

## 5. BMBF FORUM FÜR NACHHALTIGKEIT

23. – 25. SEPTEMBER 2008 Berlin

# Strategien und Technologien zur Schonung nicht-energetischer Ressourcen

Dr. Nicola Hartlieb  
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse  
Forschungszentrum Karlsruhe

Die Präsentation basiert auf dem BMBF-Projekt  
„Roadmap Umwelttechnologien 2020“

## Roadmap Umwelttechnologien 2020

Zuwendungsgeber:	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Projekträger:	PT Umweltforschung und -technik im DLR
Auftragnehmer:	Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Projektleitung:	Prof. Dr. Armin Grunwald Jens Schippl (Dipl.-Geograph)
Projektbearbeitung:	Christian Dieckhoff (Dipl.-Ing. Maschinenbau) Nora Gronwald (Dipl.-Ing. Umweltingenieurwesen und Verfahrenstechnik) Dr. Nicola Hartlieb (Dipl.-Geoökologin) Juliane Jörissen (Dipl.-Ing. Raumplanung) Ursula Mielicke (Dipl.-Ing. Chemieingenieurwesen) Dr. Oliver Parodi (Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen) Dr.-Ing. Tim Reinhardt (Dipl.-Biologe) Dr. Volker Stelzer (Dipl.-Geograph)
in Kooperation mit:	Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) Prof. Dr. Thomas Hirth Dr.-Ing. Jörg Woidasky Ansilla Franck (Dipl.-Ing. BA) Dr. Gudrun Gräbe

## Projektziele

Das Projekt „Roadmap Umwelttechnologien 2020“ dient der Erforschung von mittel- bis langfristigen Entwicklungspfaden in relevanten Feldern der Umwelttechnologie. Welche Beiträge können Forschung und Technik für künftige Umweltinnovationen leisten.

**ZIEL: Identifizierung strategischer Handlungsoptionen für die Forschungsförderung des BMBF und für die Unterstützung des Wissenstransfers in die Praxis**

Wichtige Bezugspunkte: „HighTech-Strategie“

„Masterplan Umwelttechnologien“

Der Zeithorizont der Roadmap wird das Jahr 2020 sein. Laufzeit bis März 2009.

## Umwelttechnologien: der Hintergrund

Industrieländer: in den letzten Dekaden wurden Fortschritte gemacht, dennoch bestehen weiterhin viele Probleme

Schwellenländer: Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltverbrauch ist dringend notwendig

In jüngster Zeit ist die ökonomische Dimension von Umweltveränderungen stärker ins Blickfeld gerückt (Stern Report; McKinsey Studien)

Der Verschlechterung des Umweltzustands lässt sich mit deutlichen technologischen Verbesserungen begegnen > hoher Bedarf an technologischem Fortschritt und Innovationen

F&E Aktivitäten + politische Regulierungen unterstützen Innovationen und helfen Leitmärkte zu entwickeln > hohes Wachstum der Umweltindustrie

Ökologische & ökonomische & soziale Perspektive von Umwelttechnologien

Umwelttechnologien > der Link zwischen Innovation und nachhaltiger Entwicklung

## Projektrelevante Handlungsfelder

1. Klimaschutz
2. Luftreinhaltung
3. Wasserschutz
4. Bodenschutz
- 5. Schonung endlicher Ressourcen**
- 6. Abfallwirtschaft**
7. Erhalt von Natur und Biodiversität

## Schonung endlicher Ressourcen Charakterisierung

Ein effizienter Umgang mit endlichen Ressourcen ist ein wichtiger Baustein für eine nachhaltige Weltwirtschaft: Schonung der Rohstoffreserven im Interesse künftiger Generationen, Senkung der Produktionskosten, Entlastung der Umwelt.

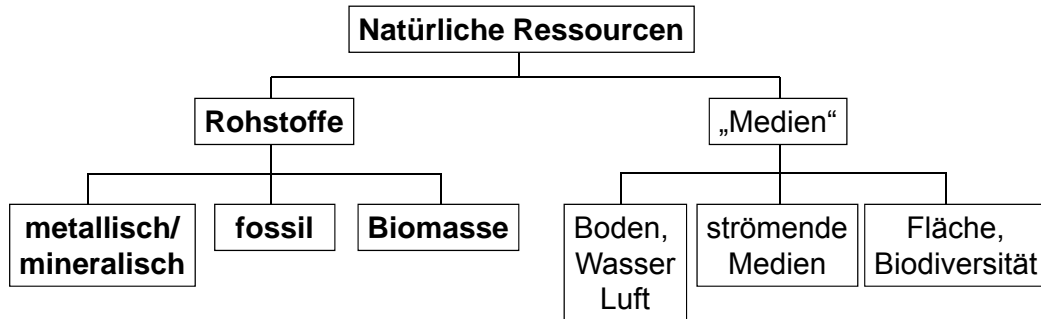
**Verknappung:** Bevölkerungszunahme, globales Wirtschaftswachstum und steigender Wohlstand haben die Rohstoffnachfrage und damit die Preise sprunghaft ansteigen lassen. Die Verknappung der Rohstoffe ist für ein rohstoffarmes Land wie Deutschland, das den Großteil seines Bedarfs über Importe decken muss, besonders spürbar (z.B. strategische Metalle in Schlüsseltechnologien, PGE).

Bestimmte Rohstoffe (z.B. Blei, Cadmium, Chlor) können **Belastungen** von Mensch und Umwelt verursachen (Senkenproblematik).

Wieder andere Rohstoffe, die im Prinzip nicht knapp sind und auch keine unmittelbaren Schäden für Mensch und Umwelt hervorrufen, können durch **hohen Stoffdurchsatz** Sekundärbelastungen von Mensch und Umwelt verursachen (z.B. mineralische Rohstoffe, Stahl, Aluminium).

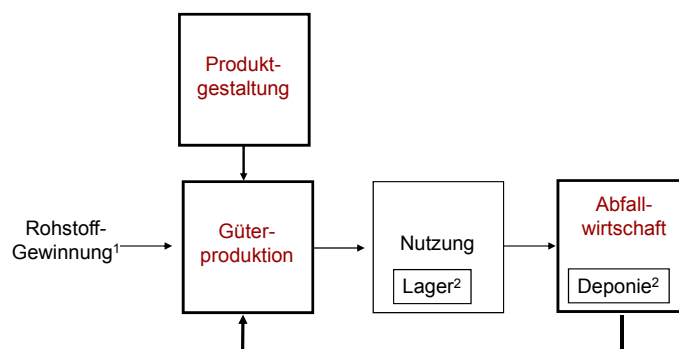
- ▶ Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie: Verdoppelung der Rohstoffproduktivität in Deutschland bis 2020 gegenüber 1994

## Schonung „endlicher“ Ressourcen



>> „Endliche“ Ressourcen: erneuerbare und nicht-erneuerbare biotische und abiotische Rohstoffe, die in der industriellen Produktion eingesetzt werden können.

## Phasen des Produktlebenszyklus



<sup>1</sup> Beeinträchtigung der Umweltmedien, der Fläche, der biologischen Vielfalt

<sup>2</sup> „Anthropogene Rohstoffe“  
Materialbestand in Infrastruktur, Bauwerken, Maschinen, Gebrauchsgütern und deponierten Abfällen

## Problemfelder der Ressourcennutzung und mögliche Strategien zur Erhöhung der Ressourceneffizienz

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Substitution:</b> knappe nicht-erneuerbare gegen erneuerbare oder solche mit längere Reichweite. Schädliche gegen weniger schädliche.</li> </ul>       | z.B.<br>→ Verknappung<br>→ Schädlichkeit        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Steigerung der Materialeffizienz:</b> neue Werkstoffe mit geringerem Rohstoffverbrauch, Leichtbautechnik, Miniaturisierung. Neue Verfahren.</li> </ul> | z.B.<br>→ Verknappung<br>→ Hoher Stoffdurchsatz |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kreislaufführung:</b> Wiederverwendung und Verwertung von Rohstoffen und Schadstoffen (z.B. Urban Mining).</li> </ul>                                  | z.B.<br>→ Verknappung<br>→ Schädlichkeit        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lebensdauererlängerung:</b> Verlängerung der Nutzungsdauer, Modularisierung, Upgrading, Oberflächenbehandlung</li> </ul>                               | z.B.<br>→ Hoher Stoffdurchsatz<br>→ Verknappung |

## Schonung endlicher Ressourcen Lebenszyklusphasen, strategische Ansätze und Pfade

Lebenszyklusphase	Ziel	Strategischer Ansatz	Pfad
Produktgestaltung	Ressourcenschonendes Produktdesign	Substitution knapper und umweltschädlicher Einsatzstoffe	(1)
		Steigerung der Materialeffizienz	(2)
		Verlängerung der Lebensdauer von Produkten	(3)
		Förderung der Kreislaufführung: Design for Recycling	(4)
Herstellungsprozess	Ressourcenschonende und abfallarme Produktionsprozesse	Substitution von Rohstoffen, Hilfsstoffen, Betriebsstoffen und Prozessen	(5)
		Kreislaufführung von Rohstoffen, Betriebsstoffen und Hilfsstoffen	
		Reduzierung von Verschnitt, Abfall, Ausbeuteverlusten	
		Optimierung von Prozessschritten	
		Innovative Verfahren	

## Schonung endlicher Ressourcen



### Strategische Ansätze und Beispieltechnologien

#### (1) Substitution

- Ersatz knapper, nicht erneuerbarer Rohstoffe durch ebenfalls nicht erneuerbare, aber reichlich vorhandene Rohstoffe
- Ersatz nicht erneuerbarer durch nachwachsende Rohstoffe
- Ersatz umweltschädlicher durch umweltverträgliche Rohstoffe

- Substitution von Kupfer durch Aluminium in der Hochenergieversorgung
- Ersatz von Indium in transparenten leitfähigen Beschichtungen
- Einsatz nachwachsender Rohstoffe in der Grundstoffindustrie (z.B. Biokunststoffe)
- Substitution CrVI durch CrIII in Passivschichten
- Lacke auf Wasserbasis
- Antifoulingmittel auf Algenbasis

## Schonung endlicher Ressourcen



### Strategische Ansätze und Beispieltechnologien

#### (2) Steigerung der Materialeffizienz

- Leichtbautechnik (z.B. Optimierung von Werkstoffen für den Metall-Leichtbau)
- Materialinnovationen (Bionik)
- Materialinnovationen (neue Werkstoffe)
- Ressourcenschonendes Design (Lastgesteuerte Bauteiloptimierung, rohstoffeffiziente Betonbauweise)
- Miniaturisierung
- Multifunktionalität

- Al- und Mg-Legierungen, Metallschäume, Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe
- Biomimetische Werkstoffe
- Kohlenstofffaser-Verbundwerkstoffe, Kohlenstoff-Nanoschäume
- Barmtec-Verfahren, Beeplate-System, Tailored Blanks
- Sandwichbauweise, Schaumbeton, Glasfaserbewehrung im Betonbau
- Speicherchips
- Multifunktionale Bürogeräte

## Schonung endlicher Ressourcen

### Strategische Ansätze und Beispieltechnologien



#### (3) Kreislaufwirtschaft

- Recyclinggerechtes Design von Produkten (z.B. Modularisierung, Vermeidung von Verbundwerkstoffen)
- Sortierung und Aufbereitung von sekundären Roh- und Brennstoffen für hochwertige Verwertungsmaßnahmen
- Trennung und Rückgewinnung von Metallen aus Abfällen und Reststoffen
- Kaskadennutzung

- Entwicklung lösbarer Klebstoffe zum umweltgerechten Recycling von geklebten Verbundmaterialien
- Rückgewinnung wertvoller Faserstoffe aus Abfällen der Papierindustrie
- Schnellerkennung von Stör- und Schadstoffen zur qualitätsgesicherten Altholzverwertung
- Rohstoff-Rückgewinnung aus Elektronikschrott mit Hilfe des Haloclean-Verfahrens

## Schonung endlicher Ressourcen

### Strategische Ansätze und Beispieltechnologien



#### (4) Verlängerung der Lebensdauer

- Oberflächenbehandlung (z.B. Nanotechnologie)
- Verbesserung der Nachrüstbarkeit technischer Produkte
- Reparaturfreundlichkeit, modularer Aufbau

- Dünnschichttechnologien zum Schutz von Oberflächen vor Abrieb, Korrosion, Verschmutzung
- Entwicklung selbstreinigender Oberflächen (Lotuseffekt)
- Integration neuer oder zusätzlicher Funktionen in bestehende Produkte, Upgrading

#### (5) Erhöhung der Rohstoffproduktivität im Produktionsprozess

- Substitution von umweltbelastenden Betriebs- und Hilfsstoffen (z.B. Einsatz von „Green Solvents“)
- Optimierung von Prozessen (z.B. durch weiße Biotechnologie - BioIndustry)
- Reduzierung von Verschnitt und Abfall (z.B. durch endkonturnahe Fertigung „Near-net-shape“)
- Optimierung von rohstoffintensiven Prozessen durch Mess-, Steuer-, Regeltechniken
- Dienstleistungen zur Optimierung von Produktionsprozessen unter dem Aspekt der Ressourceneffizienz

- Ionische Flüssigkeiten, überkritische Fluide
- Biobleaching, enzymatische Enthaarung, mikrobielle Erzlaugung
- Pressgießen von ADI-Werkstoffen, Thixoforming
- Innovative Textil-techniken zur automatisierten Herstellung
- Input-Output Analysen, Ökoeffizienzanalysen, Materialflusscontrolling