, Kompetenzaufbau zum CO₂-Ausstoß beim Personal im Finanz-, Entwicklungs- und Einkaufsbereich)?
- Wie erfolgen Tracking und Accounting? Welche Informationen werden an die Kundschaft weitergegeben und wie wird die Validität zertifiziert bzw. auditiert?

Diejenigen Unternehmen, die diese Herausforderungen entschlossen angehen, sichern sich Wettbewerbsvorteile: Dekarbonisierte Produkte erzielen höhere Wachstumsraten und das frühe Absichern knapper Ressourcen, z.B. bei recycelten Materialien, wirkt sich vorteilhaft in der CO₂-Bilanz aus – bei häufig noch vergleichsweise geringen Kostenunterschieden.



Emissions-Performance-Management



1. Haltbare Hafermilch weist einen geringeren Emissions-Fußabdruck auf als frische Hafermilch

Ausblick

Die Transformation Deutschlands zu einer klimaneutralen Gesellschaft fordert enorme Anstrengungen, Investitionen und Verhaltensänderungen von Politik, Wirtschaft, Forschung und auch von der Bevölkerung – kurzum: von uns allen.

Das vor uns liegende Jahrzehnt ist entscheidend: Die heute bereits bekannten technologischen Ansätze zur Dekarbonisierung müssen in allen Branchen rasch umgesetzt werden. Darüber hinaus gilt es, weitere Innovationen in Technologien, Prozessen und Materialien zu entwickeln und zu skalieren, um die Dekarbonisierungsziele zu erreichen. Die Notwendigkeit zum Handeln haben mittlerweile nahezu alle Akteur:innen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft erkannt. Jetzt kommt es darauf an, die Veränderung deutlich zu beschleunigen und die Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für den vor uns liegenden Wandel schnell zu schaffen bzw. zu verbessern. Gleichzeitig sind rasch und flächendeckend die Kompetenzen auf- und auszubauen, die für die grüne Transformation erforderlich sind.

Nur wenn dies gelingt, können wir auch die Chancen realisieren, die sich aus dem notwendigen technologischen Fortschritt ergeben, und vom Wachstum in neuen Märkten profitieren.

McKinsey möchte mit Net-Zero Deutschland einen Beitrag dazu leisten, dass die Dekarbonisierung in Deutschland gelingt. Wir sind begeistert, dass wir schon heute eine Reihe von Unternehmen – in Deutschland und weltweit – bei ihren Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität unterstützen dürfen. Es ist unser erklärtes Ziel, in Zukunft in allen unseren Beratungsprojekten Dekarbonisierung und Klimaneutralität als wesentliche Entscheidungsgrößen zu berücksichtigen.

Die Voraussetzungen dafür, dass Deutschland diese Transformation erfolgreich meistern kann, sind gut. Das zeigen auch alle unsere globalen Analysen. Wir sind überzeugt davon, dass die Transformation zu einer Netto-Null-Welt gelingen kann – und gelingen muss, um unseren Planeten für unsere Kinder und weitere Generationen lebenswert zu erhalten.

Autor:innen und Ansprechpersonen

Autor:innen

Stefan Helmcke, Ruth Heuss, Solveigh Hieronimus, Hauke Engel

Sektoren:

Energie:

Alexander Weiss, Stefan Helmcke, Sebastian Overlack

Industrie:

Stahl: Benedikt Zeumer, Christian Hoffmann

Zement: Thomas Czigler

Chemie: Ulrich Weihe, Christoph Witte, Christoph Schmitz

Automobil: Ruth Heuss, Andreas Cornet, Harald Deubener, Martin Lindner, Patrick Schaufuss, Markus Wilthaner

Maschinenbau: Dorothee Herring, Thorsten Schleyer

Konsumgüter: Frank Sängler, Sebastian Gatzler, Sandra Welcherling

Verkehr:

Andreas Cornet, Harald Deubener, Martin Linder, Patrick Schaufuss, Florian Neuhaus, Bernd Heid, Anna Herlt, Markus Wilthaner

Gebäude:

Focko Imhorst

Landwirtschaft:

Martin Lösch, Ulrich Weihe, Alexander Bülow

Banken:

Max Flötotto, Holger Harreis, Susanne Maurenbrecher

Transformationsansatz:

Strategie und Portfolio – Stefan Helmcke, Stefan Kemmer

„Green Business Building“ – Florian Wunderlich, Markus Berger-de Leon, Holger Klärner

Dekarbonisierung – Ruth Heuss, Peter Spiller, Karsten von Laufenberg

Die Autor:innen bedanken sich bei:

Daniel Abraham, Birgit Ansorge, Alice Barwich, Anja Bühner-Blaschke, Katharina Busch, Victoria Faber, Lone Gerlach, Marcin Hajlasz, Nadine Janecke, Caroline Kopf, Bettina Küster, Heinke Maria Kunze, Magdalena Kupfersberger, Esperanza Mata, Tobias Neise, Fridolin Pflugmann, Marie Rebmann, Friedrich Sarrazin, Jan Schubert, Diana Seeger, Vera Schulhof, Johanna Schulze-Berge, Daniela Stenzel-Hoche, Daan Walter, Thomas Vandieken, Cedric Walder, Jana Wilken, Maaike Witteveen

Ansprechpartnerin für Medien

Kirsten Best-Werbunat

Abkürzungsverzeichnis

BIP // Bruttoinlandsprodukt	F&E // Forschung & Entwicklung
CCP // Core Carbon Principles	GW // Gigawatt
CCS // Carbon Capture and Storage	HDPE // High Density Polyethylen
CCU // Carbon Capture and Utilization	ICE // Internal combustion engine
CCU/S // Carbon Capture, Utilization, and Storage	KBA // Kraftfahrt-Bundesamt
CRISPR // Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats	LULUCF // Land Use, Land-Use Change, and Forestry
DR // Direktreduktion	MVP // Minimal Viable Product
DRI // Direct Reduced Iron	MW // Megawatt
EAF // Electric Arc Furnace	NGO // Non-Governmental Organization (deutsch: Nichtregierungsorganisation)
EBA // European Banking Authority	ROCE // Return on Capital Employed
EBITDA // Earnings before Interest, Tax, Depreciation, and Amortization	SMR // Steam-Methane Reforming (deutsch: Methan-Dampfreformierung)
EEG // Erneuerbare-Energien-Gesetz	SOP // Standard Operating Procedure
EPC // Energy Performance Certificates (deutsch: Energieausweise)	TRS // Total Return to Shareholders
ESG // Environmental Social Governance	TSVCM // Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets
ESS // Energiespeichersystem	UNFCCC // United Nations Framework Convention on Climate Change
EV/EBITDA // Enterprise Value/Earnings before Interest, Tax, Depreciation, and Amortization	WBCSD // World Business Council for Sustainable Development
EV // Electric Vehicle	
EZB // Europäische Zentralbank	

September 2021

Copyright © McKinsey & Company

Designed by Visual Media Europe

www.mckinsey.com

 @McKinsey

 @McKinsey