

»» Die Zukunft ist grün – welche Chancen bieten sich der deutschen Wirtschaft?

Nr. 355, 4. November 2021

Autoren: Dr. Daniel Römer, Telefon 069 7431-6326, daniel.roemer@kfw.de
Dr. Volker Zimmermann, Telefon 069 7431-3725, volker.zimmermann@kfw.de
Anke Brüggemann, Telefon 069 7431-1736, anke.brueggemann@kfw.de

Langsam wird es ernst mit dem Klimaschutz. Spätestens seitdem sich im letzten Jahr China und die USA dazu bekannt haben, eine treibhausgasneutrale Wirtschaft anzustreben, ist klar, dass die grüne Transformation keine akademische Theorie mehr ist, sondern Wirklichkeit werden wird. Jetzt geht es darum, die Transformationsprozesse rechtzeitig herbeizuführen, um die Pariser Klimaziele zu erreichen und schwerwiegende Kippunkte zu vermeiden. Im Schatten der Corona-Pandemie wurden wichtige Weichen gestellt, die das Ende des fossilen Zeitalters eingeleitet und innovative klimafreundliche Technologien stärker ins Rampenlicht gerückt haben.

Dies bedeutet, dass unternehmerischer Erfolg künftig treibhausgasneutrale Prozesse erfordert. Hierdurch haben manche etablierten Geschäftsmodelle keine Zukunft mehr, während neue innovative Lösungen vor Wachstumsmärkten stehen, beispielsweise im Bereich von nachhaltiger Mobilität, wo mit die größten Zuwächse erwartet werden. Die Entwicklung der für Klimaneutralität benötigten Technologien ist dabei unterschiedlich weit fortgeschritten – teilweise befinden sie sich momentan noch in der Entwicklungs- oder Pilotphase.

Für Deutschland bedeutet die anstehende Transformation in jedem Fall einen Umbruch. Ob der Wirtschaftsstandort hieraus eher gestärkt oder geschwächt hervorgehen wird, ist momentan noch unklar. Es lassen sich aber verschiedene Indizien für eine Einordnung heranziehen. Ein Blick auf die momentanen Marktanteile bei grünen Technologien belegt zunächst eine gute Ausgangsposition, insbesondere im Bereich Kreislaufwirtschaft, aber auch bei der nachhaltigen Mobilität. Positiv stimmt zudem, dass Deutschland bei grünen Zukunftstechnologien tendenziell gut aufgestellt ist und viele wichtige Zukunftsmärkte im Blick hat – allein die Exporte grüner Produkte beliefen sich im Jahr 2018 auf rund 68 Mrd. EUR. Es zeigt sich aber auch, dass die internationale Konkurrenz in den letzten Jahren aufgeholt hat, insbesondere in Asien.

Im Einklang mit den Phasen des Innovationsprozesses sind drei Elemente wichtig, um künftigen Erfolg zu sichern: Erstens eine breite FuE-Förderung, um die Entwicklung innovativer Technologien zu ermöglichen. Zweitens eine Unterstützung von Demonstrationsprojekten, damit die Technologien skalierbar werden und Marktreife erlangen können und drittens ein planbarer regulatorischer Rahmen und finanzielle Anreize, die die Diffusion der neuen

Technologien am Markt und eine Anwendung in der Breite ermöglicht. Die nächsten Jahre werden für die Teilhabe an den grünen Zukunftsmärkten entscheidend sein.

Grüne Zukunftsmärkte rücken näher

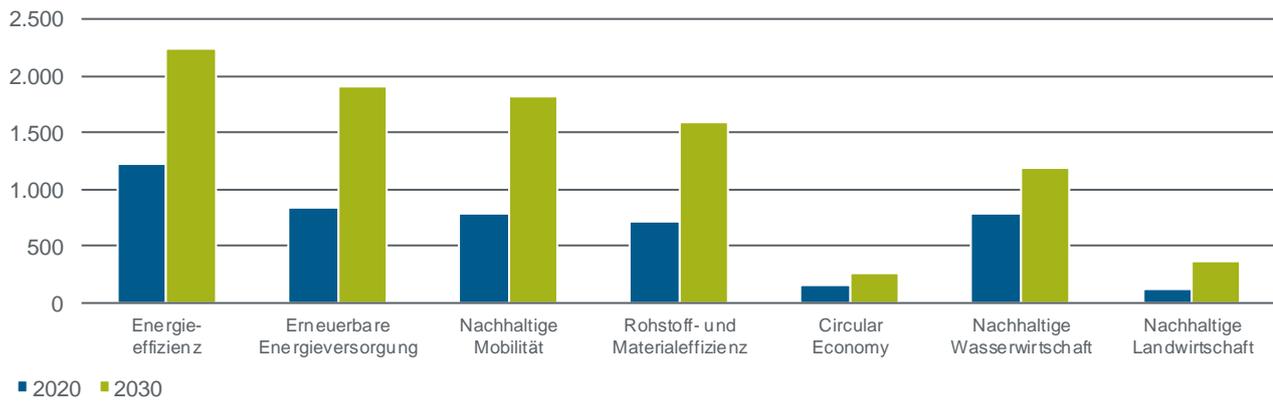
Aus den Absichtserklärungen des Pariser Klimaschutzabkommens 2015 sind inzwischen konkrete nationale Zielvorgaben geworden, die den Weg zu einer treibhausgasneutralen Zukunft ebnen. Die Koalition der „Net Zero“-Staaten, die sich zum Ziel gesetzt haben, bis Mitte des 21. Jahrhunderts nicht mehr Treibhausgasemissionen auszustößen als sie absorbieren können, wächst kontinuierlich an und stellt inzwischen eine deutliche Mehrheit von mehr als zwei Drittel der globalen Wirtschaftsleistung – im Jahr 2019 waren es noch 16 %.¹ Die prominentesten Bekenntnisse kamen im letzten Jahr aus China (bis 2060) und den USA (bis 2050). In den meisten verbleibenden Ländern wird das Ziel der Klimaneutralität zumindest geprüft.²

Die Europäische Union hat sich bereits im Dezember 2019 zum Ziel der Klimaneutralität bis 2050 bekannt. Mit dem Green Deal hat die EU-Kommission einen Fahrplan vorgelegt, mit dem emissionsarme Technologien zum Durchbruch verholfen und Europa bis zum Jahr 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent gemacht werden soll. Das im Juli 2021 von der Kommission vorgestellte „Fit for 55“-Paket arbeitet auf einen unterstützenden regulatorischen Rahmen hin. Deutschland beabsichtigt bereits im Jahr 2045 das Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Neben den Staaten verpflichten sich auch andere organisatorische Einheiten zur Klimaneutralität, von Kommunen über Unternehmen bis hin zu Finanzmarktakteuren. Zuletzt haben sich zwei prominente Asset Manager dem Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2050 verpflichtet, was in ihren Augen eine „win-win“-Situation für das Klima und langfristige Investoren darstellt.³

Natürlich sind die genannten Absichtserklärungen keine Selbstläufer. Die Net Zero-Ziele der verschiedenen Länder weisen durchaus starke Schwankungen in ihrer Qualität auf, aber immerhin rund 60 % der Absichtserklärungen weisen konkrete Zwischenziele aus und 44 % legen konkrete Pläne zur Zielerreichung vor.⁴ Zudem werden derzeit verstärkt internationale Ansätze wie CO₂-Grenzausgleichsmechanismen bzw. die Bildung von Klimaclubs diskutiert.⁵ In Summe belegen diese Entwicklungen, dass sich Klimaschutz zunehmend an den Märkten etabliert.

Grafik 1: Globales Marktvolumen grüner Leitmärkte heute und im Jahr 2030, in Mrd. Euro



Quelle: BMU (2021).

Das globale Wachstumspotenzial ist enorm

Für die Wirtschaft bedeutet dies vor allem eines: grüne Wachstumsmärkte. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) hat den globalen Markt für grüne Technologien untersuchen lassen, der auch die wesentlichen für Klimaneutralität benötigten Technologien beinhaltet.⁶ Der so definierte Markt soll um 7,3 % pro Jahr wachsen, von heute 4,6 Bio. EUR auf 9,4 Bio. EUR Marktvolumen im Jahr 2030. Es werden hierbei sieben Leitmärkte unterschieden, bei denen das erwartete Wachstum jeweils unterschiedlich stark ausfällt (Grafik 1).

Das größte Marktvolumen stellt heute – und auch perspektivisch – das Segment Energieeffizienz. Der relative Anstieg ist hier mit +6,3 % pro Jahr aber eher unterdurchschnittlich. Dies überrascht nicht, da dieser Markt vergleichsweise gut etabliert ist. Das stärkste Wachstum innerhalb dieses Segments wird im Teilbereich Energieeffizienz in Gebäuden mit jährlich 11 % erwartet.⁷ Auf dem zweiten Platz rangieren energieeffiziente Produktionsverfahren mit einem prognostizierten Wachstum von 8,3 % pro Jahr.

Das insgesamt am dynamischsten wachsende Marktsegment ist die nachhaltige Mobilität mit einem jährlichen Anstieg von 8,7 %.⁸ Hierbei wächst der Teilbereich der alternativen Antriebe noch einmal deutlich stärker (+13,3 %) als andere Teilbereiche wie erneuerbare Kraftstoffe (+7,6 %) oder Verkehrsinfrastruktur und Verkehrssteuerung (+8,1 %). Diese Anstiege erscheinen plausibel angesichts wachsender regulatorischer Vorschriften im Verkehrsbereich. So hat die EU-Kommission in ihrem „Fit for 55“-Paket kürzlich einen Gesetzesvorschlag unterbreitet, der die Flottengrenzwerte noch einmal verschärft und im Ergebnis auf einen Zulassungsstopp für Verbrenner bis 2035 hinauslaufen soll. Auch in anderen Ländern werden entsprechende Ausstiege angestrebt. Nach den Plänen der chinesischen Regierung soll dort im Jahr 2035 jedes zweite neu zugelassene Fahrzeug ein Elektroauto sein.⁹

Ähnlich stark ist das Wachstum im Bereich der Erneuerbaren Energieversorgung (+8,5 % pro Jahr), die die Bereiche Erzeugung, Speicherung und effiziente Verteilungsnetze zusammenfasst. Die nachhaltige Energieerzeugung ist das

Rückgrat der Klimaneutralität, wobei hier mit 26 % momentan der größte Anteil des globalen Marktvolumens auf das Segment Wasserkraft entfällt, noch vor den Photovoltaikanlagen (PV) 24 % und den Windkraftanlagen (18 %). Künftig werden die beiden Letzteren jedoch an Gewicht gewinnen: Gemäß Schätzungen der internationalen Energieagentur (IEA) wird sich die weltweit installierte Kapazität von PV und Windenergieanlagen bis zum Ende der Dekade verfünffachen, von rund 1.500 GW im Jahr 2020 auf über 8.000 GW im Jahr 2030. Für Deutschland erwarten vorliegende Klimaschutzenszenarien eine Verdrei- bis Verfünffachung der installierten Kapazität bis zum Jahr 2050.¹⁰

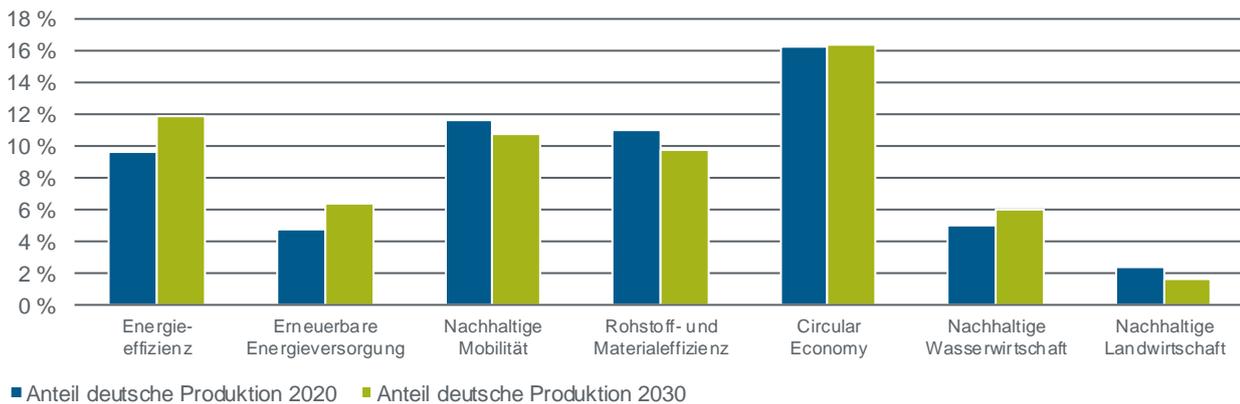
Daneben gibt es vor allem bei der Energiespeichertechnik noch zwei Bereiche, die heute noch relativ klein sind, jedoch voraussichtlich sehr dynamisch wachsen werden. Das sind zum einen elektrochemische Stromspeicher (beispielsweise Batterien), die heute nur 6 % des Speichermarktes ausmachen, aber bis 2030 jährlich um 18 % wachsen sollen. Ein noch dynamischeres Wachstum von jährlich 47 % wird für den Bereich Power-to-X (beispielsweise Elektrolyse von grünem Wasserstoff) erwartet, der heute noch weniger als 1 % des Speichermarktes ausmacht.¹¹

Deutschland mit großem Anteil an grünen Märkten

An diesen dynamisch wachsenden Märkten hat Deutschland heute einen hohen Anteil. Dies gilt sowohl mit Blick auf die Gesamtheit der Produktion an deutschen Standorten („deutsche Produktion“), die rund 8,5 % des globalen Marktes für grüne Technologien im Jahr 2020 ausmachten, als auch mit Blick auf alle deutschen Unternehmen inkl. Auslandsstandorte, auf die rund 14 % der grünen Märkte entfallen.¹² Beide Werte sind deutlich größer als der Anteil Deutschlands an der globalen Wirtschaftsleistung, der 2020 bei nur 4,5 % lag¹³ und verdeutlichen die momentan starke Position Deutschlands im Bereich grüner Technologien.

Grafik 2 veranschaulicht die Anteile Deutschlands am globalen Marktvolumen grüner Technologien differenziert nach den Marktsegmenten, sowohl die empirischen Werte für das Jahr 2020 als auch die Prognosen für das Jahr 2030.

Grafik 2: Deutsche Anteile an globalen grünen Leitmärkten in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von BMU (2021).

Die gute Marktposition Deutschlands spiegelt sich auch bei den Exporten wider. Deutsche Unternehmen exportierten im Jahr 2018 Umwelt- und Klimaschutzgüter im Gegenwert von 68 Mrd. EUR. Damit war Deutschland mit einem Welthandelsanteil von 12 % zweitgrößter Exporteur von Umwelt- und Klimaschutzgütern. Lediglich China exportierte mit einem Weltexportanteil von 15 % (82 Mrd. EUR) noch mehr grüne Technologiegüter.¹⁴ Im Jahr 2018 entfielen 25 % des deutschen Exportvolumens grüner Technologien auf das klimarelevante Teilsegment umweltfreundliche Mobilität, 12 % auf Energieeffizienz und 10 % auf den Bereich der nachhaltigen Energieerzeugung (Grafik 3).

Die Ausführungen zeigen, dass Deutschland im internationalen Wettbewerb mit Umwelt- und Klimaschutzgütern eine gute Ausgangsposition aufweist. Deutsche Unternehmen sind nicht zuletzt deshalb derzeit so gut aufgestellt, weil sie schon früh mit hohen umweltpolitischen Standards und anspruchsvollen Klimaschutzziele auf dem Heimatmarkt konfrontiert waren. Durch das Bekenntnis vieler Länder zur

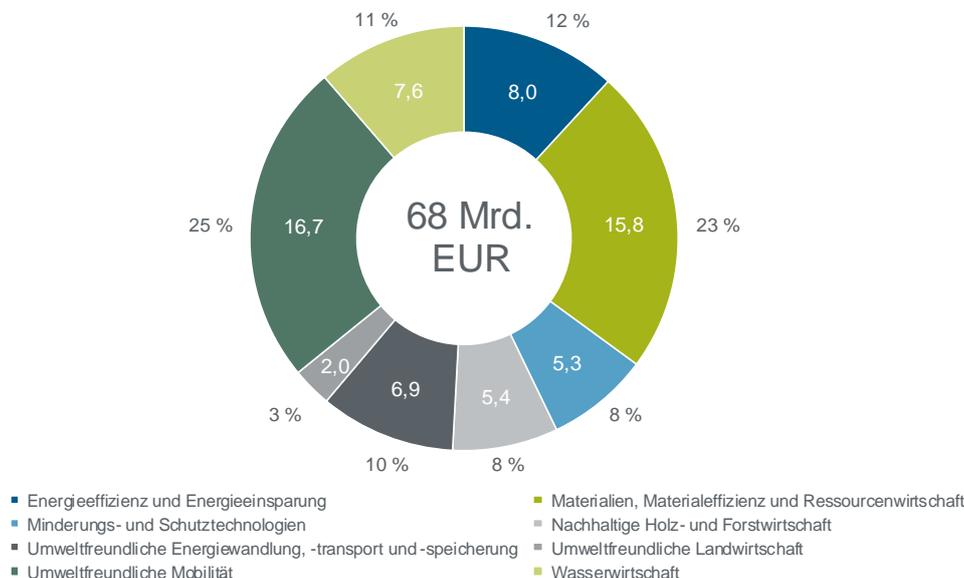
Klimaneutralität wird der weltweite Bedarf an emissionsarmen Technologien deutlich steigen. Für deutsche Unternehmen ergeben sich dadurch beträchtliche Chancen für zukünftiges Wachstum und Beschäftigung.

Klimaneutralität braucht erhebliche Innovationen

Das Ziel der Klimaneutralität bis Mitte dieses Jahrhunderts ist ambitioniert und erfordert eine tief greifende Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft. Zum Erreichen des Ziels sind neben den bereits verfügbaren Technologien auch solche erforderlich, die heute noch nicht auf dem Markt sind. Damit diese Technologien rechtzeitig zur Verfügung stehen, müssen in diesem Jahrzehnt erhebliche Innovationsanstrengungen unternommen werden.

Laut IEA (2021) können die bis 2030 notwendigen Treibhausgasreduzierungen zu einem Großteil noch mit bereits heute verfügbaren Technologien erreicht werden, beispielsweise durch Wärmepumpen und, in Ansätzen, die Elektromobilität im Pkw-Bereich.

Grafik 3: Deutsche Exporte von Umwelt- und Klimaschutzgütern im Jahr 2018 (insg. 68 Mrd. EUR)



Quelle: Prognos (2021).

Allerdings wird fast die Hälfte der bis zum Jahr 2050 zu erzielenden Einsparungen erst durch Technologien möglich, die sich heute noch in der Demonstrations- oder Prototypphase befinden – beispielsweise die großtechnische Elektrolyse von grünem Wasserstoff, neue Generationen von Batterien und Negativemissionstechnologien wie Direct Air Capture (DAC) oder Carbon Capture and Storage (CCS).¹⁵ Davon ist unbenommen, dass durch neue, heute noch unerforschte Technologien weitere Durchbrüche, etwa hinsichtlich der Einsparpotenziale, zu erwarten sind. Zudem geht es auch um Verbesserungen bei bereits verfügbaren Technologien, beispielsweise um weitere Kosteneinsparpotenziale zu erzielen oder die Effizienz der Technologien zu verbessern.

Daher dürfen hinsichtlich der Entwicklung und Weiterentwicklung von Umwelttechnologien die Hände nicht in den Schoß gelegt werden – dies gilt insbesondere auch in Bezug auf die Verteidigung und den Ausbau der Marktposition Deutschlands bei den Klima- und Umweltschutztechnologien.

Grüne Technologien sind eine Stärke des deutschen Innovationssystems

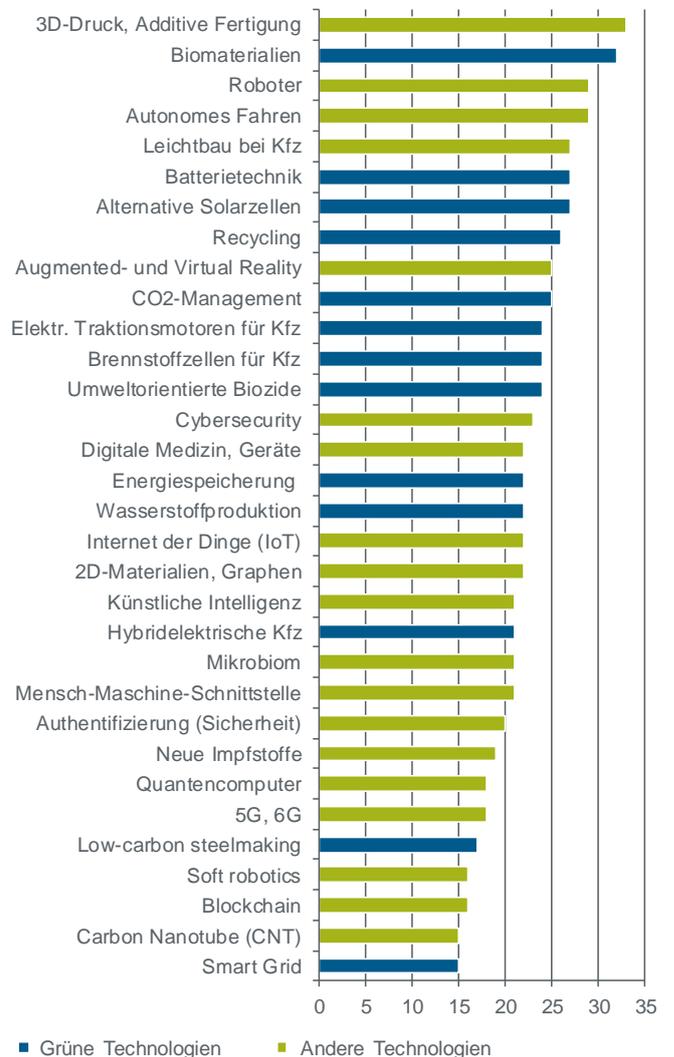
In der öffentlichen Wahrnehmung ist weniger bekannt, dass – neben den traditionellen Stärken, wie den Produktionstechnologien („Maschinenbau“) und Kfz-relevanten Technologien – auch die Umwelttechnologien sich zu einer Stärke des deutschen Innovationssystem entwickelt haben. In einer von KfW Research beauftragten Studie wurde vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe beleuchtet, wie gut Deutschland bei der Entwicklung von Technologien aufgestellt ist, von denen erwartet werden kann, dass sie auf mittlere Frist eine hohe Marktrelevanz erreichen können.¹⁶

Hierzu wurde für die untersuchten Technologien ein Ranking danach ermittelt, welche Technologien sich aktuell stark entwickeln und wie groß der Anteil Deutschlands an der Entwicklung ist. In das Ranking gehen verschiedene Indikatoren für die Patentierungsaktivitäten, das Hervorbringen wissenschaftlicher Publikationen sowie von Markenmeldungen ein. Im Ergebnis entstand ein Ranking, das die relative Stärke Deutschlands bei diesen Technologien ausdrückt bzw. – anders formuliert – welche Technologien aus deutscher Sicht besonders Erfolg versprechend sind.

Hierbei zeigt sich, dass einige klimarelevante Technologien in der oberen Hälfte des Rankings zu finden sind (Grafik 4). Hierbei stimmt besonders positiv, dass die deutschen Unternehmen im Wesentlichen genau die Technologien im Fokus haben, die auch die größten Wachstumsmärkte versprechen: von Batterietechnik über effizientere Solarzellen und Antriebskonzepte zur Elektromobilität bis zur Wasserstoffproduktion und Energiespeicherung. Die Voraussetzungen, dass ein Vorantreiben der Expertise bei Umwelt- und Klimatechnologien gerade für Deutschland ein Erfolg versprechender Weg ist, sind somit außerordentlich günstig.

Grafik 4: Deutschland bei grüner Technologie gut aufgestellt

Indexpunkte auf Basis von Patenten, wissenschaftlichen Publikationen und Markenmeldungen



Quelle: Schmoch et al. (2021).

Technologische Spitzenposition und gute Marktstellung Deutschlands in der langfristigen Sicht jedoch zunehmend herausgefordert ...

Neben der aktuellen Position Deutschlands sind für eine wirtschaftspolitische Bewertung der deutschen Position jedoch auch die historische Entwicklung und die aktuelle Dynamik zu berücksichtigen. Hierbei zeigt sich, dass die Spitzenposition Deutschlands bei der Entwicklung und Vermarktung technologisch hochwertiger Produkte seit einiger Zeit zunehmend angegriffen wird.

Seit Jahrzehnten zeigt sich, dass immer mehr Länder Kompetenzen bei der Entwicklung von neuen Technologien entwickeln, zunehmend ambitionierte FuE- und Innovationsstrategien verfolgen und damit international erfolgreich sind. Vor allem ostasiatischen Ländern ist es in den zurückliegenden Jahrzehnten gelungen, insbesondere bei den Gütern der hochwertigen Technik – die beispielsweise mit dem Automobil- und Maschinenbau und der Chemie traditionelle deutsche Stärke darstellen –, oder den Informations- und

Kommunikationstechnologien technologisch Fuß zu fassen und hochwertige Produkte und Dienstleistungen anzubieten. Die zunehmende Konkurrenz schlägt sich in vielen Kennziffern für die technologische Leistungsfähigkeit der meisten traditionellen Technologieproduzenten nieder und wirkt sich auch auf die Entwicklung der Marktanteile aus.

... das gilt auch für Umwelt- und Klimatechnologien

Dies bestätigt sich auch mit Blick auf Umwelt- und Klimaschutz. Deutschland meldete im Jahr 1990 noch fast 25 % aller weltweiten Patente bei Umweltschutztechnologien an. Inzwischen ist dieser Anteil – trotz einer Vervielfachung der deutschen Patentanmeldungen seit damals – auf unter 15 % abgesunken.¹⁷ Diese Entwicklung bestätigt sich auch, wenn man nur die Teilmenge der aus technologisch und wirtschaftlicher Sicht besonders wichtigen Patente betrachtet – auch hier ist die Stellung Deutschlands insgesamt schwächer geworden.¹⁸ Hinsichtlich der Exporte kann ermittelt werden, dass Deutschland noch im Jahr 2007 der größte Exporteur von Klimaschutzgütern war und seitdem kontinuierlich an Exportanteilen verloren hat, insbesondere an China und Südkorea.¹⁹

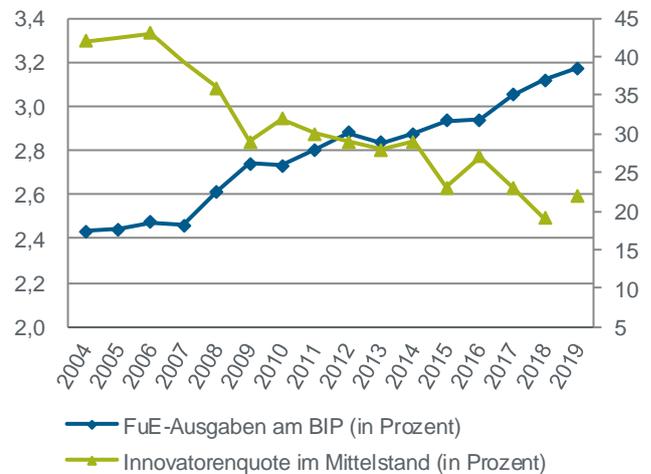
Dieser Trend ist kritisch zu sehen, da die technologische Stärke bisher ein wichtiger Standortvorteil für Deutschland ist. Dies gilt umso mehr, da einige für Deutschland wichtige Sektoren, wie bspw. der Automobilsektor, bisher fossil geprägt waren und ohne Umstellung auf innovative klimaneutrale Technologien bereits auf mittlere Sicht mit deutlich schrumpfenden Marktanteilen rechnen müssen. Es hängen somit viele Arbeitsplätze in Deutschland davon ab, ob es gelingt, in den grünen Technologien an der Weltspitze zu bleiben. Nur so können zukunftssichere Arbeitsplätze geschaffen und der Wohlstand gesichert werden.

Die Innovationsleistung fokussiert sich zunehmend auf wenige Unternehmen

Um eine vordere Platzierung hinsichtlich der technologischen Leistungsfähigkeit zu verteidigen, sind umfangreiche FuE-Anstrengungen erforderlich. Diesbezüglich ist zunächst positiv herauszustellen, dass auch Deutschland über eine ambitionierte FuE-Politik verfügt und in den zurückliegenden Jahren Steigerungen der FuE-Ausgaben bezogen auf die Wirtschaftsleistung erzielen konnte. Dieser Kurs muss in den kommenden Jahren konsequent weiterverfolgt werden.

Kritisch zu bewerten ist allerdings, dass diese Steigerungen vornehmlich durch Großunternehmen realisiert werden und sich die Innovationsaktivitäten insgesamt immer stärker auf wenige Unternehmen konzentrieren. Trotz steigender FuE-Ausgaben in Deutschland nahm die Innovatorenquote in den letzten rund 15 Jahren kontinuierlich ab (Grafik 5). Eine innovative Wirtschaft benötigt jedoch eine möglichst breite Basis für Innovationen, da sonst beispielsweise leistungsfähige Zulieferer nicht länger in einem ausreichenden Maß zur Verfügung stehen.

Grafik 5: Entwicklung der Innovatorenquote und der FuE-Ausgaben – bezogen auf das BIP



Anmerkung: Innovatorenquote 2019 inklusive organisatorischen und Marketinginnovationen

Quelle: OECD, KfW Mittelstandspanel

Besondere Herausforderungen bei Umwelt- und Klimainnovationen

Die wichtige Rolle innovativer Technologien bei der angestrebten Transformation und die gute, aber nicht unbedingt gesicherte, Position deutscher Unternehmen lässt die Frage nach geeigneten unterstützenden Politikinstrumenten ins Zentrum rücken. Hierbei ist zunächst zu berücksichtigen, dass Innovationen im Bereich von Umwelt- und Klimaschutz in der Regel mit dem Problem der „doppelten Externalität“ konfrontiert sind.²⁰ Positive externe Effekte in der Form eines Wissens-Spillover können dazu beitragen, dass Erträge von Innovationen nicht ausschließlich dem innovierenden Unternehmen zugutekommen, sondern auch Wettbewerber durch unentgeltliche Nutzung des Wissens profitieren können. Hinzu kommt, dass Klima- und Umweltschadenskosten bislang nicht vollständig in die Kostenrechnungen der Schadensverursacher internalisiert werden (negative externe Effekte) und damit Umwelt- und Klimaschutztechnologien häufig Wettbewerbsnachteile gegenüber konventionellen Technologien aufweisen.

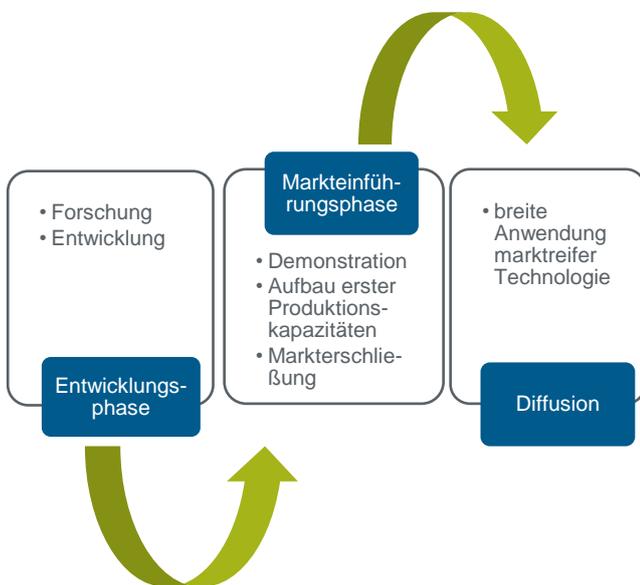
Beide Phänomene sind in der volkswirtschaftlichen Literatur als Marktversagenstatbestände bekannt und Ursache dafür, dass das Ausmaß der Innovationsaktivitäten – sowohl hinsichtlich Entwicklung als auch bezüglich der anschließenden Markteinführung und Diffusion – ohne korrigierende Eingriffe hinter dem aus gesamtwirtschaftlicher Sicht wünschenswerten Niveau zurückbleibt. Daher ist es erforderlich, dass der Staat durch Rahmensetzung und Förderung zusätzliche Anreize für Innovationen im Umwelt- und Klimaschutz schafft.

Drei Reifegrade von Technologien für Ansätze einer grünen Wirtschaftspolitik maßgebend

Aus wirtschaftspolitischer Sicht bietet es sich an, drei Entwicklungsstände bzw. Reifegrade von Umwelt- und Klimaschutztechnologien zu unterscheiden, die jeweils von eigenen Charakteristika und Hindernissen geprägt sind (Grafik 6).

In der **Entwicklungsphase** einer Technologie erfolgt die Erforschung der Technologie in ihren grundlegenden Eigenschaften sowie die Entwicklung von Anwendungsmöglichkeiten. Ein aktuelles Beispiel sind Negativemissionstechnologien zur künftigen Abscheidung und Speicherung von Treibhausgasen aus der Luft. Diese Phase endet typischerweise mit der Entwicklung eines Prototyps. Sie ist durch eine hohe Unsicherheit über den technologischen und wirtschaftlichen Projekterfolg geprägt. So ist beispielsweise häufig nicht klar, welche Technologiepfade sich letztlich durchsetzen. Dies erschwert die Finanzierung entsprechender Vorhaben. Ein Gegensteuern der Wirtschaftspolitik ist daher erforderlich. Aus förderpolitischer Sicht bilden finanzielle Förderansätze mit einer hohen Risikoübernahme, wie Zuschüsse und Zulagen oder steuerliche FuE-Förderung, sowie für späte Phasen im Entwicklungsprozess Förderkredite, wichtige Instrumente.

Grafik 6: Phasen des Innovationsprozesses



Quelle: KfW Research (2021).

In der sich anschließenden **Markteinführungsphase** sind die Technologien so weit entwickelt, dass sie ihre generelle Funktionsfähigkeit nachgewiesen haben, aber bislang noch nicht breit eingesetzt werden. Sie befinden sich zumeist in ersten großtechnischen Anwendungen. Ein aktuelles Beispiel sind Elektrolyseure zur strombasierten Herstellung von Wasserstoff. Die Erfolgsunsicherheit ist bei diesem Reifegrad gegenüber der Entwicklungsphase deutlich gesunken. Dennoch verbleiben gewisse technische und wirtschaftliche Risiken, die etwa beim Hochskalieren der Anwendung entstehen, wie auch Probleme hinsichtlich der Aneignung der Erträge. Im Umwelt- und Klimaschutzbereich bietet in diesem Stadium eine staatliche Unterstützung zur Marktentwicklung durch die finanzielle Förderung von Demonstrationsvorhaben (z. B. für erstmalige großtechnische Anwendungen) eine wichtige Hilfestellung. Aus förderpolitischer Sicht bieten sich Finanzierungsinstrumente wie Kredite mit einer Zuschusskomponente oder Zuschüsse an, die gegenüber der FuE-Förderung in der Entwicklungsphase eine geringere Intensität aufweisen. Auch Risikoübernahmen können in Einzelfällen hilfreich sein.

Ein neues Förderformat wurde hier mit den Reallaboren der Energiewende geschaffen. Dabei werden im Rahmen eines Ideenwettbewerbs zukunftsfähige Energietechnologien unter realen Bedingungen und im industriellen Maßstab erprobt. Die Förderung dient als Anstoß für die beschleunigte Realisierung großskaliger Innovationen für die Energiewende, indem sie technologische sowie wirtschaftliche Risiken bezogen auf den Stand der Technik und den aktuellen Regulierungsrahmen durch Zuschüsse ausgleicht.

Darüber hinaus zeigt sich, dass neu gegründete Unternehmen in innovationsaffinen Marktsegmenten neue Technologien häufig als erste aufgreifen und daraus marktgängige Produkte und Dienstleistungen entwickeln.²¹ Finanzierungen mit Venture Capital sind für solche Start-ups geeignete Finanzierungsinstrumente, die bspw. durch die Refinanzierung von Eigenkapitalgebern gefördert werden können.

Die abschließende **Diffusionsphase** des Innovationsprozesses bezieht sich auf die Anwendung neuer Technologien in der Breite in Wirtschaft und Gesellschaft, die letztendlich die erforderlichen Klima- und Umweltvorteile ermöglichen. Ein aktuelles Beispiel sind Elektroautos. Die verbleibenden Risiken sind hier als gering einzustufen. Allerdings führen die oben beschriebenen negativen externen Effekte dazu, dass Umweltschutz- bzw. klimaschonende Technologien im Vergleich zu konventionellen Technologien typischerweise kostenintensiver in der Beschaffung bzw. im Einsatz sind. Fördermaßnahmen, die an diesem Kostennachteil ansetzen, sind für die schnelle Verbreitung von grünen Technologien daher zwingend erforderlich. Zu denken ist hierbei beispielsweise an ein klares und ansteigendes CO₂-Preissignal oder zinsgünstige Förderkredite und Zuschüsse, um die höheren Investitionskosten für grüne Technologien zu senken. Auch Maßnahmen der öffentlichen Beschaffung und das Setzen von Umweltstandards mithilfe des Ordnungsrechts können helfen, die Marktdurchdringung zu beschleunigen.

Um die Markteinführung und Diffusion von neuen Klimaschutztechnologien insbesondere im Industriesektor voranzutreiben, sieht der Bund die Erprobung von „Carbon Contracts for Difference“ in ausgewählten Branchen (insbesondere in der Stahl- und Chemieindustrie) vor. Mit diesem Förderinstrument sollen höhere Betriebskosten von CO₂-armen Schlüsseltechnologien gegenüber herkömmlichen Technologien ausgeglichen werden. Vorgesehen sind projektbezogene staatliche Betriebskostenzuschüsse für vermiedene CO₂-Emissionen, wobei sich die Förderhöhe in der Regel aus der Differenz zwischen den tatsächlichen CO₂-Vermeidungskosten und dem aktuellen CO₂-Preis des EU-Emissionshandels bemisst. Hierdurch können zum Zeitpunkt der Investitionen effiziente Anreize für einen langfristigen Betrieb von innovativen Technologien gesetzt werden.²²

Fazit

Grüne Technologien und hiermit auch grüne Innovationen rücken zunehmend in den Fokus. Sie dienen nicht nur dem Klimaschutz, sondern auch der Zukunftsfähigkeit der Wirtschaft selbst – denn sie erhöhen die technologische Leistungsfähig-

keit des Landes und sichern hierdurch Chancen für künftiges Wachstum und Beschäftigung.

Deutschland verfügt mit Blick auf grüne Zukunftstechnologien über eine gute Ausgangsposition, die jedoch aufgrund internationaler Konkurrenz zunehmend unter Druck gerät. Es gilt nun, die gute Position für die Zukunft zu sichern und weiter auszubauen. Wichtig hierbei ist, ein geeignetes Umfeld zu bieten, um drei Dinge zu ermöglichen: die Entwicklung von weiteren innovative Lösungen durch entsprechende Forschungsaktivitäten, die Umsetzung von Technologien in der Demonstrationsphase in marktreife, großflächig umsetzbare Technologien sowie die Anwendung von marktreifen Technologien in der Breite. Dies erfordert substanzielle Anstrengungen in allen drei Bereichen – auch um überhaupt das Ziel der Klimaneutralität erreichen zu können. Die Ansatzpunkte lassen sich wie folgt strukturieren:

- **Forschung und Entwicklung:** Es müssen verstärkt FuE-Anstrengungen geleistet werden, um nach 2030 die verbleibenden Lücken zu einer treibhausgasneutralen Gesellschaft schließen zu können – und die gute Wettbewerbsposition Deutschlands bei grünen Technologien zu sichern. Dies betrifft beispielsweise Negativemissionstechnologien und die Entwicklung von grünen Kraft- und Brennstoffen. Hierbei ist insbesondere eine breite und technologieoffene Innovationsförderung wichtig.
- **Markteinführung:** Die Weiterentwicklung von marktnahen Zukunftstechnologien, die kurz vor dem kommerziellen Durchbruch stehen, ist weiter zu fördern. Dies betrifft insbesondere den Bereich der Wasserstoffwirtschaft, inkl. der Bereitstellung der Verteil- und Importinfrastrukturen sowie die nächsten Generationen von (möglichst grünen) Batterien. Hierbei ist insbesondere die Förderung von Demonstrationsanlagen in industriellem Maßstab wichtig.
- **Diffusion:** Es sind Rahmenbedingungen herzustellen, durch die bereits verfügbare Technologien betriebswirtschaftlich so attraktiv werden, dass sie in der Breite zur Anwendung kommen. Hierbei geht es beispielsweise um eine stärkere Nutzung von Photovoltaik und Windkraft, Elektroautos sowie um Technologien zur Erhöhung der Energieeffizienz in Gebäuden, Industrie und Gewerbe. Ergänzend ist der Infrastrukturausbau voranzutreiben, mit Blick auf, Strom-, Lade- sowie Nah- und Fernwärmenetze.

Der bevorstehende Weg in die Klimaneutralität ist inzwischen klar definiert, auch mit Blick auf die zeitliche Schiene. Hierdurch unterscheiden sich grüne Technologien wesentlich von anderen Technologien, bei denen die Zukunft offener und der einzuschlagende Weg weniger klar vorab definiert werden kann. Zum einen steht die Transformation unter einem hohen zeitlichen Druck angesichts der drohenden Klimafolgen. Zum anderen existiert hierdurch aber auch ein klarer zeitlicher Fahrplan, der ungewohnte Planungssicherheit ermöglichen kann: Bis ca. Mitte des Jahrhunderts will der größte Teil der Weltgemeinschaft Treibhausgasneutralität erreicht haben. Gemeinsam mit den technologischen Pfadanalysen ergibt sich eine verhältnismäßig gut planbare Transformation.

Hiermit verbunden sind umfangreiche Investitionen. Allein in Deutschland sind rund 5 Bio. EUR zum Erreichen von Klimaneutralität in die Hand zu nehmen.²³ Dies unterstreicht nicht nur die nationale Herausforderung, sondern verdeutlicht auch den Umfang, in dem nun vielerorts klimafreundliche Technologien benötigt werden. Deutschland, als einem führenden Anbieter von Klima- und Umwelttechnologie, bieten sich hierdurch Möglichkeiten, auch auf der Angebotsseite an der Transformation teilzuhaben. Diese Chance müssen Politik und Wirtschaft nun nutzen. Die aktuelle Dekade bis zum Jahr 2030 dürfte dabei entscheidend sein – für die entstehenden Klimafolgen und für die künftige Wohlfahrt in Deutschland.

Folgen Sie KfW Research auf
Twitter.

Oder abonnieren Sie unseren kostenlosen E-Mail-Newsletter, und Sie verpassen keine Publikation.

Zur Anmeldung

¹ Vgl. Black et al. (2021): Taking Stock: A global assessment of net zero targets, Energy & Climate Intelligence Unit and Oxford Net Zero.

² Net Zero Tracker | Energy & Climate Intelligence Unit (eciu.net)

³ Investors BlackRock, Vanguard join net zero effort | Reuters.

⁴ Vgl. Black et al. (2021): Taking Stock: A global assessment of net zero targets, Energy & Climate Intelligence Unit and Oxford Net Zero.

⁵ Vgl. Römer, D. und M. Schwarz (2021): Europäischer CO₂-Grenzausgleich – Handelsbarriere oder Chance für den globalen Klimaschutz?, Fokus Volkswirtschaft Nr. 345, KfW Research.

⁶ Vgl. zu diesem Abschnitt BMU (2021): GreenTech made in Germany 2021.

⁷ Der Teilbereich Passivhäuser soll sogar mit 31 % pro Jahr wachsen, vgl. BMU (2021): Green Tech in Germany

⁸ Am stärksten dürfte bis 2030 der Markt für nachhaltige Landwirtschaft wachsen, mit jährlich 11,3 %. Dieses Segment ist vom Marktvolumen her jedoch eher nachrangig.

⁹ China's NEV sales to account for 20% of new car sales by 2025, 50% by 2035 | Reuters.

- ¹⁰ Vgl. Fraunhofer ISI, Consentec GmbH (2021): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3. Studie im Auftrag des BMW sowie Agora Energiewende (2020): Klimaneutrales Deutschland.
- ¹¹ Dominiert wird der Speichermarkt derzeit von mechanischen Energiespeichern (Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicherkraftwerke, Hubspeicherkraftwerke sowie Schwungräder). Power-to-X ist ein Sammelbegriff und steht für verschiedene technische Verfahren, mit denen aus Strom aus Erneuerbaren Energien Wärme oder synthetische Brenn-, Kraft- und Grundstoffe hergestellt werden können.
- ¹² Vgl. zu diesem Abschnitt BMU (2021): GreenTech in Germany.
- ¹³ Vgl. IWF (2021): World Economic Outlook, <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/>. Abgerufen am 26. August 2021.
- ¹⁴ Vgl. Abel-Koch, J. und K. Ullrich (2021): Geringe Globalisierungsdynamik erfordert Anpassung der Wachstumsstrategien deutscher Unternehmen, Fokus Volkswirtschaft Nr. 349, KfW Research, sowie Prognos (2021): Globalisierung in der Krise – die deutschen Unternehmen brauchen neue Wachstumsstrategien. Studie im Auftrag der KfW.
- ¹⁵ Vgl. zu diesem Abschnitt IEA (2021): Net Zero by 2050, A Roadmap for the Global Energy Sector.
- ¹⁶ Vgl. Schmoch, U. et. al (2021): Identifizierung und Bewertung von Zukunftstechnologien für Deutschland. Endbericht an die KfW.
- ¹⁷ Vgl. UBA (2020): Die Umweltwirtschaft in Deutschland Entwicklung, Struktur und internationale Wettbewerbsfähigkeit.
- ¹⁸ Vgl. Breitinger, J., Dierks, B. und T. Rausch (2020): Weltklassepatente in Zukunftstechnologien, Bertelsmann Stiftung (Hrsg.).
- ¹⁹ Vgl. Gehrke und Schasse (2019), S. 84.
- ²⁰ Vgl. Borderstep Institut für Innovationen und Nachhaltigkeit (2017): Umweltinnovationen: Von der Nische in den Mainstream. Policy Paper im Auftrag des Umweltbundesamtes; vgl. Auch Nordhaus, W. (2021): The Spirit of Green, Kapitel 18 „The double externality of Green Innovation“ sowie; Dechezleprêtre, A. und D. Popp (2015), "Fiscal and regulatory instruments for clean technology development in the European Union."
- ²¹ Vgl. Niefert, M. und V. Zimmermann (2009): Die Dynamik im Innovationsverhalten kleiner und mittlerer Unternehmen, Mittelstandsmonitor 2009, S. 107–134, KfW Economic Research.
- ²² Vgl. Chiappinelli, O. et al (2020): Industrial Innovation: Pathways to deep decarbonisation of Industry Part 3: Policy implications, Bericht erstellt von ICT und DIW im Auftrag von DG CLIMA.
- ²³ Hierbei handelt es sich vielfach um ohnehin anstehende Investitionen, die nun in eine nachhaltige Verwendung fließen müssen. Vgl. Brand, S., Römer, D. und M. Schwarz (2021): 5 Bio-EUR klimafreundlich investieren – eine leistbare Herausforderung, Fokus Volkswirtschaft Nr. 350, KfW Research.