

Themenbereich B: Methoden  
Themenblock 1: Ökodesign-Prinzipien

# B1.3

## **MATERIALEFFIZIENZ**

Ökopol – Institut für Ökologie und Politik GmbH

Autorinnen und Autoren:

Dirk Jepsen (Ökopol), Laura Spengler (Ökopol), Antonia Reihlen (Ökopol)  
und Dr. Annette Vollmer (Ökopol)

# MATERIALEFFIZIENZ

## Inhalt

- 1 Konzeptionelle Idee und Ihre Grenzen
- 2 Materialeffizienz und Ressourcenschutz
  - 2.1 Was sind Ressourcen?
  - 2.2 Umweltwirkungen der Rohstoffnutzung
  - 2.3 Vom Rohstoff zum Material
  - 2.4 Ressourceneffizienz versus Ressourcenschutz
- 3 Konkrete Umsetzungen der Materialeffizienz
  - 3.1 Direkte Anforderungen an die Materialeffizienz
  - 3.2 Reduzierung des spezifischen Einsatzes (priorisierter) Materialien
  - 3.3 Steigerung der Intensität der Nutzung des eingesetzten (priorisierten) Materials
  - 3.4 Steigerung der Kreislaufführbarkeit des Materials

## 1 KONZEPTIONELLE IDEE UND IHRE GRENZEN

Wie beim Energieverbrauch gilt auch beim Einsatz von Materialien aus Umweltperspektive zunächst die einfache Näherung „Weniger ist besser!“. Denn naturgemäß sind die mit dem Abbau von Rohstoffen, der Herstellung, dem Transport und der Verarbeitung von Materialien verbundenen Umweltlasten proportional zur benötigten Menge.

Lässt sich der gleiche Produktnutzen mit „Weniger vom Gleichen“ erreichen, so ist dies aus Umweltsicht vorteilhaft. Allerdings ist der Zusatz „vom Gleichen“ hier entscheidend, denn werden Leichtbau oder Miniaturisierung durch den Einsatz komplexer Materialverbunde oder hochveredelter Materialien erreicht, so kann der skizzierte Umweltvorteil durch den ggf. deutlicheren höheren, spezifischen Umweltaufwand solcher Materiallösungen schnell wieder aufgebraucht sein.

Auch zu den Prinzipien der Langlebigkeit und/oder der Reparierbarkeit können sich Zielwidersprüche ergeben. So gibt es z. B. für Leichtbauteile aus faserverstärkten Kunststoffen, welche heute zunehmend für Fahrzeugkarosserien oder auch Flugzeugrümpfe eingesetzt werden, (bislang) keine Möglichkeiten mechanische Beschädigungen (wie z. B. einfache „Beulen“) zu reparieren. Trennbare und damit reparaturfreundliche Verbindungen von Produktkomponenten erfordern ebenfalls meist mehr Materialeinsatz als das nicht-trennbare Fügen.

Mit Blick auf das hinter dem Ökodesign-Prinzip Materialeffizienz stehende Ziel der Schonung der natürlichen Ressourcen ist zu konstatieren, dass Gleiches vielfach gar nicht Gleiches ist. Die notwendige Flächen-Inanspruchnahme für die Förderung einer Referenzmenge an Rohstoffen kann sich bei unterschiedlichen Förderstandorten deutlich unterscheiden, gleiches gilt für die Auswirkungen auf die Artenvielfalt (Biodiversität) oder die

Wasserqualität. Somit wird es also auch wichtig zu wissen, „woher“ die Rohstoffe stammen; eine zusätzliche Herausforderung, die im Design-Prozess selbst allerdings auch nur begrenzt beeinflusst werden kann.

Dies gilt allerdings nicht für den Einsatz von Recyclingmaterialien. Die Nutzung dieser Rohstoffquelle trägt regelmäßig dazu bei die natürlichen Ressourcen zu schonen. Allerdings ist es hier wichtig, dass das Recyclingmaterial vergleichbare konstruktive Eigenschaften aufweist; ein wichtiges Kriterium bei der Umsetzung des Ökodesign-Prinzips Kreislauffähigkeit. Geeignete konstruktive Lösungen können aber helfen, auch Sekundärmaterialien mit etwas schlechteren technischen Eigenschaften wieder zu nutzen.

Insgesamt also ein komplexer Design-Aspekt und häufig zeigt sich: Es kommt darauf an!

# B1.3

## 2 MATERIALEFFIZIENZ UND RESSOURCENSCHUTZ

Ressourcenschutz und Ressourceneffizienz sind Begriffe, die heute häufig in der (umwelt-)politischen Diskussion verwendet werden. Teils ist für den fachlichen Laien zu vermuten, dass es sich lediglich um eine andere Begrifflichkeit handelt als bei der Materialeffizienz, dann wieder „verschwimmt“ dieser direkte Verknüpfung. Aus diesem Grund lohnt sich ein kleiner Exkurs zur Klärung des Ressourcenbegriffes.

### 2.1 WAS SIND RESSOURCEN?

In der wissenschaftlichen Debatte findet sich meist ein wie folgt „breites“ Verständnis von „Natürlichen Ressourcen“.

*„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.“<sup>1</sup>*

Dieses breite Verständnis zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass auch die sogenannte Senkenfunktion, also die begrenzte Aufnahmefähigkeit der „Ökosphäre“ für Schadstoffemissionen sowie die Biodiversität, mit adressiert werden.

Es lässt sich u. a. mit der folgenden Darstellung verdeutlichen:

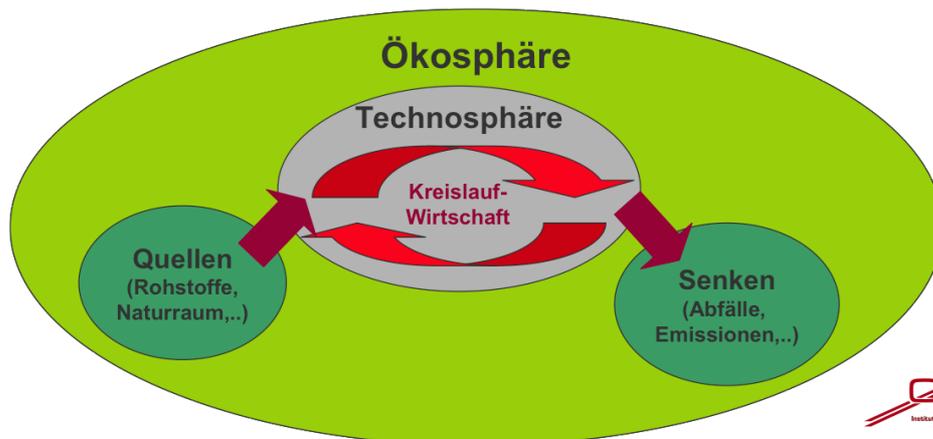


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines weit gefassten Verständnisses der natürlichen Ressourcen (Ökosphäre)

Im deutlichen Gegensatz zu diesem breiten Verständnis der natürlichen Ressourcen in der Biosphäre stehen die auf die Sicherung der Versorgung der Industrie mit strategischen Metallen und Mineralien ausgerichteten Debatten, die heute insbesondere in Wirtschaftskreisen geführt wird.<sup>2</sup>

Die folgende Abbildung zeigt diesen Unterschied in schematischer Form. Wird aus dem umfassenden Ressourcen-Verständnis von oben nur der Bereich der „Quellen“ betrachtet so lassen sich die natürlichen Ressourcen auch wie folgt strukturieren.

Die aus wirtschaftsstrategischer Perspektive diskutierten Technologie-Rohstoffe machen dabei nur einen sehr kleinen Teil aus.

## Ressourcen-Strukturierung

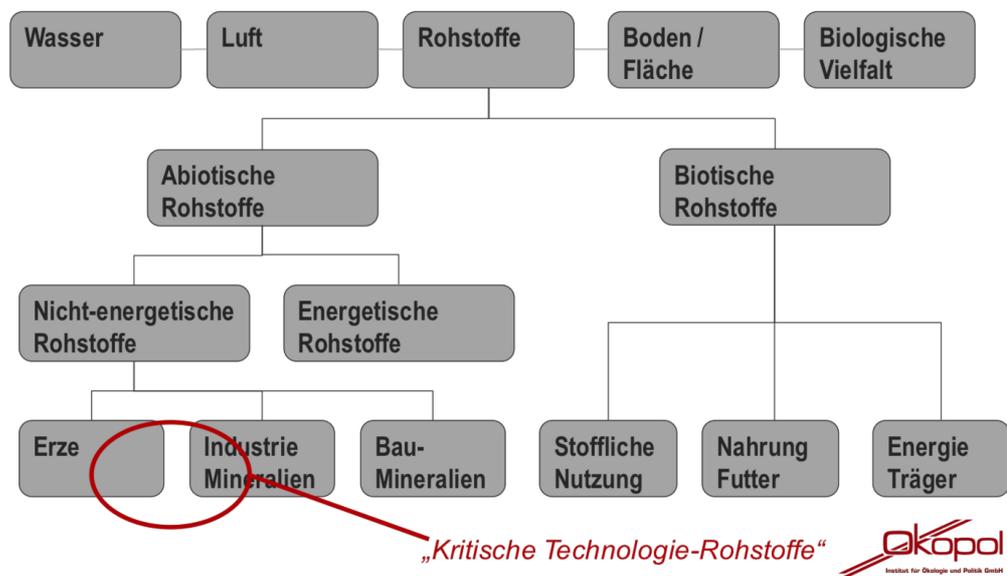


Abbildung 2: Fokusbereiche verschiedener aktueller Diskussionen und Initiativen

<sup>1</sup> 2012: „Glossar zum Ressourcenschutz“, Dessau, Januar 2012, S. 20.

<sup>2</sup> Vgl. dazu auch: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_en.htm).

## 2.2 UMWELTWIRKUNGEN DER ROHSTOFF-NUTZUNG

Aus einer (gesamt-)wirtschaftlichen Perspektive ist eine hierbei ggf. auftretende Knappheit von hoher Bedeutung. Aus Umweltperspektive deutlich gravierender sind allerdings die bei Erschließung, Abbau und Verarbeitung der Rohstoffe in Anspruch genommenen Ressourcen wie der Naturraum mit seiner Biodiversität, Trinkwasser u. a. sowie die dabei frei werdenden Emissionen.<sup>3</sup>

Die nachfolgende Tabelle zeigt für einige Technologie-Rohstoffe, die Werte entsprechender Indikatoren für die Ressourceninanspruchnahme.<sup>4</sup>

|           | Anteil in EP5 | Treibhaus<br>[t CO <sub>2</sub> -Äq/t] | Fläche [m <sub>2</sub> /t] | KRA [t/t] | KEA [GJ/t] |
|-----------|---------------|--|----------------------------|-----------|------------|
| Aluminium | 1%            | 11,9                                   | 0,02                       | 10,4      | 140,7      |
| Gallium   | 86%           | 186,1                                  | 0,81                       | 1.666,9   | 2.706,7    |
| Gold      | 9%            | 17.903,1                               | 34.991,92                  | 740.317,0 | 260.210,0  |
| Indium    | 76%           | 149,2                                  | 59,47                      | 25.753,9  | 1.981,6    |
| Kupfer    | 2%            | 2,9                                    | 18,32                      | 128,1     | 50,4       |
| Lithium   |               | 18,3                                   | 0,02                       | 13,3      | 307,3      |
| Palladium | 16%           | 10.277,7                               | 5.003,49                   | 51.439,0  | 169.360,6  |
| Platin    | 11%           | 15.285,9                               | 7.441,25                   | 190.053,3 | 251.888,1  |
| Ruthenium | 80%           | 2.112,3                                | 853,78                     | 20.780,9  | 34.335,2   |
| Stahl     | 4%            | 1,7                                    | 0,43                       | 10,0      | 25,6       |
| Zinn      | 1%            | 16,8                                   | 118,44                     | 1.178,8   | 263,9      |

Tabelle 1: Ressourcenanspruchnahme verschiedener Technologie-Metalle

Die Zahlen zeigen deutlich, dass mit der Verwendung dieser Rohstoffe die natürlichen Ressourcen in gravierender Weise in Anspruch genommen werden. Auch werden deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Rohstoffen sichtbar. So werden bei der Aluminiumherstellung ca. 10mal mehr Treibhausgase freigesetzt als bei Stahl. Bei Platin liegt der Faktor sogar 10.000. Dabei treten diese Ressourcenwirkungen, je nach Herkunft der Rohstoffe, in den unterschiedlichsten Weltregionen auf.

Die folgende Grafik zeigt am Beispiel Kupfer eindrucksvoll die weltweiten Verflechtungen der Massenflüsse.<sup>10</sup>

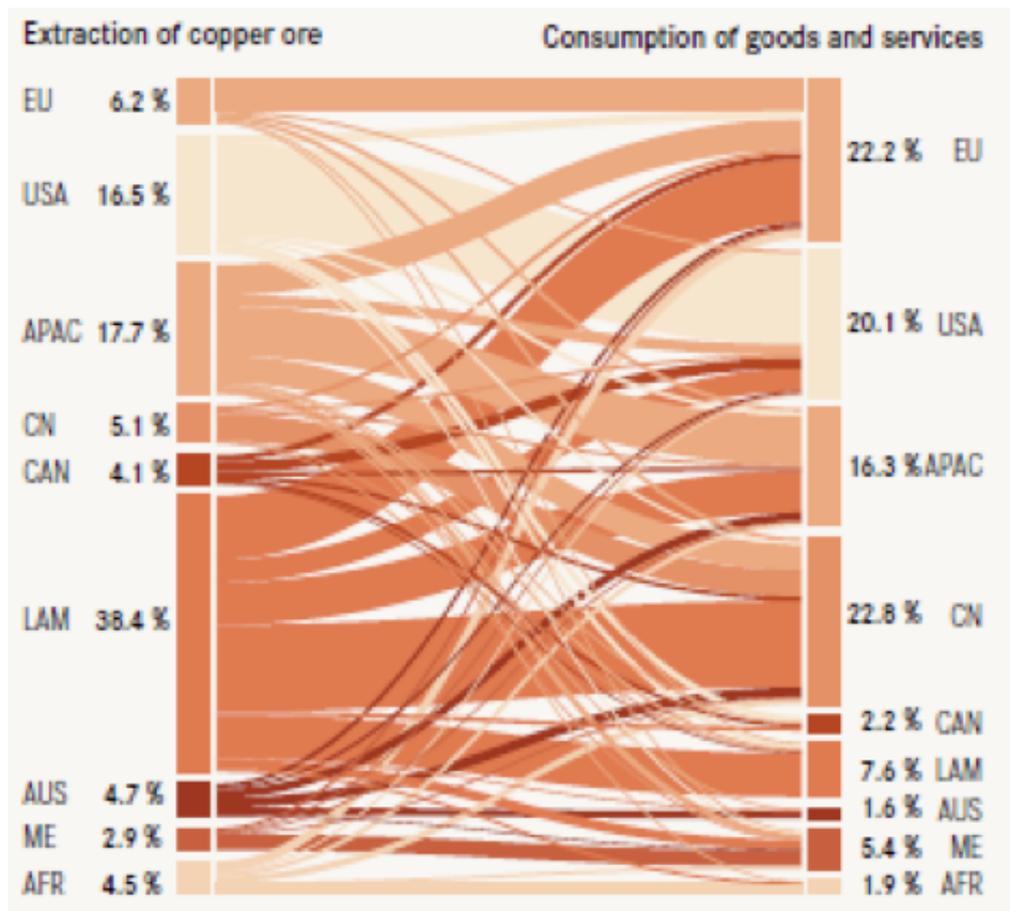


Abbildung 3: Anteile verschiedener Staaten & Regionen am Abbau und an der finalen Verwendung von Kupfer

Eine gravierendere methodische Herausforderung bei der Diskussion der Ressourcenauswirkungen von Produkten ist die Mehr-Dimensionalität der „natürlichen Ressourcen“.

Dieses wird u. a. in der Darstellung der nachfolgenden Abbildung 4 recht deutlich. Sie zeigt in welchen Massenverhältnissen in Europa verschiedene Rohmaterialien genutzt werden („Consumption by mass“). Werden diese Masseneinsätze jeweils in Bezug auf verschiedene Umweltwirkungs-Indikatoren („Global Warming Potential“, „Land Use Competition“ und „Human toxicity“) bewertet, verschiebt sich das Gesamtbild sehr deutlich.

Auf die Fragen: Welche Materialverbräuche in Europa sind aus Umweltperspektive am relevantesten? Oder: Welche Materialien sollten beim Produkt-Design besonders sorgsam verwendet werden? Lässt sich somit nur die Antwort geben: Es kommt darauf an, aus der Perspektive welcher Umweltwirkungen die Betrachtung erfolgt.

Die Abbildung 4 enthält neben den einzelnen Wirkungsbereichen auch noch einen zusammenfassenden Umweltwirkungsindikator („Environmentally weighted Material Consumption“) mit dem der Versuch unternommen wird, die verschiedenen „Wahrheiten“ in den einzelnen Umweltwirkungsbereichen in eine „Gesamt-Wahrheit“ zu überführen.

Eine solche Vereinfachung der komplexen Wirklichkeit ist zwar verlockend, aber keineswegs unproblematisch. Die Verdichtung basiert auf Gewichtungsfaktoren für die Relevanz der verschiedenen Umweltwirkungen und derartige Gewichtungsfaktoren stellen faktisch immer eine Wertentscheidung dar.

Solche Wertentscheidungen sollten aber, wenn sie z. B. als Grundlage regulativer Eingriffe dienen, auf einer politischen Entscheidungsfindung basieren, oder aber, wenn sie z. B. im Rahmen einer konkreten Produktentwicklung getroffen werden<sup>11</sup>, explizit transparent gemacht werden.

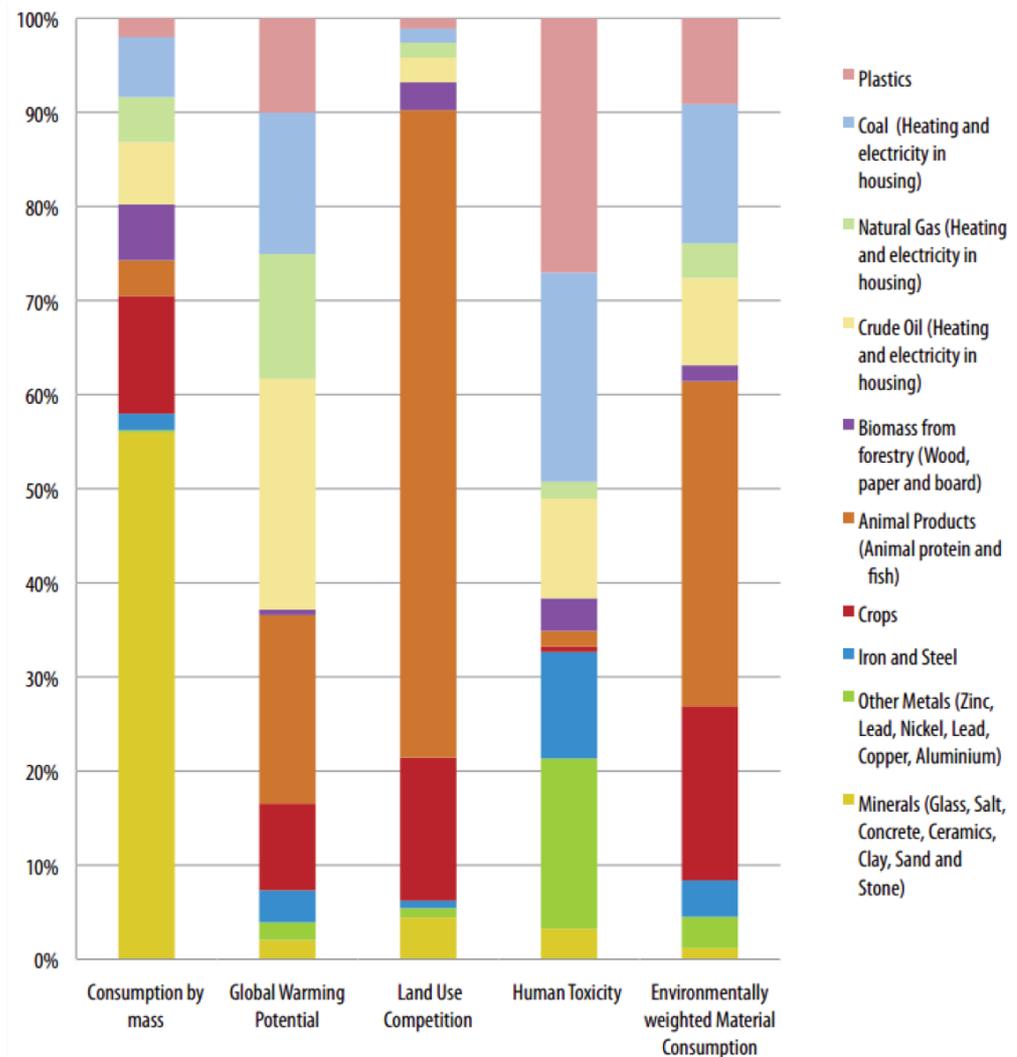


Abbildung 4: Vergleich der Ressourcenwirkungen verschiedener Stoffe/Materialien in verschiedenen Wirkungsbereichen

Quelle: Annex 7: Trends in Resource Use des "Staff working Documents" der "Roadmap for a Resource Efficient Europa", S. 108.

<sup>3</sup> Diese beanspruchen die Senkenfunktion der Ökosphäre als weitere natürliche Ressource.

<sup>4</sup> IFEU 2012: Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion; UBA Texte 01/2012

<sup>5</sup> In Elektrogeräten eingesetzter Anteil an der Gesamtverwendungsmenge des jeweiligen Rohstoffes, nach WRAP 2012

<sup>6</sup> Freisetzung Klimawirksamer Emissionen

<sup>7</sup> Flächen-Verbrauch

<sup>8</sup> Kumulierter Rohstoffaufwand, nach dito

<sup>9</sup> Kumulierter Energieaufwand, nach dito

<sup>10</sup> Tukker et al.: "The global Resource Footprint of nations- carbon, water, land and materials embodied in trade and final consumption calculated with EXIOBASE 2.1", 2014

<sup>11</sup> Und im Rahmen konkreter betrieblicher Design-Prozesse sind ja genau derartige Entscheidungen zu treffen, um die Komplexität des Entwurfsprozesses sinnvoll zu begrenzen.

## 2.3 VOM ROHSTOFF ZUM MATERIAL

In technischen Produkten werden darüber hinaus keine Rohstoffe, sondern technische Materialien eingesetzt. Und faktisch handelt es sich dabei heute nur noch selten um einfache Mono-Materialien. Meist werden Materialien eingesetzt, die als komplexe Vielstoffgemische ihre spezifischen technischen Eigenschaften aus einer gezielten Additivierung oder Legierung bzw. anderen Stoffkombination erhalten.

Alle in diesen technischen Materialien enthaltenen Einzel-Stoffe werden mit Hilfe mehr oder minder aufwändiger Umwandlungs- und Syntheseprozesse aus den Rohstoffen gewonnen, die ihrerseits wiederum Energie- und andere (Umwelt)Ressourcen in Anspruch nehmen.

Der ressourcen- oder umweltbezogene „Wert“<sup>12</sup> eines technischen Materials besteht somit aus der aggregierten Ressourceninanspruchnahme der Schritte Rohstoffabbau, Stoffumwandlung und Materialformulierung.

Die folgende Abbildung 5 zeigt in vereinfachender schematischer Darstellung die Aggregation der Ressourceninanspruchnahme bis zum Vorliegen eines technischen Materials:

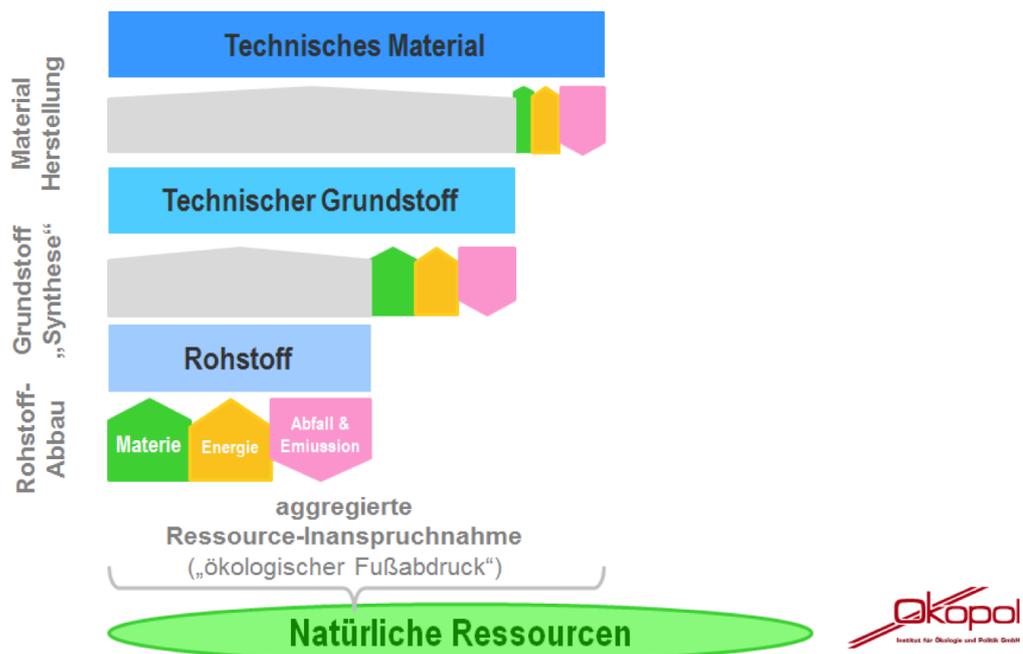


Abbildung 5: Aggregierte Ressourceninanspruchnahme für technische (Vor-) Materialien

Das Verständnis dieser Aggregation ist auch deshalb wichtig, da im größten Teil der heute etablierten Verwertungsprozesse aus den (komplexen) technischer Materialien lediglich ein begrenzter Teil der enthaltenen Stoffe gezielt zurückgewonnen wird.

Die folgende Abbildung zeigt in der Struktur des Periodensystems wie hoch, oder besser wie niedrig, derzeit die realen Recyclingraten für die meisten Technologie-Metalle sind.

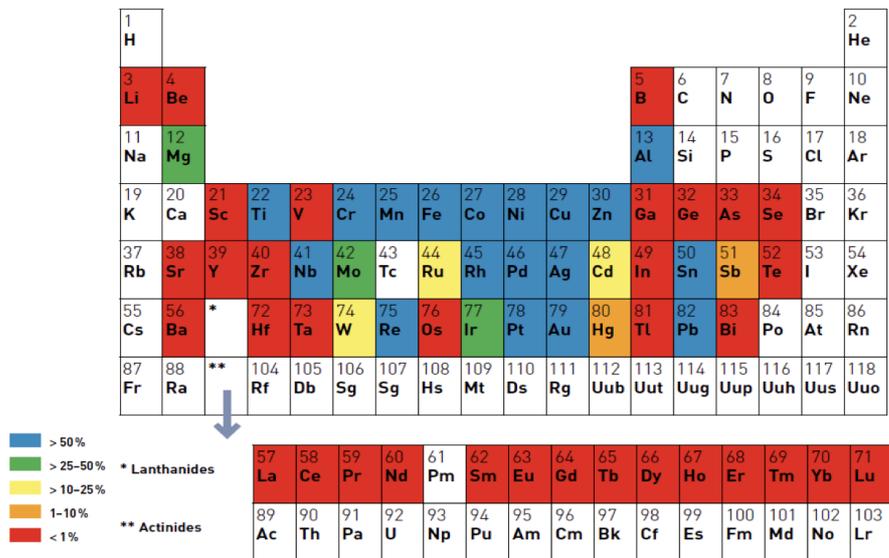


Abbildung 6: Derzeitige Recyclingraten verschiedener (Technologie-) Metalle und Mineralien

Die übrigen werden zu Abfall<sup>13</sup> oder verbleiben als Verunreinigungen im Sekundärmaterial.<sup>14</sup> Damit tritt jeweils ein relevanter Verlust an den in die Materialien eingeflossenen Ressourceninanspruchnahmen auf.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Teilweise auch als ökologischer Fußabdruck bezeichnet.

<sup>13</sup> Dies gilt z. B. für viele der recht aufwändig gewonnen Legierungselemente von hochfesten Stählen, die bei (Wieder-) Einschmelzen im Sekundärstahlprozess zu Schlacke werden.

<sup>14</sup> Ein typisches Beispiel sind hier UV-Stabilisatoren oder Flammschutzmittel-Additive in Kunststoffen, die unspezifisch in die Sekundärkunststoffe verschleppt werden und dort als teilweise toxische Verunreinigungen die Verwendbarkeit der Rezyklate limitieren.

<sup>15</sup> Darüber hinaus erfordern auch die Recyclingprozesse einen relevanten Ressourceneinsatz z. B. in Form der entsprechenden Prozessenergien und Hilfsstoffeinsätze.

## 2.4 RESSOURCENEFFIZIENZ VERSUS RESSOURCENSCHUTZ

Aus einer übergreifenden Perspektive des Umweltschutzes macht es weiterhin einen relevanten Unterschied, ob über Ressourcenschutz gesprochen wird und damit zumindest implizit über eine Reduktion der absoluten Inanspruchnahme der natürlichen Ressourcen, oder aber über Ressourceneffizienz, d. h. die Verminderung des Ressourceneinsatzes pro Produkt oder funktioneller Einheit. Letzteres ist der klassisch ökonomische Blick, der immer auch die Gefahr in sich birgt, dass die Effizienzgewinne zu insgesamt stagnierenden oder sogar weiterhin ansteigenden Ressourceninanspruchnahmen führen. Derartige „Rebound-Effekte“ können immer wieder in den unterschiedlichsten Produktbereichen beobachtet werden.<sup>16</sup>

Hier stößt reines Produktdesign an eine Grenze und es wäre die Frage zu diskutieren, wie die Konsumnachfrage in einem bestimmten Bedürfnisfeld ggf. auch durch andere, nicht materielle, Angebote befriedigt werden kann – das weite Feld möglicher Service- oder Dienstleistungsinnovation.

Übergreifende politische Zielsetzungen zur Begrenzung oder Reduktion des Materialinanspruchnahme gibt es – trotz langjähriger Debatte bislang (noch) nicht. Erst im Juli 2014 wurde im Kontext mit der Kommunikation der EU Kommission „Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa<sup>17</sup> ein mögliches 30 % Ziel zur Steigerung der Ressourcenproduktivität in die politische Arena geführt.<sup>18</sup>

<sup>16</sup> So sank der spezifische Energieverbrauch pro cm<sup>2</sup> Bildschirmfläche von Fernsehgeräten in den vergangenen Jahren zwar deutlich, doch die immer höhere Zahl an Geräten pro Haushalt sowie der ungebremste Trend zu größeren Bildschirmen haben diese Effizienzgewinne vollständig kompensiert.

<sup>17</sup> Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe /\* COM/2014/0398 final, vgl. <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>.

<sup>18</sup> Dieses Ziel wurde von den Mitglieder der Europäischen Ressourcen Efficiency Plattform (ERP) in der in der Fortschreibung ihres Manifestes und ihrer Politikempfehlungen im März 2014 vorgeschlagen. Siehe „Towards a resource efficient and circular economy (Second set of policy recommendations adopted in Brussels, 31 March)“ unter [http://ec.europa.eu/environment/resource\\_efficiency/documents/erep\\_manifesto\\_and\\_policy\\_recommendations\\_31-03-2014.pdf](http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/documents/erep_manifesto_and_policy_recommendations_31-03-2014.pdf).

## B1.3

# 3 KONKRETE UMSETZUNGEN DER MATERIALEFFIZIENZ

In den vorhergehenden Abschnitten wurde der Materialeinsatz in Produkten in den größeren Kontext der Diskussionen um den Schutz der natürlichen Ressourcen gestellt. Zu der Beziehung zwischen der „Produkteigenschaft – Materialzusammensetzung“ und der „Prozesseigenschaft – Ressourcenwirkungen in der Herstellungsketten der Materialien“ vergleichen Sie auch das Themenpapier B2 Produkt-/Prozesseigenschaften.

Nachfolgend werden nun einige konkrete Möglichkeiten angeführt, auf welche unterschiedliche Art und Weise Materialeffizienz beim Produkt-Design Berücksichtigung finden kann.

## 3.1 DIREKTE ANFORDERUNGEN AN DIE MATERIALEFFIZIENZ

Soll die Effizienz der Nutzung von Materialien in einem Produkt erhöht werden, so gibt es dafür prinzipiell die drei folgenden Ansätze, um im Rahmen einer Durchführungsmaßnahme direkte Anforderungen an die Materialeffizienz zu formulieren:

- Reduzierung des spezifischen Materialeinsatzes,
- Steigerung der Intensität der Nutzung des eingesetzten Materials,
- Steigerung der Kreislauffähigkeit des Materials.

Diese grundlegenden Ansätze können jeweils auf unterschiedliche Art und Weise umgesetzt werden.

Für diese Operationalisierung sehr hilfreich ist eine Liste definierter Materialien, die besonders beachtet bzw. besonders sorgsam bewirtschaftet werden sollen. Da entsprechende Priorisierungen in der übergreifenden umweltpolitischen Debatte bislang fehlen<sup>19</sup> ist es bislang notwendig, im Rahmen der Festlegung der Design-Anforderungen entsprechende Prioritäten zu definieren. Ökobilanzierende Fakten zu den verschiedenen in Frage stehenden Materialalternativen (vgl. hier z. B. das Themenpapier B2.4 Datenbanken) sowie Wert- und Marketingentscheidungen des Auftraggebers können hier einen entsprechenden Entscheidungsrahmen bieten. Die getroffenen Priorisierungen sollten nach Möglichkeit explizit gemacht werden.

<sup>19</sup> Bis auf die Listen aus der vorrangig versorgungspolitisch geprägten Diskussionen um die „critical raw materials“ oder „Kritischen Technologierohstoffe“, die aber wie ausgeführt nur einen kleinen Ausschnitt der Gesamthematik abbilden.

## 3.2 REDUZIERUNG DES SPEZIFISCHEN

# EINSATZES (PRIORISIERTER) MATERIALIEN

In Hinblick auf eine Reduzierung des spezifischen Materialeinsatzes in einem Produkt sind die folgenden Ansätze möglich:

- **Keine Verwendung von priorisierten Materialien.**

*Ansatz:* Ausschluss von priorisierten Materialien

*Erfordert:* Die produktgruppenspezifische Prüfung, dass die Funktionalität gleichwertig erzielt werden kann, ohne dass eine erhöhte Ressourceninanspruchnahme durch den Einsatz anderer Materialien bezogen auf den gesamten Produktlebenszyklus auftreten.

- **Begrenzung des spezifischen Gehaltes von priorisierten Materialien.**

*Ansatz:* Der Einsatz von priorisierten Materialien wird in Relation zur Funktion des Produktes (Produktnutzen) begrenzt.

*Erfordert:* Operationalisierte Parameter zur Messung des Produktnutzens sowie die produktgruppenspezifische Prüfung, dass ein gleichwertiger Produktnutzen mit geringerem Einsatz der (gleichen) Materialien erreicht werden kann.<sup>20</sup>

- **Einsatz Materialien mit einem erhöhten Rezyklatanteil**

*Ansatz:* Bei vielen Materialien ist die Ressourceninanspruchnahme durch die Prozesse des Materialrecycling geringer als durch die Vorkettenprozesse der primären Materialien. Bei einigen Materialien bestehen starke ökonomische Anreize, Sekundärmaterial einzusetzen, bei anderen sind diese derzeit jedoch nicht ausreichend.

*Erfordert:* Die Überprüfung, dass eine zuverlässige Versorgung mit Recyclingmaterial einer definierten Qualität erfolgen kann.

<sup>20</sup> Faktisch handelt es sich hier um einen Schritt der Dematerialisierung bei der Erzeugung des Produktnutzens, dieser kann u. a. schlicht durch eine Massenbegrenzung für bestimmte Produkte erfolgen.

## 3.3 STEIGERUNG DER INTENSITÄT DER NUTZUNG DES EINGESETZTEN (PRIORISIERTEN) MATERIALS

- **Steigerung der technischen Lebensdauer des Produktes.**

*Ansatz:* Wird vermieden, dass das Produkt aufgrund des Ausfalls einzelner Komponenten (vorzeitig) aus der Nutzung ausscheidet, so kann das eingesetzte (prioritäre) Material länger/intensiver genutzt werden. Die Umweltwirkungen werden – gemessen pro Nutzungsdauer-Zeiteinheit – geringer.

*Erfordert:* Die produktgruppenspezifische Prüfung, ob die zusätzliche Ressourceninanspruchnahme durch das Ersatzprodukt nicht ggf. durch eine höhere Ressourceneffizienz in der Nutzungsphase kompensiert wird.<sup>21</sup>

- **Erhöhung der Intensität der Nutzung der Produkte.**

*Ansatz:* Das Produkt wird so gestaltet, dass es seinen Nutzen parallel mehreren Verwendern verfügbar macht.

*Erfordert:* Die Verknüpfung des Produkt-Design Prozesses mit Marketing-Überlegungen die entsprechende „Nutzen-statt-besitzen“ Konzepte realisieren.

<sup>21</sup> Dies wird im Bereich der energiebetriebenen Geräte teilweise konstatiert. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass dieser Befund meist auf einer sehr unvollständigen Berücksichtigung der Ressourcenwirkungen der Vorkettenprozesse basiert. Im Themenpapier B1.1 *Langlebigkeit* sind entsprechende Bewertungsbeispiele dargestellt.

## 3.4 STEIGERUNG DER KREISLAUFFÜHRBARKEIT DES MATERIALS

- **Begrenzung der Verwendung schlecht kreislaufführbarer Materialien.**

*Ansatz:* Gerade im Bereich der Kunststoffe, aber auch bei Metalllegierungen, gibt es Materialien, die aus technologischer Perspektive nicht bzw. nur unter hohem Aufwand rezykliert werden können. Wenn diese Materialien durch funktional gleichwertige Materialien mit besserer Kreislauffähigkeit ersetzt werden, ergeben sich im Gesamtlebenszyklus Entlastungen der (natürlichen) Ressourcen.

*Erfordert:* Die Überprüfung, dass der Einsatz der besser rezyklierbaren Materialien im Gesamtlebenszyklus zu einer Senkung der Ressourceninanspruchnahme führt und dass unter den zu erwartenden realen Entsorgungsbedingungen ein quantitatives Recycling des Materials erfolgen kann und wird.

- **Begrenzung des Einsatzes der priorisierten Materialien auf bestimmte Komponenten.**

*Ansatz:* Durch die Konzentration der priorisierter Materialien in einzelnen Komponenten wird es möglich, diese einer gesonderten Behandlung und Verwertung zuzuführen.

*Erfordert:* Kenntnisse, ab welchen Konzentrationen der priorisierten Materialien eine quantitative selektive Rückführung sinnvoll machbar ist sowie die Möglichkeit auf die Fahrweise der realen Verwertungsprozesse Einfluss zu nehmen.<sup>22</sup>

- **Abtrennbarkeit von Komponenten mit erhöhtem Gehalt an priorisierten Materialien.**

*Ansatz:* Die einfache Abtrennbarkeit der jeweiligen Produktkomponenten unter den Rahmenbedingungen üblicher Vorbehandlungsprozesse macht eine getrennte Behandlung und Verwertung machbar

*Erfordert:* Produktgruppenspezifische Detailkenntnisse über die Möglichkeiten der Modularisierung sowie die Kenntnis üblicher Vorbehandlungsprozesse.<sup>23</sup>

- **Ausschluss von Störstoffen, die die Kreislaufführbarkeit des Materials beeinträchtigen.**

*Ansatz:* Es gibt eine Reihe von Stoff-Paarungen, die in den zur Verfügung stehenden Verwertungsprozessen nicht (ab-)getrennt werden können, die aber die Qualität des Sekundärmaterials und damit sein Potenzial zur Entlastung (primärer) natürlicher Ressourcen deutlich einschränken. Beispiele sind v. a. Kupferverunreinigungen im Stahl oder Anteile halogenierter Additive (wie Flammschutzmittel) in Kunststofffraktionen.

*Erfordert:* Material- und komponentenspezifische Kenntnisse über die Vermischungs- und Trennwirkungen der Behandlungs- und Verwertungsprozesse.

<sup>22</sup> Genau hieran scheitern viele derartige Überlegungen, denn faktisch fallen die nach ökologischen Aspekten gestalteten Produkte später gemeinsam mit einer Vielzahl anderer Produkte gemeinsam als Abfallgemisch an.

<sup>23</sup> Es gilt die vorgenannte Einschränkung.

## Impressum

Erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes  
im Rahmen des UFOPLAN-Vorhabens FKZ 371295303

durch

Ökopol – Institut für Ökologie und Politik GmbH, Nernstweg 32–34, 22765 Hamburg  
Tel.: +49 (0)40/39 100 2-0; Fax.: +49 (0)40/39 100 2-33; Internet: [www.oekopol.de](http://www.oekopol.de)