

Sektorziele im Ressourcenschutz

Optionen und Zielgrößen

Monika Dittrich

Janina Dierk

Henning Wilts

*im Auftrag des Netzwerks
Ressourcenwende von
BUND, IÖW und DNR*

Dieses Projekt wurde gefördert durch das Umweltbundesamt und das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Die Mittelbereitstellung erfolgt auf Beschluss des Deutschen Bundestages. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Umwelt
Bundesamt



Wuppertal
Institut

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben „Sektorziele für die Ressourcennutzung in einem Ressourcenschutzrecht“ wurde im Auftrag des Netzwerkes Ressourcenwende von BUND, IÖW und DNR durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:

Dittrich, M., Dierk, J., & Wilts, H. (2025). Sektorziele im Ressourcenschutz: Optionen und Zielgrößen. Wuppertal Institut.

Projektlaufzeit: Juni 2025–Oktober 2025

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH:

Dr. Monika Dittrich

Janina Dierk

Prof. Dr. Henning Wilts

Impressum

Herausgeberin:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
www.wupperinst.org

Ansprechperson:

Dr. Monika Dittrich
Zirkuläre Systeme
monika.dittrich@wupperinst.org
Tel. +49 202 2492-127
Fax +49 202 2492-108

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis von Abkürzungen	5
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	6
1 Einleitung, Zielsetzung und Aufbau der Studie	7
2 Überblick über den Stand der Diskussion zu sektoralen Zielen für Ressourcenschutzgesetze	9
2.1 Verankerung und Ziel eines Ressourcenschutzgesetzes	9
2.2 Vorbild Klimaschutzgesetz zur Aufteilung der Gesamtzielsetzung	13
2.2.1 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bezogen auf Ziel und Gegenstand	13
2.2.2 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bezogen auf die Erfassung und das Monitoring	15
2.2.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bezogen auf die Akteure und Institutionen	15
3 Darstellung verschiedener Optionen zur Definition von sektoralen Zielen	17
3.1 Ziele für Nachfragebereiche	17
3.1.1 Beschreibung	17
3.1.2 Aktuelle Größenordnungen	17
3.1.3 Varianten für Teilziele	18
3.1.4 Daten und Berechnung	19
3.1.5 Festlegung der sektoralen Ziele	20
3.1.6 Umsetzung der Sektorziele	21
3.2 Ziele für Wirtschaftssektoren bzw. produzierende Branchen	22
3.2.1 Beschreibung	22
3.2.2 Aktuelle Größenordnungen	23
3.2.3 Varianten für Teilziele	25
3.2.4 Daten und Berechnung	26
3.2.5 Festlegung der Teilziele	26
3.2.6 Umsetzung der Teilziele	27
3.3 Ziele für die Extraktion	28
3.3.1 Beschreibung	28
3.3.2 Aktuelle Größenordnungen	29
3.3.3 Varianten für Teilziele	30
3.3.4 Daten und Berechnung	30
3.3.5 Festlegung der Teilziele	30
3.3.6 Umsetzung der Teilziele	32
3.3.7 Exkurs: Der internationale Handel	33
4 Diskussion und Auswahl	35
5 Ableitung von Größenordnungen für Ziele und Einschätzung sozialer Auswirkungen	36
5.1 Teilziele für die Verwendungsseite	36

5.1.1	<i>Teilziele für Investitionen</i>	37
5.1.2	<i>Teilziele für den Konsum der Menschen</i>	39
5.2	Teilziele für die heimische Entnahme	41
5.3	Wirkungen	42
6	Fazit und Empfehlungen	44
7	Literaturverzeichnis	45

Verzeichnis von Abkürzungen

AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
BBergG	Bundesberggesetz
BMUKN	Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit
CMUR	Circular Material Use Rate
CRMA	Critical Raw Materials Act
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DMC	Domestic material consumption, inländischer Materialverbrauch
EE	Erneuerbare Energien
EW-MFA	Economy Wide Material Flow Accounting
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
NKWS	Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie
RMC	Raw Material Consumption/Primärrohstoffkonsum
RMI	Rohmaterialinput
SEEA	System of Economic and Environmental Accounting
THG	Treibhausgase
TMC	Total Material Consumption
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnung
UN	United Nations
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Aufteilung des RMC nach Nachfragekategorien -----	18
Abbildung 2: Weitere Aufteilung der Endnachfrage, 2019 -----	19
Abbildung 3: Rohmaterialinput (RMI) in Deutschland, 2010 - 2022-----	24
Abbildung 4: Menge der Rohstoffe, die Sektoren an die Endverwendung in Deutschland liefern -----	25
Abbildung 5: Verwertete inländische Entnahme von Rohstoffen -----	29
Abbildung 6: Primärrohstoffkonsum nach Kategorien der letzten Verwendung in 2050 in den RESCUE-Szenarien, unterteilt nach Rohstoffgruppen -----	37
Abbildung 7: Primärrohstoffkonsum nach Bedürfnisfelder und Rohstoffgruppen in den sechs RESCUE-Szenarien, 2050 -----	40
 Tabelle 1 Synopse des Vergleichs der drei Optionen -----	 35

1 Einleitung, Zielsetzung und Aufbau der Studie

Schon länger wird die Forderung nach einem Ressourcenschutzgesetz erhoben. So gibt es zwar viele Fachgesetze im Umweltschutz wie beispielsweise das Wasser- oder das Abfallrecht, doch diese sind weitgehend unverbunden. Ein Gesetz, in dem die einzelnen Stränge gebündelt werden, könne dem Anliegen des Umweltschutzes eine höhere Wirkmächtigkeit verleihen.

Sanden et al. haben bereits 2011¹ wesentliche Vorarbeiten geleistet, die in den vergangenen Jahren weiter fortentwickelt wurden. Gegenwärtig sprechen sich verschiedene Akteure für ein sogenanntes Stammgesetz aus, das zentrale Legaldefinitionen und Ziele definiert und darüber hinaus die Vielfalt der bereits bestehenden Fachgesetze im Bereich des Ressourcenschutzes bündelt.

Bislang fokussiert sich die Diskussion eines solchen Stammgesetzes vor allem auf das Gesamtziel eines pro-Kopf-Rohstoffverbrauchs, und dabei insbesondere auf die konkrete Zielmarke und die Verbindlichkeit.

In dieser Studie soll nun einen Schritt weitergegangen werden. Denn es ist klar, dass ein Gesamtziel noch unzureichend ist, weil es als Steuerungsinstrument noch nicht handhabbar ist. Eine transparente Aufteilung auf Teilziele, sogenannte Sektorziele, kann einerseits engagierten Akteuren, denen eine innovative Umsetzung von Ressourcenschutzmaßnahmen gelingt, eine Plattform bieten, und andererseits konkrete Politikbereiche identifizieren, die hinter Erwartungen zurückbleiben.

Daher gilt es, Optionen auszuloten, wie ein Gesamtziel aufgeteilt und für die politische Steuerung praktikabel gemacht werden könnte. Mit dieser Studie soll ein Überblick über theoretische Optionen gegeben werden und zudem sollen Argumente aufgezeigt werden, die für bzw. gegen die jeweilige Option spricht. Dies können neue Argumente sein, aber auch „alte“ Argumente, die vor vielen Jahren diskutiert, ausprobiert aber damals aus unterschiedlichsten Gründen nicht weiterverfolgt wurden. Die Studie kann und will keine finalen Antworten geben, sondern einen Diskussionsbeitrag für den Beginn einer Diskussion über Sektorziele im Ressourcenschutz leisten. Ferner soll mit der Studie eine Orientierung gegeben werden, wie das Thema Sektorziele weiterentwickelt werden könnte.

Diese Kurzstudie ist wie folgt aufgebaut: Zunächst wird ein Überblick über den Diskussionsstand eines Ressourcenschutzgesetzes gegeben (Kap. 2.1.). Da als Vorbild sowohl für ein Stammgesetz als auch für Sektorziele oftmals das Klimaschutzgesetz herangezogen wird, in dem das Gesamtziel der Treibhausgasemissionsminimierung auf Sektoren wie Energie, Industrie oder Abfall heruntergebrochen wurde (z.B. Prakash et al. 2025²), ist es wichtig, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem Ressourcenschutz und dem Klimaschutz zu analysieren (Kap. 2.2).

¹ Sanden, et al., 2011: Entwicklung eines Regelungskonzepts für ein Ressourcenschutzrecht des Bundes. Lüneburg/Darmstadt.

² Prakash et al., 2025: Die Governance von Ressourcenschutzzielen in Deutschland. Öko-Institut Working Paper 4/2025. https://www.oeko.de/publikation/?tx_solr%5Bq%5D=ressourcenschutzgesetz

Theoretisch gibt es drei Optionen einer sektoralen Disaggregation, die im Kapitel 3 ausführlich vorgestellt und analysiert werden: Ziele für nachfragende Sektoren/Bereiche (Kap. 3.1), Ziele für produzierende Sektoren (Kap. 3.2) und Ziele für einzelne Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen (Kap. 3.3). Diese drei Optionen werden eingangs kurz beschrieben, auch mit Referenzen auf konkrete Beispiele, die zeigen, dass Umsetzungen möglich sind. Dann werden die aktuellen empirischen Größenordnungen aufgezeigt und Varianten einer sektoralen Unterteilung genannt. Im Folgenden wird die empirische Grundlage der Datenverfügbarkeit und Eindeutigkeit aufgezeigt. Es folgen Ausführungen zum möglichen Vorgehen bei der konkreten Festlegung der sektoralen Ziele (wer könnte sie festlegen, auf welcher Grundlage, welche wesentlichen Fragen wären zu klären) und zur Umsetzung solcher Ziele (welche Bereiche wären betroffen, welche Instrumente könnten genutzt werden, wie könnten Sanktionsmechanismen aussehen).

Das Kapitel 4 enthält eine Synopse der Optionen mit einem Zwischenfazit und einer Empfehlung, welche Option(en) sich besonders für eine Weiterverfolgung eignen.

Im Kapitel 5 werden konkrete Zielgrößen vorgeschlagen. Diese sind naturgemäß vorläufig, da sich die Diskussion um Sektorziele noch am Anfang befindet und bislang nur sehr wenige Grundlagen vorliegen, die eine Ableitung von Sektorzielen erlauben.

Ein Fazit rundet die Kurzstudie ab und fasst die wesentlichen Erkenntnisse und Vorschläge zusammen. Es dient gleichermaßen als Zusammenfassung der Studie.

Es soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass diese Studie ein so komplexes Thema nicht erschöpfend behandeln kann und dies auch nicht angestrebt. Das Ziel der Studie ist es, einen systematischen Überblick über Optionen und damit einen fachlichen Input in die Diskussion über Sektorziele zu geben.

2 Überblick über den Stand der Diskussion zu sektoralen Zielen für Ressourcenschutzgesetze

2.1 Verankerung und Ziel eines Ressourcenschutzgesetzes

Das Ziel, natürliche Ressourcen und hierbei insbesondere Rohstoffe zu schonen bzw. schonend zu verwenden, ist grundsätzlich unumstritten³. So ist die Schonung der natürlichen Ressourcen in der Zweckdefinition des Kreislaufwirtschaftsgesetz (§1 Abs. 1 KrWG) genannt, aber weder verbindlich konkretisiert noch mit konkreten Zielsetzungen quantifiziert. Unterschiedliche Aspekte eines schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen sind zudem in fragmentierten Einzelregelungen festgeschrieben. Beispielhaft ist das Verpackungsgesetz, in dem die Produktverantwortung für Verpackungen geregelt wird. Von allen Regelungen weist das Kreislaufwirtschaftsgesetz am ehesten einen übergeordneten Ansatz auf, der Fokus liegt jedoch auch im Kreislaufwirtschaftsgesetz vor allem auf Abfälle. Verschiedene Akteure fordern daher eine umfassende rechtliche Verankerung und schlagen ein Ressourcenschutzgesetz vor.

Auch auf europäischer Ebene sind rohstoffbezogene Regelungen fragmentiert⁴. Auf europäischer Ebene gibt es eine eindeutige rechtliche Grundlage bereits im Primärrecht⁵ der Europäischen Union: „Die Umweltpolitik der Union trägt zur Verfolgung der nachstehenden Ziele bei: (...) umsichtige und rationelle Verwendung der natürlichen Ressourcen“ (AEUV, §191, Abs. 1, 3. Spiegelstrich).

In mehreren juristischen Gutachten und Studien wurden Optionen für eine verbindliche Verankerung des Ziels der Ressourcenschonung untersucht. Zentral ist die Studie von Roßnagel und Hentschel (2017)⁶. Die Autor*innen sehen drei mögliche Ansätze (ebenda, S. 285):

- Ein zentrales Ressourcenschutz-Gesetzbuch, in dem alle ressourcenschutzrelevanten Regelungen in einer Kodifikation zusammengefasst werden.
- Dezentrale Fachregelungen von ressourcenschutzrelevanten Fragen in den jeweiligen Fachgesetzen.
- Ein Stammgesetz, in dem allgemeine und grundsätzliche Fragen des Ressourcenschutzes geregelt sind, wobei sektorspezifische Aspekte weiterhin in Fachgesetzen geregelt werden (gemischter Ansatz).

³ Das Ziel wird in vielen Programmen und Plänen genannt und teilweise konkretisiert, darunter ProgRess, ProgRess II und ProgRess III sowie in der NKWS und in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie.

⁴ Sanden, J., 2015: Rechtsgutachten - Aktuelle Analyse des europäischen Ressourcenschutzrechts. UBA-Texte 08/2015, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_84_2015_aktuelle_analyse_des_europaeischen_ressourcenschutzrechts.pdf

⁵ Das Primärrecht umfasst die ranghöchsten Verträge der EU, das sind insbesondere die Gründungsverträge, in denen die EU ihre Zuständigkeiten in Abgrenzung der Zuständigkeiten der Mitgliedstaaten und ihre Organe festgelegt hat, darunter der Vertrag über die Arbeitsweise der Union (AEUV), der am 01. Dezember 2009 in Kraft und unter anderem die Zuständigkeit der EU für Umweltpolitik festlegt.

⁶ Roßnagel, A. und Hentschel, A., 2017: Rechtliche Instrumente des allgemeinen Ressourcenschutzrechtes. UBA-Texte 23/2017, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-03-23_texte_23-2017_ressourcenschutzinstrumente.pdf

Während der erste Ansatz aufgrund der Komplexität der Materialien und Produkte sowie ihrer Anwendungsbereiche sehr herausfordernd wäre und zudem auf politischen Widerstand stoßen würde, würde im zweiten Ansatz die symbolische Starkkraft eines umfassenden Ziels verloren gehen. Daher präferieren Roßnagel und Hentschel den dritten Ansatz. Sie nennen Vorbilder wie das Gesetz zur Umweltverträglichkeitsprüfung mit den fachspezifischen Regelungen und die Klimaschutzgesetze mit den fachspezifischen Regelungen. Sie identifizieren folgende wesentliche Inhalte (ebenda, S. 287):

- Allgemeine Ziele und Grundsätze des Ressourcenschutzes sowie eine allgemeine Pflicht zum nachhaltigen Umgang mit Ressourcen.
- Einheitliche Definitionen für wesentliche gesetzliche Begriffe des Ressourcenschutzes für das gesamte Bundesrecht.
- Verbindliche Mechanismen und Vorgaben für Erarbeitung, Umsetzung, Überprüfung, Berichterstattung und Fortschreibung der zum Ressourcenschutz notwendigen Maßnahmen.

Das Gutachten von Baumann Rechtsanwälte im Auftrag des BUND baut darauf auf⁷. Es verweist zunächst auf die faktischen Grundlagen, insbesondere dass der Ressourcenverbrauch (Primärrohstoffkonsum, RMC) so hoch ist, dass die mit dem Verbrauch in Verbindung stehenden Umweltlasten inzwischen ein Ausmaß erreicht haben, mit dem die planetaren Grenzen überschritten werden. Die Autorinnen begründen die Legitimation eines Ressourcenschutzgesetzes mit dem verfassungsmäßigen Schutzauftrag des Staates, die natürlichen Lebensgrundlagen auch für kommende Generationen zu schützen und zu sichern, bezugnehmend auf Art. 20a GG. Sie übertragen die Argumentation des Bundesverfassungsgerichts beim sogenannten Klimaschutzurteil vom 24. März 2021⁸ und hierbei insbesondere den vierten Leitsatz auf die Ressourcen: So sind auch diese so zu nutzen bzw. zu schützen, dass keine einseitige Reduktionslast zu Lasten der nachfolgenden Generationen entsteht, die diese in ihrer Freiheit zu stark einschränkt. So heißt es: „Angesichts des hohen Ressourcenverbrauchs und der erheblichen negativen Umweltauswirkungen aufgrund der Ressourcennutzung ist verfassungsrechtlich ein Rechtsrahmen erforderlich, welcher den Schutz der Ressourcen und die Begrenzung der Ressourcennutzung zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen künftiger Generationen gewährleistet.“ (Baumann Rechtsanwälte, 2023, S. 6)

Die Autorinnen betonen, dass die fehlende Gesamt-Zielsetzung für den Ressourcenschutz eine Lücke im gegenwärtigen, fragmentierten Recht darstellt. Ein Rahmengesetz oder Stammgesetz könne diese Lücke schließen. Vorbild könne das Klimaschutzgesetz sein, in dem ein übergeordnetes Gesamtziel und Prinzipien formuliert werden,

⁷ Baumann Rechtsanwälte, 2023: Kurzgutachten zu den wesentlichen Inhalten eines Ressourcenschutzgesetzes des Bundes. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/ressourcen_und_technik/kurzgutachten-ressourcenschutz-gesetz-bund-2023.pdf

⁸ Bundesverfassungsgericht, 2021: Beschluss vom 24. März 2021. https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html?nn=148438

und mit denen Fachgesetze gebündelt werden. Das Gutachten schlägt eine Formulierung für quantifizierte Minderungsziele als Herzstück des Gesetzes vor (Baumann Rechtsanwälte, 2023, S. 17f.):

§3 Nationale Ressourcenschutzziele

(1) Der Ressourcenverbrauch wird schrittweise wie folgt gemindert:

- 1. Bis zum Jahr 2030 auf jährlich 6,5 Tonnen abiotische und 2,5 Tonnen biotische Primärrohstoffe und damit insgesamt 9 Tonnen Primärrohstoffe pro Kopf (Raw Material Consumption)*
- 2. Bis zum Jahr 2040 auf jährlich 5 Tonnen abiotische und 2 Tonnen biotische Primärrohstoffe und damit insgesamt 7 Tonnen pro Kopf (Raw Material Consumption);*
- 3. Bis zum Jahr 2050 auf jährlich 3,5 Tonnen abiotische und 2 Tonnen biotische Primärrohstoffe und damit auf insgesamt 5,5 Tonnen Primärrohstoffe pro Kopf (Raw Material Consumption).*

Dieser Vorschlag baut auf Diskussionen über eine gerechte Zielsetzung des Ressourcenverbrauchs auf, die national und international geführt werden. Wichtige Diskussionsbeiträge lieferten unter anderem das UNEP IRP (2014⁹) mit der Orientierungsgröße von 6-8 Tonnen pro Person in der Abgrenzung des RMC (siehe Hintergrundinformation), Lettenmaier et al. 2014¹⁰ oder Bringezu, 2015¹¹. Diese Beispiele wie auch der konkrete Vorschlag von Baumann Rechtsanwälte zeigen, dass bislang insbesondere das Gesamtziel und die Verbindlichkeit diskutiert wurden und dass die vorgeschlagenen Ziele überwiegend im Bereich zwischen 4 und 8 Tonnen pro Person mit bzw. ohne nicht-verwerteter Entnahme, d.h. in der Abgrenzung des RMC oder des TMC (siehe Hintergrundinformation) liegen.

Darauf aufbauend findet sich eine erste Zusammenfassung wesentlicher Fragen, die sich bei der Disaggregation stellen, bei Dittrich und Wilts (2025¹²), die einen Ausgangspunkt für die im Folgenden weiter vertieften Analysen stellen.

Hintergrundinformation Zieleinheit RMC und TMC

Um wirksame Maßnahmen zum Schutz natürlicher Ressourcen zu entwickeln und die damit verbundenen Umweltwirkungen besser steuern zu können, bedarf es verlässlicher und international anschlussfähiger Indikatoren. Voraussetzung dafür ist eine belastbare Quantifizierung sowie ein kontinuierliches Monitoring des Rohstoffverbrauchs.

⁹ UNEP-IRP, 2014: Managing and Conserving the Natural Resource Base for Sustained Economic and Social Development. <https://www.resourcepanel.org/reports/managing-and-conserving-natural-resource-base-sustained-economic-and-social-development>

¹⁰ Lettenmaier, M.; Liedtke, C.; Rohn, H. Eight Tons of Material Footprint—Suggestion for a Resource Cap for Household Consumption in Finland. *Resources* 2014, 3, 488–515.

¹¹ Bringezu, S. 2015: Possible Target Corridor for Sustainable Use of Global Material Resources. *Resources*, 4, 25 -54. <https://doi.org/10.3390/resources4010025>

¹² Dittrich und Wilts, 2025: Messung und Monitoring von (sektoralen) Ressourcenschutzzielen. In: Prakash et al. 2025: Die Governance von Ressourcenschutzzielen in Deutschland. Link s. vorige FN

Die methodische Grundlage dafür bilden Stoffstromanalyse auf volkswirtschaftlicher Ebene (Economy-Wide Material Flow Accounting, EW-MFA), wie sie im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und auf Basis international harmonisierter Standards – insbesondere von Eurostat und der OECD – durchgeführt wird. Dabei werden sämtliche mengenmäßigen Materialflüsse erfasst, die in die Volkswirtschaft eingehen. Aus diesen Daten lassen sich verschiedene Kenngrößen ableiten, die unterschiedliche Aspekte der Ressourcennutzung beleuchten.

Ein zentraler Indikator ist dabei der *Primärrohstoffkonsum* (Raw Material Consumption, RMC). Der RMC gibt in Tonnen pro Jahr an, wie viele Rohstoffe in Anspruch genommen werden, um den inländischen Endverbrauch zu decken – das heißt, den Konsum privater Haushalte, staatliche Ausgaben und Investitionen. Dabei werden nicht nur die im Inland geförderten Rohstoffe berücksichtigt, sondern auch jene Rohstoffmengen, die in importierten Vorleistungen und Endprodukten enthalten sind. Gleichzeitig werden die Rohstoffe, die in Exporten enthalten sind, abgezogen (Eurostat, 2018)¹³.

Der RMC folgt somit einem konsumorientierten Berechnungsansatz: Er weist die globale Rohstoffinanspruchnahme aus, die mit der inländischen Nachfrage verbunden ist – unabhängig davon, wo die Rohstoffe tatsächlich gefördert wurden.

Unter "Rohstoffen" werden dabei alle natürlichen Ressourcen verstanden, die aus der Umwelt entnommen und in wirtschaftlichen Prozessen stofflich oder energetisch genutzt werden. Sie lassen sich in vier Hauptkategorien unterteilen:

1. Biotische Rohstoffe (z. B. Holz, Pflanzen, Tiere bzw. tierische Produkte)
2. Mineralische Rohstoffe (z. B. Sand, Kies, Gestein)
3. Metallische Rohstoffe (z. B. Eisen, Kupfer, Aluminium)
4. Fossile Rohstoffe (z. B. Erdöl, Erdgas, Kohle)

Nicht erfasst werden jedoch sogenannte nicht-verwerteten Entnahmen, also jene Materialmengen, die im Zuge der Rohstoffgewinnung anfallen, aber nicht direkt genutzt werden – etwa Abraummateriale im Bergbau, Bodenaushub im Bauwesen oder Beifang in der Fischerei. Diese Stoffströme können erhebliche ökologische Auswirkungen haben, fließen aber nicht in den RMC ein.

Aus diesem Grund gilt in der wissenschaftlichen Debatte der erweiterte Indikator Total Material Consumption (TMC) als ökologisch noch aussagekräftiger, da er auch diese indirekten Materialströme sichtbar macht. Aktuell bestehen hierfür jedoch methodische und datenbezogene Lücken: Es fehlt bislang an einer international harmonisierten Erfassungsmethodik sowie an flächendeckend verfügbaren Daten (Löw, 2023)¹⁴.

¹³ Eurostat. (2018). Economy-wide material flow accounts handbook.

¹⁴ Löw, C., et al. 2023. Model Germany: Circular Economy - Policy Blueprint, World Wide Fund for Nature (Germany). Germany. Retrieved from <https://coilink.org/20.500.12592/7m063t> on 31 Jul 2025. COI: 20.500.12592/7m063t.

Vor diesem Hintergrund stellt der RMC, trotz der Nichtberücksichtigung nicht-verwerteter Entnahmen, einen robustesten Indikator dar, um den Rohstoffverbrauch konsistent, international vergleichbar und konsumbezogen abzubilden.

2.2 Vorbild Klimaschutzgesetz zur Aufteilung der Gesamtzielsetzung

Als Vorbild für eine Aufteilung des Gesamtziels wird das Klimaschutzgesetz in der Fassung von 2021, in dem quantifizierte Minderungsziele für Sektoren festgelegt wurden, genannt (vgl. bspw. Prakash et al., 2025¹⁵). Bevor nun überlegt werden kann, wie Sektorziele für ein Ressourcenschutzgesetz ähnlich dem Klimaschutzgesetz formuliert werden könnten, sollen wichtige Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der Nutzung von Rohstoffen und dem Klimaschutz benannt werden.

2.2.1 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bezogen auf Ziel und Gegenstand

Das Ziel, Treibhausgasemissionen (THG) zu senken, liegt bei Netto-Null, sie sollen vollständig vermieden werden. In den Fällen, in denen eine Vermeidung technisch nicht möglich ist, können THG-Emissionen durch Maßnahmen (natürliche Senken wie Wald oder Moore, Abscheidung der THG-Emissionen und Nutzung oder Speicherung) bilanziell ausgeglichen werden. Die Technik erlaubt im Großen und Ganzen eine Fortführung des materiellen Niveaus des Lebensstils ohne (netto) Treibhausgasemissionen.

Dies ist bei Rohstoffen so nicht möglich: Menschen brauchen Primärrohstoffe zum Leben, aber Treibhausgasemissionen jenseits des Atmens sind nicht zwingend mit dem menschlichen Leben verbunden. Insbesondere die Relation der technisch unvermeidbaren THG-Emissionen im Vergleich zu minimal erforderlichen Rohstoffen ist wichtig: Während die technisch unvermeidbaren THG-Emissionen (insb. in der Landwirtschaft) bei unter 0,5 Tonnen pro Person liegen und damit ausgleichbar sind¹⁶, liegen die gegenwärtigen Schätzungen für die minimal erforderliche Menge von Primärrohstoffen je nach Definition des materiellen Lebensstils bei 4-8 Tonnen pro Person¹⁷ (RMC). Das heißt, die erforderliche Menge Rohstoffe ist immer deutlich größer als Null und leitet sich nicht nur aus technischen Möglichkeiten, sondern vor allem auch aus einer gesellschaftlich zu definierenden Vorstellung einer für das Leben notwendige oder gewünschten materielle Basis ab.

Substituierbarkeit: Wie oben bereits angesprochen, ist die Emission von Treibhausgasen fast vollständig substituierbar durch Technologien, die keine bzw. nahezu keine Treibhausgase verursachen. Auch Rohstoffe lassen sich durch andere ersetzen, jedoch in viel geringerem Ausmaß. So lassen sich abiotische, also endlich vorkommende Rohstoffe durch erneuerbare ersetzen, beispielsweise fossile Rohstoffe durch Holz. Allerdings sind erneuerbare Rohstoffe auch „endlich“ in der Hinsicht, dass sie Fläche, bestimmte Umweltbedingungen und vor allem auch Zeit für das

¹⁵ Prakash, S., Hurst, K., Löw, C., Hermann, A., 2025: Die Governance von Ressourcenschutzzielen in Deutschland. Mit einem Gastbeitrag von M. Dittrich und H. Wilts. Öko-Institut Working Paper 4/2025. <https://www.oeko.de/publikation/die-governance-von-ressourcenschutzzielen-in-deutschland/>

¹⁶ Z.B. Langfristszenarien des BMWI, <https://langfristszenarien.de/enertile-explorer-de/>

¹⁷ Z.B. Bringezu, S., 2015: Possible Target Corridor for sustainable Use of global material Resources. Resources, 4, 25 – 54. <https://doi.org/10.3390/resources4010025>

Nachwachsen brauchen und damit nicht in einem unendlichen Ausmaß verfügbar sind. Weiterhin sind in einem gewissen technischen Rahmen Rohstoffe untereinander ersetzbar. Ein wichtiger Ansatz ist zudem die Kreislaufwirtschaft, also die möglichst lange Nutzung von Rohstoffen: so können viele Rohstoffe in Form von Produkten, Halbzeugen oder als rezyklierte Rohstoffe wiedergenutzt werden. Allerdings sind auch der Kreislaufwirtschaft viele Grenzen gesetzt: so führen unter anderem Schadstoffanreicherungen, mangelnde Sammlung, dissipative Verluste, Verlust an Reinheit oder Funktionalität, hoher Aufwand oder geringe Akzeptanz dazu, dass Rohstoffe nicht so gut bzw. nicht so lange im Kreislauf geführt werden können, dass die Nutzung von Primärrohstoffen weitgehend vermieden werden könnte. Vorläufige Schätzungen gehen derzeit davon aus, dass langfristig (bis 2050) zwischen rund 30% und maximal 50% der genutzten Primärrohstoffe durch Sekundärrohstoffe ersetzt werden könnten¹⁸. Dies zeigt, dass die Substitution von Primärrohstoffen technisch noch lange nicht so ausgereift ist wie die Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energien und darauf aufbauende Technologien.

Die **Anzahl** der unterschiedlichen Treibhausgase ist verglichen mit der Anzahl der von Menschen genutzten Rohstoffe gering. So werden in den Nationalen Inventaren 7 Treibhausgase bilanziert, das sind Kohlendioxid, Methan, Lachgas und 4 F-Gase.

Ein vergleichbares Inventar, welche und wie viele Rohstoffe von Menschen genutzt werden, findet sich im Materialkonto, das Bestandteil der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen sind. Darin werden 16 biotische Rohstoffgruppen, 16 mineralische Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen, darunter 4 Metalle, und sechs fossile Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen unterschieden (Destatis, 2025¹⁹). Es ist hier wichtig zu verstehen, dass Rohstoffgruppen Aggregationen von vielen einzelnen Rohstoffen darstellen. Eine Zählung, wie viele Rohstoffe vom Menschen genutzt werden, existiert so nicht. Diese Vielzahl unterschiedlicher Rohstoffe führt zu einem erheblichen Mehraufwand bei einer potenziellen Regelung und Überwachung.

Komplexität: Treibhausgasemissionen entstehen an verschiedenen Stellen in den Wertschöpfungsketten und werden von einer Vielzahl von Nutzern verursacht. Die Komplexität ist sehr hoch, weil nahezu jede ökonomische Aktivität Energie erfordert. Hinzu kommen Treibhausgasemissionen, die nach bisherigem Wissen nicht vollständig reduzierbar sind (bspw. in der Landwirtschaft). Auch die Rohstoffe werden von einer Vielzahl von Nutzern nachgefragt, sie haben sehr komplexe Nutzungsstrukturen über alle Wertschöpfungsketten hinweg. Während Treibhausgasemissionen seit vielen Dekaden in einer Vielzahl unterschiedlicher Forschungsprojekte analysiert und systematisiert wurden bzw. werden, trifft dies auf Rohstoffe nicht im vergleichbaren Umfang zu.

¹⁸ Purr, et al, 2019: Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie Langfassung. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet_auflage2_juni-2021.pdf ; Dittrich et al., 2020: Transformationspfad zum ressourcenschonenden und treibhausgasneutralen Deutschland. Vergleich der Szenarien. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_12_28_cc_06-2020_endbericht_vergleich_szenarien.pdf ; Dittrich et al., 2021: Sekundärrohstoffe in Deutschland. https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/konsumressourcenmuell/2104-22-ifeu-studie-sekundaerrohstoffe_in_deutschland.pdf

¹⁹ Destatis, 2025: Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR) – Gesamtwirtschaftliches Materialkonto. Berichtszeitraum 1994 – 2023. Wiesbaden.

2.2.2 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bezogen auf die Erfassung und das Monitoring

Ansatz der Überwachung: Treibhausgasemissionen werden an den Quellen, d.h. an der Abgabe an die Umwelt, überwacht. Die Daten werden jährlich in den Nationalen Inventarberichten²⁰ veröffentlicht. Im Materialkonto²¹ im Rahmen der Umwelt-ökonomischen Gesamtrechnungen werden Rohstoffe ebenso an den Quellen, d.h. an der Entnahme aus der Umwelt, berichtet. Da viele Rohstoffe in Rohform bzw. in Form von Halbzeugen und Produkten importiert und/oder exportiert werden, werden im Materialkonto auch die im- und exportierten Rohstoffmengen erfasst.

Verrechnung der Emissionen bzw. Rohstoffe und Wirkungen: Sowohl Treibhausgasemissionen als auch Rohstoffnutzungen werden in einer physischen, masse-bezogenen Einheit (Tonnen) verrechnet. Die Treibhausgasemissionen wirken unterschiedlich in der Atmosphäre und auf Umweltkompartimente wie Wasser oder Boden. Trotzdem haben sich Fachleute auf eine Konvention zur Verrechnung der Wirkungen geeinigt: auf eine zentrale Wirkung (Treibhauswirkung) und auf eine Verrechnung der zeitlichen Dauer und Intensität (CO₂-Äquivalente). Diese Konvention wird nun breit genutzt. Eine vergleichbare Konvention zur Verrechnung der Wirkungen der Rohstoffnutzung existiert bislang nicht, weder hinsichtlich der Fokussierung auf eine zentrale Wirkung noch bezogen auf die Verrechnung des Ausmaßes der Wirkungen.

Systemgrenzen der Überwachung und Steuerung: Es gibt eine internationale Konvention, die Treibhausgasemissionen in der Entstehungsperspektive, das heißt territorial und bezogen auf das Staatsgebiet, zu beobachten und zu steuern (siehe Berichte an das UNFCCC). Für die Nutzung von Rohstoffen gibt es keine vergleichbare Konvention, die Entstehungs- oder die Verwendungsperspektive zur Steuerung zu nutzen.

2.2.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten bezogen auf die Akteure und Institutionen

Zur Reduktion sowohl der Treibhausgasemissionen als auch der genutzten Primärrohstoffe ist die Beteiligung einer Vielzahl von Akteuren erforderlich.

Treibhausgasemissionen belasten das Klima und versauern maritime Ökosysteme, sie belasten die Allmende. Gemeinschaftsgüter „gehören“ niemanden, die Gesellschaft bzw. die Politik hat nicht nur ein Interesse, sondern auch den Auftrag, die Gemeinschaftsgüter sauber und nutzbar zu halten. Es gibt keine privatrechtlichen Ansprüche auf die Luft, das Klima oder das Meer.

Rohstoffe hingegen sind, sobald sie der Umwelt entnommen werden, Eigentum von Personen oder personengleichen rechtlichen Subjekten. Eigentum ist in unserer Wirtschaftsordnung geschützt.

²⁰ Umweltbundesamt, 2025: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Übereinkommen von Paris 2025. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2023. Climate Change 39/2025. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/39_2025_cc_nid_2025_deu.pdf

²¹ Destatis, 2025: Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR) – Gesamtwirtschaftliches Materialkonto, Berichtszeitraum 1994 – 2023. Wiesbaden.

Dieser Unterschied führt dazu, dass (teilweise) andere Begründungen für die Legitimierung eines staatlichen Eingriffes genutzt und unterschiedliche Maßnahmen für die staatliche Steuerung ausgewählt werden müssen.

3 Darstellung verschiedener Optionen zur Definition von sektoralen Zielen

Grundsätzlich sind verschiedene Optionen denkbar. So können Ziele für die Nachfrageseite definiert werden, ähnlich wie das Ziel von 1 Tonne CO₂ pro Person, das in den 1990er Jahren von verschiedenen Akteuren gefordert wurde. Eine weitere Option sind Ziele für Sektoren bzw. Branchen, ähnlich wie bei der Festlegung von Emissionszielen im Klimaschutzgesetz in der Fassung von 2021. Eine dritte Option besteht darin, Ziele für Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen zu formulieren.

Alle drei Optionen werden im Folgenden analysiert. Zunächst wird die Option mit möglichen Varianten beschrieben; dabei wird aufgezeigt, wie aktuelle Größenordnungen aussehen. Daraufhin wird analysiert, wie die Ziele festgelegt werden könnten. Es folgt eine Analyse einer möglichen Umsetzung.

3.1 Ziele für Nachfragebereiche

3.1.1 Beschreibung

Mengenbegrenzungen für den Konsum sind in Form von Empfehlungen oder Verboten durchaus bekannt. So gibt es beispielsweise Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) für eine gesunde Ernährung mit durchschnittlichen Mengen für unterschiedliche Nahrungsmittelkategorien²². Auch für Medikamente werden klare Mengenempfehlungen ausgesprochen. Verbote sind beispielsweise für Drogen oder gesundheitsgefährdende Produkte bekannt.

Die Orientierungsgröße der UN für den durchschnittlichen Primärrohstoffverbrauch liegt bei 6-8 Tonnen pro Person, berechnet in der Systemgrenze des RMC²³. Diese Größe wurde von der Bundesregierung in der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) übernommen (BMUKN, 2024²⁴). Das bedeutet, die Materialaufwendungen für die Güter und Dienstleistungen werden dem Endverbraucher (Konsumenten) zugerechnet, unabhängig davon, ob die Aufwendungen im In- oder im Ausland anfallen.

3.1.2 Aktuelle Größenordnungen

Der Rohmaterialkonsum (RMC) setzt sich zusammen aus dem Konsum der privaten Haushalte, der staatlichen und der nicht-staatlichen Institutionen sowie aus den Investitionen, bestehend aus Ausrüstungen wie Maschinen und Bauten wie Gebäude

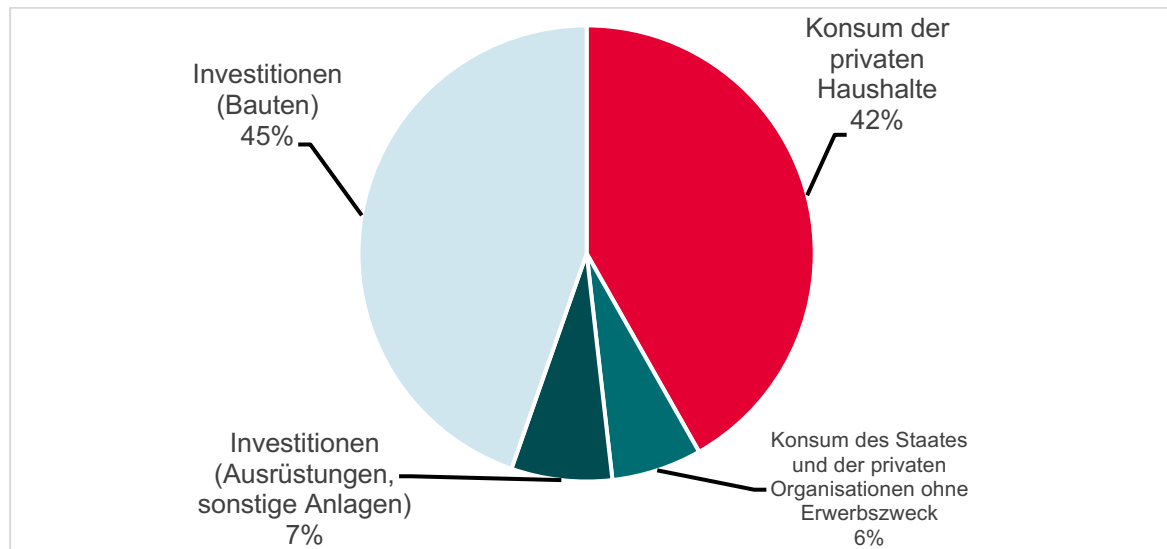
²² Deutsche Gesellschaft für Ernährung, DGE, o.J.: Gut essen und trinken. <https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/gut-essen-und-trinken/>

²³ UNEP-IRP, 2014: Managing and Conserving the Natural Resource Base for Sustained Economic and Social Development. <https://www.resourcepanel.org/reports/managing-and-conserving-natural-resource-base-sustained-economic-and-social-development>

²⁴ BMUKN, 2024: Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie. <https://www.bundesumweltministerium.de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie>

oder Straßen. Im Jahr 2022 lag der RMC bei 15,9 Tonnen pro Person (ohne Vorratsveränderungen) (Destatis, 2025²⁵). Die aktuelle Aufteilung nach sogenannten Kategorien der letzten Verwendung für das Jahr 2022 zeigt die folgende Abbildung.

Abbildung 1: Aufteilung des RMC nach Nachfragekategorien



Quelle: eigene Darstellung auf der Basis von Destatis, 2025

Eine Aufteilung der sektoralen Ziele in diese Nachfragekategorien hat nicht nur den Vorteil, dass Daten und Rechenkonventionen existieren, sondern auch, dass nach Akteuren (Bürger, Staat, Organisationen ohne Erwerbszweck und Unternehmen) sowie zwischen kurzfristiger und langfristiger Nachfrage (Konsum versus Investitionen (Bauten und Ausrüstungen/Anlagen)) unterteilt wird²⁶. Mit Blick auf eine politische Steuerung wäre diese Aufteilung ein erster Schritt, der verfeinert werden könnte.

3.1.3 Varianten für Teilziele

Aus dem obigen folgt, dass eine weitere Aufteilung der gesamten Zielgröße für die mengenmäßig relevanten Kategorien Investitionen und dem Konsum der privaten Haushalte erfolgen könnte.

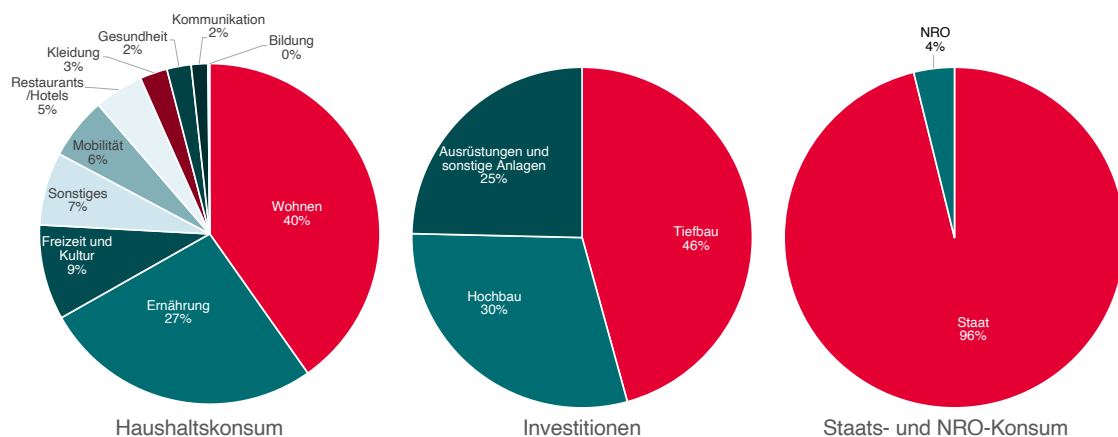
²⁵ Destatis, 2025: Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR) – Rohstoffäquivalente. Berichtszeitraum 2010 – 2022. Wiesbaden

²⁶ Destatis hat in den früheren Jahren die Nachfrage des Staates und der nicht-staatlichen Organisationen getrennt ausgewiesen. In der aktuellen Datenlieferung ist dies, vermutlich aufgrund der geringen Mengenrelevanz insbesondere der nicht-staatlichen Organisationen, nicht enthalten (der Anteil am RMC liegt i.d.R. bei unter 1%).

- Innerhalb der Investitionen sind die Bauten der größte Posten. Sie setzen sich aus Rohstoffaufwendungen für unterschiedliche Aktivitäten zusammen. Naheliegend sind Unterscheidungen in Hoch- und Tiefbau oder nach privaten und öffentlichen Akteuren. Für eine Unterscheidung in Hoch- und Tiefbau spricht die Teilung der Ministerien bzw. Zuständigkeiten auf Bund-, Landes- und Kommunalen Ebene und damit eine vergleichsweise eindeutige politische Zuständigkeit für die Festlegung von Vorhaben und für die Regelungen der Bauvorschriften. Beim Hochbau wären die Zuständigkeiten für mengenmäßig kleinere Bereiche (Rathäuser, Krankenhäuser u.ä.) auch verteilt, aber zuordnungsbar. Für eine Unterscheidung nach Akteuren spricht, dass öffentliche Güter einer anderen Nutzungs- und Verwertungslogik unterliegen als private Güter (z.B. haben öffentliche Ämter kein grundsätzlich kommerzielles Interesse).
- Der zweitgrößte Posten Konsum der privaten Haushalte setzt sich aus sehr vielen unterschiedlichen Bereichen, sogenannten Bedürfnisfeldern, zusammen, die sich inhaltlich, instrumentell und von der politischen Zuordnung sehr unterscheiden. Bedürfnisfelder sind beispielsweise Ernährung, Mobilität, Wohnen, Freizeitaktivitäten, Gesundheit, Kommunikation, Bekleidung und vieles mehr.

Die folgende Abbildung zeigt die Mengenrelevanz für 2019. Die mengenmäßig relevanten Bedürfnisfelder sind Wohnen (darunter fällt u.a. Strom, Wärme, Reparaturen, Möbel), Ernährung, Mobilität (hierunter fallen Privat-Pkw, ÖPNV, Rad etc.) und Freizeit Kultur, zu letzteren zählen auch Gastronomiebesuche und Reisen.

Abbildung 2: Weitere Aufteilung der Endnachfrage, 2019



Quelle: eigene Berechnungen, WI

3.1.4 Daten und Berechnung

Diese sektorale Splittung des Gesamtziels in Teilziele für die vier Nachfragekategorien schließt sich an gängige und international harmonisierte Standards aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) und den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) an. Die Rohstoffverbräuche der Endverwendung können eindeutig zugeordnet werden, es gibt keine Doppelzählungen. Allerdings erfordert die Berechnung des RMC eine modellgestützte Abschätzung der Rohstoffaufwendungen der Vorleistungen aus dem Ausland, hierfür gibt es keine international harmonisierte Berechnungsmethode.

Die Differenzierung nach den vier Nachfragekategorien wird jährlich von Destatis veröffentlicht. Für eine weitere Unterteilung des privaten Konsums liegen gegenwärtig Vorschläge und erste Ergebnisse seitens der Forschung²⁷, jedoch nicht seitens der amtlichen Statistik vor. Die Rechnungen basieren auf Einkommens- und Verbrauchsstatistiken. Auch für eine weitere Unterteilung der Investitionen in Hoch- und Tiefbau liegen Vorschläge und erste Ergebnisse vor. Diese basieren auf sektoralen Studien und enthalten Unsicherheiten aufgrund der nicht vollständig vorliegenden empirischen Datenbasis zum Gebäude- und Infrastrukturbestand.

Doppelzählungen oder grundsätzlich nicht lösbare Zuordnungsprobleme sind auch für weitere Differenzierungen nicht absehbar, auch wenn die Datengrundlagen für die Aufteilungen verbessert werden sollten.

3.1.5 Festlegung der sektoralen Ziele

Die Festlegung von Teilzielen kann ähnlich wie bei der Festlegung der Reduktionspfade für die Treibhausgasemissionen mit Hilfe von Szenario Rechnungen erfolgen, die gesellschaftlich gewünschte und technisch mögliche Entwicklungen verbinden. Ein breiter gesellschaftlicher Diskurs und eine große Beteiligung von Stakeholdern ist dabei sinnvoll, Vorbild könnte das Vorgehen bei der Festlegung der Klimaschutzziele darstellen. Neben der Beteiligung sind regelmäßige Fortschreibungen der Teilziele, in denen technologische Entwicklungen und gesellschaftliche Änderungen integriert werden und damit auch akzeptiert wird, dass Teilsektoren in Gesellschaft bzw. Technik sich unterschiedlich dynamisch verändern, anzuraten.

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Szenarien für eine Transformation der Energiesysteme und weiterer Treibhausgasemissionsquellen formuliert und durchgerechnet, die eine wichtige Grundlage der Festlegungen der Teilziele für Sektoren darstellen. Zu nennen sind hier die Leitszenarien, die im Auftrag des Wirtschaftsministeriums erstellt werden und mehrfach aktualisiert wurden, und die Projektionsberichte, die alle zwei Jahre die Wirkungen der Klimaschutzmaßnahmen durchrechnen. Für die zukünftigen Rohstoffbedarfe existieren bislang nur wenige Szenarien, die umfassendsten und detailliertesten Szenarien wurden im RESCUE-Projekt des Umweltbundesamtes formuliert und durchgerechnet (Purr, et al., 2019²⁸). Eine weitere wichtige Studie ist im Auftrag des WWF mit dem Modell Deutschland Circular Economy erarbeitet worden (Prakash et al., 2023²⁹), in der Stoffströme für einzelne Sektoren sehr differenziert gerechnet wurden, jedoch keine konsistente Gesamtrechnung erstellt wurde.

Die genannten Studien basieren im Kern auf einer Fortschreibung unserer Lebensweise mit technischen Änderungen und bestimmten Anpassungen im Lebensstil z.B.

²⁷ Dittrich et al., 2020: Transformationspfad zum ressourcenschonenden und treibhausgasneutralen Deutschland. Vergleich der Szenarien. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_12_28_cc_06-2020_endbericht_vergleich_szenarien.pdf

²⁸ Purr, et al, 2019: Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie Langfassung. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet_auflage2_juni-2021.pdf

²⁹ Prakash, et al., 2023: Modell Deutschland Circular Economy. Modellierung und Folgenabschätzung einer Circular Economy in 9 Sektoren in Deutschland. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Modell-Deutschland-Circular-Economy-Modellierung.pdf>

hinsichtlich der Ernährungsweise, die von einem Teil der Gesellschaft bereits gelebt werden. Die Studien unterstellen zwar einen weitgehenden technologischen Wandel, sie stellen aber keine grundlegenden Änderungen unserer Wirtschaftsweise dahingehend dar, als dass sie eine Einbindung in die EU und globale Märkte und eine Fortführung der internationalen Arbeitsteilung vorsehen.

Grundlegende Änderungen der Wirtschaftsweise, wie sie beispielsweise Paech (2025³⁰) vorgeschlägt, würden andere Spielräume für Teilziele eröffnen. Paech plädiert für eine Postwachstumsökonomie, in der Subsistenz, Suffizienz und lokale Ökonomien jenseits der monetären Wirtschaft einen weitaus größeren Stellenwert einnehmen und die Einbindung in internationale Wertschöpfungsketten signifikant (wenn auch nicht vollständig) zurückgebaut werden. So ein Entwurf würde nicht nur die Abkehr vom stetigen Zubau, sondern darüber hinaus einen Rückbau von Fabriken, Gewerbegebäuden und Infrastrukturen bedeuten. Hierfür liegt keine Szenario Rechnung vor.

3.1.6 Umsetzung der Sektorziele

Das Teilziel für den Bereich Investitionen kann grundsätzlich über bestehende Mechanismen der Raum- und Regionalplanung einschließlich der Stadt- und Bauleitplanung umgesetzt werden. Zentral ist der Rückgang der Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbeflächen. Die konkrete räumliche Verteilung der noch innerhalb der Teilzielmarke befindlichen Siedlungsgebiete bzw. Bauwerke würden bei einem rückläufigen Pfad für dieses Teilziel zunehmend herausfordernd. Die im Rahmen der Raum- und Regionalplanung bestehenden Ausgleichsmechanismen könnten jedoch grundsätzlich genutzt werden, auch wenn sie aufgrund der zunehmenden Herausforderung weiterentwickelt werden müssten.

Eine Reduktion der Nachfrage des Staates und nicht-staatlicher Organisationen kann für den Staat über Vorgaben für die öffentliche Beschaffung (hinsichtlich der Nachhaltigkeit der Produkte, einschließlich Zirkularität und Energieverbrauch) umgesetzt werden. Diesbezügliche Ansätze finden sich bereits – wenn auch ohne konkrete Zielformulierung – in der deutschen Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie im Handlungsfeld „öffentliche Beschaffung“ (BMUKN, 2024³¹).

Für nicht-staatliche Organisationen müssten andere Wege und Instrumente gefunden werden. Allerdings ist die Nachfrage von nicht-staatlichen Organisation sehr gering, viele sind gemeinnützig und bereits heute Vorreiter in Bezug auf Nachhaltigkeit. Denkbar ist, dass der Status der Gemeinnützigkeit unter anderem an die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Beschaffung geknüpft werden.

Herausfordernd ist eine **Umsetzung der Reduktion der privaten Nachfrage**. Im Klimaschutz wird die Nachfrage der privaten Haushalte (z.B. im Bereich Gebäude oder Verkehr) mit weichen Instrumenten wie Informationen und Bewusstseinsbildung (Kennzeichnungen, Labels, Kampagnen), mit finanziellen Anreizen (z.B. für

³⁰ Paech, N., 2025: Befreiung vom Überfluss. Eine Postwachstumsökonomie für das 21. Jahrhundert – das Update. Ökom.

³¹ BMUKN, 2024: Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie. <https://www.bundesumweltministerium.de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie>

Elektro-Pkw oder die Umstellung auf Wärmepumpen) und über die Anhebung von Standards (z.B. für die Energieeffizienz von Gebäuden oder elektrischen Geräten) gesteuert. Harte Instrumente mit engen Vorgaben oder umfassenden Verboten sind aufgrund der grundlegenden Freiheiten und Rechte der Menschen (insbesondere Handlungsfreiheit, Eigentumsrechte) kaum zu begründen.

Eine vergleichbare Kombination aus weichen Instrumenten mit Anreizen und Standards ist ebenso für die Nachfrage nach Primärrohstoffen denkbar. Harte Begrenzungen des Konsums würden aufgrund der verfassungsmäßig geschützten Handlungsfreiheit und dem Schutz des Eigentums sehr gewichtige Begründungen erfordern, wie sie bislang bei Drogen zum Schutz der Gesundheit bestehen. Für den Einsatz weicher Instrumente wie zielgerichteten Informationsflüsse, Kennzeichnungspflichten oder Kampagnen zum Ressourcenkonsum finden sich inzwischen erste Beispiele. So verpflichtet die neue Ökodesignverordnung, die derzeit für verschiedene Produktgruppen ausgearbeitet wird und für Bildschirme bereits in Kraft ist, die Hersteller, über Reparierbarkeit zu informieren. Der Herausforderung, dass der Ressourcenkonsum ein sehr abstraktes Thema ist, das in Kampagnen verständlich gemacht werden muss, stellt sich beispielsweise das laufende Projekt Ressourcenleicht Leben 2045, das im Auftrag des WWF durchgeführt wird. Aus dem Projekt sollen Impulse für die Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation an Konsument*innen aber auch zu politischen Narrativen zur Ressourcenhalbierung voraussichtlich Ende 2025 geteilt werden³².

Da im Klimaschutz mit abstrakten Reduktionszielen und absoluten Werten, jedoch nicht mit Pro-Kopf-Werten gearbeitet wird³³, stellt sich dort nicht die Frage, ob und wenn ja wie die Sektorziele auf einzelne Personen heruntergebrochen werden. Eine Zielsetzung von 6-8 Tonnen pro Person (bzw. 3-4 Tonnen für die individuelle Nachfrage pro Person) legt diese Frage jedoch nahe, ebenso wie daraus folgende Fragen wie bspw. ob die Menge eine Höchstgrenze pro Jahr darstellt oder über die Jahre verteilt (Budgetansatz) verbraucht werden kann und was passiert, wenn die Nachfrage einzelner Individuen „über“ der Ziellinie liegt. Es ist aus unserer Sicht zu überdenken, ob die Zielsetzung nicht an Pro-Kopf-Werten, sondern an Reduktions- oder absoluten Zielwerten wie bspw. eine Halbierung des Primärrohstoffeinsatzes festgemacht werden könnte.

3.2 Ziele für Wirtschaftssektoren bzw. produzierende Branchen

3.2.1 Beschreibung

Eine zweite Option besteht darin, dass Zielvorgaben für die Nutzung konkreter Rohstoffe für die Produktion formuliert werden, beispielsweise, indem eine (Höchst-)Menge der genutzten Rohstoffe für einen ausgewählten Sektor definiert wird. Auch wenn dies nach Planwirtschaft klingt, gibt es doch ein konkretes Beispiel, dass ein

³² <https://www.wwf.de/nachhaltiges-wirtschaften/circular-economy/ressourcenleicht-leben-2045>

³³ In den Anfängen der Klimaschutzbewegung gab es ebenso Pro-Kopf-Referenzwerte für Treibhausgasemissionen. Diese Ziele wurden jedoch zu keinem Zeitpunkt in ein Gesetz übernommen.

solcher Ansatz in Deutschland formuliert und umgesetzt wurde bzw. umgesetzt wird: der Kohleausstieg.

Mit dem Gesetz zur Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleausstiegsgesetz) vom 08.08.2020 wurde dem Energiesektor die Reduktion der Nutzung von Kohle zur Erzeugung eines zentralen Produkts, nämlich Strom, gesetzlich vorgeschrieben. Die Einigung auf diese Reduktion einschließlich aller damit einhergehender Konsequenzen (Entschädigungen, Förderungen, etc.) erfolgte in einem aufwändigen Prozess. Wichtig für diese Kurzstudie sind folgende Aspekte:

- Das Gesetz regelt die Nutzung nur einer Rohstoffgruppe, nämlich Braun- und Steinkohle. Das Gesetz unterscheidet dabei nicht, ob die Kohle aus dem In- oder Ausland bezogen wird.
- Das Gesetz regelt eine spezifische Nutzungsform, die Verstromung, anderweitige Nutzungen sind nicht betroffen.
- Das Gesetz basiert auf einem sehr breit geteilten gesellschaftlichen Konsens, und zwar die Überzeugung, dass der menschengemachte Klimawandel nicht noch stärker durch den Menschen angeheizt werden soll. Die Reduktion der Treibhausgasemissionen ist ein zentrales Ziel des Kohleausstiegsgesetz.

Es gibt nur wenige Sektoren, die vergleichbar wenige Rohstoffe direkt und ohne weitere Verarbeitungsstufen nutzen. Neben weiteren fossilen Energieträgern und ihrer energetischen Nutzung zeigen nur Teilbereiche des Tiefbaus ähnliche flache Wertschöpfungsketten, und zwar Bettungen von Straßen, Plätze oder Gleise. In diesen Anwendungen werden die mineralischen Ausgangsmaterialien in nur wenig weiterverarbeiteter Form genutzt. Nahezu alle anderen Rohstoffe haben eine weitaus komplexere Wertschöpfungskette und nahezu alle anderen Wirtschaftssektoren (einschließlich Tiefbau) verarbeiten eine weitaus höhere Anzahl von Rohstoffen in unterschiedlichsten Verarbeitungsstufen.

Ferner gibt es für die Verstromung nicht nur Substitutionsmöglichkeiten, sondern es ist sogar explizit das Ziel des Kohleausstiegs, dass fossile Energieträger durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden.

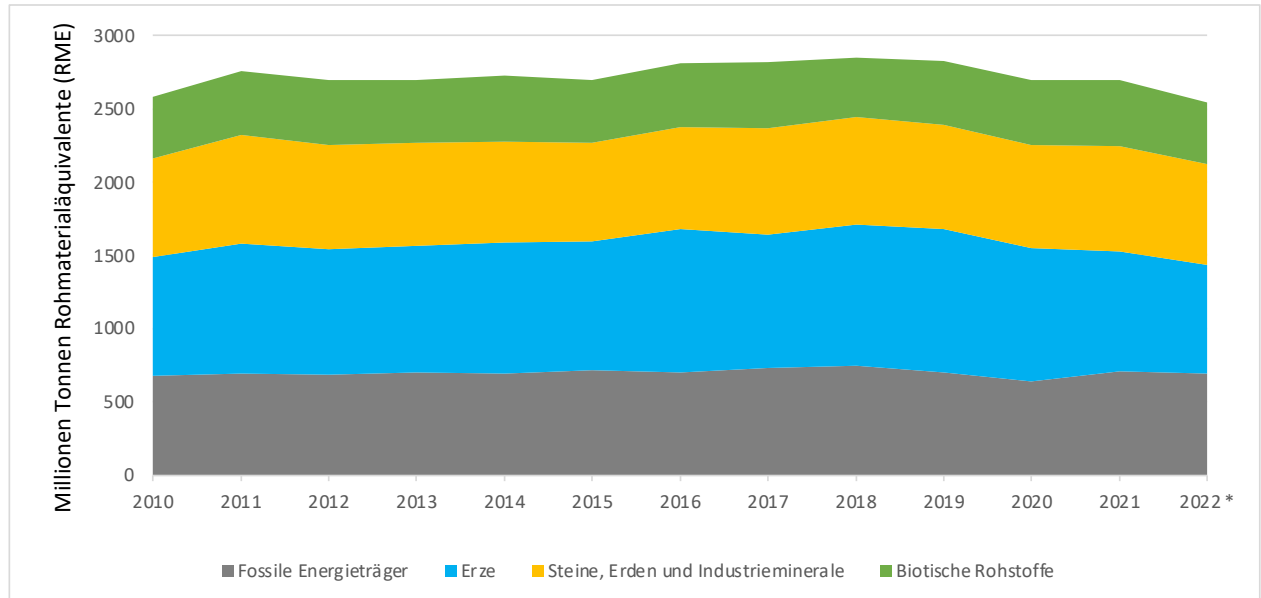
Schaut man nun auf die gesamte Menge der in Deutschland verarbeiteten Rohstoffe, so muss man festhalten, dass kein Zielvorschlag für die Gesamtmenge der in Deutschland verarbeiteten Rohstoffe bekannt oder aktuell in der Diskussion ist. Bekannt ist hingegen eine Zielvorgabe für die Veränderung der Gesamtrohstoffproduktivität, das ist die durchschnittliche monetäre Wertschöpfung pro eingesetzter Menge Rohstoffe. Die Gesamtproduktivität ist ein Indikator für die Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum. Die Zielsetzung geht auf ProgRess III zurück, sie ist in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie und in der NKWS aufgenommen und besagt, dass die Gesamtrohstoffproduktivität pro Jahr um 1.6 % steigen soll.

3.2.2 Aktuelle Größenordnungen

Der Rohmaterialinput (RMI) misst die Gesamtmenge der Rohstoffe, die in Deutschland in jedweder Form verarbeitet bzw. gehandelt werden. Berücksichtigt sind die Vorketten im Ausland in der Abgrenzung der verwerteten Entnahme. Der RMI lag

2021 in Deutschland bei 2,7 Milliarden Tonnen, er ist seit 2010 vergleichsweise konstant und erst seit 2020 rückläufig. Es ist davon auszugehen, dass der Rückgang 2020 und 2021 unter anderem eine Auswirkung der Pandemie ist und der (geschätzte) Rückgang in 2022 eine Auswirkung des Überfalls Russlands auf die Ukraine, so dass offen ist, ob hier tatsächlich ein Trend zu verzeichnen ist.

Abbildung 3: Rohmaterialinput (RMI) in Deutschland, 2010 - 2022



Quelle: eigene Darstellung auf der Basis von Destatis, 2025. * vorläufige Schätzung.

Es sei an dieser Stelle auch das zentrale Argument aufgeführt, das gegen eine Festlegung der Gesamtmenge (RMI) genannt wird: So könnte eine Begrenzung bzw. Reduktion der Rohstoffmenge das Wirtschaftswachstum nicht nur bremsen, sondern möglicherweise auch zu einer Schrumpfung der Wirtschaft beitragen. An dieser Stelle soll nicht analysiert werden, ob und in welchem Ausmaß das Argument zutreffend ist; wichtig ist, dass dieses Argument nicht zu trifft, wenn ein weniger materialintensives Substitut existiert. Beim Kohleausstieg (bzw. bei fossilen Rohstoffen) sind dies die erneuerbaren Energien (einschließlich Sektorkopplung und synthetische Rohstoffe), mit deren Hilfe der Strom wesentlich materialschonender (und kostengünstiger) produziert werden kann.

Für Primärrohstoffe gibt es auch Substitute: So können Sekundärrohstoffe Primärrohstoffe oftmals ersetzen, und über die R-Strategien bestehen weitere Möglichkeiten zur Einsparung von Primärrohstoffen. Die Zielgröße wird mit der Circular Material Use Rate (CMUR) als Indikator festgelegt. Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, die CMUR bis 2030 zu verdoppeln, aktuell liegt sie in der EU bei 12 % (Eurostat, 2025³⁴). Auch mit der NKWS soll dieses Ziel unterstützt und die CMUR in Deutschland verdoppelt werden (sie liegt aktuell bei rd. 14%, Eurostat, 2025³⁵). Diese Zielgröße ist allerdings auf die Konsumseite bezogen formuliert und nicht bezogen auf

³⁴ Eurostat, 2025: Circular Material Use Rate. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table?lang=en

³⁵ Ebenda.

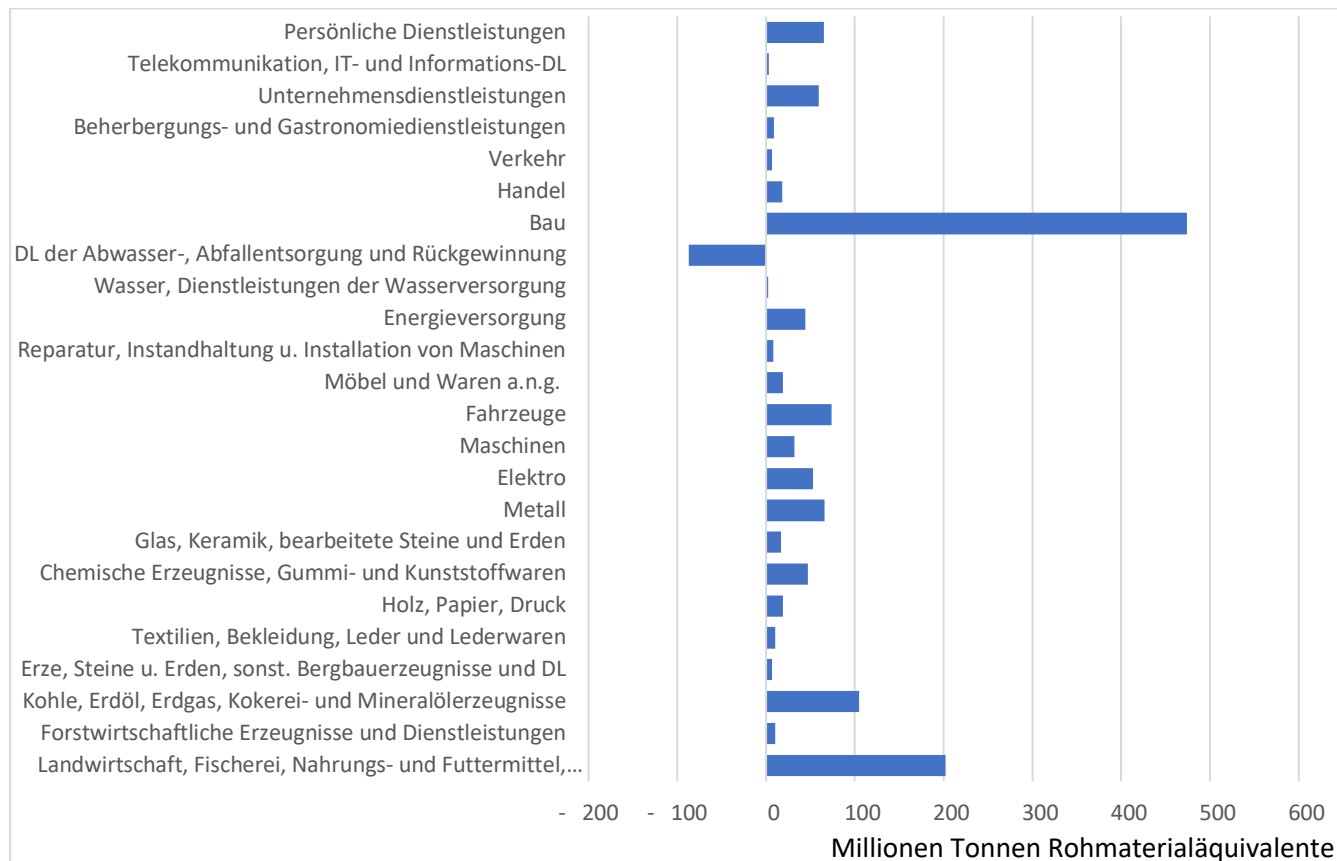
die Produktionsseite. Die CMUR ist, ähnlich wie die Gesamtrohstoffproduktivität, eine Verhältniszahl, in der die Menge der genutzten Sekundärrohstoffe in Relation zur Menge aller genutzten Rohstoffe gesetzt wird. Eine Steigerung der CMUR geht daher wie der Anstieg der Gesamtrohstoffproduktivität nicht zwangsläufig mit einer Reduktion der genutzten Primärrohstoffe einher.

3.2.3 Varianten für Teilziele

Es ist eine allgemeine Tatsache, dass Rohstoffe im Rahmen des Wirtschaftsgeschehens immer weiterverarbeitet werden. So wird Kalkstein abgebaut, ein Teil wird zu Zement verarbeitet und dann in Form von Mörtel, Beton, Putz etc. im Hoch- und Tiefbau verbaut. Die Wirtschaftsrechnung klassifiziert die wirtschaftlichen Aktivitäten nach sogenannten Wirtschaftszweigen (Sektoren, Branchen) danach, welche Rohstoffe in welcher Verarbeitungstiefe verarbeitet werden. Je nachdem, wie die einzelnen Sektoren in der Wirtschaftsrechnung gruppiert werden, ist die Menge und Zusammensetzung der Rohstoffe unterschiedlich, wodurch Vergleich erschwert werden.

Destatis (2025) berichtet im Rahmen der UGR daher ausschließlich die Rohstoffmengen, die wirtschaftliche Sektoren an die Endnutzung weitergeben (Abb. 4). Dies sagt jedoch nichts über die im jeweiligen Sektor genutzte Rohstoffmenge. So ist die Rohstoffmenge, die vom Bergbausektor an die Endverwendung geht, sehr gering, wie die Graphik zeigt. Allerdings liefert der Bergbau einen großen Teil der Rohstoffe an den Bausektor, in dem dann die Menge bei der Übergabe an die Endverwendung verbucht wird.

Abbildung 4: Menge der Rohstoffe, die Sektoren an die Endverwendung in Deutschland liefern



Quelle: eigene Darstellung auf der Basis von Destatis, 2025

Teilziele für Wirtschaftssektoren bedeuten daher immer, dass auch die Vorleistungen enthalten wären. Selbst die Extraktionssektoren (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Bergbau) haben Vorleistungen in Form von Maschinen, Energie etc. Um Ziele und daraus resultierende Verantwortlichkeiten zu definieren, müssten Abgrenzungen für die gesamte Wirtschaft gefunden werden, die für alle Sektoren sinnvoll und umsetzbar sind und zudem auch Vorleistungen aus dem Ausland berücksichtigen. Es ist höchst fraglich, ob dies überhaupt möglich ist. Frühere Versuche wurden aufgrund der kaum lösbaren Doppelzählungen und der geringen Vergleichbarkeit nicht fortgesetzt.

Vergleichbar dem Kohleausstieg ist denkbar, Substitutionsziele für einzelne Sektoren zu formulieren. Vorbild könnten Mindestzyklusquoten (Sekundärrohstoffanteile) in der Produktion sein, wie sie derzeit auf Produktebene existieren (für bestimmte Verpackungen) bzw. diskutiert werden (z.B. Batterien, Pkw). Eine Substitutionsquote bemisst den Anteil der Sekundärrohstoffe im Vergleich zu allen eingesetzten Rohstoffen, sie kann auf gesamtwirtschaftlicher Ebene, auf Sektor-Ebene oder für Rohstoffe formuliert werden (KRU, 2019³⁶). Inwieweit Substitutionsziele zur Reduktion der absoluten Menge der genutzten Primärrohstoffe tatsächlich beitragen oder im Wesentlichen nur die Gesamtmenge aller genutzten Primär- und Sekundärrohstoffe erhöht (Rebound-Effekt), müsste daher gemonitort werden.

3.2.4 Daten und Berechnung

Die Gesamtmenge der genutzten Rohstoffe (RMI) wird seitens des Statistischen Bundesamtes erfasst und regelmäßig veröffentlicht. Die Berechnung basiert wie die Berechnung des RMC (Kap. 3.1.4) auf den international harmonisierten Standards des SEEA, nur für die Fußabdrücke der Importe gibt es aktuell noch keine harmonisierten Standards.

Für eine Berechnung von Rohstoffmengen, die in Sektoren verarbeitet werden, liegen bislang keine Vorschläge vor, die das Problem von Doppelzählungen gelöst haben. Mengen könnten daher kaum eindeutig für abgegrenzte Wirtschaftssektoren bestimmt, noch sinnvoll als Zielgrößen formuliert und hinsichtlich der Umsetzung gemonitort werden.

Auch für eine Formulierung sektoraler Substitutionsquoten liegen derzeit keine Daten vor. Daten über Substitutionen, basierend auf einer nachvollziehbaren und systematischen Methodik, liegen aktuell nur bezogen auf Rohstoffe bzw. ausgewählte Vor- und Nebenprodukte insbesondere aus dem Projekt Resek vor (Steger et al., 2019³⁷)

3.2.5 Festlegung der Teilziele

Es ist aus den obigen Ausführungen klar geworden, dass eine Festlegung von Teilzielen für die Produktionsseite sehr herausfordernd ist. Schaut man auf den Prozess

³⁶ Ressourcenkommission am Umweltbundesamt, 2019: Substitutionsquote, ein realistischer Erfolgsmaßstab für die Kreislaufwirtschaft. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/190722_uba_kommp_substitutionsquote_bf.pdf

³⁷ Steger et al., 2019: Stoffstromorientierte Ermittlung des Beitrags der Sekundärrohstoffwirtschaft zur Schonung von Primärrohstoffen und Steigerung der Ressourcenproduktivität. UBA-Texte 34/2019. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/stoffstromorientierte-ermittlung-des-beitrags-der>

zum Kohleausstieg und berücksichtigt man, dass es sich dabei um eine sehr einfache Wertschöpfungskette und um eine sehr kleine Akteursgruppe handelt und vergewärtigt man sich die mit dem Ausstieg einhergehenden Entschädigungssummen für die Akteure und Regionen, so wird deutlich, dass der Gesamtaufwand unverhältnismäßig hoch werden könnte, wenn Reduktionsziele für eine Vielzahl von Sektoren festgelegt werden.

Abgesehen vom Aufwand könnten Festlegungen von Reduktionsziele für Sektoren mit folgender Charakteristik erfolgen:

- Substitute müssen vorhanden und ökonomisch sein; bei der Bewertung der ökonomischen Aspekte sind technische Entwicklungen, Aspekte der Wettbewerbsfähigkeit, Umweltkosten und Langzeitfolgen einzubeziehen.
- Es müssen gewichtige ökologische Gründe vorliegen, die einen Eingriff in die Handlungsfreiheit und in die Eigentumsrechte rechtfertigen.
- Es müsste ein gesellschaftlicher Konsens für die Reduktion und ein starker politischer Wille vorliegen, damit mögliche (kurzfristige) Kosten getragen werden.
- Die Festlegung dürfte für Sektoren mit wenig komplexen Wertschöpfungsketten einfacher sein.
 - Ziele könnten bei Monopolen aufgrund der geringen Anzahl der Akteure einfacher aushandelbar und durchsetzbar sein.

Davon unberührt sind natürlich freiwillige Selbstverpflichtungen der wirtschaftlichen Akteure in den verschiedenen Sektoren. Diese würden bedeuten, dass sich Unternehmen zum Ziel setzen, weniger Material zu verarbeiten. Da die Materialkosten einen großen Teil der Betriebskosten ausmachen³⁸, haben Unternehmen ein eigenes betriebswirtschaftliches Interesse daran, Material effizient(er) zu nutzen und dadurch Wettbewerbsvorteile zu sichern, dies ist ein Teil des technischen Fortschritts. Der Anstieg der Ressourcenproduktivität in Deutschland und in allen Ländern geht zum Teil darauf zurück. Allerdings ist empirisch festzustellen, dass Effizienzanstiege auf Unternehmensebene in der Regel nicht zu einer Reduktion der Gesamtrohstoffmenge führen (auch, weil Unternehmen das „eingesparte“ Material für die Ausweitung der Produktionsmenge nutzen), sondern im besten Fall zu einem Bremsen des Anstiegs der genutzten Rohstoffmenge. Eine freiwillige Selbstverpflichtung, die eine Reduktion zum Ziel hätte, würde bedeuten, dass sich ein Sektor (bspw. Textil) zum Ziel setzt, nicht nur mit weniger Primärrohstoffen, sondern auch insgesamt weniger zu produzieren. Ein Beispiel aus der Praxis ist nicht bekannt.

3.2.6 Umsetzung der Teilziele

An dieser Stelle soll nur kurz auf die Herausforderungen aufmerksam gemacht werden, die eine Umsetzung von verpflichtenden Teilzielen mit sich bringen würde:

- Es ist davon auszugehen, dass eine Umsetzung, die konkret Rohstoffmengen für Wirtschaftssektoren regelt, nicht im Rahmen unserer Wirtschaftsordnung formulierbar ist. Der Kohleausstieg ist v.a. an die Betriebsgenehmigungen von Anlagen geknüpft, nicht an im Einzelnen festgehaltene Nutzungsmengen der Rohstoffe.

³⁸ DESTATIS, FS 4, Reihe 4.3. Kostenstruktur im Produzierenden Gewerbe 2013 und 2022.

- Sofern es sich nicht nur um wenige Akteure handelt, ist ein Mechanismus, mit dem bestimmt wird, welches Unternehmen wieviel des sektoralen Teilziels bekommt, nur mit erheblichem Aufwand vorstellbar. Dies gilt sowohl für Aushandlungsprozesse als auch für Versteigerungen oder ähnliche bekannte oder denkbare Vorgehensweisen.
- Die Kontrolle der Produktionsmengen ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden, insbesondere, wenn es sich um einen Sektor mit vielen Akteuren handelt.

3.3 Ziele für die Extraktion

3.3.1 Beschreibung

Eine dritte Option für die Festlegung von Teilzielen sind Mengen- oder Reduktionsziele für einzelne Rohstoffe oder für Rohstoffgruppen.

Es gibt verschiedene Beispiele für Mengenziele für die Extraktion von Rohstoffen: so sind im Critical Raw Materials Act der EU³⁹ Zielvorgaben für Mengen für die Extraktion von strategischen Rohstoffen enthalten. Auch wenn dies *Mindestmengen* (10% des Bedarfs) sind, die zur Rohstoffsicherheit beitragen sollen, so sind es Mengenvorgaben. Auch für die Beschränkung der Entnahmemengen (Höchstmengen) gibt es Beispiele wie die Fischfangquoten für die Anrainerstaaten an der Nord- und Ostsee. Hierbei geht es um die Begrenzung der Fangmengen für Fischarten, deren Bestand gefährdet ist. Jedes Jahr legt der Rat Landwirtschaft und Fischerei, bestehend aus den Minister*innen für Fischerei der EU-Länder, die Fangmengen in den europäischen Gewässern und die Verteilung auf die Anrainerstaaten (nationale Quoten) für das Folgejahr fest⁴⁰.

Eine Höchstgrenze für die Extraktion von abiotischen Rohstoffen wird aktuell weder in Deutschland noch auf europäischer oder globaler Ebene diskutiert. Entsprechend finden sich keine Zielgrößen, die in der Diskussion sind. Theoretisch denkbar ist, die Zielgröße des Konsums von 6-8 Tonnen pro Jahr (RMC) auf die Extraktion zu übertragen; im globalen Maßstab sind RMC und Extraktion (verwertete Entnahme) identisch. Eine Höchstmenge der Entnahme könnte folgendermaßen begründet werden: Nimmt man beispielsweise an, dass jeder Mensch ein vergleichbares Anrecht hat, die Umwelt zu nutzen, so könnte man die Vergleichbarkeit nicht nur am Konsum (RMC, Kap 3.1), sondern auch an der Entnahmemenge in dem Land, in dem der Mensch lebt, festmachen. Die Freiheit, die entnommenen Rohstoffe zu handeln oder selbst zu nutzen, bliebe davon unberührt. Ebenso bleibt von dem grundsätzlichen Ziel einer gleichen Verteilung der Extraktion unberührt, wie ein Land die Entnahme organisiert.

³⁹ EC, 2024: Critical Raw Materials Act. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en

⁴⁰ Europäischer Rat, o.J.: Fangmöglichkeiten in der EU. <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/fishing-opportunities-in-the-eu/>

3.3.2 Aktuelle Größenordnungen

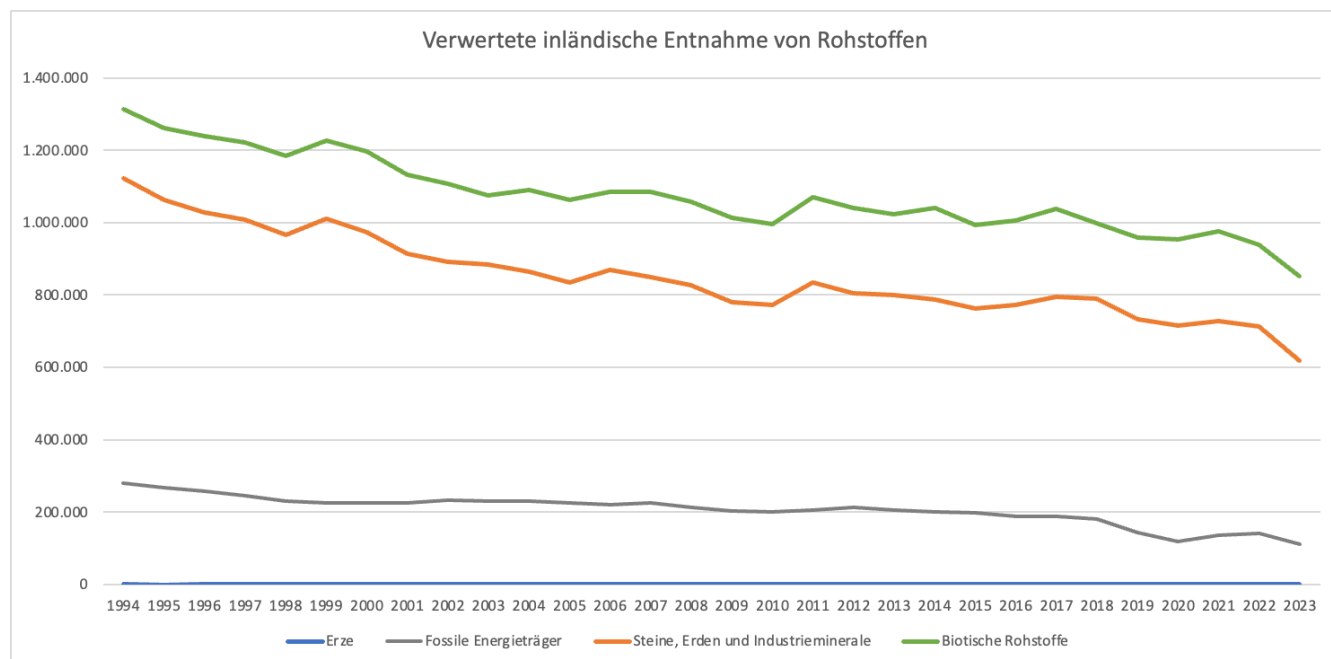
Im Jahr 2023 wurden in Deutschland 851,7 Mio. Tonnen Rohstoffe der Natur zur Verwertung entnommen, das sind pro Kopf rund 10,2 Tonnen. Wird zusätzlich die ungenutzte Entnahme berücksichtigt, so kommen weitere 1.186,6 Mio. Tonnen hinzu (plus 14,2 Tonnen/Person), davon 952 Mio. Tonnen Abraum der Braunkohlegewinnung. Zusätzlich entnahmen Menschen rund 58 Mio. Tonnen Gase aus der Umwelt, der Großteil von 56,2 Mio. Tonnen entfiel auf die Atmung von Menschen und Nutztieren. (Destatis, 2025)

In der UGR werden vier Rohstoffgruppen unterschieden:

- Die biotischen Rohstoffe, die (im menschlichen Wahrnehmungszeitraum) nachwachsen und sich damit neu bilden können;
- Die fossilen Rohstoffe, die zwar biotischen Ursprungs sind, sich jedoch nicht (im menschlichen Wahrnehmungszeitraum) nachbilden können;
- Die mineralischen Rohstoffe, unterteilt in
 - Metalle, die auf elementarer Ebene genutzt werden
 - Minerale, die in einer molekularen Struktur vorliegen bzw. genutzt werden.

Das folgende Schaubild zeigt den Zeitverlauf der verwerteten Entnahme, gruppiert nach den vier Rohstoffgruppen. Insgesamt ist die Entnahmemenge in Deutschland seit 1994 rückläufig (-35%). Hierbei muss berücksichtigt werden, dass in den Jahren nach der Wende die Bautätigkeiten insbesondere in den östlichen Bundesländern sehr hoch war. Gleichzeitig ist ein Rückgang kontinuierlich zu verzeichnen.

Abbildung 5: Verwertete inländische Entnahme von Rohstoffen



Quelle: eigene Abbildung auf der Basis von Destatis, 2025

Darüber hinaus gibt es weitere Unterteilung der Rohstoffgruppen auf einzelne Rohstoffe bzw. Rohstoffuntergruppen, die aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht vertieft werden.

3.3.3 Varianten für Teilziele

Im Folgenden wird von der Überlegung ausgegangen, dass ein Rohstoffziel für die Entnahme formuliert wurde, und es wird darauf aufbauend weiterüberlegt, wie dieses Ziel aufgeteilt werden könnte. Folgende Optionen sind denkbar:

- Ziele für einzelne Rohstoffe und/oder Rohstoffgruppen,
- Ziele für Abbaumengen nach Regionen.

Für Ziele für einzelne Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen im Vergleich zu einer Mengengrenzung nach Region spricht, dass der konkrete Bedarf besser berücksichtigt werden könnte, schließlich sind nur wenige Rohstoffe substituierbar und kein Rohstoff ist ubiquitär. Für eine Zielsetzung nach Region könnte sprechen, dass die mit einer Entnahme von Rohstoffen einhergehende Umweltbelastung gegebenenfalls gerechter verteilt werden könnten. Herausfordernd ist dabei naturgemäß, dass Rohstoffe ungleich auf bzw. in der Erde verteilt sind und auch die Böden (für biotische Rohstoffe) nicht gleichermaßen nutzbar sind.

3.3.4 Daten und Berechnung

Die Splittung eines Gesamtziels für die Extraktion in Teilziele für die verwertete Entnahme kann sich an gängige und international harmonisierte Standards aus den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) anschließen. Die verwertete Entnahme wird eindeutig und ohne Doppelzählung gemessen. Die verwertete Entnahme kann nach Rohstoffen und nach Regionen ausgewiesen werden, eine Grundlage können die Geschäftsberichte von Bergbauunternehmen sein. Internationale Standards liegen für Umrechnungen (z.B. in Trockenmasse) und Gruppierungen von Rohstoffuntergruppen vor (z.B. Eurostat, 2018⁴¹)

Die ungenutzte Entnahme wird bislang nicht vergleichbar und vollständig erhoben. Für die Bewertung fehlen derzeit noch internationale Standards und Harmonisierungen.

3.3.5 Festlegung der Teilziele

Grundsätzlich könnten Mengengrenzungen für den Abbau von Rohstoffen, ähnlich wie bei den Konsumzielen beschrieben, abgeleitet werden. Der Fokus läge hierbei auf einer übergeordneten (nationalen) Bedarfsplanung, in die technische Entwicklungen, Substitutionsmöglichkeiten und Effizienzgewinne ebenso wie wünschenswerte Entwicklungen der Gesellschaft und ihrer Nachfrage einfließen. Die Bedarfsplanung müsste mit den im Land vorhandenen Lagerstätten und ihrem Potenzial systematisch abgeglichen werden. Der Abgleich könnte aufzeigen, welche Substitutionen technisch (noch) weiter zu entwickeln wären und welche Bedarfe nur über Importe

⁴¹ Eurostat, 2018: Economy-wide material flows account. Handbook 2018 edition. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/9117556/KS-GQ-18-006-EN-N.pdf/b621b8ce-2792-47ff-9d10-067d2b8aac4b?t=1537260841000>

abgedeckt werden könnten. Die Abbaumengen wären dann ein Resultat aus dem Angebot im Land und dem prognostizierten Bedarf im Land. Der Abgleich würde naturgemäß auf der Ebene von Rohstoffen und potenziellen Abbauregionen erfolgen.

Folgende Hürden müssten überwunden werden:

- Die Exploration ist in Deutschland über Jahrzehnte vernachlässigt worden, manche Karten zu Bodenschätzen stammen noch aus der Kaiserzeit. Frühere Kolonien bzw. später Entwicklungsländer sind oftmals viel detaillierter hinsichtlich ihrer Bodenschätze kartiert⁴². Erst seit wenigen Jahren wird auch in Deutschland wieder nach Bodenschätzen gesucht. Für eine systematische Analyse des potenziellen Angebots an heimischen Bodenschätzen wäre eine vollständige Erhebung sinnvoll, die mit hohen Kosten verbunden wäre.
- Eine Bedarfsplanung kann, wie bereits bei den Zielen für den Konsum (Kap. 4.1.3) dargestellt, mittels Szenario Rechnungen erfolgen. Hierbei sollten Substitutionen durch andere Rohstoffe oder durch Sekundärrohstoffe sowie rückläufige Bedarfe durch Technologieentwicklungen, z.B. auch durch Kreislaufwirtschaft, berücksichtigt werden. Relevant wäre eine Ausweisung der Ergebnisse auf der Ebene einzelner Rohstoffe. Dies ist durchaus herausfordernd, aber auch heute fließen Überlegungen zu künftigen Bedarfen in die Wirtschaftlichkeitsprüfungen und Genehmigungsprozesse ein, so dass ein gesellschaftlicher Prozess, in dem Annahmen und wünschenswerte Entwicklungen partizipativ erfolgen und transparent dargelegt werden, sicherlich eine Verbesserung darstellt.

Abbaumengen für Rohstoffe könnten ergänzend oder alternativ über eine Begrenzung der Umweltbelastung abgeleitet werden. Folgendermaßen könnte dies aussehen:

1. Zunächst wäre eine Auswahl der relevanten Umweltbelastungen und eine Festlegung der konkreten Grenzen zu treffen. Ausgangspunkt könnte das Konzept der planetaren Grenzen sein, in dem Wissenschaftler*innen neun Umweltdimensionen definiert haben, die für die Stabilität der globalen Ökosysteme zentral sind (Rockstroem et al., 2009⁴³, Steffen et al., 2015⁴⁴, Richardson et al., 2024⁴⁵).
2. Die planetaren Grenzen müssten auf Deutschland heruntergebrochen werden. Wie dies erfolgen könnte, welche Entscheidungen zu treffen und welche Forschungsfragen zu klären wären, wurde von Dittrich et al. (2019⁴⁶) untersucht. Neben konkreten Daten-bezogenen Forschungsbedarfen ist die normative

⁴² Kolb, J., 2025: Rohstoffpotenzial in Baden-Württemberg. Vortrag am 28. Juni in Pforzheim

⁴³ Rockstroem et al., 2009: A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472 – 475. <https://www.nature.com/articles/461472a>

⁴⁴ Steffen et al., 2015: Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347, DOI: 10.1126/science.1259855

⁴⁵ Richardson, et al. 2024: Earth beyond Six of Nine Planetary Boundaries'. *Science Advances* 9, 37, <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>.

⁴⁶ Dittrich, et al., 2021: Vorstudie zu Ansätzen und Konzepten zur Verknüpfung des „Planetaren Grenzen“ Konzepts mit der Inanspruchnahme von abiotischen Rohstoffen/Materialien. UBA-Texte 51/2021. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-12_texte_51-2021_vorstudie_abiotische_rohstoffe_materialien_0.pdf

Entscheidung, nach welchem Prinzip die planetaren Grenzen bzw. die verbleibenden Budgets regional und zeitlich verteilt werden, zentral und ergebnisrelevant. So kann beispielsweise eine Verteilung pro Kopf erfolgen. Eine Verteilung kann aber auch nach der Leistungsfähigkeit oder nach der historischen Verantwortung erfolgen.

3. Die Umweltbelastungen der Rohstoffentnahme müssten empirisch abgesichert so analysiert werden, dass die Ergebnisse den Indikatoren des Konzepts der planetaren Grenzen zugeordnet werden könnte. Zu klären wäre unter anderem, ob nur Umweltwirkungen der Entnahme oder auch die Umweltwirkungen der späteren Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung berücksichtigt werden.
4. Es müsste dann ein Verteilmechanismus mit transparenten Kriterien gefunden werden, mit dem die Umweltbelastungen auf Rohstoffe bzw. Regionen verteilt werden könnten. Wichtig ist hierbei zu bedenken, dass es nicht nur um einen Rohstoff (wie Kohle) geht, sondern um eine Vielzahl Rohstoffe, deren Umweltwirkungen miteinander transparent verrechnet werden müsste.

Es wird deutlich, dass eine klare Ableitung von Teilzielen bezogen auf Rohstoffe möglich, jedoch herausfordernd ist.

3.3.6 Umsetzung der Teilziele

Für die Steuerung von Rohstoffflüssen liegen eine Vielzahl von Instrumenten einschließlich einer Analyse, für welche Rohstoffe bzw. Nutzungen sie besonders geeignet sind vor (Roßnagel et al., 2017⁴⁷). Im Folgenden soll jedoch besonders auf die Entnahme fokussiert werden. In Deutschland werden im Rahmen der Raum- und Regionalplanung Vorranggebiete für den Abbau von abiotischen Bodenschätzen festgelegt. Genehmigungen für Exploration und Abbau von Bodenschätzen erfolgen im Rahmen des Bergrechts. Man unterscheidet im Bergrecht die Rohstoffe nach Eigentum und Zuständigkeit der Regulierung:

- Grundeigene Bodenschätze stehen im Eigentum des Grundeigentümers und unterliegen dem Bundesberggesetz (BBergG), z.B. Feldspat, Quarz und Quarzit mit Eignung zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen bzw. Ferrosilizium.
- Bergfreie Bodenschätze stehen nicht im Eigentum des Grundeigentümers, sie unterliegen jedoch auch dem BBergG, z.B. Kohle, Stein- und Kalisalze, Metalle, Kohlenwasserstoffe, Geothermie (ab 400 Meter Teufe).
- Grundeigentümergebiete stehen im Eigentum des Grundeigentümers, unterliegen jedoch dem Landesrecht bzw. dem Umweltfachrecht.

Aktuell vergibt die Behörde Explorationsberechtigungen an Unternehmen (Berechtigtswesen), die aufgrund der hohen Kosten der Exploration in der Regel auch die Erteilung der Abbaugenehmigung impliziert. Die Unternehmen untersuchen bei der Exploration die potenzielle Lagerstelle hinsichtlich ihres Potenzials. Dabei fließen unterschiedliche Kriterien wie die Wirtschaftlichkeit des Abbaus ein. Im Rahmen von Rahmenbetriebsplänen und Betriebsplänen legen Unternehmen Abbaumengen fest

⁴⁷ Roßnagel et al., 2017: Rechtliche Instrumente des Ressourcenschutzes. UBA-Texte 23/2017. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-03-23_texte_23-2017_ressourcenschutzinstrumente.pdf

und reichen diese bei der zuständigen Behörde ein. Diese hat nach der Erteilung der Explorationsgenehmigung nur beschränkte Möglichkeiten, den in den Betriebsplänen genannten Abbaumengen zu widersprechen.

Im Projekt INSTRO wurde angeregt, das Genehmigungsverfahren zu ändern und Behörden einen größeren Entscheidungsspielraum unter Berücksichtigung von Umweltbelangen zukommen zu lassen (Keimeyer et al., 2017⁴⁸). Die Vorschläge umfassen unter anderem eine stärkere Trennung der Explorationsgenehmigung von der Genehmigung zur Schürfung der Rohstoffe, die stärkere Kopplung der Betriebsplangenehmigung an Umweltauflagen und die behördliche Abwägung (anstelle eines Anspruchs auf Vorhabenzulassung ein Anspruch auf abwägungsfreie Entscheidung) und größere behördliche Möglichkeiten des Entzugs von Bergbaugenehmigungen (ebenda).

Diese Vorschläge könnten Schritte darstellen, wie Mengenbegrenzungen für den Abbau umgesetzt werden könnten.

Eine Festlegung der Abbaumengen könnte darüber hinaus auch anders erfolgen: Indem seitens der Gesellschaft bzw. einer staatlichen Behörde die Exploration organisiert, eine Abbaumenge wie oben dargestellt auf der Basis von gesellschaftlichen Bedarfsplanungen festgelegt und dann Abbaulizenzen z.B. versteigert werden, wie dies auch bei anderen öffentlichen Gütern (Windparks auf See, Sendefrequenzen o.ä.) erfolgt. Denkbar wäre auch die Förderung eines Wettbewerbs der Bergbauunternehmen dahingehend, dass Genehmigungen an die Minderung der Umweltbelastungen geknüpft werden und /oder Genehmigungen, die nicht für Rohstoffmengen, sondern für mit der Extraktion verbundene Umweltbelastungen gelten. Eine derartige Umsetzungspraxis würde grundsätzliche Änderungen in der Art und Weise, wie die Entnahme von Rohstoffen organisiert ist, erfordern.

3.3.7 Exkurs: Der internationale Handel

Bei der einführenden Beschreibung der Formulierung und Aufteilung von Mengenzielen für die Extraktion wurde die Rolle des internationalen Handels beiseitegelassen. Wenn Mengenziele für die Extraktion in Deutschland festgelegt und umgesetzt werden würden, könnte dies zur Folge haben, dass verstärkt importiert wird. Dies wäre aus Umweltsicht eine nicht gewünschte Wirkung, da sie in der Regel mit einer räumlichen Verlagerung, jedoch nicht mit einer Minderung von Umweltbelastungen einherginge.

Die Verlagerung von Umweltbelastungen durch den internationalen Handel ist empirisch sowohl umfassend als auch beispielhaft vielfach untersucht worden. Die gesamte Debatte der vergangenen 25 Jahre, ob der DMC oder der RMC oder der TMC für die Messung der Umweltinanspruchnahme des Konsums angemessen ist, dreht sich im Kern um die Frage, ob und welche Umweltbelastungen und Verlagerungen

1.1 ⁴⁸ Keimeyer, F., Gailhofer, P., Westphal, I., Sanden, J., Schomerus, T., Teßmer, D., 2017: Recht der Rohstoffgewinnung – Reformbausteine für eine Stärkung des Umwelt- und Ressourcenschutzes im Berg-, Abgrabungs- und Raumordnungsrecht. Instrumente zur umweltverträglichen Steuerung der Rohstoffgewinnung – INSTRO Abschlussbericht Teil 1. UBA-Texte 71/2019. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/recht-der-rohstoffgewinnung-reformbausteine-fuer>

angerechnet werden sollten. Fakt ist, dass die Importe nach Deutschland (und auch nach Europa insgesamt) einen höheren Materialfußabdruck haben als die Exporte, was als ein Indiz für eine Verschiebung von Umweltbelastungen interpretiert wird. Dies könnte sich mit einer Mengenbeschränkung der Entnahme in Deutschland noch erhöhen.

Eine Mengenbegrenzung des internationalen Handels ist im Rahmen des Binnenmarktes der EU jedoch nicht denkbar. Die Warenverkehrsfreiheit, eine der vier Freiheiten, die konstituierend für den Binnenmarkt sind, bedeutet den Verzicht auf Mengenbegrenzungen bei Im- und Exporten. Eine Begrenzung der Importe in die EU wäre nur in Zusammenarbeit mit allen EU-Ländern denkbar. Die politische Umsetzbarkeit wird jedoch als sehr gering gewertet.

4 Diskussion und Auswahl

Die Vorstellung der drei denkbaren Ansatzpunkte für die Formulierung von Teilzielen hat gezeigt, dass jeder Ansatz sowohl Vor- als auch Nachteile hat. Für jeden Ansatz gibt es bereits Beispiele, so dass auch keiner vollständig auszuschließen ist.

Tabelle 1 Synopse des Vergleichs der drei Optionen

	Für die Verwendungs- seite	Für die Produktionsseite	Für die Extraktion
Gesamtziel vorhanden, an das angeknüpft werden könnte?	Ja, 6-8 Tonnen pro Person	Behelfsweise Gesamtrohstoffproduktivität oder CMUR	Abgeleitet aus RMC-Ziel denkbar: 6-8 Tonnen pro Person
Teilzielvarianten	Kategorien der letzten Verwendung ▪ Bedürfnisfelder ▪ Priv/öffentl Investitionen oder Hoch- u Tiefbau	Nein, behelfsweise denkbar als Substitutionsquoten	Nach Rohstoffen bzw. Rohstoffgruppen
Beispiele vorhanden?	Ja, Medikamente, Drogen, Nahrung	Ja, Kohleausstieg	Ja, Fangquoten
Grund für die Mengenbegrenzung	Gesundheitsschutz	Bekämpfung des Klimawandels	Arterhalt
Daten und Rechenstandards	Ja, für RMC Nein für TMC	Ja für RMI Nein für alle denkbaren Teilziele	Ja, für verwertete Entnahme Nein für ungenutzte Entnahme
Eckpunkte zur Festlegung der Teilziele	Vergleichbar Energie-wende: Szenarien, die gesellschaftliche Diskussionsprozesse und technische Entwicklungen wieder spiegeln	Nur für wenige Sektoren mit bestimmten Charakteristika denkbar	Bedarfsplanung auf der Basis von gesellschaftlichen Diskussionsprozesse und technischen Entwicklungen, insb. auch zur Nutzung von Sekundärrohstoffen im Abgleich mit den vorhandenen Bodenschätzen
Umsetzung	Für Investitionen über Raum- und Regionalplanung Für priv. Konsum mit weichen Instrumenten	Aufwändige Konsensfindung mit hohen Kosten (im Beispiel Kohleausstieg)	Raum- und Regionalplanung, Anpassung des Bergrechts
Risiken	Keine Sanktionssmechanismen beim privaten Konsum denkbar	Mit hohen gesellschaftlichen Kosten verbunden	Importe sind nur auf EU-Ebene begrenzbare, Risiko einer Verlagerung
Geeignet für	Investitionen, v.a. Bauten Bedingt für den privaten Konsum	Sektoren mit hohen ökologischen Kosten, wenigen Akteuren und flache Wertschöpfungsketten, z.B. Öl- und Gassektor	Rohstoffe, die wenig international gehandelt werden, z.B. mineralische Massenrohstoffe wie Sand, Kies und Kalk

Die Übersicht zeigt, dass ein Ansatz für Teilziele entweder für die Verwendungsseite oder/und für die Extraktion von Rohstoffen insgesamt geeigneter ist als ein Ansatz, in dem Teilziele für Wirtschaftssektoren formuliert werden. Im Folgenden wird daher mit diesen beiden Ansätzen weitergearbeitet.

5 Ableitung von Größenordnungen für Ziele und Einschätzung sozialer Auswirkungen

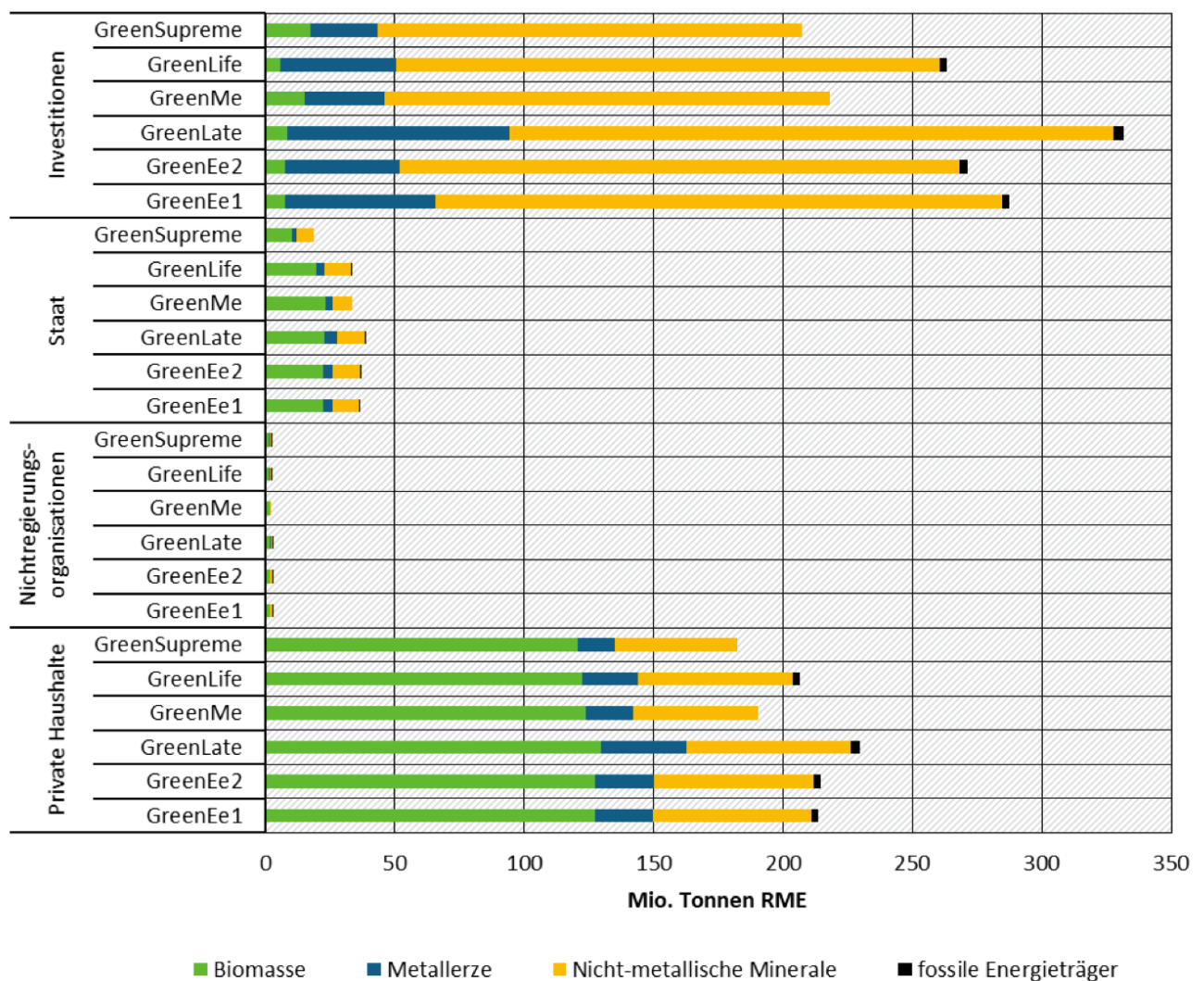
Im Folgenden sollen Vorschläge gemacht werden, wie konkrete Ziele aussehen könnten.

Wie bei der Formulierung von Teilzielen im Klimaschutz sollten auch bei der Überlegung, wie Teilziele für die Ressourcennutzung aussehen könn(t)en, Szenarien zugrunde gelegt werden, die aufzeigen, was möglich sein könnte, wenn Fortentwicklungen von Technologien und Verarbeitungsprozessen und gesellschaftliche Änderungen zusammenkommen. Solche Szenarien müssen eine Vielzahl von Veränderungen berücksichtigen, darunter die gesetzlich verankerte Transformation zur Treibhausgasneutralität. Die umfassendsten Szenarien, die in Deutschland mit Bezug auf die gesamtwirtschaftliche Rohstoffnutzung vorliegen, wurden im RESCUE-Projekt erarbeitet, das 2015 – 2020 durchgeführt wurde. Nicht alle im Projekt getroffenen Annahmen sind heute noch aktuell, manche wurden in Folgeprojekten bereits aktualisiert. Auf dieses Projekt bzw. vorliegende Aktualisierungen wird zurückgegriffen, um vorläufige Größenordnungen für mögliche Teilziele abzuleiten.

5.1 Teilziele für die Verwendungsseite

Das RESCUE-Projekt hat gezeigt, dass eine Halbierung des RMC pro Person grundsätzlich möglich ist. Die folgende Abbildung 6 zeigt die Primärrohstoffmengen, die bei einer Größenordnung des Primärrohstoffkonsums von 6-8 Tonnen pro Person für die Investitionen, den Konsum der privaten Haushalte, den Staatskonsum und den Konsum der Nicht-staatlichen Institutionen entfällt.

Abbildung 6: Primärrohstoffkonsum nach Kategorien der letzten Verwendung in 2050 in den RESCUE-Szenarien, unterteilt nach Rohstoffgruppen



Quelle: Dittrich et al., 2020, S. 56

Der Vergleich der sechs Szenarien zeigt, dass der Spielraum für unterschiedliche Teilzielgrößen zwar vorhanden, aber nicht sehr groß ist, wenn wir von einer grundsätzlichen Fortsetzung unserer Lebensweise und einem Fortbestand unserer physischen Umwelt (Anthroposphäre) und dem Ziel einer Halbierung des gegenwärtigen Rohstoffverbrauchs ausgehen. Insgesamt ist die mögliche Varianz bezogen auf die Investitionen, das sind Bauten wie Gebäude oder Straßen und Fabriken, höher als die Varianz beim Konsum der Menschen.

5.1.1 Teilziele für Investitionen

Alle RESCUE-Szenarien unterstellen, dass das politische Ziel erreicht wird, keine weitere Flächenneuersiegelung (netto) zuzulassen. Das heißt, keine neuen Siedlungsflächen werden mehr ausgewiesen, der „Flächenfraß“, eine Ursache für den Verlust von Natur und Biodiversität, wäre gestoppt. Die Erreichung eines solchen Ziels ist notwendig für die Halbierung des Rohstoffkonsums: es führt zu drastisch sinkenden

Primärrohstoffverbräuchen, denn der Materialbedarf für den Erschließungsaufwand ist sehr hoch ist (Gebäude, Straßen, Wasser- und Abwassersysteme, Leitungen, etc.).

Die Szenarien des RESCUE-Projekts unterscheiden sich hinsichtlich der Schnelligkeit, mit der dieses Ziel erreicht wird, und hinsichtlich der Erweiterungen des Straßennetzes und weiterer Infrastrukturen, darunter auch der Umfang der Energieinfrastruktur. Weitere relevante Unterschiede sind die unterschiedlichen Lebensdauern von Anlagen und unterschiedlich hohe Erschließung von Effizienz- und Substitutionspotenzialen. Selbst wenn nichts mehr zugebaut wird, ist daher der Aufwand für die Unterhaltungsmaßnahmen in 2050 sehr unterschiedlich: je mehr bis dahin zugebaut wurde, desto mehr muss unterhalten werden. Infrastrukturen und Bauten verfallen, wenn sie nicht regelmäßig ertüchtigt werden. Manche baufälligen Bauten müssen auch ersetzt werden. Ertüchtigungen und Reparaturen sind dabei grundsätzlich materialsparender als ein Neubau. Vor diesem Hintergrund ist der in der NKWS genannte Ansatz im Handlungsfeld Gebäude und Bauen, Sanierungen und Umnutzungen einem Abriss und Neubau vorzuziehen, sofern dies möglich und auch in einer ökologischen Gesamtbetrachtung vorteilhaft ist, ein wichtiger Schritt, der weitmöglich auf alle Gebäude und Infrastrukturen übertragen werden sollte. Auch der Rückgang der Flächenneuversiegelung, der in der NKWS im Handlungsfeld Bau und Gebäude genannt wird, ist ein zentraler Hebel für den Rückgang des Primärmaterialkonsums.

Im Vergleich zu heute zeigen die Szenario-Rechnungen in der Abbildung 6 eine Reduktion von 8,9 t / Person auf 3-5 Tonnen/ Person bezogen auf die Investitionen (Bauten und Anlagen). Es sei darauf verwiesen, dass mit aktuelleren Annahmen die Größenordnung etwas ansteigt, insbesondere wenn Verfügbarkeiten von Schrotten und der Aufwand für Klimaanpassungsmaßnahmen auf der Basis von aktuelleren Daten berücksichtigt werden.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann empfohlen werden,

- das Ziel einer Halbierung des Primärrohstoffkonsums (RMC) auf die Nachfragekategorie Investitionen zu übertragen und auch die Primärrohstoffe für Investitionen langfristig zu halbieren.
- die Datensituation bezüglich privater und öffentlicher Bauten zu verbessern und Instrumente zur Steuerung des Primärrohstoffaufwandes für beide Eigentumstypen weiterzuentwickeln.

Das Ziel ist langfristig erreichbar, wenn langfristig Neuausweisungen von Siedlungsflächen gestoppt und rückläufig weniger neue Infrastrukturen zugebaut, vorhandene Gebäude und Infrastrukturen weitmöglich unterhalten und ertüchtigt werden und wenn Effizienz- und Substitutionspotenziale (z.B. durch Recyclingbaustoffe) gehoben werden.

Deutlich niedrigere Teilziele würden bedeuten, dass Infrastrukturen im größeren Umfang zurückgebaut werden müssten bzw. verfallen und nicht mehr ertüchtigt werden könnten. Deutlich höhere Teilziele würden bedeuten, dass es nahezu keinen Spielraum für den privaten Konsum gibt, um ein Gesamtziel von 6-8 Tonnen pro Person zu erreichen.

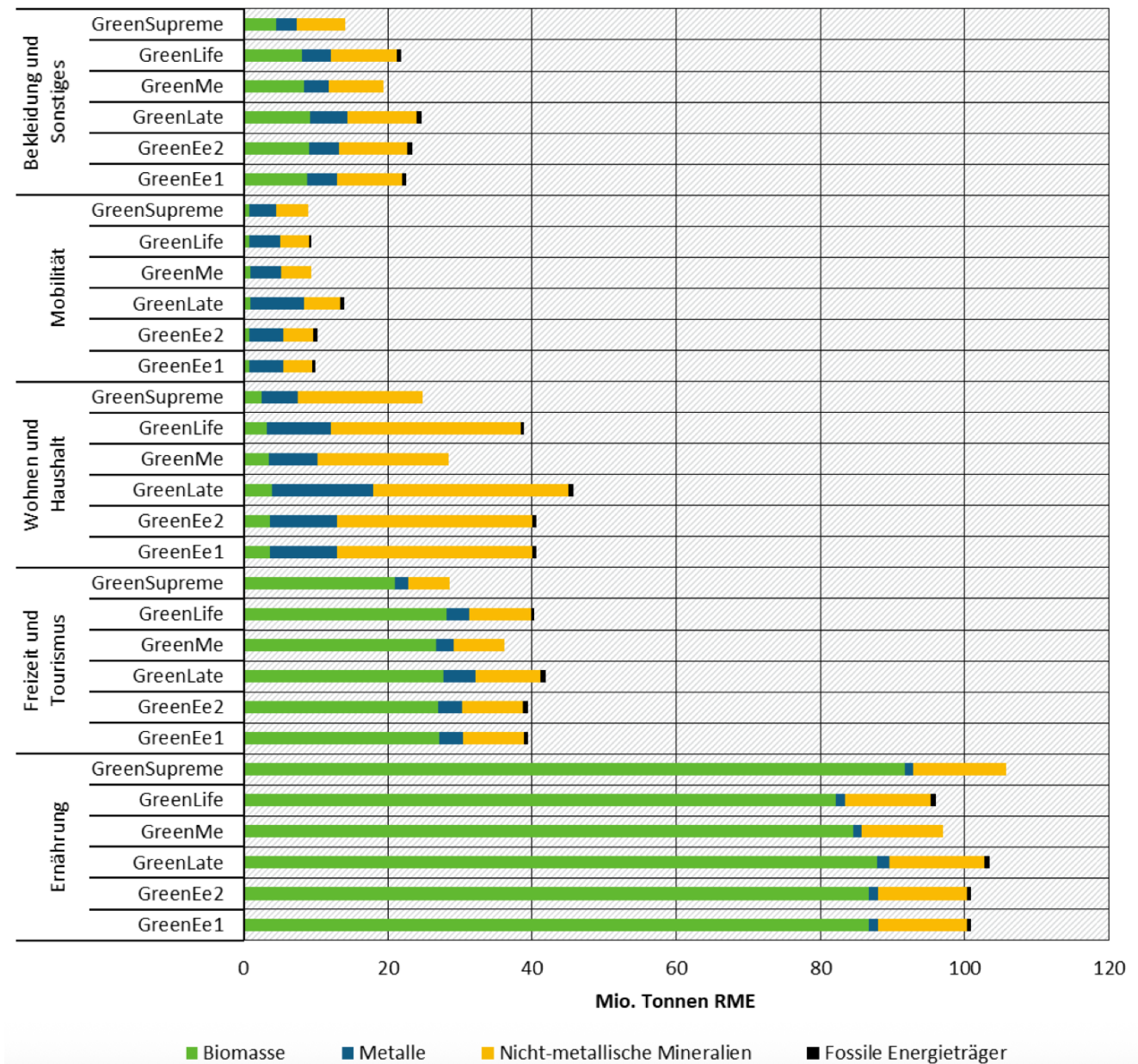
5.1.2 Teilziele für den Konsum der Menschen

Der Konsum der privaten Haushalte enthält verschiedene Posten, die kaum bzw. nicht ersetzbar sind:

- Für die Ernährung müssten mindestens 1,5 Tonnen pro Person (RMC) kalkuliert werden. Diese Größe ergibt sich, wenn die Ernährung nach den DGE-Empfehlungen, die Halbierung der Lebensmittelabfälle über die gesamte Wertschöpfungskette sowie eine deutliche Erhöhung der nachhaltig produzierten Lebensmittel sowie weitere Effizienzgewinne in der Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion unterstellt werden.
- Da Menschen weiterhin wohnen, ist auch hierfür eine bestimmte Menge vorzuhalten. Für Wohnen und Haushalt würden im Schnitt mindestens 0,5 Tonnen anfallen, wenn berücksichtigt wird, dass ausschließlich erneuerbare Energien maßvoll und unter Ausschöpfung aller Effizienzpotenziale genutzt werden, Einrichtungsgegenstände deutlich länger genutzt werden und Effizienzgewinne bei der Produktion der Gegenstände realisiert werden. Auch ein Stopp des stetigen Anstiegs der durchschnittlichen Wohnfläche pro Person und ggf. ein Rückgang derselben sind zentrale Hebel.
- Kleidung, unter Berücksichtigung von Kreislaufwirtschaftspotenzialen, Mobilität, unter Berücksichtigung von Einsparungen durch den Umstieg auf ÖPNV, E-Mobilität und weiteren Effizienzgewinnen, und sonstige Güter und Dienstleistungen summieren sich.

Die nachfolgende Graphik zeigt die Ergebnisse aus den Rechnungen im RESCUE-Projekt. Es wird deutlich, dass der Spielraum innerhalb der Bedürfnisfelder nicht sehr groß ist. Der Spielraum für die Konsummengen ist umso größer, je energie- und ressourceneffizienter die Produkte hergestellt werden.

Abbildung 7: Primärrohstoffkonsum nach Bedürfnisfelder und Rohstoffgruppen in den sechs RESCUE-Szenarien, 2050



Quelle: Dittrich et al., 2020, S. 57

Aktuell liegt die durchschnittliche Nachfrage pro Person im Bereich des privaten Konsums bei 6,7 Tonnen pro Person. In den RESCUE-Szenarien liegt die private Nachfrage bei 2,5 bis 3,2 Tonnen pro Person.

Mit Blick auf die Formulierung von Teilzielen wird empfohlen,

- Das Ziel einer Halbierung des Primärrohstoffkonsums auf die Nachfrage der privaten Haushalte zu übertragen.
- Von weiteren Teilzielen für Bedürfnisfelder wird aufgrund der Eingriffstiefe bei einer Umsetzung abgeraten. Es wird jedoch empfohlen, die Nachfrage nach Bedürfnisfeldern regelmäßig zu monitoren, um zu erkennen, in welchen Feldern Einsparungen welche Rückgänge zu verzeichnen sind.

Das Ziel ist erreichbar, wenn Menschen gesunde Lebensweisen praktizieren, langlebige bzw. allgemein zirkuläre bzw. nachhaltige Produkte bevorzugen und Suffizienzansätze gefördert werden.

Reduktionspotenziale finden sich auch bei der Nachfrage des Staates und der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck. Auch hier kann das Ziel einer Halbierung übertragen werden. Die absoluten Rückgänge der Primärrohstoffnachfrage sind jedoch geringer und könnten im Wesentlichen durch den Umstieg auf EE bzw. die konsequente Nachfrage nach zirkulären Produkten erreicht werden.

5.2 Teilziele für die heimische Entnahme

Gehen wir im Folgenden von einer Größenordnung von 6-8 Tonnen pro Person für die heimische Entnahme aus: Gegenwärtig liegt der Wert bei rund 10 Tonnen pro Person, die zahlenmäßige Minderung wäre also nicht so groß im Vergleich zur Halbierung der Endnachfrage. Im RESCUE-Projekt wurde das Verhältnis zwischen heimischer Entnahme und Importe mit einer einfachen Annahme konstant gehalten, da diese Frage nicht im Fokus des Projekts stand. Für einzelne Rohstoffe, die wenig international gehandelt werden, wurden jedoch Rohstoffmengen ausgewiesen, darunter Sand, Kies und Schotter und Holz, die hier für die Diskussion genutzt werden können. In den Daten sind die anstehenden Veränderungen im Bergbau in Deutschland nicht berücksichtigt, die aufgrund des Critical Raw Materials Act (CRMA) absehbar sind. Der CRMA der EU sieht vor, den Bedarf an strategischen Rohstoffen (das sind im Wesentlichen Metalle) zukünftig verstärkt durch Recycling und Bergbau innerhalb der EU zu decken. Der Metall-Bergbau, der in Deutschland im letzten Jahrhundert zum Erliegen kam, erfährt daher gegenwärtig eine Renaissance.

Das Öko-Institut argumentiert, dass Ziele in Deutschland vor allem für Massenrohstoffe wie Sand und Kies formuliert werden könnten (Buchert et al., 2016). Die Transportkosten sind hoch, so dass nicht mit umfangreichen Verschiebungen auf Importe zu rechnen ist.

Geht man nun von den RESCUE-Szenarien aus, so könnte die Nachfrage nach Sand, Kies und Schotter von heute (2021) 446 Mio. Tonnen auf 170 – 245 Mio. Tonnen in 2050 reduziert werden, zurückgehend auf die mehrfach angesprochene rückläufige Nachfrage (aufgrund sinkender Bautätigkeit), einem Einsatz von Rezyklaten, Wiederverwendungen von Bauteilen und Substitutionen. Auch die Nachfrage nach Holz, das ebenso überwiegend heimisch produziert wird, ist in den Szenarien stark rückläufig. Die aktuelle Entnahme von rund 40 Mio. Tonnen könnte auf bis zu 12 Mio. Tonnen reduziert werden. Hier sind neben der rückläufigen Bautätigkeit vor allem eine konsequente Kaskadennutzung und Recycling, längere Lebensdauern auch von Holzprodukten und dem vollständigen Verzicht auf die energetische Nutzung von Primärholz als wichtige Gründe zu nennen.

Bereits diese Größenordnungen zeigen, dass Teilziele für einzelne Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen denkbar und aus Szenarien ableitbar sind. Die gegenwärtigen Szenarien sollten für die Ableitung von Teilzielen jedoch aktualisiert werden.

5.3 Wirkungen

Im Folgenden sollen auf allgemeiner Ebene sozio-ökonomische Wirkungen skizziert werden, die eintreten können, wenn nicht nur verbindliche Ziele, sondern auch verbindliche Teilziele für den Ressourcenverbrauch formuliert und umgesetzt werden. Es sei darauf verwiesen, dass Wirkungen immer abhängig von den konkret getroffenen Maßnahmen und ihrer Ausgestaltung sind und die Ausführungen daher an dieser Stelle nur sehr allgemein beschrieben werden können.

Ökologische Wirkungen seien hier nur gestreift, denn es ist inzwischen eine anerkannte Tatsache, dass jede Entnahme, Verarbeitung und Nutzung sowie Entsorgung von Rohstoffen Umweltwirkungen mit sich bringt. Eine Vielzahl von Untersuchungen und Studien haben sowohl auf allgemeiner als auch auf konkreter Ebene untersucht, welche Umweltwirkungen mit Rohstoffnutzungen einhergehen, als Beispiele seien hier Rechlin, 2022⁴⁹, UNEP-IRP, 2019⁵⁰ und die Studie zum Model Deutschland Circular Economy von Prakash et al., 2023⁵¹ genannt. Im konkreten Einzelfall gibt es natürlich Unterschiede, welcher Rohstoff in welcher Nutzung bei welcher Verarbeitung, etc., vorteilhafter als andere(s) ist. Unstrittig ist, dass die Zunahme der Primärrohstoffentnahme mit allen großen Umweltkrisen (Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Verlust der Bodenfruchtbarkeit, Degradation von Süßwasser, etc.) eng verbunden ist und daher eine Limitierung einen wirksamen Beitrag darstellt, die Krisen nicht noch weiter zu befeuern.

Die sozio-ökonomischen Wirkungen der Rohstoffnutzung und vor allem einer Reduktion der Nutzungsmenge sind hingegen kaum untersucht. Wird die Nutzungsmenge von Primärrohstoffen begrenzt, so stellen sich Verteilungsfragen viel stärker als ohne Grenze. Dies betrifft verschiedene Dimensionen:

- Reiche Menschen können sich bereits heute mehr Rohstoffe in Form von Produkten oder Dienstleistungen leisten als arme. Der Unterschied zwischen Menschen in niedrigen (unter 1.250 Euro Nettoeinkommen) und hohen Einkommensklassen (über 5.000 Euro Nettoeinkommen) liegt bei durchschnittlich 10,6 versus 20,3 Tonnen pro Person (Dierk et al., forthcoming⁵²). Eine Halbierung des Rohstoffkonsums fordert daher von den reichen Menschen eine stärkere Reduktion als von den armen Menschen (siehe z.B. Dittrich et al., 2025⁵³).

1.2 ⁴⁹ Rechlin et al., 2022: Pilot screening of the environmental hazard potentials of mine sites. OekoRess III sowie dazugehörige Publikationen, zu finden unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/pilot-screening-of-the-environmental-hazard>

⁵⁰ UNEP – IRP, 2019: Global Resource Outlook. https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/15879/1/unep_252_global_resource_outlook_2019_web.pdf

⁵¹ Prakash, et al., 2023: Modell Deutschland Circular Economy. Modellierung und Folgenabschätzung einer Circular Economy in 9 Sektoren in Deutschland. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Modell-Deutschland-Circular-Economy-Modellierung.pdf>

⁵² Dierk et al., forthcoming: Modellierungsansatz und -ergebnisse im Projekt Ressourcenleicht Leben 2045.

⁵³ Dittrich et al., 2025: Circular Economy. Why Resources matter for economic system change. Deepdive Paper im Rahmen der Earth for All Initiative des Club of Rome. https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2025/07/Earth4All_Deep_Dive_Dittrich.pdf

- Eine Halbierung der Primärrohstoffe in Bauten, verbunden mit einem (nahezu) Stopp der Siedlungsentwicklung, kann den Druck auf regionale Verteilungs- und Entwicklungsfragen erhöhen. Regionen mit einer bestehenden gut ausgebauten Infrastruktur, die es „nur“ zu unterhalten gilt, sind im Vorteil gegenüber Regionen ohne diese, denn Neubauten wären logischerweise limitiert. Das Risiko besteht folglich, dass Ungleichheiten zwischen Regionen festgeschrieben werden.
- Reduktion und Begrenzung der Entnahme können über Importe kompensiert werden. Dies würde die Verlagerung von Umweltkosten ins Ausland noch weiter verstärken. Bereits heute liegt die physische Handelsbilanz (einschließlich Materialfußabdrücke) bei 287 Mio. Tonnen, sie ist mit einigen Schwankungen steigend (+71 Mio. Tonnen seit 2010) (Destatis, 2025).

Wie oben aufgezeigt kann eine Reduktion nur mit einer Wende hin zu einer zirkulären Ökonomie erreicht werden. Viele verschiedene Akteure unterstreichen die positiven Wirkungen einer Ressourcenwende auch bezogen auf die internationale Dimension, darunter das Umweltbundesamt (Kosmol et al., 2025⁵⁴) oder die Earth for All Initiative und die Analyse für Deutschland (Fischediek et al., 2024⁵⁵). Ausgewählte sozio-ökonomischen Wirkungen einer zirkulären Wirtschaft sind bspw. vom BDI und Deloitte 2021⁵⁶, oder McKinsey & Company 2023⁵⁷ für Deutschland untersucht worden. Ergebnisse zeigen, dass verschiedene positive Effekte überwiegen, darunter die Reduktion von Rohstoffabhängigkeiten, Arbeitsplatzgewinne in grünen bzw. zirkulären Branchen und Exportchancen ebendieser grünen und zirkulären Technologien. Noch wenig untersucht ist allerdings, inwiefern sich die (positiven) Wirkungen auf unterschiedliche Bevölkerungsgruppen unterscheiden könnten.

⁵⁴ Kosmol, et al., 2025: Zirkuläres Wirtschaften als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung in unsicheren Zeiten. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/zirkulaeres-wirtschaften-als-beitrag-zur>

⁵⁵ Fischediek, et al., 2024: Earth for All Deutschland. Ökom Verlag.

⁵⁶ BDI, Deloitte, 2021: Zirkuläre Wirtschaft – Herausforderungen und Chancen für den Industriestandort Deutschland. https://issuu.com/bdi-berlin/docs/202106_studie_bdi_deloitte_zirkul_re_wirtschaft

⁵⁷ McKinsey & Company, 2023: Circular Economy. <https://www.handelsblatt.com/adv/medical-life-tech/circular-economy/spark-webcast-erfolgsweg-circular-economy-mut-zur-650-milliarden-euro-chance/29431856.html>

6 Fazit und Empfehlungen

Diese Kurzstudie untersucht, wie ausgehend von einem Gesamtziel im Ressourcenschutz Teilziele abgeleitet werden könnten. Ziel der Kurzstudie ist es, einen Input in die Diskussion zu leisten, in dem grundsätzlich bestehende Optionen analysiert und verglichen werden. Es ist nicht Ziel der Studie, finale Vorschläge für Teilziele zu erarbeiten. Vorbild für die Formulierung von möglichen Teilzielen ist das Klimaschutzgesetz in der Fassung von 2021.

Drei grundsätzlich denkbare Optionen werden untersucht:

1. Ausgehend von dem Gesamtziel des Primärrohstoffverbrauchs von 6-8 Tonnen pro Person (RMC) könnte die Verwendungsseite für Investitionen (Bauten und Anlagen), den Konsum der privaten Haushalte und für den Konsum des Staates bzw. nicht-staatliche Organisationen aufgeteilt werden. Eine weitere Aufteilung kann für die Investitionen, v.a. in Hoch- und Tiefbau bzw. private und öffentliche Investitionen, und für den privaten Konsum in Bedürfnisfelder geschehen.
2. Eine zweite Option besteht in einer Teilzielformulierung für Rohstoffmengen für Wirtschaftssektoren, ausgehend vom RMI. Aktuell liegt kein Zielvorschlag vor, es bestehen jedoch Ziele für die Produktivität, an die angeknüpft werden könnte.
3. Eine dritte Option besteht in einer Teilzielformulierung für die Extraktion von Rohstoffen bzw. Rohstoffgruppen. Die Zielvorstellung für den RMC könnte auf die Extraktion übertragen werden. Eine Aufteilung auf Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen ist grundsätzlich denkbar.

Jede Option für eine Teilzielformulierung hat Vor- und Nachteile bezogen auf die Formulierung bzw. Festlegung von Teilzielen, ihre (rechts-) systematische und instrumentelle Umsetzung und das Monitoring der Zielerreichung. Für alle drei Optionen existieren reale Beispiele, die Begründungen und Umsetzungsmöglichkeiten aufzeigen, deren Übertragbarkeit jedoch weiter zu vertiefen wäre. Ähnlich wie bei der Formulierung von Teilzielen im Klimaschutz sollten auch im Ressourcenschutz Teilziele auf der Basis von breiten gesellschaftlichen Diskussionsprozessen und belastbaren wissenschaftlichen Analysen erfolgen, in denen technische Entwicklungen und gesellschaftliche Vorstellungen berücksichtigt werden.

Analyse und Vergleich zeigen, dass Option 1 und 3 vielversprechender als Option 2 sind. Folgende Empfehlungen werden gegeben:

- Eine Zielsetzung der Halbierung auch auf die Teilbereiche der Endverwendung, das sind die Investitionen (hier insb. Bauten), den Konsum der privaten Haushalte, den Staatskonsums sowie den Konsum der nicht-staatlichen Institutionen zu übertragen.
- Ergänzend können Ziele für Rohstoffe bzw. Rohstoffgruppen formuliert werden, die wenig international gehandelt werden, dies sind im Wesentlichen Massenrohstoffe und Holz. Eine konkrete Größenordnung wird an dieser Stelle noch nicht vorgeschlagen.
- Insgesamt stärker die Zielsetzung einer Halbierung des Rohstoffkonsums als einen Pro-Kopf-Wert als Ziel zu formulieren.

7 Literaturverzeichnis

- BDI und Deloitte. 2021. „Zirkuläre Wirtschaft – Herausforderungen und Chancen für den Industriestandort Deutschland“. https://issuu.com/bdi-berlin/docs/202106_studie_bdi_deloitte_zirkul_re_wirtschaft.
- Bringezu, Stefan. 2015. „Possible Target Corridor for Sustainable Use of Global Material Resources“. *Resources* 4 (1): 25–54. <https://doi.org/10.3390/resources4010025>.
- Buchert, Matthias, Stefanie Degreif, Andreas Hermann, u. a. 2016. Policy Paper 3: Rohstoffspezifische Ziele. Öko-Institut. <https://www.oeko.de/publikation/policy-paper-3-rohstoffspezifische-ziele/>.
- Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit. 2024. „Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie“. <https://www.bundesumweltministerium.de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie>.
- Bundesverfassungsgericht. 2021. „Beschluss vom 24. März 2021“. https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html?nn=148438.
- Club of Rome, und Wuppertal Institut, Hrsg. 2024. *Earth for All Deutschland: Wie unser Land zukunftsfähig wird*. Oekom verlag.
- DESTATIS. 2017. *Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden - Fachserie 4 Reihe 4.3 - 2017*. 4.3. Statistisches Bundesamt.
- DESTATIS. 2025a. „Rohstoffäquivalente - Berichtszeitraum 2010 - 2022“. Mai 5. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-rohstoffaequivalente-5853101227005.html>.
- DESTATIS. 2025b. „Umweltökonomische Gesamtrechnungen-Gesamtwirtschaftliches Materialkonto“. April 29. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-gesamtwirtschaftliches-materialkonto-5851315.html>.
- DGE. o. J. „Gut essen und trinken – die DGE-Empfehlungen“. Zugriffen 15. September 2025. <http://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/gut-essen-und-trinken/dge-empfehlungen/>.
- Dittrich, Monika, Frank Dünnebeil, Susanne Köppen, u. a. 2020. „Transformationspfad zum ressourcenschonenden und treibhausgasneutralen Deutschland: Vergleich der Szenarien“. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_12_28_cc_06-2020_endbericht_vergleich_szenarien.pdf.
- Dittrich, M., Limberger, S., et al.. 2021. „Sekundärrohstoffe in Deutschland“. https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/konsumressourcenmuell/2104-22-ifeu-studie-sekundaerrohstoffe_in_deutschland.pdf.
- Dittrich, Monika, Sonja Limberger, Regine Vogt, Benno Keppner, Leon Leuser, und Karl Schoer. 2021. *Vorstudie zu Ansätzen und Konzepten zur Verknüpfung des „Planeta-*

- ren Grenzen“ Konzepts mit der Inanspruchnahme von abiotischen Rohstoffen / Materialien. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-12_texte_51-2021_vorstudie_abiotische_rohstoffe_materialien_o.pdf.
- Dittrich, Monika, und Henning Wilts. 2025. „Messung und Monitoring von (sektoralen) Ressourcenschutzziele“. In *Die Governance von Ressourcenschutzziele in Deutschland*, herausgegeben von S. Prakash, K. Hurst, C. Löw, und A. Hermann. Öko-Institut Working Paper 4/2025. Öko-Institut.
- Dittrich, Monika, Peter Hennicke, und Till Kellerhoff. 2025. *Circular Economy. Why Resources Matter for Economic System Change*. https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2025/07/Earth4All_Deep_Dive_Dittrich.pdf.
- Europäische Kommission. 2024. „Critical Raw Materials Act“. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en.
- Europäischer Rat. o. J. „Fangmöglichkeiten in der EU“. Consilium. Zugriffen 15. September 2025. <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/fishing-opportunities-in-the-eu/>.
- Eurostat. 2018. „Economy-wide material flow accounts handbook (2018 edition)“. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/9117556/KS-GQ-18-006-EN-N.pdf>.
- Eurostat. 2025. „Circular Material Use Rate“. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srmo30/default/table?lang=en.
- Keimeyer, Friedhelm, Peter Gailhofer, Ida Westphal, Joachim Sanden, Thomas Schomerus, und Drik Teßmer. 2017. „Recht der Rohstoffgewinnung – Reformbausteine für eine Stärkung des Umwelt- und Ressourcenschutzes“. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/recht-der-rohstoffgewinnung-reformbausteine-fuer>.
- Kolb, Jochen. 2025. „Rohstoffpotenzial in Baden-Württemberg. Vortrag am 28. Juni in Pforzheim“. Juni 28.
- Kosmol, Jan, Wiebke Jander, Jens Günther, u. a. 2025. „Zirkuläres Wirtschaften als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung in unsicheren Zeiten“. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/zirkulaeres-wirtschaften-als-beitrag-zur>.
- Lettenmeier, M., C. Liedtke, und H. Rohn. 2014. „Eight Tons of Material Footprint—Suggestion for a Resource Cap for Household Consumption in Finland“. *Resources* 3: 488–515.
- Löw, Clara et al.. 2023. „Model Germany: Circular Economy - Policy Blueprint“. <https://coilink.org/20.500.12592/7m063t>.
- McKinsey & Company. 2023. *Circular Economy*. <https://www.handelsblatt.com/adv/medical-life-tech/circular-economy/spark-webcast-erfolgsmotor-circular-economy-mut-zur-650-milliarden-euro-chance/29431856.html>.
- Paech, Niko. 2025. *Befreiung vom Überfluss – das Update: Eine Postwachstumsökonomie für das 21. Jahrhundert*. With Ernst Ulrich von Weizsäcker. Oekom verlag.

- Prakash, Siddharth, Katharina Hurst, Clara Löw, und Andreas Hermann. 2025. *Die Governance von Ressourcenschutzzielen in Deutschland*. Öko-Institut. <https://www.oeko.de/publikation/die-governance-von-ressourcenschutzzielen-in-deutschland/>.
- Prakash, Siddharth, Clara Löw, Florian Antony, u. a. 2023. *Modell Deutschland Circular Economy. Modellierung und Folgenabschätzung einer Circular Economy in 9 Sektoren in Deutschland*. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/445722>.
- Purr, Katja, Jens Günther, Harry Lehmann, und Philip Nuss. 2019. „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie Langfassung“. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet_auflage2_juni-2021.pdf.
- Rechlin, Aissa, Christopher Demel, Claudia Kämper, u. a. 2022. „Pilot screening of the environmental hazard potentials of mine sites“. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/pilot-screening-of-the-environmental-hazard>.
- Rechtsanwälte, Baumann. 2023. „Kurzgutachten zu den wesentlichen Inhalten eines Ressourcenschutzgesetzes des Bundes“. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/ressourcen_und_technik/kurzgutachten-ressourcenschutzgesetz-bund-2023.pdf.
- Ressourcenkommission. 2019. Substitutionsquote Ein realistischer Erfolgsmaßstab für die Kreislaufwirtschaft! Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/190722_uba_kommp_substitutionsquote_bf.pdf.
- „Ressourcenleicht Leben 2045“. o. J. Zugegriffen 15. September 2025. <https://www.wwf.de/nachhaltiges-wirtschaften/circular-economy/ressourcenleicht-leben-2045>.
- Richardson, Katherine, Will Steffen, Wolfgang Lucht, u. a. 2023. „Earth beyond Six of Nine Planetary Boundaries“. *Science Advances* 9 (37): eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>.
- Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, u. a. 2009. „A Safe Operating Space for Humanity“. *Nature* 461 (7263): 472–75. <https://doi.org/10.1038/461472a>.
- Roßnagel, Alexander, und Anja Hentschel. 2017. „Rechtliche Instrumente des allgemeinen Ressourcenschutzrechtes“. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-03-23_texte_23-2017_ressourcenschutzinstrumente.pdf.
- Sanden, J. 2015. „Rechtsgutachten - Aktuelle Analyse des europäischen Ressourcenschutzrechtes“. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_84_2015_aktuelle_analyse_des_europaeischen_ressourcenschutzrechtes.pdf.
- Sanden, Joachim, Thomas Schomerus und Falk Schulze. 2012. „Entwicklung eines Regelungskonzepts für ein Ressourcenschutzrecht des Bundes“. Umweltbundesamt.

Steffen, Will, Katherine Richardson, Johan Rockström, u. a. 2015. „Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet“. *Science* 347 (6223): 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.

Steger, Sören, Michael Ritthoff, Winfried Bulach, u. a. 2019. „Stoffstromorientierte Ermittlung des Beitrags der Sekundärrohstoffwirtschaft zur Schonung von Primärrohstoffen und Steigerung der Ressourcenproduktivität“. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/stoffstromorientierte-ermittlung-des-beitrags-der>.

Umweltbundesamt. 2025. „Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Übereinkommen von Paris 2025: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2023“. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/39_2025_cc_nid_2025_deu.pdf.

UNEP-IRP. 2014. „Managing and Conserving the Natural Resource Base for Sustained Economic and Social Development“. <https://www.resourcepanel.org/reports/managing-and-conserving-natural-resource-base-sustained-economic-and-social-development>.

United Nations Environment Programme. 2020. *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want*. UN. <https://doi.org/10.18356/689a1a17-en>.