

# Innovationen für Ressourceneffizienz und Wirtschaften in Kreisläufen – Aktuelle Forschungsförderung des BMBF –

Helmut Löwe

1.	Forschungspolitischer Rahmen.....	28
2.	Aktuelle Forschungsförderung des BMBF im Bereich Rohstoffe.....	29
2.1.	Rohstoffproduktivität steigern.....	30
2.2.	Rohstoffbasis sichern .....	33
2.3.	Rohstoffbasis verbreitern .....	33
2.4.	International kooperieren.....	34
2.5.	KMU fördern.....	34
2.6.	Umsetzung beschleunigen .....	35
3.	Zusammenfassung und Ausblick.....	35
4.	Literatur.....	36

Der steigende Bedarf an wirtschaftsstrategischen Rohstoffen stellt Gesellschaft und Wirtschaft vor große Herausforderungen. Studien zufolge sind für einige besonders kritische Rohstoffe in den nächsten 20 Jahren Nachfrageschübe aufgrund zukünftiger Technologieentwicklungen zu erwarten, die die derzeitige Weltjahresprimärproduktion dieses Rohstoffs um ein Vielfaches übersteigen [8]. Um die technologiegetriebene Nachfragesteigerung dieser Rohstoffe auch in Zukunft zu decken, muss ein Umdenken in Gesellschaft und Wirtschaft stattfinden. Eine ressourceneffiziente, nachhaltige und zugleich wettbewerbsfähige Wirtschaft bedingt einen grundlegenden Umbau der traditionellen linearen Wirtschaftsweise (produzieren, nutzen, entsorgen) in weitgehend geschlossene Stoff- und Materialkreisläufe. Das Ziel muss sein, den Wert von Produkten und den dafür eingesetzten Ressourcen innerhalb der Wirtschaft möglichst lange zu erhalten und wenig Abfall zu erzeugen. Dazu sind Innovationen für Ressourceneffizienz auf allen Ebenen erforderlich, angefangen bei der Effizienzsteigerung von Erzbergbau und Metallgewinnung, die Substitution kritischer Rohstoffe auf Material- und Technologieebene, die Steigerung der Ressourceneffizienz in Produktion und Anwendung bis hin zum Recycling, gewährleistet durch ein recyclinggerechtes Produktdesign, Rückführungsstrategien und effiziente Recyclingtechnologien. Um diese Ziele zu erreichen, plant die Bundesregierung die Entwicklung einer umfassenden nationalen Forschungs- und Innovationsförderstrategie für neue Ressourcenttechnologien.

Ein zentraler Aspekt dieses Ansatzes ist die Unterstützung von kleinen und mittelständischen Unternehmen, neue Erkenntnisse der Forschung aufzugreifen und möglichst schnell für innovative Produkte, Verfahren und Dienstleistungen anzuwenden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt diese Entwicklung mit einer zielgerichteten Forschungsförderpolitik.

## 1. Forschungspolitischer Rahmen

Die BMBF-Forschungsförderung ist eingebettet in eine Reihe von Strategien, in denen die Bundesregierung die Rohstoffproblematik thematisiert. Hierzu zählen die nationale Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland [9], die Rohstoffstrategie der Bundesregierung [5], die neue Hightech-Strategie *Innovationen für Deutschland* [1] sowie das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm ProgRes II [6].

Die im Jahr 2016 veröffentlichte Neuauflage der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie [7] steht ganz im Zeichen der von den Vereinten Nationen im September 2015 verabschiedeten *Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung* [10]. Herzstück der Agenda sind die 17 Sustainable Development Goals (SDGs), die bis zum Jahr 2030 erreicht werden sollen. Das Ziel, Ressourcen sparsam und intelligent zu nutzen, ist im SDG 8 *Dauerhaftes, breitenwirksames und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern* verankert. Die Bundesregierung strebt mit Blick auf das Unterziel 8.4<sup>1</sup> an, den Einsatz natürlicher Ressourcen stärker von der wirtschaftlichen Entwicklung zu entkoppeln, die Effizienz fortlaufend zu steigern und perspektivisch die Inanspruchnahme von natürlichen Ressourcen zu reduzieren. Zur Analyse der erreichten politischen Zielvorgaben wurden Nachhaltigkeitspostulate aufgestellt und entsprechende Indikatoren definiert. Der für das Nachhaltigkeitsziel *Ressourcenschonung* definierte Indikator Gesamtrohstoffproduktivität als Quotient aus *Bruttoinlandsprodukt (BIP) + Importe* und dem *Rohstoffeinsatz (Raw Materials Input (RMI))* stellt eine Weiterentwicklung des bislang in der Nachhaltigkeitsstrategie aufgeführten Indikators *Rohstoffproduktivität* dar. Er berücksichtigt erstmals auch biotische Rohstoffe. Darüber hinaus wird nicht nur die Tonnage der importierten Güter, sondern der gesamte damit zusammenhängende Primärrohstoffeinsatz berücksichtigt. Dadurch wird verhindert, dass Verlagerungen rohstoffintensiver Prozesse ins Ausland im Inland als Produktivitätssteigerungen ausgewiesen werden. Für ein reales Bild werden diese mit den Herstellungsprozessen verbundenen Material- und Energieeinsätze sowie damit verbundene Umweltwirkungen im Ausland erstmals miterfasst. Mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgResII) und der Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft unterstützt Deutschland die Ziele der Agenda 2030.

<sup>1</sup> *Unterziel 8.4: Bis 2030 die weltweite Ressourceneffizienz in Konsum und Produktion Schritt für Schritt verbessern und die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltzerstörung anstreben, im Einklang mit dem Zehnjahres-Programmrahmen für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster, wobei die entwickelten Länder die Führung übernehmen*, Auszug aus dem Ergebnisdokument des Gipfeltreffens der Vereinten Nationen zur Verabschiedung der Post-2015-Entwicklungsagenda: Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (A/70/L.1), September 2015

Auch international setzt sich Deutschland für eine Steigerung der Ressourceneffizienz ein und unterstützt Partnerländer in bilateraler Zusammenarbeit beim Aufbau einer ressourceneffizienten Wirtschaft und einer nachhaltigen Ressourcenpolitik. So wurden unter deutscher G7-Präsidentschaft im Jahr 2015 erstmals Beschlüsse zu Ressourceneffizienz gefasst und eine G7-Allianz für Ressourceneffizienz gegründet. Die Bundesregierung wird diese Entwicklung auch in anderen internationalen Foren wie den G20 vorantreiben.

Die sich aus der Agenda 2030 ergebenden gesellschaftlichen, ökologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen können ohne wesentliche Beiträge von Wissenschaft und Forschung nicht bewältigt werden. Um Deutschlands Position im globalen Wettbewerb der Wissensgesellschaften zu stärken, sollen daher auch weiterhin vor allem Innovationspotenziale erschlossen werden. Zu diesem Zweck hat die Bundesregierung die Aktivitäten zur Förderung von Forschung und Innovation in der neuen Hightech-Strategie *Innovationen für Deutschland* gebündelt. Unter der Federführung des BMBF ist im Jahr 2014 mit der erfolgten Fortschreibung eine umfassende ressortübergreifende Innovationsstrategie entstanden. Forschung und Innovationsförderung werden darin auf sechs prioritäre Zukunftsaufgaben fokussiert. Das Thema Ressourcenschonung ist in der Zukunftsaufgabe *Nachhaltiges Wirtschaften und Energie* verankert. Die thematische Priorisierung soll dazu führen, gute Ideen schneller in die Praxis zu überführen und Deutschland auf dem Weg zum weltweiten Innovationsführer voranzubringen.

Seit dem Jahr 2005 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit dem Rahmenprogramm *Forschung für Nachhaltigkeit* (FONA<sup>1</sup>, 2005 – 2009), *Forschung für nachhaltige Entwicklungen* (FONA<sup>2</sup>, 2010 – 2014) und der nunmehr dritten Auflage *Forschung für nachhaltige Entwicklung* (FONA<sup>3</sup>, 2015 – 2019) Beiträge der Forschung zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft [2, 3]. Die zentralen Elemente von FONA<sup>3</sup> sind die drei Leitinitiativen zu den Themen Green Economy, Zukunftstadt und Energiewende sowie vier Felder der Vorsorgeforschung für Nachhaltigkeit, u.a. das Vorsorgeforschungsfeld *Ressourcen intelligent und schonend nutzen*. Mit der Fokussierung auf systemische Ansätze wird die Anwendungsorientierung und schnellere Umsetzung von Forschungsergebnissen in technische und soziale Innovationen gesichert. Ein zentraler Aspekt ist die Unterstützung von kleinen und mittelständischen Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung von innovativen Effizienztechnologien. FONA<sup>3</sup> setzt auf das bewährte Förderinstrument der Verbundforschung mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft. Insgesamt stellt das BMBF im Zeitraum 2015 – 2019 mehr als 1,5 Milliarden EUR für die Projektförderung und weitere 0,5 Milliarden EUR für die Forschungsflotte und Großgeräteforschung zur Verfügung.

## 2. Aktuelle Forschungsförderung des BMBF im Bereich Rohstoffe

Eine international wettbewerbsfähige, umwelt- und sozialverträgliche Green Economy sowie eine erfolgreiche Energiewende wird es in Deutschland ohne die dafür erforderlichen wirtschaftsstrategischen Rohstoffe nicht geben. Ein zentrales Vorsorgethema ist daher die Sicherung der Versorgung mit Technologiemetallen für Hightech-Anwendungen,

sowohl aus Primär- als auch Sekundärrohstoffquellen. Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm des BMBF für neue Rohstofftechnologien *Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland* [4] greift dieses Vorsorgethema auf und bildet den Rahmen für die rohstoffbezogenen Förderaktivitäten des BMBF. Für dieses Programm stellt das BMBF etwa 200 Millionen EUR für die Projektförderung zur Verfügung.

Die aktuelle BMBF-Forschungsförderung verfolgt dabei verschiedene strategische Ansätze, die in Bild 1 dargestellt sind. Die drei Hauptforschungsansätze sind:

- Rohstoffproduktivität steigern,
- Rohstoffbasis sichern,
- Rohstoffbasis verbreitern.

Zusätzlich werden diese drei Hauptforschungsansätze von Querschnittsaktivitäten begleitet. Hierzu zählen:

- International kooperieren,
- KMU fördern,
- Umsetzung beschleunigen.

## 2.1. Rohstoffproduktivität steigern

Die Steigerung der Gesamtrohstoffproduktivität ist eines der Kernziele der Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland. Besonders große Effekte lassen sich insbesondere in rohstoffintensiven Industrien erzielen, da hier große Mengen an Primärrohstoffen am Beginn von weit verzweigten Wertschöpfungsketten eingesetzt werden. Effizienzsteigerungen wirken sich somit positiv auf alle nachfolgenden Prozessschritte aus.

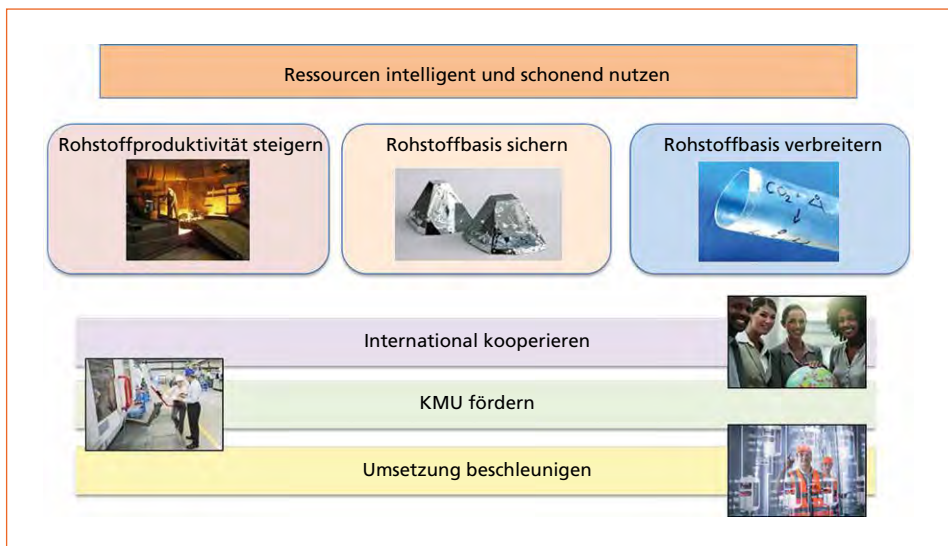


Bild 1: Hauptforschungsansätze und Querschnittsaktivitäten des BMBF im Bereich der Rohstoffforschung

# UMWELTGERECHTES BATTERIE-RECYCLING.

## WIR SCHLIESSEN DEN KREISLAUF.

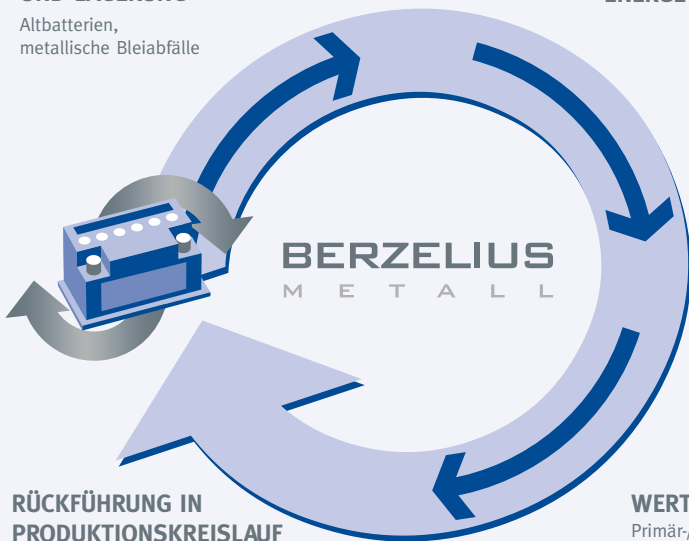


### SAMMLUNG, TRANSPORT UND LAGERUNG

Altbatterien,  
metallische Bleiabfälle



### RECYCLING-PROZESS UND ENERGETISCHE VERWERTUNG



### RÜCKFÜHRUNG IN PRODUKTIONS-KREISLAUF

Bleibatterieindustrie, Chemische Industrie,  
Elektroindustrie, Automotive Industrie

### WERTSTOFF-PRODUKTION

Primär-/Sekundärblei, Blei-Legierungen,  
PP-Compounds, Schwefelsäure,  
Natriumsulfat

#### BERZELIUS METALL GmbH

Emser Straße 11  
56338 Braubach  
Fon +49 2627 983-0  
Fax +49 2627 983-251  
E-Mail info@berzelius.de  
[www.berzelius.de](http://www.berzelius.de)

# BERZELIUS M E T A L L



# 100% RECYCLING

STABSTAHL  
HALBZEUG  
ROHSTAHL  
BLANKSTAHL

Bei der Georgsmarienhütte GmbH kommt für die Stahlerzeugung im Elektrolichtbogenofen ausschließlich aufbereiteter, sortierter Stahlschrott zum Einsatz. Damit schließen wir den Wertstoffkreislauf.

Stetig arbeiten wir daran, auch die in den Produktionsprozessen entstehenden Nebenprodukte weiter nutzen zu können, beispielsweise durch

- Wiederverwendung metallurgischer Schlacken im Stahlerzeugungsprozess
- Aufbereitung und Wiederverwendung von Nebenprodukten als Rohstoffersatz im Straßenbau und in der Klinker- und Zementindustrie

**Unser Ziel: Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz bei der Stahlproduktion.**



Mit der abgeschlossenen Fördermaßnahme  $r^2$  – *Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Rohstoffintensive Produktionsprozesse* (2009 – 2013) hat das BMBF wichtige Impulse gesetzt und die großtechnische Entwicklung und Umsetzung von innovativen Technologien in Deutschland angestoßen. Drei Jahre nach Ablauf der Fördermaßnahme konnten von einigen geförderten Projekten erste erfolgversprechende Schritte in Richtung Markteintritt eingeleitet werden.

## 2.2. Rohstoffbasis sichern

Mit der Fördermaßnahme  $r^3$  – *Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien* hat das BMBF seine erfolgreiche Forschungsförderung im Rohstoffbereich fortgesetzt. Etwa 30 Millionen EUR stellte das BMBF in den Jahren 2012 bis 2016 zur Verfügung, hinzu kamen etwa 12 Millionen EUR aus der Wirtschaft. Mehr als 100 Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft arbeiteten in 28 Forschungsverbänden an Fragen des Recyclings, der Substitution und Einsparung von strategischen Rohstoffen sowie der Rückgewinnung von Rohstoffen aus anthropogenen Lagern durch Urban Mining. Einige der geförderten Projekte sind bereits jetzt auf dem Weg in die wirtschaftliche Umsetzung, andere setzen ihre erfolgversprechenden Arbeiten im Rahmen der umsetzungsorientierten Fördermaßnahme  $r^+$ -*Impuls* fort.

Im Jahr 2015 ist die Fördermaßnahme  $r^4$  – *Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe* erfolgreich gestartet. Innerhalb dieser Fördermaßnahme hat das BMBF seine Forschungsförderung in diesem Bereich auch auf die Erkundung und Gewinnung von Primärrohstoffen ausgedehnt. Die hohe Beteiligung an der Förderbekanntmachung zeigt das große Interesse der Wissenschaft und Wirtschaft, dieses Thema neu aufzugreifen. Etwa 60 Millionen EUR stellt das BMBF in den Jahren 2015 bis 2019 für Verbundforschungsprojekte zur Verfügung. Mehr als 180 Projektpartner aus Wissenschaft und Wirtschaft arbeiten in 40 Forschungsverbänden an nachhaltigen, umwelt- und sozialverträglichen Lösungen zur Erkundung und Gewinnung von wirtschaftsstrategischen Rohstoffen aus Primär- und Sekundärrohstoffquellen. Unterstützt werden die Akteure durch das mit Mitteln des BMBF im Rahmen von  $r^4$  eingerichtete virtuelle Forschungsinstitut GERRI (German Resource Research Institute), das als nationales Netzwerk im Bereich metallischer und mineralischer Rohstoffe und als Anlaufstelle für Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zu allen Fragen entlang der Rohstoffwertschöpfungskette fungiert. Es versteht sich als Botschafter der deutschen Rohstoffforschung im Ausland. Mit der im Jahr 2016 erfolgten Aufnahme der EIT RawMaterials GmbH als Verbundpartner an dem Projektvorhaben ist eine enge Verzahnung mit der im Jahr 2015 gegründeten Europäischen Wissens- und Innovationsgemeinschaft EIT RawMaterials gewährleistet.

## 2.3. Rohstoffbasis verbreitern

Die Chemische Industrie ist Zulieferer von kohlenstoffbasierten Materialien für eine große Zahl an Industriezweigen. Den Rohstoffbedarf für chemische Grundstoffe und Textilfasern deckt sie dabei weitgehend aus fossilen Quellen wie Erdöl. Ein vielversprechender Ansatz zur Verbreiterung der Rohstoffbasis und Unterstützung der

Energiewende ist die Nutzung von CO<sub>2</sub> als alternative Kohlenstoffquelle anstelle des Erdöls. Mit der Fördermaßnahme *CO<sub>2</sub>Plus – Stoffliche Nutzung von CO<sub>2</sub> zur Verbreiterung der Rohstoffbasis* fördert das BMBF innovative Ideen, die wesentliche Beiträge zur Nutzung von CO<sub>2</sub> als Rohstoff liefern und nachweislich zu einer Senkung des Treibhausgasausstoßes beitragen. CO<sub>2</sub>Plus zielt neben der direkten chemischen oder biotechnologischen Umwandlung von CO<sub>2</sub> auch auf die Bereitstellung von CO<sub>2</sub> aus Industrieabgasen, Biogas und Luft ab, sowie auf die Verwendung von regenerativer Energie zur nachhaltigen Produktion von Basischemikalien und Spezialprodukten. 12 F&E-Vorhaben werden mit etwa 17,5 Millionen EUR vom BMBF in den Jahren 2016 – 2019 gefördert, die Industrie trägt weitere 5 Millionen EUR zu den Forschungsprojekten bei.

Neben den drei Hauptforschungsansätzen – Rohstoffproduktivität steigern, Rohstoffbasis sichern und Rohstoffbasis verbreitern – bilden die drei themenübergreifenden Querschnittsaktivitäten – International kooperieren, KMU fördern und Umsetzung beschleunigen – wichtige Säulen der BMBF-Forschungsförderung.

## 2.4. International kooperieren

Die Fördermaßnahme *CLIENT II – Internationale Partnerschaften für nachhaltige Innovationen* ist eine Weiterentwicklung der Fördermaßnahme *CLIENT*. Sie fördert internationale Partnerschaften im Klima-, Umwelt- und Energiebereich. Im Fokus von *CLIENT II* steht die Förderung von Kooperationsprojekten, die wirkungsvolle Impulse geben, um die Umweltbelastungen in den Partnerländern zu reduzieren, natürliche Ressourcen intelligent und schonend zu nutzen, alle Bevölkerungsschichten mit sicherer, sauberer und bezahlbarer Energie zu versorgen und insgesamt einen Beitrag zum globalen Klimaschutz bzw. zur Anpassung an den Klimawandel und Naturrisiken zu leisten. Das Ziel ist, für konkrete Herausforderungen im Partnerland innovative und nachhaltige Lösungsansätze zu entwickeln und zu implementieren. *CLIENT II* soll zusätzlich einen Beitrag dazu leisten, durch die Unterstützung der Kooperation mit entsprechenden Partnerländern Bildung, Forschung und Innovation in Deutschland zu stärken und neue Marktpotenziale für exportorientierte innovative deutsche Unternehmen – insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – zu erschließen. Deutschland nimmt durch die Zusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern bei Forschung und Entwicklung auch seine internationale Verantwortung bei der Bewältigung globaler Herausforderungen wahr. Die ersten Forschungsverbundvorhaben aus dem 1. Stichtag werden Ende des Jahres 2017 starten. Weitere Stichtage für die Einreichung von Projektskizzen sind der 29.09.2017 und der 31.01.2019.

## 2.5. KMU fördern

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind in vielen Bereichen der Spitzenforschung Vorreiter des technologischen Fortschritts in Deutschland. Durch eine gezielte Förderung von KMU-getriebenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben unterstützt das BMBF diese Unternehmen dabei, ihre Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit



auszubauen. Mit der seit dem Jahr 2007 laufenden Fördermaßnahme *KMU-innovativ Ressourceneffizienz und Klimaschutz: Rohstoffeffizienz* hat das BMBF bisher mehr als 100 Verbundvorhaben gefördert. Im Fokus des Themenfeldes Rohstoffeffizienz stehen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Steigerung der Ressourceneffizienz vor allem in rohstoffintensiven Produktionssystemen, zur effizienten Bereitstellung und Nutzung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe im Sinne des F&E-Programms für neue Rohstofftechnologien, zur Verbesserung der Rohstoffproduktivität durch Optimierung von Wertschöpfungsketten, zu innovativen Recycling- und Verwertungsverfahren sowie zum ressourceneffizienten Produktdesign. Projektskizzen können zweimal jährlich zum 15.04. und 15.10. eingereicht werden.

## 2.6. Umsetzung beschleunigen

Mit der Fördermaßnahme *r+Impuls – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Impulse für industrielle Ressourceneffizienz* fördert das BMBF F&E-Aktivitäten im Rahmen industrieller Entwicklungs- und Innovationsprojekte, um risikobehaftete technologische und nicht-technologische Fragestellungen im Zusammenhang mit der Maßstabsvergrößerung, Optimierung und Auslegung von Komponenten und Anlagen, erforderlichen Prüf- und Zulassungsverfahren, Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen und branchenübergreifenden Anwendungsmöglichkeiten zu untersuchen. Gefördert werden Einzelvorhaben von Unternehmen sowie Verbundvorhaben zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und gegebenenfalls weiterer Partner. Die Arbeiten müssen auf Initiative und unter Federführung eines Industrieunternehmens bzw. des späteren Anwenders durchgeführt werden. Voraussetzung für eine Förderung ist eine erfolgreich beendete Vorlauforschung bzw. ein nachgewiesener Pilotbetrieb, der z.B. im Rahmen einer ersten Förderphase erreicht wurde. Prioritäre Forschungsthemen sind die Steigerung der Material- und Energieeffizienz vor allem in rohstoffintensiven Produktionssystemen (z.B. Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Baustoff- und Keramikindustrie), die Rückführung hochwertiger Wertstofffraktionen aus Abfallströmen, Recycling und Substitution von Rohstoffen mit wirtschaftsstrategischer Bedeutung für Schlüsseltechnologien und Hightech-Anwendungen sowie die stoffliche Nutzung von CO<sub>2</sub> für chemische Produkte sowie zur Energiespeicherung. Die Förderrichtlinie will durch gezielte F&E-Impulse Umsetzungsrisiken verkleinern und helfen, die Einführung innovativer Verfahren zu beschleunigen. Die ersten neun Verbundvorhaben sind Anfang des Jahres 2016 gestartet, weitere acht Verbundvorhaben folgen Anfang des Jahres 2017.

## 3. Zusammenfassung und Ausblick

Mit den laufenden Fördermaßnahmen im Rahmen von FONA<sup>3</sup> leistet die BMBF-Forschungsförderung zentrale Beiträge bei der Entwicklung und Umsetzung innovativer ressourcenschonender Technologien sowie der stofflichen Nutzung von CO<sub>2</sub>. Mit dem Forschungs- und Entwicklungsprogramm für neue Rohstofftechnologien wurde ein entsprechender förderpolitischer Rahmen geschaffen und das wichtige Vorsorgethema

Rohstoffsicherung aufgegriffen. Um auch in Zukunft die technologiegetriebene Nachfrage nach wirtschaftsstrategischen Rohstoffen zu decken ist eine möglichst umwelt- und sozialverträgliche Gewinnung von primären Rohstoffen unerlässlich. Zusätzlich müssen aber auch die Anstrengungen weiter forciert werden, recycelfähige Materialien der Wirtschaft als neue Rohstoffe im Sinne einer Kreislaufwirtschaft wieder zuzuführen.

Das BMBF erarbeitet daher aktuell im Dialog mit Experten aus Wissenschaft und Unternehmen ein Forschungskonzept zur Umsetzung einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft in Deutschland. Eckpunkte dieses Konzeptes sind die Steigerung der Kreislauffähigkeit durch verbessertes Produktdesign, die Einführung digitaler Technologien und Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle sowie die Etablierung optimierter Material- und Stoffkreisläufe. Mit dem neuen Forschungskonzept zur Kreislaufwirtschaft setzt das BMBF seine erfolgreiche Forschungsförderung zur Steigerung der Ressourceneffizienz konsequent fort. Es schließt eine wichtige Lücke, indem es bereits beim Produktdesign ansetzt und das Gesamtsystem der Produkt- und Rohstoffkreisläufe in der Wirtschaft in den Blick nimmt. Das Konzept bildet den übergeordneten Rahmen für die zukünftige Forschungsförderung des BMBF zu diesem Thema in den nächsten 5 bis 10 Jahren. Eine Veröffentlichung ist für Mitte des Jahres 2017 vorgesehen. Die Umsetzung wird anschließend über themenspezifische Fördermaßnahmen erfolgen.

#### 4. Literatur

- [1] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Die neue Hightech-Strategie: Innovationen für Deutschland. Berlin, 2014
- [2] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Forschung für Nachhaltigkeit – FONA: Rahmenprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. 2005, 2010
- [3] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Forschung für Nachhaltige Entwicklung – FONA<sup>3</sup>: Rahmenprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Berlin, 2015
- [4] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland: Forschungs- und Entwicklungsprogramm des BMBF für neue Rohstofftechnologien. Bonn, 2012
- [5] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Berlin, 2010
- [6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes II). Berlin, 2016
- [7] Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016
- [8] Marscheider-Weidemann, F.; Langkau, S.; Hummen, T.; Erdmann, L.; Tercero Espinoza, L.; Angerer, G.; Marwede, M.; Benecke, S.: Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016. DERA Rohstoffinformationen 28, Berlin, 2016
- [9] Nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung: Perspektiven für Deutschland. 2002
- [10] Resolution der Generalversammlung der Vereinten Nationen: Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. (A/Res/70/1\*), September 2015

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann (Hrsg.):  
**Recycling und Rohstoffe – Band 10**

ISBN 978-3-944310-34-3 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2017  
Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.  
Erfassung und Layout: Claudia Naumann-Deppe, Janin Burbott-Seidel, Anne Kuhlo, Sandra Peters,  
Ginette Teske, Gabi Spiegel, Cordula Müller  
Druck: Universal Medien 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 Funk-sendung, 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.