Die Nutzung natürlicher Ressourcen

Bericht für Deutschland 2018

Für Mensch & Umwelt

Umwelt Bundesamt

Impressum

Herausgeber:
Umweltbundesamt
Fachgebiet I 1.1 „Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien und -szenarien, Ressourcenschonung“
Postfach 14 06
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

/umweltbundesamt.de
/umweltbundesamt
/umweltbundesamt
/umweltbundesamt

Autor/innen:
Wirtschaftsuniversität Wien (WU) – Institute for Ecological Economics:
Stephan Lutter, Stefan Giljum, Burcu Gözet, Hanspeter Wieland
Umweltbundesamt (UBA):
Christopher Manstein

Lektorat:
Sebastian Holler

Gestaltung:
Gerda Palmetshofer

Bildquellen:
Cover: cinoby; S. 3: Photostudio D29; S. 12/13: P. AugustovaM;
S. 22/23: silkwayrain; S. 32/33: ThamKC; S. 40/41: Dovapi;
S. 50/51: A. Kazmierski

Broschüren bestellen:
Umweltbundesamt
c/o GVP
Postfach 30 03 61, 53183 Bonn
Service-Telefon: 0340 2103-6688
Service-Fax: 0340 2104-6688
E-Mail: uba@broschuerenversand.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Publikation als pdf:
www.umweltbundesamt.de/ressourcenbericht2018

Stand: November 2018

ISSN 2363-832X

Die Nutzung natürlicher Ressourcen

Bericht für Deutschland 2018

Vorwort

Maria Krautzberger
Präsidentin des Umweltbundesamtes

Liebe Leserin, lieber Leser!

Die Vereinten Nationen berichten im „International Ressource Panel“ (IRP), dass im Jahr 2017 weltweit erstmals mehr als 90 Milliarden Tonnen Rohstoffe der Natur entnommen wurden. Das ist dreimal mehr als im Jahr 1970.

Boden, Wasser, Luft und Rohstoffe wie Metalle und Mineralien sind die Grundlage unseres täglichen Lebens und unseres Wohlstandes. Weil aber immer mehr Menschen auf der Erde leben und die Wirtschaftsleistung wächst, werden weltweit nicht nur immer mehr Ressourcen genutzt, auch die Konkurrenz um knapper werdende Ressourcen wird stärker.

Der steigende Ressourcenkonsum verschärft weltweite Umweltprobleme wie Klimawandel, Bodendegradation und den Verlust an biologischer Vielfalt. Eine Fortsetzung der gegenwärtigen Produktions- und Konsummuster wird bei zukünftig neun Milliarden Menschen dazu führen, dass die natürlichen Wachstumsgrenzen weit überschritten werden.

Deutschland hat sich im Jahr 2012 im Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) zum schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen bekannt. Wo stehen wir in Deutschland sechs Jahre nach seiner Verabschiedung? Die gute Nachricht ist: Die Rohstoffnutzung wird effizienter. Im internationalen Vergleich aber hat Deutschland immer noch einen hohen Rohstoffkonsum von etwa 44 Kilogramm pro Kopf und Tag. 75 Prozent des Rohstoffkonsums fallen in die Bereiche Freizeit, Ernährung und Wohnen.

Das Umweltbundesamt unterstützt die Umsetzung von ProgRess unter anderem mit diesem Bericht zur Nutzung natürlicher Ressourcen in Deutschland, der nach 2016 zum zweiten Mal erscheint. Darin analysieren wir neue Zahlen über die Zusammenhänge von Rohstoffentnahme, Rohstoffhandel, der Rolle der Wirtschaft und des Konsums. Und wir stellen konkrete Beispiele vor, wie die Förderung von Braunkohle oder Deutschlands Importabhängigkeit beim Rohstoff Phosphor.

Auf die Themen Wassernutzung und Flächennutzung wird ebenfalls eingegangen. Besonders interessant sind die Zusammenhänge zwischen Rohstoffnutzung und Klimawandel. Es zeigt sich, dass der CO_2-Fußabdruck und der Rohstoffkonsum zeitlich einen ähnlichen Verlauf nehmen. Dies bestätigt einmal mehr, dass die Themen Ressourcenschonung und Klimaschutz auch politisch gemeinsam gedacht werden müssen.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

Rohstoffnutzung in Deutschland im Überblick

HANDEL

Seite 22

PHYSISCHES HANDELS-VOLUMEN

1.040
Mio. Tonnen

IMPORTE	EXPORTE
DIREKT 642 Mio. Tonnen	DIREKT 398 Mio. Tonnen
DIREKT UND INDIREKT (RME) 1.540 Mio. Tonnen	DIREKT UND INDIREKT (RME) 1.339 Mio. Tonnen
MONETÄR 832 Mrd. Euro	MONETÄR 1.097 Mrd. Euro

ENTNAHME

Seite 12

GENUTZTE INLÄNDISCHE ENTNAHME

1.041
Mio. Tonnen

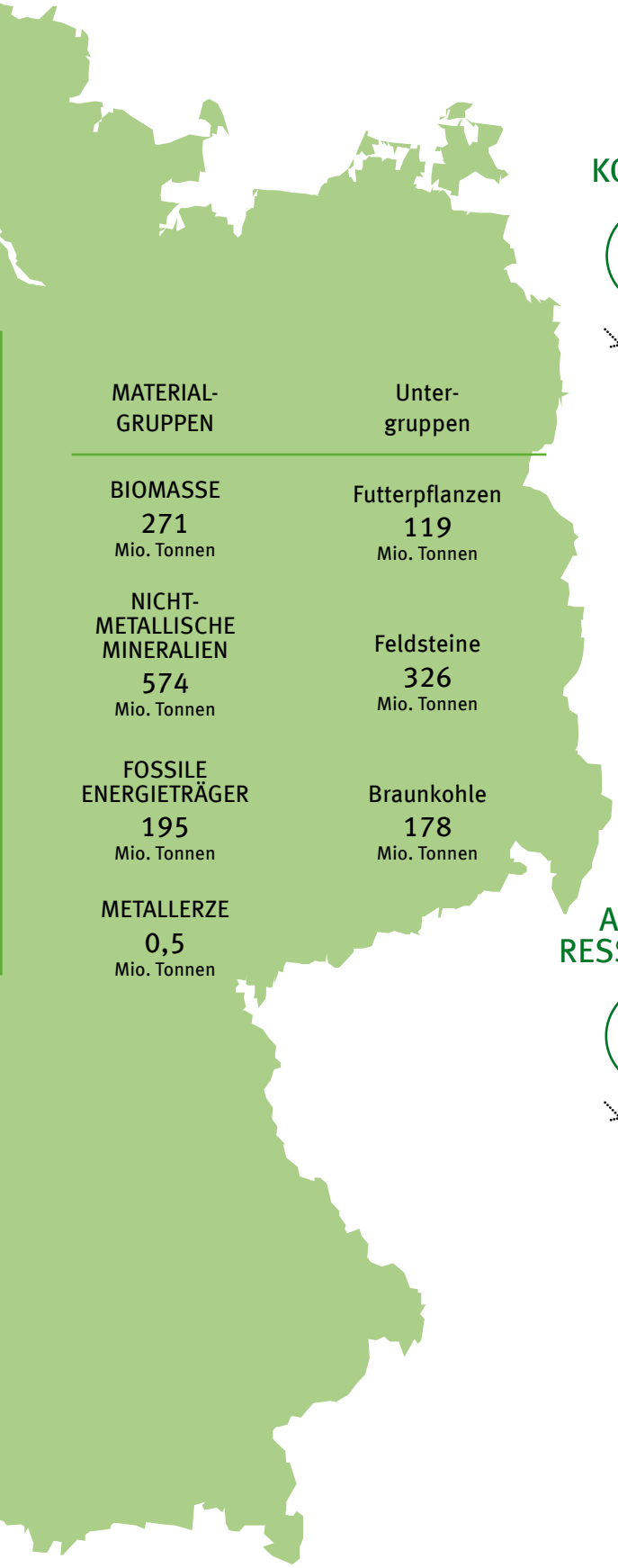
WIRTSCHAFT

Seite 32

ROHSTOFF-EINSATZ (RMI)

2.643
Mio. Tonnen

MATERIAL-GRUPPEN (DMI)	MATERIAL-GRUPPEN (RMI)
BIOMASSE 396 Mio. Tonnen	BIOMASSE 486 Mio. Tonnen
NICHT-METALLLISCHE MINERALIEN 627 Mio. Tonnen	NICHT-METALLLISCHE MINERALIEN 735 Mio. Tonnen
FOSSILE ENERGIETRÄGER 532 Mio. Tonnen	FOSSILE ENERGIETRÄGER 699 Mio. Tonnen
METALLERZE 128 Mio. Tonnen	METALLERZE 723 Mio. Tonnen



MATERIAL-GRUPPEN	Unter-gruppen
BIOMASSE 271 Mio. Tonnen	Futterpflanzen 119 Mio. Tonnen
NICHT-METALLISCHE MINERALIEN 574 Mio. Tonnen	Feldsteine 326 Mio. Tonnen
FOSSILE ENERGIETRÄGER 195 Mio. Tonnen	Braunkohle 178 Mio. Tonnen
METALLERZE 0,5 Mio. Tonnen	

KONSUM

Seite 40

ROHSTOFF-KONSUM (RMC)

1.303 Mio. Tonnen

ENDNACHFRAGE-KATEGORIEN	KONSUM-KATEGORIEN
KONSUM 797 Mio. Tonnen	Private Haushalte 76 Prozent
BAUTEN 629 Mio. Tonnen	Staat 19 Prozent
AUSRÜSTUNGEN/ ANLAGEN 107 Mio. Tonnen	NGOs 5 Prozent
VORRATS-VERÄNDERUNGEN -229 Mio. Tonnen	

ANDERE RESSOURCEN

Seite 50

DIREKTE WASSERNUTZUNG 25,1 Mrd. Kubikmeter	WASSER-FUSSABDRUCK 225,6 Mrd. Kubikmeter
LANDWIRTSCHAFTLICHE FLÄCHE 184.332 Quadratkilometer	ACKERLAND-FUSSABDRUCK 223.580 Quadratkilometer
PRIMÄR-ENERGIE-VERBRAUCH 13.262 Petajoule	ANTEIL ERNEUERBARE ENERGIEN AM PRIMÄR-ENERGIEVERBRAUCH 12,4 Prozent
CO_2-EMISSIONEN 907 Mio. Tonnen	CO_2-FUSSABDRUCK 913 Mio. Tonnen

Die Inhalte im Überblick

Die Inhalte im Überblick

Kennzahlen ↘ 8
Methodische Grundlagen ↘ 10

Glossar ↘ 62
Datentabellen ↘ 65
Quellenverzeichnis ↘ 73
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis ↘ 75

Inländische Rohstoffentnahme ↘ 12

Inländische Entnahme: Nicht-nachwachsende Rohstoffe ↘ 14
Inländische Entnahme: Nachwachsende Rohstoffe ↘ 16
Rohstoffentnahme der Bundesländer ↘ 18
Inländische Entnahme: Das Beispiel Braunkohle ↘ 20

Deutschlands Anteil am globalen Rohstoffhandel ↘ 22

Direkte Importe und Exporte ↘ 24
Indirekte Importe und Exporte ↘ 26
Die geografische Herkunft der Rohstoffe ↘ 28
Internationale Verflechtung: Das Beispiel Phosphor ↘ 30

Die Rolle der Wirtschaft 32

Rohstoffeinsatz in der Wirtschaft 34
Entwicklung der Rohstoffproduktivität 36
Kreislaufwirtschaft in Deutschland 38

Rohstoffe für den Konsum 40

Zusammensetzung und Trends der Endnachfrage 42
Öffentlicher und privater Konsum 44
Rohstoffkonsum nach Bedarfsfeldern:
Das Beispiel Ernährung 46
Rohstoffkonsum nach Bedarfsfeldern:
Das Beispiel Gesundheit 48

Andere natürliche Ressourcen 50

Wassernutzung und Wasserfußabdruck 52
Flächennutzung in Deutschland 54
Deutschlands Flächenfußabdruck 56
Strömende Ressourcen 58
Rohstoffnutzung und Klimawandel 60

Ausgewählte Kennzahlen

28

Seite 12

Inländische Rohstoffentnahme

Im Jahr 2015 wurden in Deutschland 1.040 Millionen Tonnen an nicht-nachwachsenden und nachwachsenden Rohstoffen abgebaut, geschürft oder geerntet. Während das insgesamt einen Rückgang seit dem Jahr 1994 bedeutet, hat die Entnahme nachwachsender Rohstoffe um **28 %** zugenommen. Sie werden heute nicht nur als Lebensmittel sondern wieder verstärkt auch als Treibstoffe, Baustoffe oder in der Pharmaindustrie eingesetzt.

243

Seite 22

Deutschlands Anteil am globalen Rohstoffhandel

Deutschland ist eine Handelsnation. Güter werden importiert, weiterverarbeitet und zu einem wichtigen Anteil auch wieder exportiert. Während Deutschland im Jahr 2015 um **243 Millionen Tonnen** mehr Güter importierte als exportierte, erwirtschaftete es gleichzeitig einen monetären Handelsüberschuss von **265 Milliarden Euro**. Durch die Herstellung höherwertiger Produkte steigt der Wert pro Tonne und somit die Wertschöpfung.

58

Seite 32

Die Rolle der Wirtschaft

Im Jahr 2014 waren etwa **58 %** der in der deutschen Wirtschaft verarbeiteten Rohstoffe ausländischen Ursprungs. Dabei sind auch jene Rohstoffe mit eingerechnet, die entlang der Wertschöpfungskette außerhalb Deutschlands notwendig waren, um die gehandelten Güter zu produzieren. Zum Vergleich: im Jahr 2000 betrug der Anteil noch 55 %, im Jahr 2010 erreichte er 61 %.

16,1

Seite 40

Rohstoffe für den Konsum

Der Rohstoffkonsum (RMC) der deutschen Endnachfrage umfasst alle Rohstoffe, die entlang der Lieferketten von Gütern und Dienstleistungen benötigt werden. Er betrug im Jahr 2014 pro Kopf **16,1 Tonnen**. In Summe sind das 1,3 Milliarden Tonnen. Während seit dem Jahr 2000 eine Abnahme von damals 18,5 Tonnen pro Kopf zu verzeichnen war, zeigt sich in den letzten Jahren wieder eine leichte Zunahme.

31,5

Seite 50

Andere natürliche Ressourcen

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch betrug im Jahr 2015 bereits **31,5 %**. Das ist eine starke Zunahme seit dem Jahr 1990, als dieser Wert noch bei 3,4 % lag. Strömende Ressourcen stellen eine wichtige Alternative zu fossilen Energieträgern dar und leisten einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz.

Methodische Grundlagen

Natürliche Ressourcen und der Fokus des Ressourcenberichts 2018

Zu den natürlichen Ressourcen zählen alle Bestandteile der Natur. Dazu gehören nachwachsende (biotische) und nicht-nachwachsende (abiotische) Rohstoffe, der physische Raum, die Fläche, die Umweltmedien, also Wasser, Boden und Luft, die strömenden Ressourcen sowie alle lebenden Organismen. Der vorliegende Bericht widmet sich der Betrachtung und Analyse von Daten zur Entnahme von Rohstoffen aus der Umwelt, also Stoffen wie Biomasse, fossile Energieträger, nicht-metallische Mineralien oder Metallerze. Der Bericht betrachtet auch die anschließende Nutzung dieser Rohstoffe im Wirtschaftssystem, also deren Verarbeitung zu Halb- und Fertigwaren, Handel und Endnutzung in Deutschland. Auf andere natürliche Ressourcen wie Wasser oder Fläche wird in einem eigenen Kapitel eingegangen.

Wozu dient die Auswertung von Daten zur Rohstoffnutzung?

Rohstoffe sind eine wichtige Grundlage für das Funktionieren unserer Wirtschaft und die Befriedigung unserer Bedürfnisse. Dabei sind die nicht-erneuerbaren Rohstoffvorkommen der Erde begrenzt. Auch sind mit der Gewinnung und Weiterverarbeitung von Rohstoffen vielseitige negative ökologische und soziale Folgen verbunden. Daher gewann die Entwicklung von robusten Indikatoren zur Interpretation der Rohstoffnutzung in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung. Ziel ist ein besseres Verständnis, welche Rohstoffe in welchen Mengen für bestimmte wirtschaftliche Aktivitäten benötigt werden und woher diese stammen. Die Auswertung der Daten und die Interpretation ihrer Indikatoren ist für drei Bereiche besonders relevant: (1) für die wissenschaftliche Politikberatung und die Entwicklung von konkreten Politikmaßnahmen, (2) für ein ökonomisch und ökologisch nachhaltiges Rohstoffmanagement sowie (3) für die Ermittlung neuen Forschungsbedarfs.

Datenquellen für die direkte Rohstoffnutzung

In Deutschland erfolgt die Erhebung der Daten zur Rohstoffnutzung durch das Statistische Bundesamt (Destatis) im Rahmen der sogenannten Umweltökonomischen Gesamtrechnung (UGR) – analog zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR), welche die Geldströme einer Wirtschaft abbildet. Daten zur Rohstoffnutzung werden von Destatis in unterschiedlichem Detailgrad – bis zu 35 Rohstoffgruppen – veröffentlicht. Die derzeit aktuellsten Daten der UGR liegen für das Jahr 2015 vor. Destatis erhebt im Rahmen der UGR auch die sogenannte ungenutzte Entnahme – also jene Menge an Material, die bewegt werden musste, um Zugang zu den genutzten Rohstoffen zu erhalten (z. B. Abraum oder Ernterückstände). Da die Datenverfügbarkeit hier aber international nicht befriedigend ist, berichtet etwa die OECD keine offiziellen Zahlen zur ungenutzten Entnahme mehr, und auch das Statistische Amt der EU (Eurostat) hat diese Kategorie aus seinem offiziellen Methodenhandbuch entfernt.

Woher wissen wir, wie diese Rohstoffe verwendet werden?

Das Statistische Bundesamt erstellt sogenannte Input-Output-Tabellen. Diese bilden die wirtschaftliche Verflechtung von Produktion und Konsum in monetären Werten (also in Euro) sehr detailliert ab. Dadurch lässt sich verfolgen, welche Wirtschaftssektoren untereinander Produkte austauschen und welche Rolle die Endnachfrage spielt. Die entnommenen Rohstoffe, die in physischen Einheiten (also in Tonnen) abgebildet sind, werden dann jenen Sektoren zugewiesen, die für deren Entnahme verantwortlich sind – also Mineralien dem Bergbausektor, Nadelholz der Forstwirtschaft, etc. Über die monetäre Wirtschaftsverflechtung können dann Rohstoffinputs verschiedenen Lieferketten sowie der Endnachfrage zugeordnet werden. Durch die Verwendung monetärer Daten zur Abbildung von physischen Rohstoffflüssen können Ungenauigkeiten in den Abschätzungen auftreten. Deshalb werden vermehrt „Mischformen“ von Input-Output-Tabellen verwendet, in denen monetäre Größen teilweise durch physische Informationen ersetzt werden.

Methoden zur Berücksichtigung des internationalen Handels und deren Harmonisierung

Zur umfassenden Darstellung und Analyse der Rohstoffnutzung in Deutschland ist es notwendig, nicht nur die innerhalb Deutschlands entnommenen Rohstoffe zu betrachten. Es müssen auch jene Rohstoffe einbezogen werden, die entlang internationaler Handels- und Produktionsketten entnommen und verwendet wurden, um die in Deutschland weiterverarbeiteten oder konsumierten Produkte herzustellen. In den letzten zehn Jahren wurden verschiedene methodische Ansätze entwickelt, um den gesamten Rohstoffkonsum auf nationaler Ebene zu berechnen (Lutter et al. 2016a). Dazu gehören (1) Ansätze auf Basis von Input-Output-Modellen (siehe oben), (2) jene auf Basis von Koeffizienten, die die Ressourcenintensität einzelner Güter anzeigen und

(3) sogenannte „hybride“ Ansätze – also jene, die beide Ansätze kombinieren. Diese drei unterschiedlichen Ansätze können auch für andere Ressourcenkategorien (z. B. Wasser oder Land) verwendet werden, sodass die gesamte Ressourcennutzung abbildbar wird.

Da die verschiedenen Modelle häufig unterschiedliche Ergebnisse liefern, gibt es auf internationaler Ebene seit längerer Zeit Initiativen zur Harmonisierung der Berechnungsmethoden. Die prominenteste Initiative läuft unter der Federführung der OECD, die zusammen mit Eurostat, der Statistikabteilung der Vereinten Nationen (UNSD) und vielen nationalen statistischen Ämtern wie beispielsweise Destatis daran arbeitet, hinsichtlich Datengrundlage und Methoden die internationale Harmonisierung zu verbessern.

Datenquellen für die indirekte Rohstoffnutzung

Im diesem Bericht werden Daten zu indirekten Rohstoffflüssen aus zwei Quellen verwendet. Erstens von Destatis, welche den Rohstoffkonsum für Deutschland auf Basis eines hybriden Berechnungsmodells berechnet. Ergebnisse dieses Modells liegen derzeit für den Zeitraum von 2010 bis 2014 vor (in einer älteren Version auch für 2000–2010). Sie werden für alle Deutschland-spezifischen Analysen verwendet. Die zweite Datenquelle ist das Modell EXIOBASE 3.3, (www.exiobase.eu; Stadler et al. 2018), welches auf einer globalen Input-Output-Analyse basiert. EXIOBASE wurde im Rahmen von europäischen Forschungsprojekten entwickelt und zeichnet sich durch einen sehr hohen Detailgrad aus. Das Modell unterscheidet 200 Produktgruppen, 49 Länder und Ländergruppen und liefert derzeit Daten für eine Zeitreihe von 1995–2014. Aufgrund der Unterschiede in den zugrundeliegenden Modellen liefern die Zahlen von Destatis ein tendenziell niedrigeres Ergebnis als jene Zahlen, die auf den Berechnungen mit EXIOBASE beruhen; sie sind somit nicht direkt vergleichbar. Ergebnisse aus den Berechnungen mit EXIOBASE werden daher im vorliegenden Bericht vor allem für Analysen bezüglich der Struktur internationaler Lieferketten und für internationale Vergleiche verwendet.

Das Konzept des Wasserfußabdrucks und seine Anwendung im Ressourcenbericht 2018

Die gesamte Menge an Wasser, das im Inland wie im Ausland für die Herstellung aller in einem Land konsumierten Güter verwendet wurde, wird als „Wasserfußabdruck“ bezeichnet (Hoekstra et al. 2009). Er besteht aus einem blauen Anteil (Oberflächen- und Grundwasser) und einem grünen Anteil (Regenwasser). Häufig wird zusätzlich auch ein grauer Wasserfußabdruck berechnet. Dabei handelt es sich aber laut Definition um eine fiktive Wassermenge, die theoretisch zur Verdünnung verschmutzten Wassers benötigt würde. Graues Wasser wird im vorliegenden Bericht nicht angeführt.

Ähnlich wie die indirekte Nutzung von Rohstoffen kann auch der Wasserfußabdruck über Koeffizienten oder über Modelle auf Basis von Input-Output-Tabellen berechnet werden. Der bekannteste Ansatz ist der des Begründers des Konzepts des Wasserfußabdrucks, A. Y. Hoekstra (Hoekstra et al. 2009), der einen Koeffizienten-Ansatz verwendet. In den Ressourcenberichten für Deutschland kommt jedoch aufgrund von methodischen Vorteilen sowie aus Gründen der Datenverfügbarkeit und -vergleichbarkeit das EXIOBASE-Modell zur Anwendung (Stadler et al. 2018; Lutter et al. 2016b).

Basisjahr des Ressourcenberichts 2018

In diesem Bericht werden im Bereich der genutzten und ungenutzten Rohstoffentnahme sowie des direkten Handels Daten aus der aktuellsten Version der Umweltgesamtrechnung von Destatis verwendet. Das aktuellste verfügbare Jahr ist hier 2015. Berechnungen von Destatis zu indirekten Rohstoffflüssen liegen jedoch nur bis zum Jahr 2014 vor. Auch beim internationalen Vergleich von indirekten Rohstoffflüssen, für den das Modell EXIOBASE verwendet wird, ist 2014 das aktuellste verfügbare Jahr. Daten zur Wassernutzung sind in der UGR nur bis zum Jahr 2013 verfügbar, Berechnungen des Wasserfußabdrucks nur bis zum Jahr 2011. Daten zum Landfußabdruck reichen bis zum Jahr 2010.

Änderungen zum Vorbericht

Der vorliegende Bericht ist der zweite in der Reihe der UBA Ressourcenberichte. Im UBA Ressourcenbericht 2016 wurden die wichtigsten generellen Zusammenhänge beschrieben, weshalb im aktuellen Bericht der eine oder andere Aspekt mit Verweis auf den Vorbericht nicht erneut ausgeführt wird. Die im vorliegenden Bericht beschriebenen Zahlen sind nicht immer direkt mit jenen des Ressourcenberichts 2016 vergleichbar. Dies hat mehrere Gründe. Im Dezember 2017 wurde von Destatis eine neue Version der Umweltgesamtrechnung (UGR) veröffentlicht, die nicht nur ein neues Berichtsjahr (2015) enthält, sondern auch für frühere Jahre geänderte Werte berichtet. Daneben publizierte Destatis im März 2018 eine aktualisierte Abschätzung der Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten (direkte und indirekte Rohstoffmengen). Die neuen Zahlen decken die Periode 2010–2014 ab, sind jedoch mit früheren Veröffentlichungen von Destatis nicht direkt vergleichbar, da sie auf Basis unterschiedlicher Revisionen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) erstellt wurden. Schließlich wurde auch das multiregionale Modell EXIOBASE einer Weiterentwicklung unterzogen. Die Version 3.3 umfasst jetzt nicht nur eine vollständige Zeitreihe für die Jahre 1995–2014, es wurden auch Korrekturen im Bereich der Handels- und Umweltdaten vorgenommen (Daten verfügbar auf www.exiobase.eu).

Inländische Rohstoffentnahme

1.103 Mio. Tonnen +4,2 %

1.041 Mio. Tonnen -5,6 %

Genutzte inländische Rohstoffentnahme
2014 und 2015, Veränderung zum Vorjahr

13,6 Tonnen +3,8 %

12,7 Tonnen -6,4 %

Genutzte inländische Rohstoffentnahme pro Kopf
2014 und 2015, Veränderung zum Vorjahr

2.024 Mio. Tonnen -0,9 %

2.007 Mio. Tonnen -0,8 %

Ungenutzte inländische Entnahme (Material)
2014 und 2015, Veränderung zum Vorjahr

207 Mio. Tonnen

178 Mio. Tonnen

Genutzte inländische Entnahme von Braunkohle
1994 und 2015

Bundesland mit geringster/höchster Pro-Kopf-Entnahme 2015

Saarland
3,2 Tonnen

Sachsen-Anhalt
30 Tonnen

799
Mio. Tonnen
-0,1 %

769
Mio. Tonnen
-3,7 %

Genutzte inländische Entnahme nicht-nachwachsende Rohstoffe
2014 und 2015, Veränderung zum Vorjahr

72
Prozent

74
Prozent

Anteil nicht-nachwachsende Rohstoffe an genutzter inländischer Entnahme
2014 und 2015

304
Mio. Tonnen
+16,8 %

271
Mio. Tonnen
-10,7 %

Genutzte inländische Entnahme nachwachsende Rohstoffe
2014 und 2015, Veränderung zum Vorjahr

28
Prozent

26
Prozent

Anteil nachwachsende Rohstoffe an genutzter inländische Entnahme
2015

Veränderung genutzte inländische Rohstoffentnahme
1994–2015

-31
Prozent

Nicht-nachwachsende Rohstoffe

+28
Prozent

Nachwachsende Rohstoffe

Datenquellen: Seite 77

Inländische Entnahme: Nicht-nachwachsende Rohstoffe

In Deutschland wurden im Jahr 2015 insgesamt 1.041 Millionen Tonnen an nicht-nachwachsenden und nachwachsenden Rohstoffen der Natur entnommen. Dies entspricht einer Menge von 12,7 Tonnen pro Kopf und Jahr oder 35 kg pro Kopf und Tag. Nach einer starken Zunahme in 2014 liegt die Gesamtentnahme 2015 wieder im langfristigen abnehmenden Trend. Mit 769 Millionen Tonnen machten nicht-nachwachsende Rohstoffe etwa drei Viertel der Gesamtentnahme aus.

Die inländische Entnahme nicht-nachwachsender und nachwachsender Rohstoffe in Deutschland betrug im Jahr 2015 insgesamt 1.041 Millionen Tonnen. Sie sank damit im Vergleich zum Jahr 2014 (1.103 Mio. t) um etwa 6 %. Von der gesamten Entnahme entfielen rund 74 % auf nicht-nachwachsende und 26 % auf nachwachsende Rohstoffe.

Im Zeitraum 2011–2013 war die gesamte inländische Rohstoffentnahme um 5 % gesunken. Während sich von 2013 auf 2014, erstmals seit drei Jahren, wieder eine starke Steigerung der Rohstoffentnahme zeigte, lag der gesunkene Wert von 2015 wieder im langfristigen Trend. Der starke Anstieg im Jahr 2014 war hauptsächlich durch die steigende Entnahme nachwachsender Rohstoffe bedingt. Im Jahr 2015 sanken jedoch sowohl nachwachsende als auch nicht-nachwachsende Rohstoffe beinahe im gleichem Ausmaß (jeweils rund 30 Millionen Tonnen). Mit einer Entnahmemenge von 574 Millionen Tonnen haben nicht-metallische Mineralien den größten Anteil an der Gesamtentnahme (↘ Abb. 1), gefolgt von Biomasse, fossilen Energieträgern und Metallerzen. Letztere spielen nur eine geringe Rolle, da sie fast ausschließlich importiert werden (↘ Seiten 26/27, „Direkte Importe und Exporte“).

Nicht-nachwachsende Rohstoffe werden in drei Hauptgruppen unterteilt: fossile Energieträger, nicht-metallische Mineralien und Metallerze. In der Wirtschaft finden sie Verwendung als Baumaterialien, Energiequellen oder auch als Basismaterialien beispielsweise für chemische Produkte oder Maschinen. Bei den nicht-metallischen Mineralien, macht die Untergruppe der Baumineralien mit 517 Millionen Tonnen den größten Anteil aus, gefolgt von Industriemineralien mit 58 Millionen Tonnen (↘ Abb. 2). Es zeigt sich, dass der Rückgang der Entnahme nicht-nachwachsender Rohstoffe um 29,5 Millionen Tonnen von 2014 auf 2015 mit etwa 25 Millionen Tonnen zu einem großen Teil im Bereich der Baumineralien stattfand. Rund ein Viertel der gesamten Entnahme nicht-nachwachsender Rohstoffe entfiel 2015 auf fossile Energieträger, 91 % davon auf Braunkohle (↘ Seiten 20/21, „Das Beispiel Braunkohle“).

Die Entnahme nicht-nachwachsender Rohstoffe ist in Deutschland im langfristigen Trend deutlich sinkend. Im Zeitraum von 1994 bis 2015 nahm sie um fast ein Drittel (31 %), von 1.122 Millionen Tonnen auf nur noch 769 Millionen Tonnen, ab (↘ Abb. 3). Erste Schätzungen der UN Environment sehen einen ähnlichen Trend für Deutschland im Zeitraum 1970–2015 (UN IRP, 2017). Grund dafür ist einerseits, dass nach der politischen Wende der Bedarf an neuer Infrastruktur sehr hoch war. Dieser Bedarf sowie die Baukonjunktur generell nehmen nun jedoch ab und mit ihnen

Genutzte Rohstoffentnahme in Deutschland, 2015

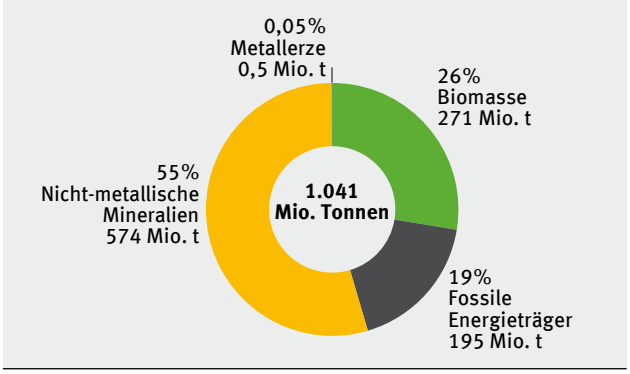


Abbildung 1 Quelle: Destatis, 2017 a

Genutzte Entnahme nicht-nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 2015

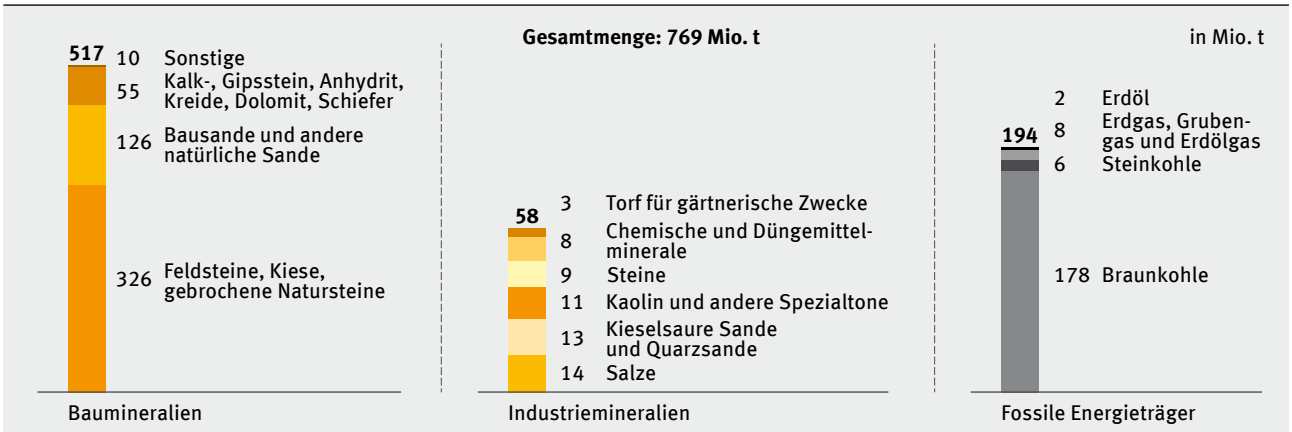


Abbildung 2 Quelle: Destatis, 2017 a

Entwicklung der genutzten Entnahme nicht-nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 1994–2015

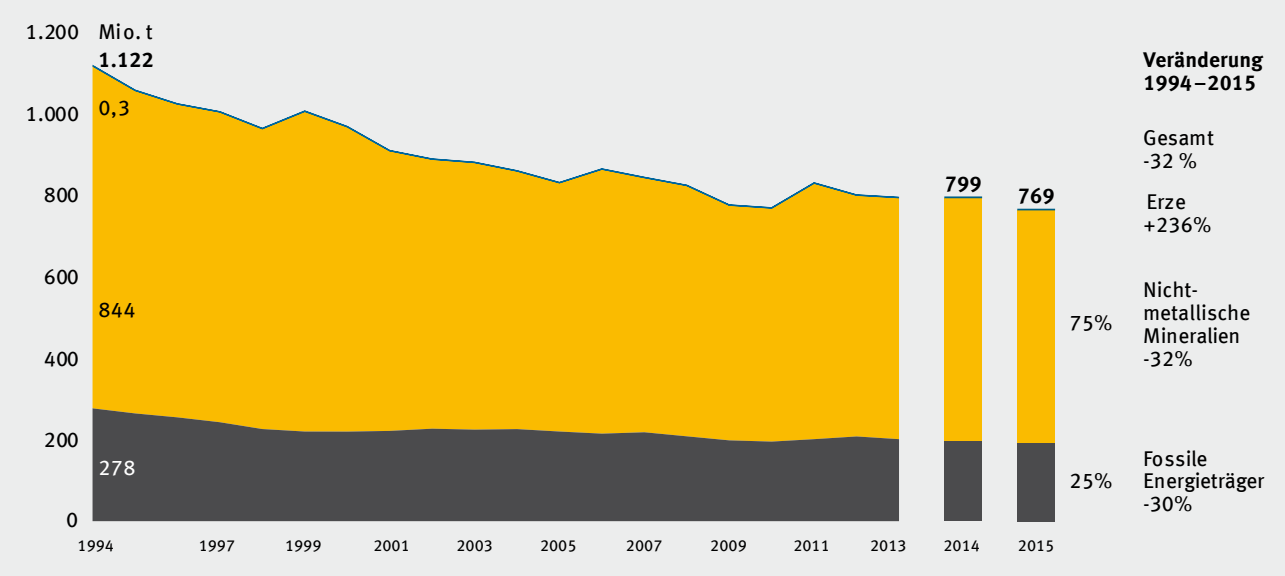


Abbildung 3 Quelle: Destatis, 2017 a

die Nachfrage nach nicht-metallischen Mineralien. Andererseits schlägt sich die abnehmende Bedeutung der Braunkohle nieder (↘ Seiten 20/21, „Das Beispiel Braunkohle“).

Bei der detaillierten Betrachtung der Entwicklung über die letzten beiden Jahrzehnte wird deutlich, dass die Entnahmen einzelner Rohstoffe großen Schwankungen unterlagen (↘ Abb. 4). So stieg etwa die Entnahme von Erdöl bis 2003 um 29 % an und erreichte mit 3,8 Millionen Tonnen ihren Höchstwert, bevor sie kontinuierlich zu sinken begann. Im Jahr 2015 lag die Entnahme von Erdöl mit 2,4 Millionen Tonnen nur noch bei rund 82 % des Wertes von 1994. Mit einer Abnahme von 88 % wies allerdings der Energieträger Steinkohle den stärksten Rückgang im beobachteten Zeitraum auf. Im Jahre 2018 wird die Subventionierung der Förderung von Steinkohle in Deutschland vollständig auslaufen (Deutsche Bundesregierung, 2007).

Entwicklung der Entnahme einzelner Unterkategorien fossiler Energieträger (links) und mineralischer Rohstoffe (rechts) in Deutschland, 1994–2015

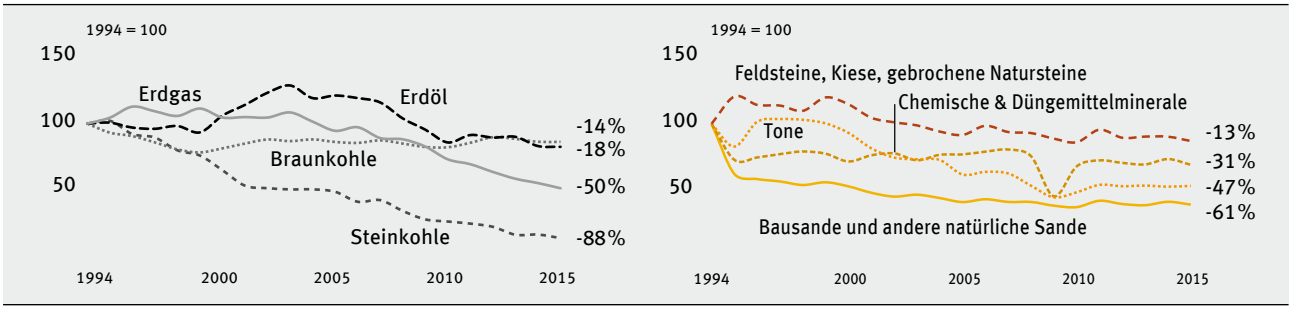


Abbildung 4 Quelle: Destatis, 2017 a

Ungenutzte Entnahme

Die Entnahme von Rohstoffen geht mit der Bewegung einer erheblichen Menge von Materialien einher, die keine wirtschaftliche Verwendung finden. 2015 machte diese sogenannte „ungenutzte Entnahme“ mit gut zwei Milliarden Tonnen fast die doppelte Menge der genutzten Entnahme aus (Destatis, 2017 b). Mit knapp 80 % der gesamten ungenutzten Entnahme entfiel der größte Anteil auf den Abraum in der Braunkohlegewinnung (↘ Seiten 20/21, „Das Beispiel Braunkohle“). Nicht verwertete Biomasse, wie Ernterückstände in der Land- und Forstwirtschaft und Beifang in der Fischerei, machten 9 % der ungenutzten Entnahme aus. Bodenaushub beim Hoch- und Tiefbau und Bergematerial aus der Mineraliengewinnung kamen auf 6 % bzw. 5 %. Es zeigt sich, dass seit 1994 die absolute Menge ungenutzter Entnahme ebenso wie die genutzte Entnahme abnahmen und das Verhältnis ungenutzter zu genutzter Entnahme durchschnittlich 1,9 betrug. Während dieses Verhältnis 1997 nur bei 1,6 lag, war der höchste Wert mit 2,1 im Jahr 2010 erreicht. Die Entnahmemenge ungenutzter Materalien verdeutlicht den erheblichen menschlichen Eingriff in die Umwelt, der bedeutende Folgen für Mensch und Ökosysteme aufweisen kann. Dazu zählen beispielsweise der Verlust an Lebensräumen und Landschaften sowie die Überfischung von Gewässern.

Inländische Entnahme: Nachwachsende Rohstoffe

Zu den nachwachsenden Rohstoffen zählen Rohstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft sowie aus Fischerei und Jagd. Darunter fallen beispielsweise Obst und Gemüse, Getreide, Holz oder Fische. 2015 wurden in Deutschland rund 271 Millionen Tonnen nachwachsende Rohstoffe entnommen. Im Gegensatz zu den nicht-nachwachsenden Rohstoffen ist der langfristige Trend der Entnahme nachwachsender Rohstoffe mit +28 % seit 1994 in Deutschland stark steigend. Eine besonders starke Zunahme war mit 17 % von 2013 auf 2014 festzustellen.

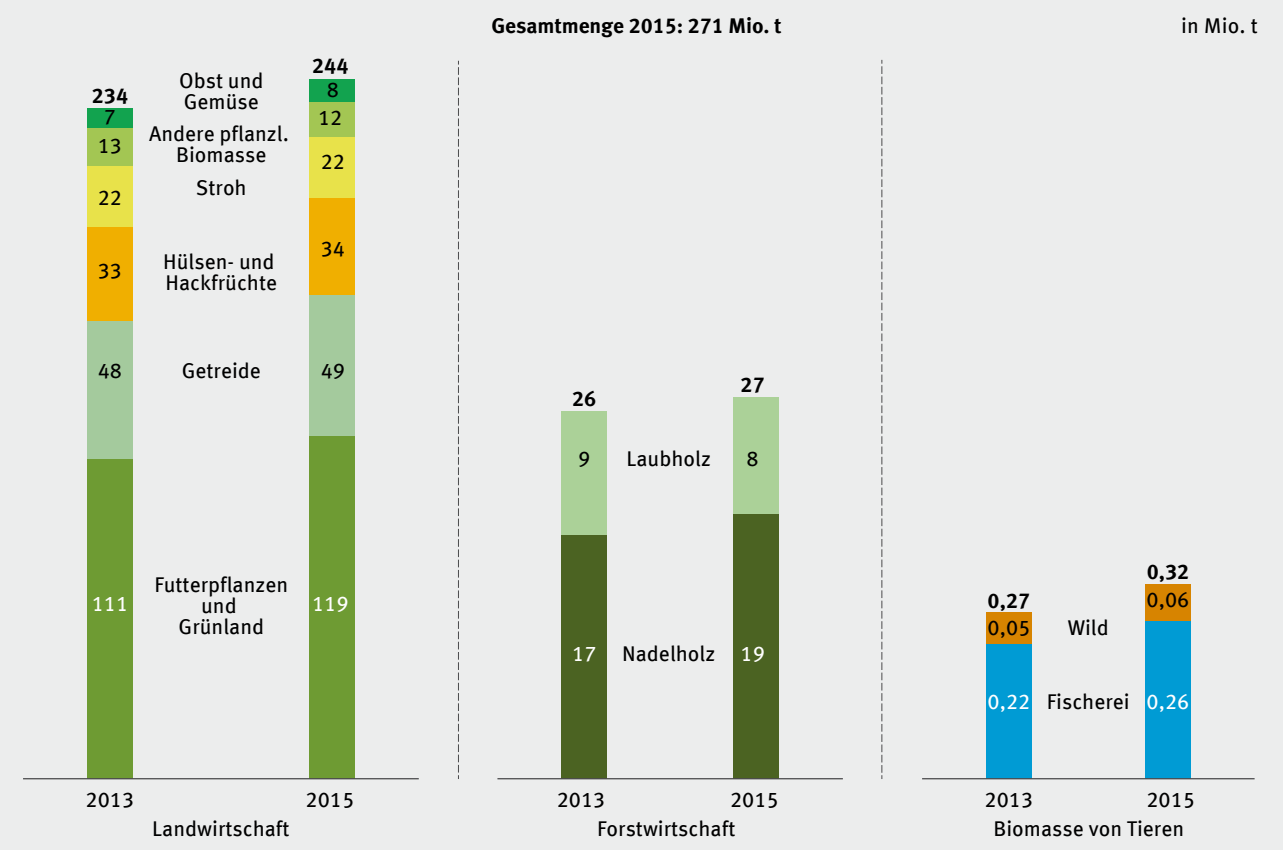
2015 wurden in Deutschland 271 Millionen Tonnen an nachwachsenden Rohstoffen entnommen. Mit 90 % war die Landwirtschaft mit Abstand für den größten Anteil der inländischen Entnahme nachwachsender Rohstoffe verantwortlich (↘ Abb. 5). Die Entnahme aus der Forstwirtschaft (Laub- und Nadelholz) spielte mit rund 27 Millionen Tonnen bzw. 10 % eine weitaus geringere Rolle.

Während die Gesamtentnahme nachwachsender Rohstoffe allein im Zeitraum 2013–2014 um 17 % zunahm, kam es von 2014 auf 2015 wieder zu einer Abnahme um 11 %. Ein Anstieg kann in beinahe allen Kategorien nachwachsender Rohstoffe für den Zeitraum seit dem letzten Berichtsjahr, 2013–2015, beobachtet werden. Mengenmäßig am bedeutendsten war der Zuwachs der Kategorie Futterpflanzen und Grünland (7 % bzw. 8 Millionen Tonnen), gefolgt von Getreide (2 %; 1 Million Tonnen) und Obst und Gemüse (9 %; 700.000 Tonnen).

Der bedeutende Anteil von Futterpflanzen und Grünland mit etwa 49 % der gesamten inländischen Entnahme nachwachsender Rohstoffe in der Landwirtschaft spiegelt den großen Einfluss der Nutztierhaltung in Deutschland wider. Denn Futterpflanzen und Grünland dienen unter anderem der Ernährung von etwa 47 Millionen Legehennen, 28 Millionen Schweinen, knapp 13 Millionen Rindern und eineinhalb Millionen Schafen, die zusätzlich zu den 287.000 Tonnen an Tieren aus der Jagd und Fischerei in Deutschland für die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln sowie für den Export verwendet werden (Destatis, 2015 a).

Auch langfristig nahm die inländische Entnahme nachwachsender Rohstoffe deutlich zu – seit 1994 um 28 % (↘ Abb. 6). Dieser Wachstumstrend zeigt sich für alle Unterkategorien nachwachsender Rohstoffe. Besonders auffällig ist auch in dieser Betrachtung die Zunahme von Futterpflanzen, deren Entnahme um 41 % auf knapp 119 Millionen

Genutzte Entnahme nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 2013 und 2015



„Futterpflanzen und Grünland“: Hierzu zählen erneuerbare Ressourcen, die auf Wiesen, Mähweiden, Weiden mit Almen, Hutungen, Streuwiesen gewonnen werden. Zur besseren Deutlichkeit sind die Balkenhöhen der drei Kategorien nicht proportional zueinander dargestellt.

Abbildung 5 Quelle: Destatis, 2017 a

Trend der Entnahme nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 1994–2015

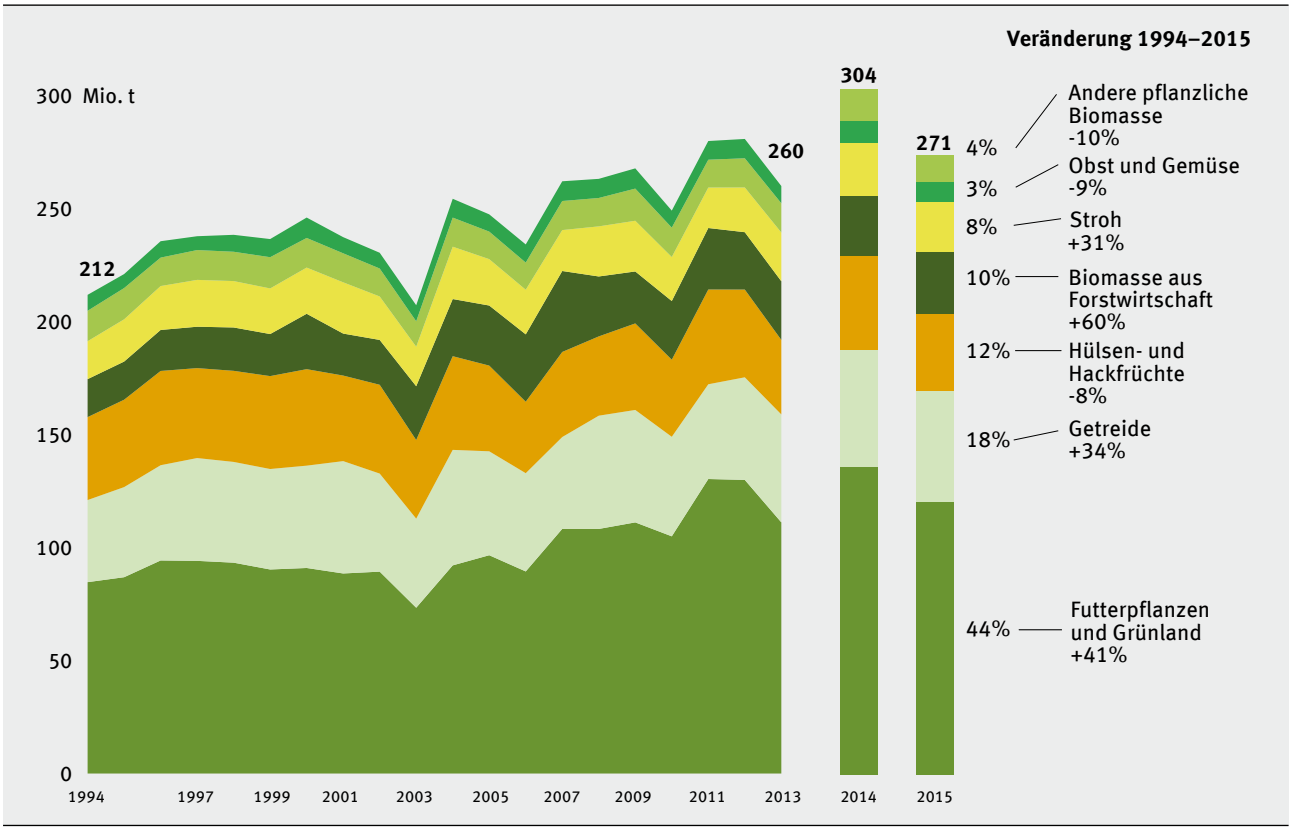


Abbildung 6 Quelle: Destatis, 2017 a

Tonnen anstieg. 2015 entsprach dies 44 % der gesamten entnommenen Biomasse.

Bei der Betrachtung des Trends der mengenmäßig wichtigsten Unterkategorien nachwachsender Rohstoffe (↘ Abb. 7) zeigt sich, dass die Entnahme von Nadel- und Laubholz über den Zeitraum 1994–2015 mit einer Zunahme von 60 % am Stärksten anwuchs. Der auffällige Zuwachs in 2007 kann mit dem Sturm Kyrill erklärt werden (⇢ Seite 19, UBA Ressourcenbericht 2016). Neben der bereits erwähnten starken Zunahme der Entnahme von Futterpflanzen vergrößerte sich auch die Getreideernte mit einem Plus von 35 % über den betrachteten Zeitraum beachtlich. Lediglich Hackfrüchte zeigten einen leichten Rückgang (-9 %), jedoch mit starken Schwankungen.

Die zunehmende Verwendung von Biomasse in Deutschland kann auch darauf zurückgeführt werden, dass nachwachsende Rohstoffe in Produktionsprozessen eingesetzt werden. Sie kommen nicht nur als Energieträger zum Einsatz, sondern gelten auch in ihrer stofflichen Verwendung als vielversprechende Alternative zu fossilen Energieträgern, z. B. als Basis für Kunststoffe und Chemikalien. Diese Entwicklung hat jedoch Auswirkungen auf die globale Landnutzung. So werden Ackerflächen nicht nur für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion verwendet, sondern etwa auch für Agro-Treibstoffe. In vielen Fällen kommt es dadurch zu einer direkten Konkurrenzsituation (↘ Seiten 56/57, „Deutschlands Flächenfußabdruck“).

Entwicklung der Entnahme von einzelnen Unterkategorien nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 1994–2015

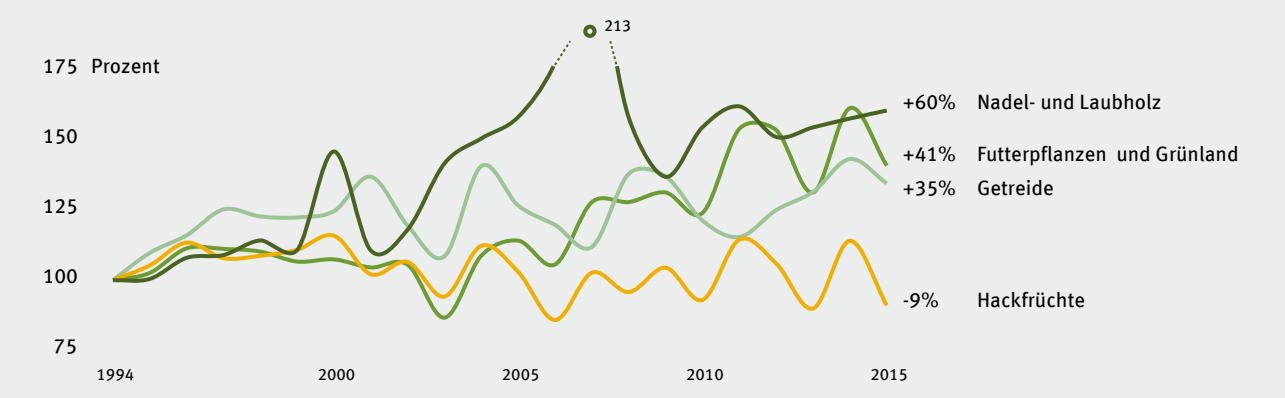


Abbildung 7 Quelle: Destatis, 2017 a

Rohstoffentnahme der Bundesländer

Bundesweit verteilt sich die Rohstoffentnahme sehr unterschiedlich auf die einzelnen Länder. In absoluten Größen ist die Entnahme auf wenige, große Bundesländer konzentriert. Mit 243 Millionen Tonnen entfiel 2015 fast ein Viertel der gesamten inländischen Entnahme allein auf Nordrhein-Westfalen. Die Pro-Kopf-Perspektive liefert jedoch ein gänzlich anderes Bild. Durch die hohe Bevölkerungsdichte lag Nordrhein-Westfalen mit 13,7 Tonnen unter der durchschnittlichen länderbezogenen Pro-Kopf-Entnahme. Mit Ausnahme von Schleswig-Holstein konnte in allen Ländern zwischen 1994 und 2015 eine Abnahme der Entnahme verzeichnet werden.

Die einzelnen Bundesländer unterscheiden sich sehr stark hinsichtlich der Entnahme nicht-nachwachsender und nachwachsender Rohstoffe. So war etwa Nordrhein-Westfalen 2015 mit gut 243 Millionen Tonnen der größte Rohstoff-Förderer Deutschlands und hatte mit etwa 215 Millionen Tonnen auch die größte Entnahme von nicht-nachwachsenden Rohstoffen. Niedersachsen war mit 60 Millionen Tonnen der größte Produzent von nachwachsenden Rohstoffen. Demgegenüber entnahm das Saarland insgesamt lediglich drei Millionen Tonnen (↘ Abb. 8).

Grundsätzlich entnimmt beinahe jedes Bundesland Rohstoffe aus allen drei Kategorien – nicht-metallische Mineralien, fossile Energieträger sowie Biomasse. Besonders große Mengen an nicht-metallischen Mineralien werden in Nordrhein-Westfalen (113 Mio. t), Bayern (102 Mio. t) und Baden-Württemberg (82 Mio. t) abgebaut. Fossile Energieträger werden vor allem in Nordrhein-Westfalen (102 Mio. t), Sachsen (40 Mio. t) und Brandenburg (33 Mio. t) gefördert. Biomasse spielt in allen Bundesländern eine Rolle.

Die Menge und Art der in jedem Bundesland entnommenen Rohstoffe hängt von verschiedenen Faktoren ab. Neben dem wichtigen Einflussfaktor der Größe des jeweiligen Bundeslandes sind es vor allem geologische Aspekte, welche die Verfügbarkeit von nicht-nachwachsenden Rohstoffen bestimmen. Aber auch die Erschließbarkeit sowie die Siedlungsdichte haben einen Einfluss darauf, wie viele Rohstoffe in welchem Bundesland gefördert werden können. Bei nachwachsenden Rohstoffen sind Flächenverfügbarkeit, Bodenqualität und Bewirtschaftungspraktiken bestimmende Faktoren. Zentralen Einfluss hat auch das Bruttoinlandsprodukt des jeweiligen Bundeslandes bzw. die wirtschaftliche Stellung der Rohstoffsektoren in den einzelnen Ländern. Alle genannten Faktoren müssen bei einem Vergleich der absoluten Entnahmemengen der Bundesländer berücksichtigt werden.

Aussagekräftiger als der Vergleich der absoluten Zahlen ist die Pro-Kopf-Perspektive, da sie die sehr unterschiedlichen Entnahmemengen relativiert. Nordrhein-Westfalen, in absoluten Zahlen größter Rohstoff-Förderer Deutschlands, hatte mit 13,7 Tonnen pro Kopf lediglich eine unter durchschnittliche Entnahmemenge. Die Spitzenposition in der Pro-Kopf-Betrachtung im Jahr 2015 nahm Sachsen-Anhalt mit 30 Tonnen pro Person ein, dicht gefolgt von Brandenburg mit 29,2 Tonnen pro Kopf. Den niedrigsten Wert wies das Saarland mit 3,2 Tonnen pro Kopf auf.

Entsprechend dem nationalen Trend stieg die Rohstoffentnahme in nahezu allen Bundesländern zwischen 2013 und 2014 stark an, ging dann jedoch von 2014 auf 2015 wieder stark zurück. In vielen Fällen lag die Entnahme 2015 sogar unter dem Wert von 2013. Dies war in Baden-Württemberg, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen der Fall. In einigen vor allem mengenmäßig bedeutenden Ländern kam es jedoch zwischen 2013 und 2015 im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe zu einer deutlich erhöhten Entnahme; beispielsweise in Bayern oder Sachsen. Diese Entwicklungen spiegeln sich auch im Trend für Deutschland insgesamt wider, wo nicht nur 2014 als Ausreißer zu bewerten ist, sondern auch die Bedeutung nachwachsender Rohstoffe sukzessive zunimmt (↖ Seiten 16/17, „Nachwachsende Rohstoffe“).

Zwischen 1994 und 2015 nahm die Rohstoffentnahme in allen Bundesländern mit Ausnahme von Schleswig-Holstein ab. Das Saarland reduzierte seine Entnahme durch den Steinkohle-Ausstieg um beinahe 80 % bzw. 11,4 Millionen Tonnen. Die mengenmäßig größte Reduktion zeigte sich für Nordrhein-Westfalen mit 76,9 Millionen Tonnen. Dies entspricht einem Minus von 24 % seit dem Jahr 1994.

Bei der Entnahme von nicht-metallischen Mineralien kam es in beinahe allen Bundesländern zu einer Abnahme in der Größenordnung von durchschnittlich etwa 30 %.

Entwicklung der genutzten Rohstoffentnahme sowie Anteile der drei Hauptkategorien in den deutschen Bundesländern, 1994 und 2015

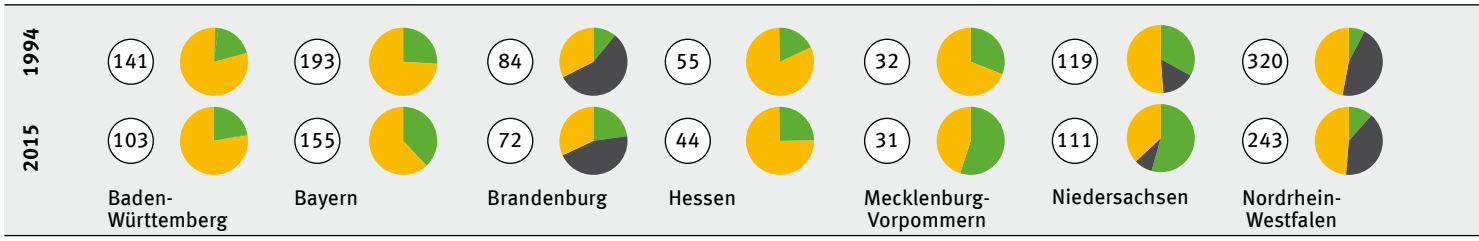


Abbildung 9

Genutzte Rohstoffentnahme in den deutschen Bundesländern, 2015

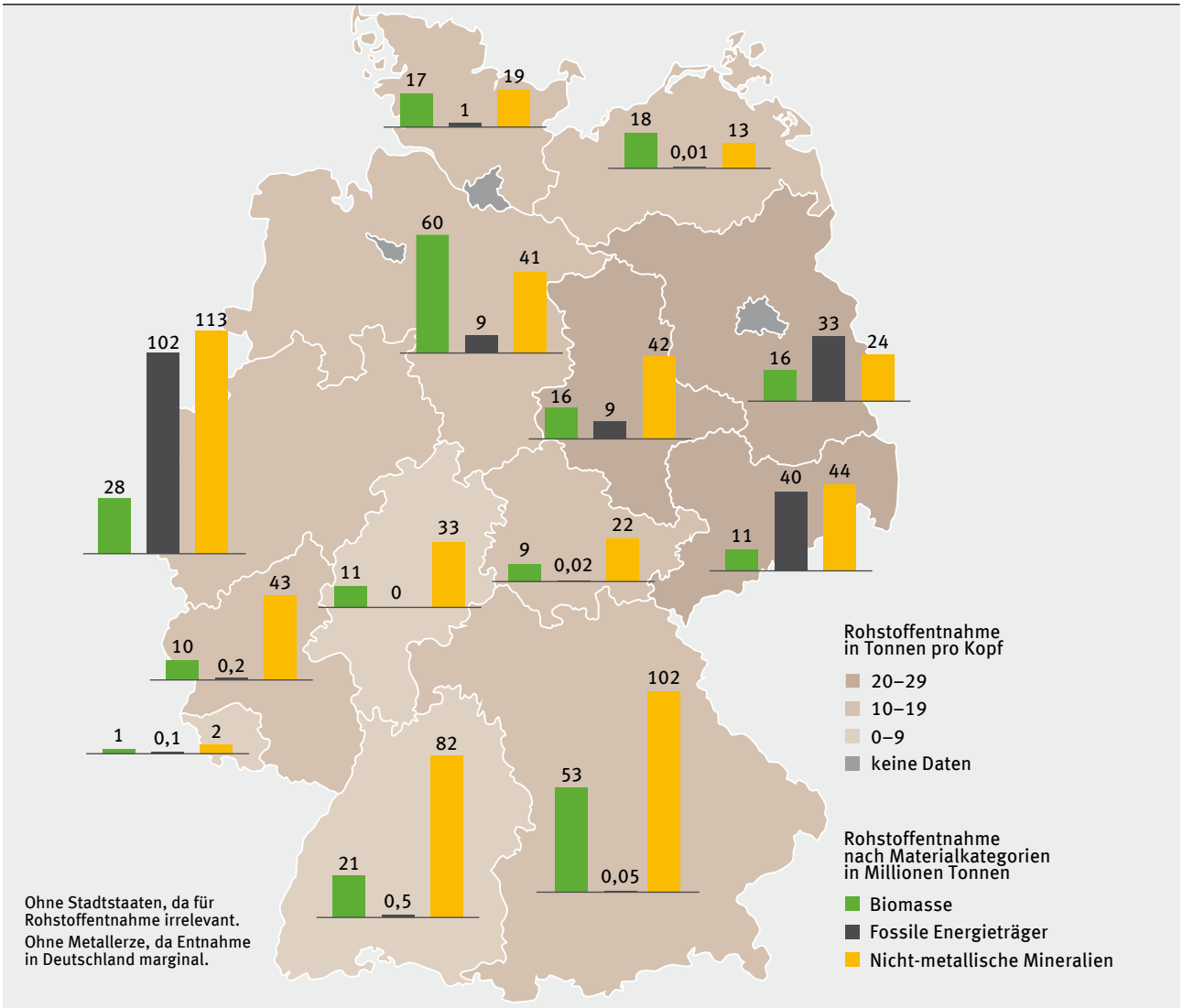
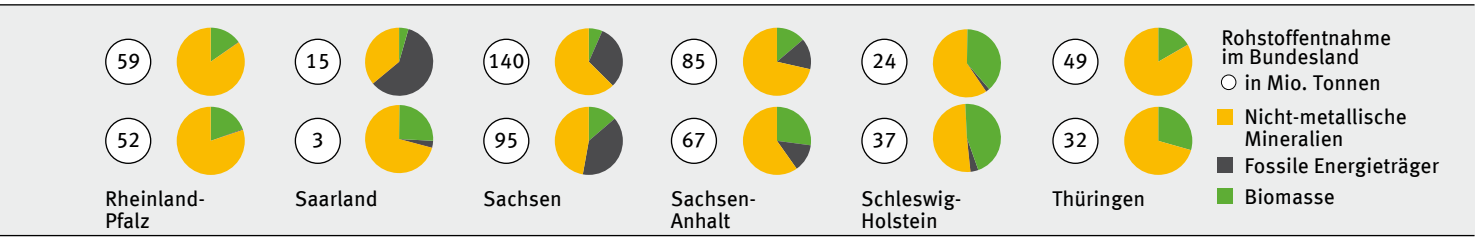


Abbildung 8 Quelle: Statistische Ämter der Länder, 2017

Hervorzuheben sind hier das Saarland und – mengenmäßig bedeutender – Sachsen mit einer überdurchschnittlichen Reduktion von 57 % bzw. 50 %, sowie Schleswig-Holstein, das als einziges Bundesland eine Zunahme (30 %) verzeichnete.

Die Entnahme fossiler Energieträger nahm in den einzelnen Ländern stark ab. Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, das Saarland und Thüringen senkten ihre Entnahme um mindestens 70 %, und in Hessen kam zu einem kompletten Ausstieg aus der Förderung. Lediglich in Rheinland-Pfalz und in Schleswig-Holstein wurde die sehr geringe Förderung gesteigert. In absoluten Größen blieben jedoch die drei Großproduzenten Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Brandenburg trotz ihres absteigenden Trends beim Abbau fossiler Energieträger weiterhin an der Spitze (↘ Abb. 9). Mit Ausnahme des Saarlandes zeigte sich bei der Entnahme nachwachsender Rohstoffe in allen Bundesländern ein deutlicher Zuwachs. Besonders ausgeprägt war dieser Anstieg mit über 80 % in den letzten 20 Jahren in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein.



Quelle: Statistische Ämter der Länder, 2017

Inländische Entnahme: Das Beispiel Braunkohle

Bereits seit Beginn der industriellen Produktion steht Deutschland weltweit auf Platz eins der Förderung von Braunkohle. Im Jahr 2015 wurden gut 178 Millionen Tonnen Braunkohle in Deutschland abgebaut. Als ein wichtiger Energieträger deckt sie noch heute rund ein Viertel der Bruttostromerzeugung Deutschlands ab. In Deutschland ist Braunkohle der einzige fossile Energierohstoff, der in großen Mengen verfügbar ist und daher kaum importiert wird. Global gesehen spielt Braunkohle mit einem Anteil von 1,3 % am weltweiten Primärenergieverbrauch nur eine untergeordnete Rolle.

Der fossile Energieträger Braunkohle stellt einen wesentlichen Bestandteil der Rohstoffentnahme in Deutschland dar. Im Jahr 2015 wurden 178 Millionen Tonnen Braunkohle gefördert. Nach der Gruppe der „Feldsteine, Kiese und Natursteine“ (↖ Abb. 2, Seite 14) ist Braunkohle damit der mengenmäßig zweitwichtigste Rohstoff, der in Deutschland abgebaut wird. Sein Anteil an der gesamten heimischen Rohstoffentnahme beträgt 17 % (↘ Abb. 10). Bezogen auf die Gruppe der nicht-nachwachsenden Rohstoffe (769 Tonnen) liegt der Braunkohlenanteil mengenmäßig bei 23 %. Innerhalb der Gruppe der in Deutschland entnommenen fossilen Energieträger (195 Tonnen) dominiert Braunkohle mit einem Anteil von 91% (↖ Seiten 14/15, Nicht-nachwachsende Rohstoffe“, ↖ Seiten 16/17, „Nachwachsende Rohstoffe“).

Der Braunkohleabbau in Deutschland nahm im Zeitraum 1994–2015 deutlich ab. 1994 betrug die Förderung 207 Millionen Tonnen. Im Jahr 2010 erreichte sie mit 169 Millionen Tonnen die bisher niedrigste Abbaumenge. Trotz einer leichten Zunahme auf 178 Millionen Tonnen im Jahr 2015, sank der Braunkohleabbau seit 1994 um insgesamt 14 % (↘ Abb. 11).

Braunkohle wird in Deutschland vor allem für die Herstellung von Elektrizität in Grundlastkraftwerken eingesetzt. Der Anteil von Braunkohle an der deutschen Bruttostromerzeugung sank seit 1994 leicht (um vier Prozentpunkte), lag im Jahr 2015 aber immer noch bei rund 24 %. Im Vergleich dazu lag der Anteil der Braunkohle am deutschen Primärenergieverbrauch ungefähr bei der Hälfte. Er sank seit 1994 leicht und betrug 2015 etwa 12 %. Noch zu Beginn der Neunzigerjahre war dieser Wert beinahe doppelt so hoch. Vor allem die zunehmende Nutzung von Mineralöl bewirkte ein Abnehmen der Bedeutung von Braunkohle als Energieträger (BMWI, 2017).

Anteil der Braunkohle an der gesamten genutzten Rohstoffentnahme in Deutschland, 2015

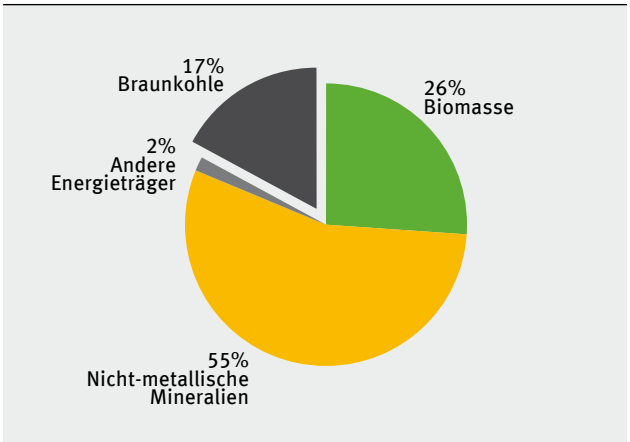


Abbildung 10 Quelle: Destatis, 2017 a

Trends des Braunkohleabbaus in Deutschland, 1994–2015

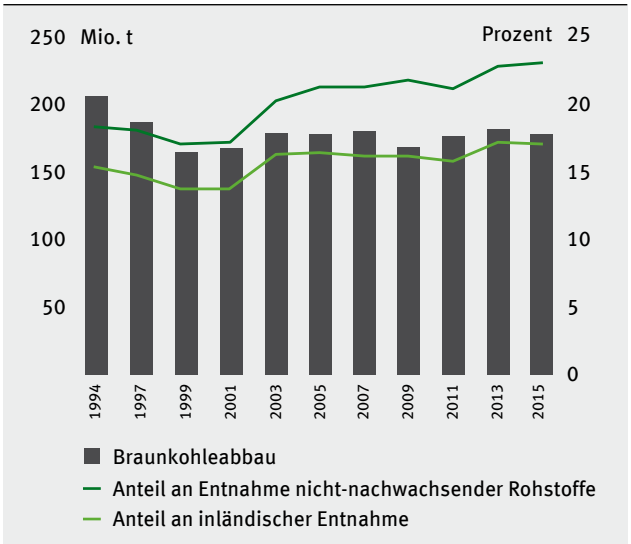


Abbildung 11 Quelle: Destatis, 2017 a

Aus globaler Sicht spielt Braunkohle – im Gegensatz zur Steinkohle – eine eher untergeordnete Rolle. Ihr Anteil am weltweiten Primärenergieverbrauch lag 2013 bei rund 1,3 % (UBA, 2015 a). Deutschland ist allerdings der größte Braunkohle-Produzent der Welt (in 2014 etwa 19 % der weltweiten Fördermenge). Im internationalen Vergleich nahm China 2015 als zweitgrößter Förderer mit rund 145 Millionen Tonnen Braunkohle (16 %) den zweiten Platz ein, gefolgt von Russland mit 73 Millionen Tonnen (8 %) (UN IRP, 2017).

Die wichtigsten aktiven Braunkohlereviere in Deutschland befinden sich im Rheinland, in der Lausitz, in Mitteldeutschland und in Helmstedt. Im Rheinland wurde 2014 mit 95 Millionen Tonnen die größte Menge an Braunkohle gefördert, gefolgt von der Lausitz mit 62 Millionen Tonnen (Statistik der Kohlenwirtscchaft e. V., 2017). Die in Deutschland befindlichen Braunkohlereserven werden auf etwa 40 Milliarden Tonnen geschätzt. Im internationalen Vergleich liegt Deutschland damit auf Platz drei, nach Russland und Australien (↘ Abb. 12) (UBA, 2015 a).

Die Gewinnung und Nutzung von Braunkohle ist mit erheblichen Umweltbelastungen verbunden. So ist Braunkohle der fossile Brennstoff, von dem die höchste Klima- und Umweltbelastung ausgeht. 172 Millionen Tonnen

Ausgewählte Daten zur Braunkohlennutzung in Deutschland, 2015

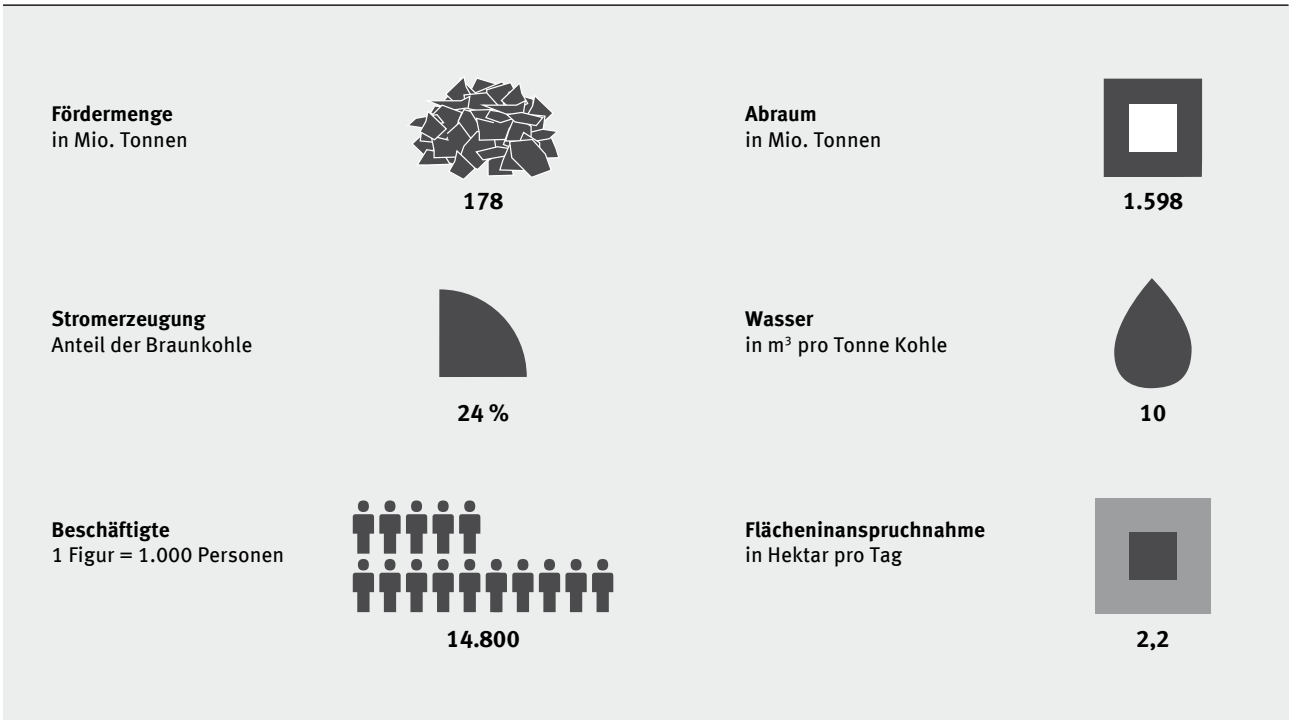


Abbildung 12 Quellen: Destatis, 2017 a; UBA, 2015 a; Statistik der Kohlenwirtschaft e. V., 2017

an energiebedingten CO_2-Emissionen in Deutschland wurden 2015 durch die Verbrennung von Braunkohle verursacht. Damit wurde sie nur von Mineralölprodukten übertroffen (246 Mio. t).

In der Stromerzeugung war Braunkohle mit Abstand der größte Verursacher von CO_2-Emissionen und für etwa 50 % aller Emissionen verantwortlich (BMWI, 2017). Neben CO_2-Emissionen werden bei der Verbrennung von Braunkohle auch weitere Schadstoffe freigesetzt, die Luft, Gewässer und Böden belasten (⇢ Seiten 64/65, UBA Ressourcenbericht 2016).

So macht die Gewinnung von Braunkohle aus abbautechnischen Gründen ein signifikantes Absenken des Grundwasserspiegels (bis zu 400 m) erforderlich. Während des Abbaubetriebes ist davon auszugehen, dass für eine Tonne Braunkohle durchschnittlich 10 Kubikmeter, also 10 Tonnen Wasser gehoben werden müssen. (↖ Abb. 12) (UBA, 2015 a).

Um Zugang zu den Kohlelagerstätten zu erlangen, müssen in den Tagebauen zudem erhebliche Mengen an Erdschichten abgetragen werden, mit negativen Auswirkungen u. a. auf das Landschaftsbild. Pro Tonne Braunkohle müssen in Deutschland etwa 6 bis 9 Kubikmeter Abraum zusätzlich als ungenutzte Materialentnahmen (⇢ Seiten 22/23, UBA Ressourcenbericht 2016) ausbaggert werden (UBA, 2015a). Dies sind etwa 8 bis 12 Tonnen Abraum je Tonne Braunkohle (Destatis, 2017a). Ein Teil des Abraums wird bei der Rekultivierung im Landschaftsbau eingesetzt.

Die gesamte Abraummenge reduzierte sich zwar zwischen 1994 und 2015 von rund 1.870 auf 1.598 Millionen Tonnen, im Gegenzug nahm jedoch der Flächenbedarf von Tagebauen zu. 1994 wurde für den Braunkohleabbau eine Fläche von rund 151.000 Hektar genutzt. 2015 stieg diese auf rund 176.500 Hektar an. Allerdings nahm auch der Anteil rekultivierter Flächen, die nach ihrem Gebrauch für Forst- und Landwirtschaft oder andere Zwecke wieder nutzbar gemacht werden, im zeitlichen Verlauf zu und betrug 2015 rund 69 % der gesamten Abbaufläche (Statistik der Kohlenwirtschaft e. V., 2017).

Braunkohleausstieg in Deutschland

Ein wichtiger Ansatzpunkt für wirkungsvollen Klimaschutz ist das starke Reduzieren des Einsatzes fossiler Energieträger, vor allem der besonders klimaschädlichen Kohle. Um ambitionierte Klimaziele – insbesondere die Minderung der Treibhausgasemissionen um 95 % bis 2050 gegenüber 1990 in Deutschland sicherzustellen – muss neben anderen Maßnahmen im Rahmen eines Transformationsprozesses die Kohleverstromung stark reduziert werden (UBA, 2017 a).

Das Umweltbundesamt empfiehlt ab 2020 eine Begrenzung der Stromerzeugung auf 4.000 Volllaststunden pro Jahr für Stein- und Braunkohlenkraftwerke mit einem Alter von mindestens 20 Jahren. Zusätzlich sollen fünf Gigawatt der ältesten beziehungsweise ineffizientesten Braunkohlekraftwerke über die geplanten Stilllegungen hinaus bis 2020 vom Netz genommen werden. Bis 2030 empfiehlt das Umweltbundesamt eine zusätzliche Stilllegung von Kohlekraftwerken auf eine verbleibende Gesamtleistung von maximal 19 Gigawatt.

Deutschlands Anteil am globalen Rohstoffhandel

1.040
Mio. Tonnen
+3,8%

Physisches Handelsvolumen
2015, Veränderung zum Vorjahr

642
Mio. Tonnen
+3,4%

Physische Importe
2015, Veränderung zum Vorjahr

398
Mio. Tonnen
+4,6%

Physische Exporte
2015, Veränderung zum Vorjahr

265
Mrd. Euro
+13,3%

Monetärer Exportüberschuss
2015

243
Mio. Tonnen
+1,5%

Physischer Importüberschuss
2015, Veränderung zum Vorjahr

38
Prozent

Anteil der direkten Importe am Materialeinsatz (DMI)
2015

50
Prozent

Anteil der direkten Importe am Materialkonsum (DMC)
2015

61 Prozent

58 Prozent

Anteil der direkten und indirekten Importe (RME) am Rohstoffeinsatz (RMI)
2010 und 2014

+18 Prozent

Verhältnis direkter und indirekter Importe (RME) zum Rohstoffkonsum (RMC)
2014

31 Prozent

Anteil der heimischen Rohstoffentnahme, die direkt und indirekt in die Produktion von Exporten fließt
2014

1.601 Mio. Tonnen

1.540 Mio. Tonnen

Direkte und indirekte Importe (RME)
2010 und 2014

1.330 Mio. Tonnen

1.399 Mio. Tonnen

Direkte und indirekte Exporte (RME)
2010 und 2014

Direkte Importe und Exporte

Deutschland erzielte 2015 einen monetären Handelsüberschuss von 265 Milliarden Euro. Dieser Überschuss spiegelt sich jedoch nicht in der physischen Handelsbilanz wider. Bei der Betrachtung der physischen Materialströme standen 642 Millionen Tonnen an Importen einem Export von nur 398 Millionen Tonnen gegenüber. Dieser Gegensatz verdeutlicht die wichtige Rolle des Handels und des verarbeitenden Gewerbes für die deutsche Wirtschaft, die materialintensive Güter importiert, während höherwertige Güter exportiert werden.

2015 wurden zusätzlich zur inländischen Entnahme in Höhe von 1.041 Millionen Tonnen (↖ Seiten 14/15, „Inländische Entnahme“) weitere 642 Millionen Tonnen Rohstoffe nach Deutschland importiert (↘ Abb. 13). Vor allem in Deutschland nicht verfügbare Rohstoffe sowie Rohstoffe oder Waren, die im Ausland kostengünstiger produziert werden können, werden importiert. Im Vergleich zu 2013 (⇢ Seite 26/27, UBA Ressourcenbericht 2016) stiegen die direkten Importe um 6 % an. Die direkten Exportmengen stiegen seit 2013 sogar um knapp 8 % und erreichten 2015 ein Volumen von 398 Millionen Tonnen.

Bei der Betrachtung der physischen wie auch der monetären Handelsbilanz wird die steigende Relevanz des weltweiten Handels für Deutschland sichtbar. 2015 exportierte Deutschlands gewerbliche Wirtschaft Rohstoffe und Güter im Wert von über 1.097 Milliarden Euro, gab jedoch nur 832 Milliarden Euro für Importe aus. Damit erwirtschaftete sie einen monetären Exportüberschuss von 265 Milliarden Euro. Im Vergleich zu 2013 ist dieser Exportüberschuss um 21 % gestiegen.

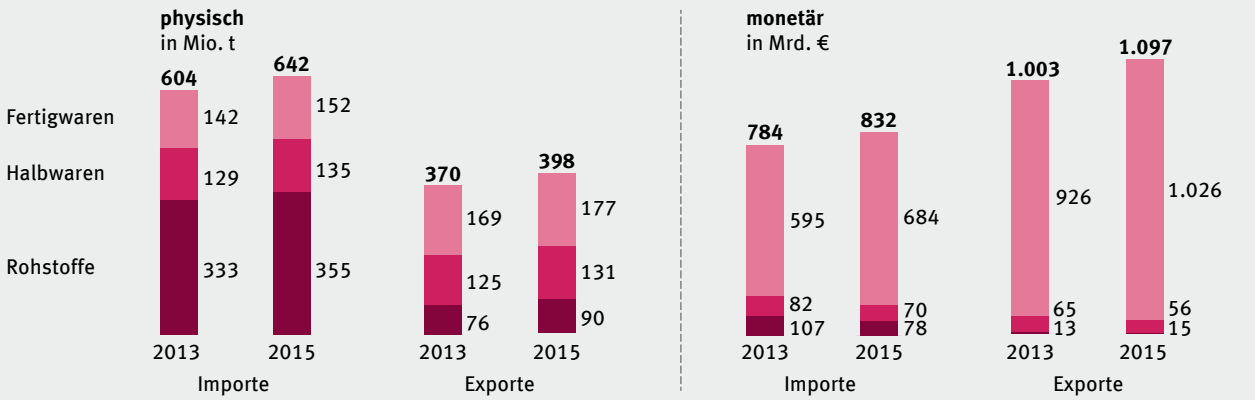
Die physische Handelsbilanz verhält sich umgekehrt und weist einen höheren Importaufwand auf (↘ Abb. 13). Im Jahr 2015 betrug der Importüberschuss 243 Millionen Tonnen. Im Vergleich zum Jahr 2013 ist dies eine Steigerung um 4 %. Diese Unterschiede zwischen der physischen und der monetären Handelsbilanz lassen sich damit erklären, dass die gehandelten Rohstoffe und Güter in unterschiedlichen Fertigungsgraden und damit zu unterschiedlichen Preisen importiert bzw. exportiert werden. Über die Hälfte der physischen Importe bestand 2015 aus Rohstoffen (355 Mio. t), wobei fossile Energieträger den mit Abstand größten Handelsstrom darstellten (244 Mio. t). Jeweils mehr als ein Fünftel der Importe bestand aus Halb- und Fertigwaren. In der Kategorie der Fertigwaren fielen vor allem Produkte basierend auf Metallerzen, also beispielsweise Metallbleche, Stahlträger, Kraftfahrzeuge etc., sowie jene aus Biomasse, wie etwa Lebensmittelprodukte, ins Gewicht.

Im Gegensatz zu den Importen exportierte Deutschland 2015 vor allem Fertig- und Halbwaren. Nur 23 % der Exporte entfielen auf Rohstoffe. Bei den Fertigwaren dominierten dabei Güter auf Basis von Metallerzen, wie beispielsweise Fahrzeuge oder Maschinen, und Biomasse (Holz) sowie Waren auf Basis von Erdöl, wie beispielsweise pharmazeutische Produkte. Deutschlands Exporte haben also pro Kilogramm einen höheren Wert als seine Importe.

Betrachtet man den längerfristigen Trend, so zeigt sich eine Entwicklung typisch für eine Volkswirtschaft, die sich in zunehmendem Maße auf die verarbeitende Industrie und den Dienstleistungssektor spezialisiert (↘ Abb. 14). Seit 1994 stiegen die physischen Importe von Rohstoffen sowie Halb- und Fertigwaren um 39 %. Das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate von etwa 1,6 %. Am stärksten legten dabei die Importe von Biomasse-basierten Produkten zu (+76 %). Bei den Exporten kam es zu einer Zunahme um 78 % (durchschnittlich 2,8 % pro Jahr), wobei vor allem Exporte von Produkten auf Basis von Biomasse und fossilen Energieträgern besonders zunahmen und sich jeweils verdoppelten. Im Vergleich dazu stiegen die monetären Importe und Exporte deutlich schneller an. Importe nahmen jährlich um 5,5 % zu, Exporte sogar um 5,9 %.

Während damit über die Zeit der absolute physische Importüberschuss in etwa konstant blieb, vervierfachte

Direkte Handelsströme Deutschlands in physischer und monetärer Betrachtung, 2013 und 2015



Angegebene Zahlen exklusive der Ernährungswirtschaft, für die keine Daten nach Warenart berichtet werden.

Abbildung 13 Quellen: Destatis, 2017c

Entwicklung direkter Importe und Exporte in Deutschland – monetär und physisch, nach Hauptkategorien, 1994–2015

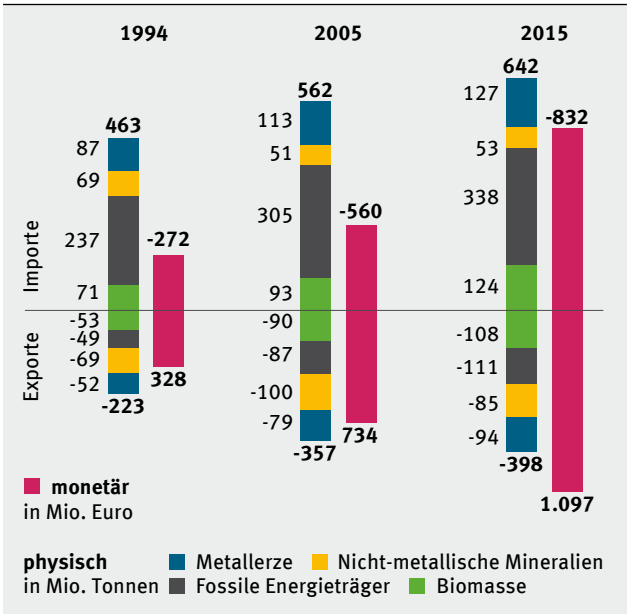


Abbildung 14 Quellen: Destatis, 2017a, 2017c

sich der monetäre Exportüberschuss im selben Zeitraum (1994–2015). Abbildung 14 verdeutlicht, dass es Deutschland gelungen ist, im Vergleich zu den Importen noch mehr Waren mit geringerem Gewicht jedoch mit höherer Wertschöpfung zu exportieren.

Zu den Handelspartnern Deutschlands zählen viele große Industrienationen, aber auch weniger industrialisierte Länder, die vorwiegend als Rohstofflieferanten dienen. Die größten Handelspartner – gemessen am monetären Handelsvolumen – sind China, Frankreich und die Niederlande.

Ein deutliches Gefälle zwischen dem gehandelten monetären Wert der Rohstoffe und Güter und deren physischem Gewicht kann bei den meisten Handelspartnern Deutschlands festgestellt werden (↘ Abb. 15). Am auffälligsten war dieser Unterschied 2015 bei China, wohin 8 Millionen Tonnen mit einem Wert von 71 Milliarden Euro exportiert und von wo 12 Millionen Tonnen mit einem Wert von 92 Milliarden Euro importiert wurden. Ein ähnliches Bild zeigt der Handel mit Russland. Von Russland wurden 92 Millionen Tonnen Rohstoffe und Güter mit einem Wert von 30 Milliarden Euro importiert, denen lediglich 3 Millionen Tonnen an Exporten gegenüberstanden, die aber einen Wert von 22 Milliarden aufwiesen. Die Niederlande stellten 2015 sowohl in der physischen als auch in der monetären Handelsbilanz den mit Abstand wichtigsten Handelspartner dar. Grund dafür ist Rotterdam als bedeutendster Hafen Europas. Durch diese Sonderstellung sind die Niederlande auch eines der wenigen Industrieländer, die eine positive monetäre Handelsbilanz mit Deutschland aufweisen. Andere Beispiele finden sich in der Gruppe der Schwellenländer, wie etwa China, Russland oder Indonesien.

Das monetäre Handelsvolumen Deutschlands war 2015, nach China und den USA, das drittgrößte der Welt. Während Deutschland Rohstoffe und Güter im Wert von 2.386 Milliarden Euro handelte, betrug das Handelsvolumen der beiden anderen Länder jeweils knapp 4.000 Milliarden Euro. Im Vergleich zu 2013 ist das Handelsvolumen von Deutschland um 10 % gesunken, jenes von China und den USA um 5 % bzw. 2 %. Dies ist ein Bruch mit dem Wachstumstrend, der 2002–2014 zu beobachten war.

Unabhängig von der wirtschaftlichen Größe und vom Handelsvolumen, war in allen Ländern ein signifikanter Einbruch des Handels nach der globalen Wirtschaftskrise 2008 zu beobachten. Die Krise hatte einen bis heute andauernden Langzeiteffekt, denn die Wachstumsrate des Handels ist in den jüngsten Jahren nicht auf das Niveau der Jahre 2001–2008 zurückgekehrt.

Vergleich physischer und monetärer Handelsbilanzen Deutschlands mit ausgewählten Ländern sowie Entwicklung ihrer Handelsvolumina, 2015

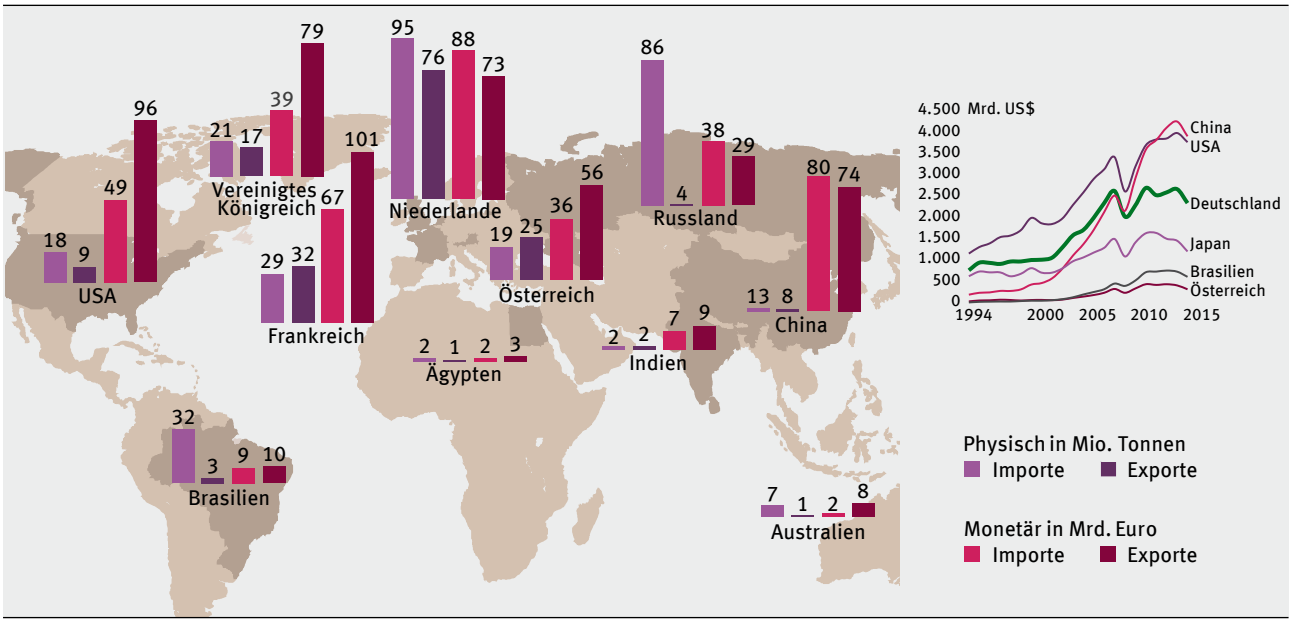


Abbildung 15 Quellen: Destatis, 2017c, 2017d

Indirekte Importe und Exporte

Alle nach Deutschland importierten Halb- und Fertigwaren beinhalten indirekte Rohstoffflüsse – jene Rohstoffe, die entlang der Produktionsketten im Ausland eingesetzt werden. Bezieht man diese indirekten Flüsse in die Bilanzierung mit ein, so vergrößert sich das physische Handelsvolumen Deutschlands um den Faktor 3. Die indirekten Rohstoffflüsse stiegen in der Vergangenheit deutlich an und machten 2014 allein bei den Importen 919 Millionen Tonnen aus. Auch bei der indirekten Betrachtungsweise ist ein deutlicher Importüberschuss von 201 Millionen Tonnen auszuweisen. Dies zeigt, dass Produktion und Konsum immer stärker auf Vorleistungen, insbesondere aus dem Ausland, angewiesen sind.

Mit der Globalisierung der Wirtschaft werden auch Produktionsketten zunehmend international organisiert. In Anbetracht dieser wachsenden Verflechtung des globalen Wirtschaftssystems ist die Berücksichtigung indirekter Rohstoffflüsse von besonderer Bedeutung. Bei der Berechnung sogenannter Rohstoffäquivalente (englisch: Raw Material Equivalents / RME) werden die direkten Flüsse umgerechnet in die Menge all jener Rohstoffe, die entlang der gesamten Wertschöpfungskette der einzelnen gehandelten Produkte und Dienstleistungen eingesetzt wurden. So wird beispielsweise bei einem Bagger die Masse aller Rohstoffe ermittelt die für die Herstellung von Reifen, Schaufel, Scheiben, etc. notwendig waren.

Im Vergleich zu den 621 Millionen Tonnen an direkten Importen im Jahr 2014 betrug die Summe aus direkten und indirekten Rohstoffimporten 1.540 Millionen Tonnen und lag somit beim 2,5 -Fachen. Auch bei den Exporten lagen die RMEs deutlich höher (Faktor 3,5) und beliefen sich auf 1.339 Millionen Tonnen (↘ Abb. 16). Grundsätzlich sind die indirekten Rohstoffflüsse deutlich höher als die direkten, da weit mehr als nur die Eigenmasse der Produkte eingerechnet wird.

Vergleich Eigengewicht versus Rohstoffäquivalente der Importe und Exporte Deutschlands, 2014

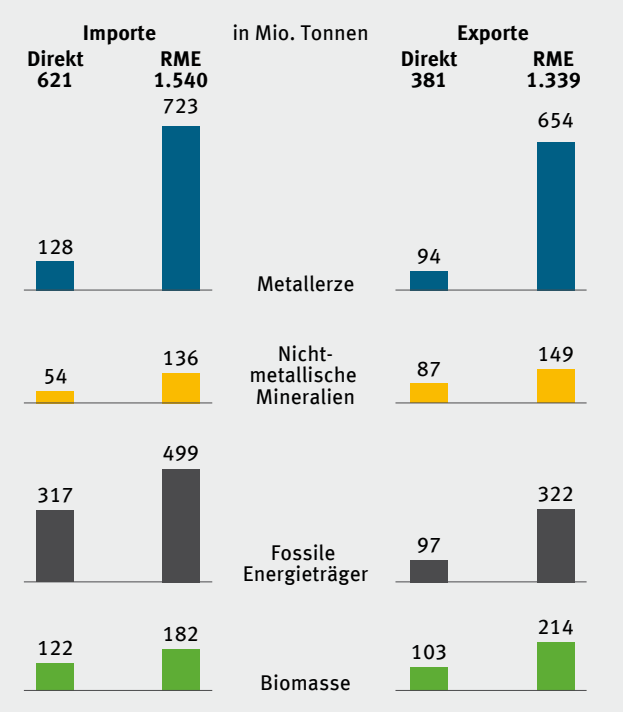


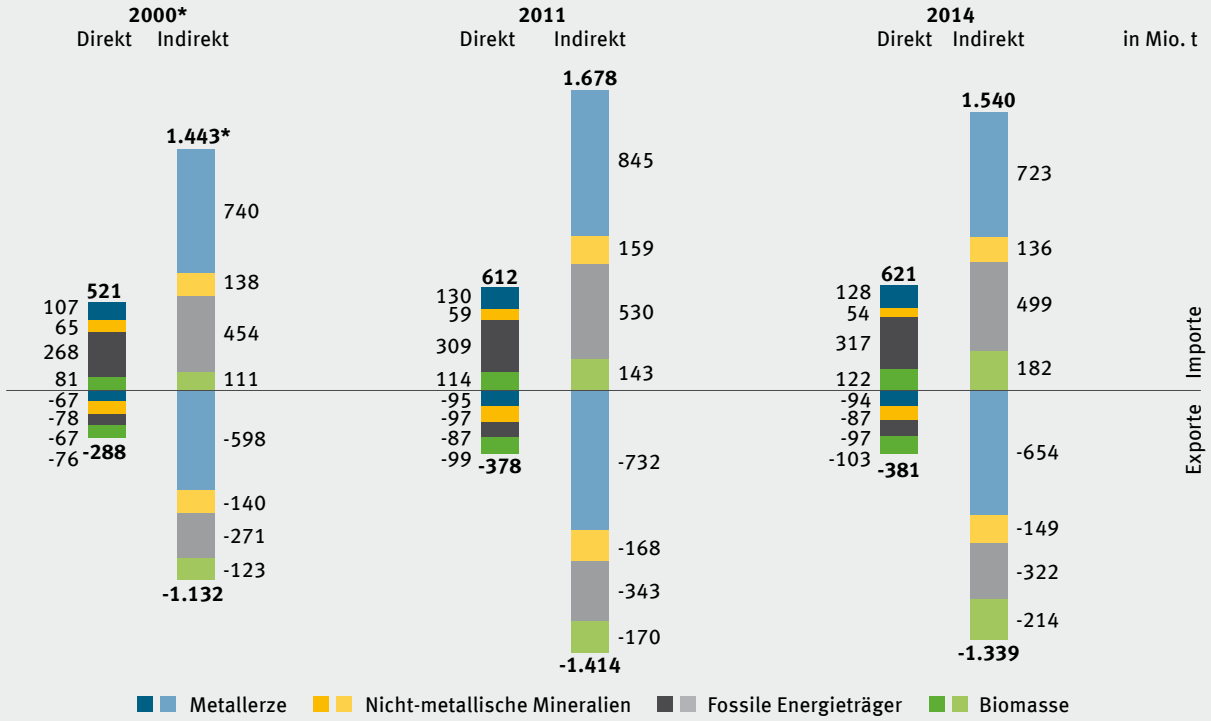
Abbildung 16 Quelle: Destatis, 2018

Betrachtet man den Zeitraum zwischen dem Referenzjahr 2011 des UBA Ressourcenberichts 2016 und dem aktuellen Referenzjahr 2014, nahmen die RMEs der Importe und Exporte ab, während die direkten Importe und Exporte im selben Zeitraum stiegen (⇢ Seiten 28/29, UBA Ressourcenbericht 2016). Während die direkten Flüsse um jeweils 1 % zunahmen, nahmen die RMEs der Importe um 8% und jene der Exporte um 5 % ab. Dies zeigt, dass über die letzten vier Jahre der Anteil indirekter Rohstoffflüsse sowohl bei Importen als auch bei Exporten zurückging. Der Rückgang der indirekten Flüsse insgesamt wurde jedoch durch eine bemerkenswerte Zunahme der indirekten Biomasseflüsse von Importen und Exporten um jeweils mehr als ein Viertel gedämpft.

Im langfristigen Trend stiegen die RMEs jedoch deutlich an (↘ Abb. 17). So nahmen die RMEs der Importe im Zeitraum von 2000 bis 2014 um 14 %, jene der Exporte sogar um 32 % zu. Bei Importen wie Exporten ist einmal mehr die Zunahme der RMEs der Biomasse hervorzuheben, welche sich jeweils etwa verdoppelten. Auch fossile Brennstoffe verzeichneten einen ähnlichen zunehmenden Trend bei Importen und Exporten (rund 20 %). Bei Metallerzen und nicht-metallischen Mineralien stiegen die RMEs der Exporte stark an (25 % und 20 %), während jene der Importe in etwa unverändert blieben. Auffallend ist, dass das Verhältnis zwischen direkten Flüssen und den RMEs bei Importen sowie Exporten im Unterschied zur jüngeren Vergangenheit im Zeitraum 2000 bis 2014 nahezu unverändert blieb, sie also etwa im gleichen Ausmaß zunahmen. Ebenso fällt auf, dass dieses Verhältnis bei Exporten (Faktor 3,5) deutlich höher war als bei Importen (Faktor 2,5). Ursachen für diese Entwicklungen können vielfältig sein und hängen von der Zusammensetzung der Importe und Exporte sowie der inländischen Verwendung ab. Eine genaue Analyse ist auf so hoch aggregierter Ebene schwierig und bedarf einer Untersuchung der Lieferketten-Struktur unter Einbeziehung der einzelnen jeweils im Inland und Ausland verwendeten Rohstoffe.

Importierte Rohstoffe und daraus gefertigte Produkte werden zum Teil direkt an die inländische Endnachfrage geliefert. Dies sind größtenteils Fertigprodukte, die keinen weiteren Verarbeitungsschritt in Deutschland durchlaufen, wie zum Beispiel im Ausland produzierte PKWs oder Mobiltelefone. Der andere Teil der importierten Rohstoffe fließt

Entwicklung von direkten und indirekten Rohstoff-Importen sowie Exporten Deutschlands, 2000 – 2014



* Die Werte des Jahres 2000 basieren auf einer früheren Revision der VGR und sind daher nicht direkt mit jenen für 2011 und 2014 vergleichbar.

Abbildung 17 Quellen: Destatis 2017 a, 2018

zur Weiterverarbeitung in die einzelnen Wirtschaftszweige Deutschlands. Diese weiterverarbeiteten Produkte dienen dann entweder der inländischen Endnachfrage oder werden mit vergrößerter Wertschöpfung als Halb- oder Fertigwaren wieder exportiert. Das Ausmaß der Weiterverarbeitung für den heimischen Konsum oder Export – und somit die Menge der damit verbundenen RMEs – variiert nach Rohstoffkategorien (↘ Abb. 18). Rund 76 % der gesamten im Inland entnommenen und importierten Biomasse floss 2014 in die deutsche Endnachfrage. Die restlichen 24 % wurden an die Nachfrage nach sogenannten Intermediärgütern (13 %) bzw. an die Endnachfrage (11 %) im Ausland geliefert. In der Kategorie der Metallerze zeigt sich ein gänzlich anderes Muster. Die fast zu 100 % aus dem Ausland importierten Metalle flossen 2014 zu rund 49 % in die heimische Endnachfrage, während ein beträchtlicher Anteil von 36 % auf den Export von Intermediärgütern entfiel. Dies zeigt die wichtige Rolle Deutschlands als Exporteur von Maschinen und anderen Produktionsgütern, welche vorwiegend metallische Rohstoffe enthalten. Rund 15 % der eingesetzten Metalle hatten die ausländische Endnachfrage als Endpunkt, etwa in Form von exportierten Fahrzeugen.

Direkte und indirekte Rohstoffflüsse durch die deutsche Wirtschaft nach Rohstoffkategorien, 2014

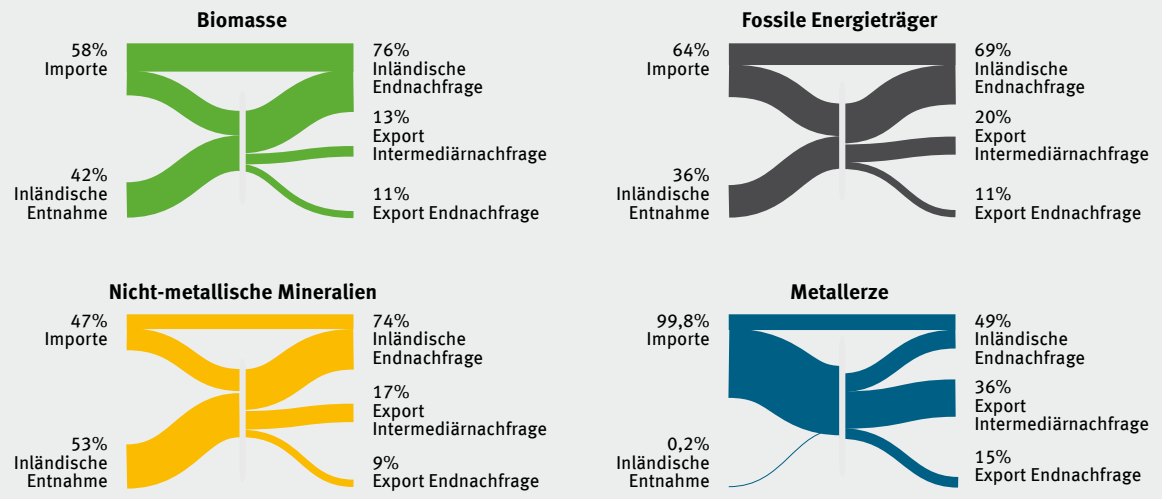


Abbildung 18 Quelle: WU, 2017a

Die geografische Herkunft der Rohstoffe

58 % der Rohstoffe, die für die Herstellung von Gütern verwendet wurden, stammten 2014 aus dem Ausland. Ein Großteil davon war als Vorleistungen in importierten Produkten oder ausländischen Dienstleistungen enthalten. Direkte und indirekte Rohstoffimporte sind sowohl für den heimischen Konsum als auch für den Export-Sektor von hoher Relevanz. Solche Importabhängigkeiten spielen eine wichtige Rolle hinsichtlich der Versorgungssicherheit eines Landes und verdeutlichen die Verantwortung für Produktionsbedingungen entlang von globalen Wertschöpfungsketten.

Die in Deutschland konsumierten oder für den Export weiterverarbeiteten Güter basieren auf Rohstoffen, die aus verschiedenen Teilen der Welt stammen. Je nach Produkt- und Rohstoffgruppe variiert das Verhältnis zwischen Rohstoffen aus inländischer Entnahme und aus Importen an der Gesamtmenge, die entlang der einzelnen Wertschöpfungsketten zum Einsatz kamen (dem sogenannten „Rohstoffeinsatz“ oder RMI). Dies liegt daran, dass Vorkommen und Zugänglichkeit von Rohstoffen und daraus resultierende Lieferketten geografisch sehr unterschiedlich ausfallen. Mit Hilfe von Wirtschafts-Umwelt-Modellen lässt sich der Ursprung der Rohstoffe nachverfolgen und quantifizieren (↖ Seiten 10/11, „Methodische Grundlagen“).

Während der Anteil von Rohstoffen mit ausländischem Ursprung am gesamten RMI im Jahr 2014 etwa 58 % ausmachte, betrug er bei Metallerzen 100 %, da Deutschland praktisch keine Erzvorkommen besitzt bzw. deren Ausbeutung nicht wirtschaftlich ist. Bei fossilen Energieträgern lag der Anteil bei 71 %, bei der Biomasse waren es 37 % und bei nicht-metallischen Mineralien lediglich 19 % (↘ Abb. 19).

Anteil der Importe am Rohstoffeinsatz (RMI) in Deutschland nach Rohstoffgruppen, 2014

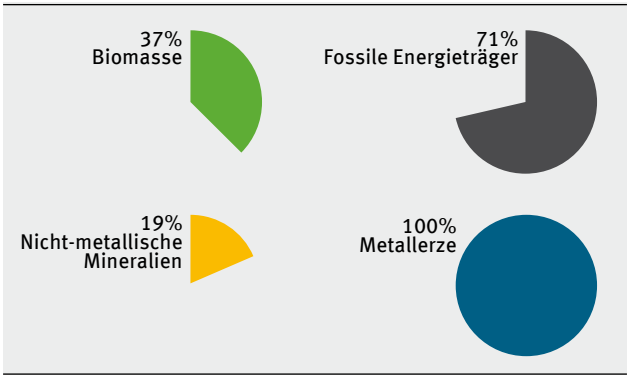


Abbildung 19 Quelle: Destatis 2018

Betrachtet man den inländischen und ausländischen Anteil für einzelne Rohstoffe (↘ Abb. 20), so zeigt sich, dass der Bezug aus dem Ausland bei manchen Rohstoffen nur eine kleine Rolle spielt. Beispiele hierfür sind Sand und Kies (7 %) oder Braunkohle (9 %). Bei bestimmten Rohstoffen ist

Inländischer und ausländischer Anteil am Rohstoffeinsatz (RMI) Deutschlands nach Primärrohstoffen, 2014

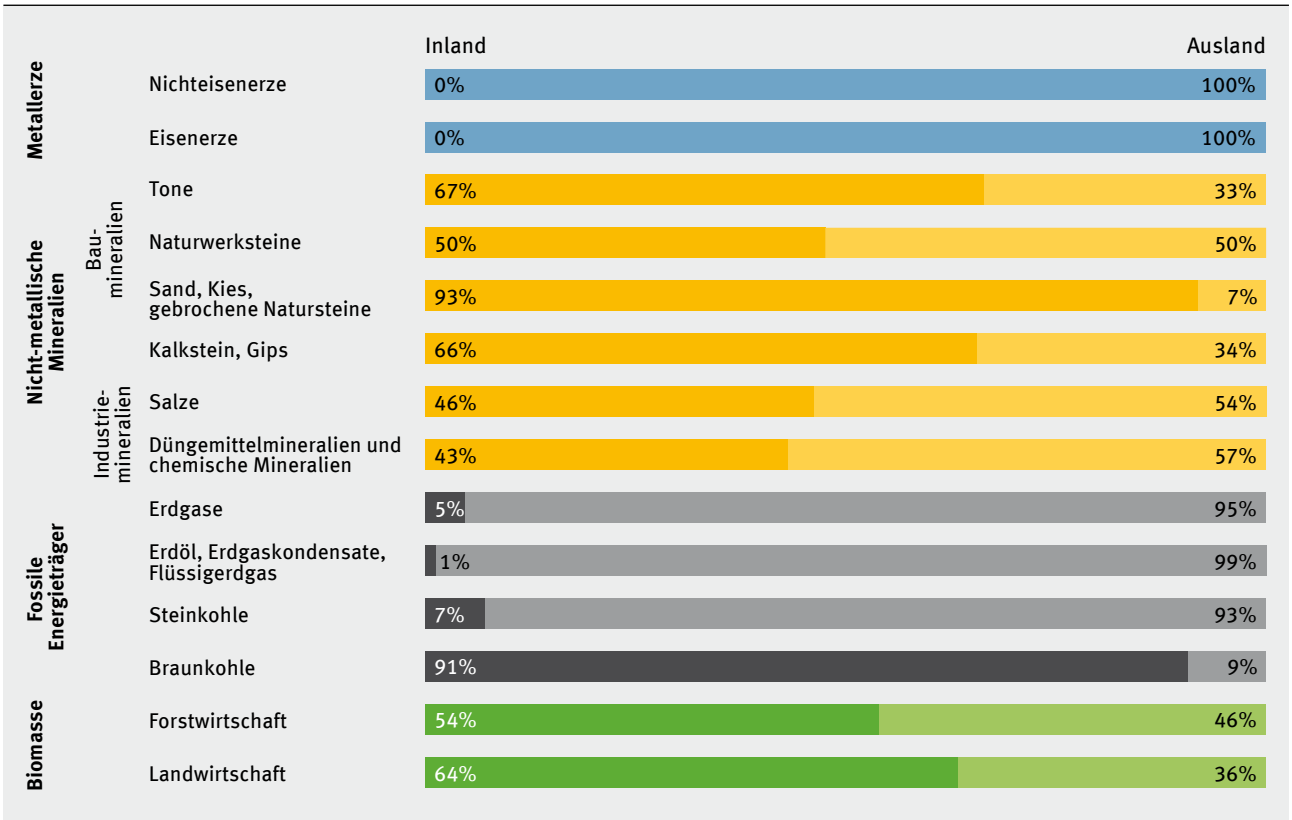


Abbildung 20 Quelle: Destatis 2018

Geografischer Ursprung des Rohstoffkonsums (RMC) Deutschlands nach Rohstoffgruppen und Weltregionen, 1995–2014

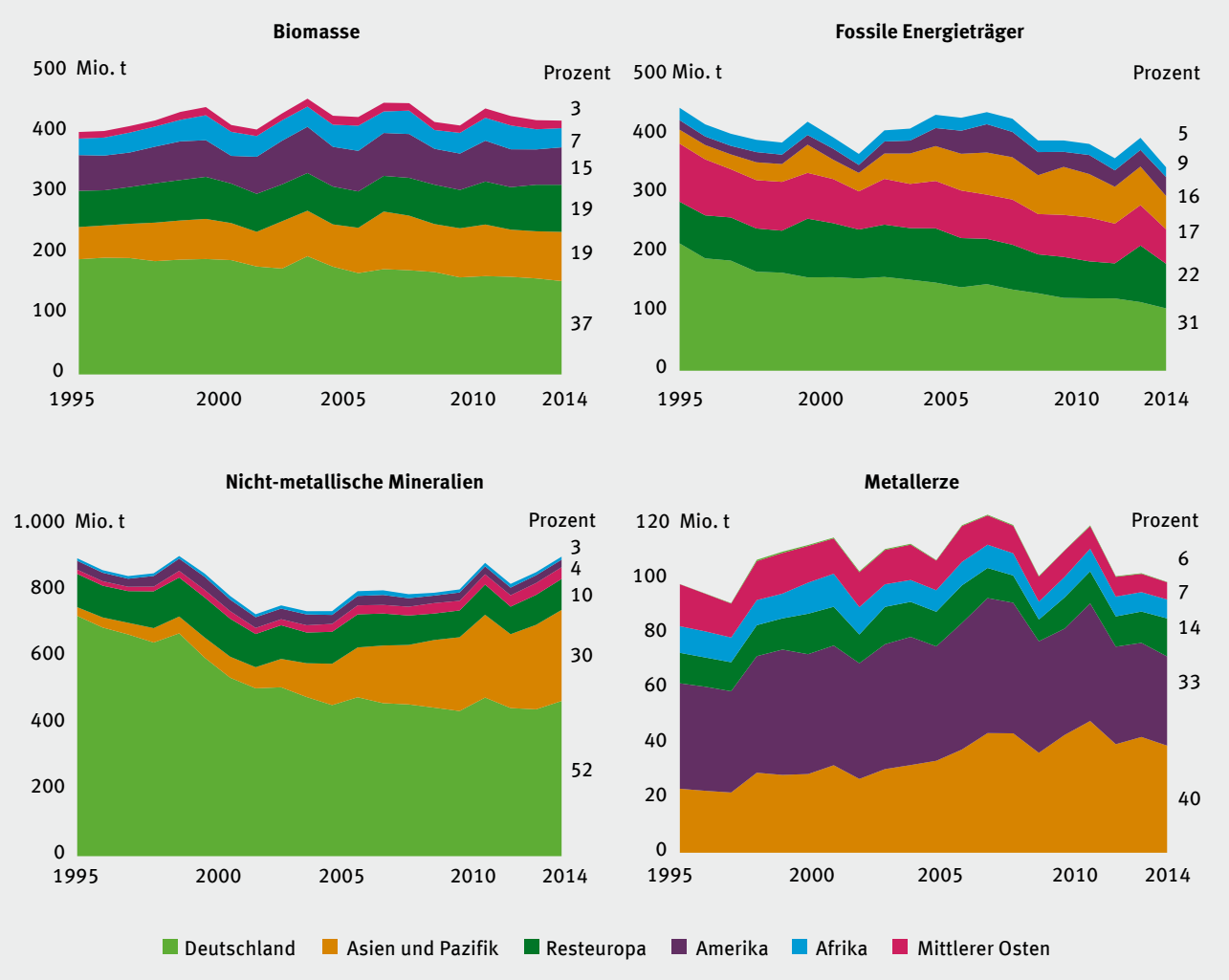


Abbildung 21 Quelle: WU, 2017a

Deutschland jedoch besonders stark auf Importe aus dem Ausland angewiesen. Dies trifft, wie bereits angesprochen, insbesondere auf Metallerze zu (100 %), aber auch auf fossile Energieträger wie Erdöl (99 %) und Erdgas (95 %). Diese Differenzierung kann auch einen Hinweis darauf geben, wie international die Lieferketten einzelner Sektoren sind. Neben dem energie- und metallverarbeitenden Sektor gilt dies auch für Sektoren wie die Pharmaindustrie oder die Landwirtschaft mit ihrem Bedarf an chemischen Produkten und Düngemitteln.

Fokussiert man auf die in Deutschland konsumierten Güter und Dienstleistungen erlauben die Modellberechnungen auch einen differenzierteren Blick auf die Herkunftsländer. Im Vergleich zum Jahr 2013 (⇢ Seiten 32/33, UBA Ressourcenbericht 2016), änderte sich die Herkunft kaum. Jeweils etwa ein Fünftel der Biomasse stammte aus einem anderen europäischen Land oder aus Asien. Bei fossilen Energieträgern waren Europa mit Russland (Gas) und Norwegen (Öl), der Mittlere Osten (Öl) sowie Asien mit China als bedeutender indirekter Kohlelieferant wichtige Rohstoffquellen.

Die Asien-Pazifik-Region, und hier speziell China, zählte 2014 zu den wichtigsten Zulieferländern für Deutschland, insbesondere für nicht-metallische Mineralien und Metallerze, beispielsweise in Form von Maschinenbauteilen oder fertigen Maschinen (↖ Abb. 21). Metallerze stammen fast ausschließlich aus dem Ausland (Asien-Pazifik 40 % und Amerika 33 %), wobei Länder wie China und Australien in der Asien-Pazifik-Region, wie auch lateinamerikanische Länder in der Region „Amerika“, eine zentrale Rolle als Rohstofflieferanten spielten.

Im Trend der Jahre 1995–2014 lässt sich eine deutliche Abnahme der Rohstoffe mit deutscher beziehungsweise europäischer Herkunft feststellen. Am deutlichsten sichtbar ist dies bei nicht-metallischen Mineralien, bei denen Deutschlands Anteil von 81 % auf 52 % sank. Aber auch bei fossilen Energieträgern (minus 17 Prozentpunkte) und Biomasse (minus 10 Prozentpunkte) spielen zunehmend andere Ursprungsländer eine Rolle. Alle Weltregionen gewinnen für die globalisierte Wirtschaft Deutschlands an Bedeutung. Allein der Anteil der Rohstoffflüsse aus der Region „Asien und Pazifik“ nach Deutschland nahm über alle vier Kategorien hinweg von 1995 bis 2014 um das Achtfache zu. Europäische Länder spielen vor allem bei Biomasse und bei fossilen Energieträgern eine bedeutendere Rolle als vor 20 Jahren.

Internationale Verflechtung: Das Beispiel Phosphor

Phosphor ist ein gutes Beispiel, um die Verflechtung Deutschlands innerhalb des internationalen Rohstoffhandels zu veranschaulichen. Wie die meisten anderen Staaten Europas ist auch Deutschland bei der Nutzung dieses Rohstoffs zu 100 % von Importen abhängig. Die weltweiten Vorkommen phosphorhaltiger Mineralien konzentrieren sich dabei auf wenige Länder. Mehr als 17 Kilogramm Phosphat pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche wurden 2015 in Deutschland aufgebracht. Dies entsprach einer Gesamtmenge von knapp 288.000 Tonnen.

Phosphor ist ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen und Tiere und zusammen mit Stickstoff und Kali ein zentraler Bestandteil von Düngemitteln. In Deutschland wurden im Jahr 2014 knapp 288.000 Tonnen an Phosphor in Form von Düngemitteln im Gesamtwert von 252 Millionen Euro ausgeliefert (↘ Abb. 22). Im Jahr davor waren es noch 301.000 Tonnen. Aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit und der Auswirkungen seiner Nutzung ist Phosphor von besonders hoher strategischer wie ökologischer Relevanz.

Im langfristigen Trend 1999–2015 sank die Menge von als Düngemittel in Deutschland genutztem Phosphor um etwa 32 %. So lag der Wert im Jahre 1999 noch um 133.000 Tonnen höher als in 2015. Abgesehen von einigen Schwankungen, war in dieser Periode eine sukzessive Abnahme der Phosphormenge feststellbar. Eine Ausnahme stellt hier das Jahr 2008 dar, in dem sie sich fast halbierte. Diese Entwicklung spiegelt auch den Einbruch bei der heimischen Entnahme von Düngemittelmineralien, insbesondere von Pottasche, wider (↖ Seiten 14/15, „Nichtnachwachsende Rohstoffe“). Aufgrund der Wirtschaftskrise und den steigenden Preisen wurde weniger Düngemittel gekauft und Lagerbestände verstärkt abgebaut.

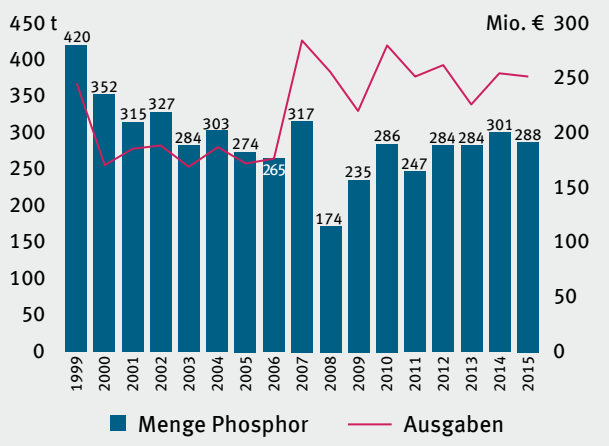
Phosphor ist auch ein gutes Beispiel für einen Rohstoff mit fluktuierenden und vom Weltmarkt abhängigen Preisen. Während bis 2006 in etwa 60 Cent pro Kilogramm Phosphat (Form des Phosphors in Düngemitteln) bezahlt wurde, stieg der Preis bis zum Jahr 2008 sprunghaft an und erreichte fast 1,5 Euro pro Kilogramm. Durch den Ankauf großer Mengen im Jahr 2007 erhöhten sich die Ausgaben auf 285 Millionen Euro, was dem Höchstwert für die gesamte Periode 1999–2015 entspricht. Während der Phosphor-Preis 2009 wieder sank, blieb er mit einer Größenordnung von etwa 90 Cent etwa 50 % über dem Niveau vor der Wirtschaftskrise seit 2008. Obwohl also die eingesetzten Phosphormengen über die Zeit abnahmen, verzeichneten die Ausgaben ein Plus von 3 %.

In signifikanter Menge kommt Phosphor in der Natur nur in Mineralien gebunden vor, wobei der Gehalt an verwendbarem Phosphat (P_2O_5) stark variieren kann (USGS, 2016). Eine andere Quelle für Phosphor sind Ablagerungen von Vogelkot von Meeresvögeln, der sogenannte Guano. 90 % des abgebauten Phosphors werden dabei für Düngemittel verwendet (Lange, 2009).

Eine Besonderheit der Phosphatmineralien ist die starke geografische Konzentration der Lagerstätten in wenigen Regionen der Welt. Allein in Marokko und der Westsahara befinden sich knapp drei Viertel der weltweiten Vorkommen. In China, dem Land mit den zweitgrößten Vorkommen, befinden sich nur 5 % (↘ Abb. 23)(USGS, 2015 a). Trotzdem ist China der größte Phosphor-Produzent weltweit und förderte im Jahr 2015 120 Millionen Tonnen. Zusammen mit Marokko und der Westsahara (29 Mio. t) sowie den USA (27 Mio. t) ist China für 73 % des weltweiten Abbaus von Phosphormineralien verantwortlich. Deutschland bezieht den eingesetzten Phosphor hingegen größtenteils aus anderen Förderländern, nämlich aus Russland und Israel (United Nations, 2017).

Aufgrund der Verdreifachung der weltweiten Phosphor-Produktion seit dem Jahr 1970 (UN IRP, 2017) und der Konzentration der Lagerstätten auf zum Teil politisch instabile Regionen zählt Phosphor heute bereits zu den kritischen Rohstoffen (⇢ Box). Lieferengpässe und die oben angesprochenen volatilen Preisentwicklungen sind besonders für Länder wie Deutschland ein Risiko, da sie eine stark industrialisierte Landwirtschaft aber keine natürlichen Phosophor-Lagerstätten haben. Nicht nur in ökonomischer Hinsicht, sondern auch in ökologischer Hinsicht kann die Verwendung von Phosphor problematisch sein, da Düngemittel und ihre Inhaltstoffe nicht nur positive Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum zeigen. Durch ineffiziente Nutzung (wie beispielsweise Überdüngung) landet ein großer Teil des aufgebrachten Phosphors nicht bei den Pflanzen,

Entwicklung der Phosphor-Nutzung und Ausgaben in Deutschland, 1999–2015



Jahre beziehen sich auf das Wirtschaftsjahr, das am 1. Juli beginnt und am 30. Juni des folgenden Jahres endet (z.B. 2015 für das Wirtschaftsjahr 2015/2016).
Phosphor-Mengenangaben beziehen sich auf P_2O_5-Gehalt.

Abbildung 22 Quelle: Destatis, 2016 a

Weltweite Phosphor-Lagerstätten, -Abbau und -Konsum, 2014

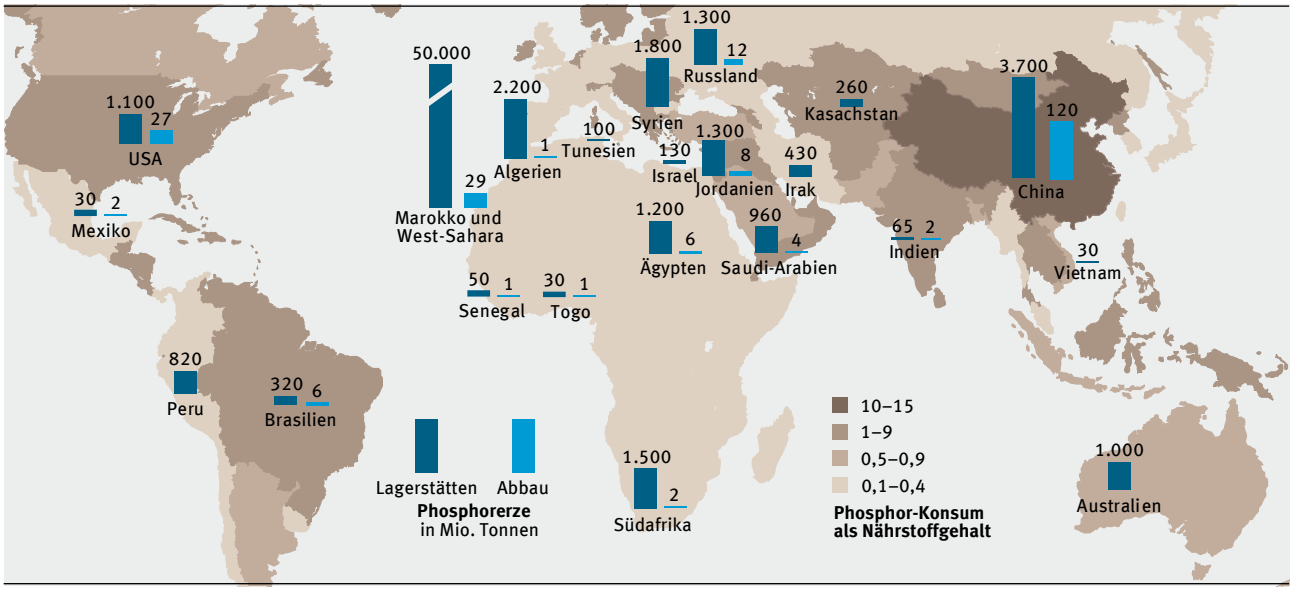


Abbildung 23 Quellen: FAOSTAT, 2017; USGS, 2015 b und 2016

sondern wird durch Auswaschung und Erosion in Gewässer eingetragen. Inhaltsstoffe gelangen dadurch in Fließgewässer, Seen und Meere und führen zusammen mit dem Abwasser der Städte zu einer Überversorgung mit Nährstoffen (Eutrophierung). Als Konsequenz kommt es zu Algenwachstum und Sauerstoffarmut, die bis hin zu Fischsterben oder dem Aufkommen giftiger Blaualgen reichen kann (Destatis, 2016 d). Auf globaler Ebene hat die Nutzung von Phosphor dadurch nachhaltige Grenzwerte längst überschritten (Steffen et al., 2015).

Die Landwirtschaft kann somit Auswirkungen weiter flussabwärts und auch in weit entfernten Gebieten wie dem Donaudelta am Schwarzen Meer haben. Deshalb sollen bis 2030 gewässertypische Orientierungswerte, die in der Oberflächengewässerverordnung angegeben sind, an allen Messstellen eingehalten werden (Deutsche Bundesregierung, 2016 a). Neben dem wirtschaftlichen Risiko und dem Problem der Eutrophierung sind die Umweltauswirkungen des Phosphatabbaus ein weiterer Grund, eine effizientere Nutzung von Phosphor anzustreben. So hat Phosphatgestein häufig einen sehr hohen Cadmium- und Urangehalt (World Nuclear Association, 2015). Dies kann sowohl bei der Verwendung in Düngemitteln als auch beim Abbau selbst durch Staubbildung bzw. verunreinigtes Grundwassers zu Kontamination führen.

Klärschlamm aus Abwasserbehandlungsanlagen ist eine alternative Quelle für Phosphor, deren Potential zur vollständigen Substitution allerdings noch nicht ausgeschöpft ist. Im Jahr 2017 wurden jedoch Düngerecht und Klärschlammverordnung novelliert. In diesen werden die bisher geltenden Anforderungen an die bodenbezogene Klärschlammverwertung verschärft, vor allem aber erstmals umfassende Vorgaben zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen und Klärschlammverbrennungsaschen gegeben (Deutsche Bundesregierung, 2017a, 2017b).

Kritikalität von Rohstoffen

Um die Knappheit von Rohstoffen zu beurteilen, können sogenannte Kritikalitäten analysiert werden. Ein Rohstoff wird dabei als kritisch eingestuft, wenn seine Bereitstellung gefährdet und eine Firma oder eine Volkswirtschaft dadurch von Lieferengpässen bedroht ist. Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Ansätze zur Bewertung der Kritikalität von Rohstoffen (weiter)entwickelt. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) entwickelt eine Methode, die drei Kriterien-Bereiche umfasst: (1) geologische, technische und strukturelle Kriterien, (2) geopolitische und regulatorische Kriterien und (3) wirtschaftliche Kriterien (VDI, 2016). Die existierenden Ansätze sind jedoch nicht umfassend genug, da sie die ökologische Komponente nicht miteinbeziehen. Erst die Beachtung von ökologischer Kritikalität ermöglicht es, Maßnahmen zu gestalten, die verantwortungsbewussten Bergbau und Beschaffung sicherstellen.

Vor diesem Hintergrund untersucht das Projekt ÖkoRess des Umweltbundesamtes, ob und wie Umweltaspekte in Kritikalitätskonzepte aufgenommen werden sollten. Ein Rohstoff wird dabei als ökologisch kritisch eingestuft, wenn seine bergbauliche Gewinnung ein hohes Umweltgefährdungspotential aufweist und gleichzeitig von großer Bedeutung für ein Unternehmen oder eine Volkswirtschaft ist. Für die Analyse wurde ein Indikatoren-System entwickelt, mit dessen Hilfe ermittelt werden kann, wie wahrscheinlich und in welchem Ausmaß negative Auswirkungen von Abbau- und Verarbeitungsprozessen auftreten. Diese Art der Analyse ist qualitativ. Zu deren Einordnung werden zwei quantitative Indikatoren einbezogen, die die Größenordnung der weltweiten Produktion in Energie- bzw. Masseneinheiten abbilden (UBA, 2017 b).

Die Rolle der Wirtschaft

2.653
Mio. Tonnen
-5,0%

2.665
Mio. Tonnen
+0,5%

2.643
Mio. Tonnen
-0,8%

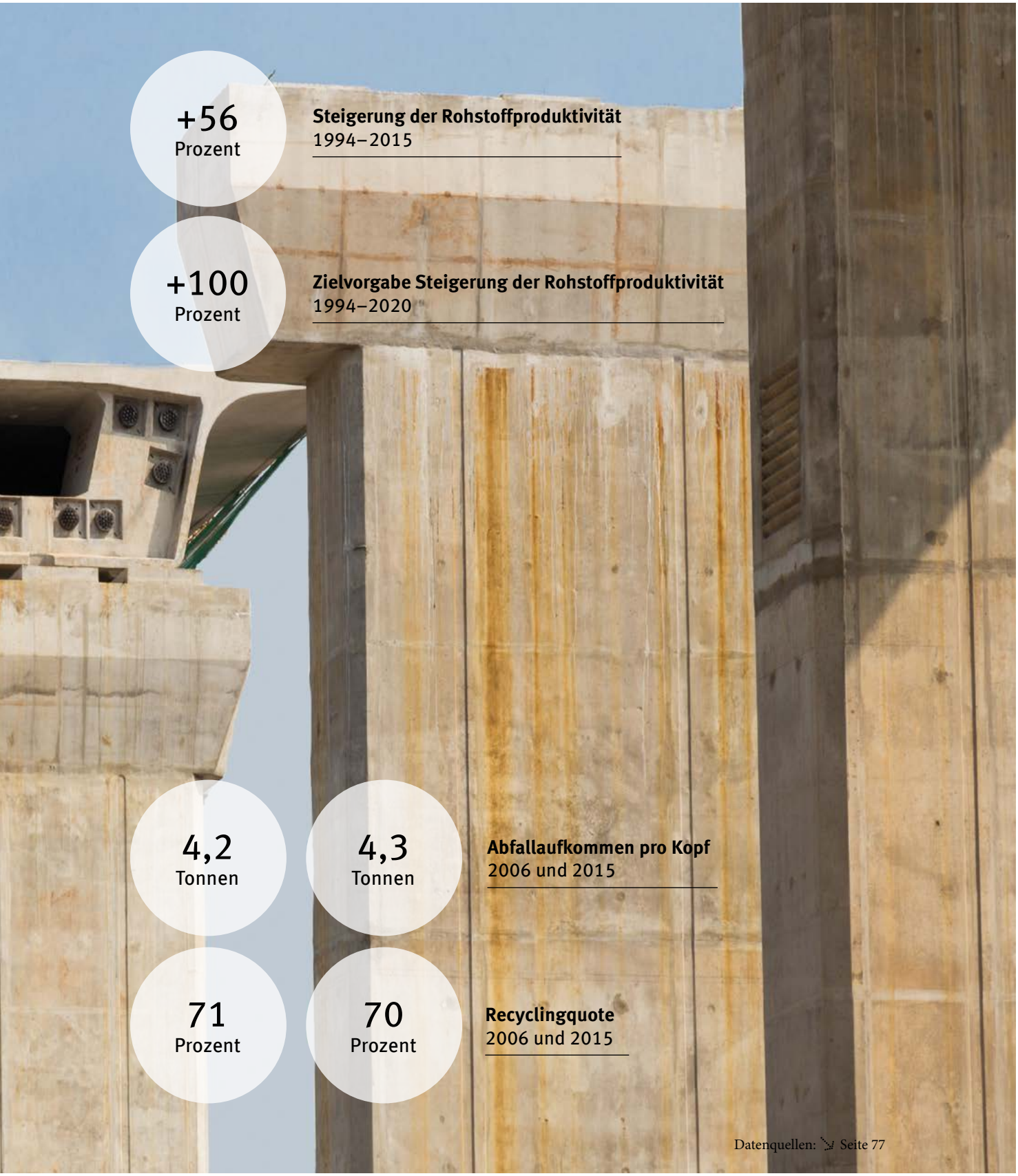
Rohstoffeinsatz (RMI)
2012, 2013, 2014, Veränderung zum Vorjahr

1,9
Prozent

Durchschnittliche jährliche Zunahme der Gesamtrohstoffproduktivität
2010–2014

1,5
Prozent

Zielvorgabe jährliche Zunahme der Gesamtohstoffproduktivität
2010–2030



+56 Prozent
Steigerung der Rohstoffproduktivität
1994–2015

+100 Prozent
Zielvorgabe Steigerung der Rohstoffproduktivität
1994–2020

4,2 Tonnen **4,3 Tonnen**
Abfallaufkommen pro Kopf
2006 und 2015

71 Prozent **70 Prozent**
Recyclingquote
2006 und 2015

Datenquellen: ↘ Seite 77

Rohstoffeinsatz in der Wirtschaft

Die Wirtschaft benötigt für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen große Mengen an Rohstoffen. Der sogenannte Primärohstofeinsatz (RMI) betrug 2014 2,6 Milliarden Tonnen, die entlang der Wertschöpfungsketten eingesetzt wurden. Die Lieferstrukturen der Vorprodukte einzelner Wirtschaftssektoren unterscheiden sich dabei stark und werden mit zunehmender Globalisierung immer komplexer.

Unter dem (Primär-)Rohstoffeinsatz (engl.: Raw Material Input, RMI) versteht man alle Rohstoffe, die eine Volkswirtschaft, sowohl direkt in der Produktion als auch indirekt über die eingesetzten Vorprodukte, verwendet um Güter herzustellen. Der RMI setzt sich aus der Gesamtmasse der im Inland entnommenen Primärrohstoffe und der in Rohstoffäquivalente umgerechneten importierten Rohstoffe sowie Halb- und Fertigwaren zusammen (Seiten 28/29, „Die geografische Herkunft der Rohstoffe“). Er erfasst somit jene Menge an Rohstoffen, aus denen die Wirtschaft ihre Wertschöpfung kreiert.

Im Jahr 2014 betrug der RMI Deutschlands 2,6 Milliarden Tonnen (Rohstoffäquivalente), wobei 58 % davon über Vorlaufketten von ausländischen Quellen bezogen wurden (Seiten 28/29, „Die geografische Herkunft der Rohstoffe“). Der Rückgang um 1 % gegenüber dem Vorjahr war gegenläufig für den Trend der letzten Jahre – seit 2010 nahm der Rohstoffeinsatz um 1 % zu (Abb. 24). Verkettet man die Abschätzungen der Perioden 2000 – 2010 und 2010 – 2014, so nahm der RMI 2000 – 2014 sogar um 4 % zu.

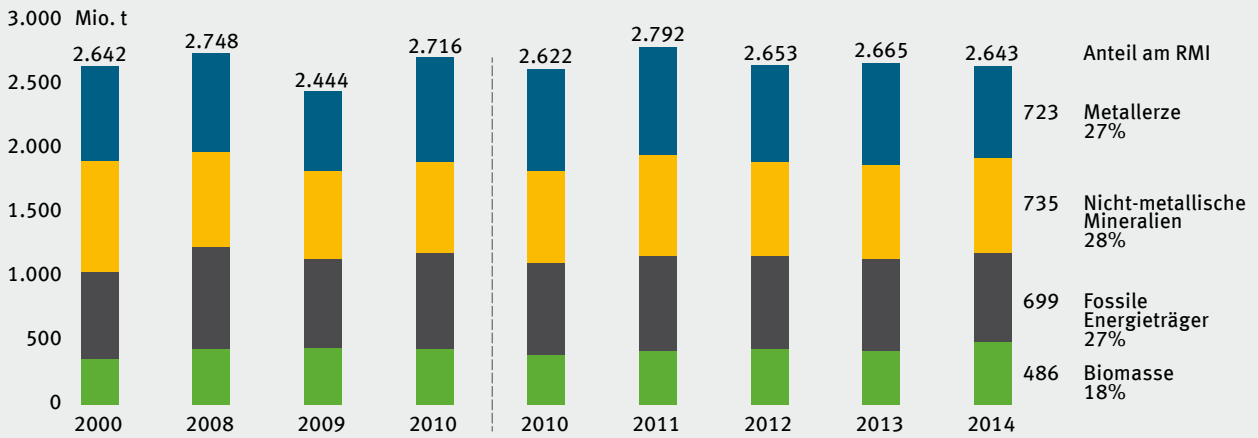
Betrachtet man die Aufteilung des RMI auf einzelne Materialgruppen, zeigt sich, dass Metallerze, fossile Energieträger und nicht-metallische Mineralien mit 26 – 28 % in etwa gleiche Anteile an der Gesamtmenge haben. Lediglich der Anteil der Biomasse liegt mit 18 % etwas darunter. Die deutsche Wirtschaft gleicht über den Handel die eingeschränkte Verfügbarkeit von einzelnen Rohstoffen aus. Die inländische Entnahme von Metallerzen ist beispielsweise marginal (Seiten 14/15, „Nicht-nachwachsende Rohstoffe“), über Importe werden jedoch in der Produktion von Gütern und Dienstleistungen direkt und indirekt 723 Millionen Tonnen eingesetzt. Metallerze stellen damit den größten Importfluss in RMEs dar.

Möchte man den Rohstoffeinsatz für einzelne Sektoren/-gruppen berechnen, so kann dies nur für die Produktion von Endnachfragegütern und Dienstleistungen getan werden, da es sonst zu Doppelzählungen kommt. Beispielsweise würde die Menge an Eisenerz, die in der Produktion von Stahlblechen eingesetzt wird und dem verarbeitenden Sektor zugerechnet wird, zusätzlich auch dem Automobilsektor zugerechnet werden, der das Stahlblech schlussendlich verbaut.

Betrachtet man also nur die in Deutschland produzierten Endnachfragegüter, die im In- oder Ausland konsumiert wurden, betrug der Rohstoffeinsatz 2014 1.475 Millionen Tonnen*, was einer schwachen Zunahme von 1 % im Vergleich zu 2013 entsprach. Im langfristigen Trend kann eine Abnahme von 7 % im Zeitraum 1995 – 2014 beobachtet werden (WU 2017 a). Das bedeutet, dass der Rohstoffeinsatz der deutschen Wirtschaft für die Produktion von Endnachfragegütern nur unwesentlich abnahm.

Der Rohstoffeinsatz für Endnachfragegüter unterscheidet sich stark nach Primär-, Sekundär- und Tertiärsektor. Der Primärsektor besteht aus jenen wirtschaftlichen Akteuren,

Rohstoffeinsatz (RMI) in Deutschland nach Materialgruppen, 2000 – 2014



Für die Perioden 2000-2010 und 2010-2014 wurden unterschiedliche Revisionen der VGR herangezogen; d.h. sie basieren auf unterschiedlichen Berechnungsgrundlagen. Während die absoluten Werte nicht direkt vergleichbar sind, können Trendentwicklungen kombiniert werden.

Abbildung 24 Quelle: Destatis, 2018

* Der Unterschied zwischen den im UBA Ressourcenbericht 2016 berichteten 1,9 Mrd. Tonnen im Jahr 2011 und den hier angeführten knapp 1,5 Mrd. Tonnen in 2014 liegt nicht in einem tatsächlichen Rückgang begründet, sondern vielmehr in einer Adaptierung der Datengrundlage, der EXIOBASE 3.3. In den neuen Berechnungen beträgt der Wert für 2011 gut 1,5 Mrd. Tonnen.

Rohstoffeinsatz (RMI) für die in Deutschland produzierten Endnachfragegüter, 2014

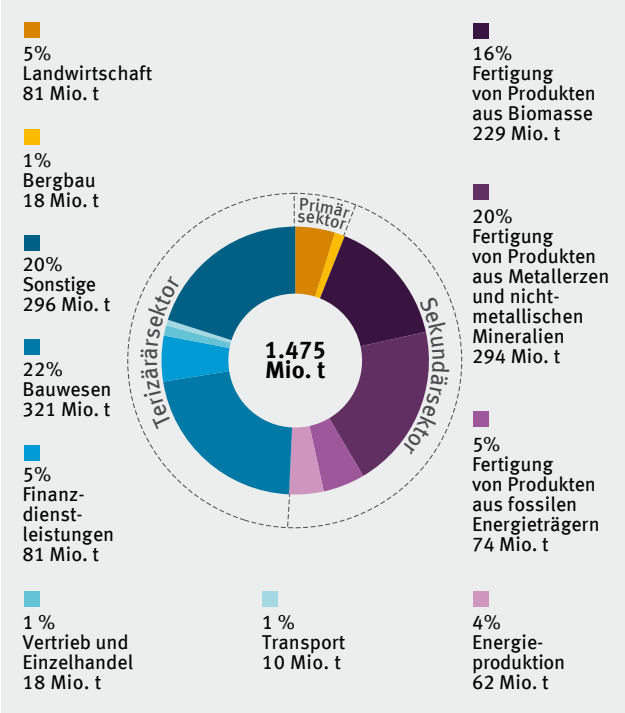


Abbildung 25 Quelle: WU, 2017 a

Vergleich der Lieferketten-Struktur ausgewählter aggregierter Sektoren, 2014

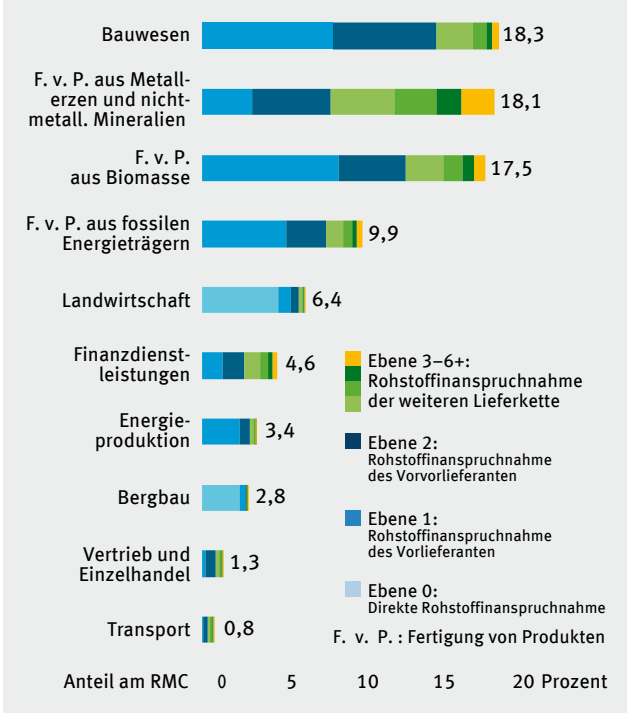


Abbildung 26 Quelle: WU, 2017 a

die Rohstoffe direkt aus der Umwelt entnehmen. Im Sekundärsektor werden die gewonnenen Biomasse, Metallerze und nicht-metallischen Mineralien sowie die fossilen Energieträger in Halb- und Fertigprodukte verarbeitet. Dem Tertiärsektor werden vor allem Dienstleistungen zugeordnet. Den größten Anteil am RMI für Endnachfragegüter hat mit 49 % der Tertiärsektor. Der Sekundärsektor ist für 45 % verantwortlich, während der Primärsektor mit 6 % einen vergleichsweise geringen Anteil am RMI hat (↖ Abb. 25).

Das Bauwesen hatte 2014 mit mehr als 320 Millionen Tonnen und 22 % der Gesamtmenge den größten Anteil aller deutschen Wirtschaftssektoren, gefolgt von der Fertigung von Produkten aus Metallerzen und nicht-metallischen Mineralien (z. B. die Automobilindustrie) beziehungsweise aus Biomasse (z. B. die Nahrungsmittelverarbeitung) mit knapp 300 Mio. (20 %) und 230 Mio. Tonnen (15 %). Diese drei Sektoren waren 2014 für 57 % des gesamten Rohstoffeinsatzes verantwortlich.

Alle Sektoren benötigen nicht nur direkt eingesetzte Rohstoffe – beispielsweise Mineralien im Bauwesen oder Produkte der Landwirtschaft in der Lebensmittelherstellung (⇢ Seiten 36/37, UBA Ressourcenbericht 2016). Über immer stärker verzweigte Lieferketten wird auch der indirekte Einsatz von Rohstoffen zunehmend wichtig (↘ Abb. 26). Zum Beispiel setzen auch Dienstleistungssektoren indirekt fossile Brennstoffe ein, etwa durch die Verwendung von IKT, für deren Produktion Energie notwendig ist. In Summe kommen, wie zu Beginn erwähnt, 58 % des gesamten Rohstoffeinsatzes aus dem Ausland.

Ein besseres Verständnis für die Veränderung des indirekten Rohstoffeinsatzes erlangt man bei Berücksichtigung der Komplexität der Lieferketten der einzelnen Sektoren. Dabei wird analysiert, in wievielen Lieferschritten (Ebenen) vor der tatsächlichen Produktion welche Menge an Rohstoffen durch direkte Entnahme eingesetzt wurde.

Wenig überraschend entnehmen Primärsektoren wie Landwirtschaft und Bergbau den Großteil der von ihnen genutzten Rohstoffe selbst (Ebene 0 in ↖ Abb. 26). Aber auch hier kommen Rohstoffe in vorgelagerten Lieferschritten zum Einsatz (v.a. Ebene 1) – beispielsweise Bauteile oder Treibstoff für Abbaumaschinen. Verarbeitende Sektoren wie die Fertigung von Produkten oder das Bauwesen haben relativ kurze Lieferketten, entnehmen aber selbst keine Rohstoffe. Die meisten Entnahmen finden somit einen Verarbeitungsschritt (Ebene 1) oder zwei Verarbeitungsschritte (Ebene 2) vor der Produktion dieser Sektoren statt.

Bei Dienstleistungssektoren sind die indirekten Lieferketten von Rohstoffen hingegen sehr komplex. Dies wird dadurch ersichtlich, dass ein wichtiger Teil der Rohstoffentnahmen auf der Ebene 3 oder noch höheren Ebenen stattfindet, also mindestens drei Verarbeitungsschritte vor der Erbringung der jeweiligen Dienstleistung. Rohstoffe werden somit auf zahlreichen vorgelagerten Ebenen entnommen, um am Ende die jeweilige Dienstleistung zu ermöglichen.

Aus den unterschiedlichen Strukturen der Lieferketten ergeben sich unterschiedliche Strategien, den Ressourceneinsatz entlang der Wertschöpfungsketten zu reduzieren. In Sektoren mit kurzen Lieferketten kann der Ressourceneinsatz v. a. durch Effizienzmaßnahmen in den Sektoren selbst bzw. ihrer direkten Zulieferer verringert werden. In Sektoren mit komplexeren Lieferketten muss eine Vielzahl von Zulieferketten und involvierten Akteur/-innen adressiert werden.

Entwicklung der Rohstoffproduktivität

Die Erhöhung der Rohstoffproduktivität und damit die Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Rohstoffeinsatz und seinen negativen Umweltauswirkungen ist ein zentrales Ziel einer nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen. Die Rohstoffproduktivität, also das Verhältnis von Wertschöpfung zu Rohstoffeinsatz, konnte in Deutschland im Zeitraum 1994 – 2015 um 56 % gesteigert werden. Der Indikator Gesamtrohstoffproduktivität, der auch die indirekten Materialströme der Einfuhren nach Deutschland berücksichtigt, stieg in den letzten Jahren um durchschnittlich 1,9 % pro Jahr.

In der Wirtschaft ist die Produktivität eine wichtige Maßzahl, die das Verhältnis zwischen produzierten Gütern oder Dienstleistungen (beziehungsweise der damit gewonnenen Wertschöpfung) und den dafür benötigten Produktionsfaktoren beschreibt. Die Rohstoffproduktivität zeigt demnach an, wie viel Euro an Wertschöpfung pro Rohstoffeinheit erwirtschaftet werden konnte. Eine Steigerung der Rohstoffproduktivität, bei der die Wirtschaft schneller wächst als die Rohstoffnutzung, wird als relative Entkopplung bezeichnet. Wichtigstes Ziel für eine nachhaltige Rohstoffnutzung ist jedoch, bei anhaltendem Wirtschaftswachstum einen Rückgang der Rohstoffnutzung zu erreichen – die sogenannte absolute Entkopplung.

In Deutschland kommen zwei unterschiedliche Indikatoren zur Anwendung, um Entkopplung zu messen. Mit dem Indikator „Rohstoffproduktivität“ wird dargestellt, wie effizient abiotische Primärmaterialien für die Erwirtschaftung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Deutschland eingesetzt wurden. Die Rohstoffproduktivität steht damit für den Produktionsfaktor Rohstoff in Analogie zur Arbeits- und Kapitalproduktivität. Für die Ermittlung wird das Bruttoinlandsprodukt (BIP) mit den in Deutschland eingesetzten abiotischen, also nicht-erneuerbaren Materialien in Beziehung gesetzt. Die abiotischen Materialien umfassen jene aus der inländischen Rohstoffentnahmen sowie aus direkten Importen (abiotischer Direkter Materialeinsatz, DMI_{abiot}). Das zweite Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess II) sieht in Anlehnung an die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie vor, die Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 1994 zu verdoppeln (Deutsche Bundesregierung, 2016 a, 2016 b). Die Rohstoffproduktivität nahm im Zeitraum 1994 – 2015 um 56 % zu (↘ Abb. 27, links). Um das Ziel zu erreichen, müsste also in den verbleibenden fünf Jahren beinahe dieselbe Steigerung geschafft werden wie in den vorangegangenen 21 Jahren (Destatis, 2017 b).

Der abiotische Direkte Materialeinsatz beinhaltet zwar die direkten, nicht aber die indirekten Materialströme der Einfuhren (↖ Seite 26/27, „Indirekte Importe und Exporte“). Im Rahmen von ProgRess II und der Neuauflage der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie 2016, wurde der Indikator „Rohstoffproduktivität“ daher um die „Gesamtrohstoffproduktivität“ ergänzt. Dafür wird der Primärrohstoffeinsatz

Entwicklung der Rohstoffproduktivität, 1994 – 2015 (links) und der Gesamtrohstoffproduktivität, 2000 – 2014 (rechts) in Deutschland

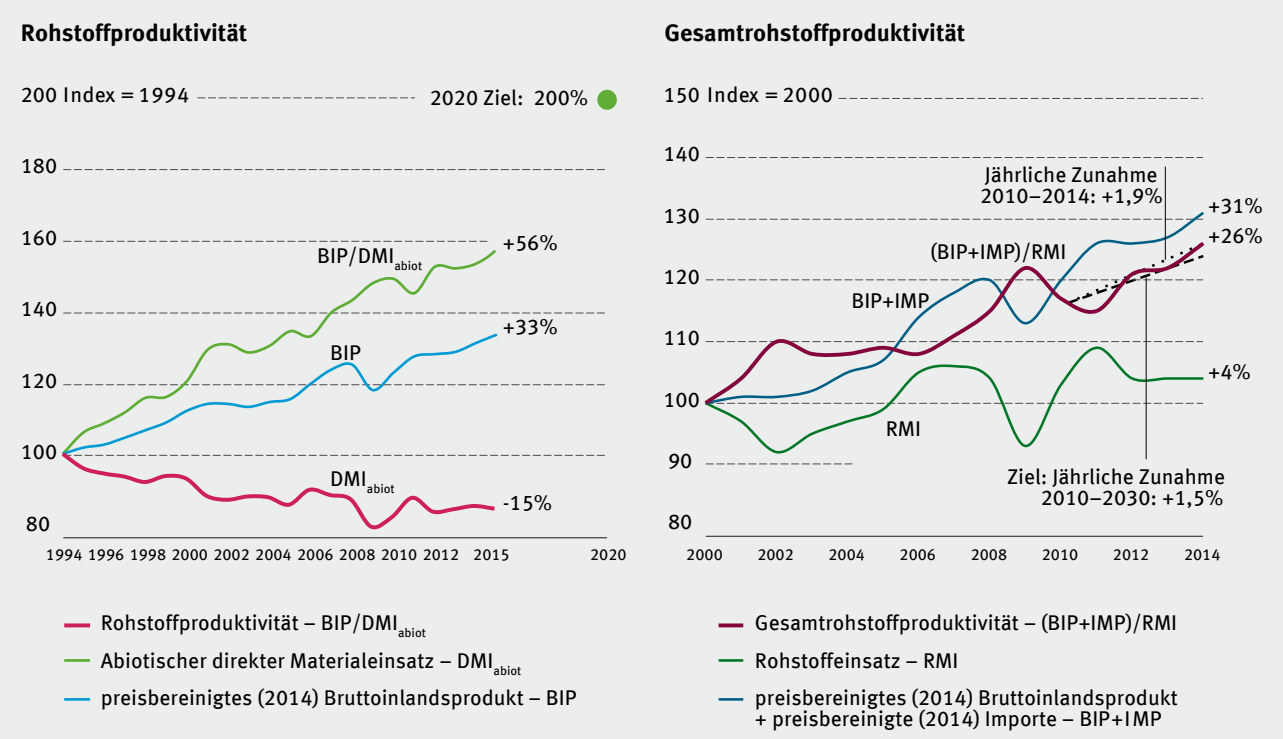


Abbildung 27 Quellen: Destatis, 2017 b, 2018

Entkopplungstrends im internationalen Vergleich, 1995–2014

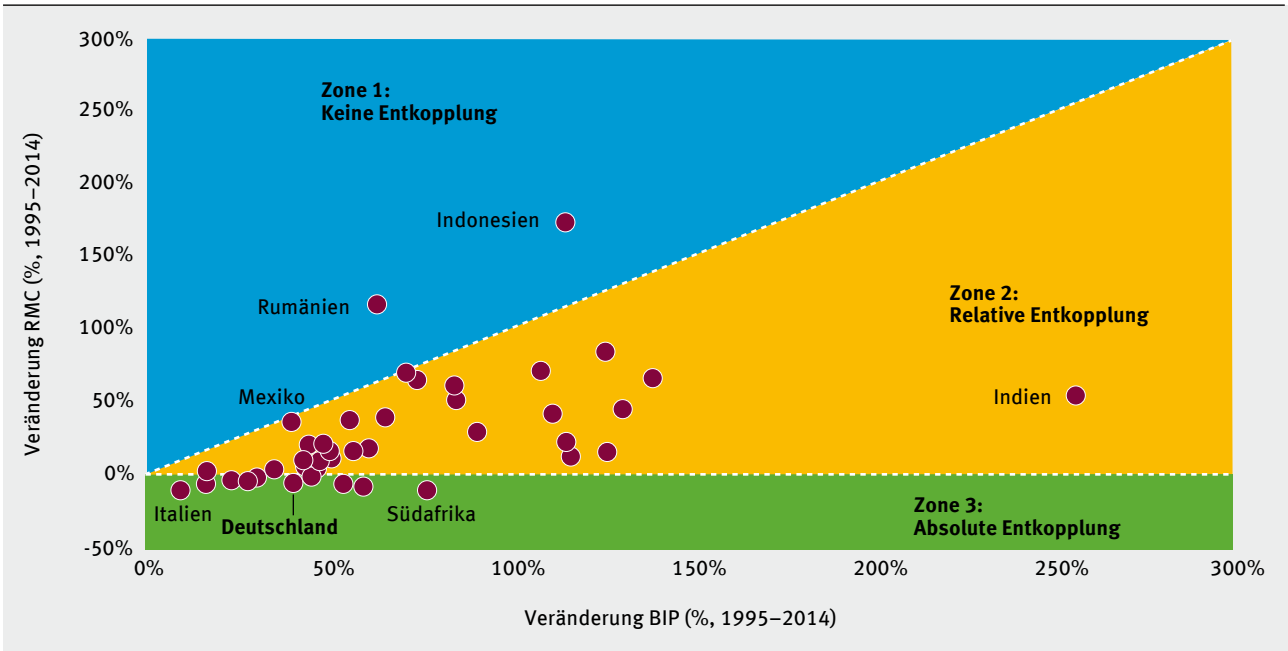


Abbildung 28 Quelle: WU, 2017 a

(↖ RMI; Seiten 34/35, „Rohstoffeinsatz in der Wirtschaft") mit der gesamten Wertschöpfung, die mit diesen Rohstoffen geschaffen wurden, ins Verhältnis gesetzt, also mit der Summe aus Bruttoinlandsprodukt (BIP) und dem Wert der Importe. Die Bundesregierung hat sich in ProgRess II das Ziel gesetzt, die Wachstumsrate des Zeitraums 2000–2010 von rund 1,5 % bis zum Jahr 2030 fortzusetzen. Dies entspricht einer Steigerung der Gesamtrohstoffproduktivität gegenüber 2010 um 30 %. Die durchschnittliche Wachstumsrate in den Jahren 2010 bis 2014 betrug bisher 1,9 % (↖ Abb. 27, rechts). Im Vergleich zum Jahr 2010 ist die Gesamtrohstoffproduktivität in Deutschland bis zum Jahr 2014 um insgesamt 8 % gestiegen (Destatis, 2018). Um diesen Trend beizubehalten und das definierte Ziel zu erreichen, beschreibt ProgRess II eine Vielzahl an Maßnahmen.

Betrachtet man die letzten Jahre seit 2011, dem Referenzjahr des Vorberichts, so zeigt sich, dass die Rohstoffproduktivität aufgrund einer starken Abnahme des DMI_{abiot} zuerst stark zunahm und dann in etwa gleichblieb (⇢ Seiten 38/39, UBA Ressourcenbericht 2016). Auch bei der Gesamtrohstoffproduktivität ist ein Absinken des RMI auf ein dann gleichbleibendes Niveau zu beobachten. Durch eine Zunahme des Werts der Importe konnte die Gesamtrohstoffproduktivität jedoch gesteigert werden. Das bedeutet, dass bei gleichbleibendem Rohstoffeinsatz der erwirtschaftete Wert der Güter in den letzten zwei Jahren anstieg.

International wird zur Berechnung der Rohstoffproduktivität, vor allem auch aufgrund der besseren Datenverfügbarkeit, das BIP mit dem Rohstoffkonsum (RMC) verglichen. Letzterer beinhaltet alle Rohstoffe, die direkt oder indirekt notwendig waren, um die in einem Land konsumierten Endnachfragegüter zu produzieren (↘ Seite 42/43, „Zusammensetzung und Trends der Endnachfrage"). Damit sind die monetären und physischen Größen zwar nicht exakt gleich abgegrenzt, jedoch ist die Datenverfügbarkeit besser. Dies erlaubt die Betrachtung der Entwicklung des BIP verschiedener Länder mit jener ihres Rohstoffkonsums und somit einen Vergleich, in welchem Ausmaß relative oder absolute Entkopplung erreicht wurde (↖ Abb. 28).

Im internationalen Vergleich von 49 Ländern und Regionen zeigt sich, dass vor allem einige europäische Staaten im beobachteten Zeitraum (1995–2014) eine absolute Entkopplung erreichten. Dazu gehörten neben Deutschland auch Italien, Österreich und Spanien. Hier nahm also nicht nur das BIP zu, sondern gleichzeitig auch der Rohstoffkonsum ab. Neben den europäischen Ländern zeigt sich nur für ein weiteres Land eine absolute Entkopplung, nämlich Südafrika. Zusammen mit Italien verzeichnete dieses Land mit minus 10 % den stärksten Rückgang des Rohstoffkonsums für den betrachteten Zeitraum 1995–2014.

Der Großteil der in die Analyse einbezogenen Industrienationen und Schwellenländer erreichte lediglich eine relative Entkopplung. So konnte beispielsweise Indien sein BIP mehr als verdreifachen (+256 %), während der Rohstoffkonsum um 55 % zunahm. In Mexiko wiederum nahmen BIP und Konsum beinahe in gleichem Ausmaß, nämlich um 70 %, zu. Nur wenige Länder zeigten gar keine Entkopplung, beispielsweise Indonesien und Rumänien.

Eine Steigerung der Produktivität bei der Nutzung von Rohstoffen muss also nicht automatisch zur Senkung des Rohstoffverbrauchs führen. Einerseits kommt es auf den verwendeten Indikator an (siehe oben). Andererseits kann eine Effizienzsteigerung in der Produktion, durch die verringerten Produktionskosten, eine Mehrnachfrage hervorrufen. Um diesem Phänomen namens Rebound-Effekt vorzubeugen, bedarf es begleitender politischer Instrumente, wie beispielsweise einer Besteuerung des Rohstoffeinsatzes (Santarius, 2014).

Kreislaufwirtschaft in Deutschland

Kreislaufwirtschaft bedeutet die Schonung natürlicher Ressourcen durch die Schaffung geschlossener Stoffkreisläufe in Produktion und Konsum. Abfallpolitik ist ein wichtiger Teil der Kreislaufwirtschaft, da sie dafür sorgt, dass anfallende Abfälle erneut verwertet – also rezykliert werden. 70 % des gesamten Abfallaufkommens wurden 2015 in Deutschland rezykliert. Die Kreislaufwirtschaft sollte jedoch breiter verstanden werden, sodass sie beim Produkt-Design beginnt und somit den gesamten Lebenszyklus von Gütern umfasst.

Um den Einsatz von Primärrohstoffen zu senken, sind rezyklierte beziehungsweise wiederverwertete Rohstoffe von großer Bedeutung. Die sogenannte Kreislaufwirtschaft ist daher auch eine wichtige Säule im zweiten Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (Deutsche Bundesregierung 2016 b). Fokus liegt dabei im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetztes (KrWG; Deutsche Bundesregierung, 2012) auf dem Umgang mit Abfällen und der damit zusammenhängenden Zielhierarchie. An erster Stelle der fünfstufigen Abfallhierarchie steht (1) die Abfallvermeidung, gefolgt von (2) der Wiederverwendung von Abfällen. Wenn die ersten beiden Optionen nicht anwendbar sind, sollen Abfälle (3) rezykliert oder (4) anderweitig verwertet werden, insbesondere in Form von energetischer Verwertung und Verfüllung. Zuletzt folgt (5) die Beseitigung von Abfällen in Form einer Deponierung oder Dauerlagerung.

Kein Land in Europa produziert so viel Abfall wie Deutschland. 2015 betrug das gesamte Abfallaufkommen rund 351 Millionen Tonnen. Das sind 4,3 Tonnen pro Kopf und Jahr. Die gesamte Abfallmenge sank seit 1996 um lediglich 9 %. In jüngerer Vergangenheit kam es seit 2012 sogar wieder zu einem Anstieg von 5 % bis zum Jahr 2015. 59 % (209 Millionen Tonnen) des Abfalls entfielen 2015 auf Bau- und Abbruchabfälle, 15 % (52 Millionen Tonnen) auf Siedlungsabfälle und 9 % (31 Millionen Tonnen) auf Abfälle aus dem Bergbau (↘ Abb. 29).

Vom gesamten Abfall wurden rund 78 % thermisch oder stofflich verwertet, also zur Energiegewinnung verbrannt oder rezykliert (↘ Abb. 30). Zu 1,1 Milliarden Tonnen an inländischer Entnahme (↖ Seite 14/15, „Inländische Entnahme: Nicht-nachwachsende Rohstoffe“) von Primärrohstoffen, kamen also 2015 noch 274 Millionen Tonnen an Sekundärrohstoffen hinzu. Das entspricht etwa 26 % der im Inland entnommenen Rohstoffe und 10 % des deutschen Primärrohstoffeinsatzes (RMI).

Abfallaufkommen nach Arten in Deutschland, 2015

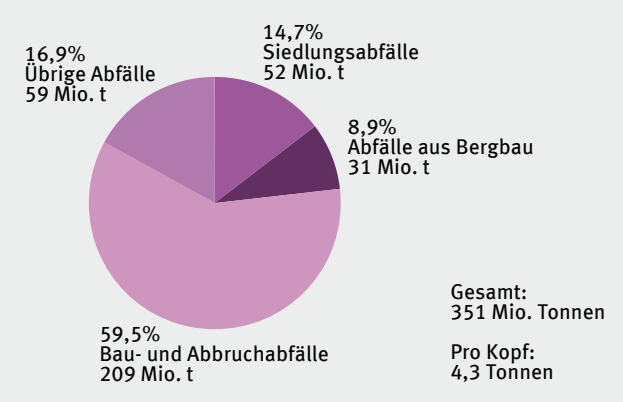


Abbildung 29 Quelle: Destatis 2017 e

Um den Druck auf die Umwelt zu reduzieren, sollte die Menge sowohl der beseitigten und deponierten als auch der energetisch verwerteten Abfälle verringert werden. Die stoffliche Verwertung, also das Recycling, hat in Deutschland seit langem einen hohen Stellenwert in der Abfallbehandlung. Wie im Ressourcenbericht 2016 erläutert, ist beim Recycling nicht nur die Einsparung von Primärrohstoffen von Bedeutung, sondern auch die Vermeidung von Emissionen, die bei deren Produktion entstehen (⇢ Seiten 42/43, UBA Ressourcenbericht 2016). Blei wird beispielsweise zu 62 % rezykliert und es fallen dabei nahezu keine Emissionen an.

Vermeidung von Lebensmittelabfällen als Teil der Kreislaufwirtschaft

Für die Herstellung von Lebensmitteln werden neben Rohstoffen auch große Mengen an Land und Wasser benötigt und es entstehen Emissionen und Abfälle. Je mehr Abfälle im Ernährungsbereich entstehen, desto mehr werden also auch andere Ressourcen verschwendet. Lebensmittelabfälle entstehen auf allen Stufen der Produktion und ihres Konsums – bei der landwirtschaftlichen Erzeugung, im Vertrieb und in der „Konsumphase“. In Deutschland werden von den 456 Kilogramm Lebensmitteln, die zuhause konsumiert werden, pro Kopf und Jahr ca. 81 Kilogramm (18 %) zu Abfall. Im sogenannten „Außer-Haus-Konsum“, also in Restaurants, Kantinen und bei Veranstaltungen mit Catering, wird gut ein Drittel der bereitgestellten Lebensmittel vorzeitig entsorgt. Pro Person landen hier jährlich 23,6 kg vorzeitig im Abfall.

Ein bedarfsgerechter Einkauf von Lebensmitteln und die Vermeidung von Abfällen leisten daher einen maßgeblichen Beitrag zum Ressourcenschutz und zur Kreislaufwirtschaft. Auch freiwillige Zusagen von Lebensmitteleinzelhandel und Gastronomie zur Reduktion von Lebensmittelabfällen sind von großer Bedeutung, um die Vergeudung von Ressourcen zu reduzieren. Das Abfallvermeidungsprogramm des Bundes (Deutsche Bundesregierung, 2013) sieht vor, dass rechtliche Standards und Handelsnormen über das Aussehen und die Form von Lebensmitteln gelockert werden. Auch sollen Vorschriften hinterfragt werden, die die Weitergabe von essbaren Lebensmitteln unnötig erschweren (UBA, 2015 b).

Trend der Anteile thermischer und stofflicher Abfallverwertung und Beseitigung in Deutschland, 2006–2015, aufgeteilt nach Abfallarten, 2015

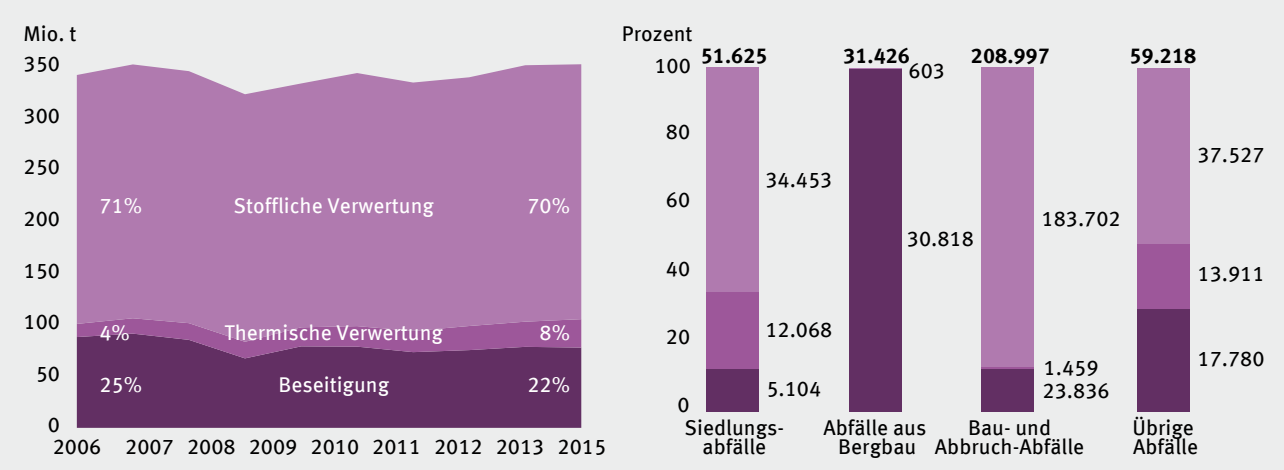


Abbildung 30 Quelle: Destatis 2017 e

Die deutschen Recycling-Bemühungen scheinen allerdings zu stagnieren. Bereits 2006 betrug der Anteil der rezyklierten Abfälle am Gesamtabfallaufkommen 71 %, jener der thermisch verwerteten Abfälle 4 %. 2015 lag die Recyclingrate nur noch bei 70 %, die Rate der thermischen Verwertung bei 8 %. Diese Entwicklung zeigt, dass im Zeitraum 2006–2015 kein Fortschritt in der Implementierung einer Kreislaufwirtschaft im Sinne der weiteren Erhöhung der Recyclingrate erreicht werden konnte (↖ Abb. 30).

Die nicht-verwerteten Abfälle wurden deponiert oder thermisch beseitigt. Die Verwertungsquoten fielen jedoch je nach Abfallart unterschiedlich aus. Bei den Siedlungsabfällen wurden 90 % verwertet (67 % rezykliert, 23 % thermisch verwertet). Auch von den Bauabfällen wurden 89 % verwertet, davon allerdings beinahe 100 % rezykliert (Destatis, 2017 e). Der Bausektor als einer der ressourcenintensivsten Wirtschaftssektoren (↖ Seiten 34/35, „Rohstoffeinsatz in der Wirtschaft“) ist aufgrund seiner großen Menge anfallenden Bauabfalls umweltpolitisch von großer Bedeutung. Mineralische Bauabfälle wie Bauschutt, Straßenaufbruch oder Baustellenabfall machten 2015 202 Millionen Tonnen aus. Knapp 86 % des Bodenaushubs und 95 % der Bodenabfälle unterlagen Verwertungsmaßnahmen, wie dem Deponiebau oder der Verfüllung von Abgrabungen (Kreislaufwirtschaft Bau, 2017).

Betrachtet man den Trend der Abfallbehandlung nach Abfallarten seit 2006, so zeigt sich, dass bei Siedlungsabfällen die Recyclingrate um 5 Prozentpunkte, der Anteil des verbrannten Abfalls jedoch um 15 Prozentpunkte gestiegen ist. Im Bergbau wurde erst 2009 begonnen, Abfälle stofflich zu verwerten. Der Anteil war aber immer vergleichsweise marginal. Thermische Verwertung spielte hierbei nie eine Rolle. Auch bei Bau- und Abbruchabfällen zeigt sich wenig Veränderung im Anteil der Behandlungsarten über die Zeit. Der Anteil der beseitigten Abfälle lag mehr oder weniger konstant bei 10–12 %, jener der stofflichen Verwertung immer im Bereich 88–90 %.

Das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm, wie auch der Aktionsplan der Europäischen Kommission (⇢ Box), dehnen jedoch den Begriff der Kreislaufwirtschaft von bloßem Abfallmanagement auf Abfallvermeidung und Produktdesign beziehungsweise Reparierbarkeit aus. Beim Produktdesign ist die Erhöhung der Lebensdauer von großer Bedeutung, aber auch deren einfachere Reparierbarkeit und Rezyklierbarkeit.

Kreislaufwirtschaft auf europäischer Ebene

In den letzten Jahren hat sich ein breiteres Verständnis der Kreislaufwirtschaft etabliert, das bereits am Beginn des Lebenszyklus eines Produkts und somit weit vor der Abfallwirtschaft ansetzt. Bei einer solchen Sichtweise werden auch die Bereiche Beschaffung und Produktdesign zusätzlich zur Abfallverwertung betrachtet. Die Abfallwirtschaft ist somit nur ein Teil der Kreislaufwirtschaft. Dieser Ansatz findet sich auch im Zweiten Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (Deutsche Bundesregierung, 2016 b), das die Kreislaufwirtschaft als wichtige Säule zur Ressourcenschonung ansieht.

Der Ende 2015 erschienene Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft („EU Circular Economy Action Plan“; Europäische Kommission. 2015) fokussiert auf die breite Umsetzung des umfassenden Ansatzes und legt den Schwerpunkt auf das Produktdesign, das auch im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie stärker zu berücksichtigen ist. Ziel ist es, durch entsprechen des innovatives Design nicht nur die Reparaturfähigkeit sondern auch die Langlebigkeit von Gütern zu gewährleisten. Zusätzlich werden aber auch Zielwerte im Bereich der Müllproduktion definiert, etwa im Bereich des Haushaltsmülls in ganz Europa eine Recyclingrate von 65 % bis 2030 zu erreichen. Kritik am Aktionsplan wurde laut, als im Rahmen einer Überarbeitung des Plans spezifische Ressourceneffizienzziele gestrichen wurden. Positiv an der Überarbeitung war hingegen, dass der Aktionsplan nun einen breiteren institutionellen Rückhalt innerhalb der EU-Kommission genießt.

Rohstoffe für den Konsum

1.258	1.274	1.303	**Rohstoffkonsum (RMC) der Endnachfrage, absolut** 2012, 2013, 2014, Veränderung zum Vorjahr
Mio. Tonnen -8,6 %	Mio. Tonnen +1,3 %	Mio. Tonnen +2,3 %	

15,6	15,8	16,1	**Rohstoffkonsum (RMC) der Endnachfrage, pro Kopf** 2012, 2013, 2014, Veränderung zum Vorjahr
Tonnen -8,8 %	Tonnen +1,0%	Tonnen +1,9%	

49 Prozent	**Anteil privater Konsum am Rohstoffkonsum (RMC) der Endnachfrage** 2014

13 Prozent	**Anteil öffentlicher Konsum am Rohstoffkonsum (RMC) der Endnachfrage** 2014

1.343
Mio. Tonnen
+13,9 %

1.284
Mio. Tonnen
-4,4 %

Inländischer Materialkonsum (DMC)
2014, 2015, Veränderung zum Vorjahr

101
Mio. Tonnen

Rohstoffkonsum (RMC) im Gesundheitswesen
2014

269
Mio. Tonnen

Rohstoffkonsum (RMC) für Ernährung
2014

558
Kilogramm

Rohstoffkonsum (RMC) für Ernährung pro Haushalt und Monat
2014

455
Euro

Ausgaben für Ernährung pro Haushalt und Monat
2014

Datenquellen: Seite 77

Zusammensetzung und Trends der Endnachfrage

Im Jahre 2014 betrug der Rohstoffkonsum der Endnachfrage in Deutschland 1,3 Milliarden Tonnen oder 16,1 Tonnen pro Kopf. Seit 2000 ist der Konsum pro Kopf damit um rund 17 % gesunken, seit 2011 um etwa 5 %. Der Großteil des Rohstoffkonsums 2014 entfiel auf nicht-metallische Mineralien (45 %), fossile Energieträger (29 %) und Biomasse (21 %). Die wichtigsten Produktgruppen waren jene auf Basis von Biomasse, wie beispielsweise Lebensmittel, sowie Produkte, die im Bereich des Bauwesens eingesetzt werden.

Für die Bewertung des Rohstoffbedarfs eines Landes können unterschiedliche Indikatoren verwendet werden. Während der inländische Materialkonsum (DMC) auf die Menge der inländischen Entnahme und die direkten Handelsströme fokussiert, betrachtet der Rohstoffkonsum (RMC; auch Rohstoffinanspruchnahme) zusätzlich die indirekten Rohstoffströme (↖ Seiten 26/27, „Direkter und Indirekter Handel“). Der Gesamte Materialkonsum (TMC) bezieht schließlich auch die Mengen der ungenutzten Entnahmen wie Abraum mit ein. Wie im Methodenteil beschrieben, wird der Rohstoffkonsum (RMC) über Wirtschafts-Umwelt-Modelle berechnet (↖ Seiten 10/11, „Methodische Grundlagen“).

Der DMC Deutschlands machte im Jahr 2014 rund 1.343 Millionen Tonnen an Rohstoffen aus. Er lag somit 22 % über der inländischen Entnahme von 1.103 Millionen Tonnen (↖ Seiten 14/15, „Nicht-nachwachsende Rohstoffe“). Pro Kopf entsprach dies einem Wert von 16,5 Tonnen. Der Rohstoffkonsum (RMC) der deutschen Endnachfrage betrug im selben Jahr nur 1.303 Millionen Tonnen an Rohstoffäquivalenten), oder 16,1 Tonnen pro Kopf (↘ Abb. 31). Im Vergleich dazu zeigten die letztgültigen Zahlen zum TMC für das Jahr 2010, dass dieser in Deutschland knapp dreimal so groß war wie der RMC (⇢ Seiten 48/49, UBA Ressourcenbericht 2016) .

Der Unterschied zwischen DMC und RMC liegt darin begründet, dass die direkten Handelsströme zwar kleiner sind als jene in Rohstoffäquivalenten, der Importüberschuss (also der Unterschied zwischen Importen und Exporten) jedoch bei den direkten Strömen größer ist (↖ Seiten 26/27, „Indirekte Importe und Exporte“). Dies liegt daran, dass die deutsche Wirtschaft mit einem ausgeprägten Verarbeitungs- und Dienstleistungssektor und einem hohen Konsumniveau große Mengen an Gütern importiert, die bedeutende indirekte Rohstoffflüsse mit sich bringen. Da jedoch auch viele Güter nach einer Weiterverarbeitung und Wertsteigerung wieder exportiert werden, werden die mit den Exporten verbundenen indirekten Flüsse jenen Ländern zugerechnet, welche Produkte aus Deutschland beziehen.

Bei beiden Indikatoren lässt sich im Vergleich zu den Vorjahren eine ähnliche Entwicklung feststellen. Der DMC sank von etwa 1,35 Milliarden Tonnen im Jahr 2011 auf 1,29 Milliarden Tonnen im Jahr 2012, um 2014 wieder knapp den Wert des Jahres 2011 zu erreichen (-0,4 %). Auch der RMC fiel zunächst von 1,38 Milliarden Tonnen im Jahr 2011 auf etwa 1,26 Milliarden Tonnen im Jahr 2012 und lag 2014 mit 1,30 Milliarden Tonnen etwa 5 % unter dem Ausgangswert. Auffällig ist, dass die Pro-Kopf-Werte bei beiden Indikatoren stärker abnahmen als die absoluten Werte. Dieser

Inländischer Materialkonsum (DMC) und Rohstoffkonsum (RMC) in Deutschland absolut nach Materialgruppen, 2014 sowie pro Kopf, 2011–2014*

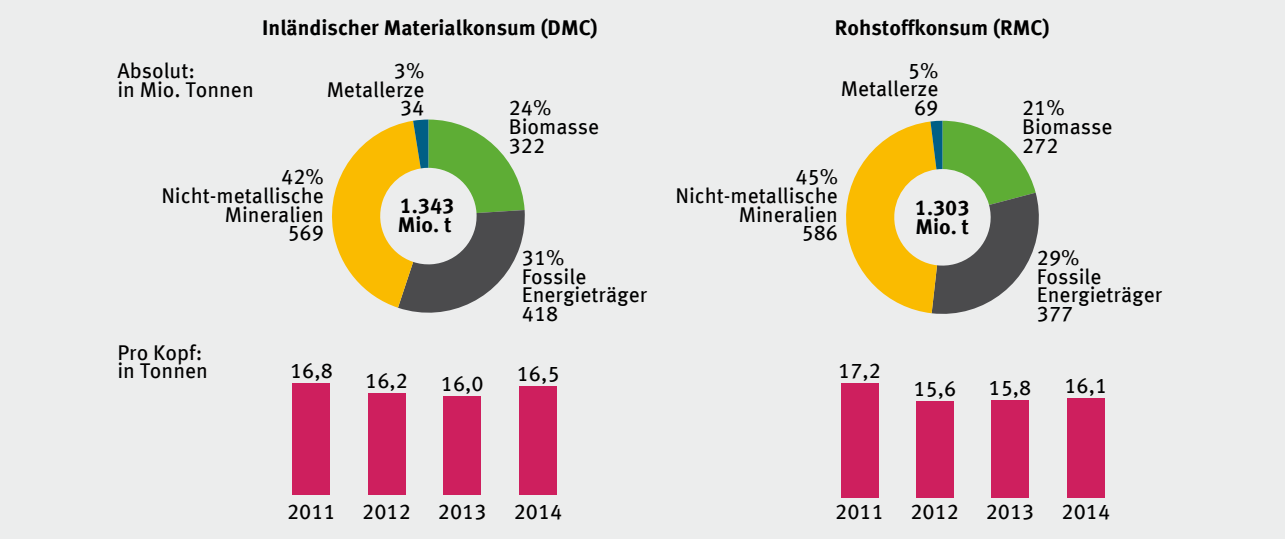
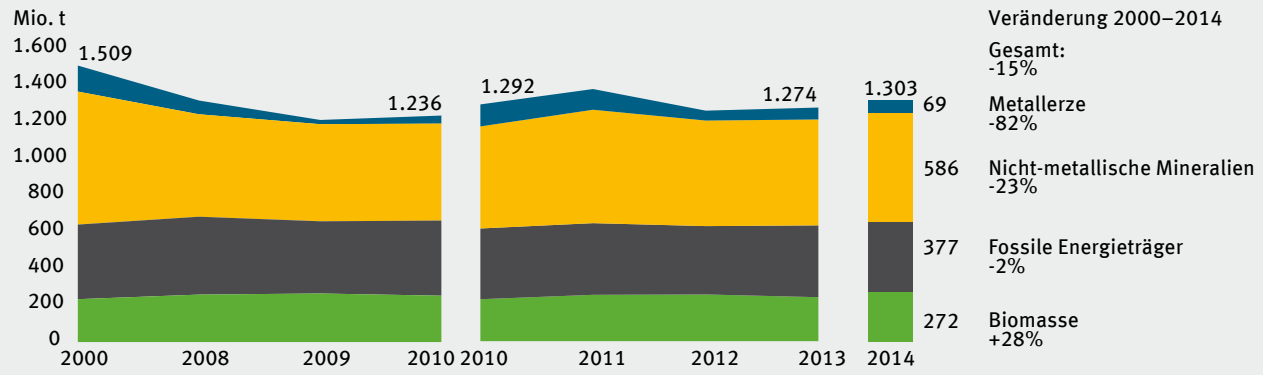


Abbildung 31 Quellen: Destatis, 2017a, 2018

* DMC und RMC sind Indikatoren der Materialflussanalyse (MFA). Die im vorliegenden Bericht dargestellten Zahlen basieren auf den neuesten Berechnungen des statistischen Bundesamtes (Destatis). Abgeänderte Schätzmethoden sowie Datenkorrekturen seitens Destatis bewirken, dass die Zahlen zu DMC und RMC nicht direkt mit jenen im Ressourcenbericht 2016 (⇢ Seiten 48/49, UBA Ressourcenbericht 2016) vergleichbar sind. Weitere Details dazu finden sich im Abschnitt „Methodische Grundlagen“ (↖ Seiten 10/11) sowie zu den Indikatoren DMC und RMC im Glossar (↘ Seiten 62/63).

Entwicklung des Rohstoffkonsums (RMC) in Deutschland nach Rohstoffgruppen, 2000–2014



Für die Perioden 2000–2010 und 2010–2014 wurden von Destatis unterschiedliche Revisionen der VGR herangezogen. Während die absoluten Werte nicht direkt vergleichbar sind, können Trendentwicklungen kombiniert werden.

Abbildung 32 Quelle: Destatis, 2018

Umstand ist mit dem Bevölkerungswachstum zu erklären, da eine zunehmende Bevölkerung, bei konstantem Rohstoffkonsum, ein Absinken des Pro-Kopf-Konsums bewirkt (Destatis 2017 b). Mit 16,1 Tonnen pro Kopf lag der Pro-Kopf-RMC um etwa 10 % über dem europäischen Durchschnitt von 14,7 Tonnen (EUROSTAT, 2018). Den größten Anteil am Gesamtkonsum besaßen sowohl bei DMC als auch RMC nicht-metallische Mineralien mit 42 % und 45 %, gefolgt von fossilen Energieträgern (31 % und 29 %) sowie Biomasse (24 % und 21 %).

Langfristig kann im Zeitraum 2000 – 2014 eine Abnahme des Rohstoffkonsums um 17 % beobachtet werden (↖ Abb. 32). Jedoch war die Entwicklung der einzelnen Rohstoffkategorien unterschiedlich. Am stärksten sank der Konsum von Metallerzen, nämlich um 82 % auf 69 Millionen Tonnen. Der Konsum von nicht-metallischen Mineralien und fossilen Energieträgern reduzierte sich um 23 % (auf 586 Millionen Tonnen) beziehungsweise 2 % (auf 377 Millionen Tonnen). Lediglich der Konsum von Biomasse nahm um 28 % zu und betrug im Jahr 2014 etwa 272 Millionen Tonnen.

Obwohl der Rohstoffkonsum im Vergleich zur inländischen Entnahme, die im Zeitraum 2000 – 2014 um etwa 10 % zurückging, stärker abnahm, lag er in absoluten Zahlen 2014 immer noch um 18 % über der Entnahme. Ähnlich der im Wirtschaftskapitel beschriebenen Trends verdeutlicht dies, dass auch der Konsum in Deutschland zu einem großen Teil auf ausländischen Rohstoffen basiert (↖ Seiten 34/35, „Rohstoffeinsatz in der Wirtschaft“). Dies umso mehr, da ein beträchtlicher Teil der inländischen Entnahme nicht in den Konsum fließt, sondern direkt oder über Güter exportiert wird. Der Konsum von Rohstoffen findet über die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen unterschiedlicher Wirtschaftssektoren statt (↖ Abb. 33). In der deutschen Endnachfrage spielten im Jahr 2014 – ähnlich wie in den vorherigen drei Jahren – drei Wirtschaftsbereiche die quantitativ wichtigste Rolle: das Bauwesen durch seinen Rohstoffeinsatz für Gebäude und Infrastruktur (18,3 %), die Produktion auf der Basis von Metallerzen und nicht-metallischen Mineralien (18,1 %) sowie die Produktion auf der Basis von Biomasse (17,5 %).

In der Herstellung dieser Produkte kamen aber neben den Hauptrohstoffen auch die anderen Rohstoffgruppen zum Tragen. So werden beispielsweise fossile Energieträger in unterschiedlichen Produktionsschritten als Treibstoff verwendet. Ebenso wird in der metallverarbeitenden Industrie Biomasse, etwa in Form von Lebensmitteln, benötigt. Darüber hinaus trugen auch Wirtschaftsbereiche mit geringerem direkten Rohstoffeinsatz zum gesamten Rohstoffkonsum bei. So beanspruchten zum Beispiel Finanzdienstleistungen indirekt eine beachtliche Menge an nicht-metallischen Mineralien in Form der genutzten Infrastruktur.

Anteile der Wirtschaftsbereiche am Rohstoffkonsum der Endnachfrage in Deutschland nach Rohstoffgruppen, 2014

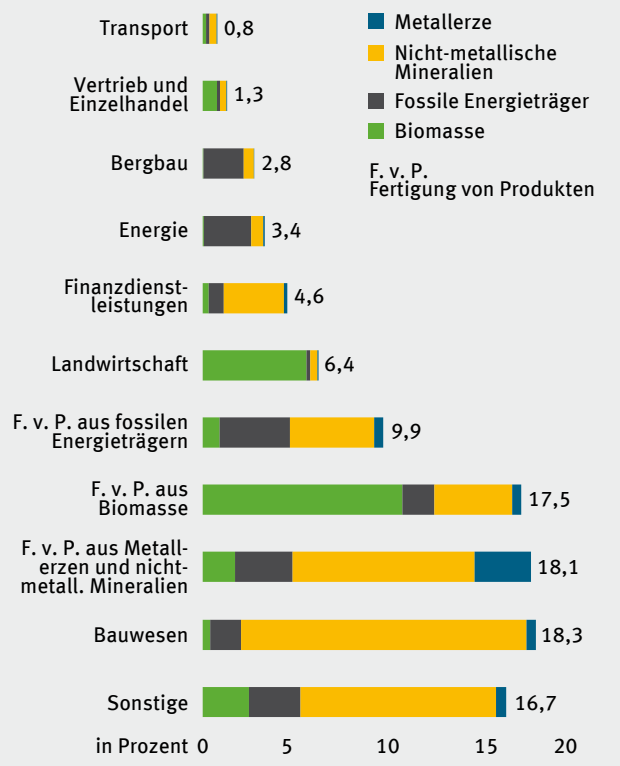


Abbildung 33 Quelle: WU, 2017a

Öffentlicher und privater Konsum

Privater und öffentlicher Konsum waren 2014 zusammen für knapp zwei Drittel des Rohstoffkonsums in Deutschland verantwortlich. Im privaten Bereich wurden vor allem in den Bedarfsfeldern Wohnen und Ernährung große Mengen an Rohstoffen konsumiert. Die öffentliche Hand nahm vor allem über den Konsum von Gütern und Dienstleistungen in den Bereichen Verwaltung, Verteidigung und Gesundheitswesen Rohstoffe in Anspruch. Der vergleichsweise hohe Anteil des Staates am deutschen Gesamtkonsum spiegelt auch die bedeutende Rolle des Sozialstaates wider.

Der Rohstoffkonsum der deutschen Endnachfrage kann in unterschiedliche Gruppen unterteilt werden. Diese sind (1) Konsum, (2) Bautätigkeiten, (3) Ausrüstungen und sonstige Anlagen sowie (4) Vorratsveränderungen und Nettozuwachs (oder -reduktion) an Gütern (↘ Abb. 34). Beim Konsum wird zusätzlich zwischen privaten Haushalten, dem Staat sowie privaten Organisationen ohne Erwerbszweck, wie beispielsweise Vereinen oder politischen Parteien unterschieden. Der Rohstoffbedarf der Exporte gehört hingegen nicht zur Endnachfrage.

2014 betrug der Rohstoffkonsum der Endnachfrage in der Gruppe „Konsum“ knapp 797 Millionen Tonnen. 629 Millionen Tonnen des Gesamtkonsums bezogen sich auf Bautätigkeiten. Beispiele hierfür sind die Errichtung neuer Eisenbahnstrecken oder Autobahnen. Ausrüstungen und sonstige Anlagen machten 107 Millionen Tonnen aus. Vorratsveränderungen und Nettozuwachs an Gütern wiesen 2014 ein Minus von etwa 200 Millionen Tonnen auf. Es wurden also mehr Güter abgesetzt als produziert.

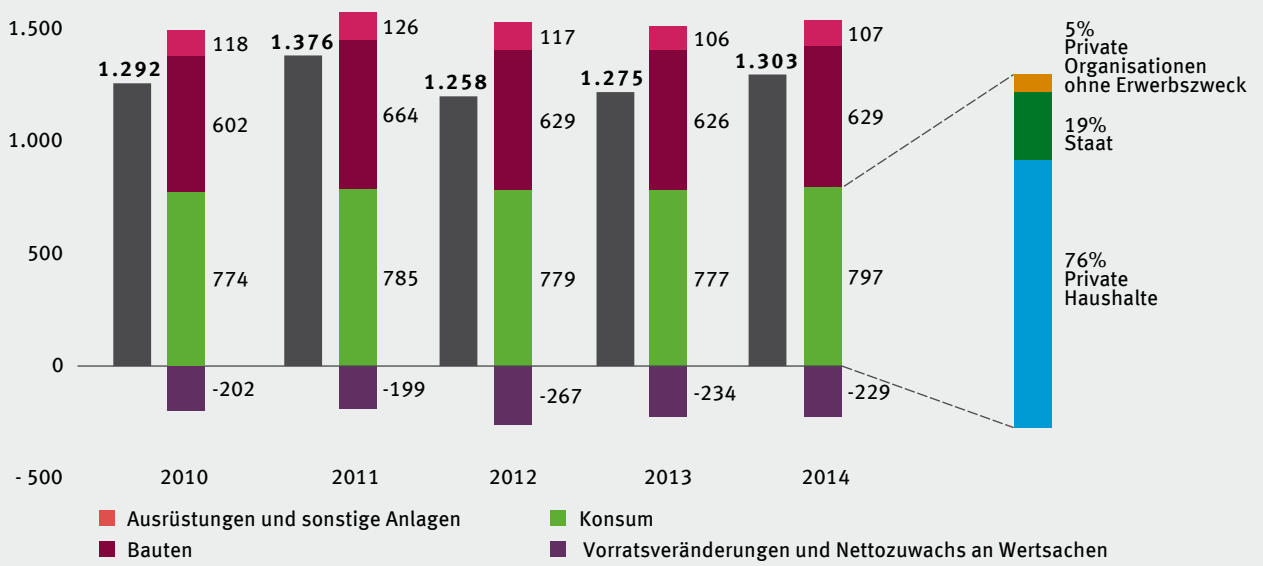
Innerhalb der Kategorie des Konsums besitzt der Konsum privater Haushalte mit mehr als drei Viertel (76 %) der gesamten Konsumkategorie den größten Anteil, gefolgt vom Staat (19 %) und den privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (5 %) (WU, 2017 a).

Im Vergleich zu den Vorjahren blieb das Verhältnis zwischen den einzelnen Bereichen beinahe unverändert. Es zeigt sich aber, dass die Abnahme im Gesamtkonsum zwischen den Jahren 2011 und 2012 (↖ Seiten 42/43, „Zusammensetzung und Trends der Endnachfrage“) in allen Kategorien der Endnachfrage Niederschlag fand, vor allem jedoch bei den Bauten festzustellen war. In den Folgejahren bis 2014 nahm vor allem der Konsum wieder zu.

Privater und öffentlicher Konsum sind zusammen für mehr als 60 % des Rohstoffkonsums in Deutschland verantwortlich. Bereits im Ressourcenbericht 2016 wurde näher darauf eingegangen, in welchen Konsum- und Ausgabefeldern dieser Rohstoffkonsum anfällt (⇢ Seiten 52/53, UBA Ressourcenbericht 2016). Wohnen und Ernährung stellten 2014 mit einem Anteil von jeweils knapp einem Drittel (32 % und 31 %) des gesamten Rohstoffkonsums von privaten Haushalten die mit Abstand rohstoffintensivsten Konsumbereiche privater Haushalte dar. Freizeitaktivitäten lagen 2014 mit 19 % an dritter Stelle (↘ Abb. 35).

Im Vergleich dazu fiel die Ressourcennachfrage der öffentlichen Verwaltung niedriger aus. Den größten Anteil machte mit 54 % des öffentlichen Rohstoffkonsums der Bereich der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung und Sozialversicherung aus. Gesundheits- und Sozialleistungen

Trend des Rohstoffkonsums der Endnachfrage in Deutschland nach Einzelkategorien, 2010–2014



Die dem rechten Teil dieser Abbildung zugrunde liegenden Zahlen stammen aus Berechnungen mit dem Modell EXIOBASE 3.3.
Die Berechnungen des statistischen Bundesamtes erlauben es nicht, nach Unterkategorien des Konsums zu differenzieren.

Abbildung 34 Quellen: Destatis, 2018; WU, 2017a

Privater und öffentlicher Rohstoffkonsum in Deutschland nach Konsumbereichen, 2014

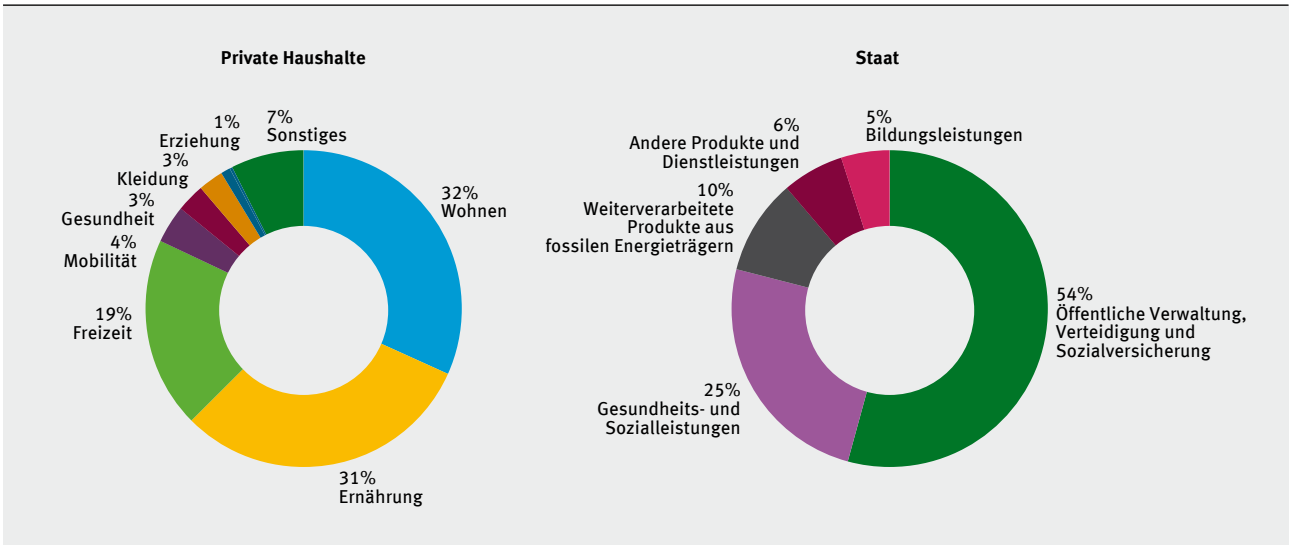


Abbildung 35 Quelle: WU, 2017a

des Staates konsumierten 25 %. Im Gesundheitswesen kam zum Rohstoffkonsum des Staats und der privaten Haushalte noch weiterer Konsum aus anderen Bereichen der Endnachfrage hinzu (↘ Seiten 48/49, „Das Beispiel Gesundheit“).

Die Rolle der Endnachfragekategorien in Bezug auf den gesamten Rohstoffkonsum variiert international stark (↘ Abb. 36). Insbesondere die Anteile des privaten und öffentlichen Konsums, aber auch der Anlageinvestitionen unterscheiden sich. Der Anteil des öffentlichen Konsums in Deutschland ist mit 13 % höher als in den USA (10 %), China (8 %) oder Brasilien (2 %). Der Anteil des privaten Konsums in Deutschland lag hingegen 2014 mit 49 % niedriger als in Brasilien und Großbritannien (jeweils 62 %), jedoch weitaus höher als in China (20 %) und Indonesien (33 %).

Die Unterschiede spiegeln die Ausgestaltung des Sozialstaats bzw. die Rollen unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure wider. Je stärker der Sozialstaat, desto wichtiger die Rolle des Staates und somit der staatliche Rohstoffkonsum. Umgekehrt gilt, je mehr von privater Hand beziehungsweise von staatlich beauftragten privaten Unternehmen in Infrastruktur investiert wird, desto größer ist der Anteil der Anlageinvestitionen.

Im internationalen Vergleich zeigt sich also, dass der Staat in Deutschland eine vergleichsweise wichtige Rolle spielt, da er viele Funktionen für die Allgemeinheit übernimmt. In der rasant wachsenden Wirtschaft Chinas dominieren hingegen die Anlageinvestitionen für die Errichtung der Infrastruktur in den Bereichen Energie, Transport und Bauwesen. In Brasilien konsumieren die privaten Haushalte am meisten, während der Staat nur einen marginalen Beitrag von lediglich 2 % leistet.

Internationaler Vergleich des Rohstoffkonsums der Endnachfrage nach Anteilen der Einzelkategorien, 2014

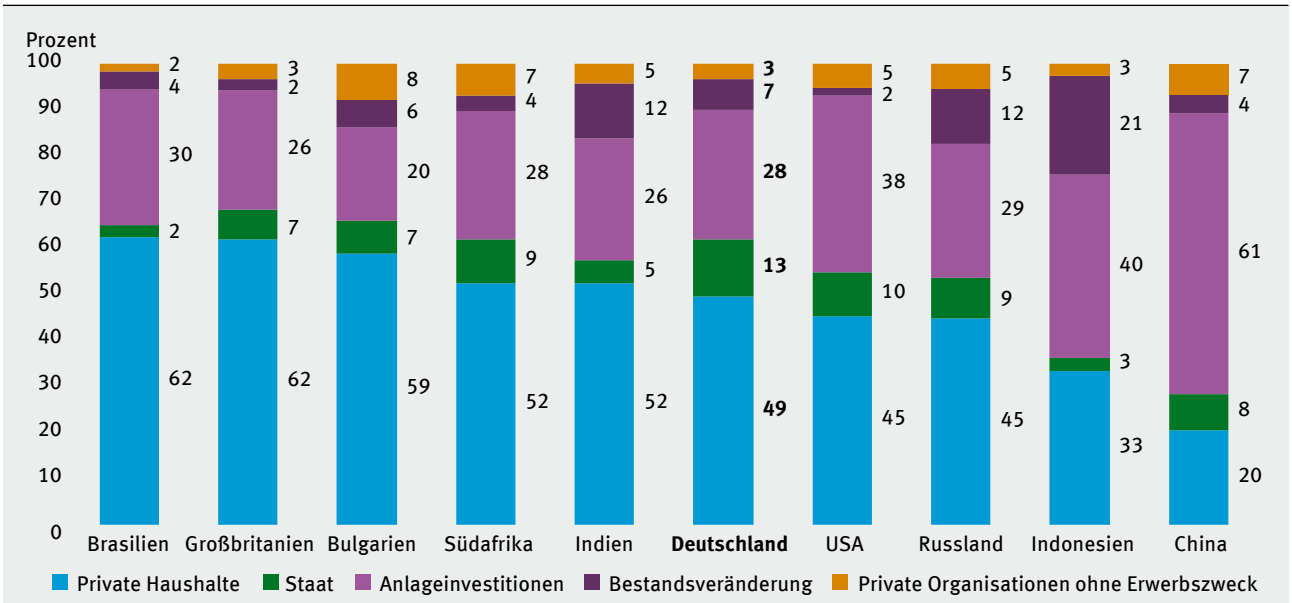


Abbildung 36 Quelle: WU, 2017a

Rohstoffkonsum nach Bedarfsfeldern: Das Beispiel Ernährung

Im Jahre 2014 gab ein durchschnittlicher Haushalt in Deutschland monatlich 455 Euro für das Bedarfsfeld Ernährung aus. Damit war ein Rohstoffkonsum von etwa 558 kg pro Haushalt verbunden, der zum größten Teil auf Biomasse als Grundbestandteil von Lebensmitteln basiert. Einzelne Lebensmittel unterscheiden sich dabei zum Teil deutlich in der Rohstoffintensität ihrer Bereitstellung.

Das Bedarfsfeld Ernährung ist nach Wohnen der rohstoffintensivste Bereich des privaten Konsums in Deutschland. Während Ernährung auch in staatlichen Bereichen wie der öffentlichen Verwaltung oder in Krankenhäusern eine wichtige Rolle spielt, sind private Haushalte hier die Hauptrohstoffkonsumenten.

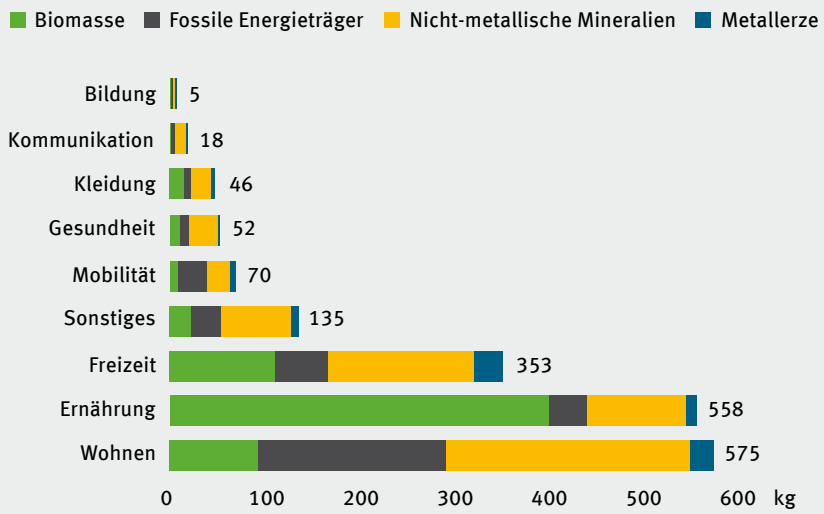
Rechnet man all jene Rohstoffe dem Endnachfrage-Bereich Ernährung zu, die entlang der Wertschöpfungsketten der im Land konsumierten Nahrungsmittel im In- und Ausland zum Einsatz kommen, so wurden im Jahr 2014 269 Millionen Tonnen an Rohstoffen für die Ernährung aller Haushalte benötigt. Dies entspricht einem monatlichen Wert von 558 Kilogramm für einen durchschnittlichen Haushalt. Der Wert im Bedarfsfeld Wohnen liegt mit 575 Kilogramm pro Monat nur leicht darüber, derjenige für Freizeit mit 353 Kilogramm deutlich darunter (↘ Abb. 37).

Das Bedarfsfeld Ernährung basiert erwartungsgemäß zu einem großen Teil (72 %) auf Biomasse als Grundbestandteil von Lebensmitteln. Aber auch andere Rohstoffe werden bei der Herstellung von Lebensmitteln indirekt eingesetzt. In den Produktionsketten werden etwa fossile Energieträger (7 %) für den Betrieb landwirtschaftlicher Maschinen oder zum Heizen bzw. Kühlen von Gewächs- und Lagerhäusern benötigt. Zusätzlich kommen in der Herstellung dieser Maschinen und Gebäude nicht-metallische Mineralien (19 %) und Metallerze (2 %) zum Einsatz.

Interessant ist ein Vergleich des Rohstoffkonsums mit den monetären Ausgaben in den verschiedenen Bedarfsfeldern (↘ Abb. 37). Die Ernährung, zusammengesetzt aus dem Konsum von Nahrungsmitteln, Getränken und Tabakwaren sowie dem Gastgewerbe, war mit 455 Euro pro Monat im Jahr 2014 auch bezüglich der monatlichen Haushaltsausgaben, hinter dem Bereich Wohnen, der zweitwichtigste Bereich (Destatis, 2017 a). Während jedoch knapp ein Drittel (31 %) des Rohstoffkonsums auf Ernährung entfiel, lag der Anteil an den Haushaltsausgaben nur knapp bei einem Fünftel (19,2 %). Die Ausgaben für den Bereich Wohnen lagen hingegen bei 41,6 %. Das bedeutet, dass ein Euro, der für Nahrung ausgegeben wird, wesentlich rohstoffintensiver ist als ein Euro im Bereich Wohnen.

Betrachtet man die unterschiedlichen konsumierten Lebensmittelprodukte (↘ Abb. 38), so zeigt sich, dass der größte Anteil am Rohstoffkonsum im Jahr 2014, nämlich 24 % oder 63 Millionen Tonnen, in die Produktion von Fleisch und Milchprodukten floss. 34 Millionen wurden in der Herstellung von Ölen und Fetten eingesetzt (12 %). Getreide machte mit 27 Millionen Tonnen 10 % des Rohstoffkonsums im Bereich Ernährung aus. Der hohe Anteil von Fleisch und Milchprodukten kann damit erklärt werden, dass tierische Produkte durch hohe Futtermittelerfordernisse in der Nutztierhaltung sowie die notwendige Infrastruktur sehr rohstoffintensiv sind. Auch werden große

Monatlicher Rohstoffkonsum und Ausgaben pro privatem Haushalt in Deutschland nach Bedarfsfeldern und Rohstoffgruppen, 2014



	Rohstoffkonsum		Ausgaben	
	kg	Prozent	Euro	Prozent
Bildung	5	0,3	17	0,7
Kommunikation	18	1,0	61	2,6
Kleidung	46	2,5	107	4,5
Gesundheit	52	2,9	92	3,9
Mobilität	70	3,9	325	13,7
Sonstiges	135	7,5	82	3,5
Freizeit	353	19,5	248	10,4
Ernährung	558	30,8	455	19,2
Wohnen	575	31,7	988	41,6
	1.994		**2.375**	

Änderungen im Vergleich zum UBA Ressourcenbericht 2016 sind nicht (nur) auf geändertes Konsumverhalten, sondern vielmehr auf eine Weiterentwicklung des zugrundeliegenden Rechenmodells EXIOBASE zurückzuführen.

Abbildung 37 Quellen: Destatis, 2017 f; WU, 2017 a

Trend des Rohstoffkonsums von in deutschen Haushalten konsumierten Nahrungsmitteln, nach Produktgruppen, 1995–2014

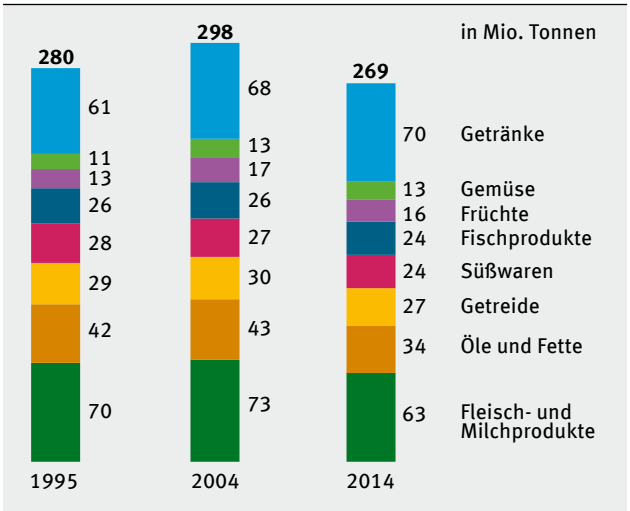


Abbildung 38 Quelle: WU, 2017 a

Flächen für den Anbau von Futterpflanzen benötigt. Getreide, Gemüse oder Früchte können hingegen direkt verzehrt werden, benötigen aber – wie alle Lebensmittel – auch Rohstoffe für Erntemaschinen, Lagerung, Transport und Vertrieb.

Der Rohstoffkonsum im Bereich Ernährung unterlag in der Vergangenheit auffälligen Schwankungen (↖ Abb. 38). So nahm er zwischen 1995 und 2004 von 280 Millionen auf knapp 300 Millionen Tonnen zu. Besonders in den Konsum von Fleisch und Milchprodukten flossen in diesem Zeitraum wachsende Mengen an Rohstoffen. Diese Lebensmittelkategorie verzeichnete jedoch auch die stärkste Abnahme in den Folgejahren. In zehn Jahren (2004–2014) reduzierte sich der Rohstoffkonsum von Fleisch und Milchprodukten um 10 Millionen Tonnen oder 14 %. Gründe dafür können vielfältig sein; beispielsweise eine Änderung in der Ernährungsweise der deutschen Bevölkerung oder aber der Bezugsquellen für Lebensmittel hin zu industrielleren Produktionsweisen. Auch der Rohstoffkonsum über Öle und Fette oder Getreide sank deutlich. Der Rohstoffkonsum im Bereich der Ernährung reduzierte sich insgesamt um rund 10 % (2004–2014). Für den Anstieg des Konsums von Biomasse insgesamt, das heißt über alle Sektoren (↖ Seiten 42/43, „Zusammensetzung und Trends der Endnachfrage“), lässt sich also sagen, dass dieser vor allem auf die vermehrte Nutzung im Nicht-Nahrungsmittel-Sektor zurückzuführen ist. Darunter fallen etwa Agrotreibstoffe sowie Produkte auf Basis von Holz, wie Papier oder Textilfasern.

Die menschliche Ernährung dient der Deckung unseres täglichen Energie- und somit Kalorienbedarfs. Im Durchschnitt benötigt ein erwachsener Mensch 2.000–2.500 Kilokalorien (kcal) (Schweizer Nährwertdatenbank, 2017). Dieser Bedarf kann über verschiedene Arten von Lebensmitteln unterschiedlich effizient gedeckt werden (↘ Abb. 39). Während bereits 1,6 kg Schweinefleisch diesen Tagesbedarf abdecken, bräuchte ein erwachsener Mensch 4,5 kg Äpfel oder gar 12 kg Tomaten, um dieselbe Kalorienmenge zu sich zu nehmen. Von Bedeutung ist dabei aber nicht nur das Verhältnis zwischen Masse und Energiewert, sondern auch zwischen Masse und tatsächlich in der Produktion eingesetzten Rohstoffen. So geht der Fleischkonsum mit einem weitaus höheren Rohstoffeinsatz einher. Aber auch in Bezug auf andere Ressourcen ist ein deutlicher Unterschied feststellbar (↘ Abb. 39). Pro Kilogramm Rindfleisch müssen knapp 80 kg an Materialien für Fütterung, Haltung, Verarbeitung und Entsorgung eingesetzt werden. Der Wasserverbrauch für die Deckung des Tagesbedarfs mit Schweine- oder Rindfleisch beträgt zwischen 9.400 und knapp 28.800 Liter, für Tomaten hingegen 2.500 Liter und für Äpfel 3.700 Liter. Die Wahl des Ernährungsstils hat daher nicht nur gesundheitliche, sondern auch ökologische Auswirkungen und stellt somit eine wichtige Stellschraube des persönlichen Ressourcenmanagements dar.

Vergleich unterschiedlicher Lebensmittelprodukte nach Nährwert und Ressourceneinsatz zur Deckung des täglichen Bedarfs von 2.500 Kilokalorien

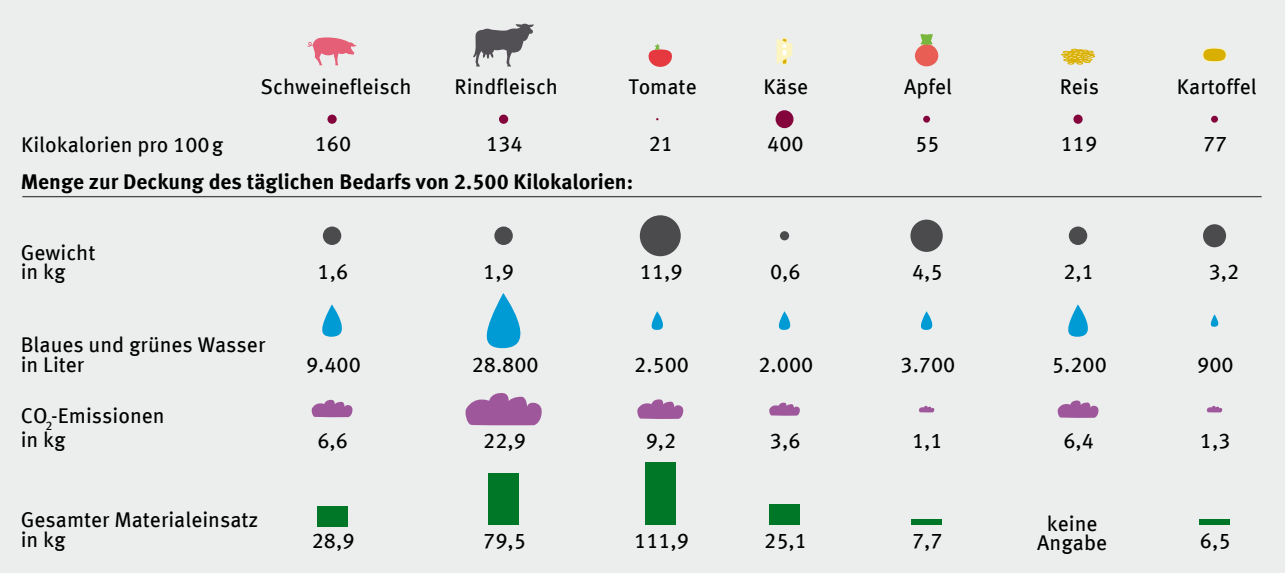


Abbildung 39 Quellen: Kauppinen et al., 2008; Mekonnen and Hoekstra, 2011; ifeu, 2016; Schweizer Nährwertdatenbank, 2017

Rohstoffkonsum nach Bedarfsfeldern: Das Beispiel Gesundheit

Auch in das Bedarfsfeld Gesundheit fließen direkt und indirekt große Mengen an Rohstoffen. Im Jahre 2014 wurden 101 Millionen Tonnen Rohstoffe für die Erbringung sämtlicher Leistungen im deutschen Gesundheitswesen benötigt. Staatliche Gesundheitsleistungen hatten mit 54 % daran den größten Anteil. Seit 1995 ist die Rohstoffinanspruchnahme durch den Gesundheitsbereich in Deutschland um 69 % angestiegen.

Neben dem Bauwesen und der Ernährung sind auch Dienstleistungen wie das Gesundheitswesen (Krankenhausaufenthalte, Medikamente, Medizintechnik, etc.) ein wichtiger Treiber für den Rohstoff- und Ressourcenkonsum Deutschlands. Der Rohstoffkonsum privater Haushalte, der öffentlichen Hand (inklusive Fürsorge) sowie von privaten Organisationen ohne Erwerbszweck im Bereich Gesundheit machte im Jahre 2014 101 Millionen Tonnen aus (↘ Abb. 40).

Dieser Rohstoffkonsum entsteht durch die Herstellung von Produkten wie etwa Medikamenten oder Reinigungsmitteln sowie durch die Zurverfügungstellung von Dienstleistungen des Gesundheitsbereichs wie etwa Versicherungsleistungen. Außerdem wird hier auch der Rohstoffeinsatz für den Bau von Krankenhäusern miteinbezogen. Den größten Anteil am Rohstoffkonsum im Bereich der Gesundheit hat der Staat mit 54 %, gefolgt von privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (34 %) – zum Beispiel kirchlichen Vereinen – und den privaten Haushalten (12 %). Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den Konsumausgaben des Staates im Bereich Gesundheit einerseits um jene staatlichen Leistungen handelt, die der Allgemeinheit zu Gute kommen, andererseits um solche, die auf den Individualkonsum durch einzelne Personen abzielen. Zu letzteren zählen etwa Förderleistungen im Bereich der Erholung, aber auch individuelle Komponenten wie etwa die Übernahme von Medikamentenkosten. Der mit diesen Leistungen in Zusammenhang stehende Rohstoffbedarf scheint hier beim Erwerber der Leistungen auf (also dem Staat) und nicht beim Konsumenten.

Den 101 Millionen an Rohstoffkonsum im Jahr 2014 standen knapp 330 Milliarden Euro an Gesundheitsausgaben gegenüber, was etwa 10 % des Bruttoinlandsproduktes entspricht (Destatis 2017 b). Diese werden sowohl vom Staat direkt als auch von gesetzlichen sowie privaten Versicherungen, aber auch von Arbeitgebern sowie von Privatpersonen getätigt.

Im Gesundheitsbereich nahm der Rohstoffkonsum der öffentlichen Hand im Zeitraum 1995–2014 um mehr als die Hälfte (54 %) zu, jener privater Organisationen ohne Erwerbszweck um 67 %. Am stärksten allerdings stieg der gesundheitsbezogene Rohstoffkonsum der privaten Haushalte – nämlich um 79 %. Wenn auch die Grenze zwischen Staat und privaten Haushalten im Bereich Gesundheit nicht ganz klar zu definieren ist, zeigt sich doch, dass es in Summe zu einer Steigerung des Rohstoffkonsums im Gesundheitsbereich von 69 % kam. Auffällig ist, dass im Zeitraum 2011–2014 nur noch eine schwache Zunahme beobachtet werden konnte.

Aufgrund der Vielzahl der eingesetzten Produkte und Leistungen besitzt das Gesundheitswesen eine sehr komplexe Vorleistungsstruktur, in der alle Rohstoffkategorien zum Einsatz kommen. Sie umfasst Produkte aus fossilen

Trend des Rohstoffkonsums des Gesundheitssektors in Deutschland nach Konsumkategorien, 1995–2014

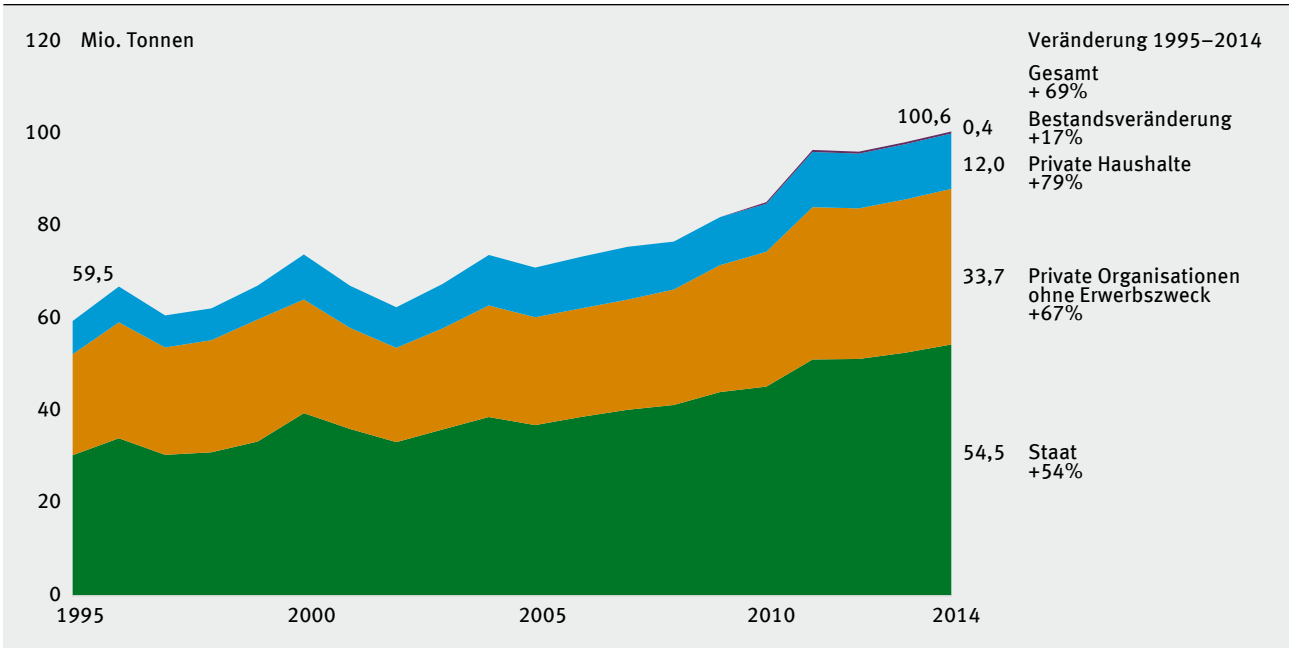


Abbildung 40 Quelle: WU, 2017 a

Anteil der Vorleistungen am gesamten Rohstoffkonsum der Gesundheitsleistungen und der sozialen Fürsorge in Deutschland, 2014

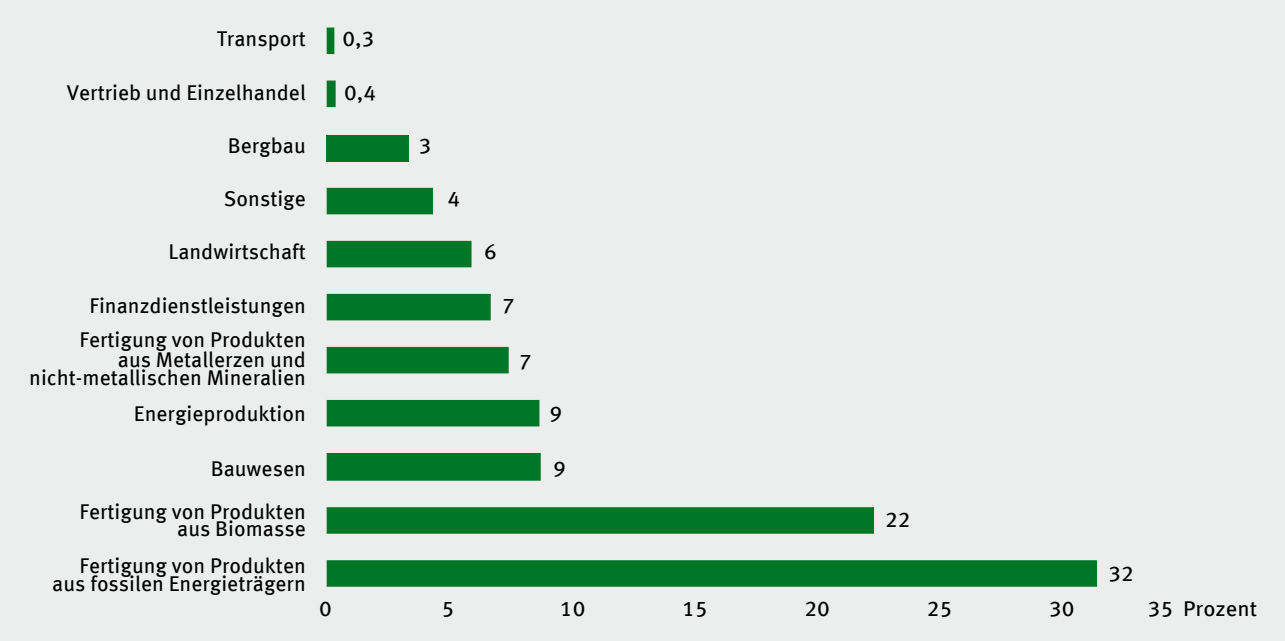


Abbildung 41 Quelle: WU, 2017a

Energieträgern und hier vor allem chemische Produkte (Medikamente, Reinigungsmittel, Einwegkleidung, Kunststoffbehältnisse, etc.), sowie metallische Produkte (medizinische und optische Instrumente), aber auch Biomasse (Nahrungsversorgung, Ethanol). Ebenso wird Energie benötigt, und es werden Finanzdienstleistungen beispielsweise über Kredite in Anspruch genommen (↖ Abb. 41).

2014 machten Produkte auf Basis von fossilen Energieträgern etwa 32 % des gesamten Rohstoffkonsums des Gesundheitssektors aus, gefolgt von Produkten aus Biomasse (22 %) und Energieprodukten sowie Produkten des Bauwesens (je 9 %). Umfassendes Rohstoffmanagement im Bereich des Gesundheitswesens muss also vor allem in diesen Bereichen ansetzen – etwa beim effizienten Einsatz von Reinigungsmitteln oder der Vermeidung von Lebensmittelabfällen.

Der Trend der Auslagerung der Rohstoffbasis betrifft Dienstleistungssektoren genauso wie Sektoren der verarbeitenden Industrie. Auch Dienstleistungen wie das Gesundheitswesen sind daher – wenn auch indirekt – durch eine zunehmende Rohstoffabhängigkeit vom Ausland gekennzeichnet. Für die Leistungen des deutschen Gesundheitswesens stammten rund 65 % der fossilen Energieträger aus dem Ausland. Bei der konsumierten Biomasse lag dieser Anteil bei 67 %, bei nicht-metallischen Mineralien bei 69 %, und die benötigten Metallerze stammten sogar zu 100 % aus dem Ausland (↘ Abb. 42).

Bei Betrachtung eines Einzelbereichs wie dem Gesundheitswesen ist jedoch zu beachten, dass die Vorleistungen sehr komplex sind und bei der Zuordnung einzelner Produkte bzw. Lieferketten Annahmen und Vereinfachungen getroffen werden müssen (↖ Seiten 10/11, „Methodische Grundlagen“). Außerdem umfassen die genannten Zahlen zum Rohstoffkonsum die gesamten Lieferketten, die wie gezeigt oft im Ausland ihren Ausgangspunkt nehmen. Eine direkte Einflussnahme auf ihre Ausgestaltung ist daher nur teilweise möglich.

Herkunft der Rohstoffgrundlage für das deutsche Gesundheitswesen, 2014

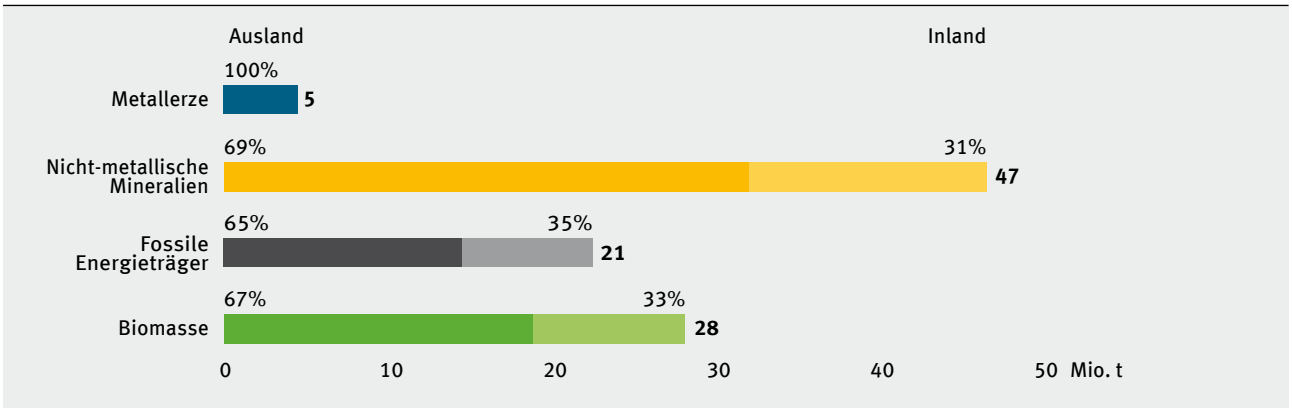
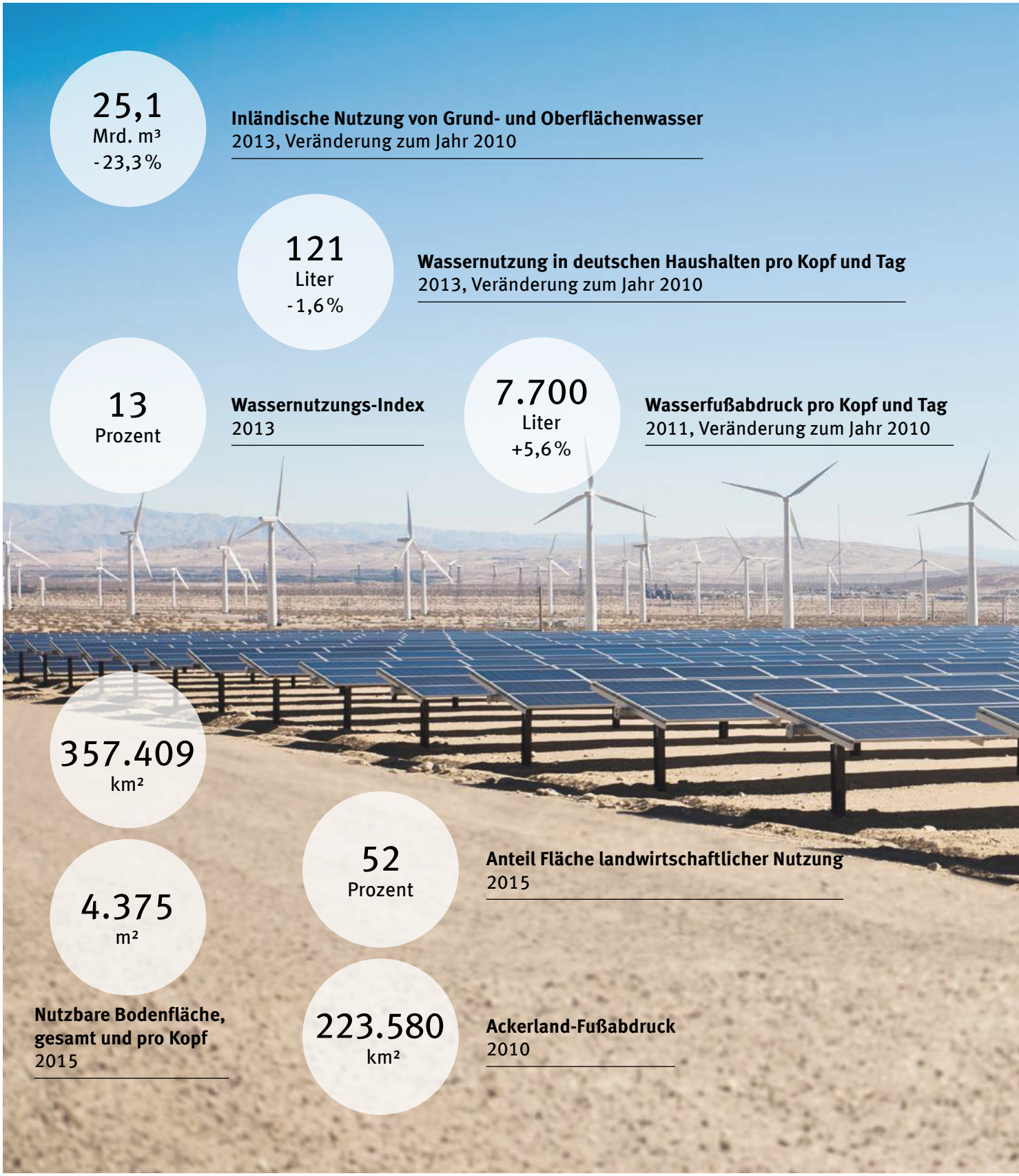
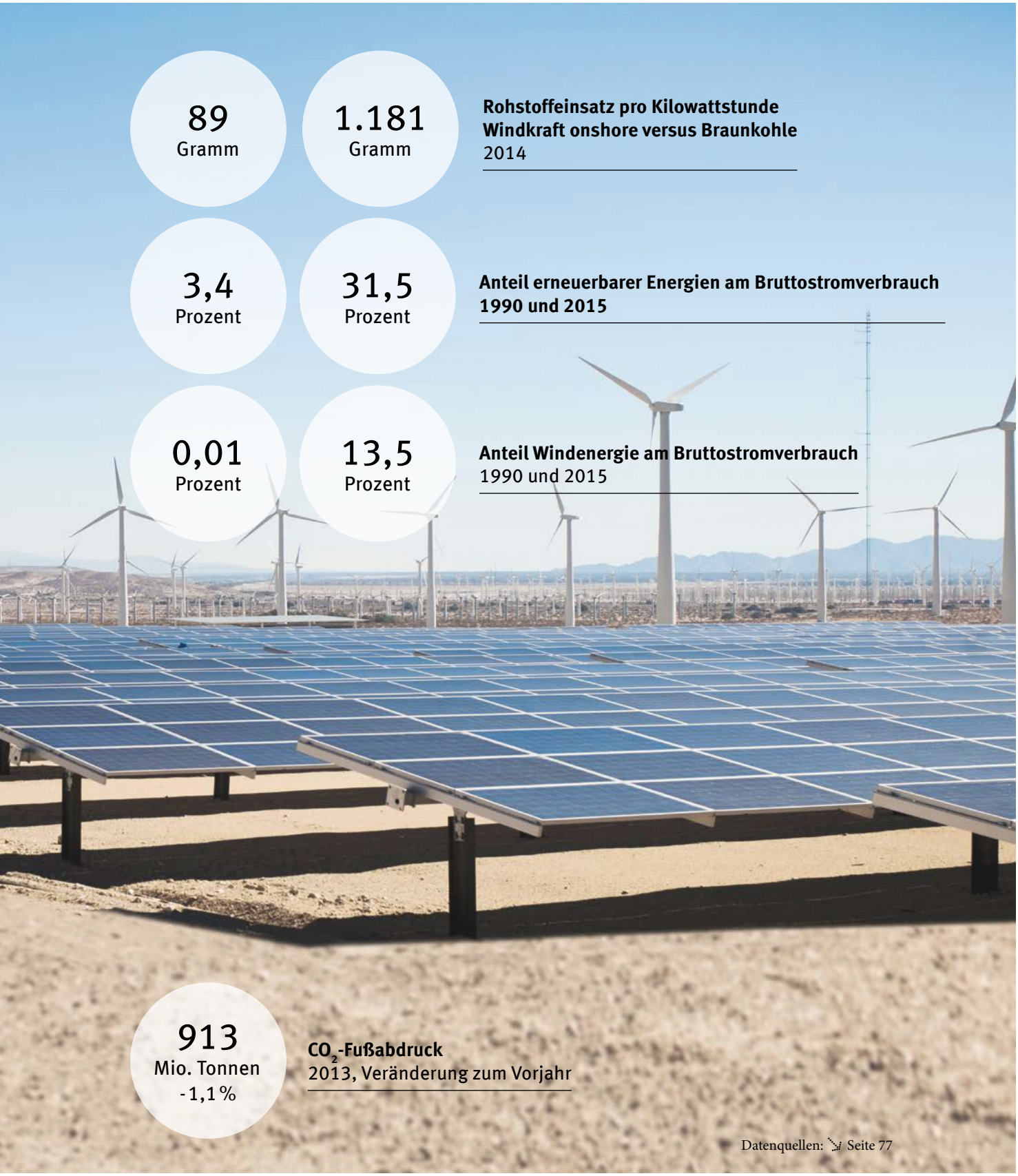


Abb. 42 Quelle: WU, 2017a

Andere natürliche Ressourcen





89
Gramm

1.181
Gramm

Rohstoffeinsatz pro Kilowattstunde Windkraft onshore versus Braunkohle
2014

3,4
Prozent

31,5
Prozent

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 1990 und 2015

0,01
Prozent

13,5
Prozent

Anteil Windenergie am Bruttostromverbrauch
1990 und 2015

913
Mio. Tonnen
-1,1 %

CO_2-Fußabdruck
2013, Veränderung zum Vorjahr

Datenquellen: ↘ Seite 77

Wassernutzung und Wasserfußabdruck

Deutschland ist ein wasserreiches Land. Vom gesamten jährlichen Wasserdargebot wurden 2013 rund 13 % entnommen, womit der deutsche Wassernutzungs-Index unterhalb des kritischen Wertes von 20 % lag. Neben der Wassernutzung in privaten Haushalten beansprucht die Wirtschaft die größten Wassermengen. Wasser wird in der Energiewirtschaft und bei der Gewinnung von Rohstoffen, etwa im Bergbau oder in der Landwirtschaft, verwendet. Während sich die Wasserentnahme in Deutschland im Zeitraum 1991–2013 beinahe auf die Hälfte reduzierte, stieg die Menge des indirekt über importierte Produkte konsumierten Wassers an.

Im Jahre 2013 wurden in Deutschland für die Verwendung in der Wirtschaft und in privaten Haushalten insgesamt 25,1 Milliarden Kubikmeter Wasser entnommen (↘ Abb. 43). Den größten Anteil hatte die Energiewirtschaft, die 13,6 Milliarden Kubikmeter (54 %) für die Verwendung in Wärmekraftwerken entnahm, gefolgt von Bergbau und verarbeitendem Gewerbe mit 6,1 Milliarden Kubikmeter (24 %) und der öffentlichen Wasserversorgung mit 5,1 Milliarden Kubikmeter (20 %). Die Landwirtschaft trug hingegen mit 1 % nur unwesentlich zur gesamten Entnahme bei.

Im zeitlichen Verlauf seit 1991 hat die Wasserentnahme in Deutschland insgesamt stark abgenommen. Sie reduzierte sich von 46,3 Milliarden Kubikmeter im Jahre 1991 um fast die Hälfte bis 2013. Großen Einfluss auf diese Entwicklung hatte vor allem die Energiewirtschaft, bei der die Wasserentnahme seit 1991 durch Verringerung der entnommenen Kühlwassermengen um 53 % gesenkt werden konnte. Auch im Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe war der Rückgang der Wasserentnahme seit Anfang der 90er-Jahre beträchtlich (-44 %) und trug so zum rückläufigen Gesamttrend bei.

Mit einem Wasserdargebot von 188 Milliarden Kubikmeter ist Deutschland ein wasserreiches Land (BfG, 2016). Das Wasserdargebot setzt sich aus der Niederschlags- und Verdunstungshöhe sowie aus Zu- und Abflussbilanz zusammen. Zur Einschätzung, ob ein Land unter Wasserknappheit oder Wasserstress leidet, wurde der Wassernutzungs-Index (engl.: Water Exploitation Index, WEI) entwickelt. Dieser vergleicht die Wasserentnahme mit dem Wasserdargebot. Liegt der Wert über 20 %, so leidet ein Land oder eine Region unter Wasserstress, mehr als 40 % bedeuten ein akutes Stress-Niveau. Im Jahr 2013 lag der Wassernutzungs-Index in Deutschland bei 13 % und somit im stressfreien Bereich. Im langfristigen Trend seit 1991 hat sich der Wassernutzungs-Index für Deutschland von 25 % auf 13 % deutlich verringert. Unter der kritischen Grenze von 20 % ist er allerdings erst seit 2004. Das Wasserdargebot ist jedoch regional und saisonal unterschiedlich verteilt. Sowohl der Niederschlag als auch die Verdunstung und letztlich die Grundwasserneubildung unterscheiden sich von Region zu Region. So ist z.B. das Bundesland Brandenburg deutlich niederschlagsärmer als Baden-Württemberg (UBA, 2017 c).

Nach der Entnahme von Wasser aus Oberflächengewässern oder aus Grundwasserkörpern wird das Wasser für verschiedene Nutzungen weiterverteilt. So werden beispielsweise von der Wasserversorgung 3,5 Milliarden Kubikmeter, also 121 Liter pro Kopf und Tag, an die Haushalte und das Kleingewerbe weitergegeben. Neben der Analyse der Wasserentnahmemengen ist auch die Betrachtung von Wasserflüssen zwischen der Umwelt und dem Wirtschaftssystem möglich. In das Wirtschaftssystem fließen die aktiven Entnahmen aus Oberflächengewässer und Grundwasser. Zusätzlich zählen auch Regenwasser und sogenanntes „Fremdwasser“ (z.B. in die Kanalisation eindringendes Grundwasser) dazu. „Fremdwasser“ erzeugt einen unerwünschten Abfluss in den Entwässerungssystemen (↘ Abb. 44). Knapp 5 Milliarden Kubikmeter an Regen- und Fremdwasser landen so darüber hinaus in der Wasserentsorgung.

Wassergewinnung nach Wirtschaftsbereichen in Deutschland sowie Anteil am Wasserdargebot, 1991–2013

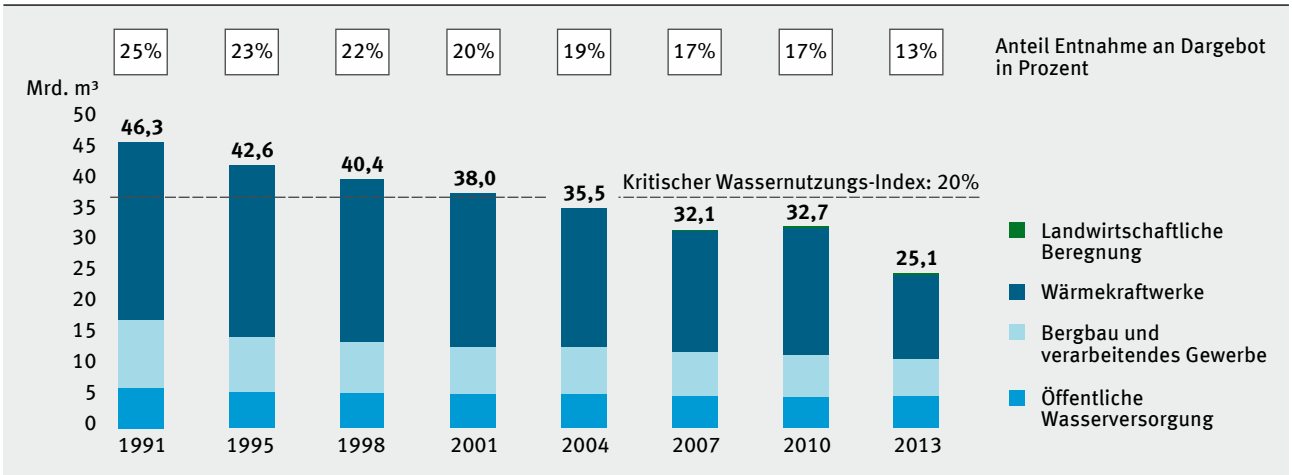


Abbildung 43 Quelle: Destatis, 2016 c

Wasserflüsse aus der Natur in die Wirtschaft in Deutschland, 2013

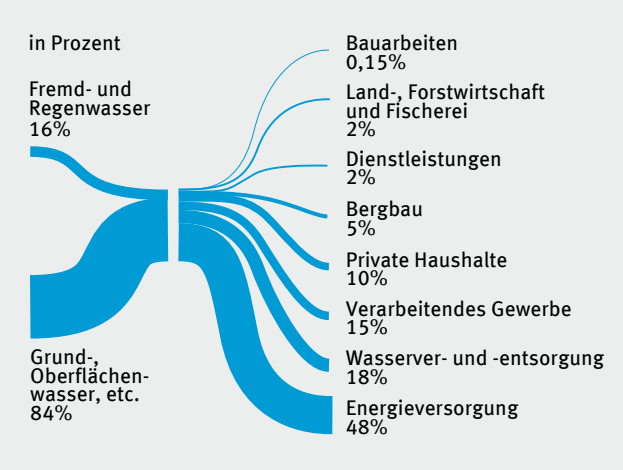


Abbildung 44 Quelle: Destatis, 2017 a

Viele Sektoren verwenden Wasser für die Förderung, Produktion und Weiterverarbeitung von Gütern, die für den Export bestimmt sind. So wird auch im Ausland für die Herstellung der nach Deutschland importierten Güter Wasser verwendet. Die gesamte Menge an Wasser, das im Inland wie im Ausland für die Herstellung aller in Deutschland konsumierten Güter verwendet wurde, wird als „Wasserfußabdruck" bezeichnet (→ Seiten 58/59, UBA Ressourcenbericht 2016). Er wird in einen blauen (Oberflächen- und Grundwasser) und einen grünen Teil (Regenwasser) unterteilt (↖ Seiten 10/11, „Methodische Grundlagen"). Nimmt man bei der Analyse der Wassernutzung in Deutschland eine konsumorientierte Perspektive ein, so muss zusätzlich zum inländischen Wassereinsatz auch der Wasserfußabdruck berücksichtigt werden.

Der Wasserfußabdruck kann auf unterschiedliche Arten berechnet werden. Verwendet man ein globales Wirtschaft-Umwelt-Modell, so zeigt sich für Deutschland im Jahr 2011 ein Wasserfußabdruck von 226 Milliarden Kubikmeter. Das ist eine Zunahme um 21 % seit 1995 und entspricht einer Menge von 2.810 Kubikmeter pro Kopf und Jahr. Der Wasserfußabdruck Deutschlands ist also um ein Vielfaches größer als jene Wassermenge, die in Deutschland selbst zum Einsatz kommt. Zum Vergleich: Während in privaten Haushalten in Deutschland etwa 121 Liter Wasser pro Kopf und Tag direkt verwendet werden, liegt der Wasserfußabdruck pro Kopf und Tag bei etwa 7.700 Litern.*

Der ausländische Anteil am gesamten Wasserfußabdruck Deutschlands lag 2011 bei 67 %. Eine besonders wichtige Rolle bei den indirekt nach Deutschland importierten Wassermengen spielten der asiatische Raum, insbesondere China, Indien und Indonesien, aber auch Brasilien und die USA (↘ Abb. 45). Jene Länder, in denen der Wasserbedarf in der Landwirtschaft zu einem großen Teil natürlich gedeckt wird, zeigen höhere grüne Wasserflüsse nach Deutschland. Dazu gehören etwa China, Indien oder Brasilien. China und Indien haben aber auch – wie auch die USA – ein hohes Ausmaß an künstlicher Bewässerung – und tragen somit auch zum blauen Wasserfußabdruck Deutschlands bei. Über die Zeit veränderte sich die Rolle der einzelnen Länder und Regionen als indirekte Wasserlieferanten. So spielt vor allem Indien eine immer bedeutendere Rolle mit kontinuierlich zunehmenden grünen und blauen Wasserflüssen nach Deutschland. China und Brasilien exportieren besonders große Mengen nach Deutschland, jedoch nahmen diese in den letzten Jahren des Beobachtungszeitraums (1995–2011) leicht ab. Bei Brasilien zeigt sich jedoch, dass der Anteil künstlich bewässerter Exporte an den Gesamtexporten zunahm.

Deutschlands Netto-Importe von blauem und grünem Wasser, 2011*

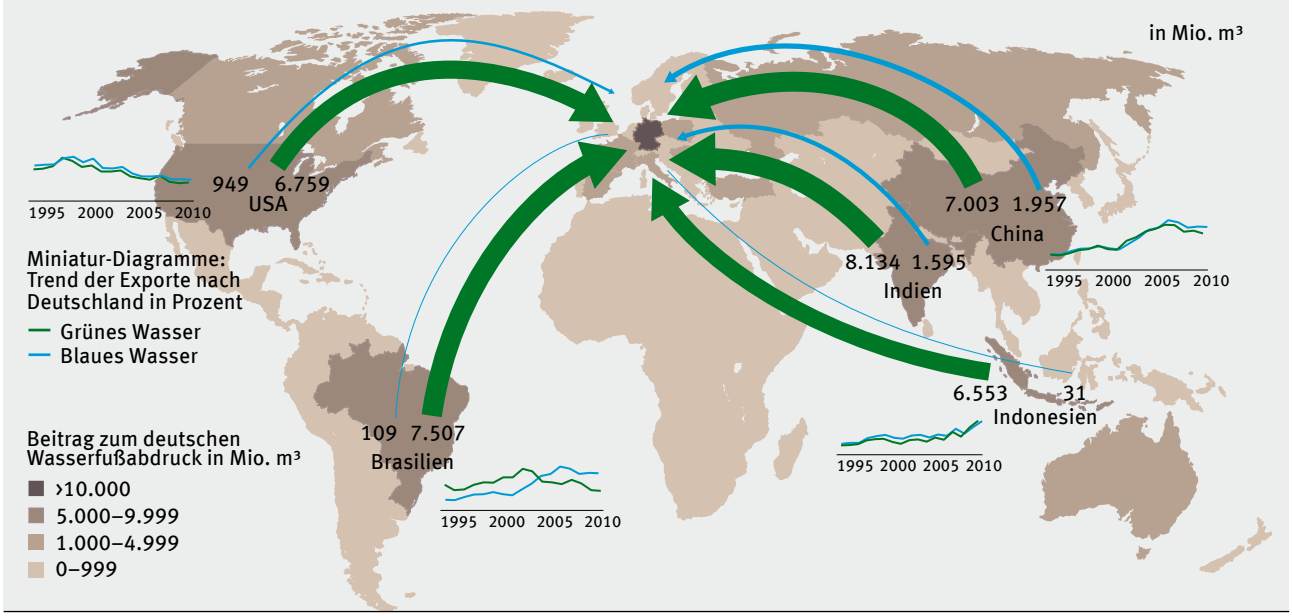


Abbildung 45 Quelle: WU, 2017 a

* Die Berechnungen des Wasserfußabdrucks wurden mit dem multiregionalen Input-Output-Modell EXIOBASE 3.3 durchgeführt. Aufgrund von Weiterentwicklungen des Modells im Vergleich zur Vorversion weichen die im Text angeführten Zahlen von jenen im Ressourcenbericht 2016 ab (↖ Seiten 10/11, „Methodische Grundlagen").

Flächennutzung in Deutschland

Neben Rohstoffen und Wasser zählen auch Landflächen zu den vom Menschen genutzten natürlichen Ressourcen. Deutschland hat eine Fläche von 357.409 km². Im Jahr 2015 waren über 80 % von Feldern, Weiden und Wald bedeckt. Siedlungs- und Verkehrsflächen nahmen etwa 14 % ein – mit steigender Tendenz. Flächenversiegelung und intensive Landwirtschaft schränken jedoch die Funktionen von Land als Teil des Ökosystems ein.

Deutschlands nutzbare Bodenfläche lag im Jahr 2015 bei 357.409 km² (Destatis, 2016 d). Dies waren etwa 0,4 ha pro Einwohner oder 227 Einwohner pro Quadratkilometer. Zum Vergleich: Das Land mit der höchsten Bevölkerungsdichte Europas (ohne Mikrostaaten), die Niederlande, weist eine Bevölkerungsdichte von 411 Einwohnern pro Quadratkilometer auf.

184.332 km², und damit mehr als die Hälfte der Fläche Deutschlands (52 %), wurden 2015 für landwirtschaftliche Zwecke verwendet, gefolgt von 109.515 km² an Waldflächen (31 %). Die übrigen Arten der Flächennutzung nehmen im Vergleich dazu einen geringen Anteil in Anspruch: Gebäude- und Freiflächen sowie Verkehrsflächen bedeckten 2015 zusammen nur 12 % der Fläche Deutschlands. Andere Nutzungen spielten zahlenmäßig nur eine unwesentliche Rolle (↘ Abb. 46). Insgesamt machten Siedlungs- und Verkehrsflächen etwa 14 % aus. Im Vergleich zum letzten Berichtsjahr 2013 hat sich diese Aufteilung der Flächennutzung kaum geändert (⇢ Seiten 60/61, UBA Ressourcenbericht 2016).

In der langfristigen Perspektive stieg die Waldfläche zwischen 1992 und 2015 um knapp 5 % an. Gebäudeflächen nahmen in diesem Zeitraum um 21 %, Verkehrsflächen um 10 %. Dies geschah größtenteils auf Kosten der landwirtschaftlich genutzten Fläche, die sich um 6 % reduzierte.

Flächennutzungen und ihre Änderungen können mit einer geographisch differenzierteren Betrachtung besser analysiert werden. Auf Ebene der einzelnen Bundesländer zeigt sich in diesem Zusammenhang ein sehr unterschiedliches Bild (↘ Abb. 47). So war 2015 der Anteil der landwirtschaftlichen Fläche mit 70 % in Schleswig-Holstein am größten, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit 62 %. Rheinland-Pfalz und Hessen hatten mit gut 40 % den geringsten Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche an der jeweiligen Landesfläche. Absolut betrachtet besitzen jene Bundesländer mit der höchsten Entnahme an nachwachsenden Rohstoffen (↖ Seiten 24/25, „Rohstoffentnahme der Bundesländer“), also Bayern und Niedersachsen, mit 33.106 und 28.510 km² beziehungsweise 18 % und 15 % auch den größten Anteil an der gesamten Landwirtschaftsfläche in Deutschland.

Die Bundesländer mit dem größten Waldflächenanteil sind Rheinland-Pfalz und Hessen, mit jeweils mehr als 40 % Waldbedeckung. Das sind 8.477 und 8.367 km². Absolut betrachtet besitzen Baden Württemberg und Bayern mit 13.698 km² bzw. 25.707 km² die größten Waldflächen Deutschlands.

Betrachtet man den Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen, so war Nordrhein-Westfalen mit 20 % Spitzenreiter, gefolgt vom Saarland (20 %) und Hessen (15 %). Generell besaßen Bayern, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen zusammen fast die Hälfte der gesamtdeutschen Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung der Ressource Landfläche in Deutschland ist die Bodenversiegelung ein wichtiger Faktor. Boden- bzw. Flächenversiegelung – durch Bebauung, Asphaltierung und andere Befestigungen – zerstören die natürliche Bodenfruchtbarkeit und verhindern eine zukünftige (Wieder-)Nutzung für die Land- und Forstwirtschaft. Die oben angesprochene Zunahme des Anteils von Siedlungs- und Verkehrsflächen hatte zur Folge, dass 2015 täglich durchschnittlich 66 Hektar versiegelt wurden (UBA, 2017 d). Dies ist im Vergleich zum Mittel der Jahre 1993 bis 1996 (120 Hektar pro Tag) zwar eine deutliche Verbesserung, dennoch müssen zur Erreichung des Ziels der Bundesregierung, bis 2020 die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen auf 30 Hektar pro Tag sinken zu lassen (Deutsche Bundesregierung, 2016 a; BMUB, 2016), weitere Maßnahmen ergriffen werden. Beispiele für solche Maßnahmen sind das Recycling von Brachflächen oder die Anwendung neuer Instrumente wie der Handel von Flächenzertifikaten (UBA, 2015 c).

Für eine nachhaltigere Flächennutzung kommt auch der Landwirtschaft in Deutschland eine besondere Rolle zu. Ökologischer Landbau ist ein Weg, diese zu erreichen, jedoch noch immer deutlich unterrepräsentiert. Allerdings hat sich die Anzahl von Ökolandbaubetrieben mit 24.736 Betrieben im Jahr 2015 seit 1996 mehr als verdreifacht (↘ Abb. 48). Mit gut 10.000 km² machte der ökologische Landbau im Jahr 2015 6,5 % der gesamten Agrarfläche aus. Der insgesamt steigende Trend hat sich

Flächennutzung in Deutschland nach Nutzungsarten, 1992 – 2015

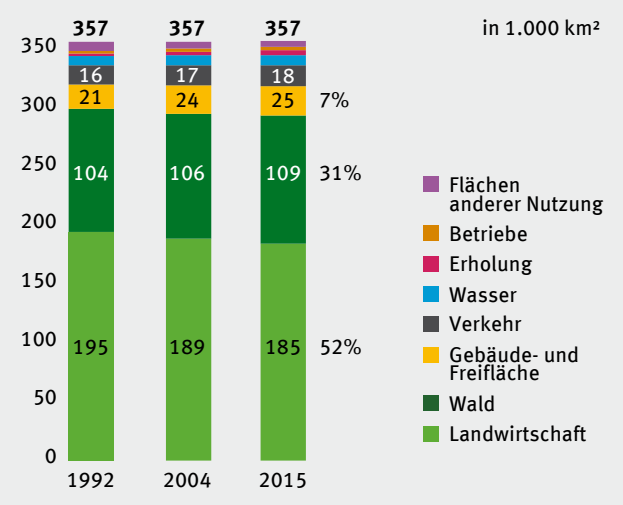


Abbildung 46 Quelle: Destatis, 2015 b

Anteile unterschiedlicher Flächennutzungen nach Bundesländern, 2015

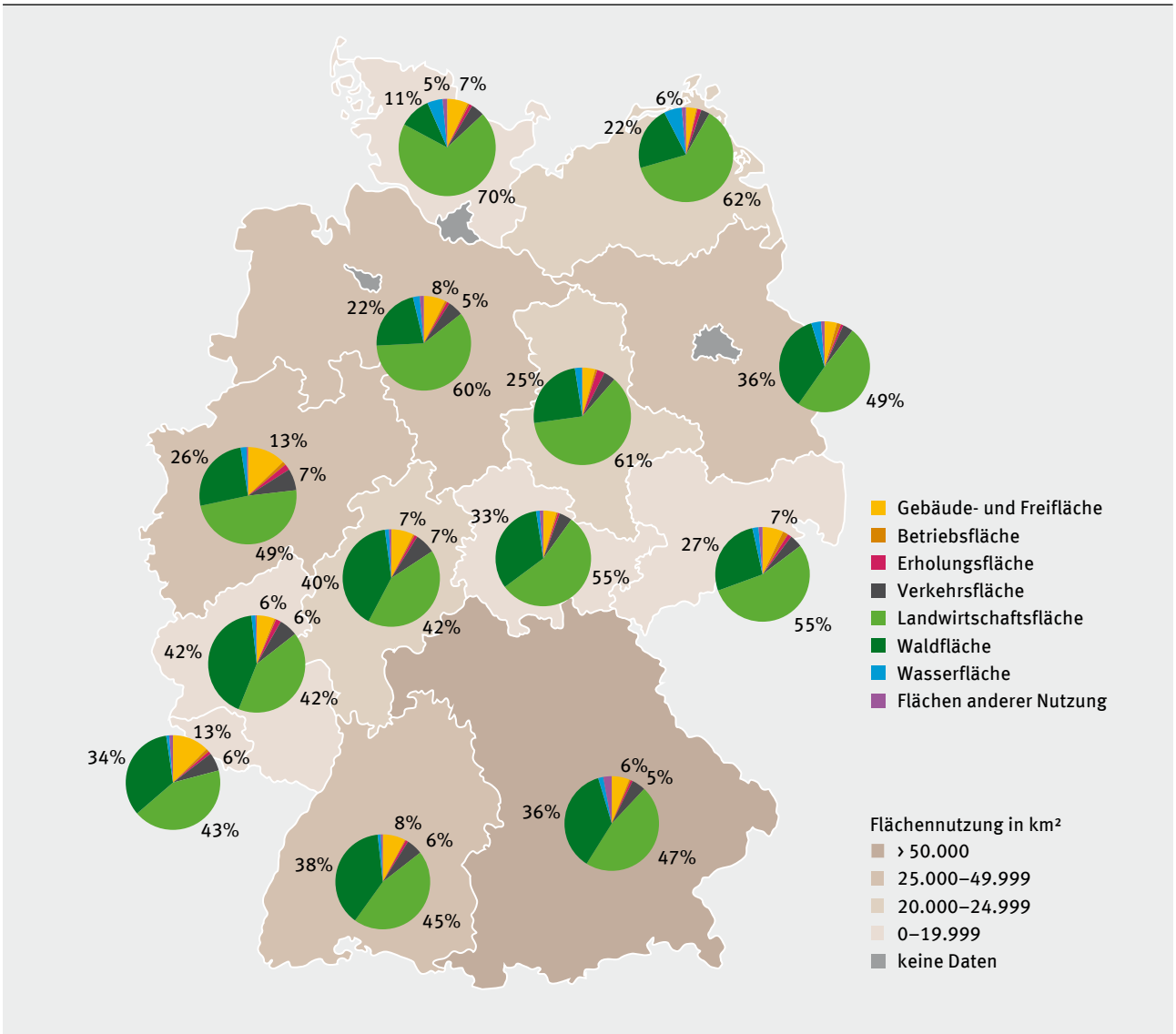


Abbildung 47 Quelle: Destatis, 2016 d

in den vergangenen Jahren allerdings etwas verlangsamt. Die Bundesregierung hat sich im Rahmen der „Zukunftsstrategie ökologischer Landbau“ das mittelfristige Ziel gesetzt, den Anteil der ökologisch bewirtschafteten Flächen an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche auf 20 % zu erhöhen. Bei Fortsetzung des gegenwärtigen Trends würde dieses Ziel jedoch erst in mehreren Jahrzehnten erreicht werden (BMEL, 2017).

Betriebe und Fläche des ökologischen Landbaus in Deutschland, 1996 – 2015

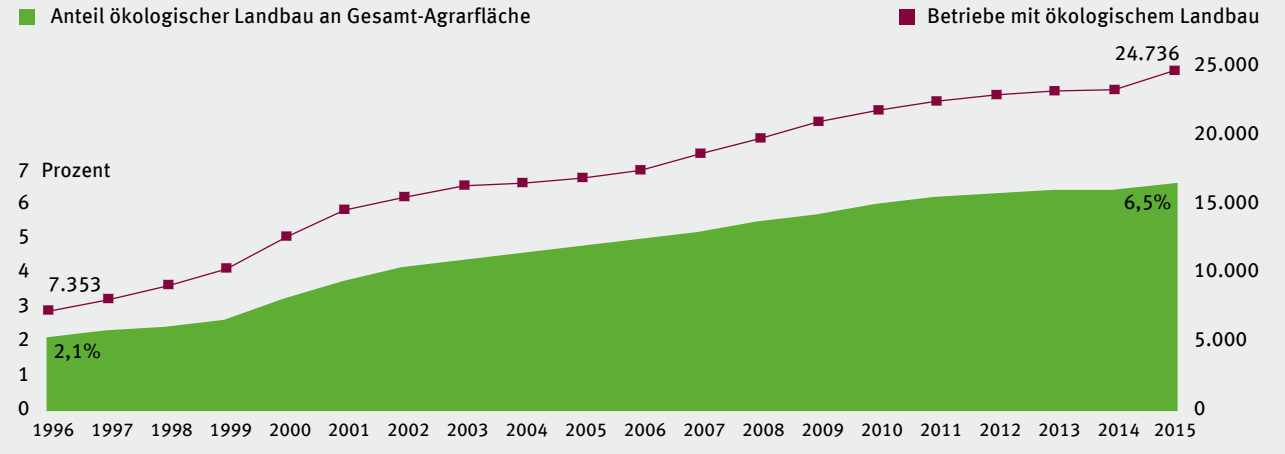


Abbildung 48 Quelle: BMEL, 2017

Deutschlands Flächenfußabdruck

Neben inländischen Flächen nutzt Deutschland auch erhebliche Mengen an Flächen im Ausland. Der sogenannte Flächenfußabdruck setzt sich aus jenen Flächen zusammen, die im In- und Ausland für die Herstellung der in Deutschland konsumierten Produkte beansprucht werden. Je nach Kategorie beträgt der Anteil der Flächennutzung im Ausland bis zu 68 %.

63 % der Biomasse, die direkt oder indirekt in der deutschen Endnachfrage konsumiert wird, stammt aus dem Ausland (↖ Seiten 28/29, „Die geografische Herkunft der Rohstoffe“). Um diese Biomasse bereitzustellen bzw. zu produzieren, werden große Landflächen in Anspruch genommen. Die Summe aller Landflächen, die im Inland und Ausland für die Herstellung aller in einem Land konsumierten Güter benötigt werden, wird als Flächenfußabdruck bezeichnet. Er ist ein Indikator des Ressourcen- und Flächenverbrauchs für land- und forstwirtschaftliche Produkte und wird in drei große Kategorien unterteilt: Ackerland, Grünland und Waldfläche (UBA, 2013). Jene Flächen, die in Deutschland für die Herstellung von Exportprodukten verwendet werden, werden den importierenden Ländern zugerechnet. Das bedeutet, dass der inländische Anteil des deutschen Flächenfußabdrucks ist nicht gleich groß wie die genutzte Fläche Deutschlands.

Die Berechnung der drei Kategorien des Flächen-Fußabdrucks ist unterschiedlich und aufgrund der derzeitigen Datenlage bisher nur für das Jahr 2010 umsetzbar (Bruckner et al., 2017). Deswegen ist ein Aufsummieren zu einem Gesamt-Fußabdruck nicht sinnvoll. Jedoch wird bei einer Gegenüberstellung gut erkennbar, dass in allen drei Kategorien Flächen mit ausländischem Ursprung eine bedeutende Rolle spielen (↘ Abb. 49). Am größten ist dieser Anteil mit 68 % beim Wald-Fußabdruck, der 2010 29,4 Millionen Hektar ausmachte. Der Grünland-Fußabdruck betrug 13,7 Millionen Hektar, wovon 66 % aus dem Ausland stammten. Und im Falle des Ackerland-Fußabdrucks lagen immerhin knapp die Hälfte (47 %) der 22,4 Millionen Hektar im Ausland. Deutschlands Konsum basiert also ähnlich wie bei Rohstoffen und Wasser sehr stark auf ausländischen Flächen-Ressourcen. Das bedeutet, dass er auch indirekt mitverantwortlich für negative Auswirkungen der Landnutzung wie beispielsweise Entwaldung oder Nährstoffverluste des Bodens ist.

Inländischer und ausländischer Anteil am Flächenfußabdruck Deutschlands nach Hauptkategorien, 2010

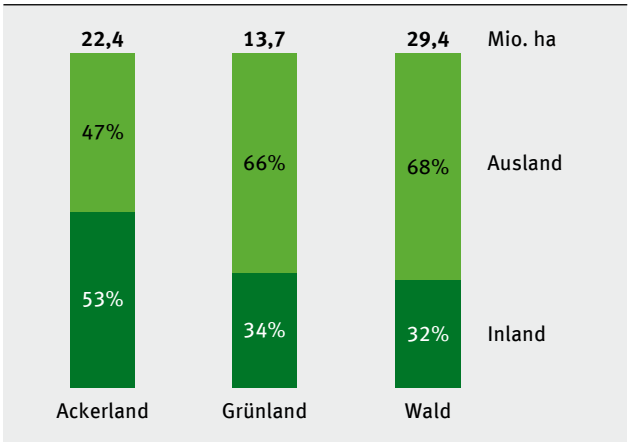


Abbildung 49 Quelle: Bruckner et al., 2017

Unter dem Ackerland-Fußabdruck versteht man jene Fläche im Inland oder Ausland, mit der der Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten, die als Nahrungs- oder Futtermittel oder zu anderen Zwecken verwendet werden, gedeckt wird. Im Zeitraum 1995 – 2010 blieb er mit einer leichten Abnahme von 22,6 auf 22,4 Millionen Hektar in etwa konstant (↘ Abb. 50). Damit war der Ackerland-Fußabdruck auch deutlich höher als die gesamte in Deutschland landwirtschaftlich genutzte Fläche, die 18,7 Millionen Hektar betrug und Ackerland sowie Weideflächen (Grünland) umfasst.

Es zeigt sich, dass der Landbedarf für pflanzliche Nahrungsmittel zurückgegangen ist, gleichzeitig aber jener für Nicht-Nahrungsmittel, wie Fasern oder Öle, um 27 % zunahm. Im Jahr 2010 betrug ihr Anteil am gesamten Ackerland-Fußabdruck bereits 24 %. Es ist zu erwarten, dass der Anteil der Fläche für Nicht-Nahrungsmittel weiter zunehmen wird, da auch in anderen Bereichen, wie beispielsweise Kunststoff, vermehrt auf nachwachsende Rohstoffe zugegriffen wird. Diese Entwicklung spiegelt auch die zunehmende Bedeutung der Bioökonomie wider.

Als Handelsnation importiert Deutschland nicht nur große Mengen an Ackerland, sondern exportiert sie auch. 24 Millionen Hektar an Importen, vor allem in Form von Pflanzenölen, Getreide oder Tee und Kakao, standen Exporten und Re-Exporten der deutschen Landwirtschaft und Industrie im Ausmaß von 13,6 Millionen Hektar gegenüber; letztere vor allem in Form von Fleisch und Milchprodukten. Deutschland ist also ein Nettoimporteur von virtuellem Ackerland (Bruckner et al., 2017).

Verfolgt man die unterschiedlichen Handelsstränge zu ihrem Ursprung und zur geographischen Lage des Ackerlandes zurück, so zeigt sich ein interessanter Unterschied zwischen Nahrungs- und Nicht-Nahrungsmitteln. Während 2010 der Bedarf an Nahrungsmitteln in Deutschland zu etwa 60 % über inländische Ackerland-Flächen gedeckt wurde und weitere 23 % innerhalb der EU lagen, wurden in Deutschland konsumierte Nicht-Nahrungsmittel mit biotischem Ursprung zu 86 % auf ausländischen Ackerflächen hergestellt, wobei Asien mit 40 % den größten Anteil aufwies.

In Deutschland werden aber auch bedeutende Mengen an Produkten aus Holz konsumiert – beispielsweise Möbel und Papier. Somit fließt auch hier indirekt Waldfläche in die Gesamtbilanz des Flächenfußabdrucks ein. 2010 betrug der Wald-Fußabdruck knapp 30 Millionen Hektar und war somit knapp dreimal so groß wie die gesamte Waldfläche

Ackerland-Fußabdruck Deutschlands, 1995–2010

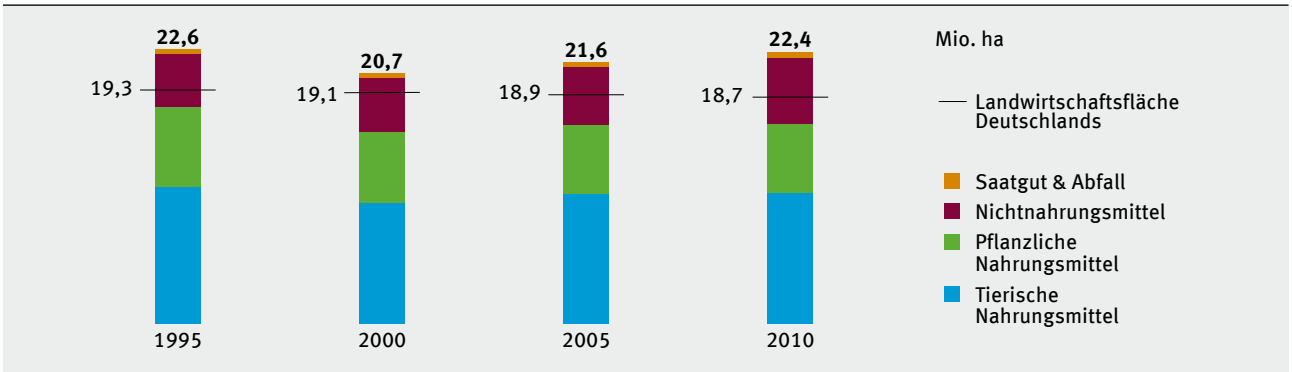


Abbildung 50 Quelle: Bruckner et al., 2017

in Deutschland (10,8 Millionen Hektar). Im langfristigen Trend zeigt sich eine starke Fluktuation. Von 36,5 Millionen Hektar im Jahr 1995 stieg der Wald-Fußabdruck auf nahezu 41 Millionen Hektar im Jahr 2000. Davon waren 85 % Industrieholz und lediglich 15 % energetisch genutztes Holz. Ab dem Jahr 2000 sank der Wald-Fußabdruck auf rund 29 Millionen Hektar, um bis 2010 wieder leicht anzusteigen. Diese deutliche Abnahme um mehr als 30 % in der Zeit von 2000 bis 2010 hatte ihren Ursprung in allen Sektoren, die Holz als wichtigsten Rohstoff nutzen, also Holzverarbeitung, Möbel- und Papierherstellung sowie Druckereien und das Verlagswesen. Auch die direkte und indirekte Verwendung von Holz in Bauaktivitäten ließ ab dem Jahr 2000 nach.

Der Wald-Fußabdruck Deutschlands hat seinen Ursprung zu etwa zwei Drittel im Ausland. Etwa 17 % der Waldflächen lagen 2010 in einem anderen EU-Staat, ca. 19 % in anderen europäischen Ländern sowie Russland. Jeweils unter 10 % der in Deutschland konsumierten Waldflächen lagen auf den anderen Kontinenten – Nordamerika (9 %), Lateinamerika (8 %), Afrika (7 %) und Asien (9 %) (↘ Abb. 51).

Flächenbasierte Fußabdruckindikatoren sind wirkungsvolle Indikatoren, um die indirekte Beanspruchung von Landflächen durch den Konsum darzustellen. Sie zeigen insbesondere das enorme quantitative Ausmaß des deutschen Konsums und die mit ihm einhergehende Inanspruchnahme von Landflächen in anderen Teilen der Welt auf. Fußabdruckindikatoren sind jedoch nicht in der Lage, spezifische Umweltauswirkungen zu beschreiben, da z. B. die unterschiedliche Intensität der jeweiligen Landnutzung nicht berücksichtigt wird. Sie sagen auch nichts über Aspekte wie Produktivität und Qualität der Landnutzung aus, die bei einer ganzheitlichen Betrachtung von Bedeutung sind. Eine Möglichkeit für eine umfassendere Perspektive wäre, den Flächenfußabdruck um die mit den jeweiligen Landflächen in Zusammenhang stehende Entwaldung oder Bodenqualität zu erweitern (Bruckner et al., 2017).

Eine weitere wichtige Verbindung besteht zwischen dem Flächenfußabdruck und dem Wasserfußabdruck (↖ Seiten 52/53, „Wassernutzung und Wasserfußabdruck“), da Landwirtschaft in den meisten Teilen der Welt sehr wasserintensiv betrieben wird. In vielen Fällen steigt also mit dem Zunehmen vor allem des Ackerland-Fußabdrucks auch der Druck auf die lokale Wasserverfügbarkeit. Mit der wachsenden Konkurrenz um die Ressource Land ist somit häufig jene um die Ressource Wasser eng verbunden.

Geografischer Ursprung des ausländischen Anteils des deutschen Wald-Fußabdrucks, 2010

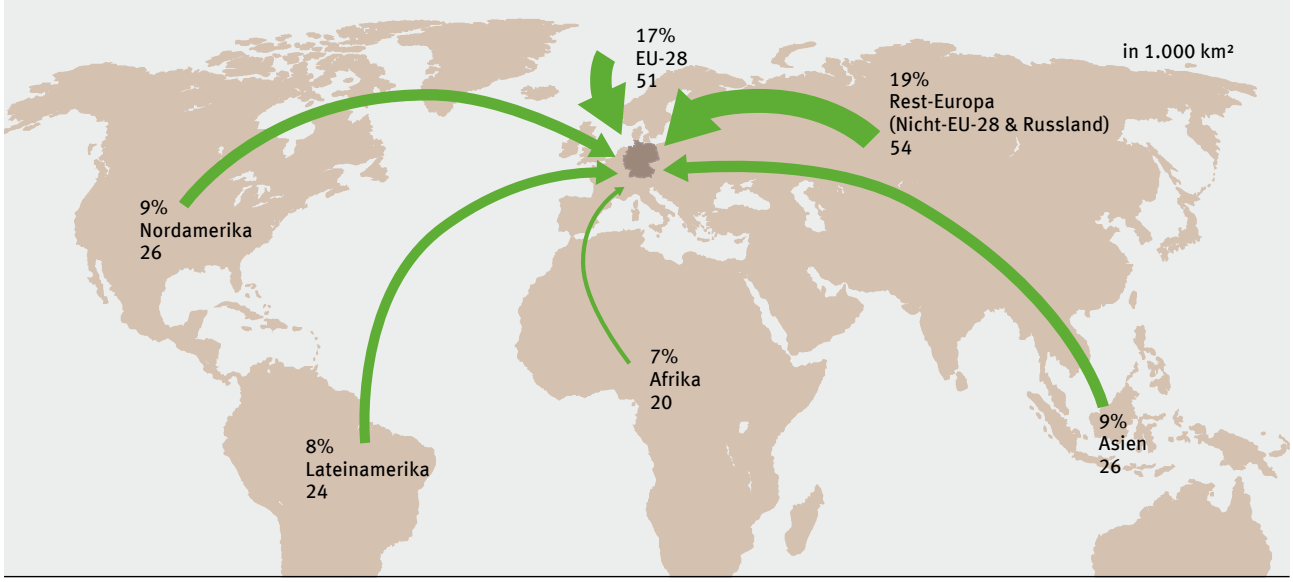


Abbildung 51 Quelle: Bruckner et al., 2017

Strömende Ressourcen

2015 betrug der Anteil der strömenden Ressourcen wie Wind, Sonne, Wasser und anderer erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch in Deutschland 12,4 %, am Bruttostromverbrauch sogar 31,5%. Die Trends sind seit 1990 stark steigend. Strömende Ressourcen stellen einen wichtigen Ersatz für fossile Energieträger dar und leisten einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz. Aber auch die Nutzung erneuerbarer Energien ist mit der Inanspruchnahme von nicht-nachwachsenden Rohstoffen verbunden, wenngleich sie deutlich kleinere Materialintensitäten als fossile Energieträger aufweisen.

Zu den strömenden Ressourcen werden Sonnenenergie, Wind, Geothermie und Wasser gezählt. Sie gehören zu den erneuerbaren natürlichen Ressourcen (↘ Seiten 62/63, „Glossar“). Gemeinsam mit anderen Quellen wie Biomasse oder Abfall spielen sie eine immer wichtigere Rolle als erneuerbare Energien beziehungsweise alternative Energiequellen.

Im Jahr 2015 betrug der Anteil der „erneuerbaren Energien“ am gesamten Primärenergieverbrauch Deutschlands 12,4 % (↘ Abb. 52). Dies bedeutet eine leichte Steigerung zum Vorjahr. Im Jahr 1990 lag der Anteil noch bei 1,3 %.

Eine besonders wichtige Rolle bei der Deckung des Primärenergieverbrauchs durch erneuerbare Energieträger spielen die feste und gasförmige Biomasse sowie die Windenergie. Sie stellen mehr als zwei Drittel der erneuerbaren Energien.

Betrachtet man alleine den Bruttostromverbrauch in Deutschland, so stieg der Anteil der Erneuerbaren ebenfalls seit 1990 (3,4 %) deutlich an, betrug im Jahr 2005 bereits 10,2 % und lag im Jahr 2015 bei 31,5%. Strom aus Windkraft hatte mit 13,5% den größten Anteil am Bruttostromverbrauch, gefolgt von Strom aus Biomasse (7 ,3%) und Photovoltaik (6 ,5 %). Fossile Energieträger und Atomenergie machen beim Stromverbrauch in Deutschland nach wie vor den größten Anteil aus (67 %).

Eine wichtige Unterstützung für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland stellt das Energiekonzept der Bundesregierung dar. Das sogenannte „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ (BMWI, 2014) hat sich zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis 2025 auf 40 bis 45 % bzw. bis 2050 auf mindestens 80 % zu erhöhen. Der Anteil am Bruttoendenergieverbrauch soll bis 2050 auf 60 % gesteigert werden (UBA, 2017 d). Damit sollen vor allem die schädlichen Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 bis 95 % gegenüber dem Basisjahr 1990 gesenkt werden.

Das Umweltbundesamt untersucht bereits seit einigen Jahren, wie noch anspruchsvollere Klimaziele in Deutschland erreicht werden können. Bereits im Jahre 2010 wurde gezeigt, dass eine Stromerzeugung aus 100 % erneuerbaren Energien möglich ist (UBA, 2010). Die Studie „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“ (UBA, 2014) belegte, dass eine weitgehende Treibhausgasneutralität in Deutschland mit einem jährlichen Pro-Kopf-Ausstoß von einer Tonne $CO_{2\text{-Äq}}$ im Jahr 2050 technisch machbar ist, was einer Minderung der Emissionen um rund 95 % gegenüber 1990 entspricht. In einer aktuellen Studie hat das Umweltbundesamt zudem untersucht, wie der Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestaltet werden kann (UBA, 2017 e).

Auf europäischer Ebene haben sich die Mitgliedsstaaten der EU auf eine Energie-Strategie bis 2030 geeinigt, die neben der Reduktion der CO_2-Emissionen um 40 % im Vergleich zu

Beitrag erneuerbarer Energien zum Primärenergieverbrauch sowie Anteile am Bruttostromverbrauch, am Bruttoendenergieverbrauch und am Primärenergieverbrauch, 1990–2015

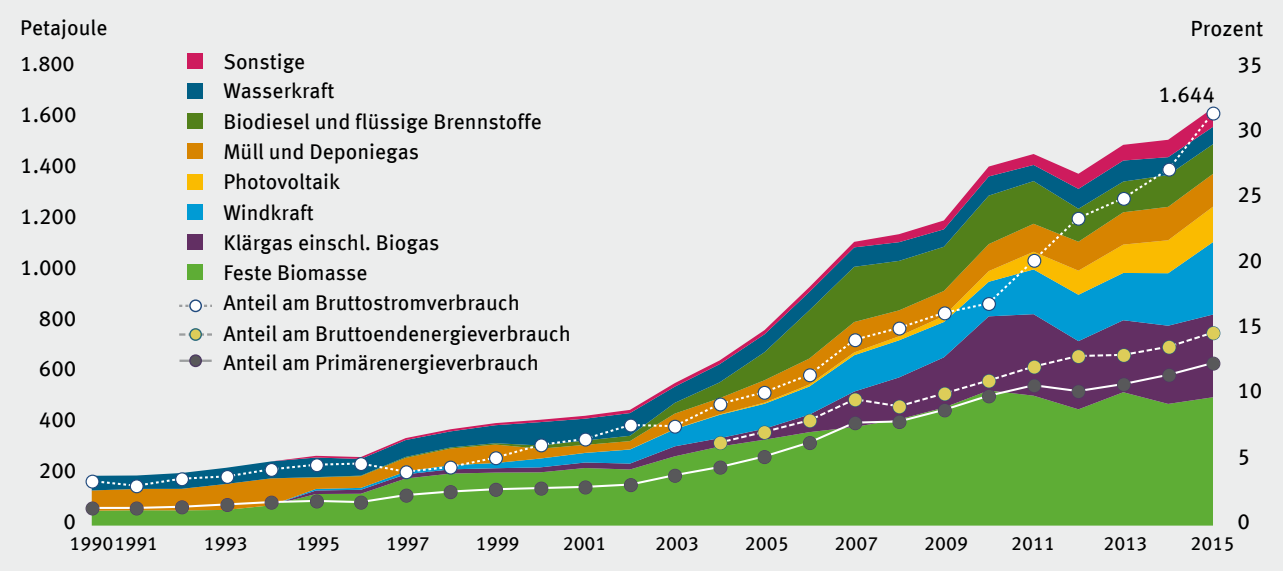


Abbildung 52 Quelle: BMWI, 2017, 2018

Primärenergieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Europa, 2015

Petajoule TOP-10 Land	Biomasse und Abfall	Wasser-kraft	Wind-energie	Solar-energie	Geo-thermische Energie	Summe	Anteil am Bruttoend-energie-verbrauch [%]
Deutschland	1.098	68	285	168	9	1.628	14,6
Italien	450	164	53	91	229	987	17,5
Frankreich	583	196	76	30	9	895	15,2
Schweden	439	271	59	1	0	769	53,9
Spanien	293	101	178	133	1	706	16,2
Türkei	135	242	42	35	202	656	13,6
Norwegen	50	496	9	0	0	555	69,4
Großbritannien	298	23	145	29	0	495	8,2
Finnland	366	60	8	0	0	435	39,3
Österreich	226	133	17	11	1	390	33,0

Tabelle 1 Quelle: EUROSTAT, 2017

1990, eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien europaweit auf 27 % sowie eine Energie-Einsparung um bis zu 27 % vorsieht (Europäische Kommission, 2014).

Allein 2015 wurden europaweit Windanlagen mit einer Leistung von etwa 12,8 Gigawatt installiert (Wind Europe, 2018). Auch in Deutschland war 2015 ein Spitzenjahr mit einer zusätzlich installierten Windenergieleistung von 6 Gigawatt. In absoluten Zahlen tragen erneuerbare Energien über 1.628 PJ zum Endenergieverbrauch von Deutschland bei. Damit ist Deutschland Spitzenreiter gefolgt von Italien (987 PJ) und Frankreich (895 PJ) (↖ Tab. 1). Während Deutschland besonders im Stromsektor bei der Nutzung der Windenergie (285 PJ) sowie der Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie, 168 PJ) führend ist, sind Italien und die Türkei Vorreiter bei der Nutzung der geothermischer Wärme (229 PJ und 202 PJ). Spitzenreiter beim Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch sind allerdings aufgrund ihrer günstigen geographischen Gegebenheiten Norwegen und Schweden. Während Deutschland hier mit knapp 15 % in etwa auf dem Niveau des EU-Durchschnitts, und somit noch relativ weit unter dem EU-Ziel liegt, weisen Norwegen und Schweden wegen großer Wasserkraftressourcen und der Nutzung lokaler Biomasse bereits Anteile von 70 bzw. 54 % auf.

Die Nutzung erneuerbarer Energien wie Wind, Wasser und Sonne liefert einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz, aber auch zur Ressourcenschonung. Ihre Nutzung ist im Vergleich zu fossilen Energieträgern und ihren Energieumwandlungsprozessen mit einem deutlich geringeren Ressourcenaufwand verbunden, da der Verbrauch der Energieträger wie Kohle, Öl und Erdgas nahezu entfällt.

Dennoch ist auch der Ausbau von erneuerbaren Energien mit Materialinanspruchnahmen verbunden. Für die Errichtung der Anlagen und der Infrastruktur werden zum Teil beträchtliche Mengen an mineralischen Rohstoffen benötigt. Beispielsweise kommen seltene Metallerze wie Selen oder Neodym bei der Herstellung von Magneten, aber auch große Mengen an Eisen, Kupfer oder Aluminium zum Einsatz. Der Rohstoffeinsatz für eine einzige Windkraftanlage mit 3 Megawatt Leistung kann über 2.000 Tonnen betragen. Auch die Komponenten selbst, wie Stahl, Beton, Kupfer oder Aluminium, weisen einen ökologischen Rohstoffrucksack auf (⇢ Seiten 62/63, UBA Ressourcenbericht 2016). Aber im Vergleich zur herkömmlichen Stromproduktion, die auf große Mengen fossiler Energieträger angewiesen ist, sind die Materialintensitäten bzw. der Rohstoffeinsatz von erneuerbaren Systemen je produzierter Kilowattstunde Strom vor allem im Vergleich mit Kohle bedeutend niedriger (↖ Abb. 53).

Rohstoffeinsatz (RMI) und ungenutzte Entnahme (Material) ausgewählter Stromerzeugungsvarianten in Gramm pro produzierter Kilowattstunde Strom

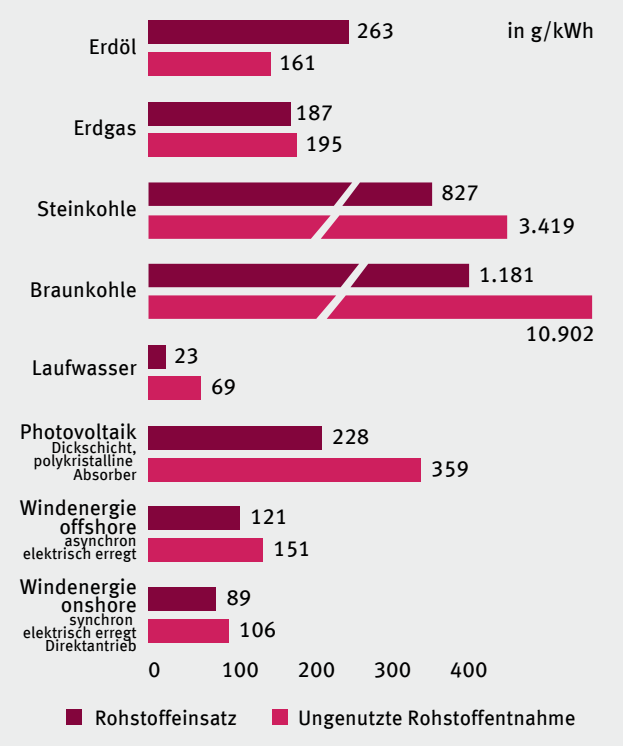


Abbildung 53 Quelle: Wiesen et al., 2017

Rohstoffnutzung und Klimawandel

Die Umwelt übernimmt wichtige Senken-Funktionen wie beispielsweise die Bindung von Emissionen oder das Filtern von Abwasser. Da die Entnahme, die Verarbeitung und der Transport von Rohstoffen sowie die Nutzung von Produkten mit einem erheblichen Energieeinsatz verbunden sind, kommt es zu Treibhausgasemissionen entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Rohstoffnutzung und Klimawandel sind also eng miteinander verknüpft. Es zeigt sich, dass eine Effizienzsteigerung der Rohstoffnutzung Voraussetzung für die Erreichung der Klimaziele ist.

Im Ressourcenbericht 2016 wurde erläutert, dass die Umwelt nicht nur als wichtiger Rohstofflieferant sondern auch als Senke für die Wirtschaft und den Konsum in Deutschland fungiert (⇢ Seiten 64/65, UBA Ressourcenbericht 2016). In Zusammenhang mit der Nutzung von Rohstoffen spielen die dadurch entstehenden Treibhausgasemissionen und deren Beitrag zum Klimawandel eine wichtige Rolle – also die Nutzung der Atmosphäre als Senke. Deshalb wird in diesem Abschnitt auf die Zusammenhänge zwischen Rohstoffnutzung und Klimawandel fokussiert.

Aktuelle Berechnungen des International Resource Panel der Vereinten Nationen zeigen, dass die ambitionierten Klimaziele des Pariser Abkommens nur mit stark steigender Rohstoffeffizienz und den dadurch reduzierten Emissionen bei der Förderung und Verarbeitung von Rohstoffen, sowie im Bereich der Landnutzung erreicht werden können. Ein Erreichen der international vereinbarten Klimaziele ohne Verbesserungen in der Ressourceneffizienz ist nicht nur erheblich schwieriger, sondern vor allem auch wesentlich teurer (UNEP, 2017).

Im Jahr 2015 betrugen die direkten Emissionen in Deutschland rund 907 Millionen Kohlendioxid-Äquivalente, die überwiegend durch die Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle oder Erdöl freigesetzt wurden. Das bedeutete eine leichte Reduktion von 0,3 % gegenüber dem Vorjahr. 85 % der Emissionen stammten aus der Energiegewinnung, je 7 % aus Industrie und Landwirtschaft.

In Zusammenhang mit dem Nachfolge-Abkommen für das Kyoto-Protokoll, das Ende 2015 auf der UN-Klimakonferenz in Paris vereinbart wurde, setzte sich Deutschland das Ziel, bis 2020 die Emissionen um 40 % zu reduzieren und bis 2050 weitgehende Treibhausgasneutralität zu erreichen (↖ Seiten 58/59, „Strömende Ressourcen“). Während von 1990 – 2014 eine Senkung von 28 % festgestellt werden konnte, kam es in den Folgejahren wieder zu einem leichten Anstieg der Treibhausgase, um aktuellen Schätzungen zu Folge 2017 wieder leicht abzunehmen (↘ Abb. 54) (UBA, 2017 f; UBA und BMU, 2018).

Ebenso wie zuvor bei Rohstoffen, Wasser und Land müssen auch bei CO_2-Emissionen die indirekten Emissionen berücksichtigt, d. h. die konsumbasierte Perspektive miteinbezogen werden. Aktuelle Berechnungen von Destatis zeigen, dass sich der CO_2-Fußabdruck der deutschen Endnachfrage 2013 auf 913 Millionen Tonnen belief. Sowohl die importierte wie auch die exportierte Menge an Emissionen stiegen über die Zeit an, wobei mehr Emissionen exportiert als importiert wurden. Diese negative Handelsbilanz bewirkte also, dass der CO_2-Fußabdruck unter

Veränderung der direkten Klimaemissionen sowie des CO_2-Fußabdruckes Deutschlands, 1990 – 2015

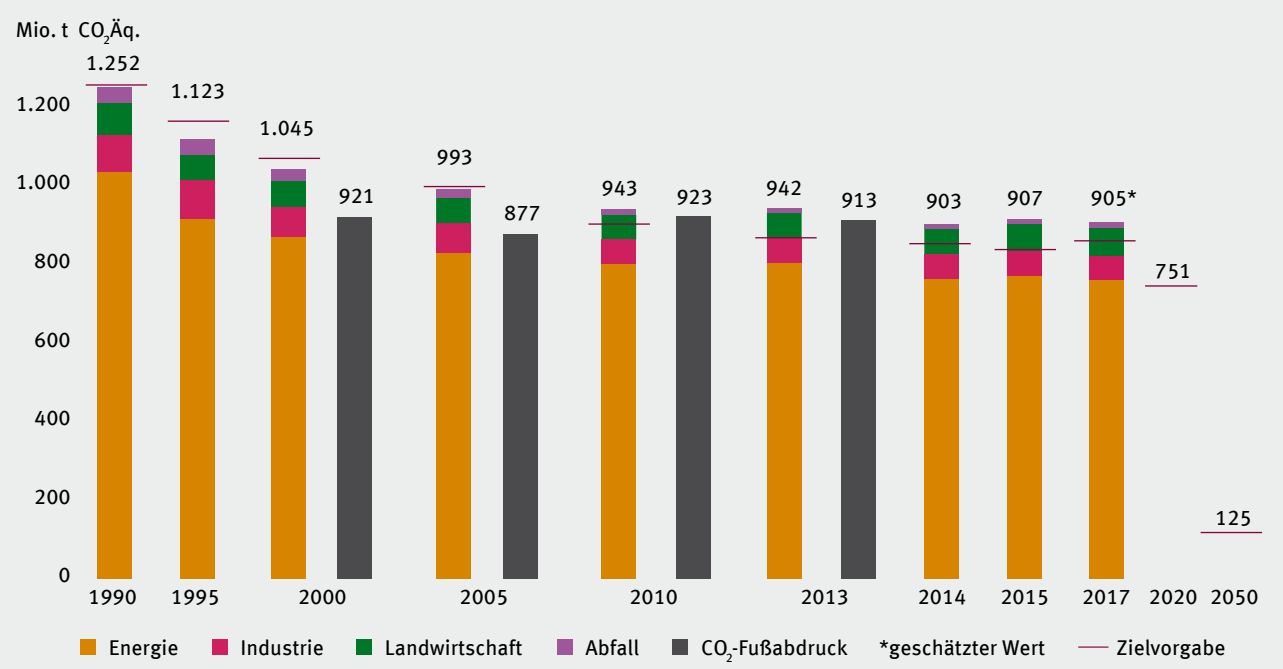


Abbildung 54 Quellen: Destatis, 2017 h; UBA, 2018; UBA und BMU, 2018

Entwicklung des Rohstoffkonsums (RMC) und des CO_2-Fußabdruckes in Deutschland, 1995–2012

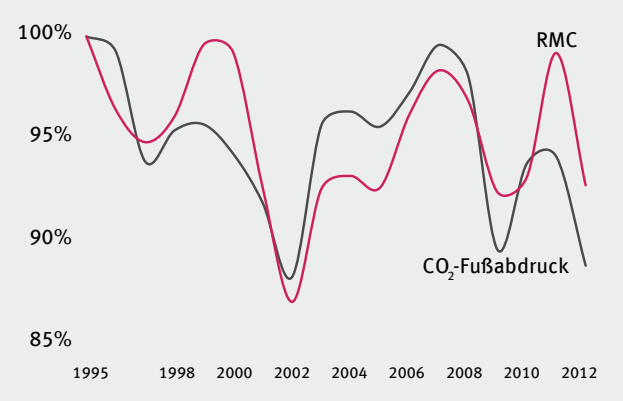


Abbildung 55 Quelle: WU, 2017 b

den direkten Emissionen von 942 Millionen Tonnen lag (↖ Abb. 54).

Mehr als die Hälfte aller CO_2 -Emissionen (54 %), die bei der Herstellung der in Deutschland konsumierten Güter und Dienstleistungen insgesamt anfallen, entstehen im Inland. Der Rest entsteht im Ausland. 10 % haben ihren Ursprung in China, je 4 % stammen aus Russland und den Vereinigten Staaten. Dabei weisen der Energie- und Landwirtschaftssektor geringere indirekte als direkte Emissionen auf. Den größten Anteil an den indirekten Emissionen hat das verarbeitende Gewerbe (WU, 2017 b).

Die Produktion von Treibhausgasemissionen steht in engem Zusammenhang mit der Entnahme, der Verarbeitung und dem Transport von Rohstoffen sowie der Nutzung von Produkten. Entlang des gesamten Produktlebenszyklus wird Energie benötigt, aus deren Nutzung wiederum Treibhausgasemissionen resultieren. Der direkte Zusammenhang zwischen diesen beiden Kategorien der Ressourcennutzung ist auf Produktebene nur mittels einer detaillierten Ökobilanz möglich. Auf der volkswirtschaftlichen Ebene können Trends verglichen und daraus Rückschlüsse auf Interdependenzen gezogen werden.

Bei der Gegenüberstellung von CO_2-Fußabdruck und Rohstoffkonsum (RMC) über die Zeit (↖ Abb. 55) fällt auf, dass die beiden Kurven einen sehr ähnlichen Verlauf folgen. Das kann damit erklärt werden, dass ein verstärkter Produktkonsum auch höhere Emissionen entlang der Lieferkette mit sich bringt. Gleichzeitig bewirkte die Wirtschaftskrise im Jahr 2008 einen Einbruch sowohl beim Indikator RMC als auch beim CO_2-Fußabdruck.

Das Umweltbundesamt untersucht derzeit, wie der Weg zu einem treibhausgasneutralen und ressourcenschonenden Deutschland konkret gestaltet werden kann (UBA, 2017 e). Die Ergebnisse der ersten Szenario-Berechnungen zeigen, dass durch eine Energiewende und den Ausstieg aus fossilen Energieträgern sowie durch konsequente Umstellungen in den betrachteten Sektoren die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 95 % gegenüber 1990 gesenkt werden können (↘ Abb. 56). Der Rohstoffkonsum erhöht sich zwar zwischenzeitlich durch den Aufbau des erneuerbaren Energiesystems und seiner Infrastruktur. Insgesamt sinkt er jedoch bis 2050 um 60 % gegenüber 2010, vor allem aufgrund des weitgehenden Wegfalls der Nutzung fossiler Rohstoffe sowie aufgrund kreislauffähigerer Industrieprozesse und der Reduktion der Flächenneuversiegelung. Dies zeigt, dass ein ambitionierter und vernetzter Klima- und Ressourcenschutz sich gegenseitig unterstützen und beide Ziele gemeinsam erreicht werden können. Eine systemische Verbindung der beiden Themen Klimaschutz und Ressourcenschonung muss zukünftig noch stärker für die Realisierung einer Transformation diskutiert und umgesetzt werden.

Entwicklung des Rohstoffkonsums (RMC) und der Treibhausgasemissionen bis 2050 im Szenario „GreenEe“

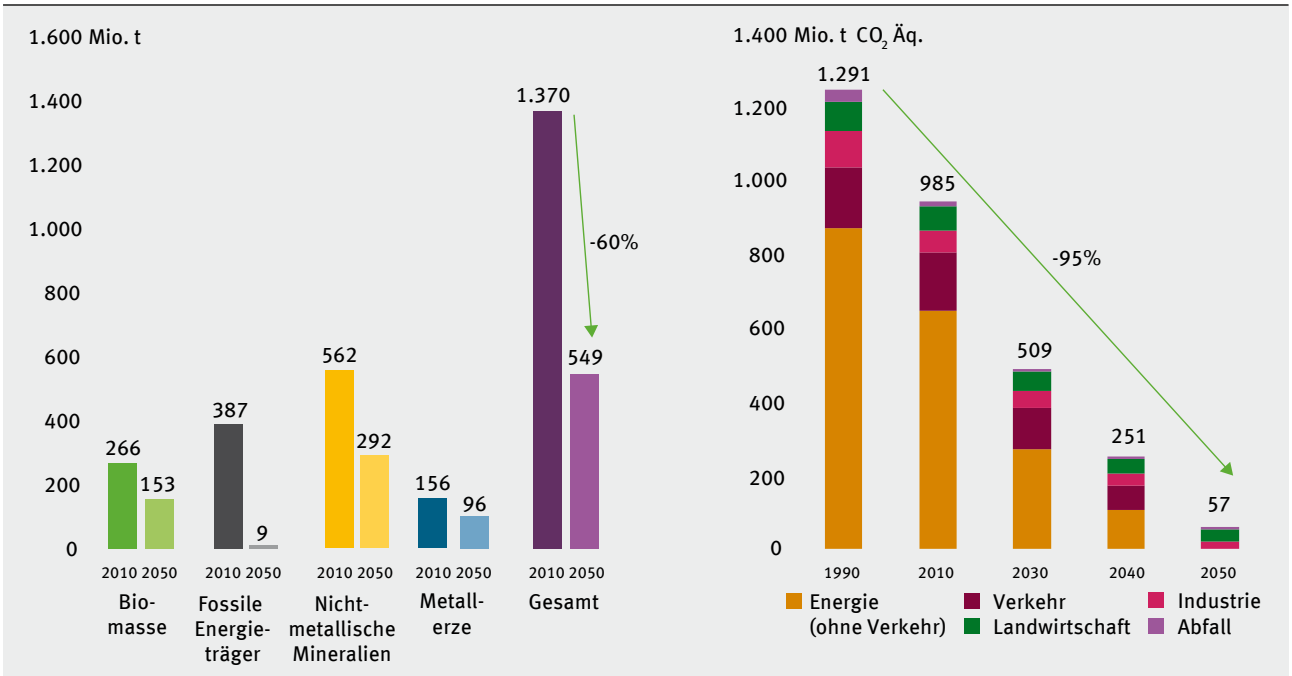


Abbildung 56 Quelle: UBA, 2017e

Glossar

Das Glossar basiert unter anderem auf dem Glossar des zweiten Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess II; Deutsche Bundesregierung 2016 b) sowie dem Glossar zum Ressourcenschutz des Umweltbundesamts (UBA 2012).

Abraum: Gestein ohne oder mit sehr geringem Wertgehalt (taubes Gestein), das gefördert werden muss, um die Rohstoffe einer Lagerstätte abbauen zu können, jedoch keinen Eingang in das Wirtschaftssystem findet.

Biomasse: Beinhaltet die gesamte organische Substanz, die durch Pflanzen und Tiere anfällt oder erzeugt wird. Wenn es um den Einsatz von Biomasse zur Energieerzeugung geht, unterscheidet man zwischen nachwachsenden Rohstoffen (Energiepflanzen wie Raps, Mais oder Getreide) sowie organischen Reststoffen und Abfällen.

Direkter Materialeinsatz (DMI): Materialflussindikator: Masse der Rohstoffe, die in einem Land bzw. einer Volkswirtschaft weiterverarbeitet oder konsumiert werden. Berechnung: Summe der Massen der inländisch verwerteten Entnahme sowie der importierten Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren (Vgl. „Direkte Rohstoffflüsse“).

Direkte Rohstoffflüsse: Direkte Rohstoffflüsse umfassen die Masse entnommener Rohstoffe und gehandelter Waren. Letztere werden zur Analyse von Rohstoffflüssen, je nach Hauptbestandteil, einer der vier Hauptrohstoffgruppen (Biomasse, fossile Energieträger, Metallerze oder nicht-metallische Mineralien) zugeordnet.

DMC: Materialflussindikator:
siehe „Inländischer Materialkonsum (DMC)“

DMI: Materialflussindikator:
siehe „Direkter Materialeinsatz (DMI)“

Effizienz: Verhältnis eines bestimmten Nutzens, Produktes oder einer Serviceleistung zum dafür nötigen Aufwand bzw. Rohstoffeinsatz.

Entkopplung – relativ / absolut: Aufhebung oder Verringerung einer quantitativen Abhängigkeit zwischen kausal verknüpften Entwicklungen. Häufig wird sie im Zusammenhang mit der im Vergleich zum Wirtschaftswachstum in geringerem Maße steigenden Nutzung natürlicher Ressourcen verwendet. Hier spricht man von relativer Entkopplung. Eine absolute Entkopplung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ressourcennutzung bei steigendem Wirtschaftswachstum nicht zunimmt oder sogar abnimmt.

Entnahme: Materialflussindikator: Gewinnung von Rohstoffen aus der Umwelt oder dessen räumlicher Verlagerung innerhalb der Umwelt infolge menschlicher Aktivitäten. Berechnet als gesamte Masse von (1) geernteter Biomasse, (2) abgebauten nicht-metallischen Mineralien und Metallerzen und (3) geförderten fossilen Energieträgern. Man unterscheidet zwischen verwerteter (oder genutzter) und nicht verwerteter (oder ungenutzter) Entnahme. Als verwertet werden Entnahmen bezeichnet, wenn das entnommene Material wirtschaftlich genutzt wird. Bei nicht verwerteter Entnahme verbleibt das Material in der Umwelt wie z.B. deponierter Abraum bei der Kohlegewinnung. Häufige Synonyme: „inländische Entnahme“ oder „Extraktion“.

Erneuerbare Energien: Energieformen, die auf erneuerbare Ressourcen als Energieträger zurückgreifen, wie zum Beispiel Energie aus Biomasse oder aus strömenden Ressourcen wie Wasserkraft, Geothermie, Wind- oder Solarenergie.

Flächenfußabdruck: Summe aller Landflächen, die im Inland oder Ausland entlang der Wertschöpfungsketten aller in einem Land konsumierten Güter und Dienstleistungen benötigt werden. Er ist ein Indikator des Ressourcen- und Flächenverbrauchs für land- und forstwirtschaftliche Produkte und wird in drei große Kategorien unterteilt: Ackerland, Grünland und Waldfläche.

Fossiler Energieträger: Kategorie der Materialflussanalyse; umfasst in Lagerstätten vorkommender Energierohstoffe tierischer oder pflanzlicher Herkunft wie Kohle, Rohöl und Erdgas, die sich in geologischen Zeiträumen gebildet haben, also nicht erneuerbar sind.

Gesamter Materialeinsatz (TMR): Materialflussindikator: Masse der genutzten und ungenutzten Materialien, die entlang der Wertschöpfungsketten der in einem Land verarbeiteten bzw. konsumierten Waren und Dienstleistungen entnommen werden. Berechnung: Inländische genutzte und ungenutzte Entnahme plus Importe in RME (vgl. „Rohstoffäquivalente (RME)“), einschließlich der durch die gehandelten Waren verursachten ungenutzten Materialflüsse.

Gesamter Materialkonsum (TMC): Materialflussindikator: Masse der genutzten und ungenutzten Materialien, die entlang der Wertschöpfungsketten der in einem Land konsumierten Waren und Dienstleistungen entnommen werden. Berechnung: Inländische genutzte und ungenutzte Entnahme plus Importe minus Exporte in RME (vgl. „Rohstoffäquivalente (RME)“), einschließlich der durch die gehandelten Waren verursachten ungenutzten Materialflüsse.

Gesamtrohstoffproduktivität: Produktionsbezogener Indikator für die Rohstoffeffizienz der deutschen Volkswirtschaft. Teil der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie sowie von ProgRess II. Berechnung: preisbereinigtes Bruttoinlandsprodukt zuzüglich der preisbereinigten Ausgaben für Importe (BIP+IMP) geteilt durch den Primärrohstoffeinsatz (RMI).

Indirekte Rohstoffflüsse: Indirekte Flüsse umfassen die Masse all jener Rohstoffe, die entlang der gesamten Wertschöpfungsketten gehandelter Waren eingesetzt wurden (vgl. „Rohstoffäquivalente (RME)“). Die Summe aller direkten und indirekten Flüsse, die mit im Inland konsumierten Gütern in Zusammenhang stehen, wird auch „Fußabdruck“ oder „Rucksack“ genannt.

Inländischer Materialkonsum (DMC): Materialflussindikator: Masse der Rohstoffe, die in einem Land bzw. einer Volkswirtschaft konsumiert werden. Berechnung: Summe aus inländisch verwerteter Entnahme zuzüglich der Masse direkt importierter Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren abzüglich der Masse direkt exportierter Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren (Vgl. „Direkte Rohstoffflüsse“).

Kreislaufwirtschaft: Wirtschaftsform, in der Ressourceneinsatz und Abfallproduktion, Emissionen und Energieverschwendung durch das Schließen, Verlangsamen und Verringern von Energie- und Materialkreisläufen minimiert werden. Wichtiger Bestandteil ist einerseits das Produktdesign mit Fokus auf Langlebigkeit, Reparierbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Rezyklierbarkeit. Andererseits sollen neue Geschäftsmodelle, die auf das gemeinsame Nutzen von Waren (Sharing) sowie auf das Kaufen von Dienstleistungen statt von Waren abzielen, eine effizientere Produktion und Nutzung sicherstellen.

Letzte Verwendung / Endnachfrage: Güter, die in der Volkswirtschaft nicht weiter verarbeitet werden. Sie umfasst Güter für den Konsum, Bruttoinvestitionen oder Exporte in andere Länder.

Metallerze: Kategorie der Materialflussanalyse; umfasst alle metallischen Mineralien.

Nicht-metallische Mineralien: Kategorie der Materialflussanalyse; umfasst Industriemineralien wie Tonminerale, Quarz oder Kaolin sowie Bauminerale wie Sand, Schotter, etc.

Monetäre Handelsbilanz: Indikator der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, der aus dem Wert der Exporte abzüglich des Wertes der Importe errechnet wird. Er zeigt den monetären Handelsbilanzüberschuss bzw. das monetäre Handelsbilanzdefizit einer Volkswirtschaft an.

Natürliche Ressource: Mittel, das die Natur bereitstellt und das für den Menschen einen Nutzen stiftet. Zu den natürlichen Ressourcen zählen die erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Primärrohstoffe, der physische Raum (oder die Fläche), die strömenden Ressourcen (z.B. Erdwärme, Wind, Geothermie, Gezeiten- und Sonnenenergie) sowie die Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft) und Ökosysteme (VDI, 2016).

Netto-Importe: Differenz aus Importen und Exporten.

Physische Handelsbilanz: Materialflussindikator: Masse der Importe abzüglich der Masse der Exporte. Zeigt den physischen Handelsbilanzüberschuss bzw. das physische Handelsbilanzdefizit einer Volkswirtschaft an.

Primärrohstoffeinsatz (RMI): Materialflussindikator: Masse der Rohstoffe, die entlang der Wertschöpfungsketten jener Waren und Dienstleistungen eingesetzt werden, die in einem Land bzw. einer Volkswirtschaft verarbeitet bzw. konsumiert werden. Berechnung: Summe aus inländisch verwerteter Entnahme zuzüglich der Importe in RME (vgl. „Rohstoffäquivalente (RME)“).

Rebound-Effekt: Beschreibt den Effekt, dass aufgrund von Effizienzsteigerungen erreichte Kosteneinsparungen nicht zu einem in gleichem Maße geringeren Ressourceneinsatz führen, da es durch diese Einsparungen zu vermehrter Nachfrage und Nutzung kommt.

Recycling: Jedes stoffliche Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Metallerzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.

RMC: Materialflussindikator:
siehe „Rohstoffbedarf für inländischen Konsum und Investitionen (RMC)“

RME: Materialflussindikator:
siehe „Rohstoffäquivalente (RME)“

RMI: Materialflussindikator:
siehe „Primärrohstoffeinsatz (RMI)“

Rohstoffe: Stoffe oder Stoffgemische in un- oder gering bearbeitetem Zustand, die in einen Produktionsprozess eingehen. Man unterscheidet Primär- und Sekundärrohstoffe.

Rohstoffäquivalente (RME): Materialflussindikator: Masse aller Rohstoffe, die entlang der Wertschöpfungsketten von Gütern eingesetzt wurden. Ungenutzte Entnahmen wie Abraum, Bergematerial oder Bodenaushub, die wirtschaftlich nicht verwertet werden, fließen nicht ein.

Rohstoffbedarf für inländischen Konsum und Investitionen (RMC): Materialflussindikator: Masse der Rohstoffe, die entlang der Wertschöpfungsketten jener Waren und Dienstleistungen eingesetzt werden, die in einem Land bzw. einer Volkswirtschaft konsumiert werden. Berechnung: Summe aus inländisch verwerteter Entnahme und Importen in RME, abzüglich der Exporte in RME (vgl. „Rohstoffäquivalente (RME)“). Synonym: „Rohstoffkonsum“

Rohstoffnutzung: Überbegriff für die Verwendung von Rohstoffen durch die Gesellschaft. Sie umfasst sowohl die Produktions- als auch die Konsumperspektive.

Rohstoffproduktivität: Sie ist in ProgRess II definiert als Quotient aus dem preisbereinigten Bruttoinlandsprodukt (BIP) und dem abiotischen direkten Materialeinsatz (abiotischer DMI). Berechnet in Euro pro Tonne wird sie zumeist indiziert angegeben. Sie dient in ProgRess II neben der Gesamtrohstoffproduktivität als Indikator für die Rohstoffeffizienz der deutschen Wirtschaft.

Sekundärrohstoffe: Rohstoffe, die durch stoffliche Verwertungsverfahren (i.e. Recycling) aus Abfällen oder Produktionsrückständen gewonnen werden.

Senke: Endpunkt von Stoffströmen. Im Kontext natürlicher Ressourcen wird unter Senken die Aufnahmefunktion der Natur, z. B. für Schadstoffe, verstanden.

Strömende Ressourcen: Wind-, geothermische, Gezeiten- und Solarenergie. Diese Ressourcen können sich nicht erschöpfen, für ihre Nutzung sind aber andere Ressourcen erforderlich. Beispielsweise sind Energie, Rohstoffe und Raum nötig, um Windturbinen oder Solarzellen zu bauen.

TMC: Materialflussindikator:
siehe „Gesamter Materialkonsum (TMC)“

TMR: Materialflussindikator:
siehe „Gesamter Materialeinsatz (TMR)“

Ungenutzte Entnahme: Menge an Material, das bewegt werden muss, um Zugang zu den schlussendlich genutzten Rohstoffen zu erhalten. Beispiele sind Abraum im Bergbau oder Beifang in der Fischerei. Die ungenutzte Entnahme findet keinen Eingang in das ökonomische System und hat somit auch keinen Preis.

Wasserfußabdruck: Gesamte Menge an Wasser, das im Inland wie im Ausland entlang der Wertschöpfungsketten aller in einem Land konsumierten Güter und Dienstleistungen verwendet wird. Er wird in einen blauen (Oberflächen- und Grundwasser) und einen grünen Teil (Regenwasser) unterteilt.

Wassernutzungs-Index: Vergleicht die Wasserentnahme mit dem Wasserdargebot. Wird verwendet für die Einschätzung, ob ein Land unter Wasserknappheit oder Wasserstress leidet (engl.: Water Exploitation Index, WEI). Liegt der Wert über 20 %, so leidet ein Land oder eine Region unter Wasserstress, mehr als 40 % bedeuten ein akutes Stress-Niveau.

Datentabellen

Bevölkerungszahlen: Destatis 2017, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 1: Gesamtwirtschaftliche Übersichtstabellen, Wirtschaftliche Bezugszahlen, Tabelle 1.1

Tabelle A 1: Abiotische und biotische Entnahme in 1.000 t; Tonnen pro Kopf

Datenquellen: Genutzte Entnahme: Destatis 2017, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Tabelle 5.1
Ungenutzte Entnahme: Destatis 2017, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 1: Gesamtwirtschaftliche Übersichtstabellen, Wirtschaftliche Bezugzahlen, Tabelle 1.4

Abiotische Entnahme	1994	2000	2005	2010	2015	Änderung 1994–2015	Pro-Kopf 1994	Pro-Kopf 2015
GENUTZTE ENTNAHME								
Energieträger	277.980	220.661	220.882	**196.064**	194.807	-30%	3,4	2,4
Steinkohle	52.405	33.591	24.907	12.900	6.223	-88%	0,6	0,1
Braunkohle	207.086	167.694	177.907	169.403	178.151	-14%	2,6	2,2
Erdöl	2.937	3.119	3.573	2.511	2.413	-18%	0,0	0,0
Erdgas, Gruben- und Erdölgas	15.033	15.742	14.203	10.899	7.552	-50%	0,2	0,1
Sonstige Energieträger	519	515	292	351	468	-10%	0,0	0,0
Mineralien	844.495	751.652	613.405	575.992	574.398	-32%	10,4	7,0
Metallerze	146	462	362	394	489	236%	0,0	0,0
Baumineralien	780.495	691.853	550.431	511.413	517.285	-34%	9,6	6,3
Industriemineralien	63.854	59.338	62.612	64.185	56.624	-11%	0,8	0,7
GESAMT	**1.122.475**	**972.313**	**834.287**	**772.056**	**769.206**	**-31%**	**13,8**	**9,4**
UNGENUTZTE ENTNAHME								
Abraum und Bergematerial von Energieträgern	1.920.412	1.565.038	1.758.199	1.723.254	1.605.003	-16%	23,7	19,6
Bergematerial miner. Rohstoffe	139.868	131.438	115.994	106.738	108.396	-23%	1,7	1,3
Boden, Steine und Baggergut	105.629	161.349	106.830	108.360	120.978	15%	1,3	1,5
GESAMT	**2.165.909**	**1.857.825**	**1.981.023**	**1.938.352**	**1.834.376**	**-15%**	**26,7**	**22,5**

Biotische Entnahme	1994	2000	2005	2010	2015	Änderung 1994–2015	Pro-Kopf 1994	Pro-Kopf 2015
GENUTZTE ENTNAHME								
Pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft	194.958	221.450	220.791	223.066	244.155	25%	2,4	3,0
Getreide	36.329	45.271	45.980	44.039	48.867	35%	0,4	0,6
Hülsen- und Hackfrüchte	36.684	42.685	37.913	34.096	33.590	-8%	0,5	0,4
Handelsgewächse	3.288	3.765	5.247	5.878	5.174	57%	0,0	0,1
Gemüse und Obst	7.047	9.024	7.625	7.529	8.332	18%	0,1	0,1
Zwischenfrüchte	4.215	2.990	1.855	2.169	2.191	-48%	0,1	0,0
Futterpflanzen	106.844	117.172	121.617	128.829	145.467	36%	1,3	1,8
andere pflanzliche Biomasse	551	543	554	526	534	-3%	0,0	0,0
Pflanzliche Biomasse aus der Forstwirtschaft	16.802	24.503	26.572	25.955	26.954	60%	0,2	0,3
Nadelholz	12.406	18.487	20.244	18.738	18.677	51%	0,2	0,2
Laubholz und Rinde	4.396	6.016	6.328	7.217	277	88%	0,1	0,1
Biomasse von Tieren	222	249	314	284	319	44%	0,0	0,0
GESAMT	**211.981**	**246.203**	**247.677**	**249.304**	**271.428**	**28%**	**2,6**	**3,3**
UNGENUTZTE ENTNAHME								
Nicht verwertete Biomasse	**198.599**	**201.193**	**201.287**	**176.602**	**172.680**	**-13%**	**2,4**	**2,1**

Gesamte inländische Entnahme	1994	2000	2005	2010	2015	Änderung 1994–2015	Pro-Kopf 1994	Pro-Kopf 2015
Genutzt	1.334.456	1.218.516	1.081.964	1.021.361	1.040.634	-22%	16,4	12,7
Ungenutzt	2.364.508	2.059.018	2.182.310	2.114.954	2.007.056	-15%	29,1	24,6

Tabelle A 2: Entnahme Bundesländer in 1.000 t, Tonnen pro Kopf

Datenquelle: Statistische Ämter der Länder 2017, Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder. Band 1: Indikatoren und Kennzahlen. Tabellen 2.1.1–2.1.16

		1994	2000	2005	2010	2015	Änderung 1994–2015	Pro-Kopf 1994	Pro-Kopf 2015
Baden-Württemberg	Energieträger	384	340	294	352	469	22%	0,04	0,04
	Nicht-met. Mineralien	119.989	118.252	86.385	81.146	81.976	-32%	11,71	7,59
	Biomasse	20.456	28.459	20.319	20.639	20.843	2%	2,00	1,93
	GESAMT	**140.829**	**147.051**	**106.998**	**102.137**	**103.288**	**-27%**	**13,74**	**0,01**
Bayern	Energieträger	179	98	90	35	49	-72%	0,02	0,00
	Nicht-met. Mineralien	142.829	127.454	94.592	94.472	101.583	-29%	12,01	7,96
	Biomasse	50.003	53.284	55.068	53.889	53.056	6%	4,21	4,16
	GESAMT	**193.012**	**180.835**	**149.750**	**148.396**	**154.688**	**-20%**	**16,23**	**0,01**
Brandenburg	Energieträger	47.692	40.329	40.378	37.996	32.514	-32%	18,81	13,16
	Nicht-met. Mineralien	27.388	27.568	25.196	25.062	24.099	-12%	10,80	9,75
	Biomasse	9.243	11.047	13.001	13.432	15.582	69%	3,65	6,30
	GESAMT	**84.323**	**78.944**	**78.574**	**76.491**	**72.194**	**-14%**	**33,26**	**0,03**
Hessen	Energieträger	151	156	0	0	0	-100%	0,03	0,00
	Nicht-met. Mineralien	44.744	43.960	33.484	31.829	32.966	-26%	7,49	5,37
	Biomasse	9.887	10.744	10.448	11.138	10.970	11%	1,66	1,79
	GESAMT	**54.783**	**54.860**	**43.931**	**42.967**	**43.936**	**-20%**	**9,17**	**0,01**
Mecklenburg-Vorpommern	Energieträger	27	12	8	5	4	-85%	0,01	0,00
	Nicht-met. Mineralien	22.173	13.802	14.226	12.318	13.342	-40%	12,07	8,31
	Biomasse	9.921	13.932	14.222	15.087	18.058	82%	5,40	11,25
	GESAMT	**32.121**	**27.746**	**28.456**	**27.410**	**31.404**	**-2%**	**17,49**	**0,02**
Niedersachsen	Energieträger	18.786	20.109	15.617	12.859	9.170	-51%	2,45	1,16
	Nicht-met. Mineralien	61.166	52.980	42.157	38.412	41.265	-33%	7,97	5,24
	Biomasse	39.514	45.898	48.465	49.407	60.212	52%	5,15	7,64
	GESAMT	**119.466**	**118.987**	**106.240**	**100.678**	**110.647**	**-7%**	**15,56**	**0,01**
Nordrhein-Westfalen	Energieträger	145.091	119.496	117.453	102.491	101.602	-30%	8,16	5,72
	Nicht-met. Mineralien	150.591	135.177	362	390	461	216%	8,47	0,03
	Biomasse	24.404	26.737	130.645	120.835	113.238	-25%	1,37	6,38
	GESAMT	**320.086**	**281.409**	**27.010**	**25.377**	**27.880**	**14%**	**18,00**	**1,57**
Rheinland-Pfalz	Energieträger	121	78	275.470	249.093	243.181	-24%	0,03	0,01
	Nicht-met. Mineralien	49.566	53.640	46	104	204	68%	12,59	0,05
	Biomasse	8.867	9.638	43.181	43.092	42.597	-14%	2,25	10,56
	GESAMT	**58.554**	**63.356**	**9.832**	**829**	**9.583**	**8%**	**14,87**	**2,38**
Saarland	Energieträger	8.676	6.018	53.060	54.025	52.385	-11%	8,01	0,01
	Nicht-met. Mineralien	5.256	4.062	5.126	1.451	106	-99%	4,85	0,11
	Biomasse	649	772	2.433	2.591	2.252	-57%	0,60	2,27
	GESAMT	**14.581**	**10.853**	**729**	**856**	**811**	**25%**	**13,46**	**0,82**
Sachsen	Energieträger	43.680	23.429	8.287	4.898	3.169	-78%	9,50	0,00
	Nicht-met. Mineralien	87.656	60.199	31.916	31.736	39.927	-9%	19,07	9,81
	Biomasse	9.124	10.340	54.975	46.317	43.500	-50%	1,99	10,69
	GESAMT	**140.460**	**93.969**	**11.319**	**10.663**	**11.415**	**25%**	**30,56**	**2,80**
Sachsen-Anhalt	Energieträger	12.468	9.010	98.210	88.716	94.842	-32%	4,50	0,02
	Nicht-met. Mineralien	60.535	57.677	6.891	7.374	9.255	-26%	21,86	4,13
	Biomasse	11.693	13.743	46.862	43.589	42.180	-30%	4,22	18,83
	GESAMT	**84.696**	**80.429**	**14.343**	**15.023**	**15.703**	**34%**	**30,59**	**7,01**
Schleswig-Holstein	Energieträger	448	1.345	68.096	65.986	67.138	-21%	0,17	0,03
	Nicht-met. Mineralien	14.309	15.484	3.013	1.623	1.389	210%	5,30	0,49
	Biomasse	9.176	11.336	13.411	15.878	18.636	30%	3,40	6,55
	GESAMT	**23.933**	**28.164**	**12.319**	**14.605**	**16.594**	**81%**	**8,86**	**5,83**
Thüringen	Energieträger	53	41	28.743	32.105	36.619	53%	0,02	0,01
	Nicht-met. Mineralien	40.980	36.145	26	21	16	-71%	16,23	0,01
	Biomasse	8.165	8.698	28.984	26.254	22.478	-45%	3,23	10,39
	GESAMT	**49.198**	**44.884**	**9.414**	**9.134**	**9.337**	**14%**	**19,49**	**4,32**

Tabelle A 3: Direkter Handel in 1.000 t

Datenquelle: Destatis 2017, Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Umweltschutzmaßnahmen. Tabellen 5.2 und 5.3

	1994	2000	2005	2010	2015	Änderung 1994–2015
IMPORTE						
GESAMT	**463.150**	**520.990**	**561.811**	**589.872**	**641.560**	**39%**
Rohstoffe	277.263	305.517	326.420	322.811	354.770	28%
Fossile Energieträger	172.460	194.532	227.715	214.058	244.059	42%
Metallerzen	47.030	51.851	47.025	47.850	47.381	1%
Nicht-metallische Mineralien	35.689	34.110	25.516	25.588	22.143	-38%
Biomasse	22.084	25.023	26.164	35.316	41.187	87%
Halbwaren, von ...	105.624	112.250	113.669	127.073	134.664	27%
... fossilen Energieträgern	48.514	53.506	52.281	57.240	59.877	23%
... Metallerzen	9.583	13.001	17.217	17.958	17.640	84%
... nicht-metallischen Mineralien	27.875	23.005	16.847	18.665	19.005	-32%
... Biomasse	19.653	22.737	27.324	33.211	38.141	94%
Fertigwaren, vorwiegend von	80.263	103.224	121.722	139.987	152.127	90%
... fossilen Energieträgern	15.532	20.263	25.198	29.299	33.625	116%
... Metallerzen	30.562	42.142	48.375	57.214	62.117	103%
... nicht-metallischen Mineralien	5.247	7.525	8.733	10.915	11.599	121%
... Biomasse	28.922	33.293	39.416	42.559	44.786	55%
EXPORTE						
GESAMT	**223.181**	**289.245**	**357.022**	**365.296**	**398.125**	**78%**
Rohstoffe	55.297	74.396	78.087	80.496	90.135	63%
Fossile Energieträger	4.967	13.424	15.120	14.996	29.638	497%
Metallerze	171	215	147	192	292	70%
Nicht-metallische Mineralien	34.708	37.881	41.340	44.306	36.400	5%
Biomasse	15.450	22.876	21.480	21.002	23.806	54%
Halbwaren, von ...	86.064	98.623	130.108	120.392	130.857	52%
... fossilen Energieträgern	23.814	26.945	37.626	27.723	40.554	70%
... Metallerzen	14.982	14.737	15.227	18.939	17.572	17%
... nicht-metallischen Mineralien	28.607	31.370	46.569	36.837	34.441	20%
... Biomasse	18.662	25.570	30.685	36.893	38.291	105%
Fertigwaren, vorwiegend von ...	81.819	116.226	148.827	164.408	177.133	116%
... fossilen Energieträgern	20.648	26.753	34.736	37.974	40.663	97%
... Metallerzen	36.763	52.537	64.092	68.608	76.316	108%
... nicht-metallischen Mineralien	5.525	9.188	11.673	13.856	14.507	163%
... Biomasse	18.883	27.749	38.326	43.970	45.647	142%

Tabelle A 4: Direkter und indirekter Handel (RME) in Mio. Tonnen

Datenquelle: Destatis 2018, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Lange Reihen 2000 bis 2014, Tabellen I1, I2, L1, L2

	Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2011				Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2014				
	2000	2008	2009	2010	2010	2011	2012	2013	2014
IMPORTE									
GESAMT	**1.443**	**1.677**	**1.412**	**1.712**	**1.601**	**1.678**	**1.569**	**1.606**	**1.540**
Fossile Energieträger	454	580	495	556	520	530	508	518	499
Metallerze	740	780	616	826	804	845	763	792	723
Nicht-metall. Mineralien	138	144	129	148	139	159	142	140	136
Biomasse	111	174	172	181	138	143	156	157	182
EXPORTE									
GESAMT	**1.132**	**1.430**	**1.232**	**1.479**	**1.330**	**1.414**	**1.395**	**1.390**	**1.339**
Fossile Energieträger	271	367	304	345	333	343	346	331	322
Metallerze	598	705	593	782	684	732	709	727	654
Nicht-metall. Mineralien	140	180	160	175	155	168	157	155	149
Biomasse	123	178	175	178	158	170	182	177	214

	2000	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	2000 = 100							
IMPORTE								
GESAMT	**100**	**116**	**98**	**119**	**124**	**116**	**119**	**114**
Metallerze	100	105	83	112	117	106	110	100
Fossile Energieträger	100	128	109	122	125		122	117
Nicht-metall. Mineralien	100	104	93	107	123	110	108	105
Biomasse	100	157	155	163	170	184	186	215
EXPORTE								
GESAMT	**100**	**126**	**109**	**131**	**139**	**137**	**137**	**132**
Metallerze	100	118	99	131	140	136	139	125
Fossile Energieträger	100	135	112	127	131	132	126	123
Nicht-metall. Mineralien	100	129	114	125	136	127	125	120
Biomasse	100	145	142	145	156	167	163	197

Tabelle A 5: Entkoppelung in Mio. Tonnen, Mio. Euro

Datenquellen: Destatis 2017, Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 1: Gesamtwirtschaftliche Übersichtstabellen, wirtschaftliche Bezugszahlen. Tabelle 1.2
Destatis 2018, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Lange Reihen 2000 bis 2014. Tabellen I 11

DMI: Direct material input — Direkter Materialeinsatz
DMI_{abiot}: Abiotic direct material input — Abiotischer direkter Materialeinsatz
DMC: Domestic material consumption — Inländischer Materialkonsum
RMI: Raw material input — Rohstoffeinsatz
RMC: Raw material consumption — Rohstoffkonsum

DMI	1994	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GESAMT	1.798	1.740	1.644	1.695	1.584	1.611	1.727	1.670	1.662	1.723	1.682

DMI_{abiot}	1994	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GESAMT	1.515	1.412	1.303	1.326	1.212	1.251	1.332	1.274	1.284	1.298	1.287

	Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2011				Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2014				
RMI	2000	2008	2009	2010	2010	2011	2012	2013	2014
GESAMT	2.642	2.748	2.444	2.716	2.622	2.792	2.653	2.665	2.643

	Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2011				Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2014				
RMC	2000	2008	2009	2010	2010	2011	2012	2013	2014
GESAMT	1.509	1.318	1.212	1.236	1.292	1.377	1.258	1.274	1.303

TREND	1994	2000	2005	2008	2010	2012	2013	2014	2015
BIP/DMI_{abiot}	100	120	134	148	148	152	151	152	156

BIP/DMI_{abiot}: Rohstoffproduktivität
BIP: Bruttoinlandprodukt

TREND	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
(BIP+IMP)/RMI	100	106,8	117	115	121	122	126

(BIP+IMP)/RMI : Gesamtrohstoffproduktivität
BIP+IMP: Bruttoinlandsprodukt plus Importe

Tabelle A 6: Konsumindikatoren in Mio. Tonnen, Tonnen pro Kopf

Datenquellen: DMC: Destatis 2017, Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Umweltschutzmaßnahmen, Tabellen 5.1–5.3
RMC: Destatis 2018, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Lange Reihen 2000 bis 2014. Tabelle L5

DMC	1994	2000	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Pro Kopf 1994	Pro Kopf 2000	Pro Kopf 2014	Pro Kopf 2015	Änderung 1994 – 2015	Änderung 2000 – 2014
GESAMT	**1.574**	**1.450**	**1.307**	**1.245**	**1.246**	**1.348**	**1.302**	**1.292**	**1.343**	**1.284**	**19,4**	**17,8**	**16,6**	**15,7**	**-18%**	**-7%**
Metallerze	35	40	37	21	36	35	29	31	34	33	0,4	0,5	0,4	0,4	-6%	-15%
Nicht-metall. Mineralien	844	737	567	537	536	594	560	560	569	541	10,4	9,1	7,0	6,6	-36%	-23%
Fossile Energietr.	465	422	435	413	416	424	417	425	418	422	5,7	5,2	5,2	5,2	-9%	-1%
Biomasse	230	251	268	275	259	295	296	276	322	288	2,8	3,1	4,0	3,5	25%	28%

RMC	Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2011				Ergebnisse basierend auf VGR-Revision 2014					Änderung 2000 – 2014	Pro Kopf 2000	Pro Kopf 2014
	2000	2008	2009	2010	2010	2011	2012	2013	2014			
GESAMT	**1.509**	**1.318**	**1.212**	**1.236**	**1.292**	**1.377**	**1.258**	**1.274**	**1.303**	**83**	**18,5**	**16,1**
Metallerze	142	75	23	44	120	113	54	65	69	18	1,7	0,9
Fossile Energieträger	407	425	394	410	386	391	373	392	377	98	5,0	4,7
Nicht-metall. Mineralien	726	559	530	529	557	619	576	578	586	77	8,9	7,2
Biomasse	234	259	265	253	229	253	255	240	272	128	2,9	3,4

Tabelle A 7: Rohstoffkonsum (RMC) der Endnachfrage nach Rohstoffkategorie, in Mio. Tonnen

Datenquellen: Destatis 2018, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Reihen 2000 bis 2010. Tabelle A1-2000
Destatis 2018, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Reihen 2010 bis 2014. Tabelle A1-2014
Destatis 2018, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Lange Reihen 2000 bis 2014. Tabelle I

2010	Zusammen	Konsum	Ausrüstungen und sonstige Anlagen	Bauten	Vorratsveränderungen und Nettozuwachs an Wertsachen
INSGESAMT	**1.509**	**806**	**139**	**747**	**-184**
Metallerze	69	111	70	45	-157
Nichtmetallische Mineralien	726	139	15	642	-70
Fossile Energieträger	407	335	34	39	-2
Biomasse	234	226	4	13	-9

2014	Zusammen	Konsum	Ausrüstungen und sonstige Anlagen	Bauten	Vorratsveränderungen und Nettozuwachs an Wertsachen
GESAMT	**1.303**	**797**	**107**	**629**	**-229**
Metallerze	69	111	70	45	-157
Nichtmetallische Mineralien	586	95	10	548	-66
Fossile Energieträger	377	322	23	31	1
Biomasse	272	270	4	6	-8

RMC 2000=100	2000	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GESAMT	**100**	**87**	**80**	**82**	**87**	**80**	**81**	**83**
Metallerze	100	53	16	31	29	14	17	18
Nichtmetallische Mineralien	100	77	73	73	81	75	76	77
Fossile Energieträger	100	104	97	101	102	97	102	98
Biomasse	100	111	113	108	119	120	113	128

Quellenverzeichnis der im Text genannten Quellen

BfG, 2016: *Mitteilung vom 09.12.2016*. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde.

BMEL, 2017: *Ökologischer Landbau in Deutschland*. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachhaltige-Landnutzung/Oekolandbau/_Texte/OekologischerLandbauDeutschland.html. Abgerufen am 11.9. 2017.

BMUB, 2016: *Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

BMWI, 2014: *Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2014*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

BMWI, 2017: *Energiedaten: Gesamtausgabe*. Stand Mai 2017. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

BMWI, 2018: *Energiedaten: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland*. Stand März 2018. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Bruckner, M., G. S., G. Fischer, S. Tramberend, S. Wunder, and T. Kaphengst, 2017: *Development of consumption-based land use indicators – Synthesis Report*. Dessau: German Federal Environment Agency.

Destatis, 2015 a: *Land-und Forstwirtschaft, Fischerei. Viehbestand*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2015 b: *Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. 2014*. Ausgabe 2015. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2016 a: *Produzierendes Gewerbe. Düngemittelversorgung. Wirtschaftsjahr 2015/2016*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2016 b: *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2016*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2016 c: *Fachserie 19*, R. 2.1.1 und 2.2, verschiedene Jahrgänge; übernommen aus Daten zur Umwelt 2017, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2016 d: *Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. 2015*. Ausgabe 2016. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 a: *Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen*. Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Umweltschutzmaßnahmen. Ausgabe 2017. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 b: *Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen*. Teil 1: Gesamtwirtschaftliche Übersichtstabellen, wirtschaftliche Bezugszahlen. Ausgabe 2016. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 c: *GENESIS Datenbank*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 d: *Außenhandel. Rangfolge der Handelspartner im Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 e: *Abfallbilanz (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen). 2015*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 f: *Private Konsumausgaben (Lebenshaltungskosten) – Deutschland*. https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Gesellschaft-Staat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/Konsumausgaben/Tabellen/PrivateKonsumausgaben_D.html. Abgerufen am 02.11.2011. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 g: *Gesundheitsausgaben im Jahr 2015 um 4,5 % gestiegen*. https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/02/PD17_061_23611.html;jsessionid=C0A78C5B94C5BB309D99C2527BB07228.cae1. Abgerufen am 14.09.2017. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2017 h: *Direkte und indirekte CO_2-Emissionen in Deutschland 2005 – 2013*. Ausgabe 2017. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Destatis, 2018: *Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten. Lange Reihen 2000 bis 2014*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Deutsche Bundesregierung, 2007: *Gesetz zur Finanzierung der Beendigung des subventionierten Steinkohlenbergbaus zum Jahr 2018 (Steinkohlefinanzierungsgesetz)*. Steinkohlefinanzierungsgesetz vom 20. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3086), das zuletzt durch Artikel 306 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.

Deutsche Bundesregierung, 2012: *Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG)*. Berlin: Deutsche Bundesregierung.

Deutsche Bundesregierung, 2013: *Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Länder*. Berlin: Deutsche Bundesregierung.

Deutsche Bundesregierung, 2016 a: *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie*. Neuauflage. Berlin: Deutsche Bundesregierung.

Deutsche Bundesregierung, 2016 b: *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) II: Fortschrittsbericht 2012–2015 und Fortschreibung 2016–2019. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen*. Berlin: Deutsche Bundesregierung.

Deutsche Bundesregierung, 2017a: *Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung*. Drucksache 18/12495. Berlin: Deutsche Bundesregierung.

Deutsche Bundesregierung. 2017b. *Erstes Gesetz zur Änderung des Düngegesetzes und anderer Vorschriften*. Bonn: Deutsche Bundesregierung.

Europäische Kommission, 2014: *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*. COM(2011) 637. Brussels.

Europäische Kommission, 2015: *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Econom*. COM(2015) 614. Brussels: DG Environment.

EUROSTAT, 2017: *Eurostat database. Version 2017*. Luxembourg: Statistical Office of the European Communities.

EUROSTAT, 2018: *Eurostat database. Version 2018*. Luxembourg: Statistical Office of the European Communities.

FAOSTAT, 2017: *FAO Statistical Databases: Agriculture, Fisheries, Forestry, Nutritio*n. Available at http://faostat.fao.org/. Rome: Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Hoekstra, A. Y., A. K. Chapagain, M. Aldaya, and M. Mekonnen, 2009: *Water Footprint Manual. State of the Art 2009*. Enschede: Water Footprint Network.

ifeu, 2016. *Lebensmittel-CO_2-Rechner*. https://www.klimatarier.com/de/CO2_Rechner. Abgerufen am 09.07.2017.

Kauppinen, T., M. Lettenmeier, and S. Lähteenoja, 2008: *Data envelopment analysis as a tool for sustainable foodstuff consumption. Sustainable consumption and production: framework for action 181*.

Kreislaufwirtschaft Bau, 2017: *Mineralische Bauabfälle Monitoring 2014. Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2014*. Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.

Lange, J., 2009: *Phosphorus – as important as air, as scarce as oil? Working paper as a basis for a workshop*. Freiburg: GTZ Ecosan Programme.

Lutter, S., S. Giljum, and M. Bruckner, 2016 a: *A review and comparative assessment of existing approaches to calculate material footprints*. Ecological Economics 127: 1–10.

Lutter, S., S. Pfister, S. Giljum, H. Wieland, and C. Mutel, 2016 b: *Spatially explicit assessment of water embodied in European trade: A product-level multi-regional input-output analysis*. Global Environmental Change 38: 171–182.

Mekonnen, M. M. and A. Y. Hoekstra, 2011: *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*. Hydrol. Earth System Science 15(5): 1577–1600.

Santarius, T., 2014: *Der Rebound-Effekt: ein blinder Fleck der sozial-ökologischen Gesellschaftstransformation*. Rebound Effects: Blind Spots in the Socio-Ecological Transition of Industrial Societies. GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society 23(2): 109–117.

Schweizer Nährwertdatenbank, 2017: *Nährwertdaten*. Abgerufen am 22.11.2017.

Stadler, K., R. Wood, T. Bulavskaya, C.-J. Södersten, M. Simas, S. Schmidt, A. Usubiaga, J. Acosta-Fernández, J. Kuenen, M. Bruckner, S. Giljum, S. Lutter, S. Merciai, J. H. Schmidt, M. C. Theurl, C. Plutzar, T. Kastner, N. Eisenmenger, K.-H. Erb, A. de Koning, and A. Tukker, 2018: *EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables*. Journal of Industrial Ecology. DOI: 10.1111/jiec.12303.

Statistik der Kohlenwirtscchaft e. V., 2017: *Braunkohle*. Bergheim: Statistik der Kohlenwirtscchaft e. V.

Statistische Ämter der Länder, 2017: *Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder. Band 1: Indikatoren und Kennzahlen. Tabellen*. Ausgabe 2017. Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (AK UGRdL).

Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, S. R. Carpenter, W. de Vries, C. A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G. M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers, and S. Sörlin, 2015: *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. Science 347(6223): 1259855.

UBA, 2010: *Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2012: *Glossar zum Ressourcenschutz*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2013: *Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2014: *Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2015 a: *Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen. Status quo und Perspektiven*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2015 b: *Schwerpunkte 2015*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2015 c: *Handel mit Flächenzertifikaten*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland. Abgerufen am 08.10.2015.

UBA Ressourcenbericht 2016: *Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Bericht für Deutschland 2016*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2017 a: *Kohleverstromung und Klimaschutz bis 2030. Diskussionsbeitrag des Umweltbundesamts zur Erreichung der Klimaziele in Deutschland*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2017 b: *Erörterung ökologischer Grenzen der Primärrohstoffgewinnung und Entwicklung einer Methode zur Bewertung der ökologischen Rohstoffverfügbarkeit zur Weiterentwicklung des Kritikalitätskonzeptes (ÖkoRess I). Konzeptband. UBA Texte 87/2017*. http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2017 c: *Wasserwirtschaft in Deutschland. Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2017 d: *Daten zur Umwelt 2017*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2017 e: *Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2017 f: *Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA, 2018: *Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen*. Fassung zur EU-Submission 15.01.2018. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UBA und BMU, 2018: *Pressemitteilung: Klimabilanz 2017: Emissionen gehen leicht zurück. Niedrigere Emissionen im Energiebereich, höhere im Verkehrssektor*. Dessau-Roßlau, Berlin, Umweltbundesamt.

UN IRP, 2017: *Global Material Flows Database*. Version 2017. Paris: International Resource Panel.

UNEP, 2017: *Resource efficiency: Potential and economic implications*. A Report of the International Resource Panel.

United Nations, 2017: *UN Comtrade Database*. UN Trade Statistics Branch, Statistics Division.

USGS, 2015 a: *Mineral Commoditiy Summaries 2015*. Virginia.

USGS, 2015 b: *2015 Minerals Yearbook: Phosphate rock*. US Geological Survey.

USGS, 2016: *Mineral Commoditiy Summaries 2016. Phosphate Rock*. Virginia.

VDI, 2016: *VDI-Richtlinie 4800, Blatt 1. Ressourceneffizienz: Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien*. Berlin: Beuth., herausgegeben von V. D. I. (VDI). Düsseldorf.

Wiesen, K., J. Teubler, M. Saurat, P. Suski, S. Samadi, S. Kiefer, and O. Soukup, 2017: *Analyse des Rohstoffaufwandes der Energieinfrastruktur in Deutschland*. Sachverständigengutachten des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie. Im Auftrag des Umweltbundesamts.

Wind Europe, 2018: *Wind in power 2017. Annual combined onshore and offshore wind energy statistics*. Brussles: Wind Europe.

World Nuclear Association, 2015: *Uranium from Phosphates*. http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/uranium-from-phosphates.aspx. Abgerufen am 02.08.2017.

WU, 2017 a: Berechnungen basierend auf Exiobase 3.3 im Rahmen des UBA Projektes „*Wissenschaftliche Konzeption und Ausarbeitung eines Berichts „Ressourcennutzung in Deutschland“ (Forschungskennzahl 3714 93 105 0)*“. Wirtschaftsuniversität Wien.

WU, 2017 b: *Der Carbon Footprint von Österreich*. Berechnungen basierend auf EXIOBASE Version 3.3. Detaillierte Ergebnisse verfügbar auf https://www.wu.ac.at/en/ecolecon/research/sustainable-resource-use/ccca. Wirtschaftsuniversität Wien.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen:

Seite 14:
Abbildung 1: Genutzte Rohstoffentnahme in Deutschland, 2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Abbildung 2: Genutzte Entnahme nicht-nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Seite 15:
Abbildung 3: Entwicklung der genutzten Entnahme nicht-nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 1994–2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Abbildung 4: Entwicklung der Entnahme einzelner Unterkategorien fossiler Energieträger (links) und mineralischer Rohstoffe (rechts) in Deutschland, 1994–2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Seite 16:
Abbildung 5: Genutzte Entnahme nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 2013 und 2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Seite 17:
Abbildung 6: Trend der Entnahme nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 1994–2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Abbildung 7: Entwicklung der Entnahme von einzelnen Unterkategorien nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, 1994–2015 Quelle: Destatis, 2017 a
Seite 19:
Abbildung 8: Genutzte Rohstoffentnahme in den deutschen Bundesländern, 2015 | Quelle: Statistische Ämter der Länder, 2017
Seiten 18/19:
Abbildung 9: Entwicklung der genutzten Rohstoffentnahme sowie Anteile der drei Hauptkategorien in den deutschen Bundesländern, 1994 und 2015 | Quelle: Statistische Ämter der Länder, 2017
Seite 20:
Abbildung 10: Anteil der Braunkohle an der gesamten genutzten Rohstoffentnahme in Deutschland, 2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Abbildung 11: Trends des Braunkohleabbaus in Deutschland, 1994–2015 | Quelle: Destatis, 2017 a
Seite 21:
Abbildung 12: Ausgewählte Daten zur Braunkohlennutzung in Deutschland, 2015 | Quellen: Destatis, 2017 a; UBA, 2015 a; Statistik der Kohlenwirtschaft e. V., 2017
Seite 24:
Abbildung 13: Direkte Handelsströme Deutschlands in physischer und monetärer Betrachtung, 2013 und 2015 | Quelle: Destatis, 2017 c
Seite 25:
Abbildung 14: Entwicklung direkter Importe und Exporte Deutschlands – monetär und physisch nach Hauptkategorien, 1994–2015 Quellen: Destatis, 2017 a, 2017 c
Abbildung 15: Vergleich physischer und monetärer Handelsbilanzen von Deutschland mit ausgewählter Ländern, sowie Entwicklung ihrer Handelsvolumina, 2015 | Quellen: Destatis, 2017 c, 2017 d
Seite 26:
Abbildung 16: Vergleich Eigengewicht versus Rohstoffäquivalente der Importe und Exporte Deutschlands, 2014 | Quelle: Destatis, 2018
Seite 27:
Abbildung 17: Entwicklung von direkten und indirekten Rohstoff-Importen sowie Exporten Deutschlands, 2000–2014 Quellen: Destatis 2017 a, 2018
Abbildung 18: Direkte und indirekte Rohstoffflüsse durch die deutsche Wirtschaft, nach Rohstoffkategorien, 2014 | Quelle: WU, 2017 a
Seite 28:
Abbildung 19: Anteil der Importe am gesamten Rohstoffeinsatz (RMI) in Deutschland nach Rohstoffgruppen, 2014 | Quelle: Destatis 2018
Abbildung 20: Inländischer und ausländischer Anteil am Rohstoffeinsatz (RMI) Deutschlands nach Primärrohstoffen, 2014 Quelle: Destatis 2018
Seite 29:
Abbildung 21: Geografischer Ursprung des Rohstoffkonsums (RMC) Deutschlands nach Rohstoffgruppen und Weltregionen, 1995–2014 Quelle: WU, 2017 a
Seiten 30:
Abbildung 22: Entwicklung der Phosphor-Nutzung und Ausgaben in Deutschland, 1999–2015 | Quelle: Destatis, 2016 a
Seite 31:
Abbildung 23: Weltweite Phosphor-Lagerstätten, -Abbau und -Konsum, 2014 | Quellen: FAOSTAT, 2017; USGS, 2015 b und 2016
Seite 34:
Abbildung 24: Rohstoffeinsatz (RMI) in Deutschland nach Materialgruppen, 2000–2014 | Quelle: Destatis, 2018
Seite 35:
Abbildung 25: Rohstoffeinsatz (RMI) für die in Deutschland produzierten Endnachfragegüter, 2014 | Quelle: WU, 2017 a
Abbildung 26: Vergleich der Lieferketten-Struktur ausgewählter aggregierter Sektoren, 2014 | Quelle: WU, 2017 a
Seite 36:
Abbildung 27: Entwicklung der Rohstoffproduktivität, 1994–2014 (links) und der Gesamtrohstoffproduktivität, 2000–2014 (rechts) in Deutschland | Quellen: Destatis, 2017 b, 2018
Seite 37:
Abbildung 28: Entkopplungstrends im internationalen Vergleich, 1995–2014 | Quelle: WU, 2017 a
Seite 38:
Abbildung 29: Abfallaufkommen nach Arten in Deutschland, 2015 | Quelle: Destatis 2017 e
Seite 39:
Abbildung 30: Trend der Anteile thermischer und stofflicher Abfallverwertung und Beseitigung in Deutschland, 2006–2015, aufgeteilt nach Abfallarten, 2015 | Quelle: Destatis 2017 e

Seite 42:
Abbildung 31: Inländischer Materialkonsum (DMC) und Rohstoffkonsum (RMC) in Deutschland absolut nach Materialgruppen, 2014 sowie pro Kopf, 2011–2014 | Quellen: Destatis, 2017 a, 2018
Seite 43:
Abbildung 32: Entwicklung des Rohstoffkonsums (RMC) in Deutschland nach Rohstoffgruppen, 2000–2014 | Quelle: Destatis, 2018
Abbildung 33: Anteile der Wirtschaftsbereiche am Rohstoffkonsum der Endnachfrage in Deutschland, nach Rohstoffgruppen, 2014 Quelle: WU, 2017 a
Seite 44:
Abbildung 34: Trend des Rohstoffkonsums der Endnachfrage in Deutschland nach Einzelkategorien, 2010–2014 | Quellen: WU, 2017 a; Destatis, 2018
Seite 45:
Abbildung 35: Privater und öffentlicher Rohstoffkonsum in Deutschland nach Konsumbereichen, 2014 | Quelle: WU, 2017 a
Abbildung 36: Internationaler Vergleich des Rohstoffkonsums der Endnachfrage nach Anteilen der Einzelkategorien, 2014 Quelle: WU, 2017 a
Seite 46:
Abbildung 37: Monatlicher Rohstoffkonsum und Ausgaben pro privatem Haushalt in Deutschland nach Bedarfsfeldern und Rohstoffgruppen, 2014 | Quellen: Destatis, 2017 f; WU, 2017 a
Seite 47:
Abbildung 38: Trend des Rohstoffkonsums von in deutschen Haushalten konsumierten Nahrungsmitteln, nach Produktgruppen, 1995–2014 | Quelle: WU, 2017 a
Abbildung 39: Vergleich unterschiedlicher Lebensmittelprodukte nach Nährwert und Ressourceneinsatz zur Deckung des täglichen Bedarfs von 2.500 Kilokalorien | Quellen: Kauppinen et al., 2008; Mekonnen and Hoekstra, 2011; ifeu, 2016; Schweizer Nährwertdatenbank, 2017
Seite 48:
Abbildung 40: Trend des Rohstoffkonsums des Gesundheitssektors in Deutschland nach Konsumbereichen, 1995–2014 | Quelle: WU, 2017 a
Seite 49:
Abbildung 41: Anteil der Vorleistungen am gesamten Rohstoffkonsum der Gesundheitsleistungen und der sozialen Fürsorge in Deutschland, 2014 | Quelle: WU, 2017 a
Abbildung 42: Herkunft der Rohstoffgrundlage für das deutsche Gesundheitswesen | 2014, Quelle: WU, 2017 a
Seite 52:
Abbildung 43: Wassergewinnung nach Wirtschaftsbereichen in Deutschland sowie Anteil am gesamten Wasserdargebot, 1991–2013 Quelle: Destatis, 2016 c
Seite 53:
Abbildung 44: Wasserflüsse aus der Natur in die Wirtschaft in Deutschland, 2013 | Quelle: Destatis, 2017 a
Abbildung 45: Deutschlands Netto-Importe von blauem und grünem Wasser, 2011 | Quelle: WU, 2017 a
Seite 54:
Abbildung 46: Flächennutzung in Deutschland nach Nutzungsarten, 1992–2015 | Quelle: Destatis, 2015 b
Seite 55:
Abbildung 47: Anteile unterschiedlicher Flächennutzungen nach Bundesländern, 2015 | Quelle: Destatis, 2016 d
Abbildung 48: Betriebe und Fläche des ökologischen Landbaus in Deutschland, 1996–2015 | Quelle: BMEL, 2017
Seite 56:
Abbildung 49: Inländischer und ausländischer Anteil am Flächenfußabdruck Deutschlands nach Hauptkategorien, 2010 Quelle: Bruckner et al., 2017
Seite 57:
Abbildung 50: Ackerland-Fußabdruck Deutschlands, 1995–2010 | Quelle: Bruckner et al., 2017
Abbildung 51: Geografischer Ursprung des ausländischen Anteils des deutschen Wald-Fußabdrucks, 2010 | Quelle: Bruckner et al., 2017
Seite 58:
Abbildung 52: Beitrag erneuerbarer Energien zum Primärenergieverbrauch sowie Anteile am Bruttostromverbrauch, am Bruttoendenergieverbrauch und am Primärenergieverbrauch, 1990–2015 | Quelle: BMWI, 2017, 2018
Seite 59:
Abbildung 53: Rohstoffeinsatz (RMI) und ungenutzte Entnahme (Material) ausgewählter Stromerzeugungsvarianten in Gramm pro produzierter Kilowattstunde Strom | Quelle: Wiesen et al., 2017
Seite 60:
Abbildung 54: Veränderung der direkten Klimaemissionen sowie des CO_2-Fußabdruckes Deutschlands, 1990–2015 Quellen: Destatis, 2017 h; UBA, 2018; UBA und BMU, 2018
Seite 61:
Abbildung 55: Entwicklung des Rohstoffkonsums (RMC) und des CO_2-Fußabdruck in Deutschland, 1995–2012 | Quelle: WU, 2017 b
Abbildung 56: Entwicklung des Rohstoffkonsums (RMC) und der Treibhausgasemissionen bis 2050 im Szenario „GreenEe“ Quelle: UBA, 2017 e

Tabelle:

Seite 58:
Tabelle 1: Primärenergieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Europa, 2015 | Quelle: EUROSTAT, 2017

Tabellen Anhang:

Seite 65:
Tabelle A1: Abiotische und biotische Entnahme in 1.000 t; Tonnen pro Kopf
Seite 66:
Tabelle A2: Entnahme Bundesländer in 1.000 t, Tonnen pro Kopf
Seite 67:
Tabelle A3: Direkter Handel in 1.000 t
Seite 68:
Tabelle A4: Direkter und indirekter Handel (RME) in Mio. Tonnen
Seite 69:
Tabelle A5: Entkoppelung in 1.000 t, Mio. Euro
Seite 70:
Tabelle A6: Konsumindikatoren in Mio. Tonnen, Tonnen pro Kopf
Seite 71:
Tabelle A7: Rohstoffkonsum (RMC) der Endnachfrage nach Rohstoffkategorie, in Mio. Tonnen

Quellen Intro-Seiten

Inländische Rohstoffentnahme (Seiten 12/13):
Destatis 2017 a, 2017 b | Statistische Ämter der Länder, 2017
Deutschlands Anteil am globalen Rohstoffhandel (Seiten 22/23):
Destatis 2017 a, 2018 | WU 2017 a
Die Rolle der Wirtschaft (Seiten 32/33):
Destatis 2017 a, 2017 c, 2018 | Deutsche Bundesregierung, 2016
Rohstoffe für den Konsum (Seiten 40/41):
Destatis 2018 | WU 2017 a
Andere natürliche Ressourcen (Seiten 50/51):
Destatis, 2017 a | WU, 2017 a | BMWI, 2017, 2018 | Destatis, 2016 | Bruckner et al., 2017 | Wiesen et al., 2017

▸ **Unsere Broschüren als Download**
www.umweltbundesamt.de/ressourcenbericht2018

www.facebook.com/umweltbundesamt.de
www.twitter.com/umweltbundesamt
www.youtube.com/user/umweltbundesamt
www.instagram.com/umweltbundesamt/