

Forschungsprogramme des BMBF im Bereich der rohstoffbezogenen Nachhaltigkeitsforschung

Lothar Mennicken

1.	Forschungsförderprogramme und die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie	344
2.	Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland	347
3.	Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF).....	347
4.	Rohstoffbezogene Fördermaßnahmen des BMBF-Rahmenprogramms <i>Forschung für nachhaltige Entwicklungen</i> mit aktuellen Beispielen.....	347
4.1.	Förderschwerpunkt <i>r² Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Rohstoffintensive Produktionsprozesse</i>	347
4.2.	Förderschwerpunkt <i>r³ Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien</i>	348
4.3.	Förderschwerpunkt <i>KMU-innovativ: Ressourcen- und Energieeffizienz</i>	348
4.4.	Förderschwerpunkt <i>Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor (Phosphor-Recycling)</i>	349
4.5.	Förderschwerpunkt <i>Innovationen als Schlüssel für Nachhaltigkeit in der Wirtschaft</i>	349
4.6.	Förderschwerpunkt <i>Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelttechnologien und -dienstleistungen (CLIENT)</i>	350
4.7.	Förderschwerpunkt <i>Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz – Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von CO₂</i>	350
5.	Ergebnisverbreitung.....	351
6.	Quelle.....	352

Mit der Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung, die federführend durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) erarbeitet wurde, ist vor dem Hintergrund der aktuellen globalen Herausforderungen eine Fokussierung der Forschungs- und Innovationsförderung auf besonders relevante Bedarfsfelder mit hohen Wachstumspotentialen in Deutschland erfolgt. Im Bedarfsfeld Klima/Energie wird die rohstoffbezogene Forschung und Entwicklung adressiert.

Eine wichtige Aktionslinie in diesem Bedarfsfeld ist das aktuelle Rahmenprogramm *Forschung für nachhaltige Entwicklungen* (FONA II, 2010-2015). In diesem Rahmenprogramm spielt die Entwicklung von innovativen Technologien und Konzepten zur Bewältigung der globalen Herausforderungen, wie die des Klimawandels oder der sich verschärfenden Rohstoffverknappung, eine zentrale Rolle. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Verbindung von grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung gelegt. Bereiche mit einem starken Wachstumspotential, wie nachhaltige Wasserwirtschaft sowie Ressourcen- und Energieeffizienz, stehen deshalb im Fokus des Programms. Weitere Schwerpunkte bilden eine höhere Rohstoffproduktivität sowie internationale Forschungsk Kooperationen vor allem mit Schwellen- und Entwicklungsländern.

1. Forschungsförderprogramme und die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie

Das BMBF sieht seine Rolle bei der Umsetzung des Programms primär als Motor einer ergebnisoffenen Wissenschaft und Forschung. Themenspezifische Förderrichtlinien werden deshalb unter möglichst breiter Einbeziehung und Abstimmung mit relevanten Stakeholdern aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft beispielsweise über die Durchführung von Fachgesprächen vorbereitet. Die Bekanntmachung von Förderrichtlinien im Bundesanzeiger mit festen Einreichungstichtagen für Projektskizzen garantiert ein hohes Maß an Transparenz und eröffnet allen Teilnehmer die gleiche Chance auf Förderung. Der direkte Vergleich der Projektvorschläge miteinander ermöglicht eine fundierte Förderentscheidung basierend auf einer Rangfolge der Projekte. Es ist gute Praxis, externen Sachverstand zur Unterstützung und Absicherung der Entscheidungsfindung in Form von Gutachtergremien hinzu zu ziehen. Die Abstimmung der Förderinhalte und die verbindlich vorgeschriebene Frühkoordinierung der Bundesressorts als Voraussetzung für die Bewilligung stellen sicher, dass knappe finanzielle Ressourcen sinnvoll eingesetzt werden und Doppelförderungen vermieden werden.

Die Wirksamkeit und Sichtbarkeit der Einzelprojekte wie auch von ganzen Fördermaßnahmen wird gestärkt durch die Implementierung von sogenannten *Integrations- und Transferprojekten* als Bestandteil von Fördermaßnahmen. Diese Projekte haben u.a. die Aufgabe, die Wirksamkeit der Förderung auf Ebene der Einzelprojekte, der gesamten Fördermaßnahme sowie die erwarteten volkswirtschaftlichen Effekte bei einer breiten Umsetzung der geförderten innovativen Technologien und Verfahren abzuschätzen. Ein weiterer Aspekt der *Integrations- und Transferprojekte* ist die Förderung der Vernetzung und des fachlichen Austauschs zwischen den Projekten, beispielsweise über Statusseminare oder Workshops sowie eine übergeordnete Öffentlichkeitsarbeit für den Förderschwerpunkt. So soll dazu beigetragen werden, dass die Fördermaßnahme mehr ist als die Summe ihrer Einzelprojekte.

Auch der ganzheitliche Blick auf die Wertschöpfungskette im Rahmen von Verbundprojekten, verspricht oftmals höhere Effizienzpotentiale als die Entwicklung singulärer Problemlösungen für einzelne Industrieunternehmen. Die Integration umsetzungsrelevanter Industriepartner aus verschiedenen Bereichen der Wertschöpfungskette ist deshalb oftmals eine Voraussetzung für eine positive Förderentscheidung. Im Rahmen des *Integrations- und Transferprojekts* der Fördermaßnahme *r² Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Rohstoffintensive Produktionsprozesse* werden derzeit z.B. am Lehrstuhl für Rohstoff- und Energietechnologie der Technischen Universität München Ressourceneffizienzpotentiale durch wertschöpfungskettenübergreifende Ansätze im Sinne einer erweiterten Kaskaden- oder Koppelnutzung analysiert. Im Fokus der Arbeiten steht die branchen- und technologieübergreifende Integration und Vernetzung von rohstoffintensiven und technologiestrategischen Wertschöpfungsketten zu ressourceneffizienten Wertschöpfungsnetzen. Ziel

soll sein, branchenübergreifend stoffliche, aber auch energetische Verbundmöglichkeiten aufzuzeigen d.h. Rohstoffverluste auf allen Stufen von materiellen Wertschöpfungsketten zu minimieren und zugleich geeignete Stoffkreisläufe durch Wiederverwendung von Reststoffströmen zu schließen (Bild 1).

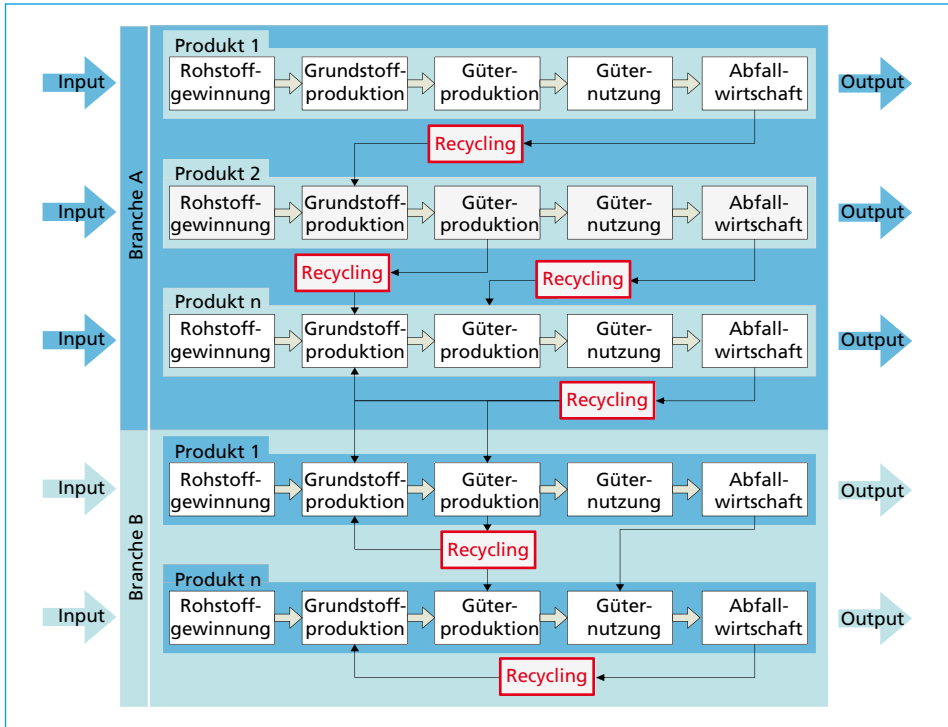


Bild 1: Branchen- und technologieübergreifende Ansätze in einem Wertschöpfungsnetz

Quelle: Professor Dr.-Ing. Martin Faulstich, TU München

Nur Innovationen, die durch vielfache und branchenübergreifende Umsetzung in die Praxis wirksam werden, können einen Beitrag zur Einsparung von Ressourcen und Steigerung der Nachhaltigkeit leisten. Deshalb ist der Umfang der Industriebeteiligung, auch mit eigenen Finanzmitteln im Rahmen von Fördermaßnahmen, ein aussagekräftiger Indikator für die Einschätzung der Erfolgsaussichten. Auch die Erschließung von bisher nicht genutzten Kompetenzen und Know-how ist gewünscht: hier ist insbesondere die Anzahl der Industrieunternehmen, die sich zum ersten Mal um Fördermittel des BMBF bewerben (Ersteinreicher), zu nennen. Kleine und Mittelständische Unternehmen (KMU), die oftmals Vorreiter und Treiber von Innovationen sind, sollen deshalb verstärkt in die Förderung einbezogen werden. Durch die Kooperation mit Forschungseinrichtungen im Rahmen der Verbundforschung zielt die Förderung des BMBF darauf ab, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie nachhaltig zu stärken.

Stellvertretend für vergleichbare Maßnahmen der angewandten Forschung und Entwicklung sei am Beispiel der aktuellen BMBF-Fördermaßnahme *r³ Innovative Technologie für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien* illustriert, in welchem Umfang die wichtige Zielgruppe der Wirtschaftunternehmen erreicht werden kann. Von den gut 150 eingereichten Projektvorschlägen wurden 55 % von Industrieunternehmen vorgelegt

(Bild 2). Besonders erfreulich: rund die Hälfte der Einreicher aus der Industrie hat erstmals überhaupt einen Antrag auf Förderung beim BMBF gestellt (Bild 3). Wiederum knapp die Hälfte der industriellen Forschungspartner sind der besonders erwünschten Zielgruppe der Kleinen und Mittelständischen Unternehmen zu zuordnen. Zusätzlich zu den für die Fördermaßnahme vom BMBF eingeplanten etwa dreißig Millionen Euro öffentliche Fördermittel steuert die Industrie weitere etwa 11 Millionen Euro Eigenmittel bei. Dies entspricht einer Förderquote für die Gesamtfördermaßnahme von 73 %. Gleichzeitig wird deutlich, dass die thematischen Schwerpunkte der BMBF-Förderrichtlinie r³ die Bedarfe der Industrie richtig abgebildet haben, nämlich die stark gestiegenen Rohstoff- bzw. Materialkosten durch Verbesserung der Rohstoffproduktivität über innovative Technologien und Verfahren zu senken.

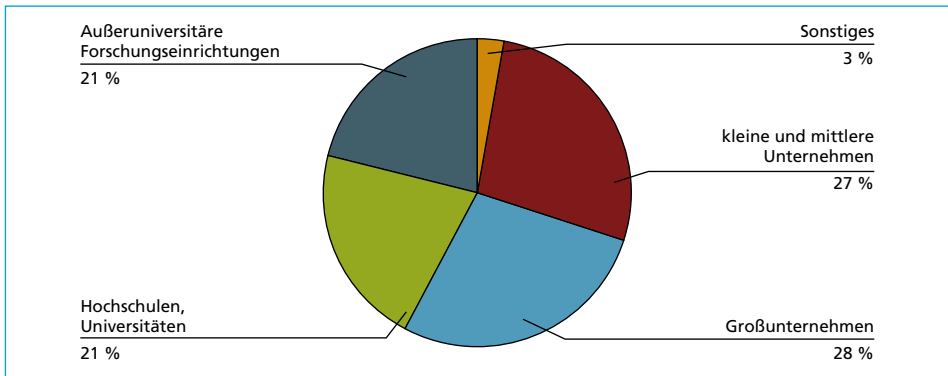


Bild 2: Beteiligte Organisationstypen innerhalb der Fördermaßnahme r³

Quelle: Projektträger Jülich

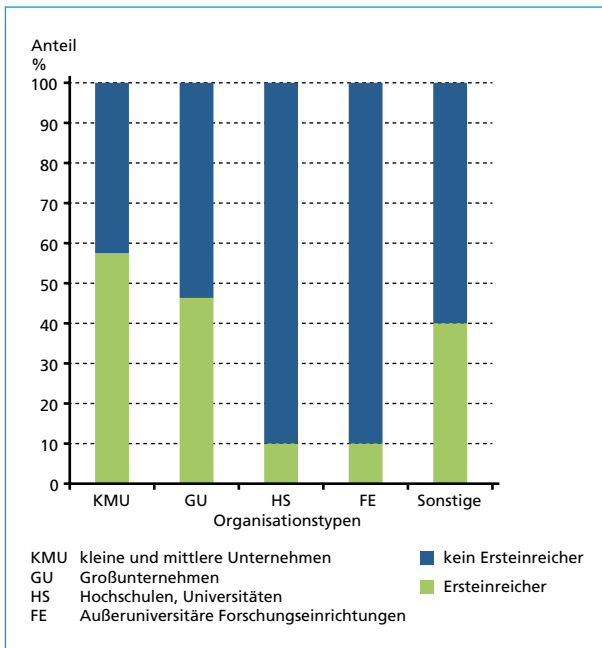


Bild 3:

Anteil der Ersteinreicher innerhalb der Fördermaßnahme r³

Quelle: Projektträger Jülich

2. Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland

Vor dem Hintergrund der globalen Herausforderungen und gleichzeitig begrenzter finanzieller Ressourcen ist eine optimierte Abstimmung und Bündelung der Förderaktivitäten im Rohstoffbereich unverzichtbar. Hier leistet das neue Nationale Forschungs- und Entwicklungsprogramm für neue Ressourcentechnologien *Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland* einen wichtigen Beitrag. Ziel des Programms ist, die Forschung und Entwicklung entlang der Wertschöpfungskette nicht-energetischer mineralischer Rohstoffe in den nächsten fünf bis zehn Jahren auszubauen. 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 (*wirtschaftsstrategische Rohstoffe*). 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. Das Programm richtet sich an Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Es zielt auf eine Stärkung der angewandten Forschung und deren Verknüpfung mit der institutionellen Grundlagenforschung. Bildung und internationale Zusammenarbeit werden ebenfalls adressiert.

3. Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF)

Als ein Beitrag zur Erhöhung der Versorgungssicherheit der deutschen Industrie mit Hightech-Rohstoffen sei auch die Neugründung des Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) genannt, welches im Jahr 2011 von Bundesministerin Schavan und Ministerpräsident Tillich feierlich eröffnet wurde. Von Anfang an wurde auf eine optimale Verzahnung der grundlagenorientierten Forschung des Instituts auf dem Gebiet der Ressourcentechnologie mit anderen Forschungsschwerpunkten innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft sowie mit der rohstoffbezogenen Projektförderung des BMBF geachtet. Das HIF wird mit etwa 5 Millionen € jährlich durch das BMBF gefördert.

4. Rohstoffbezogene Fördermaßnahmen des BMBF-Rahmenprogramms Forschung für nachhaltige Entwicklungen mit aktuellen Beispielen

4.1. Förderschwerpunkt r^2 Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Rohstoffintensive Produktionsprozesse

Im Fokus stehen rohstoffnahe Industrien mit hohem Materialeinsatz, da hier eine große Hebelwirkung zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität erreicht werden kann, z.B. in der Metall- und Stahlindustrie, der Chemie-, Keramik- und Baustoffindustrie. Insgesamt werden im Zeitraum von 2009 bis 2013 22 F&E-Verbundvorhaben von Industrie und Wissenschaft mit einem Gesamtfördervolumen von etwa 38 Millionen Euro gefördert.

Projektbeispiel: Celitement - Entwicklung eines nachhaltigen Zements

Die Herstellung von Zement ist weltweit für fünf bis sieben Prozent aller CO₂-Emissionen verantwortlich. Wissenschaftler am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben in Kooperation mit der Schwenk Zement KG und der eigens für die Vermarktung aus dem KIT ausgegründeten Celitement GmbH das neuartige Bindemittel Celitement entwickelt.

Gegenüber herkömmlichem Zement können die CO₂-Emissionen bei seiner Herstellung um bis zu fünfzig Prozent und der Kalksteinbedarf um etwa zwei Drittel gesenkt werden. Das BMBF fördert die Weiterentwicklung dieses Baustoffes mit 3,4 Millionen Euro. Eine Pilotanlage befindet sich im Aufbau. Celitment wurde mehrfach mit Umweltpreisen ausgezeichnet (siehe Kapitel 5).

4.2. Förderschwerpunkt r³ Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien

Gefördert werden sollen Verbundprojekte zwischen Industrie und Wissenschaft mit dem Ziel, Effizienzsprünge in der Ressourcennutzung zu erreichen. Der Fokus liegt auf Steigerung der Rohstoffeffizienz, Recycling und Substitution knapper strategisch relevanter Rohstoffe wie Technologiemetalle und Industriemineralien für Hightech-Anwendungen. Ein weiterer Themenschwerpunkt ist *Urban Mining* zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus anthropogenen Lagerstätten (z.B. Altdeponien). Für die ab Mitte 2012 startenden Forschungsverbände sind Fördermittel von insgesamt etwa dreißig Millionen Euro vorgesehen.

Durch innovative Recyclingtechnologien oder neuartige Ansätze zur Substitution soll die Nachfrage nach Technologiemetallen gesenkt werden. Damit sollen Engpässe bei der weiteren Entwicklung von Schlüsseltechnologien, die häufig auch Umwelttechnologien sind, vermieden werden wie z.B. Gallium und Indium für die Fotovoltaik oder Lithium für die Elektromobilität. Gemäß einer aktuellen Studie der TU Wien [1] könnte die Materialbereitstellung zum limitierenden Faktor beim Ausbau der Photovoltaik werden. Nach den berechneten Szenarien müssten z.B. für Indium und Gallium die heutigen Produktionsmengen auf das zwei- bzw. siebenfache gesteigert werden, um den zusätzlichen Bedarf der Photovoltaik zu decken, bei kristallinem Silizium sogar bis auf das 15-fache.

Durch neue Konzepte für ein umweltgerechtes *Urban Mining* soll das Angebot an verfügbaren Rohstoffen durch die Erschließung bisher nicht genutzter Rohstoffquellen z.B. Bergbau- und Hüttenhalden, Altdeponien oder Infrastruktur verbessert werden. In den genannten Bereichen ist beispielsweise mittlerweile mehr Kupfer je Tonne eingelagert als noch in natürlichen Lagerstätten vorhanden ist. Vor dem Hintergrund zunehmender Knappheiten und demzufolge steigender Rohstoffpreise ist es das Anliegen der Förderung, die Zeitspanne bis zur Wirtschaftlichkeit von *Urban Mining* zu nutzen bzw. zu verkürzen, indem die dafür erforderlichen technischen und logistischen Maßnahmen erforscht und entwickelt werden.

Das *Integrations- und Transferprojekt* der Fördermaßnahme r³ hat seine Arbeit Ende 2011 aufgenommen. Es wird federführend vom Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) durchgeführt gemeinsam mit den Projektpartnern Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Fraunhofer-Institut für Chemische Technologien ICT, TU Bergakademie Freiberg sowie der Deutschen Rohstoffagentur (DERA). Die konkreten Forschungsprojekte der Fördermaßnahme sollen in den nächsten Monaten starten.

4.3. Förderschwerpunkt KMU-innovativ: Ressourcen- und Energieeffizienz

Mit der fortlaufenden Förderinitiative *KMU-innovativ* verfolgt das BMBF das Ziel, das Innovationspotential kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) im Bereich Spitzenforschung zu stärken sowie die Forschungsförderung im Rahmen seiner Fachprogramme insbesondere für erstantragstellende KMU attraktiver zu gestalten. Im Technologiefeld *Ressourcen- und Energieeffizienz* werden KMU bei der Entwicklung innovativer Technologien und Dienstleistungen für eine verbesserte Ressourcen- und Energieeffizienz unterstützt. Im

Themenbereich Ressourceneffizienz wurden seit 2007 mehr als hundert Vorhaben mit einem Gesamtfördervolumen von etwa zwanzig Millionen Euro gefördert. Die erfolgreiche Fördermaßnahme wird mit halbjährlichen Einreichungsterminen für Projektideen fortgesetzt.

Projektbeispiel: *Li-WERT - Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur gefahrlosen Demontage und stofflichen Verwertung von Lithium-Ionen-Batterien aus Fahrzeugen*

Für das Recycling von Lithium-Ionen-Akkus aus Fahrzeugantrieben existieren derzeit noch keine im großtechnischen Maßstab wirtschaftlich und ökologisch tragfähigen Lösungen. Ziel des Vorhabens ist eine hoch effiziente und kostengünstige Gesamttechnologie, die den Anforderungen an die umweltgerechte Rückgewinnung von Sondermetallen aus Li-Akkus gerecht wird und damit eine notwendige Bedingung für die kommerzielle Einführung der Elektromobilität erfüllt. Schwerpunkte des Vorhabens sind die Entwicklung einer geeigneten Logistik (Handling und Lagerung), eine sicherheitstechnische Vorbehandlung (Entladung), eine weitgehend automatisierte Demontage der Li-Ionen-Akkus, die stoffliche Verwertung und Rückgewinnung der Metallkomponenten durch selektive Verhüttung sowie die Verwertung der nichtmetallischen Anteile. Das Projekt wird von der Brandenburgische Technischen Universität Cottbus, der ERLOS GmbH und der Nickelhütte Aue GmbH gemeinsam durchgeführt. Das BMBF fördert dieses Vorhaben mit etwa einer Millionen Euro.

4.4. Förderschwerpunkt Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor (Phosphor-Recycling)

Auch die wirtschaftlich erschließbaren geogenen Phosphorressourcen sind begrenzt und bei weltweit steigender Nachfrage langfristig von strategischer Bedeutung für die Landwirtschaft. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat im Rahmen seiner Förderinitiative *Phosphor-Recycling* insgesamt 18 Vorhaben (fünf Verbundvorhaben und ein Einzelprojekt) aus den Bereichen Industrie, Wissenschaft und Unternehmen (KMU) mit einer Gesamtzuwendungssumme von etwa vier Millionen Euro (2006 bis 2011) gefördert. Gegenstand der Fördermaßnahme war es, neuartige, d.h. bisher nicht angewandte Techniken und Verfahren zum Recycling von Phosphor und ggf. anderen Pflanzennährstoffen aus Abfallressourcen (insbesondere aus kommunalen Abwässern und Klärschlämmen und anderen geeigneten Sekundärrohstoffen) zu erproben.

4.5. Förderschwerpunkt Innovationen als Schlüssel für Nachhaltigkeit in der Wirtschaft

Ziel der Fördermaßnahme ist die Erschließung und Nutzung neuer Technologien, Verfahren und Strategien oder deren Kombinationen, die aufgrund ihres Innovationsgrades und ihrer Anwendungsbreite eine Schlüsselfunktion für Nachhaltigkeit in der Wirtschaft besitzen. Dazu zählen:

- neuartige Konstruktionsprinzipien an Bauteilen oder Geräten,
- neuartige Prozesse zur Oberflächenbehandlung,
- innovative Kombinationen von Technologien zur Optimierung von Produkten und Dienstleistungen.

Zielgruppe sind in Deutschland produzierende Unternehmen – insbesondere KMU – sowie in Deutschland ansässige Forschungseinrichtungen und andere Institutionen, die innovative Beiträge für die Nachhaltigkeit in der Wirtschaft erforschen und entwickeln. Es wurden 115 Verbundprojekte mit insgesamt etwa 135 Millionen Euro (2004 bis 2013) durch das BMBF gefördert.

4.6. Förderschwerpunkt Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelttechnologien und -dienstleistungen (CLIENT)

Im Fokus von CLIENT steht die Entwicklung von an die Bedürfnisse der Partnerländer angepasster umweltentlastender Technologien und Dienstleistungen. Diese sollen anhand von Prototypen oder pilothaften Anwendungen in den Themenfeldern Klimaschutz, Ressourcennutzung, Landmanagement und Wassermanagement umgesetzt werden. Gefördert werden primär Verbundforschungs- und Entwicklungsvorhaben mit Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika und Vietnam. Insgesamt sollen im Zeitraum von 2010 bis 2016 Verbundvorhaben mit einem Gesamtfördervolumen von sechzig Millionen Euro gefördert werden, davon wird voraussichtlich etwa zwanzig Prozent dem Themenbereich effizienter Ressourcennutzung zuzuordnen sein. Die ersten Projekte sind angelaufen.

4.7. Förderschwerpunkt Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz – Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von CO₂

Deutschland hat sich als Wegbereiter für den Klimaschutz ehrgeizige Ziele gesetzt: Bis 2020 sollen die Energieproduktivität gegenüber 1990 verdoppelt und die CO₂-Emissionen um bis zu vierzig Prozent und bis 2050 um achtzig Prozent gesenkt werden. Die chemische Industrie benötigt langfristig Alternativen zum Erdöl für die Herstellung kohlenstoffbasierter Grundchemikalien. Die stoffliche Nutzung von CO₂, welches z.B. aus Abgasen von Kohlekraftwerken abgespalten wird (carbon capture and utilisation, CCU), bietet die Möglichkeit, beide Ziele zu adressieren. Bis zur großtechnischen Umsetzung ist noch umfangreiche Forschung und Entwicklung erforderlich. Die Fördermaßnahme stellt – trotz des relativ gering erscheinenden möglichen Reduktionsbeitrags von einem bis zehn Prozent der anthropogenen CO₂-Emissionen – einen zusätzlichen Beitrag zur Lösung der globalen Herausforderungen Klimawandel und Erweiterung der Rohstoffbasis dar. Da die Verpressung von abgespaltenem CO₂ in tiefen geologischen Formationen (carbon capture and storage, CCS) mangels Akzeptanz in der Bevölkerung derzeit sehr schwierig umzusetzen ist, kommt der CCU-Technologie eine größere Bedeutung zu.

Es werden Forschung und Entwicklung von nachhaltigen Technologien, neuen Produkten und innovativen Verfahren gefördert, die zur Verbreiterung der Rohstoffbasis durch stoffliche Nutzung von CO₂ oder zur Steigerung der Energieeffizienz und Senkung der CO₂-Emissionen beitragen. Sie ist in ihrem Ansatz und Umfang in Europa die größte Initiative zur stofflichen Nutzung von CO₂. Deutschland ist somit Wegbereiter bei der stofflichen Verwertung von CO₂ als Chemierohstoff, z.B. für die Herstellung von Polymeren oder als chemischer Energiespeicher (z.B. power-to-gas Technologien). Insgesamt wurden bisher 29 Verbundprojekte mit einem Fördervolumen von rund 77 Millionen Euro durch das BMBF gefördert. Weitere Projekte sind in Vorbereitung.

Projektbeispiel: *Dream Production*

Im Projekt *Dream Production* werden neue Wege zur Produktion hochwertiger Kunststoffe mithilfe von CO₂ eingeschlagen. Um das neue Verfahren im technischen Maßstab zu erproben, wurde am 17.2.2011 unter großem Medieninteresse eine Pilotanlage im Chemiepark Leverkusen in Betrieb genommen. Dort wird ein chemisches Vorprodukt hergestellt, in das aus dem Abgas eines Kohlekraftwerks abgetrenntes CO₂ stofflich eingebunden wird. Dieses Vorprodukt wird zu Polyurethanen weiterverarbeitet, die in vielen Dingen des täglichen Lebens – wie etwa als Dämmstoffe oder Automobileichtbauteile – Verwendung finden. Als kohlendioxidbasierter Kunststoff wird das Klimagas über einen längeren Zeitraum gebunden.

Polyurethan selbst schützt aber auch das Klima. Bei der Dämmung von Gebäuden gegen Kälte und Wärme wird etwa siebzig Mal mehr Energie eingespart als bei der Herstellung von Polyurethan benötigt wird. Das klimaschädliche Abgas CO₂ findet so eine nachhaltige und wertschöpfende Verwertung als Rohstoff und ersetzt Erdöl. Dieses Projekt wird aus einer Allianz von Industrie (Chemie und Energiewirtschaft) und Wissenschaft bearbeitet (Bayer MaterialScience, Bayer Technology Services, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, RWE).

Weitere Förderschwerpunkte des BMBF, z.B. *Energiespeicher* (zusammen mit BMWi und BMU), *Bionik*, und auch weitere Rahmenprogramme des BMBF tragen zur Steigerung der Energieeffizienz und Rohstoffproduktivität bei. Das Rahmenprogramm *Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft – WING* und die darunter veröffentlichte Förderbekanntmachung *Materialien für eine ressourceneffiziente Industrie und Gesellschaft – MatResource* unterstützen durch Werkstoffinnovationen die Ambitionen zur Einsparung und Substitution knapper Rohstoffe und Materialien. Das Rahmenkonzept *Forschung für die Produktion von morgen* will u.a. zu einer energieeffizienten Produktionstechnik und Förderung von Leichtbautechnologien zur nachhaltigen Stärkung des Wirtschaftsstandorts Deutschland beitragen. Auch im Bereich Nanotechnologie und der *Innovationsinitiative Industrielle Biotechnologie* sowie in der europäischen Zusammenarbeit sind Anknüpfungspunkte zur rohstoffbezogenen Nachhaltigkeitsforschung gegeben, z.B. im ERA-Net *Industrial Handling of Raw Materials for European Industries* (ERA-MIN).

5. Ergebnisverbreitung

Der Erfolg der Forschungsförderung des BMBF auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit will in erster Linie an ihrer Wirksamkeit gemessen werden. Von den geförderten Projekten werden hohe Effekte hinsichtlich Steigerung der Rohstoffproduktivität und Nachhaltigkeit erwartet. Die Förderung soll Unternehmen darüber hinaus in die Lage versetzen, ihre Technologieführerschaft zu erhalten bzw. auszubauen und ggf. eine Weltspitzenposition zu erlangen. Radikale Innovationen, die zu einem Paradigmenwechsel beitragen und zu Effizienzsprüngen führen, sind deshalb sogenannten inkrementellen Innovationen, wie der Optimierung bestehender Verfahren und Technologien vorzuziehen. Renommiertere Preise würdigen die Leistungen der Forscher und Unternehmer und zeigen die Bedeutung der Forschungsförderung auf. Mit Blick auf die angestrebten **Nachhaltigkeitswirkungen** und die **Innovationshöhe** der aktuell vom BMBF geförderten rohstoffbezogenen Förderprojekte sind einige Preisträger zu finden:

- Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und seine Projektpartner erhielten für die Entwicklung eines nachhaltigen Zements *Celitement*, welche u.a. durch das BMBF gefördert wird, mehrere Preise (Innovationspreis für Klima und Umwelt 2011, Deutscher Materialeffizienz-Preis 2010, Umwelttechnik-Sonderpreis Baden-Württemberg 2011).
- Die Firma Tecnar GmbH wurde für die unter anderem im Rahmen mehrerer BMBF-Förderprojekte entwickelten Bio-Kunststoffe auf Ligninbasis als Nebenprodukt der Papierherstellung ausgezeichnet (Europäischer Erfindspreis 2010, Diesemedaille 2011).
- Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (FhG IVV) wurde für die BMBF-geförderte Entwicklung eines mineralölfreien Schmierstoffs für die spanende Fertigung bei der Metallverarbeitung ausgezeichnet (Deutscher Rohstoffeffizienz-Preis 2011).

Die Wirksamkeit der Förderung und ihr Beitrag zur Erreichung der nationalen Nachhaltigkeitsziele (*Verdopplung der Rohstoffproduktivität bis 2020 ausgehend vom Jahr 1994*) soll außerdem durch erhöhte öffentliche Wahrnehmung der Thematik und Verbreitung von Erfolgsgeschichten aus der Projektförderung verbessert werden. Das Wissenschaftsjahr 2012 *Zukunftprojekt Erde* ist der Nachhaltigkeitsforschung gewidmet. Das Ressourcenthema wird unter anderem auch auf der diesjährigen AICHEM und der Hannover-Messe präsentiert. Neben der Steigerung der Sichtbarkeit des Themas in der Öffentlichkeit werden erhebliche Beiträge zur Vernetzung der *Ressourcen-Community* erwartet.

Mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm der Bundesregierung (ProgRess) werden weitere Maßnahmen zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen ergriffen.

6. Quelle

- [1] Zuser, A.; Rechberger, H.: Considerations of resource availability in technology development strategies: The case of photovoltaics. *Resources, Conservation and Recycling* (2011), No. 56, pp. 56-65

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.