



51. Tutzing-Symposium Abfall – Hinterlassenschaft oder Ressourcenreservoir?

Prof. Dr. habil. Uwe Lahl
Technische Universität Darmstadt

**Stand der Arbeiten des VDI zur
Vereinheitlichung der Methodik zur
Bestimmung der Ressourceneffizienz**

Gliederung

1. Ausgangslage
2. VDI Handbuch Ressourceneffizienz
3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“
4. Ressourceneffizienanalyse
5. Ressourceneffizienz und Abfallwirtschaft
6. Ausblick

1. Ausgangslage

1. Ressourceneffizienz: ein politischer Programmbegriff
2. Ressourceneffizienz: ein Modewort
3. Ressourceneffizienz: ein Ziel von Gesetzgebung
4. Ressourceneffizienz: ein Ansatzpunkt um der Abfallwirtschaft neues Leben einzuhauchen
5. Ressourceneffizienz: ein Maßstab für nachhaltige Wirtschaft und bessere Produkte

**Aber was wäre, wenn jemand ganz konkret
Ressourceneffizienz messen oder quantifizieren möchte?**



1. Ausgangslage

http://www.traumportal.at/webdesigner_wien/media/erde_erdkugel.jpg

Ressource (natürlich)

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.



http://factorconsulting.at/fileadmin/template/bilder/foto_effizienz.jpg

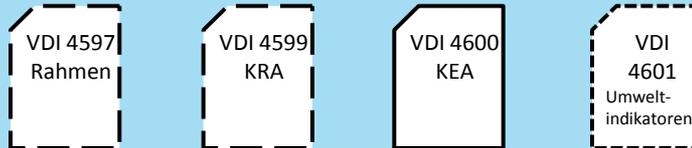
1. Ausgangslage

Effizienz

Verhältnis eines bestimmten Nutzens oder Ergebnisses zum dafür nötigen Aufwand

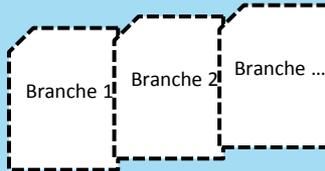
2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

1 Methodische Grundlagen der Bewertung von Ressourceneffizienz

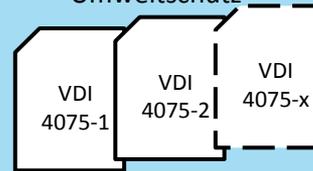


2 Anwendung RE in KMU

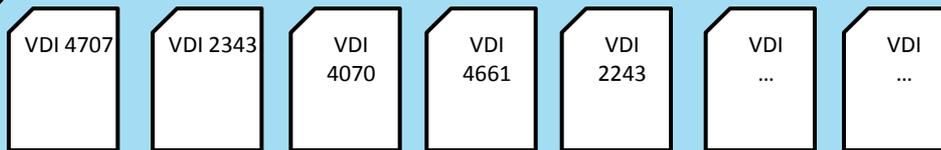
Branchenleitfäden Kennzahlen



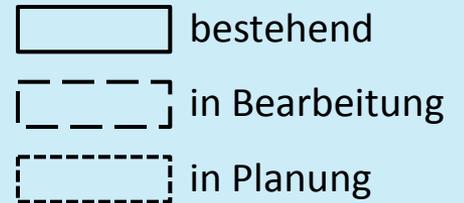
Produktionsintegrierter Umweltschutz



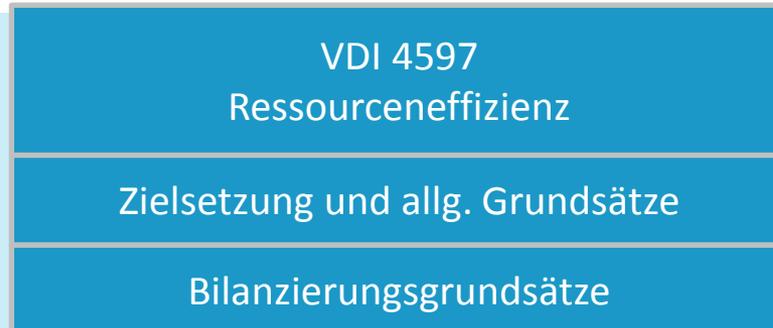
3 Richtlinien zu Einzelfragen



inhalt	Seite	inhalt	Seite
Vorbereitung	2	Publikation vom	2
2 Zweck und Geltungsbereich	2	3 Operation and scope	2
3 Begriffe und Definitionen	3	3 Terms and definitions	2
4 Gliederung des VDI-Richtlinienwerkes	4	3 Principles of VDI guideline work	4
4 Anordnung für alle VDI-Richtlinienwerke	4	4 Rules for VDI guideline work	4
4.1 Organisation	4	4.1 Organization	4
4.2 Eintragung der VDI-Richtlinienwerke	4	4.2 Entries of VDI guideline work	4
4.3 Darstellung der VDI-Richtlinienwerke	4	4.3 Display of the VDI guideline work	4
4.4 Vertrieb	4	4.4 Distribution	4
4.4.1 Vertrieb	4	4.4.1 Distribution	4
4.4.2 Vertrieb	4	4.4.2 Distribution	4
4.4.3 Vertrieb	4	4.4.3 Distribution	4
4.4.4 Vertrieb	4	4.4.4 Distribution	4
4.4.5 Vertrieb	4	4.4.5 Distribution	4
4.4.6 Vertrieb	4	4.4.6 Distribution	4
4.4.7 Vertrieb	4	4.4.7 Distribution	4
4.4.8 Vertrieb	4	4.4.8 Distribution	4
4.4.9 Vertrieb	4	4.4.9 Distribution	4
4.4.10 Vertrieb	4	4.4.10 Distribution	4
4.4.11 Vertrieb	4	4.4.11 Distribution	4
4.4.12 Vertrieb	4	4.4.12 Distribution	4
4.4.13 Vertrieb	4	4.4.13 Distribution	4
4.4.14 Vertrieb	4	4.4.14 Distribution	4
4.4.15 Vertrieb	4	4.4.15 Distribution	4
4.4.16 Vertrieb	4	4.4.16 Distribution	4
4.4.17 Vertrieb	4	4.4.17 Distribution	4
4.4.18 Vertrieb	4	4.4.18 Distribution	4
4.4.19 Vertrieb	4	4.4.19 Distribution	4
4.4.20 Vertrieb	4	4.4.20 Distribution	4
4.4.21 Vertrieb	4	4.4.21 Distribution	4
4.4.22 Vertrieb	4	4.4.22 Distribution	4
4.4.23 Vertrieb	4	4.4.23 Distribution	4
4.4.24 Vertrieb	4	4.4.24 Distribution	4
4.4.25 Vertrieb	4	4.4.25 Distribution	4
4.4.26 Vertrieb	4	4.4.26 Distribution	4
4.4.27 Vertrieb	4	4.4.27 Distribution	4
4.4.28 Vertrieb	4	4.4.28 Distribution	4
4.4.29 Vertrieb	4	4.4.29 Distribution	4
4.4.30 Vertrieb	4	4.4.30 Distribution	4
4.4.31 Vertrieb	4	4.4.31 Distribution	4
4.4.32 Vertrieb	4	4.4.32 Distribution	4
4.4.33 Vertrieb	4	4.4.33 Distribution	4
4.4.34 Vertrieb	4	4.4.34 Distribution	4
4.4.35 Vertrieb	4	4.4.35 Distribution	4
4.4.36 Vertrieb	4	4.4.36 Distribution	4
4.4.37 Vertrieb	4	4.4.37 Distribution	4
4.4.38 Vertrieb	4	4.4.38 Distribution	4
4.4.39 Vertrieb	4	4.4.39 Distribution	4
4.4.40 Vertrieb	4	4.4.40 Distribution	4
4.4.41 Vertrieb	4	4.4.41 Distribution	4
4.4.42 Vertrieb	4	4.4.42 Distribution	4
4.4.43 Vertrieb	4	4.4.43 Distribution	4
4.4.44 Vertrieb	4	4.4.44 Distribution	4
4.4.45 Vertrieb	4	4.4.45 Distribution	4
4.4.46 Vertrieb	4	4.4.46 Distribution	4
4.4.47 Vertrieb	4	4.4.47 Distribution	4
4.4.48 Vertrieb	4	4.4.48 Distribution	4
4.4.49 Vertrieb	4	4.4.49 Distribution	4
4.4.50 Vertrieb	4	4.4.50 Distribution	4
4.4.51 Vertrieb	4	4.4.51 Distribution	4
4.4.52 Vertrieb	4	4.4.52 Distribution	4
4.4.53 Vertrieb	4	4.4.53 Distribution	4
4.4.54 Vertrieb	4	4.4.54 Distribution	4
4.4.55 Vertrieb	4	4.4.55 Distribution	4
4.4.56 Vertrieb	4	4.4.56 Distribution	4
4.4.57 Vertrieb	4	4.4.57 Distribution	4
4.4.58 Vertrieb	4	4.4.58 Distribution	4
4.4.59 Vertrieb	4	4.4.59 Distribution	4
4.4.60 Vertrieb	4	4.4.60 Distribution	4
4.4.61 Vertrieb	4	4.4.61 Distribution	4
4.4.62 Vertrieb	4	4.4.62 Distribution	4
4.4.63 Vertrieb	4	4.4.63 Distribution	4
4.4.64 Vertrieb	4	4.4.64 Distribution	4
4.4.65 Vertrieb	4	4.4.65 Distribution	4
4.4.66 Vertrieb	4	4.4.66 Distribution	4
4.4.67 Vertrieb	4	4.4.67 Distribution	4
4.4.68 Vertrieb	4	4.4.68 Distribution	4
4.4.69 Vertrieb	4	4.4.69 Distribution	4
4.4.70 Vertrieb	4	4.4.70 Distribution	4
4.4.71 Vertrieb	4	4.4.71 Distribution	4
4.4.72 Vertrieb	4	4.4.72 Distribution	4
4.4.73 Vertrieb	4	4.4.73 Distribution	4
4.4.74 Vertrieb	4	4.4.74 Distribution	4
4.4.75 Vertrieb	4	4.4.75 Distribution	4
4.4.76 Vertrieb	4	4.4.76 Distribution	4
4.4.77 Vertrieb	4	4.4.77 Distribution	4
4.4.78 Vertrieb	4	4.4.78 Distribution	4
4.4.79 Vertrieb	4	4.4.79 Distribution	4
4.4.80 Vertrieb	4	4.4.80 Distribution	4
4.4.81 Vertrieb	4	4.4.81 Distribution	4
4.4.82 Vertrieb	4	4.4.82 Distribution	4
4.4.83 Vertrieb	4	4.4.83 Distribution	4
4.4.84 Vertrieb	4	4.4.84 Distribution	4
4.4.85 Vertrieb	4	4.4.85 Distribution	4
4.4.86 Vertrieb	4	4.4.86 Distribution	4
4.4.87 Vertrieb	4	4.4.87 Distribution	4
4.4.88 Vertrieb	4	4.4.88 Distribution	4
4.4.89 Vertrieb	4	4.4.89 Distribution	4
4.4.90 Vertrieb	4	4.4.90 Distribution	4
4.4.91 Vertrieb	4	4.4.91 Distribution	4
4.4.92 Vertrieb	4	4.4.92 Distribution	4
4.4.93 Vertrieb	4	4.4.93 Distribution	4
4.4.94 Vertrieb	4	4.4.94 Distribution	4
4.4.95 Vertrieb	4	4.4.95 Distribution	4
4.4.96 Vertrieb	4	4.4.96 Distribution	4
4.4.97 Vertrieb	4	4.4.97 Distribution	4
4.4.98 Vertrieb	4	4.4.98 Distribution	4
4.4.99 Vertrieb	4	4.4.99 Distribution	4
4.4.100 Vertrieb	4	4.4.100 Distribution	4



2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz





2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4597

Rahmenrichtlinie Ressourceneffizienz

Vorsitzender:	Herr Giegrich, IFEU-Institut, Heidelberg
Stellv. Vorsitzender:	Herr Prof. Dr. Schmidt, Hochschule Pforzheim
Konstituierung:	18.03.2011, mit bereits 5 Sitzungen
Akteursgruppen:	Wissenschaft, Wirtschaft, Behörden, Verbände/NGOs
Zielgruppe:	Entscheider in Organisationen und Unternehmen, die sich mit dem Thema Ressourceneffizienz befassen

Inhalte:

- Zusammenspiel der Einzelrichtlinien zur Ressourceneffizienzanalyse
- Übersicht über bereits bestehende Methoden und Regelwerke zur Bewertung von Ressourceneffizienz
- ganzheitliche Bewertung; Lebensweggedanke
- Strategien und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Produkten und Prozessen
- Darlegung von Risiken und Berechnungsunsicherheiten



2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4597

Rahmenrichtlinie Ressourceneffizienz

Status:

- Methodische Grundlagen sind erstellt
- Strategien / Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Produkten und Prozessen werden erstellt und beschrieben
- Diskussion zur Vorgehensweise bei konkreten Berechnungsunsicherheiten
 - Wie wird Nutzen quantifiziert?
 - Berechnungsempfehlungen bei Recyclingfragestellungen?



<http://blog.triodos.de/wp-content/uploads/2010/12/Rohstoffe.jpg>

2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4599

Kumulierter Rohstoffaufwand KRA

- Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Lahl, TU Darmstadt
- Stellv. Vorsitzender: Herr Dr. Oberender, VDI ZRE GmbH, Berlin
- Konstituierung: 11.03.2011, mit bereits 5 Sitzungen
- Akteursgruppen: Wissenschaft mit Schwerpunkt Bewertungsspezialisten, Wirtschaft, Behörden, Verbände/NGOs
- Zielgruppe: Spezialisten und Experten für Umweltbewertung in Unternehmen, Wissenschaft, Beratung und Verwaltung
- Inhalte:
- Methodik und Berechnungsvorschrift zur Sachbilanzierung und Bewertung von Rohstoffen in Bezug auf Ressourceneffizienz und Kritikalität
 - Empfehlungen und Verfahren zur Behandlung von Berechnungsunsicherheiten; Allokationsverfahren.
 - die Richtlinie wird analog zur überarbeiteten Richtlinie VDI 4600 Kumulierter Energieaufwand erstellt



<http://blog.triodos.de/wp-content/uploads/2010/12/Rohstoffe.jpg>

2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4599

Kumulierter Rohstoffaufwand KRA

Status:

- Erstellung von Sachbilanzierungsvorschriften für Rohstoffe und Wasser mit Berechnungsprüfung
- Auswahl und Validierung geeigneter Indikatoren zur Bewertung der Knappheit/Verfügbarkeit/Kritikalität von Rohstoffen



<http://enaro.de/energie.jpg>

2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4600

Kumulierter Energieaufwand KEA (WD liegt vor seit 01/2012)

Zielgruppe: Spezialisten und Experten in Unternehmen, Verwaltung , Beratung und Forschung

Inhalte:

- Methodik zur Bilanzierung des Kumulierten Energieaufwands (KEA) und des Kumulierten Energieverbrauchs (KEV)
- VDI 4600 Blatt 1 mit Beispielen wird derzeit erarbeitet (Gründruck in 2012 geplant)



http://www.wissenschaft-im-dialog.de/fileadmin/redakteure/bilder/ms-wissenschaft/2010/BGR_TAgebau2_8484_klein.JPG



<http://www.dradio.de/images/2149/landscape>

2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4601

Ökologische Senken / Umweltindikatoren /
Ökosystemdienstleistungen (Kick-Off 24.02.2012)



<http://www.dradio.de/images/2149/landscape>

2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4601

Ökologische Senken / Umweltindikatoren / Ökosystemdienstleistungen (Kick-Off 24.02.2012)

Diskussionsstand:

- Anhörung verschiedener Interessensgruppen zu den Themen:
 - Methodenvergleich zu Wirkungsabschätzungen
 - Welche Indikatoren werden bereits verwendet? Wie können diese hinsichtlich Datenverfügbarkeit/Aussagekraft bewertet werden?
 - Gibt es alternative Indikatoren?



2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4598

Ressourceneffizienz in KMU

http://www.das-zahlt-sich-aus.de/tl_files/bmu/artikelbilder/Effizienter_Ressourceneinsatz_bringt_Wettbewerbsvorteile_fuer_KMU.jpg

Vorsitzender:	Herr Denz, Umweltberatung Denz, Münster
Stellv. Vorsitzender:	Herr Dr. Heinen, Grean GmbH, Garbsen
Konstituierung:	05.05.2011, mit bereits 4 Sitzungen
Akteursgruppen:	Wissenschaft, Beratungsunternehmen, Behörden
Zielgruppe:	Entscheider in Konstruktion, Fertigung, Einkauf, Vertrieb und/oder Service eines produzierenden Unternehmens

Inhalte:

- Richtschnur für produzierende Unternehmen (insbes. KMU) zur ressourceneffizienten Produktion industrieller Güter;
- Analyse und Identifizierung von Effizienzpotentialen in der Prozesskette innerhalb der Betriebsgrenzen mit Rohstoffeinkauf; Produktlebensdauer
- Interpretation von Kennzahlen für eine ressourceneffiziente Produktionsweise;
- Darstellung von Instrumenten, Strategien und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz



2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI 4598

Ressourceneffizienz in KMU

http://www.pius-info.de/images/cm/header_images/3.von3/3v3_oberf1_255x141.JPG

Status:

- Erarbeitung von Tabellen zur Darstellung und Einordnung von Strategien und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Produktionsprozess im Hinblick auf
 - Art und Aufwand der Maßnahme
 - welche Lebenswegphase wird beeinflusst
 - welcher Akteur im Unternehmen ist eingebunden
- Sammlung und Charakterisierung von Instrumenten zur Implementierung / Bestimmung der Ressourceneffizienz im Unternehmen
 - Berechnungstools (frei / kostenpflichtig)
 - Managementmaßnahmen



2. VDI-Handbuch Ressourceneffizienz

VDI xyz

Branchenleitfäden

http://www.pius-info.de/images/cm/header_images/3.von3/3v3_oberf1_255x141.JPG

Diskussionen im VDI und mit Stakeholdern, mit welchen Branchen gestartet werden sollte.

Arbeitsbeginn je nach Fortschritt bei VDI 4597 ff;
wahrscheinlich 2013 / 2014 ...

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



http://4p2p.files.wordpress.com/2011/01/01_aufgaben.gif

Werkstattbericht, noch keine abschließenden Festlegungen

- Konkret will die VDI-Richtlinie 4599 Kumulierter Rohstoffaufwand den Adressaten eine operationalisierbare Methodik zur Verfügung stellen, um den insgesamt mit einzelnen Stoffen, Produkten, Produktgruppen oder ganzen Unternehmensbereichen oder Unternehmen verbundenen Rohstoffaufwand in den Dimensionen der relativen Knappheit bzw. Verfügbarkeit sowie des Umweltaufwands quantifizieren, bewerten und vergleichen zu können.
- Insbesondere wird es für die Unternehmen daher in einer überschaubaren Anzahl von wesentlichen Fällen aufschlussreich und für die weitere Formulierung von Beschaffungs- und Rohstoffstrategien unter dem Gesichtspunkt der Ressourceneffizienz zielführend sein, einzelne Stoff- und Produktalternativen miteinander vergleichen und beurteilen zu können.

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



http://4p2p.files.wordpress.com/2011/01/01_aufgaben.gif

- Insbesondere die Frage der nachhaltigen Versorgungssicherheit des Rohstoffinputs von bestimmten Produkten dürfte in diesem Zusammenhang von herausragender Bedeutung sein.
- Ferner lassen sich Fragen der Umweltrelevanz bei bestehenden Stoff- und Produktalternativen transparent und nachvollziehbar beantworten.
- Eine Gesamterhebung über alle bestehenden und eingesetzten Stoffe und Produkte dürfte nur im Einzelfall effizient und sinnvoll sein.

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



http://www.faz.net/polopoly_fs/1.1604788!/image/1452785057.jpg_gen/derivatives/article_aufmacher_gross/1452785057.jpg

Definitionen zumeist nach UBA 2012

Rohstoff

Ein Stoff oder Stoffgemisch, der/das als eine natürliche Ressource bis auf die Lösung aus seiner/ihrer natürlichen Quelle noch keine Bearbeitung erfahren hat. Der Rohstoff wird aufgrund seines Gebrauchswertes aus der Natur gewonnen und entweder direkt konsumiert oder als Ausgangsmaterial für die weitere Verwendung in der Produktion eingesetzt.

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.

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



<http://i.computer-bild.de/imgs/3/2/6/8/5/3/1/Steine-stapeln-von-ternes-360x240-4900fba3ec0a1459.jpg>

Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)

Summe der zur Bereitstellung eines(r) Produktes / Dienstleistung eingesetzten Rohstoffmengen entlang der Wertschöpfungskette. Gebräuchliche Einheit ist Tonnen pro Tonne.

Der KRA umfasst alle zur Herstellung und Transport eines Produktes aufgewendeten Rohstoffe, inklusive der Energierohstoffe.

Nicht wirtschaftlich verwendete Stoffe und Stoffgemische, wie die nicht verwertete Entnahme, bleiben unberücksichtigt.

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



© Bild: 2010 FTD-Illustration: Klaas Neumann
http://thumb4.ftd.de/articleImage/Image/2010/12/02/p/muell_560.gif

Rohstoffknappheit

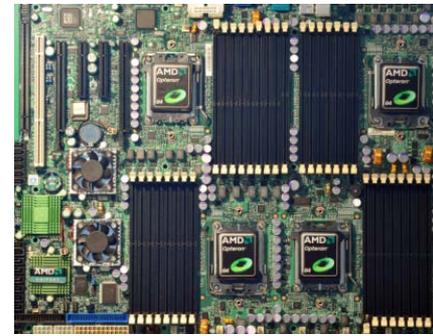
Zustand, in dem der derzeitige oder erwartete Bedarf an Rohstoffen größer ist als ihre Verfügbarkeit.

Rohstoffknappheit kann lokal, regional oder global auftreten und hinsichtlich ihrer Ursachen und Auswirkungen auf die Ressourcenmärkte unterschieden werden:

- Physisch bedingte Verknappung
- Politisch bedingte Verknappung
- Spekulativ bedingte Verknappung
- Durch Kapazitätsengpässe bedingte Verknappung
- Strukturell bedingte Verknappung
- Preislich bedingte Verknappung

Als Indikatoren zur Bewertung einer möglichen Rohstoffknappheit können z.B. die Länderkonzentration, das Länderrisiko oder die Importabhängigkeit der Verbraucher herangezogen werden.

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



http://polpix.sueddeutsche.com/polopoly_fs/1.1020079.1288968160!/image/image.jpg_gen/derivatives/900x600/image.jpgRohstoffe.

Kritikalität

Die Kritikalitätsanalyse zielt darauf ab, Rohstoffe eines rohstoffnutzenden Systems zu identifizieren, die für dieses essentielle Funktionen erfüllen und einen hohen Nutzen stiften, deren Versorgung jedoch risikobehaftet ist.

Sie ermöglicht die vergleichende Risikobewertung der Vulnerabilität (Verletzbarkeit) eines rohstoffnutzenden Systems gegenüber Versorgungsstörungen.

Auf der Grundlage einer Kritikalitätsanalyse lassen sich besonders kritische, als prioritär zu behandelnde Rohstoffe ermitteln und darauf gerichtete Maßnahmen entwickeln, die eine Resilienz des Systems fördern und damit einen strategischen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Bezugssystemen darstellen können.



<http://www.zukunftsraum.at/wp-content/images/resilienz.jpg>

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



<http://www.nrhz.de/flyer/media/14310/Wasser.jpg>



<http://thomasmayerarchive.de/images/600/105AA19960603A0025/jpg/105AA19960603A0025,Umwelt,Wasserverschmutzung,Wasserverschmutzung.jpg>



http://www.kkw-gundremmingen.de/pic/kkw_t4/kuehlturm.jpg

Wasser

Es werden verschiedene Arten der Wassernutzung berücksichtigt. Zunächst wird zwischen der in-situ und der ex-situ Wassernutzung unterschieden, bei der das Wasser in seiner natürlichen Umgebung verbleibt bzw. zu einem Nutzer befördert wird. Weiterhin werden die borgende Nutzung, die degradierende Nutzung, sowie die verbrauchende Nutzung unterschieden.

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“

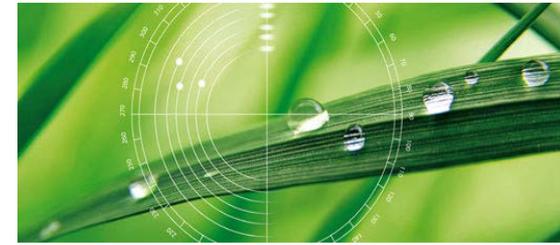


<http://www.biomasse-nutzung.de/wp-content/bilder/Palm%C3%B6l-Plantage-Malaysia.jpg>

Fläche

- Unter Flächenverbrauch wird im Unterschied zur Flächennutzung die Umwandlung einer Fläche in eine andere (minderwertigere?) Fläche verstanden. Die Umwandlung muss dauerhaft sein.
- Der mit dem Rohstoffeinsatz assoziierte Flächenverbrauch kann auch **indirekte** Teilbeträge enthalten. Das kann zum Beispiel der Fall sein, wenn der Anbau von Energiepflanzen in Deutschland die heimische Versorgung mit konventionellen Agrarprodukten reduziert und diese dann durch Importe aus anderen Regionen der Welt ersetzt würden, was dort in der Folge zu einer Ausdehnung der landwirtschaftlichen Flächen führt.
- Die Ermittlung indirekter Flächenverbräuche ist regelmäßig sehr komplex. Dies ist aber nicht nur auf den großen räumlichen und zeitlichen Abstand zwischen Ursache und Wirkung und lange Kausalketten zurückzuführen. Der Grad der Unsicherheit wird außerdem von der Anzahl möglicher Effekte, die alternativ auftreten können, und der Anzahl möglicher Ursachen, die den Effekt auslösen können (Multikausalität), bestimmt.

3. VDI 4599 „Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)“



<http://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/ressourceneffizienz-radar.jpg>

Kern der Ergebnisdarstellung wäre nach aktuellem Diskussionsstand die Präsentation des errechneten KRA für die Gruppen:

- Metallische Erze
- Mineralische Rohstoffe
- Stofflich genutzte fossile Energieträger
- Stofflich genutzte Biomasse

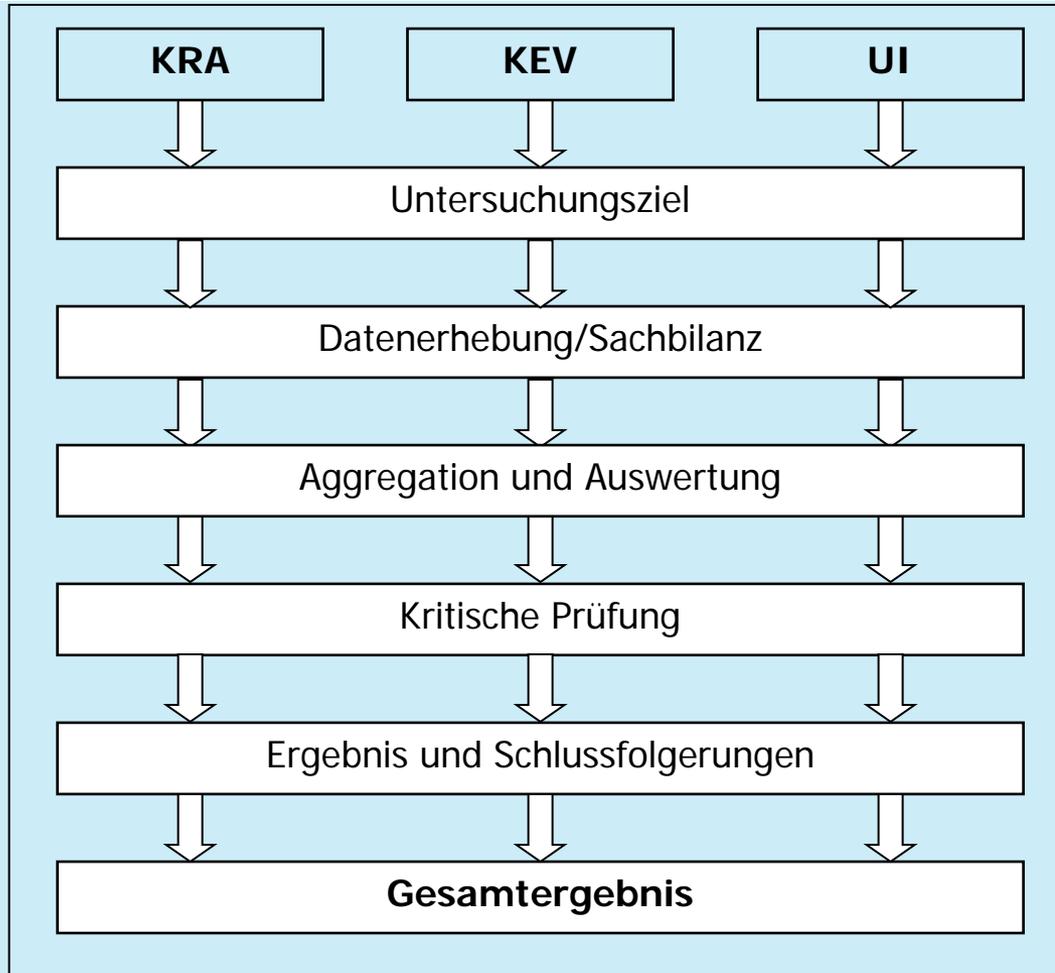
sowie

- Wasser
- Fläche ?



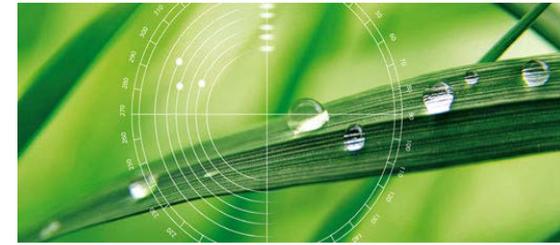
<http://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/ressourceneffizienz-radar.jpg>

4. Ressourceneffizienzanalyse



**Durchführung einer
Ressourcen-
effizienzanalyse**

5. Ressourceneffizienz und Abfallwirtschaft



<http://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/ressourceneffizienz-radar.jpg>

$$KRA = KRA_H + KRA_N + KRA_E$$

Wobei:

KRA_H = Kumulierter Rohstoffaufwand für die Herstellung des Gutes,

KRA_N = Kumulierter Rohstoffaufwand für die Nutzung des Gutes,

KRA_E = Kumulierter Rohstoffaufwand für die Entsorgung des Gutes,

KRA_E ist reduziert, wenn der Rohstoff / das Material der Entsorgung anteilig entzogen wird.

KRA_H ist deutlich reduziert, wenn der Rohstoff / das Material nach der Nutzung rückgeführt wird.

Die post-consume Phase hat für den KRA und für die gesamte Ressourceneffizienzanalyse eine überraschend hohe Ergebnisrelevanz, insbesondere wenn „kritische“ Rohstoffe recycelt werden .

5. Ressourceneffizienz und Abfallwirtschaft



http://www.nordbayern.de/polopoly_fs/1.1783558.1326392944%21image/844341265.jpg_gen/derivatives/900/844341265.jpg

- Die Methodik der Ressourceneffizienzanalyse und ihre Anwendung wird sichtbar machen, welche überragende Rolle die Abfallwirtschaft spielen kann.
- Allerdings ist auch in der Abfallwirtschaft nicht alles Gold, was glänzt.
- Daher kann die Methodik auch helfen, Leitlinie zu geben und strittige Fragen zu entscheiden.
- Sie kann auch helfen, richtige Prioritäten bei staatlichem und wirtschaftlichem Handeln zu setzen.
- Momentan ist nicht entschieden, welche technische bzw. akademische Disziplin die Führerschaft auf diesem neuen Handlungsfeld übernimmt.

6. Ausblick



http://www.nordbayern.de/polopoly_fs/1.1783558.1326392944%21image/844341265.jpg_gen/derivatives/900/844341265.jpg

1. Die Aggregation der ökologischen Anforderungen an den Produktions- und Dienstleistungssektor auf „Effizienz“ ist eine begrüßenswerte Fokussierung.
2. Die Zusammenführung der Indikatoren-Vielfalt unter ein einheitliches Dach „natürliche Ressourcen“ ist ebenfalls hilfreich.
3. Was fehlt, ist eine methodische Vereinheitlichung und die praktische Anwendung auf Produkt- und Brancheneben in Form von BVT-Empfehlungen und Kennzahlen, um das komplexe Methodengerüst für die Praxis handhabbarer zu machen.
4. **Nur wenn die Etablierung einer Methode gelingt, wird der Grundgedanke der Ressourceneffizienz auch eine politische Bedeutung bekommen, als zentrale Steuerungsgröße für die anstehenden ökonomischen Umgestaltungsprozesse.**
5. Die Experten der Abfallwirtschaft könnten in diesem Prozess eine zentrale Rolle spielen.