



**HINTERGRUND // JANUAR 2020**

# **Die Umweltwirtschaft in Deutschland**

## **Entwicklung, Struktur und internationale Wettbewerbsfähigkeit**

**Aktualisierte Ausgabe 2019**

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Fachgebiet FG I 1.4, Wirtschafts- und  
sozialwissenschaftliche Umweltfragen,  
nachhaltiger Konsum  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
buergerservice@uba.de  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

**Autoren:**

Dr. Frauke Eckermann

**Satz und Layout:**

le-tex publishing services GmbH

**Publikationen als pdf:**

[www.umweltbundesamt.de/publikationen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen)

**Bildquellen:**

Titel: GettyImages/LL28

S. 11: Shutterstock/Goldilock Project

Stand: Januar 2020

**ISSN 2363-829X**

**HINTERGRUND // JANUAR 2020**

# **Die Umweltwirtschaft in Deutschland**

## **Entwicklung, Struktur und internationale Wettbewerbsfähigkeit**

Aktualisierte Ausgabe 2019

## Das Wichtigste in Kürze

Umweltschutz ist nach wie vor ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für Deutschland.

- ▶ Die Unternehmen produzierten im Jahr 2017 im Wert von über 86 Mrd. Euro Güter, die für Umweltschutzzwecke eingesetzt werden können. Das entspricht 6 % der gesamten deutschen Industrieproduktion.
- ▶ Im internationalen Handel mit diesen Gütern ist Deutschland mit einem Welthandelsanteil von 13,6 % weiterhin an guter zweiter Position hinter China.
- ▶ In nahezu allen Weltregionen und für alle Umweltbereiche gibt es eine hohe Präferenz für Umweltschutzgüter und -technologien aus Deutschland.
- ▶ Forschung und Innovation haben einen hohen Stellenwert in Deutschland. Mit 13,5 % der weltweiten Patentanmeldungen für Umweltschutztechnologien gehörte die Bundesrepublik zusammen mit Japan und den USA zu den drei wichtigsten Patentanmeldern.
- ▶ Im Zuge der Energiewende ist es gelungen, die technischen Innovationen im Energiebereich stärker auf den Klimaschutz auszurichten und das Innovationstempo deutlich zu steigern. Das zeigt eine kombinierte Analyse der Ausgaben für Forschung und Entwicklung sowie der Patentanmeldungen.

Aber: Der Blick ins Detail zeigt, dass dringender Handlungsbedarf besteht, um diese gute Position zu halten.

- ▶ Güter, die zum Klimaschutz beitragen können, machten 2017 fast 40 % der Gesamtproduktion von Umweltschutzgütern aus. Bei diesen Gütern kam es zuletzt zu einem deutlichen Rückgang, der insbesondere auf einen Produktionseinbruch bei Gütern zur Nutzung der Windkraft zurückzuführen ist.
- ▶ Der Schwerpunkt der deutschen Exporte liegt in EU- und OECD-Ländern. Die Zentren der Nachfrage nach Umweltschutzgütern haben sich jedoch verlagert: weg von den entwickelten Industrieländern in Richtung der Entwicklungs- und Schwellenländer. Hier ist eine stärkere Anpassung der Produkte und Technologien an die Bedingungen in diesen Ländern notwendig.
- ▶ Während das Innovationstempo im Energiebereich hoch ist, gab es bei allen übrigen Umweltbereichen keine nennenswerte Entwicklung der Innovationstätigkeiten.

# Inhalt

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Umweltwirtschaft als Querschnittsbranche</b>                                     | <b>6</b>  |
| <b>2 Entwicklung der Produktion potenzieller Umweltschutzgüter</b>                    | <b>7</b>  |
| Umweltschutz ist nach wie vor ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für Deutschland         | 7         |
| Große Bedeutung von Maschinenbau und Kunststoffindustrie                              | 8         |
| <b>3 Umweltwirtschaft im internationalen Wettbewerb</b>                               | <b>9</b>  |
| Deutsche Unternehmen sind im internationalen Wettbewerb gut aufgestellt               | 9         |
| Konkurrenz im eigenen Land – die Entwicklung der Importe                              | 10        |
| <b>4 Im Fokus: der Markt für Klimaschutzgüter</b>                                     | <b>12</b> |
| Gute Position bei Klimaschutzgütern – aber die Konkurrenz wächst                      | 12        |
| <b>5 Ausgaben für Umweltforschung und Innovation</b>                                  | <b>14</b> |
| Zunehmende Bedeutung zukunftsorientierter und nachhaltiger Energietechnologien        | 14        |
| Batterien und Elektromobilität sind Schwerpunkte der Energieforschung der Unternehmen | 15        |
| <b>6 Umwelt- und Klimaschutz als Innovationsmotor</b>                                 | <b>16</b> |
| Überproportionale Steigerung der Patentanmeldungen für Klimaschutztechnologien        | 16        |
| Deutschland gehört zu den Technologieführern – mit abnehmender Tendenz                | 17        |
| <b>7 Fazit und Ausblick</b>                                                           | <b>18</b> |
| Wirtschaftsfaktor Umweltschutz                                                        | 18        |
| Verspielt Deutschland seine gute Wettbewerbsposition?                                 | 18        |
| Den politischen Rahmen setzen                                                         | 18        |
| <b>8 Literatur</b>                                                                    | <b>19</b> |

# 1 Umweltwirtschaft als Querschnittsbranche

Die Umweltwirtschaft umfasst alle Unternehmen, die Umweltschutzgüter und -dienstleistungen anbieten. Ihr Angebot erstreckt sich auf so unterschiedliche Bereiche wie Abfallwirtschaft und Recycling, Gewässerschutz und Abwasserbehandlung, Luftreinhaltung, Lärminderung sowie Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR). Außerdem gehört dazu der Klimaschutz, der die Nutzung erneuerbarer Energieträger sowie die rationelle Energienutzung und -umwandlung beinhaltet.

Entsprechend breit ist die Palette der hergestellten Güter: Pumpen, Luftfilter, Rohre, Sammelbehälter für Altstoffe und Schalldämpfer dienen der Abfallbehandlung, der Luftreinhaltung oder dem Lärmschutz. Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen, zum Beispiel Windenergie- und Solaranlagen, gehören ebenso zu den Umweltschutzgütern wie „intelligente Zähler“ zur Steuerung des Stromverbrauchs.

Während sich praktisch jeder Wirtschaftszweig über die Beschaffenheit des Materials, die eingesetzten Technologien oder den Verwendungszweck der Waren und/oder Leistungen definieren kann, ist dies

für die Umweltwirtschaft kaum möglich: Sie umfasst unterschiedliche Umweltbereiche, technologische Ausrichtungen (additiv oder integriert) und Leistungen (Waren, Dienstleistungen, Komponenten). Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Anforderungen an den Schutz der Umwelt im Zeitablauf ändern. Eine amtliche Abgrenzung der Umweltwirtschaft als Wirtschaftszweig kann es deshalb nicht geben – schon gar nicht eine, die international vergleichende Untersuchungen zuließe.<sup>1</sup>

Um die Bedeutung des Umweltschutzes für die Gesamtwirtschaft sowie die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft zu bewerten, führt man Analysen auf Güterebene durch.<sup>2</sup> In diese Untersuchungen gehen nicht nur Güter ein, die ausschließlich für Umweltschutzzwecke produziert wurden. Es werden auch Güter einbezogen, die ihrer Art nach – also potenziell – dem Umweltschutz dienen können. Da es zur Produktion und zum Handel mit (potenziellen) Umweltschutzgütern international vergleichbare Statistiken gibt, erlaubt es dieser Ansatz, die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Außenhandel mit solchen Gütern zu beleuchten. Die Ausführungen in den Kapiteln 2 bis 4 dieses Hintergrundpapiers basieren auf diesem potenzialorientierten Ansatz.<sup>3</sup> Kapitel 5 und 6 gehen der Frage nach, wie innovationsfähig die deutsche Umweltwirtschaft ist. Hierzu werden Forschungsausgaben und Patentanmeldungen für Umweltschutztechnologien beleuchtet.

Die dargestellten Ergebnisse stammen aus aktuellen Untersuchungen des Centers für Wirtschaftspolitische Studien (CWS) der Leibniz Universität Hannover und des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) für das Umweltbundesamt (Gehrke und Schasse 2019, Gehrke u. a. 2019).

## Was sind potenzielle Umweltschutzgüter?

Potenzielle Umweltschutzgüter können Umweltschutzzwecken dienen, aber auch andere Funktionen erfüllen. Dazu gehören Güter wie Pumpen, Leitungen, Mess-, Steuer- und Regelgeräte. Das Konzept der potenziellen Umweltschutzgüter wurde in den neunziger Jahren von Forschungsinstituten zusammen mit dem Statistischen Bundesamt entwickelt. Es wird seitdem für Studien zur Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft verwendet. Grundlage ist eine Liste von Gütern, die dem Umwelt- und Klimaschutz dienen können. Diese Liste wurde im Jahr 2013 im Auftrag des Umweltbundesamtes grundlegend überarbeitet, um sie an den aktuellen Stand der Technik anzupassen und um Änderungen in der statistischen Datenbasis Rechnung zu tragen (Gehrke und Schasse, 2013).

- <sup>1</sup> Daher vergeben das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt regelmäßig Forschungsprojekte, die Größe, Zusammensetzung und Wettbewerbsfähigkeit der Umweltwirtschaft analysieren. Die Umweltwirtschaft wird dabei über verschiedene methodisch-statistische Ansätze erfasst, die unterschiedliche Facetten der Umweltwirtschaft beleuchten.
- <sup>2</sup> Dienstleistungen wie Energieberatungen oder der Handel mit umweltfreundlichen Produkten werden mit diesem Ansatz nicht erfasst. Hier liegt der Schwerpunkt auf den Bereichen, die am stärksten im internationalen Wettbewerb stehen.
- <sup>3</sup> Der potenzialorientierte Untersuchungsansatz beruht auf der Überlegung, dass die Entwicklungschancen der Umweltwirtschaft auch davon abhängen, ob die Unternehmen mit ihren Kompetenzen und Produktionspotenzialen auf erhöhte Anforderungen und Impulse des Umweltmarktes reagieren können.

## 2 Entwicklung der Produktion potenzieller Umweltschutzgüter

### Umweltschutz ist nach wie vor ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für Deutschland

Im Jahr 2017 produzierten die Unternehmen in Deutschland potenzielle Umweltschutzgüter im Wert von 86,8 Mrd. Euro. Damit entfielen 6 % der gesamten deutschen Industrieproduktion auf Umweltschutzgüter.<sup>4</sup> Der größte Teil davon entfällt auf Güter, die zum Klimaschutz beitragen können. Hierzu gehören beispielsweise Solarzellen, Komponenten für Windkraftanlagen, Gas- und Dampfturbinen, Blockheizkraftwerke oder Dämmstoffe. 2017 machte die Produktion dieser Güter fast 40 % der

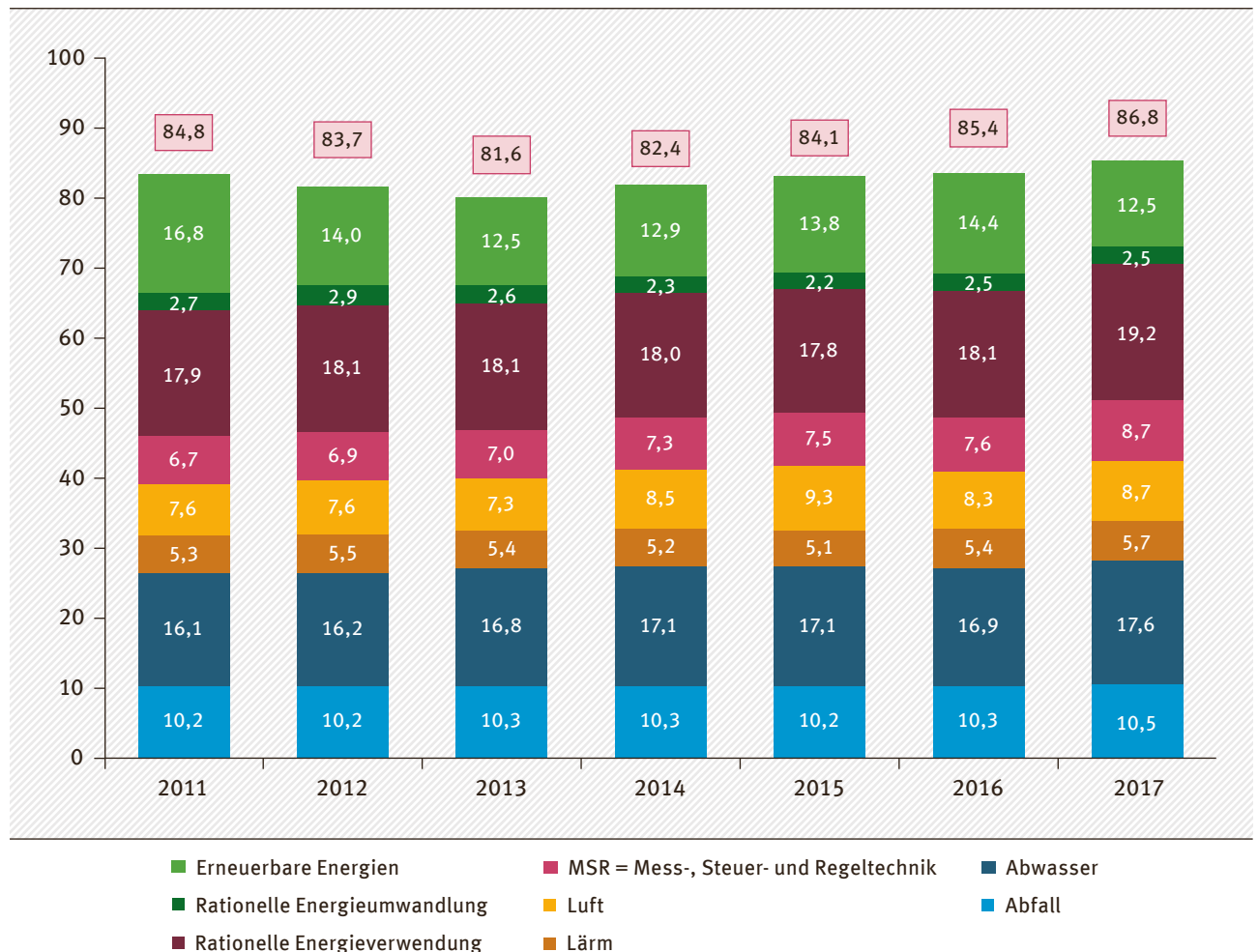
Gesamtproduktion von Umweltschutzgütern aus. Die Produktionsentwicklung in diesem Bereich bestimmt daher auch wesentlich die Entwicklung der gesamten Produktion von Umweltschutzgütern.

Zwischen 2011 und 2013 kam es zu einem massiven Einbruch im Solarbereich (Photovoltaik/Solarzellen sowie übrige Solarenergiegüter, z. T. auch deren Installation), der sich in einem spürbaren Rückgang der Produktion von Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen niederschlug (vgl. Abbildung 1). Nach 2013 erholte sich die Produktion von Klimaschutzgütern, was insbesondere auf einen Anstieg von Windkraftgütern zurückzuführen war. Dieser Trend kehrte sich jedoch 2017 um, insbesondere weil es im Bereich Windkraft zu starken Produktionsrückgän-

<sup>4</sup> Bei den folgenden Ausführungen wird der Einfachheit halber meist von Umweltschutzgütern gesprochen, auch wenn der Potenzialansatz zugrunde gelegt wird.

Abbildung 1

### Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern in Deutschland nach Umweltbereichen, 2011 bis 2017

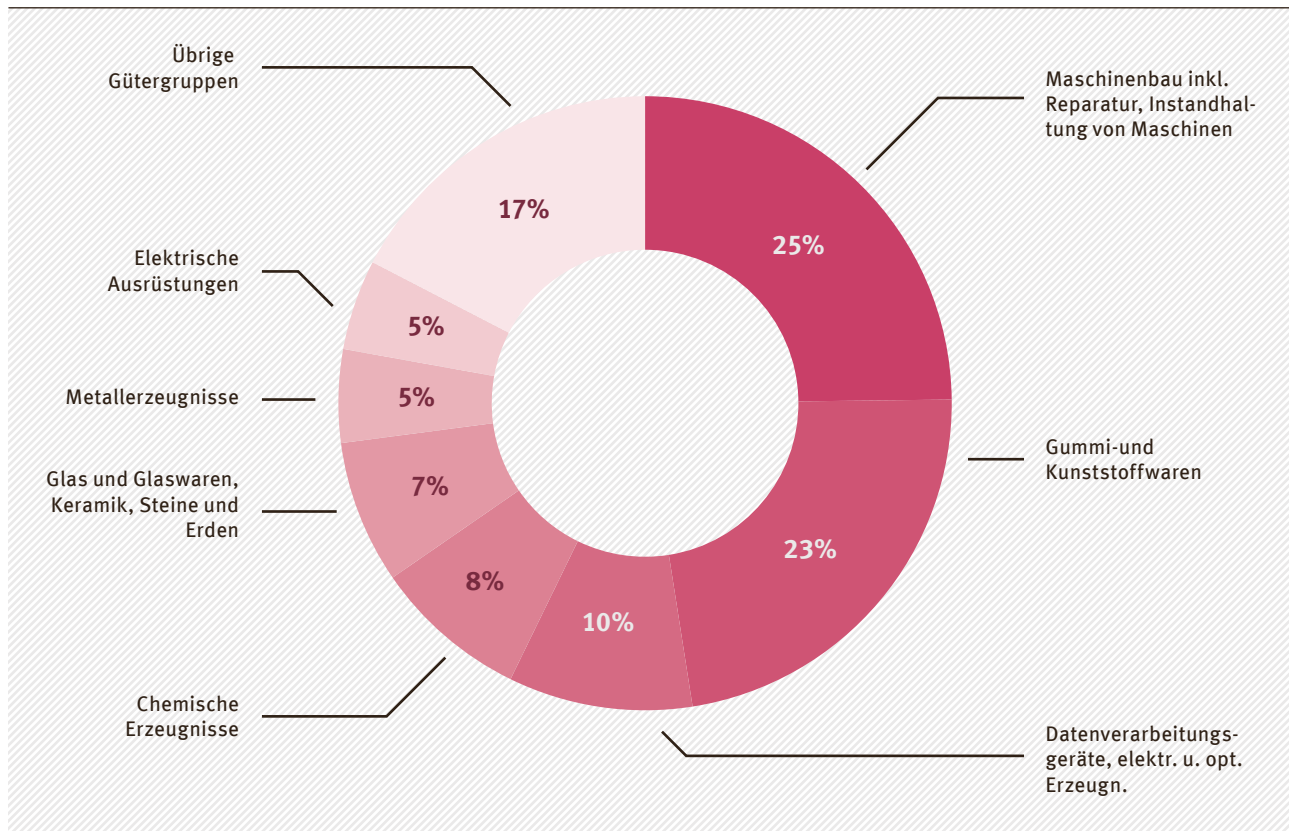


Summe einschließlich wegen Geheimhaltung nicht zurechenbarer Gütergruppen

Quelle: Gehrke und Schasse (2019), S. 46



Abbildung 2

**Produktion von potenziellen Umweltschutzgütern nach Wirtschaftszweigen, 2017**


Quelle: eigene Darstellung nach Gehrke und Schasse (2019), S. 51

gen kam. Trotz dieses Rückgangs ist die Produktion von Umweltschutzgütern insgesamt zwischen 2016 und 2017 angestiegen. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Produktion in den klassischen Umweltbereichen Abfallwirtschaft, Abwasserbehandlung, Luftreinhaltung und Lärminderung sowie der Mess-, Steuer- und Regeltechnik stieg. Einen Anstieg gab es auch bei der Produktion von Gütern zur rationellen Energieverwendung. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Güter, die zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden beitragen. Letzteres zeigt die Bedeutung der Energieeffizienz als zweite Säule der Energiewende.

### Große Bedeutung von Maschinenbau und Kunststoffindustrie

Ein Blick auf die sektorale Aufteilung zeigt, dass fast die Hälfte aller Umweltschutzgüter in nur zwei Wirtschaftszweigen produziert wurde: dem Maschinenbau und dem Sektor Gummi- und Kunststoffwaren (vgl. Abbildung 2). Beide Wirtschaftszweige sind für mehrere Umweltbereiche von Bedeutung. So machen Maschinenbauerzeugnisse über 80 % der Produktion

von Gütern zur rationellen Energieumwandlung aus, aber auch fast 40 % der Produktion von Gütern zur Luftreinhaltung. Darüber hinaus hat der Maschinenbau hohe Anteile an der Produktion von Gütern zur Abwasserbehandlung (28 %), Abfallbeseitigung (25 %) sowie den erneuerbaren Energien (22 %). Von dem aktuellen Einbruch bei Windkraftanlagen und -komponenten ist der Maschinenbau am stärksten betroffen. Gummi- und Kunststoffwaren hingegen weisen seit 2011 kontinuierlich wachsende Produktionswerte auf. Sie profitieren damit von Energieeffizienzanstrengungen insbesondere im Gebäudebereich. Daneben sind die Umweltschutzgüter dieses Sektors besonders im Abfallbereich (Behälter, Rohre und andere Bauteile) und bei der Lärminderung (Schalldämmung) im Einsatz. Insgesamt wurden im Jahr 2017 im Wert von 19,7 Mrd. € Gummi- und Kunststoffwaren für den Umweltschutz produziert. Die Sektoren „Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse“ sowie „elektrische Ausrüstungen“ sind am stärksten von den Entwicklungen im Bereich der Photovoltaik betroffen.



### 3 Umweltwirtschaft im internationalen Wettbewerb

#### Deutsche Unternehmen sind im internationalen Wettbewerb gut aufgestellt

Die Unternehmen der Umweltwirtschaft agieren auf globalen Märkten. Einen Großteil ihres Umsatzes erarbeiten sie im Ausland. Selbst wenn sie nicht im Export aktiv sind, stehen sie häufig auf dem heimischen Markt mit internationalen Unternehmen im Wettbewerb. Die Leistungsfähigkeit der Umweltwirtschaft muss sich daher auch an internationalen Maßstäben messen – zumal die Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Umweltwirtschaft auch künftig stark vom Export abhängen werden.

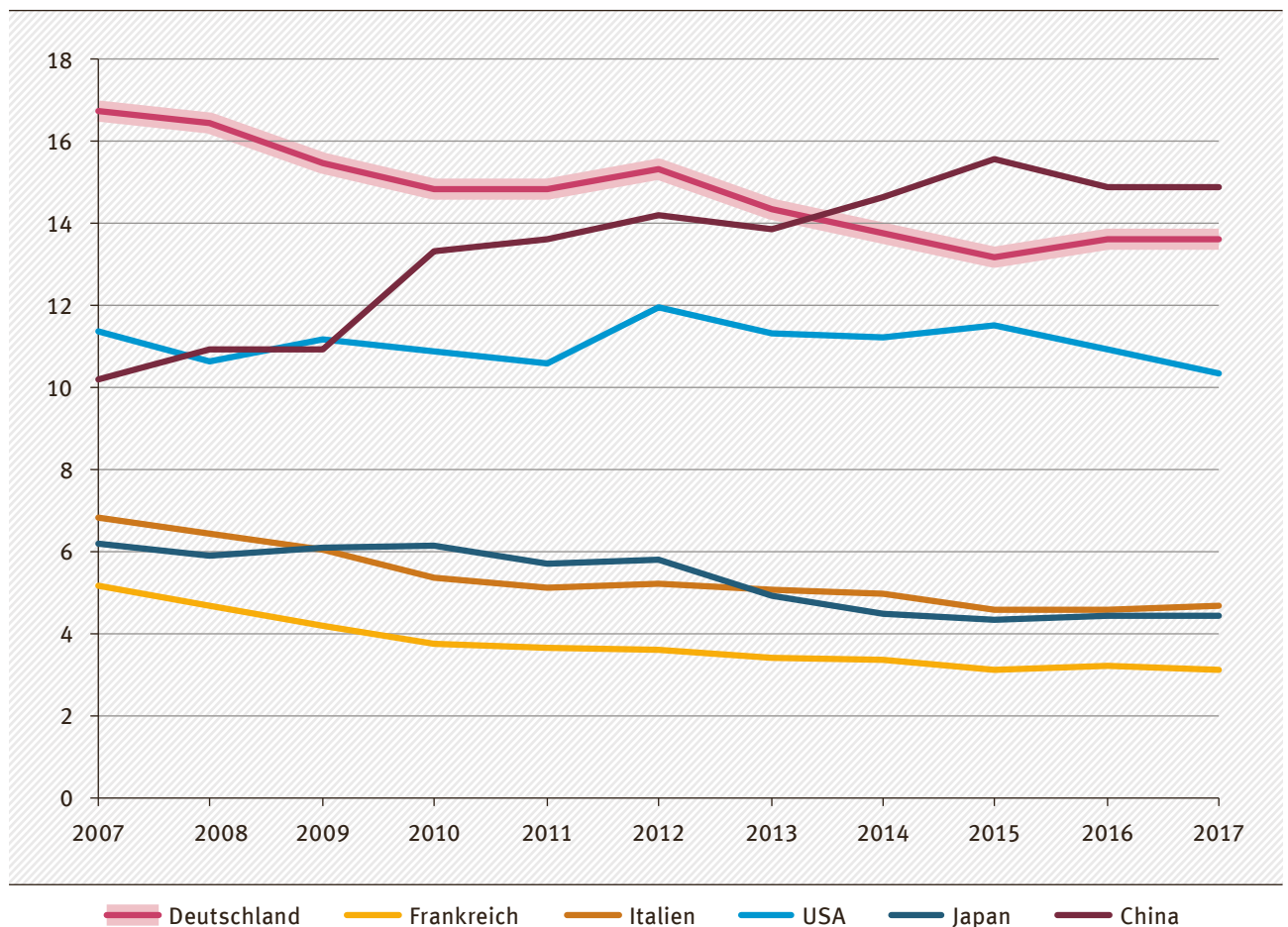
Im Jahr 2017 hat die deutsche Wirtschaft Umweltschutzgüter im Wert von 58 Mrd. Euro exportiert. Das entspricht einem Anteil an den gesamten deutschen

Güterexporten von knapp 5 %. Auf den Export mit Klimaschutzgütern entfallen davon 20,6 Mrd. Euro. Ein zweistelliges Exportvolumen weisen auch noch die (Ab-)Wassertechnologien (13,5 Mrd. Euro) sowie spezifische Mess-, Steuer- und Regeltechnikgüter (10,6 Mrd. Euro) auf, die quer über alle Umweltbereiche zum Einsatz kommen (Gehrke und Schasse, 2019).

Der Welthandelsanteil Deutschlands lag im Jahr 2017 bei 13,6 % (vgl. Abbildung 3). Damit ist die Rolle Deutschlands auf den internationalen Märkten bei Umweltschutzgütern sogar noch größer als bei Verarbeiteten Industriewaren insgesamt. Bei diesen lag der Welthandelsanteil Deutschlands im Jahr 2017 bei 9,9 %. Deutschland war lange Zeit größter

Abbildung 3

#### Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern 2007 bis 2017 (in %)

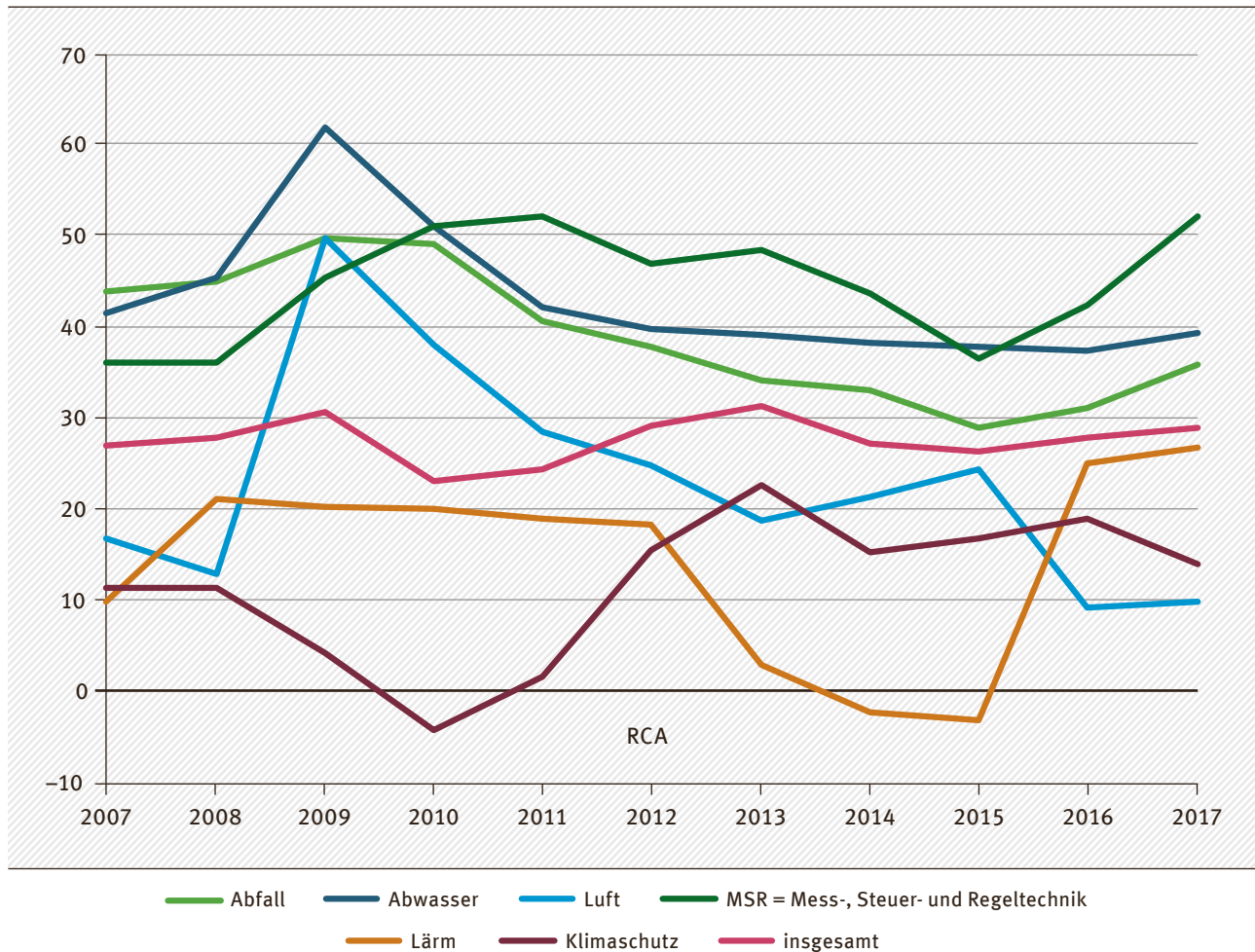


Der Welthandelsanteil eines Landes ist berechnet als der Anteil seiner Ausfuhren an den Weltausfuhren in %. Potenzielle Umweltschutzgüter umfassen Güter aus den Bereichen Abfall, Wasser, Luft, Lärm, Mess-, Steuer-, Regeltechnik sowie Klimaschutzgüter.

Quelle: eigene Darstellung nach Gehrke und Schasse (2019), S. 63

Abbildung 4

### Spezialisierung Deutschlands bei potenziellen Umweltschutzgütern nach Umweltbereichen (gemessen am RCA) 2007 bis 2017



Ein positiver RCA bedeutet, dass die Export-Import-Relation für eine bestimmte Produktgruppe höher ist als für Verarbeitete Industriewaren insgesamt. Je höher der RCA, umso besser behaupten sich deutsche Unternehmen auch auf dem Inlandsmarkt gegen die ausländische Konkurrenz.

Quelle: eigene Darstellung nach Gehrke und Schasse (2019), S. 66

Exporteur von Umweltschutzgütern. Inzwischen liegt es an zweiter Position hinter China (14,9 %) und vor den USA (10,3 %). Erst mit deutlichem Abstand folgen Italien, Japan und weitere Länder. Chinas Anteil am internationalen Handel mit potenziellen Umweltschutzgütern hat sich seit Anfang des Jahrhunderts mehr als verdreifacht. Auch andere Schwellenländer gewinnen als Anbieter an Bedeutung. Die großen OECD-Länder hingegen haben in den letzten zehn bis 15 Jahren signifikant Exportanteile verloren.

Auch die Nachfrage nach Umweltschutzgütern hat sich regional deutlich verlagert: weg von den entwickelten Industrieländern in Richtung der Entwicklungs- und Schwellenländer in Asien (vor allem nach China, in jüngerer Zeit aber auch in andere asiatische

Länder), Südamerika und aktuell auch Afrika. Deutsche Umweltschutzgüter sind derzeit in allen Weltregionen und über alle Umweltschutzbereiche hinweg gefragt, allerdings liegt der Schwerpunkt der deutschen Exporte in EU- und OECD-Ländern. Daraus ergibt sich für deutsche Unternehmen die Herausforderung, die eigenen Produkte stärker an die Bedingungen in den Entwicklungs- und Schwellenländern anzupassen (vgl. Gehrke und Schasse, 2019, Walz u. a. 2019).

### Konkurrenz im eigenen Land – die Entwicklung der Importe

Für die Beurteilung der internationalen Wettbewerbsposition einer Gütergruppe sind nicht nur die Exporte, sondern auch die Importe ein relevanter Indikator. Denn deutsche Unternehmen konkurrieren mit ihren

Produkten auch im eigenen Land mit ausländischen Anbietern. Ein Index, der sowohl die Exporte als auch die Importe eines Landes berücksichtigt, um dessen Spezialisierungsvorteil für eine bestimmte Gütergruppe zu bestimmen, ist der „offenbarte komparative Vorteil“ („revealed comparative advantage“), kurz RCA<sup>5</sup>. Gemessen am RCA ist die deutsche Industrie traditionell besonders wettbewerbsstark in den Bereichen Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie Abfall- und Abwassertechnologien (vgl. Abbildung 4). Auch in den übrigen Umweltbereichen (Luftreinhaltung, Lärminderung, Klimaschutz) fällt die deutsche Außenhandelspezialisierung aktuell positiv aus, hier sind jedoch größere Schwankungen zu verzeichnen. Der rückläufige Verlauf bei Klimaschutzgütern geht ausschließlich auf die ungünstige Entwicklung bei erneuerbaren Energien zurück.

<sup>5</sup> Der RCA („Revealed Comparative Advantage“) ermittelt die Spezialisierungsvorteile einer Volkswirtschaft, indem er für bestimmte Produktgruppen das Exportangebot mit der Importnachfrage vergleicht. Ein positiver RCA weist auf komparative Vorteile und damit auf eine starke internationale Wettbewerbsposition der jeweiligen Produktgruppe im betrachteten Land hin. Die entsprechenden Ausfuhrüberschüsse sind relativ größer als man es bei Industriewaren insgesamt in diesem Land vorfindet.

### Empirische Grundlage: Daten der Produktions- und Außenhandelsstatistik

Amtliche Daten der Produktions- und Außenhandelsstatistik bilden die empirische Grundlage für die Schätzung des Produktionsvolumens und der internationalen Wettbewerbsposition der deutschen Umweltwirtschaft. Gemäß der Liste potenzieller Umweltschutzgüter, die für die Schätzung verwendet wird, lassen sich die wertmäßigen Produktions-, Export- und Importvolumina von Industriegütern ermitteln, die für Umweltschutzzwecke eingesetzt werden können. Vergleichbare Statistiken zu diesen Gütern gibt es weltweit, so dass sich die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands gut analysieren lässt. Zu Dienstleistungen für den Umweltschutz liegt dagegen keine international vergleichbare Datenbasis vor. Daher beziehen sich die in den Kapiteln 2 bis 4 dargestellten Ergebnisse ausschließlich auf die Industriegüterproduktion.



## 4 Im Fokus: der Markt für Klimaschutzgüter

### Gute Position bei Klimaschutzgütern – aber die Konkurrenz wächst

Die umweltpolitischen Aktivitäten konzentrierten sich seit Mitte der 1990er Jahre weltweit vor allem auf den Klimaschutz. Dies und die stark sinkenden Kosten haben global zu einem sehr dynamischen Ausbau der erneuerbaren Energien geführt. Obwohl die zusätzlich installierten Kapazitäten weltweit stiegen, kam es zuletzt zu einem Rückgang des weltweiten Investitionsvolumens um 13 % von 323 Mrd. US-Dollar in 2015 auf knapp 280 Mrd. US-Dollar in 2017 (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF 2018). Dies lässt sich mit den Kostensenkungen im Wind- und Solarbereich begründen. Besonders hoch waren die Investitionen in China. Mit 127 Mrd. US-Dollar entfielen 45 % der gesamten weltweiten Investitionen auf dieses Land. Seit 2015 liegen die Investitionen der Entwicklungs- und Schwellenländer über denen der Industrieländer. In 2017 entfielen

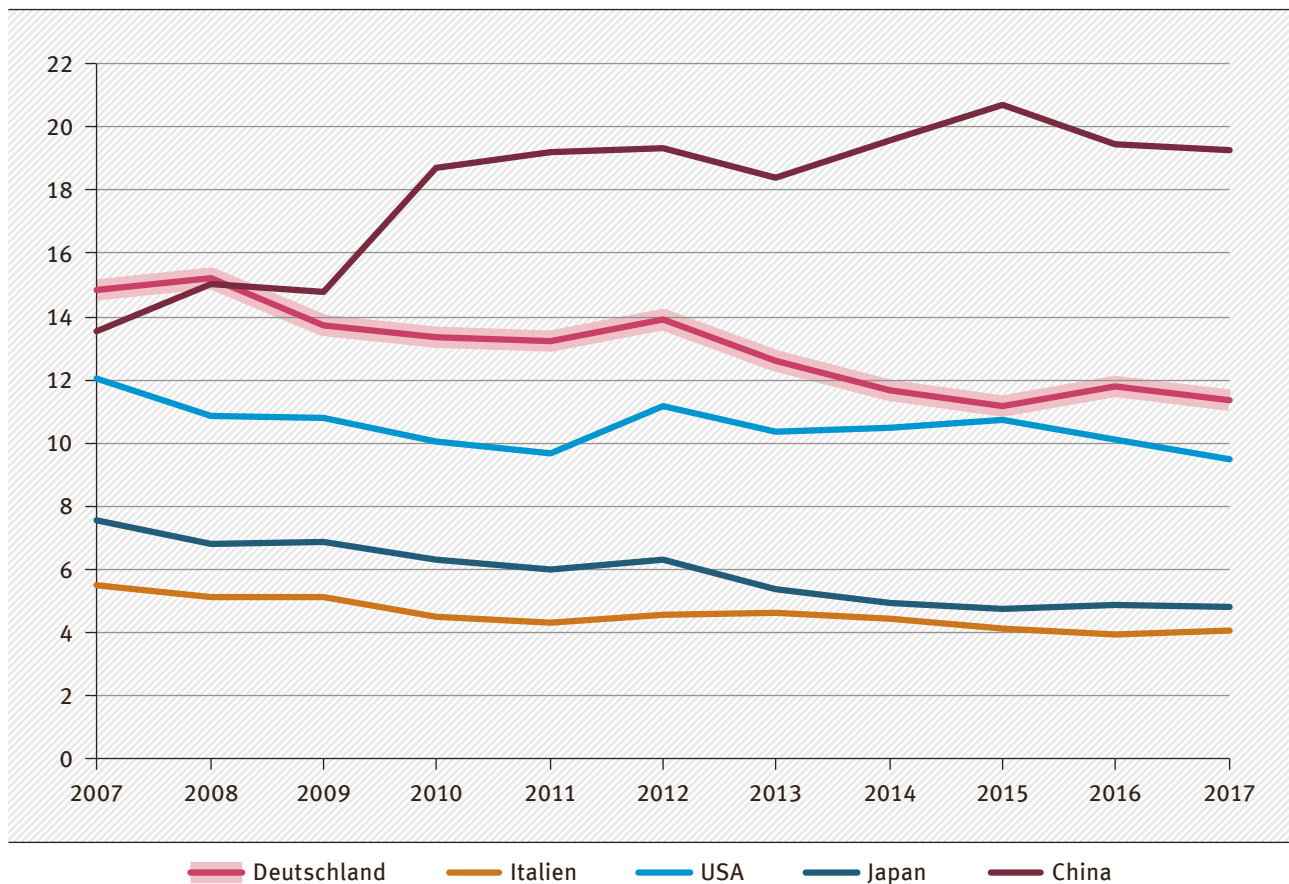
63 % der weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien auf Entwicklungs- und Schwellenländer (REN21, 2018).

Der größte Anteil des Welthandels mit Umweltschutzgütern entfällt auf Klimaschutzgüter. Deutschland war bei diesen Gütern im Jahr 2017 zweitgrößter Exporteur, mit einem Welthandelsanteil von 11 % (vgl. Abbildung 5). Spitzenreiter war mit großem Abstand China (19 %), dessen Anteil am globalen Handel mit Klimaschutzgütern sich zwischen 2002 (6 %) und 2017 mehr als verdreifachte.

Im Jahr 2017 hat die deutsche Wirtschaft Klimaschutzgüter im Wert von knapp 21 Mrd. Euro exportiert. Das entspricht 35,5 % ihrer gesamten Exporte an potenziellen Umweltschutzgütern. 2010 lag der Anteil der Klimaschutzgüter jedoch noch deutlich höher, bei fast 42 %. Eine ähnliche Entwicklung zeigt

Abbildung 5

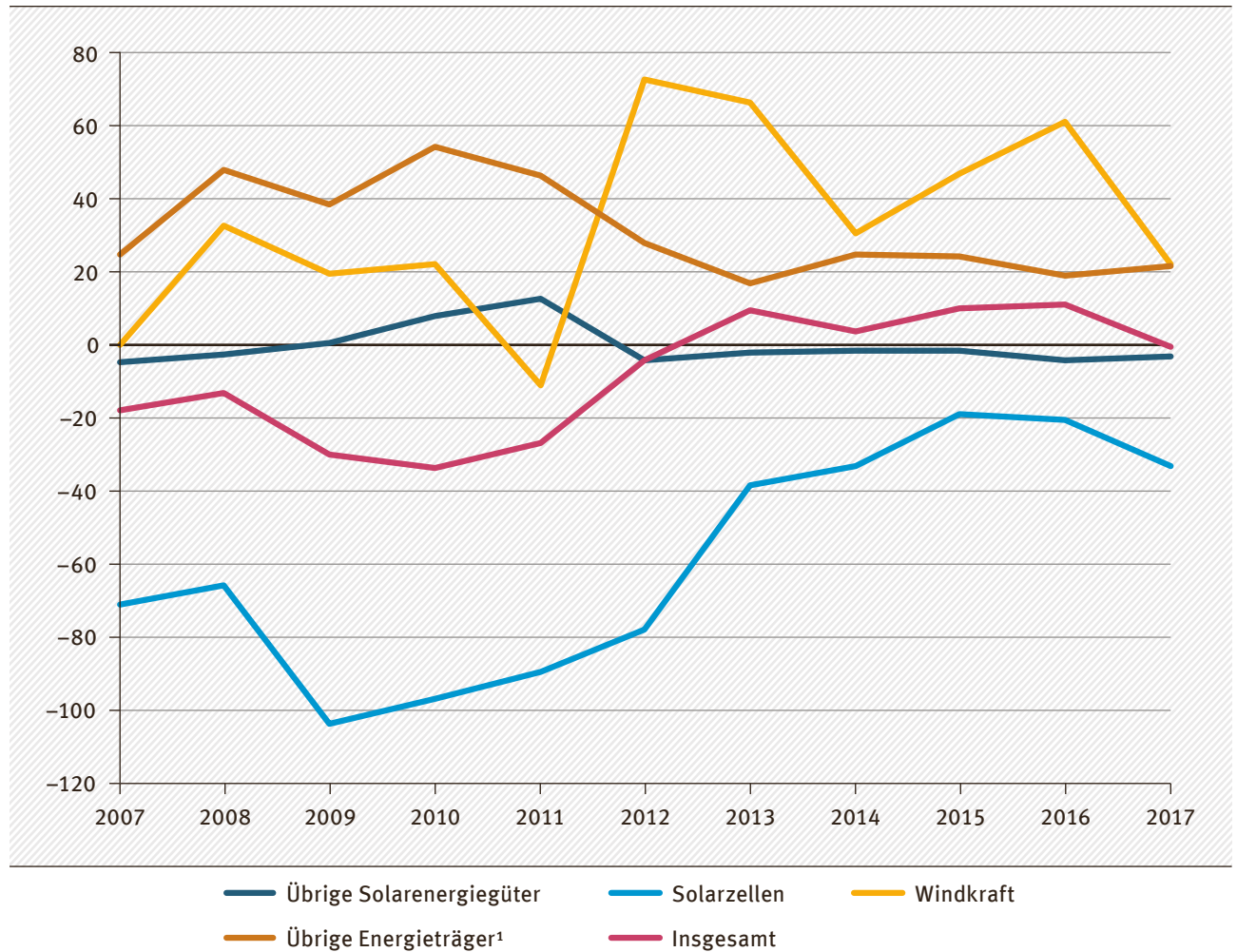
### Welthandelsanteile der größten Anbieterländer von potenziellen Klimaschutzgütern 2007 bis 2017 (in %)



Welthandelsanteil: Anteil der Ausfuhren eines Landes an den Weltausfuhren in %.

Quelle: eigene Darstellung nach Gehrke und Schasse (2019), S. 84

Abbildung 6

**Spezialisierung Deutschlands bei Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen (gemessen am RCA) 2007 bis 2017**


¹Übrige Energieträger: Wasserkraft, Wärmepumpen, Biomasse/-gas.

Quelle: Gehrke und Schasse (2019), S. 90

RCA: Ein positives Vorzeichen bedeutet, dass die Export/Import-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei Verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

sich bei den Einfuhren von Klimaschutzgütern. Hier ist der Anteil an den insgesamt importierten Umweltschutzgütern von fast 55 % im Jahr 2010 auf rund 41 % oder 13 Mrd. Euro im Jahr 2017 gesunken. Den Ausschlag gaben rückläufige Importe von Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen.

Auch wenn sowohl die Exporte als auch die Importe von Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen rückläufig waren, machen sie immer noch rund 50 % der deutschen Exporte und 58 % der Importe von Klimaschutzgütern aus. Der Blick auf die Außenhandelspezialisierung Deutschlands bei diesen Gütern gemessen am „offenbarten komparativen Vorteil“ (Index RCA, vgl. Kapitel 3) zeigt nach einer Aufwärtssphase zuletzt einen leichten Rückgang. Dieser lässt sich

weitgehend auf die Exportrückgänge bei der Windkraft zurückführen (vgl. Abbildung 6). Der Aufwärtstrend in den Jahren davor ist jedoch auf gegenläufige Entwicklungen zurückzuführen. Bei Solarzellen haben sich die RCA-Werte lediglich dadurch verbessert, dass die Importeinbrüche stärker ausgefallen sind als die Anteilsverluste auf den Auslandsmärkten. Bei den Windkraftgütern hingegen basierte die Verbesserung vor allem auf einer Ausweitung der Anteile auf Auslandsmärkten. Auch bei der kleinen Teilgruppe der Güter aus den Bereichen Wasserkraft, Wärmepumpen und Biomasse/-gas fällt die deutsche Außenhandelspezialisierung positiv aus. Hier konnten in jüngerer Zeit überdurchschnittliche Anteilsgewinne auf den Auslandsmärkten vor allem im Bereich Wasserkraft realisiert werden (Gehrke und Schasse, 2019).



## 5 Ausgaben für Umweltforschung und Innovation

### Zunehmende Bedeutung zukunftsorientierter und nachhaltiger Energietechnologien

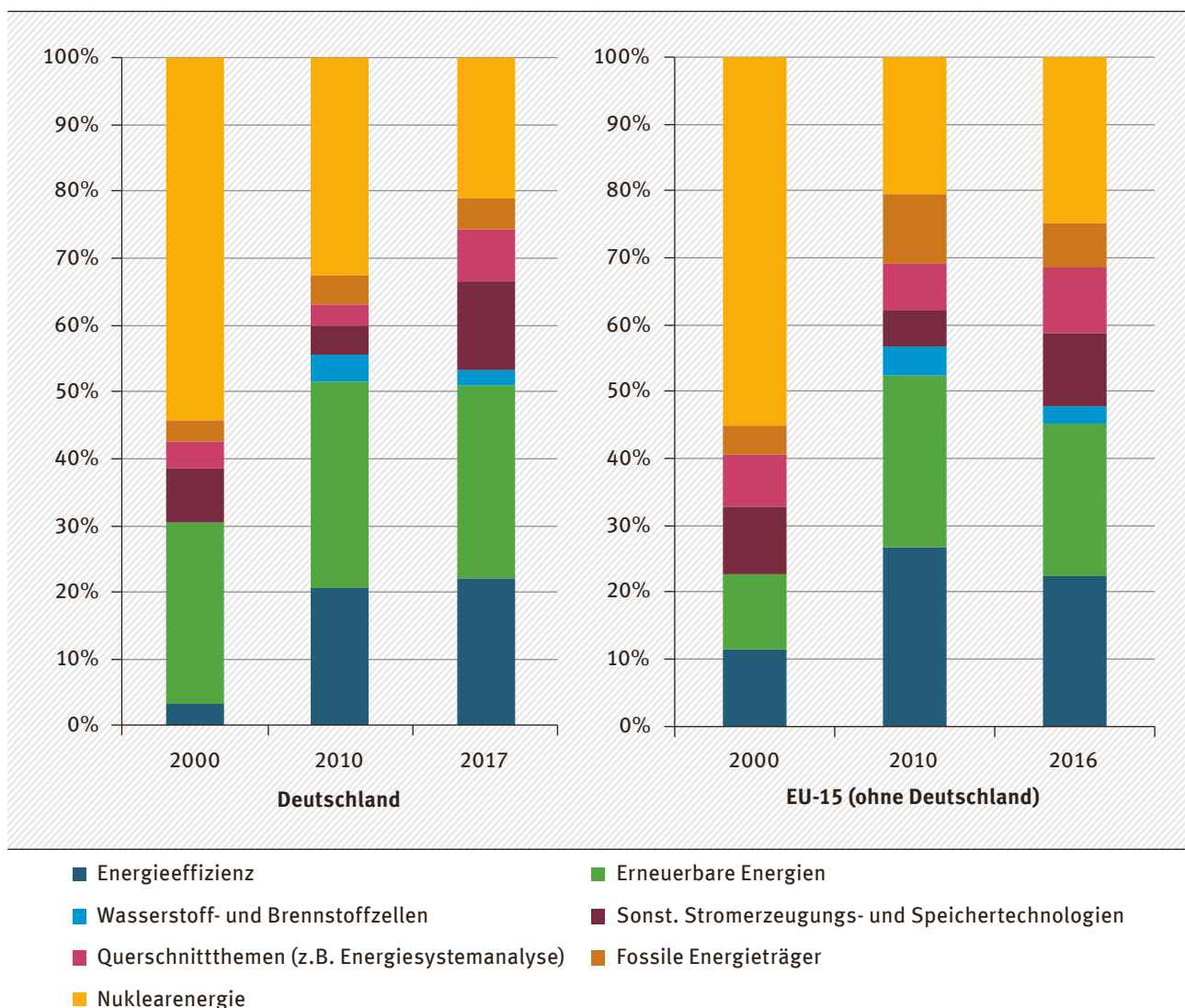
Die Wirtschaft muss innovationsfähig sein, um auch in Zukunft Lösungen für Umweltprobleme zu finden und konkurrenzfähig auf den internationalen Märkten sein zu können. Die Innovationsfähigkeit eines Landes wird von vielen Faktoren beeinflusst. In diesem Kapitel liegt der Fokus auf den zur Verfügung stehenden Mitteln für Forschung und Entwicklung (FuE). Sie können als Investitionen in Wissensgenerierung aufgefasst werden und zählen zu den gängigsten Input-Indikatoren eines Innovationsprozesses. Höhe und Verteilung dieser FuE-

Mittel sagen viel darüber aus, welche Bedeutung Staat und Unternehmen den einzelnen Bereichen beimessen.

Die staatlichen Ausgaben für Umweltforschung haben sich in den letzten Jahren sehr stark in Richtung der Energieforschung verschoben. Dies spiegelt die Anforderungen wider, die sich aus Klimawandel und Energiewende ergeben. Innerhalb der Energieforschung gibt es einen deutlichen Wandel hin zur Förderung zukunftsorientierter, nachhaltiger Energietechnologien (erneuerbare Energieträger, Technologien zur Verbesserung der Energieeffizienz, Wasserstoff-

Abbildung 7

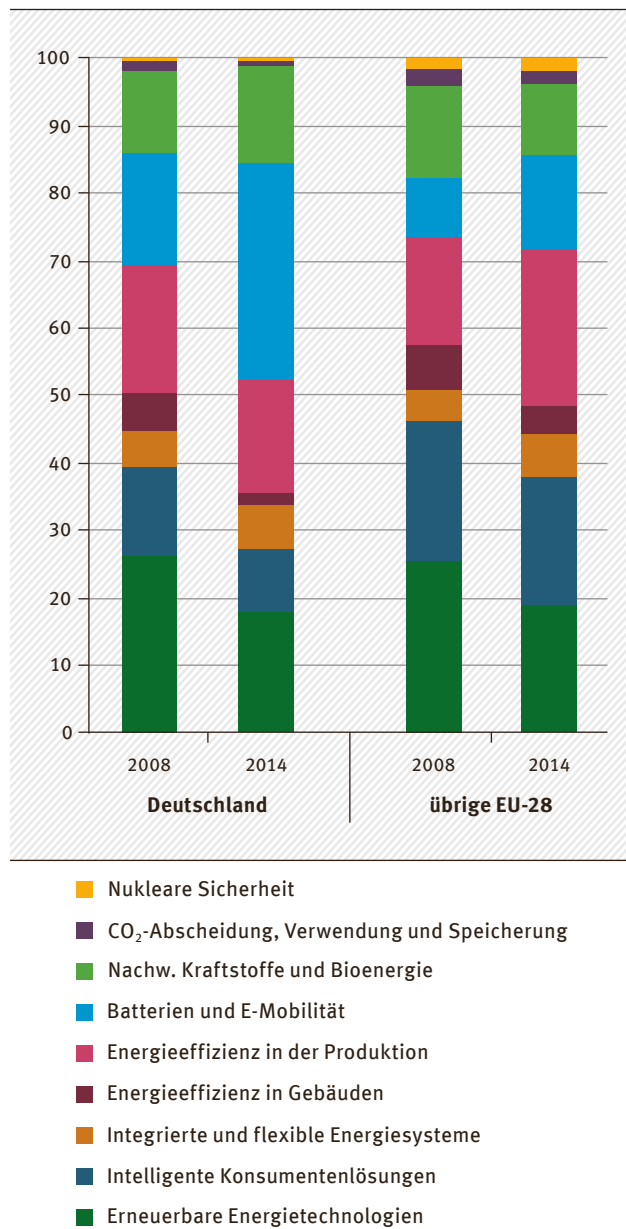
#### Struktur staatlicher Energieforschungsbudgets nach Teilsegmenten 2000, 2010 und 2017



Quelle: Gehrke u. a. (2019) basierend auf Daten der Internationalen Energieagentur

Abbildung 8

### FuI-Aufwendungen in energiebezogenen Schlüsselaktionsfeldern 2008 und 2014: Deutschland und übrige EU-28 im Vergleich (Anteile in %)



Quelle: Gehrke u. a. (2019) basierend auf Pasimeni u. a. (2018)

und Brennstoffzellen, sonstige Stromerzeugungs- und Speichertechnologien (nicht fossil und nuklear) sowie Querschnittsthemen wie bspw. Energiesystemanalyse). Der Förderanteil dieser Technologien hat sich in Deutschland von 43 % im Jahr 2000 auf 74 % im Jahr 2017 erhöht. Er liegt damit inzwischen etwas höher als im Durchschnitt der übrigen EU-15 (68 %) (vgl. Abbildung 7). Innerhalb der erneuerbaren Energien liegt der Schwerpunkt auf der Solarenergie (33 %, abnehmende Anteile) und Windenergie (25 %, zuletzt gestiegen) gefolgt von der Bioenergie (11 %) (Gehrke u. a., 2019).

Während die Mittel für Energieforschung seit Anfang des Jahrhunderts deutlich ausgeweitet wurden, lässt sich solch ein Trend in den übrigen Bereichen der Umweltforschung (Luft, Wasser, Abfall, Boden, Lärm, Strahlenschutz) nicht beobachten.

### Batterien und Elektromobilität sind Schwerpunkte der Energieforschung der Unternehmen

Nicht nur der Staat, auch Unternehmen investieren in Umweltschutz- und Energieforschung. Öffentlich verfügbare Daten hierzu sind jedoch nur sehr begrenzt vorhanden. Die Europäische Kommission ermittelt regelmäßig die Aufwendungen der Wirtschaft für Forschung und Innovation (FuI) in neun energiebezogenen Schlüsselaktionsfeldern (erneuerbare Energietechnologien, intelligente Konsumentenlösungen, integrierte und flexible Energiesysteme, Energieeffizienz in Gebäuden, Energieeffizienz in der Produktion, Batterien und E-Mobilität, nachwachsende Kraftstoffe und Bioenergie, Technologien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung, Verwendung und Speicherung, nukleare Sicherheit).<sup>6</sup> Durch Innovationen in diesen neun Schlüsselaktionsfeldern soll die Transformation des europäischen Energiesystems vorangetrieben werden.

Im EU-Durchschnitt liegt der Schwerpunkt auf den Aktionsfeldern Batterien und E-Mobilität (23 %), Energieeffizienz in der Produktion (20 %) und erneuerbare Energietechnologien (19 %). Bei den Werten für Deutschland macht sich die hohe Bedeutung des Automobilsektors bemerkbar. Hier fließen im Vergleich überdurchschnittlich viele private Forschungsgelder in die Aktionsfelder Batterien und E-Mobilität (32 %) sowie nachwachsende Kraftstoffe und Bioenergie (14 %) (vgl. Abbildung 8).<sup>7</sup>

Ein beachtlicher Anteil von 49,8 % aller EU-weiten FuI-Aufwendungen der Wirtschaft in den genannten energiebezogenen Aktionsfeldern wurde von deutschen Unternehmen getätigt. Auf Frankreich entfielen 12,9 %, alle übrigen Länder liegen im einstelligen Bereich (Gehrke u. a., 2019).<sup>8</sup>

6 SET Plan key actions: Schlüsselaktionsfelder (key actions) des europäischen Strategic Energy Technology (SET) Plan.

7 Prozentangaben im Text beziehen sich auf die EU insgesamt. Angaben für „übrige EU-28“ in Abbildung 8 beziehen sich auf die EU ohne Deutschland.

8 Da für die Investitionen der Unternehmen keine umfassenden und einheitlichen statistischen Daten vorliegen wird ein Teil der Aufwendungen von der EU geschätzt. Deshalb werden keine absoluten Werte, sondern regionale Anteile betrachtet, da diese die Kenntnis der Aktivitäten führender Unternehmen recht gut abbilden.



## 6 Umwelt- und Klimaschutz als Innovationsmotor

### Überproportionale Steigerung der Patentanmeldungen für Klimaschutztechnologien

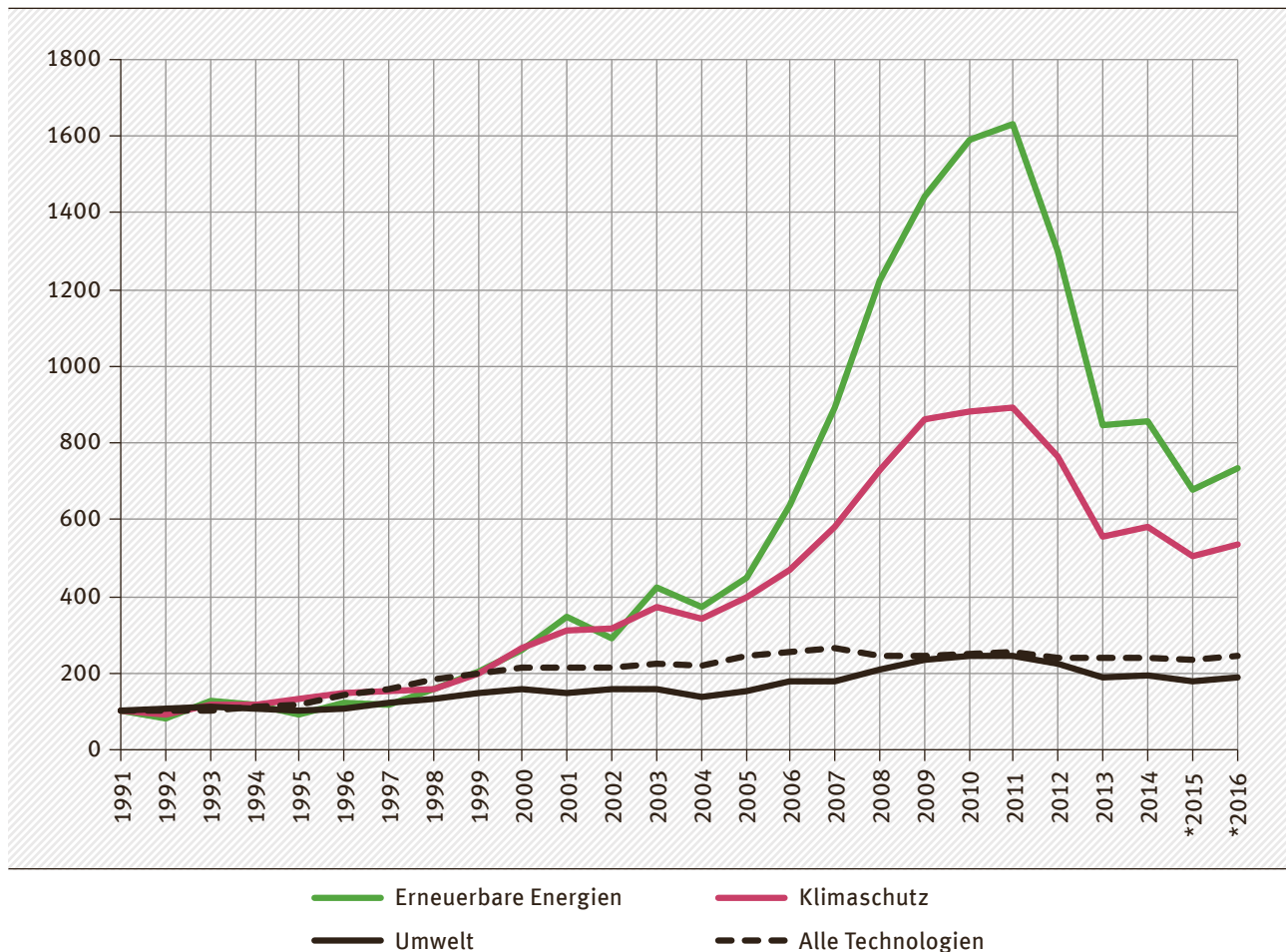
Gute Forschungsergebnisse sind wesentlich für die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes. Patentanmeldungen sind ein gängiger Indikator für Innovationsfähigkeit, denn der Erwerb des Patentschutzes zeigt das Interesse der Anmelder, eine Erfindung potenziell auf dem Markt zu verwerten. Patentanmeldungen geben Hinweise auf Technologieführer und zeigen somit eine wichtige Facette der internationalen Wettbewerbsfähigkeit.

In Deutschland ist die Anzahl der Patentanmeldungen für Klimaschutztechnologien zwischen 1991 und 2016 mehr als doppelt so stark angestiegen, wie die Anzahl an Patentanmeldungen insgesamt (vgl. Abbildung 9). Diese Entwicklung wird geprägt von

der Entwicklung der Patentanmeldungen für erneuerbare Energien, die ca. zwei Drittel aller Klimaschutz-Patentanmeldungen ausmachen. Der sehr starken Wachstumsphase bis 2011 folgte ein deutlicher Rückgang. 2016 wurde der Abwärtstrend gestoppt, was auf ein Wachstum von Windenergiepatenten zurückzuführen ist. Die Patentanmeldungen für alle übrigen Umwelttechnologien sind hingegen weniger stark angestiegen als die Patentanmeldungen insgesamt. Zu den übrigen Umwelttechnologien zählen dabei die Bereiche Luftreinhaltung, Lärmschutz, Abwasserwirtschaft und Wassermanagement, Abfallwirtschaft und Recycling, Mess-, Steuer- und Regeltechnik für den Umweltschutz, sowie Sanierung von Böden, Grundwasser und Gewässern. Im internationalen Vergleich hat Deutschland bei diesen Technologien noch eine gute Position. Eine konse-

Abbildung 9

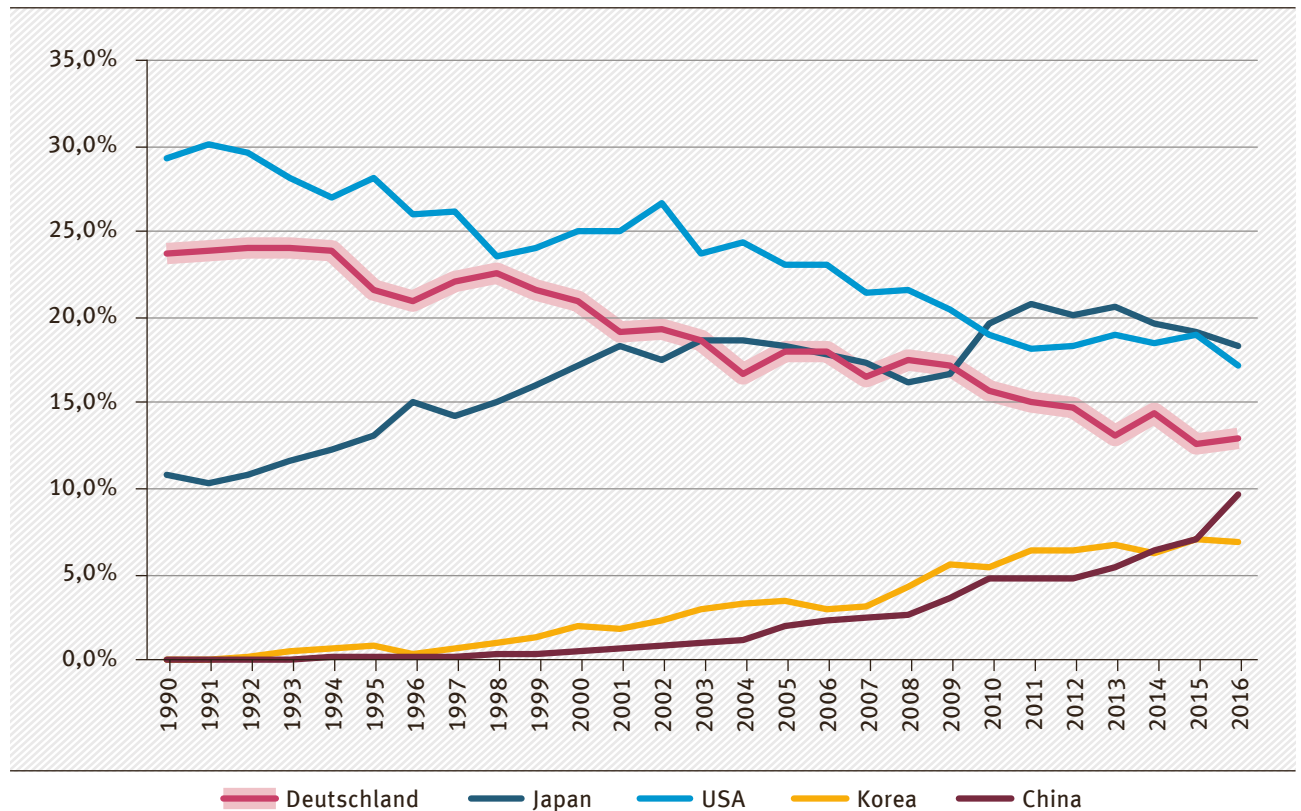
### Entwicklung der Zahl der Patentanmeldungen für Klimaschutz und Teilbereiche



\*Werte geschätzt

Quelle: Gehrke u. a. (2019)

Abbildung 10

**Patentanteile ausgewählter Länder bei Umweltschutztechnologien**

Quelle: Fraunhofer ISI, basierend auf Patstat 18s

quente Ausrichtung an den Zielen der Nachhaltigkeit würde jedoch eine Ausweitung der Innovationstätigkeit in sämtlichen Umweltschutzbereichen erfordern (Gehrke u. a., 2019).

### Deutschland gehört zu den Technologieführern – mit abnehmender Tendenz

Die Hälfte aller Patentanmeldungen für Umweltschutztechnologien werden seit vielen Jahren von nur drei Ländern angemeldet: Japan (19,6 %), USA (18,4 %) und Deutschland (13,5 %)<sup>9</sup>. Erst mit deutlichem Abstand folgen die übrigen Länder (vgl. Abbildung 10). Das gleiche gilt für die Teilmenge der Klimaschutztechnologien. Deutschland gehört also weltweit zu den Technologieführern. Der Blick auf die längerfristige Entwicklung zeigt jedoch, dass sich dieser Trend deutlich abschwächt. Insbesondere die USA und Deutschland haben über die Jahre an Patentanteilen verloren. Im Zeitraum 2002–2006 lag der Patentanteil Deutschlands noch bei 18,2 %. Bei

den Klimaschutztechnologien ist der Rückgang noch deutlicher. Hier sank der Patentanteil Deutschlands von 20,4 % im Zeitraum 2002–2006 auf 14,3 % im Zeitraum 2012–2016 (Gehrke u. a. 2018, Gehrke u. a. 2019). China gehört zu den Ländern, die Patentanteile hinzugewinnen konnten. Der aktuelle Anteil von 6,7 % entspricht jedoch bei weitem noch nicht der Bedeutung Chinas auf den Weltmärkten.

Neben Umweltschutztechnologien spielen auch umweltfreundliche Güter eine wichtige Rolle für die Transformation in Richtung Nachhaltigkeit. Hier zeigt sich, dass Deutschland überproportional viele Patente im Bereich Luftreinhaltung anmeldet, insbesondere für Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge. Ganze 90 % der Patentanmeldungen für umweltfreundliche Güter entfallen in Deutschland auf den Bereich Luftreinhaltung, weltweit sind es ca. 80 %.

<sup>9</sup> Um Verzerrung durch Ausreißer in einzelnen Jahren auszuschließen betrachten die Zahlen die Patentanteile des letzten 5-Jahres-Zeitraums (2012–2016).

## 7 Fazit und Ausblick

### Wirtschaftsfaktor Umweltschutz

Die Ergebnisse zeigen, dass Deutschland im internationalen Wettbewerb mit Umwelt- und Klimaschutzgütern gut aufgestellt ist und von der steigenden Nachfrage nach diesen Gütern und Technologien profitieren kann. Deutsche Unternehmen exportierten im Jahr 2017 eine breite Palette an diesen Gütern in alle Weltregionen und waren mit einem Welthandelsanteil von 13,6 % weiterhin zweitgrößter Exporteur. Auch das Produktionsvolumen der Umweltschutzgüter von 86 Mrd. Euro im Jahr 2017 – 6 % der gesamten deutschen Industrieproduktion – verdeutlicht die große wirtschaftliche Bedeutung, die der Umweltschutz für Deutschland hat. Mit 13,5 % der weltweiten Patentanmeldungen für Umweltschutztechnologien liegt Deutschland auf Platz drei der Anmelder. Das legt nahe, dass Deutschland auch in Zukunft wettbewerbsfähige Güter und Technologien entwickeln kann.

### Verspielt Deutschland seine gute Wettbewerbsposition?

Deutsche Unternehmen sind nicht zuletzt deshalb so gut positioniert, weil sie schon früh mit hohen umweltpolitischen Standards konfrontiert waren. Der Vorsprung schrumpft jedoch, das zeigen die Zahlen ganz deutlich. Auch andere Länder ergreifen die Chancen, die die wachsenden Märkte der Umwelt- und Klimaschutzgüter bieten. Deutschland beschränkt sich hingegen darauf, gemeinsame europäische Vorgaben 1:1 umzusetzen. In einigen Bereichen, wie der Luftreinhaltung oder dem Klimaschutz, nimmt die Politik sogar Vertragsstrafen für das Nichterreichen von Zielen in Kauf, statt Anreize für die Entwicklung innovativer Lösungen zu setzen. Das reicht nicht aus, um eine Vorreiterrolle auf den Märkten für Umwelt- und Klimaschutzgüter einzunehmen oder zu halten. Im Gegenteil. In wichtigen Zukunftstechnologien wie der Elektromobilität droht Deutschland bereits den Anschluss zu verlieren.

### Den politischen Rahmen setzen

Eine ambitionierte und innovationsorientierte Umweltpolitik schafft Planungssicherheit und Anreize für technische Weiterentwicklungen. Damit sich innovative umweltfreundliche Produkte und Produktionsprozesse am Markt durchsetzen können ist es notwendig, dass sie nicht systematisch benachteiligt werden. Daran hapert es in Deutschland. Mit ca. 20 Mrd. € subventioniert der Staat beispielsweise jährlich die Energiebereitstellung und -nutzung. Damit senkt er den Anreiz, Energieeffizienztechnologien zu entwickeln und zu nutzen, sei es in der Industrie, bei der Wärmedämmung von Gebäuden oder bei Elektrogeräten im Haushaltsbereich. Umweltfreundliche Produkte und Technologien sind auch dadurch benachteiligt, dass sich Umweltschadenskosten häufig nicht in den Preisen der Produkte widerspiegeln. Das führt dazu, dass diese Technologien eine besondere Förderung erhalten müssen, um wettbewerbsfähig zu sein, da sie sich ansonsten nicht durchsetzen können. Das Beispiel der Windenergie macht die Folgen der aktuellen Förderpolitik deutlich: weltweit steigen die Kapazitäten, aber in Deutschland stagniert der Ausbau. Der Abbau umweltschädlicher Subventionen und ein CO<sub>2</sub>-Preis mit hinreichender Lenkungswirkung helfen also nicht zuletzt dabei, dass sich Umweltinnovationen im Markt stärker durchsetzen und die deutsche Umweltwirtschaft ihre starke Position im internationalen Wettbewerb behaupten kann.

Die Förderung ist eine weitere wichtige Stellschraube, damit sich innovative umweltfreundliche Produkte und Produktionsprozesse am Markt durchsetzen können. Hierbei geht es jedoch nicht ausschließlich um die klassische finanzielle Förderung in der Phase der Forschung und Entwicklung, sondern vielmehr um ein umfassendes Förderkonzept, das auch die Phasen der Markteinführung und Diffusion unterstützt. Dies kann beispielsweise durch eine grüne öffentliche Beschaffung oder die Förderung grüner Unternehmensgründungen geschehen, etwa durch die Einrichtung eines High Sustainability Gründerfonds.

## 8 Literatur

- Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2018):** Global Trends in Renewable Energy Investment 2018. Frankfurt School of Finance & Management gGmbH
- Gehrke, B. und U. Schasse (2019):** Die Umweltschutzwirtschaft in Deutschland: Produktion, Umsatz und Außenhandel – Aktualisierte Ausgabe 2019. In: UBA, BMU (Hrsg.): Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 05/2019. Dessau-Roßlau, Berlin <https://umweltbundesamt.de/publikationen/die-umweltschutzwirtschaft-in-deutschland-2019>
- Gehrke, B.; Ingwersen, K.; Schasse, U.; Ostertag, K.; Marscheider-Weidemann, F. und Rothengatter, O. (2019):** Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich – Aktualisierte Ausgabe 2019. In: UBA, BMU (Hrsg.): Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 06/2019. Dessau-Roßlau, Berlin <https://umweltbundesamt.de/publikationen/innovationsmotor-umweltschutz-forschung-patente-2019>
- Gehrke, B.; John, K.; Schasse, U.; Ostertag, K.; Marscheider-Weidemann, F. und Rothengatter, O. (2018):** Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich – Aktualisierte Ausgabe 2017. In: UBA, BMUB (Hrsg.): Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 01/2018. Dessau-Roßlau, Berlin <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/innovationsmotor-umweltschutz-forschung-patente-in>
- Gehrke, B. und U. Schasse (2013):** Umweltschutzgüter – wie abgrenzen? Methodik und Liste der Umweltschutzgüter 2013. In: UBA, BMU (Hrsg.): Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 01/13. Dessau-Roßlau, Berlin <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltschutzgueter-wie-abgrenzen-methodik-liste>
- Pasimeni, F.; Fiorini, A.; Georgakaki, A.; Marmier, A.; Jimenez Navarro, J. P.; Asensio Bermejo, J. M. (2018):** SETIS Research & Innovation country dashboards. European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: Online verfügbar unter <http://data.europa.eu/89h/jrc-10115-10001>, zuletzt geprüft am 10.10.2019
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN 21) (2018):** Renewables 2018. Global Status Report
- Walz, R.; Ostertag, K.; Eckartz, K.; Gandenberger, C.; Bodenheimer, M.; Peuckert, J. et al. (2019):** Ökologische Innovationspolitik in Deutschland. Fachliche Grundlagen für einen deutschen Öko-Innovationsplan. In: UBA, BMU (Hrsg.): Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 01/2019. Dessau-Roßlau, Berlin <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekologische-innovationspolitik-in-deutschland>



► **Unsere Broschüren als Download**  
Kurzlink: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)  
 [www.youtube.com/user/umweltbundesamt](https://www.youtube.com/user/umweltbundesamt)  
 [www.instagram.com/umweltbundesamt/](https://www.instagram.com/umweltbundesamt/)