

# 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
Projektträger:	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.

# Umweltechnologien: 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; Medienberichte zur Rohstoffverknappung und Preissteigerungen)

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 Umweltechnologien

Umweltechnologien > 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.

Bevölkerungszunahme, globales Wirtschaftswachstum und steigender Wohlstand haben die Rohstoffnachfrage und damit die Preise sprunghaft ansteigen lassen.

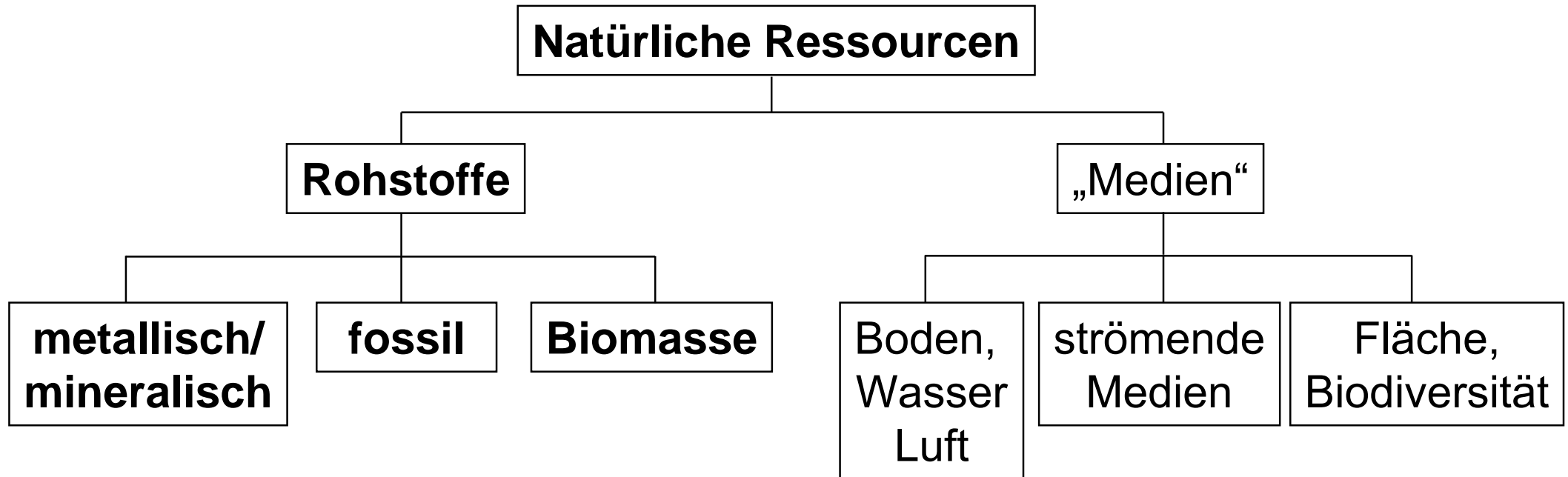
Die **Verknappung** der Rohstoffe ist für ein rohstoffarmes Land wie Deutschland, das den Großteil seines Bedarfs über Importe decken muss, besonders spürbar. Kritisch ist die Situation vor allem bei einigen strategischen Metallen, die als Einsatzstoffe in Schlüsseltechnologien auf absehbare Zeit unverzichtbar sind.

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).

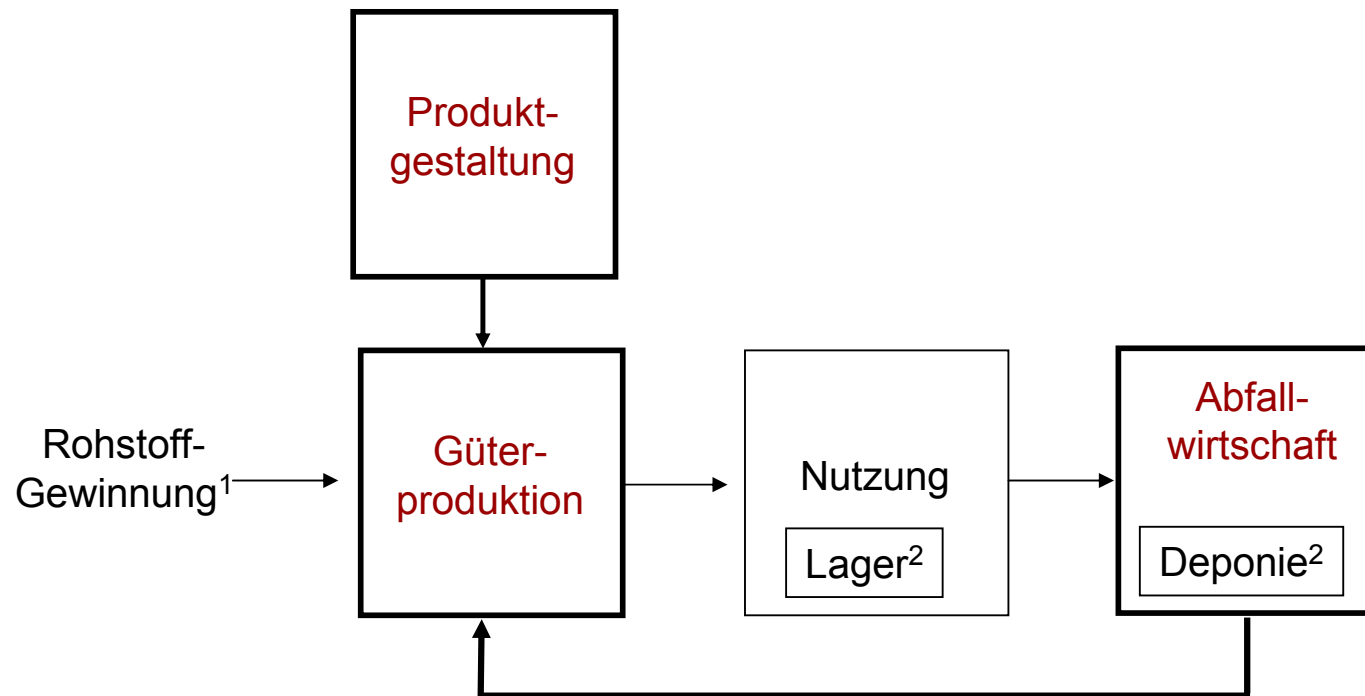
- ▶ Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie: Verdoppelung der Rohstoffproduktivität in Deutschland bis 2020 gegenüber 1994

# 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

- **Substitution:** knappe nicht-erneuerbare gegen erneuerbare oder solche mit längere Reichweite. Schädliche gegen weniger schädliche.
- **Steigerung der Materialeffizienz:** neue Werkstoffe mit geringerem Rohstoffverbrauch, Leichtbautechnik, Miniaturisierung. Neue Verfahren.
- **Kreislaufführung:** Wiederverwendung und Verwertung von Rohstoffen und Schadstoffen (z.B. Urban Mining).
- **Lebensdauererlängerung:** Verlängerung der Nutzungsdauer, Modularisierung, Upgrading, Oberflächenbehandlung

z.B.

- Verknappung
- Schädlichkeit

z.B.

- Verknappung
- Hoher Stoffdurchsatz

z.B.

- Verknappung
- Schädlichkeit

z.B.

- Hoher Stoffdurchsatz
- Verknappung

# Schonung endlicher Ressourcen

## Lebenszyklusphasen, strategische Ansätze und Pfade

Lebenszyklus phase	Ziel	Strategischer Ansatz	Pfad
<b>Produkt-gestaltung</b>	<b>Ressourcen-schonendes Produkt-design</b>	Substitution knapper und umweltschädlicher Einsatzstoffe	(1)
		Steigerung der Materialeffizienz	(2)
		Verlängerung der Lebensdauer von Produkten	(3)
		Förderung der Kreislaufführung: Design for Recycling	(4)
<b>Herstellungs-prozess</b>	<b>Ressourcen-schonende und abfallarme Produktions-prozesse</b>	Substitution von Rohstoffen, Hilfsstoffen, Betriebsstoffen und Prozessen	(5)
		Kreislaufführung von Rohstoffen, Betriebsstoffen und Hilfsstoffen	
		Reduzierung von Verschnitt, Abfall, Ausbeuteverlusten	
		Optimierung von Prozessschritten	
		Innovative Verfahren	

## 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

## 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
- Bamtac-Verfahren, Beeplate-System, Tailored Blanks
- Sandwichbauweise, Schaumbeton, Glasfaserbewehrung im Betonbau
- Speicherchips
- Multifunktionale Bürogeräte

## 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

## 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 selbst-reinigender Oberflächen (Lotuseffekt)

→ Integration neuer oder zusätzlicher Funktionen in bestehende Produkte, Upgrading

## Strategische Ansätze und Beispieltechnologien

### (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 Textiltechniken zur automatisierten Herstellung
- PIUS Check, Öko-effizienzanalyse/ Materialflusscontrolling

# Schonung endlicher Ressourcen

## Zusammenfassende Bemerkungen

Innovationen im Bereich Umwelttechnologien und der Transfer dieser Technologien in die Anwendung sind essentiell für eine nachhaltige Entwicklung. Besonders im Umweltsektor sind auch nicht-technische Faktoren relevant für eine erfolgreiche Markteinführung von Innovationen.

Wie Untersuchungen belegen, ist die Verfügbarkeit von Ressourcen zum wesentlichen Innovationstreiber in der industriellen Produktion geworden. D.h. das politische Ziel, die Rohstoffproduktivität bis 2020 zu verdoppeln, deckt sich mit dem Bestreben der Wirtschaft nach Kostenentlastung.

Vor diesem Hintergrund gilt es, alle Möglichkeit zur Einsparung von Rohstoffen und Energie zu nutzen, sowohl im Rahmen der Produktgestaltung als auch im Rahmen der Herstellungs-Prozesse. Mit dem Ziel - „create more value with less impact“.

Das Spektrum an Technologien, die zur Steigerung der Rohstoffproduktivität beitragen, umfasst Spitzentechnologien wie z.B. die weiße Biotechnologie, hochwertige Technologien (Anlagenbau, Mess-, Steuer- und Regeltechnik) und innovative Dienstleistungen. Deutschland ist in vielen dieser Bereiche sehr gut aufgestellt, in anderen Bereichen ist eine Anpassung etablierter Technologien an lokale Randbedingungen und Bedürfnisse erforderlich.

Viele Schlüsselbereiche wie etwa die weiße Biotechnologie oder die Bionik sind heute noch eher durch Partnerschaft und Kooperation als durch Konkurrenz und Wettbewerb geprägt. Durch den Zutritt weiterer Marktteilnehmer in den kommenden Jahren wird sich der Wettbewerb intensivieren.