

TEXTE

81/2016

Konzeption für eine Ressourcenverbrauchs- pflichtkennzeichnung für Produkte

Endbericht

TEXTE 81/2016

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3711 93 319
UBA-FB 002376

Konzeption für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung für Produkte

von

Jürgen Giegrich, Christoph Lauwigi,
Regine Vogt, Claudia Kämper, Bernd Franke

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Heidelberg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstraße 3
69120 Heidelberg

Abschlussdatum:

Mai 2016

Redaktion:

III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung
Ines Oehme

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Dezember 2016

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3711 93 319 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Natürliche Ressourcen bilden die essentielle Lebensgrundlage allen menschlichen Lebens und Wirtschaftens. Die Nutzung natürlicher Ressourcen steigt seit Jahren kontinuierlich und es bedarf internationaler Anstrengungen, die globale Ressourcenbeanspruchung absolut so weit zu senken, dass sie die ökologische Tragfähigkeit der Erde nicht gefährdet. Zur Unterstützung dieses Ziels hat das Forschungsvorhaben die Weiterentwicklung von verbraucherfreundlichen und aussagekräftigen Produktinformationssystemen zur verstärkten Integration von Aspekten des Ressourcenschutzes untersucht. Ausgangspunkt für die Identifizierung von Indikatoren für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung ist der Begriff der natürlichen Ressourcen, die sich nach ihrer Funktion in Quellen und Senken unterscheiden. Als mögliche Indikatoren für eine Kennzeichnung wurden die Inputressourcen Fläche, Wasser, Primärrohstoffe und Energieressourcen ausgewählt.

Vier Ideen für eine Ressourcenpflichtkennzeichnung wurden entwickelt und verglichen: (1) Ressourcenkompass, (2) Anteil Recyclingmaterial, (3) Anteil zertifizierte Rohstoffe und (4) Integration der Herstellungenergie in bestehende Energiekennzeichen. Zwei Fallbeispiele für ein Notebook und eine Waschmaschine dienten zu ihrer Erprobung.

Aufgrund des z.T. erheblichen Aufwands, der schlechten Datenlage und des Fehlens von etablierten Charakterisierungsmodellen für die Inanspruchnahme von Inputressourcen ist keiner in dieser Studie vorgestellten Vorschläge derzeit eindeutig zur Ressourcenverbrauchskennzeichnung geeignet. In Abwägung der Umsetzbarkeit einerseits und der Aussagekraft andererseits wird für eine mittelfristige Umsetzung empfohlen bestehende Zeichen zu nutzen und diese um Ressourcenaspekte zu ergänzen. Dies betrifft v.a. das EU-Energielabel, aber auch den Blauen Engel. Begleitend bzw. unterstützend für die genannten Empfehlungen sind die Umsetzung von rechtlichen Regelungen sowie die Etablierung geeigneter Politikinstrumente auf nationaler Ebene entscheidend.

Abstract

Natural resources form the essential livelihood of all human life and economic activity. The consumption of natural resources has been constantly on the rise for many years. In consequence, international efforts to curb absolute global resource consumption are required to ensure that the ecological capacity of the Earth is not seriously compromised. In pursuit of this goal, the present study investigated progress in the development of consumer-friendly and meaningful product information systems for the integration of resource conservation aspects. The foundation for the identification of indicators for mandatory resource consumption labelling lies in the concept of natural resources, which may be classified as sources or sinks depending on their function. Potential indicators selected for labelling included the input resources area, water, primary raw materials and energy resources.

Four ideas for mandatory resource consumption labelling were developed and compared: (1) resource compass, (2) share of recycled materials, (3) share of certified raw materials, and (4) integration of production energy into existing energy labels. The application of these concepts was exemplified in two case studies modelling a laptop computer and a washing machine.

Due to the sometimes considerable effort required, the scarcity of input data and the lack of established characterisation models for the consumption of input resources, none of the concepts proposed in this study emerged for the time being as the optimal solution for the labelling of resource consumption. Considering both applicability and validity of output, the use of existing labels supplemented with resource aspects is recommended for the medium term. This is particularly relevant for the EU Energy Label, as well as the Blue Angel certificate. The application of legal regulations and the establishment of appropriate political instruments at the national level are pivotal to both facilitate and support the recommendations made above.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis.....	11
Zusammenfassung	14
Summary.....	26
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	37
1.1 Einleitung.....	37
1.2 Zielsetzung des Vorhabens und Vorgehen.....	38
2 Nationale Ressourcenpolitik und Rechtslage zum Ressourcenschutz.....	40
2.1 Nationale Ressourcenschonungspolitik.....	40
2.2 Rechtslage zum Ressourcenschutz	42
2.3 ProgRes – Deutsches Ressourceneffizienzprogramm	44
3 Natürliche Ressourcen.....	46
3.1 Wichtige Definitionen.....	46
3.2 Natürliche Ressourcen gemäß VDI Richtlinie	49
4 Identifizierung natürlicher Ressourcen für eine Kennzeichnung	53
4.1 Unterscheidung nach Quellen und Senkenfunktion.....	53
4.2 Schutzgutdiskussion Inputressourcen.....	55
4.3 Bewertungsmöglichkeiten für Rohstoffe (Material und Energie).....	58
4.3.1 UBA 1999.....	60
4.3.2 CML (2002) und Update 2010.....	61
4.3.2.1 CML (2002) „Abiotic resource depletion potential“	61
4.3.2.2 CML update (2010) ADP fossil fuels	62
4.3.3 JRC (2011), ILCD Handbuch.....	62
4.3.4 ReCiPe.....	63
4.3.4.1 ReCiPe „Mineral resource depletion“	63
4.3.4.2 ReCiPe „Fossil resource depletion“	64
4.3.5 GPPS (2011) – Global Protocol on Packaging Sustainability 2.0.....	65
4.3.6 IMPACT2002+	65
4.3.7 Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA).....	65
4.3.8 Materialinput pro Serviceeinheit (MIPS)	66
4.3.9 Kumulierter Energieaufwand (KEA) / Kumulierter Energieverbrauch (KEV)	67
4.3.10 “Ressourcenstreckung”	68
4.3.11 Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment – CEENE.....	68

4.3.12	ifeu-Vorschlag einer Wirkungsabschätzungsmethode	70
4.4	Auswahl von Indikatoren.....	72
5	Anforderungen und Ideen zur Kennzeichnung.....	75
5.1	Bestehende Produktkennzeichen und Erweiterungsmöglichkeiten.....	75
5.1.1	Bestehende Produktkennzeichnungen.....	75
5.1.2	EU-Energieverbrauchskennzeichnung	76
5.1.3	Erweiterungsmöglichkeiten des EU-Energielabels.....	77
5.1.4	Der Blaue Engel.....	80
5.2	Anforderungen an eine Produktkennzeichnung.....	80
5.2.1	Kriterien eines Kennzeichnungssystems.....	80
5.2.2	Möglichkeit und Grenzen eines einzelnen Indikators und Vorgehen dieser Studie	83
5.2.3	Alternativer Ansatz sekundäre oder indirekte Indikatoren	86
5.3	Eignung des Product Environmental Footprint (PEF).....	87
5.4	Ideen für eine Produktkennzeichnung	89
5.4.1	Ressourcenkompass.....	89
5.4.2	Anteil Recyclingmaterial.....	91
5.4.3	Anteil zertifizierte Rohstoffe	92
5.4.4	Integration der Herstellungsenergie in bestehende Energiekennzeichen	92
6	Erkenntnisse aus zwei Fallbeispielen	95
6.1	Allgemeine Hinweise.....	95
6.2	Fallbeispiel Notebook	96
6.2.1	Berechnungsgrundlage für den Ressourcenkompass.....	96
6.2.2	Berechnungsgrundlage für den Anteil Sekundärmaterial.....	100
6.3	Fallbeispiel Waschmaschine.....	101
6.3.1	Berechnungsgrundlage für den Ressourcenkompass.....	102
6.3.2	Berechnungsgrundlage für den Anteil Sekundärmaterial.....	107
7	Vorschläge zur Umsetzung	108
7.1	Vorschlag „Ressourcenkompass“	108
7.2	Vorschlag „Einsatz von Sekundärmaterial“	110
7.3	Vorschlag „Einsatz von zertifizierten Rohstoffen“	111
7.4	Vorschlag „Aufnahme Herstellungsenergie“	112
7.5	Datenanforderungen.....	112
7.5.1	„Sachbilanzebene“.....	113
7.5.2	Auswirkung unterschiedlicher Datenquellen auf die Ergebnisse.....	114

7.5.3	Referenzbildung	116
8	Schlussfolgerungen.....	118
9	Quellenverzeichnis.....	125
10	Tabellenanhang.....	129

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Natürliche Ressourcen gemäß VDI Richtlinie.....	50
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der Einteilung der Energieformen....	69
Abbildung 3:	Testvariante für ein neues EU Energie- und Umweltlabel.....	77
Abbildung 4:	Für eine Zweitbefragung optimierte Entwürfe.....	79
Abbildung 5:	Problematik gegenläufiger Ergebnisse bei Vergleichen	84
Abbildung 6:	Wirkungskategorien gemäß PEF-Leitfaden.....	88
Abbildung 7:	Abbildung von Inputressourcen in einer Kompass-Darstellung.	90
Abbildung 8:	Erweiterung des Ressourcenkompasses um die Netzdiagrammdarstellung.....	91
Abbildung 9:	Darstellungsform für den Einsatz von Sekundärmaterial	91
Abbildung 10:	Integration der Informationsgröße „production energy“ (Produktionsenergie) in das bestehende EU- Energieverbrauchskennzeichen	94
Abbildung 11:	Ressourceninanspruchnahme eines Notebooks („Notebook 1“) nach Lebenswegabschnitten.....	99
Abbildung 12:	Ressourceninanspruchnahme einer Waschmaschine („Waschmaschine 1“) nach Lebenswegabschnitten.....	106
Abbildung 13:	Vorschlag eines “Ressourcenkompasses” für die Darstellung der Ressourceninanspruchnahme eines Notebooks.....	108
Abbildung 14:	Vorschlag eines “Ressourcenkompasses” für die Darstellung der Ressourceninanspruchnahme einer Waschmaschine	109
Abbildung 15:	Anteil Recyclingmaterial in einem Notebook (mit Verpackung)	110
Abbildung 16:	Anteil Recyclingmaterial in einem Notebook (ohne Verpackung)	111
Abbildung 17:	Einsatz von Recyclingmaterial und zertifizierten Primärrohstoffen in einem Notebook	112
Abbildung 18:	Ausweisung der Infogröße der Herstellungsenergie für die Fallbeispiele Notebook und Waschmaschine	112
Abbildung 19:	Vorschlag eines “Ressourcenkompasses” für die Darstellung der Ressourceninanspruchnahme einer Waschmaschine – Lebenszyklusphase Herstellung.....	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	In der Ökobilanzpraxis verwendete Ansätze bzw. Empfehlungen zur Adressierung einer Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“.....	58
Tabelle 2:	Weitere Bewertungsmöglichkeiten zur Adressierung einer Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“.....	59
Tabelle 3:	Rohöläquivalenzfaktoren.....	60
Tabelle 4:	Materialkategorien des MIPS Konzeptes.....	67
Tabelle 5:	Für künftige Anwendung empfohlene Charakterisierungsmodelle	73
Tabelle 6:	Sachbilanzindikatoren für die ausgewählten Inputressourcen .	74
Tabelle 7:	Annahmen zur Modellierung des Beispiels „Ressourcenkompass“	96
Tabelle 8:	Stückliste nach EuP-Vorstudie und zugeordnete Ecoinvent-Module	98
Tabelle 9:	Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Herstellung	99
Tabelle 10:	Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Nutzung	100
Tabelle 11:	Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Gesamt (Herstellung/Distribution/Nutzung/Entsorgung)	100
Tabelle 12:	Annahmen zum prozentualen Einsatz von Sekundärmaterial..	101
Tabelle 13:	Annahmen zur Modellierung des Beispiels „Ressourcenkompass“	102
Tabelle 14:	Stückliste nach EuP-Vorstudie und zugeordnete Ecoinvent-Module	104
Tabelle 15:	Stückliste nach Rüdener et al. [2005] und zugeordnete Ecoinvent-Module.....	104
Tabelle 16:	Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Herstellung	106
Tabelle 17:	Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Nutzung	106
Tabelle 18:	Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Gesamt (Herstellung/Distribution/Nutzung/Entsorgung)	107
Tabelle 19:	Zusammensetzung der betrachteten Notebooks nach Materialgruppen in kg	113
Tabelle 20:	Zusammensetzung der betrachteten Waschmaschinen nach Materialgruppen in kg	113
Tabelle 21:	Vor- und Nachteile Vorschlag 1: Ressourcenkompass.....	118
Tabelle 22:	Vor- und Nachteile Vorschlag 2: Einsatz von Sekundärmaterial.....	119
Tabelle 23:	Vor- und Nachteile Vorschlag 3: Einsatz von zertifizierten Rohstoffen.....	120

Tabelle 24:	Vor- und Nachteile Vorschlag 4: Aufnahme Energiebedarf Herstellung in das EU-Energielabel.....	121
Tabelle 25:	Einordnung der Vorschläge anhand der Kriterien eines Kennzeichnungssystems.....	122
Tabelle 26:	Charakterisierungsfaktoren der CML Methode „Abiotic Resource Depletion Potential (ADP)“, basierend auf ultimativen Reserven und Extraktionsraten.....	129
Tabelle 27:	Charakterisierungsfaktoren für ein kg des in der linken Spalte dargestellten Metalls nach ReCiPe für „mineral resource depletion“	130
Tabelle 28:	Charakterisierungsfaktoren nach ReCiPe für „fossil resource depletion“	131
Tabelle 29:	Globale Sekundäranteile von Metallen.....	132

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
ADP	Abiotic Depletion Potential („abiotisches Ressourcenerschöpfungspotenzial“)
AoP	Area of Protection („Schutzgut, Schutzbereich“)
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BIO IS	BIO Intelligence Service
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BOM	Bill of Materials (Stückliste)
CEENE	Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment (“kumulierte Exergieextraktion aus der natürlichen Umwelt”)
CExD	Cumulative Exergy Demand („kumulierter Exergieaufwand“)
CF	Charakterisierungsfaktor
CH	Schweiz
CML	Institute of Environmental Sciences; Universität Leiden, Niederlande
CO₂	Kohlenstoffdioxid
D/DE	Deutschland
DMI	Direct Material Input („Direkter Materialinput“)
DPSIR	Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses (“Treibende Kräfte, Belastungen, Zustand, Auswirkung, Reaktion”)
EDIP	Eigenname; Leitfaden zur Ökobilanzierung des Dänischen Umweltministeriums und Umweltbundesamtes
EoL	End of Life („Lebenswegende“)
EPD	Environmental product declaration (Umweltproduktdeklaration)
eq.	Equivalent (Äquivalent)
EU	Europäische Union
ErP	Energy-related products (energieverbrauchsrelevante Produkte)
EuP	Energy using products (energiebetriebene Produkte)
FSC	Forest Stewardship Council
GPPS	Global Protocol on Packaging Sustainability (“globales Protokoll nachhaltige Verpackung”)
H₂O	Wasser
HDD	Hard Disk Drive (=Festplattenlaufwerk)
IEA	International Energy Agency (Internationale Energieagentur)
ILCD	International Life Cycle Data System (“Internationales Lebenszyklusdatensystem”)
ISO	International Organisation for Standardization (Internationale Standardisierungsorganisation)

JRC	Joint Research Centre („gemeinsame Forschungsstelle“)
KEA	Kumulierter Energieaufwand
KEV	Kumulierter Energieverbrauch
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoule
km²	Quadratkilometer
KRA	Kumulierter Rohstoffaufwand
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
LCA	Life Cycle Assessment (Ökobilanz)
LCIA	Life Cycle Impact Assessment (Wirkungsabschätzung)
LDPE (PE-LD)	Low-density Polyethylene („Polyethylen mit geringer Dichte“)
LKW	Lastkraftwagen
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter
Mio.	Million(en)
MIPS	Materialinput pro Serviceeinheit
MIT	Materialintensitäten
MJ	Megajoule
MJex	Megajoule Exergie
No.	Number (Nummer)
PEF	Product Environmental Footprint („Produkt-Umweltfußabdruck“)
ProgRess	Deutsches Ressourceneffizienzprogramm
ReCiPe	Eigename; Wirkungsabschätzungsmethode (http://www.lcia-recipe.net/)
RiL	Rohstoff in der Lagerstätte
RMC	Raw Material Consumption („Rohmaterialkonsum“)
RME	Raw Material Equivalents („Rohstoffäquivalente“)
RMI	Raw Material Input („Rohmaterialinput“)
ROE	Rohöläquivalenzfaktor
Sb-eq.	Antimony equivalents (Antimon Äquivalente)
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry („Gesellschaft für Umwelt-Toxikologie und Chemie“)
SIM	Stiftung Initiative Mehrweg
t	Tonne
UBA	Umweltbundesamt
UN	United Nations (Vereinte Nationen)

UNEP	United Nations Environment Programme (Umweltprogramm der Vereinten Nationen)
USGS	United States Geological Survey („US amerikanisches Amt für Bodenforschung“)
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment (Elektro- und Elektronikaltgeräte)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP	Wasting potential (Verlustpotenzial bzw. Verlustgrad)

Zusammenfassung

Hintergrund

Die Erkenntnis der Bedeutung unserer Ressourcen und der Beschluss diese für die Entwicklung zu erhalten und nachhaltig zu bewirtschaften findet sich erstmals im umwelt- und entwicklungspolitischen Aktionsprogramm Agenda 21 verbindlich formuliert, das 1992 von 172 Staaten, darunter Deutschland und die Europäische Union, auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro beschlossen wurde. Auf nationaler Ebene wurde mit der ersten Fassung der Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ von 2002 dem Thema Ressourcenschonung ein wichtiger Stellenwert beigemessen. Im Jahr 2005 legte zunächst die Europäische Kommission mit der Formulierung der Thematischen Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen ein Konzept vor, welches im Jahr 2010 im Rahmen der Wirtschaftsstrategie „Europa 2020“ in der „Flagship Initiative on a Resource Efficient Europe“ (*Ressourcenschonendes Europa – Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020*) weiter entwickelt wurde. Mitte 2011 folgte eine erste Version der dazu gehörigen „Roadmap“ (*Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa*) mit konkreten Zielen und Handlungsansätzen.

In Deutschland wurde und wird dem Thema Ressourceneffizienz von einer Vielzahl verschiedener Akteure in der Gesellschaft ein hoher Stellenwert eingeräumt. Deutschland hat als Industrieland mit einer eingeschränkten eigenen Rohstoffbasis und einer hohen Abhängigkeit von Rohstoffimporten nicht nur aus Umweltschutzgründen sondern auch aus wirtschaftlichen Gründen ein besonderes Interesse an der Förderung eines effizienten Umgangs mit natürlichen Ressourcen. Die Bundesregierung hat als eines der ersten Länder weltweit im Jahr 2012 das „Deutsche Ressourceneffizienzprogramm“ (ProgRess) verabschiedet [Bundesregierung, 2012]. ProgRess ist ein umfassendes strategisches Konzept mit dem Ziel, die Entnahme und Nutzung natürlicher Ressourcen nachhaltiger zu gestalten und die mit der Nutzung verbundenen Umweltbelastungen zu reduzieren. Unter der Federführung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit BMUB wurde ProgRess I fortgeschrieben und Anfang März 2016 ProgRess II verabschiedet. ProgRess II sieht unter anderem vor Produkte und Konsum ressourcenschonender zu gestalten.

Im Konsumbereich ist die Produktkennzeichnung eines der Instrumente, um Verbraucherinnen und Verbraucher für besonders ressourcenschonende Produkte und Dienstleistungen zu sensibilisieren und sie damit in die Lage zu versetzen, die Informationen in ihre Kaufentscheidung einzubeziehen. Die Grundlage für die Kommunikation mit Verbraucherinnen und Verbrauchern bei den Themen Umwelt- bzw. Ressourcenschutz sind Glaubwürdigkeit und Nachvollziehbarkeit. Aufgeklärte Verbraucherinnen und Verbraucher hinterfragen die Informationen, die mit einer Produktkennzeichnung verbunden sind. Schwer nachvollziehbare oder irreführende Kennzeichnungen diskreditieren ein solches Instrument unwiederbringlich.

Vor diesem Hintergrund sind wichtige Fragen für eine Produktkennzeichnung:

- ▶ Was meinen wir, wenn wir von Ressourcenschutz sprechen? Welche Ressourcen sollen (mindestens) geschützt werden und warum?
- ▶ Wo steht die Politik und welche rechtlichen Grundlagen gibt es? Wo sind unterstützende Ansätze zu entwickeln, um eine richtungssichere Kennzeichnung zu erreichen?
- ▶ Welche Daten werden benötigt und wie können diese beschafft werden?

Diese und weitere Fragen wurden in dieser Studie „Konzeption für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung für Produkte“ aufgegriffen, weiter präzisiert und Lösungsansätze erarbeitet.

Aufgabenstellung des Vorhabens und Vorgehen

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Weiterentwicklung von verbraucherfreundlichen und aussagekräftigen Produktinformationssystemen durch verstärkte Integration von Aspekten des Ressourcenschutzes. Eine Produktkennzeichnung für besonders ressourcenschonende Produkte und Dienstleistungen dient dazu, das Thema verstärkt in das Bewusstsein der Verbraucherinnen und Verbraucher zu bringen und in seiner Folge, die Nachfrage nach solchen Produkten und damit deren Marktdurchdringung zu erhöhen.

Aufgabe war dabei insbesondere die Prüfung der Machbarkeit einer klassifizierenden Ressourcenverbrauchskennzeichnung, was eine sorgfältige methodische Entwicklung bzw. Weiterentwicklung eines Kennzeichensystems für ressourceneffiziente und ressourcenschonende Produkte erfordert.

Hierzu wurden die Arbeiten wie folgt gegliedert und dokumentiert:

- ▶ Analyse der Vorgaben der Politik und flankierender rechtlicher Regelungen für eine richtungssichere Kennzeichnung (Kapitel 2)
- ▶ Herleitung und Definition von zentralen Begriffen innerhalb der umweltpolitischen Ressourcendiskussion, Einführung in das „Konzept der natürlichen Ressourcen“ (Kapitel 3)
- ▶ Analyse von natürlichen Ressourcen, die in einem Produkt-Kennzeichnungssystem Berücksichtigung finden, Identifizierung von grundsätzlich geeigneten Indikatoren (Kapitel 4)
- ▶ Darstellung bestehender Konzepte sowie Entwicklung von Ideen für eine Kennzeichnung (Kapitel 5)
- ▶ Machbarkeitsanalyse der Ideen zur Kennzeichnung anhand von zwei konkreten Fallbeispielen (Kapitel 6)
- ▶ Vorschläge zur Umsetzung (Kapitel 7)
- ▶ Pro-Contra-Analyse der diskutierten Umsetzungsvorschläge und Schlussfolgerung (Kapitel 8)

Nationale Ressourcenpolitik und Rechtslage zum Ressourcenschutz

Der Schutz der natürlichen Ressourcen (als Teil der natürlichen Lebensgrundlagen) zählt zu den Staatszielen Deutschlands nach Art. 20a des Grundgesetzes [UBA, 2013 S. 8]. In der nationalen Ressourcenschonungspolitik und vor allem nach Rechtslage in Deutschland wird die Schonung natürlicher Ressourcen bislang vorwiegend in den Bereichen des medienbezogenen Umweltrechts berücksichtigt.

Das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm ProgRess bietet auf volkswirtschaftlicher Ebene einen Ansatz zum effizienten Umgang mit Ressourcen. Für einen umfassenden Ressourcenschutz bedarf es aber weiterer Anstrengungen, die Ressourcenbeanspruchung zu erkennen und über geeignete Instrumente zu ihrer Schonung beizutragen.

Das Produktrecht bietet über die Ökodesign-Richtlinie und die Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie Eingriffsmöglichkeiten. Über ordnungsrechtlich erlassene Durchführungsmaßnahmen können ressourcenschützende Produktanforderungen festgelegt werden. Bislang beziehen sich Anforderungen vorwiegend auf die Energieeffizienz, da diese in der Nutzungsphase maßgeblich ist. Darüber hinaus liegt auch ein Hemmnis in der bestehenden Problematik, die Beanspruchung natürlicher Ressourcen durch geeignete Indikatoren anzeigen zu können. Neben anderen UBA Vorhaben dient auch diese Studie dazu, weitere Erkenntnisse über bessere Methoden zu erlangen.

Was sind natürliche Ressourcen?

„Ressource“ ist im heutigen Sprachgebrauch ein sehr allgemeiner Begriff und leitet sich etymologisch aus dem Französischen „la ressource“ (Mittel, Quelle) und dem Lateinischen „resurgere“ (hervorquellen) ab. Eine Ressource ist nach heutigem Verständnis ein Mittel, um eine Handlung zu tätigen oder einen Vorgang ablaufen zu lassen.

Der Begriff natürliche Ressourcen wurde auf nationaler Ebene beispielsweise im Bericht *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten* [UBA 2002] eingeordnet. Darin sind natürliche Ressourcen in einem weiten Sinne definiert. Umfasst sind sowohl Ressourcen, die in die Technosphäre eingehen (Inputressourcen) als auch Ressourcen, die als Senke fungieren, d.h. Emissionen aufnehmen (Senkenfunktion) und Systeme aufrechterhalten. Seither wurde die Definition für natürliche Ressourcen auf verschiedenen Ebenen weiterentwickelt, beispielsweise in europäischen Veröffentlichungen [KOM, 2005] oder im „UBA Glossar zum Ressourcenschutz“ [UBA, 2012]. Die jüngste Definition findet sich in der VDI Richtlinie 4800 Blatt 1 [VDI, 2016]:

natürliche Ressource

Mittel, das die Natur bereitstellt und das für den Menschen einen Nutzen stiftet.

Anmerkung: Zu den natürlichen Ressourcen zählen die erneuerbaren und nicht erneuerbaren Primärrohstoffe, der physische Raum (oder die Fläche), die strömenden Ressourcen (z.B. Erdwärme, Wind-, Gezeiten- und Sonnenenergie) sowie die Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft) und Ökosysteme.

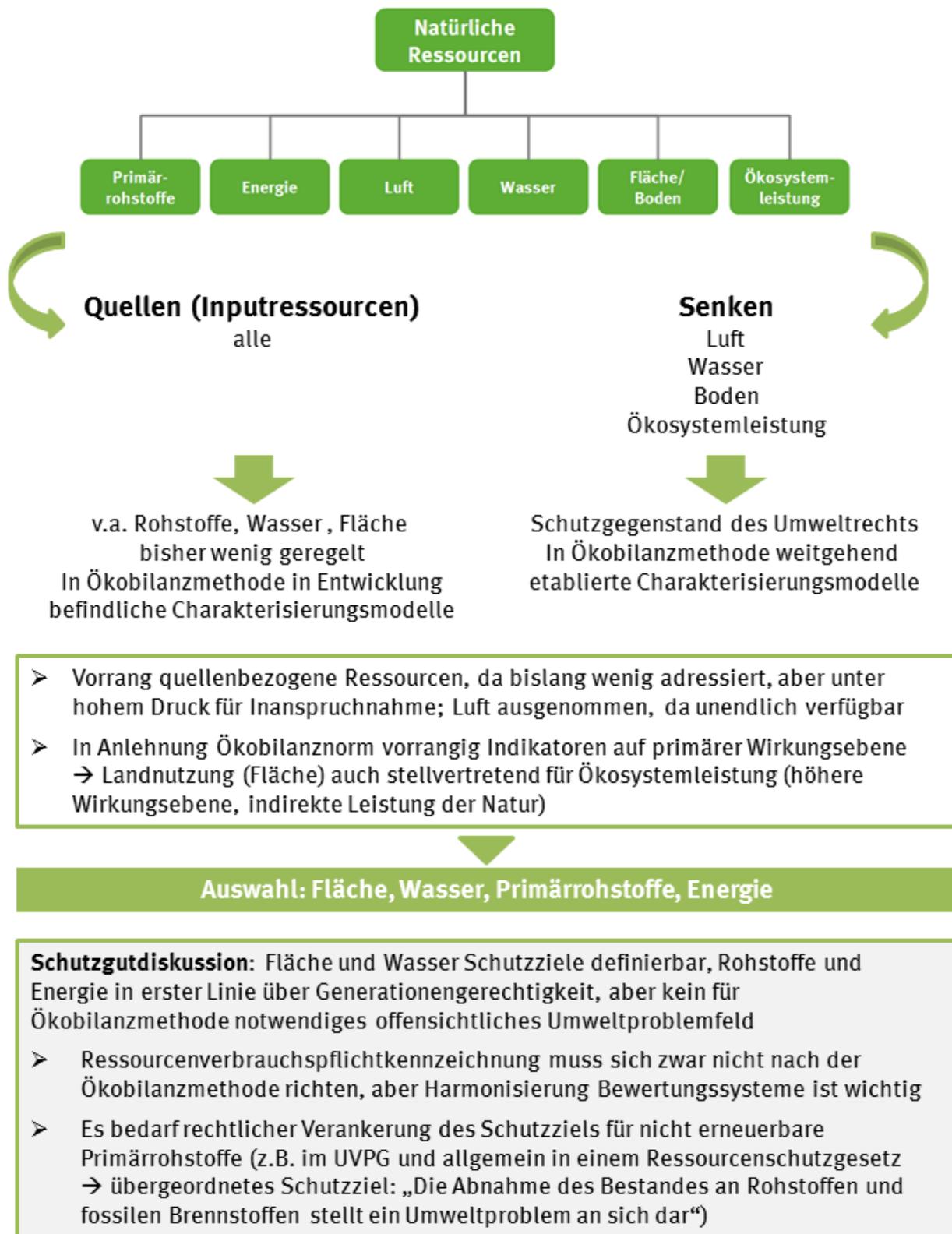
Das ifeu Heidelberg war an den Prozessen zur Entwicklung des Begriffs der natürlichen Ressourcen eng beteiligt und hat im Zuge dessen ein „Konzept der Natürlichen Ressourcen“ entwickelt, das in verschiedenen Studien und politischen Prozessen verwendet und weiter entwickelt wurde (u.a. [ifeu, 2012, 2015a] und Erarbeitung der VDI Richtlinie 4800 Blatt 1 [VDI, 2016]). In [VDI, 2016] sind die folgenden natürlichen Ressourcen benannt (s. Abbildung Z-1 oberer Teil):

- ▶ Primärrohstoffe: erneuerbare und nicht erneuerbare Primärrohstoffe
- ▶ Energie: Energieressourcen (Energierohstoffe, strömende Ressourcen, Strahlungsenergie)
- ▶ Luft
- ▶ Wasser
- ▶ Fläche/Boden (Boden bei dessen agrar- und forstwirtschaftlicher Nutzung)
- ▶ Ökosystemleistungen inklusive der Senkenfunktion der Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft)

Identifizierung natürlicher Ressourcen für eine Kennzeichnung

Das Vorgehen zur Auswahl der für eine Kennzeichnung geeigneten Indikatoren ist in Abbildung Z-1 schematisch dargestellt. Ausgangspunkt für die Identifizierung von Indikatoren für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung ist der Begriff der natürlichen Ressourcen, die sich nach ihrer Funktion in Quellen und Senken unterscheiden. Senken (Umweltmedien) sind Gegenstand des klassischen Umweltrechts. Für diese bestehen umfassende und weitgehend etablierte Bewertungsmöglichkeiten (Charakterisierungsmodelle), die im Rahmen der Ökobilanzmethode entwickelt wurden.

Abbildung Z-1: Ableitung der Indikatoren für eine Ressourcenpflichtkennzeichnung



Eine Kennzeichnung sollte vorrangig quellenbezogene Ressourcen berücksichtigen. Gerade deren Schutz und Inanspruchnahme ist bislang rechtlich wenig geregelt. Damit fehlt die Möglichkeit einer Steuerung dieser Inputressourcen, die als physischer Input in Wertschöpfungsprozesse eingehen. In

der Ökobilanzmethode sind bisher keine Bewertungsmöglichkeiten für Inputressourcen etabliert, diese befinden sich in der Entwicklung bzw. in der Diskussion.

Grundsätzlich sollten für eine Bewertung vorrangig Indikatoren gewählt werden, die auf der primären Wirkungsebene ansetzen. Die Ökosystemleistung stellt grundsätzlich eine Wirkung höherer Ordnung dar; für diese ist eine maßgebliche primäre Wirkungsebene die Landnutzung, auf Sachbilanzebene bestimmt durch die Größe der beanspruchten Fläche und auf Wirkungsebene durch ihre Qualität.

Vor diesem Hintergrund werden für die weitere Betrachtung als mögliche Indikatoren für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung die Inputressourcen

- ▶ Fläche
- ▶ Wasser
- ▶ Primärrohstoffe
- ▶ Energieressourcen

ausgewählt. Luft wird als unendlich verfügbar angesehen und entsprechend nicht betrachtet.

Die Schutzbedürftigkeit dieser Inputressourcen erschließt sich in erster Linie über die Generationengerechtigkeit, also der Besorgnis, dass sie „verbraucht“ werden und heutigen oder künftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung stehen, wenn wir global weiterwirtschaften wie bisher. Nach der Ökobilanznorm (ISO 14040) bedarf es allerdings umweltmotivierter Gründe, es muss ein Umweltproblemfeld bzw. ein Schadpotenzial identifizierbar sein.

Bei den Inputressourcen Wasser und Fläche lässt sich ein Umweltproblemfeld über deren begrenzte Verfügbarkeit ableiten. Für die Inputressourcen Primärrohstoffe und Energieressourcen ist eine „Knappheit“ nicht offensichtlich. Die Angaben zu statischen Reichweiten haben eine eingeschränkte Aussagekraft. Sie unterliegen der Dynamik von Wirtschaftsprozessen (Entnahme) und von Veränderungen durch die Neuerschließungen abbauwürdiger Lagerstätten sowie der Preis- und Technologieentwicklung. Am ifeu wurde für die Inanspruchnahme von Primärrohstoffen und Energieressourcen ein eigener Ansatz entwickelt, der – in Anlehnung an die UBA-Methode zur Bewertung von Ökobilanzen [UBA, 1999] – auf den Schutz von Material- und Energieressourcen um ihrer selbst willen abhebt.

Allerdings sollte eine Ressourcenverbrauchskennzeichnung zum gegenwärtigen Zeitpunkt auf die Anwendung der Charakterisierungsmodelle zunächst noch verzichten. Für eine richtungssichere Kennzeichnung ist es notwendig wissenschaftlich anerkannte Charakterisierungsmodelle zu verwenden. Somit werden in dieser Studie für eine Konzeption zur Produktkennzeichnung die ausgewählten Inputressourcen basierend auf ihrer Sachbilanzkenngröße abgebildet. Die entsprechenden Sachbilanzindikatoren zeigt Tabelle Z-1.

Tabelle Z-1: Sachbilanzindikatoren für die ausgewählten Inputressourcen

Inputressource	Sachbilanzindikator	Einheit
Fläche	Flächeninanspruchnahme	m ²
Wasser	Frischwasservolumen	m ³
Primärrohstoffe	Kumulierter Rohstoffbedarf (KRA)	kg
Energieressourcen	Kumulierter Energieaufwand (KEA)	kJ

Anforderungen und Ideen zur Kennzeichnung

Produktkennzeichnung ist ein wichtiges Element, um umwelt- bzw. ressourcenrelevante Informationen zu vermitteln und umweltfreundliche bzw. ressourcenschonende Produkte am Markt zu bewerben. Die Kennzeichnung ist dann erfolgreich, wenn Verbraucherinnen und Verbraucher sie verstehen und der vermittelten Aussage glauben. Allerdings setzt dies eine „Bezahlwilligkeit“ („willingness to pay“) für ökologisch vorteilhafte Produkte voraus. Hierzu wurden bestehende Produktkennzeichen und ihre Erweiterungsmöglichkeiten evaluiert.

Es werden üblicherweise drei Typen von Kennzeichnungssystemen unterschieden:

- ▶ Typ I: Zertifizierung (DIN EN ISO 14024)
- ▶ Typ II: Selbstdeklaration (DIN EN ISO 14021)
- ▶ Typ III: Umweltproduktdeklarationen (DIN EN ISO 14025)

Beispiel für den Typ I ist der Blaue Engel als Umweltzeichen nach dem Top-Runner-Ansatz. Hierfür wie auch für die EU-Energieverbrauchskennzeichnung bestehen vielfältige Erweiterungsmöglichkeiten.

Eine Produktkennzeichnung, die als Information für Verbraucherinnen und Verbraucher etwas bewirken soll, muss bestimmte Kriterien erfüllen. Diese Kriterien beziehen sich auf die Vermittlung der Information selbst, aber auch auf wissenschaftliche Aussagekraft und praktische Umsetzbarkeit. Im Laufe des Projekts wurden nachfolgende Kriterien im Zusammenhang mit einer Ressourcenkennzeichnung ausgewählt, die über die Rückmeldungen eines Fachgesprächs abgesichert wurden und im Bericht näher erläutert sind:

- ▶ Glaubwürdigkeit – Aussagekraft
- ▶ Nachvollziehbarkeit – Transparenz
- ▶ Vertretbarer Aufwand – Datenverfügbarkeit
- ▶ Grundsätzliche Eignung als Verbraucherinformation
- ▶ Eignung zur Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen
- ▶ Grundsätzliche Eignung für alle Produkte
- ▶ Zeitnahe Umsetzbarkeit

Möglichkeiten und Grenzen eines einzelnen Indikators

Die Ressourcenschutzdiskussion ist geprägt durch Überlegungen wie eine Ressourcenbeanspruchung adäquat abgebildet bzw. gemessen werden kann. Mit dem weiten Begriff der Natürlichen Ressourcen sind sehr unterschiedliche Ressourcenkategorien zusammengefasst, die sehr unterschiedlichen Schadwirkungen ausgesetzt sind. Bereits die etablierten Bewertungsmethoden für die Ressourcen mit Senkenfunktion lassen sich nicht in physikalischen Einheiten aggregieren.

Daneben bestehen grundsätzlich die folgenden Möglichkeiten Indikatoren zu einem oder wenigen Indikatoren zusammenzufassen [ifeu, 2012]:

1. Ein Indikator als Repräsentant für alle oder für bestimmte Ressourcen.
2. Aggregation durch Gewichtung der einzelnen Indikatoren nach ihrer Bedeutung.
3. Weiterführung der Ergebnisse in Wirkungen höherer Ordnung (endpoint).

Die Repräsentanzfunktion wurde in dieser Studie für die Ökosystemleistung als Inputressource angewendet für die stellvertretend die Inanspruchnahme von Fläche als richtungsweisend angesehen wird. Sowohl eine Gewichtung als auch eine Aggregation zu Wirkungen auf höherer Ebene ist in Anlehnung an die Ökobilanznorm nicht zielführend. Eine Gewichtung beruht immer auf einer subjektivi-

ven Werterhaltung. Dies wäre nur insofern „objektivierbar“, wenn eine solche Haltung als gesellschaftspolitischer Konsens auf Bundesebene entwickelt würde. Die Aggregation zu Wirkungen höherer Ordnung ist immer auch mit höheren Unsicherheiten verbunden, da die Weiterführung üblicherweise auf Basis von Ergebnissen für die primäre Wirkungsebene wie Versauerung, Klimawandel, etc. abgeleitet wird.

Mit dem Anspruch, eine Ressourceninanspruchnahme möglichst repräsentativ abzubilden, ist es in der Konsequenz erforderlich, die vier ausgewählten Inputressourcen gemeinsam in einer Kennzeichnung einzubinden. Nur so kann gewährleistet werden, dass Zielkonflikte – so sie bestehen – offenzutage treten, sie im Blick sind. Verbraucherinnen und Verbraucher haben danach grundsätzlich die Möglichkeit selbst zu entscheiden, was sie für wichtiger erachten. Dies bedarf allerdings einer sehr guten Vermittlung der angezeigten Inhalte sowie einer Orientierungshilfe durch die Vergleichsmöglichkeit mit einer Referenz.

Vor dem Hintergrund der Kriterien für ein Kennzeichnungssystem, v.a. der Aspekte Nachvollziehbarkeit und grundsätzliche Eignung (leicht verständlich, reduzierte Komplexität), wurden in der Studie alternative Ideen entwickelt in Form von sekundären Indikatoren (Recyclinganteil, Anteil zertifizierter Rohstoffe, Einbeziehung der Herstellungsenergie).

Eignung des Product Environmental Footprint (PEF)

In der jüngeren Vergangenheit hat es eine Entwicklung gegeben, Produkte oder Dienstleistungen mit sogenannten "Footprints" („Fußabdruck“) zu kennzeichnen oder wenigstens die Konzepte und Methoden zu entwickeln, um Produkte mit den jeweiligen Footprint-Labels versehen zu können. Der Ansatz eines „Fußabdrucks“ ist vor allen Dingen ein für die Kommunikation einsetzbares Bild. Ein Mensch hinterlässt mit dem Kauf eines Produktes oder der Nutzung einer Dienstleistung einen Fußabdruck auf der Erde.

Ausgehend von dieser Kommunikationsidee hat schließlich die Europäische Kommission die Entwicklung eines „Product Environmental Footprint“ – abgekürzt PEF – vorangetrieben. Dabei wurde die Methode der Ökobilanzierung mit den Anforderungen einer Produktkennzeichnung miteinander verknüpft und weiterentwickelt. Der PEF ist ein multikriterielles Maß, das die Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen über den Gesamtlebensweg abbilden soll, um zu helfen diese Umweltwirkungen zu reduzieren. Derzeit wird die Methode in einer umfassenden Testphase am Beispiel verschiedener Produktgruppen erprobt. Ein zentraler Aspekt der PEF Methode sind 14 Wirkungskategorien, die im Sinne einer Ökobilanz für jedes Produkt ermittelt und dargestellt werden müssen. Bei manchen Wirkungskategorien sind die vorgegebenen Charakterisierungsmodelle in der Fachwelt noch sehr umstritten. Ziel der Pilotphase ist es, wesentliche Wirkungskategorien und Vorgehensweisen je Produktgruppe zu identifizieren und festzulegen (sog. Product Category Rules). Damit sollen der Aufwand für die Anwendung der Methode – insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen – reduziert werden und gleichzeitig die Vergleichbarkeit von Produkten innerhalb einer Kategorie gewährleistet werden. Ohne dem Abschluss der Testphase vorzugreifen, werden erhebliche Hürden erwartet, den „Product Environmental Footprint“ sinnvoll umsetzen zu können. Ebenso offen ist, wie die Ergebnisse eines PEF am besten als Produktkennzeichen kommuniziert werden könnten.

Ideen für eine Produktkennzeichnung

Ausgehend von den methodischen Ansätzen, der politischen Diskussion und den entwickelten Anforderungen an ein Kriteriensystem wurden vier Ideen für eine Ressourcenpflichtkennzeichnung entwickelt und verglichen:

Ressourcenkompass (Vorschlag 1)

Die Indikatoren Flächeninanspruchnahme, Frischwasservolumen, kumulierter Rohstoffaufwand (KRA) und kumulierter Energieaufwand (KEA) werden in ansprechender Form dargestellt. Es können Vergleichsszenarien aufgenommen werden, mindestens müssen eine Referenz und das zu bewertende Produkt enthalten sein. Die Indikatoren stehen in keiner Hierarchie zueinander, weshalb Verbraucherinnen und Verbraucher selbst entscheiden können welchen Indikator sie höher bewerten. Allerdings ist diese Darstellung komplex und nicht selbsterklärend.

Anteil Recyclingmaterial (Vorschlag 2)

Diese Größe zielt zunächst auf die Inputressource „Primärrohstoff“ ab und bewertet den Einsatz von Sekundärrohstoffen als positiv, da so Primärrohstoffe eingespart werden. Indirekt wird diesem Indikator weiterhin unterstellt, dass die Herstellung von Sekundärmaterial tendenziell auch mit einer Reduktion von anderen Inputressourcen einhergeht. Demnach wird ein hoher Sekundäranteil als generell positiv für die Ressourceninanspruchnahme bewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Tortendiagramm. Der prozentuale Recyclinganteil ist mit Bezug auf die Masse des Produktes ausgewiesen.

Anteil zertifizierte Rohstoffe (Vorschlag 3)

Eine weitere mögliche Kenngröße für die Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung ist die Ausweisung des Anteils von zertifizierten Rohstoffen. Diese setzt allerdings die Existenz von geeigneten Zertifikaten voraus, die zudem den schonenden Umgang mit Ressourcen bewerten.

Integration der Herstellungenergie in bestehende Energiekennzeichen (Vorschlag 4)

Eine Erweiterung der EU-Energieverbrauchskennzeichnung um den Aspekt des Ressourcenverbrauchs wäre die Ausweisung des Energiebedarfs der Produktherstellung. Die zusätzliche Information dient als Indikator des Ressourcenverbrauchs und ist eine relevante Information für jene Produkte, bei denen der Energieaufwand der Herstellung im Lebenszyklus gegenüber der Nutzungsphase dominiert.

Erkenntnisse aus zwei Fallbeispielen

Zur Prüfung der Machbarkeit einer klassifizierenden Ressourcenverbrauchskennzeichnung anhand der zuvor abgeleiteten Indikatoren und Darstellungsmöglichkeiten wurden die entwickelten Ideen an zwei Fallbeispielen erprobt: ein **Notebook** und eine **Waschmaschine**. Dabei wurden im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie erstellte Vorstudien ausgewertet und folgende Optionen, jeweils unter Berücksichtigung des gesamten Lebensweges des Produktes, verglichen:

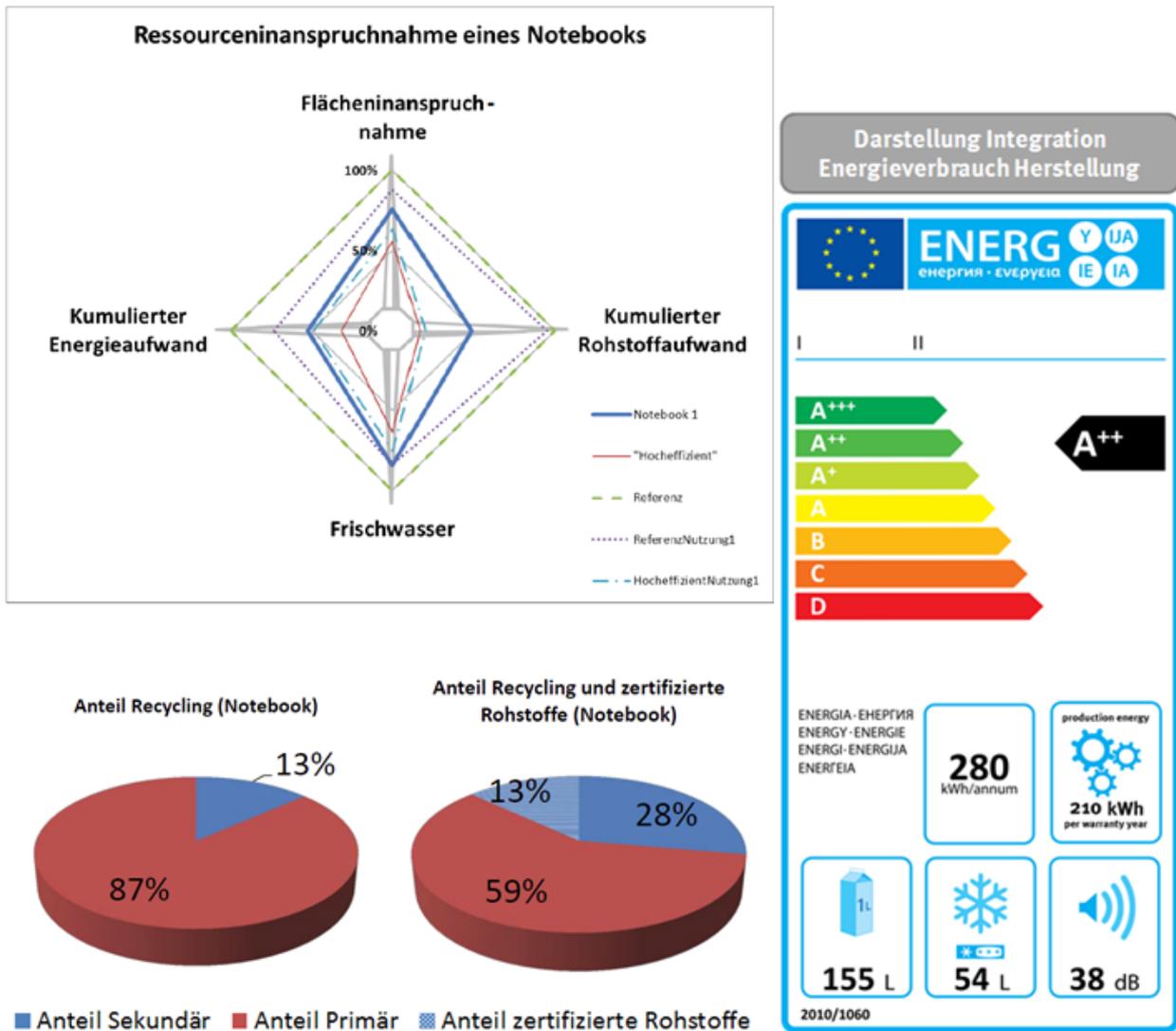
- ▶ „Referenz“: Basisszenario (durchschnittliches Produkt nach Annahmen der Vorstudien im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie, Stand 2007 für Notebook, 2008 für Waschmaschine)
- ▶ „Notebook 1“ bzw. „Waschmaschine 1“: das zu bewertende Produkt, im Wesentlichen durch Daten aus Ecoinvent 2.2 abgebildet als „handelsübliches Produkt“, mit geringerem Energieverbrauch in der Nutzungsphase als das Basisszenario und unterschieden in der Herstellung im Vergleich zum Basisszenario
- ▶ „Hocheffizient“: hocheffiziente Variante mit der Annahme für die Herstellungsphase, dass alle verwendeten Metalle und Kunststoffe aus Sekundärmaterial bestehen und nochmal geringerer Energieverbrauch in der Nutzungsphase.

Darüber hinaus werden Szenarien ausgewertet, die den Einfluss der Nutzungsphase konstant lassen, um Unterschiede in der Herstellung aufzuzeigen. Szenario „Referenz Nutzung 1“ entspricht dem Szenario „Referenz“, aber verwendet die Annahmen zur Nutzungsdauer aus Szenario „Notebook 1“ bzw. „Waschmaschine 1“. Das Szenario „Hocheffizient Nutzung 1“ entspricht dem Szenario „Hocheffizient“, aber verwendet ebenfalls die Annahmen zur Nutzungsdauer aus Szenario „Notebook 1“ bzw.

„Waschmaschine 1“. Die Annahmen für Transport und Entsorgung sind beim Fallbeispiel Notebook für alle Szenarien identisch.

Die Ergebnisse sind am Beispiel **Notebook** in Abbildung Z-2 dargestellt.

Abbildung Z-2: Zusammenstellung der Vorschläge für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung



Vorschlag 1 „Ressourcenkompass“ (oben links), Vorschlag 2 „Ausweisung von Anteil Recycling“ (unten links), Vorschlag 3 „Ausweisung des Anteils zertifizierter Rohstoffe“ (unten Mitte), Vorschlag 4 „Herstellungsenergie“ (rechts, „production energy“).

Die Analyse der Basisdaten, welche die Grundlage für die Erstellung des Ressourcenkompasses (Vorschlag 1) bilden, zeigt für das Beispiel Notebook, dass durch die bisherige reine Betrachtung der Nutzungsphase (Energieverbrauch von Produkten) der Ressourcenverbrauch stark unterschätzt wird. In der Mehrzahl der betrachteten Indikatoren bedingt die Herstellung mehr als die Hälfte des Gesamtergebnisses. Für das Beispiel Waschmaschine ist die Herstellungsphase außer beim Indikator Flächeninanspruchnahme weniger relevant.

Der Grad der Nachvollziehbarkeit bei Ausweisung des Recycling-Anteils (Vorschlag 2) und des Anteils zertifizierter Rohstoffe (Vorschlag 3) hängt stark von den Daten zur Stoffzusammensetzung im

Produkt sowie in den Verpackungsmaterialien ab. Eine richtungsweisende Ressourcenverbrauchs-kennzeichnung setzt eine möglichst detaillierte Materialliste („Bill of materials“) der Produkte voraus.

Die über die Herstellergarantie abbeschriebene Herstellungsenergie (Vorschlag 4) ist demgegenüber verlässlicher abzuschätzen, ist allerdings umgekehrt nur von geringer Aussagekraft hinsichtlich der Beanspruchung natürlicher Ressourcen.

Analyse der diskutierten Umsetzungsvorschläge

Die in dem Bericht beschriebenen Hintergrundinformationen und durchgeführten Untersuchungen verdeutlichen das Spannungsfeld zwischen den Ansprüchen, die an eine Produktkennzeichnung bestehen und den Möglichkeiten, die durch Indikatoren gegeben sind. Dieses Spannungsfeld konnte im Rahmen des Vorhabens nicht aufgelöst werden, eine abschließende eindeutige Empfehlung lässt sich daher nicht abgeben. Allerdings kann abgeleitet werden, welche Konzeptionen sich als richtungsweisend zeigen.

Der **Vorschlag 1 „Ressourcenkompass“** bietet – durch große Vollständigkeit der betrachteten Indikatoren – komplexe Informationen, ist aber gleichzeitig durch die zum jetzigen Zeitpunkt schlechte Datenlage und die fehlende Möglichkeit der Wirkungsabschätzung problematisch. Diese Hemmnisse ließen sich grundsätzlich dadurch auflösen, dass gemeinsame Anstrengungen zur Datensammlung sowie Harmonisierung bzw. Standardisierung von Berechnungsmethoden unternommen werden. Auch dem Nachteil der Informationskomplexität lässt sich ggf. durch weitere Überlegungen zum Design des Kompasses entgegenwirken.

Bei **Vorschlag 2 „Einsatz von Sekundärmaterial“** und **Vorschlag 3 „Einsatz von zertifizierten Rohstoffen“** sind die Vor- und Nachteile vergleichbar. Sie bedingen wie Vorschlag 1 einen hohen Aufwand für die Datenbeschaffung bei komplexen Produkten. Anders als bei Vorschlag 1 können die Daten dann aber direkt angewendet werden und hängen nicht von weiteren methodischen Entwicklungen ab. Als Repräsentant für die Beanspruchung natürlicher Ressourcen sind die Kriterien nicht ausreichend. Die Aussagekraft ist somit deutlich eingeschränkt.

Der **Vorschlag 4 „Energiebedarf Herstellung“** stellt den einfachsten und am leichtesten umsetzbaren Ansatz dar. Allerdings ist dieser auch am wenigsten repräsentativ für die Inanspruchnahme von Inputressourcen.

Empfehlungen

Keiner der in dieser Studie vorgestellten Vorschläge ist eindeutig zur Ressourcenverbrauchskennzeichnung geeignet. Leicht umsetzbare Vorschläge wie die zusätzliche Ausweisung des Energiebedarfs der Herstellung fehlt es an Aussagekraft in Bezug auf die Ressourcenbeanspruchung. Für eine Einführung müsste zunächst auch jeweils produktgruppenspezifisch die Relevanz des Energiebedarfes in der Herstellung in Bezug auf den gesamten Lebensweg geprüft werden. Tabelle Z-2 fasst die in dieser Studie diskutierten Vorschläge anhand der Kriterien eines Kennzeichnungssystems zusammen.

In Abwägung der Umsetzbarkeit einerseits und der Aussagekraft andererseits wird grundsätzlich für eine mittelfristige Umsetzung empfohlen bestehende Zeichen zu nutzen und diese um Ressourcenaspekte zu ergänzen. Dies betrifft v.a. das EU-Energielabel, aber auch den Blauen Engel.

Kurzfristig umsetzbar – v.a. im Sinne bestehende Lücken zu schließen – ist die zusätzliche Ausweisung des Energiebedarfs der Herstellung im EU-Energielabel (Vorschlag 4). Um den Energiebedarf sinnvoll einordnen zu können, müsste er jedoch auf die Lebensdauer des Produktes bezogen werden,

was ein potenzielles Hemmnis darstellt. Die Angabe der Lebensdauer müsste von Herstellern bereitgestellt werden. Zum einen kann es an Bereitschaft dazu fehlen und zum anderen ist die Aussage häufig nicht mit belastbarer/überprüfbarer Genauigkeit machbar. Als Ansatzmöglichkeit wird deswegen vorgeschlagen, den Energiebedarf der Herstellung über die Zeit der Herstellergarantie abzuschreiben. Dieser Ansatz unterstellt, dass eine Korrelation zwischen Herstellergarantie und Lebensdauer besteht.

Tabelle Z-2: Einordnung der Vorschläge anhand der Kriterien eines Kennzeichnungssystems

Kriterien	Vorschlag 1 (Ressourcenkompass)	Vorschlag 2 (Sekundäranteil)	Vorschlag 3 (zertifizierte Rohstoffe)	Vorschlag 4 (Energiebedarf Herstellung)
Glaubwürdigkeit der Kennzeichnung – Aussagekraft				
aktuell	gelb	gelb	gelb	rot
künftig	hellgrün	gelb	gelb	rot
Nachvollziehbarkeit – Transparenz	rot	gelb	gelb	hellgrün
Vertretbarer Aufwand – Datenverfügbarkeit	rot	gelb	gelb	hellgrün
Grundsätzlich Eignung als Verbraucherinformation	gelb	hellgrün	hellgrün	hellgrün
Eignung zur Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen	hellgrün	hellgrün	hellgrün	gelb
Grundsätzliche Eignung für alle Produkte (allg. Normierbarkeit)	hellgrün	hellgrün	hellgrün	hellgrün
Zeitnahe Umsetzbarkeit	rot	gelb	gelb	hellgrün

Mittelfristig wird empfohlen, die Vorschläge 2 und 3 weiter zu entwickeln, insbesondere in Bezug auf die Datenlage. Zur Unterstützung bedarf es der – ggf. auch stufenweisen – Weiterentwicklung der Ökodesign-Richtlinie. Diese ermöglicht mit Anhang I zwar grundsätzlich die Festlegung von ressourcenschützenden Produkthanforderungen, die bislang erlassenen Durchführungsmaßnahmen adressieren allerdings fast nur die Energieeffizienz der regulierten Produkte [UBA, 2013 S. 15]. Umgekehrt bietet dieser Weg allgemein ein großes Potenzial für den Ressourcenschutz, so dass die stärkere Berücksichtigung der Materialeffizienz bei der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie grundsätzlich angestrebt werden sollte. Für eine Einbindung in das bestehende EU-Label müsste entsprechend die Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie 2010/30/EU angepasst werden.

Langfristig sollte weiterhin die Möglichkeit geprüft werden, die Ressourcenverbrauchskennzeichnung anhand von Indikatoren vorzunehmen, die belastbare und richtungssichere Aussagen zum Ressourcenverbrauch bzw. der Ressourcenschonung machen. Grundsätzlich ist hierfür der Ressourcenkompass geeignet. Die dabei offensichtlich werdenden Zielkonflikte müssen nicht als Nachteil verstanden werden. Im Gegenteil bietet deren transparente Darstellung erst die Möglichkeit, diese im Blick zu haben. Gegenüber den anderen Vorschlägen liegt die Aussagekraft deutlich höher. Künftig kann diese durch die Etablierung von Wirkungsabschätzungsmethoden – unter der Voraussetzung einer belastbaren Datenlage – erheblich gesteigert werden, da dann die mit dem Ressourcenverbrauch verbundenen Umweltwirkungen angezeigt werden. Der Nachteil der Komplexität der Infor-

mationen kann ggf. durch kreative Designansätze gemindert werden. Der Einfluss der Nutzungsphase sollte definitiv nicht durch Szenarien dargestellt werden, sondern z.B. durch stark vereinfachte Ansätze wie Farbsignale (Signal: „Nutzungsverhalten hat hohen Einfluss!“).

Unabhängig von den genannten Empfehlungen, sollten des Weiteren die Möglichkeiten geprüft werden Ressourcenschutzaspekte durch den Ausbau der Kategorie „Schützt die Ressourcen“ stärker über den Blauen Engel einzubinden.

Begleitend bzw. unterstützend für die genannten Empfehlungen sind die Umsetzung von rechtlichen Regelungen wie sie in [UBA, 2013] dargelegt sind sowie die Etablierung geeigneter Politikinstrumente [UBA, 2015] auf nationaler Ebene entscheidend (Kap. 2). Ein Ressourcenschutzgesetz erlaubt klare rechtliche Festlegungen für die quellenbezogenen Ressourcen und deren Einordnung als Schutzgut. Neben allgemeingültigen, abstrakten Zielvorgaben könnten darin beispielsweise die für die Ausweisung von Sekundäranteilen bzw. zertifizierten Primärrohstoffen erforderlichen quantitativen Zielvorgaben verankert werden. Im UBA Positionspapier „Elemente einer erfolgreichen Ressourcenschonungspolitik [UBA, 2015] sind als Voraussetzung für diese u.a. die Zusammenstellung aussagekräftiger, robuster Daten für Indikatoren sowie die Harmonisierung von standardisierten Berechnungs-, und Bilanzierungsmethoden genannt. Die Erfüllung dieser Voraussetzungen kann durch weitere Forschungsvorhaben und die weitere Unterstützung von Normungsaktivitäten durch den Bund erreicht werden.

Summary

Background

The recognition of the significance of our resources and the decision to sustain them for future development and utilise them sustainably was initiated with the binding environmental and development policies of the action programme Agenda 21. At the UN Conference on Environment and Development in 1992, the Rio de Janeiro Earth Summit, 172 states including Germany and the European Union, agreed on the Agenda 21. At the national level, the first version of the sustainability strategy 'Perspectives for Germany' (*Perspektiven für Deutschland*) in 2002 established a major focus on resource conservation. With the topical strategy on the sustainable use of natural resources of 2005, the European Commission produced an initial concept which was subsequently developed into the Flagship Initiative for a Resource Efficient Europe under the Europe 2020 strategy in 2010. The first version of the accompanying roadmap (Roadmap for a resource-efficient Europe) establishing specific goals and approaches for action was published in 2011.

The topic of resource efficiency has traditionally been of great significance among the diverse stakeholders in German society and receives ample ongoing attention. As an industrialised country with limited own supply of raw materials and high dependency of raw material imports, Germany has a keen interest in the promotion of resource efficiency measures for both environmental and economic reasons. As one of the first countries world-wide, the German government adopted the German Resource Efficiency Programme (ProgRess) in 2012 [Bundesregierung, 2012]. ProgRess is a comprehensive strategic concept aimed at the sustainable management of exploitation and use of natural resources with a simultaneous focus on the reduction of environmental impacts arising from resource consumption. Under the leadership of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), ProgRess 1 was advanced and updated. In March 2016, ProgRess II was adopted. According to ProgRess II, the resource efficiency of products and consumption in general is a priority.

Product labelling is one of the instruments used to educate and raise awareness for particularly resource-efficient products and services in the consumer sector, thus enabling consumers to base their purchase decisions on factual information. Consumer communication on environmental matters and resource conservation should be firmly based on credibility and transparency. Educated consumers are likely to question and scrutinise information reported on product labels. In consequence, inexplicable or misleading product labelling discredits such instruments irrevocably.

Bearing this background in mind, the following questions arise in context with product labelling:

- ▶ What do we mean when we refer to resource conservation? Which resources should be the focus of conservation efforts (at minimum) and why?
- ▶ What is the political stance and what are the legal bases? Where do we need to develop supporting approaches to achieve a labelling system that point into the right direction?
- ▶ Which data are required and how may these data be collected?

These questions are among the key issues addressed in the present study 'Concepts for mandatory resource consumption labelling for products'. Its goal included the definition and specification of existing issues as well as the development of appropriate approaches and solutions.

Project scope and methods

The study aims to advance the development of user-friendly, informative and meaningful product information systems to promote the integration of resource conservation aspects. Product labelling for

products and services displaying outstanding resource efficiency is instrumental for raising awareness among consumers and in consequence the overall demand for such products. Thus, market penetration is promoted and facilitated.

The main focus of the study was on the feasibility check of a classifying resource consumption labelling requires careful method development or method advancement of an existing labelling system for products with distinguished resource efficiency and/or conservation.

For this purpose, tasks were structured and documented as follows:

- ▶ Analysis of policy standards and accompanying legislation for labelling providing desired guidance (Chapter 2)
- ▶ Development and definition of central concepts of the eco-political resource debate, introduction to the 'Natural Resource Concept' (Chapter 2)
- ▶ Analysis of natural resources that are part of a product labelling system, identification of indicators of general suitability (Chapter 4)
- ▶ Characterisation of existing concept and development of ideas for labelling concepts (Chapter 5)
- ▶ Feasibility analysis of labelling ideas based on two specific case studies (Chapter 6)
- ▶ Recommendations for implementation (Chapter 7)
- ▶ Analysis of benefits and drawbacks of the proposed implementation approaches und conclusions (Chapter 8)

National resource policy and current legal situation of resource conservation

According to Art. 20a of the German constitution, the conservation of natural resources (as a part of the natural basis of existence) is part of the national objectives of the Federal Republic of Germany [UBA, 2013 S. 8]. The German national resource conservation policy and particularly the current legislation on resource conservation consider the conservation of resources to date primarily in the context of environmental legislation on media.

The German resource efficiency programme ProgRes offers approaches for the efficient use of resources at the national economy level. However, comprehensive conservation of resources requires additional efforts to identify resource consumption and promote conservation through the application of suitable instruments.

Existing product legislation offers mechanisms for intervention in the Ecodesign Directive and the Regulation on Energy Consumption Labelling. Resource-efficient product requirements may be specified with the help implementation measures backed by regulatory laws. At present, the requirements are predominantly limited to specifications for the energy efficiency of products due to the fact that this is crucial during the use phase. Moreover, the difficulty of quantification of the consumption of natural resources with suitable indicators further impedes the process. In addition to other UBA projects, the present study was intended to provide insights into superior methods currently available.

What are natural resources?

A 'resource' in the contemporary sense is a very broad term. Etymologically, it is derived from the French 'la ressource' (medium, source) and the Latin 'resurgere' (to resurge, to surge). According to modern definitions, a resource is a means to perform an action or run a procedure.

At the national level, the term natural resource was defined, e.g. in the report 'Sustainable development in Germany – environmental future-proofing to last' (*Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten*) [UBA, 2002]. It includes a definition of natural resources *sensu lato*, i.e. in a broader sense. Both resources that are emitted to the technosphere (input

resources) and resources acting as sinks, i.e. emission uptake (sink function) maintaining systems are considered. The original definition has been revised and advanced at a number of levels, e.g. in European publications [KOM, 2005] or in the German Federal Environmental Agency (UBA) glossary for resource conservation [UBA, 2012]. The most recent definition may be found in the VDI Regulation 4800 Blatt 1 [VDI, 2016].

Natural Resource

Materials or substances occurring in nature that are suitable for human use.

NB: Natural resources include renewable and non-renewable primary raw materials, physical space (or area), flow resources (e.g. geothermal, water, wind, tidal energy and sunlight) as well as environmental media (water, soil, air) and ecosystems.

The ifeu Heidelberg was integral in the development of the natural resource definition. In the process, it compiled the 'Concept of natural resources' which was applied in a number of studies and political measures and further advanced in the course (e.g. [ifeu, 2012, 2015a] and compilation of the VDI Regulation 4800 Blatt 1 [VDI, 2016]). According to [VDI, 2016], the following natural resources are included in the definition (see Figure S-1 top half):

- ▶ Primary raw materials: renewable and non-renewable primary raw materials
- ▶ Energy: energy resources (energy raw materials, flow resources, radiation energy)
- ▶ Air
- ▶ Water
- ▶ Area/soil: (soil in case of use for agriculture and forestry)
- ▶ Ecosystem services including sink functions of environmental media (water, soil, air)

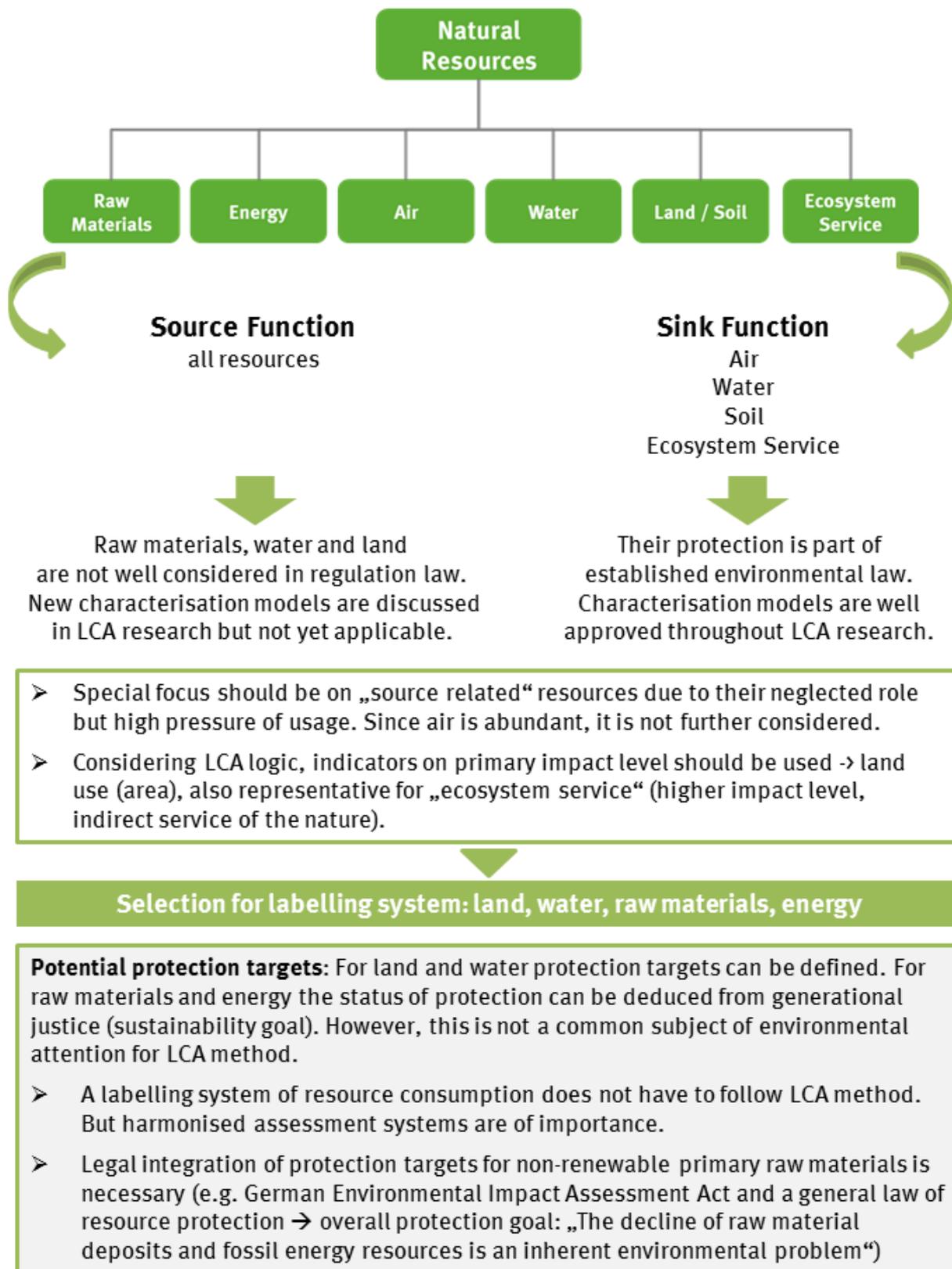
Identification of natural resources for labelling purposes

The principles for the selection of appropriate indicators for labelling purposes are illustrated in Figure S-1. The foundation of the identification of indicators for mandatory resource consumption labelling is the concept of natural resources that may be classified into sources and sinks depending on their function. Sinks (environmental media) are the subject of established environmental legislation. Comprehensive assessment methodology (characterisation models) developed for life cycle analysis (LCA) application is generally well-established.

Labelling efforts should primarily focus on resources acting as sources. Their conservation and consumption has been largely unregulated to date. In consequence, there is a distinct lack of control and management of these input resources as they enter value-added processes as physical input factors. There are currently no assessment methods for input resources established in common LCA practice. However, methodology is in the development stage or subject to debate.

In principle, assessment criteria should be primarily based on indicators that apply to the primary impact level. Ecosystem services are generally considered impacts of a higher order. In this context, the relevant primary impact level would be land use defined by the size of the area in use at the inventory level and the quality of the area in use at the impact level.

Figure S-1: Identification of indicators for a mandatory resource consumption label



Based on these considerations, the following input resources were selected as potential indicators for mandatory resource consumption labelling

- ▶ Area
- ▶ Water
- ▶ Primary raw materials
- ▶ Energy resources

Air is considered to be in unlimited supply and thus excluded.

The need for conservation of these input resources is primarily derived from the concept of intergenerational equity, i.e. the concern that resources might be exploited to exhaustion and thus cease to be at the disposal of current and future generations if we fail to limit global consumption. However, according to the LCA standard (ISO 14040), environmental concerns should be the primary motivation, i.e. the identification of an environmental impact potential or matter of concern is required.

For the input resources air and water, the environmental impact potential derives from the limited supply of each. In contrast, in the case of the input resources primary raw materials and energy resources limitation is not obvious in principle. The significance of static lifetime data on commodities is ambiguous. These data are subject to economic process dynamics (mining) and changes due to exploitation of new minable deposits as well as market trends and technological development. The ifeu developed a specific approach for the consumption of primary raw materials and energy resources. In accordance with the UBA method for the evaluation of LCA [UBA, 1999], the ifeu approach is derived from the idea of conservation of material and energy sources for their own sake.

However, current resource consumption labelling should refrain from the application of characterisation models at this point. It is essential to apply scientifically sound characterisation models to ensure labelling that provides the desired guidance. In consequence, selected input resources for the product labelling concept are reported based on their inventory metrics in this study. The corresponding inventory indicators are illustrated in Table S-1.

Table S-1: Inventory indicators for selected input resources

Input resource	Inventory indicator	Unit
Area	area use	m ²
Water	drinking water volume	m ³
Primary raw materials	cumulative raw material demand (CRD)	kg
Energy resources	cumulative energy demand (CED)	kJ

Requirements and ideas for labelling

Product labelling provides an essential element for the communication of environmental and resource-related information and for the marketing of environmentally friendly and resource-efficient products. Labelling is considered successful if consumers both comprehend and have confidence in the information provided. However, this rationale is based on the assumption of a willingness to pay for environmentally favourable products. For this purpose, existing product labelling systems and their potential for extension were investigated. Three classes of labelling systems are commonly distinguished:

- ▶ Type I: Certification (DIN EN ISO 14024)
- ▶ Type II: Self-declaration (DIN EN ISO 14021)
- ▶ Type III: Environmental product declaration (DIN EN ISO 14025)

Type I is exemplified in the Blue Angel, an environmental label following the top-runner approach. The potential for extension is great for this label, as well as for the EU energy consumption label.

Product labelling that has a real impact of consumers must meet certain criteria. These criteria refer not only to the communication of the information in itself but also include certain standards of scientific validity and feasibility. Over the course of the project the following criteria were selected in context with resource labelling. The criteria were validated by feedback from a professional discussion, and are further explained in the report:

- ▶ Credibility – informative value
- ▶ Confirmability – transparency
- ▶ Manageable effort – data availability
- ▶ General suitability as consumer information
- ▶ Suitability for the classification within product groups
- ▶ General suitability for all products
- ▶ Prompt implementation

Potentials and limitations of a single indicator

The resource conservation debate is defined by considerations of adequate methodology for the quantification of resource consumption. The broad term natural resources include a variety of very different resource categories that are in turn subject to highly variable harmful effects. Previously established assessment methods for resources acting as sinks cannot be aggregated in physical units.

In addition, the following methods for the consolidation of several indicators into one or few indicators exist:

1. One indicator representing all or certain resources
2. Aggregation by weighting of individual indicators based on their significance
3. Extrapolation of the results to higher-level impacts (endpoint).

The present study employed the representative function for ecosystem services as an input resource, i.e. equating them with land use as an indicative proxy. In contrast, both weighting and aggregation into higher-order impacts is not appropriate. Weighting is always based on an underlying subjective value system which could only be rendered objective if it was based on a common consensus adopted in social politics at the federal level. Aggregation into higher-level impacts is always associated with considerable uncertainties due to the fact that extrapolation is generally derived from results of the primary impact level, e.g. acidification, climate change etc.

In consequence, the pursuit of an accurate representation of resource consumption may require the consolidation of data for the four selected input resources into one label. This is the only option to ensure that potential conflicts of objective will be openly identified and noticed. In principle, consumers have the option to prioritise their own decisions. However, this opportunity for informed choice is based on careful communication of reported content as well as an orientation via comparison with a meaningful reference.

Based on the criteria identified for the labelling system, in particular aspects of confirmability and general suitability (easy comprehension, reduced complexity), the present study developed alternative ideas in the form of secondary indicators (e.g. recycled content, share of certified raw materials, factoring of the energy consumption during manufacture).

Suitability of the Product Environmental Footprint (PEF)

Recently, there have been efforts to label products and service with so-called footprints or at least develop concepts and methodology to produce the respective footprint labels for individual products. The image of an actual footprint is well-suited for communication purposes, i.e. with the purchase or use of a certain product or service, the consumer leaves a footprint on the Earth.

Based on this communication idea, the European Commission promoted the development of a Product Environmental Footprint (PEF). For this purpose, existing life cycle assessment (LCA) methodology was combined with requirements for product labelling and further adapted. The resulting PEF is a multi-criterion metric that aims to represent the environmental impacts of products and services across their entire life cycle to facilitate the reduction of these environmental impacts. At present, the method is being tested rigorously for a number of product groups. One central aspect of the PEF method are the 14 impact categories adapted from LCA methodology. These impact categories shall be applied for each product. However, the prescribed characterisation models for some impact categories are presently highly controversial among experts. Goals of the test phase include the identification and definition of major impact categories and approaches for each product group, i.e. the designation of so-called Product Category Rules (PCR). These rules aim to improve the applicability of the method and reduce application efforts, particularly for small to medium businesses. Simultaneously, the comparability of product results within one category would be ensured with a standardised method. Although it is not intended to pass premature judgment before the conclusion of the pilot phase, considerable difficulties are expected to impede the successful implementation of the Product Environmental Footprint. In addition, there is currently no consensus on the best way to communicate PEF results as a product label.

Ideas for product labelling

Four conceptual ideas for mandatory resource consumption labelling were developed based on methodological approaches, current political debate and the requirements developed for a criteria system:

Resource compass (Concept 1)

The indicators land use, fresh water volume, cumulative raw material demand (CRD) and cumulative energy demand (CED) are presented in a plausible manner. Comparative scenarios are possible; at minimum, the input data for the product under investigation and one reference are required. The structure of the indicators is not hierarchical; in consequence, consumers are able to make their own decision on how to prioritise indicators. However, the presentation is very complex and far from self-evident.

Share of recycling materials (Concept 2)

Here, the input resource primary raw material acts as the foundation of the algorithm. The use of secondary raw materials is considered beneficial due to the fact that primary raw materials are thus conserved. This indicator further infers that the production of secondary materials shows a tendency to be associated with a reduction of other input resources. In consequence, a high share of secondary materials is considered beneficial for the conservation of resources. Results are presented in pie charts. The percentage of recycling materials is reported in reference to the product mass.

Share of certified raw materials (Concept 3)

Another potential metric for mandatory resource consumption labelling is the quantification of the share of certified raw materials. However, this concept is dependent on the establishment of suitable certificates that evaluate conservative resource use in a meaningful way.

Integration of the production energy into existing energy labels (Concept 4)

An integration of the resource consumption aspect into the existing EU energy consumption labelling could be achieved with the reporting of the energy consumption of the production phase. The additional information acts as an indicator of the resource consumption. Such information is relevant in cases where the energy demand of a product is higher during production than during the use phase.

Insights from two case studies

The feasibility of a classification for resource consumption labelling purposes with the developed indicators and presentation options was tested in two case studies assessing a **laptop computer** and a **washing machine**, respectively. Existing pilot studies for the Ecodesign Directive were used comparing the following options, in both cases modelling the entire life cycle of the product:

- ▶ ‘Reference’: base scenario (average product based on assumption from preliminary studies carried out for the Ecodesign Directive, data from 2007 for the laptop computer and 2008 for the washing machine)
- ▶ ‘Laptop 1’ or ‘washing machine 1’: the product under investigation was characterised with data from the Ecoinvent 2.2 database, thus representing a standard commercially available product; assumption of lower energy consumption during use phase in reference to base scenario and distinguished from production in the base scenario
- ▶ ‘high efficiency’: high efficiency model assuming all secondary materials for all metals and plastics used in construction as well as efficient use during the use phase; energy consumption during use phase even lower than above

In addition, a number of scenarios modelled the influence of the production phase by keeping the use phase constant. Scenario ‘Reference use I’ is equivalent to scenario ‘Reference’, however, it applies the duration of use assumptions from scenario ‘Laptop I’ or ‘Washing machine I’, respectively. Scenario ‘High-efficiency use I’ is equivalent to ‘High efficiency’, however, it also applies the assumptions on duration of use from scenarios ‘Laptop I’ or ‘Washing machine I’. The assumptions for transport and disposal remain constant across all scenarios.

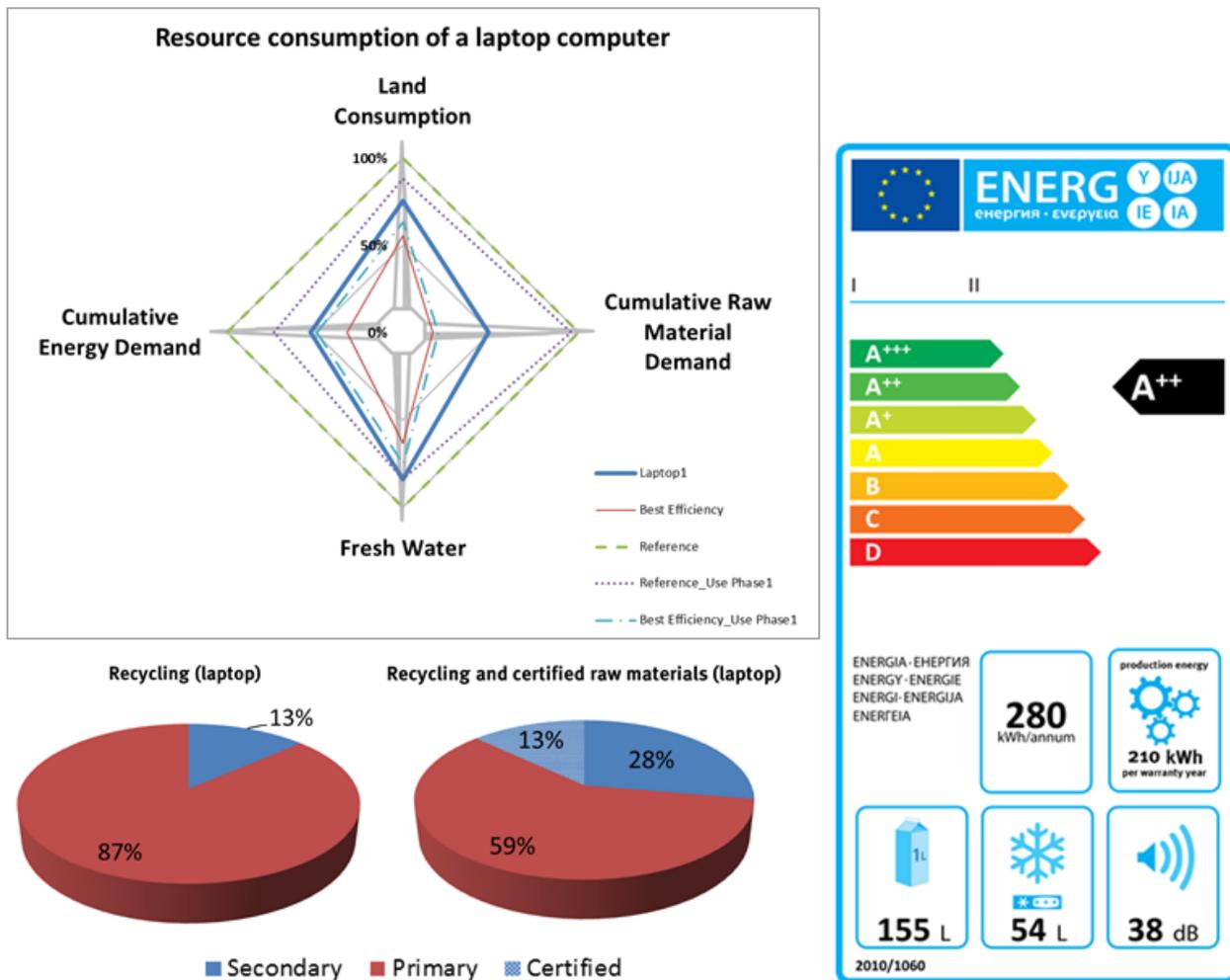
The results for the laptop computer case study are illustrated in Figure S-2.

The analysis of basic data which are the foundation for the calculation of the resource compass (concept 1) showed that for the laptop computer, the sole consideration of the use phase (energy consumption of products) leads to a considerable underestimation of overall resource consumption. For the majority of the indicators, the manufacture determined more than half of the total here. In the case of the washing machine, resource consumption during production was less relevant except for the indicator land use.

The confirmability of the report of the share of recycled content (concept 2) and the share of certified raw materials (concept 3) strongly depends on the available input data on the material composition of the product and its packaging. Reliably indicative resource consumption labelling requires a detailed bill of materials used for the manufacture of products.

The estimation of the production energy allocated to warranty time (concept 4) is more reliable in comparison; however, it is considerably less informative on the question of the consumption of natural resources.

Figure S-2: Summary of concepts for labelling the resource consumption of a product



Option 1 “Resource compass” (top left), Option 2 „Share of recycling materials“ (bottom left), Option 3 „Share of certified resources“ (bottom middle), Option 4 „Production energy“ (right).

Analysis of the recommendations for implementation under investigation

The background information specified in this study and the analyses reveal the conflict between expectations towards product labelling and the potential of the indicators. This conflict could not be solved during the project; a definite and unambiguously favourable recommendation could not be discerned. It is however possible to infer concepts that set precedent and point the way ahead.

Concept 1 - Resource compass is the most comprehensive approach for the capture of indicators under investigation and thus produces complex information. However, current scarcity of data and a lack of impact assessment render the application of the concept problematic. These impediments could be defused with concerted efforts for data collection and harmonisation or standardisation of calculation methodology. The drawback of highly complex information output could also be improved with dedicated revisions in the design.

Concept 2 - Share of recycling materials and **concept 3 - share of certified raw materials** are both associated with relatively similar benefits and drawbacks. Similar to concept 1, the effort during data collection is considerable for complex products. In contrast to concept 1, the data may be ap-

plied directly and are independent of further method development. However, the criteria are generally not sufficiently representative for the consumption of natural resources. The significance is thus distinctly reduced.

Concept 4 - Energy demand during production represents the least complex and most easily applicable approach. However, the output is also least representative of the consumption of input resources.

Recommendations

None of the concepts proposed and examined in this study emerge as the ideal approach for the labelling of resource consumption. Concepts that are easily realised, e.g. the additional report of the production energy demand, are lacking in informative value on resource consumption. Moreover, prior to implementation, the relevance of the production energy demand in reference to the entire life cycle would have to be examined for individual product groups. Table S-2 summarises the evaluation of proposed options for a labelling system discussed in this study.

Considering the feasibility of implementation on the one hand and the significance of the information on the other, the medium-term recommendation for action favours the use of existing labels augmented with resource aspects. This is particularly pertinent in the case of the EU Energy Label but includes the Blue Angel.

Table S-2: Summary evaluation of proposed options for a labelling system

Criteria	Option 1 (resource compass)	Option 2 (secondary share)	Option 3 (certified raw materials)	Option 4 (energy demand production)
Credibility – informative value				
today	Yellow	Yellow	Yellow	Red
future	Green	Yellow	Yellow	Red
Confirmability – transparency	Red	Yellow	Yellow	Green
Manageable effort – data availability	Red	Yellow	Yellow	Green
General suitability as consumer information	Yellow	Green	Green	Green
Suitability for classification within product groups	Green	Green	Green	Yellow
General suitability for all products	Green	Green	Green	Green
Prompt implementation	Red	Yellow	Yellow	Green

Applicable in short-term – primarily to address existing gaps of knowledge, is the reporting of the energy demand on the Energy Label (concept 4). However, meaningful interpretation of the energy demand requires a reference to the entire lifespan of the product, which could potentially be a hindrance. The average expected lifespan would have to be made available from manufacturers. The disclosure of such data may be met with considerable reluctance. Moreover, such predictions are often

unreliable and highly inaccurate. A suitable approach is to allocate the energy demand during production to the warranty given by the manufacturer. This implies a correlation between warranty given by manufacturers and actual lifetime of a product.

In the medium-term the recommendations for action focus on the advance of the concepts 2 and 3, particularly to address the matter of data availability. For this purpose, the Ecodesign Directive requires revision, possibly in several stages if necessary. In its current form, the directive provisions for the definition of resource-efficient product requirements in Appendix I. However, the stipulations almost exclusively focus on the energy efficiency of regulated products. Conversely, this avenue presents great potential for resource conservation. In consequence, efforts to include aspects of material efficiency during the implementation of the Ecodesign Directive should generally be promoted. To allow the combination with the existing EU label would require the adaptation of the Energy Labeling Directive 2010/30/EU.

Long-term efforts should focus on the concept of resource consumption labelling through the monitoring of indicators that allow reliable and indicative conclusions for resource consumption and resource conservation. The resource compass concept is generally suitable for this purpose. The apparent conflicts of objective may not necessarily be a drawback. On the contrary, a transparent representation of conflicting factors ensures that all relevant angles are considered. The informative value of the resource compass is superior to all alternative concepts. The establishment of impact assessment methodology could further advance the benefits of the approach under the assumption that reliable input data will be available. The environmental impacts associated with resource consumption could thus be captured and visualised. The drawback of highly complex information output could be countered with creative design approaches. The report of the influence of the use phase in scenarios is distinctly unfavourable. A much simplified approach, e.g. the reporting of colour-coded signals (message - user behaviour is highly relevant!), should be preferred.

Independent of the recommendations above, the potential of resource conservation through the extension of the Blue Angel category 'Conserve our resources' should be given in-depth consideration.

In support of the measures recommended above, the implementation of legal regulations as outlined in [UBA, 2013] and the establishment of suitable political instruments [UBA, 2015] at the national level are pivotal in the pursuit of the overall objective (Chapter 2). A dedicated resource conservation law allows the definition of clear legal requirements for source-related resources and their classification as safeguard subjects. In addition to general, more abstract goals, the quantitative data required for the reporting of shares of secondary materials or certified primary raw materials could be formally stipulated here. In this context, the UBA position paper 'Elements of a successful resource conservation policy' (*Elemente einer erfolgreichen Ressourcenschonungspolitik*) [UBA, 2015] specifies the compilation of meaningful, reliable data on indicators and the need for harmonisation of standardised calculation methodology as pre-requisites. The pursuit of these requirements entails additional research and continued support of standardisation efforts through the Federal Government.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

1.1 Einleitung

Die Erkenntnis der Bedeutung unserer Ressourcen und der Beschluss diese für die Entwicklung zu erhalten und nachhaltig zu bewirtschaften findet sich erstmals im umwelt- und entwicklungspolitischen Aktionsprogramm Agenda 21 verbindlich formuliert, das 1992 von 172 Staaten, darunter Deutschland und die Europäische Union, auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro beschlossen wurde. Auf nationaler Ebene wurde mit der Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ von 2002 dem Thema Ressourcenschonung ein wichtiger Stellenwert beigemessen. Unter der Überschrift „Knappe Ressourcen sparsam und effizient nutzen“ werden Schwerpunktsetzung und Ziele für die Energie- und Rohstoffproduktivität gewählt und präzisiert.

In der Zwischenzeit hat der sparsame Umgang mit natürlichen Ressourcen auf der politischen Tagesordnung einen noch viel größeren Stellenwert erreicht. Im Jahr 2005 legte zunächst die Europäische Kommission mit der Formulierung der Thematischen Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen ein Konzept vor, welches im Jahr 2010 im Rahmen der Wirtschaftsstrategie Europa 2020 in der „Flagship Initiative on a Resource Efficient Europe“ (*Ressourcenschonendes Europa – Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020*) weiter entwickelt wurde. Mitte 2011 folgte eine erste Version der dazu gehörigen „Roadmap“ (*Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa*) mit konkreten Zielen und Handlungsansätzen [KOM, 2011a].

Auch in Deutschland wurde und wird dem Thema Ressourceneffizienz von einer Vielzahl verschiedener Akteure in der Gesellschaft ein hoher Stellenwert eingeräumt. Deutschland hat als Industrieland mit einer eingeschränkten eigenen Rohstoffbasis und einer hohen Abhängigkeit von Rohstoffimporten nicht nur aus Umweltschutzgründen sondern auch aus wirtschaftlichen Gründen ein besonderes Interesse an der Förderung eines effizienten Umgangs mit natürlichen Ressourcen. Die Bundesregierung hat als eines der ersten Länder weltweit im Jahr 2012 das „Deutsche Ressourceneffizienzprogramm“ [Bundesregierung, 2012] verabschiedet. ProgRess ist ein umfassendes strategisches Konzept mit dem Ziel, die Entnahme und Nutzung natürlicher Ressourcen nachhaltiger zu gestalten und die mit der Nutzung verbundenen Umweltbelastungen zu reduzieren. Unter der Federführung des BMUB wurde ProgRess I fortgeschrieben und schließlich als weiterentwickelte Strategie mit dem Kurztitel „ProgRess II“ im März 2016 verabschiedet [BMUB, 2016].

Sowohl ProgRess I als auch ProgRess II beinhalten eine Vielzahl von Ansätzen und Maßnahmenbündeln zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Ein wichtiger Ansatzpunkt liegt dabei auf der Ebene des Konsums. So nennt ProgRess II unter dem Handlungsfeld „Produkte und Konsum ressourcenschonender gestalten“ die Umsetzung des nationalen Programms für nachhaltigen Konsum als Gestaltungsansatz durch die Bundesregierung. Ein weiterer – für dieses Projekt sehr wichtiger – Unterpunkt ist: „Ressourcenschonung als Kriterium für Handel und Verbraucher einführen“. Zu den dazu benannten Gestaltungsansätzen zählen die Verbesserung von Verbraucherinformationen zu ressourceneffizienten Produkten sowie die Unterstützung bei der Verwirklichung ressourcenschonender Lebensstile. Dies soll unter anderem über den weiteren kontinuierlichen Ausbau von Informationsangeboten zum nachhaltigen Konsum und zur Erklärung von Umweltzeichen und Labeln geschehen [BMUB, 2016].

Eine Produktkennzeichnung für besonders ressourcenschonende Produkte und Dienstleistungen soll dazu dienen, das Thema verstärkt in das Bewusstsein der Verbraucherinnen und Verbraucher zu bringen und in seiner Folge, die Nachfrage nach solchen Produkten und damit deren Marktdurchdringung zu erhöhen. Sogar ein unmittelbarer Einfluss auf die Nutzung von Produkten und das Verbraucherverhalten selbst kann erwartet werden, insofern auch verschiedene Nutzungsszenarien abgebildet werden können.

Die Grundlage für die Kommunikation mit Verbraucherinnen und Verbrauchern gerade bei Themen von Umwelt- bzw. Ressourcenschutz sind Glaubwürdigkeit und Nachvollziehbarkeit. Aufgeklärte Verbraucherinnen und Verbraucher hinterfragen die Informationen, die mit einer Produktkennzeichnung verbunden sind. Schwer nachvollziehbare oder irreführende Kennzeichnungen diskreditieren ein solches Instrument unwiederbringlich.

Es existiert eine Reihe von Schwierigkeiten bei der Umsetzung eines solchen Konzeptes, die insbesondere für die Kommunikation mit Verbraucherinnen und Verbrauchern nicht einfach zu lösen sind. Auf einige methodische Schwierigkeiten, die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens untersucht werden, sei im Folgenden hingewiesen. Grundlage zur Einschätzung und zur Untersuchung der Problematik bilden die Erfahrungen des ifeu Heidelberg aus intensiven Beschäftigungen mit dem Thema der Ermittlung und Bewertung von Ressourcenverbräuchen im volkswirtschaftlichen und materialbezogenen Zusammenhang. Insbesondere das UBA Forschungsvorhaben „Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion“ [ifeu, 2012] liefert eine Reihe von Antworten und vor allen Dingen Datengrundlagen, die für die Auseinandersetzung mit dem Thema hilfreich sind.

Einige Aspekte, die in der Konzeption aufzugreifen sind, werden hier genannt:

- ▶ Die Begriffe „natürliche Ressource“ und „Rohstoff“ werden oft unpräzise verwendet. Insbesondere in der Kommunikation mit Verbraucherinnen und Verbrauchern wird es eine Herausforderung sein, das sinnvolle breitere Verständnis des Begriffs „natürliche Ressource“ aufzugreifen und zu operationalisieren.
- ▶ Welche natürlichen Ressourcen müssen wenigstens abgebildet werden, um dem Ziel „Ressourcenschutz“ gerecht zu werden und die möglichen Zielkonflikte zwischen einzelnen Ressourcen (z.B. fossiler Rohstoff gegenüber Fläche bei nachwachsenden Rohstoffen) positiv aufzulösen.
- ▶ Zielsetzungen zum Schutz natürlicher Ressourcen werden von der Politik erst langsam entwickelt. Sie sind jedoch notwendig, um eine richtungssichere Kennzeichnung und evtl. auch eine Klassifizierungsvorschrift zu ermöglichen.
- ▶ Fehlende Informationsgrundlagen erschweren die Umsetzung einer Konzeption, da zum einen gerade im Rohmaterialbereich oft wenige verlässliche Daten vorliegen und zum anderen durch „Branchenzahlen“ eine Differenzierung zwischen Herstellern erschwert wird.

Diese und weitere Punkte werden in dem Projekt aufgegriffen, weiter präzisiert und Lösungsansätze skizziert. Anhand von zwei Fallbeispielen werden unterschiedliche Problemstellungen aufgezeigt und die Lösungsansätze auf Machbarkeit überprüft. Schließlich werden weitere Schritte abgeleitet, die als erfolgsversprechend im Sinne der oben genannten Aufgabenstellung des Vorhabens anzusehen sind.

1.2 Zielsetzung des Vorhabens und Vorgehen

Die Aufgabenstellung dieses Forschungsvorhabens konzentriert sich auf die Prüfung der Machbarkeit einer klassifizierenden Ressourcenverbrauchskennzeichnung. Bei der Prüfung muss besonderer Wert auf die methodische Entwicklung bzw. Weiterentwicklung eines Kennzeichensystems für ressourceneffiziente und ressourcenschonende Produkte gelegt werden. Folgende Kriterien sollen für ein solches System gelten:

- ▶ Glaubwürdigkeit – Aussagekraft
- ▶ Nachvollziehbarkeit – Transparenz

- ▶ Vertretbarer Aufwand – Datenverfügbarkeit
- ▶ Grundsätzliche Eignung als Verbraucherinformation
- ▶ Eignung zur Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen
- ▶ Grundsätzliche Eignung für alle Produkte
- ▶ Zeitnahe Umsetzbarkeit

Die in der Einleitung aufgelisteten wesentlichen Aspekte für eine Konzeption aufgreifend, wird in Kapitel 2 der gegenwärtige Stand der Diskussion zur nationalen Ressourcenpolitik als Hintergrundinformation dargelegt. Wie in der Einleitung erwähnt sind Vorgaben der Politik, aber auch flankierende rechtliche Regelungen ausschlaggebend für eine richtungssichere Kennzeichnung. Ebenfalls in diesem Kapitel wird der Stand des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms ProgRes aufzeigt.

In Kapitel 3 erfolgt eine ausführliche Herleitung und Definition von zentralen Begriffen innerhalb der umweltpolitischen Ressourcendiskussion. Darauf aufbauend werden die natürlichen Ressourcen beschrieben, die als Grundlage für die weitere Ableitung von Indikatoren dienen.

Kapitel 4 beinhaltet eine Analyse von natürlichen Ressourcen, die in einem Produkt-Kennzeichnungssystem Berücksichtigung finden können. Neben der Adressierung der Schutzgutproblematik erfolgt eine Zusammenstellung von heute verfügbaren Bewertungsmethoden für Rohstoffe und Energierohstoffe. Darauf basierend werden Indikatoren identifiziert, die für eine Kennzeichnung als grundsätzlich geeignet erachtet werden.

In Kapitel 5 werden schließlich die Anforderungen und bereits bestehende Konzepte aufgezeigt sowie die entwickelten Ideen für eine Kennzeichnung vorgestellt. Im Einzelnen werden zunächst bestehende Produktkennzeichen und Erkenntnisse zu Erweiterungsmöglichkeiten gezeigt. Im Anschluss werden die oben aufgelisteten Kriterien für eine Kennzeichnung genauer erläutert sowie die Grenzen und Möglichkeiten eines einzelnen Indikators diskutiert. Vor diesem Hintergrund wird das Vorgehen zur Auswahl von Indikatoren in dieser Studie gespiegelt. Anschließend werden alternative Ansatzmöglichkeiten durch sekundäre Indikatoren dargelegt. Im Zusammenhang mit Möglichkeiten und Grenzen wird zudem auch auf die Eignung des Product Environmental Footprint (PEF) eingegangen. Die entwickelten Ideen zur Kennzeichnung werden abschließend in diesem Kapitel vorgestellt.

In Kapitel 6 erfolgt eine Machbarkeitsanalyse der Ideen zur Kennzeichnung anhand von zwei konkreten Fallbeispielen. Aus den gesammelten Erfahrungen leiten sich in Kapitel 7 die Vorschläge zur Umsetzung ab. Kapitel 8 fasst die gewonnenen Erkenntnisse in einer Pro-Contra Analyse der diskutierten Umsetzungsvorschläge als Schlussfolgerung zusammen.

2 Nationale Ressourcenpolitik und Rechtslage zum Ressourcenschutz

Die nationale Ressourcenpolitik knüpft an die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie an, die 2002 beschlossen wurde und seitdem den Kurs für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland bestimmt. Sie trägt den Titel "Perspektiven für Deutschland" und enthält konkrete Aufgaben und Ziele, darunter das Ziel der Verdopplung der Ressourcenproduktivität¹ bis 2020 gegenüber 1994. Dieses Ziel wurde in ProgRess I aufgegriffen und in der 2016 verabschiedeten Fortschreibung „ProgRess II“ bestätigt [BMUB, 2016] (vgl. Kap. 2.3). Leitideen bzw. wichtige „Elemente einer erfolgreichen Ressourcenschonungspolitik“ finden sich im gleichnamigen UBA Positionspapier [UBA, 2015] dessen Inhalte in Kapitel 2.1 kurz dargelegt sind. Die rechtliche Lage zum Ressourcenschutz in Deutschland wird in Kapitel 2.2 umrissen, ebenfalls auf Basis eines UBA Positionspapiers [UBA, 2013].

2.1 Nationale Ressourcenschonungspolitik

Nach [UBA, 2015] muss das übergeordnete Ziel nationaler Ressourcenpolitik eine nachhaltige und weltweit verallgemeinerbare Nutzung der natürlichen Ressourcen sein. Dafür muss die globale Ressourcenbeanspruchung absolut so weit sinken, dass sie die ökologische Tragfähigkeit der Erde nicht gefährdet. Dies bedarf eines guten Regierungshandelns („good governance“) sowie eines gesellschaftlichen Wandels mit neu zu entwickelnden Formen der Bedürfnisbefriedigung (ressourcenschonende Verhaltensstile) und besonderer Verantwortung der industrialisierten Länder zur Verbrauchsreduktion. „Um die materielle Voraussetzung eines globalen Wohlstands zu schaffen, muss den Ländern mit einem derzeit nur marginalen Anteil an den weltweit genutzten Rohstoffen der Raum zur Erhöhung ihrer Ressourcenbeanspruchung gegeben werden“.

Weitere Leitideen zur Erreichung des übergeordneten Ziels liegen in:

- ▶ der Übernahme globaler Verantwortung indem sichergestellt wird, dass alle in Deutschland genutzten Ressourcen unter Einhaltung von sozialen und ökologischen Mindeststandards gewonnen werden;
- ▶ dem Bestreben, dass nichterneuerbare Rohstoffe perspektivisch durch nachwachsende (regenerative) und Sekundärrohstoffe ersetzt werden;
- ▶ dem Anspruch, dass anstelle natürlicher Lagerstätten zunehmend anthropogene genutzt werden
- ▶ und dass neben Effizienzstrategien Stoffkreisläufe entlang der gesamten Wertschöpfungskette verstärkt umweltverträglich geschlossen werden.

Wichtige Elemente einer Ressourcenschonungspolitik liegen in integrierten und übergreifenden Ansätzen. Ressourcenschonungspolitik muss:

- ▶ Synergien und Zielkonflikte im Blick haben; entscheidend dabei ist der Nettoeffekt; erforderlich ist ein integrierter Ansatz, der sektorübergreifend die einzelnen Umweltpolitiken analysieren kann (Nexus-Ansätze);
- ▶ andere Politikfelder im Blick haben wie Gesellschafts-, Sozial-, Industrie-, Wohnungs-, Verkehrs- und Finanzpolitik;

¹ Gemessen als Quotient aus Bruttoinlandsprodukt (BIP) und abiotischem Direkten Materialeinsatz (Direct Material Input, DMI). Der DMI ist die Summe der Massen der im Inland entnommenen Rohstoffe sowie der Massen der Importgüter mit ihrem Eigengewicht. Da dadurch die indirekte Rohstoffentnahme der Importe nicht abgebildet wird, werden auch Verlagerungen rohstoffintensiver Produktionsprozesse etc. ins Ausland nicht erkannt.

- ▶ gut an europäische und internationale Ziele bzw. Prozesse anschließen können.

Als Voraussetzung zur Überprüfung politischer Ziele und basierend darauf ihrer Weiterentwicklung müssen Indikatoren existieren, die mit aussagekräftigen und robusten Daten hinterlegt sind. Ein Beispiel hierfür ist der gegenwärtig im Rahmen von ProgRes verwendetete „Massenindikator“ („Direkter Materialinput“ (DMI) bzw. mit ProgRes II neu „Rohmaterialinput“ (RMI); vgl. Kap. 2.3). Dieser Wert ist bisher ein Summenwert aller wirtschaftlich verwendeten „Massen“ (inländische Entnahme und Importe korrigiert mit „Rohstoffäquivalenten“). Er wird dominiert von mineralischen Rohstoffen, die Bedeutung anderer Primärrohstoffe steht im Hintergrund. Auch in ProgRes I wird angemerkt, dass daneben angestrebt werden sollte, den Beitrag der Kaskadennutzung bereichsweise indikatorengestützt zu erfassen, um den Beitrag der Kreislaufwirtschaft zur effizienten Verwendung von Ressourcen erkennbar werden zu lassen. Dafür wird geprüft, ob Daten zum Einsatz von Sekundärrohstoffen erhoben und entsprechende Indikatoren definiert werden [Bundesregierung, 2012 S. 21].

Außerdem bedarf die richtungssichere Bewertung vielfach einer Standardisierung von Berechnungswegen, Bilanzierungsregeln und Kriterien zur Beurteilung der Ressourceneffizienz sowie der (ökologischen) Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen. Veranschaulicht wird die Bedeutung dieses Aspekts durch die Darlegungen in Kapitel 4. Für die verschiedenen nebeneinander stehenden Bewertungsmodelle bedarf es einer Entscheidung, welches als Messgröße dienen soll bzw. weiter zu entwickeln wäre (Etablierung einer Datenbasis).

Die relevanten Informationen liegen noch nicht gebündelt vor, deswegen sollten im Einklang mit dem „Nationalen Aktionsplan Open Data“ Daten, Indikatoren und weitere Informationen in einer öffentlich zugänglichen Datenplattform zusammengeführt werden. Ergänzend soll ein Indikator für konsumrelevante Daten entwickelt werden [UBA, 2015].

Als Antwort auf ein komplexes Politikfeld ist in [UBA, 2015] ein „Policy Mix“ zusammengestellt. In einer Tabellenmatrix sind für Lebenswegabschnitte entlang der Wertschöpfungskette und für übergreifende Aspekte die aus UBA-Sicht zentralen Instrumente der verschiedenen Ebenen wie Ökonomie, Recht, Programme, Informationelle Instrumente, Forschungsförderung und Institutionelle & Vernetzungsinstrumente gegenübergestellt.

Dazu zählen auch Instrumente, die bei Produkten und Konsum ansetzen wie

- ▶ Mindest- und Informationsanforderungen zur Materialeffizienz und zur Lebensdauer im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie und der Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie.
- ▶ Die Intensivierung und Ausweitung der (freiwilligen) Rohstoffzertifizierung bezüglich Umwelt- und Sozialstandards als informationelles Instrument, analog dem Beispiel der Aluminium Stewardship Initiative als erster wichtiger Schritt zu mehr Nachhaltigkeit.
- ▶ Aber auch verbindliche Transparenzanforderungen an globale Rohstofflieferketten als rechtliches Instrument auf internationaler und EU-Ebene, um soziale und ökologische Mindeststandards zu gewährleisten².
- ▶ Der Ausbau des Blauen Engels in der Kategorie „Schützt die Ressourcen“ als institutionelles Instrument.
- ▶ Die Nachfrageförderung nach ressourcenschonenden Produkten durch Verbraucherinformationen wie z.B. durch den Ausbau des UBA Verbrauchsportals („Umweltbewusst leben“).

² Die derzeit diskutierte EU Konfliktrohstoffverordnung zielt nicht auf unternehmerische Sorgfaltspflicht in Bezug auf Umweltstandards ab, sondern nur auf die Vermeidung der Finanzierung bewaffneter Konflikte durch Rohstoffförderung der sogenannten 3TG Rohstoffe (Zinn, Tantal, Wolfram, Gold).

- ▶ Die Einführung produktspezifischer Rezyklatanteile für Kunststoffe sowie Behandlungsanforderungen für Abfälle mit hohen Gehalten an Edel- und Sondermetallen als rechtliche Vorgaben zur Schließung von Materialkreisläufen.

Letzteres schont natürliche Ressourcen. Werden wertstoffhaltige Abfälle dem Recycling zugeführt können dissipative Verluste von Materialien reduziert werden. Um dies verlässlich messen zu können, müssen aussagekräftige Indikatoren weiter entwickelt werden.

Zur Steigerung der Materialeffizienz mit Hilfe der Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG) müssen ihre Durchführungsverordnungen um Anforderungen zur Ressourcenschonung erweitert werden. Es müssen Aspekte wie Lebensdauer, Reparierbarkeit, Demontierbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Rezyklierbarkeit adressiert werden. Auf diesen Aspekt wird im nachfolgenden Kapitel etwas genauer eingegangen.

2.2 Rechtslage zum Ressourcenschutz

Im deutschen Recht ist Ressourcenschutz im weiten Sinne des Schutzes der natürlichen Ressourcen bisher unterschiedlich umfassend geregelt. Der Schutz und der Erhalt der Senken ist ein klassischer Gegenstand des Umweltrechts. Dagegen ist ein quellenbezogener Ressourcenschutz, der an der Steuerung des Inputs von natürlichen Ressourcen ansetzt, bislang wenig verbreitet. In [UBA, 2013] wird gefolgert, dass eine solche Steuerung von Inputfaktoren/Produktionsfaktoren für Wertschöpfungsprozesse – v.a. der Rohstoffe und Flächen aber auch Boden, Wasser und andere – vorrangig mit einem Ressourcenschutzrecht adressiert werden sollten.

Ziel aller Maßnahmen des Ressourcenschutzes ist es, die natürlichen Ressourcen zu erhalten oder wiederherzustellen. Dies kann erreicht werden durch:

- ▶ sparsame Nutzung (Ressourcenschonung),
- ▶ effiziente Nutzung (maximaler Nutzen bei gegebenem Rohstoffeinsatz),
- ▶ die absolute Minderung der Inanspruchnahme durch Suffizienz (Verhaltensänderung, veränderten Bedarf) und Konsistenz (Einbettung von Wirtschaftsprozessen in natürliche Stoffkreisläufe wie Substitution fossiler Rohstoffe durch erneuerbare).

Der Schutz der natürlichen Ressourcen zählt zu den Staatszielen Deutschlands nach Art. 20a des Grundgesetzes (Schutz der „natürlichen Lebensgrundlage“). Im deutschen Umweltrecht fehlt bislang eine ausdrückliche Normierung des Ressourcenschutzziels. Um das Ressourcenschutzziel umfassend, systematisch und konsistent zu verfolgen, sollte das Defizit angegangen werden. „Neben der Integration in das Fachrecht ist ein übergreifender, allein dem Schutz der natürlichen Ressourcen gewidmeter Rechtsakt (Stammgesetz) sinnvoll“ [UBA, 2013 S. 9f].

Ein entsprechendes Stammgesetz ermöglicht es zentrale Begriffe des Ressourcenschutzes, Ziele sowie Grundsätze gesetzlich zu definieren. Als sinnvoll erachtet wird ein allgemeines qualitatives Ziel von hohem Abstraktionsgrad, das durch besondere, möglichst quantitative Ziele konkretisiert wird. Beispiele für letztere sind das Nachhaltigkeitsziel zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme bis 2020 auf 30 ha/d, die Steigerung der Rohstoffproduktivität unter Einbezug der Rucksäcke³ nach ProgReSS oder auch ein absolutes Minderungsziel für den Pro-Kopf-Verbrauch im Sinne eines global verallgemeinerbaren Niveaus. Zur Abgrenzung und um Reibungen mit dem bestehenden Umweltrecht vorzubeugen, sollte sich der Anwendungsbereich auf die natürlichen Ressourcen beziehen, die

³ Nicht nur Eigengewicht, sondern inkl. Rohstoffäquivalente bei Importen.

als Quelle für Wertschöpfungsprozesse dienen. Strömende Ressourcen sollten ausgeschlossen werden soweit für deren Nutzung die energierechtlichen Vorschriften anwendbar sind.

Zur Integration des Ressourcenschutzes in das Fachrecht werden in [UBA, 2013] ebenfalls verschiedene Anpassungserfordernisse dargelegt. Dabei erfolgt eine Orientierung nach bislang fehlenden Regelungen und deren Relevanz entlang des Lebensweges von Inputressourcen, wobei die folgenden beiden Aspekte hervorgehoben sind:

- ▶ Die Umweltauswirkungen in den Lebenswegphasen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung sind besonders schwerwiegend, werden aber bislang rechtlich nicht hinreichend berücksichtigt.
- ▶ In den Lebenswegabschnitten Nutzung und Abfall liegen noch die größten unerschlossenen Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz.

Letzteres wird für das Produktrecht aufgegriffen: Produkte sollten so gestaltet sein, dass sie langlebig und gut reparierbar sind und die Produktgestaltung die Wiederverwendung von Komponenten sowie Um- und Aufrüstung erlaubt. Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Produktgestaltung ein einfaches Recycling ermöglicht und dass die stoffliche Verwertung verbessert wird. Auch ist es wünschenswert, dass bei der Produktgestaltung auf eine sparsame Ressourcenverwendung geachtet und weit möglichst Sekundärrohstoffe verwendet werden [UBA, 2013 S. 15].

Eine rein nationale Umsetzung solcher Anforderungen an die Produktgestaltung wäre nicht zielführend, insofern erfordert dies eine Implementierung auf EU-Ebene. Für energieverbrauchsrelevante Produkte ist hierbei die **Ökodesign-Richtlinie**⁴ maßgeblich. Gemäß Anhang I ermöglicht diese zwar grundsätzlich die Festlegung von ressourcenschützenden Produkthanforderungen, die bislang erlassenen Durchführungsmaßnahmen adressieren allerdings fast nur die Energieeffizienz der regulierten Produkte. Das Thema Energie wurde als erstes aufgegriffen, weil bei den bisher behandelten Produkten die Energieeffizienz in der Nutzungsphase maßgeblich die Umweltwirkungen verursacht. Darüber hinaus bestehen aber auch noch Schwächen in der angewandten Methodik, um Ressourcenaspekte angemessen zu berücksichtigen. Unter anderem dient dieses Forschungsvorhaben dazu, weitere Erkenntnisse über bessere Methoden zu erlangen.

Grundsätzlich hat die Ökodesign-Richtlinie das Ziel die Umweltverträglichkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte durch die Vorgabe allgemeiner und spezifischer Ökodesign-Anforderungen zu verbessern. Die wesentliche Änderung der jetzigen Fassung gegenüber der ursprünglichen Richtlinie besteht darin, dass der Geltungsbereich von "energiebetriebenen" (energy-using products, EuP) auf sogenannte "energieverbrauchsrelevante" (energy-related products, ErP) Produkte ausgeweitet wurde. In Deutschland wurde die Ökodesign-Richtlinie am 25.11.2011 durch das "Gesetz zur Änderung des Energiebetriebene-Produkte-Gesetzes" geändert (Neuer Titel: "Gesetz über die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz - EVPG)").

Für die Konkretisierung der Anforderungen an die Umweltleistung ausgewählter Produkte / Produktgruppen sieht die Richtlinie zwei grundsätzlich verschiedene Regelungsalternativen vor: Ordnungsgemäß erlassene Durchführungsmaßnahmen und Selbstregulierungsinitiativen der Industrie. Die Durchführungsmaßnahmen definieren Vorgaben für einzelne Produktgruppen. Es kann sich dabei sowohl um Anforderungen zur qualitativen Beschreibung wesentlicher Umweltaspekte handeln, als auch um quantitative Anforderungen (z.B. Limitierungen des Energie- und Ressourcenverbrauchs

⁴ Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Abl. L 285 v. 31.10.2009, S. 10).

oder Schadstoffkonzentrationen im Gerät). Die Durchführungsmaßnahmen sind als Verordnungen unmittelbar in allen EU-Mitgliedsstaaten gültig.

Über Durchführungsmaßnahmen können Hersteller verpflichtet werden, die durch die Gestaltung des Produkts wesentlich beeinflussbaren Umweltaspekte zu prüfen (z.B. unter Einbeziehung der Menge an Materialien und Energie, die bei der Herstellung des Produktes, während dessen typischer Lebensdauer und bei dessen Entsorgung verbraucht wird). Anhand der Ergebnisse der Analyse kann ein ökologisches Profil des Produkts erstellt werden, das mit Referenzwerten zu vergleichen ist. Von dieser Regelungsmöglichkeit wurde bislang, unter anderem aus Gründen der Überprüfbarkeit und methodischer Fragen, kein Gebrauch gemacht. Vielmehr wurden spezifische Anforderungen gestellt, die direkt am Produkt überprüfbar sind. Grundsätzlich ist es dem Hersteller nicht erlaubt, Produkte auf den Markt zu bringen, welche die Mindestanforderungen, wie definierte Grenzwerte für die Energieeffizienz, nicht erfüllen. Durch Energieeffizienzanforderungen werden zum Beispiel die ineffizientesten Geräte schrittweise vom EU-Markt ausgeschlossen und Umweltbelastungen bereits durch die Produktgestaltung verringert.

In den produktgruppenspezifischen Vorbereitungsstudien zur Ökodesign-Richtlinie wird auch geprüft, ob durch eine Produktkennzeichnung gemäß Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie (s. Kap. 5.1) weitere Umweltentlastungen möglich sind und ggf. die Einführung oder die Aktualisierung einer bestehenden Energieverbrauchskennzeichnung vorgeschlagen. Durch die entsprechenden Durchführungsverordnungen zur Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie wird bestimmt, welche Umweltparameter eines bestimmten Produkts als relevant für die Kennzeichnung angesehen werden, neben dem Energieverbrauch z.B. der Wasserverbrauch bei Waschmaschinen.

2.3 ProgRess – Deutsches Ressourceneffizienzprogramm

Deutschland hat als Industrieland mit einer eingeschränkten eigenen Rohstoffbasis und einer hohen Abhängigkeit von Rohstoffimporten nicht nur aus Umweltschutzgründen sondern auch aus wirtschaftlichen Gründen ein besonderes Interesse an der Förderung eines effizienten Umgangs mit natürlichen Ressourcen. Die Bundesregierung hat darauf reagiert und als eines der ersten Länder weltweit im Jahr 2012 das „Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)“ [Bundesregierung, 2012] beschlossen. Unter der Federführung des BMUB wurde ProgRess fortgeschrieben und schließlich als weiterentwickelte Strategie mit dem Kurztitel „ProgRess II“ im März 2016 verabschiedet [BMUB, 2016].

ProgRess ist ein umfassendes strategisches Konzept mit dem Ziel, die Entnahme und Nutzung natürlicher Ressourcen nachhaltiger zu gestalten [BMUB, 2012]. Mit ProgRess soll eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourceneinsatz, eine Reduktion der Inanspruchnahme von Rohstoffen und der damit verbundenen Umweltbelastungen sowie die Stärkung der Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft gefördert werden. Die Bundesregierung will mit ProgRess dazu beitragen, die globale Verantwortung für die ökologischen und sozialen Folgen der deutschen Ressourcennutzung wahrzunehmen.

Wie in Kapitel 3 dargestellt, umfassen natürliche Ressourcen eine Vielzahl von Ressourcen wie Rohstoffe, Wasser, Luft, Boden oder Ökosystemleistungen, deren Nutzung in engen Wechselwirkungen zueinander stehen. Da viele natürliche Ressourcen bereits Gegenstand anderer Programme und Regelwerke sind, fokussierte ProgRess I auf abiotische, nichtenergetische Rohstoffe, ergänzt um die stoffliche Nutzung biotischer Rohstoffe. ProgRess II geht an dieser Stelle weiter und berücksichtigt neben den materiellen auch die energetischen Rohstoffe und ihre Wechselwirkungen und möglichen Zielkonflikte mit Zielen der Rohstoffeffizienz. Weiterhin sieht ProgRess II vor, den Geltungsbereich auf weitere natürliche Ressourcen auszuweiten und die Schnittstellen zwischen Rohstoffen einerseits und anderen natürlichen Ressourcen andererseits stärker zu betrachten.

In ProgRess I und II wird das politische Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands aufgegriffen, die Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020 im Vergleich zu 1994 zu verdoppeln. Abweichend zu ProgRess I wird jedoch in ProgRess II zur Berechnung der Produktivität das Bruttoinlandsprodukt zum Rohmaterialinput (RMI, raw material input) ins Verhältnis gesetzt anstatt zum Direkten Material Input (DMI). Der RMI erfasst Importe nicht nur mit ihrer Eigenmasse, sondern korrigiert mit Rohstoffäquivalenten (raw material equivalents, RME), den sogenannten Rohstoffrucksäcken⁵. Nach Angaben in [BMUB, 2012, 2015] hat sich die Rohstoffproduktivität seit 1994 zwar deutlich erhöht (+46 % bis 2013), der politische Zielwert wird jedoch bei Fortsetzung der vergangenen und aktuellen Entwicklungen verfehlt. Nach [SERI / WU, 2014] hat sich auch der durchschnittliche Rohstoffkonsum pro Person im vergangenen Jahrzehnt von rund 18 Tonnen pro Person im Jahr 2000 auf rund 15 Tonnen in 2010 verringert, jedoch liegt dieser damit noch immer deutlich über dem globalen Durchschnitt von knapp 11 Tonnen in 2010⁶.

ProgRess I und II beschreiben Ansätze und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der gesamten Wertschöpfungskette. So soll eine nachhaltige Rohstoffversorgung gesichert, Ressourceneffizienz in der Produktion gesteigert, Konsum ressourceneffizienter gestaltet und eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft ausgebaut werden. Zur Förderung des nachhaltigen Konsums werden die Ansätze aus ProgRess I in ProgRess II fortgeschrieben. Wird im Rahmen von ProgRess I noch die Weiterentwicklung von verbraucherfreundlichen und aussagekräftigen Produktinformationssystemen zur verstärkten Integration von Aspekten des Ressourcenschutzes gefördert, so nennt ProgRess II als ein konkretes Handlungsfeld: „Produkte und Konsum ressourcenschonender gestalten“. Darunter gefasste Aspekte sind beispielsweise die Umsetzung des nationalen Programms für nachhaltigen Konsum als Gestaltungsansatz durch die Bundesregierung sowie der für dieses Projekt sehr wichtige Aspekt: „Ressourcenschonung als Kriterium für Handel und Verbraucher einführen“. Zu den Gestaltungsansätzen für letzteres zählen die Verbesserung von Verbraucherinformationen zu ressourceneffizienten Produkten sowie die Unterstützung bei der Verwirklichung ressourcenschonender Lebensstile. Dies soll unter anderem über den weiteren kontinuierlichen Ausbau von Informationsangeboten zum nachhaltigen Konsum und zur Erklärung von Umweltzeichen und Labels geschehen [BMUB, 2016].

⁵⁵ Vorteil des RMI gegenüber dem DMI ist, dass Verlagerungen rohstoffintensiver Produktionsprozesse ins Ausland sich nicht in der Ressourcenproduktivität niederschlagen. Generell gilt jedoch für reine Massenindikatoren wie DMI, RMI, oder auch RMC genauso wie für den kumulierten Rohstoffaufwand (KRA) für Produkte, dass sie Einschränkungen hinsichtlich der Aussagekraft in Bezug auf die Beanspruchung natürlicher Ressourcen unterliegen (vgl. Kap. 4).

⁶ Die Daten spiegeln den durchschnittlichen Konsum gemessen in Rohstoffäquivalenten (RMC, raw material consumption; „Rohmaterialverbrauch“) wieder. Gegenüber dem RMI berücksichtigt der RMC zusätzlich die Exporte.

3 Natürliche Ressourcen

3.1 Wichtige Definitionen

Für eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema Ressourcen und Rohstoffe und dessen Verwendung in der Politik werden verlässliche Definitionen benötigt. Wesentliche Vorschläge für Definitionen werden aufgegriffen, aber auch deren widersprüchliche Verwendung thematisiert.

„Ressource“ ist im heutigen Sprachgebrauch ein sehr allgemeiner Begriff und leitet sich etymologisch aus dem Französischen „la ressource“ (Mittel, Quelle) und dem Lateinischen „resurgere“ (herausquellen) ab. Eine Ressource ist nach heutigem Verständnis ein Mittel, um eine Handlung zu tätigen oder einen Vorgang ablaufen zu lassen. Sie kann dabei ein materielles oder immaterielles Gut sein. Meist werden darunter je nach Kontext Betriebsmittel, Geldmittel, Personen, (Arbeits-)Zeit, Boden, Rohstoffe, Energie verstanden. In der Psychologie werden mit diesem Begriff auch Fähigkeiten, Charaktereigenschaften oder eine geistige Haltung, in der Soziologie auch Bildung, Gesundheit und Prestige adressiert. In Managementprozessen und in der Technik wird die Zuteilung von Ressourcen als Ressourcenallokation bezeichnet⁷.

Die Ressource ist also ein Bestandsmittel oder ein Kapital im weiteren Sinn, was sich in Begriffen wie Humanressourcen, Finanzressourcen, etc. wieder findet. Im Zusammenhang mit der Diskussion um eine Nachhaltige Entwicklung und der damit verbundenen Ressourcenschonung ist von den so genannten „natürlichen Ressourcen“ die Rede.

Auf nationaler Ebene findet sich der Begriff natürliche Ressource erstmals im Bericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft“ [BT, 1994] erwähnt. Zur Problembeschreibung des Begriffs „natürliches Kapital“ (das es für eine nachhaltige Entwicklung zu erhalten gilt) wird von den Funktionen ausgegangen, die die Ökosphäre für die Technosphäre wahrnimmt. Darunter heißt es: „Die Produktionsfunktionen haben die Versorgung der Gesellschaft mit Produkten und Gütern der natürlichen Umwelt zum Gegenstand, um Elementarbedürfnisse zu erfüllen bzw. *natürliche Ressourcen* verfügbar zu machen“. Weitere benannte Funktionen sind die Trägerfunktionen (*Senke*), Informationsfunktionen, Regelungsfunktionen sowie Ästhetische und Erholungsfunktionen [BT, 1994, S.23]. Im Glossar des Berichts heißt es unter „Ressource“: „Im weiteren Sinne alle Bestände der Produktionsfaktoren Arbeit, Natur und Kapital, die bei der Produktion von Gütern eingesetzt werden können. Im engeren Sinne werden unter Ressourcen das natürliche Kapital, Rohstoffe, Energieträger und Umweltmedien verstanden, wobei zwischen (bedingt) erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen unterschieden werden kann. Dem Bericht liegt die engere Begriffsbildung zugrunde.“

Eine Definition explizit für „natürliche Ressourcen“ findet sich in der Studie des Umweltbundesamtes „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland“ [UBA, 2002] (vgl. Textbox 1).

⁷ Seite „Ressource“. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 6. April 2016, 13:59 UTC. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Ressource&oldid=153228572> (Abgerufen: 25.04.2016, 13:30 UTC)

Textbox 1: Definition „Natürliche Ressourcen“ nach Umweltbundesamt 2002

Natürliche Ressourcen sind alle Bestandteile der Natur, die für den Menschen einen Nutzen stiften, sei es direkt durch ihren konsumtiven Ge- oder Verbrauch oder indirekt als Einsatzstoffe bei der Produktion von Sachgütern und Dienstleistungen (nicht-erneuerbare Rohstoffe, fossile Energieträger; erneuerbare, nachwachsende Rohstoffe; genetische Ressourcen; ständig fließende Ressourcenströme wie Sonnenergie, Wind und Wasser; der Boden).

Zu diesen relativ gut abgrenzbaren Elementen des Naturvermögens sind solche Leistungen hinzuzurechnen, die die Natur indirekt in sehr viel umfassenderer Weise für den Menschen erbringt: die Aufnahme von Emissionen (Senkenfunktion) und die Aufrechterhaltung ökologisch - biogeo-chemischer Systeme, die Biodiversität, die globalen Stoffkreisläufe sowie der atmosphärische Strahlungshaushalt. Diese Funktionen und Systeme bilden eine essentielle Voraussetzung für die Verfügbarkeit der ökonomisch direkt verwertbaren Ressourcen und gewährleisten das Überleben der Menschheit an sich [UBA, 2002].

Auf europäischer Ebene wird der Begriff natürliche Ressourcen in einer ersten Mitteilung der Europäischen Kommission von 2003 an den Rat und das EU-Parlament definiert [KOM, 2003] (vgl. Textbox 2).

Textbox 2: „Definition, natürliche Ressourcen“ auf europäischer Ebene (KOM 2003, Kapitel 2.1)

Dazu gehören:

- (a) Rohstoffe wie Mineralien (einschließlich fossiler Energieträger und Metallerze) und Biomasse [...]
- (b) Umweltmedien wie Luft, Wasser und Boden [...]
- (c) strömende Ressourcen wie Wind-, geothermische, Gezeiten- und Solarenergie [...]
- (d) Raum[...]

In den folgenden Dokumenten der Kommission findet sich keine allgemeine Definition für natürliche Ressourcen, dafür aber Schlüsselsätze wie in der „Thematischen Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“ (vgl. Textbox 3).

Textbox 3: „Natürliche Ressourcen“ in der Thematischen Strategie der Europäischen Kommission 2005

Die europäischen Wirtschaftssysteme sind von natürlichen Ressourcen abhängig, z.B. von Rohstoffen wie Mineralien, Biomasse und biologische Ressourcen, von Umweltmedien wie Luft, Wasser und Boden, von strömenden Ressourcen wie Windenergie, geothermische Energie, Gezeitenenergie und Sonnenenergie und vom physischen Raum (Land). Unabhängig davon, ob die Ressourcen für die Herstellung von Produkten oder als Senken zur Absorption von Emissionen (Boden, Luft und Wasser) verwendet werden, sind sie für das Funktionieren der Wirtschaft und für unsere Lebensqualität äußerst wichtig. [KOM, 2005]

Es ist ersichtlich, dass sich natürliche Ressourcen in diesem Sinne nicht nur auf stoffliche, in der Natur vorkommende Bestandteile beziehen, sondern weit mehr umfassen. Insbesondere ist die Aufnahme von Emissionen durch die Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft) – meist als Senkenfunktion bezeichnet – eine Erweiterung des Ressourcenbegriffs, der in der öffentlichen Diskussion zwar als klassischer Umweltschutz, aber weniger im Zusammenhang mit Ressourcenschonung wahrgenommen wird.

Das UBA hat gegenüber seiner Veröffentlichung von 2002 in dem 2012 erschienen UBA Glossar zum Ressourcenschutz seine Definition für „Natürliche Ressourcen“ überarbeitet, welche sich an die Definition der Europäischen Kommission [KOM, 2005] anlehnt (vgl. Textbox 4).

Textbox 4: Definition „Natürliche Ressource“ nach UBA Glossar zum Ressourcenschutz 2012

Ressource, natürliche:

Ressource, die Bestandteil der Natur ist. Hierzu zählen erneuerbare und nicht erneuerbare Primärrohstoffe, physischer Raum (Fläche), Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft), strömende Ressourcen (z.B. Erdwärme, Wind-, Gezeiten- und Sonnenenergie) sowie die Biodiversität.

Es ist hierbei unwesentlich, ob die Ressourcen als Quellen für die Herstellung von Produkten oder als Senken zur Aufnahme von Emissionen (Wasser, Boden, Luft) dienen [UBA, 2012].

Auf EU-Ebene wurde das Verständnis von natürlichen Ressourcen ebenfalls weiterentwickelt. So werden in dem Grundlagendokument der Europäischen Kommission von 2011 – „*Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020*“ [KOM, 2011b] erstmals „Nahrungsmittel“ und „Ökosysteme“ als natürliche Ressourcen mit aufgezählt, und schließlich ist im „*Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa*“ [KOM, 2011a] anstelle von biologischen Ressourcen, Nahrungsmitteln oder Ökosystemen von „Biodiversität“ und „Ökosystemdienstleistungen“ die Rede.

Auch auf nationaler Ebene hat sich der Begriff „Ökosystemleistung“ als Bestandteil der natürlichen Ressourcen etabliert. Das Umweltbundesamt folgt dieser Erweiterung in Veröffentlichungen wie dem Positionspapier zu Ressourcenschutzrecht [UBA, 2013 S. 6]: „Der umweltwissenschaftliche Begriff der natürlichen Ressourcen ist sehr weit und umfasst abiotische und biotische Primärrohstoffe (inkl. Energieträger), Fläche, Wasser, Boden, strömende Ressourcen wie Erdwärme, Wind-, Gezeiten- und Sonnenenergie, Biodiversität (Biologische Vielfalt) und Ökosystemleistungen.“

„Ökosystemleistung“ bzw. „Ökosysteme“ finden sich auch in der VDI Richtlinie zur Ressourceneffizienz (VDI 4800, Blatt 1 [VDI, 2016]) als Bestandteil der natürlichen Ressourcen. Dagegen nicht mehr darin genannt ist die Biodiversität (vgl. Textbox 5). Biodiversität (biologische Vielfalt) ist damit vom Verständnis „Naturkapital für den Menschen“ ausgenommen. Dies entspricht der Position von Naturschutzvertretern, die Biodiversität nicht als Ressource im Sinne von nutzbarem Naturkapital sehen, sondern als Bestandteil der Natur, der eine Grundlage für Ressourcen bildet.

Textbox 5: „natürliche Ressource“ nach VDI 4800 Blatt 1

Mittel, das die Natur bereitstellt und das für den Menschen einen Nutzen stiftet.

Anmerkung: Zu den natürlichen Ressourcen zählen die erneuerbaren und nicht erneuerbaren Primärrohstoffe, der physische Raum (oder die Fläche), die strömenden Ressourcen (z.B. Erdwärme, Wind-, Gezeiten- und Sonnenenergie) sowie die Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft) und Ökosysteme [VDI, 2016]

Neben dem Begriff der natürlichen Ressourcen ist auch der Begriff Rohstoff teils unterschiedlich definiert. Zudem kommt es in den Medien und der politischen Diskussion sehr häufig zu keiner klaren Abgrenzung der beiden Begriffe Ressourcen und Rohstoffe zueinander. Dies führt dazu, dass immer wieder eine Eingrenzung des Begriffs „Ressource“ auf Rohstoff geschieht. Die Definition für „Rohstoff“ nach dem UBA Glossar zum Ressourcenschutz beinhaltet Textbox 6. Die darin verwendete Formulierung „gering bearbeiteter Zustand“ lässt sich präzisieren, in dem man die „geringe Bearbeitung“ auf die Lösung des Stoffes oder Stoffgemisches aus ihrer natürlichen Quelle beschränkt⁸.

⁸ Im Bergbau wird dazu auch der Ausdruck „Run-off Mine“ (ROM) verwendet („verwertete Entnahme“).

Textbox 6: Definition „Rohstoff“ nach UBA Glossar zum Ressourcenschutz

Rohstoff:

Stoff oder Stoffgemisch in un- oder gering bearbeitetem Zustand, der/das in einen Produktionsprozess eingehen kann.

Man unterscheidet Primär- und Sekundärrohstoffe. Weitere Unterscheidungen, wie in erneuerbare und nicht erneuerbare, biotische und abiotische Rohstoffe, sind gängig [UBA, 2012].

Im Vergleich zu anderen Definitionen spricht die Definition in [UBA, 2012] den Rohstoffcharakter bereits zu, falls ein Stoff zum Einsatz in der Technosphäre bereitsteht (wörtlich: in einen Produktionsprozess eingehen *kann*). Demgegenüber setzen andere Definitionen den Einsatz bzw. den Abbau voraus:

Nach [Leser, 1995] sind Rohstoffe „in den Produktionsprozess *eingehende* Grundsubstanzen, die bisher weder aufbereitet noch verarbeitet sind. Nach ihrer Herkunft unterscheidet man nach pflanzlichen, tierischen, mineralischen oder chemischen Rohstoffen. Üblich ist auch die Unterscheidung nach agrarischen Rohstoffen, forstwirtschaftlichen Rohstoffen, fischereiwirtschaftlichen Rohstoffen und bergbaulichen Rohstoffen. Gesondert zusammengefasst wird häufig die Gruppe der Energierohstoffe. Eine weitere Differenzierung besteht nach erneuerbaren Rohstoffen und nicht erneuerbaren Rohstoffen.“

In dem Geografie-Lehrbuch „Naturressourcen der Erde und ihre Nutzung“ [Barsch / Bürger, 1996] werden Rohstoffe wie folgt beschrieben: Rohstoffe sind durch menschliche Tätigkeit umgewandelte Naturressourcen. Es sind „[...] in der Natur vorgefundene Arbeitsgegenstände, die *bis auf die Loslösung aus ihrer natürlichen Quelle* noch keine weitere Verarbeitung gefunden haben, [...] die auf Grund ihres Gebrauchswertes von Menschen produktiv konsumiert oder in unverarbeiteter oder verarbeiteter Form von ihnen individuell konsumiert werden.“ [Bachmann, 1983] Damit kann jeder Rohstoff als Naturstoff verstanden werden, der entweder direkt (durch Urproduktion) oder nach Aufbereitung in Gegenstände oder Gebrauchswerte eingeht, die der Befriedigung der Bedürfnisse der Menschen dienen.

Diese Unterscheidung ist von Bedeutung im Hinblick darauf wann eine Rohstoffschonung nach dem Begriffsverständnis ansetzen kann – nach Definition des UBA Glossars bereits in der Lagerstätte, nach den weiteren Definitionen erst, wenn der Stoff abgebaut wurde und in die Technosphäre eintritt. Nach letzterer Definition müsste die Schonung des Materials in der Lagerstätte über den Begriff Ressource oder Reserve nach bergbaulichem Verständnis adressiert werden⁹.

3.2 Natürliche Ressourcen gemäß VDI Richtlinie

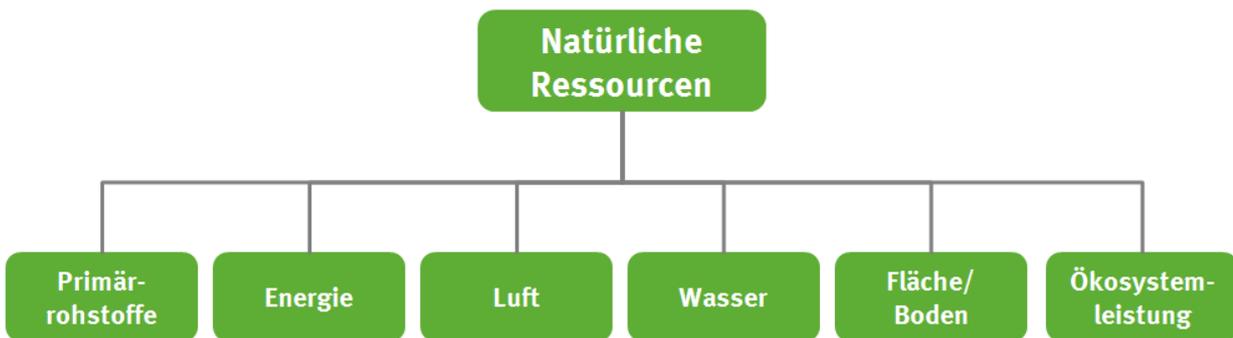
Das ifeu Heidelberg war an der Erarbeitung eines Begriffsverständnisses der natürlichen Ressourcen eng beteiligt. Kategorien an natürlichen Ressourcen wurden am ifeu als „Konzept der Natürlichen Ressourcen“ zusammengefasst, das in verschiedenen Studien und politischen Prozessen verwendet und weiter entwickelt wurde (u.a. [ifeu, 2012, 2015a] und Erarbeitung der VDI Richtlinie 4800 Blatt 1 [VDI, 2016]).

⁹ Die Bergbauindustrie unterscheidet „defined and potential resources“ (vermutete, bekannte sowie erfasste mineralische Ressourcen) und „mineral resources“ (bekannte und erfasste mineralische Ressourcen) sowie „mineral reserves“ (mögliche und erwiesene mineralische Reserven) [euromines, 2014].

Die jüngste Definition für „natürliche Ressourcen“ findet sich in der VDI Richtlinie 4800 Blatt 1 [VDI, 2016]. Darin sind die nachfolgend aufgelisteten und in Abbildung 1 gezeigten natürlichen Ressourcen umfasst:

- ▶ Primärrohstoffe: erneuerbare und nicht erneuerbare Primärrohstoffe
- ▶ Energie: Energieressourcen (Energierohstoffe, strömende Ressourcen, Strahlungsenergie)
- ▶ Luft
- ▶ Wasser
- ▶ Fläche/Boden (Boden bei dessen agrar- und forstwirtschaftlicher Nutzung)
- ▶ Ökosystemleistungen inklusive der Senkenfunktion der Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft)

Abbildung 1: Natürliche Ressourcen gemäß VDI Richtlinie



Quelle: [VDI, 2016]

Diese natürlichen Ressourcen sind in der VDI Richtlinie 4800 Blatt 1 [VDI, 2016] ausführlich beschrieben und werden nachfolgend kurz skizziert.

Primärrohstoffe

In Anlehnung an die Definition von Rohstoffen (siehe oben) handelt es sich bei den Primärrohstoffen um die stoffliche Teilmenge der natürlichen Ressourcen, die für wirtschaftliche Zwecke genutzt werden. Die grundsätzliche Unterscheidung in erneuerbare und nicht erneuerbare Primärrohstoffe ist hilfreich, um die Verfügbarkeit der jeweiligen Rohstoffe zu beurteilen. In diesem Sinne ist auch die Unterscheidung in mineralische Rohstoffe, fossile Energierohstoffe und Biomasse hilfreich.

Folgt man der wörtlichen Definition von Rohstoff als stoffliche natürliche Ressource, so sind Wasser und Luft selbstverständlich auch als Rohstoffe anzusehen. Allerdings sind ihre Charakteristika in Vorkommen und Anwendung so verschieden von mineralischen Rohstoffen, Energierohstoffen und Biomasse, dass sie in aller Regel als separate Ressourcenkategorie behandelt werden.

Im Zusammenhang mit Rohstoffen hat sich in der allgemeinen Diskussion auch der Begriff der Sekundärrohstoffe etabliert. Ein Sekundärrohstoff ist ausdrücklich keine natürliche Ressource, da er nicht aus der Natur gewonnen wird, sondern aus der Technosphäre. Er könnte eher als Synonym für Abfall oder Rückstand angesehen werden. Deshalb ist es notwendig, in einer präzisen Betrachtung der Begrifflichkeiten von Primärrohstoffen als natürliche Ressource zu sprechen und Rohstoff nicht deckungsgleich als stoffliche natürliche Ressource zu sehen.

Energie

Eigentlich sind stoffliche Energieressourcen wie fossile Energierohstoffe und energetisch genutzte Biomasse bereits durch die Primärrohstoffe vollständig erfasst. Allerdings fehlen für die Kategorie „Natürliche Ressource Energie“ andere Energieformen wie strömende Ressourcen (Wind, Wasser, Ge-

othermie) und die Strahlungsenergie der Sonne. Man könnte nun diese Energieformen separat betrachten und damit eine Überschneidung der Ressourcenkategorien vermeiden. Jedoch benötigen die Verschiebungen von Energieformen in der Technosphäre eine ganzheitliche Betrachtung einer Resource Energie. Es erscheint deshalb von Vorteil, Energie separat als natürliche Ressource zu betrachten und bei der sorgfältigen Bilanzierung der Energieträger eine sinnvolle Unterteilung vorzunehmen und dadurch eine Doppelbewertung von Ressourcen zu vermeiden.

Wasser und Luft

Wasser und Luft sind im eigentlichen Sinne Primärrohstoffe mit besonderen Eigenschaften. Als stoffliche Ressourcen können sie wie etwa mineralische Rohstoffe in Produktionsprozesse und direkte Nutzungen eingehen. Sie stellen jedoch auch allgegenwärtige Umweltmedien dar. Damit umfasst ihre Bedeutung nicht nur die Verwendung als Material, sondern ihre Qualität hat unmittelbaren Einfluss auf die Bedingungen von Ökosystemen und die menschliche Gesundheit. Dadurch kommt die Senkenfunktion als eine Eigenschaft der natürlichen Ressourcen Wasser und Luft ins Spiel. Nicht die generelle Verfügbarkeit von Wasser und Luft sind zu bewerten, sondern die Verfügbarkeit von Wasser und Luft in einer angemessenen Qualität.

Wasser und Luft werden jedoch als zwei unterschiedliche Ressourcenkategorien angesehen, da sie sich neben ihrer Senkenfunktion auch fundamental unterscheiden. Während Luft ein allgegenwärtiges Medium ist, so ist bei Wasser die regionale und lokale Verfügbarkeit eines der wichtigsten Aspekte dieser natürlichen Ressource. Durch klimatische Bedingungen und Nutzungskonkurrenzen als auch wegen ihrer zentralen Bedeutung als Lebensmittel und Produktionsmittel in Industrie und Landwirtschaft wird Wasser oft als die kritischste natürliche Ressource angesehen.

Fläche und Böden

Eine ebenfalls wichtige natürliche Ressource ist die Fläche – bei Landflächen auch die damit verbundenen Böden. Per se ist die Fläche der Erde begrenzt. Bei der Betrachtung der Landfläche gilt diese Begrenztheit auf besondere Art als Lebensraum für den Menschen.

Flächen und ihre Böden sind ähnlich wie Wasser und Luft ein Produktionsmittel für Industriegüter und Lebensmittel aber sie sind auch Umweltmedium und Lebensraum. Im letzteren Sinne müssen Böden analog den anderen Umweltmedien auch in ihrer Senkenfunktion betrachtet werden. Damit bekommen Qualitätsaspekte eine große Bedeutung, auf die der Mensch oft direkt Einfluss nimmt.

Für Flächen und Böden haben ihre Nutzungsarten einen großen Einfluss auf ihre Bewertung als natürliche Ressource. So können Flächen durch Versiegelung, Rohstoffabbau und Ablagerungen langfristig degradiert werden. Oder sie werden als Produktionsstandort für Lebensmittel und stofflich genutzte Biomasse – hier meist als Holz – durch die Art der Bewirtschaftung geprägt. Daneben ist auch die Funktion der Fläche als Naturfläche zur Erhaltung von lebensnotwendigen Ökosystemen von herausragender Bedeutung und wird mit Maßnahmen des Naturschutzes aktiv gesteuert.

Ökosystemleistungen

Flächen beherbergen Ökosysteme. Falls diese Ökosysteme zur Nutzung durch den Menschen herangezogen werden, so werden sie zu natürlichen Ressourcen. Die Ökosysteme erbringen dem Menschen Leistungen und dadurch werden auch diese Ökosystemleistungen oft als natürliche Ressourcen bezeichnet.

Solche Ökosystemleistungen dienen der Aufrechterhaltung ökologisch-biogeochemischer Systeme, globaler Stoffkreisläufe (z.B. Bodenkohlenstoff, natürliche Nährstoffe) und des Strahlungshaushalts (Treibhauseffekt). Sie schützen vor Strahlung und dienen der Regenerationsfähigkeit von Naturbeständen (z.B. Fischbestand). Ökosysteme haben wasserspeichernde und hochwasserregulierende Funktionen und regulieren auch die Bestäubung von Nutzpflanzen, durch die der Mensch wiederum

profitiert. Auch die schon bei Wasser und Luft angesprochene Senkenfunktion der Natur kann als Ökosystemleistung verstanden werden und dient unmittelbar dem Menschen.

Die Eigenschaft der Ökosystemleistung als natürliche Ressource ist am wenigsten eingängig, wenn von Ressourcen die Rede ist. Jedoch lässt sich an dem Beispiel der Bestäubung von Nutzpflanzen durch die Bienen am plakativsten beschreiben, was damit gemeint ist. Würde diese Ressource wegfallen, so müsste die Bestäubung aufwendig mit technischen Maßnahmen vorgenommen werden.

4 Identifizierung natürlicher Ressourcen für eine Kennzeichnung

Zur Identifizierung von für eine Kennzeichnung geeigneten Ressourcen ist es zunächst erforderlich diese nach ihren Bewertungsmöglichkeiten zu beschreiben. Eine Bewertung der Ressourcenbeanspruchung kann erfolgen, wenn Klarheit darüber besteht, welche Wirkung bzw. welches Schadpotenzial dadurch ausgelöst wird. Entsprechende sogenannte Charakterisierungsmodelle wurden vielfältig im Zusammenhang mit der Ökobilanzmethode entwickelt bzw. befinden sich in der Entwicklung. Auf diese und die dahinterliegenden Schutzziele bzw. die Problematik der Einordnung als Schutzgut wird nachfolgend eingegangen. Hierzu werden zunächst die in Kapitel 3 definierten und aufgezeigten natürlichen Ressourcen nach ihrer Funktion unterschieden. Zum einen handelt es sich um quellenbezogene Ressourcen oder Inputressourcen, zum anderen erfüllen sie eine Doppelfunktion, sind sowohl physischer Input in Produktionsprozesse als auch Senken für entstehende Emissionen.

4.1 Unterscheidung nach Quellen und Senkenfunktion

Die in Kapitel 3 aufgezeigten natürlichen Ressourcen sind im Grundsatz durchweg quellenbezogene Ressourcen. Sie werden der natürlichen Umwelt entnommen bzw. daraus beansprucht. Darüber hinaus erfüllen die natürlichen Ressourcen Luft, Wasser und Boden auch eine Senkenfunktion. Der Schutz dieser Senken (der Umweltmedien) erfolgt über die Begrenzung ihrer Inanspruchnahme, das heißt über die Minderung der Immissionen bzw. – dem vorausgehend – der Emissionen. Der Schutz und Erhalt ihrer Tragfähigkeit ist klassischer Gegenstand des Umweltrechts, insbesondere des medienbezogenen Umweltrechts wie v.a. Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) und Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Das nationale Umweltrecht betrachtet und reglementiert Emissionen und Immissionen in Deutschland (Territorialprinzip). Demgegenüber muss nach [UBA, 2015] das übergeordnete Ziel nationaler Ressourcenschutzpolitik eine nachhaltige und weltweit verallgemeinerbare Nutzung der natürlichen Ressourcen sein, was u.a. die Übernahme globaler Verantwortung für in Deutschland genutzte Ressourcen erfordert (vgl. Kap. 2.1) (Verursacherprinzip).

Auf Bewertungsebene (Wirkungsabschätzung) bestehen für Emissionen bzw. Schadstoffeinträge in die Umweltmedien weitgehend etablierte Bewertungsmethoden, die geeignet sind, das Schadpotenzial eines Schadstoffeintrags auszuweisen. Dies gilt beispielsweise für den Treibhauseffekt (Klimawandel), für die Versauerung, die Eutrophierung, den Ozonabbau und für Sommersmog. Für diese, in der Ökobilanzmethode sogenannten, Wirkungskategorien bestehen Charakterisierungsmodelle wie z.B. für den Klimawandel das „Global Warming Potential (GWP)“ (*Globales Erwärmungspotenzial*), ein metrisches System nach dem klimawirksame Emissionen wie Kohlendioxid, Methan, Lachgas, etc. entsprechend ihrer physikalischen Wirkung (Erwärmungspotenzial) zu sogenannten CO₂-Äquivalenten zusammengefasst werden können.

Demgegenüber gibt es für die quellenbezogenen Ressourcen bislang kaum etablierte Charakterisierungsmodelle. Die Inputressourcen, die auch Senken sind, sind teilweise über ihre Senkenfunktion in den o.g. Wirkungskategorien berücksichtigt. So beispielsweise Wasser durch die Wirkungskategorie aquatische Eutrophierung oder Böden (Fläche) durch die Wirkungskategorien Versauerung, terrestrische Eutrophierung, Schadstoffeintrag, etc. Auch Ökosystemleistungen sind vielfach in den bestehenden Wirkungskategorien enthalten bzw. wird ihr Schutz indirekt adressiert. So werden diese u.a. durch die Parameter Versauerung, Eutrophierung, kurzweilige UV-Strahlung oder Temperatur determiniert. Grundsätzlich stellen Ökosystemleistungen wie das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ Wirkungen höherer Ordnung dar (endpoint).

Im Rahmen der Ökobilanzmethode werden i.d.R. Wirkungskategorien bevorzugt (bzw. sollten bevorzugt werden), die auf primärer Wirkungsebene (midpoint) ansetzen, da diese mit geringeren Unsicherheiten verbunden sind. Ein typischer Endpoint-Indikator (adressiert das Schutzgut direkt; auch

damage-indicator genannt) ist der Eco-indicator 99 [Pré Consultants, 2000]. Für die Schadenskategorie Humangesundheit werden danach DALYs (Disability Adjusted Life Years; „*schädigungsangepasste Lebensjahre*“) bestimmt. Deren Berechnung erfolgt auf Basis von Midpoint-Indikator Modellierungen, so dass zusätzlich zu deren Unsicherheiten die der weiteren Endpoint Modellierung hinzukommen.

Für Ökosystemleistungen ist eine maßgebliche primäre Wirkungsebene die Landnutzung. Notwendigerweise sind ausgehend von der primären Wirkung „Landnutzung“ Kausalketten immer reduziert, allerdings kann richtungssicher ausgesagt werden, dass eine Landnutzung (oder Naturraumbeanspruchung) eine direkte Einflussnahme auf Ökosystemleistungen darstellt, die auf Sachbilanzebene durch die Größe der beanspruchten Fläche und auf Wirkungsebene durch die Beeinflussung ihrer Qualität bestimmt wird.

Als Zwischenfazit sei hier festgehalten, dass für eine Kennzeichnung analog zur Ökobilanzmethode, Midpoint-Indikatoren verwendet werden sollten, die auf primärer Wirkungsebene ansetzen. Endpoint-Indikatoren, die das Schutzgut direkt adressieren, bedingen aufgrund der hohen Unsicherheiten eine deutlich eingeschränkte Richtungssicherheit im Ergebnis.

Im Weiteren scheint es für eine Kennzeichnung zielführend, vorrangig auf quellenbezogene Ressourcen abzuheben. Gerade deren Schutz und damit auch deren Inanspruchnahme ist bislang rechtlich wenig geregelt (vgl. Kapitel 2.2). Eine Ausnahme bildet Wasser dessen Schutz Bestandteil des Fachrechts (WHG) ist. Aus dem UBA Positionspapier „Ressourcenschutzrecht“ [UBA, 2013] geht hervor, dass abweichend vom medienbezogenen Umweltrecht der quellenbezogene Ressourcenschutz an der Steuerung des Inputs von natürlichen Ressourcen als Inputfaktoren/Produktionsfaktoren für Wertschöpfungsprozesse ansetzt. Eine solche Inputsteuerung ist bislang rechtlich nur wenig verbreitet und sollte mit einem Ressourcenschutzrecht adressiert werden. Die Dringlichkeit den Fokus auf die Inputressourcen zu legen ergibt sich aus der bisherigen Entwicklung einer zunehmenden Inanspruchnahme, die künftig – ohne Maßnahmen – weiter steigen wird.

Als weiteres Zwischenfazit sei hier festgehalten, dass für eine Kennzeichnung vorrangig quellenbezogene natürliche Ressourcen betrachtet werden sollten, da diese bislang wenig geregelt bzw. geschützt sind, aber unter einem hohen Druck der Inanspruchnahme stehen¹⁰.

Mit der getroffenen Festlegung, dass ein Indikator die primäre Wirkungsebene adressieren soll, wird „Fläche“ als natürliche Ressource über ihre Inanspruchnahme (primäre Wirkung) im Weiteren genauer betrachtet, und dies auch stellvertretend für die natürliche Ressource Ökosystemleistung. Als weitere Inputressourcen verbleiben für die weitere Betrachtung Luft, Wasser, Primärrohstoffe und Energieressourcen.

Für die Inanspruchnahme von Fläche bestehen wie auch für die Inanspruchnahme von Wasser, Primärrohstoffen und Energieressourcen bislang keine abschließend etablierten Charakterisierungsmodelle. Luft als Inputressource wird als unendlich verfügbar angesehen, so dass sich hierfür keine Bewertungsnotwendigkeit stellt. Die Schwierigkeit der Bewertung der sonstigen Inputressourcen liegt darin, dass das Schadpotenzial der Inanspruchnahme teilweise noch nicht eindeutig identifiziert werden konnte. Beispielsweise werden in Ökobilanzen zwar die Mengen an eingesetzter Energie über den Indikator kumulierter Energieaufwand (KEA) bilanziert, aber diese Energiemenge gibt noch keinen Aufschluss darüber, was die Beanspruchung bzw. der Verbrauch für die Umwelt bedeutet. Die Problematik geht darauf zurück, dass das zu schützende Gut – insbesondere bezüglich Primärrohstoffen und Energieressourcen – bislang nicht klar identifiziert wurde bzw. werden konnte.

¹⁰ Global gesehen gilt dies auch für die senkenbezogenen Ressourcen, allen voran die Aufnahmefähigkeit der Atmosphäre bzw. Ozeane für Klimagase. Der Schutz senkenbezogener Ressourcen wird im deutschen Umweltrecht „nur“ nach dem Territorialprinzip adressiert.

4.2 Schutzgutdiskussion Inputressourcen

Als grundsätzlicher Ansatz Inputressourcen zu schützen besteht die Sorge, dass diese verbraucht werden (könnten) und damit heutigen oder künftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung stehen. Weltweit wurde diese Sorge erstmals im Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung [1987] aufgegriffen und ein Konzept der Nachhaltigen Entwicklung definiert, das die intra- (heutige) und intergenerationelle (künftige) Gerechtigkeit zum Grundsatz hat:

„Dauerhafte Entwicklung ist nachhaltige Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ [Brundtland, 1987 S.51, Absatz 49 und Absatz 54, Absatz 1].

Der Brundtland-Bericht war Auslöser für die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung im Jahr 1992 in Rio de Janeiro („Rio-Konferenz“) bei der sich die internationale Staatengemeinschaft zum Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung bekannte und die Agenda 21 beschloss.

Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode wird argumentiert, dass zwar grundsätzlich die Zielsetzung der Generationengerechtigkeit für eine Nachhaltigkeitsbewertung zu begrüßen ist, jedoch die Ökobilanzmethode als Technik zum besseren Verständnis von Umweltauswirkungen entwickelt wurde (ISO 14040, [ISO, 2006a]). Würden die Nachhaltigkeitsaspekte der intra- oder intergenerationellen Gerechtigkeit in eine Ökobilanz mit aufgenommen, so wäre konsequenterweise der Untersuchungsrahmen deutlich zu erweitern und es müssten auch sozioökonomische Nachhaltigkeitskriterien einbezogen werden [ifeu, 2015b].

Dies führt dazu, dass für die Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ in der Ökobilanz andere Schutzzielbegründungen zu definieren sind, die sich ausschließlich aus Umweltwirkungen (Schadpotenzialen) ableiten.

Für die **Inputressource Wasser** ist zunächst festzuhalten, dass der Zugang zu sauberem Trinkwasser am 28.07.2010 von der Vollversammlung der Vereinten Nationen als Menschenrecht anerkannt wurde und damit zwar nicht rechtlich bindend ist, aber einen hohen politischen Stellenwert hat. National sind Gewässer über das WHG geschützt (§ 1 Zweck des Gesetzes). Im Rahmen der Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode [ifeu, 2015b] wurde die Verfügbarkeit von Süßwasser hinreichender Qualität als Umweltproblemfeld identifiziert. Bei hoher Beanspruchung mit gleichzeitig geringer Verfügbarkeit kann sich eine Knappheitssituation mit unterschiedlichen ökologischen Wirkungen (sowie auch sozialen Folgen) ergeben. Für das Umweltproblemfeld Wasserknappheit ist in [ifeu, 2015b] als Schutzziel „geringere Süßwasserbeanspruchung“ formuliert. Zur Bewertung wird ein Indikator empfohlen, der die regionale Wasserknappheit abbildet. Als dafür geeignet wird der Wasserstressindex nach Pfister et al. [2009] vorgeschlagen.

Die **Inputressource Fläche** kann grundsätzlich ebenfalls über ihre begrenzte Verfügbarkeit als Umweltproblemfeld adressiert werden. Auf nationaler Ebene wird Boden bzw. dessen Funktionen rechtlich über das BBodSchG geschützt (§ 1 Zweck und Grundsätze des Gesetzes). Für Fläche bzw. eine Landnutzung besteht keine rechtliche Vorgabe zum Schutz vor (übermäßiger) Inanspruchnahme. Die Verringerung der Flächenversiegelung ist allerdings ein Nachhaltigkeitsziel der Bundesregierung (Reduzierung auf 30 ha/d bis 2020). Im Rahmen der Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode wurde in [ifeu, 2015b] das Schutzziel „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ für die Ableitung eines Charakterisierungsmodells bzw. für die Begründung einer Bestimmung des „Abstands zum Schutzziel“ gewählt. Aufbauend auf die Bewertungsmethode des Umweltbundesamtes (UBA 1999), die Naturraumbeanspruchung über deren Naturnähe zu klassifizieren, wird ein Hemerobiestufenkonzept vorgeschlagen, das mittlerweile weiter entwickelt wurde [Fehrenbach et al., 2015].

Für die **Inputressourcen Primärrohstoffe und Energie** stellt sich die Identifizierung eines Schutzziels schwieriger dar. Losgelöst vom Anspruch der intra- und intergenerativen Gerechtigkeit erschließt sich die Notwendigkeit, Rohstoffe und Energie zu schützen, nicht unmittelbar. Grundsätzlich lassen sich die folgenden beiden Kernaussagen feststellen:

- Die Verwendung von Rohstoffen und Energie repräsentiert die Aktivitäten menschlichen Handelns, die die Umwelt betreffen und beeinträchtigen.
- Rohstoffe und Energie sind je nach Betrachtungsweise „knapp“.

Der erste Aspekt stellt keinen unmittelbar geeigneten Zielansatz dar. Er weist lediglich darauf hin, dass Rohstoffe und Energie eine Repräsentanzfunktion für menschliches Handeln einnehmen könnten. Im Rahmen der Ökobilanzmethode bedarf es allerdings einer hinreichend umfangreichen Auswahl an Wirkungskategorien und zugehörigen Indikatoren für eine ökologische Untersuchung. Ein Indikator mit Repräsentanzfunktion könnte lediglich für Zwecke eines Screenings verwendet werden.

Die zweite Feststellung adressiert in erster Linie die Generationengerechtigkeit und beinhaltet zunächst nicht eine umweltbezogene Zielsetzung. In der UBA-Methode [UBA, 1999] wurden Ressourcen dennoch als übergeordnetes Schutzziel in die Ökobilanz einbezogen. Zur Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ heißt es darin: „Die Abnahme des Bestandes an Rohstoffen und fossilen Brennstoffen stellt ein Umweltproblem an sich dar“. Es wurde zudem darauf hingewiesen, dass die Einordnung natürlicher Ressourcen als übergeordnetes, eigenständiges Schutzziel in Übereinstimmung mit der Position der Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) erfolgte [Consoli et al., 1993]. Konstatiert wurde jedoch auch, dass unter den Ökobilanz-Fachleuten Uneinigkeit darüber herrschte.

In der Literatur – insbesondere zu Rohstoffindikatoren – fällt auf, dass eine Beschreibung eines Umweltproblemfeldes im engeren Sinne nicht stattfindet oder es wird, wie im ILCD Handbuch¹¹ [JRC, 2011], die Schwierigkeit dargelegt ein eindeutiges Umweltproblem zuzuordnen. Grundsätzlich sind natürliche Ressourcen im ILCD Handbuch neben menschlicher Gesundheit und natürlicher Umwelt als „Area of Protection“ (AoP; „Umweltproblemfelder“) (endpoint level) eingeordnet. Vom midpoint level zugeordnet sind den natürlichen Ressourcen: Landnutzung, Ressourcenverbrauch und Dürren, Versalzung. Im Hintergrunddokument des ILCD Handbuchs „Framework and requirements for LCIA models and indicators“¹² werden aber auch die Überschneidungen der drei „Schutzbereiche“ diskutiert und zur Abgrenzung der Schutz der natürlichen Ressourcen über die „Knappheit“ begründet [JRC, 2011 S. 24]. Explizit erfolgt dies über die potenzielle Knappheit für Menschen: „... the concern for the AoP term ‚Natural Resources‘ is to capture the availability and use potential of resources used and valued by humans only“¹³ [JRC, 2011 S. 25]. Diese Aussage ist nicht abschließend postuliert, sondern wird zur weiteren, erforderlichen Diskussion gestellt. Auch die Bedeutung der natürlichen Ressourcen wird in Frage gestellt bzw. wie diese bestimmt werden kann (bemessen am heutigen oder auch künftigen Bedarf; bemessen an essentiellen Funktionen oder inklusive Luxusartikel). Die Unklarheit darüber, was Ressourcenbeanspruchung ausdrücken soll, veranlasste JRC dazu, bestehende Charakterisierungsmethoden in vier Kategorien unterschiedlicher Zielsetzung einzuteilen (s.a. Kapitel 4.3.3).

¹¹ Das ILCD Handbuch (International Life Cycle Data System / Internationales Lebenszyklusdatensystem) wurde von dem *Institute for Environment and Sustainability in the European Commission Joint Research Centre (JRC)*, in Kooperation mit Environment DG entwickelt. Es beinhaltet Richtlinien und international Standards zu Erstellung von Ökobilanzen.

¹² „Rahmen und Anforderungen für Wirkungsabschätzungsmodelle und Indikatoren“

¹³ sinngemäß: „Die Besorgnis für das Umweltproblemfeld Natürliche Ressourcen liegt im Erfassen der Verfügbarkeit und des Potenzials von Ressourcen, die einzig von Menschen verwendet und wertgeschätzt werden.“

Grundsätzlich kann als Begründung für eine Einordnung von Ressourcen als Umweltschutzgut das aktuell in Deutschland bestehende Rechtsverständnis herangezogen werden, wohlwissend, dass die rechtliche „Festlegung der Schutzgüter wesentlich vom moralisch-ethischen Kanon einer Gesellschaft und den ethischen Überzeugungen der bewertenden Personen abhängt“ [UBA, 1999]. Im deutschen Umweltrecht sind „natürliche Ressourcen“ bislang nicht unmittelbar als Schutzgut adressiert bzw. eingeordnet.

Nach den bisherigen Überlegungen wurde zur indirekten Anwendung als umweltbezogene Zielsetzung des Ressourcenschutzes das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung UVPG¹⁴ herangezogen [ifeu, 2015b]. Abgehoben wird dabei auf § 2 (1) Satz 2 UVPG, worin „Kulturgüter und sonstige Sachgüter“ als Schutzgüter zur Umweltprüfung aufgelistet sind. Es wird argumentiert, dass dem das Verständnis für Umwelt zu Grunde liegt, das nach dem Sachverständigengutachten für Umweltfragen von 1987 [Deutscher Bundestag, 1987] „einerseits nichtlebende und lebende Umweltbestandteile, andererseits natürliche und vom Menschen geschaffene oder veränderte Strukturen, ferner auch stoffliche und nichtstoffliche (materielle und immaterielle) Komponenten“ unterscheidet. Ein analoges Verständnis findet sich auch in einem Positionspapier der SETAC (SETAC-EUROPE [1999], zitiert in [UBA, 1999]), in dem auch *man made environment*, also z.B. Kultur- und Wirtschaftsgüter, als Schutzgüter postuliert wurden. Daraus wird abgeleitet, dass sich das Umweltproblemfeld „Ressourcenbeanspruchung“ mit dem Fokus auf Rohstoffe und Energie auf das Schutzgut „Sachgüter“ anwenden lässt, die im Sinne eines umfassenden Umweltschutzes an sich und nicht vermittelt über andere Umweltaspekte zu schützen sind. Damit einhergehend sind Sachgüter möglichst dauerhaft zu schützen. Das bedeutet, dass vom Menschen geschaffene Strukturen – auch materielle Komponenten – zu schützen sind. Als Sachgüter werden nach der Deutschen Enzyklopädie im weiteren Sinne alle materiellen Realgüter (Konsumgüter und Produktionsmittel) verstanden¹⁵. Damit gilt die Einordnung als Schutzgut auch für Sachgüter wie Produkte und Materialien, egal ob für die stoffliche oder energetische Nutzung gedacht.

Dieser Herleitung entgegen steht die Feststellung in [UBA, 2013 S. 15], dass derzeit „Rohstoffe wie Metalle und Mineralien nicht zu den Schutzgütern der Umweltprüfung“ zählen. Ebenfalls in [UBA, 2013 S. 8] wird dargelegt, dass der Schutz der natürlichen Ressourcen (bzw. der Schutz der „natürlichen Lebensgrundlagen“) nach Artikel 20a Grundgesetz zu den Staatszielen Deutschlands zählt, es aber im deutschen Umweltrecht bislang an einer ausdrücklichen Normierung des Ressourcenschutzzieles fehlt. In [UBA, 2015 S. 17] wird darauf hingewiesen, dass der Schutzgutkatalog im Umweltprüfungsrecht um die beiden Begriffe „Fläche“ und „nicht erneuerbare Primärrohstoffe“, wie für Fläche schon in der UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU erfolgt, ergänzt werden sollte.

Bewertungsmöglichkeiten für die Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ sowie der am ifeu entwickelte eigene Vorschlag sind auch in [ifeu, 2015b] beschrieben. Letzterer basiert auf der in [UBA 1999] (vgl. Kapitel 4.3.1) vorgenommenen Betrachtung der dissipativen und destruktiven Rohstoffnutzung. Mit dieser Betrachtungsweise kann aus obiger Kernaussage, dass Rohstoffe und Energie knapp sind, eine umweltbezogene Zielsetzung abgeleitet werden, wonach deren Zerstörung zu vermeiden bzw. zu vermindern wäre. Für ein umfassendes Verständnis der Bewertungsmöglichkeiten auch im Vergleich zu dem entwickelten ifeu-Vorschlag sind diese in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich beschrieben.

¹⁴ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), zuletzt geändert am 31. August 2015 durch Artikel 93 der Zehnten Zuständigkeitsanpassungsverordnung (BGBl. I Nr. 35 vom 07.09.2015 S. 1474

¹⁵ <http://www.enzyklo.de/Begriff/Sachgüter> (abgerufen am 20.12.2015).

4.3 Bewertungsmöglichkeiten für Rohstoffe (Material und Energie)

Die bisherigen Bewertungsmöglichkeiten für Primärrohstoffe und Energie, bzw. einer dafür stehenden Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ in der Ökobilanzmethodik, reichen von der einfachen Berücksichtigung der Rohstoff- und Energieinputs auf Sachbilanzebene bis hin zu komplexen ökonomischen Modellen wie die Berechnung der Rohstoffproduktivität mit Hilfe statistischer Tabellen. In beiden Fällen erfolgt jedoch lediglich eine einfache Aufsummierung der eingesetzten Massen und Energien. Dieser Ansatz greift zu kurz, da hierdurch nur bedingt Aussagen über die Umweltwirkung bzw. das Schadpotenzial der Nutzung getroffen werden können.

Ausgehend von einem (bislang nicht rechtlich eindeutig verankerten) Umweltziel „Schutz von Material- bzw. Energierohstoffen“ kann die Struktur eines möglichen Indikators abgeleitet werden. Dieser muss nach ISO 14044 [ISO, 2006b] die potenziellen Umweltwirkungen abbilden. Ein Schadpotenzial der Nutzung lässt sich, ausgehend von der Zielsetzung, dann feststellen, wenn das zu schützende Gut ganz oder anteilig „verloren“ geht bzw. zerstört wird.

Auf Materialebene muss also ein Indikator den potenziellen Verlust bzw. den Grad der Zerstörung des Materials durch die Nutzung im System darstellen. Ist das Material nach seiner Nutzung zerstört, wie z.B. bei der Verbrennung von Kohle, also der energetischen Nutzung, so ist es unwiederbringlich verloren und es ist die höchste Schädigung anzunehmen. Die destruktive Nutzung ist am weitesten vom Schutzziel „Erhalt von Material- und Energierohstoffen“ entfernt. Dies betrifft die Nutzung aller Energierohstoffe. Materialressourcen wie z.B. Metalle werden dagegen in der Regel durch ihre Nutzung nicht zerstört, sondern in der Technosphäre in unterschiedlichen Konzentrationen verteilt. Damit hängt der potenzielle Verlust dieser Materialien vom Grad der dissipativen Nutzung ab.

Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen die eingangs erwähnten bisher diskutierten Methoden zur Adressierung einer Ökobilanz-Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ bezüglich Primär- und Energierohstoffen. Die Ansätze in Tabelle 1 werden in der Praxis bereits verwendet, während es sich bei denen in Tabelle 2 um Entwicklungen bzw. um in der Diskussion befindliche Vorschläge handelt. Die in den beiden Tabellen aufgeführten Bewertungsmöglichkeiten sind in den nachfolgenden Unterkapiteln genauer beschrieben.

Tabelle 1: In der Ökobilanzpraxis verwendete Ansätze bzw. Empfehlungen zur Adressierung einer Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“

Institution/Methode	Umsetzung
UBA [1995] bzw. [1999]	Adressiert nur fossile Energieträger, Charakterisierungsfaktor „Rohöläquivalente“ nach statischer Reichweite der Energieträger, normiert auf Öl
CML 2002 [Guinée et al., 2002], Update 2010 [Institut of Environmental Sciences Leiden University, 2010], Abiotic resource depletion potential (“ <i>abiotisches Ressourcenerschöpfungspotenzial</i> ”)	Adressiert einzelne Elemente (71 Metalle und die fossilen Energieträger), Charakterisierungsfaktor ist Verhältnis aus Extraktion zu Reservebasis, normiert auf Antimon
JRC [2011], ILCD Handbuch (International Life Cycle Data System; “ <i>Internationales Lebenszyklusdatensystem</i> ”)	Es werden vier Unterkategorien innerhalb der Wirkungskategorie „resource depletion“ („ <i>Ressourcenerschöpfung</i> “) diskutiert; der Schutz von Ressourcen ist über Knappheit (Kategorie 2) begründet; dafür empfohlen wird aktuell die Bewertungsmethode nach CML [2002] (s. o.)

ReCiPe 2008 [Goedekoop et al., 2009], mineral resource depletion (“ <i>mineralisches Ressourcenerschöpfungspotenzial</i> ”)	Adressiert nur Metalle, Charakterisierungsfaktor nach „marginal cost increase“ („ <i>marginale Kostensteigerung</i> “), die durch die Extraktion verursacht wird
ReCiPe 2008 [Goedekoop et al., 2009], fossil resource depletion (“ <i>fossiles Ressourcenerschöpfungspotenzial</i> ”)	Adressiert nur fossile Energieträger, stellt den Energieaufwand „zukünftiger“ oder „neuer“ Gewinnungstechniken fossiler Energietechniken der heutigen Ölgewinnung gegenüber
GPPS 2011 [The Consumer Goods Forum, 2011]	Empfiehlt CML [2002] (s. o.) oder EDIP nach [Wenzel et al., 1997] (Leitfaden zur Ökobilanzierung des Dänischen Umweltministeriums und Umweltbundesamtes)
IMPACT2002+ [Humbert et al., 2005]	Verwendet die Eco-indicator 99-Faktoren [Goedkoop / Spriensma, 2000]

Tabelle 2: Weitere Bewertungsmöglichkeiten zur Adressierung einer Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“

Institution/Methode	Umsetzung
UBA/ifeu – KRA (Kumulierter Rohstoffaufwand)	Sachbilanzebene, gegliedert nach Rohstoffarten (biotisch, mineralisch, metallisch, energetisch)
Wuppertal Institut – MIPS (Materialinput pro Serviceeinheit)	Sachbilanzebene, Aufsummierung aller entlang des Lebensweges benötigten Materialien (Wasser, Luft, biotische und abiotische Rohstoffe) sowie auch der nicht benötigten Materialien (ungenutzte Entnahme)
KEA/KEV Kumulierter Energieaufwand bzw. kumulierter Energieverbrauch	Sachbilanzebene, Aufsummierung der entlang des Lebensweges benötigten Energiemenge; beim KEA inkl. der nicht energetisch eingesetzten Materialien (Heizwert)
Stiftung Initiative Mehrweg (SIM) - „Ressourcenstreckung“	Vergleich des Ressourcenbedarfs eines Referenzsystems mit dem jeweils betrachteten System
[Dewulf et al., 2007] – CEENE (Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment; “ <i>kumulierte Exergieentnahme aus der natürlichen Umwelt</i> ”)	Sachbilanzebene, Aufsummierung der entlang des Lebensweges benötigten Exergiemenge

4.3.1 UBA 1999

Methode

Die Beanspruchung von Ressourcen wird in UBA [1999] in zwei Kategorien eingeteilt:

Die **destruktive Nutzung** und **nicht destruktive, dissipative Nutzung**.

Bei der **destruktiven Nutzung** handelt es sich um eine Nutzung, bei der die „nutzbaren Eigenschaften des Rohstoffs verloren gehen“, z.B. bei der Verbrennung von Öl zur Energieerzeugung.

Bei der **nicht destruktiven, dissipativen Nutzung** handelt es sich um eine Nutzung, bei der die Rohstoffe „nicht zerstört, aber umgewandelt und aufgelöst oder weit zerstreut“ werden.

Für die letzte Kategorie verweist UBA [1999] auf Müller-Wenk [1998], dessen Konzept die „Knappheit“ von Rohstoffen anhand des „virtuellen umweltrelevanten Eingriffs“ (virtual environmental intervention) misst. Dieses Konzept verfolgt die Theorie, dass die jetzige Extraktion von Metallrohstoffen dazu führt, dass der Aufwand zur zukünftigen Extraktion wegen sinkender Metallgehalte in den Lagerstätten steigt. Es wird jedoch auch bemerkt, dass die Berechnungen nach Müller-Wenk den Schluss zulassen, dass die Ergebnisse dieser Bewertung „keinen großen Anteil am Gesamtergebnis der Ökobilanz haben“ [UBA, 1999]. Dies wird als Begründung angeführt, die Bewertung von „dissipativ genutzten Ressourcen bis zum Vorliegen einer anwendbaren Methode bei der Bewertung zu vernachlässigen“.

Für die Bewertung der **destruktiven Nutzung** von Rohstoffen empfiehlt UBA [1999] die Bewertung nach „**Rohöläquivalenten (ROE)**“, die sich nach der statischen Reichweite des jeweiligen fossilen Energieträgers und dessen Energieinhalt berechnet, und dann auf Rohöl normiert wird. Tabelle 3 stellt die Charakterisierungsfaktoren dar.

Tabelle 3: Rohöläquivalenzfaktoren

INPUT	Statische Reichweite	Energieinhalt fossil	Rohöl-Äquivalenzfaktor (ROE _i)
Rohstoffe in d. Lagerstätte (RiL)	[a]	in kJ/kg	in kg ROE/kg
Braunkohle	200	8.303	0,0409
Erdgas	60	37.781	0,6205
Rohöl	42	42.622	1
Steinkohle	160	29.809	0,1836

Quelle: [UBA, 1995]; der darin ausgewiesene Heizwert für Erdgas von 31.736 kJ/m³ wurde hier zwecks einheitlicher Darstellung umgerechnet auf Masse (Dichte = 0,84 kg/m³); generell anzumerken ist, dass der Originalwert in [UBA, 1995] sehr niedrig ist; üblicherweise liegen Heizwerte für Erdgas zwischen 35.000 und 40.000 kJ/m³ (s. z.B. Ecoinvent 2003, Teil V [Faist Emmenegger et al., 2003]).

Ziel

Der Indikator „Rohöläquivalente“ zielt auf die Verringerung des Einsatzes von Energieträgern mit geringer statischer Reichweite ab.

Datenaspekte

Die für die Berechnung des Indikators erforderlichen Daten (Statische Reichweite und Energieinhalt) sind verfügbar.

Der Indikator „Rohöläquivalente“ birgt methodische Probleme, die hier kurz thematisiert werden sollen: Zum einen ist der Bezug auf die statische Reichweite ein diskutables Vorgehen. Die statische Reichweite bildet immer nur eine Momentaufnahme ab, denn es werden immer neue Lagerstätten oder Extraktionsmethoden gefunden, die die Reserve des Rohstoffes wieder erhöht. Somit ist die Aussagekraft dieses Wertes per se eingeschränkt. Ebenfalls ist der Bezug auf Rohöl als diskutabel anzusehen, denn eine Verlagerung der Produktion in eine kohlebasierte Volkswirtschaft würde ein Produkt hier mit weniger Rohöläquivalenten belasten.

4.3.2 CML (2002) und Update 2010

Die von CML, dem Institute of Environmental Sciences der Universität Leiden, Niederlande veröffentlichte Methode geht auf das Jahr 1992 zurück und wird regelmäßig aktualisiert. In der Ökobilanzpraxis wird der in den nachfolgenden beiden Kapiteln beschriebene Stand in Bezug auf das „abiotic resource depletion potential (ADP) („Aufzehrung abiotischer Ressourcen“) verwendet.

4.3.2.1 CML (2002) „Abiotic resource depletion potential“

Methode

Das Modell berücksichtigt die Knappheit von Materialien als Funktion der „natürlichen Reserve“ der Ressource in Verbindung mit der Extraktionsrate [Guinée et al., 2002]. Es bezieht sich ausschließlich auf abiotische Rohstoffe (Tabelle 26 im Anhang). Die „natürliche Reserve“ der Rohstoffe basiert auf den „ultimativen Reserven“ („ultimate reserves“), das heißt auf Konzentrationen der Elemente und von fossilem Kohlenstoff in der Erdkruste.

Das Abiotic Depletion Potential (ADP) wird durch Summenbildung aus dem Produkt der Masse einzelner Rohstoffe (m_i) und ihrem ADP (ADP_i) folgendermaßen berechnet:

$$\text{Abiotic depletion} = \sum_i ADP_i * m_i$$

und

$$ADP_i = \frac{DR_i / (R_i)^2}{DR_{ref} / (R_{ref})^2}$$

Mit: m_i : Extraktionsmenge der Ressource i [kg]

ADP_i : „abiotic depletion potential“ der Ressource i [-]

R_i : Ultimative Reserve der Ressource i [kg]

DR_i : Extraktionsrate der Ressource i [kg*yr⁻¹]

R_{Ref} : Ultimative Reserve der Referenzressource Antimon [kg]

DR_{Ref} : Extraktionsrate der Referenzressource Antimon [kg*yr⁻¹]

Die Quotienten aus Extraktion und ultimativer Reserve einer Ressource werden zum entsprechenden Quotienten der Referenz Antimon ins Verhältnis gesetzt, um das ADP als Antimon-Äquivalente (Sb-eq) ausdrücken zu können. Auf diese Weise wurden die in Tabelle 26 (im Anhang) aufgeführten Charakterisierungsfaktoren für Materialien ermittelt.

Die gezeigten Faktoren beziehen sich auf ein einzelnes Jahr (vermutlich 2000). Ebenfalls veröffentlicht sind die verwendeten Werte für die ultimativen Reserven sowie Deakkumulationsraten (deaccumulation), um die Berechnung alternativer Reserven- und Deakkumulationsraten-basierter ADPs zu

ermöglichen. Für Daten zu ökonomischen Reserven wird auf die Webseite der U.S. Geological Survey (USGS) verwiesen¹⁶.

In den auf dem Markt befindlichen Ökobilanzierungs-Programmen sind die ADP-Werte jedoch als unveränderliche Werte enthalten und können nur über Softwareupdates aktualisiert werden.

Datenaspekte

Die entlang des Lebensweges von Produkten entnommenen und verwerteten Rohstoffmengen lassen sich mittlerweile gut durch die vorhandenen Datenbanken zu Lebenszyklusdaten abbilden.

Ziel

Der Indikator „Abiotic resource depletion potential“ ADP zielt auf die Verringerung des Einsatzes „knapper“ Ressourcen ab.

4.3.2.2 CML update (2010) ADP fossil fuels¹⁷

Ein Update der Charakterisierungsfaktoren im Jahr 2010 brachte die methodische Änderung mit sich, dass nun zwischen ADP_{elements} und ADP_{fossil} unterschieden wurde. In der Veröffentlichung von CML 2002 [Guinée et al., 2002] werden fossile Energieträger als untereinander austauschbar angesehen. Folglich werden in der Version 2002 die Reserven wie auch die jährliche Entnahme fossiler Ressourcen als Gesamtmenge berechnet. Die Aufteilung in die verschiedenen Energieträger erfolgt über den Heizwert (H_i). Im Update 2010 [Institut of Environmental Sciences Leiden University, 2010] wurde der Idee gefolgt, nicht nur fossile Energie in MJ zu charakterisieren, sondern direkt die einzelnen Energieträger in der für sie jeweils gebräuchlichen Maßeinheit: Gas in m^3 , Öl in kg, etc.; verwendet wird hierfür der Heizwert des jeweiligen fossilen Energieträgers.

Durch dieses Verfahren wird die „Charakterisierung“ der fossilen Energieträger unter dem „abiotic resource depletion potential“ aufgegeben und ein reiner Sachbilanzindikator für fossile Energieträger entsteht. Dieser entspricht dem in Kapitel 4.3.9 vorgestellten Kumulierten Energieaufwand (KEA) der fossilen Energieträger.

4.3.3 JRC (2011), ILCD Handbuch

In dem vom Joint Research Centre (JRC) 2011 herausgegebenen ILCD Handbuch [JRC, 2011] werden vier Methodenkategorien innerhalb der Wirkungskategorie „resource depletion“ unterschieden denen bestehende Charakterisierungsmethoden zugeordnet sind:

- ▶ Kategorie 1: Methoden nach Eigenschaft der Ressource (z.B. Exergie)
- ▶ Kategorie 2: Methoden nach Knappheit der Ressource (z.B. CML [2002])
- ▶ Kategorie 3: Methoden für Wasser (z.B. Swiss Ecoscarcity water)
- ▶ Kategorie 4: Endpoint-Methoden (z.B. ReCiPe)

Für jede dieser Kategorien wird eine Empfehlung für eine Methode abgegeben.

Für die Kategorie 1 wird das Exergiemodell CEENE nach [Dewulf et al., 2007] (vgl. Kapitel 4.3.11) als am weitesten entwickelte Methode angesehen. Allerdings wird keine Methode aus dieser Kategorie empfohlen, da die Beschränkung auf die Eigenschaft der Ressource dazu führt, dass keine der Methoden genügend Umweltrelevanz hat, um empfohlen zu werden. Die zu empfehlende Methode muss ein

¹⁶ <http://minerals.usgs.gov/minerals/> (abgerufen am 20.12.2015).

¹⁷ <http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/databases/cmlia/cmlia.zip> (abgerufen am 20.12.2015).

Element enthalten, das die „Knappheit“ von Ressourcen reflektiert, da Knappheit die Begründung für den im ILCD Handbuch beschriebenen Schutzbereich „Natürliche Ressourcen“ darstellt¹⁸.

Die Methoden der Kategorie 2 erfüllen diese Anforderung, sie beruhen auf der Knappheit von Ressourcen. Empfohlen wird die Methode nach CML (2002, s. Kapitel 4.3.2), da sie die Knappheit durch Extraktion und Reserven einer Ressource adressiert und die meisten der als für die EU kritisch identifizierten Materialien abdeckt¹⁹. Für den EDIP (1997, update 2003)²⁰ wird in der Diskussion dargelegt, dass das Charakterisierungsmodell letztlich nur auf den ökonomisch ausbeutbaren Reserven beruht. Zur Berechnung wird die Extraktionsrate durch die globale Produktion 2004 dividiert und auf die Menge ökonomisch ausbeutbarer Reserven gewichtet, was effektiv bedeutet, dass die globale jährliche Produktion herausfällt. Der Charakterisierungsfaktor ist in „person-reserve“ angegeben, als Menge der Ressource, die einem Durchschnittsweltbürger zur Verfügung steht.

Die Methoden der Kategorie 3 betreffen die Ressource Wasser.

Die Methoden der Kategorie 4 zielen darauf ab, die gesamten Umweltwirkungsmechanismen abzudecken. Es handelt sich entweder um endpoint-Indikatoren in denen die verschiedenen Wirkungskategorien in einen Einzahlindikator zusammengefasst werden (z.B. Ecoindicator-99) oder um Indikatoren, die auf Basis von Szenario-Vergleichen gewonnen werden wie bei ReCiPe 2008 (vgl. Kapitel 4.3.4). Allen diesen Methoden ist gemeinsam, dass die Ergebnisse durch die erforderlichen Modellannahmen mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind. JRC empfiehlt keine Methode aus dieser Kategorie, da alle auf endpoint-Ebene evaluierten Methoden zu unausgereift sind, um empfohlen zu werden. Die ReCiPe-Methode wird als am ehesten geeignet angesehen, um als Interim-Lösung dienen zu können.

Für erneuerbaren Ressourcen wird von JRC keine Charakterisierungsmethode empfohlen.

4.3.4 ReCiPe

4.3.4.1 ReCiPe „Mineral resource depletion“

Methode

Durch die Methode der „mineral resource depletion“ nach ReCiPe 2008 [Goedekoop et al., 2009] kann das sogenannte Ressourcenerschöpfungspotenzial von mineralischen Stoffen abgeschätzt werden. Hintergrund für diese Potenziale ist die Theorie, dass der Metallgehalt der Lagerstätten mit zunehmender Extraktion dieser Metalle sinkt²¹. Auf Basis von Lagerstätten- und Preisinformationen des U.S. Geological Survey (USGS) wird der monetäre Effekt einer Extraktion eines Metalls auf die Lagerstätte berechnet. Diese Information wird für alle in der USGS-Datenbank²² verfügbaren Lagerstätten gesammelt und aggregiert, um den Effekt auf die „Gesamt-Extraktion“ des zu betrachtenden Metalls zu berechnen. Hieraus errechnen sich die Charakterisierungsfaktoren dann nach folgender Formel:

$$CF_{c,kg} = - \frac{\overline{M}_c}{(C_c)^2} * V_c^2 * P_{c,kg}$$

¹⁸ „As resources dwindle, the economic system upon which human welfare depends may be damaged. Resource scarcity is therefore the rationale for this AoP” [JRC, 2010 S. 24].

¹⁹ Verwiesen wird auf die Ad-hoc Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission 2010.

²⁰ EDIP ist eine Entwicklung des Dänischen Umweltministeriums und Umweltbundesamtes mit Stakeholdern, die konkretisierende Anleitung und Empfehlungen zur Ökobilanzierung an die Hand geben will. Der aktualisierte Leitfaden wurde 2005 veröffentlicht [Danish Ministry of the Environment / Environmental Protection Agency, 2005]

²¹ Diese Theorie ist umstritten, da unter Umständen aus ökonomischen Gründen Lagerstätten mit geringen Erzgehalten vorrangig abgebaut werden (z.B. Tagebau).

²² <http://tin.er.usgs.gov/mrds/> (abgerufen am 20.12.2015).

Mit: $CF_{c,kg}$: Charakterisierungsfaktor für Material c [1/\$*yr]

\overline{M}_c : Mittlerer marginaler Kostensteigerungsfaktor der Lagerstätten des Materials c [kg]

\overline{c}_c : Mittlere Lagerstättenkonstante des Materials c [\$]

V_c : Wert des Materials c [\$]

$P_{c,kg}$: Produzierte Menge des Materials c [kg]

Der Ausdruck: $-\frac{\overline{M}_c}{(\overline{c}_c)^2}$ repräsentiert die marginale Kostensteigerung der Extraktion des Materials c. Er besitzt ursprünglich im Laufe der Formelherleitung noch eine Konstante mit der Einheit [\$/kg]. Diese Konstante ist bei der Bildung der sog. „Midpoint-Faktoren“ entfernt worden. Mit dieser Konstante ist die Einheitenberechnung konsistent.

Die Referenzierung der einzelnen Faktoren erfolgt auf den Faktor von Eisen, um sämtliche Faktoren in Eisen-Äquivalenten ausdrücken zu können. Auf diese Art wurden Charakterisierungsfaktoren für die in Tabelle 27 (im Anhang) dargestellten Metalle berechnet. Diese werden dann mit der Menge der entlang des Lebenswegs benötigten Materialien multipliziert und letztlich aufsummiert.

Ziel

Der Indikator „Mineral resource depletion“ zielt auf die Verringerung des Verbrauchs „knapper“ Ressourcen ab.

4.3.4.2 ReCiPe „Fossil resource depletion“

Methode

Die Methode der „fossil resource depletion“ basiert auf der voraussichtlichen Änderung des Versorgungsmixes zwischen konventionellen und unkonventionellen Ölgewinnungsmethoden. Hierbei wird der Energieaufwand der unkonventionellen Ölgewinnung dem Energieaufwand heutiger Ölgewinnungstechniken gegenübergestellt (ReCiPe 2008, [Goedekoop et al., 2009]). ReCiPe trifft diese Wahl mit der Begründung, dass in den meisten Zukunftsszenarien die unkonventionelle Ölgewinnung global eine große Bedeutung gewinnt. Als Berechnungsgrundlage für die Charakterisierungsfaktoren werden Informationen der International Energy Agency (IEA) zum Energieaufwand der Gewinnung von Energieträgern herangezogen. Die Charakterisierungsfaktoren berechnen sich nach folgender Formel:

$$CF_i = \frac{CED_i}{CED_{ref}}$$

CF_i : Charakterisierungsfaktor des Energieträgers (in kg oil-equivalents/unit of resource)

CED_i : kumulierter Energieaufwand des Energieträgers i (in MJ/unit of resource)

CED_{ref} : kumulierter Energieaufwand der konventionellen Ölgewinnung (in MJ/kg oil)

Der Charakterisierungsfaktor ist dimensionslos: Durch den Bezug auf „eine Einheit Ressource“ (ein Kilogramm/ein Megajoule/ein Kubikmeter) des zu bewertenden Energieträgers wird diesem ein Äquivalent zu konventionellem Rohöl zugeordnet (siehe auch Fußnote in Tabelle 28 im Anhang).

Ziel

Der Indikator „fossil resource depletion“ zielt auf die Bewahrung der Abbaubedingungen fossiler Rohstoffe ab.

4.3.5 GPPS (2011) – Global Protocol on Packaging Sustainability 2.0

Das Consumer Goods Forum [2011] empfiehlt zur Beschreibung der „non-renewable resource depletion“ entweder (CML 2002, [Guinée et al., 2002]) oder EDIP (1997, update 2003) [Danish Ministry of the Environment / Environmental Protection Agency, 2005]. Ein Unterschied zwischen den beiden Methoden besteht darin, dass CML 2002 sich in seiner „Baseline method“ auf die „ultimate reserves“ bezieht (s. Kapitel 4.3.2) und EDIP den Fokus auf die derzeit ökonomisch gewinnbaren Reserven legt. Als weiterer Unterschied adressiert CML 2002 die Knappheit, EDIP jedoch nur die Reserven (s. Kapitel 4.3.3).

4.3.6 IMPACT2002+

In IMPACT2002+ [Humbert et al., 2005] wird wie in ReCiPe 2008 und CML 2010 zwischen nicht erneuerbaren Energiere Ressourcen und mineralischen Rohstoffen unterschieden. Ebenso wie die genannten Methoden verwendet auch IMPACT2002+ den Energieinhalt der Energierohstoffe für die Charakterisierung der nicht erneuerbaren Energierohstoffe. So wird der Charakterisierungsfaktor auf Mid-point-Ebene in MJ fossiler Energie pro Einheit extrahierten Rohstoffs dargestellt. Diese Einheit kann je nach Rohstoff kg oder m³ sein.

Für die Charakterisierung der mineralischen Rohstoffe verwendet IMPACT2002+ direkt die Faktoren aus Eco-indicator99 [Goedkoop / Spriensma, 2000]. Dort werden die Charakterisierungsfaktoren (CF) in „MJ surplus energy/kg extracted“ (*MJ Überschussenergie/kg gefördert*) dargestellt. Die Bildung der CF basiert auf der Idee, dass durch die derzeitige Entnahme von mineralischen Rohstoffen in der Zukunft z.B. aufgrund sinkender Metallgehalte mehr Energie für die Entnahme und Aufbereitung derselben Rohstoffe aufgewendet werden muss. Dieses Konzept findet sich auch in ReCiPe 2008 (s. a. Kapitel 4.3.4), wo diese Effekte allerdings nicht energetisch sondern monetär bewertet wurden.

4.3.7 Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)

Methode

Der „Kumulierte Rohstoffaufwand (KRA)“ summiert die entlang des Lebensweges eines Produktes benötigten Rohstoffe auf. Es werden abiotische und biotische Rohstoffe betrachtet. Der Indikator verwendet durch seine Summenbildung keine Charakterisierungsfaktoren und basiert auf einer Lebenszyklusanalyse [ifeu, 2012].

Ziel

Der Indikator „Kumulierter Rohstoffaufwand“ soll die Reduktion der für ein Produkt benötigten Rohstoffe messbar machen.

Datenaspekte

Die entlang des Lebensweges von Produkten entnommenen und verwerteten Rohstoffmengen lassen sich mittlerweile gut durch die vorhandenen Datenbanken zu Lebenszyklusdaten abbilden. Für Metalle spielt jedoch deren Gehalt in Erzen eine wesentliche Rolle. Dieser kann je nach Lagerstätte signifikant variieren. Ein „weltweiter Mittelwert“ zum Metallgehalt in Erzen ist in den einschlägigen Datenbanken nicht zu finden. Die präsentierten Werte basieren meist auf Einzeluntersuchungen von Minen, die nicht zwingend repräsentativ sind. Die Bandbreiten sind zudem je nach Metall unterschiedlich weit. Bei abgebautem Eisenerz variiert der Eisengehalt von 30-50 % je nach Mine und Abbauregion. Die Festlegung eines Mittelwertes ist damit bei Eisen weniger relevant als z.B. bei Kupfer, dessen Gehalte im Erz je nach Mine durchaus zwischen 0,1 - 5 % variieren können. Erze mit geringerem Kupfergehalt werden abgebaut, da die Gewinnung und Aufbereitung durch das Vorhandensein anderer werthaltiger Metalle wie z.B. Molybdän oder Silber querfinanziert werden kann. Bei dieser Vergesellschaftung von Metallen im Erz ist der Bergbau als Multi-Output-Prozess anzusehen. Für die

Aufteilung von Aufwendungen, Emissionen und Materialentnahmen auf die Metalle wurde in [ifeu, 2012] folgender Ansatz gewählt:

Die Entnahme von Erzen mit vergesellschafteten Metallen folgt ökonomischen Zielen. Entsprechend werden Aufwendungen und Emissionen nach ökonomischer Allokation auf die Metalle aufgeteilt. Verwendet wird das langjährige Mittel der durchschnittlichen Jahrespreise der einzelnen Metalle. Dadurch werden einerseits die Effekte kurzfristiger Marktpreisschwankungen reduziert und andererseits dem Planungshorizont von Minen, der sich von der Erschließung bis zum Ausbeutungsende üblicherweise über Jahrzehnte erstreckt, Rechnung getragen.

Die Datenbasis zum KRA in Datenbanken zu nicht-metallischen Rohstoffen wird als zufriedenstellend angesehen.

4.3.8 Materialinput pro Serviceeinheit (MIPS)

Methode

Der „Materialinput pro Serviceeinheit (MIPS)“ nach [Ritthoff et al., 2002] summiert die entlang des Lebensweges eines Produktes benötigten oder bewegten Materialien auf. Hierzu zählt neben dem abiotischen Material, bestehend aus abiotischen Rohstoffen und der bei deren Gewinnung anfallenden ungenutzten Entnahme auch biotisches Material, Wasser, Luft und die Bodenbewegung in der Land- und Forstwirtschaft.

Ungenutzte Entnahmen werden in ProgRes [2012] beschrieben als „beim Abbau entnommene Mengen, die nicht direkt Eingang in den Produktionsprozess finden wie Abraum, Bergematerial, Bodenaushub“²³.

In [Ritthoff et al., 2002] findet sich im Glossar eine Erläuterung zum Begriff Material-Input: „... umfasst alle stofflichen Inputs, die zur Herstellung eines Gutes oder der Erbringung einer Dienstleistung notwendig sind. Einheit: [kg oder t]“.

Der Indikator verwendet durch seine Summenbildung keine Charakterisierungsfaktoren und basiert auf einer Lebenszyklusanalyse. Ergebnis der Summation je Produkt ist die Materialintensität (in kg/kg).

Datenaspekte

Die entlang des Lebensweges von Produkten in den Produktionsprozess eingehenden Materialmengen werden nach dem MIPS-Konzept in fünf Kategorien aufgeteilt (vgl. Tabelle 4).

Werte zu Materialintensitäten (MIT) von Materialien, Energieträgern, Transportleistungen und Lebensmitteln getrennt nach den fünf Inputkategorien stehen im Internet zur Verfügung. Über www.mips-online.info gelangt man zum Downloadbereich für die MIT-Wertetabelle. Die Datenquellen für die Berechnungen der Faktoren werden nicht genannt.

²³ Der Begriff der „ungenutzten Entnahme“ wird je nach Kontext und Institution unterschiedlich definiert. Eine umfassende Zusammenstellung von existierenden Definitionen finden sich in einem aktuellen UBA Arbeitspapier „Bergbauliche Reststoffe“ [Priester / Dolega, 2015].

Tabelle 4: Materialkategorien des MIPS Konzeptes

Materialkategorien:	Darin enthalten sind:
Abiotische Rohmaterialien	mineralische Rohstoffe (verwertete Rohförderung, z.B. Erze, Sand, Kies, Schiefer, Granit); fossile Energieträger (u.a. Kohle, Erdöl, Erdgas); nicht verwertete Rohförderung (Abraum, Gangart etc.); bewegte Erde (z.B. Aushub von Erde oder Sediment)
Biotische Rohmaterialien	Pflanzliche Biomasse aus Bewirtschaftung; Biomasse aus nicht bewirtschafteten Bereichen (Pflanzen, Tiere etc.)
Bodenbewegungen der Land- und Forstwirtschaft	mechanische Bodenbearbeitung oder Erosion
Wasser (unterschieden nach Prozess- und Kühlwasser)	Oberflächen-; Grund-; Tiefengrundwasser
Luft	Verbrennung; Chemische Umwandlung; physikalische Veränderung (Aggregatzustand)

Ziel

Der Indikator „Materialinput pro Serviceeinheit“ soll die Reduktion der für ein Produkt benötigten Materialien messbar machen.

Dabei soll er als reiner Inputindikator quantitativ die Umweltbelastungspotenziale eines Produktes oder einer Dienstleistung repräsentieren, entsprechend der Auffassung, dass jeder Input in einen Prozess auch zu einem Output wird. Diese Outputs aus einem Prozess sind nach den Konzeptentwicklern nicht immer erwünscht, und deren potenzielle Umweltwirkung oft noch nicht erforscht. Somit sehen die Konzeptentwickler des MIPS diesen als alleinstehenden Indikator für Umweltwirkungen an.

4.3.9 Kumulierter Energieaufwand (KEA) / Kumulierter Energieverbrauch (KEV)

Methode

Der kumulierte Energieaufwand (KEA) bzw. -verbrauch (KEV) summiert auf Sachbilanzebene die entlang des Lebensweges eingesetzte Energie auf VDI Richtlinie 4600 [VDI, 2012] Der Unterschied zwischen KEA und KEV besteht in der Berücksichtigung des Energieinhaltes der in der Sachbilanz erfassten Rohstoffe und -materialien. Zur Berechnung des KEV wird der primärenergetisch bewertete Energieinhalt (Heizwert H_i) der nichtenergetisch eingesetzten Materialien abgezogen. Somit wird durch die primärenergetische Bewertung des KEA sichergestellt, dass sämtliche Energie, auch die im Produkt enthaltene, bilanziert wird. Der KEV hingegen spiegelt die Energiemenge wieder, die tatsächlich für die Bereitstellung der funktionellen Einheit energetisch genutzt wird.

Datenaspekte

Die Berechnung des KEA ist mit Hilfe einschlägiger Datenbanken zur Lebenszyklusanalyse implementiert, die benötigten Daten sind gut verfügbar. In erster Näherung ist bei Kenntnis des Heizwertes des Produktes auch der KEV daraus ableitbar.

Ziel

Die Methode zielt auf die Verringerung der für die funktionelle Einheit benötigten Energiemenge ab.

4.3.10 “Ressourcenstreckung”

Methode

Der Indikator „Ressourcenstreckung“ wurde für den Vergleich von Mehrweg- und Einwegsystemen von der Stiftung Initiative Mehrweg (SIM) entwickelt [SIM, 2012]. Zu dessen Bestimmung wird zunächst ein „Null-Szenario“ definiert, für welches der Ressourcenbedarf bestimmt wird. „Ressourcen“ werden hier als „primäre natürliche Material- und Energieressourcen“ definiert. Das „Null-Szenario“ betrachtet ein Produktsystem ohne Mehrweg und ohne Verwertung. Daraufhin wird der „Ressourcenbedarf“ für das zu betrachtende Szenario mit Mehrweg und Verwertung ermittelt. Diese beiden Bedarfe werden dann miteinander ins Verhältnis gesetzt. Aus diesem Verhältnis ergibt sich dann der Grad der „Ressourcenstreckung“.

Datenaspekte

Zur Ermittlung des Ressourcenbedarfs wird angegeben, dass dieser „auch mit Hilfe von Indikatoren wie dem kumulierten Rohstoffbedarf (KRA) oder MIPS ausgewiesen werden“ kann. Weitere Hinweise zu Daten werden im „Anhang S“ der Studie gegeben. Es werden Elementarflüsse für jedes im betrachteten System befindliche Prozess-Modul für beide betrachteten Szenarien benötigt, welche aus existierenden Ökobilanzen stammen, und für das „Null-Szenario“ im Hinblick auf Verwertungsquote und Mehrweganteil modifiziert werden.

Ziel

Der Indikator zielt darauf ab, die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Förderung von Mehrwegsystemen in Bezug auf die jeweils mögliche Ressourcen-Einsparung zu ermitteln.

Der Indikator „Ressourcenstreckung“ nimmt im Kontext der Indikatorendiskussion eine Sonderstellung ein, da er nach Sicht der Auftragnehmer keinen Indikator zur Abbildung einer bestimmten Wirkungskategorie darstellt. Vielmehr wird hier eine Interpretationsmöglichkeit für verschiedene Wirkungskategorien in Form einer Verhältniszahl aus dem Vergleich zweier Systeme vorgeschlagen. Dies spiegelt sich in der im Diskussionspapier dargestellten Aussage wider, dass der dort beschriebene Ansatz auch auf andere, „klassische Wirkungskategorien wie CO₂-Äquivalente“ anwendbar ist. Die gewählte Darstellungsweise, einen IST-Zustand einem „Null-Szenario“ gegenüberzustellen, steigert auch in großem Maße die Bedeutung des „Null-Szenario“. Nach Ansicht der Konzeptersteller (SIM) ist der Indikator „Ressourcenstreckung“ universell einsetzbar, wirft allerdings die Frage der genauen Auswahl des „Null-Szenarios“ auf.

4.3.11 Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment – CEENE

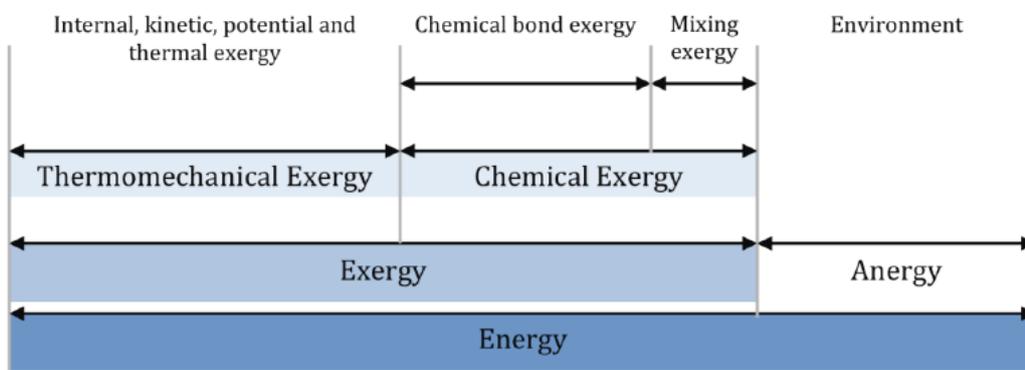
Methode

Die kumulative Exergieextraktion aus der Umwelt („Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment“ – CEENE) nach Dewulf et al. [2007] summiert die „Exergieentnahme“ aus der Natur entlang des Lebensweges auf. Es findet hierbei keine Charakterisierung statt, der Indikator bleibt auf Sachbilanzebene. Die Methode steht als Weiterentwicklung des CExD, des kumulierten Exergieaufwandes, zur Verfügung. Der Unterschied liegt hier in der exergetischen Berücksichtigung der Flächennutzung, die in CEENE enthalten ist. Bei der Berücksichtigung der entnommenen Exergiemenge wird zwischen erneuerbarer und nicht erneuerbarer Exergie unterschieden. Die Datenbasis für die Zuordnung von Exergiewerten auf Sachbilanzebene sind umfangreiche Exergietabellen, welche bereits einen Großteil der Rohstoffe enthalten.

Nach Beurteilung im ILCD Handbuch (s. Kapitel 4.3.3) ist das Modell sehr vollständig und gut dokumentiert. Allerdings gibt es unterschiedliche Ansichten, inwiefern Exergie ein relevanter Indikator ist.

Für Stoffe entspricht die Exergie grundsätzlich der chemischen Exergie (Abbildung 2). Für Metalle wird im CEENE-Konzept die Mischungsexergie (= Exergieverlust) vernachlässigt, da sie schwer zu bestimmen ist und nur einen geringen Anteil ausmacht²⁴. Damit entspricht die angegebene Exergie („X-Faktor“ in MJex/unit resource) für Metallerze bzw. Konzentrate der chemischen Bindungsexergie (gilt auch für mineralische Rohstoffe). Gegenüber fossilen Brennstoffen (Exergie abgeleitet über den Brennwert) liegt diese eher niedrig. Die angegebenen Werte variieren z.B. von 0,47 MJex/kg für „Aluminium, 24 % in bauxite, 11 % in crude or, in ground“²⁵ bis 25,1 MJex/kg für Nickel-Kupfererze, die mit Platin, Palladium und Rhodium vergesellschaftet sind. Der niedrige Wert für Aluminium wird in Dewulf et al. [2007] damit erklärt, dass Aluminium ein reichlich vorkommendes Erz in der Erdkruste ist und die Erzminerale eine stabile chemische Bindung haben²⁶. Demgegenüber hat Steinkohle eine Exergie von 19,7 MJex/kg und die Exergie von Uran beträgt 46.900 MJex/kg.

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Einteilung der Energieformen



Quelle: http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/Files/i4340/eninnov2014/files/pr/PR_Lindner_Bachhiesl.pdf (abgerufen am 20.12.2015).

Generell ist aus den X-Faktoren zu schließen, dass hier die Exergie gemäß thermodynamischer Definition als „nutzbare Arbeit“ ausgedrückt wird. So erklären sich auch die Werte für „Renewable Resources“ („Erneuerbare Energien“) wie folgt: Der X-Faktor für Geothermie beträgt Null, da im CEENE-Konzept von oberflächennaher Geothermie ausgegangen wird, mit einem Temperaturniveau, das als Umgebungstemperatur angesehen wird. Für Holz und Anbaubiomasse würde der X-Faktor eigentlich über den Brennwert ermittelt werden. Mit Aufnahme der Flächenbewertung über die ankommende Solarstrahlung²⁷ (s.o.) wurden die Werte jedoch zu Null gesetzt, um eine Doppelzählung zu vermeiden. Für Windenergie (kinetische Exergie) beträgt der X-Faktor 4 MJex/MJ und für Wasserkraft (potenzielle Exergie) 1,253 MJex/MJ. Auch Wasser als Ressource ist exergetisch bewertet, Süßwasser mit einem X-Faktor von 50 MJex/m³ und Salzwasser mit 0 MJex/m³²⁸.

Der Charakterisierungsfaktor CEENE wird durch ungewichtetes Aufsummieren der Exergiewerte gebildet. Im ILCD Handbuch [JRC, 2011] wird angemerkt, dass es keine Erklärung der Konzeptersteller gibt, wie die Exergieentnahme durch Fläche gegenüber der von Materialien einzuordnen ist.

²⁴ Weiterführende Information: „Supporting information S6, S17“ zu Dewulf et al. [2007]

²⁵ „Aluminium, 24 % in Bauxit, 11 % in Roherz, im Boden“; X-Faktoren für andere Aluminiumgehalte sind nicht benannt.

²⁶ „... because aluminium is an abundant element in the earth’s crust and the ore minerals have a stable chemical composition“ (Supporting information S14 zu Dewulf et al. [2007])

²⁷ Diese wird mit einem für Westeuropa berechneten X-Faktor von 68,14 MJex/m²a und für die Transformation mit 0 MJex/m² belegt.

²⁸ Eine Erläuterung hierfür findet sich in [Dewulf et al. 2007] nicht, es wird auf [Szargut et al. 1988] verwiesen.

Allgemein ist der Begriff „Exergieentnahme“ schwierig einzuordnen. Die Zahlen drücken keine Verluste aus, sondern die „Exergie“ im originären definitorischen Sinne von nutzbarer Arbeit. Damit wird im eigentlichen Sinne kein Schadpotenzial adressiert. Umgekehrt ist bei einem Zielverständnis „Verringerung der Exergieentnahme“ nach Aussage der X-Faktoren die Entnahme der meisten Mineralien und auch einiger Metallerze eher unkritisch, sehr kritisch aber die Entnahme von Uran. Vor diesem Hintergrund ist es nicht offensichtlich, inwieweit der Indikator Exergie für die Ökobilanz nützlich sein kann.

Datenaspekte

Daten zur Bestimmung der Exergiemenge entlang des Lebensweges von Produkten sind gut verfügbar und teilweise bereits in vorhandenen Datenbanken zu Lebenszyklusanalysen implementiert.

Ziel

Die Methode zielt auf die Verringerung der aus der Natur entnommenen Exergiemenge ab.

4.3.12 ifeu-Vorschlag einer Wirkungsabschätzungsmethode

Im Verlaufe der Studie wurde am ifeu ein eigener Vorschlag zur Bewertung der Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ entwickelt, der auch in andere Projekte Eingang fand, wie in das UBA Vorhaben „Prüfung und Aktualisierung der Ökobilanzen für Getränkeverpackungen“ [ifeu, 2015b]. Auch wird der Vorschlag in dem laufenden UBA Projekt „Aktualisierung der UBA-Methodik zur Ökobilanzierung“, welches das ifeu gemeinsam mit weiteren Ökobilanzexperten moderierend begleitet, weiter diskutiert.

Als Prämisse für einen geeigneten Indikator gelten folgende Aspekte:

- ▶ Der Indikator für die Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ soll sich an der Menge der Ressourcen orientieren.
- ▶ Die Knappheit ist relevant im Sinne der Generationengerechtigkeit; die Begründung im ILCD Handbuch ist ökonomisch motiviert (s. Kapitel 4.3.2); eine Charakterisierung sollte jedoch die Umweltrelevanz abbilden.
- ▶ Möglich ist dies im Sinne eines Schutzziels „Erhalt von Primär- und Energierohstoffen“ mit Abbildung der Schadwirkung „Verlustgrad von Materialien bzw. Rohstoffen“.

Keine der in Kapitel 4.3 beschriebenen Methoden bildet diese Empfehlungen ab. Auch ist bis auf CE-ENE (Exergie, Kapitel 4.3.11) keine der Methoden vollständig im Sinne von „alle Material- und Energieressourcen werden umfasst“. Seitens des ifeu Heidelberg wurde ein Charakterisierungsansatz entwickelt mit den folgenden Überlegungen:

- ▶ Die in UBA 1999 (Kapitel 4.3.1) vorgenommene Betrachtung der dissipativen und destruktiven Rohstoffnutzung wird beibehalten und fließt in die Bestimmung eines Charakterisierungsfaktors ein. Die Nutzung, bei dem das Material verloren geht, erhält einen Charakterisierungsfaktor von 1. Für eine Nutzung, bei der das Material nicht zur Gänze verlorengeht, liegt der Charakterisierungsfaktor zwischen 0 und 1. Die Ermittlung dieser Faktoren ist Gegenstand im Rahmen laufender Studien am ifeu.
- ▶ Die Charakterisierung der Beanspruchung von Energieressourcen kann über den Kumulierten Energieaufwand KEA erfolgen und die der Beanspruchung von Materialressourcen mit Hilfe des Kumulierten Rohstoffaufwandes KRA.
- ▶ Zur Vermeidung von Doppelzählungen ist eine komplementäre Vorgehensweise sinnvoll: Wird der KRA ausgewertet, so sollte ergänzend dazu der KEA für Energieressourcen herangezogen werden. Ob ein Verzicht auf den KEA (Energierohstoffe sind nach Masse auch im KRA

enthalten) aus methodischen Überlegungen ratsam wäre, ist zweifelhaft, da sonst die vielleicht noch wichtigere Information zur Einschätzung der Energieeffizienz eines Systems verloren gehen würde.

► **Auswertung des Kumulierten Rohstoffaufwands (KRA)**

- Die als Kumulierter Rohstoffaufwand ausgedrückte Verwendung von Primärrohstoffen beschreibt zunächst die Rohstoffnutzung bzw. in erster Näherung den Verbrauch.
- Die Ausdifferenzierung des Charakterisierungsfaktors für den KRA bei dissipativer Nutzung des Materials wird aktuell untersucht. Geprüft wird am ifeu derzeit, inwiefern der globale Sekundäranteil in Produkten (Kehrwert als Verlustgrad) als Charakterisierungsfaktor geeignet ist.
- Bis zum Vorliegen weiterer Erkenntnisse kann der KRA zunächst durchgängig mit dessen Gesamtmasse bestimmt werden, d.h. konservativ mit dem Faktor 1 charakterisiert werden. Vereinfacht kann damit zunächst auf die Auswertung verzichtet werden und der KRA bis auf weiteres nur auf Sachbilanzebene berücksichtigt werden.
- Die Charakterisierung mit einem Faktor zwischen 0 und 1 mit Hilfe des Sekundäranteils (globale Sekundäranteile für Metalle s. Tabellenanhang, Tabelle 29) ist nicht zu verwechseln mit der Kreislaufführung oder der Verwertung im einzelnen Produktsystem, dem wird selbstverständlich unabhängig davon weiter Rechnung getragen.
- Der „Verlustgrad“ bzw. das „Verlustpotenzial“ („wasting potential“) für Materialressourcen berechnet sich dann nach:

$$WP_{KRA} = KRA_i \times WP_{KRAi}$$

mit: WP_{KRA} : Verlustpotenzial Materialressourcen, in kg-e
 KRA_i : kumulierter Rohstoffaufwand des Materials i, in kg
 WP_i : Verlustgrad des Materials i in der Technosphäre [kg-e/kg Material i] (z.B. 1/Sekundäranteil)

- Für die Ökobilanz sollte der KRA auf Sachbilanz- und Wirkungsabschätzungsebene in der Ausdifferenzierung KRA_{gesamt} , $KRA_{mineralisch}$, $KRA_{metallisch}$, KRA_{fossil} und $KRA_{biotisch}$ angegeben werden. Dies erlaubt eine qualitative Einordnung der Bedeutung der Inanspruchnahme.
- **Ergänzende Auswertung des Kumulierten Energieaufwands (KEA):**
 - Die als Kumulierten Energieaufwand ausgedrückte Verwendung von Energieressourcen beschreibt deren Nutzung und kann nach Art der Ressource weitergehend beurteilt werden:
 - Der $KEA_{Energierohstoffe}$ besitzt für alle Energierohstoffe (z.B. Kohle, Öl, Uran, Holz, etc.) den Charakterisierungsfaktor 1, da sie nach ihrem Einsatz in dieser Form nicht mehr vorhanden sind.
 - Der $KEA_{strömend}$ besitzt für alle strömenden Energieressourcen (z.B. Wind, Wasser, Solar, etc.) den Charakterisierungsfaktor 0, da sie unbegrenzt verfügbar sind.
 - Der „Verlustgrad“ bzw. das „Verlustpotenzial“ für Energieressourcen berechnet sich dann nach:

$$WP_{KEA} = KEA_i \times WP_{KEAi}$$

mit: WP_{KEA} : Verlustpotenzial Energieressourcen, in MJ-e
 KEA_i : kumulierter Energieaufwand der Energieressourcen i („Energierohstoffe“ bzw. „strömende“), in MJ
 WP_i : Verlustgrad der Energieressourcen i in der Technosphäre [MJ-e/MJ Energieressource i]

- Es wird empfohlen, den KEA auf Sachbilanzebene in der Ausdifferenzierung KEA_{gesamt} , $KEA_{strömend}$, KEA_{fossil} , $KEA_{nuklear}$, und $KEA_{biotisch}$ anzugeben. Dies erlaubt eine qualitative

Einordnung der Bedeutung der Inanspruchnahme. Auch ist die Sachbilanzebene zur Beurteilung der Energieeffizienz entscheidend, während die Wirkungsabschätzung den Verlust der Energieressourcen ausdrückt.

4.4 Auswahl von Indikatoren

Ausgangspunkt für die Identifizierung von Indikatoren für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung ist der weite Begriff der natürlichen Ressourcen wie er in Kapitel 3 dargelegt ist. Diese lassen sich nach ihrer Funktion in Quellen und Senken unterscheiden (s. Kapitel 4.1). Senken (Umweltmedien) sind Gegenstand des klassischen Umweltrechts. Für diese bestehen umfassende und weitgehend etablierte Bewertungsmöglichkeiten, die im Rahmen der Ökobilanzmethode entwickelt wurden. Demgegenüber gibt es für die quellenbezogenen Ressourcen bislang kaum etablierte Charakterisierungsmodelle. Die Inputressourcen, die auch Senken sind, sind teilweise über ihre Senkenfunktion in den o.g. Charakterisierungsmodellen berücksichtigt.

Ökosystemleistung stellt grundsätzlich eine Wirkung höherer Ordnung dar (endpoint). Das heißt, das Schutzgut selbst ist durch sekundäre oder tertiäre Wirkungen betroffen (z.B. folgt der primären Wirkung eutrophierend wirkende Emissionen die sekundäre Wirkung, dass Pflanzen überdüngt werden und damit die tertiäre Wirkung, dass ggf. Ökosystemleistungen (anteilig) zerstört werden). Im Rahmen der Ökobilanzmethode sollten Wirkungskategorien bevorzugt werden, die auf primärer Wirkungsebene (midpoint) ansetzen, da sie mit geringeren Unsicherheiten verbunden sind und belastbarere Ergebnisse zu Schadpotenzialen liefern. Für die Ökosystemleistung ist eine maßgebliche primäre Wirkungsebene die Landnutzung, auf Sachbilanzebene bestimmt durch die Größe der beanspruchten Fläche und auf Wirkungsebene durch ihre Qualität.

Im Weiteren sollte eine Kennzeichnung vorrangig quellenbezogene Ressourcen berücksichtigen. Gerade deren Schutz und Inanspruchnahme ist bislang rechtlich wenig geregelt. Damit fehlt die Möglichkeit einer Steuerung dieser Inputressourcen, die als physischer Input in Wertschöpfungsprozesse eingehen. Für eine Steuerung besteht aber eine hohe Dringlichkeit aufgrund der bisherigen Entwicklung einer zunehmenden Inanspruchnahme, die künftig – ohne Maßnahmen – weiter steigen wird.

Vor diesem Hintergrund werden für die weitere Betrachtung als mögliche Indikatoren für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung die Inputressourcen

- ▶ Fläche
- ▶ Wasser
- ▶ Primärrohstoffe
- ▶ Energieressourcen

ausgewählt. Luft wird als unendlich verfügbar angesehen und entsprechend nicht betrachtet.

Da die Ökobilanzmethode zum besseren Verständnis von Umweltauswirkungen entwickelt wurde besteht die Vorgabe, dass Wirkungskategorien umweltbezogen sein müssen, d.h. ein Umweltproblemfeld adressieren. Für die genannten Inputressourcen ist dies für Fläche und Wasser ableitbar, nicht aber ohne weiteres für Primärrohstoffe und Energieressourcen. Deren Schutzbedürftigkeit ließe sich zunächst nur über die Generationengerechtigkeit begründen. Da es sich dabei um ein Nachhaltigkeitskriterium handelt, müsste mit dieser Begründung die Ökobilanzmethode konsequenterweise um sozioökonomische Nachhaltigkeitskriterien erweitert werden.

Alternativ sind für eine Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ in der Ökobilanz andere Schutzzielbegründungen zu definieren, die sich ausschließlich aus Umweltwirkungen (Schadpotenzialen) ableiten. Ein möglicher Ansatz kann nach UBA Methode darin liegen, dass Primärrohstoffe

und Energie um ihrer selbst willen als übergeordnetes Schutzziel in die Ökobilanz einbezogen werden: „Die Abnahme des Bestandes an Rohstoffen und fossilen Brennstoffen stellt ein Umweltproblem an sich dar“ [UBA, 1999]. Für eine richtungssichere und verlässliche Entwicklung der Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ erfordert dies eine Anpassung der rechtlichen Regelungen zum Ressourcenschutz (s.a. Kap. 2.2).

Grundsätzlich besteht für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung keine Notwendigkeit sich nach den Vorgaben der Ökobilanznorm (ISO 14040) zu richten. Folglich müssen sich Indikatoren nicht notwendigerweise dadurch qualifizieren, dass sie ein Umweltproblemfeld adressieren. Sie können losgelöst davon über die intra- und intergenerationelle Gerechtigkeit motiviert sein. Allerdings zeigen Erfahrungen aus der Praxis, dass eine Anlehnung bzw. Harmonisierung zwischen Ökobilanzmethode und anderen Bewertungsmethoden, wie z.B. der Risikoanalyse im Rahmen des Chemikalienrechts für eine Einstufung der Gefahrstoffe, grundsätzlich angestrebt werden sollte, damit vermieden werden kann, dass verschiedene Bewertungsmethoden zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen.

Bewertungsmöglichkeit

Für die Inanspruchnahme der ausgewählten Inputressourcen gibt es bislang keine etablierten Charakterisierungsmodelle. Allerdings befinden sich verschiedene Modelle in der wissenschaftlichen Diskussion. Das ifeu [2015b] empfiehlt die in Tabelle 5 aufgeführten Charakterisierungsmodelle für eine künftige Bewertung.

Tabelle 5: Für künftige Anwendung empfohlene Charakterisierungsmodelle

Inputressource	Wirkungskategorie	Indikator	Charakterisierungsfaktor
Fläche	Naturraum beanspruchung	Naturfernepotenzial	Naturfernepotenzial _i
Wasser	Süßwasser beanspruchung	Wasserverknappungspotenzial	Wasserstressindex _i (WSI _i)
Primärrohstoffe und Energie	Ressourcen beanspruchung	Verlustpotenzial - Material - Energieressourcen	Verlustgrad von i in der Technosphäre WPI (s. Kapitel 4.3.12)

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist davon insbesondere die Wirkungskategorie „Ressourcenbeanspruchung“ aufgrund der noch fehlenden Datenbasis zur Bestimmung des Verlustpotenzials einer Materialnutzung noch nicht abbildbar. Nach dem gegenwärtigen Vorschlag des ifeu (vgl. Kap. 4.3.12) ist hierfür weiter zu prüfen, inwiefern der globale Sekundäranteil in Produkten (Kehrwert als Verlustgrad) als Charakterisierungsfaktor geeignet ist. Zu klären ist hier zum einen, ob die verfügbaren Daten für Metalle (s. Tabellenanhang, Tabelle 29) ausreichend repräsentativ sind und zum anderen, ob analoge Daten für andere Primärrohstoffe ermittelt werden können.

Für die Wirkungskategorien Naturraum- und Süßwasserbeanspruchung werden im europäischen Raum alternative Charakterisierungsmodelle diskutiert und angewendet. Dies insbesondere bei dem Product Environmental Footprint (PEF) (vgl. Kap. 5.3). Für diesen wird für Wasser das Schweizer „Swiss Ecoscarcity model“ („Schweizer Ökknappheitsmodell“) verwendet und Landnutzung wird über das „Soil Organic Matter (SOM) model“ („Organischer Gehalt im Boden“) bewertet. In [ifeu, 2015b] wird die Anwendung des „Swiss Ecoscarcity model“ für nicht zielführend gehalten, da die Ergebnisse auf Schweizer Verhältnisse normiert werden. Für das SOM Modell ist festzuhalten, dass es Transformation (zeitlichen Verlauf) abbildet, wodurch die Bereitstellung einer verlässlichen Datenbasis erschwert ist. Zudem stellt die alleinige Betrachtung des organischen Kohlenstoffgehalts im Boden (SOM) eine starke Reduktion der Komplexität einer Flächeninanspruchnahme dar.

Bedeutend für eine Kennzeichnung ist in diesem Zusammenhang, dass derzeit nicht absehbar ist, ob und wenn ja welches Charakterisierungsmodell sich auf europäischer Ebene – insbesondere im Hinblick für die Anwendung in produktpolitischen Instrumenten – etablieren wird. Aus diesem Grund sollte eine Ressourcenverbrauchskennzeichnung zum gegenwärtigen Zeitpunkt auf die Anwendung der Charakterisierungsmodelle zunächst verzichten. Für eine richtungssichere Kennzeichnung ist es notwendig wissenschaftlich anerkannte Charakterisierungsmodelle zu verwenden. Insofern werden in dieser Studie für eine Konzeption zur Produktkennzeichnung die ausgewählten Inputressourcen basierend auf ihrer Sachbilanzkenngröße abgebildet. Die entsprechenden Sachbilanzindikatoren zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6: Sachbilanzindikatoren für die ausgewählten Inputressourcen

Inputressource	Sachbilanzindikator	Einheit
Fläche	Flächeninanspruchnahme	m ²
Wasser	Frischwasservolumen	m ³
Primärrohstoffe	Kumulierter Rohstoffbedarf (KRA)	kg
Energieressourcen	Kumulierter Energieaufwand (KEA)	kJ

5 Anforderungen und Ideen zur Kennzeichnung

Produktkennzeichnung ist ein wichtiges Element, um umwelt- bzw. ressourcenrelevante Informationen zu vermitteln und umweltfreundliche bzw. ressourcenschonende Produkte am Markt zu bewerben. Die Kennzeichnung ist dann erfolgreich, wenn Verbraucherinnen und Verbraucher sie verstehen und der vermittelten Aussage glauben. Allerdings setzt dies eine „Bezahlwilligkeit“ („willingness to pay“) für ökologisch vorteilhafte Produkte voraus. Es kommt hinzu, dass i.d.R. beim Kauf ein höheres Augenmerk auf Funktionalität gelegt wird, z.B. bei einer Waschmaschine Ladekapazität, Schleudergeschwindigkeit oder Programmvierfalt.

In den folgenden Unterkapiteln wird zunächst auf bestehende Umweltkennzeichen und Untersuchungen zu Erweiterungsmöglichkeiten eingegangen. In Kapitel 5.2 werden dann die maßgeblichen Kriterien für Kennzeichnungssysteme beschrieben sowie die Möglichkeiten und Grenzen einen einzelnen Indikator zu verwenden. Demgegenüber wird das Vorgehen in dieser Studie gespiegelt. Anschließend werden alternative Ansätze zu Indikatoren für Inputressourcen gezeigt. Kapitel 5.3 behandelt die Frage, ob die Indikatoren des Product Environmental Footprint (PEF) bei der Kennzeichnung einer Ressourcenbeanspruchung helfen können. Auch wenn es sich dabei vorwiegend um umweltmedienbezogene Indikatoren handelt und der Fokus dieser Studie auf quellenbezogene Ressourcen gelegt wurde (vgl. Kapitel 4), soll dieser Frage hier nachgegangen werden, da hierzu in Austauschprozessen kontroverse Standpunkte vertreten wurden. Abschließend werden die in diesem Vorhaben entwickelten Ideen für eine Produktkennzeichnung vorgestellt.

5.1 Bestehende Produktkennzeichen und Erweiterungsmöglichkeiten

5.1.1 Bestehende Produktkennzeichnungen

Grundsätzlich lassen sich bestehende Umweltzeichen und Umweltproduktinformationen auf Basis von Beschreibungen in ISO-Normen in drei Typen unterscheiden:

- ▶ Typ I: Drittzertifizierung
- ▶ Typ II: Selbstdeklaration
- ▶ Typ III: Produkt-Information

Typ I (ISO 14024) beschreibt wertende Umweltzeichen. Entsprechend gekennzeichnete Produkte erfüllen bestimmte Kriterien, die ausdrücken, dass sie besser sind als Vergleichsprodukte ihrer Sparte (Top-Runner-Ansatz). Die Einhaltung der Kriterien werden durch unabhängige Dritte (Gutachter oder Institutionen) geprüft. Es handelt sich um eine freiwillige Kennzeichnung. Zum Typ I Umweltzeichen zählen z.B. der Blaue Engel (s.u.), das EU-Umweltzeichen sowie wie weitere nationale Label.

Typ II (ISO 14021) beschreibt freiwillige firmeneigene Kennzeichnungen. Hierbei besteht die freie Auswahl von Kriterien durch Firmen. Die Überprüfung erfolgt durch Selbstdeklaration.

Typ III (ISO/TR 14025) beschreibt freiwillige Produktinformationen, die Aussagen zur Umweltwirkung durch Produkte machen. Beispiele sind „Environmental Product Declarations“ (EPD; „Umweltproduktdeklarationen“) oder Ökobilanzergebnisse. Eine Überprüfung durch Dritte erfolgt bei EPDs und Ökobilanzen im Sinne einer Verifizierung der Vorgehensweise (Bilanzierung) durch kritische Prüfungen. Die Vergleichbarkeit von EPDs sowie v.a. von Ökobilanzen ist dabei unterschiedlich einzuschätzen bzw. abhängig von den jeweils gewählten Bilanzräumen und Bilanzierungsbedingungen²⁹. Für Verbraucherinnen und Verbraucher ist selbst bei Nachlesen nicht ohne weiteres deutlich

²⁹ Bei EPDs so diese nicht in den zugehörigen product category rules („Regeln für Produktkategorien“) vorgegeben sind.

wie die Ergebnisse erzielt wurden. I.d.R. sind sowohl EPDs als auch Ökobilanzergebnisse in erster Linie an Spezialisten gerichtet bzw. wird eine bestimmte Zielgruppe adressiert.

Daneben bestehen freiwillige oder verpflichtende klassifizierende Kennzeichnungen, welche sich nicht stringent in die Systematik der ISO-Normen einordnen lassen. Hierzu gehören zum Beispiel die EU-weite Energieverbrauchskennzeichnung mit Energieeffizienzklassen oder der Energy Star, als freiwilliges Programm der US amerikanischen Umweltbehörde (U.S. EPA), wobei es für Bürogeräte ein Abkommen zwischen der Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika und der Europäischen Union über die Koordinierung der Kennzeichnung gibt. Bislang basiert der Energy Star auf Herstellerangaben, die keiner Drittprüfung unterliegen.

5.1.2 EU-Energieverbrauchskennzeichnung

Anders als der Energy Star ist die EU-Energieverbrauchskennzeichnung nach EU-Rahmenrichtlinie 2010/30/EG mit ihren zugehörigen, die Details regelnden Verordnungen für einzelne Produktgruppen darauf ausgelegt eine hohe Vergleichbarkeit der gekennzeichneten Produkte zu gewährleisten.

Die EU-Energieverbrauchskennzeichnung – auch EU-Energielabel oder Energieetikett genannt – wurde 1992 eingeführt. Ausgewiesen darin wurden Energieeffizienzklassen von A bis G. Das Label hat dazu beigetragen den Markt in Richtung mehr Energieeffizienz zu entwickeln und den durchschnittlichen Energieverbrauch, vor allem bei Haushaltsgroßgeräten, zu senken. Zur weiteren Differenzierung wurden schrittweise die Klassen A+, A++ und A+++ ergänzt (vgl. Abbildung 10, links). Weil in der Regel insgesamt immer nur sieben Klassen sichtbar sein dürfen, verschwinden nach und nach die schlechtesten Klassen G bis E. Mit der derzeit in Verhandlung befindlichen Neufassung der Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie soll das System jedoch auf die ursprüngliche Skala A bis G zurückgeführt werden.

Die Verbrauchskennzeichnung wird regelmäßig erneuert. Im Frühjahr 2016 gibt es sie für 14 Produktgruppen: Kühl- und Gefriergeräte sowie deren Kombinationen, Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen, Wäschetrockner, Waschtrockenautomaten, Raumklimageräte, Lampen, Elektrobacköfen, Fernsehgeräte, Staubsauger, Dunstabzugshauben, Heizkessel, Warmwasserbereiter und Wohnraumlüftungsgeräte. Bereits beschlossen ist die Neueinführung in den nächsten Monaten und Jahren für gewerbliche Kühlagerschränke, Festbrennstoffkessel und Einzelraumheizgeräte. Neben den Effizienzklassen werden auch verschiedene Symbole auf den Kennzeichnungen zu sehen sein, welche zusätzliche Eigenschaften der Geräte darstellen.

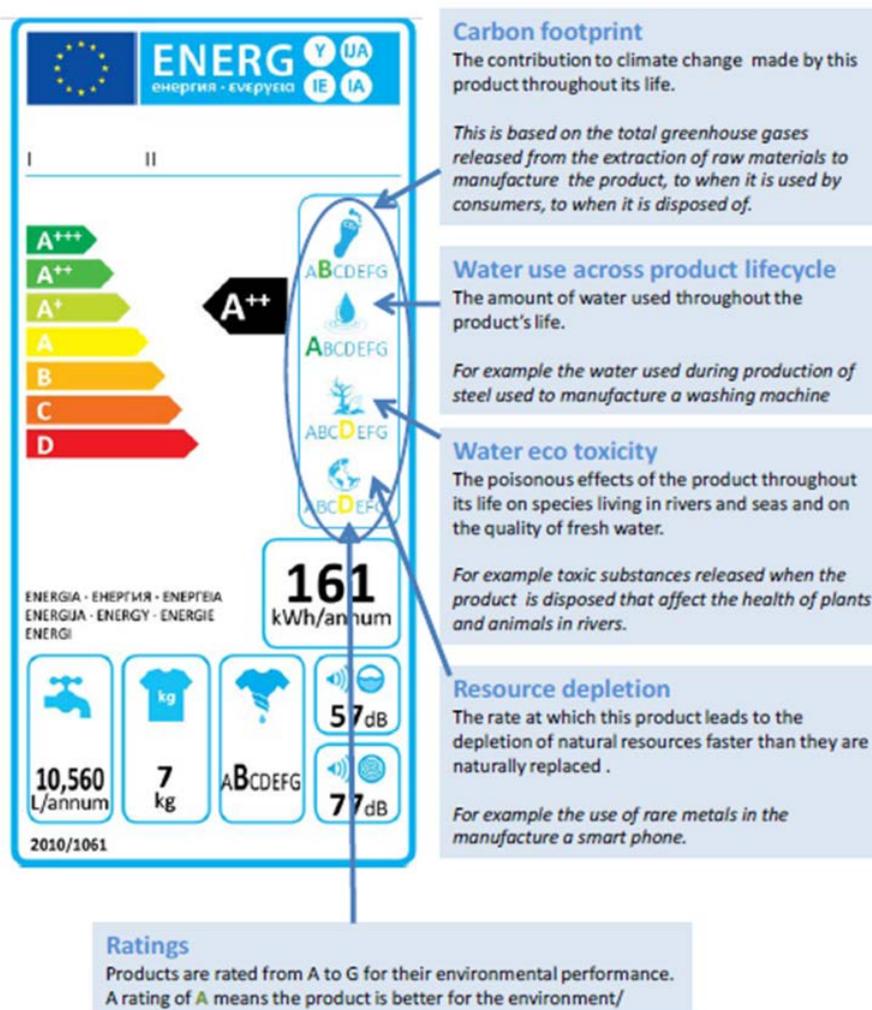
Die aktuelle Richtlinie deckt analog der gültigen Ökodesign-Richtlinie (s. Kapitel 2.2) nicht nur energiebetriebene (EuP), sondern alle energieverbrauchsrelevanten Produkte (ErP) außer Fahrzeugen ab. In Zukunft könnte die Kommission also z.B. für Fenster eine verbindliche Energieverbrauchskennzeichnung beschließen. Die Produktkennzeichnung hängt eng zusammen mit den aufgrund der Ökodesign-Richtlinie verabschiedeten Durchführungsmaßnahmen. Die Entscheidung, welche Umweltparameter eines bestimmten Produkts als relevant für die Kennzeichnung angesehen werden, neben dem Energieverbrauch z.B. der Wasserverbrauch bei Waschmaschinen, erfolgt auf Grundlage der entsprechenden Ökodesign-Durchführungsmaßnahme und der für diese im vorangegangenen Prozess erstellten Vorstudie (in dieser Studie als „EuP-Vorstudie“ bezeichnet“).

Bei Pflichtkennzeichnungen besteht ein hoher Anspruch zur Sicherungen auf Ebene der Datenerhebung. Die Ergebnisse müssen nicht nur vergleichbar, sondern auch durch eine Kontrollinstanz überprüfbar sein. Auch das Energieetikett basiert auf Herstellerangaben, diese werden jedoch stichprobenartig durch die Marktaufsichtbehörden der Bundesländer überprüft.

5.1.3 Erweiterungsmöglichkeiten des EU-Energielabels

In einer Studie im Auftrag der Europäischen Kommission wurden Kennzeichnungsoptionen für Produkte in der EU untersucht [Ipsos MORI et al., 2012]. Ziel war es, Möglichkeiten für ein klassifizierendes Produktlabel zu finden, das Verbraucherinnen und Verbrauchern in geeigneter Form Umweltinformationen zum gesamten Lebensweg des Produktes vermittelt. Hierfür wurde das bestehende EU-Energielabel ausgewählt und erweitert, um das Verbraucherverständnis zu testen. Getestet wurden zwei Varianten: die Erweiterung um vier Umweltindikatoren (carbon footprint, water footprint, resource depletion and water toxicity³⁰) (s. Abbildung 3) und die Erweiterung allein um den carbon footprint.

Abbildung 3: Testvariante für ein neues EU Energie- und Umweltlabel



Quelle: [Ipsos MORI et al., 2012].

Es wurden 6.000 Teilnehmende befragt mit den folgenden ausgewählten Ergebnissen:

- ▶ Die Angabe zusätzlicher Parameter erhöht die Bereitschaft umweltfreundliche Produkte zu wählen bzw. mehr dafür zu bezahlen.

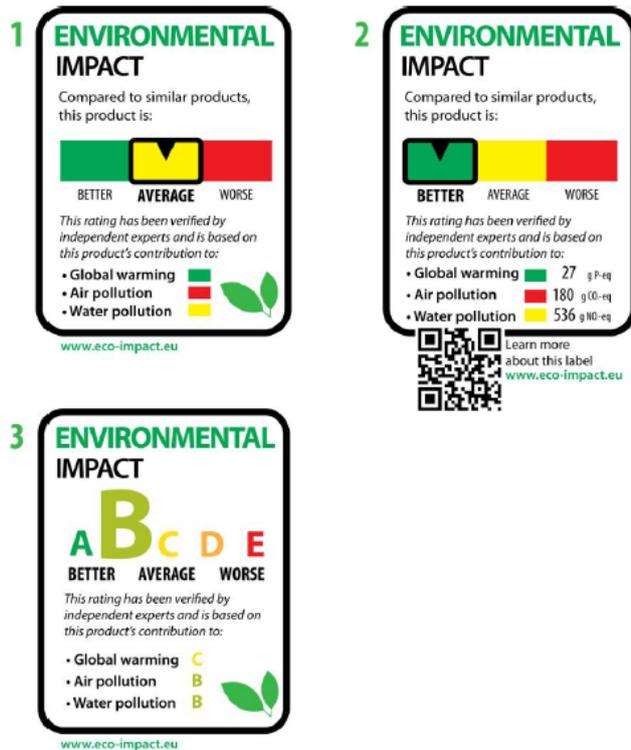
³⁰ „Kohlenstofffußabdruck“ (ISO TS 14067 Carbon Footprint), „Wasserfußabdruck“ (ISO 14046 Water Footprint), „abiotisches Ressourcenschöpfungspotenzial“ (ADP; vgl. Kap. 4.3.2) und „Wassertoxizität“.

- ▶ Es konnte kein Hinweis darauf ermittelt werden, dass die zusätzlichen Informationen auf dem Energie- und Umweltlabel das Kaufverhalten stärker beeinflussen als beim EU-Energielabel, das nur mit dem carbon footprint ergänzt wurde.
- ▶ Die Verwendung der sieben Buchstaben (A-G) erwies sich als effektives Kommunikationsmittel für die Klassifizierung von Produkten.
- ▶ Wenn Verbraucherinnen und Verbraucher die Zeichen verstehen, sind sie eher geneigt umweltfreundlichere Produkte zu wählen. In Ipsos MORI et al. [2012] wird hierfür eine Informationskampagne empfohlen.

Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass bei den Befragungen die Eigenschaften der Produkte nicht variiert wurden. In Diskussionen wurde aber deutlich, dass die Funktionen der Produkte einen höheren Einfluss auf die Kaufentscheidung haben. Ebenfalls in der Studie wurde festgehalten, dass der carbon footprint und der water footprint zwar davon profitieren, dass sie über ISO genormt sind, aber ISO Normen den Herstellern gewisse Freiräume belassen. Für eine Pflichtkennzeichnung sollten Freiräume idealerweise so weit wie möglich begrenzt sein. Für resource depletion und water ecotoxicity wurde festgestellt, dass die den Indikatoren zugrunde liegenden Methoden einer weiteren Entwicklung bedürfen bevor solche Indikatoren für eine EU weite Kennzeichnung vorgeschrieben werden. Des Weiteren wird allgemein auf den Kostenaufwand zur Datenerhebung hingewiesen und empfohlen, dass zur Entlastung der Hersteller generische Instrumente wie Datenbanken und Programme entwickelt werden sollten.

In einer weiteren Studie, die im Auftrag der Europäischen Kommission durchgeführt wurde [BIO Intelligence Service, 2012 S. 1], wurde die Wahrnehmbarkeit von multikriteriellen Umweltinformationen untersucht. Ziel war es herauszufinden, welche Elemente am besten dazu geeignet sind, dass Verbraucherinnen und Verbraucher die Informationen verstehen und für Produktvergleiche anwenden können.

Abbildung 4: Für eine Zweitbefragung optimierte Entwürfe



Optimised label designs

Quelle: [BIO Intelligence Service, 2012]

Hierzu wurden zunächst vier Varianten entwickelt, die nach einer Erstbefragung in drei EU-Ländern (Italien, Schweden, Polen) in der jeweiligen Landessprache weiter optimiert wurden. Die optimierten Varianten zeigt Abbildung 4. Diese wurden wiederum in den drei Ländern mit je 500 Teilnehmern getestet mit den folgenden wesentlichen Ergebnissen:

- ▶ Es sollten nicht mehr als drei Indikatoren kommuniziert werden.
- ▶ Am verständlichsten ist ein aggregierter Indikator mit zusätzlicher Angabe von drei Indikatoren.
- ▶ Absolute Angaben sind nicht ausreichend, es wird eine Skala zur Einordnung benötigt.

Im Jahr 2014 wurde eine Studie zur Evaluierung der Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie sowie von Aspekten der Ökodesign-Richtlinie veröffentlicht [Ecofys et al., 2014]. Im Kern der Untersuchung standen neben Fragen zur Richtungssicherheit und Anschlussfähigkeit in der EU Politik auch Fragen in Verbindung mit der Erweiterung der Richtlinie und der Eignung des EU-Energielabels. Zu den zentralen Empfehlungen zählt auch die Notwendigkeit das EU-Energielabel zu überarbeiten. Hierzu enthält die Studie vier Design-Vorschläge, die im Zuge der nächsten Befragungsrunde zum Verbraucherverhalten (zitiert wird IPSOS/LE study (c) 2014 European Commission) getestet werden sollten. Eine weitere Ausweitung zur Angabe weiterer Umweltinformationen wird für den gegebenen Zeitpunkt nicht empfohlen.

5.1.4 Der Blaue Engel

Der Blaue Engel folgt als Typ I Umweltzeichen dem Top-Runner-Ansatz³¹. Durch ihn werden besonders umweltfreundliche oder ressourcenschonende Produkte einer Produktgruppe ausgezeichnet. Zu diesem Zweck werden in einem Stakeholder-Prozess hohe Anforderungen für die Zeichenvergabe entwickelt. Dabei wird eine Gesamtlebenswegbetrachtung zugrunde gelegt. Die erarbeitenden Kriterien gehen in sogenannte Vergabegrundlagen ein, die veröffentlicht werden und auf Basis derer Hersteller das Zeichen beantragen können, wenn sie nachweislich die Anforderungen erfüllen. Der Blaue Engel garantiert, dass die gekennzeichneten Produkte und Dienstleistungen hohe Ansprüche an Umwelt-, Gesundheits- und Gebrauchseigenschaften erfüllen.

Der Blaue Engel ist das erste und älteste umweltschutzbezogene Label der Welt, es besteht bereits seit 1978 und wurde systematisch weiterentwickelt. Derzeit ist der Blaue Engel differenziert nach den vier Schutzziele Umwelt- und Gesundheit, Klima, Ressourcen und Wasser. Alle Produktgruppen beim Blauen Engel werden einem der Schutzziele zugeordnet.

Der Blaue Engel wird durch vier Institutionen getragen: die Jury Umweltzeichen, ein unabhängiges Beschlussgremium mit 16 Vertreterinnen und Vertretern aus allen betroffenen Akteursgruppen; das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) als Zeicheninhaber und verantwortlich für die Informationsvermittlung; das Umweltbundesamt (UBA) als Geschäftsstelle der Jury Umweltzeichen und zuständig für die Entwicklung und drei bis vierjährige Überprüfung der Vergabegrundlagen und die RAL gGmbH als Zeichenvergabestelle.

5.2 Anforderungen an eine Produktkennzeichnung

Für eine Produktkennzeichnung bestehen verschiedene Anforderungen. Zunächst sind im Sinne einer guten, zielführenden Information für Verbraucherinnen und Verbraucher bestimmte Kriterien zu beachten. Ideal wäre die Ausweisung eines einzelnen Indikators der transparent und repräsentativ die Ressourcenbeanspruchung anzeigen kann. Möglichkeiten und Grenzen eines solchen Indikators sind in Kapitel 5.2.2 dargestellt. Vor diesem Hintergrund wird das Vorgehen in diesem Vorhaben gespiegelt. In Kapitel 5.2.3 wird auf mögliche Alternativen zu Indikatoren für Inputressourcen eingegangen.

5.2.1 Kriterien eines Kennzeichnungssystems

Eine Produktkennzeichnung, die als Information für Verbraucherinnen und Verbraucher etwas bewirken soll, muss bestimmte Kriterien erfüllen. Diese Kriterien beziehen sich auf die Kommunikationsfunktion dieser Information selbst, aber auch auf wissenschaftliche Aussagekraft und praktische Umsetzbarkeit. Während der Bearbeitung und abgesichert über die Rückmeldungen eines Fachgesprächs wurden nachfolgende Kriterien im Zusammenhang mit einer Ressourcenkennzeichnung ausgewählt, die im Weiteren näher erläutert sind:

- ▶ Glaubwürdigkeit – Aussagekraft
- ▶ Nachvollziehbarkeit – Transparenz
- ▶ Grundsätzliche Eignung als Verbraucherinformation
- ▶ Eignung zur Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen
- ▶ Grundsätzliche Eignung für alle Produkte
- ▶ Vertretbarer Aufwand – Datenverfügbarkeit
- ▶ Zeitnahe Umsetzbarkeit

³¹ Zu den besten Produkten innerhalb einer Produktgruppe zählend.

Glaubwürdigkeit - Aussagekraft

Eine Kennzeichnung bezweckt eine bestimmte Information für Verbraucherinnen und Verbraucher, die sie in ihrem Handeln leiten soll. Damit liegt es auf der Hand, dass der Zweck des handlungsleitenden Verhaltens einsichtig sein muss. Die Aussagekraft muss unmittelbar gegeben sein und hängt eng mit dem gewünschten Handlungsziel zusammen. Im Kontext einer Ressourcenverbrauchskennzeichnung muss der Verbraucherin und dem Verbraucher z.B. deutlich werden, was natürliche Ressourcen sind und wie sie in dem Zusammenhang mit dem Produktkennzeichen geschützt werden können. Die Schutzzieldiskussion stellt einen Schlüssel dazu her, ob eine solche Kennzeichnung überhaupt angenommen wird und durch Massenmedien und kritische Verbraucherinnen und Verbraucher plausibel kommuniziert werden kann.

Eng damit verknüpft ist die Glaubwürdigkeit der Kennzeichnung. Ist die Aussagekraft durch eine schlüssige Beachtung von Schutzziele gegeben, so muss das Kennzeichen die Aussagekraft auch glaubwürdig transportieren. Eine direkte Beziehung des Schutzziele oder Handlungsziele mit der Aussage der eingesetzten Information auf dem Label ist dabei eine Grundvoraussetzung. Das kann sowohl durch klare Zahlenwerte von Indikatoren erfolgen als auch durch eine Kennzeichnung, die von einer entsprechenden Institution mit dem notwendigen Vertrauen legitimiert wird.

Nachvollziehbarkeit - Transparenz

Eine notwendige Voraussetzung für die Glaubwürdigkeit einer Kennzeichnung liegt darin, dass interessierte Verbraucherinnen und Verbraucher jederzeit dazu in der Lage sein sollten, die Aussage der Kennzeichnung zu überprüfen. Die Nachvollziehbarkeit beginnt bei dem Zweck und der Aussagekraft der zu kennzeichnenden Eigenschaft eines Produkts und reicht über die bewusste Auswahl der angewendeten Kennzeichnungskriterien bis zur „messtechnischen“ Erfassung und Darstellung dieser Kriterien. Sollte durch vage Aussagen bereits der Sinn einer Kennzeichnung nicht klar werden, so können noch so klare Hilfestellungen der nachfolgenden Schritte dieses Defizit nicht mehr auffangen. Aber ebenso muss es im Sinne der Glaubwürdigkeit nachvollziehbar sein wie die Umsetzung der Kennzeichnung mit dem Ziel zusammenhängt.

Meist befinden sich schließlich hinter einem Zahlenwert oder einer Umsetzung in Klassen (oder am einfachsten: Label wird verliehen oder nicht) vielfältige methodische Entwicklungen und Festlegungen. Selbst wenn nicht zu erwarten ist, dass sich Verbraucherinnen und Verbraucher mit den ganzen Feinheiten einer Herleitung bzw. Berechnung von Informationen beschäftigen möchten, so werden doch Organisationen oder Massenmedien sich gerade in möglichen Konfliktfällen intensiv damit auseinandersetzen wollen. Im Interesse eines glaubwürdigen Labels bzw. der Institution, die dieses Label verantwortet, ist die Transparenz ein wichtiges Merkmal.

Als letzter Punkt gehört zur Nachvollziehbarkeit der Aspekt der Überprüfbarkeit. Je mehr nicht oder kaum zugängliche Informationen benötigt werden, desto weniger kann eine Aussage eines Labels nachvollzogen werden. Der Energieverbrauch eines Elektrogerätes kann relativ einfach gemessen werden, doch basieren Informationen des Herstellungsprozesses oft nur auf Herstellerangaben. Bei der Bewertung der Transparenz eines Kennzeichnungssystems ist dem Aspekt der Überprüfbarkeit entsprechend Rechnung zu tragen.

Grundsätzliche Eignung als Verbraucherinformation

Die Eignung als Verbraucherinformation einer Kennzeichnung zielt mehr auf die kommunikationstechnischen Aspekte ab. Dazu gehören unter anderem Dinge wie:

- ▶ Leichte Verständlichkeit
- ▶ Reduzierte Komplexität
- ▶ Wiedererkennbarkeit
- ▶ Direkte oder indirekte Aufforderung zum gewünschten Handeln

► Eigenständigkeit oder Kombination

Reduzierte Komplexität bei einer komplexen Materie wie der Schonung natürlicher Ressourcen ist essentiell, um Verbraucherinnen und Verbraucher nicht zu überfordern. Es wird eine Aussage erwartet, der sich anvertraut werden kann. Dazu gesellt sich die leichte Verständlichkeit, um die Aussage der reduzierten Komplexität akzeptieren zu können. Insbesondere bei Ein-Index-Indikatoren, die einen komplexen Zusammenhang wiedergeben entstehen Probleme. Wird der eine Index als nicht repräsentativ für den komplexen Zusammenhang wie etwa bei dem Ressourcenthema angesehen, so verliert er an Glaubwürdigkeit und muss als gering geeignet angesehen werden.

Auch für Kommunikation sind die Aspekte Wiedererkennbarkeit und die mit dem Label verbundene Aufforderung zum Handeln zu bewerten. Die Wiedererkennbarkeit dient dazu, den Verbraucherinnen und Verbrauchern in den Sekunden der Kaufentscheidung z.B. bei Produkten des täglichen Gebrauchs zu unterstützen. Über die Wiedererkennbarkeit muss auch die Aufforderung zum gewünschten Handeln transportiert werden. Dies gilt insbesondere für abgestufte Angaben wie z.B. bei dem EU-Energielabel, bei dem eine Abwägung zwischen zu erzielendem Schonungsverhalten und z.B. dem Preis erfolgen wird.

Gerade bei der großen Kennzeichnungsvielfalt, die bereits herrscht, ist zu prüfen, ob die beabsichtigte Information nicht mit einem bestehenden Label oder Kennzeichnungssystem kombiniert werden kann. Die Verwirrung der Verbraucherinnen und Verbraucher mit sich überschneidenden oder – schlimmer noch - gegensätzlichen Aussagen ist unbedingt zu vermeiden. Deshalb sollte, bevor ein neues Kennzeichen eingeführt wird, überlegt werden, ob nicht eine Kombination oder Einbeziehung des Themas der Schonung natürlicher Ressourcen möglich ist.

Eignung zur Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen

Eine Kennzeichnung ist dazu gedacht Verbraucherinnen und Verbrauchern eine relevante Zusatzinformation zu liefern, um sie bei einer Kaufentscheidung zu berücksichtigen. Dazu muss davon ausgegangen werden, dass Konsumentinnen und Konsumenten sich einer Produktvielfalt innerhalb der gewünschten Produktgruppe gegenüber sehen. Die Art der Kennzeichnung muss deshalb von der Konzeption her dafür geeignet sein, grundsätzlich für jedes Produkt einer Produktgruppe eine Aussage treffen zu können. Im einfachsten Fall ist die Aussage „erhält das Label“ oder „erhält nicht das Label“. Darüber hinaus steht eine Klassifizierung für eine Differenzierung innerhalb einer Produktgruppe. Die Aussage „welches Produkt ist besser“ wird über Klassen wie beispielsweise die Energieeffizienzklassen des EU-Energielabels vermittelt.

Grundsätzlich ist für Kennzeichnungen zu prüfen, ob sie auf jedes Produkt anwendbar ist. Eine solche Prüfung muss z.B. die Verfügbarkeit oder potenzielle Verfügbarkeit von Informationen umfassen. Dazu gehört etwa, dass für importierte Produkte genauso wie für die in Deutschland hergestellten Produkten dieselben Informationen zugänglich sind. Für eine klassifizierende Kennzeichnung oder auch eine Kennzeichnung im Sinne des Top-Runner-Konzepts ist die Verfügbarkeit für die differenzierenden Informationen zusätzlich wichtig. Zumindest innerhalb einer Produktgruppe müssen für alle Produkte die Informationen in einer ausreichenden Qualität zur Verfügung stehen, um die Unterscheidung zwischen den Produkten auch glaubwürdig darlegen zu können.

Grundsätzliche Eignung für alle Produkte

Für die Herstellung und Nutzung aller Produkte werden natürliche Ressourcen benötigt. Daher liegt es auf der Hand, dass ein zu entwickelndes Kennzeichnungssystem grundsätzlich für jede Produktgruppe anwendbar sein sollte. Selbstverständlich sind Kriterien, Benchmarks und Informationen produktgruppenspezifisch anzuwenden. Doch von der Konzeption her sollte eine Konsistenz bei der methodischen Vorgehensweise zur Kennzeichnung natürlicher Ressourcen für alle Produktgruppen gegeben sein.

Vertretbarer Aufwand – Datenverfügbarkeit

Ein wichtiges Kriterium für ein erfolgreiches Label besteht darin, die Schritte der Informationsgewinnung und Informationsbearbeitung mit einem vertretbaren Aufwand zu gestalten. Jede Form der Kennzeichnung ist mit Kosten verbunden, die nicht nur die institutionelle Verankerung eines Labels betreffen, sondern vor allem die Sammlung und Bearbeitung von Messgrößen oder allgemein von Informationen. Um die Akzeptanz zur Anwendung eines Kennzeichens gerade bei den Herstellern trotz aller zu erwartender Widerstände zu gewinnen, müssen die Transaktionskosten und damit der Aufwand vertretbar sein.

Damit einher geht die ausreichende Datenverfügbarkeit. Sollten Daten nämlich nicht einfach verfügbar sein, so könnten sie wahrscheinlich nur mit mehr oder weniger hohen Kosten zu ihrer Bereitstellung gewonnen werden. Somit hat ein Kennzeichnungssystem bessere Umsetzungschancen, wenn die notwendigen Daten oder Informationen bereits existieren oder mit möglichst geringem Aufwand gewonnen werden können.

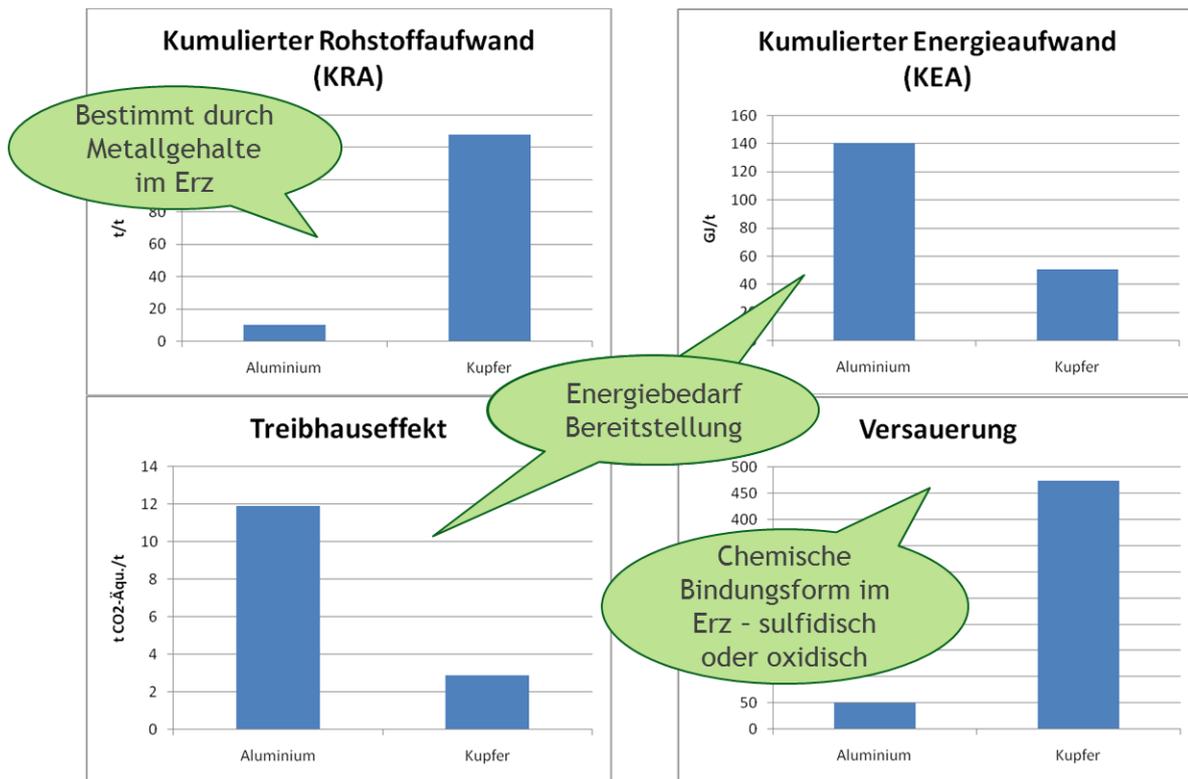
Zeitnahe Umsetzbarkeit

Ein in der Priorität nicht ganz so wichtiges Kriterium mag noch in seiner zeitnahen Umsetzbarkeit gesehen werden. Eine enge Verknüpfung ist hier mit der schon erwähnten Datenverfügbarkeit gegeben. Jedoch sind auch organisatorische und institutionelle Hürden bei der Umsetzbarkeit von Bedeutung. Sollte eine Verbrauchskennzeichnung von natürlichen Ressourcen mit einem anderen Kennzeichnungssystem kombinierbar sein, so sollte von einer deutlich zeitnäheren Umsetzbarkeit gegenüber einem neu zu etablierenden System ausgegangen werden.

5.2.2 Möglichkeit und Grenzen eines einzelnen Indikators und Vorgehen dieser Studie

Seit Beginn der Ressourcenschutzdiskussion bestehen vielfach Überlegungen wie eine Ressourcenbeanspruchung adäquat abgebildet bzw. gemessen werden kann. Ausgehend von der Breite der natürlichen Ressourcen (Kap. 3) ist diese Frage nicht trivial. Grundsätzlich bestehen für die Ressourcen mit Senkenfunktion bereits weitgehend etablierte Charakterisierungsmodelle („Messmethoden“), für die quellenbezogenen Ressourcen sind diese überwiegend noch in der Entwicklung (vgl. Kap. 4).

Abbildung 5: Problematik gegenläufiger Ergebnisse bei Vergleichen



Aber selbst wenn für alle natürlichen Ressourcen Charakterisierungsmodelle etabliert wären, besteht weiterhin die Problematik, dass sie unabhängig nebeneinander stehen und sich bei Vergleichen von Produkten, Systemen oder Dienstleistungen gegenläufige Ergebnisse zeigen. Ein Beispiel dafür zeigt Abbildung 5 in der die Bereitstellung von 1 t Kupfer der von 1 t Aluminium gegenübergestellt ist. Die gezeigten Indikatorergebnisse (KRA, KEA, Treibhauseffekt und Versauerung) weisen aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik der beiden Rohstoffe unterschiedliche Ergebnisse im Vergleich auf.

Physikwissenschaftlich gibt es keine Möglichkeit, die Ergebnisse der vier Indikatoren zu aggregieren oder gegeneinander abzuwägen. Davon abgesehen bestehen die folgenden Möglichkeiten verschiedene Indikatoren zu einem oder wenigen Indikatoren zusammenzufassen:

1. Ein Indikator als Repräsentant für alle oder für bestimmte Ressourcen.
2. Aggregation durch Gewichtung der einzelnen Indikatoren nach ihrer Bedeutung.
3. Weiterführung der Ergebnisse in Wirkungen höherer Ordnung (endpoint).

Ein Indikator als Repräsentant für andere muss in der Lage sein, Ergebnisse richtungssicher anzuzeigen. Für das in Abbildung 5 gezeigte Beispiel ist dies nicht möglich. Es müssten mindestens zwei Indikatoren gewählt werden, um bestehende Zielkonflikte nicht zu übersehen.

Die Gewichtung von Indikatoren, die keine physikalische Gemeinsamkeit haben, ist nur auf Basis einer subjektiven Wertehaltung möglich. Es muss entschieden werden, wie wichtig die Einzelergebnisse sind, um sie dann mit dem festgelegten Gewichtungsfaktor zusammenzufassen. Für eine Kennzeichnung bzw. für objektivierbare Festlegungen bräuchte es eine Konvention auf Bundesebene, die als gesellschaftspolitischer Konsens entwickelt wird. Ungeachtet dessen verbleibt das Risiko von Fehlentscheidungen, wenn sich die Konvention als nicht aussagesicher erweist, d.h. wenn Wirkungen unterschätzt werden und in der Folge daraus Schäden eintreten. Nach der Ökobilanzmethode ist eine Gewichtung bei vergleichenden Ökobilanzen, die veröffentlicht werden sollen, nicht zulässig.

Eine Weiterführung der Ergebnisse in *Wirkungen höherer Ordnung* ist grundsätzlich möglich. Ein Beispiel dafür ist der Eco-indicator 99 (s.a. Kapitel 4.1). Dabei werden primäre Wirkungen wie z.B. die Versauerung mit Hilfe von Wirkungspfadmodellen weitergeführt bis zu einem "Endpunkt" (end-point). Für die versauernd wirkenden Emissionen sind Endpunkte beispielsweise die Folgewirkungen daraus auf die Ökosystemleistung („Funktionen, die zerstört werden“). Der große Nachteil dieser Methode liegt in den hohen Unsicherheiten. Die Berechnung erfolgt auf Basis der ermittelten Schadpotenziale (Versauerung), die für sich genommen bereits mit Unsicherheiten behaftet sind. Dann werden Ausbreitungsmodelle benötigt für die Annahmen getroffen werden müssen. Schließlich müssen Grenzkonzentrationen bestimmt werden, ab denen die Schadwirkung am Endpunkt einsetzt. Auch diese lassen sich nicht gesichert exakt feststellen.

Vorgehen dieser Studie

Im Rahmen dieser Studie wurde die Ausgangsbasis der natürlichen Ressourcen auch unter Anwendung der o.g. Möglichkeiten eingegrenzt. Die in Kapitel 4 beschriebene Ableitung von grundsätzlich geeigneten Indikatoren erfolgte schrittweise. Eine erste Einengung erfolgte als qualitatives Auswahlverfahren bei dem der Logik gefolgt wurde, dass zum gegenwärtigen Stand des Politikgeschehens und nach geltender Rechtslage in Deutschland v.a. Inputressourcen schutzbedürftig sind. In einem nächsten Schritt wurde festgelegt, dass vorrangig Indikatoren verwendet werden sollten, die auf der primären Wirkungsebene ansetzen, wodurch o.g. Punkt 3 ausgeschlossen wird. Basierend auf dieser Festlegung wurde Landnutzung (Fläche) als Repräsentant für Ökosystemleistungen festgelegt (s. Kapitel 4.1), also o.g. Punkt 1 angewendet.

Für die weiteren Inputressourcen Wasser, Luft, Rohstoffe und Energieressourcen ist eine entsprechende Einengung durch Repräsentanzfunktion nicht möglich. Diese Inputressourcen sind wie Landnutzung eingebunden in ein Wirkungsgefüge mit primären Wirkungen und Wirkungen höherer Ordnung. Das heißt, für sie alle lassen sich Indikatoren auf der primären Wirkungsebene ableiten. Umgekehrt kann, aufgrund fehlender Kausalitäten, keiner die Inanspruchnahme des anderen repräsentieren. Luft wurde von der weiteren Betrachtung ausgenommen, da Luft als unendlich verfügbar gilt. Damit verbleiben als grundsätzlich für eine Kennzeichnung geeignet die Inputressourcen: Fläche, Wasser, Rohstoffe und Energieressourcen.

Eine Gewichtung dieser vier Inputressourcen wäre nur zielführend, wenn es einen gesellschaftspolitischen Konsens dazu gäbe. Gegenwärtig sind in Deutschland keine entsprechenden Ansätze absehbar. Für eine sorgfältige, nachhaltig richtungssichere Abwägung würde es eines umfassenden Dialogprozesses bedürfen unter Einbeziehung aller relevanten Akteure aus den Bereichen Politik, Administration, Industrie und Konsum. Zudem müssten Instrumente entwickelt werden, die die richtungssichere Entscheidung einer Konvention regelmäßig überprüfen. Die Umsetzung eines entsprechenden Prozesses ist mittelfristig unwahrscheinlich.

In der Konsequenz der beschriebenen Aggregationsmöglichkeiten und mit dem Anspruch, eine Ressourceninanspruchnahme möglichst repräsentativ abzubilden, ist es erforderlich, die vier identifizierten Inputressourcen in einer Kennzeichnung einzubinden. Nur so kann gewährleistet werden, dass Zielkonflikte – so sie bestehen – offen zutage treten, sie im Blick sind. Die transparente Wahrnehmung gegenläufiger Ergebnisse bietet die Möglichkeit in einem verbal-argumentativen Abwägungsprozess eine Entscheidung herbeizuführen wie es nach Ökobilanzmethode üblich ist. Diese Möglichkeit steht auch Verbraucherinnen und Verbrauchern offen. Mit der transparenten Darstellung der Ergebnisse für die vier Inputressourcen nebeneinander können sie in einem Abwägungsprozess entscheiden, welche der Wirkungen sie als vorrangig wichtig sehen und entsprechend ihr Kaufverhalten ausrichten. Um dies zu ermöglichen muss Verbraucherinnen und Verbrauchern eine Orientierungshilfe geboten werden. Die absoluten Ergebnisse für ein Produkt allein (kg Wasser, m² Fläche, etc.) bieten keine ausreichende Entscheidungsgrundlage, da deren Bedeutung nicht erfasst werden kann. Deswegen ist der Vergleich zu einer Referenz erforderlich.

5.2.3 Alternativer Ansatz sekundäre oder indirekte Indikatoren

Vor dem Hintergrund der Kriterien für Kennzeichnungen (vgl. Kapitel 5.2.1) stellt die Darstellung der Ergebnisse von vier Inputressourcen nebeneinander eine Herausforderung dar. Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Vorhabens mögliche Alternativen diskutiert. Anhand durchgeführter Fallbeispiele (vgl. Kap. 6) wurde deutlich, dass der Anteil an Recyclingmaterial in Produkten einen bedeutenden Einfluss auf das Ergebnis hat. Entsprechend wurde die Ausweisung eines Recyclinganteils als sekundärer Indikator in die Untersuchung zu Kennzeichnungsmöglichkeiten aufgenommen sowie zudem die Ausweisung von zertifizierten Primärrohstoffen als (kombinierbarer) indirekter Indikator. Beide Indikatoren stellen eine mittelfristige Möglichkeit dar bzw. eine Möglichkeit, die eine höhere Wahrscheinlichkeit zur Umsetzung aufweist.

Der **Einsatz von Recyclingmaterial** führt zu einer Substitution von Primärrohstoffen. Dadurch werden alle mit der Primärherstellung verbundenen Aufwendungen ersetzt. Insofern ist die Ausweisung des bei der Produktion eingesetzten Anteils an Sekundärmaterial grundsätzlich geeignet die Schonung von Ressourcen indirekt anzuzeigen.

Dieser Ansatz unterstellt, dass der Recyclingprozess grundsätzlich ressourcenschonender ist, als der Primärprozess. Allerdings sind auch Recyclingprozesse mit Aufwendungen verbunden bzw. können Primärprozesse vorteilhaft gegenüber Recyclingprozessen sein. Letzteres zeigt sich beispielsweise beim Altpapierrecycling gegenüber der integrierten Primärpapierproduktion. Bei dieser wird sowohl das Zwischenprodukt Zellstoff als auch das Endprodukt Papier an einem Standort erzeugt. Dabei wird die beim Zelluloseaufschluss anfallende Schwarzlauge zur Energieerzeugung verwendet. Diese wird nur anteilig für die Zellstoffherstellung benötigt. Der Dampfüberschuss wird bei der integrierten Papierproduktion zur Papiertrocknung verwendet. Demgegenüber kommt beim Altpapierrecycling i.d.R. konventionell erzeugte Energie zum Einsatz mit hohem Anteil an fossilen Brennstoffen. Da Schwarzlauge biogenen Ursprungs ist, zeigt sich bei einem Vergleich konkreter Produktionsstandorte, bei welchen die Systemeffekte Primärpapier versus Recyclingpapier nicht abbildbar sind, die Primärproduktion im Treibhauseffekt gegenüber dem Recyclingprozess vorteilhaft.

Mit künftig zunehmendem Anteil an Erneuerbaren Energieträgern im Strommix wird sich dieser Aspekt relativieren. Auch bei weiteren Recyclingverfahren – z.B. der Rückgewinnung von Metallen geringer Konzentrationsstufe aus komplexen Produkten – ist künftig davon auszugehen, dass sich dies nicht nachteilig im Treibhauseffekt auswirkt. Allerdings besteht dabei die Möglichkeit, dass der Energiebedarf insgesamt höher liegen kann als für die Bereitstellung von Primärmetallen. Insofern ist ein sekundärer Indikator „Recyclinganteil“ nicht per se als ressourcenschonender anzusehen und sollte stichprobenartig geprüft werden.

Auch für die Ausweisung eines Recyclinganteils bei einer Kennzeichnung werden Ziele (Benchmarking) benötigt. Grundsätzlich können absolute oder relative Ziele zur Anwendung kommen. Als eine erste Orientierung für Sekundäranteile von Metallen kann die Zusammenstellung nach [UNEP, 2011] dienen. Die darin berichteten globalen Sekundäranteile („Weltdurchschnitt über alle Anwendungen“) sind im Anhang in Tabelle 29 aufgeführt.

Die zusätzliche **Ausweisung von zertifizierten Primärrohstoffen** wird in Betracht gezogen, um Herstellern, die aus Qualitätsgründen keine Möglichkeit haben Sekundärmaterial einzusetzen, ebenfalls einen Handlungsansatz zu bieten. Bisher bestehen Zertifizierungssysteme v.a. für nachwachsende Rohstoffe wie Holz (z.B. Forest Stewardship Council, FSC) oder für Nahrungsmittel wie Marine Stewardship Council (MSC) für nachhaltige Fischerei oder das Bio-Siegel für ökologischen Landbau.

Beim FSC steht mitunter das Label bereits für den zertifizierten Anteil. So beträgt der Anteil zertifiziertes Holz im „FSC-Mix“ 70 %. Für Metalle besteht derzeit als einziger Ansatz „Fairtrade-Gold“³². Neben fairen (Markt) Bedingungen im kleingewerblichen Bergbau durch garantiert stabile Mindestpreise oder die Fairtrade-Prämie steht das Label auch für die Einhaltung von Arbeits- und Umweltschutzbestimmungen. Durch letzteres ist eine gewisse Ressourcenschonung zu vermuten, allerdings kann nicht von einer gezielten Minderungsbestrebung ausgegangen werden. Für abiotische Primärrohstoffe müssten zu diesem Zweck entsprechende Zertifizierungssysteme erst etabliert werden.

5.3 Eignung des Product Environmental Footprint (PEF)

In der jüngeren Vergangenheit hat es eine Entwicklung gegeben, Produkte oder Dienstleistungen mit sogenannten "Fußabdrücken" (engl. Footprints) zu kennzeichnen oder wenigstens die Konzepte und Methoden zu entwickeln, um Produkte mit den jeweiligen "Fußabdruck-Labels" versehen zu können. Der Ansatz eines „Fußabdrucks“ ist vor allen Dingen ein für die Kommunikation einsetzbares Bild. Ein Mensch hinterlässt mit dem Kauf eines Produktes oder der Nutzung einer Dienstleistung einen Fußabdruck auf der Erde.

Vorreiter dieser Entwicklung ist der „Ecological Footprint“ nach [Wackernagel / Rees, 1996], der versucht, den Eingriff in die Natur in Flächeneinheiten zu bestimmen. Dieses für die Kommunikation mit Verbraucherinnen und Verbrauchern leicht zugängliche Bild wurde allerdings in der Vergangenheit schon vielfach kritisiert, da es hauptsächlich die für die Biomasse in einem Produkt benötigte Fläche zuzüglich der notwendigen Waldfläche zur Kompensation von Treibhausgasen quantifiziert. Ohne Bezug zur Intensität des Flächeneingriffs und der Einbindungsdynamik von Kohlendioxid in Wald ergaben sich vielfältige wissenschaftliche Bedenken zur Verwendung dieses Kennzeichnungssystems. Nichtsdestotrotz hat es ein hohes Kommunikationspotenzial, wenn sich so etwa ableiten lässt, dass wir z.B. drei Planeten mit unserer momentanen Wirtschaftsweise benötigen.

Neben diesem Vorreiter des „Fußabdrucks“ wurden mittlerweile sogar durch ISO Normen weitere Fußabdrücke standardisiert:

- ▶ ISO TS 14067 Carbon Footprint
- ▶ ISO 14046 Water Footprint

Ausgehend von dieser Kommunikationsidee hat schließlich die Europäische Kommission vertreten durch die Generaldirektion Umwelt und unterstützt durch das Joint Research Center (JRC) in Ispra die Entwicklung eines „Product Environmental Footprint“ – abgekürzt PEF – vorangetrieben. Dabei wurde die Methode der Ökobilanzierung mit den Anforderungen der Produktlabel Typ III (basierend auf Ökobilanzen) miteinander verknüpft und weiterentwickelt.

Das Joint Research Center hat im Juli 2012 das Ergebnis vielfältiger Arbeiten und Fachgespräche zum PEF in einem „Product Environmental Footprint (PEF) Guide“ vorgelegt. Dieser Leitfaden benennt als Definition des PEF:

„The Product Environmental Footprint (PEF) is a multi-criteria measure of the environmental performance of a good or service throughout its life cycle. PEF information is produced for the overarching purpose of helping to reduce the environmental impacts of goods and services.“ [EC et al., 2012 S. 1]

³² <https://www.fairtrade-deutschland.de/fuer-unternehmen/service/gold/>

Abbildung 6: Wirkungskategorien gemäß PEF-Leitfaden

Table 2: Default EF impact categories (with respective EF impact category indicators) and EF impact assessment models for PEF studies

EF Impact Category	EF Impact Assessment Model	EF Impact Category indicators	Source
Climate Change	Bern model - Global Warming Potentials (GWP) over a 100 year time horizon.	kg CO ₂ equivalent	Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007
Ozone Depletion	EDIP model based on the ODPs of the World Meteorological Organization (WMO) over an infinite time horizon.	kg CFC-11 equivalent	WMO, 1999
Ecotoxicity for aquatic fresh water	USEtox model	CTUe (Comparative Toxic Unit for ecosystems)	Rosenbaum et al., 2008
Human Toxicity - cancer effects	USEtox model	CTUh (Comparative Toxic Unit for humans)	Rosenbaum et al., 2008
Human Toxicity – non-cancer effects	USEtox model	CTUh (Comparative Toxic Unit for humans)	Rosenbaum et al., 2008
Particulate Matter/Respiratory Inorganics	RiskPoll model	kg PM _{2.5} equivalent	Humbert, 2009
Ionising Radiation – human health effects	Human Health effect model	kg U ²³⁵ equivalent (to air)	Dreicer et al., 1995
Photochemical Ozone Formation	LOTOS-EUROS model	kg NMVOC equivalent	Van Zelm et al., 2008 as applied in ReCiPe
Acidification	Accumulated Exceedance model	mol H+ eq	Seppälä et al., 2006; Posch et al., 2008
Eutrophication – terrestrial	Accumulated Exceedance model	mol N eq	Seppälä et al., 2006; Posch et al., 2008
Eutrophication – aquatic	EUTREND model	fresh water: kg P equivalent marine: kg N equivalent	Struijs et al., 2009 as implemented in ReCiPe
Resource Depletion – water	Swiss Ecoscarcity model	m ³ water use related to local scarcity of water	Frischknecht et al., 2008
Resource Depletion – mineral, fossil	CML2002 model	kg antimony (Sb) equivalent	van Oers et al., 2002
Land Transformation	Soil Organic Matter (SOM) model	Kg (deficit)	Milà i Canals et al., 2007
* CFC-11 = Trichlorofluoromethane, also called freon-11 or R-11, is a chlorofluorocarbon. ** PM _{2.5} = Particulate Matter with a diameter of 2.5 µm or less. *** NMVOC = Non-Methane Volatile Organic Compounds **** Sb = Antimony			

Quelle: [EC et al., 2012 S. 22]

Nach der methodischen Entwicklung des PEF wird er in einer umfassenden Pilotphase am Beispiel verschiedener Produktgruppen getestet. Die Pilotphase dauert zurzeit noch an und wird voraussichtlich Anfang 2017 abgeschlossen. Ein zentraler Aspekt der PEF Methode sind die Wirkungskategorien, die im Sinne einer Ökobilanz für jedes Produkt ermittelt und dargestellt werden müssen. Im abschließenden PEF Guide werden sie genannt (vgl. Abbildung 6). Ziel der Pilotphase ist es, wesentli-

che Wirkungskategorien und Vorgehensweisen je Produktgruppe zu identifizieren und in sogenannten „Product Category Rules“³³ festzulegen. Damit sollen der Aufwand für die Anwendung der Methode – insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen – reduziert werden und gleichzeitig die Vergleichbarkeit von Produkten innerhalb einer Kategorie gewährleistet werden.

Die PEF Methode sieht vor, dass insgesamt 14 Teilindikatoren ermittelt werden müssen, was einen beträchtlichen Datenaufwand bedeutet. Des Weiteren sind bei manchen Wirkungsindikatoren die Erhebungs- und Berechnungsmethoden in der Fachwelt noch sehr umstritten (u.a. [Lehmann et al., 2015]). Ohne den Abschluss der Testphase vorzugreifen, werden erhebliche Hürden erwartet, den „Product Environmental Footprint“ sinnvoll umsetzen zu können.

Ebenso offen ist, ob die Ergebnisse eines PEF auch zur Information für Verbraucherinnen und Verbraucher herangezogen werden sollen und wie dies – zum Beispiel in Form eines Produktkennzeichens – sinnvoll kommuniziert werden könnte. Die anfängliche Idee beim Ecological Footprint, ein einfaches Kennzeichnungssystem etablieren zu können, scheint für den Product Environmental Footprint nicht einfach umsetzbar.

5.4 Ideen für eine Produktkennzeichnung

Ausgehend von den methodischen Ansätzen, der politischen Diskussion und den entwickelten Anforderungen an ein Kriteriensystem wurden vier Ideen für eine Ressourcenpflichtkennzeichnung entwickelt, die in den nachfolgenden Unterkapiteln näher beschrieben werden. Entscheidend dabei ist, Verbraucherinnen und Verbrauchern möglichst gute Hinweise zu liefern, damit sie in der Lage sind, eigenständig Prioritäten abzuwägen. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist eine Orientierungshilfe.

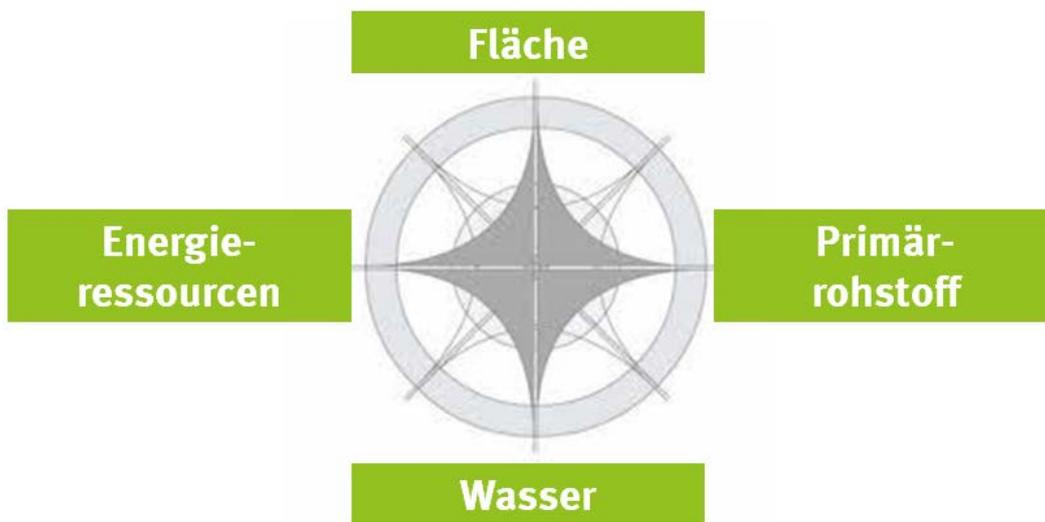
5.4.1 Ressourcenkompass

In Kapitel 4.4 wurden die für ein Ressourcenkennzeichnungssystem relevanten Inputressourcen und die dazugehörigen Sachbilanzindikatoren abgeleitet (vgl. Tabelle 6). Es gilt nun die Indikatoren Flächeninanspruchnahme, Frischwasservolumen, kumulierter Rohstoffaufwand (KRA) und kumulierter Energieaufwand (KEA) in ansprechender und übersichtlicher Form darzustellen, so dass Verbraucherinnen und Verbraucher in der Lage sind diese Größen zu interpretieren und danach ggf. ihre Kaufentscheidung ausrichten können. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit diese Informationen in ein bestehendes Label einzubinden. Bei dem in Kapitel 5.1.3 gezeigten Vorschlag (Abbildung 3) könnten alternativ zu den dort dargestellten vier Kategorien, die hier ausgewählten vier Indikatoren stehen. Allerdings war eine der Erkenntnisse für diese Darstellung, dass sie das Kaufverhalten nicht stärker beeinflusst als das ausschließlich um eine Kategorie erweiterte EU-Energielabel. In dieser Studie wurde eine Möglichkeit gesucht, die vier Kategorien, mit den mit ihnen verbundenen Informationen, auffälliger bzw. augenscheinlicher zu vermitteln.

Zur Abbildung von vier Größen eignet sich die Darstellung in einem Kompass. Zwei Eigenschaften eines Kompasses erweisen sich für die Kommunikation mit den Verbraucherinnen und Verbrauchern als hilfreich. Erstens, ein Kompass zeigt auf oberster Ebene gleichberechtigt die vier Himmelsrichtungen, die mit den vier Inputressourcen „Fläche“, „Primärrohstoff“, „Wasser“ und „Energieressource“ ersetzt werden können (vgl. Abbildung 7). Zweitens, ist es das Ziel eines Kompasses eine Orientierung zu geben. Ein Ressourcenpflichtkennzeichnungssystem soll zunächst auch eine Orientierungshilfe in der Vielfalt der Produkte bzw. innerhalb von Produktgruppen sein.

³³ „Regeln für Produktkategorien“

Abbildung 7: Abbildung von Inputressourcen in einer Kompass-Darstellung



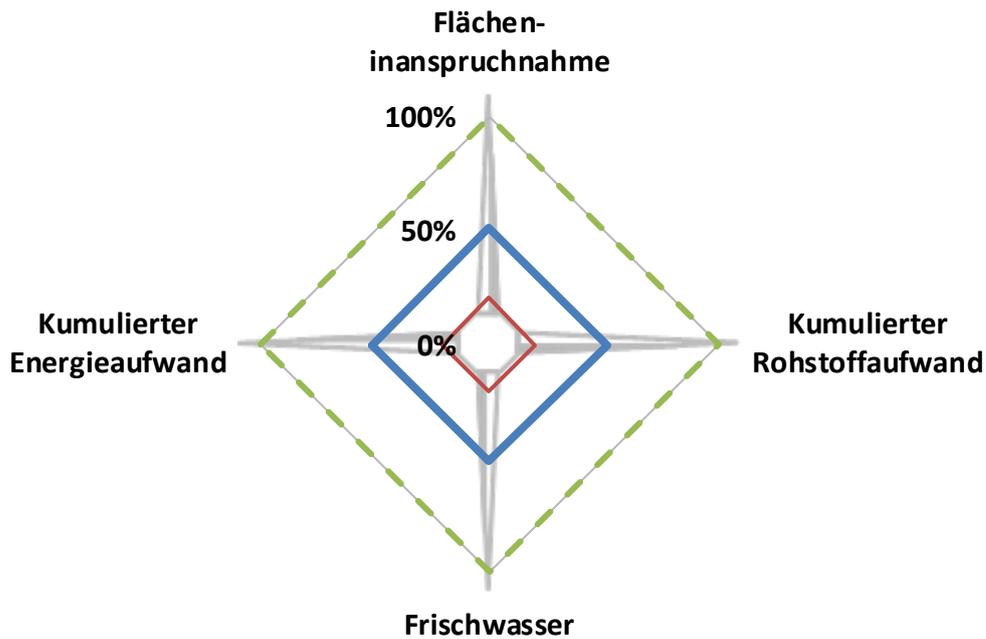
Das Konzept des Ressourcenkompasses muss noch erweitert werden, damit sich die Indikatoren hinreichend abbilden lassen. Dazu wird das Innere des Kompasses (die Kompassrose oder auch Windrose) als ein Netzdiagramm genutzt. Hier lassen sich nun die Sachbilanzindikatoren in ihrer relativen Gewichtung zu einer Referenz (100 %-Linie) abbilden (vgl. Abbildung 8). Die absoluten Ergebnisse für ein Produkt allein (kg Rohstoff, m² Fläche, etc.) bieten keine ausreichende Entscheidungsgrundlage, da deren Bedeutung nicht erfasst werden kann. Deswegen ist der Vergleich zu einer Referenz erforderlich. Die Festlegung der Referenz kann sich entweder an dem Durchschnitt einer Produktgruppe orientieren oder das aus Ressourcenschutzsicht ideale Produkt abbilden, welches z.B. aus 100 % rezyklierten Metallen/Kunststoffen besteht. Hierdurch könnten die Primärindikatoren anschaulich mit Sekundärindikatoren verknüpft werden, ohne die Komplexität der Darstellung zu erhöhen.

In dem Ressourcenkompass können verschiedene „Produktvergleichsszenarien“ abgebildet werden. Mindestens müssen eine Referenz (in Abbildung grüne Linie) und das eigentlich zu bewertende Produkt (in Abbildung blaue Linie) enthalten sein. Weitere Szenarien, wie ein Top-Runner Produkt oder verschiedene effiziente Nutzungsvarianten können integriert werden, die es der Zielgruppe erlaubt das Produkt noch besser in den Markt einzuordnen oder auch um Hinweise zum eigenen Nutzungsverhalten zu erhalten.

Verbraucherinnen und Verbraucher können nach dieser Darstellungsform erkennen, wie das betrachtete Produkt gegenüber der Referenz abschneidet und wo mögliche Zielkonflikte bestehen (z.B. gutes Abschneiden für den Indikator „Flächeninanspruchnahme“, aber schlechtes Abschneiden für den Indikator „Frischwasser“). Die Indikatoren stehen in keiner Hierarchie zueinander, weshalb Verbraucherinnen und Verbraucher selbst entscheiden können welchen Indikator sie höher bewerten. Allerdings fordert diese Darstellung die Zielgruppe zusätzlich heraus, die Ergebnisse weiter zu interpretieren, was bei einem (belastbaren) Einzelindikator nicht nötig wäre.

Es bleibt zu beachten, dass jede zusätzliche Information innerhalb des Kennzeichnungssystems die Komplexität erhöht und somit die Anforderungen an das Urteilsvermögen der Zielgruppe ansteigen. Damit Verbraucherinnen und Verbraucher in der Lage sind eine Kaufentscheidung auf Grundlage eines Kennzeichnungssystems zu treffen, sollten die Informationen auf das wesentliche reduziert bleiben [BIO Intelligence Service, 2012] (vgl. Kapitel 5.1.3). Weitere Hintergrundinformationen, wie Berechnungsmethode, Datengrundlage oder weitere Vergleichsszenarien könnten auf einer anderen Plattform (z.B. Homepage oder Smartphone Anwendungen („Apps“)) den besonders interessierten Konsumentinnen und Konsumenten zur Verfügung gestellt werden.

Abbildung 8: Erweiterung des Ressourcenkompasses um die Netzdiagrammdarstellung

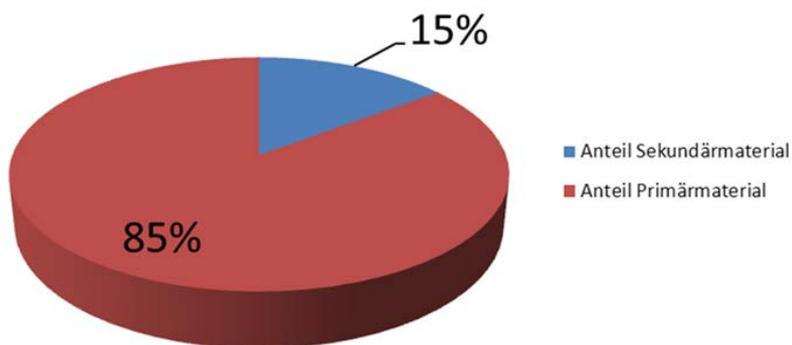


Grüne Linie: Referenz (100 %); blaue Linie: betrachtetes Produkt; rote Linie: 0 %-Linie

5.4.2 Anteil Recyclingmaterial

Flankierend zu dem Ressourcenkompass oder als alleinige Darstellung kann der Anteil des Sekundärmaterials oder auch Recyclinganteil eines Produktes ausgewiesen werden (Kapitel 5.2.3). Diese Größe zielt zunächst auf die Inputressource „Primärrohstoff“ ab und bewertet den Einsatz von Sekundärrohstoffen als positiv, da so direkt Primärrohstoffe eingespart werden. Indirekt wird diesem Indikator weiterhin unterstellt, dass die Herstellung von Sekundärmaterial tendenziell auch mit einer Reduktion von anderen Inputressourcen (wie Fläche, Wasser und Energie) einhergeht. Demnach ist ein hoher Sekundäranteil als generell positiv für die Ressourceninanspruchnahme zu bewerten.

Abbildung 9: Darstellungsform für den Einsatz von Sekundärmaterial



Als Darstellungsform eignet sich ein Kreisdiagramm, da es sich nur um eine einzelne relative Größe handelt. Diese Darstellung hat den Vorteil in der Kommunikation mit den Verbraucherinnen und Verbrauchern, dass sie weit verbreitet und leicht zu interpretieren ist. Auch ist der Indikator des Recyclinganteils keine abstrakte Größe, da in Deutschland seit langem Erfahrungen mit Mülltrennung und dem Konsum von Recyclingprodukten (z.B. Recyclingpapier) bestehen. Der beispielhaft in Abbildung 9 gezeigte Anteil des rezyklierten Materials wird auf die Masse des Produktes bezogen, woraus sich

folgende Lesart ergibt: x Massen-% des zu betrachtenden Produktes entstammen dem Recycling. Dieser Indikator reduziert stark die Informationsfülle und steht somit im Gegensatz zu dem „Ressourcenkompass“. Trotzdem besitzt er ausreichende Aussagekraft im Zusammenhang mit dem Ressourcenverbrauch eines Produktes.

5.4.3 Anteil zertifizierte Rohstoffe

Eine weitere mögliche Kenngröße für die Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung ist der Anteil von zertifizierten Rohstoffen. Es gibt mittlerweile eine große Bandbreite von Zertifikaten für unterschiedliche Rohstoffe und nicht alle eignen sich für einen Anzeiger des Ressourcenverbrauchs. Häufig zielen diese Zertifikate auf eine nachhaltige Bewirtschaftung von Rohstoffen und/oder einen fairen Handel mit eben diesen ab. So ist zum Beispiel das Forest Stewardship Council (FSC) Zertifikat zu nennen, welches ökologische und soziale Mindeststandards bei der Bewirtschaftung von Wäldern nachweist. Ähnliche Zertifikate gibt es auch für andere nachwachsende Rohstoffe (z.B. Baumwolle, Kaffee, etc.). Die Auswahl von bestimmten Zertifikaten kann Grundlage für die Ableitung eines Anteils von zertifizierten Rohstoffen in einem Produkt sein. Neben dem Sekundäranteil kann so noch der Anteil von zertifizierten Rohstoffen ausgewiesen werden (vgl. Abbildung 9). Dies kann entweder flankierend zu dem Ressourcenkompass oder dem Sekundäranteil geschehen oder getrennt voneinander betrachtet werden. Diese Ausweisung gibt Herstellern von Produkten außerdem die Möglichkeit die Kennzeichnung ihres Produktes aufzuwerten, wenn sie aus Qualitätsgründen nicht auf Primärmaterial verzichten können.

Bei der Auswahl der Zertifikate gilt es zu beachten, dass sie den Aspekt des schonenden Umgangs mit Ressourcen berücksichtigen. Ein fairer Handel würde als alleiniges Kriterium des Zertifikates nicht ausreichen. Weiterhin gilt es zu beachten, dass nicht für alle Rohstoffgruppen Zertifikate existieren, so fehlen diese insbesondere für Metalle. Die Ausweisung von zertifizierten Rohstoffen setzt also zunächst die Existenz von geeigneten Zertifikaten voraus.

5.4.4 Integration der Herstellungsenergie in bestehende Energiekennzeichen

Eine andere Herangehensweise der Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung ist nicht die Neuentwicklung eines Kennzeichnungssystems sondern die Erweiterung des bereits etablierten Systems der EU-Energieverbrauchskennzeichnung. Die Grenzen einer umfassenden Erweiterung sind in Kapitel 5.1.3 erläutert. Auch eignet sich der „Ressourcenkompass“ aufgrund seiner Komplexität nicht als integrierbares Element in das bestehende Kennzeichnungssystem. Wie bereits erwähnt ließen sich die vier identifizierten Indikatoren des Ressourcenkompass jedoch auch in Form von Klassen, so wie in Abbildung 3 dargestellt, abbilden und somit in die Energieverbrauchskennzeichnung integrieren. Wie in Kapitel 5.1.3 gezeigt, konnte in Ipsos MORI et al. [2012] kein Hinweis darauf ermittelt werden, dass die zusätzlichen Informationen auf dem Energie- und Umweltlabel das Kaufverhalten stärker beeinflussen als beim EU-Energielabel, das nur mit dem carbon footprint, also nur mit einem Indikator ergänzt wurde.

Eine überschaubare Erweiterung der EU-Energieverbrauchskennzeichnung, um einen Aspekt des Ressourcenverbrauchs, wäre die Ausweisung des Energiebedarfs der Produktherstellung in einer absoluten Angabe oder über die Lebensdauer des Produktes abgeschrieben. Diese Ausweisung kann als Informationsgröße neben bereits anderen existierenden Angaben aufgeführt werden. Die zusätzliche Information dient als Indikator des Ressourcenverbrauchs und fügt sich außerdem gut in das Konzept der Energieverbrauchskennzeichnung ein. Die absolute Angabe des Energiebedarfes in der Produktherstellung umfasst alle Aufwendungen der Produktherstellung inklusive der Vorketten aus der Bereitstellung der Materialien (z.B. Stahlherstellung). Aus Gründen der verständlichen Darstellung in der Verbraucherkommunikation, speziell für eine Vergleichbarkeit mit dem Energieverbrauch in der

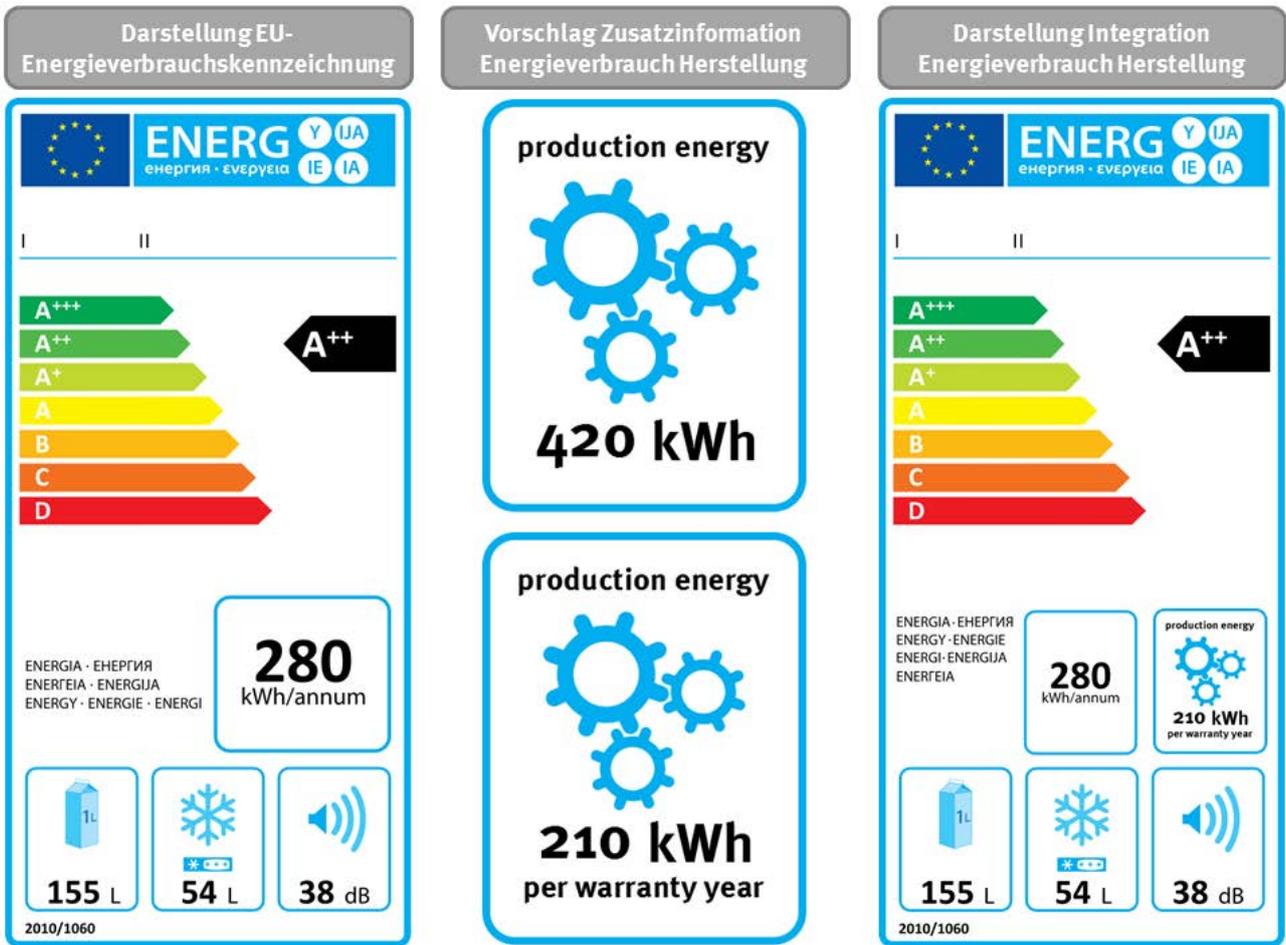
Nutzungsphase, wurde die Energieeinheit Kilowattstunden gewählt, obwohl für diesen kumulierten Energieaufwand die Angabe in Megajoule üblicher ist.

Eine höhere Aussagekraft und eine bessere Vergleichbarkeit liefert die Angabe des Energiebedarfes in der Herstellungsphase beschrieben über die Lebensdauer eines Produktes. Denn ein hoher Energieaufwand in der Herstellungsphase kann auch bedingt durch bessere Verarbeitung und höherwertige Materialien gegeben sein. Diese höhere Aufwendung ist dann im Sinne der Ressourcenschonung positiv, wenn das Produkt auch länger genutzt werden kann. Die Angabe eines relativen über die Lebensdauer abbeschriebenen Herstellungsenergiebedarfes ist jedoch in der Praxis nur bedingt umsetzbar, da die genaue Lebensdauer einzelner Produkte häufig nicht bekannt ist. Eine erste Annäherung an die fehlende Größe der Lebensdauer ist die von Herstellern angegebene Garantiezeit.

Bei der Garantiezeit ist zu unterscheiden, ob es sich um die gesetzlich verankerte Gewährleistungspflicht handelt oder ob der Hersteller eine freiwillige Garantie ausspricht. Die gesetzliche Gewährleistung ist im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) klar festgelegt und verjährt in der Regel nach 24 Monaten. Das würde bedeuten, dass die Angabe des Energiebedarfes in der Produktherstellung mindestens über zwei Jahre abgeschrieben wird. Eine zusätzliche Qualitätsgarantie wird von dem Hersteller freiwillig gegeben, wenn dieser von der Haltbarkeit seines Produktes überzeugt ist und damit bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern werben will. Falls der Hersteller eine längere Qualitätsgarantie auf sein Produkt gibt als die gesetzliche Gewährleistungspflicht, erhöht sich im Falle des Energiebedarfes in der Produktherstellung die Abschreibung auf die entsprechende Garantiezeit. Davon ausgeschlossen sind Garantiezeiten, die vom Kunden käuflich erworben werden müssen. An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass gerade in der Elektronikbranche überwiegend nur eine Garantiezeit von 2 Jahren, die der Zeit der gesetzlichen Gewährleistung entspricht, gegeben wird. Je höher die Differenzierung der Garantiezeitenvergabe, desto besser eignen sich die Ergebnisse.

Abbildung 10 zeigt eine mögliche Darstellungsform und Integration der Herstellungsenergie („production energy“; absolut oder bezogen auf die Garantiezeit) in das bestehende EU-Energieverbrauchskennzeichen. Die Verbraucherinnen und Verbraucher können so den Energieaufwand für die Produktherstellung mit anderen Produkten vergleichen. Dies ist eine besonders interessante Information für jene Produkte, bei denen die Energieaufwendungen der Herstellung im Lebenszyklus gegenüber der Nutzungsphase dominieren (z.B. Notebooks, vgl. Kapitel 6.2).

Abbildung 10: Integration der Informationsgröße „production energy“ (Produktionsenergie) in das bestehende EU-Energieverbrauchskennzeichen



Quelle: Grafikgrundlage für EU-Energieverbrauchskennzeichnung unterliegt der Public Domain Dedication (CC0 1.0 Universell)

6 Erkenntnisse aus zwei Fallbeispielen

Zur Prüfung der Machbarkeit einer klassifizierenden Ressourcenverbrauchskennzeichnung anhand der zuvor abgeleiteten Indikatoren und Darstellungsmöglichkeiten werden die entwickelten Ideen an zwei Fallbeispielen erprobt.

6.1 Allgemeine Hinweise

Als Test für die Anwendbarkeit der identifizierten Indikatoren dienen die zwei Produktbeispiele Notebook und Waschmaschine. Dieser Test nutzt zur Ausweisung der vier ausgewählten Inputressourcen Fläche, Wasser, Primärrohstoffe und Energieressourcen den „Ressourcenkompass“. Ebenfalls ausgewertet wird die Möglichkeit der Ausweisung über den sekundären Indikator „Recyclinganteil“. Die Auswertung und Darstellung mit dem Ressourcenkompass dient dabei nicht nur der Überprüfung der Machbarkeit (z.B. Nachvollziehbarkeit), sondern auch um grafisch darzustellen, inwieweit die Indikatoren zu einer Differenzierung der Produkte führen können. Auftretende Datenlücken und damit verbundene Schwierigkeiten der Umsetzung werden gesondert in Kapitel 7.5 diskutiert.

Die Auswahl der Fallbeispiele sollte so erfolgen, dass anhand der Beispiele auch Aspekte anderer vom Umweltbundesamt beauftragter Projekte diskutiert werden können. In Absprache mit dem Auftraggeber, Ökopol und den Bearbeitern des Projektes REPRO³⁴ sowie aufgrund des abgeschlossenen UBA Vorhabens zum „zeitlich optimierten Ersatz eines Notebooks unter ökologischen Gesichtspunkten“ [Öko-Institut / Fraunhofer IZM, 2012] wurde ein Notebook als erstes Fallbeispiel ausgewählt.

Als zweites Fallbeispiel wurde in Absprache mit dem Auftraggeber eine Waschmaschine gewählt, um den Einfluss der Nutzungsphase auf den Ressourcenverbrauch und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die zu entwickelnde Kennzeichnung zu untersuchen.

Als Datengrundlage für die Auswertung wurde auf einschlägige Literaturquellen zurückgegriffen wie insbesondere auf die im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie durchgeführten Vorstudien für ausgewählte Produktgruppen³⁵ (nachfolgend als „EuP-Vorstudie“ bezeichnet). Für die Modellierung bzw. die Berechnung einzelner Module wurde die Datenbank Ecoinvent in der Version 2.2 [Ecoinvent, 2008] herangezogen.

Grundsätzlich wurden als Berechnungsgrundlage für den Ressourcenkompass die folgenden Szenarien ausgewertet:

- ▶ „Referenz“: Basisszenario, im Wesentlichen abgeleitet aus den EuP-Vorstudien
- ▶ „Notebook 1“ bzw. „Waschmaschine 1“: das zu bewertende Produkt, im Wesentlichen durch Daten aus Ecoinvent 2.2 abgebildet als „handelsübliches Produkt“
- ▶ „Hocheffizient“: hocheffiziente Variante mit der Annahme für die Herstellungsphase, dass alle verwendeten Metalle und Kunststoffe aus Sekundärmaterial bestehen und für die Nutzungsphase, dass eine effiziente Nutzung gegeben ist

Darüber hinaus werden Szenarien ausgewertet, die den Einfluss der Nutzungsphase aufzeigen sollen. Dazu werden die Szenarien „Referenz“ und „Hocheffizient“ jeweils mit der Nutzungsphase wie sie für das untersuchte Produkt festgelegt wurde („Notebook 1“, „Waschmaschine 1“), variiert. Die resultierenden Szenarien sind als „Referenz Nutzung 1“ und „Hocheffizient Nutzung 1“ bezeichnet.

³⁴ Weiterentwicklung der abfallwirtschaftlichen Produktverantwortung unter Ressourcenschutzaspekten am Beispiel von Elektro- und Elektronikgeräten, FKZ 371195318

³⁵ <http://www.eup-network.de/de/produktgruppen/vorstudien/>

6.2 Fallbeispiel Notebook

Für das Fallbeispiel Notebook wurde die EuP-Vorstudie für Computer [IVL et al., 2007] ausgewertet. Für Detailfragen zu Annahmen der Modellierung diente die oben erwähnte UBA-Studie zu Notebooks.

6.2.1 Berechnungsgrundlage für den Ressourcenkompass

In Tabelle 7 sind die getroffenen Annahmen für die Modellierung des Ressourcenverbrauchs für die Ausweisung eines „Ressourcenkompass“ für das Beispiel „Notebook“ dargestellt.

Tabelle 7: Annahmen zur Modellierung des Beispiels „Ressourcenkompass“

Szenario	Herstellung	Distribution	Nutzung	End-of-life
Referenz	Stückliste entsprechend [IVL et al., 2007], berechnet mit Ecoinvent 2.2-Modulen	Zugrunde liegende Annahmen nach [Öko-Institut / Fraunhofer IZM, 2012]: 1) Produktionsstandorte -> Flughafen: LKW: 500 km 2) Flug: Shanghai -> Warschau: 8000 km 3) Feinverteilung: LKW: 1000 km	Angaben aus [IVL et al., 2007 S. 144] zu „office use“ über 5,6 Jahre Lebensdauer - entspricht insgesamt 544,99 kWh Stromverbrauch	Entsprechend der Daten aus Ecoinvent 2.2
Notebook 1	Entsprechend der Daten aus Ecoinvent 2.2	wie „Referenz“	Annahmen aus Ecoinvent 2.2 zu „office use“ über 5,6 Jahre Lebensdauer - Entspricht insgesamt 280,54 kWh Stromverbrauch	wie „Referenz“

Szenario	Herstellung	Distribution	Nutzung	End-of-life
„Hocheffizient“	Entsprechend der Daten aus Ecoinvent 2.2, mit der Annahme, dass alle verwendeten Metalle und Kunststoffe aus Sekundärmaterial bestehen.	wie Referenz	Annahmen aus Ökodesign-Richtlinie (RL 125/2009/EG) zu Notebooks [KOM, 2013], jeweils die „Best case“-Annahme der verschiedenen Betriebsmodi eines Notebooks über 6 Jahre Betriebsdauer – entspricht insgesamt 126,14 kWh Stromverbrauch	wie Referenz
Referenz Nutzung 1	wie „Referenz“	wie „Referenz“	wie „Notebook 1“	wie „Referenz“
Hocheffizient Nutzung 1	wie „Hocheffizient“	wie „Referenz“	wie „Notebook 1“	wie „Referenz“

Als Basisszenario für die Betrachtungen („Referenz“ in Tabelle 7) dienen bei den Lebenswegabschnitten „Herstellung“ und „Nutzung“ die Angaben aus der EuP-Vorstudie [IVL et al., 2007]. Da hier nur eine „Stückliste“ angegeben ist und keine dahinterliegenden Lebenszyklusdaten, wurden die Massenangaben aus der Stückliste mit entsprechenden Modulen aus Ecoinvent 2.2 abgebildet (Zuordnung siehe Tabelle 8). Die Annahmen zur Distribution wurden ebenfalls mit Ecoinvent-Modulen berechnet. Die Angaben zur Nutzung variieren stark, was nicht zuletzt auf die zeitliche Varianz der Datenquellen zurückzuführen ist. Somit wird hier die Entwicklung von 2007 bis 2012 abgebildet. Dies schlägt sich zum einen in den Ergebnissen nieder (Tabelle 10), zum anderen soll es auch die Bedeutung der Nutzungsphase herausstellen.

Das zu betrachtende Produkt – Szenario „Notebook 1“ (Tabelle 7) – unterscheidet sich in den Annahmen zum Basisszenario „Referenz“ nur in den Lebenszyklusphasen „Herstellung“ und „Nutzung“. Die Module hierzu wurden vollständig Ecoinvent 2.2 entnommen und stellen bezüglich der Daten zur Herstellung und Nutzung ein handelsübliches Notebook dar.

Um den Einfluss der Nutzenphase gegenüber den anderen Lebenszyklusphasen gesondert zeigen zu können, wurden die Szenarien „Referenz Nutzung 1“ und „Hocheffizient Nutzung 1“ ausgewertet.

Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse für das Szenario „Notebook 1“ für die vier untersuchten Indikatoren Flächeninanspruchnahme (Fläche), Frischwasser (Wasser), Kumulierter Rohstoffaufwand (Primärrohstoffe) und Kumulierter Energieaufwand (Energieressourcen). Zur Einordnung bzw. Überprüfung der Ergebnisaussage anhand einer maßgeblichen Umweltwirkungskategorie ist zudem das Ergebnis für den Treibhauseffekt (Global Warming Potential, GWP) dargestellt. Für die jeweiligen Lebenszyklusabschnitte wurde der Ressourcenverbrauch nach den Sektoren „Herstellung“, „Nutzung“, „Distribution“ und „Entsorgung“ einzeln bestimmt, um deren Auswirkungen in Bezug auf die gesamte Ressourcenbeanspruchung über den Lebenszyklus zu betrachten.

Tabelle 8: Stückliste nach EuP-Vorstudie und zugeordnete Ecoinvent-Module

Stückliste (Original aus EuP-Vorstudie)	Ecoinvent-Modul (Originalbezeichnung)
LDPE	Polyethylen-Granulat, LDPE, ab Werk [RER]
PP	
PS	Polypropylen-Granulat, ab Werk [RER]
EPS	
PVC	Polyvinylchlorid, ab Regionallager [RER]
ABS	Polystyrolplatte expandiert, ab Werk [RER]
PA 6	Nylon 6, ab Werk [RER]
PC	Polycarbonat, ab Werk [RER]
PMMA	Polymethyl Methacrylat, Platte, ab Werk [RER]
Epoxy	
Steel sheet galvanized	Chromstahl 18/8, ab Werk [RER]; Blech walzen, Stahl [RER]
Al sheet/ extrusion	Aluminium, Produktionsmix, ab Werk [RER]
Cu wire	Kupfer, ab Regionallager [RER]
Cu tube/sheet	Blech walzen, Kupfer [RER]
MgZn5 cast	Magnesium-Legierung, AZ91, ab Werk [RER]
LCD screen m ² (viewable screen size)	LCD Modul, ab Werk [RER]
Big caps & coils	Batterie, Lilo, aufladbar, prismatisch, ab Werk [GLO]
Slots /ext. Ports	Aluminium, Produktionsmix, ab Werk [RER]
Integrated Circuits, 5 % Silicon, Au	Integrierte Schaltung, IC, Logik-, ab Werk [GLO]
Integrated Circuits, 1 % Silicon	Integrierte Schaltung, IC, Speicher-, ab Werk [GLO]
SMD & LEDs avg	Leuchtdiode, LED, ab Werk [GLO]
PWB lay 3.75 kg/m ²	Leiterplatte, Surface mount bestückt, un spez., Lot-Mix, ab Werk [GLO]
PWB 6 lay 4.5 kg/m ²	Leiterplatte, bestückt, Laptop PC Mainboard, ab Werk [RER]
Solder SnAg4Cu0.5	Lot, Drahtform, Sn95.5Ag3.9Cu0.6, für Elektronikindustrie, ab Werk [GLO]
Cardboard	Wellkarton, Recycling-, zweiwellig, ab Werk [RER]
Glass for lamps	
Glass for LCD	Schirmglas, Röhrenbildschirm, ab Werk [GLO]

Quellen: Stückliste [IVL et al., 2007], Ecoinvent Module [Frischknecht et al., 2005]

RER: Bezugsraum Europa; GLO: Bezugsraum weltweit

Aus dem Ergebnis in Abbildung 11 wird offensichtlich, dass durch die bisherige reine Betrachtung der Nutzungsphase (Energieverbrauch von Produkten) der Ressourcenverbrauch stark unterschätzt wird. In vier der fünf dargestellten Indikatoren bedingt die Herstellung mehr als die Hälfte des Gesamtergebnisses. Dies zeigt die Relevanz einer den kompletten Lebenszyklus umfassenden Betrachtungsweise der Ressourcenbeanspruchung von Produkten.

Abbildung 11: Ressourceninanspruchnahme eines Notebooks („Notebook 1“) nach Lebenswegabschnitten

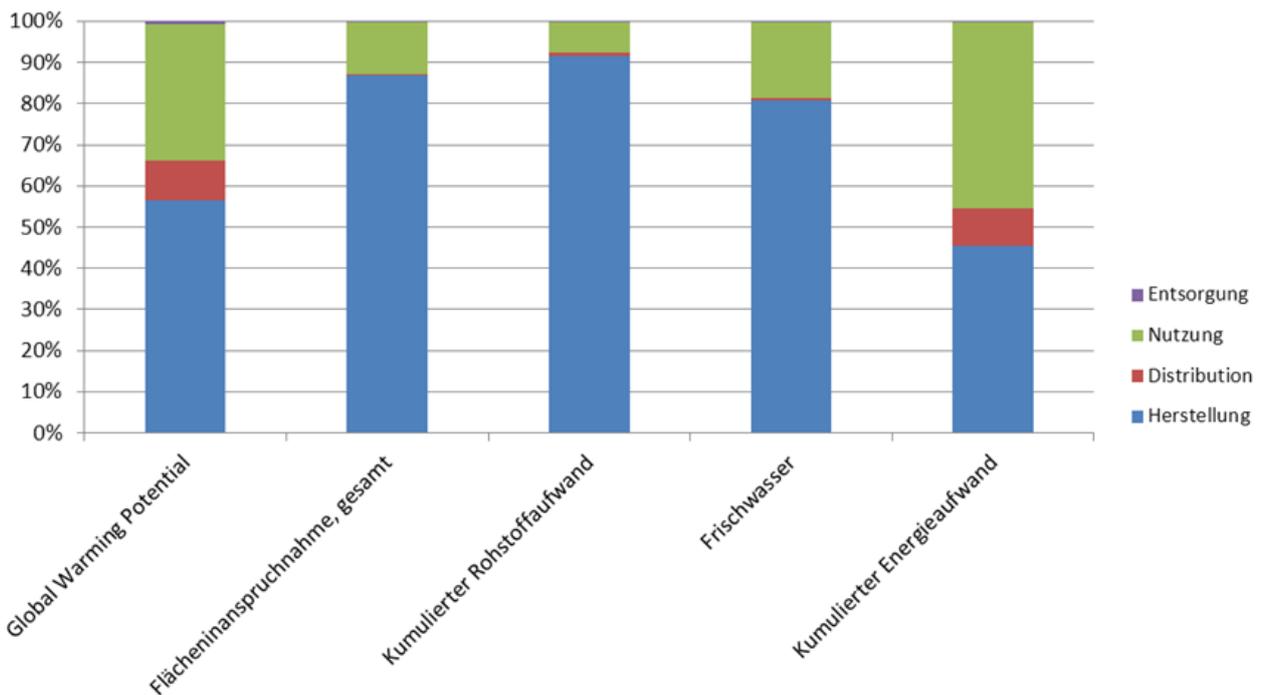


Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen die Ergebnisse für die untersuchten Szenarien „Referenz“, „Notebook 1“ und „Hocheffizient“ unterteilt nach den Lebenswegabschnitten Herstellung und Nutzung. In Tabelle 11 ist das Gesamtergebnis für alle untersuchten Szenarien ausgewiesen.

Tabelle 9: Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Herstellung

Indikator	Einheit	Referenz	Notebook 1	Hocheffizient
Treibhauseffekt	kg CO ₂ -eq	310	200	170
Flächeninanspruchnahme	m ² ·a	5,7	4,7	3,8
Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)	kg	2.100	980	330
Frischwasser	m ³	4,1	4,1	3,5
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	GJ	4,8	2,4	2,0

Tabelle 10: Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Nutzung

Indikator	Einheit	Referenz	Notebook 1	Hocheffizient
Treibhauseffekt	kg CO ₂ -eq	320	160	65
Flächeninanspruchnahme	m ² *a	1,9	1,0	0,4
Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)	kg	220	110	44
Frischwasser	m ³	2,6	1,3	0,52
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	GJ	6,5	3,3	1,3

Tabelle 11: Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Gesamt (Herstellung/Distribution/Nutzung/Entsorgung)

Indikator	Einheit	Referenz	Notebook 1	Hocheffizient	Referenz Nutzung1	Hocheffizient Nutzung1
Treibhauseffekt	kg CO ₂ -eq	670	400	330	510	370
Flächeninanspruchnahme	m ² *a	7,6	5,7	4,5	6,7	4,8
Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)	kg	2.300	1.100	430	2.200	460
Frischwasser	m ³	6,5	5,5	4,5	5,4	4,9
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	GJ	12	6,2	4,9	8,7	5,8

6.2.2 Berechnungsgrundlage für den Anteil Sekundärmaterial

Als Berechnungsgrundlage für die Ausweisung des sekundären Indikators „Recyclingeinsatz“ wird von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- Der Anteil des rezyklierten Materials ist auf die Masse des Produktes bezogen.
- Die in Notebooks verwendeten Kunststoffe bestehen zu 100 % aus Primärmaterial. Diese Annahme fußt auf der Überlegung, dass die in Notebooks verwendeten Kunststoffe immer mit Flammschutzmitteln versetzt sind, welche sich im Recyclingprozess kaum in den Kunststoff einbringen lassen. Durch gezielte Sammlungsprozesse kann eine Sortenreinheit der Kunststoffe sichergestellt und somit Recycling ermöglicht werden.

Ein Umweltzeichen (TCO Certified Edge) berücksichtigt die Verwendung von Altkunststoffen als optionales Kriterium. Eine Auswertung der derzeit unter EPEAT³⁶ registrierten, in Deutschland verkauften Notebookmodelle ergab, dass zwar ca. 15 % der Notebooks Altkunststoffe verwenden. Im Mittel werden hier jedoch nur ca. 10 % Altkunststoffe eingesetzt. Deshalb wurde für die Berechnung die Kunststoffverwendung mit 100 % Primärmaterial angenommen. Da die Nennung des Anteils der verwendeten Altkunststoffe als optionales Kriterium eines Labels als richtungsweisend angesehen wird, wurde dieser Gedanke bei den An-

³⁶ <http://www.epeat.net/>

nahmen zur Ausweisung des Ressourcenkompasses (Kapitel 6.2.1) als Zielwert für das „hoch-effiziente“ Notebook übernommen. Die für die Verpackung inventarisierte LDPE-Folie wird ebenfalls mit 100 % Primärmaterial gerechnet, da diese durch ihre spezielle Anwendung einen kaum zu quantifizierenden Anteil Sekundärmaterial enthält.

- c) Für die in Notebooks eingesetzten Metalle werden die in Tabelle 12 dargestellten Sekundäreinsatzquoten angesetzt. Die Werte entstammen UNEP [2011] und sind als „Weltdurchschnitt“ über alle Anwendungen der dort aufgeführten Metalle anzusehen. Es sei darauf hingewiesen, dass in den verfügbaren Inventardaten nur die in Tabelle 8 dargestellten Metalle vorhanden sind. Falls die Inventardaten tiefer gegliedert vorlägen, könnte hier auch für mehr verschiedene Metalle der Einsatz von Sekundärmaterial ermittelt werden. Da diese aber in immer kleineren Mengen zum Einsatz kommen, wird die Genauigkeit der Ergebnisse durch den Bezug auf die Gesamtmasse wenig beeinflusst.
- d) Die verwendeten Datenquellen (auch für das Fallbeispiel Waschmaschine) führen in ihren Stücklisten auch jeweils die Verpackungsmaterialien auf. Die zur Verpackung verwendeten Kartonagen werden nach Expertenschätzung aus 82 % Sekundärmaterial hergestellt. Die für den Transport verwendete PE-Schrumpffolie wird als reines Primärmaterial angesehen.

Tabelle 12: Annahmen zum prozentualen Einsatz von Sekundärmaterial

Metall	Einsatz Sekundärmaterial
Aluminium	34 %
Blei	51 %
Chromstahl	28 %
Kupfer	37 %
Palladium	50 %
Platin	50 %
Rhodium	40 %
Silber	30 %
Stahl, niedriglegiert	41 %
Zinn	13 %

Quellen: [UNEP, 2011], vollständige Liste in Tabellenanhang, Tabelle 29

6.3 Fallbeispiel Waschmaschine

Für das Fallbeispiel Waschmaschine wurde die EuP-Vorstudie für Geschirrspül- und Waschmaschinen [ENEA et al., 2008] ausgewertet. Des Weiteren wurde eine Studie des Öko-Instituts zur Ökobilanzierung von Waschmaschinen aus dem Jahr 2005 [Öko-Institut, 2005] herangezogen. Zusätzlich wurden Annahmen zur Waschmittelzusammensetzung aus einer vom ifeu durchgeführten, nicht öffentlichen Studie für den europäischen Verband der Fließstoffhersteller (EDANA) aus dem Jahr 2010 verwendet³⁷.

³⁷ Eine Zusammenfassung der Studie ist verfügbar unter: <http://www.edana.org/discover-nonwovens/products-applications/personal-care-wipes> (abgerufen am 20.12.2015).

6.3.1 Berechnungsgrundlage für den Ressourcenkompass

In Tabelle 13 sind die getroffenen Annahmen für die Modellierung des Ressourcenverbrauchs für die Ausweisung eines „Ressourcenkompass“ für das Beispiel „Waschmaschine“ dargestellt.

Tabelle 13: Annahmen zur Modellierung des Beispiels „Ressourcenkompass“

Szenario	Herstellung	Distribution	Nutzung	End-of-life
Referenz	Stückliste entsprechend [ENEA et al., 2008], berechnet mit Ecoinvent 2.2-Modulen	Zugrunde liegende Annahmen: 1) Transportentfernung nach [ENEA et al., 2008]: 648 km 2) Aufteilung in Zugtransport und LKW-Transport nach [Öko-Institut, 2005]: 324 km Zug 324 km LKW	Angaben aus [ENEA et al., 2008] über 15 Jahre Lebensdauer - entspricht insgesamt 3226 kWh Stromverbrauch, 150 m ³ Wasserverbrauch und 374 kg Waschmittelverbrauch. Einsatz Weichspüler: 300 kg	Datensatz aus Ecoinvent 2.2: “disposal, industrial device, to WEEE treatment”; Masse: 73,7 kg
Waschmaschine 1	Stückliste entsprechend der Angaben aus [Öko-Institut, 2005], berechnet mit Ecoinvent 2.2-Modulen	Zugrunde liegende Annahmen nach [Öko-Institut, 2005]: 1) Transportentfernung: 340 km 2) Aufteilung in Zugtransport und LKW-Transport: 170 km Zug; 170 km LKW	Angaben aus [Öko-Institut, 2005] über 2000 Waschzyklen – entspricht 1600 kWh Stromverbrauch, 158 m ³ Wasserverbrauch, 190 kg Waschmittelverbrauch. Einsatz Weichspüler: Eigene Annahme: 150 kg	wie “Referenz”

Szenario	Herstellung	Distribution	Nutzung	End-of-life
„Hocheffizient“	Entsprechend der Daten aus [Öko-Institut, 2005] mit der Annahme, dass alle verwendeten Metalle und Kunststoffe aus Sekundärmaterial bestehen.	Zugrunde liegende Annahmen nach [Öko-Institut, 2005]: 1) Transportentfernung: 340 km 2) Aufteilung in Zugtransport und LKW-Transport: 170 km Zug; 170 km LKW	Annahmen aus [Öko-Institut, 2005] zu Szenario 2025 – entspricht 864 kWh Stromverbrauch, Waschmitteleinsatz 180 kg, Wasserverbrauch nach Ökodesign-Richtlinie (RL 125/2009/EG) zu Waschmaschinen [KOM, 2010]: 120 m ³ , Einsatz Weichspüler Annahme: 100 kg	wie „Referenz“
Referenz Nutzung 1	wie „Referenz“	wie „Referenz“	wie „Waschmaschine 1“	wie „Referenz“
Hocheffizient Nutzung 1	wie „Hocheffizient“	wie „Hocheffizient“	wie „Waschmaschine 1“	wie „Referenz“

Als Basisszenario für die Betrachtungen („Referenz“ in Tabelle 13) dienen bei den Lebenswegabschnitten „Herstellung“ und „Nutzung“ die Angaben aus der EuP-Vorstudie [ENEA et al., 2008]. Da hier nur eine „Stückliste“ angegeben ist, und keine dahinterliegenden Lebenszyklusdaten, wurden die Massenangaben aus der Stückliste mit entsprechenden Modulen aus der Ecoinvent 2.2 abgebildet. (Zuordnung siehe Tabelle 14). Die Annahmen zur Distribution wurden ebenfalls mit Ecoinvent-Modulen berechnet.

Der Lebenswegabschnitt „End-of-life“ wurde in den Szenarien nicht nach den zugrunde liegenden Datenquellen modelliert, sondern als generell gleich angesetzt. In den verwendeten Datenquellen werden für diesen Lebenswegabschnitt „Gutschriften“ erteilt. Für die hier zu erarbeitende Produktkennzeichnung werden Gutschriften allerdings als nicht zielführend erachtet, da es sich um potenzielle Vermeidungsbeiträge handelt. Diese können je nach angesetzten Rahmenbedingungen unterschiedlich ausfallen und bieten damit Verbraucherinnen und Verbrauchern keine nachvollziehbare Richtungssicherheit.

Das zu betrachtende Produkt – Szenario „Waschmaschine 1“ – wurde mit Hilfe der in Öko-Institut [2005] angegebenen Stückliste und Modulen aus Ecoinvent 2.2 modelliert. Die Angaben hierzu finden sich in Tabelle 15. Der Unterschied zwischen dem Szenario „Referenz“ und dem Szenario „Waschmaschine 1“ besteht für die Lebenszyklusphasen „Herstellung“ und „Nutzung“ in den jeweiligen Annahmen zur Stückliste und den Energie-, Wasser- und Waschmittelverbräuchen, je nach Literaturangabe.

Um den Einfluss der Nutzenphase gegenüber den anderen Lebenszyklusphasen gesondert zeigen zu können, wurden die Szenarien „Referenz Nutzung 1“ und „Hocheffizient Nutzung 1“ ausgewertet.

Tabelle 14: Stückliste nach EuP-Vorstudie und zugeordnete Ecoinvent-Module

Stückliste (Original aus EuP-Vorstudie)	Ecoinvent-Modul (Originalbezeichnung)
Cast iron	Gusseisen, ab Werk [RER]
Iron	
Stainless steel	Chromstahl 18/8, ab Werk [RER]
Stainless steel sheet	Blech walzen, Chromstahl [RER]
Aluminium	Aluminium, Produktionsmix, ab Werk [RER]
Aluminium casting	Aluminium, Produktionsmix, Gusslegierung, ab Werk [RER]
Brass	Messing, ab Werk [RER]
Copper wire	Draht ziehen, Kupfer [RER]
Chromium	Chrom, ab Regionallager [RER]
Copper	Kupfer, ab Regionallager [RER]
Zinc die-casting	Zink, primär, ab Regionallager [RER]
ABS	Acrylonitril-Butadien-Styrol Copolymer, ABS, ab Werk [RER]
PA	
PA 66-GF(Glass Fibre Reinforced)	Polymethyl Methacrylat, Platte, ab Werk [RER]
PA66	
PC	
PC-G (Glass Reinforced)	Polycarbonat, ab Werk [RER]
PE; Plastics, others; POM; PP; PP-K40; PPO; PPS-GF; PBT	Polypropylen-Granulat, ab Werk [RER]
PVC	Polyvinylchlorid, ab Regionallager [RER]
Concrete	Betonstein, ab Werk [DE]
Electronic, boards, switches, lamp, etc.	Passives elektronisches Bauteil, unspezifisch, ab Werk [GLO]
Glass	Verpackungsglas, weiss, ab Regionallager [CH]
Wood	Spanplatte, Innenanwendung, ab Werk [RER]

Quellen: Stückliste [ENEA et al., 2008], Ecoinvent Module [Frischknecht et al., 2005]

RER: Bezugsraum Europa; GLO: Bezugsraum weltweit

Tabelle 15: Stückliste nach Rüdener et al. [2005] und zugeordnete Ecoinvent-Module

Stückliste	Ecoinvent-Modul (Originalbezeichnung)
Acryl-Butadien-Styrol (ABS)	Acrylonitril-Butadien-Styrol Copolymer, ABS, ab Werk [RER]
Aluminium	Aluminium, Produktionsmix, ab Werk [RER]
Brass	Messing, ab Werk [RER]
Cable	Kabel, Dreipolkabel, ab Werk [GLO]

Stückliste	Ecoinvent-Modul (Originalbezeichnung)
Carboran	Chemikalien organisch, ab Werk [GLO]
Chipboard	Spanplatte, Innenanwendung, ab Werk [RER]
Concrete	Betonstein, ab Werk [DE]
Copper	Kupfer, ab Regionallager [RER]
Cotton with phenolic binder	Garn, Baumwolle, ab Werk [GLO]
Electronic components	Passives elektronisches Bauteil, unspezifisch, ab Werk [GLO]
Copolymer (EPDM)	Gummi EPDM, ab Werk [RER]
Glass	Verpackungsglas, weiss, ab Regionallager [CH]
Gray cast iron	Gusseisen, ab Werk [RER]
Polyacryl (PA)	
Polymethylmethacrylat (PMMA)	Polymethyl Methacrylat, Platte, ab Werk [RER]
Polyoxymethylen (POM)	
Polypropylen (PP)	Polypropylen-Granulat, ab Werk [RER]
Steel	Stahl, niedriglegiert, ab Werk [RER]

Quellen: Stückliste [Öko-Institut, 2005], Ecoinvent Module [Frischknecht et al., 2005]

RER: Bezugsraum Europa; GLO: Bezugsraum weltweit

Abbildung 12 zeigt für das Szenario „Waschmaschine 1“ wie beim Fallbeispiel Notebook die Ergebnisse für die vier untersuchten Indikatoren sowie zusätzlich die Ergebnisse für den Treibhauseffekt. Die Ergebnisse sind auch hier nach Lebenswegabschnitten unterteilt. Im Gegensatz zum Notebook hat die „Herstellung“ im Fallbeispiel Waschmaschine einen deutlich geringeren Einfluss auf das Gesamtergebnis. Bei allen betrachteten Indikatoren trägt die Nutzungsphase den größten Anteil. Dies spiegelt sich auch in den in Tabelle 16 bis Tabelle 18 gezeigten absoluten Zahlen wieder.

Abbildung 12: Ressourceninanspruchnahme einer Waschmaschine („Waschmaschine 1“) nach Lebenswegabschnitten

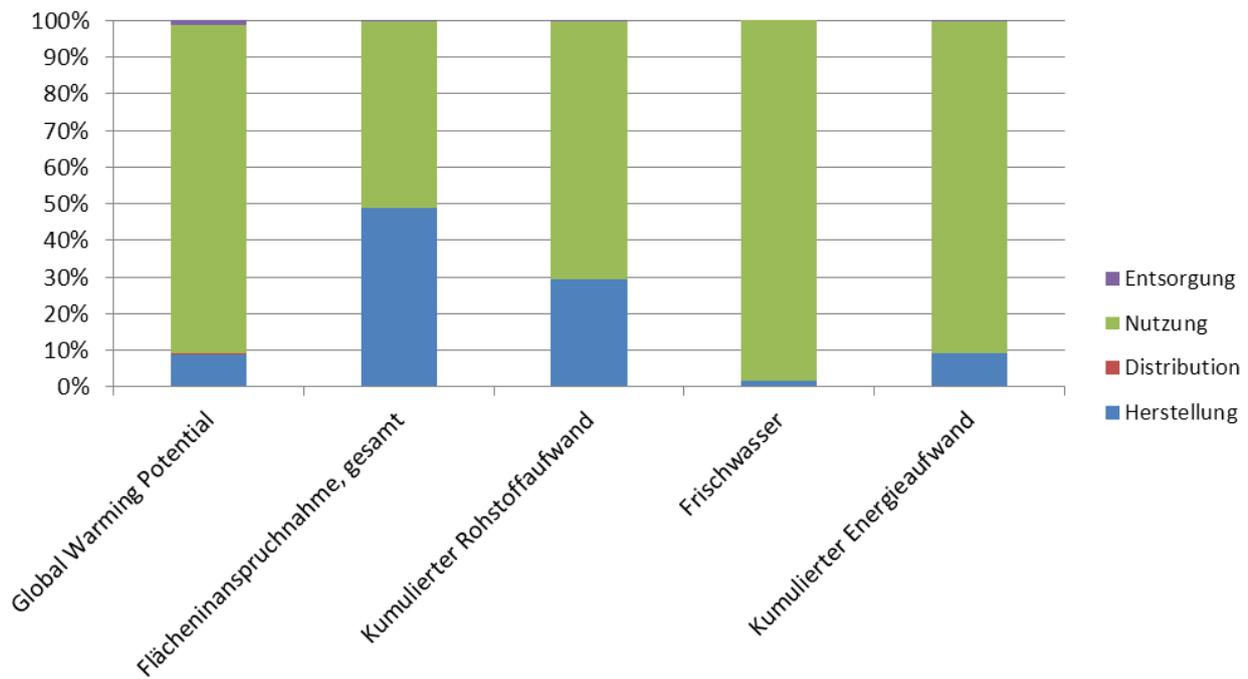


Tabelle 16: Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Herstellung

Indikator	Einheit	Referenz	Waschmaschine 1	Hocheffizient
Treibhauseffekt	kg CO ₂ -eq	170	160	88
Flächeninanspruchnahme	m ² ·a	7,9	17	15
Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)	kg	510	640	260
Frischwasser	m ³	1,2	3,4	1,0
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	GJ	3,4	3,1	2,0

Tabelle 17: Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Nutzung

Indikator	Einheit	Referenz	Waschmaschine 1	Hocheffizient
Treibhauseffekt	kg CO ₂ -eq	3.200	1.600	1.000
Flächeninanspruchnahme	m ² ·a	32	18	14
Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)	kg	3.000	1.600	1.100
Frischwasser	m ³	230	210	160
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	GJ	59	30	20

Tabelle 18: Ergebnisse „Ressourcenkompass“, Gesamt (Herstellung/Distribution/Nutzung/Entsorgung)

Indikator	Einheit	Referenz	Waschmaschine 1	Hoch-effizient	Referenz-Nutzung1	HocheffizientNutzung1
Treibhauseffekt	kg CO ₂ -eq	3.300	1.800	1.200	1.800	1.800
Flächeninanspruchnahme	m ² *a	40	35	24	26	28
Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)	kg	3.500	2.200	1.300	2.100	1.800
Frischwasser	m ³	230	213	160	210	210.
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	GJ	62	34	23	34	33

6.3.2 Berechnungsgrundlage für den Anteil Sekundärmaterial

Die Annahmen für die Ausweisung des sekundären Indikators „Recyclingeinsatz“ für das Beispiel „Waschmaschine“ entsprechen denen des Beispiels „Notebook“. Für das Szenario „Hocheffizient“ wurden auch hier die in Tabelle 12 gezeigten Sekundäranteile der einzelnen Metalle verwendet. Im Gegensatz zum Fallbeispiel „Notebook“ wird bei der Waschmaschine nicht von der Verwendung von Sekundärkunststoffen ausgegangen.

7 Vorschläge zur Umsetzung

7.1 Vorschlag „Ressourcenkompass“

Ausgehend von der in Kapitel 5.4.1 entwickelten Idee werden nun die Ergebnisse aus den Berechnungen der Fallbeispiele in die Darstellungsform „Ressourcenkompass“ übertragen. Dabei erfolgt die Nutzung des Ressourcenkompasses auch, um zu prüfen, inwieweit die Indikatoren zu einer Differenzierung der Produkte führen.

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit diese Informationen in das bestehende EU-Energielabel einzubinden (vgl. Kap. 5.1.3). Allerdings wurde dabei ermittelt, dass vier zusätzliche Umweltinformationen darin nicht stärker wahrgenommen werden als eine zusätzliche Umweltinformation. Auch die Studie [BIO Intelligence Service, 2012] (vgl. Kapitel 5.1.3) über die Kommunikation von Umweltinformationen auf Produkten kommt zu dem Schluss, dass die Darstellung von mehr als drei Indikatoren auf einem Label eher zur Verwirrung von Verbraucherinnen und Verbrauchern führt als zur Information.

Da aber die Beanspruchung von natürlichen Ressourcen sich nur sehr schwer in drei Indikatoren ausdrücken lässt – geschweige denn in einem - und im Verlauf des Projektes vier darzustellende Ressourcenkategorien identifiziert wurden, wird zunächst an der Darstellung von vier Indikatoren in einem neuen Vorschlag festgehalten.

Abbildung 13: Vorschlag eines „Ressourcenkompasses“ für die Darstellung der Ressourceninanspruchnahme eines Notebooks

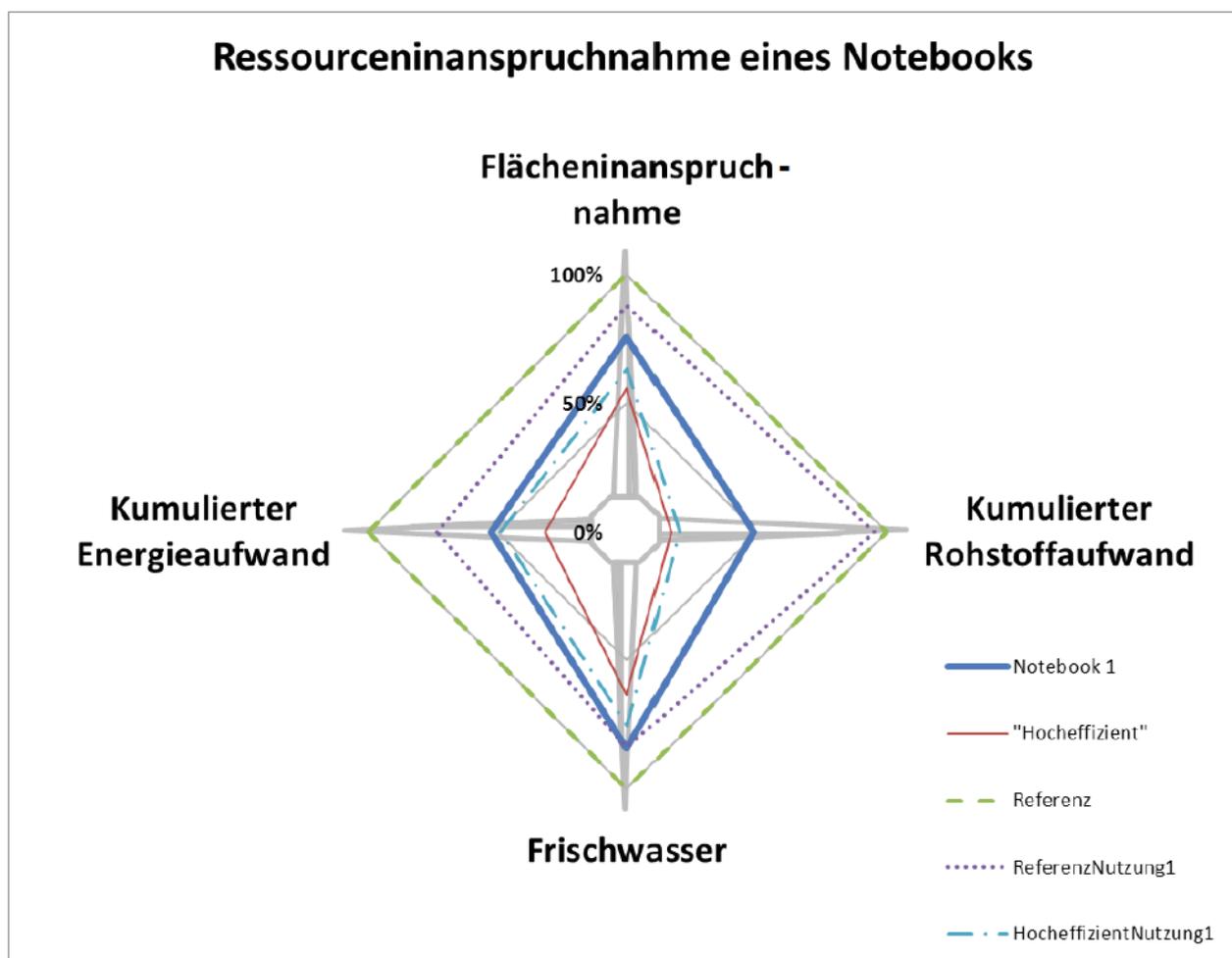


Abbildung 13 zeigt den Ressourcenkompass am Beispiel eines Notebooks. Die blaue Linie zeigt an, in welcher „Himmelsrichtung“ die Ressourcenbeanspruchung des Produktes näher am Durchschnitt („Referenz“) oder näher am „Ziel“ oder einem „Best Case“/„Top Runner“-Produkt („Hocheffizient“) liegt. Durch diese Art der Darstellung werden eventuell auftretende Zielkonflikte zwischen den Ressourcen anschaulich demonstriert. So zeigt das betrachtete Produkt (Notebook 1) in der Kategorie „Frischwasser“ einen geringeren Abstand zur Referenz als in der Kategorie „Kumulierter Rohstoffaufwand“. Gleichzeitig hat das Produkt in der Kategorie „Kumulierter Rohstoffaufwand“ den größten Abstand zum „Top Runner“-Produkt („Hocheffizient“). Hier zeigt sich der Einfluss Annahme im Szenario „Hocheffizient“, dass alle verwendeten Metalle und Kunststoffe aus Sekundärmaterial bestehen.

Die Szenarien „Referenz Nutzung 1“ und „Hocheffizient Nutzung 1“ sollen helfen, die Unterschiede der Ressourcenverbräuche zu verdeutlichen, wenn die Nutzungsphase nicht variiert wird. Bei allen Szenarien wurde die Nutzungsphase als gleich angenommen und entspricht der des betrachteten Produkts (Notebook 1). Dadurch rücken die Ergebnisse für „Referenz Nutzung 1“ und für „Hocheffizient 1“ näher an das Ergebnis für „Notebook 1“ als die Ausgangsszenarien „Referenz“ und „Hocheffizient“. Das Ausmaß der Veränderung in Abbildung 13 zeigt, dass beim Notebook die Nutzungsphase insbesondere beim kumulierten Energieaufwand einen höheren Einfluss hat, während die Unterschiede bei den anderen Indikatoren eher gering sind (s.a. Abbildung 11).

Abbildung 14: Vorschlag eines „Ressourcenkompasses“ für die Darstellung der Ressourceninanspruchnahme einer Waschmaschine

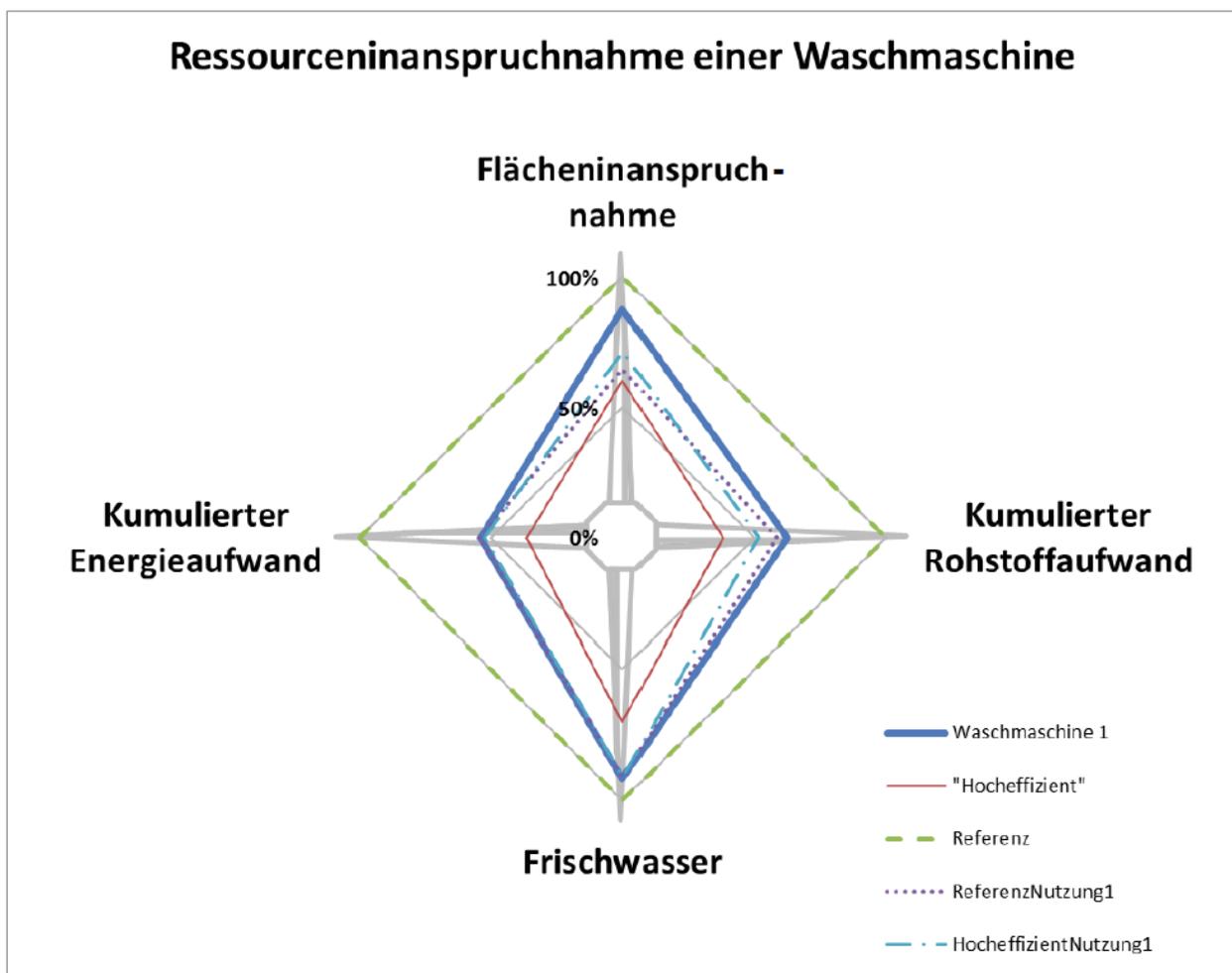


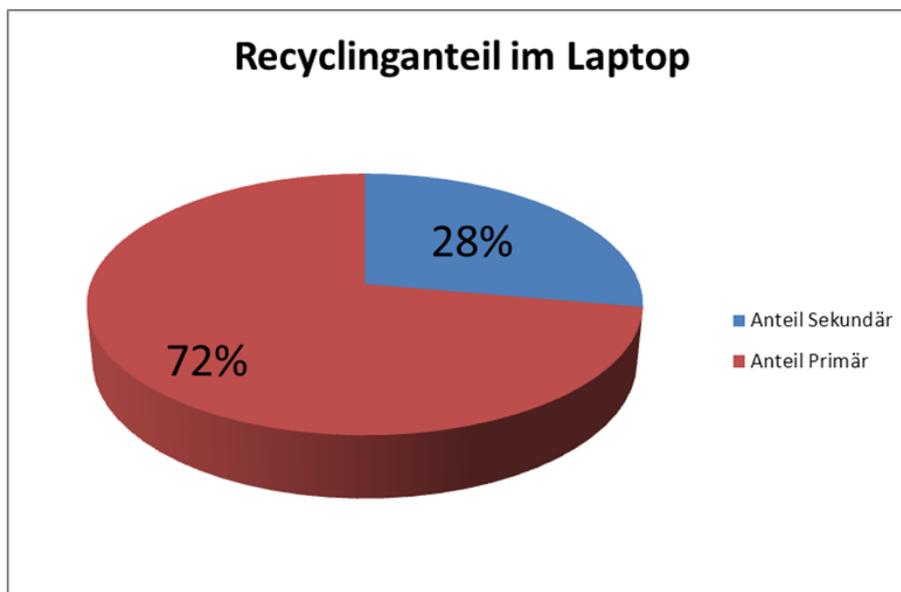
Abbildung 14 zeigt die Ergebnisse des zweiten Fallbeispiels „Waschmaschine“ analog zum Notebook in der Darstellungsform „Ressourcenkompass“. Es zeigt sich tendenziell ein ähnliches Bild. Das betrachtete Produkt „Waschmaschine 1“ schneidet deutlich besser als die Referenz in der Kategorie „Kumulierter Energieaufwand“ und „Kumulierter Rohstoffaufwand“ ab. In den Kategorien „Flächeninanspruchnahme“ und „Frischwasser“ steht das betrachtete Produkt nicht viel besser da als die Referenz. Der Abstand zum „Top Runner“-Produkt bleibt in etwa in allen Kategorien ähnlich.

Die Szenarien mit der als gleich angenommenen Nutzungsphase „Referenz Nutzung 1“ und „Hocheffizient Nutzung 1“ zeigen für die Waschmaschine eindrücklich, dass hier die Nutzungsphase über alle vier Kategorien einen vergleichsweise hohen Einfluss hat (s.a. Abbildung 12). Die Ergebnisse für „Referenz Nutzung 1“ und „Hocheffizient Nutzung 1“ liegen deutlich näher an dem Ergebnis für das Produkt „Waschmaschine 1“ als die Ausgangsszenarien „Referenz“ und „Hocheffizient“. Für „Referenz Nutzung 1“ zeigt sich hier sogar eine „Ergebnisumkehr“. Bei gleich angenommener Nutzungsphase liegt die Ressourcenbeanspruchung der „Referenz“ entweder gleich oder besser als das Ergebnis für „Waschmaschine 1“.

7.2 Vorschlag „Einsatz von Sekundärmaterial“

Der skizzierten Idee in Kapitel 5.4.2 folgend, werden auch hier die Ergebnisse aus den Berechnungen der Fallbeispiele in die Darstellungsform „Anteil Recyclingmaterial“ übertragen. Abbildung 15 zeigt den Recyclinganteil der Rohstoffe eines Notebooks (28 %). Berücksichtigt sind neben den Rohstoffen des eigentlichen Produktes auch die Rohstoffe des Verpackungsmaterials.

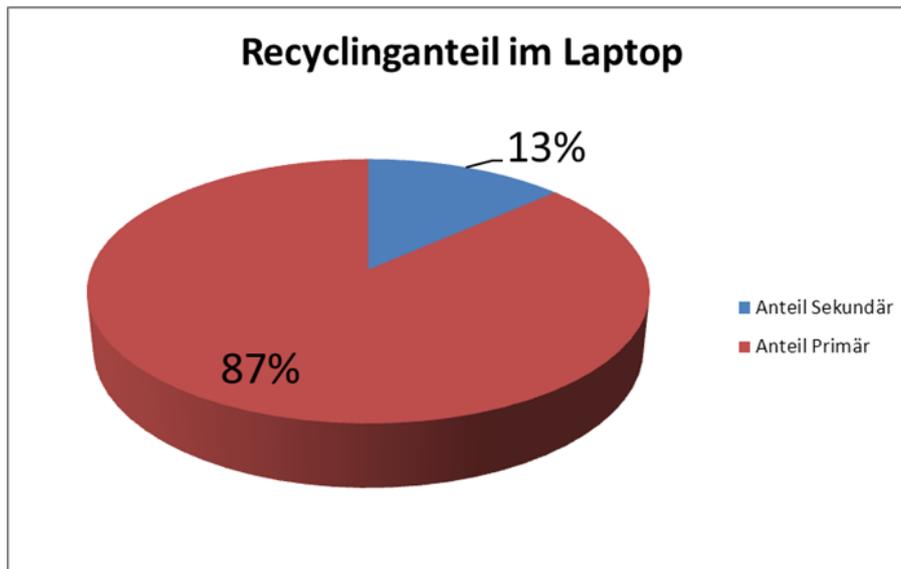
Abbildung 15: Anteil Recyclingmaterial in einem Notebook (mit Verpackung)



Berechnet nach Angaben aus [Ecoinvent, 2008], Annahmen zu Sekundärmaterialien nach [UNEP, 2011].

Wie bereits in Kapitel 5.4.2 dargelegt, liegt hier der Generalverdacht zugrunde, dass der Einsatz von Sekundärmaterialien immer ressourcenschonender ist als der Einsatz von Primärmaterial. Das Beispiel des Notebooks zeigt bei einer Sensitivitätsanalyse noch einen weiteren Aspekt, der hier kritisch beleuchtet werden soll. Bei der Datenzusammenstellung fiel der relativ hohe Anteil des Kartongewichtes auf, der in die Materialstückliste berücksichtigt ist. Dieser verändert durch seinen hohen Einsatz an Sekundärfasern (82 %) das Ergebnis entscheidend, wie in Abbildung 16 zu sehen ist.

Abbildung 16: Anteil Recyclingmaterial in einem Notebook (ohne Verpackung)



Berechnet nach Angaben aus [Ecoinvent, 2008], Annahmen zu Sekundärmaterialien nach [UNEP, 2011].

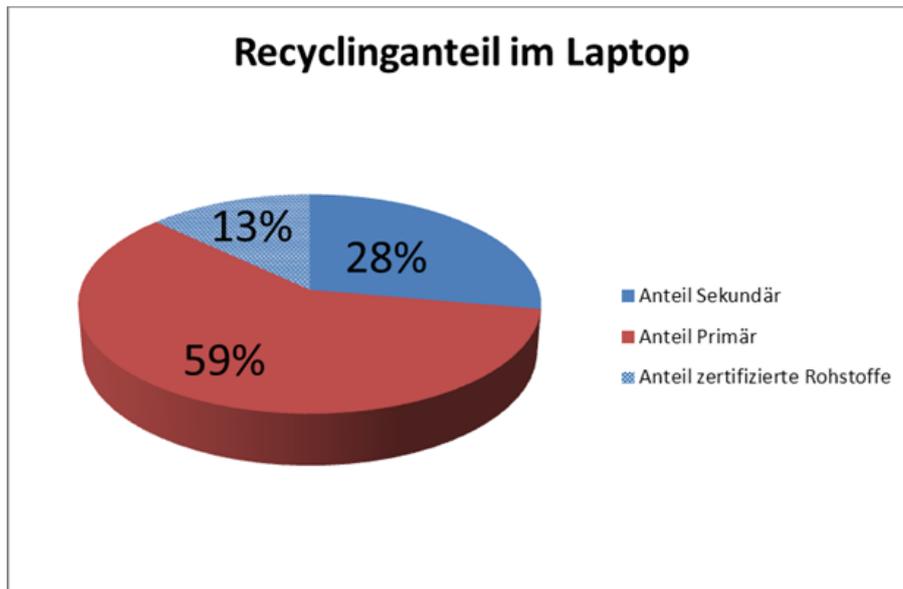
Der Unterschied von 15 % im genannten Beispiel erscheint hoch, ist aber im Hinblick auf die Lebenszyklusbetrachtung gerechtfertigt, denn diese soll sicher stellen, dass sämtliche für den Lebensweg des Produktes benötigten Ressourcen betrachtet werden. Dies schließt auch die Verpackungsmaterialien mit ein.

7.3 Vorschlag „Einsatz von zertifizierten Rohstoffen“

In diesem Vorschlag werden die skizzierten Kennzeichnungsideen aus Kapitel 5.4.2 und 5.4.3 zusammenggeführt. Der Darstellungsform „Anteil Recyclingmaterial“ wird noch ein „Anteil zertifizierte Rohstoffe“ hinzugefügt. In Abbildung 17 ist eine denkbare Auswertung der Stückliste eines Notebooks abgebildet, dessen Anteil Primärmaterial durch die Verwendung zertifizierter Primärrohstoffe verringert wurde. Hier kann, analog dem Sekundäranteil, auch die Verwendung von zertifizierten Verpackungsmaterialien einen wesentlichen Beitrag leisten.

Die dargestellte Diagrammform ist ein Vorschlag, der durchaus anders gestaltet werden kann. So ist eine Ampel oder eine Farbskala, wie sie in der heute bereits vorhandenen Energieverbrauchskennzeichnung verwendet wird, denkbar. Hier sollte allerdings bei Mitverwendung der zertifizierten Rohstoffe darauf geachtet werden, dass diese mit den Sekundärmaterialien gemeinsam skaliert werden.

Abbildung 17: Einsatz von Recyclingmaterial und zertifizierten Primärrohstoffen in einem Notebook

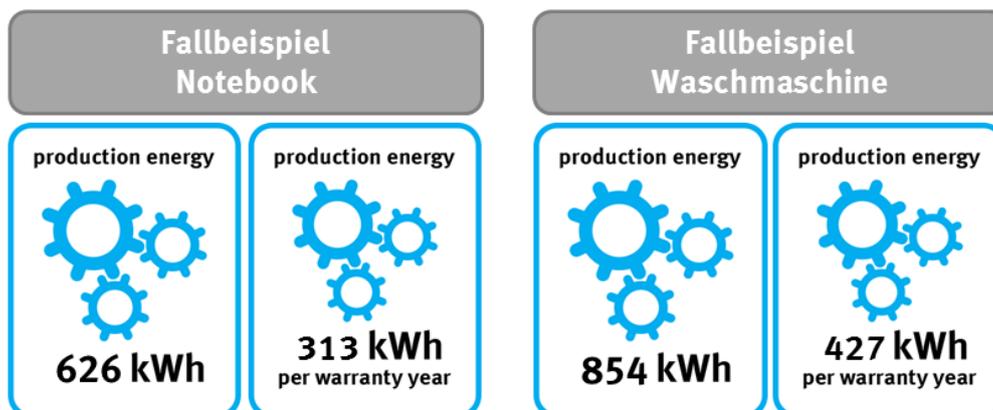


Anteil zertifizierter Rohstoffe geschätzt.

7.4 Vorschlag „Aufnahme Herstellungsenergie“

Wie in Kapitel 5.4.4 beschrieben soll die Informationsgröße der Herstellungsenergie bei diesem Vorschlag in die bestehende EU-Energieverbrauchskennzeichnung integriert werden. Dazu wurden für die beiden Fallbeispiele die Energieverbräuche der Herstellungsphase ermittelt. Abbildung 18 zeigt die Umsetzung der Informationsgröße in einem Designvorschlag für die EU-Energieverbrauchskennzeichnung. Dargestellt ist der Energieeinsatz in Kilowattstunden für alle Herstellungsaufwendungen inklusive Vorkette der verarbeiteten Rohstoffe, einmal als absoluter Wert und einmal abgeschrieben über die Garantiezeit (in beiden Fällen zwei Jahre bedingt durch gesetzliche Gewährleistungspflicht).

Abbildung 18: Ausweisung der Infogröße der Herstellungsenergie für die Fallbeispiele Notebook und Waschmaschine



7.5 Datenanforderungen

Bei der Durchführung der Kennzeichnung des Ressourcenverbrauchs von Produkten am Beispiel eines Notebooks sind diverse Erkenntnisse zu Datenanforderungen entstanden, die im Folgenden diskutiert werden.

7.5.1 „Sachbilanzebene“

Bei der Betrachtung und Auswertung der verfügbaren Dateninventare fällt auf, dass die Detailtiefe der verfügbaren Daten zum Einsatz verschiedener Rohstoffe und Materialien für eine vertiefte Analyse unzureichend sind. So stehen, wie in Tabelle 19 gezeigt, unterschiedliche Angaben zur Verwendung von Materialien zur Verfügung.

Tabelle 19: Zusammensetzung der betrachteten Notebooks nach Materialgruppen in kg

Materialgruppen	EuP-Vorstudie	Ecoinvent
Kunststoffe	0,58	0,79
Metalle	0,73	1,33
Glas	0,36	0,00
"Komponenten"	0,91	1,02
Karton	0,92	0,84
Summe	3,50	3,99

Quellen: EuP-Vorstudie [IVL et al., 2007], Ecoinvent [Frischknecht et al., 2005]

Am Beispiel der Waschmaschine (Tabelle 20) zeigt sich ein etwas anderes Bild. Die Massen der unterschiedlichen Materialgruppen weichen weniger stark voneinander ab.

Tabelle 20: Zusammensetzung der betrachteten Waschmaschinen nach Materialgruppen in kg

Materialgruppen	EuP-Vorstudie	Öko-Institut-Studie
Kunststoffe	13,35	18,33
Metalle	37,67	33,28
Glas	1,77	1,69
"Komponenten"	0,17	0,54
Karton	0,11	1,30
Holz	2,45	3,45
Zement	18,18	18,68
Summe	73,70	77,26

Quellen: EuP-Vorstudie [ENEA et al., 2008], Öko-Studie [Öko-Institut, 2005]

Bei genauerer Betrachtung des Beispiels „Notebook“ zeigt sich, dass die Position „Komponenten“, bestehend aus HDD, DVD-Laufwerk, Leiterplatte, etc. meist nur als aggregierte Information vorliegt. Dies ist besonders im Hinblick auf den Einsatz von ressourcenintensiven Metallen wie Gold problematisch, denn dieser soll durch eine solche Kennzeichnung durchaus abgebildet werden. Ohne eine gesicherte Angabe, wie viel Gold in einem Notebook enthalten ist, kann diese Aussage jedoch nicht erfolgen. Dieses Manko wiesen die betrachteten Datenquellen in gleicher Weise auf. Mögliche Lösungsansätze können hier in Zusammenarbeit mit Herstellern erarbeitet werden. Dies könnte einerseits die Erweiterung der in der EuP-Vorstudie aufgeführte Bill of Materials (BOM) sein, ebenso sind aber auch Vorgaben an die Hersteller denkbar, diese Informationen bereit zu stellen oder nachvollziehbar zu erheben. Dabei sollte die Erhebung neben der reinen Masseninformation in der Stückliste

im besten Fall auch Informationen über die Herkunft der verwendeten Rohstoffe enthalten. Hierdurch könnte auch der Informationsbedarf, der für die sekundären Indikatoren „Anteil Recyclingmaterial“ und „Anteil zertifizierte Primärrohstoffe“ erforderlich ist, gedeckt werden.

7.5.2 Auswirkung unterschiedlicher Datenquellen auf die Ergebnisse

Die zuvor diskutierten unterschiedlichen Annahmen zur Stückliste der einzelnen Produkte können im Einzelfall entscheidende Auswirkungen auf die Ergebnisse der Ressourcenbeanspruchung haben. Die untersuchten Beispiele haben gezeigt, dass je nach Produkt unterschiedliche Lebenszyklusphasen der Produkte den größten Anteil an der gesamten Beanspruchung besitzen können. Deshalb werden im Folgenden die Auswirkungen unterschiedlicher Datenquellen auf die Ergebnisse der Ressourcenbeanspruchung einzeln je Lebenszyklusphase diskutiert.

Herstellungsphase

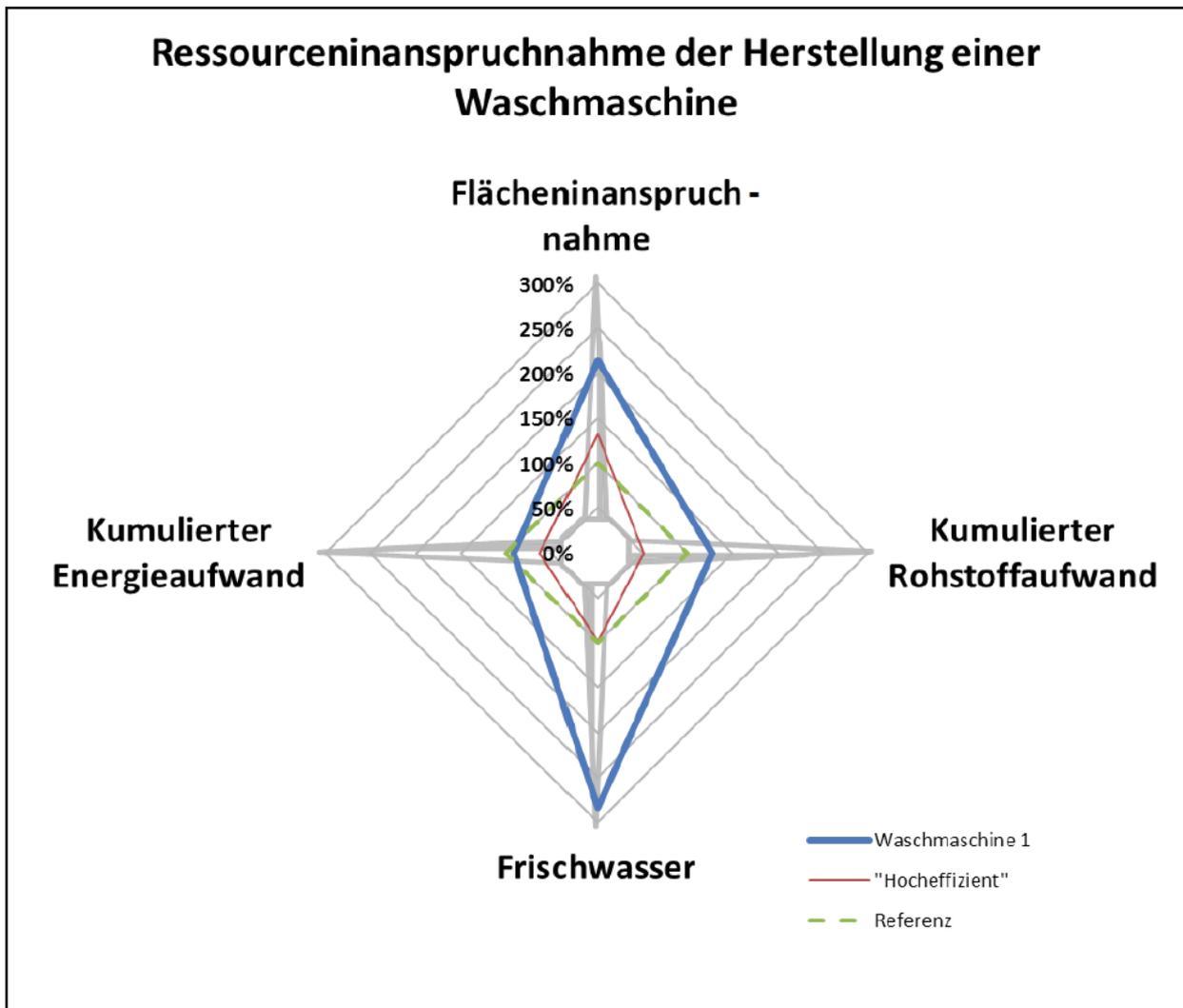
Wie in Kapitel 6 gezeigt werden konnte, sind zunächst Annahmen für den Einsatz von Sekundärmaterialien ausschlaggebend für den Rohstoffverbrauch, was die Wichtigkeit dieser Angabe herausstellt.

Daneben ist die Herstellungsphase aber auch maßgeblich von den eingesetzten Materialien abhängig bzw. von den auf einer Stückliste ausgewiesenen Materialien. Bei genauerer Betrachtung des Beispiels Waschmaschine fällt in den absoluten Zahlen (siehe Tabelle 17) auf, dass gerade bei den Ressourcen Frischwasser und Fläche die Nutzung pro Produkt im Vergleich zum Basisszenario stark abweicht. In Abbildung 19 ist dies grafisch veranschaulicht.

Diese Unterschiede resultieren aus dem Stücklisteneintrag „Baumwolle“ in Öko-Institut [2005]. In Waschmaschinen werden harzgetränkte Baumwollmatten an der Unterseite des Bottichs zur Minderung der Geräuscentwicklung und Wärmeisolierung angebracht. Diese machen nach den in dieser Studie verwendeten Daten ca. 0,5 % der Gesamtmasse der Waschmaschine aus. In der EuP-Stückliste fehlt dieses Material. Durch die hohen spezifischen Wasser- und Flächenverbräuche von Baumwolle gerade im Vergleich zu den anderen verwendeten Materialien ist die Nennung in der Stückliste ergebnisrelevant.

An diesem Beispiel soll verdeutlicht werden, von welcher zentralen Bedeutung eine vollständige Stückliste für die Ausweisung der Ressourcenbeanspruchung ist. Bei einem Anteil von 0,5 % an der Gesamtmasse einer Waschmaschine macht der Wasserbedarf für die Baumwolle ca. 60 % des gesamten Wasserbedarfs der Herstellung einer Waschmaschine aus. So können je nach Wahl der auszuweisenden Ressource auch sehr geringe Mengen eines Materials das Ergebnis in die eine oder andere Richtung verschieben.

Abbildung 19: Vorschlag eines "Ressourcenkompasses" für die Darstellung der Ressourceninanspruchnahme einer Waschmaschine – Lebenszyklusphase Herstellung



Nutzungsphase

In der Nutzungsphase werden je nach Produkt verschiedene Ressourcen in unterschiedlichem Maße beansprucht. So steht beim Notebook der Stromverbrauch nach festen Annahmen zur Nutzung im Vordergrund. Die Waschmaschine verbraucht neben Strom auch Wasser und Waschmittel, was den erheblichen Teil der Ressourcenbeanspruchung über den Lebenszyklus einer Waschmaschine ausmacht (vgl. Abbildung 12).

Zu deren Verbrauchsmenge müssen ebenfalls Annahmen getroffen werden. Hier wird allerdings auch die Grenze der Herstellerverantwortung erreicht, denn gerade bei der Nutzung einer Waschmaschine ist das Verhalten von Verbraucherinnen und Verbrauchern im Hinblick auf Befüllung, Waschmittelleinsatz und Auswahl des tatsächlich benötigten Waschprogramms von zentraler Bedeutung für die Ressourcenbeanspruchung in der Nutzungsphase. Die entsprechenden Daten bzw. Durchschnittswerte sollten in einem Stakeholder-Prozess pro Produktgruppe ermittelt werden, um einerseits die technisch mögliche Durchschnittsperformance der Produktgruppe und andererseits typisches Gebrauchsverhalten zu integrieren. Die Durchschnittsperformance der Produktgruppe kann dann der technisch möglichen Performance des betrachteten Einzelproduktes und einer ebenfalls im Stakeholder-Prozess erstellten Ziel- oder Top Runner-Performance gegenüber gestellt werden.

End-of-life

Die Phase der Beendigung des Produktlebenszyklus (End-of-life, „EoL“) ist in den hier betrachteten Beispielen ergebnisseitig nicht relevant. Dennoch sind in dieser Phase einige methodische Punkte diskutabel. In den EuP-Vorstudien und folglich auch in dem für die Berechnungen in den Studien eingesetzten EcoReport-Tool wird für die EoL-Phase mit Gutschriften für Materialien gearbeitet, die recycelt werden können. Bei den Auswertungen der in diesem Vorhaben betrachteten Beispiele wurde von diesem Vorgehen aus folgenden Gründen abgewichen.

Zunächst werden Gutschriften als zu wenig nachvollziehbar angesehen. Dies soll am Beispiel von Eisenwerkstoffen kurz erläutert werden. Die in den EuP-Vorstudien angewendete Methodik vergibt für den Einsatz von Eisenwerkstoffen eine Gutschrift für die durch die Verwendung dieser Stoffe in nachfolgenden Produktsystemen vermiedenen Emissionen, welche dem betrachteten Produktsystem zu Gute kommen. Jedoch ist gerade im Fall von Eisenwerkstoffen nicht gesichert, dass ein funktionsäquivalentes Recycling stattfindet, sprich ob die Eisenanteile der Waschmaschine später in Werkstoffe überführt werden, die deren Legierungszusammensetzung benötigen oder ob diese Legierung schlicht zu Baustahl wird, dessen Anforderungen an den Gehalt verschiedener Legierungselemente sehr viel geringer sind als in anderen Anwendungen. Dies birgt je nach Produktgruppe und Material die Gefahr, dass Ergebnisse auch innerhalb einer Produktgruppe nicht miteinander verglichen werden können, weil Produkt A mit anderen Gutschriften belegt wurde als Produkt B.

Da es bei einer potentiellen Ressourcenverbrauchskennzeichnung um Produktbetrachtungen geht, sollte die Systemgrenze des Produktsystems klar definiert werden. Verschneidungen mit anderen Systemen sollten vermieden werden, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse durch eine klare Methodik zu gewährleisten. Aus diesem Grund wurde in diesem Projekt der Ansatz verfolgt, dass die EoL-Phase bei allen Produkten an derselben Stelle endet. In den betrachteten Beispielen wurde als Systemgrenze der Shredder in der Elektronikschrottaufbereitung gesetzt und damit mit der Bereitstellung des Sekundärrohstoffs. Diesem Vorgehen wurde auch bei der Herstellungsphase Rechnung getragen, indem die Stoffflüsse von Sekundärmaterialien auch an genau dieser Stelle beginnen. Durch dieses Vorgehen können die tatsächlich mit dem Produktsystem in Verbindung stehenden Ressourcenverbräuche klar definiert und bilanziert werden, was die Datenbeschaffung und auch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erhöht.

7.5.3 Referenzbildung

Die mögliche Darstellung der Ressourcenbeanspruchung ist erst als relative Darstellung zu einem Referenzprodukt oder einer Entfernung zu einem Zielwert kommunizierbar und darstellbar. Die Angabe allein von absoluten Werten reicht nicht aus (Kapitel 5.1.3). Es kommt hinzu, dass bei mehreren unterschiedlichen Indikatoren, wie beim Ressourcenkompass, wo Werte zum Energieverbrauch gemeinsam mit Werten zum Wasserverbrauch dargestellt werden müssen, die relative Darstellung eine gemeinsame Darstellung in einem Diagramm ermöglicht.

Ebenso hilft eine Referenz oder eine Zielvorgabe bei Sekundärindikatoren, eine Rangbildung für die Kennzeichnung zu erstellen. Falls der Ressourcenverbrauch ähnlich dem Energieverbrauch in einer Farbskala dargestellt werden soll, wären hier Referenz- oder Zielvorgaben unerlässlich. Einige Vorschläge zur Referenzbildung und deren Durchführbarkeit sollen hier diskutiert werden:

Möglichkeiten der Referenzbildung

Eine Möglichkeit zur Referenzbildung ist die Vorgabe von Zielen zur Ressourcenschonung. Dieses Vorgehen ist als zielführend anzusehen, da es dazu beiträgt, den Ressourcenverbrauch absolut zu reduzieren. Diese Vorgaben können allgemein für alle Produkte oder produktspezifisch formuliert sein. Im ersten Fall ist eine Vorgabe zum absoluten, durch in Deutschland konsumierte Produkte ver-

ursachen, Ressourcenverbrauch vonnöten. Die Grenze für jedes Produkt würde sich z.B. aus dem Anteil der Wertschöpfung des Produktes an der gesamten Wertschöpfung errechnen lassen. Die produktspezifische Zielvorgabe kann durch Konsultationsprozesse oder politisch gesetzte Vorgaben realisiert werden. Hierzu würde auch eine Zielvorgabe zu Sekundärmaterial zählen, z.B. das Ziel, den nach Stand der Technik größtmöglichen Anteil an rezykliertem Material für die Produktion bestimmter oder aller Produkte einzusetzen. Hier würde für Verbraucherinnen und Verbraucher der Beitrag des Produktes zur Erreichung des gesetzten Zieles auf den ersten Blick ersichtlich.

Eine weitere Möglichkeit der Referenzbildung ist die Referenzierung auf einen Durchschnittswert, wie es in vorliegendem Beispiel durchgeführt wurde. Die Angaben der EuP-Vorstudie wurden in Abbildung 14 als Referenzwert verwendet, die Angaben aus Ecoinvent 2.2 wurden als zu kennzeichnendes Produkt behandelt. Im Fall eines vorliegenden durchschnittlichen Datensatzes, wie z.B. einer Vorstudie zur Ökodesign-Richtlinie, kann das zu kennzeichnende Produkt auf diesen referenziert werden. Da die wenigsten Informationen über die Menge der im Produkt enthaltenen Metalle vorliegen, könnte dies auch durch nasschemische Analysen pro Produktgruppe mit vertretbarem Aufwand nachgeholt werden.

8 Schlussfolgerungen

Die beschriebenen Hintergrundinformationen und durchgeführten Untersuchungen verdeutlichen das Spannungsfeld zwischen den Ansprüchen, die an eine Produktkennzeichnung bestehen und den Möglichkeiten, die durch Indikatoren gegeben sind. Dieses Spannungsfeld konnte im Rahmen des Vorhabens nicht aufgelöst werden, eine abschließende eindeutige Empfehlung lässt sich nicht ableiten. Allerdings kann abgeleitet werden, welche Konzeptionen sich als richtungsweisend zeigen.

Hierzu werden nachfolgend die Vor- und Nachteile der in den Kapiteln 7.1 bis 7.4 diskutierten Vorschläge dargestellt und anschließend in einer gemeinsamen Betrachtung gegenüber den bestehenden Kriterien eines Kennzeichnungssystems (vgl. Kapitel 5.2.1) eingeordnet.

Tabelle 21: Vor- und Nachteile Vorschlag 1: Ressourcenkompass

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Weitgehende Berücksichtigung der Inputressourcen und dadurch weitgehende Repräsentativität zur Abbildung des Ressourcenverbrauchs ▶ Zielkonflikte werden transparent; Verbraucherinnen und Verbraucher können eigenständig entscheiden, welche Ressourcenbeanspruchung sie für besonders wichtig halten ▶ Einordnungsmöglichkeit über eine Referenz (Benchmark); Verbraucherinnen und Verbraucher können den Abstand zu einem Durchschnittsprodukt und/oder einem hocheffizienten Produkt leicht erkennen ▶ Zusätzliche Darstellungsmöglichkeit des Einflusses des Nutzungsverhaltens ▶ Die ausgewählten Inputressourcen sind zwar bislang nur als „Sachbilanzgrößen“ erfassbar, aber Methoden zur Abschätzung der mit ihrer Inanspruchnahme verbundenen Umweltwirkungen befinden sich in der Entwicklung und erlauben langfristig eine Qualifizierung des Ressourcenverbrauchs 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nach Erkenntnissen in [BIO Intelligence Service, 2012] führt die Darstellung von mehr als drei Indikatoren eher zu Irritationen als zu Informationstransfer ▶ Zielkonflikte müssen vermittelt werden; würde weiterführende Hintergrundinformationen erfordern; die leichte Informationszugänglichkeit ist nicht gegeben ▶ Die Festlegung einer Referenz erfordert weitergehende Stakeholder-Prozesse wie z.B. zur Erarbeitung einer Konvention für Stücklisten je Produktgruppe oder zur Festlegung von Zielvorgaben zur Ressourcenschonung ▶ Durch Einbeziehen des Nutzungsverhaltens in die Kompassdarstellung wird die bereits bestehende Komplexität weiter erhöht und die Nachvollziehbarkeit weiter erschwert ▶ Bislang fehlt eine umweltwissenschaftlich anerkannte Qualifizierung (Einschätzung der Umweltauswirkung) für die Beanspruchung der Ressourcen Wasser, Fläche, Rohstoff, Energie, wodurch die richtungssichere Aussagekraft gegenwärtig eingeschränkt ist ▶ Hoher Aufwand bei der erforderlichen Datenbeschaffung für Hersteller

Einige der in Tabelle 21 aufgeführten Nachteile beziehen sich auf die gegenwärtigen Randbedingungen wie die Problematik der Datenlage oder die derzeit fehlende Möglichkeit der Wirkungsabschätzung. Diese beiden Hemmnisse lassen sich jedoch grundsätzlich dadurch auflösen, dass gemeinsame Anstrengungen zur Datensammlung sowie Harmonisierung bzw. Standardisierung von Berechnungsmethoden unternommen werden. Dies erfordert entsprechende Politikvorgaben ggf. flankiert durch rechtliche Vorgaben und des Weiteren v.a. einen intensiven Austausch unter den relevanten Akteuren aus den Bereichen Herstellung, Administration und Konsum.

Auch dem Nachteil der Informationskomplexität bzw. nicht gegebenen leichten Informationszugänglichkeit lässt sich ggf. durch weitere Überlegungen zum Design des Kompasses entgegenwirken. Ebenfalls erwägenswert ist die Möglichkeit einer begleitenden Beratung von Verbraucherinnen und Verbrauchern, um das Verständnis bzw. die spontane Auffassungsfähigkeit für die dargestellten Informationen zu verbessern.

Des Weiteren kann der Vorteil des Ressourcenkompasses, auch den Einfluss der Nutzungsphase darzustellen, in anderer Form als in dem hier entwickelten Vorschlag einbezogen werden. Anstelle der zu komplexen Darstellung (vgl. Nachteile) als weitere Szenarien im Kompass ist z.B. eine Farbkennzeichnung denkbar, die Verbraucherinnen und Verbrauchern für die Relevanz ihres Verbraucherverhaltens sensibilisiert (z.B. bei Waschmaschinen, dagegen weniger relevant bei Notebooks). Hierzu ist ebenfalls ein Stakeholder-Prozess anzuregen, um ein „typisches“ Nutzungsverhalten zu identifizieren und diesem ein anzustrebendes „ressourcenschonendes“ Verhalten gegenüberzustellen. Ein solcher Prozess kann zudem für Hersteller wichtige Rückschlüsse darüber liefern, an welchen Stellen ggf. eine einfachere Bedienung im Sinne der Ressourcenschonung zielführender wäre. Gerade bei Waschmaschinen sind Verbraucherinnen und Verbraucher mitunter durch die Wahlvielfalt der Waschprogramme schnell überfordert und nicht geneigt länger zu erwägen, wann tatsächlich hohe Temperaturen und lange Waschzyklen nötig sind.

Tabelle 22 führt die Vor- und Nachteile für den Vorschlag 2 „Einsatz von Sekundärmaterial“ auf.

Tabelle 22: Vor- und Nachteile Vorschlag 2: Einsatz von Sekundärmaterial

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Leicht verständlich ▶ Geringerer Aufwand der Datenbeschaffung als beim Ressourcenkompass ▶ Der damit angezeigte Umfang des Recyclings ist grundsätzlich geeignet als indirekter Ausdruck für die Schonung von Ressourcen ▶ Für die Herstellung hat der Einsatz von Sekundärmaterial einen hohen Einfluss auf den Rohstoffverbrauch ▶ Der Materialverbrauch der Verpackung kann einbezogen werden (ggf. separate Ausweisung) ▶ Eine materialspezifische Unterscheidung ist grundsätzlich möglich ▶ Grundsätzlich besteht die Möglichkeit auch hier einen Benchmark (hier: „bester Fall“) zu entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Unterstellt, dass Recycling bzw. der Einsatz von Sekundärmaterial per se ressourcenschonender ist als der Einsatz von Primärrohstoffen ▶ Erfordert die Festlegung einer Konvention für Stücklisten („Bill of Materials“) je Produktgruppe, da sonst bei gleichem Produkt durch nicht harmonisierte Abschneidekriterien die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht mehr möglich ist; das Risiko, dass „wichtige“ Materialien nicht berücksichtigt bzw. übersehen werden, bleibt (Bsp. Baumwolle bei Waschmaschinen) ▶ Als Repräsentant für die Beanspruchung natürlicher Ressourcen nicht ausreichend; die Aussagekraft ist deutlich eingeschränkt ▶ Potenzielle Zielkonflikte werden nicht sichtbar ▶ Durch die Materialvielfalt bleibt über die Ausweisung des Sekundäranteils als Summenwert offen, ob darunter wichtige Materialien umfasst sind wie z.B. wirtschaftskritische Metalle ▶ Eine materialspezifische Differenzierung erhöht die Komplexität der Information; für

	<p>eine gezielte Auswahl an Materialien fehlt bislang eine (ökologische) Priorisierung dieser („welche sind mehr, welche weniger wichtig“)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Die Festlegung einer Referenz erfordert entsprechende Abstimmungsprozesse mit Akteuren sowie quantitative Zielvorgaben für zu erreichende Sekundäranteile (ggf. differenziert nach Material)
--	---

Vorschlag 3 „Einsatz von zertifizierten Rohstoffen“ ist eine Ergänzung des Vorschlags 2. Insofern gelten die in Tabelle 22 aufgeführten Vor- und Nachteile auch hier. In Tabelle 23 werden lediglich zusätzlich auftretende Vor- und Nachteile aufgeführt.

Tabelle 23: Vor- und Nachteile Vorschlag 3: Einsatz von zertifizierten Rohstoffen

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Berücksichtigt Produkte, die aus Qualitätsgründen nur eingeschränkt Sekundärmaterial einsetzen können ▶ Erhöht die Aussagekraft, da bei geeigneten Zertifizierungssystemen von einer nachhaltigen Gewinnung auszugehen ist und damit einer Gewinnung im Sinne der Ressourcenschonung 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bedingt hohen Aufwand der Datenbeschaffung bei komplexen Produkten ▶ Bislang existieren nur vereinzelt Zertifizierungssysteme; hier sind eigenständige Produktlabel (z.B. Textillabel wie “Global Organic Textile Standard”³⁸) ggf. zielführender ▶ Nicht jedes Zertifizierungssystem ist per se geeignet bzw. ausreichend anspruchsvoll zur Abbildung der Ressourcenschonung; z.B. genügen die Anforderungen von PEFC oder FSC je nach Holzherkunftsland alleine nicht immer den Ansprüchen einer nachhaltigen Beschaffung (vgl. Vergabekriterien Blauer Engel für Holzpellets und Holzhackschnittel, RAL-UZ 153 [RAL, 2011]) ▶ Der Zertifizierungsanteil kann in Konkurrenz zum Recyclinganteil stehen; z.B. könnten FSC zertifizierte Verpackungen aus Primärfaser vorteilhafter erscheinen als umweltfreundliche Verpackungen aus Recyclingmaterial

Der Vorschlag 4 stellt den einfachsten und am leichtesten umsetzbaren Ansatz dar. Allerdings ist dieser auch am wenigsten repräsentativ für die Inanspruchnahme von Inputressourcen. Die Vor- und Nachteile zeigt Tabelle 24.

³⁸ <http://www.global-standard.org/de/> (abgerufen am 20.12.2015).

Tabelle 24: Vor- und Nachteile Vorschlag 4: Aufnahme Energiebedarf Herstellung in das EU-Energielabel

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Leicht in das bestehende EU-Energielabel integrierbar ▶ Gute Datenlage bzgl. Energiebedarf ▶ Schließt die bestehende Informationslücke v.a. bei Produkten deren Herstellung relativ zur Nutzungsphase einen hohen Energiebedarf aufweisen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Berücksichtigt nur den Energiebedarf der Herstellung (ergänzend zum Energiebedarf der Nutzung) und hat damit eine sehr geringe Aussagekraft und Richtungssicherheit in Bezug auf die Beanspruchung natürlicher Ressourcen ▶ Nicht für alle Produktgruppen so relevant, dass eine Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen sinnvoll ist. Relevanz wäre produktgruppenspezifisch im Vorfeld zu prüfen. ▶ Als absoluter für sich alleinstehender Wert ist keine Einschätzung der Relevanz möglich; sinnvoller wäre eine Einbeziehung durch Abschreibung des Energiebedarfs für die Herstellung über die Lebensdauer. Diese lässt sich häufig nicht mit belastbarer Genauigkeit angeben. Als Näherung wurde hier die Herstellergarantiezeit verwendet.

Die in den Tabelle 21 bis Tabelle 24 aufgeführten Vor- und Nachteile der vier entwickelten Vorschläge dienen als Ausgangsbasis für eine abschließende Einordnung dieser Vorschläge vor dem Hintergrund der Anforderungen, die für ein Kennzeichnungssystem bestehen (Tabelle 25).

Grundsätzlich ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt bei allen vier Vorschlägen die Aussagekraft eingeschränkt. Insbesondere gilt dies bei Vorschlag 4 aufgrund der stark eingeschränkten Repräsentativität für eine Ressourcenschonung. Auf lange Sicht bietet Vorschlag 1 gute Aussichten für eine höhere Aussagekraft, da mit den vier Indikatoren die Inputressourcen weitgehend berücksichtigt sind und für diese langfristig eine qualifizierende Bewertungsmöglichkeit ihrer Inanspruchnahme zu erwarten ist.

Derzeit ist es mit der generell gegebenen eingeschränkten Aussagekraft der Vorschläge erforderlich, dass bei einer Kennzeichnung mit diesen Indikatoren die Informationen nicht als „Ressourcenverbrauchskennzeichnung“ per se vermittelt werden, da ansonsten der Eindruck entsteht, die Indikatoren – insbesondere die der Vorschläge 2 bis 4 – wären ausreichend repräsentativ zur Abbildung der Beanspruchung natürlicher Ressourcen.

Im Hinblick auf die grundsätzliche Eignung für Produkte, die Eignung zur Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen sowie die grundsätzliche Eignung als Verbraucherinformation zeigen sich die Vorschläge weitgehend geeignet. Unabhängig von der Aussagekraft entsteht ein Mehrwert an Information für Verbraucherinnen und Verbraucher. Eine gewisse Einschränkung besteht für den Ressourcenkompass bei der Eignung als Verbraucherinformation in Bezug auf „leichte Verständlichkeit“ und „reduzierte Komplexität“. Auch eignet sich der Ressourcenkompass aufgrund seiner Komplexität nicht zur Kombination mit bestehenden Kennzeichnungssystemen wie z.B. der EU-Energieverbrauchskennzeichnung. Dafür dürften umgekehrt eine hohe „Wiedererkennbarkeit“ und eine „Ak-

zeptanz“ (Aufforderung zum gewünschten Handeln) gegeben sein. Für Vorschlag 4 besteht eine Einschränkung hinsichtlich der grundsätzlichen Eignung zur Klassifizierung von Produktgruppen, da die über die Garantiezeit abbeschriebene Herstellungsenergie im Vergleich zum Energiebedarf der Nutzungsphase ggf. nicht immer relevant ist und sich somit nicht zur Unterscheidung innerhalb von Produktgruppen eignet.

Die größten Hemmnisse bestehen beim Ressourcenkompass in seiner Nachvollziehbarkeit und dass die Abbildung der vier darin gezeigten Indikatoren mit einem hohen Datenbeschaffungsaufwand für Hersteller verbunden ist, wodurch auch eine zeitnahe Umsetzbarkeit nicht möglich ist. Für eine Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung (in Analogie zur Energieverbrauchskennzeichnung) ist die Sicherung auf der Datenebene unerlässlich. Die Kennzeichnung erfordert rechtssichere Datengrundlagen über die gesamte Lieferkette der Produkte. Dies ist je nach Produktgruppe bereits bei der Energieverbrauchskennzeichnung nicht trivial zu erreichen. Grundsätzlich bedarf es harmonisierter Berechnungsverfahren und Konventionen. Die Ermittlung der Datengrundlage muss außerdem nachvollziehbar und dokumentiert sein. Für die Abbildung der Herstellung (Inputressourcen) kommt erschwerend hinzu, dass die Daten über die gesamte Lieferkette nachweislich zu erfassen wären.

Tabelle 25: Einordnung der Vorschläge anhand der Kriterien eines Kennzeichnungssystems

Kriterien	Vorschlag 1 (Ressourcenkompass)	Vorschlag 2 (Sekundäranteil)	Vorschlag 3 (zertifizierte Rohstoffe)	Vorschlag 4 (Energiebedarf Herstellung)
Glaubwürdigkeit der Kennzeichnung – Aussagekraft				
aktuell	Yellow	Yellow	Yellow	Red
künftig	Green	Yellow	Yellow	Red
Nachvollziehbarkeit – Transparenz	Red	Yellow	Yellow	Green
Vertretbarer Aufwand – Datenverfügbarkeit	Red	Yellow	Yellow	Green
Grundsätzlich Eignung als Verbraucherinformation	Yellow	Green	Green	Green
Eignung zur Klassifizierung innerhalb von Produktgruppen	Green	Green	Green	Yellow
Grundsätzliche Eignung für alle Produkte (allg. Normierbarkeit)	Green	Green	Green	Green
Zeitnahe Umsetzbarkeit	Red	Yellow	Yellow	Green

Insofern ist die Ausweisung des Sekundäranteils (Vorschlag 2) bzw. von zertifizierten Primärrohstoffen (Vorschlag 3) ein näherliegender Schritt. Aber auch hier bleiben noch große Herausforderungen, um die Vergleichbarkeit und Überprüfbarkeit der Angaben zu gewährleisten. Jedoch besteht die Möglichkeit sich für Produktgruppen zunächst auf eine Stückliste zu verständigen und im Weiteren können die so identifizierten Materialien mit harmonisierten Emissionsfaktoren bewertet werden. Eine Pflichtkennzeichnung ist jedenfalls einer freiwilligen Kennzeichnung vorzuziehen. Letztere bleibt ohne Konvention und Überwachung vage in der Belastbarkeit der Aussage und im tatsächlichen Beitrag zur Ressourcenschonung. Verbraucherinnen und Verbraucher, die zu einer Verhaltensänderung bereit sind, würden sich durch den Kauf solcher Produkte als entlastet sehen. Bei einer Pflichtkennzeichnung dagegen ist der Verhaltensbeitrag gesichert.

Abschließende Empfehlungen

Die voranstehenden Schlussfolgerungen zeigen, dass keiner der in dieser Studie vorgestellten Vorschläge abschließend eindeutig zur Ressourcenverbrauchskennzeichnung geeignet ist. Leicht umsetzbare Vorschläge wie die zusätzliche Ausweisung des Energiebedarfs der Herstellung fehlt es umgekehrt an Aussagekraft in Bezug auf die Ressourcenbeanspruchung. Für eine Einführung müsste zunächst auch jeweils produktgruppenspezifisch die Relevanz des Energiebedarfs in der Herstellung in Bezug auf den gesamten Lebensweg geprüft werden.

In Abwägung der Umsetzbarkeit einerseits und der Aussagekraft andererseits wird grundsätzlich für eine mittelfristige Umsetzung empfohlen bestehende Zeichen zu nutzen und diese um Ressourcenaspekte zu ergänzen. Dies betrifft v.a. das EU-Energielabel, aber auch den Blauen Engel.

Kurzfristig umsetzbar – v.a. im Sinne bestehende Lücken zu schließen – ist die zusätzliche Ausweisung des Energiebedarfs der Herstellung im EU-Energielabel (Vorschlag 4). Um den Energiebedarf sinnvoll einordnen zu können, müsste er auf die Lebensdauer des Produktes bezogen werden, was ein potenzielles Hemmnis darstellt. Die Angabe der Lebensdauer müsste von Herstellern bereitgestellt werden. Zum einen kann es an Bereitschaft dazu fehlen und zum anderen ist die Aussage häufig nicht mit belastbarer/überprüfbarer Genauigkeit machbar. Als Ansatzmöglichkeit wird deswegen vorgeschlagen, den Energiebedarf der Herstellung über die Zeit der Herstellergarantie abzuschreiben. Dieser Ansatz unterstellt, dass eine Korrelation zwischen Herstellergarantie und Lebensdauer besteht.

Mittelfristig wird empfohlen, die Vorschläge 2 und 3 weiter zu entwickeln, insbesondere in Bezug auf die Datenlage. Zur Unterstützung bedarf es der – ggf. auch stufenweisen – Weiterentwicklung der Ökodesign-Richtlinie. Nach Anhang I der Ökodesign-Richtlinie ermöglicht diese zwar grundsätzlich die Festlegung von ressourcenschützenden Produkthanforderungen, die bislang erlassenen Durchführungsmaßnahmen adressieren allerdings fast nur die Energieeffizienz der regulierten Produkte [UBA, 2013 S. 15]. Umgekehrt bietet dieser Weg allgemein ein großes Potenzial für den Ressourcenschutz, so dass die stärkere Berücksichtigung der Materialeffizienz bei der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie grundsätzlich angestrebt werden sollte (vgl. Kapitel 2.2). Für eine Einbindung in das bestehende EU-Energielabel müsste entsprechend die Energieverbrauchskennzeichnungsrichtlinie 2010/30/EU angepasst werden.

Langfristig sollte weiterhin die Möglichkeit geprüft werden, die Ressourcenverbrauchskennzeichnung anhand von Indikatoren vorzunehmen, die belastbare und richtungssichere Aussagen zum Ressourcenverbrauch bzw. der Ressourcenschonung machen. Grundsätzlich ist hierfür der Ressourcenkompass geeignet. Die dabei offensichtlich werdenden Zielkonflikte müssen nicht als Nachteil verstanden werden. Im Gegenteil bietet deren transparente Darstellung erst die Möglichkeit, diese im Blick zu haben. Gegenüber den anderen Vorschlägen liegt die Aussagekraft deutlich höher. Künftig kann diese durch die Etablierung von Wirkungsabschätzungsmethoden – unter der Voraussetzung einer belastbaren Datenlage – erheblich gesteigert werden, da dann die mit dem Ressourcenverbrauch verbundenen Umweltwirkungen angezeigt werden. Der Nachteil der Komplexität der Informationen kann ggf. durch kreative Designansätze gemindert werden. Der Einfluss der Nutzungsphase sollte definitiv nicht durch Szenarien dargestellt werden, sondern z.B. durch stark vereinfachte Ansätze wie Farbsignale (Signal: „Nutzungsverhalten hat hohen Einfluss!“).

Unabhängig von den genannten Empfehlungen, sollten des Weiteren die Möglichkeiten geprüft werden Ressourcenschutzaspekte durch den Ausbau der Kategorie „Schützt die Ressourcen“ stärker über den Blauen Engel einzubinden (vgl. auch [UBA, 2015], „Policy Mix“).

Begleitend bzw. unterstützend für die genannten Empfehlungen sind die Umsetzung von rechtlichen Regelungen wie sie in [UBA, 2013] dargelegt sind sowie die Etablierung geeigneter Politikinstru-

mente [UBA, 2015] auf nationaler Ebene entscheidend (Kapitel 2). Ein Ressourcenschutzgesetz erlaubt klare rechtliche Festlegungen für die quellenbezogenen Ressourcen und deren Einordnung als Schutzgut. Neben allgemeingültigen, abstrakten Zielvorgaben könnten darin beispielsweise die für die Ausweisung von Sekundäranteilen bzw. zertifizierten Primärrohstoffen erforderlichen quantitativen Zielvorgaben verankert werden. Im UBA Positionspapier „Elemente einer erfolgreichen Ressourcenschonungspolitik [UBA, 2015] sind als Voraussetzung für diese u.a. die Zusammenstellung aussagekräftiger, robuster Daten für Indikatoren sowie die Harmonisierung von standardisierten Berechnungs- und Bilanzierungsmethoden genannt. Die Erfüllung dieser Voraussetzungen kann durch weitere Forschungsvorhaben und die weitere Unterstützung von Normungsaktivitäten durch öffentliche Institutionen oder Verbände erreicht werden.

9 Quellenverzeichnis

- Bachmann, H. (1983): Wie lange reichen die Rohstoffe der Erde? In: *Zeitschrift für angewandte Geologie*. Vol. 29, No. 12, S. 609-616.
- Barsch, H. / Bürger, K. (1996): *Naturressourcen der Erde und ihre Nutzung*. Klett-Perthes. Gotha. 2. Auflage.
- BIO Intelligence Service (2012): *Study on different options for communicating environmental information for products*. Final report prepared for the European Commission – DG Environment.
- BMUB (2012): *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess): Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen*. Broschüre. Zweite Auflage, Stand Februar 2015. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin.
- BMUB (2015): *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) II: Fortschrittsbericht 2012 - 2015 und Fortschreibung 2016 - 2019: Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen*. Entwurf ProgRess II. Version RA 10.08.2015. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Ressourceneffizienz/progress_II_broschuere_de_bf.pdf (abgerufen am: 20.12.2015).
- BMUB (2016): *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II: Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen*. Stand März 2016. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin. Internet: www.bmub.bund.de/publikationen (abgerufen am: 26.04.2016).
- Brundtland, G. H. (1987): *Unsere gemeinsame Zukunft: Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*. World Commission on Environment and Development. Eggenkamp. Greven.
- BT (1994): *Bericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft“*. Deutscher Bundestag, 12. Wahlperiode, Drucksache 12/8260 vom 12.7.1994.
- Bundesregierung (2012): *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)*. Beschluss des Bundeskabinetts vom 29.2.2012. Berlin. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/progress_bf.pdf (abgerufen am: 20.12.2015).
- CDI (2010): *E-Mail Korrespondenz mit David Weight* 15.04.2010. The Cobalt Development Institut.
- Consoli, F. / Allen, D. / Boustead, I. / Fava, J. / Franklin, W. / Jensen, A. / DeOude, N. / Parrish, R. / Perriman, R. / Postlewaite, D. / Quay, B. / Sequin, J. / Vigon, B. (1993): *Guidlines for Life Cycle Assessment: A Code of Practice*. SETAC Press. Pensacola.
- Danish Ministry of the Environment / Environmental Protection Agency (2005): *Spatial differentiation in Life Cycle impact assessment – The EDIP2003 methodology*. Environmental News No. 80.
- Deutscher Bundestag (1987): *Umweltgutachten 1987*. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Deutscher Bundestag, 11. Wahlperiode. Drucksache 11/1568, 21.12.87, Sachgebiet 2129. Berlin.
- Dewulf, J. / Bösch, M. E. / Meester, B. De / der Vorst, G. Van / Langenhove, H. Van / Hellweg, S. / Huijbregts, M. A. J. (2007): *Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment (CEENE): a comprehensive Life Cycle Impact Assessment method for resource accounting*. In: *Environmental Science & Technology*. Vol. 41, No.24, S. 8477–8483.
- EC / JRC / IES (2012): *Product Environmental Footprint (PEF) Guide*. S. Manfredi, K. Allacker, K. Chomkhamisri, N. Pelletier, D. M. de Souza. European Commission (EC). Joint Research Centre (JRC) Institute for Environment and Sustainability (IES). Ispra. http://ec.europa.eu/environment/archives/eussd/pdf/footprint/PEF_methodology_final_draft.pdf (abgerufen am: 20.12.2015).
- Ecofys / Waide Strategic Efficiency / SoWatt / Öko-Institut / SEVEN / ISR University of Coimbra (2014): *Evaluation of the Energy Labelling Directive and specific aspects of the Ecodesign Directive ENER/C3/2012-523*. By order of the European Commission, Project number: BUINL13345. Utrecht. http://www.energylabevaluation.eu/tmce/Final_technical_report-Evaluation_ELD_ED_June_2014.pdf.
- Ecoinvent (2008): *Ecoinvent Database Version 2.2*. Ecoinvent Centre. Zürich.
- ENEA / ISIS / Universität Bonn (2008): *Lot 14 Domestic Washing Machines & Dishwashers (Task 1-7)*. Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs (Contract TREN/D1/40-2005). ENEA, ISIS, Universität Bonn. European Commission DG TREN.
- euromines (2014): *Managing Abiotic Resources – how mine investment production and investment works*. Johannes Drielsma, euromines, 55th LCA Discussion Forum ETH Zürich, 11. April 2014
- Faist Emmenegger, M. / Heck, T. / Jungbluth, N. (2003): *Erdgas*. In: R. DÖNES: *Sachbilanzen von Energiesystemen*:

Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. Final report ecoinvent 2000 No. 6-V, Paul Scherrer Institut Villingen, Swiss Center for Life Cycle Inventories. Dübendorf.

- Fehrenbach, H. / Grahl, B. / Giegrich, J. / Busch, M. (2015): Hemeroby as an impact category indicator for the integration of land use into life cycle (impact) assessment. In: *International Journal of Life Cycle Assessment*. Vol. 20, No.11, S. 1511–1527.
- Frischknecht, R. / Jungbluth, N. / Althaus, H.-J. / Doka, G. / Dones, R. / Heck, T. / Hellweg, S. / Hischer, R. / Nemecek, T. / Rebitzer, G. / Spielmann, M. (2005): The ecoinvent database: Overview and methodological framework, *International Journal of Life Cycle Assessment* 10, 3–9. Ecoinvent Database Version 2.2 (2008). Ecoinvent Centre. Zürich.
- Goedekoop, M. / Heijungs, R. / Huijbregts, M. / De Schryver, A. / Struijs, J. / van Zelm, R. (2009): ReCiPe 2008 - A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at midpoint and endpoint level. First edition. Report I: Characterisation.
- Goedkoop, M. / Spriensma, R. (2000): Eco-indicator methodology report. Amersfoort.
- Guinée, J. B. / Gorée, M. / Heijungs, R. / Huppes, G. / Kleijn, R. / Koning, A. de / Oers, L. va. / Wegener Sleeswijk, A. / Suh, S. / Udo de Haes, H. A. / Bruijn, H. d. / Duin, R. va. / Huijbregts, M. A. J. (2002): Handbook on Life Cycle Assessment - Operational Guide to the ISO Standards. Kluwer Academic Publ. Dordrecht.
- Humbert, S. / Margni, M. / Joliet, O. (2005): Impact 2002+: User Guide. Draft for Version 2.1. Industrial Ecology & Life Cycle Systems Group, GECOS, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL). Lausanne.
- ifeu (2012): Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion. UBA Text 01,2012. J. Giegrich, A. Liebich, C. Lauwigi, J. Reinhardt. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Dessau.
- ifeu (2015a): Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen. Institut für Energie und Umweltforschung. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. In Druck. Heidelberg.
- ifeu (2015b): Prüfung und Aktualisierung der Ökobilanzen für Getränkeverpackungen. A. Detzel, B. Grahl, J. Heinisch. UFOPLAN-Vorhaben FKZ 3711 92 315 im Auftrag des Umweltbundesamtes. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Heidelberg.
- Institut of Environmental Sciences Leiden University (2010): Database CML-IA Version 3.7, April 2010. Aktuelle Updates unter: <http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/databases/cmlia/cmlia.zip>. Leiden.
- Ipsos MORI / London Economics / AEA (2012): Research on EU product label options. Study delivered by Ipsos MORI, London Economics and AEA for the European Commission. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012-12-research-eu-product-label-options.pdf> (abgerufen am: 20.12.2015).
- ISI / IZT (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien. G. Angerer, L. Erdmann, F. Marscheider-Weidemann, M. Scharp, A. Lüllmann, V. Handke, M. Marwede. Fraunhofer Institut für System und Innovationsforschung. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. ISI-Schriftenreihe „Innovationspotenziale“. Stuttgart.
- ISO (2006a): International Standard ISO 14040: Environmental Management – Life cycle assessment – Principles and framework. Second edition 2006-07-01. Genf.
- ISO (2006b): International Standard ISO 14044: Environmental Management – Life cycle assessment – Requirements and Guidelines. 2006-07. Genf.
- ITIA (2010): Tungsten brochure. International Tungsten Industry Association. London.
- IVL / IVF / TOC (2007): Lot 3 Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors: Final Report (Task 1-8). Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs (Contract TREN/D1/40-2005/LOT3/S07.56313). Industrial Research and Development Corporation (IVF). TCO Development (TCO). Swedish Environmental Research Institut (IVL). European Commission DG TREN. Mölndal. <http://extra.ivf.se/ecocomputer/downloads/Eup Lot 3 Final Report 070913 published.pdf> (abgerufen am: 20.12.2015).
- Jones, T. S. (2001): Manganese Recycling in the United States in 1998. Open file report 01-304. U.S. Geological Survey. <http://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-304/of01-304.pdf>.
- Jorgenson, J. D. (2006): Germanium Recycling in the United States in 2000. In: *Geological Survey circular*. Vol. 1196, No.V.
- JRC (2010): International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assessment Models and Indicators. First edition March 2010. ntre – Institute for Environment and Sustainability (JRC). Publications Office of the European Union. Luxemburg.
- JRC (2011): International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook- Recommendations for Life Cycle Impact

Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung für Produkte

Assessment in the European context. First Edition November 2011. European Commission-Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability (JRC). Publications Office of the European Union. Luxemburg.

- KOM (2003): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Entwicklung einer thematischen Strategie für die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen. COM(2003) 572. Europäische Kommission (KOM). Brüssel.
- KOM (2005): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Thematische Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen. COM(2005) 670. Europäische Kommission (KOM). Brüssel.
- KOM (2010): Verordnung (EU) Nr. 2015/2010 der Kommission vom 20. November 2010 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltswaschmaschinen. Europäische Kommission (KOM). Brüssel.
- KOM (2011a): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa. COM(2011) 571. Europäische Kommission (KOM). Brüssel.
- KOM (2011b): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020. COM(2011) 21. Europäische Kommission (KOM). Brüssel. http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_de.pdf (abgerufen am: 20.12.2015).
- KOM (2013): Verordnung (EU) Nr. 617/2013 der Kommission vom 26. Juni 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Computern und Computer. Europäische Kommission (KOM). Brüssel.
- Lehmann, A. / Bach, V. / Finkbeiner, M. (2015): Product environmental footprint in policy and market decisions: Applicability and impact assessment. In: *Integrated environmental assessment and management*. Vol. 11, No.3, S. 417–424.
- Leser, H. (1995): Diercke-Wörterbuch: Allgemeine Geographie. Westermann Verlag.
- Müller-Wenk, R. (1998): Depletion of abiotic resources weighted on base of „virtual“ impacts of lower grade deposits in future. IWÖ – Diskussionsbeitrag Nr. 57. St Gallen.
- NI (2010): E-Mail Korrespondenz mit Mark Mistry 02.04.2011.
- Öko-Institut (2005): Eco-Efficiency Analysis of Washing machines. Rüdener, I. Gentsch, C.-O. Quack, D. Öko-Institut. Freiburg.
- Öko-Institut / Fraunhofer IZM (2012): Zeitlich optimierter Ersatz eines Notebooks unter ökologischen Gesichtspunkten. S. Prakash, R. Liu (Öko-Institut). K. Schischke, L. Stobbe (Fraunhofer IZM). UBA Texte 44/2012. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4316.pdf> (abgerufen am: 20.12.2015).
- Pfister, S. / Koehler, A. / Hellweg, S. (2009): Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA. In: *Environmental science & technology*. Vol. 43, No.11, S. 4098–104.
- Pré Consultants (2000): Eco-indicator 99 Manual for Designers. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. Den Haag. http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/EI99_Manual.pdf.
- Priester, M. / Dolega, P. (2015): ÖkoRess - Teilbericht: Bergbauliche Reststoffe. projekt consult, Öko-Institut, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH. Berlin. <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/oekoress-teilbericht-bergbauliche-reststoffe-dr> (abgerufen am: 25.04.2016).
- RAL (2011): Vergabegrundlage für Umweltzeichen: Technisch getrocknete Holzhackschnitzel / Holzpellets. RAL-UZ 153, Ausgabe Januar 2011, RAL gGmbH. Sankt Augustin.
- Ritthoff, M. / Rohn, H. / Liedtke, C. (2002): MIPS berechnen – Ressourcenproduktivität von Produkten und Dienstleistungen. Wuppertal.
- SERI / WU (2014): Global resource extraction per capita by world region 2011. SERI Nachhaltigkeitsforschung und – kommunikations GmbH (SERI). Wirtschaftsuniversität Wien (WU). Wien. <http://www.materialflows.net/trends/analyses-1980-2011/global-resource-extraction-per-capita-by-world-region-1980-2011/> (abgerufen am: 20.12.2015).
- SIM (2012): Ressourcenstreckung bei Mehrwegsystemen und Einwegsystemen. Stiftung Initiative Mehrweg (SIM). Diskussionspapier Stand 18.10.2012.
- Szargut, J. / Morris, D. R. / Steward, F. R. (1988): Exergy analysis of thermal, chemical, and metallurgical processes.

Ressourcenverbrauchspflichtkennzeichnung für Produkte

Hemisphere Publishing Corporation. New York.

The Consumer Goods Forum (2011): Global Protocol on Packaging Sustainability 2.0. Molineaux.
www.theconsumergoodsforum.com (abgerufen am: 20.12.2015).

TIC (2008): E-Mail Korrespondenz mit Ulric Schwela 29.08.2008. Tantalum-Niobium International Study Center.

UBA (1995): Methodik der produktbezogenen Ökobilanz. UBA Texte 23/95. Umweltbundesamt (UBA). Berlin.

UBA (1999): Bewertung in Ökobilanzen. Methode des Umweltbundesamtes zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung (Rangbildung) von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14043. UBA Texte 1999/92. Umweltbundesamt (UBA). Berlin.

UBA (2002): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten. Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung. Umweltbundesamt (UBA). Erich Schmidt Verlag. Berlin.

UBA (2012): Glossar zum Ressourcenschutz. J. Kosmol, J. Kanthak, F. Herrmann, M. Golde, C. Alsleben, G. Penn-Bressel, S. Schmitz, U. Gromke. Umweltbundesamt. Dessau.

UBA (2013): Ressourcenschutzrecht. Position. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau.

UBA (2015): Elemente einer erfolgreichen Ressourcenschonungspolitik. Position. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau.

UN (1992): Convention on biological diversity. United Nations (UN). 5 June 1992, Rio de Janeiro, Brazil.
<http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> (abgerufen am: 20.12.2015).

UNEP (2011): Recycling Rates of Metals: A Status Report. United Nations Environment Programme. Paris.
http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Metals_Recycling_Rates_110412-1.pdf (abgerufen am: 20.12.2015).

VDI (2012): VDI 4600. Kumulierter Energieaufwand (KEA) - Begriffe, Berechnungsmethoden. Ausgabedatum Januar 2012. Verein Deutscher Ingenieure (VDI). Düsseldorf.

VDI (2016): VDI 4800 Blatt 1. Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien. Verein Deutscher Ingenieure (VDI). Düsseldorf, Februar 2016.

Wackernagel, M. / Rees, W. (1996): Our Ecological Footprint: reducing human impact on the Earth. New Society Publishers. Philadelphia.

Wenzel, H. / Hauschild, M. / Alting, L. (1997): Environmental assessment of products, Vol. 1 - Methodology, tools, and case studies in product development. Chapman & Hall.

10 Tabellenanhang

Tabelle 26: Charakterisierungsfaktoren der CML Methode „Abiotic Resource Depletion Potential (ADP)“, basierend auf ultimativen Reserven und Extraktionsraten

Chemisches Element	ADP (in kg Sb-eq./kg)	Chemisches Element	ADP (in kg Sb-eq./kg)	Chemisches Element, Stoff	ADP (in kg Sb-eq./kg)
Ac	6.3E+13	I	4.3E-02	Sm	5.3E-07
Al	1.0E-08	Ir	3.2E+01	Sc	4.0E-08
Sb	1.0E+00	Fe	8.4E-08	Se	4.8E-01
Ar	4.7E-07	K	3.1E-08	Si	3.0E-11
As	9.2E-03	Kr	2.1E+01	Ag	1.8E+00
Ba	1.1E-10	La	2.1E-08	Na	8.2E-11
Be	3.2E-05	Pb	1.4E-02	Sr	1.1E-06
Bi	7.3E-02	Li	9.2E-06	S	3.6E-04
B	4.7E-03	Lu	7.7E-05	Ta	6.8E-05
Br	6.7E-03	Mg	3.7E-09	Te	5.3E+01
Cd	3.3E-01	Mn	1.4E-05	Tb	2.4E-05
Ca	7.1E-10	Hg	5.0E-01	Tl	5.1E-05
Ce	5.3E-09	Mo	3.2E-02	Th	2.1E-07
Cs	1.9E-05	Nd	1.9E-17	Tm	8.3E-05
Cl	4.9E-08	Ne	3.3E-01	Sn	3.3E-02
Cr	8.6E-04	Ni	1.1E-04	Ti	4.4E-08
Co	2.6E-05	Nb	2.3E-05	W	1.2E-02
Cu	1.9E-03	Os	1.4E+01	U	2.9E-03
Dy	2.1E-06	Pd	3.2E-01	V	1.2E-06
Er	2.4E-06	P	8.4E-05	Xe	1.8E+04
Eu	1.3E-05	Pt	1.3E+00	Yb	2.1E-06
F)	3.0E-06	Po	4.8E+14	Y	3.3E-07
Gd	6.6E-07	Pr	2.9E-07	Zn	9.9E-04
Ga	1.0E-07	Pa	9.8E+06	Zr	1.9E-05
Ge	1.5E-06	Ra	2.4E+07	Rohöl	2.0E-02
Au	9.0E+01	Rn	1.2E+20	Erdgas [Sb-eq/m ³]	1.9E-02
Hf	8.7E-07	Re	7.7E-01	Steinkohle	1.3E-02
He	1.5E+02	Rh	3.2E+01	Braunkohle	6.7E-03
Ho	1.3E-05	Rb	2.4E-09	Fossile Energie [kg Sb-eq/MJ]	4.8E-04

Chemisches Element	ADP (in kg Sb-eq./kg)	Chemisches Element	ADP (in kg Sb-eq./kg)	Chemisches Element, Stoff	ADP (in kg Sb-eq./kg)
In	9.0E-03	Ru	3.2E+01		

Tabelle 27: Charakterisierungsfaktoren für ein kg des in der linken Spalte dargestellten Metalls nach ReCiPe für „mineral resource depletion“

Metall	CF in kg Fe-eq./ kg
Argon (Ag)	286
Aluminium (Al)	0,09
Gold (Au)	69900
Kobalt (Co)	1,01
Chrom (Cr)	24,9
Kupfer (Cu)	42,7
Eisen (Fe)	1
Iridium (Ir)	92,5
Mangan (Mn)	76,6
Molybdän (Mo)	208
Nickel (Ni)	12,5
Osmium (Os)	6480
Blei (Pb)	1,8
Palladium (Pd)	3810
Platin (Pt)	163000
Rhodium (Rh)	20300
Ruthenium (Ru)	2010
Zinn (Sn)	1270
Uran (U)	123
Zink (Zn)	2,3

Tabelle 28: Charakterisierungsfaktoren nach ReCiPe für „fossil resource depletion“

Resource (Materialbezeichnung)	CFmidpoint	Unit*
“Coal, 18 MJ per kg, in ground”	0,429	kg oil-eq/kg
“Coal, 26.4 MJ per kg, in ground”	0,629	kg oil-eq/kg
“Coal, 29.3 MJ per kg, in ground”	0,698	kg oil-eq/kg
“Coal, brown, 10 MJ per kg, in ground”	0,238	kg oil-eq/kg
“Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground”	0,190	kg oil-eq/kg
“Coal, brown, in ground”	0,236	kg oil-eq/kg
“Coal, feedstock, 26.4 MJ per kg, in ground”	0,629	kg oil-eq/kg
“Coal, hard, unspecified, in ground”	0,455	kg oil-eq/kg
“Energy, from coal”	0,024	kg oil-eq/MJ
“Energy, from coal, brown”	0,024	kg oil-eq/MJ
“Energy, from gas, natural”	0,024	kg oil-eq/MJ
“Energy, from oil”	0,024	kg oil-eq/MJ
“Energy, from peat”	0,024	kg oil-eq/MJ
“Energy, from sulfur”	0,024	kg oil-eq/MJ
“Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg”	1,190	kg oil-eq/kg
“Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m ³ ”	0,948	kg oil-eq/m ³
“Gas, natural, 30.3 MJ per kg, in ground”	0,721	kg oil-eq/kg
“Gas, natural, 35 MJ per m ³ , in ground”	0,833	kg oil-eq/m ³
“Gas, natural, 36.6 MJ per m ³ , in ground”	0,871	kg oil-eq/m ³
“Gas, natural, 46.8 MJ per kg, in ground”	1,110	kg oil-eq/kg
“Gas, natural, feedstock, 35 MJ per m ³ , in ground”	0,833	kg oil-eq/m ³
“Gas, natural, feedstock, 46.8 MJ per kg, in ground”	1,110	kg oil-eq/kg
“Gas, natural, in ground”	0,912	kg oil-eq/m ³
“Gas, off-gas, oil production, in ground”	0,948	kg oil-eq/m ³
“Gas, petroleum, 35 MJ per m ³ , in ground”	0,833	kg oil-eq/m ³
“Methane”	0,855	kg oil-eq/kg
“Oil, crude, 38400 MJ per m ³ , in ground”	914	kg oil-eq/m ³
“Oil, crude, 41 MJ per kg, in ground”	0,976	kg oil-eq/kg
“Oil, crude, 42 MJ per kg, in ground”	1,000	kg oil-eq/kg
“Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground”	1,010	kg oil-eq/kg
“Oil, crude, 42.7 MJ per kg, in ground”	1,020	kg oil-eq/kg
“Oil, crude, feedstock, 41 MJ per kg, in ground”	0,976	kg oil-eq/kg
“Oil, crude, feedstock, 42 MJ per kg, in ground”	1,000	kg oil-eq/kg
“Oil, crude, in ground”	1,090	kg oil-eq/kg

* “kg oil-eq” steht für “kg oil, crude, feedstock, 42 MJ per kg, in ground-eq”

Quelle: [Goedekoop et al., 2009].

Tabelle 29: Globale Sekundäranteile von Metallen

Element	Sekundäranteil	Quelle
Aluminium	34 %	[UNEP, 2011]
Antimon	20 %	[UNEP, 2011]
Beryllium	25 %	[UNEP, 2011]
Blei	51 %	[UNEP, 2011]
Cadmium	25 %	[UNEP, 2011]
Kobalt	20 %	[CDI, 2010]
Eisen, hochlegiert	28 %	[UNEP, 2011]
Eisen, niedriglegiert	41 %	[UNEP, 2011]
Germanium	10 %	[Jorgenson, 2006]
Gold	30 %	[UNEP, 2011]
Iridium	17 %	[UNEP, 2011]
Kupfer	37 %	[UNEP, 2011]
Magnesium	33 %	[UNEP, 2011]
Mangan	4 %	[Jones, 2001]
Nickel	39 %	[NI, 2010]
Palladium	50 %	[UNEP, 2011]
Platin	50 %	[UNEP, 2011]
Rhodium	40 %	[UNEP, 2011]
Silber	30 %	[UNEP, 2011]
Tantal	20 %	[TIC, 2008]
Titan	38 %	[ISI / IZT, 2009]
Wolfram	34 %	[ITIA, 2010]
Zinn	13 %	[UNEP, 2011]
Zink	27 %	[UNEP, 2011]
Zirkon	1 %	[UNEP, 2011]