



RESSOURCENNUTZUNG IN ÖSTERREICH BERICHT 2015

IMPRESSUM



MEDIENINHABER UND HERAUSGEBER:
BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND
WASSERWIRTSCHAFT
Stubenring 1, 1010 Wien
BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND WIRTSCHAFT
Stubenring 1, 1010 Wien

FACHLICHE KOORDINATION

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Energie- und Wirtschaftspolitik (Abt. I/2) – Caroline Vogl-Lang,
Dagmar Hutter (Umweltbundesamt)
Abteilung Umweltförderpolitik, Nachhaltigkeit, Biodiversität (Abt. I/3) – Birgit Horvath
Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft
Abteilung Roh- und Grundstoffpolitik (Abt. III/7) – Robert Holnsteiner, Christian Reichl

AUTORINNEN UND AUTOREN

Institut für Soziale Ökologie – Anke Schaffartzik, Nina Eisenmenger, Fridolin Krausmann
Statistik Austria – Eva Milota

GESTALTUNG

Gerda Palmetshofer

ENGLISCHE ÜBERSETZUNG

Ursula Lindenberg

INTERNET

www.bmlfuw.gv.at
www.bmwfw.gv.at
www.umweltgesamtrechnung.at

GRAFIKEN

© Susan Härtig, Gerhard Kalt, Gerda Palmetshofer

TABELLENTEIL

Datenquelle: Statistik Austria 2014a

BILDNACHWEIS

S. 3, l.: © BMLFUW/Alexander Haiden, S. 3, r.: © Hans Ringhofer.
Cover: © BettinaSamp & 3dsguru, S. 12: © Jojoh, S. 20: © Goldhafen, S. 34 v. l. n. r.:
© Kuzovleva, amygdala_imagery, TimHughes, Loops7, S. 56: © LeeYiuTung,
S. 62: © Dutchy, S. 72: © inhauscreative; alle: © istockphotos.

ERSCHEINUNGSJAHR

2015

ZITIERVORSCHLAG

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,
Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (Hrsg.):
Ressourcennutzung in Österreich – Bericht 2015, Wien

AUFLAGE:

300 Stück

Alle Rechte vorbehalten.

Wien, Oktober 2015



Original wurde gedruckt von: Zentrale Kopierstelle
des BMLFUW, UW-Nr. 907, nach der Richtlinie
„Druckerzeugnisse“ des Österreichischen Umweltzeichens.

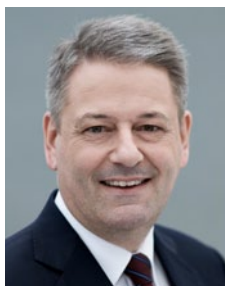
RESSOURCENNUTZUNG
IN ÖSTERREICH
BERICHT 2015

VORWORTE

Natürliche Ressourcen sind die Basis unserer Lebensqualität. Nur durch eine nachhaltige, effiziente und verantwortungsvolle Nutzung dieser Ressourcen ermöglichen wir zukunftsfähiges Wirtschaften und die Sicherung unserer Lebensgrundlage in einem lebenswerten Österreich. Mit den Initiativen des BMLFUW für eine moderne Umwelt- und Ressourcenpolitik wie dem *Ressourceneffizienz Aktionsplan*, *RESET2020 – Ressourcen.Effizienz.Technologien* oder *Wachstum im Wandel*, mit seinem Diskurs zu einem nachhaltigen Wirtschafts- und Gesellschaftssystem, leisten wir hierzu einen wesentlichen Beitrag. Für zielgerichtete Maßnahmen benötigen wir einerseits eine gute und umfassende Datenlage und andererseits eine gute Analysearbeit. Die Ressourcennutzungsberichte liefern über die Verbrauchsdaten hinaus Trends und Einflussfaktoren im heimischen Ressourcenverbrauch, und weisen Bereiche mit Handlungsbedarf aus. Der vorliegende Bericht ist der zweite in der Reihe *Ressourcennutzung in Österreich*.

Der diesjährige Bericht fokussiert auf Biomasse als Schlüsselbereich, die in Österreich neben der Wasserkraft einen Großteil des Energieverbrauchs aus erneuerbarer Energie abdeckt. Nur mit der effizienten Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen erzielen wir eine deutliche CO₂-Reduktion, schaffen einen großen Schritt hin zur Erreichung der österreichischen Klimaziele und setzen eine konsequent auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Ressourcenpolitik um.

Ich wünsche Ihnen einen spannenden und informativen Einblick in das Thema!



Ihr ANDRÄ RUPPRECHTER
Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Die nachhaltige und bedarfsgerechte Versorgung der heimischen Unternehmen mit Roh- und Grundstoffen ist eine unverzichtbare Grundlage für eine funktionierende Wirtschaft. Dies trifft im besonderen Maße für jene Industrierohstoffe zu, bei denen eine hohe Importabhängigkeit besteht, gilt aber auch für international nicht handelsfähige Baurohstoffe wie Schotter, die beispielsweise für den Aufbau und Erhalt unserer Infrastruktur essenziell sind. Schlüsseltechnologien, welche die Zukunftsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft sichern sollen und zur Lösung spezifischer Probleme der zentralen Herausforderungen u. a. in den Bereichen Klima und Energie, Gesundheit, Ernährung, Mobilität, Sicherheit oder Kommunikation beitragen, sind nur unter der Voraussetzung einer ausreichenden Versorgung mit den dafür benötigten Roh- und Grundstoffen umsetzbar. Die effiziente Nutzung dieser Materialien ist als win-win-Situation für Wirtschaft und Umwelt zu verstehen. Die im Ressourcennutzungsbericht 2015 vorliegenden Analysen sektoraler Trends des Ressourcenverbrauchs sind die Basis für eine vorausschauende Ressourcenpolitik.

Im Rahmen der *Europäischen Innovationspartnerschaft für Rohstoffe*, deren Lenkungsgruppe ich angehöre, werden innovative Lösungen entlang der gesamten Rohstoffwertschöpfungskette erarbeitet. Dadurch soll die Importabhängigkeit Europas reduziert, eine nachhaltige Versorgung mit leistbaren Rohstoffen und deren effiziente Nutzung langfristig sichergestellt werden, um die Wettbewerbsfähigkeit der Europäischen Industrie zu stärken.



Ihr REINHOLD MITTERLEHNER
Vizekanzler und Bundesminister für Wissen-
schaft, Forschung und Wirtschaft

INHALT

	Zusammenfassung	6
	Einleitung	9
1	Natürliche Ressourcen – Basis unserer Gesellschaft	12
2	Ressourcenverbrauch in Österreich und in der Welt	20
3	Von Biomasse bis zu Mineralstoffen: Der Materialverbrauch im Detail	34
	Biomasse	38
	Fossile Energieträger	47
	Metalle	50
	Nicht-metallische Mineralstoffe	54
4	Ressourcenverbrauch und wirtschaftliche Entwicklung	56
5	Szenarien für die Zukunft	62
	Literatur	69
	Anhang	72
	Materialflussrechnung – Konzept, Datengrundlage und Methode	73
	Glossar	77
	Abkürzungen und Einheiten	80
	Datentabellen	81

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verbrauch natürlicher Ressourcen in der Vergangenheit und Gegenwart ist eng mit aktuellen und zukünftigen Umweltauswirkungen und Fragen der Versorgungssicherheit verbunden. Im vorliegenden Bericht *Ressourcennutzung in Österreich* werden die Extraktion, der Außenhandel und der Verbrauch stofflich genutzter Ressourcen in Österreich zwischen 1960 und 2012 detailliert beschrieben und analysiert. Stoffliche Ressourcen umfassen gesellschaftlich entnommene und genutzte Biomasse, fossile Energieträger, Metalle und nicht-metallische Mineralstoffe sowie daraus abgeleitete, gehandelte Produkte. Daten dazu stehen aus der sogenannten Materialflussrechnung, die Teil der Umweltgesamtrechnungen ist, für Österreich jährlich bereit. Durch die Erhebung und notwendige Bearbeitung der Materialflussdaten entsteht jedoch eine Zeitverzögerung in der Berichterstattung. Dadurch können im vorliegenden, 2015 veröffentlichten, Bericht nur Daten bis inklusive 2012 vorgestellt und analysiert werden.

Der globale Materialverbrauch ist innerhalb von einem halben Jahrhundert von unter 20 Milliarden Tonnen im Jahr 1960 auf 70 Milliarden Tonnen im Jahr 2010 um einen Faktor von 3,7 rasant angestiegen. Der österreichische Materialverbrauch stieg zwar im gleichen Zeitraum nur um einen Faktor von 1,6, gleichzeitig liegt der Pro-Kopf-Materialverbrauch in Österreich im internationalen und europäischen Vergleich bereits auf einem sehr hohen Niveau. Auf europäischer und österreichischer Ebene wurden längst politische Ziele festgelegt, die dazu führen sollten, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren. In vielen industrialisierten Ländern, auch in Österreich, stagniert der Ressourcenverbrauch seit den 1970er Jahren bzw. ist sogar leicht rückläufig. Ob und wie es auf lange Sicht möglich sein kann, das Wirtschaftswachstum als politisches Ziel nicht nur mit einer Stagnation, sondern mit der aus Umweltschutzgründen notwendigen Reduktion des Ressourcenverbrauchs zu vereinbaren, ist eine Schlüsselfrage für eine nachhaltige Zukunft.

In einer nachhaltigeren Gestaltung des Ressourcenverbrauchs spielen die nachwachsenden Rohstoffe, d. h. jene Biomasse-Materialien, die – im Gegensatz zu fossilen Energieträgern, Metallen und nicht-metallischen Mineralstoffen – prinzipiell erneuert werden können,

eine zunehmend wichtige Rolle. In Österreich wird dies z. B. mit dem *Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe* verfolgt. Obwohl Biomasse als „erneuerbar“ gilt, darf nicht übersehen werden, dass ein Beitrag zur Ressourcenschonung auch auf Grundlage nachwachsender Rohstoffe nur geleistet werden kann, wenn diese Biomasse unter nachhaltigen Produktionsbedingungen erzeugt und berücksichtigt wird, dass auch Biomasse nicht unbegrenzt verfügbar ist. Um dieses für die Zukunft wichtige Spannungsfeld zu beleuchten, wird im vorliegenden Bericht ein Schwerpunkt auf nachwachsende Rohstoffe gelegt.

Im Jahr 2012 wurden in Österreich insgesamt 187 Millionen Tonnen Material verbraucht. Das Material bestand größtenteils (zu über 50 %) aus nicht-metallischen Mineralstoffen, zu denen vor allem Baurohstoffe gehören, die zum Aufbau und Erhalt von Gebäuden und Infrastruktur benötigt werden. Biomasse machte mit etwas unter 25 % den zweitgrößten Anteil am Materialverbrauch aus, gefolgt von fossilen Energieträgern und Metallen. Wenn diese Menge an Material auf die österreichische Bevölkerung umgerechnet wird, ergibt sich, dass im Jahr 2012 in Österreich 22,2 Tonnen Material pro Kopf benötigt wurden. Das liegt deutlich über dem globalen Durchschnittsverbrauch von ca. 10 Tonnen pro Kopf und auch über dem europäischen Durchschnitt von etwas über 13 Tonnen pro Kopf. Grund dafür ist vor allem der vergleichsweise hohe Pro-Kopf-Verbrauch an nicht-metallischen Mineralstoffen wie insbesondere Baurohstoffe, der mit den klimatischen und topografischen Besonderheiten des Alpenraums sowie der österreichischen Bevölkerungsdichte einhergeht. Zudem ist, durch eine 2011 implementierte neue Methode zur Schätzung der Entnahme nicht-metallischer Mineralstoffe, die Datenerfassung in Österreich umfassender als in manchen anderen europäischen Ländern. Im österreichischen Ressourcenverbrauch spielen einerseits Importe als Quelle von Rohstoffen, die im Land nicht (mehr) entnommen werden, und von Produkten, die nicht inländisch hergestellt werden, eine sehr wichtige Rolle. Andererseits ist auch ein wesentlicher Anteil der Extraktion und Verarbeitung von Material in Österreich dem Export gewidmet.

Ein maßvoller Umgang mit Ressourcen und deren effiziente Nutzung sowie eine Reduktion des gesamten Materialverbrauchs sind notwendig, um sowohl die Umwelt in Österreich zu schützen, als auch einen Beitrag zur Reduktion globaler Umweltauswirkungen wie dem anthropogenen Klimawandel zu leisten.

Damit gleichzeitig Ressourcenverbrauch sinken und das Ziel einer weiterhin wachsenden Wirtschaft erreicht werden kann, muss die Menge an BIP, die pro Einheit Ressourcenverbrauch erwirtschaftet werden kann, gesteigert werden. Dieser Zusammenhang wird als Ressourceneffizienz bezeichnet. Obwohl die österreichische Ressourceneffizienz seit 1960 ansteigt, ist Österreich mit 1.454 €, die pro Tonne Materialverbrauch erwirtschaftet werden können, etwas weniger effizient als der europäische Durchschnitt. Die vergleichsweise niedrige

Effizienz liegt vor allem am hohen Materialverbrauch, könnte sich jedoch in Zukunft verbessern, denn der österreichische Materialverbrauch ist seit 2007 leicht rückläufig und gibt Anzeichen dafür, dass ein umweltschonenderes Wirtschaften möglich sein könnte. Um den österreichischen Ressourcenverbrauch bei weiterem Wachstum der Wirtschaft bis 2050 auf den jetzigen europäischen Durchschnitt zu reduzieren, müsste die Ressourceneffizienz verdreifacht werden. Um gar ein Niveau von ca. 5 Tonnen pro Kopf zu erreichen, das global gesehen zu einer Reduktion des Materialverbrauchs führen könnte, müsste die Ressourceneffizienz um einen Faktor 7 verbessert werden. Daraus ergeben sich große Herausforderungen, die gleichzeitig enorme Chancen für Österreichs Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft bedeuten können.

EINLEITUNG

Wir mögen sparsam oder verschwenderisch mit ihnen umgehen, aber natürliche Ressourcen verwenden wir doch alle ständig, und sie sind Grundlage unserer Wirtschafts- und Lebensweise. Wir entnehmen Sauerstoff aus der Luft, wenn wir atmen oder bei Verbrennungsprozessen, wenn wir unsere Wohnungen beheizen oder mobil sind. Im Gegenzug entstehen durch Atmung und Verbrennung CO₂-Emissionen, die wir in die Luft ausstoßen. Wir benötigen Wasser für unsere Ernährung, zum Waschen, zum Kühlen von Industrieanlagen. In Land- und Forstwirtschaft sowie im Bergbau entnehmen wir Ressourcen aus der Natur oder sind darauf angewiesen, dass andere sie für unseren Gebrauch fördern. Die für uns so wichtigen natürlichen Ressourcen umfassen Energierohstoffe, Metalle, Minerale, Biomasse, Wasser und Luft.

Der Bericht *Ressourcennutzung in Österreich* erscheint 2015 zum zweiten Mal und beleuchtet, wie auch der Bericht von 2011 (BMLFUW und BMWFJ 2011), stofflich genutzte natürliche Ressourcen in Österreich. Stoffliche Ressourcen umfassen gesellschaftlich entnommene und genutzte Biomasse, fossile Energieträger, metallische und nicht-metallische Mineralstoffe sowie daraus abgeleitete Produkte, die gehandelt werden. Eine Berichtreihe zu stofflich genutzten Ressourcen ist deshalb möglich, weil in Österreich jährlich entsprechende Daten erhoben werden. Dies geschieht im Rahmen der Materialflussrechnung, die Teil der Umweltgesamtrechnungen ist. In der Materialflussrechnung werden Entnahme von und Außenhandel mit Materialien erfasst und in der Einheit Tonnen berichtet. Durch diese Dokumentation haben wir stets einen guten Überblick über die „materielle Größe“ der österreichischen Wirtschaft. Die ist, wie in den folgenden Kapiteln zu den einzelnen Materialkategorien beschrieben, eng mit den Umweltauswirkungen nicht nur in Österreich sondern in der Welt verbunden. Der sparsame und effiziente Umgang mit natürlichen Ressourcen gilt als eine der Schlüsselstrategien für eine nachhaltige Entwicklung von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Ergebnisse der Materialflussrechnung werden daher auch in der Entwicklung politischer Nachhaltigkeitsprogramme und in der Festsetzung von Zielen für eine nachhaltigere Wirtschaft verwendet.

MEHR RESSOURCENEFFIZIENZ IN ÖSTERREICH UND EUROPA

Auf europäischer Ebene spiegelt sich die Relevanz des Ressourcenverbrauchs in der Leitinitiative *Ressourcenschonendes Europa* (Europäische Kommission 2011) wider. Darin wird insbesondere in einer höheren Ressourceneffizienz die Möglichkeit ausgemacht, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und gleichzeitig das Wirtschaftswachstum zu fördern. Als Ressourceneffizienz wird das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt (BIP) zu Materialverbrauch bezeichnet. Je mehr BIP ein Land pro Einheit Materialverbrauch erwirtschaften kann, desto ressourceneffizienter ist es. Als Teil der *Europa 2020 Strategie* (Europäische Kommission 2010) soll diese Initiative zu intelligentem, nachhaltigem und integrativem Wachstum beitragen. Die österreichische Bundesregierung bekennt sich zu einem effizienten und sparsamen Umgang mit natürlichen Ressourcen und hat dem Themenbereich Umwelt- und Ressourcenschonung einen nationalen Aktionsplan gewidmet. Unter Leitung des österreichischen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) wurde der österreichische *Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP)* entwickelt. In einem Stakeholder-Prozess mit Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft sowie mit zuständigen Stellen in den Bundesländern wurde darin festgelegt, wie Österreich zum europäischen Ziel der Ressourcenschonung beitragen kann. Darauf aufbauend wird durch das BMLFUW die Initiative *RESET2020 – Ressourcen.Effizienz.Technologien* entwickelt, die zum Ziel hat, Ressourceneffizienz in den Bereichen Umwelttechnologien, nachhaltige Produktion und nachhaltiger Konsum umzusetzen. Dazu wird eruiert, in welchen Bereichen insbesondere Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz gegeben sind.

In einer umweltschonenderen Nutzung von Ressourcen muss den sogenannten nachwachsenden Rohstoffen eine besondere Bedeutung zukommen. Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern, Metallen und nicht-metallischen Mineralstoffen wächst Biomasse als nachwachsender Rohstoff in Zeitabständen nach, die am ehesten noch mit den Raten der gesellschaftlichen Nutzung vergleichbar

sind. In der Materialflussrechnung bezeichnet der Begriff „Biomasse“ sowohl lebende als auch tote organische Substanz: Pflanzen, Tiere, Totholz, Laub, Stroh, etc. Die aus Biomasse entstandenen fossilen Energieträger, inklusive Torf, werden nicht dazu gerechnet. Der Begriff Biomasse ist in anderen Bedeutungszusammenhängen anders belegt – eine genaue Klärung des Begriffs findet sich in Box (► Seite 39). Eine Schlüsselrolle innerhalb der Strategien für eine nachhaltige Ressourcennutzung wird der Biomasse auch im österreichischen *Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe* zugewiesen. Durch die in diesem Plan enthaltenen Maßnahmen soll die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Österreich gefördert werden. Obwohl Biomasse als „erneuerbar“ gilt, darf nicht übersehen werden, dass ein Beitrag zur Ressourcenschonung auch auf Grundlage nachwachsender Rohstoffe nur geleistet werden kann, wenn diese Biomasse unter nachhaltigen Produktionsbedingungen erzeugt wird und berücksichtigt wird, dass auch Biomasse nicht unbegrenzt verfügbar und mit anderen Einschränkungen, wie etwa der konkurrierenden Flächennutzung, verbunden ist. Um dieses für die Zukunft wichtige Spannungsfeld zu beleuchten, wird im vorliegenden Bericht ein Schwerpunkt auf nachwachsende Rohstoffe gelegt.

MATERIALFLUSSDATEN LIEFERN WICHTIGE INFORMATIONEN

Die Frage der Ressourcenschonung und vor allem der Ressourceneffizienz steht im Zentrum europäischer und österreichischer Nachhaltigkeitspolitik. Zur Zielsetzung hinsichtlich der Ressourceneffizienz und zur Überprüfung des Fortschritts im Hinblick auf diese Ziele werden neben Daten zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) auch Daten zum Ressourcenverbrauch benötigt. Diese werden in der Materialflussrechnung erfasst und sind Gegenstand dieses Berichts. Die Ergebnisse der österreichischen Materialflussrechnung werden im Detail vorgestellt und diskutiert. Dadurch sollen sie sowohl für Stakeholder aus Politik, Verwaltung und Wirtschaft als auch für interessierte Bürgerinnen und Bürger zugänglich und in ihren Implikationen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit Österreichs diskutierbar gemacht werden. Materialflussrechnung mag zunächst sperrig und technisch klingen. Dieser Bericht zeigt jedoch, dass sich dahinter etwas verbirgt, was uns alle angeht. Die Daten, die hier beschrieben werden, sind wichtig für die Gestaltung zukünftiger Nachhaltigkeit in Österreich.

AUFBAU UND INHALT DES BERICHTS

Das Kapitel *Natürliche Ressourcen – Basis unserer Gesellschaft* eröffnet den Bericht und verdeutlicht, wie viele und welche Ressourcen in Österreich genutzt werden. Dabei wird ersichtlich, dass der österreichische Ressourcenverbrauch im historischen Verlauf stark angestiegen ist und das nicht nur, weil wir individuell mehr konsumieren, sondern auch weil sich die Funktionsweise und die Strukturen der österreichischen Gesellschaft grundlegend geändert haben. Wie relevant dieser Anstieg und das momentan hohe Niveau des Ressourcenverbrauchs sind, wird durch die damit verbundenen Umweltauswirkungen deutlich. Auch der Frage, ob dieser Trend des steigenden Ressourcenverbrauchs anhalten muss, wird nachgegangen. Um die Lektüre des Berichts zu erleichtern, ist in diesem Kapitel ebenfalls ein kurzer Überblick über die Methode der Materialflussrechnung enthalten. Eine genauere Beschreibung befindet sich sowohl im Anhang dieses Berichts als auch im Bericht von 2011 (BMLFUW und BMWFJ 2011), der diese Reihe eröffnete.

Im folgenden Kapitel *Ressourcenverbrauch in Österreich und der Welt* werden überblicksartig die Ergebnisse der Materialflussrechnung dargestellt. Dabei wird sowohl auf die Entnahme in Österreich als auch auf die Rolle des Außenhandels für die Materialversorgung eingegangen. Da der Außenhandel im Ressourcenverbrauch immer wichtiger wird, werden mittlerweile im Rahmen der Materialflussrechnung neue Methoden entwickelt, um bestimmen zu können, wieviel Material in anderen Ländern verbraucht wird, um nach Österreich importierte Güter herzustellen und wieviel Material in Österreich benötigt wird, um Güter für den Export zu erzeugen. Die Ergebnisse der eigens für Österreich entwickelten Methode zeigen, dass Österreich insgesamt mehr Material in anderen Ländern indirekt beansprucht, als es für andere Länder zur Verfügung stellt. Sowohl im internationalen als auch im europäischen Vergleich weist Österreich einen hohen Materialverbrauch auf. Seit der Finanzkrise von 2007/2008 jedoch ist der Materialverbrauch in Österreich und in vielen anderen Ländern kaum noch gewachsen oder sogar leicht zurückgegangen. Gerade jetzt ist es wichtig, politische Maßnahmen zu setzen, die dazu beitragen, dass die sich erholenden Wirtschaften nicht wieder in die alten Trends des materiellen Wachstums zurückverfallen. Damit und mit jeglichen Nachhaltigkeitszielen hängt natürlich auch die Frage zusammen, was für ein Leben mit weniger Ressourcenverbrauch möglich ist und ob dieses sparsamere Leben automatisch auch entbehrensreicher sein muss. Der schonende Umgang mit Ressourcen ist Voraussetzung für die Eindämmung vieler Belastungen, denen die Umwelt

momentan ausgesetzt ist – vom anthropogenen Klimawandel über den Verlust der Artenvielfalt hin zu der Gefährdung der Versorgung zukünftiger Generationen mit lebenswichtigen Ressourcen.

Im Detail werden die Materialverbrauchsdaten im Kapitel *Von Biomasse bis zu Mineralstoffen: der Materialverbrauch im Detail* vorgestellt. Weil verschiedene Materialien für ganz unterschiedliche Zwecke verwendet werden und entweder in Österreich zur Verfügung stehen oder importiert werden müssen, werden in diesem Kapitel die vier Materialgruppen Biomasse, fossile Energieträger, Metalle und nicht-metallische Mineralstoffe gesondert behandelt. In diesem Kapitel wird, gemäß dem Schwerpunktthema des vorliegenden Berichts, auf nachwachsende Rohstoffe („Biomasse“ in der Begrifflichkeit der Materialflussrechnung) und die Rolle, die sie in einer nachhaltigeren Zukunft spielen können, eingegangen. Dabei werden einerseits für die anderen Materialkategorien Bezüge zum Biomasseverbrauch diskutiert, andererseits beruht die Beschreibung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe nicht nur auf den Materialflussdaten, sondern ergänzend auf den sehr detaillierten Daten der österreichischen Energieagentur.

Wie die politischen Initiativen und Zielsetzungen zur Ressourceneffizienz verdeutlichen, ist politisch auch insbesondere der Zusammenhang von *Ressourcenverbrauch und wirtschaftlicher Entwicklung* von Interesse, dem ein eigenes Kapitel in diesem Bericht gewidmet

ist. Hier wird die Entwicklung der österreichischen Ressourceneffizienz dargestellt und im Kontext bestehender politischer Initiativen diskutiert. Je ressourceneffizienter Österreich wird, desto mehr BIP kann pro Einheit Ressourcenverbrauch erwirtschaftet werden. Um die Auswirkungen des Ressourcenverbrauchs auf die Umwelt zu reduzieren, muss jedoch der Ressourcenverbrauch insgesamt (und nicht nur im Verhältnis zum BIP) reduziert werden. Die Steigerung der Ressourceneffizienz ist daher ein Mittel, um zu einem nachhaltigeren Wachstum beizutragen, kann jedoch für sich allein genommen kein nachhaltigkeitspolitisches Ziel sein.

Ob mit steigender oder gleichbleibender Ressourceneffizienz: Wie der österreichische Ressourcenverbrauch in Zukunft gestaltet sein könnte, ist Gegenstand des Kapitels *Szenarien für die Zukunft*. Darin werden Szenarien, in denen der Ressourcenverbrauch weiter wächst, stabil gehalten oder sogar reduziert wird, vorgestellt. Es wird diskutiert, welche Voraussetzungen und Implikationen diese Szenarien jeweils aufweisen.

Insgesamt bietet der Bericht einen fundierten Einblick in die Entwicklung des österreichischen Ressourcenverbrauchs in der Vergangenheit, sein gegenwärtiges Niveau und seine Zusammensetzung sowie in mögliche zukünftige Entwicklungspfade. Diese Informationen sind unerlässlich, um die Möglichkeiten und Unmöglichkeiten einer nachhaltigen Zukunft für Österreich abzuwägen.



1

NATÜRLICHE RESSOURCEN –
BASIS UNSERER GESELLSCHAFT

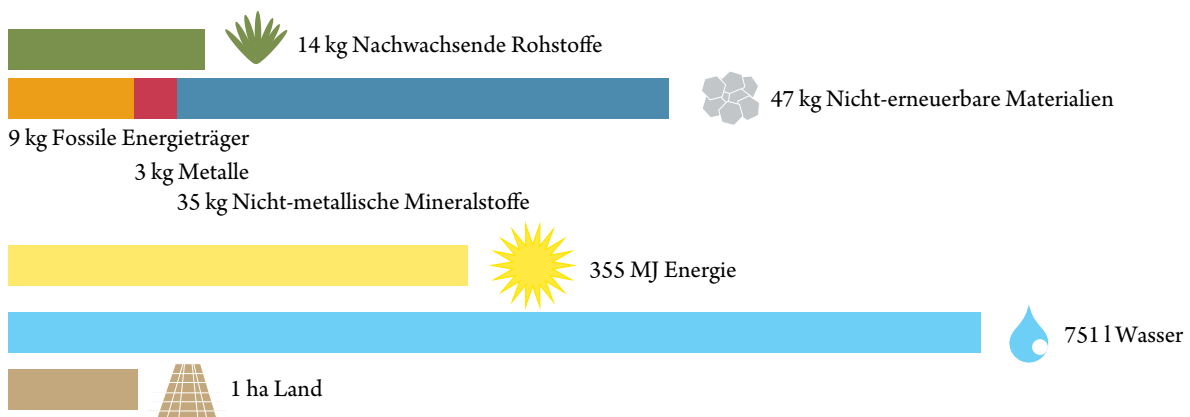
Anfangen von dem Land, auf dem wir leben, über die Baurohstoffe, aus denen unsere Häuser und Straßen gebaut sind, bis zu den Metallen in unseren Transportmitteln und den Energieträgern (aus fossilen oder biogenen Quellen), die uns antreiben: Natürliche Ressourcen benötigen wir ständig. 2012 waren es insgesamt über 60 Kilogramm (kg) Material, 355 Millionen Joule (Megajoule MJ) Energie und 751 Liter Wasser pro Tag sowie 1 Hektar (ha) Fläche, die jeder Österreicherin und jedem Österreicher zur Verfügung standen (► Abbildung 1, siehe unten). Diese Menge an Energie entspricht der Verbrennung von über 8,5 Litern Rohöl (bzw. dem Brennwert von 154 Tafeln Schokolade!) pro Person und Tag. Mit so viel Wasser könnte jede/r von uns jeden Tag über eine Stunde ununterbrochen duschen oder ca. 75 Mal die Toilette spülen. Der Hektar, der jedem zur Verfügung stünde, wenn wir uns ganz gleichmäßig auf Österreich verteilten, entspricht ca. einem Fußballfeld, das wir ganz für uns alleine hätten. Auf dieser Fläche müssten aber natürlich auch die 14 kg nachwachsenden Rohstoffe, die pro Tag zur Verfügung stehen, größtenteils angebaut werden, da Biomasse nur in geringem Ausmaß importiert wird.

**DAS GANZE IST MEHR ALS
DIE SUMME SEINER TEILE**

Doch selbst an Tagen, an denen wir viel konsumieren, verbrauchen wir individuell sehr selten so viel wie uns laut Abbildung 1 zur Verfügung stünde. Woran liegt es also, dass wir doch solche große Mengen an Ressourcen beanspruchen? Abstrakt beantwortet ist der Grund der, dass unsere Gesellschaft mehr ist als die Summe ihrer

Teile und unsere gesamte Ressourcennutzung in Österreich mehr ist als die Summe unserer jeweiligen individuell umgesetzten Mengen. Längst nutzen wir Ressourcen nicht mehr primär individuell, sondern vor allem gesellschaftlich. Der Großteil des benötigten Materials wandert nicht in unsere Mägen, sondern wird in den Straßen, Gebäuden und Infrastrukturen verbaut, aus denen sowohl unsere Siedlungen, Städte und Industrieanlagen als auch die Verkehrsverbindungen und andere Infrastruktur zwischen ihnen bestehen. Der Großteil des Energieverbrauchs findet ebenfalls nicht individuell statt – stattdessen beziehen wir Dienstleistungen (z.B. Stromversorgung, Warmwasser, Transport) oder Produkte, für deren Bereitstellung diese Menge an Energie benötigt wurde. Ein Großteil des Wasserverbrauchs findet in Form von industrieller (vor allem Kühlwasser) und landwirtschaftlicher Nutzung statt – wir konsumieren wiederum die Produkte und Dienstleistungen, die von diesen Wirtschaftszweigen zur Verfügung gestellt werden. Dadurch, dass diese Formen der Wassernutzung auch berücksichtigt werden, lässt sich auch der große Unterschied zwischen dem hier berichteten Wasserverbrauch 2012 und den 250 Litern pro Person und Tag, von denen im Bericht 2011 *Ressourcennutzung in Österreich* die Rede war, erklären: 250 Liter Wasserverbrauch entsprachen der direkten Nutzung (z. B. zum Duschen, Wäsche Waschen und WC Spülen) im Jahr 2008, ohne Berücksichtigung des Wasserverbrauchs in Landwirtschaft und Industrie. Den 1 ha Fläche, den es für uns rechnerisch gäbe, benutzen wir nicht individuell bei Freizeitaktivitäten oder bei der Arbeit, sondern wir nutzen diese Fläche für Landwirtschaft, Industrie und Infrastruktur. Auch kaum bis wenig

Abbildung 1: In Österreich 2012 durchschnittlich pro Kopf und Tag zur Verfügung stehende oder konsumierte Ressourcen



Quelle der Daten: BMLFUW 2014; Statistik Austria 2014a, 2014b

intensiv genutzte Flächen, in die wir zur Erholung wandern können oder die zumindest etwas ungestörten Raum für andere Lebewesen bieten, gehören dazu.

INDUSTRIEGESELLSCHAFTEN BENÖTIGEN 20-MAL SO VIEL ENERGIE WIE JÄGER/INNEN UND SAMMLER/INNEN

Die Höhe des Ressourcenbedarfs hängt also maßgeblich von Faktoren ab, die nicht nur die Lebensgestaltung des Individuums, sondern gesamtgesellschaftliche Strukturen betreffen. Nur um den Grundbedarf eines Menschen an Energie zum Überleben zu decken, d. h. für unseren so genannten individuellen Metabolismus, benötigen wir ca. 3 Gigajoule pro Kopf und Jahr (GJ/cap/a), das entspricht nur ca. 8 MJ pro Person und Tag, also einem Bruchteil von dem, was wir in Österreich laut Energiebilanz verbrauchen. Schon eine Gesellschaft, die gemeinschaftlich jagt und sammelt, benötigt pro Person das Drei- bis Vierfache des individuellen Metabolismus. Die landwirtschaftliche Gesellschaft liegt um den Faktor 16–17 höher, die industrielle sogar um einen Faktor von über 65. Österreich lag 2012 mit einem Wert von 130 GJ/cap/a im mittleren Bereich der Spannweite industrieller Gesellschaften (► Abbildung 2, siehe unten).

Seit der industriellen Revolution vollziehen immer mehr Länder (und Regionen innerhalb dieser Länder) die Transition zur industriellen Gesellschaft. Damit geht notwendigerweise auch ein rasantes Wachstum des globalen Bedarfs an Material und Energie und der damit

verbundenen Umweltauswirkungen einher, es wird aber auch mehr materieller Wohlstand geschaffen. Zwischen 1950 und 2010 ist der globale Materialverbrauch von 12,6 Milliarden Tonnen auf 71 Milliarden Tonnen gestiegen (Schaffartzik, Mayer et al. 2014), gleichzeitig stiegen seit 1950 auch die Bevölkerung und ihr Einkommen (BIP), die Nutzung von Energie und Wasser, das Düngemittelaufkommen, der Tourismus und der Transport rasant an, so dass von der „großen Beschleunigung“ (*great acceleration*) gesprochen wird (Steffen et al. 2015).

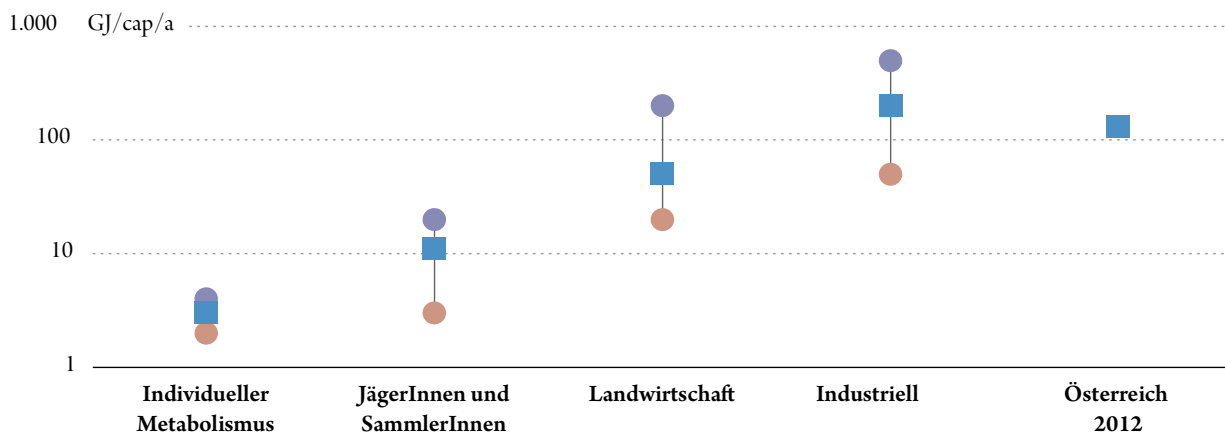
DIE NEGATIVEN FOLGEN DES HOHEN RESSOURCENVERBRAUCHS

Die „große Beschleunigung“ und das momentan so hohe Ausmaß an globalem Ressourcenverbrauch, zu dem sie geführt hat, sind deshalb von starkem gesellschaftlichen Interesse, weil sie direkt und indirekt mit steigender Umweltbelastung und daraus resultierenden Umweltauswirkungen verbunden sind. Diese Umweltbelastungen schränken vielerorts schon jetzt die Lebensqualität ein oder gefährden sogar die Lebensgrundlage. Wenn global keine Umkehr im stetig steigenden Verbrauch immer knapperer Ressourcen und Landflächen erfolgt, werden immer mehr Menschen – auch wir in Österreich – davon betroffen sein.

Unsere Erde ist räumlich begrenzt: Unter dem Schlagwort der „*planetary boundaries*“ (Rockström et al. 2009) wird momentan in Wissenschaft und Politik diskutiert, was diese Grenzen im Hinblick auf eine

Abbildung 2: Energiebedarf in Gigajoule pro Kopf und Jahr für den individuellen Metabolismus, nach Gesellschaftstyp und für Österreich 2012

Die senkrechten Linien zwischen dem oberen und dem unteren Punkt geben die Spannweite der beobachteten Werte an. Die senkrechte y-Achse ist logarithmisch skaliert, d. h., ihre Werte wachsen multiplikativ (um den Faktor 10) und nicht additiv.



Quelle der Daten: Fischer-Kowalski et al. 2014; Fischer-Kowalski und Haberl 2007

nachhaltige und sichere Zukunft bedeuten. Einerseits bedingen diese Grenzen, dass alle Materialien, die wir verbrauchen, endlich sind. Bei fossilen Energieträgern und strategisch wichtigen Metallen rückt diese Erkenntnis immer mehr ins Bewusstsein des ökonomischen und politischen Handelns (siehe z. B. European Commission, DG Enterprise and Industry 2014). Aber selbst den „nachwachsenden Rohstoffen“, die in Land- und Forstwirtschaft erzeugt werden, sind Grenzen gesetzt. Mehr Land als jenes, das den Landmassen unserer Kontinente entspricht, steht uns nicht zur Verfügung. Durch steigende Meeresspiegel, Erosion, Verlust von Bodenfruchtbarkeit und Bebauung geht bereits jetzt ein Teil der Fläche, die für landwirtschaftliche Produktion genutzt werden könnte, verloren. Gleichzeitig bedeuten die Ausdehnung von Flächen mit land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung und die zunehmende Versiegelung von Fläche für Gebäude und Infrastruktur auch, dass weniger Raum für andere Lebewesen neben dem Menschen zur Verfügung steht. Mit der Abholzung des tropischen Regenwaldes beispielsweise, ist ein unwiederbringlicher Verlust an Artenvielfalt verbunden, der das sensible Gleichgewicht in natürlichen Ökosystemen gefährdet. Aber auch Konflikte von Menschen untereinander kommen auf der begrenzten Erde infolge der konkurrierenden Ansprüche an die Flächennutzung bereits immer häufiger vor: Zum Beispiel steht die Nutzung von Flächen für Subsistenzwirtschaft, d. h. für landwirtschaftliche Produktion, die primär der Selbstversorgung dient und deren Erzeugnisse in der Regel nicht am Markt gehandelt werden, mit der industriellen Landwirtschaft in Konkurrenz.

HEUTE KONSUMIEREN UND MORGEN ENTSORGEN

Doch nicht nur auf der Entnahme-Seite stellt der hohe Ressourcenverbrauch eine Umweltbelastung dar. Früher oder später wird alles gesellschaftlich genutzte Material in Emissionen und Abfälle umgewandelt. Bei der Verbrennung fossiler Energieträger werden bekanntermaßen Treibhausgase, vor allem CO₂, freigesetzt, die zum anthropogenen, d. h. vom Menschen verursachten, Klimawandel führen. Emissionen können darüber hinaus auch zu lokalen Verschmutzungserscheinungen mit möglicherweise schwerwiegenden Folgen für die Gesundheit führen. Doch nicht nur die Emissionen, sondern auch der Stahl und Beton in den Gebäuden und der Infrastruktur, die wir täglich nutzen, werden eines Tages, z. B. bei Instandsetzungen oder Abrissen, zu Abfall werden. Dieser Tag rückt umso weiter in die Ferne, je mehr Material, das in langlebigen Produkten, Infrastruktur und Gebäuden enthalten ist, wieder der Rohstoffgewinnung zugeführt wird, z. B. durch Recycling und Wiederaufbereitung, Wiedernutzung und Reparatur. Der Materialverbrauch kann daher auch als Indikator für die „zu erwartende Abfallmenge“ verstanden werden, die sich automatisch reduziert, wenn der Materialverbrauch zurückgeht. Die materiellen Inputs bestimmen die Größe der Outputs und damit die Umweltbelastungen durch Abfälle und Emissionen.

Negative Umweltauswirkungen des hohen Ressourcenverbrauchs betreffen andere Länder und Regionen bereits viel stärker, jedoch sind diese Folgen auch in Österreich spürbar. Extreme Wetterlagen wie z. B.

RESSOURCEN UND MATERIAL IN DER MATERIALFLUSSRECHNUNG

Als Ressourcen werden materiell und energetisch genutzte Rohstoffe, Wasser, Luft, Land und mitunter auch spezielle Funktionen von Ökosystemen verstanden – alles das also, was die Natur bereitstellt und von der menschlichen Gesellschaft genutzt werden kann. Aus dieser Vielfalt an Ressourcen greift der vorliegende Bericht Materialien heraus, also stofflich genutzte Ressourcen wie Biomasse, fossile Energieträger, metallische und nicht-metallische Mineralstoffe. Diese werden, unabhängig davon, ob sie materiell oder energetisch genutzt werden, von der Materialflussrechnung erfasst, so dass eine Fülle an Datenmaterial für Österreich, die europäische Union und auch die Welt zur Verfügung steht. Die in der Materialflussrechnung bereitgestellten Indikatoren finden zunehmend auch Eingang in politische Programme und Zielsetzungen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, die ebenfalls Gegenstand dieses Berichts sind.

Hochwasser häufen sich und in den Alpen schmelzen Gletscher ab – beides Folgen des globalen Klimawandels, zu dem auch die intensive Nutzung fossiler Energieträger beiträgt. Die Grenzen in der Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen bedeuten aber auch, dass Ressourcen, für die strategische Knappheit herrscht, bei unverändert hoher Nachfrage deutlich teurer werden können. Immer wieder haben wir in den letzten Jahren hohe Öl- und Gaspreise erlebt. Aber nicht nur die fossilen Energieträger unterliegen strategischer Knappheit und daraus resultierenden Preisschwankungen: Während der globalen Nahrungsmittelkrisen 2008 und 2011 stieg auch z. B. der Weizenpreis stark an und führte zu einer Verteuerung mancher Lebensmittel. Österreich ist mit seinen begrenzten Rohstofflagerstätten in vielen Bereichen von Importen abhängig. Diese Abhängigkeit macht vor allem im Zusammenhang mit steigenden Preisen schon heute vielen Unternehmen zu schaffen. Die Situation stellt sich im gesamten EU-Raum ähnlich dar und hat bereits zu politischen Reaktionen geführt (siehe z. B. European Commission 2008; European Commission 2015).

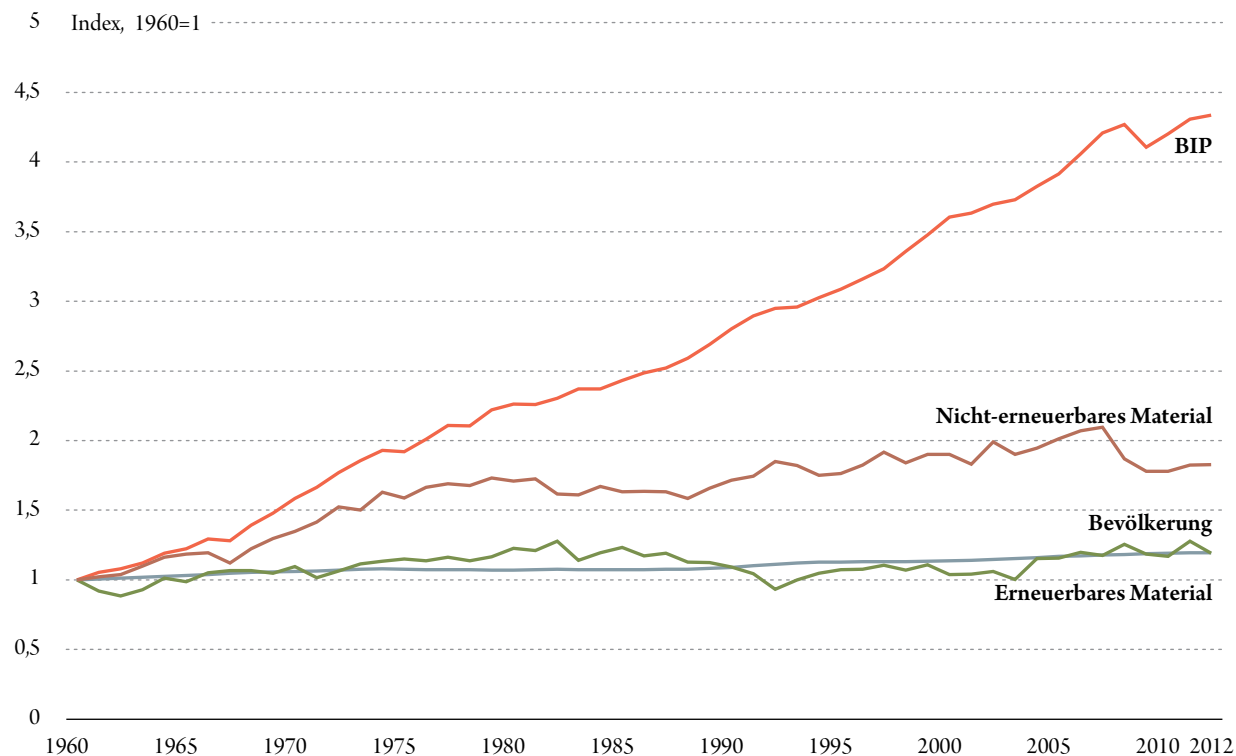
**BRAUCHEN WIR IN ZUKUNFT
IMMER MEHR RESSOURCEN?**

In Österreich fand die zuvor angesprochene *große Beschleunigung* ab den 1960er Jahren vor allem hinsichtlich des Wachstums des Bruttoinlandsproduktes statt (► Abbildung 3, siehe unten): Unter Berücksichtigung der Inflation stieg das BIP zwischen 1960 und 2012 um einen Faktor von 4,3. Zwischen 1960 und 1970 stieg der Verbrauch an nicht-erneuerbaren Materialien (also an Baurohstoffen, fossilen Energieträgern, Metallen, usw.) noch nahezu genauso schnell an wie das BIP. Doch die Entkopplung dieser beiden Wachstumspfade in den 1970er Jahren bewirkte, dass der Verbrauch an nicht-erneuerbaren Materialien von 1960 bis zum Ende der Periode nur um den Faktor 1,8 anstieg. Bevölkerung und der Verbrauch an erneuerbaren Materialien folgten einem einander ähnlichen Entwicklungspfad und stiegen bis 2012 um den Faktor 1,2.

Bis der österreichische Materialverbrauch in den 1970er Jahren abflachte, hatte er im internationalen

Abbildung 3: Indexierte Darstellung der Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt (BIP), Bevölkerung und Verbrauch von erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Materialien in Österreich zwischen 1960 und 2012

Das BIP ist in diesem Zeitraum am stärksten gewachsen. Die Verwendung von nicht-erneuerbaren Materialien nahm vor allem in den späten 1960er und frühen 1970er Jahren viel stärker zu als die Verwendung von erneuerbaren Materialien.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

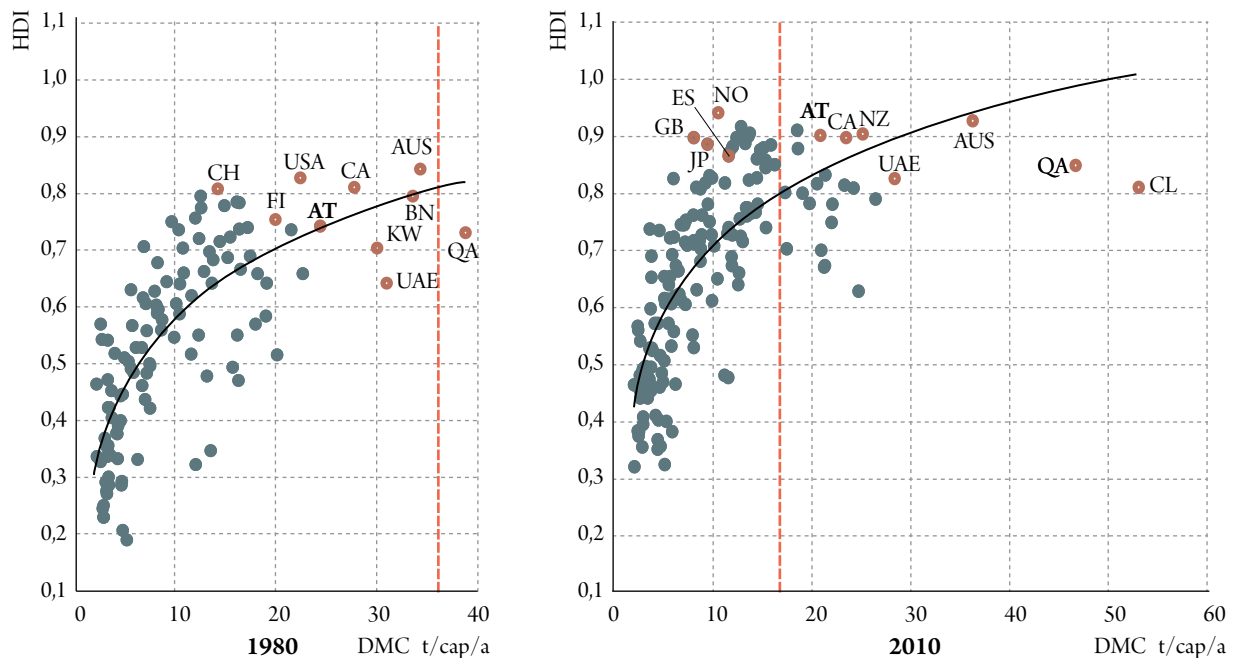
Vergleich bereits hohes Niveau erreicht und lag 2010 bei 21,6 Tonnen pro Kopf und Jahr (t/cap/a). Der globale Durchschnitt lag 2010 bei 10,3 t/cap/a und auf etwa der Hälfte des österreichischen Niveaus. Im internationalen Vergleich variierte der Materialverbrauch im Jahr 2010 zwischen ca. 53 t/cap/a in Chile und weniger als 3 t/cap/a in Eritrea. Auf die Gründe für diese großen Unterschiede unter den Ländern der Welt wird im Kapitel *Ressourcenverbrauch in Österreich und in der Welt* noch ausführlicher eingegangen. An dieser Stelle soll jedoch bereits die Frage gestellt werden, welche positiven Effekte ein höherer Ressourcenverbrauch eigentlich mit sich bringt. Ist ein gutes Leben nur mit einer bestimmten Menge an Tonnen pro Kopf möglich? Geht es uns mit mehr immer besser? Gerade in der aktuellen politischen Diskussion um die Möglichkeiten der Dematerialisierung sind diese Fragen sehr wichtig, weil die Antworten darauf uns zugleich Einsichten darin gewähren können, ob eine nachhaltigere Zukunft automatisch eine entbehrungsreichere sein muss.

ENTWICKLUNG GEHT AUCH MIT WENIGER RESSOURCEN

Wenn wir den Materialverbrauch pro Kopf dem *Index menschlicher Entwicklung* der Vereinten Nationen, dem *Human Development Index (HDI)*, gegenüberstellen, erhalten wir eine erste, grobe Auskunft darüber, welches Maß an Entwicklung mit welchem Materialverbrauch möglich ist. Der HDI ist ein Index, der sich aus Indikatoren für Wirtschaftsleistung, Bildung und Lebenserwartung zusammensetzt. Der internationale Vergleich von Ländern hinsichtlich ihres Materialverbrauchs und ihres HDI (► Abbildung 4, siehe unten) zeigt, dass ab einer gewissen Grenze mehr Materialverbrauch mit keiner wesentlichen Verbesserung im HDI mehr einhergeht. Der Vergleich zwischen der Verteilung im Jahr 1980 und im Jahr 2010 zeigt außerdem, dass sich diese Grenze weiter nach links, also in Richtung eines niedrigeren Materialverbrauchs verschiebt: Während 1980 noch ein DMC von 35,2 t/cap/a benötigt wurde, um einen, laut Definition der Vereinten Nationen, sehr hohen HDI (> 0,8) zu

Abbildung 4: Human Development Index (HDI) und Materialverbrauch (DMC) im internationalen Vergleich in den Jahren 1980 und 2010

Jeder Punkt repräsentiert ein Land. Die abflachende, logarithmische Kurve, die die Datenpunkte bilden, zeigt an, dass der HDI ab einer gewissen Grenze nicht mehr mit dem Materialverbrauch steigt. Dadurch geht der Materialverbrauch, mit dem ein sehr hoher HDI (von über 0,8) erreicht werden kann, zurück: 1980 lag diese Grenze bei ca. 35 Tonnen pro Kopf und Jahr (t/cap/a), 2010 bereits bei 17 t/cap/a (gestrichelte vertikale Linien in der Abbildung).



AT – Österreich, AUS – Australien, BN – Brunei Darussalam, CA – Kanada, CH – Schweiz, CL – Chile, ES – Spanien, FI – Finnland, GB – Großbritannien, JP – Japan, KW – Kuwait, NO – Norwegen, NZ – Neuseeland, UAE – Vereinte Arabische Emirate, USA – Vereinigte Staaten von Amerika, QA – Qatar

Quelle der Daten: Schaffartzik, Mayer et al. 2014; UNDP 2014

erreichen, waren es 2010 nur noch 16,7 t/cap/a. Österreich weist 2010 einen HDI von nahezu 0,9 auf, verbraucht aber mit über 21 Tonnen pro Kopf gleichzeitig sehr viel Material, um dieses Niveau menschlicher Entwicklung zu erreichen und zu halten. Spanien hat zum Beispiel einen ähnlich hohen HDI und braucht 10 t/cap/a weniger. Japan erreicht mit unter 10 t/cap/a Materialverbrauch den gleichen HDI, Großbritannien mit unter 9 t/cap/a sogar einen höheren. Diese Zusammenhänge zeigen, dass eine ressourcenschonende Zukunft nicht automatisch eine Zukunft des Verzicht oder des Rückschritts bedeuten muss, sondern dass ein hohes Entwicklungsniveau auch mit weniger Ressourcenverbrauch möglich sein kann.

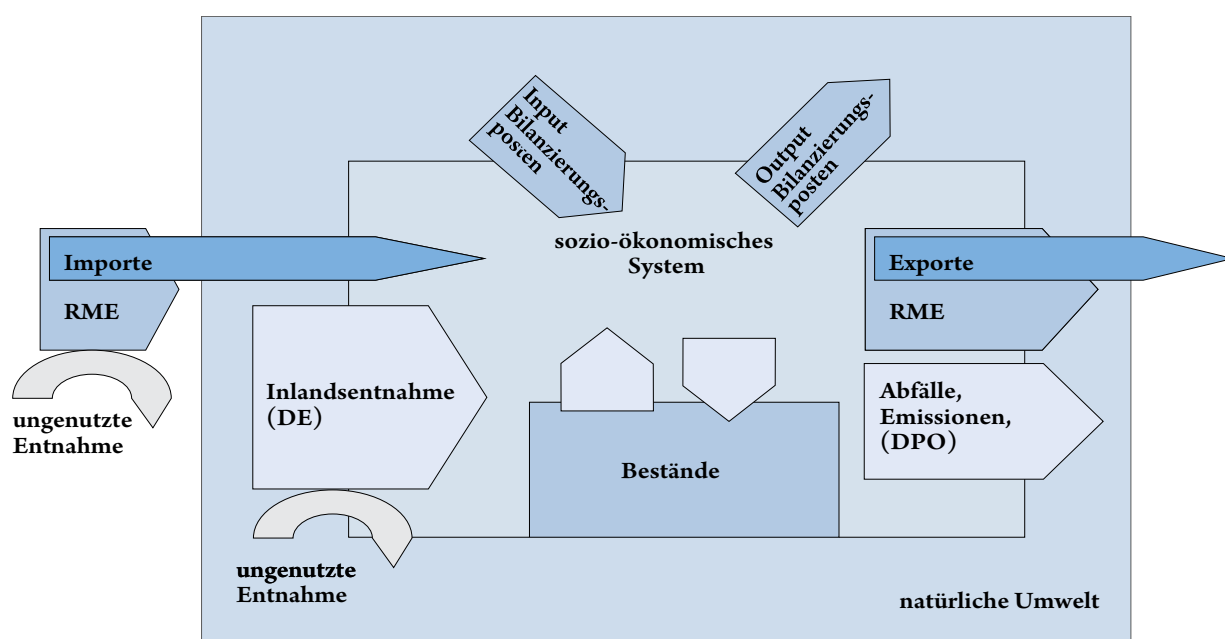
UMWELTGESAMTRECHNUNGEN UND MATERIALFLUSSRECHNUNG

Ressourcennutzung bildet die Basis unserer Gesellschaft und der Materialverbrauch bildet einen wesentlichen Bestandteil dieser Ressourcennutzung. Um die Beobachtung und Analyse des gesellschaftlichen Ressourcenverbrauchs und seiner Umweltauswirkungen zu ermöglichen und nachhaltige Entwicklung voranzutreiben, wurden Umweltgesamtrechnungen entwickelt. Seit Mitte der 1990er-Jahre stellen die verschiedenen Umweltgesamtrechnungen Daten zum Materialverbrauch und zur Nutzung anderer Ressourcen zur Verfügung. In physischen Gesamtrechnungen werden jährlich alle Ressourcennennahmen, physische Handelsflüsse und der Ressourcen-

verbrauch ebenso wie die entstehenden Abfälle und Emissionen erfasst. Ein Bestandteil der Umweltgesamtrechnungen ist die sogenannte Materialflussrechnung (*material flow accounting MFA*) (Eurostat 2013; OECD 2007). Sie erfasst alle Materialentnahmen aus der Natur in einem Land, die physischen Importe in das Land hinein und die physischen Exporte aus dem Land heraus. Zusätzlich werden auch Bestandsveränderungen im Land und andere Outputs an die Natur (Emissionen, Abfälle) erfasst (► Abbildung 5, siehe unten). Das betrachtete sozio-ökonomische System wird analog zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) definiert. Von der natürlichen Umwelt gelangen inländisch entnommene Materialien (*Inlandsentnahme/ domestic extraction DE*) als Inputs in das System. Emissionen und Abfälle (*domestic processed output DPO*) fließen wieder in die Natur zurück. Aus anderen sozio-ökonomischen Systemen kommen Importe bzw. fließen Exporte dorthin. Teilweise werden Materialien für einen Zeitraum, der länger als ein Jahr ist, in die Bestände des sozio-ökonomischen Systems integriert (► Box, Seite 19).

Eine kurze Beschreibung der MFA-Methode und Verweise auf weiterführende Literatur (Methoden, Ergebnisse, Analysen) sind im Anhang und auch im Bericht *Ressourcennutzung in Österreich* von 2011 (BMLFUW und BMWFJ 2011) zu finden. Die österreichische MFA steht als Zeitreihe ab 1960 zur Verfügung und wird von Statistik Austria jährlich um die neuesten Daten erweitert (Statistik Austria 2014a).

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Materialflussrechnung



Quelle der Darstellung: nach Eurostat 2001

DIE INDIKATOREN DER MATERIALFLUSSRECHNUNG

Wenn in diesem Bericht von Materialverbrauch die Rede ist, ist damit der sogenannte Inlandsmaterialverbrauch (*domestic material consumption DMC*) gemeint. Dieser Indikator wird aus der Inlandsentnahme zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte berechnet. Die Differenz aus Importen und Exporten wird auch als physische Handelsbilanz (*physical trade balance PTB*) bezeichnet. Für einige Analysen ist es interessant zu wissen, wieviel Material insgesamt aus der Natur oder anderen sozio-ökonomischen Systemen nach Österreich gelangt. Das Materialaufkommen (*direct material input DMI*) setzt sich aus Inlandsentnahme und Importen zusammen und liefert somit genau diese Information. Alle Indikatoren werden in Tonnen pro Jahr (t/a) gemessen und, weil es sich um große Flüsse handelt, häufig auch als kilo- (1.000), Mega- (1.000.000) oder Giga- (1.000.000.000) Tonnen ausgedrückt. Vor allem in Ländervergleichen oder auch, wenn es darum geht, diese oft sehr großen Werte nachvollziehbarer zu machen, werden die Indikatoren zur Bevölkerung des sozio-ökonomischen Systems in Bezug gesetzt und in Tonnen pro Kopf und Jahr (t/cap/a) ausgedrückt.

MATERIAL IST NICHT GLEICH MATERIAL

Auch wenn die MFA alle Materialien in Tonnen misst und zu einem Indikator aggregiert, ist dennoch Material nicht gleich Material. Fossile Energieträger haben beispielsweise andere Umweltauswirkungen als Biomasse¹, und nach Baurohstoffen besteht eine andere Nachfrage als nach Metallen. Daher wird in diesem Bericht nicht nur auf die Entwicklung des gesamten Materialverbrauchs, sondern auch auf seine Zusammensetzung nach den vier Hauptgruppen Biomasse, fossile Energieträger, Metalle und nicht-metallische Mineralstoffe eingegangen. Als Biomasse werden alle Materialien pflanzlichen oder tierischen Ursprungs zusammengefasst, die von Menschen oder Nutztieren aus der natürlichen Umwelt entnommen werden.

Dies umfasst die landwirtschaftliche Produktion ebenso wie Gras, das von Nutztieren geweidet wird, Produkte aus Fischfang und Jagd sowie Holzeinschlag in der Forstwirtschaft. Biomasse beschreibt sogenannte „nachwachsende Rohstoffe“, die in vielen politischen Nachhaltigkeitsinitiativen eine zentrale Rolle spielen. Diesen Materialien wird daher ein Schwerpunkt im vorliegenden Bericht gewidmet. Fossile Energieträger sind feste, flüssige und gasförmige mineralische Materialien, die hauptsächlich zur Energiegewinnung durch Verbrennung genutzt werden, aber auch z. B. in der chemischen Produktion zum Einsatz kommen. Metalle und nicht-metallische Mineralstoffe werden als bergbauliche Rohproduktion erfasst. Die Entnahme von Metallen wird als das entnommene und weiter verarbeitete Roherz angegeben. In Kapitel 3 werden diese Materialgruppen im Detail besprochen.

¹ In diesem Bericht werden Materialien gemäß der Konventionen der Materialflussrechnung bezeichnet. Der Begriff „Biomasse“ wird jedoch vor allem im energietechnischen Zusammenhang anders verwendet. Eine Begriffsklärung findet sich in Box (► Seite 39).



2

RESSOURCENKONSUM IN ÖSTERREICH UND IN DER WELT

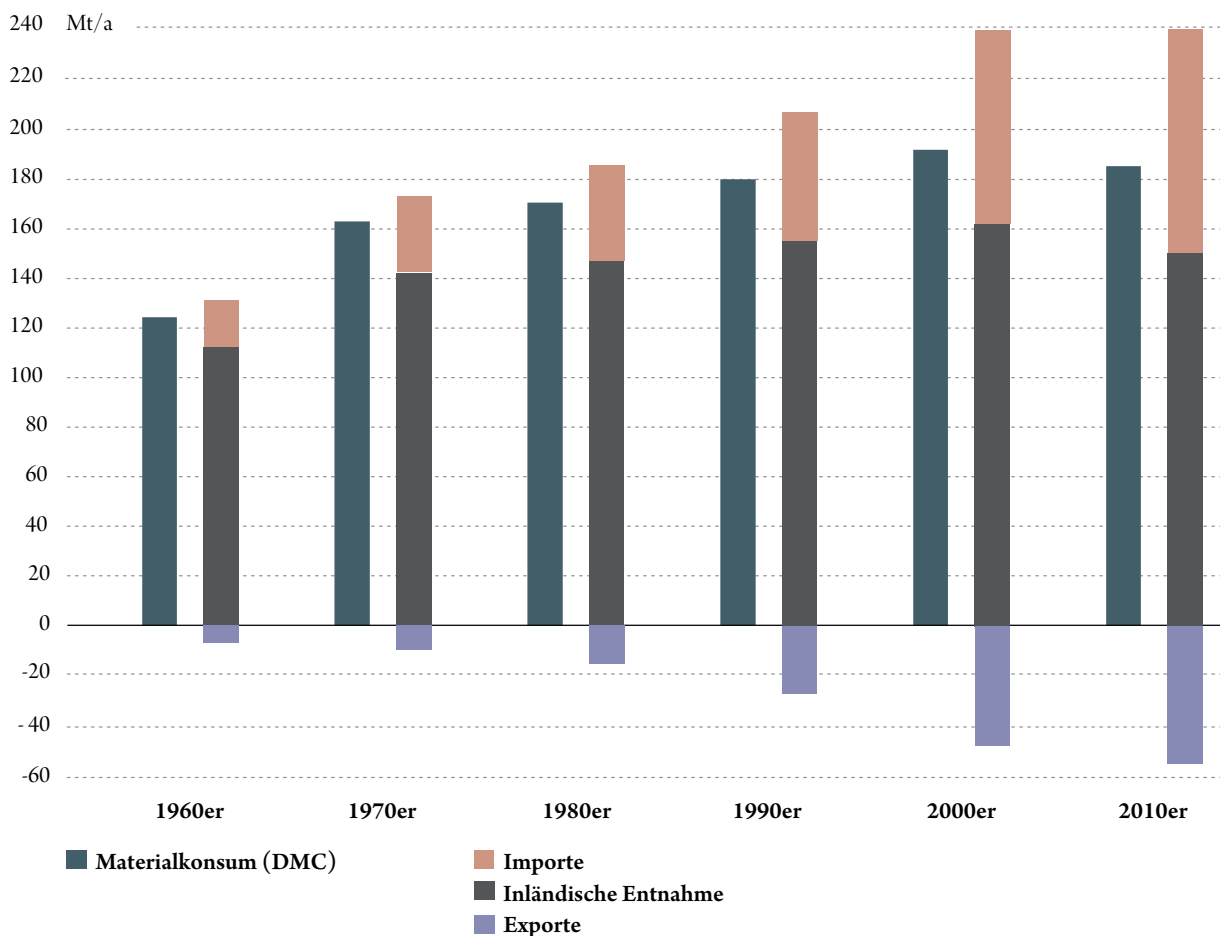
Der österreichische Materialverbrauch prägt die Nutzung heimischer Ressourcen wie Land und Wasser, Material und Energie und auch die Emissionen und Abfälle, die mit diesem Verbrauch zusammenhängen. Gleichzeitig ist Österreich über seine Außenhandelsbeziehungen in ein globales Geflecht aus Rohstoffnutzung, Materialverbrauch und Umweltauswirkungen von Extraktion, Produktion und Konsum eingebunden. Im folgenden Kapitel wird ein Überblick über den österreichischen Materialverbrauch und den Anteil von Inlandsentnahme, Importen und Exporten daran geboten. Es wird auch diskutiert, was die hohe und steigende Relevanz von Außenhandelsflüssen für die globalen Auswirkungen des österreichischen Materialverbrauchs bedeutet. Abgerundet wird dieser Einblick in Österreichs Materialverbrauch mit einem europäischen und internationalen Vergleich. Der Verbrauch in den einzelnen Materialkategorien ist Gegenstand der folgenden Kapitel.

DER ÖSTERREICHISCHE MATERIALVERBRAUCH LAG 2012 BEI ÜBER 22 TONNEN PRO KOPF

Der österreichische Materialverbrauch im Jahr 2012 war mit 22,2 Tonnen pro Kopf im europäischen und internationalen Vergleich nicht nur relativ hoch, er ist auch seit 1960 nahezu kontinuierlich gestiegen. Eine Ausnahme zu diesem Trend bilden die 2010er Jahre, in denen der österreichische Materialverbrauch erstmalig seit 1960 leicht rückläufig war. Auch wurde in dieser noch nicht vollendeten Dekade etwas weniger Material entnommen als in den 2000er Jahren (► Abbildung 6, siehe unten). Da jedoch Importe und Exporte auch nach 2010 weiterhin anstiegen, wird es immer wichtiger, die Rolle des österreichischen Ressourcenverbrauchs nicht nur innerhalb nationaler Grenzen, sondern auch im Bezug zum globalen Ressourcenverbrauch zu berücksichtigen.

Abbildung 6: Durchschnittliche österreichische Materialflüsse in Millionen Tonnen pro Jahr nach Dekaden von den 1960ern bis in die 2010er Jahre

In den 2010ern (bis inklusive 2012) sind Materialverbrauch und Inlandsentnahme zum ersten Mal in dieser Periode leicht rückläufig, während Importe und Exporte weiter steigen.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Im Durchschnitt der ersten drei Jahre der 2010er wurden etwa 185 Millionen Tonnen Material pro Jahr in Österreich verbraucht. Mit 151 Millionen Tonnen entsprach die Inlandsentnahme einem Anteil von ca. 82 % an diesem Materialverbrauch. Im Vergleich zum Durchschnitt der 2000er ging der Materialverbrauch um ca. 7 Millionen Tonnen und die Inlandsentnahme um ca. 12 Millionen Tonnen zurück. Die Importe jedoch stiegen im Vergleich der 2000er Dekade und der ersten drei Jahre der 2010er um 12 Millionen Tonnen und Exporte um 7 Millionen Tonnen an. Das heißt: Obwohl im Inland weniger entnommen und verbraucht wurde, stieg das Materialaufkommen insgesamt (also Inlandsentnahme zuzüglich Importe) doch leicht an und zwar um ca. 1 Millionen Tonnen.

SEIT 2008 GEHT DER MATERIALVERBRAUCH IN ÖSTERREICH ZURÜCK

Im Jahr 2012 wurden insgesamt 187 Millionen Tonnen Material in Österreich verbraucht, das sind über 10 Millionen Tonnen weniger als 2008, das letzte im Bericht 2011 *Ressourcennutzung in Österreich* (BMLFUW und BMWFJ 2011) berichtete Jahr. Der Materialverbrauch bestand 2012 größtenteils (zu über 50 %) aus nicht-metallischen Mineralstoffen, zu denen vor allem Baurohstoffe gehören, die im Aufbau und Erhalt von Gebäuden und Infrastruktur benötigt werden. Biomasse machte mit etwas unter ein Viertel den zweitgrößten Anteil am Materialverbrauch aus, gefolgt von fossilen Energieträgern und Metallen (► Tabelle 1, siehe unten). Wenn diese Menge an Material auf die österreichische Bevölkerung und die 366 Tage im Jahr 2012 umgerechnet werden, entspricht das im Durchschnitt etwas über 60 kg an Material pro Person und Tag – das sind pro Person etwa 8 kg/Tag weniger als noch 2008.

RESSOURCENAUFKOMMEN DER SEKTOREN

Im Jahr 2012 betrug der österreichische Materialaufwand, d.h. inländische Entnahme und Importe, insgesamt 241 Millionen Tonnen. Der Großteil davon, und zwar vor allem fossile Energieträger, Metalle und nicht-metallische Mineralstoffe, sind den Sektoren Chemie und Petrochemie, Bau, Steine und Erden und Energieversorgung zuzuordnen. Diese vier Sektoren setzten 2012 ca. 53 % des Materialaufkommens um (► Abbildung 7, Seite 23). Während sie vor allem abiotische Materialien nutzten, wurde die Biomasse hauptsächlich in den Sektoren Landwirtschaft, Nahrungs- und Genussmittel und Holzwirtschaft genutzt (► Details im Kapitel *Biomasse*, Seite 40). Diese drei Sektoren verzeichneten ca. 20 % des gesamten Materialaufkommens und 83 % des Biomasse-Aufkommens.

In der Interpretation des Materialaufkommens nach Sektoren ist es wichtig zu berücksichtigen, dass diese Sektoren auch untereinander verknüpft und Lieferungen voneinander erhalten. Dadurch ist z. B. auch die Endnachfrage nach Nahrungsmitteln, also nach den Produkten eines Sektors, der direkt hauptsächlich Biomasse benötigt, indirekt mit dem Aufwand an fossilen Energieträgern, Metallen und nicht-metallischen Mineralstoffen verbunden. Um den österreichischen Ressourcenverbrauch zu senken, muss daher nicht nur auf Sektoren mit einem besonders hohen Materialaufkommen, sondern auch auf Sektoren, die Lieferungen an viele andere Sektoren leisten, geachtet werden. Die Ressourceneffizienz (► Kapitel *Ressourcenverbrauch und wirtschaftliche Entwicklung*, Seite 56) kann vor allem verbessert werden, wenn sich der Anteil jener Sektoren, die viel Wertschöpfung mit wenig Materialaufwand verbinden, an der Produktion erhöht.

Tabelle 1: Materialverbrauch nach Materialkategorien in Österreich 2012 in Millionen Tonnen und als Anteil am gesamten Materialverbrauch

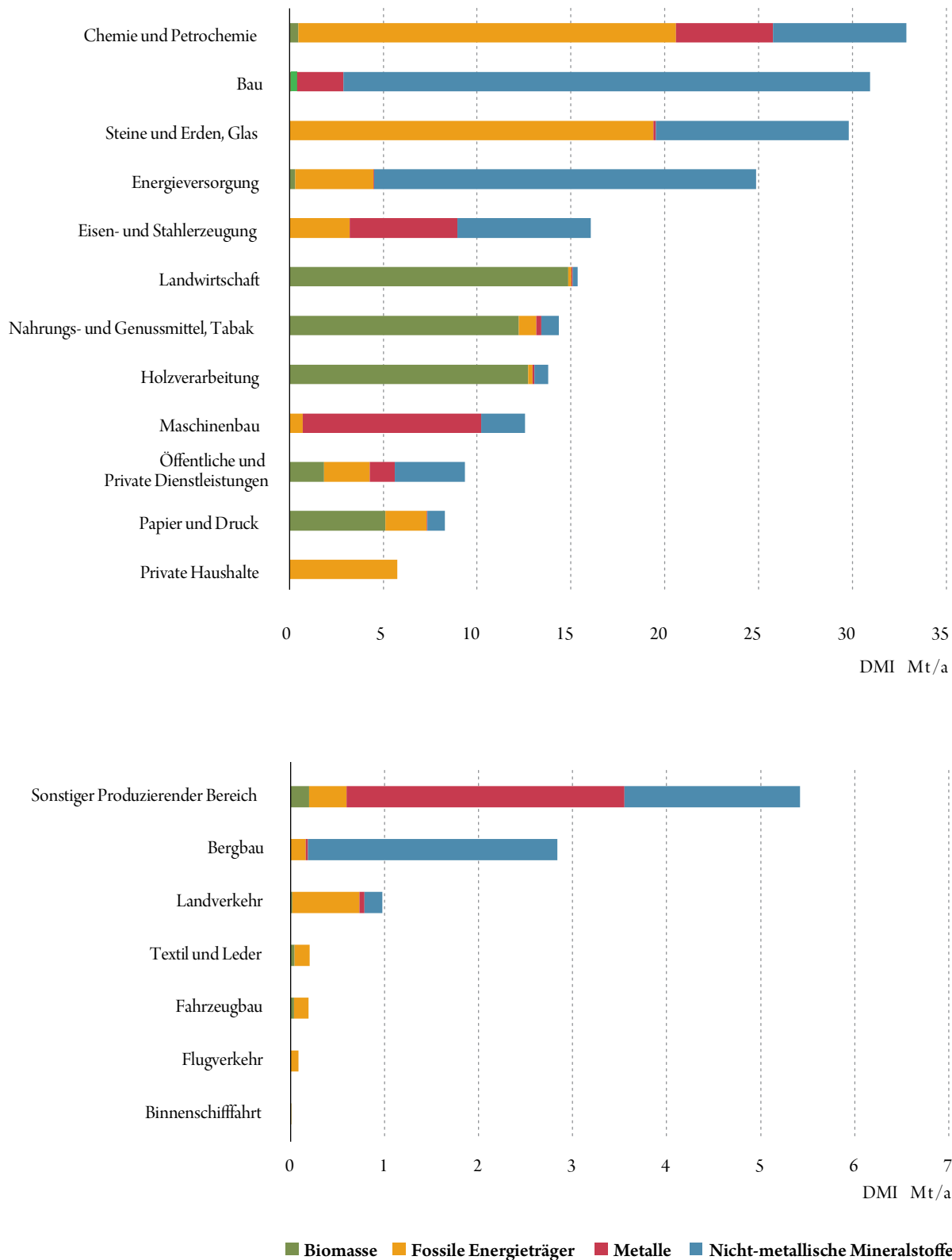
Die 187 Millionen Tonnen Material, die 2012 verbraucht wurden, entsprechen etwas über 60 kg pro Person und Tag und bestanden zu über 50 % aus nicht-metallischen Mineralstoffen

	Materialverbrauch	
	Mt	%
Biomasse	42	23%
Fossile Energieträger	28	15 %
Metalle	10	5 %
Nicht-metallische Mineralstoffe	107	57 %
Gesamt	187	100%

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Abbildung 7: Österreichs Materialaufkommen (DMI) in Millionen Tonnen pro Jahr nach Sektoren und Materialkategorien im Jahr 2012

Fossile Energieträger werden vor allem in der Chemie und Petrochemie und im Sektor Steine und Erden eingesetzt, in beiden Fällen sind Importe die Hauptquelle. Biomasse hingegen ist vorrangig der Landwirtschaft, der Nahrungsmittelproduktion und der Holzverarbeitung zuzuordnen.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014c

WAS WIRD IN ÖSTERREICH ENTNOMMEN, WAS WIRD GEHANDELT?

Seit 2008 wurde in Österreich jedes Jahr etwas weniger Material extrahiert als im Vorjahr – nur zwischen 2010 und 2011 fand ein leichter Anstieg statt. 2012 waren es insgesamt 150 Millionen Tonnen biotische und abiotische Materialien, die in Österreich extrahiert wurden. Diese sogenannte Inlandsentnahme ist nach wie vor die Hauptquelle des in Österreich verbrauchten Materials: Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts macht die Inlandsentnahme kontinuierlich über 80 % des österreichischen Materialbedarfs aus. Je mehr Rohstoffe und verarbeitete Güter jedoch importiert werden, desto mehr sinkt auch dieser Anteil: Zwischen 1960 und 2012 ging er von 92 % auf 81 % zurück (► Abbildung 8, siehe unten). Dieser insgesamt sehr hohe Anteil bedeutet für einige Materialien ein hohes Maß an Versorgungssicherheit, während bei anderen Materialien mittlerweile nahezu vollständig auf Importe zurückgegriffen werden muss. Ein hoher Anteil Inlandsentnahme am Materialverbrauch bedeutet auch, dass eine Reduktion im Materialverbrauch unmittelbar eine Entlastung heimischer Ressourcen bedeuten kann: Das wirkt sich nicht nur bei der Entnahme, sondern auch nach dem Verbrauch aus, wenn Emissionen und Abfälle

verringert werden können. Die steigenden Importe im österreichischen Materialverbrauch hingegen bedeuten, dass ein aliquoter Teil der Umweltfolgen der Produktion in Österreich konsumierter Güter vermehrt in anderen Ländern anfällt.

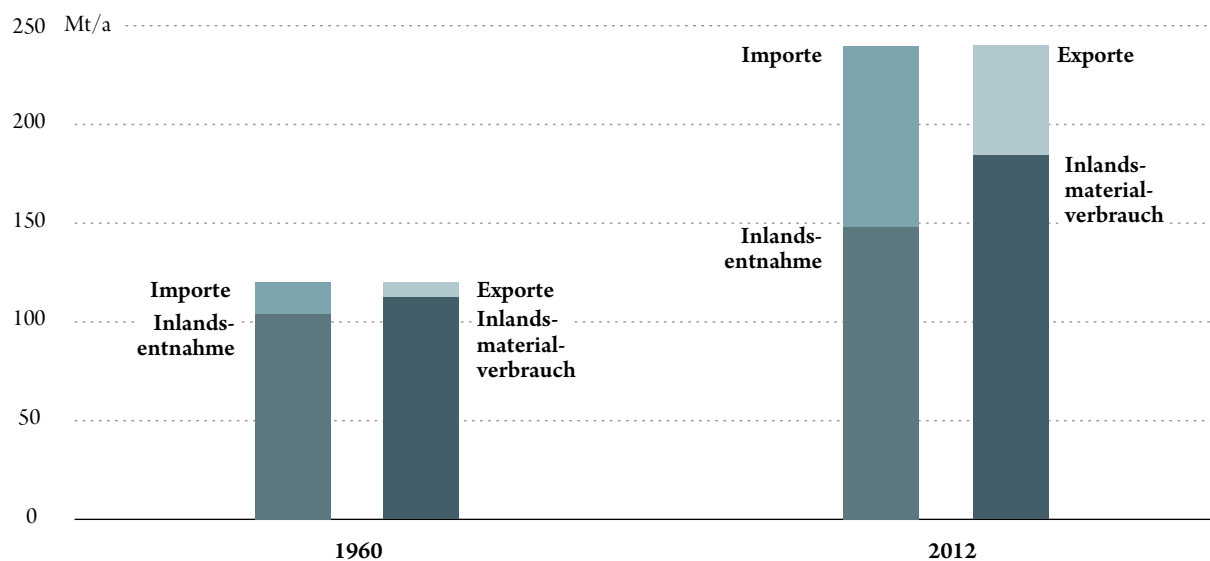
Es sind nicht alle Materialien, die in Österreich benötigt werden, auch im Land verfügbar. Inländisch entnommen wurden 2012 vor allem nicht-metallische Mineralstoffe (und darunter insbesondere Baurohstoffe): Sie machten 106 Millionen Tonnen und über 70 % der Inlandsentnahme aus (► Tabelle 2, Seite 25). In der Land- und Forstwirtschaft wurden 39 Millionen Tonnen Biomasse entnommen (26 % der Inlandsentnahme). Metalle und fossile Energieträger machten nur einen sehr geringen Teil der Inlandsentnahme aus (je 2 % der Gesamtentnahme).

HOHE NETTO-IMPORTE VON FOSSILEN ENERGIETRÄGERN UND METALLEN

Mengenmäßig entspricht die Inlandsentnahme an Biomasse und nicht-metallischen Mineralstoffen fast dem gesamten Inlandsmaterialverbrauch in diesen Materialkategorien. Das bedeutet jedoch nicht, dass in diesen Kategorien kein Außenhandel betrieben wird, sondern

Abbildung 8: Österreichs Materialflüsse 1960 und 2012 in Millionen Tonnen pro Jahr

Während 1960 noch 92 % des gesamten Materialaufkommens (Inlandsentnahme und Importe) in den Inlandsmaterialverbrauch mündeten, waren es 2012 nur noch 81 %. Auch machten Importe 2012 einen größeren Anteil an diesem gesamten Materialaufkommen aus als dies 1960 der Fall war.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

lediglich, dass die Import- und Exportflüsse in etwa gleich groß sind. Selbst in den Kategorien, in denen die inländische Entnahme sehr hoch ist, wird ein Teil des Ressourcenbedarfs durch den Außenhandel gedeckt. Beispielsweise werden Kaffee- und Kakaobohnen und exotische Früchte, aber auch Holz zur Weiterverarbeitung importiert. Im Falle von Holz werden dann aber auch große Mengen an Holzprodukten exportiert. Vor allem der Bedarf an fossilen Energieträgern und Metallen kann jedoch nicht über die Inlandsentnahme gedeckt werden – in diesen Materialkategorien entspricht die Inlandsentnahme nur 9 % bzw. 26 % des Verbrauchs (► Tabelle 3, siehe unten).

2012 wurden vor allem in drei Materialkategorien große Mengen importiert: fossile Energieträger, Metalle und Biomasse. An fossilen Energieträgern wurden 30 Millionen Tonnen, vor allem Erdöl und Erdgas, importiert. Die Importe von metallischen Materialien und daraus hergestellten Waren beliefen sich auf 21 Millionen Tonnen. Bei der Biomasse kann Österreich zwar auf große inländische Bestände zugreifen, trotzdem werden Biomassebasierte Güter importiert: Im Jahr 2012 waren es 24 Millionen Tonnen, mehr als ein Viertel aller Importe. Importierte nicht-metallische Mineralstoffe beliefen sich auf 10 Millionen Tonnen. Mengenmäßig entsprachen die österreichischen Importe im Jahr 2012 insgesamt über

60 % der gesamten Inlandsentnahme. Die Exportflüsse sind in Österreich zwar mengenmäßig geringer als die Importe (die Exporte betragen 2012 55 Millionen Tonnen), dennoch spielen sie wirtschaftlich eine wesentliche Rolle. Exportierte Güter sind meist höher verarbeitete Güter, die höhere Preise erzielen als wenig bearbeitete Grundstoffe. Der Großteil der österreichischen Exporte entfiel auf Waren hergestellt aus Biomasse (nahezu 40 % der Exporte), weitere 26 % der Exporte sind Güter aus metallischen Rohstoffen. In der Kategorie der fossilen Energieträger wurden im Gegensatz zur großen Menge der Importe nur 5 Millionen Tonnen exportiert; die Netto-Importe sind daher mit 25 Millionen Tonnen sehr groß. In allen anderen Materialkategorien sind die Netto-Importe kleiner.

FÜR WELCHE MATERIALKATEGORIEN SPIELEN IMPORTE EINE BESONDERS WICHTIGE ROLLE?

Der Außenhandel, der trotz Rückgang im Materialverbrauch weiter steigt, ist nicht für alle Materialkategorien gleichermaßen von Bedeutung. Durch Importe erhält Österreich vor allem Zugang zu Rohstoffen und Primärgütern, die im eigenen Land nicht oder nicht mehr in

Tabelle 2: Inlandsentnahme von Material in Österreich 2012 nach Materialkategorien

Mit der vergleichsweise hohen Inlandsentnahme von Biomasse und nicht-metallischen Mineralstoffen konnte nahezu der gesamte Inlandsmaterialverbrauch gedeckt werden. Fossile Energieträger und Metalle mussten hingegen in wesentlichen Anteilen importiert werden.

	Inlandsentnahme		Anteil der Inlandsentnahme am Materialverbrauch
	(Mt)	(%)	(%)
Biomasse	39	26 %	93 %
Fossile Energieträger	2	1 %	9 %
Metalle	3	2 %	26 %
Nicht-metallische Mineralstoffe	106	71 %	99 %
Gesamt	150	100 %	80 %

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Tabelle 3: Außenhandel Österreich 2012 in Millionen Tonnen

Netto-Importe entsprechen der Differenz aus Importen und Exporten.

	Importe	Exporte	Netto-Import
	(Mt)		
Biomasse	24	21	3
Fossile Energieträger	30	5	25
Metalle	21	14	7
Nicht-metallische Mineralstoffe	10	9	1
Andere Produkte	6	6	0
Gesamt	91	55	36

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

den benötigten Mengen zur Verfügung stehen. Gleichzeitig spielen in der Dynamik des Außenhandels natürlich globale Preisunterschiede (und darin widerspiegelte Lohndifferenzen) eine ausschlaggebende Rolle. Österreich ist, vor allem für bestimmte Materialien, abhängig von Importen und somit von Fluktuationen in internationalen Preisen und Entwicklungen in den Ursprungsgebieten der Importe betroffen. Der Anteil, den Importe am gesamten Materialaufkommen (Inlandsentnahme zuzüglich Importen) ausmachen, ist seit 1960 in allen Materialkategorien angestiegen (► Abbildung 9, Seite 27). Vor allem der Bedarf an fossilen Energieträgern und Metallen, der bereits 1960 zu über 40 % aus Importen gedeckt wurde, kann nicht mittels Inlandsentnahme sichergestellt werden. 2012 wurden 93 % des Aufkommens an fossilen Energieträgern und 89 % des Aufkommens an Metallen aus Importen bereitgestellt. Die Importabhängigkeit stieg, trotz der breiten inländischen Ressourcenbasis, auch für Biomasse deutlich an: von 6 % im Jahr 1960 auf 38 % im Jahr 2012. Nicht-metallische Mineralstoffe, die mengenmäßig vor allem aus Baurohstoffen bestehen, werden momentan auf Grund ihres verhältnismäßig niedrigen Preises, der hohen Transportkosten für die benötigten großen Mengen und der relativ weitläufigen Verfügbarkeit noch wenig gehandelt. Das kann sich jedoch in Zukunft ändern, wie im Kapitel zu den nicht-metallischen Mineralstoffen und auch im Bericht 2011 *Ressourcennutzung in Österreich*

(BMLFUW und BMWFJ 2011) detaillierter beschrieben wird. Im Jahr 1960 stammte 7 % des Aufkommens an nicht-metallischen Mineralstoffen aus Importen, bis 2012 stieg dieser Anteil nur leicht auf 9 %. Weil jedoch das Gesamtaufkommen in dieser Materialkategorie viel größer ist als in anderen Materialkategorien – mit 116 Millionen Tonnen fast 50 % des Materialaufkommens – werden trotzdem recht große Mengen an nicht-metallischen Mineralstoffen importiert. 2012 waren es 10 Millionen Tonnen und immerhin halb so viel wie die Importe an Metallen.

Diese steigenden Importe sind jedoch nicht ausschließlich für den österreichischen Konsum bestimmt – ein kleiner, aber wachsender Anteil wird wiederum in Exporte integriert (► Abbildung 8, Seite 24) und letztlich in anderen Ländern verbraucht. Die Abhängigkeit von Material aus und der Absatz von heimisch produzierten Gütern in anderen Ländern haben sich in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gesteigert. Diese Entwicklung kann als Folge der intensivierten Globalisierung und stärkeren Ausdifferenzierung der internationalen Arbeitsteilung verstanden werden. Auf europäischer Ebene wird den Herausforderungen im Rohstoffbereich (wie beispielsweise die Verringerung der Importabhängigkeit) durch ein Maßnahmenbündel, das durch Verabschiedung der *Europäischen Innovationspartnerschaft für Rohstoffe* 2013 (► Box, siehe unten) geschnürt wurde, begegnet.

EUROPÄISCHE INNOVATIONSPARTNERSCHAFT FÜR ROHSTOFFE

Die *Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP)* wurden geschaffen, um die Markteinführung von Innovationen, mit denen sich große Herausforderungen bewältigen lassen, zu beschleunigen. Mit der EIP für Rohstoffe soll durch eine bessere Versorgung mit Rohstoffen aus der EU und aus Drittstaaten, durch höhere Ressourceneffizienz und durch die Nutzung von Versorgungsalternativen die Importabhängigkeit reduziert werden. Mit der EIP soll für Europa außerdem eine führende Rolle in der Rohstoffwirtschaft gesichert werden, bei gleichzeitiger Abmilderung der damit verbundenen ökologischen und sozialen Auswirkungen. Eine Rolle spielen dabei: Forschung und Entwicklung (vor allem im Programm *Horizon 2020*) entlang der gesamten Rohstoff-Wertschöpfungskette (von der Exploration und Förderung über die Verarbeitung / Veredelung bis hin zum Recycling und zur Substitution), der aktuelle Wissensstand, der Austausch bewährter Verfahren, die Überarbeitung von Rechtsvorschriften und der Dialog auf politischer Ebene.

Das übergeordnete Ziel der EIP für Rohstoffe ist es, die Ziele der EU-Industriepolitik 2020 zu unterstützen und gemeinsam mit den Leitinitiativen *Innovationsunion* und *Ressourcenschonendes Europa* eine nachhaltige Versorgung mit Rohstoffen für die europäische Wirtschaft zu erreichen.

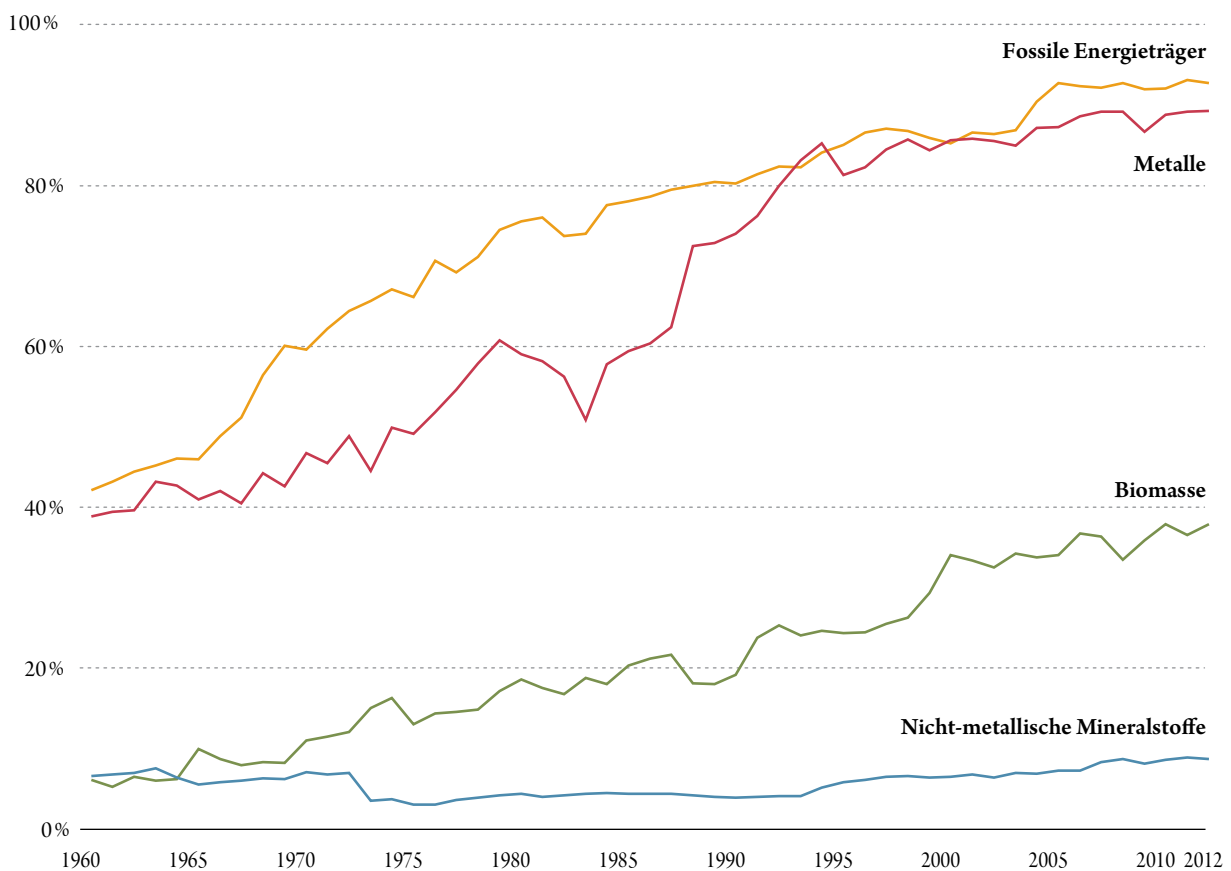
DIE MATERIELLEN VORLEISTUNGEN VON IMPORTEN UND EXPORTEN

Die wachsende internationale Arbeitsteilung in der Extraktion und Bearbeitung von Material führt dazu, dass Material immer häufiger nicht dort verbraucht wird, wo es entnommen wurde. Das heißt, dass in nahezu allen Ländern (auch in Österreich) ein erheblicher Teil des im Land betriebenen Materialaufwands für die Produktion von Exporten erfolgt. Es bedeutet gleichzeitig, dass mit den Importen ein erheblicher Materialaufwand in anderen Ländern verbunden ist, der in der Masse der Handels-güter bei Grenzübertritt nicht erfasst werden kann. Um die Folgen der intensivierten Globalisierung besser abbilden zu können, werden im Rahmen der Umweltgesamt-rechnungen im Allgemeinen und der Materialflussrech-nung im Besonderen derzeit Methoden entwickelt, die die materiellen Vorleistungen von Importen und Exporten erfassen und in die Ergebnisse zu Materialaufkommen und -verbrauch integrieren sollen. Dazu werden Material-

flüsse in ihren sogenannten Rohmaterialäquivalenten (► Box, Seite 29) ausgedrückt. Die umgerechneten Flüsse enthalten neben dem Gewicht des gehandelten Produkts selbst auch jene Materialflüsse, die in der Produktion eingesetzt wurden. Unter Berücksichtigung der Rohmate-rialäquivalente von Importen und Exporten kann der so genannte Rohmaterialverbrauch berechnet werden.

Methoden zur Berechnung des Rohmaterialverbrauchs (der in der Literatur häufig auch als „material foot-print“ bezeichnet wird) werden momentan entwickelt. Für Österreich wurde eine eigene Berechnung durchge-führt, in der der Anteil am Materialaufkommen, das zur Erzeugung von Gütern für den Export eingesetzt wird, über monetäre Input-Output Tabellen (MIOT) abge-schätzt wird. Die MIOT bilden die monetäre Struktur der österreichischen Produktion und des österreichischen Konsums ab. Ergänzt wurde diese Information mit Koeffizien-ten aus der Lebenszyklusanalyse (*life cycle analysis LCA*) für all jene Produkte, die in Österreich nicht hergestellt werden und über deren Produktion die heimischen MIOT

Abbildung 9: Österreichs Importabhängigkeit, gemessen als Anteil der Importe am gesamten Materialaufkommen (Inlandsentnahme zuzüglich Importe) in Prozent und nach Materialkategorien zwischen 1960 und 2012



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

daher keine Auskunft geben können (die Methode ist genauer beschrieben in Schaffartzik, Eisenmenger et al. 2014). Für die Länder der europäischen Union wurde eine ähnliche Methode entwickelt und angewandt (Schoer et al. 2012), deren Ergebnisse mittlerweile auch von Eurostat berichtet werden (Eurostat 2015a).

10 KG MATERIAL PRO PERSON UND TAG WERDEN INDIREKT IN ANDEREN LÄNDERN GENUTZT

Der österreichische Rohmaterialverbrauch überstieg im Jahr 2012 den Materialverbrauch um 31 Millionen Tonnen (►Abbildung 10, siehe unten). Die Materialien, die in der Produktion der nach Österreich importierten Güter verwendet wurden, überstiegen die Masse der Importe um 156 Millionen Tonnen. Die Rohmaterialäquivalente der Exporte lagen um 123 Millionen Tonnen über der Masse der Exporte.

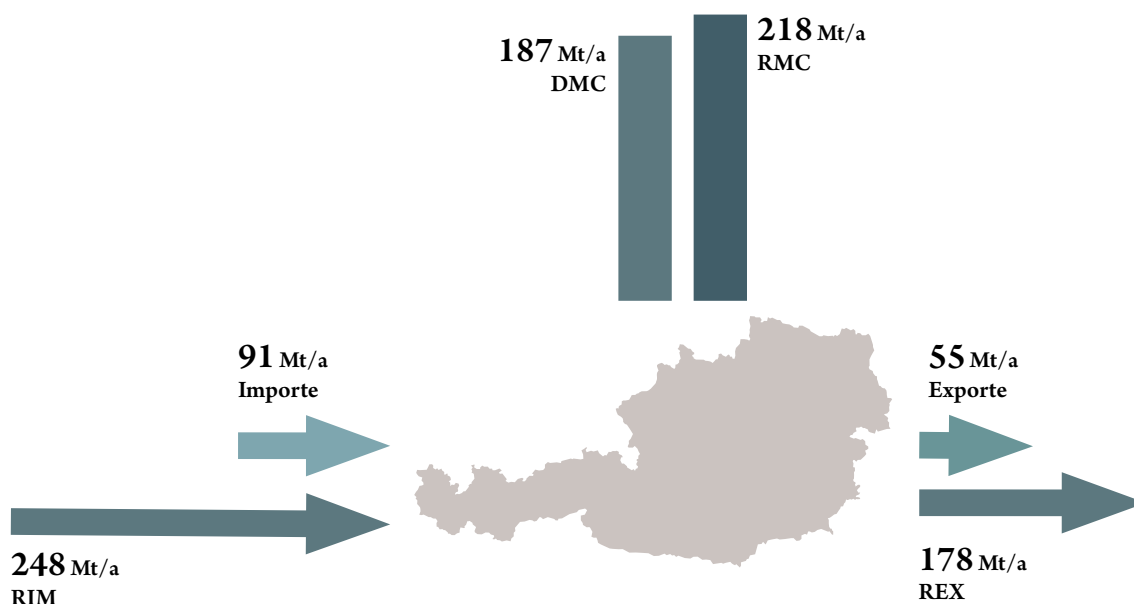
Im Jahr 2012 lag der durchschnittliche Materialverbrauch in Österreich bei 22,2 Tonnen pro Kopf. Das entspricht über 60 kg pro Person und Tag. Wenn die Roh-

materialäquivalente dieses Materialverbrauchs berücksichtigt werden, lag der durchschnittliche Rohmaterialverbrauch 2012 bei nahezu 26 Tonnen pro Kopf und Jahr und 71 kg pro Person und Tag. Der Rohmaterialverbrauch übersteigt den Materialverbrauch, weil mehr Material in der Erzeugung der von Österreich importierten Güter eingesetzt wird als Material in Österreich für die Erzeugung von Gütern für den Export verwendet wird. In der Bilanz beansprucht Österreich ca. 10 kg pro Person und Tag mehr Material in anderen Ländern, als es selber durch die Produktion von Exporten bereitstellt.

Durch Importe lagern viele Länder, darunter auch Österreich, einen erheblichen Teil des mit ihrem Konsum verbundenen Materialbedarfs (und die damit verbundene Umweltbelastung) in die produzierenden Länder aus. Gleichzeitig wird auch in diesen Ländern Material aufgebracht (und Umwelt belastet), um Produkte für den Konsum in anderen Ländern zu erzeugen. Die Bilanz aus diesen Aktivitäten bietet eine neue Perspektive auf die globalen Umweltauswirkungen, die mit dem Ressourcenverbrauch eines Landes verbunden sind. Daher ist es entscheidend, die Vorleistungen des Außenhandels zu berücksichtigen.

Abbildung 10: Österreichs Rohmaterialverbrauch (RMC), Exporte in Rohmaterialäquivalenten (REX) und Importe in Rohmaterialäquivalenten (RIM) im Vergleich zum Materialverbrauch (DMC), den Importen und Exporten im Jahr 2012 im Millionen Tonnen pro Jahr

Österreich beansprucht global mehr Rohmaterial, als es bereitstellt. Der Rohmaterialverbrauch übersteigt deshalb den Materialverbrauch.



Quelle der Daten: Eisenmenger, Schaffartzik und Wiedenhofer 2015

ÖSTERREICH IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Ob als Materialverbrauch oder als Rohmaterialverbrauch gemessen: Ein/e Österreicher/in verbraucht sowohl im europäischen als auch darüber hinaus im internationalen Vergleich viel Material. Im Jahr 2012 lag der durchschnittliche europäische Materialverbrauch bei 13,5 Tonnen pro Kopf. Österreich lag mit 22,2 t/cap/a deutlich über diesem Durchschnittswert (► Abbildung 11, Seite 30). Nur in fünf Ländern (Finnland, Estland, Irland, Schweden und Rumänien) lag der Materialverbrauch noch höher. Im europäischen Vergleich sticht besonders Österreichs hoher Verbrauch an nicht-metallischen Mineralstoffen hervor. Dabei spielt sowohl der spezifische österreichische Materialverbrauch als auch die statistische Erfassung dieser Materialkategorie eine Rolle.

WODURCH KOMMT ES ZUM HOHEN RESSOURCENVERBRAUCH IN ÖSTERREICH?

Österreich verbraucht mehr nicht-metallische Mineralstoffe, d. h. vor allem Baurohstoffe, als Länder, die in wärmeren Klimazonen liegen und z. B. weniger Material für die Wärmeisolierung von Gebäuden und auch für den Bau von Transportinfrastruktur benötigen. Österreich benötigt, pro Kopf bemessen, auch mehr nicht-metallische Mineralstoffe als Länder mit einer höheren Bevölkerungsdichte, die pro Kopf gerechnet einen geringeren Bedarf an Infrastruktur und Gebäuden aufweisen. Darüber

hinaus übersteigt der Bedarf an nicht-metallischen Mineralstoffen im Alpenraum oftmals den Bedarf in der Ebene, weil an Infrastrukturprojekte andere bauliche Anforderungen durch Temperaturschwankungen und zu überwindende Höhendifferenzen gestellt werden.

Die Daten zum europäischen Materialverbrauch an nicht-metallischen Mineralstoffen im Jahr 2012 spiegeln außerdem auch die länderspezifischen Auswirkungen der ökonomischen Krise 2007/2008 wider. In Spanien ist z. B. in der Folge der Wirtschaftskrise der Verbrauch an Baurohstoffen so stark zurückgegangen, dass der spanische Materialverbrauch pro Kopf im Jahr 2012 der geringste der 27 EU-Mitgliedsstaaten war.

Ein zusätzlicher Grund für die hohen Werte im österreichischen Verbrauch nicht-metallischer Mineralstoffe im europäischen Vergleich liegt in der sehr guten Datengrundlage in Österreich. Dies betrifft vor allem die Baurohstoffe, deren physische Mengen in der statistischen Berichterstattung üblicherweise nicht umfassend berichtet werden können. In Österreich wurde die Methode zur Schätzung dieser Materialien überarbeitet, so dass der Erfassungsgrad im Vergleich zu anderen Ländern sehr hoch ist. Diese methodischen Neuerungen können im Schwerpunkt zu nicht-metallischen Mineralstoffen im Bericht 2011 *Ressourcennutzung in Österreich* (BMLFUW und BMWFJ 2011) nachgelesen werden.

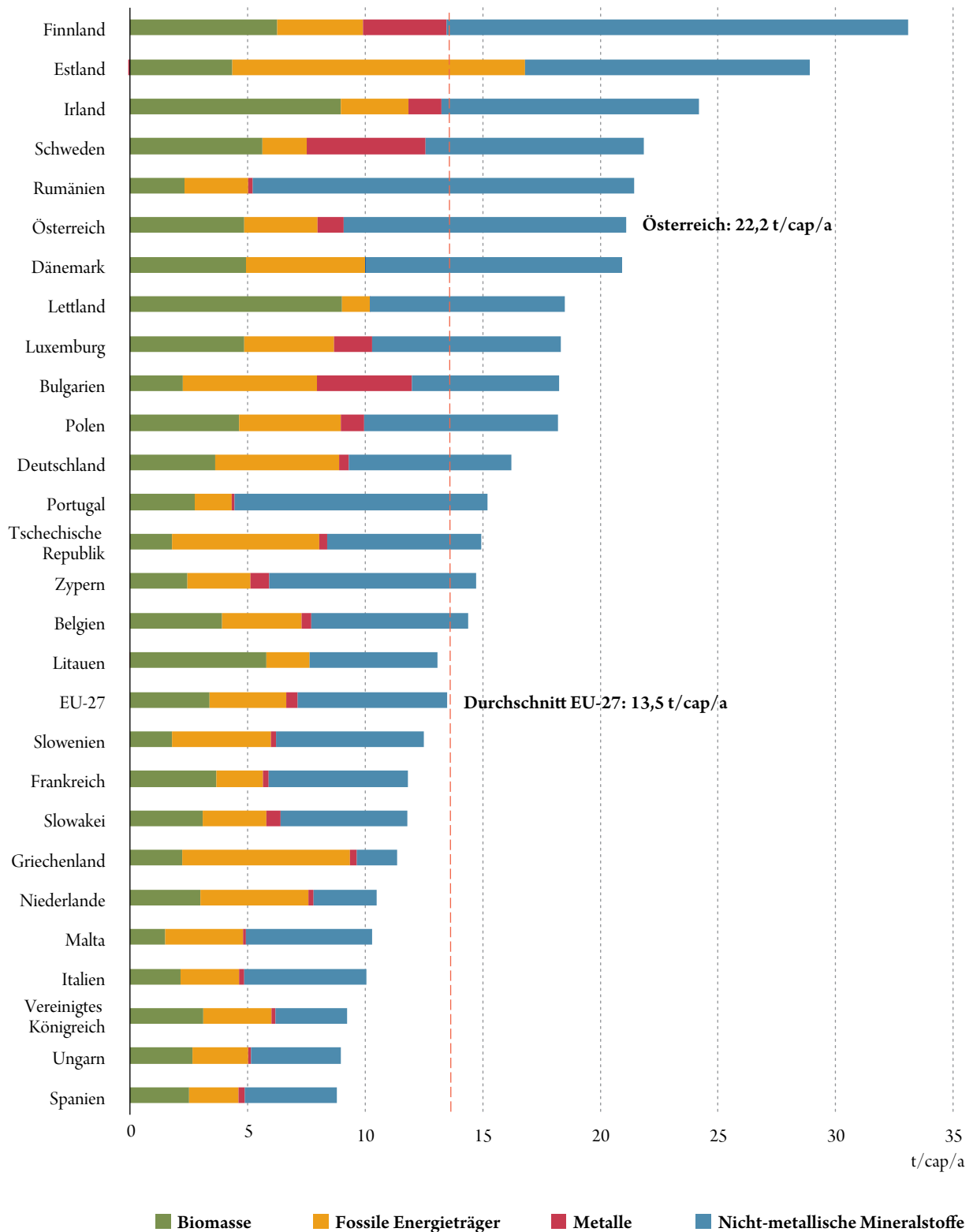
Doch die Unterschiede im europäischen Vergleich beruhen natürlich nicht nur auf der unterschiedlichen Verwendung von nicht-metallischen Mineralstoffen oder der Datenlage. Zwischen dem durchschnittlichen

ROHMATERIALÄQUIVALENTE

Um Aussagen darüber treffen zu können, wieviel Material – egal wo auf der Welt – insgesamt eingesetzt werden muss, um die in einem Land konsumierten Güter herzustellen, werden Indikatoren in sogenannten Rohmaterialäquivalenten (*raw material equivalents RME*) berechnet. Die RME eines materiellen Import- oder Exportflusses entsprechen der Masse des gehandelten Gutes selbst zuzüglich der Materialien, die in seiner Produktion genutzt wurden. Auf einen Import von Kupferdraht wird beispielsweise anteilig das Taubgestein, das im Kupfererz mitabgebaut wurde, die fossilen Energieträger, die in Abbau, Aufbereitung und Veredlung verwendet wurden und anteilig auch die Baurohstoffe, die im Bergbau oder der Weiterverarbeitungsanlage verbaut wurden, aufgeschlagen. Es werden die Rohmaterialäquivalente der Exporte (*REX*) und der Importe (*RIM*) berechnet. Auch der Materialverbrauch (*domestic material consumption DMC*) kann in RME ausgedrückt werden: Aus Inlandsentnahme zuzüglich RIM und abzüglich REX lässt sich der Rohmaterialverbrauch (*raw material consumption RMC*) berechnen.

Abbildung 11: Materialverbrauch (DMC) nach Materialkategorien in Tonnen pro Kopf und Jahr im europäischen Vergleich im Jahr 2012

Im Durchschnitt verbrauchte jede/r Europäer/in 13,5 Tonnen Material. Österreich lag deutlich über diesem Durchschnittswert und wies mit 22,2 Tonnen im Jahr 2012 den 6. höchsten Materialverbrauch pro Kopf auf.



Quelle der Daten: Eurostat 2015b

finnischen Materialverbrauch (33 Tonnen pro Kopf) und dem spanischen (unter 9 Tonnen pro Kopf) liegt ein Unterschied von 24 Tonnen pro Kopf – die Differenz ist höher als der österreichische Materialverbrauch. Die Höhe des Materialverbrauchs ist von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die von Klima und Topographie über wichtige wirtschaftliche Sektoren und die Ressourcenbasis bis hin zu Bevölkerungsdichte und BIP reichen. Der ökonomische Wohlstand eines Landes allein, gemessen als BIP, erklärt die Höhe des Materialverbrauchs nicht. Beispielsweise wiesen 16 europäische Länder im Jahr 2012 einen pro-Kopf Materialverbrauch auf, der über dem europäischen Durchschnitt lag. Von diesen lag nur bei acht auch das pro-Kopf BIP über dem europäischen Durchschnitt. Während hoher Ressourcenverbrauch also kein Garant für wirtschaftlichen Wohlstand ist, erreichten nur

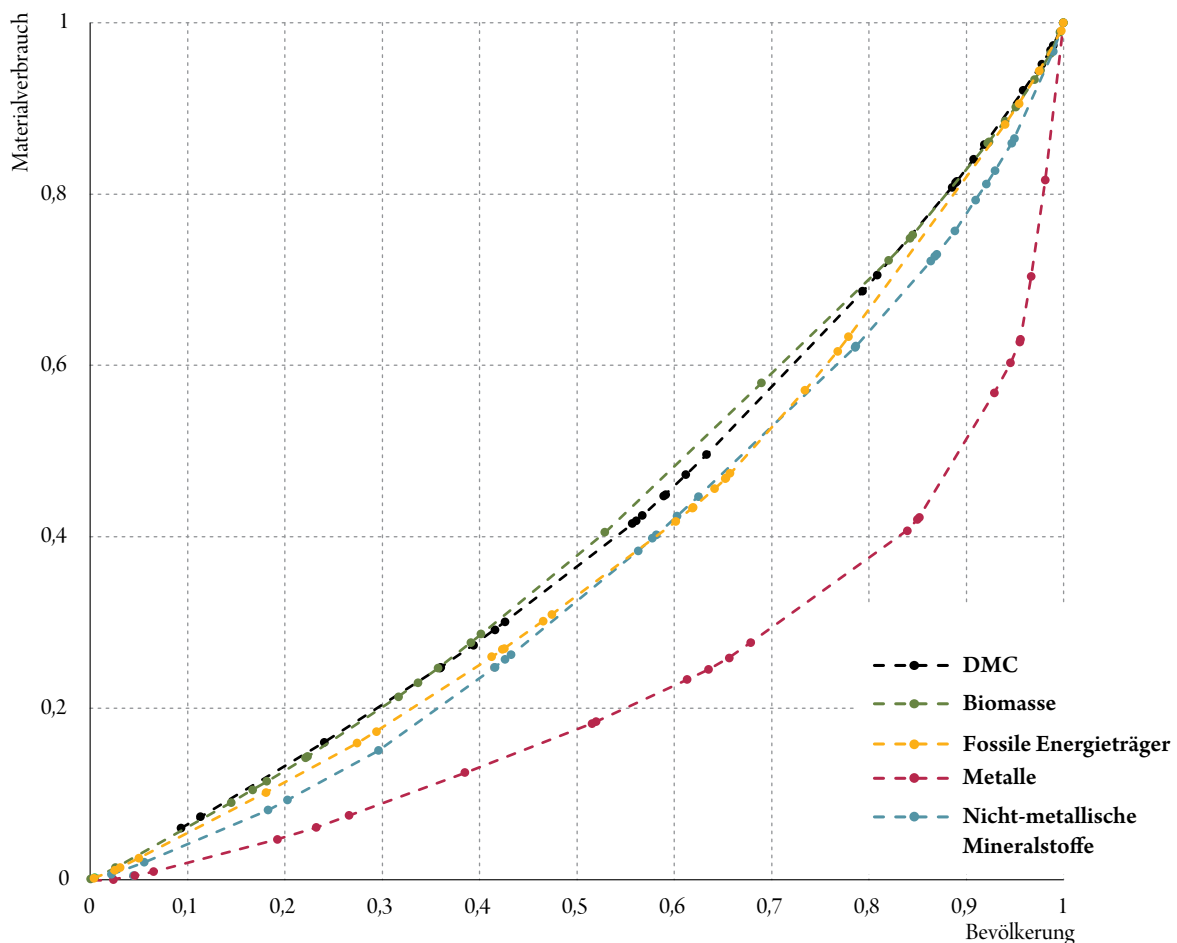
drei europäische Länder (Frankreich, die Niederlande und das Vereinigte Königreich) ein überdurchschnittliches BIP pro Kopf bei gleichzeitig unterdurchschnittlichem Materialverbrauch.

**IN EUROPA VERBRAUCHEN
60 % DER BEVÖLKERUNG NUR
20 % DES MATERIALS**

Insgesamt führt die Vielfalt an Faktoren, die den Materialverbrauch beeinflussen können, dazu, dass der Materialverbrauch in der europäischen Union im Verhältnis zur Bevölkerung sehr ungleich verteilt ist (► Abbildung 12, siehe unten). Die 60 % der europäischen Bevölkerung mit dem niedrigsten Metallverbrauch konsumieren beispielsweise nur ca. 20 % des europaweit konsumierten Materials

Abbildung 12: Lorenz-Kurven des Materialverbrauchs der 27 EU-Mitgliedsstaaten im Jahr 2012 nach Materialkategorien

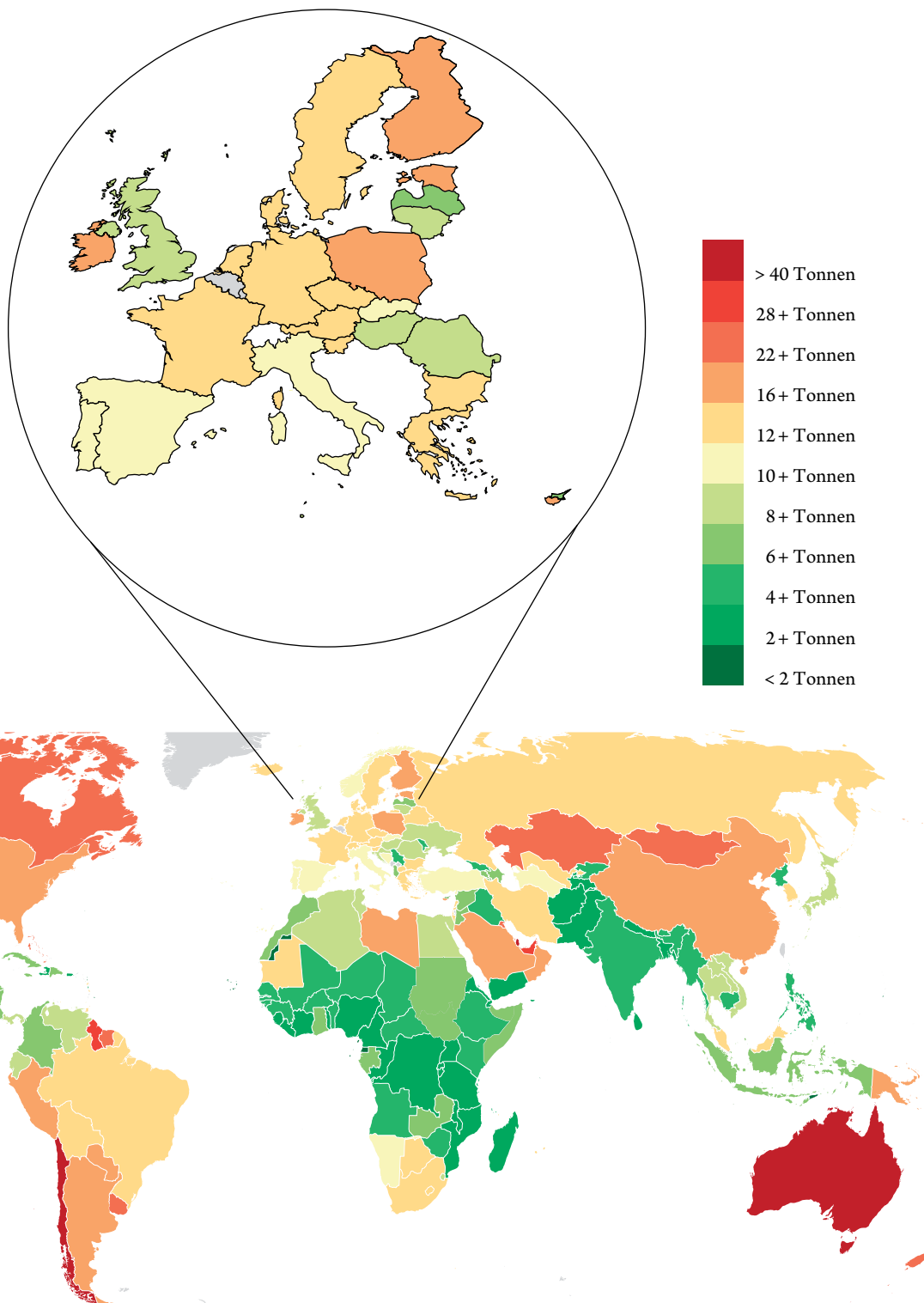
Die Diagonale stellt zur Orientierung dar, wie eine Gleichverteilung des Materialverbrauchs auf die europäische Bevölkerung aussähen würde. Je weiter die Kurven der einzelnen Materialkategorien von dieser Diagonale entfernt sind, desto ungleicher ist die Verteilung.



Quelle der Daten: Schaffartzik, Mayer et al. 2014

Abbildung 13: Internationaler Materialverbrauch in Tonnen pro Kopf im Jahr 2010

Den höchsten Materialverbrauch weisen die dunkelrot eingefärbten Länder auf, am niedrigsten ist der Materialverbrauch in den dunkelgrün eingefärbten Ländern.



Quelle der Daten: Schaffartzik, Mayer et al. 2014

in dieser Kategorie. Dagegen sind Biomasse und auch nicht-metallische Mineralstoffe deutlich „gleicher“ verteilt. Für diese Materialkategorien folgt der Verbrauch eher der Bevölkerung, als dies bei den Metallen der Fall ist.

Während der innereuropäische Vergleich deutlich macht, dass der Materialverbrauch schon innerhalb dieser einen Staatengemeinschaft um einen Faktor von mehr als drei zwischen Finnland und Spanien auseinander klafft, sind die Unterschiede im internationalen Vergleich noch viel größer. Im Jahr 2010 lagen die europäischen Länder meist im internationalen Mittelfeld, was ihren Materialverbrauch pro Kopf anbelangt (► Abbildung 13, Seite 32). Mit über 40 Tonnen pro Kopf und Jahr (ein Niveau, das nahezu doppelt so hoch ist, wie das in

Österreich) lag der Materialverbrauch im Jahr 2010 vor allem in den Rohstoff-extrahierenden Ländern Australien und Chile und in den Vereinigten Arabischen Emiraten und Katar auf einem sehr hohen Niveau. Die herausstechende Rolle der Rohstofflieferanten zeigt die Notwendigkeit, mit Hilfe von Indikatoren in Rohmaterial-äquivalenten (► Box, Seite 29) auch zu berücksichtigen, wieviel Material in der Erzeugung von Gütern für den Export verbraucht wird. Der Rohmaterialverbrauch der großen Rohstoffextrahenten und -exporteure könnte deutlich niedriger ausfallen als ihr Materialverbrauch, da ein großer Teil ihres Materialverbrauchs der Erzeugung von Exportgütern zugutekommt (siehe z. B. Wiedmann et al. 2013).



3

VON BIOMASSE BIS
ZU MINERALSTOFFEN:
DER MATERIALVERBRAUCH
IM DETAIL

3. DER MATERIALVERBRAUCH IM DETAIL

In ihrer Gesamtheit betrachtet beinhalten die Höhe und die Entwicklung des Materialverbrauchs in Österreich und der Welt wichtige Informationen zur gesellschaftlichen Nutzung natürlicher Ressourcen. Die Entnahme, Importe und Exporte, aus denen sich der Materialverbrauch zusammensetzt, sind jedoch noch zu hoch aggregiert, als dass auf dieser Ebene z. B. Maßnahmen zur Reduktion des Verbrauchs ansetzen könnten. Dazu werden genauere Informationen zur Zusammensetzung des Materialverbrauchs aus Biomasse, fossilen Energieträgern, Metallen und nicht-metallischen Mineralstoffen und zu den unterschiedlichen Trends in diesen Materialkategorien benötigt.

Gleich ein erster Blick auf die Zusammensetzung des österreichischen Materialverbrauchs im Jahr 2012 (► Abbildung 14, siehe unten) macht deutlich, dass die vier Hauptmaterialgruppen sehr unterschiedliche Anteile daran haben. 107 Millionen (57%) von insgesamt 187 Millionen Tonnen Materialverbrauch entfielen auf nicht-metallische Mineralstoffe und vor allem auf Baurohstoffen. Der vorliegende Bericht setzt einen Schwerpunkt zur Biomasse, die mit ca. 42 Millionen Tonnen und 23% die zweitgrößte Kategorie im österreichischen Materialverbrauch ausmacht. Diese „nachwachsenden Rohstoffe“ sind in der Nachhaltigkeitspolitik von großer Bedeutung. Trotz ihres erneuerbaren Charakters sind auch ihrer Nutzung Grenzen gesetzt, wie im Folgenden diskutiert werden wird. Fossile Energieträger bilden mit ca. 28 Millionen Tonnen (15%) die drittgrößte Kategorie. Sie tragen durch ihre Verbrennung zum anthropogenen Klimawandel bei und sind daher hinsichtlich ihrer Umwelt- und Klimaauswirkungen von großer Bedeutung. Im Jahr 2012 machten

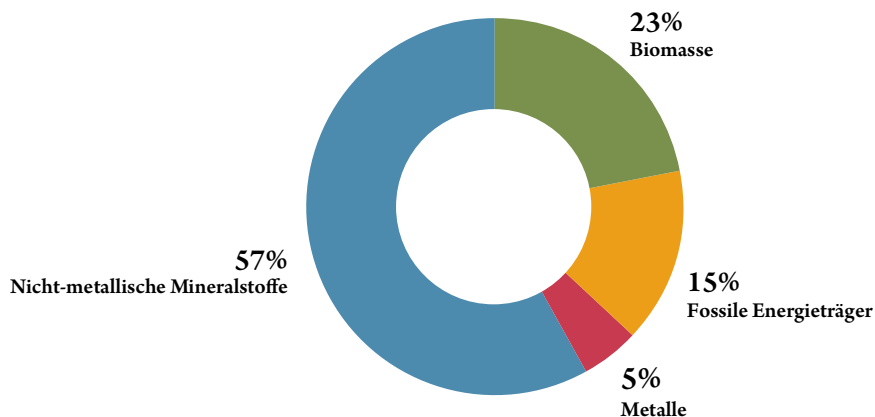
Metalle mit unter 10 Millionen Tonnen 5% des österreichischen Materialverbrauchs aus; allerdings sind sie – auch im Hinblick auf die Nutzbarmachung anderer Materialien – von größerer Bedeutung, als dieser vergleichsweise kleine Anteil erahnen lässt.

ALLE VIER MATERIALKATEGORIEN SIND UMWELTPOLITISCH RELEVANT

Die vier Materialkategorien, aus denen sich der österreichische Materialverbrauch zusammensetzt, unterscheiden sich deutlich hinsichtlich der (umwelt)politischen Fragestellungen, für die sie relevant sind. Die nicht-erneuerbaren, abiotischen Materialien, vor allem fossile Energieträger und Metalle sind durch die menschliche Nutzung längerfristig von einer Erschöpfung der Vorräte betroffen, so dass sich Fragen zu zukünftiger Preisgestaltung, möglichen Substituten und Versorgungssicherheit stellen. Die Verbrennung fossiler Energieträger ist vor allem hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen, wie dem anthropogenen Klimawandel, ein wichtiges Thema, aber auch Metalle, Farben, und andere Chemikalien weisen in der Herstellung, der Nutzung und der Entsorgung hohe Umweltrelevanz auf. Nicht-metallische Mineralstoffe und darunter die Baurohstoffe stehen zwar selten im Fokus umweltpolitischer Diskussionen, sind aber, vor allem wegen der Mengen, in denen sie entnommen und verwendet werden, hochgradig umweltrelevant. Dieser Kategorie wurde im Bericht 2011 *Ressourcennutzung in Österreich* (BMLFUW und BMWFJ 2011) ein Schwerpunkt gewidmet. Beim Aufbau von Gebäuden und Infrastruktur aus

Abbildung 14: Anteile der vier Hauptmaterialkategorien am österreichischen Materialverbrauch (DMC) im Jahr 2012

Den größten Anteil an den insgesamt 187 Millionen Tonnen haben mit nahezu 60% nicht-metallische Mineralstoffe, vor allem Baurohstoffe.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Baurohstoffen und ihrer laufenden Nutzung kommt es zur Verwendung anderer Materialien, vor allem fossiler Energieträger. Dadurch hat die Nutzung von Baurohstoffen über diese Materialkategorie hinaus reichende Auswirkungen auf den Materialverbrauch (► Box, siehe unten).

INLANDSENTNAHME, IMPORTE UND EXPORTE NACH MATERIALKATEGORIEN

Der Materialverbrauch in den vier Hauptmaterialkategorien setzt sich aus der jeweiligen Inlandsentnahme zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte zusammen. Diese drei Flüsse unterlagen jeweils sehr unterschiedlichen zeitlichen Trends und standen, je nach Materialkategorie, in ganz unterschiedlichen Verhältnissen zueinander, wie Abbildung 15 (► Seite 37) deutlich macht. Die Inlandsentnahme von Biomasse ist seit 1960 relativ stabil geblieben und bis 2012 von 34 auf 39 Millionen Tonnen angestiegen. Damit liegt sie nach wie vor über dem Volumen der Importe und Exporte, obwohl diese seit 1960 kontinuierlich gestiegen sind. Dadurch, dass Importe (24 Mt/a) und Exporte (21 Mt/a) von Biomasse in etwa gleich groß sind, lag der Biomassekonsum im Jahr 2012 mit 45 Millionen Tonnen nur leicht über der Inlandsentnahme. Ein gänzlich anderes Bild liefern die fossilen Energieträger. Mit 10 Millionen Tonnen pro Jahr war deren Inlandsentnahme bereits 1960 vergleichsweise niedrig (lag jedoch noch leicht über den importierten

7 Millionen Tonnen) und nahm bis 2012 auf 2 Millionen Tonnen pro Jahr ab, während Importe weiter stiegen und 2012 bei 30 Millionen Tonnen und somit deutlich höher lagen als die Inlandsentnahme. Österreich ist auch in der Verarbeitung fossiler Energieträger tätig, daher wurden 2012 5 Millionen Tonnen an fossilen Energieträgern exportiert (mehr als doppelt so viel, als im Land entnommen wurde). Das Verhältnis von Importen zur Inlandsentnahme hat sich bei den Metallen seit 1960 recht ähnlich entwickelt wie jenes der fossilen Energieträger. Auch in dieser Materialkategorie wird kaum noch inländisch entnommen (3 Millionen Tonnen im Jahr 2012), dafür werden 14 Millionen Tonnen importiert. Im Unterschied zu den fossilen Energieträgern wird ein noch größerer Anteil der importierten Metalle auch wieder in exportierte Güter integriert, 2012 immerhin 14 Millionen Tonnen. Die nicht-metallischen Mineralstoffe, die die größte Kategorie im österreichischen Materialverbrauch bilden, werden nahezu ausschließlich in Österreich extrahiert. Die Entnahme stieg von 1960 bis zur Finanzkrise 2007/2008 von 57 auf 128 Millionen Tonnen und ging seitdem auf 106 Millionen Tonnen zurück. Aufgrund ihrer hohen Verfügbarkeit in den meisten Ländern und dem vergleichsweise niedrigen Preis werden Baurohstoffe, die den Hauptteil der nicht-metallischen Mineralstoffe bilden, kaum international gehandelt. Insgesamt wurden 2012 10 Millionen Tonnen nicht-metallische Mineralstoffe importiert und 9 Millionen Tonnen exportiert.

DAS VERHÄLTNISS DER MATERIALKATEGORIEN ZUEINANDER

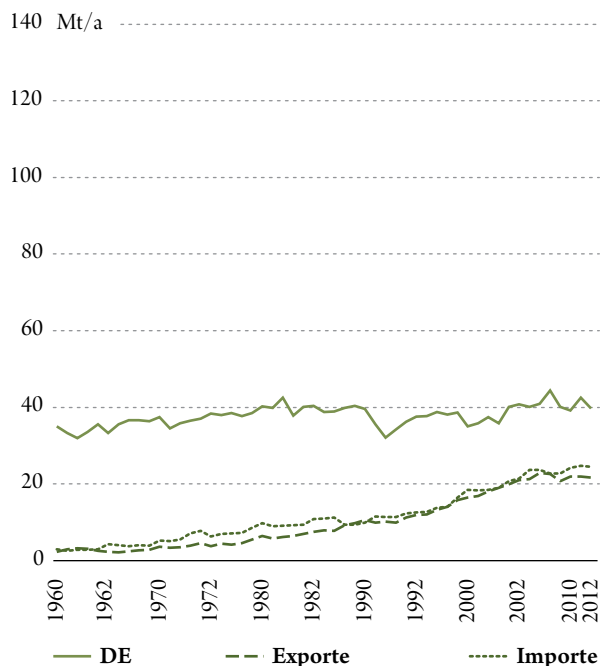
Wird eine Reduktion des Materialverbrauchs angestrebt, ist es wichtig zu berücksichtigen, in welchem Verhältnis der Verbrauch in den unterschiedlichen Materialkategorien zueinander steht. Mitunter kann eine Reduktion in einem Bereich zu einem Anstieg in einem anderen Bereich führen oder aber, im positiven Fall, zu einer Reduktion. Die Nutzung von Baurohstoffen ist beispielsweise eng mit den fossilen Energieträgern verknüpft. Etwas höherer Verbrauch an Baurohstoffen kann mitunter den Bedarf an fossilen Energieträgern senken: Wenn mit Wärmedämmung gebaut wird, muss weniger geheizt werden. Auch die Zweckwidmung der Baurohstoffe kann entscheidend sein: Wird die Verkehrsinfrastruktur auf den Individualverkehr ausgelegt, steigt der Verbrauch an flüssigen fossilen Energieträgern. Einen lange bestehenden Zusammenhang gibt es auch zwischen Biomasse und fossilen Energieträgern. Historisch gesehen wurde zunächst die Nutzung von Brennholz in vielen Ländern durch Öl und Kohle abgelöst. In der Entwicklung hin zu einer höheren Verwendung von Treibstoffen aus biogenen Quellen sollen nun ein beschränkter Teil fossiler Energieträger durch Biomasse oder Gas biogenen Ursprungs ersetzt werden. Diese Substitution ist jedoch gering und beträgt ca. 5–7 % der Treibstoffe.

3. DER MATERIALVERBRAUCH IM DETAIL

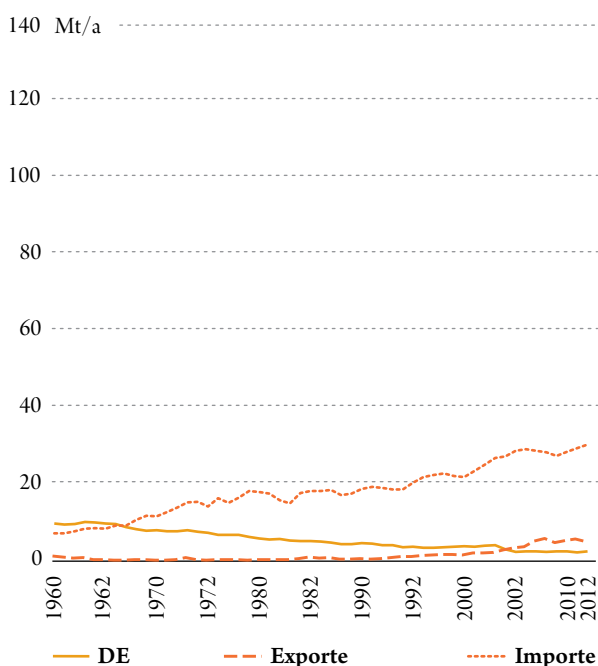
Abbildung 15: Entwicklung der Inlandsentnahme (DE), der Importe und Exporte in den vier Hauptmaterialgruppen zwischen 1960 und 2012 in Millionen Tonnen pro Jahr

Während bei Biomasse (oben links) und nicht-metallischen Mineralstoffen (unten rechts) die Inlandsentnahme (deutlich) gegenüber dem Außenhandel überwiegt, ist es bei den fossilen Energieträgern (oben rechts) und den Metallen (unten links) umgekehrt.

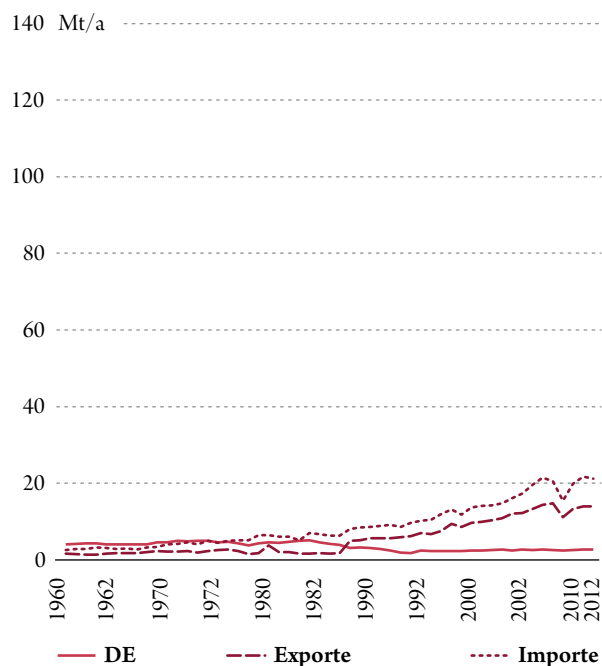
Biomasse



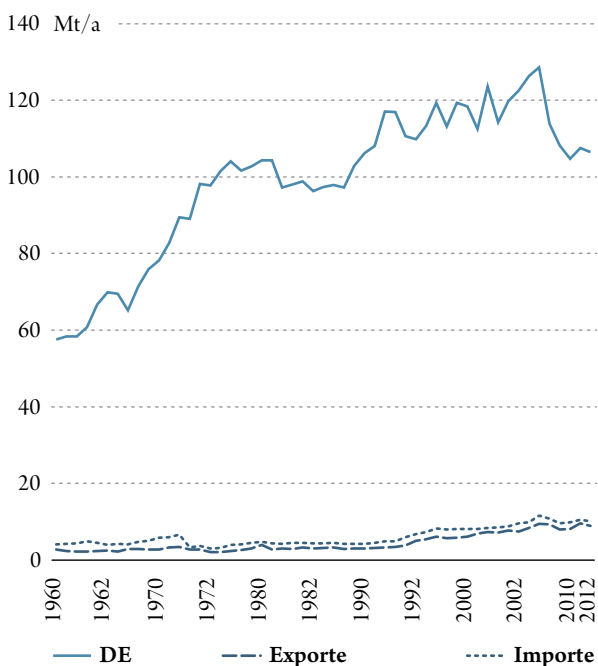
Fossile Energieträger



Metalle



Nicht-metallische Mineralstoffe



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a



SCHWERPUNKT: BIOMASSE

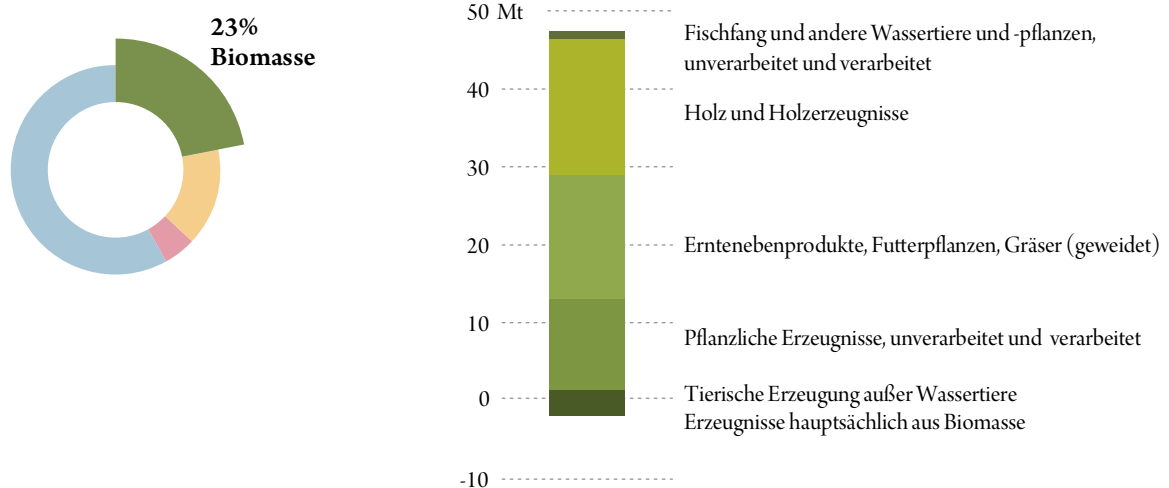
Als Biomasse werden in der Materialflussrechnung pflanzliche und tierische Materialien zusammengefasst. In anderen Kontexten wird diese Materialgruppe auch als „biogene Materialien“ oder als „biotische Ressourcen“ bezeichnet. Genauere Informationen zur Begriffsklärung sind in Box (► Seite 39) enthalten. Die Inlandsentnahme an Biomasse umfasst sämtliche aus der Natur entnommenen pflanzlichen Rohstoffe: Produkte des Ackerbaues inklusive aller genutzten Ernteebenen- oder Koppelprodukte (z. B. Stroh), die Ernte vom Grünland inklusive der von Nutztieren geweideten Biomasse und die Produkte der Forstwirtschaft. Nutztiere gelten den Konventionen der Materialflussrechnung zufolge als gesellschaftliche Bestände – daher wird zwar die Entnahme von Futtermitteln in die Rechnung mit einbezogen, Tiere (mit Ausnahme von gejagten, wild lebenden Tieren, z. B. Wild, Fische aus Hochseefischerei) oder Produkte der Tierhaltung sind jedoch kein Teil der Entnahme. Inländisch erzeugtes Fleisch schlägt sich im Materialverbrauch durch konsumierte Futtermittel inklusive geweideter Biomasse

nieder. Bei den Importen und Exporten hingegen werden alle gehandelten Güter erfasst, also auch Produkte, die nicht in der Inlandsentnahme berücksichtigt werden. Dazu zählen sowohl Produkte pflanzlichen als auch tierischen Ursprungs.

Da weiterverarbeitete Produkte aus Biomasse nicht inländisch entnommen werden, entspricht ihr Verbrauch der physischen Außenhandelsbilanz (Importe minus Exporte): Der Inlandsmaterialverbrauch wird berechnet aus Inlandsentnahme zuzüglich Importe abzüglich Exporte (► zur Methode der Materialflussrechnung: Kapitel *Natürliche Ressourcen – Basis unserer Gesellschaft* und Anhang). Die Materialflussrechnung zeigt, dass Österreich im Jahr 2012 ein Netto-Exporteur sowohl von hochverarbeiteten pflanzlichen als auch von tierischen Produkten war (► Abbildung 16, siehe unten). Den Verbrauch von Biomasse dominieren Holz und Holzprodukte (über 17 Millionen Tonnen), gefolgt von Futterpflanzen und Ernteebenenprodukten (fast 16 Millionen Tonnen), und pflanzliche Erzeugnisse für Ernährung und

Abbildung 16: Österreichischer Biomasseverbrauch im Jahr 2012 in Millionen Tonnen pro Jahr

Während Österreich weiterverarbeitete Biomasse-Produkte, sowohl pflanzlichen als auch tierischen Ursprungs, exportiert (negative Werte im Materialverbrauch), bilden pflanzliche Erzeugnisse, Ernteebenenprodukte und Holz die Hauptbestandteile des inländischen Verbrauchs. Der Anteil von Fischfang von Wassertieren ist mit 0,1 Millionen Tonnen so gering, dass diese Kategorie in der Abbildung nicht erkennbar ist.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

industrielle Weiterverarbeitung, z. B. Faserpflanzen (fast 12 Millionen Tonnen). Auch der inländische Verbrauch von Fischen und anderen Wassertieren wird in der Materialflussrechnung als Biomasse erfasst. Mit 100.000 Tonnen im Jahr 2012 ist der Konsum in dieser Kategorie jedoch vergleichsweise gering und in Abbildung 16 (► Seite 38) nicht erkennbar.

ZUR NACHHALTIGEN NUTZUNG ERNEUERBARER ROHSTOFFE

Bei allen Materialflüssen in der Kategorie Biomasse handelt es sich um sogenannte nachwachsende Rohstoffe, d. h. um Rohstoffe, die sich – im Gegensatz zu fossilen Energieträgern – innerhalb von Zeiträumen erneuern, die in ähnlichen Größenordnungen wie die Frequenz menschlicher Nutzung liegen. Daher wird der Biomasse in Strategien für eine nachhaltige Ressourcennutzung eine Schlüsselrolle zugewiesen, so auch im österreichischen *Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe* (► Box, Seite 44). Die Maßnahmen dieses Aktionsplans zielen darauf ab, die industrielle Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Österreich zu fördern. Ziel ist es dabei insbesondere, die technische Nutzung von Biomasse in neuen Anwendungsgebieten (z. B. Bioplastik) zu forcieren. Obwohl Biomasse als „erneuerbar“ gilt, darf nicht übersehen werden, dass dies nur unter der Voraussetzung einer nachhaltigen Produktion gilt und Biomasse nicht unbegrenzt verfügbar ist: Einerseits sind die Anbauflächen begrenzt und werden tendenziell immer knapper, andererseits kann es bei intensiver Nutzung dieser Flächen zur Degradation von Böden inklusive dem Verlust von Bodenfruchtbarkeit und/oder zur Übernutzung von Grund-

wasser und Verschmutzung anderer Gewässer kommen. Wo intensive Landwirtschaft betrieben wird, werden häufig fossile Energieträger, aber auch andere Betriebsmittel auf Erdölbasis, beispielsweise als Pflanzenschutz, eingesetzt. Wenn zusätzlich für die Aufnahme der landwirtschaftlichen Produktion Entwaldung auf CO₂-reichen Standorten erfolgt, muss insbesondere die CO₂-Bilanz dieser Produktion geprüft werden.

Österreich verzeichnet dagegen seit geraumer Zeit eine Zunahme der Waldflächen. Diese Flächenzunahme ist fast ausschließlich auf natürliche Wiederbewaldung zurück zu führen; d. h. dort, wo die bisherige landwirtschaftliche Nutzung aufgegeben wird, entsteht ohne menschliches Zutun allmählich wieder Wald. Politische Initiativen wie der Aktionsplan zu nachwachsenden Rohstoffen als Teil einer Bioökonomiestrategie (► Box, Seite 44) benötigen daher Informationen nicht nur zum Materialverbrauch eines bestimmten sozio-ökonomischen Systems, sondern auch zur spezifischen Produktion, Umwandlung und Nutzung dieser Materialien innerhalb des Systems. Dieses Wissen ist Voraussetzung dafür, geeignete Strategien zur kaskadischen Nutzung von Biomasse entwickeln zu können (► Box, Seite 40).

DEN BIOMASSE-FLÜSSEN IN ÖSTERREICH AUF DER SPUR

Einen detaillierten Blick in das System hinein bietet die Materialflussrechnung mit ihrem Fokus auf die Inputs (Inlandsentnahme und Importe) und die Outputs (Exporte, Emissionen und Abfall) nicht. Komplementär zu den österreichischen Materialflussdaten verhält sich in dieser Hinsicht das von der Österreichischen Energie-

BEGRIFFSKLÄRUNG: BIOMASSE

In der Materialflussrechnung bezeichnet der Begriff „Biomasse“ sowohl lebende als auch tote organische Substanz: Pflanzen, Tiere, Totholz, Laub, Stroh, etc. Die aus Biomasse entstandenen fossilen Energieträger, inklusive Torf, werden nicht dazu gerechnet. Es findet nur jener Anteil an der Biomasse Eingang in die Rechnung, der auch gesellschaftlich genutzt wird.

In energietechnischen Zusammenhängen ist der Begriff enger gefasst: Biomasse umfasst hier nur jene Materialien pflanzlichen und tierischen Ursprungs, die zur Erzeugung von Energie (Heiz- und elektrische Energie oder als Kraftstoffe) verwendet werden können.

Biomasse, im Sinne der Materialflussrechnung, wird vielfach auch als erneuerbarer oder nachwachsender Rohstoff, als biotische Ressource oder als biogenes Material bezeichnet. Bei diesen Bezeichnungen ist im Regelfall kein Bedeutungsunterschied gegeben.

agentur (*Austrian Energy Agency AEA*) erstellte Flussbild zur Biomasse-Nutzung in Österreich im Jahr 2011 (► Abbildung 17, Seite 42/43). In diesem Materialflussbild wird die über Inlandsentnahme oder Importe in das österreichische sozio-ökonomische System gelangende Biomasse durch das gesamte System hindurch verfolgt bis sie entweder in Österreich ihrem Endkonsum zugeführt oder exportiert wird.

Die Biomasse, die aus Importen und Inlandsentnahme 2011 in Österreich verwendet wurde, hatte eine Trockenmasse von insgesamt ca. 48 Millionen Tonnen. Davon stammten 37 % aus Importen, 23 % von Ackerflächen und Dauerkulturen, 10 % von Grünland, 23 % von forstwirtschaftlichen Flächen und 8 % von sonstigen Grünflächen.

HOLZ MACHT NAHEZU 40 % DES BIOMASSEVERBRAUCHS AUS

Im Jahr 2011 machten Holz und Holzzeugnisse laut Materialflussrechnung nahezu 40 % des österreichischen Biomasseverbrauchs aus. Dieser Verbrauch wurde, wie auch im Materialflussbild ersichtlich, nicht nur aus der Inlandsentnahme, sondern auch zu einem wesentlichen Teil aus Importen gespeist. 2011 importierte Österreich laut Materialflussrechnung über 11 Millionen Tonnen Holz und Holzzeugnisse, darunter überwiegend Rohholz, d.h. nicht weiter verarbeitetes Holz. Diese gelangten

vor allem aus Deutschland (34 % der Importe), der Tschechischen Republik (19 %), Slowenien und der Slowakei (je 8 %) nach Österreich (FAO 2014). Das Materialflussbild zeigt, dass die Importe vor allem in die Holz verarbeitende Industrie (Papier- und Sägeindustrie) und die Warenproduktion flossen. Die Produkte der Holzverarbeitenden Industrie werden zu einem erheblichen Teil exportiert. Insgesamt exportierte Österreich 2011 laut Materialflussrechnung über 7 Millionen Tonnen Holz und Holzzeugnisse. Die Exportgüter sind so gut wie ausschließlich Halbfertigprodukte (z. B. Schnittholz) und Fertigprodukte (z. B. Papier, Möbel). Diese Exporte gingen vor allem nach Italien (34 % der Exporte), Deutschland (24 %), Slowenien (6 %) und in die Tschechische Republik (5 %) (FAO 2014). Auf Grund des hohen Stellenwertes der heimischen exportorientierten Holzverarbeitenden Industrie, die Wertschöpfung, Arbeit und Einkommen im Land generiert, ist Österreich als eines der waldreichsten Länder Mitteleuropas also Netto-Importeur von Holz². In Österreich wird Holz, vor allem Brennholz, aber auch große Mengen an Nebenprodukten und Abfällen der exportorientierten Holzverarbeitenden Industrie, der thermischen Energieerzeugung zugeführt. Dadurch werden laut Energiebilanz etwa 15 % des heimischen Primärenergieaufkommens durch Holz gedeckt. Nur ein vergleichsweise kleiner Teil des importierten und inländisch entnommenen Holzes wird in Holzprodukte verarbeitet, die auch in Österreich konsumiert werden.

² Durch die Verarbeitung des importierten Rohholzes zu Halbfertig- und Fertigwaren, die dann exportiert werden, wird in Österreich Wertschöpfung, Arbeit und Einkommen generiert.

KASKADISCHE NUTZUNG VON BIOMASSE

Die kaskadische Nutzung von Biomasse sieht eine umfassendere Verwendung der geernteten bzw. der bei der Ernte als Neben- oder Abfallprodukt anfallenden Biomasse vor. Dies kann im Wesentlichen auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen: 1) Nicht nur die Frucht (das Haupternteprodukt), sondern auch andere Teile einer Pflanze werden verwendet, 2) die Verwertungskette wird verlängert, indem Biomasse zuerst solange wie möglich stofflich und im Anschluss energetisch verwendet wird.

Maiskörner können z. B. zur Stärkegewinnung stofflich genutzt werden, während die Blätter und Stiele der Pflanzen in der Biogas-Erzeugung eingesetzt oder als Nährstoff wieder auf die Felder rückgeführt (oder von vornherein dort belassen) werden. Holz kann zunächst in Möbeln verbaut werden, nach Möglichkeit recycelt und erst nach der mehrmaligen stofflichen Nutzung einer thermischen Verwertung (Energieerzeugung) zugeführt werden. Durch kaskadische Nutzung kann der Druck in Richtung einer zusätzlichen Entnahme von Biomasse durch die längere und umfassendere Nutzung der sich bereits im sozio-ökonomischen System befindlichen Biomasse verringert werden.

ERNÄHRUNG PRÄGT DEN BIOMASSEVERBRAUCH

Der größte Teil der Biomasse wird direkt oder indirekt für die menschliche Ernährung genutzt. Hier ist Biomasse durch keine anderen Rohstoffe substituierbar. Der *Aktionsplan Nachhaltende Rohstoffe* reagiert darauf, indem er der Prioritätenreihung Lebensmittelproduktion, Futtermittelproduktion, Bioenergie in der Flächennutzung folgt (Prinzip „Teller-Trog-Tank“).

Der größte Fluss importierter landwirtschaftlicher Biomasse geht entweder direkt oder über inländische Tierfutterlieferanten in die Tierproduktion. Ein geringerer Teil tierischer und pflanzlicher Biomasse geht ohne Umweg über die Tierproduktion in die Lebensmittelproduktion und teilweise in den Konsum. Die Tierhaltung ist auch der größte Empfänger der Inlandsentnahme an Biomasse, die in der österreichischen Landwirtschaft erfolgt. Nur ein kleiner Teil der Biomasse, die in die Tierproduktion geht, wird letztlich in Produkte für die menschliche Ernährung (Fleisch, Milch, Eier) umgewandelt. Der Großteil dieser Biomasse ist dem tierischen Metabolismus als letzter Verwendung zuzuordnen und wird über die tierische Ausscheidung und Atmung wieder an die Umwelt abgegeben. Im Durchschnitt werden 5–10 Tonnen pflanzliche Biomasse benötigt, um eine Tonne tierischer Produkte

herzustellen. Im Hinblick auf den Biomasse-Konsum ist die Nutztierhaltung also äußerst materialintensiv. Nur etwa 10 % aller Agrarprodukte werden direkt, also ohne Umweg über die Tierproduktion, in der Erzeugung von Nahrungsmitteln eingesetzt. Dieses Verhältnis gilt für die Tierhaltung nicht nur in Österreich, sondern global. Auf Grund der hohen Materialintensität der tierischen Produktion ist der rasch zunehmende Konsum tierischer Produkte ein wesentlicher Grund für das Ansteigen des globalen Biomassebedarfs (siehe Kastner et al. 2012).

Auch in Österreich ist die Tierproduktion ein wesentlicher Grund für die Höhe des Biomasseverbrauchs. Neben dem überdurchschnittlich hohen Fleischverbrauch von 106 kg pro Kopf und Jahr (FAO 2014) hängt dies auch mit der Lage Österreichs im alpinen Raum zusammen: Die Nutzung alpiner Flächen durch Wiederkäuer, v.a. Rinder, ermöglicht die Nutzung großer Flächen, die aus klimatischen oder geländemorphologischen Gründen für den Ackerbau bis auf Restflächen meist ungeeignet sind. Rinderhaltung im alpinen Grünland ist damit eine der österreichischen Produktivitätsstärken mit gleichzeitig vergleichsweise niedrigen Treibhausgas-Emissionen pro kg Fleisch oder kg Milch (Leip et al. 2010).

Vor dem Hintergrund der Umweltprobleme, die mit der Viehhaltung international verbunden sind – anthropogener Klimawandel, Luftverschmutzung, Wasserüber-

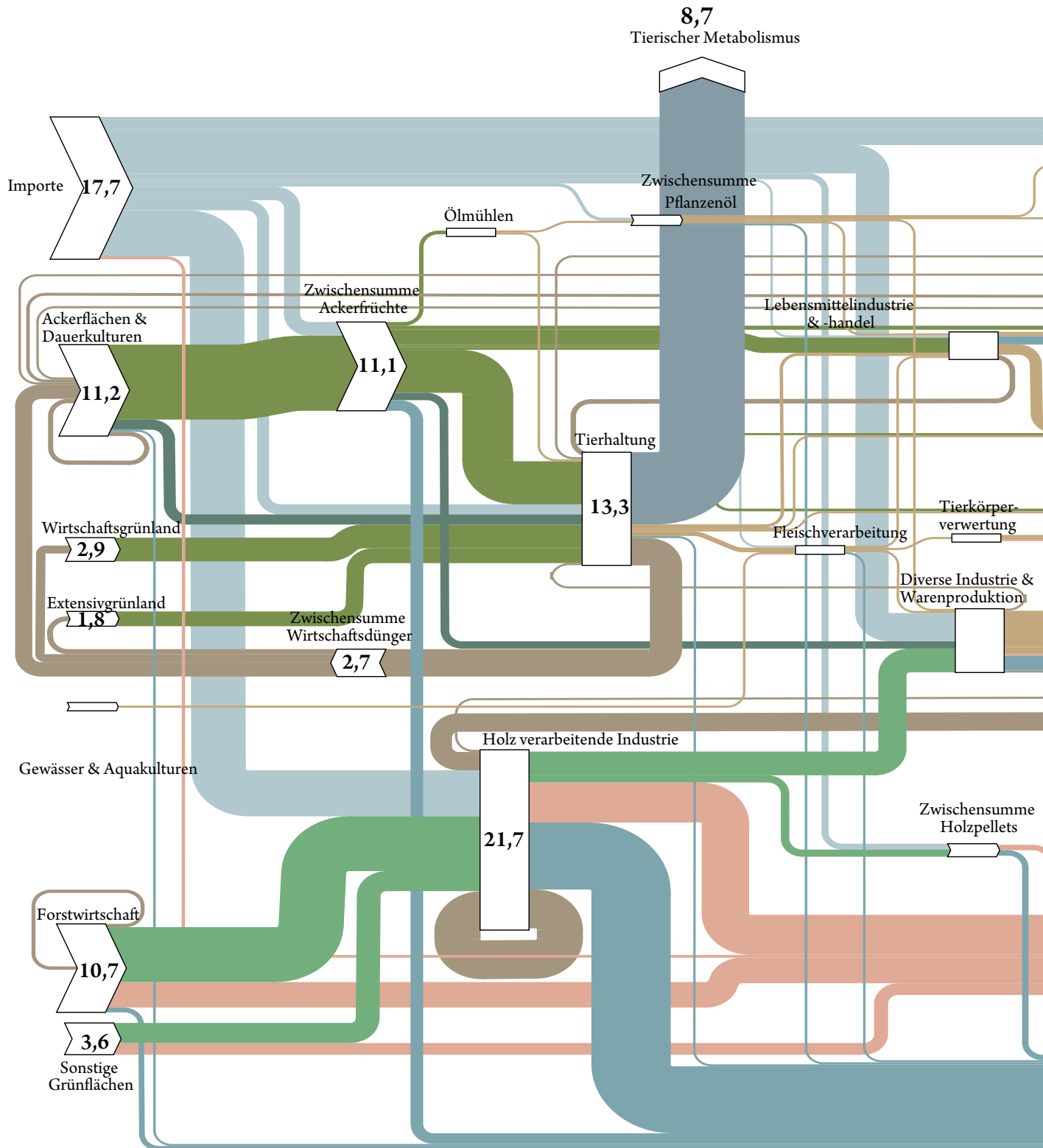
FLÜSSE UND KNOTEN: WAS SIEHT MAN IN EINEM MATERIALFLUSSBILD ?

Das Materialflussbild ist eine bestimmte graphische Form der Darstellung von Materialflüssen, die nach einem irischen Kapitän, der im 19. Jahrhundert lebte, auch *Sankey-Diagramm* genannt wird. Diese Darstellungsform besteht aus Knoten, die durch Pfeile verbunden sind. Die Pfeile sind proportional zur Größe der Flüsse skaliert (und zwar in ihrer Breite, nicht in ihrer Länge). Bei den Knoten kann es sich um Quellen, Umwandlungsprozesse oder Senken der Flüsse handeln. An den Knoten können verschiedene Flüsse zusammen kommen oder geteilt werden. An dem Quellen-Knoten beispielsweise, an dem die Biomasse-Importe nach Österreich gelangen, werden sie getrennt, je nachdem, wie die Importe weiter genutzt werden. Von den Holz-Importen fließt ein großer Teil zum Umwandlungs-Knoten der Holzverarbeitenden Industrie und wird hier zusammengeführt mit dem Fluss des inländisch entnommenen Holzes. Bei der Verbrennung des Holzes wiederum handelt es sich um einen Endverbrauch und somit um einen Senken-Knoten.

In der Interpretation des Materialflussbildes in Abbildung 17 (► Seiten 42/43) ist es wichtig zu berücksichtigen, dass die Biomasse-Flüsse hier nach Quellen und Umwandlungsprozessen und nicht nach Materialkategorien unterschieden oder zusammengefasst werden. So enthält der Fluss der Importe z. B. sowohl forst- als auch landwirtschaftliche Biomasse innerhalb ein und desselben Flusses.

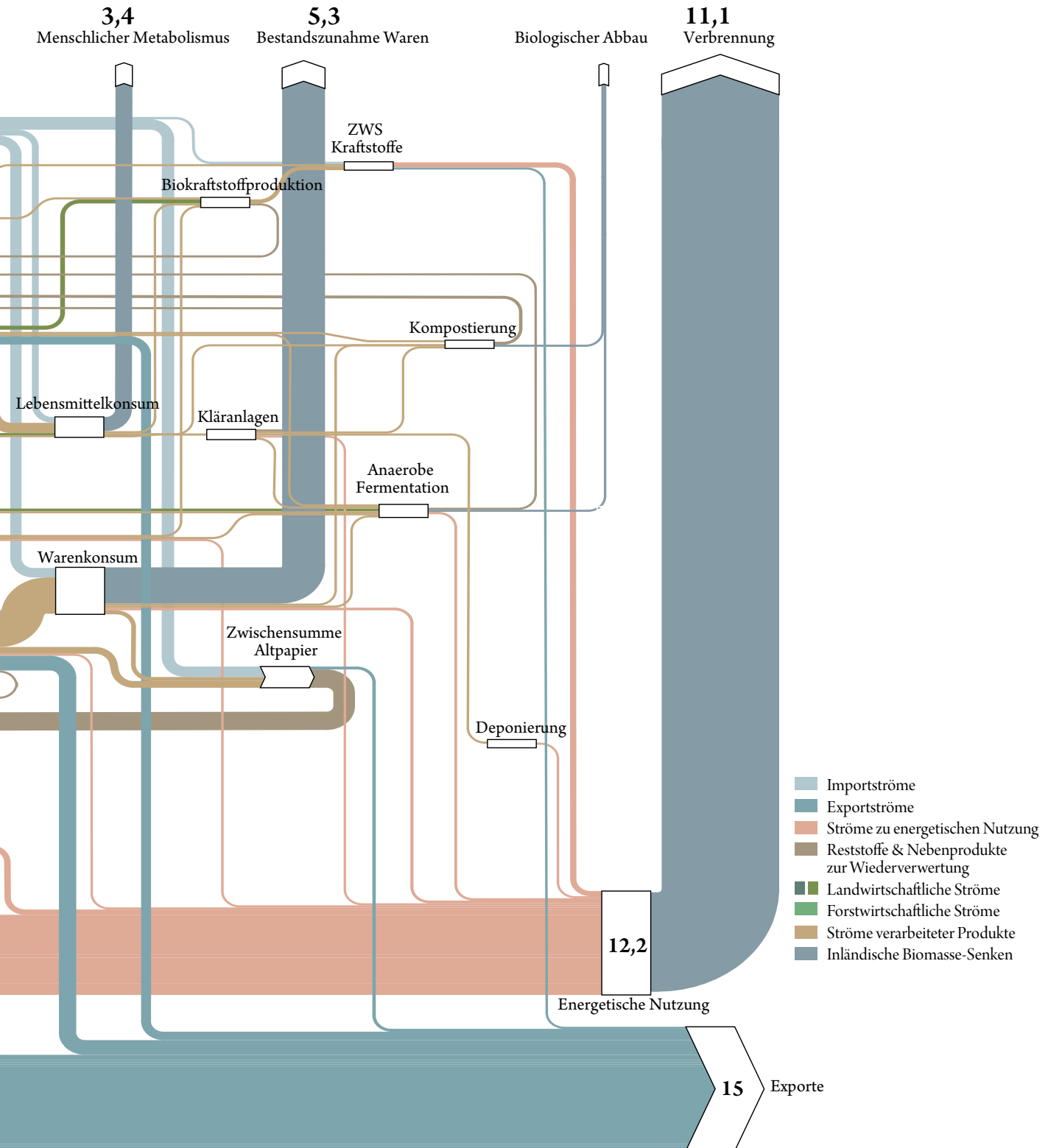
Abbildung 17: Biomasse-Flüsse innerhalb Österreichs im Jahr 2011 in Millionen Tonnen Trockenmasse

Das Flussbild zeigt alle Komponenten des Biomasse-Materialverbrauchs: Auf der linken Seite die Quellen der Biomasse, aus Inlandsentnahme und Importen, in denen auf den oberen Rand gerichteten Pfeilen die letzte Verwendung (Senken) innerhalb Österreichs und im Pfeil nach unten rechts die Exporte.



Quelle der Daten: Kalt und Amtmann 2014

3. DER MATERIALVERBRAUCH IM DETAIL



nutzung und -verschmutzung, Verlust von Artenvielfalt – und der negativen gesundheitlichen Folgen, die der hohe Konsum an Fleisch und tierischen Fetten in entwickelten Ländern hat, ist eine Reduktion des Konsums tierischer Produkte ratsam (FAO 2006).

DAS MATERIALFLUSSBILD VERSTEHEN

Für die Erstellung eines Materialflussbildes muss eine Vielzahl von Datenquellen herangezogen werden, die neben denen der Materialflussrechnung zugrunde liegenden Daten auch Versorgungs- und Energiebilanzen, Daten zur Warenproduktion und zum Aufkommen sowie der Verwertung von Abfällen umfasst (siehe auch Kalt und Amtmann 2014 und ► Box, Seite 41). Da hier unterschiedlichste Arten von Biomasse von der Ernte bis zur Entsorgung verfolgt und mitunter zusammengefasst werden, werden dabei im Unterschied zur Materialflussrechnung alle Flüsse in Tonnen Trockenmasse (d.h. exklusive dem üblicherweise enthaltenen Wasser) umgerechnet. Außerdem wird für einige Flüsse statistisch nicht erfasst Biomasse-Aufkommen zugeschätzt. Das betrifft den Holzeinschlag, der auf als „sonstigen Grünflächen“ ausgewiesenen Flächen erfolgt und das Futteraufkommen,

das zwar auch in der Materialflussrechnung aber unter Verwendung einer leicht abweichenden Herangehensweise geschätzt wird. Dadurch ergeben sich marginale Unterschiede zu den Biomasse-Ergebnissen in der Materialflussrechnung, die aber nicht die Nützlichkeit der im Materialflussbild enthaltenen Information für die Interpretation der Materialflussdaten schmälern.

Jeder der Knotenpunkte im Materialflussbild stellt gewissermaßen eine Stellschraube im österreichischen Biomasse-Bedarf und, durch die enge Verflechtung der Biomasse-Nutzung mit den anderen Materialgruppen, auch im österreichischen Materialverbrauch insgesamt dar. Wenn etwa zur Reduktion des Verbrauchs von fossilen Materialien Prioritäten für eine verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe gesetzt werden, lässt sich im Materialflussbild ablesen, zu welchen Knotenpunkten die Inlandsentnahme und die Importe fließen müssen, um diese Prioritäten in der Nutzung zu erfüllen. Das Materialflussbild zeigt auch, dass eine effizientere Nutzung von Biomasse auf unterschiedlichen Wegen erreicht werden kann, z. B. können Umwandlungsverluste und Abfälle reduziert oder besonders materialintensive Verwendungformen zurückgefahren werden³. Eine zusätzliche Perspektive auf die erreichbare und notwendige Effizienz

³ Im Sinne einer globalen Nachhaltigkeit, darf eine Reduktion der heimischen Produktion jedoch nicht durch eine Ausweitung der Importe kompensiert werden. Solch eine schlichte Verschiebung von materialintensiver Produktion ins Ausland würde zwar die österreichische Materialeffizienz erhöhen, auf globaler Ebene aber wäre diese unverändert.

AKTIONSPLAN NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

Im Februar 2012 legte die Europäische Union (EU) eine Politikstrategie *Bioökonomie* vor, die den Weg zu einer innovativen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Gesellschaft ebnen soll. Besonders die vermehrte stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ist dafür essenziell.

In Österreich beschäftigt sich eine Vielzahl an politischen Initiativen im weiteren Sinne mit dem Thema biogener Ressourcen. Im Zuge des Programms *klima:aktiv NAWARO Markt* entstand der *Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe – Auf dem Weg zur ressourcenschonenden und biobasierten Wirtschaft*. Er vertieft die bereits bestehenden, wichtigen Initiativen zur Förderung nachwachsender Rohstoffe und leistet einen Beitrag dazu, die Bioökonomie in Österreich zu etablieren. Anhand einer detaillierten Analyse wurden realistische Marktpotenziale für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen bestimmt. In Folge wurden sechs übergreifende Aktionsfelder definiert: Nachhaltigkeit, Standardisierung, Information, Öffentliches Auftragswesen, Forschung und Entwicklung, Rohstoffbasis und Kreislaufwirtschaft. Aus den Aktionsfeldern wurden 32 konkrete Maßnahmen abgeleitet. Diese Handlungsempfehlungen betreffen sowohl die Rohstoffbereitstellung und Aufbereitung, als auch die Herstellung der Produkte und deren Markteinführung.

Weiterführende Informationen: http://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/nawaro_markt.html

3. DER MATERIALVERBRAUCH IM DETAIL

enthält die Frage der Flächennutzung. Auch wenn nachwachsende Rohstoffe verstärkt angebaut und (anstelle von nicht-erneuerbaren Rohstoffen) genutzt werden, darf damit z. B. keine aus Naturschutzgründen problematische Ausweitung land- und forstwirtschaftlicher Nutzflächen verbunden sein.

OHNE LANDNUTZUNG KEINE BIOMASSE

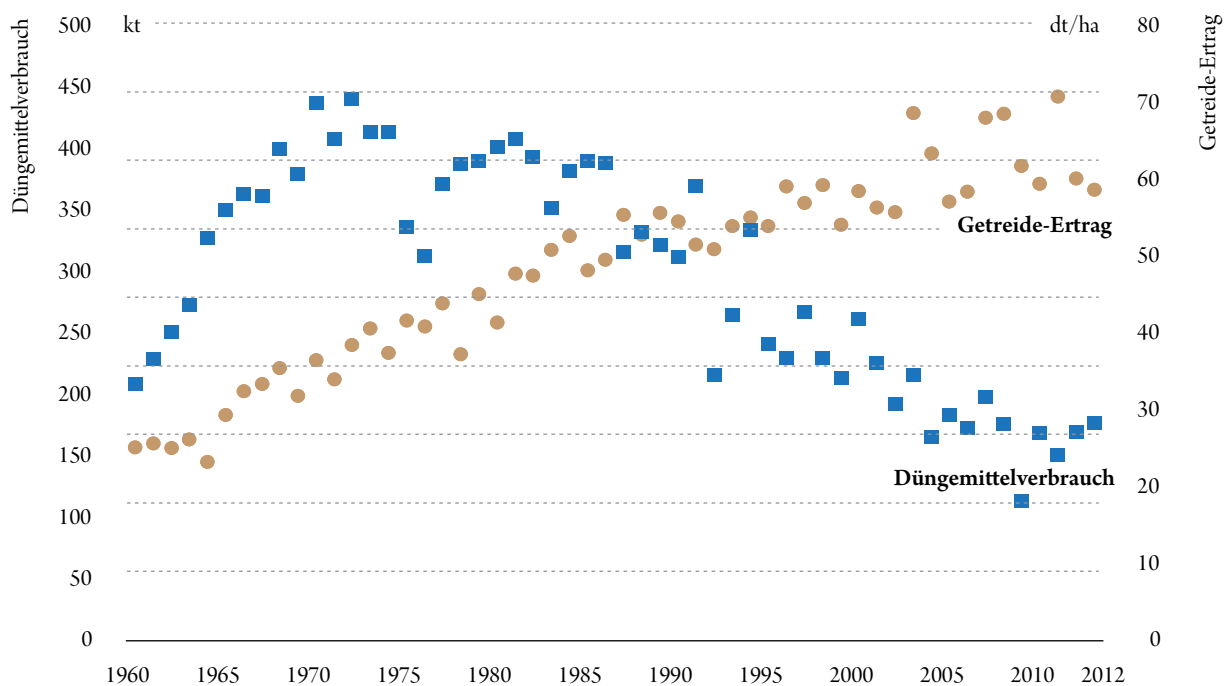
Um die Produktion von Biomasse im Hinblick auf die benötigte Fläche effizienter zu gestalten, muss häufig die Intensität der Landnutzung gesteigert werden. Durch eine Steigerung der Erträge in der Land-, aber auch der Forstwirtschaft kann eine Steigerung der Produktion von Biomasse bei gleichen oder sogar sinkenden Anbauflächen erfolgen. Dieser Effekt zeigt sich in der Entwicklung der Landnutzung in Österreich: Die landwirtschaftlich genutzten Flächen gehen seit mehreren Jahrzehnten kontinuierlich zurück, obwohl die Biomasseproduktion

zunimmt⁴. Während ein beträchtlicher Teil ehemaliger Agrarflächen für Siedlung und Infrastruktur verbraucht wird, wurde der größte Teil dieser Flächen durch natürliche Sukzession zu Wald. Seit 1960 nahm die österreichische Waldfläche um 16 % zu. Pro Einheit landwirtschaftlicher Nutzfläche werden heute deutlich mehr landwirtschaftliche Güter produziert, als dies z. B. vor 50 Jahren der Fall war. Abbildung 18 zeigt, dass der Getreide-Ertrag in Österreich seit 1960 um einen Faktor 2,3 angestiegen ist. Das heißt, dass auf weniger als der Hälfte der 1960 mit Getreide bebauten Fläche heute genauso viel Getreide produziert werden könnte, wie 1960. Solche Ertragssteigerungen sind das Resultat von Effizienzfortschritten in den der Landwirtschaft vor- und nachgelagerten Sektoren einschließlich landwirtschaftlichen Intensivierungsmaßnahmen selbst, die eine in Gunstlagen hohe Mechanisierung der Produktion, das Ausbringen von Düngemitteln und Pestiziden, die Bewässerung und die Nutzung von ertragreicheren Saatgut-Varianten umfassen können. Intensivierung geht oft

4 Anders im Bereich der biologisch landwirtschaftlich genutzten Fläche, deren Anteil in den letzten Jahren im Gegensatz zur landwirtschaftlich konventionell genutzten Fläche stetig gewachsen ist. Im Jahr 2012 wurden österreichweit bereits 432.896 Hektar biologisch bewirtschaftet, dies entspricht einem Anteil von 19 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche (ohne Almen und Bergmähder).

Abbildung 18: Düngemittelverbrauch von Stickstoff-, Phosphor- und Kali-Dünger in 1000 Tonnen und Getreide-Ertrag in Dezitonnen pro Hektar in Österreich zwischen 1960 und 2012

Der Getreide-Ertrag steigt seit 1960, gleichzeitig fällt seit den frühen 1980er Jahren der Düngemittelverbrauch.



Quelle der Daten: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft 2014; Krausmann et al. 2003

mit einem zunehmenden Druck auf Agrarökosysteme (Biodiversität, Grundwasser, Boden) einher – allerdings wurden auch große Effizienzgewinne in der Bewässerung, Düngung und Anwendung von Pestiziden erzielt, die die umweltschädlichen Auswirkung der Agrarproduktion eindämmen: Ein Beispiel für so einen Effizienzgewinn ist in Abbildung 18 (► Seite 45) dargestellt: Sie zeigt, dass der Düngemittelverbrauch in Österreich in den 1960er Jahren sehr stark angewachsen ist, aber seit den 1970er Jahren kontinuierlich zurückgeht. Auf die Zunahme der Getreideerträge hatte die Reduktion des Düngereinsatzes aber kaum Auswirkungen: Obwohl im Jahr 2013 der Getreide-Ertrag 2,3 Mal so hoch war wie 1960, wurden um 15 % weniger Düngemittel verbraucht.

Positiven Einfluss auf Ressourcenschonung, Umweltwirkung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit hat das *Österreichische Programm für eine umweltgerechte Landwirtschaft* (ÖPUL) im Rahmen des Programms zur Entwicklung des Ländlichen Raums.

BIOMASSE ALS ENERGIE-LIEFERANT

Auch wenn es gelingt, hohe Biomasseerträge auf nachhaltige Art und Weise zu erwirtschaften, sind die agrar- und forstwirtschaftlich nutzbaren Flächen limitiert. Biomasse ist zwar erneuerbar, aber das Produktionspotential bleibt begrenzt. Das heißt, dass in vielen Fällen Entscheidungen getroffen werden müssen, wieviel und welche Biomasse für die direkte Erzeugung von Nahrungsmitteln, von Futtermitteln für Nutztiere oder für die energetische Nutzung angebaut werden soll. In Österreich besteht zur Regelung dieser möglichen Nutzungskonkurrenz die bereits erwähnte Prioritäten-Reihung „Teller-Trog-Tank“, sodass hier nur Getreideüberschüsse oder qualitativ minderes Getreide in die Versprütung gelangen. Durch die energetische Nutzung von erneuerbaren Energieträgern

sollen der Verbrauch an fossilen Energieträgern und somit die Treibhausgasemissionen, vor allem an CO₂, reduziert werden. Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der Europäischen Union (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009) sieht vor, dass der Anteil erneuerbarer Energieträger im Verkehrssektor (Diesel und Ethanol pflanzlichen Ursprungs, Biokraftstoffe, aber auch erneuerbarer elektrischer Strom oder Wasserstoff) bis 2020 auf 10 % gesteigert werden soll. Derzeit steht eine europäische Richtlinie kurz vor dem Abschluss, die vorsieht, dass Biokraftstoffe aus Getreide und Kulturpflanzen mit hohem Stärkegehalt, sowie aus Zucker- und Ölpflanzen bis zu 7 % auf das 10 % Ziel angerechnet werden können. Daneben soll ein stärkerer Fokus auf die Erforschung, Entwicklung und Produktion von sogenannten „*advanced biofuels*“ (z. B. aus biogenen Abfällen und Reststoffen) gelegt werden, die nicht direkt in Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Produktion stehen (European Parliament 2015). In Österreich lag der Beitrag der eingesetzten Biokraftstoffe 2013 bei rund 5,2 % (Biokraftstoffe und Elektrizität aus erneuerbaren Quellen im Verkehrssektor). Im Verkehrssektor wurden 2013 rund 7,4 % erneuerbare Energie eingesetzt. Um landwirtschaftliche Flächen bestmöglich zu nutzen und die Produktion von Nahrungsmitteln nicht zu gefährden, ist unter anderem die Effizienz der Produktion entscheidend. Diese kann nicht nur durch direkte Steigerung der Erträge, sondern auch durch umfassendere Nutzung von angebauten Pflanzen gesteigert werden. Hierbei kann die kaskadische Nutzung von Biomasse eine zentrale Rolle spielen. Die Kaskadennutzung sieht vor, dass Biomasse nicht ausschließlich einer Nutzung zugeführt werden kann, sondern dass sowohl verschiedene Teile derselben Pflanzen als auch dieselben Teile (nacheinander) stofflich und energetisch genutzt werden können⁵ (► Box, Seite 40).

⁵ Hinsichtlich des Rohstoffes Holz wird angemerkt, dass nicht das gesamte Holzaufkommen für eine kaskadische Nutzung geeignet ist. Rund 25 bis 30 Prozent der Holzermengung umfassen Holzsortimente, die nur energetisch verwendet werden können. Kriterien für die vorrangige energetische Nutzung sind beispielsweise bestimmte Baumarten, Baumteile oder Holzqualitäten.



FOSSILE ENERGIETRÄGER

Als fossile Energieträger werden in der Materialflussrechnung jene Mineralstoffe zusammengefasst, die über Millionen von Jahren unter bestimmten geologischen Bedingungen aus Biomasse entstanden sind und die hauptsächlich in ihrer Eigenschaft als Energieträger genutzt werden. Nur ca. 4 % der weltweit geförderten fossilen Energieträger wurden der nicht-energetischen Nutzung (z. B. der Herstellung von Kunststoffen, Schmier- und Düngemitteln, Chemikalien und Medikamenten) zugeführt. Nicht nur durch die Entstehungsgeschichte der fossilen Energieträger besteht eine enge Verknüpfung zwischen dieser Materialkategorie und dem Schwerpunkt dieses Berichts zu nachwachsenden Rohstoffen (► Box, Seite 36).

In Österreich wurden 2012 nahezu 28 Millionen Tonnen fossiler Energieträger genutzt. Seit 1960 ist der jährliche Verbrauch an fossilen Energieträgern um 12 Millionen Tonnen und von 2 auf 3,3 Tonnen pro Kopf angestiegen. Wie in Abbildung 19 (► siehe unten) ersichtlich, wird in Österreich vor allem Erdöl und Erdgas genutzt. Diese Subkategorie machte 2012 65 % des Verbrauchs in

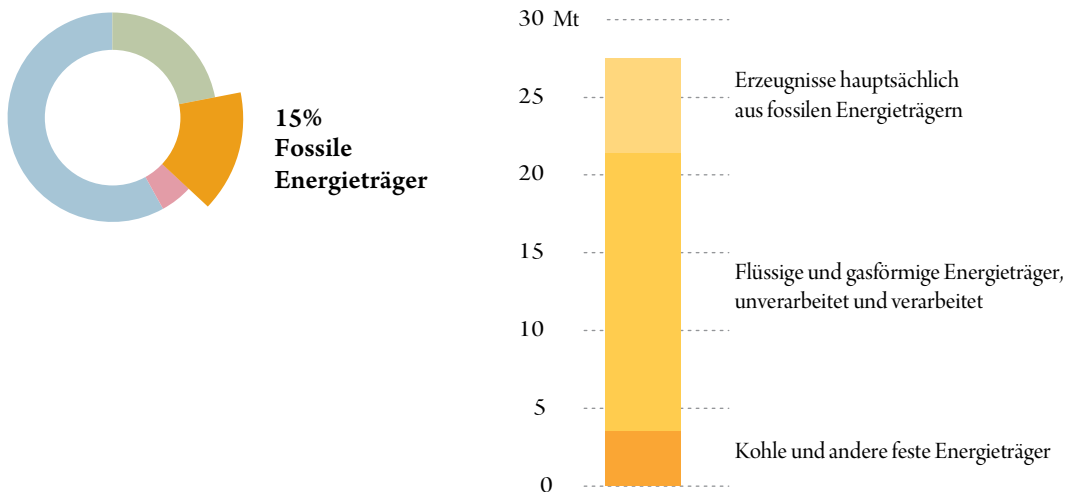
dieser Materialkategorie aus. Der Anteil von Kohle am Verbrauch fossiler Energieträger geht kontinuierlich zurück und lag 2012 bei 13 %. Dieser Rückgang in der Bedeutung von Kohle gegenüber der steigenden Bedeutung von Erdöl und Erdgas ist ein klassisches Element der „Energie-Transition“ in industrialisierten Ländern. Während zunächst (in Österreich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts) Kohle Biomasse als wichtigsten Energieträger ablöste, fand ab 1900 und vor allem nach dem zweiten Weltkrieg ein zweiter Teil dieser Transition statt und Kohle wurde sukzessive in ihrer Bedeutung von Erdöl und Erdgas ersetzt (Krausmann und Haberl 2007).

ÖSTERREICH IST AUF IMPORTE FOSSILER ENERGIETRÄGER ANGEWIESEN

Wie bereits in Kapitel *Ressourcenverbrauch in Österreich und in der Welt* (► Abbildung 9, Seite 27) dargestellt, ist in keiner anderen Materialkategorie die Importabhängigkeit so hoch wie bei den fossilen Energieträgern. Dieser strategisch unvorteilhafte Zustand und der hohe Beitrag

Abbildung 19: Österreichischer Verbrauch fossiler Energieträger im Jahr 2012 in Millionen Tonnen pro Jahr

Da kaum fossile Energieträger in Österreich entnommen werden, setzt sich der Verbrauch nahezu ausschließlich aus Netto-Importen zusammen.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

der Verbrennung fossiler Energieträger zum anthropogenen Klimawandel machen Substitution und Einsparungen zu wichtigen Themen im Bereich der fossilen Energieträger.

In Österreich bestehen kaum (noch) rentabel zu fördernde Quellen fossiler Energieträger. Aus geologischen Gründen verfügt Österreich über keine wirtschaftlich bedeutenden Steinkohlevorkommen. Der Braunkohlebergbau wurde im Jahr 2007 endgültig eingestellt. Erdöl und Erdgas werden seit dem Jahr 1934 gefördert, allerdings – verglichen mit dem Verbrauch – nur in sehr geringen Mengen. Die Inlandsentnahme fossiler Energieträger spielt nur eine untergeordnete Rolle in der Deckung des österreichischen Bedarfs: 2012 wurden insgesamt nur ca. 2 Millionen Tonnen fossile Energieträger in Österreich gefördert, davon war etwas mehr als die Hälfte Erdgas (ca. 60%) und der Rest hauptsächlich Erdöl (ca. 39%). Die geförderte Menge entspricht nur ca. 9% der 2012 verbrauchten Menge an fossilen Energieträgern (0,03% bei Kohle und anderen festen Energieträgern, 13% bei flüssigen und gasförmigen Energieträgern). Österreich ist daher stark von Importen fossiler Energieträger abhängig, um den heimischen Bedarf und den Bedarf der exportorientierten Industriezweige zu decken. 2012 beispielsweise mussten 30 Millionen Tonnen an fossilen Energieträgern importiert werden. Importiert wurden insbesondere Erdgas und Erdöl (zusammen 59%) und Erzeugnisse aus

fossilen Energieträgern, vor allem Plastik, organische Chemikalien und Koks (30%). Kohle machte nur 12% der Importe an fossilen Energieträgern aus. Während Österreich im Sinne einer nachhaltigen Energiewirtschaft den Einsatz von Kohle als Energielieferant (Kesselkohle) zu vermeiden sucht, ist Kohle in der Herstellung von Eisen im Hochofenprozess (Kokskohle) derzeit unersetzbar und wird unter anderem auch für diese Nutzung nach Österreich importiert.

Fossile Energieträger sind in Lagerstätten konzentriert. Das bedeutet, dass fossile Energieträger an bestimmten Orten in großen Mengen gefördert werden, um dann quer über den Globus zur Verwendung verteilt zu werden. Hinsichtlich der Lagerstätten zeigt sich, dass rund 71% der konventionellen Welterdölreserven und ca. 69% der Welterdgasreserven im Bereich der „Strategischen Ellipse“ liegen (► Abbildung 20, Seite 49), also vom Nahen Osten über den Kaspischen Raum bis in den Norden Russlands (BGR 2009). Die Bereitstellung von fossilen Energieträgern in Österreich kann nur gewährleistet werden, solange die exportierenden Länder weiterhin vor allem Erdöl und Erdgas für den Weltmarkt zur Verfügung stellen.

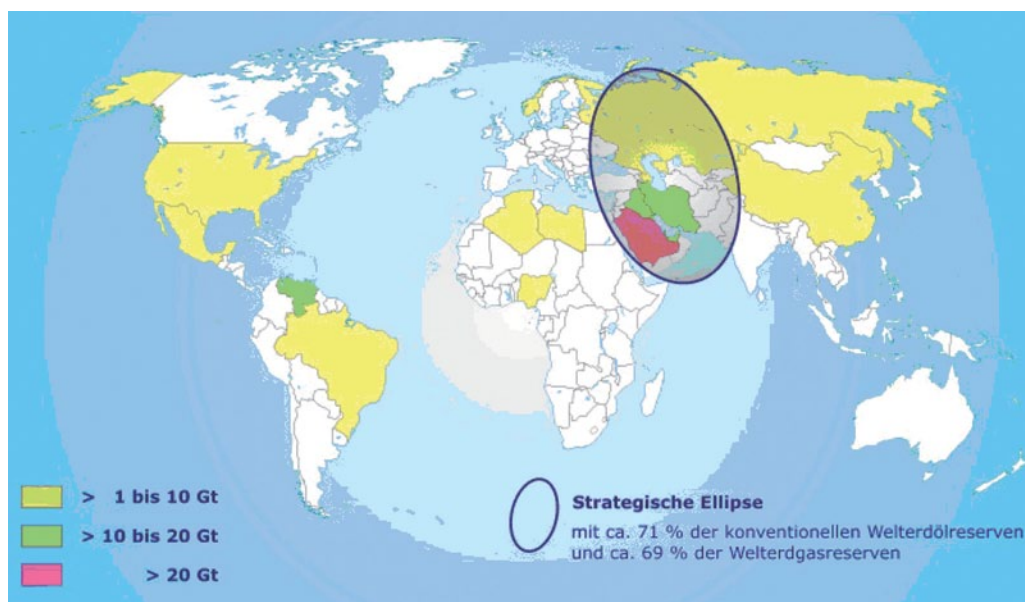
Obwohl Österreich für die Bereitstellung der fossilen Energieträger zur Deckung des inländischen Bedarfs von Importen abhängig ist, werden auch fossile Energieträger exportiert und zwar 2012 etwas weniger

KÖNNEN TREIBSTOFFE AUS BIOMASSE FOSSILE ENERGIETRÄGER ERSETZEN?

Unter den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union weist Österreich den 3. höchsten Anteil (30%) erneuerbarer Energien im Bruttoenergieverbrauch auf. Gleichzeitig ist der Energiekonsum insgesamt hoch und der CO₂-Ausstoß pro Kopf liegt über dem europäischen Durchschnitt. Der hohe Energiekonsum ist u. a. durch zwei Faktoren beeinflusst: energieintensive Industrie und dem Fehlen von risikobehafteter Kernenergie. In der Elektrizitätserzeugung deckt Österreich seit vielen Jahrzehnten einen großen Teil des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen, vor allem aus Wasserkraft, zunehmend aber auch aus Windkraft. Für Heizwärme und Transport, wo Energieträger mit hoher Energiedichte benötigt werden, werden Hoffnungen in Strom, aber teilweise auch in Biomasse gesetzt.

Global gesehen stammen über 75% des Primärenergieaufkommens (*total primary energy supply TPES*) aus fossilen und unter 20% aus erneuerbaren Quellen, an letzteren hat Brennholz den mengenmäßig größten Anteil. Schätzungen zufolge können 2050 zwischen 64 und 161 Exajoule (EJ), also zwischen $64 \cdot 10^{18}$ bis $161 \cdot 10^{18}$ Joule, an Primärenergie aus Biomasse zur Verfügung gestellt werden (Haberl et al. 2011) – nur ein kleiner Anteil an der Energie, die momentan aus fossilen Trägern genutzt wird. Kaskadennutzung (► Box, Seite 40) kann diesen Anteil verbessern.

Abbildung 20: Die „Strategische Ellipse“ in der Verteilung der Welterdölreserven und der Welterdgasreserven



Quelle der Darstellung: BGR 2009

als 5 Millionen Tonnen. Vor allem Erdöl, aber in einem sehr geringen Ausmaß auch Kohle werden als Rohstoffe nach Österreich importiert, im Land bearbeitet (raffiniert) und wiederum exportiert. Durch diesen Bearbeitungsschritt wird Wertschöpfung betrieben: Während der durchschnittliche Preis von Österreichs Kohle-Importen 2012 bei ca. 220 € pro Tonne (€/t) lag, lag der durchschnittliche Export-Preis in derselben Materialkategorie bei 313 €/t. Auch bei Erdöl und Erdgas ist ein leichter Unterschied gegeben: Während für Importe 2012 durchschnittlich 580 €/t ausgegeben wurden, wurden für Exporte durchschnittliche Preise von 620 €/t erzielt. Das Beispiel der fossilen Energieträger macht deutlich, dass materielle und monetäre Flüsse sich nicht direkt proportional verhalten müssen.

BEI DER VERBRENNUNG FOSSILER ENERGIETRÄGER ENTSTEHEN TREIBHAUSGASE

Doch nicht nur die Versorgungssicherheit, auch die mit der Nutzung verbundenen umweltschädlichen Auswirkungen von fossilen Energieträgern lassen bei Erdöl, -gas

und Kohle immer wieder Diskussionen um mögliche Substitute und Möglichkeiten zur Einsparung aufkommen. Bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern entsteht unter anderem CO₂. Dieses reichert sich in der Erdatmosphäre an und trägt gemeinsam mit anderen Treibhausgasen zur Erderwärmung und damit zum globalen Klimawandel bei. Internationale völkerrechtliche Verträge, wie die UN Klimarahmenkonvention (1992 verabschiedet) und das 1997 beschlossene Kyoto-Protokoll mit den darin formulierten Klimaschutzziele, versuchen dieser Entwicklung gegenzusteuern. Österreich setzt die international vereinbarten Ziele mittels der Klimastrategie 2002, der Anpassung der Klimastrategie 2007, dem Klimaschutzgesetz und dem Energieeffizienzgesetz (Nationalrat 2014) um. Zentrale Ansatzpunkte dabei sind die Reduktion des Energieverbrauchs, die Steigerung der Energieeffizienz und die Forcierung der Nutzung erneuerbarer Energieträger (► Box, Seite 48).

Um die mit dem Energieverbrauch einhergehenden Umweltauswirkungen einzudämmen, ist vor allem eine absolute Reduktion des Energieverbrauchs notwendig. Dazu müssen neben Maßnahmen zur Effizienzsteigerung vor allem Einsparungsmaßnahmen umgesetzt werden.



METALLE

In der Materialflussrechnung umfasst die Gruppe der Metalle sowohl hochwertige, verarbeitete Produkte aus Metallen als auch Konzentrate von Metallen und (in der Entnahme) Erze. Erze sind jene Mineralstoffe, aus denen mit wirtschaftlichem Nutzen Metall gewonnen werden kann. In der Materialflussrechnung werden Metalle in erster Linie in die mengenmäßig dominante Gruppe der Eisenerze und in die kleinere, aber nichtsdestotrotz sehr wichtige Gruppe der Nichteisenmetalle unterteilt.

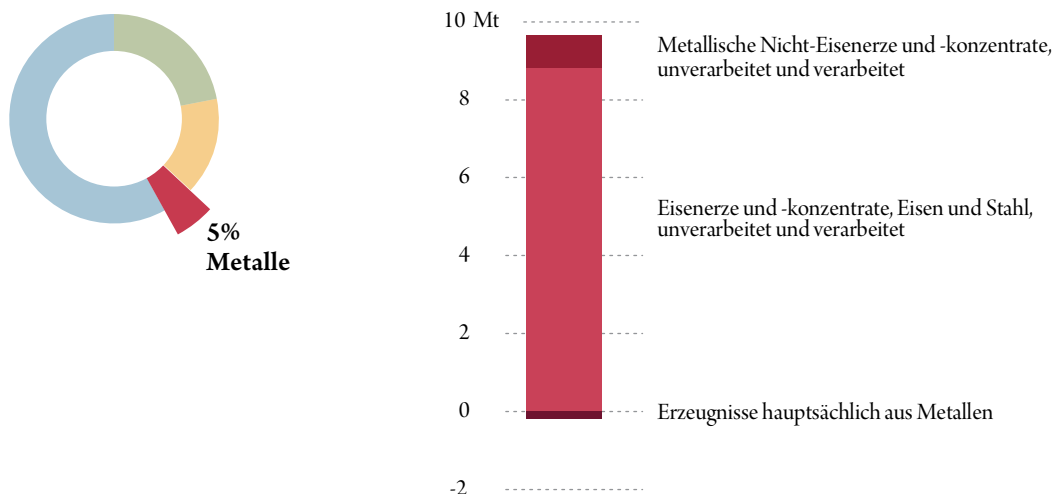
Beim Erzabbau fällt im ersten Produktionsschritt bei der Extraktion Taubgestein an, das nach dem Brechvorgang abgeschieden wird. Beim nächsten Produktionsschritt – der Aufbereitung und Veredlung – fällt wiederum Taubmaterial an (die sogenannte „Berge“), wenn aus dem Erz mit seinem jeweiligen Metallgehalt ein Konzentrat hergestellt wird. Der Metallgehalt im Erz variiert sowohl nach Lagerstätte als auch nach Metall. Der Metallgehalt kann z. B. bei Eisen bei über 60 % liegen, während er bei Gold oder Platin nur etwa 0,0005 % (5 Gramm Metall pro Tonne Erz) für eine wirtschaftlich rentable Gewinnung betragen kann.

TROTZ LAGERSTÄTTEN VON EISEN UND WOLFRAM IST ÖSTERREICH AUF METALLIMPORTE ANGEWIESEN

Österreich weist aus geologischen Gründen keine großen Metalllagerstätten auf. Mittlerweile wird das in Österreich konsumierte Metall größtenteils importiert. Die Metalllagerstätten, die es in Österreich jedoch gab und gibt, spielten und spielen in der Entwicklung des alpinen Raumes eine wichtige Rolle. Im Jahr 2012 wurden in Österreich insgesamt 2,5 Millionen Tonnen Erze entnommen. Über 80 % davon entfielen auf Eisenerze vom Steirischen Erzberg, den Rest machte nahezu ausschließlich Wolfram aus. Im internationalen Vergleich zählt Österreich zu den sieben wichtigsten Wolfram-Produzentenländern der Welt. Wolfram ist ein besonders schweres, robustes Metall – kein anderes Metall weist einen höheren Schmelzpunkt auf. Daher ist Wolfram vor allem als Stahlveredler für Anwendungen, in denen der Stahl hohen Temperaturschwankungen ausgesetzt sein kann, gefragt. Wegen seiner hohen Dichte wird Wolfram

Abbildung 21: Österreichischer Metallverbrauch im Jahr 2012 in Millionen Tonnen pro Jahr

In größeren Mengen wird in Österreich vor allem Eisen und Stahl verwendet. Andere Metalle sind zwar strategisch sehr wichtig, werden aber in viel kleineren Mengen genutzt.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

auch zu Beschwerungszwecken eingesetzt. Als Schwungmasse für die Vibration befindet sich Wolfram in nahezu jedem Smartphone.

Österreich verfügt also über Eisen und einen wichtigen Stahlveredler, der Großteil des Metallkonsums von nahezu 10 Millionen Tonnen im Jahr 2012 muss jedoch über Importe gedeckt werden. Die wichtige Rolle der metallverarbeitenden Wirtschaft im Land zeigen die Handelsflüsse. Österreich importierte 2012 nahezu 21 Millionen Tonnen Metalle (in etwa doppelt so viel, wie letztlich verbraucht und 10 Mal so viel wie inländisch entnommen wurde), vor allem Eisen und Stahl (86%), Aluminium (5%) und Produkte, die aus Metall bestanden (5%). In den österreichischen Metallexporten, die 2012 bei 14 Millionen Tonnen lagen, machten Eisen und Stahl, Aluminium und Metallprodukte ähnlich große Anteile aus.

ANTHROPOGENE LAGERSTÄTTEN VON METALLEN WERDEN IMMER WICHTIGER

Die in Österreich konsumierten Metalle werden größtenteils in gesellschaftliche Bestände, d. h. in langlebige Produkte wie Maschinen und Transportmittel, Gebäude und Infrastruktur, integriert. Metalle bilden in dieser Hinsicht einen Gegensatz zur Biomasse und zu den fossilen Energieträgern, die oftmals (aber nicht ausschließlich) im Jahr ihrer Entnahme auch bereits ihrer letzten Verwendung zugeführt werden (zur Unterscheidung von Flüssen und Beständen in der Materialflussrechnung: ► Box, siehe unten) Durch die Entnahme, Bearbeitung und Produktintegration von Metallen werden natürliche

Bestände von Metallen (in Lagerstätten) abgebaut und gesellschaftliche Bestände (sogenannte anthropogene Lagerstätten) aufgebaut. Mittlerweile könnten die anthropogenen Lagerstätten ähnlich groß oder möglicherweise größer als die natürlichen Lagerstätten sein (Gordon, Bertram und Graedel 2006). Da sich die natürlichen Lagerstätten nicht erneuern können und in vielen Lagerstätten bereits die höchsten Extraktionsraten überschritten wurden, werden gesellschaftliche Bestände in der Zukunft eine immer wichtigere Quelle für Metalle werden.

Metalle sind wichtige Grundstoffe der Industrialisierung. Nicht nur in Österreich, sondern auch in vielen anderen industrialisierten Ländern wird der Bedarf an Metallen schon seit Jahrzehnten vor allem über Importe gedeckt. Lagerstätten in industrialisierten Ländern sind, sofern vorhanden, oft schon in der Phase der Industrialisierung bis an den Rand der wirtschaftlichen Rentabilität genutzt worden. Nachdem global gesehen immer mehr Länder den Prozess der Industrialisierung vollziehen, stieg die Nachfrage nach Metallen vor allem im späten 20. und frühen 21. Jahrhundert stark an. Dadurch haben sich bereits empfindliche Versorgungsengpässe ergeben. Die Europäische Kommission hat in einer Studie (European Commission, DG Enterprise and Industry 2014) 20 Rohstoffe identifiziert, deren Versorgung für die Wirtschaft, insbesondere für Schlüsseltechnologien, als kritisch angesehen werden muss. Ein prominentes Beispiel darunter ist jenes der seltenen Erden. Diese sind eine Gruppe von 17 verschiedenen Elementen, die vor allem in Permanentmagneten und Speziallegierungen zum Einsatz in z. B. Windkraftanlagen, Autos, Plasma- und LCD-Bildschirmen oder Energiesparlampen verwendet werden.

FLÜSSE UND BESTÄNDE

Die Materialflussrechnung misst alle Flüsse, die zum Aufbau, zum Betrieb und zur Erhaltung der biophysischen Strukturen einer Gesellschaft, d. h. ihrer Bestände, erforderlich sind. Dabei ist ein Fluss immer mit einer bestimmten Zeitperiode verbunden: in der Materialflussrechnung meist mit einem Jahr. Daher werden die Flüsse auch in Tonnen pro Jahr als Einheit ausgewiesen. Bestände hingegen werden zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessen. In der Materialflussrechnung werden zu den Beständen per Definition die Artefakte der Bevölkerung eines sozio-ökonomischen Systems sowie die darin gehaltenen Nutztiere und auch die menschliche Bevölkerung gerechnet. Als Artefakte gelten analog zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) sämtliche Infrastruktur, Gebäude und Fahrzeuge. Im Unterschied zur VGR werden auch Maschinen und langlebige Konsumgüter als Bestände aufgefasst.

WELTMARKTPREISE VON METALLEN FLUKTUIEREN STARK

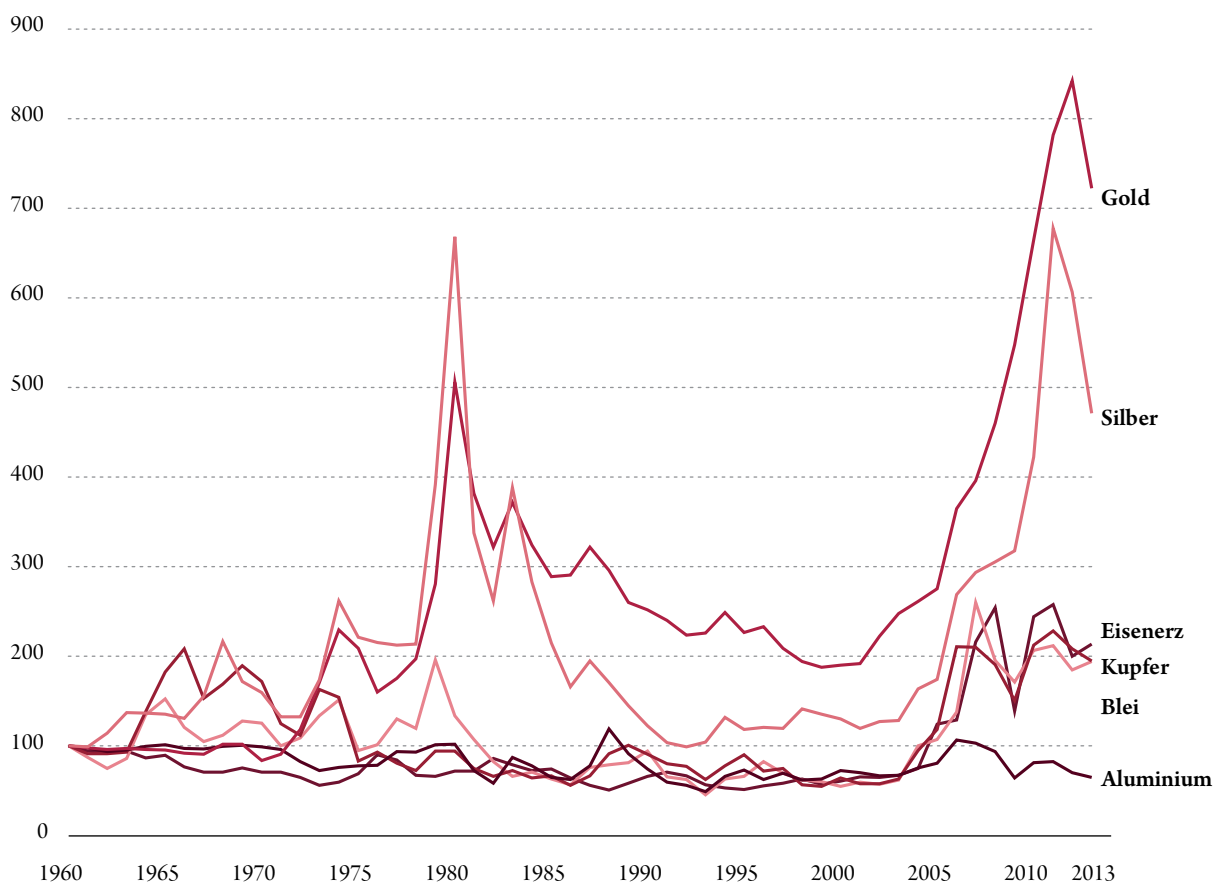
Bei nahezu allen Metallen dominieren einige wenige Länder den Weltmarkt von der Versorgenseite her. 2010 fand 76 % der globalen Metallextraktion in vier Ländern (Australien, China, Indien und Brasilien) statt. Das heißt, dass Veränderungen der Weltmarktpreise nahezu alle Länder sehr empfindlich treffen können. Abbildung 22 (► siehe unten) zeigt exemplarisch für eine Auswahl an Metallen, wie stark Weltmarktpreise fluktuieren können. Am deutlichsten ist dies für Gold und Silber, deren Preise zwischen 1960 und 1980 um einen Faktor von 5 bzw. nahezu 7 und zwischen 1960 und 2012 um einen Faktor 6 bzw. über 8 anstiegen. Aber auch die Preise von Eisenerz, Blei und Kupfer waren 2012 doppelt so hoch wie 1960. Einzig der Preis von Aluminium ging unter denen hier als Beispiele ausgewählten Metallen im beobachteten Zeitraum zurück und zwar auf 70 % seines Niveaus im Jahr 1960.

HÖHERE VERSORGUNGSSICHERHEIT DURCH VERBESSERUNG DER RESSOURCENEFFIZIENZ

Sollten natürliche Lagerstätten zurückgehen und die Nachfrage nach Metallen steigen, werden diese Materialien zukünftig in anthropogenen Lagerstätten abgebaut werden müssen, die daher häufig als „urban mines“, als städtische Bergwerke, bezeichnet werden. In Wien beispielsweise sind Schätzungen zufolge ca. 5 Tonnen Metall pro Kopf in gesellschaftlichen Beständen enthalten (RMA, BMLFUW und BMWFW 2011). Ein Fünftel davon würde ausreichen, um den durchschnittlichen Jahresbedarf an Metallen der Einwohnerinnen und Einwohner der Stadt Wien zu decken. In Zukunft wird also Recycling von Metallen zur Notwendigkeit werden. Momentan erfordert dieses jedoch in vielen Bereichen noch sehr hohen Arbeits- und Energieeinsatz, da in den gesellschaftlichen Beständen oft eine Vielzahl an Metallen

Abbildung 22: Indexierte, deflationierte Weltmarktpreise (1960=100) für ausgewählte Metalle zwischen 1960 und 2013

Sehr starke Preisanstiege sind für Gold und Silber zu verzeichnen, aber auch der Preis von Eisenerz, Blei und Kupfer verdoppelte sich.



Quelle der Daten: World Bank 2014

3. DER MATERIALVERBRAUCH IM DETAIL

miteinander bzw. auch mit anderen Materialien verbunden ist. Beispielsweise sind in einem Computer 32 verschiedene Metalle, in einem Mobiltelefon sogar 45 Metalle enthalten (Weber 2010). Während die Recyclingrate von Eisen und Stahl derzeit bei ca. einem Drittel der aus gesellschaftlichen Beständen entfernten Metalle liegt, werden jene Metalle, die in kleineren Mengen verwendet werden, bislang kaum recycelt. Damit sich das ändern

kann, müssen nicht nur entsprechende (energiesparende) Technologien zur Trennung von Metallen entwickelt werden, sondern Produkte, Gebäude und Infrastruktur müssen bereits in der Planungsphase auf Ressourceneffizienzaspekte sowie Recycling, Weiter- und Wiederverwendung sowie Reparatur angelegt sein, beispielsweise durch modulare Bauweisen.



NICHT-METALLISCHE MINERALSTOFFE

Nicht-metallische Baurohstoffe und Industriemineralstoffen werden in der Materialflussrechnung als nicht-metallische Mineralstoffe zusammengefasst. Baurohstoffe werden in allen Ländern in großen Mengen genutzt und umfassen vor allem Sand, Kies und Schotter, die z. B. im Bau von Transportinfrastruktur oder in der Herstellung von Beton benötigt werden. Industriemineralstoffe hingegen werden außerhalb des Bausektors eingesetzt. Zu den Industriemineralstoffen gehören z. B. die häufig als Düngemittel eingesetzten Phosphate, aber auch industriell genutztes Salz oder Speisesalz, Diamanten und industriell genutzter Sand. Baurohstoffe und Industriemineralstoffe lassen sich jedoch nicht immer klar voneinander abgrenzen, denn einige Rohstoffe werden sowohl für Bauzwecke als auch in der industriellen Produktion verwendet. Kalkstein beispielsweise spielt als Baurohstoff in der Zementproduktion eine wichtige Rolle, wird aber auch als Füllstoff bei bestimmten industriellen Prozessen (z. B. in der Papierherstellung) und in der Landwirtschaft als Dünger eingesetzt.

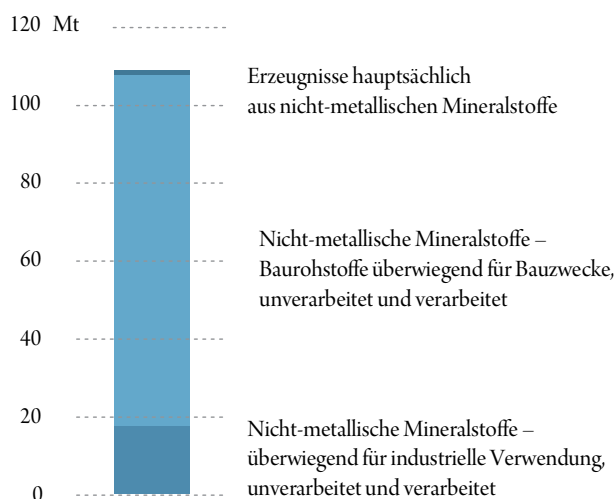
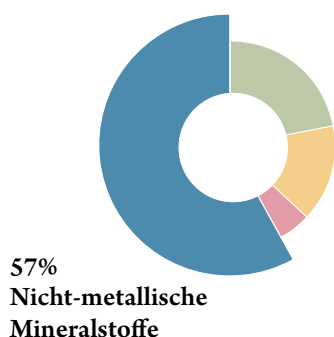
In Österreich wurden 2012 ca. 107 Millionen Tonnen nicht-metallische Mineralstoffe verbraucht – das entsprach 57 % des gesamten Inlandsmaterialverbrauchs. Den mit 90 Millionen Tonnen (84 %) größten Anteil daran machten Baurohstoffe aus, gefolgt von Industriemineralstoffen (17 Millionen Tonnen, 16 %). Importierte Erzeugnisse aus nicht-metallischen Mineralstoffen fielen kaum ins Gewicht und scheinen daher in Abbildung 23 (► siehe unten) nicht auf.

BAUROHSTOFFE WERDEN VOR ALLEM IN GESELLSCHAFTLICHE BESTÄNDE INTEGRIERT

Von 1960 bis 2007 stieg der Verbrauch an Baurohstoffen in Österreich von 50 auf 110 Millionen Tonnen an und hat sich somit mehr als verdoppelt. Baurohstoffe werden einerseits in Phasen von zunehmender Industrialisierung und andererseits in industrialisierten Ländern zum Erhalt der bestehenden Infrastruktur benötigt. Die Bestände

Abbildung 23: Österreichischer Verbrauch an nicht-metallischen Mineralstoffen im Jahr 2012 in Millionen Tonnen pro Jahr

Nicht-metallische Mineralstoffe machten 2012 57 % des österreichischen Materialverbrauchs aus und wurden zu 84 % für Bauzwecke genutzt.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

gebauter Infrastruktur betragen in Industrieländern mehrere hundert Tonnen pro Kopf; eine Abschätzung für Österreich für das Jahr 2006 berechnete rund 260 t/Kopf (Daxbeck et al. 2009). Weiterer Ressourcenaufwand ist notwendig, um diese Bestände zu erhalten bzw. zu erneuern. Zusätzlich werden nach wie vor neue Bestände aufgebaut. In Österreich fand ein besonders starker Anstieg in der Nutzung von Baurohstoffen zwischen den späten 1960ern und 1970ern statt, als mit dem Ausbau des Straßen- und Schienennetzes sowie im Bau von Staudämmen und Abwassersystemen große Infrastrukturinvestitionen getätigt wurden. Mit der globalen Finanzkrise 2007/2008 jedoch ging der Verbrauch von Baurohstoffen deutlich zurück und zwar auf ca. 90 Millionen Tonnen. Diese Entwicklung verdeutlicht, wie stark die Nutzung von Baurohstoffen mit der wirtschaftlichen Situation verbunden ist.

Zwar konkurriert die Entnahme von Baurohstoffen mitunter mit anderen Landnutzungsformen (in Österreich vor allem mit Siedlungsflächen, Land- und Forstwirtschaft), grundsätzlich jedoch sind Baurohstoffe in den meisten europäischen Ländern in ausreichendem Maße abbaubar. Eine vertiefende Diskussion dazu findet sich im Bericht 2011 *Ressourcennutzung in Österreich* (BMLFUW und BMWFJ 2011). Der internationale Transport von Baurohstoffen lohnt sich häufig auf Grund der niedrigen Preise und der hohen benötigten Mengen nicht. Österreich importierte 2012 nur 3 % (ca. 3 Millionen Tonnen) seines gesamten Verbrauchs an Baurohstoffen. 89 Millionen Tonnen an Baurohstoffen hingegen wurden inländisch entnommen, darunter vor allem Sand und Kies, aber auch Kalkstein und Gips.

Stärker gehandelt werden hingegen Industriemineralstoffe, die in geringeren Mengen benötigt werden und höhere Preise erzielen. Österreich importierte 2012 ca. 6 Millionen Tonnen Industriemineralstoffe, vor allem Düngemittel. Letztere bilden auch die wichtigste Exportkategorie unter den Industriemineralstoffen. Dabei werden einerseits Düngeminerale, wie z. B. Phosphate, die in Österreich nicht entnommen werden können, importiert und andererseits aus importierten und/oder heimisch entnommenen Mineralstoffen hergestellte Marktdünger

exportiert. Inländisch entnommen wurden 17 Millionen Tonnen Industriemineralstoffe, vor allem basaltische Gesteine, Kalkstein und Dolomit.

NICHT-METALLISCHE MINERALSTOFFE DOMINIEREN DEN MATERIALVERBRAUCH

In den meisten industrialisierten Ländern machen nicht-metallische Mineralstoffe (und vor allem Baurohstoffe) einen großen Anteil am Inlandsmaterialverbrauch aus. In den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union sind es in der Regel 40–50 % des Inlandsmaterialverbrauchs. Durchschnittlich wurden in den EU-27 2012 etwas über 6 Tonnen pro Kopf an nicht-metallischen Mineralstoffen verbraucht. Trotz des Rückgangs seit 2007/2008 lag der Verbrauch in Österreich mit ca. 12 Tonnen pro Kopf doppelt so hoch wie der europäische Durchschnitt. Nur in Finnland, Rumänien und Estland lag der Verbrauch höher als in Österreich.

Dieser größten Kategorie im österreichischen Materialverbrauch war der Schwerpunkt des Berichts 2011 *Ressourcennutzung in Österreich* (BMLFUW und BMWFJ 2011) gewidmet. Das war nicht nur den großen Mengen im Verbrauch, sondern auch den damit direkt und indirekt verknüpften Umweltauswirkungen geschuldet (► Kapitel 2 *Ressourcenkonsum in Österreich und in der Welt*, Seite 20). Baurohstoffe werden in großen Mengen benötigt und verwendet. Sie sind daher vor allem bei Entnahme und Transport innerhalb Österreichs mit hohen Treibhausgas-Emissionen verbunden. Darüber hinaus ist auch der Verwendungszweck von Baurohstoffen stark mit der Nutzung fossiler Energieträger verbunden. Ob z. B. Baurohstoffe in der Wärmeisolation von Gebäuden eingesetzt werden, kann die benötigte Heizenergie beeinflussen. Die Gestaltung des Transportsystems – je nachdem, ob der Schwerpunkt auf Individualverkehr oder auf energieeffizientere Fortbewegungsformen gesetzt wird – beeinflusst maßgeblich die Nutzung vor allem von erdölbasierten Treibstoffen. Auch hier müssen die Querverbindungen der Materialkategorien untereinander berücksichtigt werden (► Box, Seite 36).



4

RESSOURCENVERBRAUCH UND WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG

4. RESSOURCENVERBRAUCH UND WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG

Die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes ist in der Regel eng mit dem Ressourcenverbrauch verknüpft, was jedoch nicht heißt, dass sich Indikatoren für beide Entwicklungen notwendigerweise proportional verhalten müssen. Die Frage danach, wie eng die wirtschaftliche Entwicklung und der Ressourcenverbrauch miteinander verbunden sind, ist im Sinne einer nachhaltigen Ressourcennutzung politisch gesehen von hoher Bedeutung. Wenn ökonomisches Wachstum nur bei gleichzeitigem Anstieg des Ressourcenverbrauchs möglich wäre, wäre aus Gründen des Umweltschutzes ein Rückgang des Wirtschaftswachstums notwendig. Wenn dieser Zusammenhang nicht gegeben ist, wäre mehr monetärer Wohlstand unter Einsatz von weniger Material und in Folge mit geringeren Umweltauswirkungen möglich. Strategien für eine nachhaltige Entwicklung bauen daher stark auf eine Entkopplung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum (European Commission 2005; Fischer-Kowalski und Swilling 2011). Prinzipiell ist die Verwendung des ökonomischen Wachstums bzw. des BIP als Maß für den Wohlstand einer Gesellschaft zu hinterfragen. Der zentralen Frage „Welches Wachstum ist nachhaltig?“ wird in Österreich im Rahmen der Initiative *Wachstum im Wandel* (► Box, Seite 61) nachgegangen.

In der Materialflussrechnung wird der Indikator der Materialeffizienz (bzw. oft auch Ressourceneffizienz) bestimmt, um das Verhältnis von ökonomischer Brutto-Produktion (gemessen als Bruttoinlandsprodukt – BIP) zu Ressourcenverbrauch (gemessen als Inlandsmaterialverbrauch DMC) darzustellen. Der Ressourceneffizienz-Indikator gibt an, in welchem Wert Waren und Dienstleistungen pro Einheit Ressourcenverbrauch produziert werden können. Wenn ein Land doppelt so ressourceneffizient ist, wie ein anderes, heißt dies, dass unter Einsatz der Hälfte des Materials genauso viel BIP erwirtschaftet werden kann. Um tatsächliche Entwicklungen in der Ressourceneffizienz abbilden zu können, wurde sie für diesen Bericht auf Grundlage des deflationierten BIPs in sogenannten real verketteten Volumina mit Basis 2005⁶ berechnet.

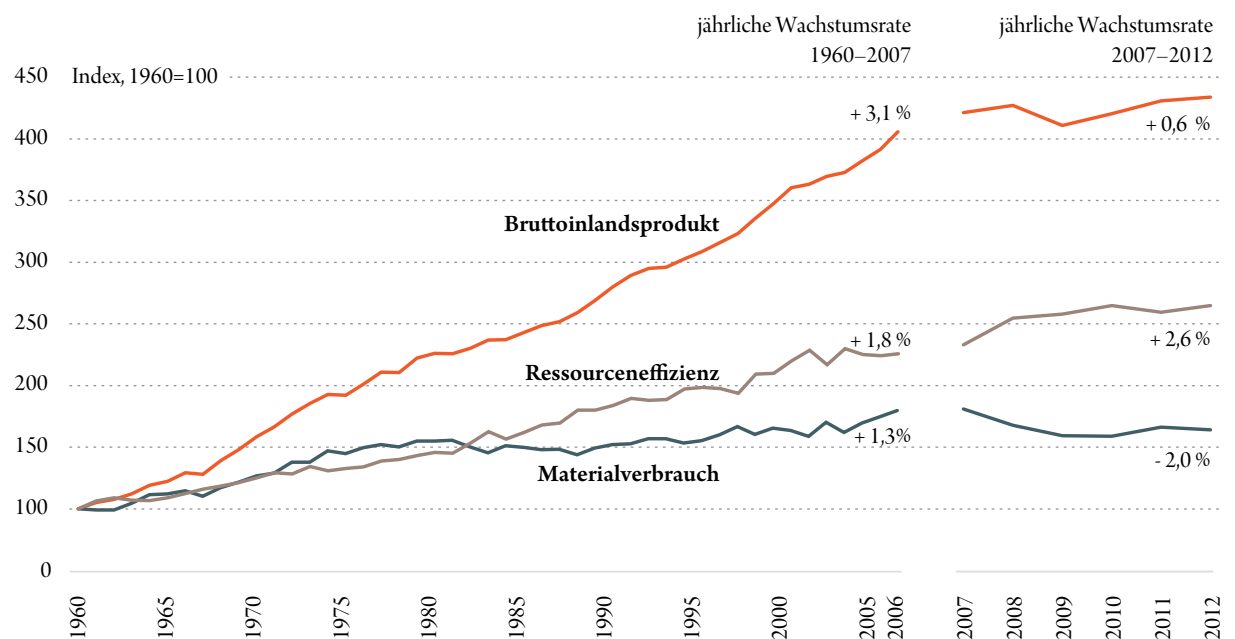
STEIGENDE RESSOURCENEFFIZIENZ IN ÖSTERREICH

In Österreich stieg die Ressourceneffizienz zwischen 1960 und der Finanzkrise von 2007/2008 nahezu kontinuierlich an (► Abbildung 24, siehe unten). Während 1960 mit einer Tonne Materialverbrauch 550 € BIP erwirtschaftet

6 Durch die Verkettung (in diesem Fall mit Basis 2005) werden die jährlichen BIP-Volumina in eine vergleichbare Zeitreihe transformiert.

Abbildung 24: Indexierte Darstellung der Entwicklung des österreichischen Bruttoinlandsprodukts (BIP), Inlandsmaterialverbrauchs (DMC) und der Ressourceneffizienz zwischen 1960 und 2012

Mit der Finanzkrise 2007/2008 findet eine Abkehr vom bisherigen Trend statt. BIP und DMC stagnieren bzw. gehen sogar leicht zurück.



Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

werden konnten, waren es 2008 mit 1.280 € bereits mehr als doppelt so viel. Um 2007 das gleiche BIP zu erreichen wie 1960, hätte Österreich also weniger als halb so viel Material verbraucht. Dies war natürlich nicht der Fall: Das BIP stieg zwischen 1960 und 2007 um über 200 Milliarden € (Faktor 4) an. Der Materialverbrauch stieg zwar auch an, aber um einen geringeren Faktor von 1,8 (bzw. um 92 Millionen Tonnen).

Wie in vielen anderen europäischen Ländern auch, ist in Österreich ab der Finanzkrise 2007/2008 ein Bruch mit den bis dahin geltenden Trends zu beobachten. Das BIP, das zwischen 1960 und 2007 jährlich um durchschnittlich 3,1 % gewachsen war, stagnierte zwischen 2007 und 2013 bei einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 0,6 %. Der DMC, der bis 2007 zwar weniger schnell als das BIP, aber doch um durchschnittliche 1,3 % im Jahr wuchs, ging bis 2012 jährlich um 2 % zurück. Da das BIP bis 2007 deutlich stärker anwuchs als der Ressourcenverbrauch, stieg die Ressourceneffizienz um durchschnittliche 1,8 % pro Jahr. Das entspricht in etwa der Entwicklung der Ressourceneffizienz in dem Szenario „Einfrieren des Ressourcenverbrauchs“, das für den Bericht 2011 *Ressourcennutzung in Österreich* berechnet wurde (BMLFUW und BMWFJ 2011): In diesem Szenario wurde gezeigt, dass bei durchschnittlichem jährlichem Anstieg der Ressourceneffizienz um 1,9 % auch ein Wirtschaftswachstum von 1,9 % pro Jahr möglich wäre, ohne dass der Ressourcenverbrauch ansteigen würde. Zwischen 2007 und 2012 wuchs das BIP zwar langsamer, aber gleichzeitig erfolgte eine absolute Dematerialisierung (der absolute Materialverbrauch wurde also reduziert), so dass die Ressourceneffizienz um durchschnittlich 2,6 % pro Jahr anstieg.

LUXEMBURGS RESSOURCENEFFIZIENZ IST 16-MAL SO HOCH WIE DIE BULGARIENS

Im Jahr 2012 konnte Österreich mit einer Tonne Materialverbrauch 1.454 € BIP generieren. Das liegt leicht unter der durchschnittlichen europäischen Ressourceneffizienz von 1.730 €/t im gleichen Jahr (► Abbildung 25, Seite 59). Ein viel höheres Maß an Ressourceneffizienz erreichten einerseits jene Länder, die trotz eines verhältnismäßig *niedrigen* Materialverbrauchs ein *hohes* BIP aufweisen (z. B. Vereinigtes Königreich, Niederlande) und Länder wie Luxemburg, die zwar einen *hohen* Materialverbrauch, und ebenfalls ein sehr *hohes* BIP haben. Sehr niedrige Ressourceneffizienz weisen in den EU-27 jene Länder auf, deren Materialverbrauch momentan (und auch über die Finanzkrise hinweg) stark wächst, die aber (noch) kein sehr hohes BIP aufweisen, wie z. B. Rumänien und Estland.

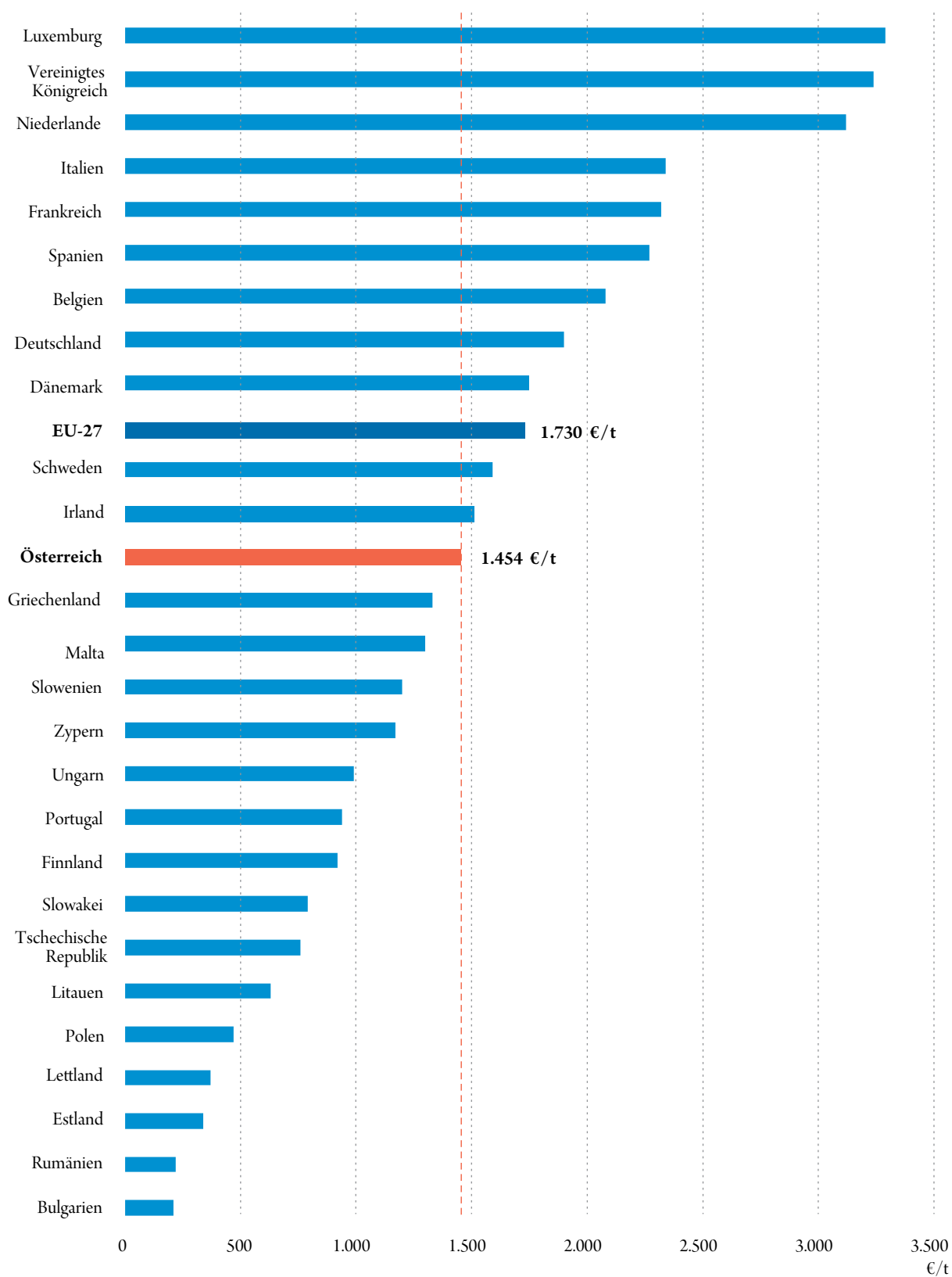
Die Ressourceneffizienz gibt Auskunft über das Verhältnis zwischen BIP und Ressourcenverbrauch, sie kann jedoch eine Reihe anderer Faktoren, die beide Indikatoren maßgeblich beeinflussen, nicht widerspiegeln. Wie im Kapitel *Natürliche Ressourcen – Basis unserer Gesellschaft* dargestellt, weisen z. B. Länder mit niedriger Bevölkerungsdichte und/oder extremen klimatischen Bedingungen häufig einen höheren Ressourcenverbrauch auf als dicht besiedelte Länder in gemäßigten Klimazonen. Die Länder mit der höchsten Ressourceneffizienz gehören auch zu den am dichtesten besiedelten Ländern Europas: Luxemburg belegt innerhalb der EU-27 hinsichtlich der Bevölkerungsdichte Platz 6, das Vereinigte Königreich Platz 4 und die Niederlande Platz 2. Finnland und die

KREISLAUFWIRTSCHAFT (CIRCULAR ECONOMY)

Unter dem Titel *Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa* hat die europäische Kommission 2014 eine Mitteilung herausgegeben (Europäische Kommission 2014), in der sie sich für die Entwicklung eines Rahmenprogramms zur Durchsetzung einer Kreislaufwirtschaft in Europa einsetzt. Im Unterschied zu einer „linearen“ Wirtschaft, die Ressourcen entnimmt, verwendet und entsorgt, wird mit der Idee der Kreislaufwirtschaft das Ziel verfolgt, genutzte Ressourcen solange wie möglich, in diesem Kreislauf zu behalten, und sie beispielsweise durch die Wiederaufbereitung zu Rohstoffen für Produktion und Konsum zu machen. Es gilt aber neben der stofflichen auch die energetische Nutzung zu forcieren: In vielen industriellen Prozessen entsteht Abwärme, die bislang kaum genutzt wird. Im Sinne einer nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung müsste auch dieser Kreis bestmöglich geschlossen werden.

Abbildung 25: Ressourceneffizienz in Österreich und den Ländern der EU-27 im Jahr 2012 in Euro pro Tonne

Österreich ist mit 1.454 €/t etwas weniger ressourceneffizient als der europäische Durchschnitt (1.730 €/t).



Quelle der Daten: Eurostat 2015c; Statistik Austria 2014a

baltischen Länder hingegen sind die am wenigsten dicht besiedelten Länder Europas. Industrialisierte bzw. sich in der Industrialisierung befindliche Länder haben außerdem einen recht hohen Grundbedarf an Material, unabhängig von dem wirtschaftlichen Wert, den sie in der aktuellen Phase erzielen. Dadurch haben unter den industrialisierten Ländern häufig jene Länder mit niedrigem BIP auch eine niedrige Ressourceneffizienz.

Eine hohe und/oder steigende Ressourceneffizienz stellt eine Möglichkeit für umweltschonenderes Wirtschaften dar, weil sie das Erreichen einer höheren Wirtschaftsleistung ohne einen entsprechenden Anstieg im Ressourcenverbrauch ermöglicht. Sie ist jedoch kein Garant für die tatsächliche Entlastung der Umwelt. Ein hohes Maß an Ressourceneffizienz kann auch von Ländern erreicht werden, die zwar einen sehr hohen (und weiterhin wachsenden) Ressourcenverbrauch aufweisen, deren BIP aber eben noch viel höher ist (und schneller wächst). Sobald das BIP schneller wächst als der Ressourcenverbrauch, verbessert sich die Ressourceneffizienz, auch wenn der Ressourcenverbrauch weiterhin ansteigt. Eine solche Entwicklung wird häufig auch als Entkopplung bei steigendem Ressourcenverbrauch oder als „relative“ Entkopplung bezeichnet. Im Kontrast dazu steht die Entkopplung bei sinkendem Ressourcenverbrauch, die sogenannte „absolute“ Entkopplung, bei der die Ressourceneffizienz und das BIP wachsen und der Ressourcenverbrauch gleichzeitig sinkt.

MASSNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER RESSOURCENEFFIZIENZ IN ÖSTERREICH

Die effiziente und nachhaltige Nutzung von Ressourcen ist eine Notwendigkeit, um Schritte in Richtung einer Nachhaltigen Entwicklung für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft zu setzen.

Die österreichische Bundesregierung setzt Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz insbesondere durch die *österreichischen Nachhaltigkeitsstrategien* (*NSTRAT*, *ÖSTRAT*), den *Ressourceneffizienz Aktionsplan* (*REAP*), die *Strategie für Forschung, Technologie und Innovation* (*FTI*), den *Aktionsplan für nachhaltige Beschaffung* (*NaBe*), die *Umweltförderung im Inland* (*UFI*), sowie durch die Initiative *RESET2020 – Ressourcen.Effizienz.Technologien* (► Box, siehe unten).

Das Erreichen von höherer Ressourceneffizienz ist ein wichtiger Indikator für ein ebenso wichtiges Ziel, aber kein politischer Selbstzweck, sondern muss in einem Gesamtkonzept von strukturellen Veränderungen tatsächlich zu einer Reduktion des Ressourcenverbrauchs führen. Dabei geht es auch ganz konkret darum, auf dem Weg zu höherer Ressourceneffizienz Maßnahmen zu entwickeln, die ein „gutes“ Leben mit effizienterem und geringerem Materialeinsatz und weniger Umweltbelastung ermöglichen.

RESET2020 – RESSOURCEN.EFFIZIENZ.TECHNOLOGIEN

In Österreich wurde durch das BMLFUW die Initiative *RESET2020* als Verbindung von Ressourceneffizienz im Bereich der Umwelttechnologien, nachhaltigen Produktion und des nachhaltigen Konsums im Jahr 2015 entwickelt. Die Initiative wird durch ein Maßnahmenprogramm in ihren Handlungsfeldern strategisch umgesetzt. Als Anknüpfungspunkt für Kooperationen, Vernetzung und Wissensaustausch mit Stakeholdern aus Wirtschaft, Verwaltung, Gesellschaft und Wissenschaft gibt die Initiative Übersicht über identifizierte Schlüsselthemen und Herausforderungen mit Potenzial zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Dabei stehen die schonende Nutzung und der optimierter Einsatz stofflicher Ressourcen unter dem Gesichtspunkt der Kreislaufwirtschaft und einer kaskadischen Nutzung im Zentrum der Initiative. Bestehende europäische und inländische Initiativen und Strategien, wie der *Ressourceneffizienz Aktionsplan* (*REAP*) werden durch *RESET2020 – Ressourcen.Effizienz.Technologien* umgesetzt und um künftige Bereiche aktualisiert.

Weiterführende Informationen: www.bmlfuw.gv.at

INITIATIVE WACHSTUM IM WANDEL

In Österreich wurde im Jahr 2008 die Initiative *Wachstum im Wandel* vom österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft ins Leben gerufen. Die Initiative wird von mehr als 20 Partnerorganisationen, darunter Ministerien, Landesregierungen, Interessensvertretungen, Unternehmen, Universitäten und zivilgesellschaftliche Organisationen, getragen.

In diesem Netzwerk werden Diskurse über zukunftsfähiges Wirtschaftswachstum geführt und das Thema eines anderen, ressourcenschonenden Wirtschaftens in Österreich etabliert. Was macht ein gutes Leben aus, ist es nur mit einer bestimmten Menge an Ressourceneinsatz möglich? Bedeutet mehr gleich besser? Wie sieht ein Wirtschaftssystem aus, das einen hohen Wohlstand mit möglichst geringem Ressourceneinsatz sicherstellt? Wachstum soll nicht das Ziel sein, sondern lediglich eine mögliche Konsequenz zukunftsfähigen Handelns. Es geht darum, den Übergang hin zu nachhaltigem Wirtschaften zu gestalten.

Die Veranstaltungen und Publikationen im Rahmen von Wachstum im Wandel finden sich auf der Website: www.wachstumimwandel.at

WACHSTUM MUSS SICH WANDELN

Das österreichische ökonomische Wachstum und das Wachstum im Materialverbrauch im 20. und 21. Jahrhundert hat unser heutiges hohes materielles Wohlstandsniveau ermöglicht. Diese Entwicklung hatte jedoch auch negative Auswirkungen wie den Verbrauch natürlicher Ressourcen bis an die Grenzen der natürlichen Verfügbarkeit und die Zerstörung von Ökosystemen. Auch konnten die Zugewinne an Lebensqualität, die durch das Wachstum ermöglicht wurden, weder in Österreich noch global gleichmäßig verteilt werden: Durch Wirtschaftswachstum an sich hat sich an der ungleichen Verteilung von Vermögen und Einkommen sowohl innerhalb der meisten Gesellschaften als auch zwischen den einzelnen Weltregionen wenig geändert. Viele internationale Untersuchungen zeigen, dass materieller Wohlstand (u. a. Ein-

kommen) für die persönliche Zufriedenheit eine wichtige Rolle spielt, dass diese Bedeutung jedoch ab einem gewissen Wohlstandsniveau nicht mehr steigt (Steinberger und Roberts 2010). Mehr Konsum macht dann nicht glücklicher. Dafür steigt die Bedeutung von einem guten sozialen Zusammenhalt, Gesundheit und einer intakten Umwelt, und diese Aspekte werden zu ebenso wichtigen Faktoren für Lebensqualität. Wie auch die österreichische Initiative *Wachstum im Wandel* (► Box, siehe oben) belegt, ist das Überdenken des Wachstumsbegriffes politische Realität geworden. Wachstum kann kein Selbstzweck sein, sondern muss hinsichtlich der damit verbundenen Schäden und Gewinne bewertet werden. Dieses Argument verwenden auch internationale Initiativen, die eine gesellschaftliche Entwicklung jenseits des Wachstumsgedankens (*beyond growth*) oder sogar ohne Wachstum (*degrowth* und *steady state economy*) fordern.



5

SZENARIEN FÜR
DIE ZUKUNFT

Auf Grundlage der Materialflussrechnung und ihrer Indikatoren, wie sie in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellt wurden, lässt sich viel über die Entwicklung des österreichischen Ressourcenverbrauchs bis heute aussagen. Da jedoch Umweltbelastungen der Vergangenheit nicht zurückgenommen werden können, kommt es vor allem darauf an, heute auf die Umweltbelastungen der Zukunft Einfluss zu nehmen. Um einen Eindruck davon zu gewinnen, wie die Zukunft Österreichs im Hinblick auf den Materialverbrauch aussehen könnte, wurden Szenarien des Materialverbrauchs bis 2030 und 2050 berechnet. Neben den Informationen über die Trends und die Zusammensetzung des österreichischen Materialverbrauchs bis 2012 wurden dabei auch die Entwicklungen der österreichischen Bevölkerung und des Bruttoinlandsprodukts berücksichtigt. Für die Bevölkerungsprognose wurde das Hauptszenario der Statistik Austria mit mittlerer Fertilität, Lebenserwartung und Zuwanderung verwendet. Laut diesem Szenario wird die österreichische Bevölkerung bis 2020 auf ca. 8,8 Millionen Menschen und bis 2050 auf 9,5 Millionen Menschen anwachsen. Für das BIP wurden zwei unterschiedliche Wachstumsraten angenommen: Im ersten Fall ein konstantes, mittleres BIP-Wachstum von 2 % pro Jahr und im zweiten Fall das BIP-Wachstum in Österreich seit der Finanzkrise 2007/2008 von 0,6 % pro Jahr.

Die Indikatoren, die die österreichische Wirtschaft und ihren Materialverbrauch im Jahr 2012 charakterisieren, sind in ► Tabelle 4 (siehe unten) dargestellt. Die hier ebenfalls dargestellten Wachstumsraten dienen zum Vergleich mit denen im Folgenden vorgestellten Szenarien.

**MIT MEHR EFFIZIENZ
WENIGER VERBRAUCHEN**

Insgesamt wurden sieben verschiedene Szenarien gerechnet (► Tabelle 5, Seite 64):

- **1 Trendfortschreibungsszenario**, in dem sich der Materialverbrauch in den nächsten 40 Jahren (2010–2050) so weiterentwickelt, wie in den letzten 40 Jahren (1970–2010)
- **1 Stabilisierungsszenario**, in dem der DMC bis 2050 auf dem Niveau von 2012 gehalten werden kann
- **5 Ressourceneffizienz-Szenarien**, die auf Annahmen zur Entwicklung von Ressourceneffizienz und BIP beruhen.

Die Trendfortschreibung und zwei Varianten der Ressourceneffizienzsteigerung (EFF-EU und EFF2+) bewirken ein Ansteigen des DMC bis 2050. Eine deutliche Reduktion des Materialverbrauchs wird hingegen durch eine (sehr) starke Steigerung der Ressourceneffizienz in den Szenarien EFF3+ und EFF7+ oder durch ein geringes Ansteigen der Ressourceneffizienz bei gleichzeitiger Stagnation des BIP (EFF2~) erreicht.

Tabelle 4: Inlandsmaterialverbrauch (DMC), Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Ressourceneffizienz (RE) 2012 sowie Wachstum dieser Indikatoren zwischen 1960 und 2012 absolut und in jährlichen Durchschnittsraten

DMC 2012		BIP 2012		RE	Wachstum 1960–2012					
Mt	t/cap	Mrd. €	€/cap	€/t	DMC ges.	DMC jährlich	BIP ges.	BIP jährlich	RE gesamt	RE jährlich
187	22,2	272	32.226	1.454	64 %	1 %	334 %	2,9 %	165 %	1,9 %

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

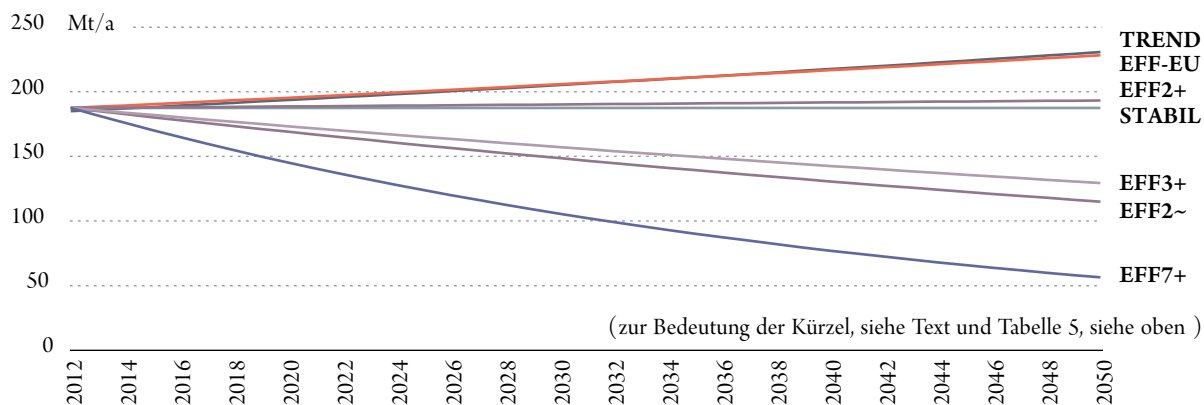
Tabelle 5: Übersicht über Szenarien des Materialverbrauchs (DMC) bis 2030 und 2050

Den ersten zwei Szenarien (TREND, STABIL) liegt lediglich eine Annahme zur DMC-Entwicklung und keine Annahme zur BIP-Entwicklung zugrunde.

	DMC		Wachstum bis 2050			jährliches Wachstum (Ø)		
	2030	2050	DMC	BIP	Effizienz	DMC	BIP	Effizienz
1	TRENDFORTSCHREIBUNG (TREND): durchschnittliche jährliche Wachstumsraten des DMC zwischen 1970 und 2010 nach Materialkategorien werden auf den Zeitraum 2010 bis 2050 angelegt							
	204 Mt/a 22,2 t/cap	230 Mt/a 24,1 t/cap	26 %	---	---	0,6 %	---	---
2	STABILISIERUNG (STABIL): DMC bleibt bis 2050 auf dem Niveau von 2012							
	187 Mt/a 20,3 t/cap	187 Mt/a 19,5 t/cap	0 %	---	---	0 %	---	---
3	ERREICHEN DES EU-EFFIZIENZ-ZIELS (EEF-EU): Ressourceneffizienz steigt bis 2030 um 30% und folgt diesem Trend bis 2050							
	205 Mt/a 22,3 t/cap	227 Mt/a 23,8 t/cap	22 %	112 %	74 %	0,5 %	2 %	1,5 %
4	RESSOURCENEFFIZIENZ x2, HOHES BIP (EFF2+): Ressourceneffizienz wird bis 2050 annähernd verdoppelt, das BIP wächst um 2 % pro Jahr							
	189 Mt/a 20,6 t/cap	192 Mt/a 20,2 t/cap	3 %	112 %	106 %	0,1 %	2 %	1,9 %
5	RESSOURCENEFFIZIENZ x2, STABILES BIP (EFF2~): Ressourceneffizienz wird bis 2050 annähernd verdoppelt, das BIP wächst um 0,6% pro Jahr							
	147 Mt/a 16,1 t/cap	114 Mt/a 11,9 t/cap	-39 %	26 %	106 %	-1,3 %	0,6 %	1,9 %
6	RESSOURCENEFFIZIENZ x3, HOHES BIP (EFF3+): Ressourceneffizienz wird bis 2050 annähernd verdreifacht, das BIP wächst um 2 % pro Jahr							
	156 Mt/a 17 t/cap	128 Mt/a 13,4 t/cap	-31 %	112 %	209 %	-1 %	2 %	3, %
7	RESSOURCENEFFIZIENZ x7, HOHES BIP (EFF7+): Ressourceneffizienz steigt um Faktor 7, das BIP wächst um 2 % pro Jahr							
	104 Mt/a 11,4 t/cap	55 Mt/a 5,8 t/cap	-71 %	112 %	620 %	-3,2 %	2, %	5,3 %

Quelle der Daten: eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria 2014a und Eurostat 2015c

Abbildung 26: Übersicht über die Entwicklung des Materialverbrauchs in Millionen Tonnen pro Jahr bis 2050 in sieben Szenarien



Quelle der Daten: eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria 2014a und Eurostat 2015c

1 – TRENDFORTSCHREIBUNG (TREND)

durchschnittliche jährliche Wachstumsraten des DMC zwischen 1970 und 2010 nach Materialkategorien werden auf den Zeitraum 2010 bis 2050 angelegt

Ressourcenverbrauch in Österreich			Wachstum bis 2050		
im Jahr 2030	204 Mt/a	22,2 t/cap	DMC	gesamt 26%	Ø p. a. 0,6%
im Jahr 2050	230 Mt/a	24,1 t/cap	BIP	---	---
			Effizienz	---	---

Die einfache Trendfortschreibung zeigt, wie sich der Materialverbrauch von 2010 bis 2050 entwickeln würde, wenn die Trends der Vergangenheit, also von 1970 bis 2010, unverändert fortgesetzt werden würden. Das Trend-szenario kann als Vergleichswert für die anderen Szenarien herangezogen werden, um zu sehen, wie sich der Materialverbrauch unter geänderten Bedingungen entwickeln könnte. In den 40 Jahren bis 2010 wuchs der Biomassekonsum jährlich um 0,16 %, der Konsum fossiler Energieträger um 0,71 %, der Metallkonsum um 0,91 % und der Konsum nicht-metallischer Mineralstoffe um 0,68 %. Diese Wachstumsraten wurden auf der Ebene der Materialkategorien ab 2010 angelegt, um zu einer Hochrechnung des Materialverbrauchs bis 2050 zu gelangen. Gemäß diesem

Szenario würden in Österreich 2050 230 Millionen Tonnen Material verbraucht werden, das entspricht sowohl absolut als auch im Verhältnis zur Bevölkerung mit etwas über 24 Tonnen pro Kopf einem deutlichen Anstieg gegenüber 2010. Durch diese Trendfortschreibung würde sich auch in der Zusammensetzung des Konsums nach Materialkategorien wenig ändern: nicht-metallische Mineralstoffe würden mit 61 % den größten Anteil ausmachen, gefolgt von Biomasse (19 %), fossilen Energieträgern (15 %) und Metallen (6 %) (► Abbildung 27, Seite 66). Das hohe Maß an Materialverbrauch, das durch eine Trendfortschreibung erreicht werden würde, wäre weder für Österreich noch global gesehen nachhaltig.

2 – STABILISIERUNG DES DMC (STABIL)

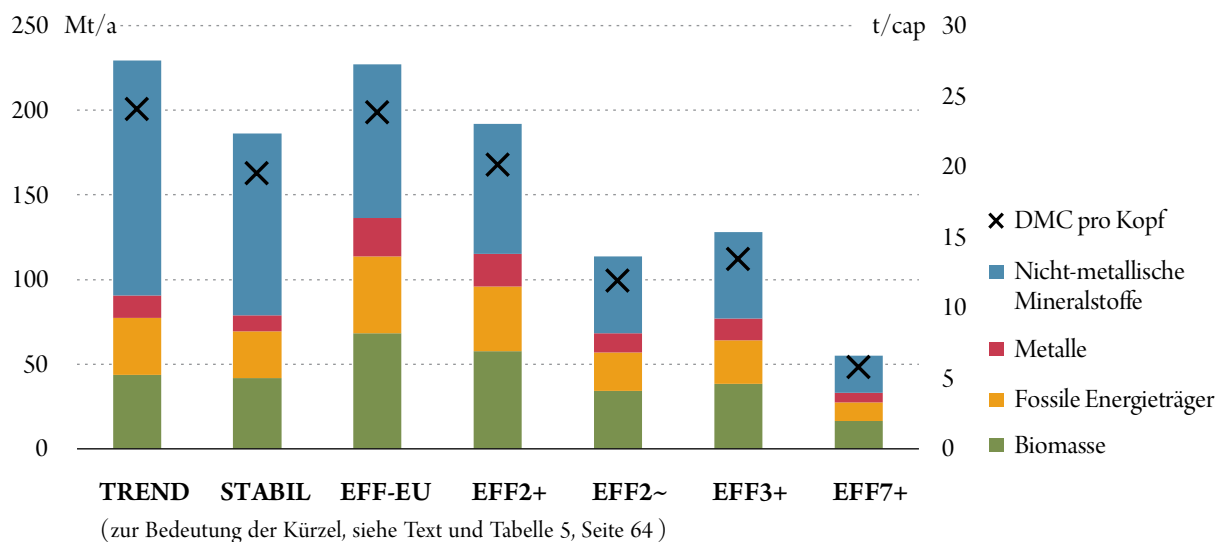
DMC bleibt bis 2050 auf dem Niveau von 2012

Ressourcenverbrauch in Österreich			Wachstum bis 2050		
im Jahr 2030	187 Mt/a	20,3 t/cap	DMC	gesamt 0%	Ø p. a. 0%
im Jahr 2050	187 Mt/a	19,5 t/cap	BIP	---	---
			Effizienz	---	---

Dem Stabilisierungsszenario liegt die Annahme zu Grunde, dass der DMC bis 2050 auf dem Niveau von 2012 gehalten werden kann. D.h. im Jahr 2050 würden, wie auch schon 2012, ca. 187 Millionen Tonnen Material verbraucht werden. Da die österreichische Bevölkerung, im Gegensatz zum Materialverbrauch, gemäß dem Hauptszenario der Statistik Austria weiter wachsen würde, läge der Materialverbrauch pro Kopf 2050 bei 19,5 Tonnen und damit etwas unter dem derzeitigen Niveau. Die Anteile der Materialkategorien am DMC würden ebenfalls so bleiben, wie sie 2012 waren (► Abbildung 27, Seite 66).

Da der Materialverbrauch in Österreich schon jetzt nicht nachhaltig ist, kann auch dieses Szenario nicht als tatsächlich nachhaltig bezeichnet werden. Vor allem im globalen Kontext betrachtet erfüllt es eindeutig nicht die Kriterien einer nachhaltigen Ressourcennutzung: wenn die gesamte Weltbevölkerung bis 2050 auf 9 Milliarden Menschen anwächst und dieses Niveau des Materialverbrauchs auf alle Menschen der Welt übertragen werden würde, würden global gesehen nahezu 180 Milliarden Tonnen Material pro Jahr konsumiert werden – das wäre mehr als doppelt so viel wie es momentan der Fall ist.

Abbildung 27: Ergebnisse der Szenarien für Materialverbrauch (DMC) im Jahr 2050 nach Materialkategorien und DMC pro Kopf



Quelle der Daten: Eurostat 2015c

VERBESSERUNGEN DER RESSOURCENEFFIZIENZ

Welchen Beitrag zu einer nachhaltigeren Zukunft können Verbesserungen in der Ressourceneffizienz leisten? Um diese Frage zu beantworten, wurden weitere fünf Szenarien berechnet, in denen Effizienzverbesserungen erreicht werden. In diesen Szenarien wird gezeigt, welche Kombinationen aus Effizienz und BIP notwendig und möglich

wären, wenn eine Reduktion des Materialverbrauchs erreicht werden soll. Für alle Effizienzszennarien wurde angenommen, dass sich der österreichische Materialverbrauch im Jahr 2050 aus 30 % Biomasse, 20 % fossilen Energieträgern, 10 % Metallen und 40 % nicht-metallischen Mineralstoffen zusammensetzt.

3 – EFF-EU

Ressourceneffizienz steigt bis 2030 um 30 %, das BIP wächst um 2 % pro Jahr

Ressourcenverbrauch in Österreich			Wachstum bis 2050		
				gesamt	Ø p. a.
im Jahr 2030	205 Mt/a	22,3 t/cap	DMC	22 %	0,5 %
im Jahr 2050	227 Mt/a	23,8 t/cap	BIP	112 %	2 %
			Effizienz	74 %	1,5 %

Auf europäischer Ebene besteht die Zielsetzung, die Ressourceneffizienz bis 2030 um 30 % zu steigern. Im **EFF-EU Szenario** wurde angenommen, dass dies gelingt und die dazu notwendige Verbesserung in der Ressourceneffizienz auch bis 2050 anhält. Damit die Ressourceneffizienz bis 2030 um 30 % ansteigen kann, müsste sie im jährlichen Durchschnitt um 1,5 % verbessert werden (► Tabelle 5, Seite 64). Das Ergebnis dieses Szenarios liegt nahe dem Trendfortschreibungsszenario (TREND,

► Abbildung 26, Seite 64). Mit 227 Millionen Tonnen bzw. 23,8 Tonnen pro Kopf läge der Materialverbrauch im Jahr 2050 etwas über dem jetzigen Niveau. Die Höhe dieses Ressourcenverbrauchs liegt deutlich über dem europäischen und vor allem dem globalen Durchschnitt. Eine Steigerung der Ressourceneffizienz um 30 % als alleinige Maßnahme reicht also nicht aus, um die Nachhaltigkeit in Österreich und global zu verbessern.

4 – EFF2+

Ressourceneffizienz wird bis 2050 annähernd verdoppelt, das BIP wächst um 2 % pro Jahr

Ressourcenverbrauch in Österreich			Wachstum bis 2050	gesamt	Ø p. a.
im Jahr 2030	189 Mt/a	20,6 t/cap	DMC	3 %	0,1 %
im Jahr 2050	192 Mt/a	20,2 t/cap	BIP	112 %	2 %
			Effizienz	106 %	1,9 %

Wenn Österreich seine Ressourceneffizienz bis 2050 ungefähr verdoppelt – und mit einer Tonne Material 3.000 € BIP erwirtschaften könnte – und das BIP gleichzeitig ein für Österreich momentan hohes Wachstum von 2 % im Jahr aufweist, würde der Materialverbrauch bis 2050 auf 192 Millionen Tonnen pro Jahr leicht ansteigen (**EFF2+ Szenario**). Da die Bevölkerung stärker wachsen würde,

würde der Konsum pro Kopf auf 20,2 Tonnen zurückgehen. Um diese Effizienzsteigerung zu erreichen, müsste die Ressourceneffizienz jährlich um 1,9 % verbessert werden. Das liegt bereits über der jährlichen Verbesserung im EFF-EU Szenario, wäre jedoch auf Grund des gleichbleibend hohen Materialverbrauchs nicht nachhaltig und auch nicht global umsetzbar.

5 – EFF2~

Ressourceneffizienz wird bis 2050 annähernd verdoppelt, das BIP wächst um 0,6 % pro Jahr

Ressourcenverbrauch in Österreich			Wachstum bis 2050	gesamt	Ø p. a.
im Jahr 2030	147 Mt/a	16,1 t/cap	DMC	-39 %	-1,3 %
im Jahr 2050	114 Mt/a	11,9 t/cap	BIP	26 %	0,6 %
			Effizienz	106 %	1,9 %

Eine stärkere Reduktion im Materialverbrauch wird bei einer Verdopplung der Ressourceneffizienz und relativ niedrigem BIP-Wachstum von 0,6 % pro Jahr möglich (**EFF2~ Szenario**). Dazu müsste, wie auch im EFF2+ Szenario, die Ressourceneffizienz im jährlichen Durchschnitt um 1,9 % verbessert werden. Das durchschnittliche BIP-Wachstum seit der Finanzkrise würde bis 2050 beibehalten werden. Dadurch könnte eine Reduktion des

Materialverbrauchs auf 114 Millionen Tonnen pro Jahr und 11,9 Tonne pro Kopf erreicht werden. Trotz hoher Einsparungen liegt damit der Materialverbrauch weiterhin über dem momentanen globalen Durchschnitt. Das mit diesem Szenario verbundene niedrige BIP-Wachstum würde in jedem Fall ein Umdenken in der momentan auf stärkeres Wachstum ausgerichteten Politik erfordern.

6 – EFF3+

Ressourceneffizienz wird bis 2050 annähernd verdreifacht, das BIP wächst um 2 % pro Jahr

Ressourcenverbrauch in Österreich			Wachstum bis 2050		
				gesamt	Ø p. a.
im Jahr 2030	156 Mt/a	17 t/cap	DMC	-31 %	-1 %
im Jahr 2050	128 Mt/a	13,4 t/cap	BIP	112 %	2 %
			Effizienz	209 %	3 %

Wenn ein BIP-Wachstum von 2 % im Jahr erreicht und trotzdem Material eingespart werden soll, muss die Ressourceneffizienz erheblich gesteigert werden. Wenn es gelänge, die Ressourceneffizienz bis 2050 zu verdreifachen (**EFF3+ Szenario**), d. h. jährlich um durchschnittliche 3 % zu steigern, könnte der Materialverbrauch bis 2050 auf 128 Millionen Tonnen pro Jahr und 13,4 Tonnen pro

Kopf reduziert werden. Damit läge Österreichs Ressourcenverbrauch im aktuellen europäischen Durchschnitt. Wenn dieser Ressourcenverbrauch pro Kopf jedoch global umgesetzt werden würde, wäre er mit einer erheblichen Steigerung der Materialentnahme und der damit verbundenen Umweltauswirkungen verbunden und kann daher nicht als nachhaltig bezeichnet werden.

7 – EFF7+

Ressourceneffizienz steigt bis 2050 um Faktor 7, das BIP wächst um 2 % pro Jahr

Ressourcenverbrauch in Österreich			Wachstum bis 2050		
				gesamt	Ø p. a.
im Jahr 2030	104 Mt/a	11,4 t/cap	DMC	-71 %	-3,2 %
im Jahr 2050	55 Mt/a	5,8 t/cap	BIP	112 %	2 %
			Effizienz	620 %	5,3 %

Erst ein Anstieg der Ressourceneffizienz um den Faktor 7 (und ein durchschnittliches jährliches Wachstum der Effizienz von über 5 %) würde einen sehr deutlichen Rückgang des Materialverbrauchs auf ca. 5,8 Tonnen pro Kopf bei gleichzeitig hohem BIP-Wachstum ermöglichen (**EFF7+ Szenario**). Dieses Szenario liegt im Rahmen der im österreichischen *Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP)* vorgeschlagenen Ziele.⁷ Wenn die Ressourceneffizienz gleichmäßig bis auf dieses Niveau angehoben werden soll, müsste sie gegenüber 2012 bis 2025 verdoppelt und bis 2040 vervierfacht werden. Dazu wäre nicht nur politische Priorisierung dieses Ziels, sondern auch starke Kooperation zwischen Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft notwendig. Die „große Beschleunigung“ in der Nutzung natürlicher Ressourcen durch den Menschen und dadurch auch in der Umwelt-

verschmutzung und dem Materialverbrauch fand vor allem seit 1950 statt (Steffen et al. 2015). Daher wird in den Nachhaltigkeitswissenschaften momentan diskutiert, das Niveau vor der Beschleunigung als Ziel für zukünftige Ressourcennutzung zu definieren. Als Ziel für den DMC würde dies 5 Tonnen pro Kopf und Jahr für alle Länder der Welt bedeuten. Für Österreich würde die Erreichung dieses Ziels bis 2050 mit einer Reduktion des Materialverbrauchs auf 48 Millionen Tonnen pro Jahr einhergehen. Also noch eine weitere Reduktion als im hier berechneten Szenario. Verbesserungen in der Nachhaltigkeit wären dadurch sowohl in Österreich als auch global zu erwarten. Ob ein 5-Tonnen-pro-Kopf-Ziel ein Garant für globale Nachhaltigkeit sein kann, lässt sich jedoch nicht abschließend behaupten.

⁷ Ziel des REAP ist eine Erhöhung der Ressourceneffizienz um mindestens 50 % bis zum Jahr bis 2020 im Vergleich zum Jahr 2008. Damit würde der absolute Ressourcenverbrauch um ca. 20 % sinken. Das EFF7+ Szenario würde (zum Basisjahr 2012) bis 2020 eine Reduktion des Ressourcenverbrauchs um 21 % und eine Steigerung der Ressourceneffizienz um 53 % erzielen. Langfristig (bis 2050) orientiert sich der REAP an einer Steigerung der Ressourceneffizienz um den Faktor 4 bis 10 festgelegt. Im EFF7+ Szenario steigt die Ressourceneffizienz bis 2050 um den Faktor 7.

LITERATUR

- BGR. 2009. *Energierohstoffe 2009 – Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit*. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- BMLFUW. 2014. *Wassernet.at: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch in österreichischen Haushalten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. <http://www.bmlfuw.gv.at/wasser>
- BMLFUW und BMWFJ, Hrsg. 2011. *Ressourcennutzung in Österreich – Bericht 2011*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend. http://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/nachhaltigkeit/ressourceneffizienz/ressourcennutzung_zahlen-und-fakten/Ressourcenbericht11.html (Zugegriffen: 25. April 2011)
- Bundesanstalt für Agrarwirtschaft. 2014. *Daten und Fakten: Agrar- und volkswirtschaftliche Daten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. <http://www.agraroekonomik.at/index.php?id=datenfakten> (Zugegriffen: 20. Februar 2015)
- Daxbeck, Hans, Heinz Buschmann, Stefan Neumayer und Bernd Brandt. 2009. *Methodology for mapping of physical stocks*. Overall mapping of physical flows and stocks of resources to forecast waste quantities in Europe and identify life-cycle environmental stakes of waste prevention and recycling. Wien: Ressourcen Management Agentur (RMA)
- Eisenmenger, Nina, Anke Schaffartzik, Fridolin Krausmann und Eva Milota. 2011. *Ressourcennutzung in Österreich – Bericht 2011*. Hg. von BMLFUW und BMWFJ. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend. http://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/nachhaltigkeit/ressourceneffizienz/ressourcennutzung_zahlen-und-fakten/Ressourcenbericht11.html (Zugegriffen: 25. April 2011)
- Eisenmenger, Nina, Anke Schaffartzik und Dominik Wiedenhofer. 2015. *Rohmaterialäquivalente (RME) des österreichischen Außenhandels (ÖRME6) – Methoden und Indikatoren. Forschungsprojekt im Auftrag des BMLFUW*. Wien: Institut für Soziale Ökologie, BMLFUW
- Europäische Kommission. 2010. *Europa 2020. Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum*. Brüssel: Europäische Kommission
- . 2011. *Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020*. Brüssel: Europäische Kommission
- Europäische Kommission. 2014. *Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa*. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. No. COM(2014) 398 final/2). Brüssel
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. 2009. *Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG*. 2009/28/EG. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:DE:PDF> (Zugegriffen: 23. April 2015)
- . 2011. *Verordnung (EU) Nr. 691/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2011 über europäische umweltökonomische Gesamtrechnungen*. EUR-Lex. Bd. 32011R0691 – DE. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2011.192.01.0001.01.DEU (Zugegriffen: 23. April 2015)
- European Commission. 2005. *Thematic Strategy on the sustainable use of natural resources. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. Brussels: European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52005DC0670>
- . 2008. *The Raw Materials Initiative. Meeting our critical needs for growth and jobs in Europe*. Brussels: European Commission
- . 2015. *The European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials. European Innovation Partnership on Raw Materials*. <https://ec.europa.eu/eip/raw-materials/en> (Zugegriffen: 24. April 2015)

- European Commission, DG Enterprise and Industry. 2014. *Report on critical raw materials for the EU: Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials*. Brussels: European Commission.
https://ec.europa.eu/eip/raw-materials/en/system/files/ged/79%20report-b_en.pdf (Zugegriffen: 21. April 2015)
- European Parliament. 2015. Environment committee backs compromise on cleaner biofuels. *News*, 14. April. <http://www.europarl.europa.eu/news/en/news-room/content/20150413IPR41649/html/Environment-committee-backs-compromise-on-cleaner-biofuels> (Zugegriffen: 24. April 2015)
- Eurostat. 2001. *Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators. A methodological guide*. Luxembourg: Eurostat.
- . 2013. *Economy-wide Material Flow Accounts (EW-MFA)*. Luxembourg: Eurostat.
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191533/2013-EW-MFA-Guide-10Sep2013.pdf>
 (Zugegriffen: 19. März 2015)
- . 2015a. *Material flow accounts in raw material equivalents - modelling estimates*. Material flows and resource productivity. Luxembourg: Eurostat. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_rme&lang=en
- . 2015b. *Material flow accounts*. Material flows and resource productivity. Luxembourg: Eurostat. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_mfa&lang=en
- . 2015c. *Resource productivity*. Material flows and resource productivity. Luxembourg: Eurostat. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_rp&lang=en
- FAO. 2006. *Livestock's long shadow – environmental issues and options*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
- . 2014. *FAOSTAT Database*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://faostat.fao.org> (Zugegriffen: 12. März 2014)
- Fischer-Kowalski, Marina und Helmut Haberl. 2007. *Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing
- Fischer-Kowalski, Marina, Fridolin Krausmann und Irene Pallua. 2014. A sociometabolic reading of the Anthropocene: Modes of subsistence, population size and human impact on Earth. *The Anthropocene Review* 1, Nr. 1 (21. Januar): 8–33. doi:10.1177/2053019613518033, (Zugegriffen: 17. März 2014)
- Fischer-Kowalski, Marina und Mark Swilling. 2011. *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*. United Nations Environment Programme
- Gordon, R. B., M. Bertram und T. E. Graedel. 2006. Metal stocks and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, Nr. 5 (31. Januar): 1209–1214. doi:10.1073/pnas.0509498103, (Zugegriffen: 16. April 2014)
- Haberl, Helmut, Karl-Heinz Erb, Fridolin Krausmann, Alberte Bondeau, Christian Lauk, Christoph Müller, Christoph Plutzer und Julia K. Steinberger. 2011. Global bioenergy potentials from agricultural land in 2050: Sensitivity to climate change, diets and yields. *Biomass and Bioenergy* 35, Nr. 12. Land use impacts of bioenergy. Selected papers from the IEA Bioenergy Task 38 Meetings in Helsinki, 2009 and Brussels, 2010 (Dezember): 4753–4769. doi:10.1016/j.biombioe.2011.04.035 (Zugegriffen: 28. Oktober 2014)
- Kalt, Gerald und Maria Amtmann. 2014. *Biogene Materialflüsse in Österreich: Derzeitiger Stand und Perspektiven für eine verstärkte stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in den Bereichen Biokunststoffe und Dämmstoffe*. Wien: Austrian Energy Agency (AEA)
- Kastner, Thomas, Maria Jose Ibarrola Rivas, Wolfgang Koch und Sanderine Nonhebel. 2012. Global changes in diets and the consequences for land requirements for food. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, Nr. 18 (1. Mai): 6868–6872. doi:10.1073/pnas.1117054109 (Zugegriffen: 4. Juni 2014)
- Krausmann, Fridolin und Helmut Haberl. 2007. Land-use change and socio-economic metabolism: a macro view of Austria 1830–2000. In: *Socio-Ecological Transitions and Global Change – Trajectories of Social Metabolism and Land Use*, hg. von Marina Fischer-Kowalski und Helmut Haberl, 31–59. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing
- Krausmann, Fridolin, Helmut Haberl, Niels B Schulz, Karl-Heinz Erb, Ekkehard Darge und Veronika Gaube. 2003. Land-use change and socio-economic metabolism in Austria – Part I: driving forces of land-use change: 1950–1995. *Land Use Policy* 20, Nr. 1 (Januar): 1–20. doi:10.1016/S0264-8377(02)00048-0 (Zugegriffen: 20. März 2015)

- Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. *Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report*. European Commission, Joint Research Centre (JRC)
- Nationalrat. 2014. *Bundesgesetz über die Steigerung der Energieeffizienz bei Unternehmen und dem Bund (Bundes-Energieeffizienzgesetz – EEffG)*. CELEX. Bd. 32009L0028. <http://www.bmwfvgv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Documents/Bundes-Energieeffizienzgesetz.pdf> (Zugegriffen: 23. April 2015)
- OECD. 2007. *Measuring Material Flows and Resource productivity – OECD guidance manual. Volume II: A theoretical framework for material flow accounts and their applications at national level*. LG/11/9. Paris: Working Group on Environmental Information and Outlooks, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
- RMA, BMLFUW und BMWFV. 2011. *Schätze in der Stadt: vom Bergbau zum Stadtbau*. Wien: Ressourcen Management Agentur (RMA)
- Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, F. Stuart Chapin, Eric F. Lambin, Timothy M. Lenton, et al. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, Nr. 7263 (24. September): 472–475. doi:10.1038/461472a (Zugegriffen: 5. Mai 2014)
- Schaffartzik, Anke, Nina Eisenmenger, Fridolin Krausmann und Helga Weisz. 2014. Consumption-based Material Flow Accounting: Austrian trade and consumption in raw material equivalents 1995–2007. *Journal of Industrial Ecology* 18, Nr. 1 (1. Februar): 102–112. doi:10.1111/jiec.12055 (Zugegriffen: 4. Juni 2014)
- Schaffartzik, Anke, Andreas Mayer, Simone Gingrich, Nina Eisenmenger, Christian Loy und Fridolin Krausmann. 2014. The global metabolic transition: Regional patterns and trends of global material flows, 1950–2010. *Global Environmental Change* 26 (Mai): 87–97. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.03.013, (Zugegriffen: 5. Mai 2014)
- Schoer, Karl, Jan Weinzettel, Jan Kovanda, Jürgen Giegrich und Christoph Lauwigi. 2012. Raw Material Consumption of the European Union – Concept, Calculation Method, and Results. *Environmental Science & Technology* 46, Nr. 16 (23. Juli): 8903–8909. doi:10.1021/es300434c (Zugegriffen: 18. November 2013)
- Statistik Austria. 2014a. *Materialflussrechnung*. Wien: Statistik Austria. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/umwelt/materialflussrechnung/index.html
- . 2014b. *Gesamtenergiebilanz Österreich*. Wien: Statistik Austria. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/
- . 2014c. *Integrierte NAMEA 1995 – 2012*. Wien. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/namea/index.html (Zugegriffen: 28. April 2015)
- Steffen, Will, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney und Cornelia Ludwig. 2015. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review* (16. Januar): 2053019614564785. doi:10.1177/2053019614564785 (Zugegriffen: 22. Januar 2015)
- Steinberger, Julia K. und J. Timmons Roberts. 2010. From constraint to sufficiency: The decoupling of energy and carbon from human needs, 1975–2005. *Ecological Economics* 70, Nr. 2. Special Section: Ecological Distribution Conflicts (15. Dezember): 425–433. doi:10.1016/j.ecolecon.2010.09.014 (Zugegriffen: 3. Oktober 2014)
- UNDP. 2014. *Human Development Index trends, 1980–2013*. Human Development Reports. United Nations Development Programme. <http://hdr.undp.org/en/content/table-2-human-development-index-trends-1980-2013>
- Weber, Leopold. 2010. *Die österreichische Rohstoffpolitik – Strategie für eine nachhaltige Sicherung mit mineralischen Rohstoffen* gehalten auf der Vortragsreihe „Aktuelles aus Umwelt- und Ressourcenmanagement“, 25. Januar, Technische Universität Wien
- Wiedmann, Thomas O., Heinz Schandl, Manfred Lenzen, Daniel Moran, Sangwon Suh, James West und Keiichiro Kanemoto. 2013. The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*: 201220362
- World Bank. 2014. *World DataBank: Global Economic Monitor (GEM) Commodities*. Washington, D.C. <http://databank.worldbank.org/data/views/variableselection/selectvariables.aspx?source=Global-Economic-Monitor-%28GEM%29-Commodities> (Zugegriffen: 10. Dezember 2014)



6

ANHANG

MATERIALFLUSSRECHNUNG: KONZEPT, DATENGRUNDLAGE UND METHODE

Die Materialflussrechnung und -analyse ist ein EU-weit harmonisiertes Bilanzierungsinstrument für die materiellen Inputs, Bestände und Outputs eines gesellschaftlichen Systems. Dabei werden feste, gasförmige und flüssige Materialien exklusive Wasser und Luft berücksichtigt und in physischen Einheiten (Masse, meist in Tonnen) aufgeführt. Die Materialflussrechnung ist Bestandteil der Umweltgesamtrechnungen.

KONZEPT

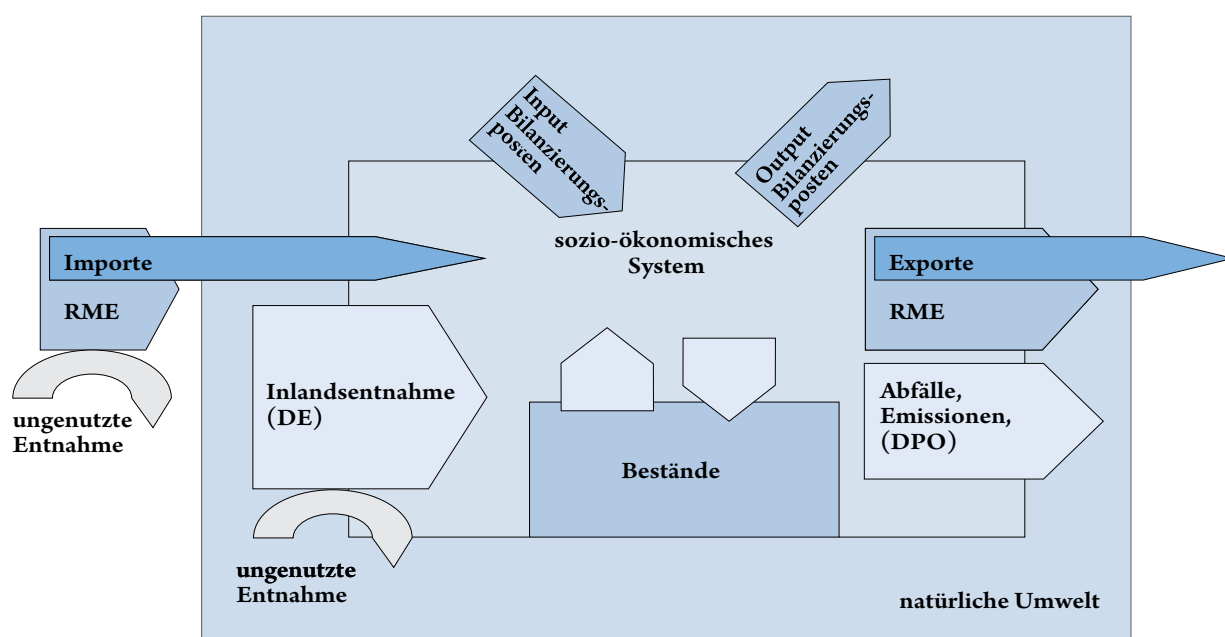
Die Materialflussrechnung (*material flow accounting MFA*) misst alle Materialflüsse, die zum Aufbau, zum Betrieb und zur Erhaltung der biophysischen Strukturen einer Gesellschaft erforderlich sind. Zu diesen biophysischen Strukturen (oder „Beständen“) werden per Definition neben allen Personen und Artefakten auch alle Nutztiere (Viehhaltung und Aquakultur) gerechnet. Als Artefakte gelten analog zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) sämtliche Infrastruktur, Gebäude, Fahrzeuge, Maschinen und im Unterschied zur VGR auch langlebige Konsumgüter. Um die materiellen Austauschbe-

ziehungen eines gesellschaftlichen Systems (einer Volkswirtschaft) erfassen zu können, müssen im Rahmen der MFA zwei Systemgrenzen definiert werden: 1. Die Grenze zwischen dem gesellschaftlichen System und seiner natürlichen Umwelt, aus der Material entnommen wird und in die Emissionen und Abfälle ausgelagert werden; 2. Die Grenze zwischen dem gesellschaftlichen System und anderen gesellschaftlichen Systemen (Volkswirtschaften), aus denen Güter importiert bzw. in die Güter exportiert werden (► Abbildung 28, siehe unten).

Wasser und Luft werden in der Materialflussrechnung nicht als Entnahmen aus der natürlichen Umwelt erfasst, es sei denn, sie sind in Rohstoffen oder Gütern enthalten. Das betrifft z. B. geerntetes Getreide, Obst, Gemüse und verschiedene Waren des Außenhandels. Bei geweideter Biomasse, Erntenebenprodukten und Holz wird der Wassergehalt per Konvention auf 15 % umgerechnet.

Inputs in das sozio-ökonomische System sind in erster Linie Rohstoffe, die im Inland entnommen werden (Inlandsentnahme) und importierte Rohstoffe und verarbeitete Güter (Importe). Als Inlandsentnahme werden alle Rohstoffe gezählt, die aus der Natur entnommen

Abbildung 28: Schematische Darstellung der Materialflussrechnung



Quelle: nach Eurostat 2001

werden. Dazu gehören Rohstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft (z. B. Ackerfrüchte, Wiesenschnitt, Holz) und aus dem Bergbau (z. B. Kohle, Eisenerz, Kalkstein, Salz). Die Importe dagegen umfassen Produkte ganz unterschiedlicher Fertigungstiefe vom Eisenerz bis zum Mobiltelefon. Outputs des sozio-ökonomischen Systems sind einerseits Abfälle und Emissionen (*domestic processed output DPO*) und andererseits Exporte. Die materiellen Vorleistungen der Importe und Exporte können in Rohmaterialäquivalenten (*raw material equivalents RME*) dargestellt werden. Die RME umfassen die Masse des gehandelten Gutes selbst sowie all jene materiellen Inputs, die im vorgelagerten Produktionsprozess eingesetzt wurden. Sie werden berechnet, um Auslagerungseffekte durch Außenhandel sichtbar zu machen. Bei der Entnahme werden zusätzlich Materialien bewegt, die nicht als genutzte Entnahme in das gesellschaftliche System einfließen, also keiner gesellschaftlichen Verwendung zugeführt werden. Diese Flüsse werden in der MFA als ungenutzte Entnahme (*unused extraction*) zusammengefasst. Dazu zählt zum Beispiel der Abraum im Bergbau, Bodenaushub bei Infrastrukturbau, oder Ernterückstände. Andere Umweltauswirkungen (z. B. Bodenerosion), die aus der gesellschaftlichen Nutzung von Ressourcen resultieren, werden in der MFA nicht erfasst, hierfür gibt es andere Mess- und Beobachtungsinstrumente.

Entscheidend für die Konsistenz einer MFA ist die Anwendung des Massenerhaltungssatzes. Dieser besagt, dass Materialien und Energie in einem geschlossenen System weder geschaffen noch vernichtet werden können. Folgende Gleichung muss daher erfüllt sein:

Inputs = Outputs +/- Veränderung der Bestände

Damit die Materialbilanz geschlossen werden kann, müssen in der MFA sowohl input- als auch outputseitig Bilanzierungsposten eingeführt werden (Wasserdampf, Luft als Eingang in Verbrennungsprozesse etc.). Interessierte finden eine detaillierte Beschreibung des Umganges mit diesen Bilanzierungsposten in den Methodenhandbüchern von Eurostat (siehe Literaturverzeichnis).

Die Materialflüsse werden üblicherweise in vier Materialkategorien dargestellt: Biomasse, nicht-metallische Mineralstoffe, Metalle und fossile Energieträger. Als Biomasse werden alle Ressourcen pflanzlichen Ursprungs zusammengefasst, die von Menschen oder Tieren der Umwelt entnommen werden. Das bedeutet, dass auch ge-weidete Biomasse erfasst wird. Außerdem beinhaltet diese Kategorie Fischfang und Jagd, also Biomasse tierischen Ursprungs, die aus wildlebenden Beständen entnommen wird. Metalle und nicht-metallische Mineralstoffe werden in der MFA als bergbauliche Rohproduktion („*run of*

mine“) inkludiert. Das bedeutet, Mineralstoffe werden mit der Masse erfasst, mit der sie die Mine verlassen, also inklusive dem umgebenden Taubgestein. Als fossile Energieträger (auch Energierohstoffe) werden nicht-metallische mineralische Rohstoffe, die in geologischer Vorzeit aus Biomasse gebildet wurden, zusammengefasst. Zu den konventionellen Energierohstoffen zählen Braun- und Steinkohle, Erdöl und Erdgas.

Im Grundmodul der MFA werden alle direkten Flüsse, welche die genannten Systemgrenzen überschreiten (Inlandsentnahme, Importe, Exporte), berücksichtigt. Aus den im Rahmen der MFA erhobenen Daten zur Inlandsentnahme, den Importen und Exporten lassen sich verschiedene Indikatoren berechnen, darunter auch der vom Europäischen Statistischen Amt als Schlüsselindikator verwendete Inlandsmaterialverbrauch (*domestic material consumption DMC*). Er entspricht der Inlandsmaterialentnahme zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte. Der Inlandsmaterialverbrauch umfasst alle Materialien, die im gesellschaftlichen System verbraucht wurden, sei es in wirtschaftlichen Produktionsprozessen oder im Endkonsum. Anders formuliert kann der DMC als Maß für all jene Materialien betrachtet werden, die in der Gesellschaft verbleiben und in Abfälle oder Emissionen umgewandelt werden.

Im Inlandsmaterialverbrauch spielen Importe und Exporte eine zunehmend große Rolle. Dadurch kommt es – global gesehen – zur Verlagerung von Produktionsschritten: In der Produktion der importierten aber auch der exportierten Güter werden materielle und energetische Vorleistungen erbracht, die im Inlandsmaterialverbrauch nicht erfasst werden. Berechnet man den Materialverbrauch unter Berücksichtigung der Vorleistungen der importierten und exportierten Güter, erhält man den Rohmaterialverbrauch (*raw material consumption RMC*). Der RMC beschreibt also alle Rohmaterialien, die in der Produktion der Güter für den Inlandskonsum verbraucht wurden.

DATENGRUNDLAGE UND METHODE

In der Erstellung der MFA wird auf bestehende Datensätze aus der offiziellen Statistik zurückgegriffen. Für die österreichische Inlandsentnahme (DE) werden dabei nach Materialkategorien folgende statistische Werke herangezogen:

Biomasse	Pflanzliche Produktion, Statistik der Landwirtschaft und Holzeinschlagsmeldung
Fossile Energieträger	Energiebilanzen
Nicht-metallische Mineralstoffe	Montanhandbuch, Konjunkturstatistik und Aufkommens- und Verwendungstabellen
Metalle	Montanhandbuch

Für die Quantifizierung der importierten und exportierten Materialmengen wird die Außenhandelsstatistik der Statistik Austria herangezogen, die für alle gehandelten Güter sowohl den Wert als auch die Masse angibt.

Neben der Zusammenstellung der Daten ist in vielen Fällen eine Umrechnung in Tonnen als gemeinsame Einheit notwendig. In Österreich wird der Holzeinschlag in Festmetern, die Weinernte in Hektolitern, und die Förderung von Naturgas und Salzsole in Kubikmetern berichtet. Darüber hinaus werden einige Flüsse der Inlandsentnahme statistisch gar nicht oder nur unzureichend erfasst. In diesen Fällen sind Zuschätzungen notwendig.

Nicht alle gesellschaftlich genutzten Rohstoffe werden von der amtlichen Statistik erfasst. Diese zum Teil sehr großen Materialflüsse müssen in speziell dafür entwickelten Verfahren geschätzt werden.

Die Inlandsentnahme von Erntenebenenprodukten (vor allem Stroh und als Futtermittel genutzte Pflanzenblätter) und geweidetem Gras wird in der Landwirtschaftsstatistik nicht berichtet. Für die in Österreich angebauten Feldfrüchte, bei deren Ernte Stroh anfällt, liegen Faktoren über das Verhältnis von Frucht zu gesamter Pflanzenmasse vor (Ernteindices). 75 % des anfallenden Strohs werden (vor allem zur Verwendung als Einstreu) entnommen, die restlichen 25 % verbleiben als ungenutzte Entnahme am Feld und gehen daher nicht in die MFA ein. Neben Stroh werden auch Rübenblätter als Erntenebenenprodukte entnommen und als Futtermittel verwendet. Auch hier liegen Faktoren für das Verhältnis von Frucht zu

Blättern und den genutzten Anteil der Blätter vor. Ebenfalls statistisch nicht erfasst wird die von Nutztieren direkt geweidete Biomasse (vor allem Gras). Dieser Fluss wird für Österreich mittels einer Bedarfsrechnung ermittelt. Dabei wird der Futterbedarf von Raufutterverzellern (Wiederkäuern und Pferden) dem Futterangebot aus markt-gängigem Futter (Krafffutter) und Futterpflanzen gegenübergestellt. Dabei wird auch berücksichtigt, dass ein Teil des bestehenden Futterangebots verwendet wird, um den Futterbedarf von Hühnern und Schweinen zu decken.

Die Entnahme von Baurohstoffen ist in der amtlichen Statistik nur unzureichend erfasst. In Österreich wurde ein dreischrittiges Verfahren implementiert, das auf Grundlage von Konjunkturstatistik und Gütereinsatzstatistik die nicht-berichtete Entnahme hochrechnet. In der Konjunkturstatistik nicht erfasst werden einerseits Betriebe unterhalb einer gewissen Größe (Abschneidekriterium) und andererseits die Produktion, die außerhalb des produzierenden Bereichs stattfindet. In beiden Fällen muss eine Zuschätzung vorgenommen werden, um zu einer möglichst vollständigen Erfassung der Entnahme von Baurohstoffen zu gelangen. Um die Entnahme durch kleinere Betriebe zu berechnen, wurde auf die Leistungs- und Strukturstatistik zurückgegriffen. Aus diesen Daten kann die gesamte Menge der charakteristischen Produktion von Baurohstoffen berechnet werden. Im Gegensatz zur Konjunkturstatistik werden von der Leistungs- und Strukturstatistik auch kleinere Betriebe erfasst. Um Zuschätzungsfaktoren zu ermitteln, wurde die in der Leistungs- und Strukturstatistik berichtete Produktion mit der in der Konjunkturstatistik erfassten in Beziehung gesetzt. Der zweite Zuschätzungsschritt betrifft die Entnahme von Baurohstoffen im nicht-produzierenden Bereich, zu dem auch die Bereiche Landwirtschaft, Handel und Verkehr gehören. Die Produktion in diesen Bereichen wurde unter Zuhilfenahme der österreichischen Aufkommens- und Verwendungstabellen hochgerechnet. Diese Tabellen berichten die Produktion an Baurohstoffen im nicht-produzierenden Bereich in monetären Werten. Auf Grundlage der Aufkommenstabelle wurde zunächst der monetäre Wert der Baurohstoffproduktion im nicht-produzierenden Bereich erfasst. Über die aus der hochgerechneten Gesamtproduktion ermittelten Jahresdurchschnittspreise für beide Gütergruppen wurde dann die dem zuzuschätzenden Wert entsprechende Masse in Tonnen berechnet.

IMPLEMENTIERUNG IN DER STATISTIK

Die Materialflussrechnung für Österreich besteht als Zeitreihe ab 1960 und wird von Statistik Austria jährlich um die neuesten Daten erweitert. Auf europäischer Ebene

werden die Daten aus den nationalen MFA-Konten jährlich von Eurostat zusammengetragen und veröffentlicht. Eine EU-15 Zeitreihe liegt für die Jahre ab 1970 vor, für die EU-27 Länder beginnt die MFA-Zeitreihe im Jahr 2000. Seit 2011 wird die Erhebung von Materialflussdaten innerhalb der Europäischen Union durch eine Verordnung geregelt (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2011).

MATERIALFLUSSANALYSE IN ÖSTERREICH

Österreich ist in Europa seit zwei Jahrzehnten federführend an der Entwicklung der Materialflussanalyse und des dazugehörigen Methodeninventars beteiligt und hat wesentlich zur Etablierung der Materialflussrechnung in der europäischen Umweltstatistik beigetragen. Zu den Forschungsinstitutionen, die sich in Österreich – vielfach mit Unterstützung des BMLFUW – mit verschiedenen Aspekten der Materialflussanalyse beschäftigen, zählen das Institut für Soziale Ökologie der Alpen-Adria Universität, Klagenfurt-Wien-Graz (<http://www.uni-klu.ac.at/socec/>), das Institute for Ecological Economics der WU (<http://www.wu.ac.at/ecolecon/>) und das Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft der TU Wien.

DATEN ZUM MATERIALVERBRAUCH

Daten zum Materialverbrauch in Österreich, der EU und vielen Länder der Welt wurden in den letzten Jahren systematisch öffentlich zugänglich gemacht und können über verschiedene Einrichtungen genutzt werden: Aktuelle Daten zum Materialverbrauch in Österreich sind bei der Statistik Austria erhältlich. Materialflussrechnungen für die Mitgliedsländer der EU können über den Daten-server von Eurostat, dem statistischen Amt der EU bezogen werden (<http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/material-flows-and-resource-productivity/database>). Das Institut für Soziale Ökologie stellt auf seiner Homepage eine Reihe von nationalen und globalen Datensätzen und Analysen zum Materialverbrauch zur Verfügung: <http://www.uni-klu.ac.at/socec/inhalt/1088.htm>. Das Institute for Ecological Economics (Research Group „Sustainable Resource Use“) betreut mit Unterstützung des BMLFUW die Web-Seite <http://www.materialflows.net>, auf der Daten zur globalen Entnahme von Materialien nach Ländern seit 1980 zu finden sind.

GLOSSAR

Umweltgesamtrechnungen sind Konten in monetären und physischen Einheiten, die als Ergänzung zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ein umfassendes Bild der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt liefern. Dafür werden ökologische Daten wie Rohstoff-, Energie-, Wasser- oder Flächenverbrauch, Abfall- und Abwasserentsorgung sowie Luftemissionen, ökonomischen Daten wie Bruttoinlandsprodukt, Einkommen, Konsum, Investitionen etc. gegenübergestellt. Umweltgesamtrechnungen sind in den Leitlinien der EU über Umweltindikatoren und ein grünes Rechnungssystem verankert.

Das System der **volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR)** ist im Prinzip ein geschlossenes Kontensystem, in dem wesentliche makroökonomische Größen als Transaktionen oder Salden ausgewiesen werden (z. B. Bruttoinlandsprodukt BIP, Bruttonationaleinkommen, verfügbares Einkommen der Haushalte, Finanzierungssaldo des Staates, privater Konsum, Investitionen), basierend auf der Vorstellung eines Wirtschaftskreislaufs. Das VGR-System ist durch das *System of National Accounts* international vereinheitlicht. Eine spezifisch auf europäische Verhältnisse zugeschnittene Variante ist das *Europäische System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung*. Während das SNA den Charakter einer Empfehlung besitzt, ist das ESGV rechtlich verbindlich (EU-Verordnung).

Komplementär zu Natur (oder dem „natürlichen System“) wird in diesem Bericht der Begriff **Gesellschaft** verwendet. Gesellschaft ist ein Kommunikationssystem, das über biophysische Strukturen mit dem Natursystem verbunden ist. Das Kommunikationssystem Gesellschaft umfasst Subsysteme wie Wirtschaft, Recht, Politik und Bildung. Biophysische Elemente von Gesellschaft sind die menschliche Population, ihre Infrastrukturen und Artefakte, sowie per Definition auch Nutztiere. Gesellschaft muss sich sowohl kulturell-kommunikativ als auch biophysisch reproduzieren. Für die biophysische Reproduktion, also den Aufbau und den Erhalt der physischen Strukturen von Gesellschaft, werden Ressourcen genutzt.

Das Konzept des **gesellschaftlichen Stoffwechsels** geht davon aus, dass eine Gesellschaft ähnlich wie ein biologischer Organismus einen „Stoffwechsel“ (oder Austausch) mit seiner natürlichen Umwelt betreibt. Dabei werden Inputs (z. B. Material, Energie, Wasser, Luft) aus der Natur genutzt, umgewandelt und teilweise in die

Bestände der Gesellschaft integriert. Über kurz oder lang werden alle diese Inputs auch wieder zu Outputs, welche die Gesellschaft in Form von Abfällen oder Emissionen an ihre Umwelt abgibt. Dieser Stoffwechsel kann in physischen Gesamtrechnungen bilanziert werden.

Die **Materialflussrechnung** (*material flow accounting MFA*) ist ein Bilanzierungsinstrument für die materiellen Inputs und Outputs eines gesellschaftlichen Systems. Die MFA ist komplementär zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und Bestandteil der Umweltgesamtrechnungen. Sie erfasst alle Materialentnahmen im Land, Importe und Exporte sowie Bestandsveränderungen und Outputs an die Natur. Das betrachtete sozio-ökonomische System wird dabei analog zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) definiert und die Grenzen zur natürlichen Umwelt und zu anderen Ökonomien werden entsprechend gesetzt. Von der natürlichen Umwelt gelangen inländisch entnommene Ressourcen (Inlandsentnahme) als Inputs in das System und Emissionen und Abfälle fließen als Outputs wieder hierhin zurück. Aus anderen Ökonomien gelangen Importe in das System bzw. fließen Exporte aus dem System in andere Ökonomien.

Ressourcen sind alle physischen Rohstoffe und Bestände, die von der Gesellschaft gezielt entnommen oder in der Natur verändert und genutzt werden. Die physischen Ressourcen selbst gehen durch die Nutzung nicht verloren, sondern werden verändert. Ihre spezifische, für die gesellschaftliche Nutzung relevante Qualität geht dabei in der Regel verloren. In der empirischen Analyse fokussiert dieser Bericht auf stoffliche Ressourcen, also auf Materialien, wie Biomasse, fossile Energieträger, metallische und nicht-metallische Mineralstoffe.

Der Begriff **Material** wird für stofflich genutzte Ressourcen verwendet. Materialflüsse werden in Tonnen und entlang von vier Hauptgruppen dargestellt: Biomasse, fossile Energieträger, Metalle und nicht-metallische Mineralstoffe. Materialflüsse, wie sie in der Materialflussrechnung erhoben werden, können auch zu Produkten verarbeitete Rohstoffe umfassen.

Biomasse bezeichnet sämtliche organische Substanz, das sind lebende Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen, und auch tote organische Substanz (Totholz, Laub, Stroh etc.). Biomasse wird vielfach als erneuerbarer oder nachwach-

sender Rohstoff bezeichnet. Die aus Biomasse entstandenen fossilen Energieträger werden in der Materialflussrechnung nicht dazu gerechnet.

Fossile Energieträger sind nicht-metallische mineralische Rohstoffe, die über Jahrmillionen in der Erdkruste aus pflanzlichen oder tierischen Überresten entstanden sind, und vorwiegend für die Energiegewinnung verwendet werden.

Zu den **Metallen** zählen mineralische Materialien von den Erzen bis hin zu den bearbeiteten Metallen. Die Rohstoffwissenschaften definieren Erze als mineralische Materialien, aus denen mit wirtschaftlichem Nutzen Metalle gewonnen werden können. In der Materialflussanalyse werden Metalle in Eisenerze und Nicht-Eisen Erze unterteilt.

Die Gruppe der **nicht-metallischen Mineralstoffe** umfasst Baurohstoffe und Industriemineralstoffe. Baurohstoffe sind nicht-metallische mineralische Rohstoffe wie zum Beispiel Sand und Kies, die in großen Mengen für Bauzwecke benötigt werden. Industriemineralstoffen sind mineralische Rohstoffe, die auf Grund ihrer chemischen oder physikalischen Eigenschaften direkt in einem Produktionsvorgang eingesetzt werden können. Nicht zu den Industriemineralstoffen werden die Erze, Baurohstoffe bzw. Energierohstoffe gezählt.

Fossile Energieträger, metallische und nicht-metallische Mineralstoffe werden auch als **mineralische Rohstoffe** zusammengefasst. Sie sind durch geologische Prozesse gebildete anorganische und organische Mineralstoffe im festen, flüssigen oder gasförmigen Zustand, die, in Lagerstätten angereichert, aufgrund ihres Gebrauchswertes wirtschaftlich genutzt werden können.

Die **Inlandsmaterialentnahme** (*domestic extraction DE*) umfasst all jene Materialien, die inländisch entnommen werden. Dazu gehören die landwirtschaftliche Ernte, der Holzeinschlag und die Bergbauproduktion.

Die physischen **Importe** und **Exporte** beinhalten alle gehandelten Güter mit der Masse, die sie bei Grenzübertritt aufweisen. Die Güter umfassen Produkte ganz unterschiedlicher Fertigungstiefe, von einfachen Erzeugnissen, über Halbwaren bis zu Fertigwaren. Die gehandelten Produkte werden in der MFA einer der vier Materialkategorien zugeteilt, je nach dem, woraus sie hauptsächlich bestehen. Für einzelne Produkte ist keine Zuordnung zu einer der vier Materialkategorien möglich, diese werden unter „**andere Produkte**“ zusammengefasst. Dazu

gehören z. B. Fabrikanlagen, Antiquitäten, optische Elemente.

Der **Inlandsmaterialverbrauch** (*domestic material consumption DMC*) beschreibt den Anteil an Materialien, die in einer Volkswirtschaft verbleiben. Daher entspricht der DMC der Inlandsmaterialentnahme zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte. In diesem Bericht wird der DMC häufig verkürzt als **Materialverbrauch** bezeichnet.

Die **physische Handelsbilanz** (*physical trade balance PTB*) ergibt sich aus den Importen abzüglich der Exporte. Die physische Handelsbilanz ist umgekehrt zur monetären Handelsbilanz definiert (diese wird aus Exporten abzüglich Importen berechnet). Dadurch wird wiedergegeben, dass Geld und Material in einer Ökonomie in entgegengesetzte Richtungen fließen (Importe bedeuten, dass Geld ins Ausland fließt, während Material in Form des Produktes ins Land kommt). Eine positive PTB (die Importe sind größer als die Exporte) bedeutet, dass das Land ein Netto-Importeur von Materialien ist und folglich auf die Zulieferung von Materialien aus dem Ausland angewiesen ist. Eine negative PTB dagegen charakterisiert Länder, die Materialien auf dem Weltmarkt zur Nutzung in anderen Ländern zur Verfügung stellen.

Die **Rohmaterialäquivalente** (*raw material equivalents RME*) der Importe und Exporte bestehen aus all jenen materiellen Inputs, die in der Produktion der gehandelten Güter benötigt wurden (materielle Vorleistungen), zuzüglich der Masse der Importe und Exporte selbst. Die RME entsprechen den gesamten Rohstoffen, die einem Import oder Export zugrunde liegen, unabhängig davon, wo – also in welcher Ökonomie – die Rohstoffe in der Produktion verbraucht wurden.

Der **Rohmaterialverbrauch** (*raw material consumption RMC*) gibt den Inlandsmaterialverbrauch in Rohmaterialäquivalenten wieder. Das heißt, er setzt sich zusammen aus der Inlandsentnahme zuzüglich der in RME bemessenen Importe und abzüglich der in RME bemessenen Exporte. Der RMC beschreibt damit den gesamten Bedarf an Rohstoffen, die ein Land durch seinen Endkonsum national und global in Anspruch nimmt.

Ressourceneffizienz (bei einer Betrachtung von Materialflüssen als BIP/DMC) beschreibt das Verhältnis zwischen monetärem Output und Ressourceninput: Wie viele Euro BIP können durch die verbrauchten Materialien erwirtschaftet werden? Die Ressourceneffizienz ist ein relatives Maß. Eine Steigerung kann also durch ein

steigendes BIP oder durch sinkenden Materialverbrauch erreicht werden. Die Ressourceneffizienz wird auch als Ressourcenproduktivität bezeichnet.

Entkoppelung von ökonomischem Output und Ressourcenverbrauch findet dann statt, wenn das Wirtschaftswachstum höher ist als das Wachstum des Ressourcenverbrauchs (die Ressourceneffizienz also steigt). Es werden zwei Fälle von Entkoppelung unterschieden: Entkoppelung bei steigendem Ressourcenverbrauch (**relative** Entkoppelung), die Ressourceneffizienz wächst langsamer als die Wirtschaft. Entkoppelung bei sinkendem Ressourcenverbrauch (**absolute** Entkoppelung), die Ressourceneffizienz wächst schneller als die Wirtschaft.

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN UND EINHEITEN

ABKÜRZUNGEN

AEA	Austrian Energy Agency (Österreichische Energieagentur)
BIP	Bruttoinlandsprodukt
DE	Domestic extraction (Inlandsentnahme)
DMC	Domestic material consumption (inländischer Materialverbrauch)
DMI	Direct material input (Materialaufkommen)
DPO	Domestic processed output (Emissionen und Abfälle)
EU-27	die 27 Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (bis 2013)
HDI	Human development index (Index menschlicher Entwicklung)
LCA	Life cycle analysis (Lebenszyklusanalyse)
MFA	Material flow accounting (Materialflussrechnung)
MIOT	monetäre Input-Output Tabelle
PTB	Physical trade balance (physische Handelsbilanz)
REAP	Ressourceneffizienz Aktionsplan
REX	Rohmaterialäquivalente der Exporte
RIM	Rohmaterialäquivalente der Importe
RMC	Raw material consumption (Rohmaterialverbrauch)
RME	Raw material equivalents (Rohmaterialäquivalente)
TPES	Total primary energy supply (Primärenergieaufkommen)
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

EINHEITEN

cap	capita (in pro-Kopf Angaben)
dt	Dezitonnen (Hundert Tonnen)
EJ	Exajoule (Trillionen Joule)
GJ	Gigajoule (Milliarden Joule)
Gt	Gigatonnen (Milliarden Tonnen)
ha	Hektar
kg	Kilogramm
kt	Kilotonnen (Tausend Tonnen)
MJ	Megajoule (Millionen Joule)
Mt	Megatonnen (Millionen Tonnen)
t	Tonnen

DATENTABELLEN

Tabelle A-1: Österreichische Materialflüsse 1960 und 2012 in Millionen Tonnen, Wachstum der Flüsse zwischen 1960 und 2012 und Zusammensetzung der Flüsse nach Materialkategorien

Werte sind gerundet, Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen.

	MATERIALFLÜSSE (Mt)		WACHSTUM (Faktor)	ANTEIL AM GESAMTFLUSS	
	1960	2012	1960 – 2012	1960	2012
INLANDESENTNAHME	105,37	150,02	1,4		
Biomasse	34,40	38,97	1,1	33 %	26 %
Fossile Energieträger	9,67	2,37	0,2	9 %	2 %
Metalle	3,92	2,52	0,6	4 %	2 %
Nicht-metallische Mineralstoffe	57,38	106,16	1,9	54 %	71 %
IMPORTE	15,81	91,39	5,8		
Biomasse	2,22	23,78	10,7	14 %	26 %
Fossile Energieträger	7,03	30,06	4,3	44 %	33 %
Metalle	2,50	20,95	8,4	16 %	23 %
Nicht-metallische Mineralstoffe	4,07	10,09	2,5	26 %	11 %
Andere Produkte	---	6,31	---	---	7 %
EXPORTE	7,24	55,22	7,6		
Biomasse	1,63	21,03	12,9	22 %	38 %
Fossile Energieträger	1,15	4,89	4,3	16 %	9 %
Metalle	1,50	13,83	9,2	21 %	25 %
Nicht-metallische Mineralstoffe	2,78	8,90	3,2	38 %	16 %
Andere Produkte	0,19	5,83	31,1	3 %	11 %
INLÄNDISCHER MATERIALVERBRAUCH	113,94	186,72	1,6		
Biomasse	34,99	41,72	1,2	31 %	23 %
Fossile Energieträger	15,55	27,53	1,8	14 %	15 %
Metalle	4,92	9,64	2,0	4 %	5 %
Nicht-metallische Mineralstoffe	58,67	107,35	1,8	51 %	57 %
Andere Produkte	-0,19	0,48	-2,6	0 %	0 %

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Tabelle A-2: Österreichischer Inlandsmaterialverbrauch 1960 und 2012 in Tonnen pro Kopf nach Materialkategorien und Wachstum der Flüsse zwischen 1960 und 2012

Werte sind gerundet, Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen.

	MATERIALVERBRAUCH (Tonnen/Kopf)		WACHSTUM (Faktor)
	1960	2012	1960–2012
Gesamt	16,17	22,16	1,4
Biomasse	4,97	4,95	1,0
Fossile Energieträger	2,21	3,27	1,5
Metalle	0,70	1,14	1,6
Nicht- metallische Mineralstoffe	8,33	12,74	1,5

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Tabelle A-3: Österreichische Ressourceneffizienz in Euro pro Kilogramm und ihre Komponenten Inlandsmaterialverbrauch in Millionen Tonnen pro Jahr und BIP in Milliarden Euro 1960 und 2012 und Wachstum der Flüsse zwischen 1960 und 2012

Werte sind gerundet, Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen.

	RESSOURCENEFFIZIENZ UND KOMPONENTEN		WACHSTUM (Faktor)
	1960	2012	1960–2012
Ressourceneffizienz (€/kg)	0,55	1,45	2,7
Ressourceneffizienz (€/t)	550	1.454	2,7
Materialverbrauch (Mt/a)	113,94	186,72	1,6
BIP (Milliarden €)	62,63	271,55	4,3

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Tabelle A-4: Österreichische Materialflüsse nach Materialkategorien von 1995 bis 2012 in Millionen Tonnen pro Jahr
 Werte sind gerundet, Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
INLANDS-ENTNAHME	152	156	163	156	163	158	153	166	156	164	167	170	173	162	152	148	154	150
Biomasse	37	37	38	37	38	34	35	37	35	39	40	39	40	44	39	39	42	39
Fossile Energieträger	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Metalle	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3
Nicht-metall. Mineralstoffe	110	113	119	113	119	118	112	123	114	119	122	126	128	114	108	104	107	106
IMPORTE	53	55	59	61	61	65	68	70	73	77	81	87	91	88	80	88	92	91
Biomasse	12	12	13	13	16	18	18	18	18	20	21	23	23	22	22	24	24	24
Fossile Energieträger	20	22	22	23	22	22	23	25	27	27	28	29	28	28	27	28	29	30
Metalle	10	10	12	13	12	14	14	14	15	16	17	19	21	20	15	20	22	21
Nicht-metall. Mineralstoffe	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	12	11	10	10	10	10
Andere Produkte	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	5	6	6	6
EXPORTE	28	29	32	35	36	38	40	43	44	48	50	53	58	59	50	55	57	55
Biomasse	11	11	13	13	15	16	16	17	18	19	20	21	22	22	20	21	21	21
Fossile Energieträger	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	4	5	6	5	5	6	5
Metalle	7	7	7	9	8	9	10	10	11	12	12	13	14	15	11	13	14	14
Nicht-metall. Mineralstoffe	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	7	8	10	9	8	8	10	9
Andere Produkte	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	6	7	6	6
INLANDS-MATERIAL-VERBRAUCH	177	182	190	183	189	186	181	194	185	193	199	205	206	191	181	181	189	187
Biomasse	38	38	39	37	39	36	36	37	35	40	40	42	41	44	41	41	45	42
Fossile Energieträger	23	24	24	24	24	24	25	27	29	27	27	28	26	25	25	26	26	28
Metalle	5	6	7	6	5	6	6	6	6	6	8	9	10	8	7	9	10	10
Nicht-metall. Mineralstoffe	111	115	121	115	121	120	113	124	115	120	124	127	130	115	110	106	108	107
Andere Produkte	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Tabelle A-5: Österreichischer Inlandsmaterialverbrauch nach Materialkategorien von 1995 bis 2012 in Tonnen pro Kopf und Jahr

Werte sind gerundet, Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gesamt	22,3	22,9	23,9	22,9	23,6	23,3	22,5	24,0	22,8	23,7	24,2	24,8	24,8	22,9	21,7	21,6	22,5	22,2
Biomasse	4,7	4,7	4,8	4,7	4,8	4,5	4,5	4,6	4,3	4,9	4,9	5,1	5,0	5,3	5,0	4,9	5,3	5,0
Fossile Energieträger	2,9	3,0	3,0	3,1	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,3	3,3	3,3	3,1	2,9	3,0	3,0	3,1	3,3
Metalle	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	1,0	0,8	1,1	1,2	1,1
Nicht-metall. Mineralstoffe	14,0	14,4	15,2	14,4	15,2	15,0	14,1	15,4	14,2	14,7	15,1	15,4	15,7	13,8	13,1	12,7	12,8	12,7
Andere Produkte	0	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0	0,1

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

Tabelle A-6: Österreichische Ressourceneffizienz in Euro pro Kilogramm und ihre Komponenten Inlandsmaterialverbrauch in Millionen Tonnen pro Jahr und BIP in Milliarden Euro 1995 bis 2012

Werte sind gerundet, Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ressourceneffizienz (€/kg)	1,09	1,09	1,07	1,15	1,15	1,21	1,26	1,19	1,26	1,24	1,23	1,24	1,28	1,40	1,42	1,46	1,42	1,45
Ressourceneffizienz (€/t)	1.091	1.085	1.065	1.151	1.153	1.211	1.258	1.193	1.264	1.238	1.233	1.241	1.279	1.399	1.417	1.455	1.425	1.454
Materialverbrauch (Mt/a)	177	182	190	183	189	186	181	194	185	193	199	205	206	191	181	181	189	187
BIP (Milliarden €)	193	198	203	210	218	226	228	231	233	239	245	254	264	267	257	263	270	272

Quelle der Daten: Statistik Austria 2014a

