

# Forschung sichert nachhaltige Rohstoffversorgung

Karl Eugen Huthmacher

1.	Herausforderung Ressourcenknappheit .....	243
2.	Aktivitäten der Bundesregierung im Bereich Rohstoffe .....	245
3.	Förderkette: Ressourceneffizienz .....	245
4.	Forschung für eine nachhaltige Rohstoffversorgung .....	246
4.1.	Spezifische Projektförderung durch das BMBF: Forschungsprogramme für Ressourceneffizienz.....	247
4.2.	Institutionelle Förderung durch das BMBF: Das neue Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie.....	248
4.3.	Forschungsprogramm <i>Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland</i> .....	249
5.	Europäische und internationale Zusammenarbeit .....	251
6.	Quellen .....	251

## 1. Herausforderung Ressourcenknappheit

Rohstoffe werden knapper und teurer. Die generelle Versorgungssicherheit der Industrie ist nicht mehr in allen Fällen gewährleistet. Rohstoffverfügbarkeit ist für Deutschland als Industrienation mit breiter Produktionsbasis und hohem Exportanteil jedoch unabdingbare Voraussetzung zur Sicherung der Arbeitsplätze und des Wohlstands. Die Verknappung und damit Kostensteigerungen betreffen vor allem mineralische (metallische) Ressourcen, wie zum Beispiel Stahl und Eisen, Kupfer und Aluminium, die sogenannten Stahlveredler, Platingruppenmetalle und Seltene Erden, die für die Entwicklung und den Ausbau von Schlüsseltechnologien erforderlich sind und bei denen Deutschland hinsichtlich der Primärrohstoffe zu hundert Prozent auf Importe angewiesen ist.

Der Deutsche Industrie- und Handelskammertag beziffert den Wert der in Deutschland verwendeten Rohstoffe im Jahr 2010 auf etwa 138 Milliarden EUR, wobei Rohstoffe im Wert von etwa 110 Milliarden EUR importiert wurden und der Rest aus heimischer Produktion (18 Milliarden EUR) und Recycling (10 Milliarden EUR) stammen [1]. Von den insgesamt importierten Rohstoffen entfallen etwa zehn Prozent auf solche Rohstoffe, die für die Entwicklung von Zukunftstechnologien unverzichtbar sind und deshalb als **wirtschaftsstrategische Rohstoffe** bezeichnet werden (hervorgehoben in Bild 1). Auch das Erreichen der ambitionierten Klimaschutzziele, der Wandel der Energieversorgung und die Entwicklung von Zukunftstechnologien in Deutschland sind ohne Nutzung von sogenannten Technologiemetallen undenkbar.

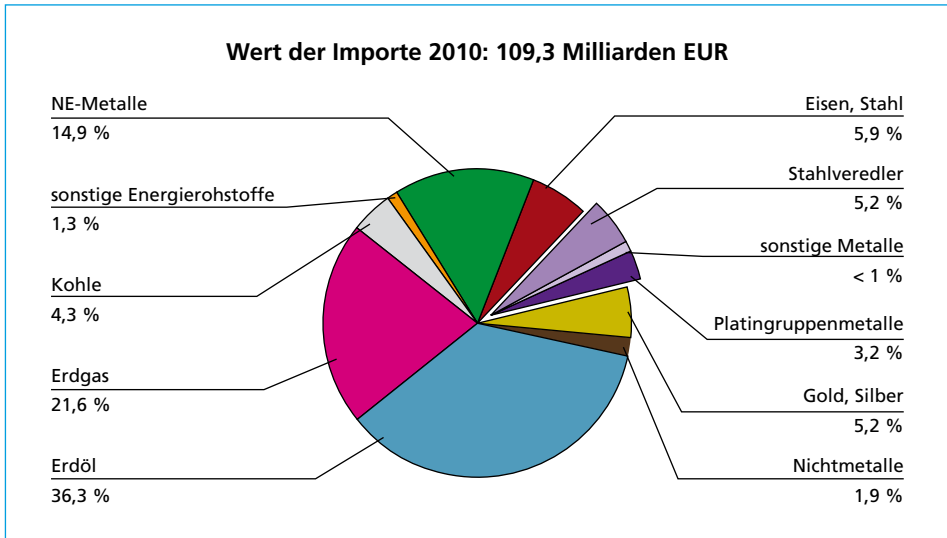


Bild 1: Deutsche Rohstoffimporte nach Wert

Quelle: Deutsche Rohstoffagentur (DERA): Deutschland – Rohstoffsituation 2010

Neben dem Import von Primärrohstoffen und Materialien leistet Recycling einen wichtigen Beitrag zur Rohstoffversorgung und Umweltpolitik. In Deutschland stammen bereits 43 % des Kupfers, 60 % des Aluminiums, 69 % des Bleis und 44 % des Rohstahls aus sekundären Rohstoffen, womit Deutschland international eine Vorreiterrolle innehat [2]. Metallrecycling sollte unter Beachtung physikalischer Grenzen und wirtschaftlicher Vertretbarkeit weiter vorangetrieben werden. Effizienzsteigerungen, Substitutionen und ein umfassendes Recycling können jedoch nicht die Problematik der nachhaltigen und sicheren Rohstoffversorgung allein lösen. Hierzu bedarf es nach wie vor auch der Gewinnung von Primärrohstoffen – und dies nicht nur in Rohstoffexportländern, sondern auch hier in Deutschland.

Das **Wissenschaftsjahr 2012 – Zukunftsprojekt Erde** [3] steht im Jahr des Umweltgipfels in Rio de Janeiro im Zeichen der Forschung für nachhaltige Entwicklungen: Sie ist der Schlüssel für die Zukunft. Dabei richtet sich der Blick im Wissenschaftsjahr 2012 auf die Forschungsansätze, die wirtschaftliche, ökologische und soziale Aspekte gleichzeitig umfassen, also alle Aspekte der Nachhaltigkeit. Der Dialog und die öffentliche Auseinandersetzung mit der Forschung für nachhaltige Entwicklungen soll vertieft und dabei auch konkrete Handlungsoptionen aufgezeigt werden. So ist beispielsweise eine Aktion geplant, um die Öffentlichkeit noch stärker zum Recycling von Mobilfunkgeräten zu motivieren: Millionen Handys liegen immer noch ungenutzt in deutschen Haushalten, obwohl sie wertvolle Metalle wie Seltene Erden enthalten, die wiederverwertet werden können.

Um der Herausforderung der Ressourcenknappheit zu begegnen, hat die Bundesregierung erstmals in der **Nachhaltigkeitsstrategie 2002** [4] die Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum als ein wichtiges Ziel definiert. Zugleich ist anzustreben, dass der wachstumsbedingte Anstieg der Nachfrage nach Ressourcen durch Effizienzgewinne mehr als kompensiert wird. Mit Blick auf eine nachhaltige Gesellschaft heißt es in der Nachhaltigkeitsstrategie: *Jede Generation muss ihre Aufgaben selbst lösen und darf sie nicht den kommenden Generationen aufbürden. Sie muss zugleich Vorsorge für absehbare zukünftige Belastungen treffen.* Von der Verwirklichung dieser Ziele sind wir weit entfernt.

Die Bundesregierung verfolgt im Rahmen ihrer Nachhaltigkeitsstrategie zwar das Ziel, die Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020 bezogen auf das Basisjahr 1994 zu verdoppeln. Die in den letzten Jahren erzielten Steigerungsraten der Rohstoffproduktivität (etwa drei Prozent pro Jahr) sind beachtlich, jedoch zu gering um das Ziel der Verdopplung bis 2020 noch zu erreichen (etwa fünf Prozent pro Jahr erforderlich) [5]. Während die Materialproduktivität von 1960 bis 2005 in Deutschland um den Faktor 2 gesteigert wurde, stieg die Arbeitsproduktivität im gleichen Zeitraum sogar um den Faktor 4 [6]. Während die relativen Kosten für *Arbeit* im produzierenden Gewerbe in Deutschland in den letzten Jahren rückläufig waren, sind die relativen Kosten für *Rohstoffe/Material* deutlich angestiegen. Damit rückt die Frage nach Kostensenkung durch Steigerung der Ressourceneffizienz verstärkt in den Fokus. Innovative nachhaltige Technologien, Prozesse und Produkte können einen signifikanten Beitrag zur Steigerung der Rohstoffproduktivität leisten. Umfangreiche Investitionen in Forschung und Entwicklung in der gewerblichen Wirtschaft und im öffentlichen Sektor sind erforderlich.

## 2. Aktivitäten der Bundesregierung im Bereich Rohstoffe

Auf die Notwendigkeit einer wesentlich verbesserten Kreislaufführung von metallischen und mineralischen Rohstoffen verweist der Rat für Nachhaltigkeit in seinen Empfehlungen an die Bundesregierung [7]. Die Empfehlung skizziert die Vision einer weitgehend vollständigen Kreislaufführung nicht nur von Massenrohstoffen, für die bereits jetzt Kreislaufwirtschaft existiert. Vielmehr zielt die Empfehlung darauf ab, die relevanten Akteure zu ermutigen, die Vision einer vollständigen Kreislaufführung von Rohstoffen zu konkretisieren, für die es bisher kein Nachhaltigkeitsmanagement gibt.

Die bessere Nutzung von Sekundärrohstoffen leistet einen Beitrag zum Ziel der Verdopplung der Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020. Voraussetzungen dafür werden auch mit dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz geschaffen. Mit diesem Gesetz soll erreicht werden, dass bis zum Jahr 2020 65 % aller Siedlungsabfälle und 70 % aller Bau- und Abbruchsabfälle (aktuell bereits etwa 90 % realisiert) stofflich verwertet werden [8].

Die Bundesregierung hat mit ihrer Rohstoffstrategie [9] zur Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands auf die Verknappung bei nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen reagiert. Diese spannt den Bogen von der Bekämpfung von Handelshemmnissen über Effizienzberatung in Unternehmen, Forschungs- und Technologieentwicklung, Ausbildung bis hin zur Entwicklungszusammenarbeit.

Abgeleitet aus der Rohstoffstrategie und der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung sowie der europäischen Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen [10] wird derzeit das *Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)* erarbeitet, das Handlungsansätze für die nachhaltige Nutzung mineralischer, nichtenergetischer Rohstoffe (Erze, Industrie- und Baumineralien) sowie die mögliche Substitution durch stoffliche Nutzung biotischer Rohstoffe definiert. Bildung und Forschung werden als bedeutende Handlungsfelder identifiziert. Zur Umsetzung der Rohstoffstrategie der Bundesregierung hat das BMBF ein Nationales Forschungs- und Entwicklungsprogramm für neue Ressourcentechnologien *Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland* von einem Expertenkreis erarbeiten lassen.

## 3. Förderkette: Ressourceneffizienz

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat die Förderung von Forschung und Entwicklung innovativer und nachhaltiger Lösungen zur Steigerung der

Ressourceneffizienz breit angelegt. Im Rahmenprogramm *Forschung für Nachhaltige Entwicklungen* [11] ist Ressourceneffizienz eines der zentralen Themen. Auch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) treiben diese Entwicklung zusammen mit weiteren Ressorts (u.a. BMVBS, BMELV) voran. Dies geschieht unter anderem mit Hilfe ineinander verzahnter Fördermaßnahmen, die von der Neuentwicklung bis zur kommerziellen Reife und Verbreitung im Markt Unterstützung bieten. Durch das Zusammenwirken der Ressorts entsteht eine durchgängige Förderkette von der Forschung und Entwicklung bis zur Verbreitung im Markt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Ausgewählte Aktivitäten des Ressorts im Bereich Rohstoffe und Ressourceneffizienz

Stufe im Förderzyklus	BMBF	BMU	BMWi
Technologieentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>r<sup>2</sup> und r<sup>3</sup>, CLIENT, KMU-innovativ</li> <li>MatRessource</li> </ul>		
Demonstrationsphase		<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltinnovationsprogramm</li> </ul>	
Marteneinführung und Umsetzung		<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzwerk Ressourceneffizienz</li> <li>Zentrum Ressourceneffizienz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutsche Materialeffizienzagentur</li> <li>Innovationsgutscheine go-effizient</li> </ul>
strategische Aktivitäten	Interministerieller Ausschuss Rohstoffe		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie</li> <li>FE-Programm <b>Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutsches Ressourceneffizienzprogramm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutsche Rohstoffagentur</li> <li>Rohstoffpartnerschaften</li> </ul>

## 4. Forschung für eine nachhaltige Rohstoffversorgung

Das BMBF sieht sich als Motor für eine ergebnisoffene Wissenschaft und Forschung. Zu diesem Zweck werden die forschungspolitischen Rahmenbedingungen für die Wissenschaft und Forschung so gestaltet, damit zeitnah und effizient Erkenntnisse, Innovationen und Wertschöpfung entstehen können.

Der Beitrag des BMBF liegt im Bereich der rohstofftechnologiebezogenen Forschungs- und Innovationsförderung. Dies ist ein Alleinstellungsmerkmal des Hauses BMBF innerhalb der Bundesregierung. Insbesondere mit dem Instrument der spezifischen Projektförderung kann schnell und flexibel auf strategische Bedürfnisse der deutschen Wirtschaft mit der Bekanntgabe maßgeschneiderter Fördermaßnahmen reagiert werden. Fördermaßnahmen werden in der Regel gemeinsam mit Stakeholdern (Wissenschaft, Industrie, Anwender u.a.) beispielsweise über Expertengespräche vorbereitet. Langfristige Forschungsaspekte werden über das BMBF im Rahmen der institutionellen Programme von HGF, FhG, MPG und WGL gefördert.

Im Bereich der Ressourcentechnologie treibt das BMBF Innovationen in fünf strategischen Feldern durch Forschung und Entwicklung voran:

- **Rohstoffproduktivität steigern:** Durch Effizienzsteigerungen in rohstoffnahen Industrien mit hohem Materialeinsatz können signifikante Beiträge zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität erreicht werden, beispielsweise in der Metall- und Stahlindustrie, der Chemie-, Keramik- und Baustoffindustrie.

- **Rohstoffbasis sichern:** Strategisch relevante Rohstoffe wie Technologiemetalle und Industriemineralien für Hightech-Anwendungen stellen mengenmäßig nur einen relativ kleinen Anteil der Rohstoffimporte dar, haben aber oft eine hohe Hebelwirkung für die Erhöhung der Ressourceneffizienz, z.B. in der Steuerungs- und Regeltechnik oder bei erneuerbaren Energien. Der Fokus hierbei liegt auf dem Recycling sowie der Substitution knapper Rohstoffe sowie der Rückführung von Wertstoffen aus anthropogenen Lagerstätten, beispielsweise Altdeponien (Urban Mining).
- **Rohstoffbasis verbreitern:** Die Kohlenstoffchemie der deutschen Industrie basiert weitgehend auf Erdöl. Bis zur Substitution des Erdöls durch nachwachsende Rohstoffe sind innovative Verfahren als Brückentechnologie für eine stoffliche Nutzung von Kohlendioxid (carbon capture and usage, CCU) sowie eine ökologisch verträgliche Nutzung heimischer Braunkohle als Erdölersatz voranzutreiben.
- **Kleine und mittlere Unternehmen fördern:** Kleine und mittlere Unternehmen repräsentieren einen besonders innovationsoffenen Teil der heimischen Wirtschaft und können bei entsprechender Förderung noch stärker zum Innovationstreiber bei Ressourceneffizienztechnologien werden.
- **International zusammenarbeiten:** Deutschland als Rohstoffimportland ist auf die Zusammenarbeit mit Partnerländern angewiesen. Rohstoffimporte, Wissensaustausch und Schaffung von Leitmärkten für den Export von deutschen Ressourceneffizienztechnologien können sich zum gegenseitigen Nutzen ergänzen.

#### 4.1. Spezifische Projektförderung durch das BMBF: Forschungsprogramme für Ressourceneffizienz

Im Rahmenprogramm *Forschung für nachhaltige Entwicklungen* fokussiert das BMBF die Förderung auf vier thematische Schwerpunkte, die sogenannten Aktionsfelder. Im Aktionsfeld *Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen* fördert das BMBF Kooperationen zwischen Industrie und Wissenschaft zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Dabei steht die systemorientierte Betrachtungsweise im Vordergrund. So werden z.B. ganze Wertschöpfungsketten oder Lebenszyklen statt Einzelprozessen in die Forschung einbezogen, damit Problemlösungen in einem Teilsystem nicht zu Lasten der Gesamteffizienz gehen. Mit Blick auf den steigenden Ressourcenbedarf aufstrebender Schwellenländer geht es auch um die Entwicklung angepasster Lösungen für internationale Märkte, gleichzeitig werden so Chancen für erfolgreiche Technologieexporte geschaffen.

Die Umsetzung der Rahmenprogramme erfolgt durch die öffentliche Bekanntmachung von Fördermaßnahmen (spezifische Projektförderung). Bisher investierte das BMBF mit dem Rahmenprogramm *Forschung für Nachhaltige Entwicklungen* mehr als 200 Millionen Euro für die Entwicklung neuer Spitzentechnologien zur Steigerung der Ressourceneffizienz.

So fördert das BMBF die Steigerung der Rohstoffproduktivität in Industrien mit hohem Materialeinsatz mit der Fördermaßnahme  $r^2$  – *Innovative Technologien für Ressourceneffizienz-Rohstoffintensive Produktionsprozesse* [12]. Im Fokus von  $r^2$  stehen rohstoffnahe Industrien mit hohem Materialeinsatz. Hier kann eine große Hebelwirkung zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität erreicht werden, z.B. in der Metall- und Stahlindustrie, der Chemie-, Keramik- und Baustoffindustrie.

Mit den beiden Fördermaßnahmen  $r^3$  – *Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien* [13] im Rahmenprogramm *Forschung für nachhaltige Entwicklungen* – FONA bzw. *Materialien für eine ressourceneffiziente Industrie und Gesellschaft* – MatRessource [14] im Rahmenprogramm *Werkstoffinnovationen für Industrie*

und Gesellschaft – WING leistet das BMBF einen zentralen Beitrag zur nachhaltigen Nutzung strategisch relevanter Rohstoffe. Unter anderem soll durch Förderung innovativer Recyclingtechnologien und Substitutionsstrategien ein wichtiger Beitrag zur Versorgungssicherheit mit seltenen Rohstoffen, die für Schlüssel- und Zukunftstechnologien in Deutschland relevant sind, geleistet werden. Solche Zukunftstechnologien sind oft auch Umwelttechnologien (Indium wird z.B. für Dünnschicht-Photovoltaik, Neodym für Permanentmagnete in Elektromotoren, bei Windkraftanlagen und Fahrzeugen benötigt). Die ersten Forschungsprojekte werden in Kürze starten.

Im Rahmen des Förderschwerpunkts *Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz – Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von Kohlendioxid* [15] werden industrienaher Forschungsvorhaben u.a. zum Klimaschutz und zur Erweiterung der Rohstoffbasis und damit einem schonenderen Umgang mit fossilen Ressourcen (*weg vom Öl*) gefördert. Kohlenstoffdioxid, abgespalten aus den Abgasen von Kohlekraftwerken oder Industrieprozessen kann stofflich genutzt werden (carbon capture and usage, CCU), um z.B. Rohöl bei der Herstellung von Polymeren zu ersetzen oder in Verbindung mit CO<sub>2</sub>-arm erzeugtem Wasserstoff umweltfreundliche Kraftstoffe herzustellen (power to gas). Solange die Speicherung von abgespaltenem CO<sub>2</sub> in tiefen geologischen Formationen (carbon capture and storage, CCS) keine ausreichende Akzeptanz in der Bevölkerung findet, kommt diesem Ansatz zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung zusätzlich Bedeutung zu.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind oft diejenigen, die besonders effiziente Technologien nutzen und vorantreiben. Dadurch werden sie in vielen Bereichen Vorreiter technologischen Fortschritts. Die Ressourceneffizienz wird durch eigene Innovationen oder durch frühes Aufgreifen besonders innovativer Methoden verbessert. Die Förderinitiative *KMU-innovativ – Energie und Ressourceneffizienz* [16] unterstützt kleine und mittlere Unternehmen seit 2007 bei der Entwicklung innovativer Technologien und Dienstleistungen für eine verbesserte Ressourcen- und Energieeffizienz und erleichtert ihnen den Zugang zur Forschungsförderung. Dazu hat das BMBF die Beratungsleistungen für KMU ausgebaut sowie das Antrags- und Bewilligungsverfahren vereinfacht und beschleunigt. Ein Förderbeispiel ist die Rückgewinnung und Wiedereinsatz von Edelmetallen aus Brennstoffzellen. Das BMBF wird die Fördermaßnahme *KMU innovativ – Energie und Ressourceneffizienz* fortsetzen.

Mit Blick auf die globale Verantwortung der Industrienationen setzt das BMBF verstärkt auf Kooperation mit Schwellenländern: Im Rahmen der Fördermaßnahme *CLIENT – Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelttechnologien und -dienstleistungen* [17] unterstützt das BMBF Forschungs- und Entwicklungskooperationen besonders mit den Ländern Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika und Vietnam unter anderem auf den Gebieten nachhaltige Ressourcennutzung und Klimaschutztechnologien. Die ersten Projekte werden 2012 starten.

## 4.2. Institutionelle Förderung durch das BMBF:

### Das neue Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie

Bundesministerin Professor Dr. Annette Schavan hat im August 2011 das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) [18] gegründet. Damit setzt die Bundesregierung eine Vereinbarung aus dem Koalitionsvertrag um und bündelt strategisch wichtige Forschungskompetenzen zur Sicherung der Rohstoffversorgung der deutschen Wirtschaft. Ziel ist dabei eine interdisziplinäre Ressourcentechnologieforschung, welche die gesamte Rohstoff-Wertschöpfungskette von der Erkundung und Gewinnung der Rohstoffe über ihre Aufbereitung und Veredelung bis hin zum Recycling umfasst.



Das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, getragen vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und der TU Bergakademie Freiberg, wird die Forschung zur Erkundung, Gewinnung, Aufbereitung, Materialsubstitution und zum Recycling nicht-energetischer mineralischer Rohstoffe in der Helmholtz-Gemeinschaft verankern. Das BMBF fördert das HIF jährlich mit bis zu fünf Millionen Euro. Neben der Erhöhung der Verfügbarkeit von primären und sekundären Rohstoffen unter Wahrung von Material- und Energieeffizienz bilden langfristig auch die produktspezifische Rohstoffauswahl und Substitution sowie die Bewertung der Nachhaltigkeit von Ressourcentechnologien Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten. Durch diesen ganzheitlichen Fokus deckt das Institut einen strategischen Bedarf in der deutschen und in der europäischen Industrie- und Forschungslandschaft. Im Institut werden die Expertisen der beiden Gründungspartner TU Bergakademie Freiberg und Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf eingebracht. Die enge standortgebundene Zusammenarbeit des Instituts mit der TU Bergakademie Freiberg bietet perspektivisch auch die Möglichkeit, Aus- und Weiterbildungsangebote zur Verfügung zu stellen, die die Nachwuchssicherung für die ressourcennahe Technologieforschung in Deutschland langfristig gewährleistet.

### 4.3. Forschungsprogramm Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland

Das BMBF arbeitet an einem neuen Forschungsprogramm *Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland*. Ziel ist es, die Forschung und Entwicklung entlang der Wertschöpfungskette nicht-energetischer mineralischer Rohstoffe in den nächsten fünf bis zehn Jahren auszubauen. Die Fördermaßnahmen richten sich an Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Im Fokus steht eine Stärkung der angewandten Forschung und deren Verknüpfung mit der Grundlagenforschung.

Der thematische Fokus liegt dabei auf solchen Metallen und Mineralien, deren Verfügbarkeit für Zukunftstechnologien gesichert werden muss und die eine große Hebelwirkung für die Wirtschaft haben: Stahlveredler, Metalle für die Elektronikbranche und andere Hightech-Rohstoffe wie Seltene Erden oder Platingruppenelemente, also die Rohstoffe, die es ermöglichen, Spitzenprodukte in Deutschland herzustellen. Rohstoffe im Werte von weniger als 0,5 % unseres Bruttoinlandsprodukts haben die Hebelwirkung, unsere Volkswirtschaft schnell aus einer Rezession herauszuführen bzw. den Wohlstand im Land zu sichern. Diese Rohstoffe werden im Weiteren als *wirtschaftsstrategisch*<sup>1</sup> bezeichnet. Massenmetalle werden insofern angesprochen, als sie bei der Gewinnung von Primär- und Sekundärrohstoffen mit betrachtet werden müssen oder erhebliche Verbesserungen der Rohstoffeffizienz zu erwarten sind. Um die Verfügbarkeit von wirtschaftsstrategischen Rohstoffen für die deutsche Industrie zu sichern, sind Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowohl im Bereich Primärrohstoffe und Exploration als auch im Bereich Sekundärrohstoffe und Recycling unabdingbar.

Im Laufe des Jahres 2012 wird dazu eine weitere Förderbekanntmachung ( $r^4$ ) zur Umsetzung veröffentlicht, welche an die Bekanntmachungen  $r^2$  und  $r^3$  anschließt. Während  $r^2$  bzw.  $r^3$  den Fokus auf rohstoffintensive Produktionsbereiche bzw. auf das Recycling von Metalle und Mineralien legt, wird  $r^4$  verstärkt auf wirtschaftsstrategische Rohstoffe fokussieren. Hinsichtlich des gewählten Begriffs wirtschaftsstrategische Rohstoffe sei auf Bild 1 und den Beitrag von Professor Friedrich-W. Wellmer *Was sind wirtschaftsstrategische Rohstoffe* in diesem Buch verwiesen.

<sup>1</sup> *Wirtschaftsstrategisch* im Gegensatz zu *strategisch* im Wesentlichen deshalb, da nicht nur die physische Verfügbarkeit dieser Rohstoffe von relevanter Bedeutung ist, sondern auch deren Preis, um auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig zu sein.

Bei  $r^4$  wird der Schwerpunkt auf die Erhöhung der Angebotsseite, sowohl bei Primär- als auch Sekundärrohstoffen, gelegt. Dies umfasst die Forschung zur Entdeckung und Nutzbarmachung der für deutsche Unternehmen zugänglichen Rohstoffe mit innovativen nachhaltigen Technologien und die Verbesserung von Recyclingmethoden (Bild 2). Das Programm wird gemeinsam mit Forschung und Wirtschaft entsprechend den Fortschritten nationaler und europäischer Ressourcenpolitik und den Anforderungen aus Wirtschaft und Wissenschaft weiterentwickelt. Weitere Fördermaßnahmen in den folgenden Jahren sind vorgesehen.

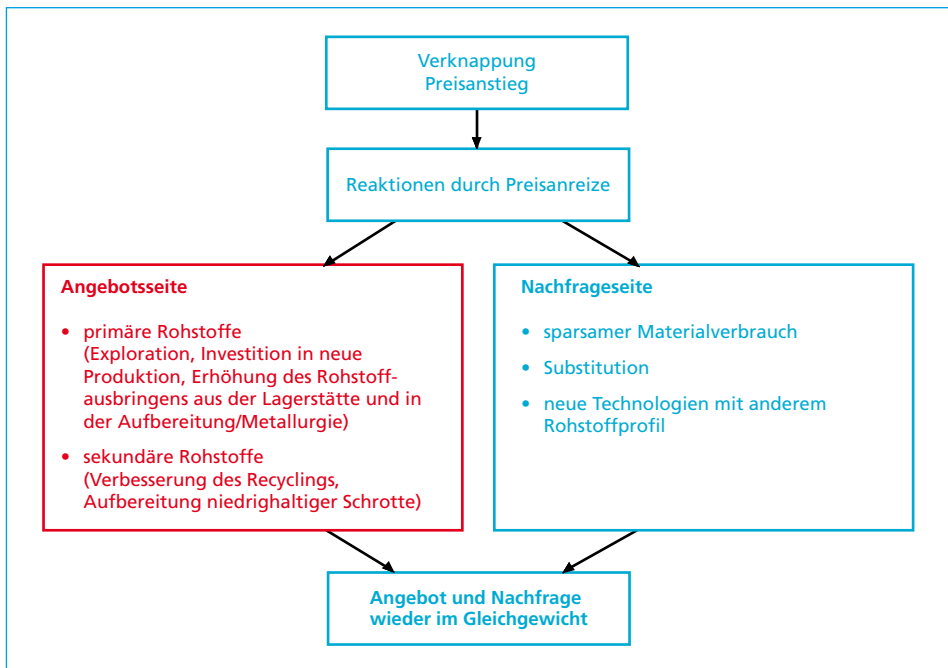


Bild 2: Regelkreis der Rohstoffversorgung

Quelle: Professor Dr. Friedrich-W. Wellmer

Der beratende wissenschaftliche Beirat zum Programm *Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland* empfiehlt dem BMBF zur Erhöhung des heimischen Angebotes solcher Rohstoffe folgende Forschungsschwerpunkte:

- **Entwicklung von Konzepten zur Exploration von Primärrohstoffen und technischen Konzepten zur wirtschaftlichen Nutzung von komplexen Erzen bekannter Lagerstätten**

Zwischen den letzten Explorationsarbeiten in Deutschland Anfang der achtziger Jahre und den jetzigen Aktivitäten liegen etwa 20 bis 25 Jahre. Das ist der Innovationszyklus in der Exploration für neue Methoden und Konzepte: Die Eindringtiefen von Explorationsmethoden sind erhöht, ganz neue genetische Modelle für neue Lagerstätten sind weltweit entwickelt worden. Konzeptionelle Vorarbeiten sind die Basis jeder kommerziellen Exploration. Die kommerzielle Exploration selbst ist nicht Thema der geplanten Fördermaßnahme. Vielmehr sollen mit der Kenntnis der deutschen Lagerstätten und neuen weltweiten Erkenntnissen und Methoden innovative Konzepte für die Erkundung neuer heimischer Lagerstätten entwickelt werden.



- **Aufarbeitung von Aufbereitungs- und Produktionsrückständen**

Die lange Bergbau- und Explorationstradition Mitteleuropas auf dem Metallsektor hat als ein Ergebnis mit sich gebracht, dass es bekannte Rohstoffkörper gibt, für die bisher keine geeigneten Aufbereitungsmethoden entwickelt werden konnten sowie viele Aufbereitungs- (Tailings) und Produktionsrückstände. Weiterhin hat die z.T. sehr geringe Effizienz bei der Aufbereitung komplexer Erze Rückstände hinterlassen, die ein erhebliches Rohstoffpotential beinhalten. Auch wenn zahlreiche dieser Resthalden mittlerweile überbaut oder anderweitig genutzt werden, so liegt doch immer noch ein großes Rohstoffpotential vor, das mit verbesserten Methoden genutzt werden kann.

- **Aufarbeitung von end-of-life Produkten**

Bei der Aufarbeitung von end-of-life Produkten muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass Produktzyklen immer kürzer und die Produkte unserer Industrie, insbesondere der Elektronikindustrie, immer komplexer werden. Das bedingt eine immer vielschichtigeren und sich schnell ändernde Zusammensetzung der Sekundärmaterialien. Sie sind viel komplizierter zusammengesetzt als Primärrohstoffe bzw. -konzentrate und erfordern daher die Entwicklung spezieller mechanischer und metallurgischer Aufbereitungsmethoden. Bei den Sekundärrohstoffen standen bisher vor allem Stoffströme mit hoher Mengen- und Wertrelevanz im Vordergrund, aus denen vergleichsweise wenige, dafür in hoher Konzentration enthaltene Wertstoffe separiert wurden. Demgegenüber sollen hier die zumeist nur in geringer Konzentration in end-of-life-Produkten enthaltenen Sekundärrohstoffe im Vordergrund stehen, die sich bisher in Nebenprodukten oder Abfällen wiederfinden. Für sie gilt es, Wiedergewinnungsmethoden zu entwickeln.

Flankierende Maßnahmen sollen die Forschungs- und Entwicklungsförderung des BMBF ergänzen, um die internationale Vernetzung und Sichtbarkeit der deutschen Rohstofftechnologieforschung zu erhöhen, die Akzeptanz der heimischen Rohstoffgewinnung zu verbessern und die Aus- und Weiterbildung in diesem Bereich zu stärken.

## 5. Europäische und internationale Zusammenarbeit

Themenbereiche von gemeinsamer länderübergreifender Bedeutung sollen verstärkt im Rahmen der europäischen Zusammenarbeit (laufendes 7. Forschungsrahmenprogramm sowie das künftige Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020) ausgebaut werden. Beispielsweise ist vorgesehen, die bilaterale projektbezogene Zusammenarbeit mit Frankreich auszubauen. Weitere Möglichkeiten der Zusammenarbeit bieten sich an innerhalb der geplanten Europäischen Innovationspartnerschaft Rohstoffe (EIP Raw Materials), des im November 2011 unter der Federführung Frankreichs gestarteten ERA-Nets *Industrial Handling of Raw Materials for European Industries* (ERA-MIN) und der ab 2014 vorgesehenen Etablierung einer Wissens- und Innovationsgemeinschaft Rohstoffe (KIC Raw Materials) des Europäischen Innovations- und Technologieinstituts (EIT).

Durch bilaterale Forschungsk Kooperationen mit rohstoffreichen Ländern außerhalb der EU kann die Entwicklung von Rohstoffpartnerschaften Deutschlands in Einzelfällen durch FuE-Vorhaben flankiert werden.

## 6. Quellen

- [1] Deutsche Industrie- und Handelskammer: Faktenpapier nicht-energetische Rohstoffe. Hintergrundinformationen zum IHK-Jahresthema 2012
- [2] Deutsche Rohstoffagentur: Deutschland Rohstoffsituation 2010. 2011

- [3] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.zukunftsprojekt-erde.de](http://www.zukunftsprojekt-erde.de)
- [4] Die Bundesregierung: Perspektiven für Deutschland, 2002
- [5] Die Bundesregierung: Nationale Nachhaltigkeitsstrategie Fortschrittsbericht 2012
- [6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Arbeitsentwurf des BMU für ein Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgResS), 2011
- [7] Rat für Nachhaltige Entwicklung: Wie Deutschland zum Rohstoffland wird. 2011
- [8] Die Bundesregierung: Entwurf eines Gesetzes zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts vom 30. März 2011
- [9] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Rohstoffstrategie der Bundesregierung. 2010
- [10] EU-Kommission: Thematische Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen. Mitteilung, 2005
- [11] Bundesministerium für Bildung und Forschung: Forschung für nachhaltige Entwicklungen Rahmenprogramm des BMBF. 2009
- [12] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.fona.de/de/9816](http://www.fona.de/de/9816) ,[www.r-zwei-innovation.de](http://www.r-zwei-innovation.de)
- [13] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.fona.de/de/9815](http://www.fona.de/de/9815)
- [14] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.ptj.de/matressource](http://www.ptj.de/matressource)
- [15] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.fona.de/de/9852](http://www.fona.de/de/9852)
- [16] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.hightech-strategie.de/de/439.php](http://www.hightech-strategie.de/de/439.php)
- [17] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.fona.de/de/9862](http://www.fona.de/de/9862)
- [18] Bundesministerium für Bildung und Forschung: [www.fona.de/de/9813](http://www.fona.de/de/9813)

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Recycling und Rohstoffe** – Band 5

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012

ISBN 978-3-935317-81-8

ISBN 978-3-935317-81-8 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2012

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Janin Burbott, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.