

P. Kausch M. Bertau
J. Gutzmer J. Matschullat (Hrsg.)

Energie und Rohstoffe

Gestaltung unserer nachhaltigen Zukunft



Energie und Rohstoffe

Peter Kausch Martin Bertau
Jens Gutzmer Jörg Matschullat
(Herausgeber)

Energie und Rohstoffe

Gestaltung unserer nachhaltigen Zukunft

Mit einem Geleitwort von
Sabine Freifrau von Schorlemer

Herausgeber:

Prof. Dr. Martin Bertau
Institut für Technische Chemie
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Leipziger Straße 29
09599 Freiberg
martin.bertau@chemie.tu-freiberg.de

Prof. Dr. Peter Kausch
Mühlenbach 90
50321 Brühl
peter@kausch-net.de

Prof. Dr. Jens Gutzmer
Institut für Mineralogie
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Brennhausgasse 14
09599 Freiberg
jens.gutzmer@mineral.tu-freiberg.de

Prof. Dr. Jörg Matschullat
Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum (IÖZ)
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Brennhausgasse 14
09599 Freiberg
joerg.matschullat@ioez.tu-freiberg.de

Weitere Informationen zum Buch finden Sie unter www.spektrum-verlag.de/978-3-8274-2797-7

Wichtiger Hinweis für den Benutzer

Der Verlag die Herausgeber und die Autoren haben alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu publizieren. Der Verlag übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerfreie Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch 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 dürften. Der Verlag hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2011
Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint von Springer

11 12 13 14 15 5 4 3 2 1

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Planung und Lektorat: Merlet Behncke-Braunbeck, Dr. Christoph Iven
Satz: Graphics for Science, Anne Marie de Grosbois, Freiberg
Herstellung: Crest Premedia Solutions (P) Ltd, Pune, Maharashtra, India
Umschlaggestaltung: SpieszDesign, Neu-Ulm; Bildcollage: Graphics for Science, Anne Marie de Grosbois;
Umschlagphotos © 2010 Jörg Matschullat
Fotos/Zeichnungen: von den Autoren, wenn in den Abbildungsunterschriften nichts anderes angegeben ist

ISBN 978-3-8274-2797-7

Geleitwort



Prof. Dr. Dr.
Sabine Freifrau
von Schorlemer

Wissen schafft die Grundlagen für Nachhaltigkeit in Wirtschaft und Gesellschaft. Zu diesen Grundlagen gehört auch der effiziente und sichere Umgang mit Rohstoffen und Energie, denn nur mit diesen Ressourcen — Wasser eingeschlossen — ist Leben und Wirtschaften auf der Erde überhaupt möglich.

Ich habe deshalb sehr gern der Bitte entsprochen, die Schirmherrschaft über das Symposium *Freiberger Innovation* zu übernehmen. Es gehört zu meinen wichtigsten forschungs- und technologiepolitischen Zielen, die Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu bestärken, über eigene Forschungsleistungen das Forschungs- und Entwicklungspotenzial in der Wirtschaft voranzubringen sowie insbesondere den Know-how-Transfer zwischen Wissenschaft und Unternehmen zu intensivieren. Seit wir Ende 2009 Forschungs- und Technologieförderung im Wissenschaftsministerium vereint haben, gelingt dies noch besser. Neue Förderinstrumente, etwa die sächsische „InnoPrämie“ helfen zudem, auch solche Unternehmen an den Innovationsprozess heranzuführen, die bislang noch keine Forschung und Entwicklung betrieben haben. Dies alles dient dem Ziel, die Innovationskraft im Freistaat Sachsen weiter zu erhöhen.

Sachsen ist aber nicht nur ein traditioneller und innovativer Industriestandort. Seit Jahrhunderten steht auch das Thema „Bildung“ im Mittelpunkt sächsischer Identität. Die erste öffentliche Schule wurde 1256 in Leipzig neben der bestehenden Klosterschule für Thomaner gegründet. 1409 folgte die Gründung der Universität Leipzig. Die Rohstoffe des Erzgebirges bescherten Sachsen schon früh Reichtum und Glanz, führten zur Gründung der Bergakademie Freiberg im Jahr 1765. Sie ist heute die am längsten bestehende montanwissenschaftliche Hochschule der Welt. 1992 in Technische Universität Bergakademie Freiberg umbenannt, konnte sie ihre fachliche Spitzenstellung seither nicht nur erhalten, sondern kontinuierlich ausbauen.

Die Bewältigung künftiger Herausforderungen kann nur interdisziplinär erfolgen. Damit meine ich nicht nur die unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen, sondern auch das gemeinsame Engagement von Akteuren unterschiedlicher Institutionen. Dort, wo Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung eng zusammenarbeiten, ist auch der Nährboden für Innovation besonders gut. Das Symposium *Freiberger Innovation* trägt wirkungsvoll zu diesem Anliegen bei.

Sabine von Schorlemer
Sächsische Staatsministerin für Wissenschaft
und Kunst

Vorwort der Herausgeber

Rohstoffe und Energie — kaum ein anderes Thema ist in den letzten Jahren so nachhaltig in die öffentliche Diskussion gerückt wie dieses. Viel wird spekuliert, mögliche Zukunftsszenarien werden entworfen, Ängste werden geschürt, Emotionen entfacht. Je weiter man die gegenwärtige Diskussion verfolgt, desto mehr stellt man fest, wie sehr gerade Letztere das öffentliche Meinungsbild dominieren. Das muss nicht unbedingt nachteilig sein, wie sich bei einem Blick ins Erzgebirge erkennen lässt, wo das seit vielen Jahren beschworene „Berggeschrey“ tatsächlich wieder einsetzt. Eine Rückbesinnung auf alte Tugenden erfolgt in einem Land, das als eines der rohstoffärmsten unter den Industrienationen zählt — zählte, denn in Wahrheit, und das zeigen moderne wissenschaftliche Methoden, ist das Erzgebirge eine an metallischen Rohstoffen besonders reiche Zone. Plötzlich tun sich dank neuer Techniken, erhöhter Rohstoffpreise und neuer Denkprozesse Chancen auf. Der Blick wird nach vorn gewandt, eine wahre Goldgräberstimmung keimt auf; und hier setzt das vorliegende Buch an.

Im April 2010 veranstalteten vier Wissenschaftler der Technischen Universität Bergakademie Freiberg ein zweitägiges Symposium, auf dem Redner aus Industrie, Politik und Wissenschaft zu Wort kamen, mit der Maßgabe, die gegenwärtige Umbruchsituation kritisch zu beleuchten, vielleicht auch einen Blick in die Vergangenheit zu wagen oder Zukunfts-

perspektiven zu entwickeln. So unterschiedlich die Redner waren, so unterschiedlich ihr beruflicher Hintergrund war, so unterschiedlich waren auch ihre Herangehensweisen.

Sicher, es gibt sehr gravierende Herausforderungen; der globale Kontext wird uns zwingen, Lösungen zu finden, die noch vor wenigen Jahren als undenkbar galten. Es gelang den Vortragenden, genau dieses Spannungsfeld aus dem Risiko des Umbruchs und den sich daraus ergebenden Potentialen in einer Weise zu beleuchten, die es uns erlaubt, mit Zuversicht nach vorn zu schauen.

Es ist dieser eigenwillige Mix aus Sachlichkeit und Emotion, der dieses Symposium getragen hat und den wir mit diesem Buch transportieren wollen. Auch nach Fukushima gibt es daran nichts zu modifizieren; dieses Buch sieht deutlich über den Tag hinaus.

Hatten wir uns zunächst vorgenommen, mit dem Symposium „*Freiberger Innovationen 2010 — Rohstoffe und Energie*“ eine Sachanalyse vorzulegen und Empfehlungen für die Zukunft abzuleiten, entwickelte sich schnell eine Eigendynamik, die zeigte, wie wichtig es ist, den Dingen auf den Grund zu gehen; denjenigen nämlich, die so häufig in der Öffentlichkeit als vermeintliche Sachverhalte dargestellt werden, die jedoch in der technischen Wirklichkeit völlig anders aussehen. Man kann nicht für die Zukunft planen, wenn die Grundlagen dafür nicht erforscht, bekannt und nutzbar sind. Wie

gerne wird übersehen, welche Anforderungen das allgemeine Interesse an die Rohstoff- und Energieversorgung stellt? Sauber, bezahlbar, sicher und nachhaltig sind da nur die Schlagwörter, hinter denen sich der wahre Umstand verbirgt: Die Sicherung unseres allgemeinen Lebensstandards und des staatlichen Wohlfahrtsgedankens. Paradoxerweise geraten ausgerechnet solche Implikationen in Zeiten, die von einer wachsenden Rauhgigkeit des Wirtschaftslebens geprägt sind, in den Hintergrund — und doch sind diese sozioökonomischen Aspekte in Anbetracht des gesellschaftlichen Wandels ein wichtigerer Diskussionspunkt denn je. Das Ziel einer nachhaltigen Rohstoff- und Energiewirtschaft muss stets eine funktionierende Wirtschaft sein.

Welch anderer Ort, Welch andere Universität wäre also geeigneter gewesen, diese Fragen zu thematisieren als die älteste montanwissenschaftliche Universität der Welt, heute Deutschlands ressourcenwissenschaftliches Zentrum in der altherwürdigen Bergstadt Freiberg, von der aus im Gefolge des Silberfundes im Jahre 1186 ein wirtschaftlicher und technologischer Umbruch des Landes Sachsen einsetzte, der bis in die heutige Zeit wirkt? Der Nachhaltigkeitsgedanke, 1713 durch den damaligen Oberberghauptmann Hannß Carl von Carlowitz erstmals formuliert und zu seiner Zeit revolutionär, nahm von hier aus seinen Weg. Alexander von Humboldt erhielt hier 1791/92 seine Ausbildung unter Abraham Gottlob Werner; die Basis seiner Reisen nach Lateinamerika und Russland. 1863 wurde das Element Indium entdeckt, 1886 Germanium. Heute sind es moderne Technologien, die am Standort entwickelt werden, wie die Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom, die Gewinnung von Lithium aus heimischen Rohstoffen

oder die Etablierung einer Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft. Die TU Bergakademie Freiberg ist heute eine besonders forschungsintensive und innovative Universität, die in der Welt der Rohstoffe einen internationalen Spitzenplatz einnimmt.

Das Symposium bot 15 herausragende Vorträge in drei aufeinander aufbauenden Themenkomplexen, die in dieser Sequenz auch im vorliegenden Band dokumentiert sind:

- Teil 1 Bestandsaufnahme: Wo stehen wir heute?
- Teil 2 Bewertung von Konzepten
- Teil 3 Das Zeitalter nach Öl und Gas

Die Beiträge zeigen konkrete Ansätze für intelligente Lösungen auf und setzen klare Akzente in der aktuellen Energie- und Rohstoffdebatte. In diesem Sinne wünschen wir allen Lesern eine anregende Lektüre und hoffen, mit dieser Publikation einen Beitrag für ein besseres Verständnis der Herausforderungen und Chancen im Rohstoff- und Energiebereich leisten zu können.

Danksagungen

Das Freiburger Symposium und das vorliegende Buch wären ohne die großzügige Unterstützung verschiedener Sponsoren nicht möglich gewesen. Deshalb danken die Herausgeber an dieser Stelle sehr herzlich (und in alphabetischer Reihenfolge) der Deutschen Solar AG, der Verbundnetz Gas AG, dem Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, Herrn Hermann Josef Werhahn aus Neuss und der Wissenschaftsförderung der Sparkassen-Finanzgruppe e.V.

Freiberg, im Juni 2011

Jörg Matschullat, Martin Bertau, Jens Gutzmer und Peter Kausch

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	v
Vorwort der Herausgeber	vii
Autorenverzeichnis	xi



Teil I Bestandsaufnahme: Wo stehen wir heute? 1

1 Rohstoff- und Kreislaufwirtschaft — eine volkswirtschaftliche Chimäre?	3
1.1 Zur Rolle von Rohstoffen	3
1.2 Rohstoffpolitik in Deutschland	4
1.3 Rohstoffpolitik der Europäischen Union	5
1.4 Heimische Rohstoffpotentiale	5
1.5 Recycling und Rohstoffversorgung	6
1.6 Technologie und Effizienz	6
1.7 Fazit	7
2 Status und Aussichten der weltweiten Öl- und Gas-Produktion. Welt-Energie-Prognose bis 2030	9
2.1 Das Unternehmen ExxonMobil	9
2.2 Energieprognose	9
2.3 Welche Rolle spielt hierbei ExxonMobil?	14
2.4 Fazit	24
3 Situation der Energierohstoffe — Retrospektive und Ausblick	27
3.1 Aktueller Energiebedarf	27
3.2 Erdöl	29
3.3 Erdgas	31
3.4 Hartkohle	33
3.5 Weichbraunkohle	34
3.6 Kernbrennstoffe	35
3.7 Fazit	36
4 Industrieranforderungen an eine sichere Rohstoffversorgung	41
4.1 Die Rohstoffsituation in Deutschland	41
4.2 Welche Bedeutung haben Rohstoffe für die Industrie?	44
4.3 Risiken der Rohstoffversorgung und -verfügbarkeit	47
4.4 Die Anliegen der Industrie	52
4.5 Fazit	55



Teil II Bewertung von Konzepten

59

5	Klimawandel und Energieeffizienz — Kosten und Nutzen für die Wirtschaft	61
5.1	Steigender weltweiter Rohstoff- und Energiebedarf fordern eine Energieeffizienz Revolution	61
5.2	CO ₂ Reduktion ist technisch möglich	62
5.3	CO ₂ -Reduktion spart Geld	64
5.4	Umsetzung der CO ₂ -Maßnahmen schafft Arbeitsplätze	65
5.5	Energieeffizienz-Revolution bietet auch grosse Chancen für Unternehmen im Export ..	68
6	Die Zukunft der Photovoltaik — ihre Einbindung in die Rohstoff- und Energiewirtschaft	71
6.1	Der Weg zur Photovoltaik	71
6.2	Warum Photovoltaik?	72
6.3	Status der Photovoltaik	75
6.4	Zukunft der Photovoltaik	80
6.5	Fazit	83
7	Nachhaltige Nutzung der Kernenergie	87
7.1	Die Entwicklung der Kernenergietechnik	87
7.2	Nachhaltigkeit der Kernenergie	88
7.3	Modulare HTR-Anlagen zur dezentralen Strom- und Wärmebereitstellung	92
7.4	Sicherheitsaspekte von HTR-Anlagen	93
8	Von natürlichen Kohlenwasserstoffen zu Produkten	97
8.1	Air Liquide	97
8.2	Vom Kohlenwasserstoff zum Produkt	98
8.3	Anwendungsbausteine	99
8.4	Wohin führt der Weg nach Methanol?	101
8.5	Fazit	104
9	Die Einführung der Euro-Kraftstoffe in die Soziale Marktwirtschaft . . .	107
9.1	Zukunft aus Tradition	107
9.2	Gespannkultur als Gegenmodell und Korrektiv	109
9.3	Soziale Marktwirtschaft, Energiepolitik und Euro-Kraftstoffe	110
9.4	Grüne Kerntechnik	111
9.5	Fazit	113



Teil III Das Zeitalter nach Öl und Gas

117

10	Biobrennstoffe und grüne Energie	119
10.1	Einleitung	119
10.2	Rahmenbedingungen	119
10.3	Chancen des Energiepflanzenanbaus	121
10.4	Ökonomische Aspekte	129
10.5	Zusammenfassung	131
11	CO₂ — ein Rohstoff mit großer Zukunft	135
11.1	Die Rolle des Kohlenstoffs	135
11.2	Die Notwendigkeit zum Handeln	136
11.3	CO ₂ — Rohstoff für Basischemikalien	137
11.4	Wasserstoff	138
11.5	Die Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft	140
11.6	Produkte der Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft	143
11.7	Woher kommt der Wasserstoff?	145
11.8	Das Potential der Biomasse	146
11.9	Fazit	147
12	Optionen einer nachhaltigen Energietechnik	151
12.1	Die Pioniere	151
12.2	Neue Herausforderungen	151
12.3	Das zweite Pionierzeitalter der Elektrotechnik	152
12.4	Das Energiesystem im Wandel	153
12.5	Regenerative Energie	154
12.6	Smart Grids	157
12.7	Transformation	158
12.8	Das neue Stromzeitalter	160
12.9	Dezentralität	164
12.10	Fazit	164
13	Verfügbarkeit von Rohstoffen mit Blick auf Zukunftstechnologien	169
13.1	Die weltweite Rohstoffsituation	169
13.2	Rohstoffsituation Deutschlands	172
13.3	Hightech-Rohstoffe und zukünftige Rohstoffpotenziale	175
	Fazit	181
	Sachverzeichnis	183

Autorenverzeichnis

Asbeck, Dr. Frank H.

Gründungs-Unternehmer und
Vorstandsvorsitzender der SolarWorld AG
SolarWorld AG
Martin-Luther-King-Straße 24
D-53175 Bonn
<http://www.solarworld.de>

Dauke, Detlef

Ministerialdirektor
Bundesministerium für Wirtschaft und
Technologie (BMWi)
Scharnhorststraße 34–37
D-10115 Berlin
detlef.dauke@bmwi.bund.de

Bertau, Prof. Dr. Martin

Direktor des Instituts für Technische Chemie
Institut für Technische Chemie
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Leipziger Straße 29
D-09599 Freiberg
martin.bertau@chemie.tu-freiberg.de

Elsner, Dr. Harald

Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
D-30655 Hannover
harald.elsner@bgr.de

Buchholz, Dr. Peter

Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
D-30655 Hannover
peter.buchholz@bgr.de

Gutzmer, Prof. Dr. Jens

Professur für Lagerstättenlehre und
Petrologie
Institut für Mineralogie
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Brennhausgasse 14
D-09599 Freiberg
jens.gutzmer@mineral.tu-freiberg.de

Heißenhuber, Prof. Dr. Dr. h.c. Alois
Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus
Technische Universität München
Alte Akademie 14
D-85350 Freising-Weißenstephan
heissenhuber@wzw.tum.de

Kausch, Prof. Dr. Peter
Honorar Professor für Environmental &
Resource Management
Technische Universität Bergakademie Freiberg
D-09599 Freiberg
peter@kausch-net.de

Heitzmann, Dr. Martha
Former Vice-President Research &
Development of the Air Liquide Group*
Senior Executive Vice President for Research
& Innovation of the Areva Group
Areva (Head Office)
33 rue La Fayette
75009 Paris
France
martha.heitzmann@areva.com

Kümpel, Prof. Dr. Hans-Joachim
Präsident der Bundesanstalt für Geowissen-
schaften und Rohstoffe (BGR)
GeoZentrum Hannover
Stilleweg 2
D-30655 Hannover
kuempel@bgr.de

*Kontakt beim Air Liquide:
Ochs, Andreas
Director, Air Liquide Forschung und
Entwicklung GmbH
andreas.ochs@airliquide.com

Matschullat, Prof. Dr. Jörg
Direktor Interdisziplinäres Ökologisches
Zentrum (IÖZ)
Professur für Geochemie und Geoökologie
Institut für Mineralogie
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Brennhausgasse 14
D-09599 Freiberg
joerg.matschullat@ioez.tu-freiberg.de

Hurtado, Prof. Dr.-Ing. Antonio
Direktor des Instituts für Energietechnik
Professur für Wasserstoff- und
Kernenergietechnik,
Institut für Energietechnik
Technische Universität Dresden
George-Bähr-Straße 3b
D-01062 Dresden
antonio.hurtado@tu-dresden.de

Müller, Prof. Dr. Armin
Sunicon AG
Vorstandmitglied und Technischer Leiter
Alfred - Lange - Str. 15
D-09599 Freiberg
armin.mueller@sunicon.de

Kalkoffen, Dr. Gernot
Vorstandsvorsitzender der ExxonMobil
Central Europe Holding GmbH
Kapstadtring 2
D-22297 Hamburg

Rolle, Dr. Carsten
Leiter der Abteilung Energie und Rohstoffe
Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
Breite Str. 29
D-10178 Berlin
c.rolle@bdi.eu

Steinbach, Dr. Volker

Leiter der Deutschen Rohstoffagentur (DERA)
in der Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
D-30655 Hannover
volker.steinbach@bgr.de

Wilken, Dr. Hildegard

Stellvertretende Leiterin der Deutschen Roh-
stoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt
für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
D-30655 Hannover
hildegard.wilken@bgr.de

Weinhold, Dr. Michael

Chief Technology Officer (CTO)
Leiter der Stabsabteilung Technik und
Innovation Siemens AG, Energy Sector
Postfach 32 20
D-91050 Erlangen
michael.g.weinhold@siemens.com

Ziegler, Dr. Marco

Principal
McKinsey & Company
P.O. Box
8060 Zürich Airport
Switzerland
Marco_Ziegler@mckinsey.com

Werhahn, Hermann Josef

Unternehmer und Politikberater
Grimmlinghauser Brücke 52
Quirinusstr. 15
D-41460 Neuss
hejower@t-online.de

Teil 1

Bestandsaufnahme: Wo stehen wir heute?



Bildquellen der vorangehenden Seite

Großes Bild links: ASTER Satellitenbild der Escondida Mine in Chile;

zur Verfügung gestellt von der NASA GSFC, MITI, ERSDAC, JAROS, und dem U.S./Japan ASTER Science Team.

Quelle: NASA Visible Earth website <http://visibleearth.nasa.gov>

Inset oben: Kraftwerk in Namibia und unten: Goldexploration in Namibia. Photos: Jörg Matschullat

1 Rohstoff- und Kreislaufwirtschaft — eine volkswirtschaftliche Chimäre?

Detlef Dauke

Rohstoff- und Kreislaufwirtschaft als Chimäre, werden in diesem Beitrag verstanden als

- ein bedrohlich erscheinendes Fabelwesen,
- oder ein Mischwesen verschiedener genetischer Abstammung,
- oder einfach nur ein Trugbild einer zukunftsweisenden Rohstoffpolitik?

Nirgendwo in Deutschland weiß man es besser als in der traditionsreichen Bergbau- und Universitätsstadt Freiberg, dass beides zusammen gehört und dass Rohstoff- und Kreislaufwirtschaft zwei Seiten einer Medaille sind. Ohne Rohstoffe gibt es keine Kreislaufwirtschaft und ohne Kreislaufwirtschaft gibt es keine nachhaltige Rohstoffwirtschaft. Dass dieses Thema plakativ am Beginn dieses Bandes zu Innovationen in den Bereichen Energie und Ressourcen steht, wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie besonders gern gesehen; denn hier gibt es noch sehr viel zu tun.

1.1 Zur Rolle von Rohstoffen

Kaum ein Tag vergeht, an dem sich nicht Meldungen in den Medien finden, die das weiter

steigende Interesse an Rohstoffen dokumentieren. Jüngstes Beispiel: der Duisburger Appell in Nordrhein-Westfalen im Hinblick auf Erze und die damit verbundenen Kosten. Das wird zukünftig noch deutlicher werden. Mit Rohstoffen und ihrer Nutzung beginnt jede wirtschaftliche Wertschöpfung. Rohstoffe waren, sind und bleiben die unverzichtbare Grundlage für die industrielle Produktion. Die Entwicklung von Angebot und Nachfrage sorgt in einer marktwirtschaftlichen Ordnung für stabile Verhältnisse und für Versorgungssicherheit. Das ist ebenfalls eine unverzichtbare Grundlage. Diese in den letzten Jahrzehnten bewährte Balance wird allerdings zunehmend gestört, zuletzt durch die beispiellose Rohstoffpreis-Hausse von 2004 bis zur Finanz- und Wirtschaftskrise.

Angebot und Nachfrage waren in der Zeit bis zur Wirtschaftskrise aus dem Gleichgewicht geraten. Die Rohstoffpreise erreichten in Folge der riesigen Nachfrage, insbesondere aus China und Indien, bis jetzt nicht bekannte Höchststände. Nach der Krise gehen Experten davon aus, dass die Rohstoffpreise bei anhaltendem Wachstum wieder erheblich anziehen werden; in einigen Bereichen geschieht dies bereits. Aufgrund der demographischen und wirtschaftlichen Entwicklung rechnen Fachleute in den nächsten 30 Jahren mit einer Verdopplung des weltweiten Ressourcenbedarfs.

1 1.2 Rohstoffpolitik in Deutschland

Damit ist klar, dass für die deutsche Wirtschaft die Sicherung der Rohstoffversorgung ein wichtiger Standortfaktor ist. Deutschland als führende Industrienation und High-Tech-Standort ist nicht nur bei Energierohstoffen sondern auch bei Metallen fast ausschließlich von Importen abhängig (► Kap. 3, 4, 13). Für die Energie- und Rohstoffpolitik der Bundesregierung spielt neben Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit gerade die Versorgungssicherheit eine zentrale Rolle. Wie in allen Bereichen der Wirtschaftspolitik legt sie dabei den Leitgedanken der Nachhaltigen Entwicklung zugrunde.

Rohstoffpolitik ist integraler Bestandteil der Wirtschaftspolitik. Dafür ist innerhalb der Bundesregierung das BMWi federführend. Rohstoffpolitik tangiert natürlich auch viele andere Politikbereiche, wie zum Beispiel

- die Außenwirtschafts-, die Europa- und die Handelspolitik, die
- Energie-, Forschungs- und Technologiepolitik und nicht zuletzt
- die Umwelt- und Entwicklungspolitik.

Damit ist Rohstoffpolitik zugleich eine Querschnittsaufgabe, die effektiv nur im engen Schulterschluss mit der Wirtschaft möglich ist. Das zeigt der Dialog mit der Wirtschaft besonders deutlich, den die Bundesregierung seit dem 1. Rohstoffgipfel des Bundesverbandes der deutschen Industrie (BDI) im Jahre 2005 intensiv führt. Gremium zur Koordinierung der deutschen Rohstoffinteressen ist der von der Bundeskanzlerin Angela Merkel im Jahr 2007 eingesetzte Interministerielle Ausschuss Rohstoffe (IMA Rohstoffe). Dort ist neben den zuständigen Bundesressorts auch der BDI vertre-

ten. Dieser Ausschuss bündelt die Fragen und Probleme der Industrie gegenüber der Bundesregierung und erarbeitet Lösungen. Seine Arbeit steht auch im Mittelpunkt des Berichts über die Rohstoffpolitik, den die Bundesregierung im März 2009 dem Wirtschaftsausschuss des deutschen Bundestages vorgelegt hat. Die Bilanz orientiert sich an den Elementen der Rohstoffstrategie, die die Bundesregierung 2007 als Rahmen für ihren Beitrag einer nachhaltigen und international wettbewerbsfähigen Rohstoffversorgung abgesteckt hatte. Diese Bilanz kann sich sehen lassen:

- Die Bundesregierung hat auch auf EU-Ebene eine längst fällige Diskussion über eine gemeinsame Strategie zur Versorgung mit nicht-energetischen Rohstoffen angestoßen,
- Sie hat das außenwirtschaftliche Garantie-Instrumentarium dahingehend verbessert, dass bei Auslandsinvestitionen neben dem politischen auch das wirtschaftliche Risiko abgesichert werden kann,
- Die deutsche Wirtschaft wird durch die Gründung weiterer Delegiertenbüros in Afrika bei der Rohstoffsicherung unterstützt und
- Mit zahlreichen Förderprogrammen wird zur Erhöhung der Material- und Ressourceneffizienz beigetragen,

um nur einige Beispiele zu nennen. Es ist klar zu ersehen, dass die Bundesregierung nicht untätig war. Was zukünftig gemeinsam mit der Wirtschaft getan werden kann, wurde 2010 von Bundesminister Brüderle in einem Spitzengespräch mit der deutschen Wirtschaft ausgelotet. Eines ist dabei klar: Diese Aufgabe bleibt primär eine Aufgabe der Wirtschaft. Der Staat kann flankieren.

1.3 Rohstoffpolitik der Europäischen Union

Deutschland hat auf EU-Ebene maßgeblich mitgestaltet, diese Ziele zu verfolgen, wie zum Beispiel:

- die Senkung des Primärrohstoffverbrauchs in der EU,
- den diskriminierungsfreien Zugang zu Rohstoffen auf dem Weltmarkt und
- die dauerhafte Versorgung von Rohstoffen aus europäischen Quellen.

Dies sind die drei Säulen der EU-Rohstoffinitiative. Mit diesem umfassenden Ansatz kommt die EU-Strategie unserer Forderung nach einer kohärenten EU-Rohstoffpolitik nach. Die EU-Initiative ist somit eine sinnvolle Ergänzung unserer deutschen Rohstoffstrategie. Die EU-Handelspolitik hat dabei für die sichere Rohstoffversorgung eine besondere Bedeutung. Die wichtigste Aufgabe ist der Abbau von Steuern und anderen Abgaben auf Exporte. Exportsteuern sind das größte Handelshemmnis im Rohstoffbereich. Die Bundesregierung unterstützt daher die EU-Kommission ausdrücklich bei Verhandlungen zur Doha-Runde mit dem Ziel, auf die Eindämmung von protektionistischen Maßnahmen hinzuwirken. Dieses Ziel wird auch in WTO-Beitrittsverhandlungen mit rohstoffreichen Ländern sowie in Verhandlungen der EU zu bilateralen Freihandelsabkommen verfolgt. Und hier zeigen sich erste Erfolge: beispielsweise wird die Ukraine bei Inkrafttreten des bilateralen Freihandelsabkommen auf Exportzölle verzichten (► Kap. 4).

1.4 Heimische Rohstoffpotentiale

Der Blick ins Ausland darf uns die Sicht auf unsere heimischen Rohstoffpotentiale nicht verstellen. Deutschland ist keinesfalls ein „rohstoffarmes Land“, wie immer wieder kolportiert wird. Bei Kalisalz, Braunkohle und Spezialtonen haben hiesige Bergbaubetriebe eine weltweite Spitzenposition. Und der Bergbau in Deutschland steht heute gewissermaßen vor einer Renaissance: Die erste Bohrung in Spremberg zur Erkundung von Lausitzer Kupfererz ist abgeteuft worden. In 1052 m Tiefe hat sie ein mächtiges Kupferschieferflöz angetroffen. Auch in Sachsen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Hessen und Niedersachsen wurden den zuständigen Behörden in jüngster Zeit Erlaubnis-anträge für Explorationsarbeiten vorgelegt — viele wurden bereits bewilligt.

Gerade die Nutzung heimischer Rohstoffe ist für die Volkswirtschaft von großer Bedeutung. Denn die Versorgung aus heimischen Lagerstätten sichert und verbessert die Wirtschaftsstruktur, schafft und erhält Arbeitsplätze.

Das Bundeswirtschaftsministerium begrüßt es deshalb ausdrücklich, dass in Freiberg gerade auf diesem Gebiet wissenschaftliche Expertise in einem Helmholtz-Institut für Ressourcentechnologien (HIF) gebündelt wird. In diesem Zusammenhang ist hervorzuheben, dass die Leitung der TU Bergakademie Freiberg entsprechende Konzepte frühzeitig nicht nur mit der Forschungsverwaltung, sondern auch mit den bestehenden Forschungseinrichtungen und den für Bergbau und Rohstoffe zuständigen Stellen abgestimmt hat. Hier ist insbesondere die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zu nennen. Der

1 Beitrag des Präsidenten Prof. Kämpel in diesem Band weist auf die enge Kooperation hin (► Kap. 3). Nur so können sachgerechte Strukturen gefunden und teure Überschneidungen vermieden werden.

1.5 Recycling und Rohstoffversorgung

Zur dauerhaften Versorgung aus europäischen Quellen gehört auch die Nutzung von Sekundärrohstoffen, d. h. eine ordentliche Kreislaufwirtschaft (► Kap. 4). Dies wird auch von der EU-Rohstoffinitiative gefordert. Sekundärrohstoffe haben nicht nur den Vorteil, dass sie sozusagen „heimische Rohstoffe“ sind; ihre Gewinnung ist in der Regel auch wesentlich energieeffizienter und kostengünstiger. Deutschland nimmt hier international eine Vorreiterrolle ein, die wir vor allem der Verpackungsverordnung und dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz zu verdanken haben. Zusammen mit anderen produktbezogenen Regelungen für Elektroaltgeräte, Batterien, Altholz, Altautos und Bioabfälle bilden sie den regulativen Rahmen für ein rohstoffeffizientes Wirtschaften.

Bei einigen Materialien, z. B. Kupfer (Cu) hat Deutschland mit 54% die höchste Recyclingquote weltweit. Aber auch die Raten anderer wichtiger Rohstoffe können sich sehen lassen. Sie betragen beispielsweise

- 35% bei Aluminium (Al),
- 59% bei Blei (Pb),
- 90% bei Stahl und
- 20–25% bei Cobalt (Co).

Die Verwertungsquoten der Hauptabfallströme liegen sämtlich deutlich über 60%. Altfahrzeuge werden zu 90%, grafisches Altpapier

zu 86% verwertet. Bei Bau- und Abbruchabfällen erreicht die Wiederverwertung 88%. Das sind beachtliche Erfolge, die nicht nur durch Gesetze und Verordnungen, sondern vor allem durch das Engagement der Recyclingbranche erreicht werden konnten. Bausteine dafür sind vor allem das Vorhandensein effizienter und wirtschaftlicher Technologien.

1.6 Technologie und Effizienz

Der Grad der Energie- und Rohstoffeffizienz wird letztlich bestimmt vom Entwicklungsstadium der eingesetzten Technologien. Also von Innovationen. Wegen dieser naheliegenden Erkenntnis unterstützt die Bundesregierung die Anstrengungen, Technologien zu entwickeln, die kostengünstig sind und mit dem Material optimal eingesetzt und genutzt werden kann. Die Technologiepolitik setzt damit einen Schwerpunkt bei der Einführung von Schlüsseltechnologien. Wichtige Beispiele sind: Energietechnologien, Werkstoff- und Nanotechnologien, optische Technologien und die Umweltechnik. Darüber hinaus erhalten Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes durch verschiedene Programme und Netzwerke Anreize, um die Materialeffizienz zu steigern. Hier steht das Wirtschaftsministerium an der vordersten Front.

Beispielhafte Lösungen für die Erhöhung der Materialeffizienz werden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie jedes Jahr mit dem Deutschen Materialeffizienzpreis ausgezeichnet. Erstmals wurde im Jahr 2009 dieser Preis nicht nur an vier Unternehmen, sondern auch an eine Forschungseinrichtung verliehen! Denn die enge Partnerschaft von anwendungsnaher Forschung mit der Wirtschaft ist der Schlüssel zur Lösung vieler Probleme.

Ein wichtiger Schwerpunkt dabei ist, die Weichen bereits im Produktions-Entwicklungsstadium für die Verwertung und Entsorgung von Produkten zu stellen. Ziel muss sein, dass Produkte am Ende ihrer Funktionszeit effizient und umweltverträglich aufarbeiten werden können. Danach sollten die erhaltenen Rohstoffe, wenn möglich zu 100%, wieder verwendet werden. Rohstoffe können so erneut in den Wirtschaftskreislauf gebracht werden.

Realistisch gesehen wird es keine 100%ige Kreislaufwirtschaft zu ökonomisch vertretbaren Bedingungen geben. Aber jede Erhöhung des Wirkungsgrades mindert unsere Abhängigkeit von Primärrohstoffen: also je mehr Recycling, desto besser. Zur Versorgungssicherheit leistet das Konzept der Kreislaufwirtschaft daher einen bedeutenden Beitrag. Das Recycling wichtiger Industrierohstoffe ist heute ein nicht mehr wegzudenkender Teil einer integrativen Ressourcenwirtschaft.

1.7 Fazit

„Rohstoff- und Kreislaufwirtschaft — eine Chimäre?“ lautete das Thema. Die klare Antwort dazu: Nein. Im Gegenteil, beide fördern volkswirtschaftliche Potentiale und Synergien zu Tage und sind zwei Seiten einer Medaille. An der ständigen Optimierung beider Aspekte zu arbeiten, ist eine Herausforderung für die Akteure in der Rohstoffwirtschaft und in der Rohstoffpolitik. Deutschland will und muss Industriestandort bleiben. Dafür brauchen wir Rohstoffgewinnung, Zugang zu Rohstoffen, effiziente Rohstoffverarbeitung und eine funktionierende Kreislaufwirtschaft. Und dies wird der Bundesminister für Wirtschaft und Technologie auch weiterhin forschungs- und technologiepolitisch unterstützen. Eine sichere, umweltfreundliche und kostengünstige Energieversorgung gehört allerdings ebenfalls zu diesem Konzept.

Kernaussagen

- In den nächsten 30 Jahren wird sich der weltweite Ressourcenbedarf verdoppeln.
- Die Sicherung der Rohstoffversorgung ist ein wichtiger Standortfaktor.
- Die Nutzung heimischer Rohstoffe ist für die Volkswirtschaft von großer Bedeutung.
- Die Kreislaufwirtschaft muss weiter gestärkt werden.
- Die Materialeffizienz ist zu erhöhen und entsprechende Technologieentwicklung ist zu unterstützen.