



BAND 19

Going Green: Chemie

Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente
Chemieindustrie

Von **Uwe Lahl** und **Barbara Zeschmar-Lahl**



GOING GREEN: CHEMIE

**HEINRICH BÖLL STIFTUNG
SCHRIFTEN ZUR ÖKOLOGIE
BAND 19**

Going Green: Chemie

Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente
Chemieindustrie

Von Uwe Lahl und Barbara Zeschmar-Lahl

Im Auftrag und herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung

Die Autoren

Prof. Dr. rer. nat. habil. Uwe Lahl ist Chemiker. Er hat in unterschiedlichen Funktionen in der Wirtschaft und der öffentlichen Verwaltung gearbeitet. Von 2001 bis 2010 war er Ministerialdirektor im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dort zuständig für Chemikaliensicherheit und Immissionsschutz. Heute ist Uwe Lahl Geschäftsführer der BZL GmbH, einem Beratungsunternehmen, und Professor an der TU Darmstadt sowie der University of Indonesia (Forschung und Lehre im Bereich Abfallwirtschaft, Klimawandel und Immissionsschutz).

Dr. rer. nat. Barbara Zeschmar-Lahl ist Diplom-Biologin. In den Jahren 1983 bis 1986 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fraktion DIE GRÜNEN im Bundestag, Schwerpunkt Abfall, Wasser, Chemie. Danach war sie freiberuflich als Autorin, in der Erwachsenenbildung, als Lehrbeauftragte zweier Universitäten, in leitender Funktion in einem Forschungsinstitut und einem Ingenieurbüro tätig. Seit 1994 ist sie Geschäftsführerin der BZL Kommunikation und Projektsteuerung. Seit 2005 ist sie zudem Herausgeberin des Müll-Handbuches, dem Standardwerk in der Abfallwirtschaft.



Diese Publikation wird unter den Bedingungen einer Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

Eine elektronische Fassung kann heruntergeladen werden. Sie dürfen das Werk vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen. Es gelten folgende Bedingungen: Namensnennung: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen (wodurch aber nicht der Eindruck entstehen darf, Sie oder die Nutzung des Werkes durch Sie würden entlohnt). Keine kommerzielle Nutzung: Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Keine Bearbeitung: Dieses Werk darf nicht bearbeitet oder in anderer Weise verändert werden.

Going Green: Chemie

Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente Chemieindustrie

Von Uwe Lahl und Barbara Zeschmar-Lahl

Band 19 der Schriftenreihe Ökologie

Im Auftrag und herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung 2011

Gestaltung: graphic syndicat, Michael Pickardt (nach Entwürfen von blotto Design)

Coverphoto: Olga Chernetskaya, 123RF

Druck: agit-druck

ISBN 978-3-86928-065-3

Heinrich-Böll-Stiftung, Schumannstraße 8, 10117 Berlin

T +49 30 28534-0 F +49 30 28534-109 E info@boell.de W www.boell.de

INHALT

Abbildungsverzeichnis	7
Vorwort	9
Kurzfassung der Studie	11
1 Einleitung	18
2 Going Green – neue Herausforderungen für Ökologie und Ökonomie	18
3 Die Chemische Industrie in Deutschland – Status quo und Entwicklungen	19
3.1 Was macht die Branche?	19
3.2 Ökonomische Bedeutung	21
3.3 Ressourceneffizienz in der Chemischen Industrie	23
3.3.1 Unterschiedliche Definitionen	23
3.3.2 Energieeffizienz	24
3.3.3 Materialeffizienz	25
3.3.4 Umweltverbrauch und Umweltsenken	27
3.3.5 Fazit Ressourceneffizienz	31
3.4 Produktqualität und Chemikaliensicherheit	32
3.5 Abfallwirtschaft	34
3.5.1 Biomasse als Rohstoff – Status quo der Diskussion	38
3.5.2 Fazit Abfallwirtschaft	41
3.6 Carbon Leakage – Status quo der Diskussion	41
3.7 Fazit Status quo der Chemischen Industrie	42
4 Sieben Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente Entwicklung	43
4.1 Der Handlungsrahmen	43
4.2 Das Handlungsfeld Ressourceneffizienz als umfassender Maßstab für «going green»	44
4.2.1 Der Ressourceneffizienz-Steckbrief für Chemikalien	44
4.2.2 Ressourceneffizienz-Gesetz oder Förderabgabe?	45
4.3 Das Handlungsfeld Chemikaliensicherheit	47
4.3.1 Der Anpassungsbedarf von REACH	47
4.3.2 Die Verbesserung der Umsetzung von REACH	48
4.3.3 Sichere Produkte durch Substitution	52
4.3.4 Mehr Transparenz durch Produktdatenbanken	55
4.3.5 Fazit Chemikaliensicherheit	58
4.4 Das Handlungsfeld Rohstoffversorgung	58
4.4.1 Die Nachhaltigkeit muss gesichert sein	59
4.4.2 Die Privilegierung der Kaskadennutzung von Biomasse	61

4.4.3 Die Umsetzung des «feedstock change»	61
4.4.4 Märkte und Innovationstreiber	62
4.4.5 Fazit Rohstoffversorgung	63
4.5 Das Handlungsfeld Klimaschutz	64
4.5.1 Zielzahlen für den Klimaschutz	64
4.5.2 Das EU-Emissionshandelssystem greift zu kurz	64
4.5.3 Die Festlegung des europäischen Einsparziels auf 30 Prozent	67
4.5.4 Fazit Klimaschutz	68
4.6 Das Handlungsfeld Wirtschaftsförderung	68
4.6.1 Ressourceneffizienz – Prioritäten für den Mittelstand	69
4.6.2 Neue Geschäftsmodelle	69
4.6.3 Ökodesign im Chemiesektor	70
4.6.4 Kaskadennutzung von Biomasse	71
4.6.5 Der Wärmemarkt	71
4.6.6 Fazit Wirtschaftsförderung	71
4.7 Das Handlungsfeld Forschung und Entwicklung	72
4.7.1 Weiße Biotechnologie	74
4.7.2 CO ₂ als Chemiebaustein	75
4.7.3 Reaktionsenergie aus der Sonne	76
4.7.4 Effizientere Synthesewege	77
4.7.5 Die Vermeidung gefährlicher bzw. toxischer Substanzen	78
4.7.6 Effiziente Energiespeicher	78
4.7.7 Nanotechnologie	78
4.8 Das Handlungsfeld Neue Kunststoffe – chemische Lösungen für den Schutz der Meere	79
4.8.1 Zwei Problemlösungsstrategien	80
4.8.2 Die Problemlösungsstrategien müssen sich ergänzen	82
4.8.3 Die neuen Kunststoffe müssen besser recycelbar sein	82
4.8.4 Von einer EU-weiten Regelung zu einer globalen Lösung	84
5 Handlungsfelder einer ressourceneffizienten Entwicklung – Fazit	85
6 Zusammenfassung	86
Quellenverzeichnis	88
Anhang	95

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Schematische Übersicht der Produktion organischer Chemikalien	20
Abbildung 2: Anteile wichtiger Branchen am Umsatz des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland	22
Abbildung 3: Vorhersage für die globale Ölproduktion	26
Abbildung 4: Treibhausgasemissionen entlang des Lebenszyklus der organischen Chemikalien (Schema)	35
Abbildung 5: Kunststoffverbrauch in Deutschland nach Branchen	35
Abbildung 6: Die Entwicklung der Verwertung von Kunststoffabfällen (Pre- und Post-Consumer-Abfälle)	36
Abbildung 7: Kunststoffabfälle – inkl. Produktions- und Verarbeitungsabfälle – und Verwertungsarten	37
Abbildung 8: Die relative Bedeutung der produktbedingten Treibhausgasemissionen der deutschen Industrie heute und 2050	38
Abbildung 9: Schematische Darstellung der Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro)	40
Abbildung 10: Dialogfenster für die Abfrage nach Informationen über Stoffe – hier: Bisphenol A – auf der Global Product Strategy-Webseite des International Council of Chemical Associations (ICCA)	54
Abbildung 11: Informationsfenster für die Abfrage nach den Inhaltsstoffen eines Toners für Tintenstrahldrucker – The Household Products Database of the National Library of Medicine	56
Abbildung 12: Unternehmen der Chemiebranche waren in der zweiten Handelsperiode des EU ETS mit mehr Emissionszertifikaten überausgestattet (geschätzter Wert: 37,1 Mio. Euro)	66
Abbildung 13: Organische Rohstoffe für die Herstellung von organischen Grundchemikalien und Ammoniak, 2006	95
Tabelle 1: Heutige Einsatzbereiche von Erneuerbarer Energie (im ersten Umwandlungsschritt)	39
Tabelle 2: Energiebedarf für die Herstellung von Basischemikalien, in Petajoule (PJf)	96

VORWORT

Das Verhältnis zwischen der Chemiebranche und den Grünen bzw. der Umweltbewegung war nie konfliktfrei. Das ist noch milde ausgedrückt. Die katastrophalen Chemieunfälle der 1970er-Jahre – Bhopal, Sandoz, Seveso – haben die Entstehung der grünen Bewegung befördert; die Auseinandersetzungen um die grüne Gentechnik, um die europäische Chemikalienverordnung REACH, um Klimaschutz und Energiepolitik haben das gespannte Verhältnis zueinander geprägt. Aber auf beiden Seiten hat es Bewegung gegeben.

Die Grünen von heute bekennen sich aus guten Gründen ausdrücklich zum «Chemiestandort Deutschland» (siehe das Papier «Die Chemie muss stimmen» von Renate Künast, Fritz Kuhn, Jürgen Trittin und Thea Dückert vom Juli 2009). Die Chemieindustrie ist in Deutschland ein erheblicher Wirtschaftsfaktor. Sie gibt über 290.000 Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern (ohne pharmazeutische Chemie) Lohn und Brot. Aber nicht nur deswegen wollen die Grünen eine leistungsfähige Chemieindustrie in Deutschland halten und ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken. Die Innovationskraft der Chemiebranche ist wichtig, um die großen Probleme unserer Zeit wie den Klimawandel und die Ressourcenkrise zu lösen. Chemie kann z.B. helfen, Gebäude zu dämmen, Solarstrom zu erzeugen, saubere Autos zu bauen und die Materialeffizienz zu steigern.

Umgekehrt haben die meisten Chemieunternehmen verstanden, dass Ökologie und Ökonomie unter einen Hut gebracht werden müssen, wenn die Branche eine Zukunft haben will. Ökologie ist keine Konzession an den Zeitgeist, sondern ein hartes betriebs- und volkswirtschaftliches Thema: es geht um Kosten, Risikomanagement, die künftige Ressourcenbasis und Zukunftsmärkte. Ein grüner Strukturwandel eröffnet neue Geschäftsfelder, die die Wettbewerbsfähigkeit von morgen sichern: Biokraftstoffe der zweiten Generation (aus Abfallstoffen, Stroh, Zellulose etc.), intelligente Fassaden (Wärmedämmung, Kühlung, integrierte Solarzellen), neue Werkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe (bspw. Verpackungsmaterialien, Biokunststoffe) oder Batterietechnik für Elektroantriebe sind nur einige der vielen Beispiele, die zeigen, dass Klima- und Ressourcenschutz neue Marktchancen für die Chemiebranche geben. Auch betriebswirtschaftlich ist die Senkung des Energieumsatzes und Materialverbrauchs in der Chemieindustrie angesichts der Verknappung und Verteuerung vieler Ressourcen zwingend. Besonders interessant erscheinen uns die Potenziale der Biochemie, die mit bakteriellen und enzymatischen Verfahren arbeitet, die bei geringem Energieeinsatz ablaufen können.

Das heißt nicht, dass zwischen Chemieindustrie und grüner Bewegung jetzt die große Harmonie ausgebrochen wäre. Ob es um Zulassungsverfahren für neue

Chemikalien und Arzneistoffe geht oder um die Energiepolitik, die Ausgestaltung des CO₂-Zertifikatesystems oder die grüne Gentechnik – Differenzen gibt es trotz der Annäherungen der letzten Jahre immer noch genug.

Vor diesem Hintergrund hat die Heinrich-Böll-Stiftung eine Studie in Auftrag gegeben, die aufzeigen soll, welche Veränderungen die Chemiebranche in der Bundesrepublik vollziehen muss, um den Umwelt- und Klimaschutzziele gerecht zu werden und gleichzeitig ihre Produktion wettbewerbsfähig zu halten. Die Studie «Going Green: Chemie – Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente Chemieindustrie» unterbreitet zahlreiche Vorschläge, wie die Transformation zu einer nachhaltigen Chemie gelingen kann. Dabei haben wir uns auf die Grundstoffchemie beschränkt. Zudem erheben die vorgestellten Handlungsfelder nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Wir wollten mit den Handlungsempfehlungen jedoch politische Initiativen in Gang setzen, die zentrale Transformationsprozesse anstoßen können.

So wollen wir z.B. durch die Einrichtung einer europäischen Negativ- und Positivliste von gefährlichen bzw. weniger gefährlichen Stoffen dazu beitragen, weniger riskante Chemikalien nachzufragen – und so einen stofflichen Substitutionsprozess in Richtung einer «gesundheits- und umweltverträglichen Chemie» anstoßen.

Angesichts von Klimawandel und schrumpfenden Erdölreserven müssen jetzt die politischen Weichen gestellt werden, um einen Wechsel der chemischen Rohstoffbasis von Erdöl zu Biomasse, den sogenannten «feedstock change», zu realisieren. Die stoffliche Nutzung der Biomasse ist die effizienteste Nutzung dieses knappen Gutes. Dabei dürfen die Fehler aus dem Bereich «Biotreibstoffe» nicht wiederholt werden: Lebensmittel gehören zuallererst auf den Teller, eine Kaskadennutzung der Biomasse muss vorrangig sein, und Nachhaltigkeitsanforderungen müssen auch für die stofflich genutzte Biomasse gelten.

Substanzielle Fortschritte bei der Chemikaliensicherheit und beim Klimaschutz werden wir nur über Neuentwicklungen, insbesondere durch Sprunginnovationen, erreichen. Daher schlagen wir «Innovationsräume» für solche Technologien vor, die große Potenziale im Bereich Ressourcen- und Klimaschutz aufweisen (z.B. weiße Biotechnologie, effizientere Synthesewege, Speichertechnologien).

Wir hoffen, wir konnten mit dieser Auswahl an Vorschlägen Ihr Interesse für unsere Studie wecken. Wir haben sie schon im Vorfeld mit Vertreterinnen und Vertretern der Industrie, den Umweltverbänden und der Politik diskutiert und wünschen uns auch mit der fertigen Studie eine konstruktive Auseinandersetzung über eine «grüne Chemie der Zukunft».

Berlin, im Oktober 2011

Ralf Fücks
Vorstand der Heinrich-Böll-Stiftung

Dorothee Landgrebe
Ökologiereferentin der Stiftung

KURZFASSUNG DER STUDIE

Die Chemische Industrie: Schlüsselbranche für den Standort Deutschland und die Umwelt!

Die Chemische Industrie ist ein wichtiger Faktor in der deutschen Wirtschaft. Die Branche beschäftigt in Deutschland über 400.000 Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer und gehört zu den größten Chemieproduzenten in der Welt. Für viele Menschen steht die Chemische Industrie aber auch für Umweltverschmutzung, hohe Risiken und Treibhausgasemissionen. Doch zugleich brauchen wir die Innovationskraft der Chemiebranche, um die großen Probleme unserer Zeit wie den Klimawandel und die Ressourcenkrise zu lösen. Denn chemische Erzeugnisse können z.B. helfen, Gebäude zu dämmen, Solarstrom zu erzeugen und saubere Autos, Busse und Bahnen zu bauen.

Wie aber kann es der Chemiebranche gelingen, Ökologie und Ökonomie unter einen Hut zu bringen? Die Studie «Going Green: Chemie – Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente Chemieindustrie» beschreibt, welche Veränderungen die Chemiebranche in der Europäischen Union bzw. der Bundesrepublik Deutschland durchlaufen muss, um den Umwelt- und Klimaschutzziele gerecht zu werden und gleichzeitig die Produktion wettbewerbsfähig zu halten.

Wie die graue Chemie grün wird: Sieben Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente Chemieindustrie

1. Dreifach-Dividende durch Ressourceneffizienz!

Die Chemieindustrie ist eine ressourcenintensive Branche, sie zählt u.a. zu den Branchen mit dem höchsten Stromverbrauch und basiert überwiegend auf Erdöl als stofflicher Grundlage. Die Ressourceneffizienz der Chemiebranche muss gesteigert werden, denn diese bringt eine dreifache Dividende: Sie senkt die Abhängigkeit von Rohstoffimporten; sie stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie; sie entlastet die Umwelt und das Klima. Es gibt keinen anderen Ansatz, wie Ökologie und Ökonomie zusammen gehen, der so greifbar und anerkannt ist. Daher sollen politische und unternehmerische Entscheidungen im Bereich der Chemischen Industrie stärker auf mehr Ressourceneffizienz ausgerichtet sein. Dafür bedarf es zweierlei: Transparenz und ein preislicher Anreiz.

Vorschläge:

- **Mehr Informationen für die Lieferkette und den Verbraucher: der Steckbrief**
Ressourceneffizienz setzt voraus, dass deutlich wird, wie hoch der Ressourcenverbrauch für die Produktion einer Chemikalie ist. Daher sollten der Ressourcenverbrauch für die Herstellung mengenmäßig wichtiger Chemikalien für jede Firma ermittelt und in Form eines Steckbriefs kommuniziert werden. Dieser Steckbrief kann in der Lieferkette Kaufentscheidungen beeinflussen und im Rahmen der Berichterstattung zum nachhaltigen Wirtschaften einbezogen werden. Dies setzt allerdings voraus, dass die Ermittlung der Ressourceneffizienz von Produkten und Dienstleistungen methodisch verbindlich festgelegt wird.
- **Ressourcenabbau muss eine Preis haben: die Förderabgabe**
Zur Unterstützung einer ressourceneffizienteren Entwicklung sollte es eine bergrechtliche Förderabgabe auf abgebaute bzw. importierte Rohstoffe geben. Dadurch setzt man nicht nur einen preislichen Anreiz für einen effizienten Umgang mit Rohstoffen, sondern generiert schon bei vergleichsweise niedriger Abgabe höhere Finanzbeträge, die zweckgebunden für die Förderung der Ressourceneffizienz ausgegeben werden müssen.

2. Gefährliche Chemikalien substituieren!

Hersteller und Verbraucher müssen Produkte entwickeln bzw. nutzen, die sicher sind. Dazu bedarf es der Transparenz über die Gefährlichkeit der Stoffe, aber auch über weniger gefährliche chemische Ersatzstoffe, sprich: Substitute.

Bisher sind weder für Produktentwickler noch für den Verbraucher die Alternativen zu einer gefährlichen Chemikalie klar. Öffentlich zugängliche Datenbanken können Transparenz schaffen und verbessern die Marktchancen für die europäischen Chemieunternehmen, die die Entwicklung von weniger gefährlichen Substanzen vorantreiben. Die damit ausgelöste Transformation zu «besseren» (besser gesundheits- und umweltverträglichen) Produkten stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Chemieunternehmen.

Vorschläge:

- Die Substitution von gefährlichen Stoffen soll durch europäische Datenbanken vorangetrieben werden.
- Das Ergebnis der Sicherheitsprüfung im Rahmen von REACH – die Gefährlichkeit eines Stoffes – soll für alle durch die Veröffentlichung im Internet *transparent* werden. Hierfür ist es erforderlich, die Einspruchsrechte der Industrie gegen Datenveröffentlichungen aufzuheben.
- Des Weiteren ist erforderlich, dass die Bearbeitungskapazitäten in den zuständigen Behörden deutlich gesteigert werden, damit die *Negativlisten* über besonders gefährliche Chemikalien schnellstmöglich komplettiert werden. Zudem soll über einen zusätzlichen Qualitätssicherungsprozess

erreicht werden, dass die Qualität der von der Industrie eingereichten Daten verbessert wird.

- Eine *Positivliste* soll Auskunft über Chemikalien geben, die eine geringere Gefährlichkeit aufweisen oder die gänzlich ungefährlich sind. Die Positivliste ist eine Fundgrube für Produktentwickler.
- Eine *Haushaltsproduktedatenbank* (HPDB) soll dem Verbraucher ermöglichen, sich über die Zusammensetzung der Produkte und deren Gefährlichkeit zu informieren. Sie kann mit den Barcodes auf der Produktverpackung kombiniert werden, so dass die Gefährlichkeit eines Produktes, mittels Smartphones abgefragt, zur Kaufentscheidung herangezogen werden kann.

3. Weg vom Öl mit einem «feedstock change» in der Chemiebranche!

Rund 15% des heutigen Erdölverbrauchs geht als Rohstoff in die Herstellung organischer Chemikalien. Fällt Erdöl als Primärrohstoff aus, gibt es bisher keine Alternativen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Vielen Menschen ist nicht bewusst, wie viele Produkte mittlerweile auf Erdöl als Grundstoff basieren, ob Textilien, Medikamente oder beinahe sämtliche Kunststoffprodukte. Noch weniger bekannt ist allerdings, dass es für die meisten dieser Produkte bereits Alternativen auf Basis nachwachsender Rohstoffe (Biomasse) gibt.

Neben der Abhängigkeit von dem immer knapper werdenden Öl bzw. von Öl, das mit immer riskanteren Verfahren gewonnen werden muss, ist dies auch aus Klimaschutzgründen ein Problem. Denn Erdölprodukte speichern Kohlenstoff, der am Ende des Produktlebens im Rahmen der Abfallentsorgung als Treibhausgasemission wieder in die Umwelt gelangt. Trotz dieser eindeutigen Nachteile bleibt das Verhältnis der eingesetzten Biomasse zu fossilen Stoffen in der chemischen Produktion seit Jahren konstant bei nur rund eins zu zehn.

Notwendig ist ein mittel- bis langfristiger Wechsel der chemischen Rohstoffbasis von Erdöl zu Biomasse: ein «feedstock change». Nur so kann man die Klimaziele erreichen und die Abhängigkeit vom Öl verringern.

Biomasse ist das «Öl des 21. Jahrhunderts». Der Wettlauf zwischen Strom, Tank, Teller oder Tüte ist in vollem Gange und birgt fast ebenso viele Konflikte und Fallstricke wie der Wettlauf um den Rohstoff des 20. Jahrhundert, das fossile Öl.

Deswegen müssen jetzt politisch die Weichen gestellt werden, wie die Biomassepotenziale der Zukunft eingesetzt werden sollen. Zu allererst gehört Biomasse auf den Teller, das heißt: Biomasse muss nach dem Grundsatz «food first» vorrangig zur Lebensmittelproduktion eingesetzt werden. An zweiter Stelle sollte allerdings die stoffliche Nutzung der Biomasse beispielsweise in der Chemischen Industrie zum Einsatz kommen,¹ denn dies wäre die effizienteste

1 Mittelfristig – bis 2050 – werden Biokraftstoffe insbesondere im Güter- und Luftverkehr alternativlos sein. Langfristig sollte eine energetische Nutzung von Biomasse nur noch am Ende einer Kaskadennutzung nach der stofflichen Nutzung erfolgen.

Verwendung des knappen Gutes Biomasse. Und im Unterschied zum Strom- und Wärmebereich, der u.a. auf Sonne und Wind zurückgreifen kann, ist für die Chemische Industrie alternativ zur Biomasse keine weitere regenerative Kohlenstoffquelle bekannt.

Vorschläge:

- **Staatliche Subventionen müssen die Richtung weisen!** Die bisherige staatliche Förderung ist kontraproduktiv: Daher muss das bisherige Fördersystem umgebaut und die Benachteiligung der stofflichen Nutzung von Biomasse gegenüber Erdöl bzw. Erdgas beendet werden. Die stoffliche Nutzung von fossilem Kohlenstoff darf nicht länger gegenüber der energetischen Nutzung steuerlich mit jährlich rund 1,7 Milliarden Euro begünstigt werden. Ebenso kritisch zu sehen: Die Bundesregierung fördert bisher die Nutzung von Biomasse vorrangig im Energiebereich (Wärme und Strom). Die eingenommenen Gelder aus der Subventionsstreichung sollten eingesetzt werden, um beispielsweise im Rahmen eines Zehn-Jahres-Programms den «feedstock change» finanziell zu fördern. Die Gelder könnten in die Forschung, in Investitionszuschüsse für Pilotanlagen, in die Sicherstellung der Nachhaltigkeit und in die Entwicklungshilfe zum Aufbau vorbildlicher Agrarstrukturen gelenkt werden.
- **Nichts geht verloren – Kaskadennutzung privilegieren!** Dabei sollte immer darauf geachtet werden, dass die staatliche Förderung die Kaskadennutzung der Biomasse privilegiert: erst eine stoffliche Nutzung, dann eine Wiederverwendung oder Re- bzw. Upcycling und am Ende des stofflichen Lebenszyklus für die Rest- und Abfallstoffe eine energetische Nutzung. Nur so kann die Biomasse so effizient wie möglich eingesetzt werden. Erreicht werden kann dies durch eine verstärkte Förderung von «Bioraffinerien». Der Sammelbegriff «Bioraffinerie» steht für Anlagen, die Lebensmittel, Futtermittel, Chemikalien, Werkstoffe, Biokraftstoffe und Energieprodukte durch chemisch-physikalische Umwandlungs- und Trennprozesse unter möglichst vollständiger Ausnutzung der Biomasse erzeugen.
- **Nachhaltigkeit sicherstellen!** Doch die Fehler der Vergangenheit dürfen dabei nicht wiederholt werden. So gibt es für die Biomasse, die von der Chemischen Industrie eingesetzt wird, bisher keine bindenden Nachhaltigkeitsanforderungen. Die Nachhaltigkeitsanforderungen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie bzw. der Biokraftstoff-Richtlinie der EU müssen auf die stofflich genutzte Biomasse ausgedehnt werden.

4. Einsparungen an Treibhausgasemissionen konkret festlegen!

Die Chemische Industrie ist für etwa zehn Prozent des Strombedarfs in der Bundesrepublik verantwortlich. Obwohl es gelungen ist, die Emissionen pro Produkteinheit in den letzten Jahren zu senken, sind die prozessbedingten Emissionen der deutschen Chemieindustrie seit 1999 um 21% gestiegen. Dies

wird mit der Steigerung der Produktion erklärt. Weitere Verbesserungen sind daher erforderlich, um die Ressourceneffizienz der Industrie zu steigern.

Vorschlag:

Die Steigerung der Ressourceneffizienz der Chemieindustrie ist nur über einen ambitionierten Emissionshandel erreichbar. Allerdings sind die von der EU-Kommission kürzlich festgelegten Benchmarks² für die Zuteilung kostenloser Emissionszertifikate in der dritten Handelsperiode für die Chemiebranche recht komfortabel ausgefallen. Die Benchmarks werden daher in Deutschland wahrscheinlich zu keinen großen Investitionen in die Energieeffizienz der Chemieanlagen führen. Aktuell läuft eine politische Diskussion, ob die EU ihre Zielfestlegung für die Treibhausgasreduzierung verbindlich und unabhängig von den internationalen Verhandlungen auf 30% für das Jahr 2020 verschärft. Daher der Vorschlag: Es sollte eine unkonditionierte Festsetzung des EU-Einsparziels auf 30% erfolgen. Im Rahmen der hieraus resultierenden Verschärfungen für das EU-Emissionshandelssystem werden sich dann auch die erforderlichen Einsparungen für die Chemische Industrie ergeben.

5. Wider die Gießkanne – Wirtschaftsförderung nach grünen Zielen strukturieren!

Die vielen verschiedenen staatlichen Wirtschaftsförderungstöpfe – von der EU über den Bund bis hin zu den Ländern und Gemeinden – sollten konsequenter an den Zielen *Wettbewerbsfähigkeit* und *Ressourceneffizienz* ausgerichtet werden. Folgende Schwerpunkte könnten im Bereich der Chemischen Industrie umgesetzt werden: Förderung der Ressourceneffizienz, neue ressourcenschonende Geschäftsmodelle wie das Chemie-Leasing, Ökodesign im Chemiesektor sowie die Kaskadennutzung der Biomasse.

6. Innovationsräume für mehr Ressourcenschutz eröffnen!

Substanzielle Fortschritte bei der Ressourceneffizienz werden nur über Neuentwicklungen (Innovationen) erreicht werden können. Um die sehr ambitionierten Klimaschutzziele bis 2050 auch im Chemiesektor erreichen zu können, sind insbesondere im Kernbereich der Branche, der chemischen Synthese, Sprunginnovationen erforderlich, um die Ressourceneffizienz deutlich zu steigern. Aus Umweltschutzsicht ist es daher notwendig, dass derartige Innovationen tatsächlich verwirklicht werden.

Das Planen und die Realisierung von Innovationen sind schwierig und bergen das Risiko des Scheiterns in sich. Dennoch würden ohne eine deutliche

- 2 Die Vergabe orientiert sich an der besten verfügbaren Technik: Einem Chemiewerk etwa werden nicht mehr danach Zertifikate zugeteilt, wie viel CO₂ es bisher ausgestoßen hat, sondern gemessen an dem Maßstab, wie hoch der Ausstoß eines modernen und effizienten Chemiewerks der gleichen Größenordnung ist (genauer: der besten 10%).

Intensivierung der Forschung und Entwicklung auf diesen strategischen Feldern überhaupt keine Erfolge eintreten. Deswegen müssen auch hier klare Schwerpunkte gesetzt und die mit neuen Technologien verbundenen Risiken frühzeitig mit allen Stakeholdern im intensiven Dialog erfasst und reduziert werden.

Ein adäquater *Innovationsraum* wäre gekennzeichnet durch:

- die Konzentration der Forschungsförderung auf ein Feld, was für die Ressourceneffizienz von herausragender strategischer Bedeutung ist;
- die intensive, auch finanzielle Beteiligung der Wirtschaft an der Entwicklung;
- die langfristige, stufenweise Planung bis zur Praxisreife;
- gesellschaftliche Dialoge zur Konkretisierung des Vorsorgeprinzips;
- eine Verfahrenssicherheit mittels verbindlichen Ausbauzielen, Schiedsverfahren und Sanktionsmechanismen.

Auf folgenden *Feldern* könnte die *Eröffnung von Innovationsräumen* sinnvoll sein:

- weiße Biotechnologie³;
- Nanotechnologie;
- CO₂ als Chemiebaustein;
- Reaktionsenergie aus der Sonne;
- effizientere Synthesewege;
- Vermeidung von gefährlichen bzw. toxischen Substanzen;
- effiziente Energiespeicher.

7. Neue Kunststoffe, die endlich sind – Product Stewardship!

Heute stellen Kunststoffabfälle aus dem Konsumbereich (hauptsächlich Verpackungskunststoffe) ein großes Problem dar. Gerade in Entwicklungs- und Schwellenländern ist die Vermüllung der Landschaft erschreckend; in den Meeren zirkulieren diese Abfälle in großen Strudeln. Für dieses Problem ist insbesondere die sehr hohe Persistenz der heutigen Kunststoffe über Jahrzehnte und Jahrhunderte verantwortlich, obwohl diese hohe Persistenz im Verpackungsbereich gar nicht nötig wäre.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass die Verpackungen im Meer über die Jahre zerkleinert werden und sich als sogenannte Mikroplastik-Partikel mit Schadstoffen anreichern, von Meeresorganismen aufgenommen und in der Nahrungskette akkumuliert werden. In welchem Umfang die Mikroplastik-Partikel bereits in unserer Nahrung angekommen sind, wird gegenwärtig untersucht.

Die Spitze dieses Problems ist noch lange nicht erreicht, weil man sehr genau beobachten kann, wie mit dem steigenden Einkommen in den Entwicklungsländern auch der Kunststoffkonsum und infolgedessen auch das Aufkommen an

3 D. i. der Einsatz biotechnologischer Methoden für industrielle Produktionsverfahren.

Kunststoffmüll zunimmt. Somit wird sich der Eintrag der Kunststofffrachten in die Umwelt in den nächsten Jahren stetig erhöhen.

Eine Lösung über die Verbesserung der abfallwirtschaftlichen Bedingungen in den genannten Ländern wird von vielen Seiten gefordert und ist auch prioritär. Es besteht allerdings zu befürchten, dass diese Lösungsstrategie allein nicht ausreichen wird.

Vorschlag:

Es sollte im Rahmen einer europaweiten Regelung festgelegt werden, dass zukünftig nur noch *Kunststoffe im Verpackungsbereich* zum Einsatz kommen, *die nach wenigen Jahren in der Umwelt abgebaut sind*. Hierfür sind detaillierte Anforderungen an den vollständigen Abbau zu entwickeln. Diese neuen Werkstoffe müssen im Rahmen eines Zulassungsverfahrens die festgelegten Anforderungen erfüllen und dürfen erst anschließend auf den Markt.

Um einer Wegwerfkultur nicht Vorschub zu leisten und eine Verringerung des Kunststoffabfalls im Blick zu behalten, sollten weiterhin die getrennte Sammlung und Sortierung der Verpackungsabfälle erfolgen und für die stoffliche Verwertung chemische Recyclingverfahren aufgebaut werden.

Ein Chancenkorridor für den Wandel

Diese angeführten sieben Handlungsfelder berühren alle ökologisch relevanten Bereiche der Chemischen Industrie. Neue Herausforderungen stellt die Ressourcenschutzpolitik und mit ihr der Klimaschutz. Die Chemische Industrie zeigt hier zwei Gesichter: Einerseits ist sie als Rohstoff- und Energieverbraucher ein wesentlicher Emittent und damit Problemverursacher; andererseits ist sie mit einer Vielzahl ihrer Produkte schon heute ein wichtiger Teil der Problemlösung. Die Studie stellt die Frage, ob diese in Deutschland wichtige, ökonomisch leistungsfähige Industrie tatsächlich auch das Potenzial zur Problemlösung hat und ob angesichts der Größe der zukünftigen ökologischen Herausforderungen diese Chemiebranche nicht als Chance begriffen werden kann und muss, an der Lieferung der erforderlichen Lösungen mitzuwirken und hierbei auch noch Geld zu verdienen. Die Antwort lautet: ja.

Going Green: Chemie – Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente Chemieindustrie

1 Einleitung

Die Heinrich-Böll-Stiftung hat die BZL Kommunikation und Projektsteuerung mit der Erarbeitung einer Studie beauftragt, in der die positiven Entwicklungsperspektiven für den Wirtschaftssektor «Chemische Industrie» dargestellt werden – und zwar für den Fall, dass sich Politik und Industrie endlich auf einen ökologischen *Chancenkorridor* verständigen.

Diese Studie ist eine Positionsbestimmung für zukünftige regulatorische Vorhaben auf dem Feld der Chemiewirtschaft. Die Studie steht nicht isoliert dar, sie basiert auf vielen wissenschaftlichen Diskussionen und Vorarbeiten. Hinzu kamen viele Gespräche mit Vertreterinnen und Vertretern von Nichtregierungsorganisationen (NGOs), der Chemischen Industrie und einzelnen Unternehmen.

Die Chemische Industrie ist ein Wirtschaftssektor mit hoher internationaler Vernetzung. Gleichwohl konzentriert sich die Studie schwerpunktmäßig auf den deutschen bzw. europäischen Wirtschaftsraum.

2 Going Green – neue Herausforderungen für Ökologie und Ökonomie

Die Chemische Industrie wird im Rahmen ökologischer Diskussionen gemeinhin als einer der herausragenden Problemverursacher gesehen. Dieses Urteil ist historisch gewachsen, und es gab viele bedenkliche Ereignisse, die diese Einschätzung immer wieder erneuert bzw. erhärtet haben.

Ist dieses Urteil heute noch berechtigt, in einer Zeit, in der die Chemische Industrie insbesondere in den westlichen Ländern an einer Verbesserung ihres Images gearbeitet hat und die großen Katastrophen, wie sie in der Vergangenheit auftraten – man denke nur an Seveso, Bhopal, Sandoz –, selten geworden sind? Mit dieser Frage wird sich Kapitel 3 dieser Studie auseinandersetzen.

Vielleicht noch spannender ist die Frage, ob man sich die in Deutschland existierende und ökonomisch leistungsfähige Industriebranche auch als positive Möglichkeit der Problemlösung vorstellen kann. Kann es einen Korridor geben, in dem ökonomische und ökologische Chancen zusammengehen, vielleicht sich sogar gegenseitig bedingen?

Die Diskussion über einen Chancenkorridor klingt akademisch, sie ist angesichts der globalen Herausforderungen, die unser heutiger Ressourcenverbrauch nach sich zieht, eine Notwendigkeit geworden. Wie groß die Herausforderung ist, soll ein schlichtes Beispiel verdeutlichen: Wir verbrauchen heute jährlich eine Erdölmenge, deren Bildung aus Sonnenlicht und Biomasse auf unserer Erde einige Millionen Jahre gedauert hat. An diesem Verbrauch ist neben dem Mobilitätssektor auch die Chemische Industrie nicht unwesentlich beteiligt. Andererseits brauchen wir Stoffe und Chemikalien, um eben diesen Ressourcenraub zu beenden.

Wir werden uns als Gesellschaft im Bereich dieser Industrie auf etwas einlassen müssen, was wir in anderen Branchen wie der IT-Industrie tagtäglich vorgeführt bekommen: Neuentwicklungen, Innovationen, vielleicht sogar Sprunginnovationen. Hiervon wird Kapitel 4 handeln.

In Kapitel 5 wird ein Fazit aus diesen Untersuchungen und Betrachtungen gezogen.

3 Die Chemische Industrie in Deutschland – Status quo und Entwicklungen

Diese Untersuchung ist schwerpunktmäßig eine ökologische Betrachtung. Daher werden die ökologischen Aspekte besonders detailliert untersucht. Die ökonomischen und sozialen Aspekte werden in dem Umfang herangezogen, wie sie zum Verständnis der Branche von Bedeutung sind.

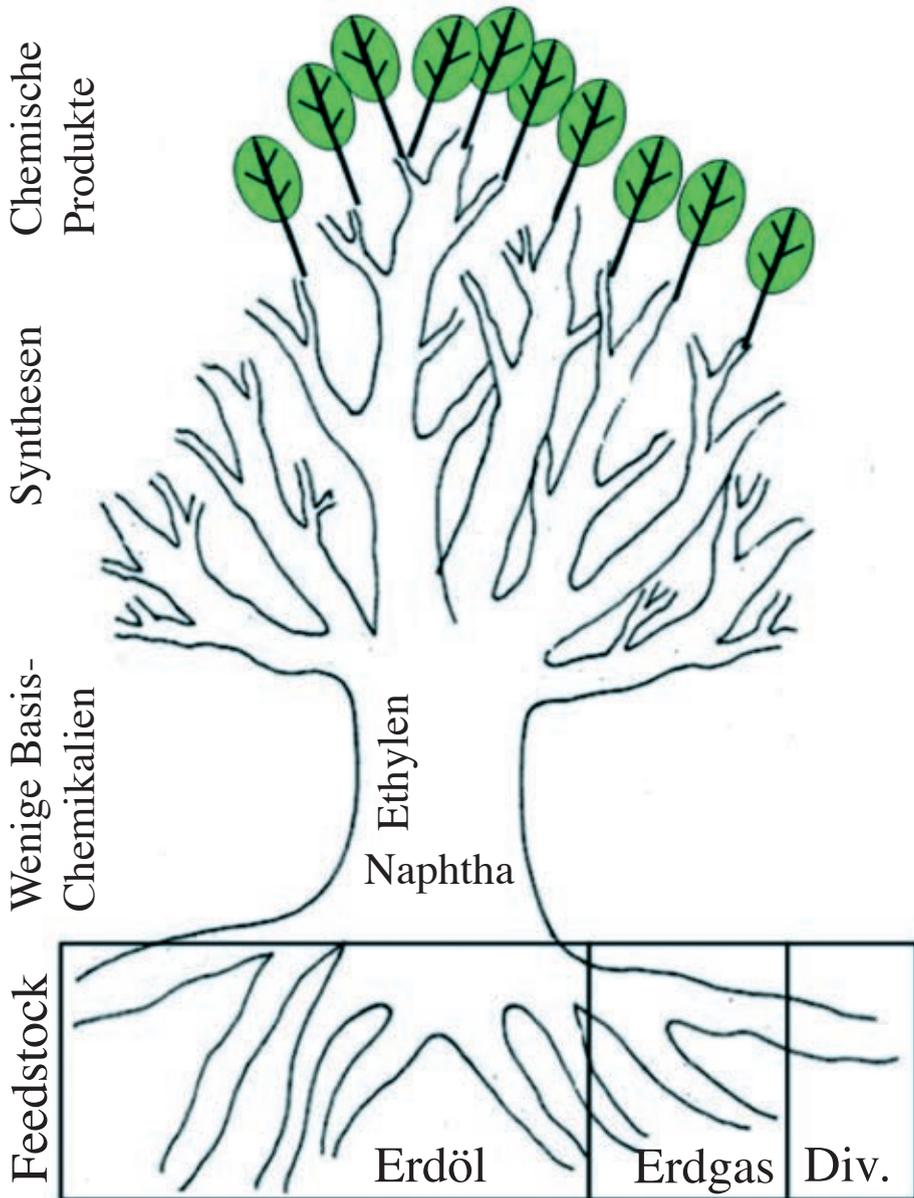
3.1 Was macht die Branche?

Über die Chemische Industrie als Branche sind bereits viele Bücher geschrieben worden. Aber was macht die Branche eigentlich wirklich? Es werden Stoffe (zumeist chemische Verbindungen) erzeugt bzw. umgewandelt, um sie am Ende häufig in einer längeren Kette von Produktionsschritten zu dem zu «formen», was wir dann als Produkt kaufen können. Chemisch kann man die Branche in Unternehmen unterteilen, deren Produkte rein anorganisch sind (beispielsweise Düngemittel), oder die organisch sind (Kohlenstoffverbindungen). Zu letzteren gehören die sogenannten Kunststoffe, Plastik oder Polymere wie Polyethylen. Die Chemische Industrie stellt anorganische Grundchemikalien wie Chlor, Schwefelsäure, Natronlauge oder Ammoniak her, oft in Mengen von Millionen von Tonnen jährlich. Die Chemische Industrie produziert aber auch viele komplexe Stoffe, unter anderem pharmazeutische Wirkstoffe (Arzneistoffe) und sogenannte Schädlingsbekämpfungsmittel⁴ (Pestizide). Auch die Herstellung von Computern, Kraft- und Schmierstoffen für die Automobilindustrie und vielen anderen

⁴ Chemikalien, die gegen lästige oder schädliche Lebewesen vorbeugen oder diese töten, abwehren oder in ihrer Vermehrung hemmen, siehe <http://www.epa.gov/pesticides/about/index.htm>. Ob eine Pflanze oder ein Tier als lästig oder schädlich gilt, wird in der Regel aus der Interessenlage des Menschen heraus definiert.

technischen Produkten gehört zum Portfolio der Branche. Die folgende Abbildung gibt ein sehr vereinfachtes Schema der Produktion *organischer* Chemikalien wieder, zum besseren Verständnis dieser Untersuchung.

Abbildung 1: Schematische Übersicht der Produktion organischer Chemikalien



Man erkennt in Abb. 1 die Rohstoffbasis Erdöl und Erdgas, die Umwandlung zu wenigen wichtigen Basischemikalien und den Aufbau eines Synthesebaumes, aus dem dann letztlich die allermeisten Chemikalien synthetisiert werden können. Die Chemikalien werden anschließend zu Produkten verarbeitet; diese

werden genutzt und ganz am Ende dann zu Abfall und über den Abfallpfad zu Kohlendioxid. Zum Verständnis dieses Ablaufes ist es wichtig festzuhalten, dass es sich bei dem Weg – energetisch (genauer: thermodynamisch) betrachtet – vom Erdöl/Erdgas über das Produkt und das Kohlendioxid um einen „Abstieg“ handelt (unter Freisetzung von Wärmeenergie). Nur unter Zufuhr von externer Energie lässt sich dieser Prozess in die andere Richtung nach „oben“ umdrehen. Daher hat die Branche im Kern nur zwei Bedingungen, um die gewünschten organischen Produkte zu erzeugen:

- die entsprechenden Rohstoffe;
- die entsprechende Energie.

Es ist also nicht verwunderlich, dass die Branche ökologisch relevant ist, wenn man zusätzlich noch die Höhe des Stoffumsatzes mit einbezieht.

Nach eigenen Angaben verwendet die Chemische Industrie rund 18,5 Mio. t fossiler Rohstoffe stofflich, hauptsächlich Erdöl (immerhin 15% des gesamten Verbrauchs in Deutschland), so die Bundesregierung. Der Stromverbrauch liegt bei etwa 10% des Gesamtverbrauchs in Deutschland. Amtliche Daten zum gesamten Energieverbrauch sind der Bundesregierung nicht bekannt (BUNDESREGIERUNG 2011).

3.2 Ökonomische Bedeutung

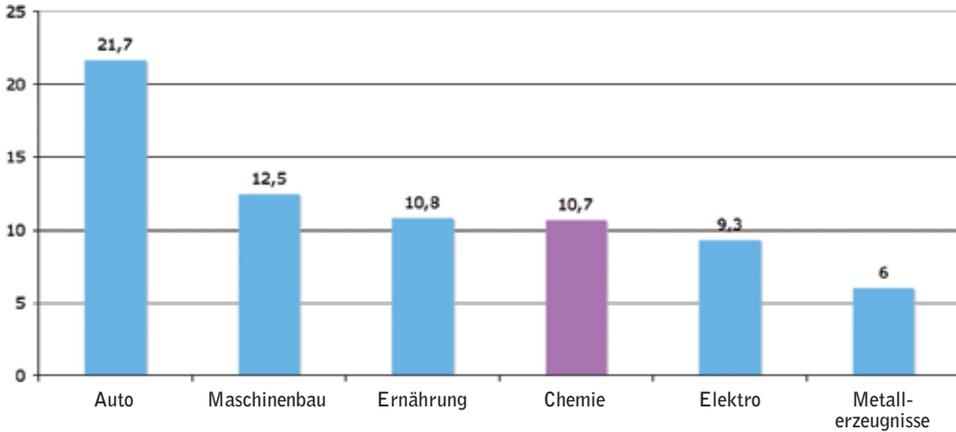
Mit einem weltweiten Umsatz von rund 3 Billionen US-Dollar bietet die Chemische Industrie auf der Welt Arbeit für 7 Millionen Menschen und unterstützt die Beschäftigung von weiteren rund 20 Millionen (DESA 2011).

Die europäische Chemieindustrie weist einen Umsatz von 537 Milliarden Euro auf und ist mit rund 1,2 Millionen Beschäftigten eine der größten Industriebranchen in der EU. Im europäischen Vergleich ist wiederum die deutsche Branche mit Abstand führend. Rund ein Viertel des europäischen Umsatzes der Branche wird in Deutschland erzielt (VCI 2009a).

Absolut liegt der Umsatz der Chemieindustrie in Deutschland bei über 100 Milliarden Euro, die Zahl der Beschäftigten liegt bei über 400.000. Zusätzliche 380.000 Arbeitsplätze entstehen, so der Verband der Chemischen Industrie VCI, durch die Nachfrage der Chemieunternehmen bei Zulieferern (VCI 2010).

Die Chemische Industrie ist in Deutschland die viertgrößte Industriebranche, am Umsatz des Verarbeitenden Gewerbes beträgt ihr Anteil 10,7%. Nur der Kraftfahrzeugbau (21,7%), der Maschinenbau (12,5%) und die Ernährungsbranche (10,8%) liegen davor.

Abbildung 2: Anteile wichtiger Branchen am Umsatz des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland



(Quelle: VCI 2010)

Weltweit ist die deutsche Chemische Industrie auf Platz 4 und nimmt daher auch international eine herausragende Stellung ein. Seit Jahrzehnten werden innerhalb der Branche, aber auch in der Politik die wirtschaftlichen Zukunftschancen der Chemischen Industrie diskutiert. Wie dargestellt, basiert die Branche auf Rohstoffen wie Erdöl oder Erdgas. Da das Vorkommen bzw. die Fördermenge dieser Rohstoffe in Deutschland bei weitem den Bedarf nicht deckt,⁵ muss ein Großteil der benötigten Mengen aus den bekannten Erdöl- bzw. Erdgasförderländern herantransportiert werden. Daher wurde mit Sorge gesehen, wie einige dieser Länder sozusagen in Nachbarschaft ihrer Rohstoffquellen zunehmend ihre eigene Chemische Industrie aufgebaut haben und den Weltmarkt beliefern.

Aus diesem Grund unterliegt gerade die Produktion von Massenchemikalien wie Kunststoffe einem erheblichen Wettbewerbsdruck am Weltmarkt. Aber bis heute konnte sich diese Produktion in Deutschland halten. Dies ist auch deshalb gelungen, weil an den Produktionsstandorten in effiziente Technologien investiert wurde.

Die Erzeugung der vielfältigen Spezialchemikalien setzt eine hohe Qualifikation und Innovationskraft in den Unternehmen voraus. Hier sind die Wettbewerbschancen am Standort Deutschland schon deutlich günstiger einzuschätzen. Dieser Markt ist wissensbasiert, er wird durch Forschung geschaffen. Die deutschen Unternehmen mit ihren hohen Forschungskapazitäten sind hier sehr gut aufgestellt.

Und die Zukunft des Marktes an chemischen Dienstleistungen und neuen entsprechenden Geschäftsmodellen beginnt erst. Hier zeigen die Erfahrungen

5 Nach Angaben des Wirtschaftsverbands Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. werden rund 14% des deutschen Bedarfs an Erdgas (13 Mrd. m³) bzw. knapp 3% an Erdöl (2,5 Mio. t) von inländischen Quellen gedeckt, siehe <http://www.erdoel-erdgas.de/article/articleview/7/1/59/>.

mit dem US-amerikanischen IT-Markt, dass auch Hochlohnländer auf diesem Feld kaum zu schlagen sind, wenn sie überzeugende Produkte anbieten – wobei man die beiden Branchen natürlich nicht schematisch vergleichen kann.

3.3 Ressourceneffizienz in der Chemischen Industrie

Was im englischen Sprachraum als «Green Production» oder «Green Economy» bezeichnet wird, wird im deutschen Sprachgebrauch eher technisch umschrieben. Die wohl treffendste deutsche Entsprechung ist der Begriff *Ressourceneffizienz*.

3.3.1 Unterschiedliche Definitionen

Ebenso wie Green Production ist Ressourceneffizienz als Begriff an unterschiedlichen Stellen fachlich definiert worden. So formuliert etwa der VDI: «Die Schonung natürlicher Ressourcen und die Minderung von Umweltbelastungen sind in ihrer zeitlichen und räumlichen Bedeutung ganzheitlich zu betrachten. D.h. auch bei der Analyse von einzelnen Produkten oder Betrieben bis hin zu ganzen Volkswirtschaften sind die indirekten Effekte, die an anderer Stelle bzw. zu einem anderen Zeitpunkt auftreten, möglichst zu berücksichtigen. Dies umfasst den effektiven und effizienten Einsatz von Ressourcen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Produkten und Dienstleistungen.» (VDI 4597)

Die Bundesregierung dem entgegen hat mit dem Begriff *Rohstoffproduktivität* gearbeitet. Man legte fest, dass die Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020 – bezogen auf 1994 – verdoppelt werden soll. Die fachliche Definition der Rohstoffproduktivität ist umstritten.

Das Umweltbundesamt hat additiv die relevanten Teilbereiche der natürlichen Ressourcen identifiziert (UBA, o. J.):

- Rohstoffe;
- Energieressourcen;
- Wasser als Ressource;
- Fläche (und Boden);
- biologische Vielfalt;
- Senkenfunktion der Natur (Umweltmedien, Ökosysteme).

Es gibt also eine ganze Reihe von Ansatzpunkten, um Ressourceneffizienz zu definieren. Was aber fehlt, ist eine einheitliche, anerkannte Methodik, um Ressourceneffizienz zu quantifizieren. Diese wird aber erforderlich sein, will man einer Branche im Rahmen von politischen Programmen Zielvorgaben machen. Gegenwärtig läuft im Verein Deutscher Ingenieure die Arbeit an mehreren Richtlinien, um dieses Defizit zu beseitigen.

Ressourceneffizienz sollte u.E. auf drei Säulen gestellt werden (VDI 4597):

- Energieeffizienz;
- Materialeffizienz (inkl. Fläche);
- Inanspruchnahme von Umweltsenken (inkl. Biodiversität).

Alle drei Säulen zusammen ergeben erst das Gesamtbild, nach dem eine Branche, eine Anlage oder ein Produkt als ressourceneffizient bezeichnet werden kann. Dabei stellen diese Säulen die Beurteilungskriterien dar, die Arbeitsmethode wird die bekannte und bewährte Ökobilanz/LCA in ihrer normierten Form sein (DIN EN ISO 14040/DIN EN ISO 14044).

Schwierig zu vermitteln ist, dass das Thema Klimaschutz – genauer: die Freisetzung von Treibhausgasen – nur ein Unterthema der Inanspruchnahme von Umweltsenken darstellt. Und zwar deshalb, weil Klimaschutz in der öffentlichen Wahrnehmung in Deutschland eine sehr hohe Bedeutung hat. Klimaschutz ist sicherlich das mit Abstand wichtigste Unterkriterium der Ressourceneffizienz. Aber es ist nur *ein* Kriterium, und es kann in Einzelfällen auch im Konflikt mit anderen Kriterien stehen. Wir wissen dies aus der Diskussion um Biomasse für Kraftstoffe oder die Maisfelder für die Energieerzeugung in Deutschland. Naturschutz, Flächeninanspruchnahme etc. können als Kriterium so wichtig werden, dass ein Gesamtergebnis anders ausfällt, als wenn nur der Klimaschutz als Kriterium herangezogen würde.

Daher ist es richtig, dass mit dem skizzierten Ansatz der Ressourceneffizienz ein Rahmen für eine umfassendere Bewertung gefunden wurde. Allerdings liegt derzeit nur die Hülle einer Methode vor, die durch methodische Feinarbeit und durch ein Anerkennungsverfahren erst noch zu einer verfügbaren Methode gemacht werden muss. Aktuell ist daher ein Bewertungs- bzw. Methodendefizit zu konstatieren.

Im Folgenden wird für die Chemische Industrie der Status quo für die drei Säulen der Ressourceneffizienz dargestellt.

3.3.2 Energieeffizienz

Die Energieeffizienz kann methodisch über den KEA (kumulierter Energieaufwand) ermittelt werden (VDI 4600). Vielfältige Studien zeigen sehr deutlich, dass die Chemiebranche in Deutschland, und hier insbesondere die großen Unternehmen, eine hohe Energieeffizienz erreicht haben. Dies ist primär dem Umstand geschuldet, dass die Optimierung der Energieverbräuche Kostenvorteile bringt. Der Verband der Chemischen Industrie VCI weist darauf hin, dass die Produktion in den letzten zehn Jahren um 57% gestiegen, der Energieeinsatz in dieser Zeit aber um knapp 19% gesunken sei.

Da die jeweiligen chemischen Reaktionen in ihrem Energiebedarf thermodynamisch klar definiert sind, ist der politische Spielraum zur Effizienzsteigerung begrenzt. Es wird kontrovers diskutiert, ob, nachdem in den avancierten Unternehmen die sogenannten «low hanging fruits» geerntet sind (s.o.), der verbleibende Spielraum oberhalb von 10% liegt oder darunter.

Weitergehende Optimierungen sind zwar möglich, sie gehen in der Regel auch mit einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen einher, aber sie rechnen sich nicht mehr so deutlich bzw. nur noch über längere Zeiträume, und sie sind häufig auch von den ökonomischen oder regulatorischen Rahmenbedingungen abhängig (Ölpreis, Emissionshandel, Immissionsschutz).

Daher wird die zukünftige Entwicklung maßgeblich von den Rahmenbedingungen der Branche in Deutschland abhängen. Und die Energieeffizienz wird auch davon abhängen, ob in einzelnen Syntheseverfahren innovative Sprünge erreicht werden können. So hat sich beim größten Energieverbraucher der Branche, der Ammoniaksynthese für die Düngemittelproduktion, in den letzten Jahrzehnten kaum etwas getan, obwohl man theoretisch und praktisch Möglichkeiten der Effizienzsteigerung sieht; diese sind aber noch nicht praxisreif.

3.3.3 Materialeffizienz

Der Materialaufwand der Chemischen Industrie ist im Wesentlichen im Verbrauch des organischen «feedstocks» (Ausgangsmaterial bzw. Rohstoff) zu sehen. Auch hier kann man zunächst konstatieren, dass die Branche in den letzten Jahren allein aus ökonomischen Gründen Effizienzgewinne realisieren konnte. Aber es ist auch im Rahmen von Vergleichsbetrachtungen auffällig, dass die unterschiedlichen Produktionsstätten in ihrer Materialeffizienz größere Unterschiede aufweisen. In welchem Umfang hier effizientere Verfahren Fortschritte bringen werden, ist schwer vorauszusagen.

Neben der rein quantitativen Materialeffizienz (erzeugte Produkteinheiten pro eingesetzter Materialmenge) spielt auch die Kritikalität einzelner Materialien bzw. Rohstoffe eine zunehmend große Rolle. Gerade die Chemische Industrie ist vielfältig von der Verfügbarkeit potenziell kritischer Rohstoffe abhängig, ja, die Abhängigkeit der Branche von kritischen Rohstoffen dürfte gestiegen sein.

Versorgungssicherheit

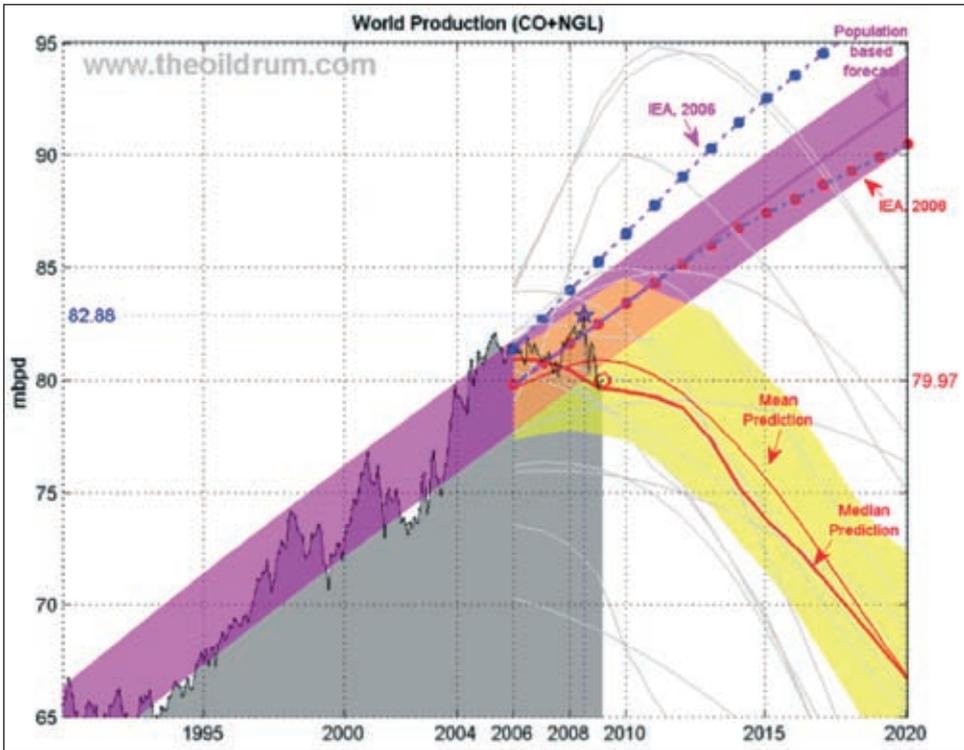
Für das Verständnis der Versorgungssicherheit ist die Kritikalität der Versorgung mit dem jeweiligen Rohstoff bzw. der jeweiligen Ressource von Bedeutung. Die Versorgung mit Erdöl erfolgt aus wenigen Ländern, die wiederum in der Regel als politisch nicht stabil einzuschätzen sind. Dieses Risiko versucht man seitens der Chemischen Industrie durch eine Diversifikation der Rohstoffversorgung zu mindern, was am Beispiel der BASF und ihrem Engagement auf dem Erdgassektor gut zu beobachten ist. Die Versorgung ist insoweit gelungen, denn Lieferausfälle sind bisher ausgeblieben. Ob dies aber auch in Zukunft gelingt, wird man abwarten müssen. Eine sukzessive Umstellung der organischen Rohstoffbasis auf Biomasse (siehe unten) hätte den Vorteil, die Versorgung auf eine deutlich sicherere und breitere Basis stellen zu können.

Im Zusammenhang mit einer Kritikalitäts-Analyse ist die Endlichkeit der Erdölvorkommen anzusprechen. Die prinzipielle Endlichkeit dieses Rohstoffes ist in der Fachwelt nicht kontrovers, gestritten wird darüber, wann das Fördermaximum der globalen Reserven erreicht sein wird bzw. ob es nicht bereits erreicht wurde. Abbildung 3 zeigt eine Abschätzung, nach der wir gerade jetzt dieses Maximum erreicht haben. Ob dies zutrifft, werden die nächsten Jahre zeigen.

Kritiker dieser *Peak oil*-Berechnungen weisen darauf hin, dass mit einer Verknappung bei gleichbleibendem Bedarf auch die Bereitschaft steigt, in neue Erschließungsprojekte zu investieren. Und dies scheint in der Tat zunehmend

der Fall zu sein, denn in vielen Regionen der Welt kann man beobachten, wie sich die Förderfirmen an neue Felder heranwagen. Die Kehrseite der Medaille ist, dass diese Projekte immer riskanter werden (Stichwort: Tiefseebohrungen) und/oder mit höheren Umweltbelastungen verbunden sind (Stichwort: Teersande (PIEPRZYK 2009) oder auch Erdgas-Fracking (ZITTEL 2010)). Zusätzlich ist die Exploration dieser sogenannten unkonventionellen Erdölvorkommen mit Kostensteigerungen verbunden, was den Erdölpreis in den nächsten Jahren weiter in die Höhe treiben dürfte. Auch hier würde eine sukzessive Umsteuerung auf Biomasse die Branche aus einer Mithaftung nehmen.

Abbildung 3: Vorhersage für die globale Ölproduktion



Die weltweite Förderung von Rohöl und NGL (nach EIA Monthly). Die Schätzung ergibt sich aus 15 Modellen, die die Spitze der Förderung vor dem Jahr 2020 sehen. Rund 95% der Vorhersagen sehen die Produktionsspitze zwischen den Jahren 2008 und 2010 erreicht und zwar bei 77,5 bis 85,0 mbpd.

Anmerkungen:

- * mbpd= Million of barrels per day
- * Gb= Billion of barrels (10⁹)
- * Tb= Trillion of barrels (10¹²)
- * NGPL= Natural Gas Plant Liquids
- * CO= Crude Oil + lease condensate
- * NGL= Natural Gas Liquids (lease condensate + NGPL)
- * URR= Ultimate Recoverable Resource

- Millionen Fässer am Tag (1 Barrel = 159 l)
- Milliarden Fässer
- Billionen Fässer
- Kohlenwasserstoffe wie Propan oder Ethan
- Rohöl und Kondensate
- Kondensat und flüssige Anteile der Erdgasproduktion
- die bekannte und erwartete förderwürdige Öl- bzw. Gasmenge

(Quelle: THE OIL DRUM 2009)

Die Chemische Industrie verteidigt allerdings weiterhin ihre Erdölbasis: Man sperre sich nicht grundsätzlich gegen einen Technologiewandel bei der Rohstoffversorgung hin zu mehr Biomassenutzung («feedstock change»), aber zunächst sollte man damit beginnen, das Öl nicht mehr zu verbrennen – so eine vereinfachte, aber weit verbreitete Argumentation in der Branche.⁶

Der Anteil der stofflichen Biomassenutzung lag 2008 in Deutschland bei circa 13% des organischen «feedstocks» (2,7 Mio. t, im Wesentlichen Pflanzenöle und Fette). Die Hauptprodukte aus diesen Rohstoffen sind Tenside und Kunststoffe (Polymere).⁷ Zwar hat sich die Menge an eingesetzter Biomasse in den letzten zehn Jahren stetig erhöht, aufgrund der gleichzeitig gestiegenen chemischen Produktion ist das Verhältnis Biomasse zu fossiler Masse aber in etwa konstant bei 10 bis 13% geblieben. Der Importanteil der biobasierten Rohstoffe liegt bei 60% (HÖHN 2011b).

Als weiteres Argument gegen Biomasse werden u.a. die Konkurrenz zur Produktion von Nahrungsmitteln oder der Naturschutz angeführt (siehe unten).

Insgesamt wird die Kritikalität der Rohstoffversorgung in der Branche durchaus erkannt. Es werden aber aktuell nur die Bemühungen der Diversifizierung auf dem fossilen Sektor verstärkt. Dabei hätte eine verstärkte Nutzung von Biomasse auch Klimaschutzvorteile (siehe Kapitel 3.5).

3.3.4 Umweltverbrauch und Umweltsenken

Hier sollen aufgrund ihrer Bedeutung für den Status quo der Chemiebranche die Emissionen an «Schadstoffen» und Treibhausgasen betrachtet werden.

3.3.4.1 Schadstoffemissionen

Schadstoffe waren sozusagen der Markenkern der Chemischen Industrie. Allerdings ist der Begriff «Schadstoffe» breit und unspezifisch. Es waren insbesondere die hochtoxischen Einzelstoffe, die schon in geringen Mengen eine äußerst schädliche Wirkung auf den Menschen haben, deren Emissionen die Branche in Verruf brachten. Allen voran war es ein Unfall in Meda/Norditalien im Jahr 1976 bei der Icmesa, einem Tochterunternehmen der Firma Roche, bei dem eine unbekannte Menge des hochgiftigen Dioxins TCDD (2,3,7,8-Tetrachlor-Dibenzo-para-Dioxin) freigesetzt wurde, was zur Kontamination der angrenzenden Gemeinden, vor allem in Seveso, führte. Es handelte sich hier um einen Störfall und nicht um eine erlaubte Emission. In der öffentlichen Wahrnehmung wird dieser Unterschied aber kaum gemacht.

⁶ Bei dieser Argumentation handelt es sich um eine Ausrede – das wird auf den zweiten Blick schnell klar. Ist diese Position global umsetzbar? Ist die Frage nach der zukünftigen Rohstoffbasis der Chemischen Industrie nicht viel zu wichtig, als dass man auf eine Option setzt, deren Umsetzbarkeit auch in Ansätzen nicht erkennbar ist?

⁷ So stellt etwa die BASF auf Basis nachwachsender Rohstoffe Produkte wie die Tenside Texapon® und Cetiol® für den Körperpflegebereich her, daneben auch Vitamine, Futterenzyme, außerdem biobasierte Kunststoffe wie das biologisch abbaubare Ecovio® und das Polyurethanvorprodukt Lupranol®.

Aktuell spielen giftige Emissionen im Regelbetrieb keine große Rolle mehr. Heute geht es primär darum, den Vorsorgeabstand zwischen Emission und Schaden noch weiter zu vergrößern. Die TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft), die für den Immissionsschutz der Industrie die wesentlichen Standards festlegt, hat hier viele praktische Verbesserungen erreicht. Leider ist im Vollzug der Bundesländer ein Grundgefühl eingetreten, dass das «Schadstoffthema» gelöst sei und man eher andere Probleme habe. In der Praxis führt dies dazu, dass gelegentlich auch mal ein zweites Auge zuge drückt wird.

Zukünftig wird es daher darum gehen, den Grenzwertfestsetzungen in der TA Luft im Vollzug mehr Beachtung zu verschaffen. Und eine Weiterentwicklung der Anforderungen gerade für einzelne Bereiche der Chemischen Industrie sollte ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Heute kann man in der Regel wieder neben einem Chemiebetrieb wohnen, ohne um Leben und Gesundheit fürchten zu müssen, und die Emissionen von Schadstoffen in Wasser, Boden und Luft bei der Produktion spielen eine geringere Rolle als vor 20 bis 30 Jahren. Aber sind diese Erfolge ausreichend?

Mit den nach neuer EU-Rechtslage auf europäischer Ebene zu erarbeitenden sogenannten BAT-Dokumenten (BRefs = Best Available Techniques Reference Documents) wird der Nachbarschaftsschutz auch für die Chemische Industrie fortgeschrieben. Die BAT-Dokumente werden eine größere Rolle für die Festlegung der erlaubten Emissionen erhalten. Beispielsweise sind für die Stickoxidemissionen aus einzelnen Produktionsanlagen der Chemischen Industrie noch Verbesserungspotenziale vorhanden. Die Emission an kanzerogenen Stoffen ist im Einzelfall, trotz TA Luft, immer noch ein Problem; allerdings ist hier häufig eher der Vollzug als der Gesetzgeber gefordert (s.o.).

Auch hinsichtlich der Anlagensicherheit ist zunächst ein Status quo zu würdigen, wonach in den letzten Jahren die Störfälle an Anzahl und Schwere deutlich weniger waren. Unzureichend ist nach wie vor die mangelnde Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit. Und die Bereitschaft, das Thema Störfälle und Klimawandel bzw. Starkwetterereignisse aufzugreifen, ist seitens der Industrie nicht sonderlich ausgeprägt. Angemessen wäre es, die Vorsorge gegen Störfälle aufgrund von Starkwetterereignissen in den nächsten Jahren in Stufen zu verbessern. Hierzu wird die Kommission Anlagensicherheit (KAS) in den nächsten Wochen eine neue technische Regel verabschieden, die sich dem Thema Hochwasser widmet (KAS 2011). Hiernach ist der Sicherheitsstandard aufgrund eines sogenannten Klimafaktors zu erhöhen. Eine weitere technische Regel für Stürme ist vorgesehen. Diese Anforderungen müssen dann über den Ländervollzug konkretisiert und den Betreibern der Chemieanlagen aufgegeben werden. Es dürfte erforderlich sein, diese Arbeiten durch regelmäßige Erfolgsberichte zu flankieren.

3.3.4.2 Treibhausgasemissionen

Die Chemische Industrie weist einen hohen Verbrauch an fossilen Rohstoffen auf (Öl, Gas, Kohle). Daher kommt der Chemischen Industrie eine besonders

hohe Klimarelevanz zu. Ein Spezifikum dieser Branche ist, dass die Rohstoffe sowohl energetisch als auch stofflich genutzt werden. Daher sind auch bei den Emissionen *energiebedingte* von *stoffbedingten* Emissionen zu unterscheiden. Hinzu kommt der Kohlenstoff, der in Produkte eingebaut wird und der erst in der Abfallphase («post consume») zu *zukünftigen* Treibhausgasemissionen führt (Details siehe unten).

Aktuell sind keine amtlichen Daten über den Verbrauch der Chemischen Industrie an fossilen Rohstoffen vorhanden (HÖHN 2011a). Der Erdölverbrauch für stoffliche Zwecke wird, wie oben dargestellt, auf rund 15% des deutschen Gesamtverbrauchs geschätzt. Aus diesem Input werden über diverse Umwandlungsschritte organische Chemikalien hergestellt. Aktuell sind keine amtlichen Statistiken über die Produktionsmengen dieser Chemikalien verfügbar (HÖHN 2011a). Kunststoffe stellen die mengenmäßig wichtigste Produktgruppe dar.

Die Chemische Industrie in Europa (EU 27) hat 159 Mio. t an Treibhausgasen im Jahr 2008 emittiert; in Deutschland lagen die prozessbedingten Emissionen bei 22,8 Mio. t (HÖHN 2011a). Diesen Emissionen sind die energiebedingten Emissionen noch hinzuzufügen (die bei 45 Mio. t liegen sollen (RWI 2009)). Die prozessbedingten Emissionen sind in Deutschland seit 1999 um 21% gestiegen, was über die Steigerung der Produktion erklärt wird. Die spezifischen Emissionen sollen für wichtige Produktionsbereiche leicht gesunken sein. Der Verband der Chemischen Industrie VCI weist in seinen Publikationen darauf hin, dass die Produktion in den vergangenen 10 Jahren um 57% gestiegen sei, die Treibhausgasemissionen aber um 36% gesunken seien (ohne produktbedingte Emissionen).

Auch nach der gescheiterten Kopenhagen-Konferenz im Dezember 2009 hielt die EU am Ziel fest, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 20% gegenüber 1990 zu reduzieren. Die Verschärfung auf ein 30%-Ziel machte sie von vergleichbaren Zusagen anderer Industriestaaten abhängig. Überlegungen der EU-Kommission, das schärfere 30%-Ziel einzuführen, weil durch die Wirtschaftskrise Emissionen und Zertifikatpreise gesunken seien und die Zielerreichung infolgedessen preiswerter werde, haben sich leider nicht durchgesetzt. Die politischen Diskussionen hierzu sind nicht abgeschlossen (vgl. Kapitel 4.5).

Die Chemische Industrie in Deutschland nimmt eine differenzierte Position zum Klimaschutz ein. Sie positioniert sich nicht grundsätzlich gegen die erforderlichen Klimaschutzanstrengungen. Dies war nicht immer so und zeigt, dass es hier einen Meinungswandel gegeben hat. Auch teilt die Chemische Industrie die Meinung, das in Cancún beschlossene 2°-Ziel erreichen zu müssen bzw. zu sollen. Bedingung für die Zielerreichung ist für sie jedoch, dass keine wirtschaftlich einschneidenden Friktionen für die Branche eintreten dürfen. Hierzu gehört, um nur zwei wichtige Randbedingungen zu nennen, zum einen das Thema «carbon leakage», also die Produktionsverlagerung ins Ausland wegen steigender Kosten durch den Emissionshandel innerhalb der EU (NEUHOFF 2011). Aus Sicht der Branche muss sichergestellt sein, dass die erforderlichen Einsparziele international festgelegt werden. Für die im internationalen Wettbe-

werb stehenden Unternehmen muss es aus Sicht der Chemischen Industrie also ein gemeinsames «level playing field» geben.

Zum anderen soll der Veränderungsdruck die Anpassungsgeschwindigkeit der Branche nicht überfordern dürfen. Mit ihren Konditionierungen engt die Branche aber die politischen Handlungsmöglichkeiten auf nationaler bzw. europäischer Ebene so sehr ein, dass, würde diesen Randbedingungen politisch gefolgt, kaum noch Spielräume für den Klimaschutz in Europa bestünden, solange kein Kyoto-Nachfolgevertrag geschlossen und implementiert ist. Ohne zu pessimistisch erscheinen zu wollen, stehen die Chancen für ein globales Kyoto-Nachfolgeabkommen, welches die von der Branche geforderten Rahmenbedingungen erfüllt, nicht besonders hoch. Somit würde man, sollte sich diese Einschätzung in den nächsten Jahren bewahrheiten, die Klimaschutzbemühungen für die Chemische Industrie einstellen müssen.

Die Chemische Industrie und einzelne Unternehmen haben sich durchaus positiv auf die nationale und internationale Klimaschutzdiskussion eingelassen. So haben sich etwa Firmen wie Bayer eigene Ziele verordnet: Demnach soll Bayer MaterialScience, der energieintensivste Teilkonzern, seine spezifischen Treibhausgasemissionen pro Tonne Verkaufsprodukt bis 2020 um ein Viertel senken.⁸ Bayer CropScience reduziert seine absoluten Treibhausgasemissionen im selben Zeitraum um 15%, Bayer HealthCare um 5%. Bayer erwartet, die absoluten Treibhausgas-Emissionen trotz Produktionswachstums bis 2020 auf dem Niveau von 2007 zu halten (BAYER 2010).

Auch wenn einzelne Unternehmen sich engagieren, ist doch kritisch anzumerken, dass die Ziele nur für einen vergleichsweise kurzfristigen Zukunftsbereich von zehn Jahren oder weniger festgelegt werden. Klar erkennbar ist ein mittel- bis langfristiges (2050) Defizit auf der Ebene der Ziel- und Strategiefestlegung. Aber genau auf diesem Feld liegen die entscheidenden strategischen Fragen des Klimaschutzes. Durch Investitionen in die heutige Technik werden die Emissionen von morgen festgelegt, und durch heutige Forschungsinvestitionen werden die Emissionen von übermorgen mit beeinflusst. Ein Mangel an langfristiger Strategie ist daher unakzeptabel und sollte überwunden werden. Diese Kritik ist auch deshalb angemessen, weil in vielen Sektoren die internationale Diskussion über «low-carbon transformation» in vollem Gange ist.

Die Branche hat sich einen politischen Schutzschirm mit folgender Argumentation aufgespannt: Chemieprodukte sparen in der Regel über ihre Lebenszeit mehr Treibhausgase ein, als ihre Herstellung verursacht. Dies ist das Ergebnis

⁸ Unter spezifischer Treibhausgasemission wird ein Zahlenwert verstanden, der je Mengeneinheit erzeugten Produktes gilt (z.B. Tonne CO₂ pro Tonne Produkt). Würden bei Festlegung einer Reduzierung der spezifischen Emissionen die in einem Zeitraum produzierten Mengen erheblich steigen, so könnte trotz der beschriebenen spezifischen Reduzierung die absolute Emission (für beispielsweise eine Firma) zunehmen. Die absolute Emission beschreibt also die Treibhausgasmenge, die von einer Branche, einem Unternehmen oder einer Anlage in einem definierten Zeitraum insgesamt freigesetzt wurde.

einer Studie, die der Weltchemieverband ICCA im Juli 2009 veröffentlicht hat (ICCA 2009).

«Laut der Studie verursachte die chemische Industrie 2005 weltweit einen geschätzten Ausstoß von 3,3 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalenten. Demgegenüber steht eine Einsparung bis zu 8,5 Milliarden Tonnen CO₂ durch Chemieprodukte in den verschiedensten Anwendungen (vom Gebäude- über den Automobilbereich bis hin zur Landwirtschaft). Das heißt: Chemieprodukte sparen über ihren gesamten Lebensweg 2,6-mal so viel Treibhausgase ein, wie ihre Produktion verursacht. Ohne chemische Produkte wären die weltweiten Treibhausgas-Emissionen 2005 um ein Zehntel höher gewesen (bezogen auf die Gesamtemissionen von 46 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalente).» (VCI 2009c).

Die Autoren der Studie berechnen beispielsweise, wie viele Treibhausgase durch die Nutzung von Dämmmaterialien (aus Kunststoffen der Chemischen Industrie) im Gebäudebereich über die Lebensdauer eines gedämmten Hauses erreicht werden, und diese Einsparungen werden von den Emissionen abgezogen, die die Herstellung des Dämmmaterials in der Chemischen Industrie verursacht. Ähnliche Rechnungen kann man für leichte Kunststoffe aus z.B. Karbonfasern für die Automobilherstellung (leichtere PKWs, daher Einsparungen an Kraftstoffen und mithin an Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus eines PKWs), Dünge- und Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft und vieles mehr durchführen. In allen Fällen ergeben sich am Ende Einsparungen durch die Produkte der Chemischen Industrie.

Davon einmal abgesehen, dass diese Argumentation sicherlich kein Alleinstellungsmerkmal für die Chemische Industrie darstellt, so macht sie doch deutlich, welche relevanten Beiträge die Branche für den Klimaschutz liefern kann. Die politische Absicht hinter der Studie, mit den beschriebenen Leistungen eine Befreiung (oder einen Ablass) von notwendigen Treibhausgaseinsparungen für die Branche zu begründen, muss allerdings abgelehnt werden. Denn die Klimaschutzziele, die in Deutschland respektive in Europa diskutiert bzw. festgelegt sind, verlangen von *allen* Branchen Anstrengungen – ansonsten können die Ziele nicht erreicht werden. Ob eine notwendige Treibhausgaseinsparung von 80 oder gar 90% für alle Branchen gleich gelten soll, kann nur über das Festlegen von Branchenzielen beantwortet werden.

Bisher lehnt es die Bundesregierung ab, für Branchen bzw. Sektoren verbindliche Einsparziele festzulegen.

3.3.5 Fazit Ressourceneffizienz

Zum Status quo der Ressourceneffizienz der Chemischen Industrie ist festzustellen, dass bereits viel erreicht wurde. Denn in der Tat sind die heutigen Beiträge zur Ressourceneffizienz durch Produkte der Chemischen Industrie bemerkenswert. Die Chemische Industrie könnte die Stoffe der Zukunft liefern, die wir beispielsweise für das Erreichen der Klimaschutzziele benötigen. Damit Klimaschutz nicht zu Lasten anderer ökologischer Ziele geht, ist eine Einbettung der Politiken in einen insgesamt abgewogenen Rahmen der Ressourceneffizienz erforderlich.

Natürlich hat die Branche selbst Einsparungen zu erbringen. In diesem Zusammenhang wären dann auch Branchenziele zu erarbeiten. Bisher hat die Chemische Industrie im Wesentlichen die «low hanging fruits» geerntet. Für die nächsten Jahre steht die Frage an, ob es gelingt, durch Sprunginnovationen substantielle Einsparungen und Effizienzgewinne zu erreichen.

3.4 Produktqualität und Chemikaliensicherheit

Das Thema «Schadstoffe» ist methodisch wie das Thema «Klimaschutz» ein Teilsegment der Ressourceneffizienzanalyse. Produktqualität und Chemikaliensicherheit hat für die Branche und ihre Kunden eine politisch sehr hohe Bedeutung und verdient daher eine eingehende Betrachtung.

Das eingangs beschriebene Problem-Image der Branche ist zum Teil auch durch Produkte entstanden, die in der Umwelt oder beim Verbraucher zu Schäden geführt haben. Eine Liste dieser Fälle aus der Vergangenheit könnte ein eigenes Kapitel füllen. Daher hat der Staat neue Regeln geschaffen, um den Schutz vor Chemikalien in Produkten (Chemikaliensicherheit) zu gewährleisten. Ausgangspunkt für dieses Ziel ist das Wissen um die Eigenschaften und Risiken der einzelnen Stoffe und ihrer Zubereitungen bzw. Mischungen (beides per Definition chemische Stoffe oder kurz Chemikalien).

Es gab eine ganze Reihe von über die Jahre gewachsenen Regulierungen, auch freiwillige, eigenverantwortlich in den Unternehmen durchgeführte Prüfungsverfahren, die das Sicherheitsniveau der Produkte verbessern sollen. Es hatte bisher aber an einer einheitlichen europäischen Sicherheitsprüfung *der auf dem Markt befindlichen Chemikalien* gefehlt. Diese Lücke wurde vor rund fünf Jahren geschlossen. Zudem wurden die vielen vorhandenen Einzelbestimmungen zusammengefasst und in eine umfassende, in allen Mitgliedsstaaten unmittelbar geltende *europäische Chemikalienverordnung* vereinigt. Ihr Name: REACH (Registrierung, Evaluierung, Autorisierung von Chemikalien).

In Europa unterliegen neue chemische Stoffe vor der Vermarktung einem Anmeldeverfahren. Grundsätzlich müssen unter REACH alle Stoffe (als solche oder in Zubereitungen), die in Mengen ab einer Tonne pro Jahr und Unternehmen produziert oder importiert werden, bei der ECHA (Europäische Chemikalienagentur) in Helsinki durch die entsprechenden Unternehmen registriert werden. Registriert ein Hersteller bzw. Importeur einen Stoff nicht, darf er diesen weder herstellen noch einführen. Stoffe in Erzeugnissen (Produkten) müssen nur dann registriert werden, wenn sie bei bestimmungsgemäßer Verwendung freigesetzt werden sollen.

Eine Registrierung umfasst sowohl ein technisches Dossier als auch Angaben zur sicheren Verwendung eines Stoffes. Ab einer Jahresproduktion von 10 t/a müssen Hersteller und Importeure zusätzliche Informationen zu Wirkungen und Umweltverhalten in einem Stoffsicherheitsbericht angeben. Dieser erläutert, welche möglichen Risiken von dem betreffenden Stoff ausgehen können und mit welchen Maßnahmen diesen zu begegnen ist (REACH HELPDESK 2010).

Am 30. November 2010 endete erstmals für viele Stoffe die Registrierungsfrist unter REACH. Hiervon betroffen waren Stoffe mit mehr als 1.000 t/a sowie umweltgefährdende Stoffe ab 100 t/a und krebserregende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe ab 1 t/a Herstellungs- oder Importvolumen. Stoffe, die bis dahin nicht registriert worden sind, können seither nicht mehr vermarktet werden (DIHK Karlsruhe 2010).

Gegenwärtig läuft die Auswertung der eingereichten Registrierungs dossiers. Insgesamt ist festzustellen, dass die Chemische Industrie sich der REACH-Regelung stellt und die Fristen weitgehend eingehalten hat. Man wird in den nächsten Monaten sehen, ob die Qualität der Daten auch ausreichend ist. *Auf Grundlage der bisher überprüften Dossiers sind laut ECHA für einen signifikanten Anteil Qualitätsmängel vorhanden, was, sofern dies nicht behoben wird, den Erfolg von REACH massiv gefährdet* (ECHA 2009, ECHA 2010).

Es gibt auch andere Defizite zu kritisieren, die sich aber auf die Arbeiten der zuständigen Behörden beziehen. Auf dem Feld der Stoffverbote (Autorisierung) zeigt sich, dass unzureichende Arbeitskapazitäten der Chemikalienbehörde in Helsinki (ECHA) und politische Einflussnahmen zu Verzögerungen geführt haben. Dies wird sich möglicherweise weiter verschlimmern, weil auch die Zuarbeit durch die Mitgliedsstaaten unbefriedigend verläuft. Stoffe, von denen eine besondere Gefährlichkeit ausgeht, werden als SVHC-Stoffe («Substance with Very High Concern») bezeichnet. Sie sind zu verbieten bzw. nur noch für solche Anwendungen zuzulassen, für die keine Risiken zu befürchten sind (Autorisierung). Bisher sind lediglich 53 Stoffe (Stand Oktober 2011) auf die sogenannte Kandidatenliste gestellt worden – dies sind die Stoffe, für die ein Verbots- bzw. Autorisierungsverfahren vorgesehen ist. Aus der Kandidatenliste werden dann die prioritären Stoffe ausgewählt, die anschließend ins eigentliche Autorisierungsverfahren gelangen. Auf dieser Liste (Anhang XIV) stehen bisher sechs Stoffe, weitere Stoffe sind im Verfahren.

Bereits die Kandidatenliste, aber natürlich auch der Anhang XIV mit den Stoffen, die sich im Autorisierungsverfahren befinden, stellt für die Öffentlichkeit eine wichtige Informationsquelle dar, um Produkte sicherer zu machen bzw. Kaufentscheidungen zu treffen. Sie werden im Folgenden als *Negativlisten* bezeichnet. Daher ist es völlig unbefriedigend, dass nach einem mehrjährigen Arbeitsprozess nur ein so dürftiges Ergebnis erreicht wurde. Die Anzahl der Substanzen, von denen ein hohes Risikopotenzial ausgeht, beispielsweise Substanzen mit einem anerkannten krebserregenden, mutagenen oder reprotoxischen Potenzial, liegt bei gut 700. Hinzu kommen Substanzen, die ein hohes toxisches Potenzial aufweisen und sich beispielsweise in der Nahrungskette anreichern. Auch hierzu liegen hinreichende Erkenntnisse und anerkannte Einstufungen vor. Also müsste die Kandidatenliste heute mindestens 1.000 Substanzen umfassen. Diese Zahl zeigt, wie weit die Arbeitsleistung der zuständigen Behörden von dem, was befriedigend wäre, entfernt liegt. (Vorschläge zum Abbau dieses Defizits werden in Kapitel 4 gemacht.)

Die REACH-Regelung stellt die mit Abstand wichtigste Regulierung für die Chemikalienbranche in Europa dar. Allerdings wird ihre Umsetzung u.E. noch gut zehn Jahre harte Arbeit erfordern. Dies ist dem Umstand der hohen Komplexität der Sicherheitsprüfung und der Stoffvielfalt (wahrscheinlich über 50.000 Einzelstoffe) geschuldet.

REACH ist von der Industrie sehr bekämpft worden. Daher ist manche Detailregelung auch nur als politischer Kompromiss entstanden, was die administrative Schlüssigkeit der Regelungen nicht immer gefördert hat. Natürlich ist REACH für die Chemische Industrie eine Belastung. Man kann aber heute schon in Ansätzen erkennen, wie sich diese Belastung zur Chance wandeln kann. So ist bereits zu beobachten, dass die Branche Angriffe auf etwaige Produktrisiken mit den intensiven Sicherheitsprüfungen unter REACH beantwortet. Die REACH-Prüfungen werden positiv verstanden: als Verbesserung des Sicherheitsstandards der europäischen chemischen Produkte. REACH dürfte daher zum Europäischen Qualitätssiegel werden.

Wie geht es weiter? Im Jahr 2012 ist eine erste Bestandsaufnahme der REACH-Umsetzung vorgesehen. Hierfür führt die Kommission gegenwärtig eine Reihe von Untersuchungen durch. Die politische Diskussion über einen Anpassungsbedarf der REACH-Regulierung ist für die zweite Jahreshälfte 2012 geplant. Dabei sollte aber alles vermieden werden, was den jetzt angefahrenen Umsetzungszug ins Stocken bringt. Verbesserungen sollten daher nur in dem Umfang erfolgen, wie sie mit einem störungsfreien weiteren Vollzug der REACH-Regelung vereinbar sind (siehe unten).

3.5 Abfallwirtschaft

Die Treibhausgasemissionen der Chemischen Industrie erfolgen wie dargestellt über drei Pfade:

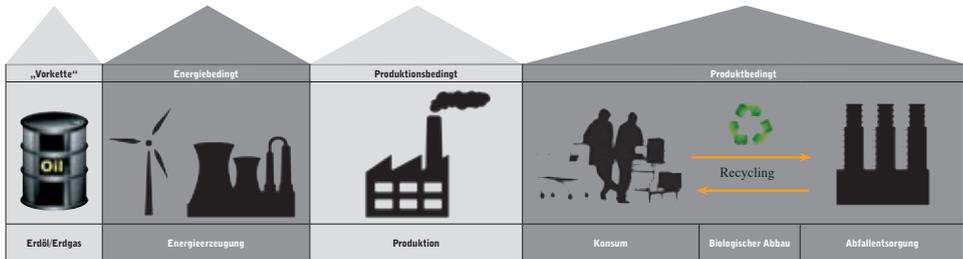
- prozessbedingt;
- energiebedingt;
- produktbedingt.

Abbildung 4 zeigt diesen Zusammenhang schematisch. Während die prozessbedingten Emissionen aus der jeweiligen chemischen Synthese – sozusagen als Teil der Umsetzungsformel – folgen, haben die energiebedingten Emissionen häufig damit zu tun, dass für den jeweiligen Prozess bestimmte Reaktionsbedingungen (Druck, Temperatur etc.) erforderlich sind, die nur über die Zufuhr von externer Energie erreicht werden können. Beide Emissionspfade sind klimarelevant und sollen zukünftig mit Hilfe des Europäischen Emissionshandels (im Folgenden EU-ETS) erfasst und vermindert werden (siehe unten).

Die dritte Form der Emissionen erhält in der aktuellen klimapolitischen Diskussion kaum Aufmerksamkeit. Sie tritt mittel- und zum Teil auch erst langfristig relevant in Erscheinung und hängt mit dem Endpunkt der Produktnutzung, also mit dem Abfallsektor, zusammen. Die Produkte führen im Abfall-

sektor zu Treibhausgasemissionen. Und diese Emissionen sind dann von Bedeutung, wenn die Rohstoffbasis der organischen Chemie fossiler Natur ist.

Abbildung 4: Treibhausgasemissionen entlang des Lebenszyklus der organischen Chemikalien (Schema)

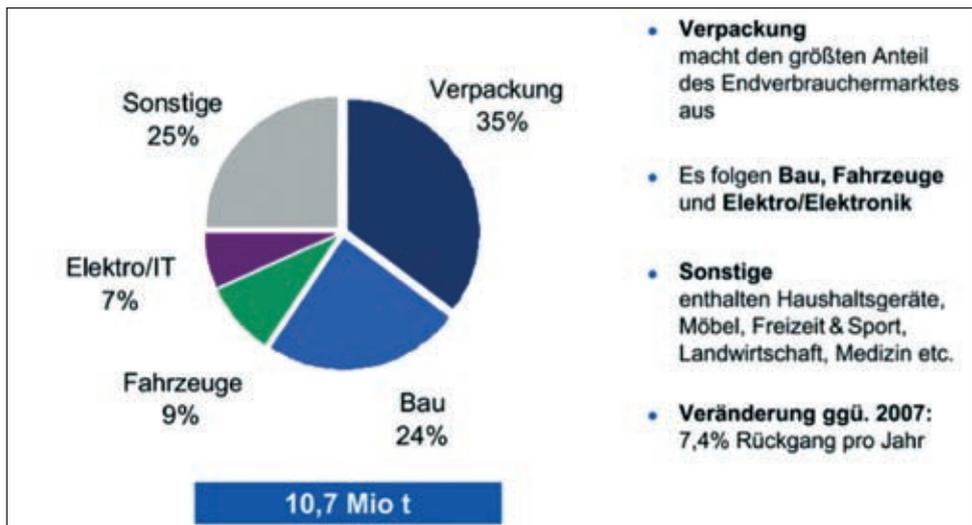


Quell der Grafiken: pzromashka, Zarija Lesjak, soleilc1, Elena Barbakova, 123RF

Welche Bedeutung hat dieser dritte Emissionspfad? Die mengenmäßig wichtigsten Produkte aus organischen Chemikalien sind die Kunststoffe. Im Jahr 2009 betrug die Verarbeitungsmenge für Kunststoffwerkstoffe in Deutschland rund 11 Mio. t; der jährliche Zuwachs liegt bei stetigen wenigen Prozentpunkten (CONSULTIC 2008).

Die Gruppe der Polyolefine stellte 2009 mit einem Anteil von über 43% den stärksten Anteil dar. Darüber hinaus hatte PVC speziell im Baubereich weiterhin eine hohe Bedeutung. Halbwegs stabil im Vergleich zu 2007 waren die Verarbeitungsmengen für PET und EPS (CONSULTIC 2010).

Abbildung 5: Kunststoffverbrauch in Deutschland nach Branchen



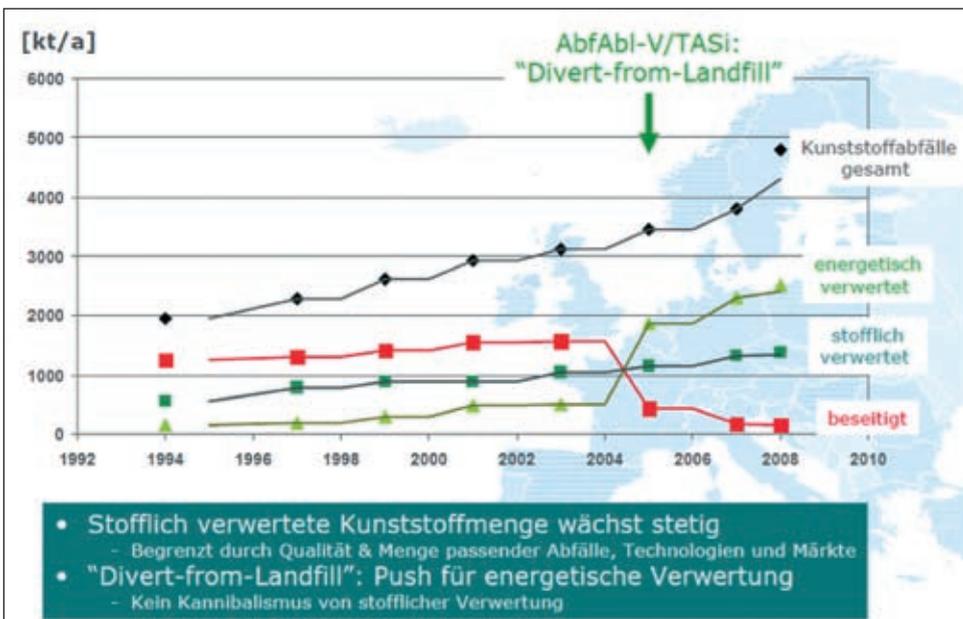
(Quelle: SARTORIUS 2010)

Während die Verpackungskunststoffe in Wochen und Monaten im Abfallsektor ankommen, betragen die Zeiträume für die Produktsektoren Fahrzeug, Elektronik und Sonstige in der Regel Jahre und für den Bausektor sogar Jahrzehnte, bis sie als Emissionen im Abfallsektor relevant werden.

Produkte, insbesondere Kunststoffprodukte, stellen temporäre Senken für fossilen Kohlenstoff dar. Aus ökologischer Sicht, insbesondere auch im Hinblick auf den Klimaschutz, sind – nach Vermeidung und Wieder-/Weiterverwendung ohne Auflösung des Werkstoffs – geschlossene Verwertungskreisläufe erst einmal sehr positiv zu bewerten. Dies gilt insbesondere für ein Recycling auf hohem Niveau, d.h. bei Einsatz des recycelten Stoffes für den gleichen oder einen äquivalenten Einsatzbereich. Allerdings nahm die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen (Pre- und Post-Consumer) in den letzten Jahren nur noch wenig zu, während die rohstoffliche Verwertung auf niedrigstem Niveau stagnierte.

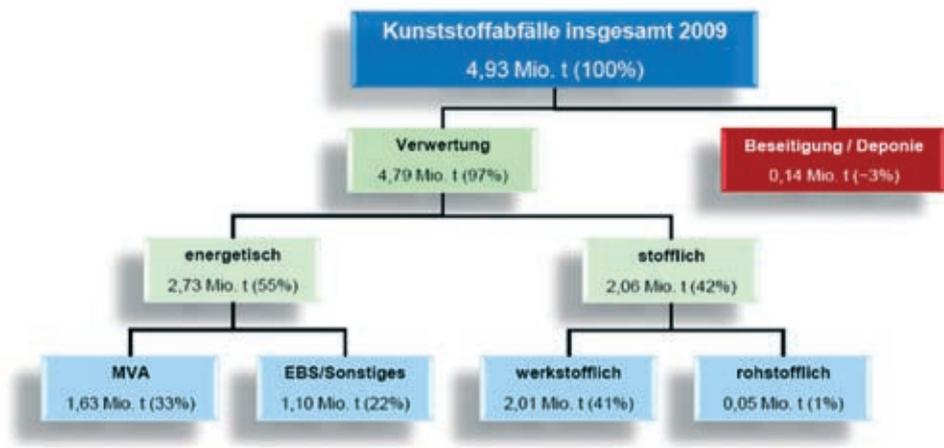
Deutlich zugenommen hat hingegen die energetische Verwertung. Von den getrennt gesammelten 4,93 Mio. t Kunststoffabfällen in Deutschland im Jahre 2009 wurden rund 55% einer energetischen, 41% einer werkstofflichen sowie 1% einer rohstofflichen Verwertung zugeführt, die restlichen 3% wurden deponiert. Bei der energetischen Verwertung entfielen drei Fünftel auf Müllverbrennungsanlagen (WtE = Waste to Energy) und zwei Fünftel auf den Einsatz als Ersatzbrennstoff beispielsweise in Zementwerken (CONSULTIC 2010).

Abbildung 6: Die Entwicklung der Verwertung von Kunststoffabfällen (Pre- und Post-Consumer-Abfälle)



(Quelle: KRÄHLING 2010)

Abbildung 7: Kunststoffabfälle – inkl. Produktions- und Verarbeitungsabfälle – und Verwertungsarten



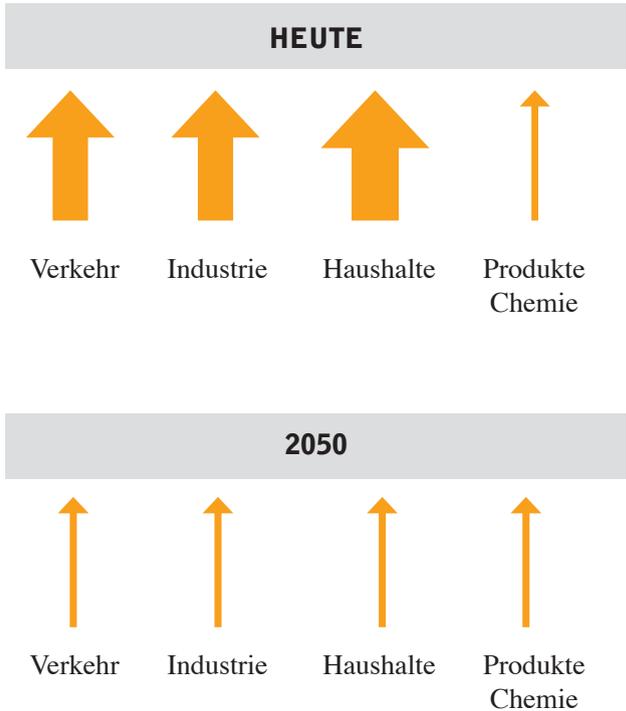
(Quelle: CONSULTIC 2010)

Kunststoffabfälle bestehen im Mittel zu 62,5 Gew.-% aus Kohlenstoff, davon sind 97% fossil (= 606 kg C_{fossil} /t Kunststoffabfall) (ÖWAV 2004). Bei der Verbrennung gelangen rund 97% davon als CO_2 (und in geringen Mengen als Produkte unvollständiger Verbrennung (PIC)) in das Reingas, die restlichen 3% sind Unverbranntes und gelangen in die Schlacke bzw. Asche und den Filterstaub. Aus den knapp 590 kg fossilem Kohlenstoff pro Tonne werden somit rund 2,2 t $CO_{2\text{fossil}}$ /t, die die thermische Anlage verlassen. Die energetische Verwertung der 2,73 Mio. t Kunststoffabfälle im Jahr 2009 hat somit zu einer Emission von knapp 6 Mio. t an klimawirksamem CO_2 geführt, so der Status quo.

In einem Klimaschutzszenario, was dem 2°-Ziel verpflichtet ist und den abstrakten politischen Festlegungen der Bundesregierung Rechnung trägt, sollen die Emissionen an fossilem CO_2 in Deutschland im Jahr 2050 unterhalb von 50 Mio. t liegen. Nun ist schwer zu prognostizieren, welche Emissionen 2050 aus Kunststoffen auf Basis von fossilem Kohlenstoff stammen werden. Unterstellt man die heutigen Zahlen und die übliche Lebensdauer langlebiger Produkte (RECHBERGER 2008, ZESCHMAR-LAHL/LAHL 2010), so würde man auf Zahlen im Bereich von 10 Mio. t CO_2 kommen. Die Hauptquelle der Restemissionen im Jahr 2050 wäre dann die energetische Verwertung von Kunststoffen. Abbildung 8 zeigt diesen Zusammenhang schematisch (vgl. auch UIHLEIN 2006).

Ein berechtigter Einwand gegen diese Betrachtung: Man kann bis 2050 in der Abfallwirtschaft wahrscheinlich Verfahren entwickeln und auch finanzieren, die die Kunststoffe mechanisch oder chemisch recyceln. Aber auch diese Verfahren werden ihre begrenzten Wirkungsgrade und ihren sprichwörtlichen Preis haben.

Abbildung 8: Die relative Bedeutung der produktbedingten Treibhausgasemissionen der deutschen Industrie heute und 2050



3.5.1 Biomasse als Rohstoff – Status quo der Diskussion

Auf der grundsätzlichen Ebene besteht weitgehender Konsens, dass eine Verbreiterung der Rohstoffbasis der Chemischen Industrie in Deutschland bzw. in Europa eine wesentliche Grundlage für ihre künftige Wettbewerbsfähigkeit ist (HÖHN 2011b), nur konkrete Umsetzungsstrategien fehlen. Ebenso besteht darüber Konsens, dass die Chemische Industrie wegen der deutschen Klimaschutzbemühungen verstärkt auf Biomasse setzen sollte (HÖHN 2011b). Biomasse trägt in dem Umfang zur Senkung der CO₂-Emissionen bei, in dem fossiler Rohstoff durch einen biobasierten Anteil ersetzt wird. Aber die konkreten Bemühungen, einen «feedstock change» umzusetzen, sind, wie oben bereits analysiert, ungenügend.

An dieser Stelle muss, damit die Nutzung von Biomasse auch tatsächlich von Vorteil ist, eine kleine, fachlich nicht unwichtige Randbedingung formuliert werden: Unter dem methodischen Betrachtungsrahmen der Ressourceneffizienz sind neben den stofflichen Gesichtspunkten auch Energie und die Inanspruchnahme von Umweltsenken einzubeziehen. Konkret ist Biomasseeinsatz dann ressourceneffizient, wenn er beim Klimaschutz (was aufgrund des regenerativen Kohlenstoffs gegeben ist) und energetisch besser abschneidet als der Einsatz fossiler Rohstoffe. Letzteres mündet in eine hier nicht zu führende Entropie-Diskussion, wonach die bessere Variante über den gesamten Lebensweg einen

geringeren Entropie-Beitrag liefern muss (ENDRES/SIEBERT-RATHS 2009, ENDRES/SIEBERT-RATHS 2011). Vereinfacht bedeutet dies, dass der Umstieg von fossilen Rohstoffen auf Biomasse nicht mit einem deutlich höheren Energieeinsatz erkaufte werden darf. Hierbei ist es auf absehbare Zeit nicht entscheidend, ob die benötigte Energie fossilen oder regenerativen Ursprungs ist, weil die «bessere» Energie ja auch für andere Zwecke eingesetzt werden kann. Es ist aber durchaus zu erwarten, dass für die Umwandlung von Biomasse zu Basischemikalien energetisch ebenso effiziente Verfahren zur Verfügung stehen werden, wie dies heute auf dem Feld der fossilen Chemie der Fall ist.

Während für die flüssige Biomasse, die in den Energiesektor geht, und für die gasförmige und flüssige Biomasse, die zu Biokraftstoffen verarbeitet werden, gesetzlich festgelegte Nachhaltigkeitsanforderungen gelten, sind die anderen Biomassesektoren bisher unreguliert. So ist für die Biomasse, die von der Chemischen Industrie eingesetzt wird, der Status quo der, dass keine bindenden Nachhaltigkeitsanforderungen gelten. Dieses Defizit ist nicht akzeptabel und sollte unbedingt beseitigt werden. Für die Festlegung von Nachhaltigkeitsanforderungen und für die Erarbeitung eines Regulierungsvorschlags kann auf die Erfahrungen des Biokraftstoffsektors zurückgegriffen werden (siehe unten).

Auch erneuerbare Energieträger sind knappe Güter, wenn auch die Werbung manchmal andere Botschaften sendet. Daher sollten politische Richtungsentscheidungen zur Rohstoff- und Energieversorgung für die entsprechenden Anwendungen und Sektoren erfolgen. Eine gewisse Flexibilität müsste aber erhalten bleiben, da es neben einer großen Linie auch viele Spezialfälle geben kann. Die aktuelle Politik der Bundesregierung ist kritisch zu sehen, da sie praktisch die Biomasse primär dem Strom- und Wärmemarkt zuführt. Aufgrund der höheren Effizienz sollte u.E. Biomasse, neben dem Transportsektor, insbesondere für die stoffliche Nutzung in der Chemischen Industrie zum Einsatz kommen. Außerdem ist, im Unterschied zum Strom- und Wärmebereich, der alternativ auf Sonne und Wind zurückgreifen kann, für die Chemische Industrie keine Alternative zur Biomasse als eine weitere regenerative Kohlenstoffquelle bekannt. Dieses gilt i.Ü. auch für Teile des Transportsektors und der Industrie.

Tabelle 1: Heutige Einsatzbereiche von Erneuerbarer Energie (im ersten Umwandlungsschritt)

Einsatzbereich EE	Wärme/Kälte	Strom	Kraft/Mobilität	Chemie
Sonnenlicht	+	+		
Wind		+	(+) ⁹	
Biomasse	+	+	+	+
Wasserkraft		+	(+) ¹⁰	
Geothermie	+	+		

⁹ Mobilität: z.B. Segelboote, SkySails (<http://www.skysails.info>), Kraft: z.B. Windmühlen.

¹⁰ Kraft: z.B. Wassermühlen.

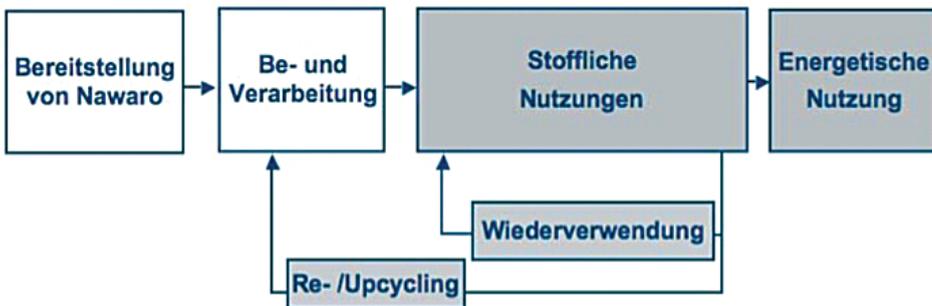
Die Effizienz des Biomasseeinsatzes im Chemiesektor kann noch vergrößert werden, wenn die Produkte in einer Kaskade weiter genutzt und schließlich energetisch verwertet werden. Abbildung 9 zeigt diese Möglichkeit schematisch.

Ein praktisches Beispiel: Der BASF-Vorstand entscheidet, eine Cracker-Anlage zukünftig mit Biomasse zu betreiben, wobei die Umstellung natürlich in Schritten erfolgt. Aus dem Cracker werden in nachfolgenden Schritten Basischemikalien hergestellt, die wiederum Ausgangsstoff für die Kunststoffproduktion sein können. Somit würden die Kunststoffe der BASF nach dieser Vorstandsentscheidung wenigstens anteilig auf Basis nachwachsender Rohstoffe erzeugt werden (*biobasiert*). Diese Kunststoffe werden, wie die heutigen fossilen Kunststoffe, zu Produkten verarbeitet, beispielsweise zu Joghurtbechern. Diese Joghurtbecher (*biobasiert*) werden über die vorhandenen Abfallsysteme (Grüner Punkt, Gelbe Tonne) nach dem Gebrauch stofflich recycelt, was in der Kaskade die zweite Verwertungsebene darstellt. Allerdings können nach den heutigen technischen Möglichkeiten aus einem Gemisch gebrauchter Joghurtbecher keine neuen Joghurtbecher hergestellt werden. Dies ist ein Kritikpunkt grundsätzlicher Art, der mit der Vielfalt an Kunststoffprodukten zusammenhängt, die ein Recycling im engeren Sinn nicht erlaubt. Wie man dies durch die Entwicklung neuer Kunststofftypen ändern kann, wird weiter unten behandelt.

Heute wird daher in der Regel «down (re)-cyclt», also «down-cycling» betrieben, so dass Produkte mit minderer Güte entstehen. Aus diesen Produkten kann dann auf der nächsten Stufe der Kaskade kein weiteres stoffliches Recycling mehr erfolgen, und somit ist die energetische Verwertung am Ende der Kaskade die sinnvolle letzte Behandlungsstufe. Hierbei werden Abfallentsorgungsanlagen eingesetzt, die über KWK-Technik (Kraft-Wärme-Kopplung) verfügen und damit einen sehr hohen energetischen Wirkungsgrad erreichen.

Man erkennt an diesem idealtypisch dargestellten Schicksal eines biobasierten Joghurtbechers, dass über drei Stufen eine deutlich höhere Ressourceneffizienz erreicht wird, als wenn die Biomasse (z.B. Mais in Vergärungsanlagen) direkt zur Stromerzeugung energetisch genutzt wird (heutige EEG-Praxis).

Abbildung 9: Schematische Darstellung der Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro)



(Quelle ARNOLD 2009)

3.5.2 Fazit Abfallwirtschaft

Der Anteil der biobasierten Kunststoffe (thermo-/duroplastische Polymere) in Deutschland ist mit etwa 2% vergleichsweise niedrig. Dies dürfte sich in den nächsten Jahren ändern, weil es beim Verbraucher verstärkte Nachfragen nach biobasierten und/oder bioabbaubaren Kunststoffen geben wird. Gegenwärtig ist die deutsche Chemische Industrie auf diesem Sektor im Wettbewerb nicht so gut aufgestellt. So sitzt der größte Biokunststoffhersteller Europas mit hohen Wachstumsraten, Novamont, in Italien.

Es ist ein Wachstum des Marktsegmentes «bioabbaubare Kunststoffe» für den Verpackungssektor zu erwarten.¹¹ Allerdings scheinen diese Entwicklungen uneinheitlich und nicht durchgängig positiv zu verlaufen. Zum Teil führen nicht abgestimmte Aktivitäten auch zu unnötigen Konflikten mit den vorhandenen Entsorgungssystemen. Daher wird in Kapitel 4 ein Vorschlag entwickelt, wie sich der heutige Status quo zukünftig im Rahmen einer Gesamtstrategie: «feedstock change» und *abbaubare Kunststoffe für den Verpackungssektor* vereinheitlichen lässt.

Der gesamte «feedstock change» für die Chemische Industrie hätte zusätzliche ökologische Vorteile – z.B. den Klimaschutz – und würde die Versorgungssicherheit der Branche für Deutschland und Europa erhöhen. Allerdings ist gegenwärtig unklar, mit welcher Dynamik sich dieser Sektor entwickeln wird. Und es könnte sein, dass die heute zu beobachtende Zurückhaltung wichtiger Player am Markt – beispielsweise setzt die BASF heute weniger als 5% ihres «feedstocks» aus Biomasse ein – am Ende zu Wettbewerbsnachteilen für den Standort Deutschland führt.

3.6 Carbon Leakage – Status quo der Diskussion

Das eigentliche ökonomische Problem der deutschen Chemischen Industrie liegt im Wettbewerb mit der Industrie der Schwellen- und der rohstoffreichen Länder.

Niemand kann heute garantieren, dass es kurzfristig ein internationales Klimaschutzabkommen geben wird, gegenwärtig sehen, wie erwähnt, die Erfolgsaussichten eher düster aus. Daher ist das Argument der europäischen Chemischen Industrie beispielsweise zu «carbon leakage», also zum Verlagern der Produktion wegen des Kostendrucks durch den Klimaschutz, nicht von der Hand zu weisen. Allerdings liegt in der heutigen holzschnittartigen Diskussion dieses Problems auch die Ursache für die zu starke Verengung der politischen Optionen. Denn es ist ja nicht so, als ob nur wir Europäer Klimaschutz betreiben und nur unsere Bürger Ausschau nach ressourceneffizienten Produkten halten. Es ist auch nicht so, dass jeder Schritt nach vorne schon gleich mit einer Verlagerung des Produktionsstandortes verbunden ist. Und das ökonomische Überleben der Chemischen Industrie in Deutschland hängt sicher mehr von der Effizienz

¹¹ Siehe hier auch die Aktivitäten der BASF (ECO-Biotüte von Aldi).

der Produktion und dem innovativen Charakter der Produkte ab als von den primären und sekundären Folgewirkungen des zukünftigen Klimaschutzes bzw. des EU-ETS (sprich: höhere Energiekosten).

Dennoch kann es für einzelne Teile der Branche, deren Produkte intensiv im internationalen Wettbewerb stehen, zum befürchteten «carbon leakage» kommen, dies hat auch eine Studie von Öko-Institut, Fraunhofer ISI und DIW gezeigt (GRAICHEN 2008). In dieser Studie wurde insbesondere die anorganische Chemie als besonders anfällig für dieses Problem ermittelt.

Neben der grundlegenden Frage, ob eine Branche bzw. ein Teil dieser Branche von «carbon leakage» betroffen wird, ist es auch wichtig zu ermitteln, wann und wie Entscheidungen für Produktionsverlagerungen getroffen werden. Welche Bedeutung hat «carbon leakage» für den Anlagenbestand? Wahrscheinlich eher eine geringe. Ein besonders sensibler Aspekt ist sicherlich die Entscheidung über Neu- und oder Erweiterungsinvestitionen.

Ein eher differenziertes Verständnis des Status quo und seiner Entwicklungen, auch um die Chancen von «going green» ökonomisch zu nutzen, ohne die Standorte zu gefährden, erscheint daher eine sinnvollere Diskussionsbasis als die Schwarz-Weiß-Malerei von Klimaschutz versus Ökonomie.

Die soziale Dimension des Themas, nämlich hochwertige, sichere Arbeitsplätze, kann nur mit einer Konzentration auf sprichwörtlich konkurrenzlose, hochwertige Produkte erreicht werden.

3.7 Fazit Status quo der Chemischen Industrie

Die Chemische Industrie in Deutschland hat in den letzten Jahren auf dem Feld der Chemikaliensicherheit Fortschritte gemacht. Allerdings wird erst durch die *vollständige Umsetzung von REACH die notwendige Voraussetzung für eine bessere Sicherheit geschaffen sein* – und hier gibt es einiges zu kritisieren, was die Bilanz der ersten fünf Jahre REACH-Umsetzung *und Durchsetzung* betrifft. Es muss daher nachgebessert werden. Weiter ist Augenmerk darauf zu richten, ob man die Erkenntnisse des REACH-Prozesses nicht besser nutzen kann, um schneller zu sicheren Produkten zu kommen.

Die nachteiligen Produktionsauswirkungen sind ebenfalls in den letzten Jahren deutlich weniger geworden. Hier können ein ernsthafterer Vollzug der vorhandenen Rechtsvorschriften (TA Luft) und einige Nachbesserungen auch auf europäischer Ebene zu einem insgesamt befriedigenden Zustand führen.

Die Kritikalität der Rohstoffversorgung könnte durch einen gezielten Ausbau der Nutzung von Biomasse deutlich verringert werden. Hier ist über strategische und regulatorische Maßnahmen zu entscheiden. Das relativ unverbindliche Strategiepapier der Bundesregierung (BMELV 2009) ist hierfür nicht ausreichend.

Die größten Herausforderungen liegen auf dem Feld der Ressourceneffizienz, sowohl bei der Produktion als auch bei den Produkten. Hier liegen aber auch die wesentlichen Chancen für eine Stabilisierung des Chemiestandortes Deutsch-

land. Durch die vorhandenen Techniken und Verfahren können die bekannten Klimaschutzanstrengungen zur Einhaltung des 2°-Ziels nicht erreicht werden. Sollen diese Ziele erreicht und beim ökonomischen und sozialen Status quo keine Abstriche gemacht und vielleicht sogar leichte Verbesserungen erreicht werden, dann gelingt dies nur, wenn wir in Schlüsselbereichen der «Stoffbereitstellung», also der chemischen Produktion, durch staatliche Rahmenbedingungen flankiert neue Handlungsfelder bzw. Räume für Sprunginnovationen schaffen.¹² Davon soll das nächste Kapitel handeln.

4 Sieben Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente Entwicklung

«Going green» – was könnte dies für die Chemische Industrie konkret bedeuten? Was wären die zentralen Entwicklungslinien oder Handlungsfelder? Nun gibt es auf der Berliner und der Brüsseler Bühne Wunschvorstellungen und Forderungen an die Branche zuhauf. Einige dieser Vorstellungen sind grundsätzlicher Natur, andere sind eher auf Einzelheiten oder gar auf einzelne Chemikalien bezogen. Im Folgenden geht es nicht um einzelne Forderungen. Vielmehr geht es um die Frage nach den Handlungsfeldern, auf denen es günstige Entwicklungslinien für die Branche gäbe und ökologische Ziele erreicht werden könnten (Chancenkorridore). Aber zunächst ist über den Handlungsrahmen und über den Maßstab zu sprechen, mit dem ein grüner Entwicklungskorridor bewertet werden kann.

4.1 Der Handlungsrahmen

«Going green» wird in dieser Untersuchung als ein Weg angesehen, der die Ressourceneffizienz der Produktion und der erzeugten Produkte deutlich steigert. Die Ressourceneffizienz der Chemischen Industrie kann allerdings nicht durch singuläre Maßnahmen gesteigert werden. Vielmehr sind es unterschiedliche Handlungsfelder, auf die eigenverantwortlich oder auch regulatorisch eingegriffen werden kann bzw. werden muss, wobei regulatorisch hier deutlich breiter als das klassische Ordnungsrecht verstanden wird. Die regulatorischen Vorschläge, die weiter unten erarbeitet werden, stellen aus der Sicht der betroffenen Wirtschaft sicherlich Eingriffe dar, die als etatistische Eingrenzung wirtschaftlicher Betätigung empfunden bzw. bezeichnet werden. Tatsächlich schaffen diese Eingriffe aber in aller Regel für die relevanten Handlungsfelder klar definierte Randbedingungen. Hierdurch wird für die Unternehmen in Deutschland oder Europa ein gleiches «level playing field» erzeugt. In der Regel wird nur über einen derartigen Eingriff eine gewünschte Entwicklung erst möglich, – eine Einschätzung, die hinter vorgehaltener Hand von den Akteuren auch geteilt wird.

¹² Dabei sind die Handlungsschwerpunkte für die Steigerung der Ressourceneffizienz im Bereich der Grundstoffchemie anzusetzen.

Im Folgenden geht es um diese sieben Handlungsfelder:

- Ressourceneffizienz;
- Chemikaliensicherheit;
- Rohstoffversorgung bzw. «feedstock change»;
- Klimaschutz;
- neue Akzente in der Wirtschaftsförderung;
- Forschung und Entwicklung (Innovationsräume);
- Neue Kunststoffe (Verpackungen).

Diese sieben Handlungsfelder sind aus ökologischer Sicht von Bedeutung, tragen aber auch das Potenzial in sich, für die Chemische Industrie am Standort Deutschland neue Entwicklungswege zu erschließen, die Investitionssicherheit und auch Wettbewerbsvorteile in Europa und vielleicht auch global geben können (Chancenkorridore).

4.2 Das Handlungsfeld Ressourceneffizienz als umfassender Maßstab für «going green»

Politische und unternehmerische Entscheidungen im Bereich der Chemischen Industrie sollten stärker auf mehr Ressourceneffizienz ausgerichtet sein. Ressourceneffizienz ist mehr als Energieeffizienz oder der «carbon footprint». Sie bezieht diese Betrachtungen aber natürlich mit ein. Ressourceneffizienz steht – wie oben dargestellt – auf drei Säulen:

- Energieeffizienz;
- Materialeffizienz;
- die möglichst schonende, also effiziente Nutzung von Umweltsenken.

Die Ermittlung der Ressourceneffizienz von Produkten und Dienstleistungen sollte methodisch verbindlich festgelegt werden. Hierzu gibt es gegenwärtig eine Reihe von Aktivitäten: z.B. die in Arbeit befindliche Rahmenrichtlinie Ressourceneffizienz des VDI (VDI 4597) und die geplanten Tochterrichtlinien.

Die Europäische Kommission treibt das Thema Ressourceneffizienz ebenfalls mit Nachdruck voran. Nachdem Anfang 2011 die Mitteilung «A Resource Efficient Europe» (COM(2011)21) veröffentlicht wurde, hat die Kommission im September 2011 die «Roadmap to a Resource Efficient Europe» (COM(2011)571) herausgegeben (EU 2011). Die Roadmap ist der Auftakt für viele weitere Aktivitäten in den unterschiedlichen Politikbereichen. Die Kommission hat in ihrer Roadmap den gleichen fachlichen Ansatz, wie er in dieser Studie vertreten wird. Ressourceneffizienz wird als umfassende Klammer für die unterschiedlichen ökologischen Themenfelder verstanden und in diesem Sinne auch weiterentwickelt.

4.2.1 Der Ressourceneffizienz-Steckbrief für Chemikalien

Nach erfolgter methodischer Verständigung kann die Ressourceneffizienz ermittelt und in Form eines Steckbriefs kommuniziert werden. Die Daten könnten

sogar für eine Chemikalie aus einzelnen Produktionsstätten ermittelt werden. Dieser Steckbrief kann in der Lieferkette Kaufentscheidungen beeinflussen, und er kann im Rahmen der Berichterstattungen zum nachhaltigen Wirtschaften einbezogen werden.

Der Aufwand zur Datenermittlung für die seriöse Berechnung eines Steckbriefes kann durchaus hoch ausfallen. Auf dieses Problem wurde zu Recht hingewiesen. Man sollte daher die Arbeiten zunächst auf die großen Stoffströme und die Massenchemikalien konzentrieren. Wenn entsprechende weitergehende Erfahrungen vorliegen, kann das Informationsangebot ausgeweitet werden.

Ein Beispiel mag auch für die Chemische Industrie die Vorteile dieses Vorschlags verdeutlichen. In China wird aktuell in großem Umfang die Produktionskapazität von Kunststoffen für den Weltmarkt ausgebaut. Ausgangsbasis ist hier aber nicht Erdöl, sondern Kohle (Acetylenverfahren (MEP 2010)). So werden bis zum Ende dieses Jahrzehnts die Produktionskapazitäten von PVC auf rund 20 Mio. t angestiegen sein. Als Katalysator, um aus Kohle über Acetylen PVC herzustellen, wird Quecksilber eingesetzt. Dieses Schwermetall soll gerade aufgrund seiner Gefährlichkeit auf internationaler Ebene geächtet werden. Die chinesische PVC-Produktion wird dazu führen, dass weiterhin Bedarf nach frischem Quecksilber besteht (über Minen). Weiter wird bei der Produktion dieses Kunststoffes auf Kohlebasis mehr als doppelt so viel CO₂ freigesetzt wie bei den ansonsten in der Welt eingesetzten Verfahren auf Erdölbasis. Alles dies sollten die Verbraucher bzw. die Verbraucherschutzorganisationen zukünftig über den Steckbrief in kurzen Daten und Fakten erfahren können.

Dieser klare Vorteil für eine effiziente, technisch modern aufgestellte Chemische Industrie ist mit dem Aufwand auszubalancieren, den ein solch neues Berichtswesen nach sich zieht. Die Daten müssen valide sein, daher kann in Einzelfällen der Aufwand beträchtlich sein, wenn man sozusagen produktscharfe Daten erheben möchte. Auf der anderen Seite entfalten aggregierte Daten nicht die gehoffte Unterstützung für ressourceneffiziente Produkte und Prozesse.

Und es ergeben sich auch eine Reihe von schwierigen methodischen Fragen, die zu lösen sind. So würde die Chemieproduktion in Ländern wie Österreich oder Norwegen relativ günstig dastehen, da dort die Wasserkraft den Energiemix dominiert, was beispielsweise zu niedrigeren energiebedingten CO₂-Emissionen führt, ohne dass dies etwas mit der Effizienz der eigentlichen Produktion zu tun hätte. Ein effizienteres Verfahren in Deutschland hätte in dieser Berechnungsweise schlechtere Werte als ein weniger effizientes Verfahren in Österreich, soweit der Strom aus dem öffentlichen Netz von Bedeutung wäre und verwendet würde. Folgt man den Planungen der Bundesregierung zum Ausbau des Erneuerbaren-Energien-Sektors, stellt sich das dargestellte Problem allerdings als temporär dar.

4.2.2 Ressourceneffizienz-Gesetz oder Förderabgabe?

Wie oben schon erwähnt, zählt die Chemieindustrie zu den Branchen mit dem höchsten Stromverbrauch. Auch beim Verbrauch von Erdgas liegt die Branche vorne. Selbst wenn die Hauptmenge des Stroms aus Erneuerbaren Energien

kommen würde, wären die Effizienzpotenziale bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Die Chemieindustrie setzt weit überwiegend auf Erdölbasis als stoffliche Grundlage («feedstock»). Kohle war vor 1945 bedeutend und könnte mit Verteuerung des Öls wieder konkurrenzfähig werden, was aus klimapolitischer Sicht fatal wäre. Die Umstellung auf Biomasse als «feedstock» bietet viele Effizienzvorteile und wird wegen ihrer zentralen Bedeutung als eigenes Unterkapitel weiter unten behandelt (Kap. 4.4).

Für die Zukunft stellt sich in Sachen Regulierung die Frage, ob Deutschland national oder europäisch eine Initiative startet, ein *Ressourceneffizienz-Gesetz* zu entwickeln, allein um die vielfältigen Aktivitäten auf diesem Feld zu bündeln, die national (BMU 2011) oder auch europäisch stattfinden (EU 2011). Die gegenwärtig auf europäischer Ebene gestartete Effizienzkampagne ist ein richtiger Schritt, hat aber den Nachteil, dass die Aktivitäten unverbindlich bleiben. In einem Ressourceneffizienz-Gesetz würden Entwicklungsziele festgelegt, Bewertungsmethoden fixiert und Handlungsfelder definiert. Auf europäischer Ebene scheint die Kommission die Strategie zu haben, keine explizite Ressourceneffizienz-Rechtsetzung zu verfolgen. Vielmehr soll die Ressourceneffizienz in den relevanten Politikbereichen im Sinne der oben zitierten Roadmap weiterentwickelt werden. Es wird sich zeigen müssen, ob diese Strategie ohne eine rechtlich fixierte Klammer umsetzbar ist und durchgehalten werden kann.

Aus der obigen Analyse der Situation der Chemischen Industrie lassen sich viele Argumente ableiten, dass eine Regulierung sinnvoll wäre. Ziele einer derartigen Aktivität wären insbesondere:

- die Darstellung der Priorität der Ressourceneffizienz;
- die Vereinheitlichung des Bewertungsansatzes;
- auf dieser Basis allgemeine und spezifische Zielvorgaben mit ausreichender Umsetzungsflexibilität;
- die Einordnung ökologischer Aktivitätsfelder wie Energiepolitik, Klimaschutz, Immissionsschutz oder Versorgungssicherheit in einen gemeinsamen Ordnungsrahmen;
- die Abstimmung der unterschiedlichen staatlichen Aktivitäten im Rahmen eines umfassenden Programmansatzes;
- der schrittweise Aufbau von Entscheidungshilfen.

Somit würde für alle Akteure durch eine Regulierung ein klarer Entwicklungsrahmen gegeben. Was ein derartiges Gesetz nicht leisten kann und auch nicht leisten sollte, ist das Eindringen oder Einmischen in die eigentlichen Produktionsprozesse. Dies würde den Staat nicht nur überfordern, es wäre wahrscheinlich sogar kontraproduktiv, weil die technischen Entwicklungen eher behindert denn gefördert würden.

Weniger umfassend als ein Ressourceneffizienz-Gesetz wäre eine *Bergrechtliche Förderabgabe*. Sie wäre als erster Schritt zur Unterstützung einer ressourceneffizienteren Entwicklung zu verstehen. Dabei ist die Struktur der Förder-

abgabe auf abgebaute bzw. inländisch gewonnene Rohstoffe sehr genau zu überlegen. Sie sollte dann eingeführt werden, wenn die Diskussion um ein Ressourceneffizienz-Gesetz zeigt, dass für diesen Vorstoß keine Akzeptanz zu erreichen ist. Für die Chemische Industrie wäre die Bergrechtliche Förderabgabe im Bereich der anorganischen Chemie von Relevanz (betrifft Kalk, Salze u.ä.). Diese Förderabgabe würde Rohstoffimporte ebenfalls einbeziehen können, da eine WTO-rechtlich problematische Diskriminierung durch eine entsprechende Ausgestaltung vermieden werden kann. Importe von Halb- und Fertigzeugen sind aber nicht erfassbar, was die Wirksamkeit dieser Regulierungsmöglichkeit bezüglich der Steigerung der Ressourceneffizienz natürlich einschränkt.

Der Vorteil eines derartigen Vorstoßes wäre es, schon bei vergleichsweise niedrigen Abgaben höhere Finanzbeträge zur Verfügung zu haben, die zweckgebunden für die Ressourceneffizienz ausgegeben werden könnten. Die Förderabgabe würde eine doppelte Steuerungswirkung entfalten:

- Sie fördert den effizienteren Umgang mit Ressourcen durch die Verteuerung der Rohstoffe;
- und als zweckgebundene Abgabe erbringt sie Mittel für Aktivitäten zur Steigerung der Ressourceneffizienz.

4.3 Das Handlungsfeld Chemikaliensicherheit

Das Allermeiste für dieses Handlungsfeld ist regulatorisch bereits festgelegt. REACH verlangt, dass die Chemikalien bzw. die aus Chemikalien hergestellten Produkte *sicher* sein müssen, d.h. ohne hohe Risiken. Der Vorsorgeabstand muss also groß genug sein. Um genau dies zu erreichen, muss REACH vollständig umgesetzt werden.

Diese einleitenden Ausführungen sollen deutlich machen, warum im Chemie-sektor die Forderung «Wir brauchen ein besseres Gesetz oder ein verschärftes Gesetz!» die Chemikaliensicherheit nicht wirklich voranbringen wird. Besser ist es, leichte Anpassungen vorzunehmen und insbesondere die vorhandenen rechtlichen Regelungen, also REACH, zügig umzusetzen und möglichst viel Informationen aus REACH verfügbar zu machen, damit die Produkte wirklich sicherer werden.

Daher ist die Grundbedingung (siehe Kapitel 3.4) aller hier gemachten Vorschläge: Sie dürfen die Routinearbeit bei der Umsetzung von REACH nicht behindern, verzögern oder gar durcheinander bringen.

4.3.1 Der Anpassungsbedarf von REACH

Bestätigen sich die ersten Äußerungen von Seiten der ECHA und der zuständigen nationalen Behörden, dass die Registrierungs dossiers häufig eine ungenügende Qualität aufweisen, würde eine Ergänzung der REACH-Regulierung um einen *qualitätssichernden Mechanismus* unabdingbar sein. Eine derartige Ergänzung würde dann realistischer Weise aber nur noch die letzte Registrierungs-tranche erreichen. Diese Tranche ist aber auch die umfangreichste und würde

viele mittelständische Produzenten und Importeure betreffen. Gerade für diese Tranche wäre die Qualitätssicherung daher besonders angezeigt.

Insgesamt scheint dieser Anpassungsbedarf sehr sinnvoll. Er würde auch dem Ziel einer möglichst störungsfreien Umsetzung von REACH nicht widersprechen, da es sich hierbei um einen Mechanismus handelte, der außerhalb der behördlichen Arbeiten als privatwirtschaftliche Vorprüfung erfolgte.

4.3.2 Die Verbesserung der Umsetzung von REACH

Die Umsetzung von REACH tritt in den nächsten Jahren allein deshalb in eine schwierige Phase, weil die Arbeitslast in der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA), zuständig für REACH, aber auch bei den Nationalbehörden zunehmen wird. Diese Arbeitslast ist mit der vorhandenen Personalstruktur nicht zu bewältigen. Somit würden auch die Erwartungen der Branche, über REACH ein vermarktbare Gütesiegel für den Weltmarkt zu erhalten (s.o.), nicht zu realisieren sein. Es besteht eher sogar die Gefahr, dass REACH aufgrund der Umsetzungsdefizite in die Negativschlagzeilen gelangt. Die konkurrierenden Märkte warten nur auf diese Schlagzeilen. So war eines der zentralen Argumente der US-Administration gegen REACH, dass dieses Arbeitsprogramm nicht umsetzbar sei.

Eine Lösung würde darin bestehen, die *Gebührensätze* für Registrierungen etc. kostendeckend zu gestalten, also anzuheben, um hierüber Mittel zur Verbesserung der Personalausstattung zu erreichen.¹³ Zusätzlich sollte ein Finanzierungsmechanismus eingeführt werden, der die Behörden der Nationalstaaten, die größere Arbeitspakete übernehmen, belohnt.

4.3.2.1 Negativlisten

Der Arbeitsstand bei der Festlegung von Kandidatenstoffen und Stoffen auf dem Anhang XIV ist, wie oben dargestellt, völlig unzureichend. Daher ist seitens der Kommission und des Rates eine Zielvereinbarung mit den beteiligten Behörden zu schließen, wie das Auffüllen der Negativlisten beschleunigt werden kann.

Es sollte erreicht werden, dass innerhalb der nächsten drei Jahre die Kandidatenliste auf die bekannten *gut 1.000 SVHC-Stoffe* aufgestockt wird.

4.3.2.2 Positivlisten

Weiter sollte die ECHA neben den Negativlisten auch Positivlisten zur Verfügung stellen. Es wird vorgeschlagen, einen Artikel 119 Absatz 3 des REACH-Gesetzes neu zu formulieren, der die ECHA beauftragt, im Rahmen der Stoffbewertung neben der fortzusetzenden Festlegung und Bewertung von Stoffen mit hohem Risikopotenzial und besonders hoher Besorgnis (SVHC) auch *eine neue*

¹³ Die EU-Kommission überprüft bis spätestens zum 1. Januar 2013 die REACH-Gebührenordnung. Diese Überprüfung wurde erst jetzt gestartet, um die Erfahrungen mit der ersten Registrierungstranche abzuwarten. Die Bundesregierung wird sich übrigens im Rahmen des Überprüfungsprozesses für eine Senkung von Gebühren einsetzen, soweit diese durch das Kostendeckungsprinzip gerechtfertigt ist. Dies folgt aus der Antwort zu einer kleinen Anfrage (BUNDESREGIERUNG 2011a).

Klassierung nach geringer Gefährlichkeit vorzunehmen und eine weitere Kategorie mit sehr geringer Gefährlichkeit (der inhärenten Eigenschaften) einzuführen. Dieser neue Bewertungsansatz folgt der toxikologischen bzw. ökotoxikologischen Argumentation der Chemischen Industrie, dass die Gefährlichkeit von Chemikalien differenziert zu betrachten sei und ein Stoff nicht per Definition gefährlich sein müsse. In diesem neuen Absatz 3 sind die Kriterien zu normieren, nach denen die Einstufung für die Positivlisten erfolgen soll. Weiter sind die erforderlichen Tests und die zu unterschreitenden Grenzwerte, nach der die Einstufung zu erfolgen hat, ebenfalls festzulegen.

Die Stoffe, die nach Artikel 113 Abs. 3 (neu) als gering gefährlich bzw. als sehr gering gefährlich eingeordnet werden, sind im Rahmen einer Definition des Anwendungsbereichs («domain of application») für diese Eingruppierung zu versehen, um Risiken von Fehlern bei der Aufnahme in die Positivliste zu verringern und Datenlücken berücksichtigen zu können. Denn die Anwendungsbreite einer Chemikalie kann sehr hoch sein, und man kann auch nicht sicher sein, welche weiteren Anwendungen in Zukunft noch am Markt «erfunden» werden. Daher dient die Eingrenzung der Positivbewertung einer Chemikalie auf einen Anwendungsbereich der Vermeidung von Fehleinstufungen.

Der Aufbau der Datenbanken nach Artikel 113 Abs. 3 (Positivlisten) soll mit gleicher Priorität ermöglicht werden wie die Bearbeitung der gefährlichen Stoffe (SVHC-Stoffe) und deren Veröffentlichung (nach Artikel 113 Abs. 1 und 2, Negativlisten).

Artikel 119 Absatz 3 (neu) soll explizit die Möglichkeit erhalten, dass den Herstellern von Chemikalien ein Recht eingeräumt wird, *Initiativbewerbungen* auf Aufnahme in die Positivliste abzugeben, sofern sie überzeugt sind, über Daten zu verfügen, die diese Aufnahme rechtfertigen. Diese Bewerbungen sind mit hoher Priorität zu bearbeiten und in gesetzlich fixierten Zeiträumen zu entscheiden. Aus den Gebühreneinnahmen ist die für die Bearbeitung der Positivlisten erforderliche Personalverstärkung zu finanzieren.

Fachliche Begründung für die Aufstellung einer Positivliste

Zu der hier vorgeschlagenen Positivliste wird es viele fachliche Einwände geben. Daher wird im Folgenden eine etwas detailliertere Begründung für diesen Vorschlag gegeben. Ken Geiser, Direktor des Lowell Center for Sustainable Production an der University of Massachusetts, Lowell, und einer der Verfasser des Massachusetts Toxics Use Reduction Act, stützt seine Analyse der Defizite auf dem Feld der US-Chemikaliensicherheit auf die amerikanische Erfahrung von 40 Jahren Chemikalienpolitik auf nationalstaatlicher Ebene (GEISER 2009). Die entscheidenden strategischen Defizite im 1976 erlassenen Toxic Substance Control Act (TSCA) und seiner Umsetzung sieht er in der Fixierung auf einzelne vermeintlich oder tatsächlich besonders toxische Stoffe. Es wurden nur wenige Einzelsubstanzen («one by one») reguliert. Die Regulation selbst ist fragmentarisch und basiert bis heute auf unzureichenden Informationen. Neu an Geisers Analyse ist insbesondere die Kritik an einer zu starken «Risikofixierung».

In der Fachdiskussion wird zwischen Risiko («risk») und Gefahr («hazard») unterschieden. Bezogen auf Chemikalien ist die Gefahr, die von einer Substanz ausgeht, durch deren toxische (auch inhärente) Eigenschaften definiert. Das Risiko bezieht die Expositionen einer Chemikalie für z.B. den Menschen mit ein und beurteilt, ob eine Gefahr auch tatsächlich aufgrund einer Exposition zu einem Schaden werden könnte. Gibt es aufgrund einer vollständig gekapselten Verwendung keine Exposition, so kann selbst mit der gefährlichsten Substanz risikolos umgegangen werden, vom Versagen der Kapselung einmal abgesehen – so diese Logik.

Aber der Versagensgedanke lenkt zum Kern des Problems: Mit immer größerem Aufwand wurden in den Jahrzehnten der Risikodiskussion Expositionsszenarien ersonnen und administriert, so dass auf dem Papier mittlerweile die Risiken tatsächlich minimiert sind. Und in den großen führenden Unternehmen der Chemischen Industrie werden diese Standards auch beachtet. Nur im Mittelstand und in der Verwendungskette gehen Anspruch und Wirklichkeit zum Teil sehr weit auseinander. Dies hängt letztlich auch damit zusammen, dass allein die personellen Kapazitäten zur Stoffbeurteilung und Risikoanalyse in kleinen und mittelständischen Unternehmen sehr begrenzt sind.

Eine stärkere Orientierung auf den Gefahrenaspekt von Chemikalien hätte gegenüber der erwähnten «Risikofixierung» Vorteile. Der Vorteil wäre, vereinfacht ausgedrückt, der folgende: Würde beispielsweise eine gefährliche Chemikalie durch eine weniger gefährliche Chemikalie als Bestandteil eines Produktes ersetzt, so wäre beim Versagen der Sicherheitsbestimmungen das Risiko einer schädlichen Exposition geringer. Gelänge eine Substitution durch eine ungefährliche Chemikalie, würde das Risiko in jedweder Hinsicht gegen Null reduziert, so die Grundüberlegung – und einmal abstrahiert von der Frage, ob es eine ungefährliche Chemikalie überhaupt geben kann.

Nun ist der Hersteller einer Chemikalie, auch einer gefährlichen, am Fortbestand des Marktes für seine Chemikalie interessiert. Um den Fortbestand sicherzustellen, wird er über die Risiko-Argumentation die Expositionsbestimmungen zur Not verschärfen, wenn ein zu hohes Risiko festgestellt wird. Der Hersteller einer weniger gefährlichen Chemikalie hat demgegenüber ein Interesse daran, sein Substitut zu verkaufen. Interessant ist die objektive Interessenslage des Verwenders (z.B. Retailer) der Chemikalie. Er hat das Interesse, die weniger gefährliche Chemikalie, das Substitut, einzusetzen, solange ihm hierbei nicht die Kosten aus dem Ruder laufen. Dieses Interesse nimmt in dem Umfang zu, in dem man sich in der Verarbeitungs- bzw. Versorgungskette dem Verbraucher nähert. Da der Verwender zudem über seine Kaufentscheidung über eine sehr große Nachfragemacht verfügt, müsste sprichwörtlich die Welt eigentlich schon seit langem völlig in Ordnung sein, wenn wir nicht zwei andere Probleme hätten.

Das erste, einfachere Problem ist, dass das ungefährlichere Substitut – verglichen mit der gefährlicheren Chemikalie – keinen geringeren, sondern einen vergleichbar guten chemischen Nutzwert haben muss. Unter chemischen Nutzwert wird hier die Eigenschaft verstanden, weshalb eine Chemikalie einge-

setzt wird. Ein chemischer Nutzwert ist beispielsweise die Eigenschaft, Öl in Wasser zu emulgieren, einen harten Kunststoff formbar zu machen, eine Farbe lichtstabil auszurüsten oder einen Werkstoff gegen Insektenbefall zu schützen. Natürlich werden die Chemikalienhersteller mit dem Argument des chemischen Nutzwertes für ihre jeweiligen Stoffe werben. Aber die Eigenschaften lassen sich prüfen, und zur Not wird eine Testcharge an Produkten mit dem Substitut erzeugt, und man stellt fest, ob es zu befriedigenden Ergebnissen führt. Und in der Tat ist nicht jedes Substitut, was beworben wird, gut genug.

Ein zweites, schwierigeres Problem ist, dass wir häufig nicht wissen, welche Substanz gefährlich und welche weniger gefährlich ist. Dieses Defizit hat weniger methodische Gründe, denn wir verfügen über geeignete wissenschaftliche Testmethoden und Bewertungsverfahren, um die Gefährlichkeit von Stoffen zu bewerten. Das Defizit besteht darin, dass diese Methoden für die allermeisten Stoffe, wie oben dargestellt, bisher nicht eingesetzt oder dass diese Daten den Behörden bisher nicht zur Verfügung gestellt wurden. Um dem Abhilfe zu schaffen, gibt es in Europa das REACH-System. Im Grundsatz werden dadurch die erforderlichen Daten zum Ausmaß der Gefährlichkeit von Stoffen in den nächsten Jahren ermittelt. Um diese Daten und ihre Bewertung für die beschriebenen Substitute nutzen zu können, müssten sie für die Marktteilnehmer verfügbar sein. Des Weiteren müssten sie in einer Form aufbereitet werden, dass sie für die Kommunikation in der Versorgungs- und Verarbeitungskette auch genutzt werden können. Dies ist mit der heutigen REACH-Regulierung nicht sichergestellt bzw. nicht möglich. Daher stellt die Herstellung bzw. Verbesserung einer Datentransparenz die wesentliche Herausforderung für die anstehende REACH-Überarbeitung dar. Hier setzt die Idee der Positivlisten an.

Was könnte mit einer Verbesserung von REACH erreicht werden? Gelänge eine schrittweise Substitution von gefährlicheren Chemikalien durch weniger gefährliche oder sogar inhärent sichere Stoffe, könnte von einer Transformation gesprochen werden. *Die Positivliste wäre dann eine wichtige Informationsquelle, um diesen Umbau durchführen zu können.*

Ein Einwand von Seiten der toxikologischen Fachwelt aus Industrie, aber auch aus Behörden wird sein, dass mit der Positivliste erstmals ein systemwidriger Paradigmenwechsel vom Risiko zur Gefahr vollzogen würde. Der Paradigmenwechsel wird nicht geleugnet; er ist, wie dargestellt, mit dem Vorschlag sogar bewusst eingegangen worden. Es sollen die Substanzen ausgezeichnet werden, die unabhängig von Expositionsszenarien eine definierte Sicherheitsschwelle unterschreiten.

Dieser Paradigmenwechsel ist für die Negativlisten der REACH-Regelung (siehe die Kandidatenliste) ebenfalls vorgenommen worden, übrigens mit einer ähnlichen Begründung, aber mit umgekehrten Vorzeichen. Auch die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen erfolgt entlang deren inhärenter Eigenschaften

(EU 2008). Also trifft der Vorwurf der erstmaligen Verletzung einer eingeführten «Dogmatik» nicht zu.¹⁴

Hinzu kommt, dass Annex 4 der REACH-Regelung, wo beispielsweise Naturstoffe wie verschiedene Zucker, Stärke, CO₂, Edelgase oder pflanzliche und tierische Fette, Öle und Wachse aufgenommen werden, die aufgrund ihrer klaren Ungefährlichkeit nicht dem REACH-Check unterzogen werden müssen, im Kern bereits eine Positivliste ist. Diesen Ansatz gilt es, fachlich weiterzuentwickeln und auf synthetische Chemikalien auszuweiten.

Ein weiterer Einwand ist eher rechtlicher Natur. Positivlisten sind keine explizite Garantie, einen Stoff gefahrlos einsetzen zu können, deshalb wird sich eine ganze Reihe von Haftungsfragen stellen, insbesondere, wenn die Positivliste von einer staatlichen Stelle geführt wird. Diese Haftungsfragen lassen sich u.E. dann lösen, wenn es klare naturwissenschaftliche Anforderungen an die Aufnahme in die Listen gibt, und sie ließen sich minimieren, wenn die Erarbeitung der Positivliste, ähnlich wie dies in Deutschland mit der Vergabe von Positivauszeichnungen wie dem *Blauen Engel* geschieht, auf eine private Institution übertragen würde.

4.3.3 Sichere Produkte durch Substitution

Negativlisten und Positivlisten sind für die zukünftige Weiterentwicklung der Verbraucherprodukte wichtige Erkenntnisquellen, weil beispielsweise der Produktentwickler, wo möglich, seine Stoffauswahl aus den Positivlisten trifft und die Stoffe der Negativlisten so weit möglich vermeidet. Sofern die Positivlisten keine passenden Stoffe nennen, muss der Produktentwickler sich dann auf die Informationen der REACH-Umsetzung (ECHA) stützen.

Positiv- und Negativlisten werden auf absehbare Zeit keine umfassenden Listen sein können, weil sich aus Kapazitätsgründen, aber auch aus der Stoffeigenschaft heraus nur vergleichsweise wenige Stoffe eindeutig in die jeweiligen Listen aufnehmen lassen. Der Grund: Es wird nicht immer für all die jeweiligen Anwendungsbereiche klare Positivstoffe geben, die dann auch noch die gewünschte chemische Leistung (beispielsweise Oberflächenreinigung) aufweisen. Daher bleibt in der sprichwörtlichen Mitte der REACH-Regulierung der hinreichende und auch erforderliche Raum für die Risikoanalysen im herkömmlichen Sinn, also die Hauptarbeit der REACH-Regulierer: nämlich, den Produktentwicklern und Verbraucherschützern die erforderlichen Informationen zur Verfügung zu stellen.

Sollte sich über die kommenden Jahre der Umfang der Listen stetig erweitern, kann es natürlich zu Schwerpunktverlagerungen kommen. Dies hängt aber von den faktischen Stoffdaten ab, die heute noch keiner kennt. Also ist langfristig offen, welche Bedeutung der *Risiko*-Ansatz behält und welche Bedeutung der *Gefahr*-Ansatz sozusagen von den Rändern her erreichen kann.

¹⁴ In Deutschland hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) vor Jahren einen Versuch gestartet, aus den damaligen Neustoffanmeldungen eine Positivliste zu generieren (für Textilfarbstoffe). Diese Liste wurde eingestellt, weil die Prüfanforderungen damals unzureichend waren und die Altstoffe nicht einbezogen werden konnten. Aus diesen Erfahrungen sollten Lehren gezogen werden.

Bisher wurden in Europa weit über tausend Einzelentscheidungen zur Beschränkung von Stoffen getroffen. Dies ist bereits ein kleiner Schritt zu mehr Substitution, und dieses Instrument wird weiterhin genutzt werden. Stoffverbote im Rahmen der Autorisierungsverfahren sind ein neues Instrument, sie sind erforderlich und werden im Rahmen der REACH-Umsetzung auch kommen. Nur ist das Verbot eines Stoffes bzw. einer Chemikalie nur eine *ultima ratio* – nicht zuletzt, weil der Stoff ja trotz seiner Schädlichkeit eine Funktion erfüllt. Und diese Funktion wird nachgefragt, ist in manchen Fällen sogar essenziell. Daher sind Verbote nur möglich, wenn der Schaden den Nutzen deutlich übersteigt. Man muss also die Verbote um Instrumente ergänzen, die mehr Sicherheit in der Breite geben. Hier ist insbesondere die Substitution durch Stoffe mit einem geringeren Risiko bzw. mit einer geringeren Schadwirkung, wie oben ausgeführt, der zukünftige Hauptpfad, um zu sicheren Produkten zu gelangen.

In den nächsten Jahren werden die erforderlichen Daten zur Gefährlichkeit von Stoffen im Rahmen von REACH ermittelt. Um diese Daten und ihre Bewertung für die Substitution gefährlicher Stoffe nutzen zu können, müssten diese Informationen für die Marktteilnehmer verfügbar sein. Weiter müssten sie in einer Form aufbereitet werden, dass sie auch für die Kommunikation in der Versorgungs- und Verarbeitungskette genutzt werden können.

Die Möglichkeit der Substitution ist in der heutigen REACH-Regulierung in Ansätzen enthalten. Ein Stoffverbot zieht automatisch eine Substitution nach sich. Bisher wurden keine neuen Stoffverbote unter REACH ausgesprochen. Die Abläufe der Substitution sind in REACH ebenfalls geregelt. Bisher wurden nur wenige Substitutionsgebote ausgesprochen. Eine Substitutionspflicht in der Breite wird unter REACH nicht geregelt. Diese Forderung war ursprünglich Teil der Vorschläge einzelner EU-Staaten und NGOs, hat sich aber nicht durchsetzen lassen.

Man sollte daher der Öffentlichkeit die Daten zur Gefährlichkeit der Chemikalien in Form einer Datenbank im Internet zur Verfügung stellen. Artikel 119 der REACH-Regelung enthält in seiner heute gültigen Form im Absatz 1 bereits die erforderlichen Zugangsrechte für die Öffentlichkeit. Im Artikel 119 Absatz 2 wird der Industrie aber für wichtige Informationen ein Widerspruchsrecht auf Veröffentlichung eingeräumt. Hierunter fallen u.a.

- der Reinheitsgrad des Stoffes und die Identität von gefährlichen Verunreinigungen bzw. Zusätzen;
- der Mengbereich, für den eine Registrierung erfolgt ist;
- die qualifizierten Studienzusammenfassungen (robust summary);
- Handelsbezeichnungen.

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen im REACH-Prozess ist nicht auszuschließen, dass Teile der Wirtschaft von dieser Widerspruchsmöglichkeit Gebrauch machen werden. Dies wäre insbesondere für die Verfügbarkeit der Studiendaten ungünstig, die Datentransparenz wäre eingeschränkt. Daher ist es

erforderlich, diese Einspruchsmöglichkeit der Wirtschaft insbesondere für die oben genannten vier Informationsbereiche zu tilgen.

Im Rahmen ihrer Aktivitäten zu Global Product Strategies (GPS) hat sich die Chemische Industrie selbst verpflichtet, sogenannte «Safety Summaries» mit bewerteten Daten für alle vermarkteten Stoffe unter REACH spätestens ein Jahr nach der Registrierung zur Verfügung zu stellen (ICCA 2011). Auf der Homepage dieser Initiative können heute bereits Informationen zu über 1.000 Substanzen abgerufen werden. Somit liegen die Standpunkte bezüglich Datentransparenz im Prinzip gar nicht mehr so weit auseinander.

Abbildung 10: Dialogfenster für die Abfrage nach Informationen über Stoffe – hier: Bisphenol A – auf der Global Product Strategy-Webseite des International Council of Chemical Associations (ICCA)

The screenshot shows the ICCA website's 'Chemical Information Search' page. The search form is titled 'Search substances (Search by one of the options below)'. The 'Chemical Name' field contains 'bisphenol a'. Below the form, the search results are displayed as follows:

Substance Name	CAS number	Companies contributed	More information available
Phenol, 4,4'-(1-methyl-4-phenyleneoxy)-	80057	Mitsubishi Chemical, Momentive Performance Materials Holdings LLC, Dow	Yes
Dicumyl, 2,2-bis[4-(1-methyl-4-phenyleneoxy)-1-phenyleneoxy]propane-	1019643	Dow, DOW, The Dow Chemical	Yes

(Quelle: <http://www.icca-chem.org/>)

4.3.4 Mehr Transparenz durch Produktdatenbanken

Während REACH-Datenbanken sowie Negativ- und Positivlisten (s.o.) insbesondere eine «Fundgrube» für den Produktentwickler darstellen, wäre eine Produktdatenbank mit detaillierten Informationen über die chemische Zusammensetzung von Produkten eine Fundgrube für den Verbraucher bzw. der Verbraucherschutzorganisationen.

Eine *Haushaltsproduktedatenbank* (HPDB) sollte es diesen ermöglichen, sich via Internet über die Zusammensetzung der Produkte und deren Gefährlichkeit zu informieren. Dies kann elegant erreicht werden, wenn das Sicherheitsdatenblatt des Produktes über eine Datenbank der Öffentlichkeit zugänglich gemacht würde. Dieses Sicherheitsdatenblatt muss nach der heutigen europäischen Rechtslage vom Hersteller für jedes Produkt erstellt werden. Es ist auf Anfrage dem Handel oder dem Weiterverarbeiter zur Verfügung zu stellen, und es ist auch den Behörden zu übermitteln. Die Sicherheitsdatenblätter liegen in elektronischer Form vor. Es ist zu entscheiden, ob über das Sicherheitsdatenblatt hinausgehende Informationen im Rahmen der HPDB erfasst werden sollen (siehe den Ressourceneffizienz-Steckbrief).

Für die Hersteller wäre das elektronische Übermitteln (und Aktualisieren) des Sicherheitsdatenblattes an den Betreiber der Datenbank ein zusätzlicher Aufwand. Dieser Aufwand könnte aber kompensiert werden, wenn andere Berichtspflichten dadurch verringert würden. So könnte die Berichtspflicht an den Handel und in der Lieferkette entfallen, wenn die Datenbank aufgebaut ist. Auch einige sektorspezifische Berichtspflichten könnten entfallen (für Kosmetika oder Wasch- und Reinigungsmittel), weil die Datenbanken für diese Bereiche in die HPDB integriert werden könnten.

In den USA wird eine vergleichbare Datenbank seit vielen Jahren sehr erfolgreich betrieben (NLM 1995). Die von der National Library of Medicine, einer Dienststelle der US-Regierung, bereitgestellte Datenbank, ist sehr übersichtlich und bedienungsfreundlich aufgebaut (siehe Abbildung 11) und wird täglich von rund 50.000 Verbrauchern aufgesucht. Ein Nachteil dieser Datenbank ist allerdings, dass die vorhandenen Informationen nicht alle Produkte auf dem US-Markt umfassen. Außerdem werden die Informationen ungeprüft weitergegeben. Dieser Nachteil erklärt sich aufgrund des freiwilligen, nicht-amtlichen Charakters der Datenbank.

Die Übermittlung standardisierter Daten über die Zusammensetzung der Produkte und nötige Sicherheitshinweise etc. an die Datenbank sollten daher eine europäische Rechtspflicht der Hersteller sein. Die Informationen sollten zudem stichprobenartig von den für die Chemikaliensicherheit zuständigen Stellen der Mitgliedsstaaten überprüft werden.

Abbildung 11: Informationsfenster für die Abfrage nach den Inhaltsstoffen eines Toners für Tintenstrahldrucker – The Household Products Database of the National Library of Medicine

U.S. Department of Health & Human Services | www.hhs.gov

Household Products Database

Health & Safety Information on Household Products

National Institutes of Health
National Library of Medicine
Specialized Information Services | NLM

Home | Products | Manufacturers | Ingredients | Health Effects

Quick Search

 Product, Manufacturer etc....

Advanced Search >

Browse by Category
 Auto Products
 Inside the Home
 Pesticides
 Landscape/Yard
 Personal Care
 Home Maintenance
 Arts & Crafts
 Pet Care
 Home Office

Browse A-Z
 Product Names
 Types of Products
 Manufacturers
 Ingredients

Support
 About the Database
 FAQ
 Product Recalls
 Help
 Glossary
 Contact Us
 More Resources

What's under your kitchen sink, in your garage, in your bathroom, and on the shelves in your laundry room? Learn more about what's in these products, about potential health effects, and about safety and handling.

Auto Products Brake Fluid, De-icer, Lubricant, Sealant, and more...	Inside the Home Air Freshener, Bleach, Cleaners, Toilet Bowl Cleaner, and more...	Pesticides Animal Repellent, Fungicide, Herbicide, Insecticide, and more...
Landscape/Yard Fertilizer, Lawn Care, Swimming Pool Products, and more...	Personal Care Antiperspirant, Hair Spray, Makeup, Shampoo, Soap and more...	Home Maintenance Caulk, Grout, Insulation, Paint, Putty, Stain, and more...
Arts & Crafts Adhesive, Glaze, Glue, Primer, Varnish, and more...	Pet Care Flea & Tick Control, Litter, Stain/Odor Remover, and more...	Home Office Ink, Toner, Correction Fluid, Electronics Cleaners, Pens and more...

For advice if someone is poisoned, call your local Poison Center at 1-800-222-1222.

Home | Products | Manufacturers | Ingredients | Health Effects

U.S. Department of Health & Human Services | www.hhs.gov

Household Products Database

Health & Safety Information on Household Products

National Institutes of Health
National Library of Medicine
Specialized Information Services | NLM

Home | Products | Manufacturers | Ingredients | Health Effects

Quick Search

 Product, Manufacturer etc....

Advanced Search >

Browse by Category
 Auto Products
 Inside the Home
 Pesticides
 Landscape/Yard
 Personal Care
 Home Maintenance
 Arts & Crafts
 Pet Care
 Home Office

Browse A-Z
 Product Names
 Types of Products
 Manufacturers
 Ingredients

Support
 About the Database
 FAQ
 Product Recalls
 Help
 Glossary
 Contact Us
 More Resources

Browse Home Office Category

Home Office	Type	Product Name
Adhesive	enhancer	Brother Toner N2 TN-250
Cleaner	ink	Brother Toner N3 TN-300
Electronics		Brother Toner TN-100 HL
Fixative		Brother Toner TN-200
Ink		Brother Toner TN-300
Lubricant		Brother Toner TN-430
Markers		Brother Toner TN-460
Paint		Brother Toner TN-5000 PF
Pens		Brother Toner TN-530
Printer		Brother Toner TN-560
Stripper		Canon Laser Toner Cartridge A30, Black, Code 1474A/F41-4102
Toner		HP Color LaserJet Black Print Cartridge C4149A
Transparency marker		HP Color LaserJet Black Print Cartridge C4191A
White out		HP Color LaserJet Black Toner C3105A
		HP Color LaserJet Cyan Print Cartridge C4190A
		HP Color LaserJet Cyan Print Cartridge C4192A
		HP Color LaserJet Cyan Toner C3102A
		HP Color LaserJet Magenta Print Cartridge C4151A
		HP Color LaserJet Magenta Print Cartridge C4193A
		HP Color LaserJet Magenta Toner C3104A
		HP Color LaserJet Yellow Print Cartridge

... water (low pressure) for at least 15 minutes. If symptoms occur, consult a physician.

Health Rating: 1
Flammability Rating: 1
Reactivity Rating: 0
HMS Rating Scale: 0 = Minimal; 1 = Slight; 2 = Moderate; 3 = Serious; 4 = Severe;
 N = No information provided by manufacturer; * = Chronic Health Hazard
 MSDS Date: 2004-07-01

Handling/Disposal

Handling: From MSDS
 Keep material out of reach of children. Avoid inhalation of dust and contact with eyes. Keep away from excessive heat, sparks, and open flames. Keep container closed and store at room temperature. Keep away from strong oxidizers.

Disposal: From MSDS
 Do not put toner or print cartridge into fire; heated toner may cause severe burns. Do not shred print cartridge, unless dust-explosion prevention measures are taken. Finely dispersed particles may form explosive mixtures in air. Dispose of in compliance with federal, state, and local regulations.

Ingredients from MSDS/Label

Chemical	CAS No / Unique ID	Percent
p-Xylene	000106-42-3	
Iron oxide	001317-61-9	40-50
Styrene/acrylates copolymer	999999-58-2	40-50

Note: Brand names are trademarks of their respective holders.
 Information is extracted from Consumer Product Information Database ©2001-2011 by DeLima Associates.
 All rights reserved.

[Home](#) | [Brands](#) | [Manufacturers](#) | [Ingredients](#) | [Health Effects](#)

(Quelle: <http://householdproducts.nlm.nih.gov/>)

Um zu einzelnen Inhaltsstoffen vertiefte Informationen zu erhalten, sollte die HPDB Links zu anderen Datenbanken enthalten (beispielsweise zu den REACH-Datenbanken wie den Negativ- und auch Positivlisten, s.o.). Es sollten Verknüpfungen zu den anderen relevanten europäischen Produktdatenbanken hergestellt werden. Zukünftig könnten auch Links zum im Aufbau befindlichen NanoPortal des JRC der EU-Kommission hergestellt werden.

Die HPDB sollte mit den Barcodes auf der Produktverpackung kombiniert werden. Hierdurch kann erreicht werden, dass die Produktinformationen mittels Smartphones bei Kaufentscheidungen abgefragt werden können.

Es ist zu diskutieren, ob und in welchem Umfang die «nackten» Informationen vom Betreiber der Datenbank aufbereitet werden müssen, damit die Datenbank auch von unkundigen Verbrauchern ohne große Chemiekenntnisse genutzt werden kann. Eine Umsetzungsmöglichkeit wäre es, die Verbraucherschutzorganisationen finanziell zu unterstützen, damit sie im Rahmen ihrer Arbeit mit Hilfe ihrer Organe die Brücke von der HPDB zum Verbraucher schlagen.

In einer kürzlich für das Bundesumweltministerium durchgeführten Untersuchung hat das IFEU-Institut das Für und Wider einer HPDB untersucht (GIEGRICH 2011). Es wurden detaillierte Umsetzungsvorschläge erarbeitet und die Einwände gegen den Aufbau einer solchen Datenbank eingehend analysiert. Daher kann auf diese Untersuchung Bezug genommen werden. Am Ende steht das klare Ergebnis einer Machbarkeit und Sinnhaftigkeit der HPDB. Was bisher

allerdings fehlt, ist der politische Wille eines bedeutenden Mitgliedsstaates, diesen Vorschlag in Brüssel einzubringen.

4.3.5 Fazit Chemikaliensicherheit

Die Vorschläge zur Verbesserung der Chemikaliensicherheit dürfen sich nicht in REACH (und den begleitenden Regulierungen PSM-VO, Biozid-VO bis hin zu CLP¹⁵) erschöpfen. Weitere wichtige Handlungsansätze für ein in die Zukunft gerichtetes Chemikalienmanagement sind vorhanden. So sollte die Chemikalienregulierung besser mit dem medienbezogenen Umweltrecht verzahnt werden, ebenso wie mit den spezialgesetzlichen Stoffregelungen. Weiter gibt es auch die Notwendigkeit, den Stofffluss der Chemikalien qualitativ und quantitativ besser zu verstehen, um hieraus auch Schlussfolgerungen über Risiken und insbesondere Senken ziehen zu können.

Aber in der Gesamtschau und vor dem Hintergrund der Notwendigkeit, realisierbare Schwerpunkte zu setzen, erscheint die Stärkung des Substitutionsgedankens mit den Instrumenten REACH-Datenbanken, Negativlisten, Positivlisten und Produktdatenbanken der sinnvolle nächste Schritt, ohne Gefahr zu laufen, das Ziel, eine zügige Umsetzung von REACH, zu gefährden.

Durch dieses Handlungsfeld lassen sich die von der Chemischen Industrie zu leistenden Arbeiten ökonomisch in europäische Güte- bzw. Qualitätssiegel ummünzen. Zusätzlich zahlt sich die Entwicklung weniger gefährlicher chemischer Substitute auch am Markt aus.¹⁶ Weiter muss es ein weltweites Anliegen sein, Unfälle mit Chemikalien zu vermeiden und diesbezügliche Risiken zu vermindern. Die ILO spricht in diesem Zusammenhang von 400.000 Toten pro Jahr weltweit. Gerade für diese Märkte besteht Bedarf nach systematischen Konzepten (z.B. der *Responsible Production*-Ansatz der UNEP). Die hier entwickelten Vorschläge zur Steigerung der Chemikaliensicherheit führen daher auf diesen Märkten zu Chancenkorridoren im Hinblick auf sicherere Technologien und risikoärmere Chemikalien und daneben zu einem verbesserten Schutz von Arbeitnehmern in den Schwellen- und Entwicklungsländern.

4.4 Das Handlungsfeld Rohstoffversorgung

In einem Klimaschutz-Szenario, in dem bis 2050 80% oder sogar 95% der Treibhausgasemissionen eingespart werden sollen, stellt sich die Frage, wem die Emissionen aus der energetischen Entsorgung von Kunststoffen und chemischen Produkten (siehe 3.3.4) zugeordnet werden sollen. Eine Möglichkeit wäre es, in Abweichung von der heutigen Praxis der Aufstellung nationaler Inventare, diese Emissionen im Rahmen einer erweiterten Produktverantwortung der Chemi-

15 CLP-Verordnung (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures) = Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, in Kraft getreten am 20. Januar 2009.

16 Siehe hierzu BASF: BASF-Weichmacher Hexamoll® DINCH weiter auf dem Vormarsch. P-11-365, 2011-07-26 <http://basf.com/group/pressemitteilung/P-11-365>.

schen Industrie anzulasten. Dieser Anteil könnte in einem Szenario 2050 rein rechnerisch 20% der Treibhausgasemissionen ausmachen.

Dieses Szenario wird aus vielerlei Gründen so nicht eintreten, u.a. weil sich ja auch die Verfahren der Abfallwirtschaft weiterentwickeln werden. *Diese nackten Zahlen machen aber deutlich, dass das Problem der Treibhausgasemissionen aus den Produkten der Chemischen Industrie auf Dauer nicht ignoriert werden kann.* Und auch der Hinweis, dass 2050 ein voll funktionstüchtiger Emissionshandel das Problem der energetischen Verwertung lösen wird, geht am Thema vorbei. Denn die Kunststoffe, die in der Zukunft, nach Jahren oder Jahrzehnten, zu entsorgen sind, werden *heute* produziert. Da hilft ein hoher Zertifikatpreis im Jahr 2050 relativ wenig, denn die Abfallmengen werden zunehmen, und eine Entsorgung ist unumgänglich. Wobei neben der Verbrennung bzw. energetischen Verwertung von Kunststoffen noch die vielen anderen Produkte hinzuzufügen sind, die in die Umwelt gelangen, biologisch abbaubar sind und über diesen Weg ebenfalls einen erheblichen Treibhauseffekt verursachen.

Eine andere Überlegung mag diese Betrachtung ergänzen. Wie oben dargelegt, dienen rund 15% des heutigen Erdölverbrauchs als Rohstoff für die Herstellung von organischen Chemikalien. Dies ist der fossile Kohlenstoff-Pool, aus dem die Treibhausgasemissionen der Zukunft stammen. Das Problem verschärft sich noch dadurch, dass ein Teil dieses Pools aus dem Bausektor über Jahrzehnte in der Technosphäre angesammelt wird und in den nächsten Jahrzehnten nach Ablauf der definierten Lebensdauer der Produkte über die Abfallwirtschaft zusätzlich zu entsorgen ist.

Durch einen mittel- bis langfristigen Wechsel der Rohstoffbasis von Erdöl zu Biomasse – den sogenannten «feedstock change» – würde, wie dargestellt, eine Lösung des Problems außerhalb der Abfallwirtschaft möglich sein.

In den letzten Jahren gab es Stimmen aus der Wissenschaft, Biomasse primär im Bereich der Wärmeerzeugung und der Stromgewinnung einzusetzen (JRC 2007, BMELV 2007). Diese Strategie ist aus Sicht der Ressourceneffizienz kritisch zu sehen. Biomasse sollte primär für die stoffliche Nutzung eingesetzt werden (B90/GRÜNE 2011a). So lassen sich im Chemiesektor höhere Effizienzen erzielen (REINHARD 2007). Zudem ist eine Kaskadennutzung der Biomasse möglich (vgl. Abbildung 9), was unschlagbare Vorteile für den Biomasseeinsatz ergäbe (BRINGEZU 2009, BRINGEZU 2011) (siehe oben).

Gegenwärtig werden die politischen Weichen für den künftigen Einsatz der Biomasse gestellt. Die entsprechende Diskussion findet weitgehend unter Abwesenheit der Chemischen Industrie statt.

Welche Regulierungen sind sinnvoll, um einen «feedstock change» zu fördern bzw. herbeizuführen?

4.4.1 Die Nachhaltigkeit muss gesichert sein

Die EE-Richtlinie der EU legt die Nachhaltigkeitsanforderungen für flüssige Bioenergie und Biokraftstoffe fest (EE-RICHTLINIE 2009). In diesem Zusammenhang werden beispielsweise Mindestanforderungen an Treibhausgaseinspa-

rungen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen (mindestens 35%) gefordert. Auch die Anforderungen an die Flächeninanspruchnahme sind definiert. In Diskussion ist auch die Frage, wie die indirekten Landnutzungseffekte (ILUC)¹⁷ mit einbezogen werden können (BZL GMBH 2010, LAHL 2011).

Für die Einbeziehung der indirekten Landnutzungsänderung in die Klimabilanz von Biomasse wird von vielen Wissenschaftlern vorgeschlagen, die rechtlichen Regelungen zu ergänzen. Die indirekten Effekte sollten nach diesen Vorschlägen in die Klimabilanz eingerechnet werden. Es ist u.E. davon abzuraten, eine Regelung festzulegen, die eine unspezifische Steuerungswirkung über pauschale, mittels Rechenmodellen gefundene ILUC-Faktoren entfaltet (FRITSCHKE 2010, LABORDE 2011). Hierdurch würden gerade Biomassen aus solchen Ländern benachteiligt, die sich gesetzlich und administrativ dem Schutz wertvoller, kohlenstoffreicher Naturflächen verpflichtet haben. Dieser «perverse» Effekt entsteht dadurch, dass in den globalen Modellen einheitliche ILUC-Faktoren (für Biomasse aus allen Regionen) als globale Faktoren errechnet werden. Diese globalen Faktoren würden dann in etwa die mittlere globale ILUC-Situation abbilden. Da es aber auf der einen Seite Regionen in dieser Welt gibt, die sich bis heute überhaupt nicht in der Bekämpfung von ILUC engagieren – wie Indonesien –, und es auf der anderen Seite auch Regionen gibt, wo man beginnt, ILUC zu bekämpfen – wie Brasilien –, und es zudem Regionen gibt, wo z.B. die Wälder gesetzlich geschützt sind – u.a. Deutschland –, ist ein einheitlicher globaler Faktor über alles nicht fair – und er steuert außerdem auch falsch. Zudem ist die Bedeutung einer nachhaltigen Biomassegewinnung für das Erreichen der Klimaschutzziele von so zentraler Bedeutung, dass eine Regelung gefunden werden muss, die ILUC verhindert und gleichzeitig die Rohstoffversorgung aus Biomasse auch aus Ländern mit hoher Sonneneinstrahlung weiterhin ermöglicht. Daher sollten die rechtlichen Regelungen u.E. um eine *regionale Erfassung* dieser Effekte ergänzt werden.

Die Chemische Industrie ist heute schon einer der wichtigsten Nutzer von Biomasse als Rohstoff, auch wenn dies prozentual noch eher bescheiden aussieht. Eine Ausdehnung dieses Anteils ist dann vertretbar, wenn vorher die Nachhaltigkeitsanforderungen auf die stoffliche Biomassenutzung ausgedehnt werden. Die *Festlegung von Nachhaltigkeitsanforderungen an die stoffliche Biomassenutzung* im Rahmen der existierenden oder einer neuen EU-Richtlinie ist daher vordringlich.

Fachlich ist die Ausweitung der Biomassenutzung vom Grundsatz her kein großes Problem. Die Anforderungen der EE-Richtlinie können für viele Aspekte direkt übertragen werden (Mindesteinsparrate an Treibhausgasen, Ausschluss der Umwandlung von Flächen mit hoher Biodiversität oder Kohlenstoffgehalt); aller-

17 Indirect Land Use Change (ILUC) – danach findet durch die weltweite Produktion von Biomasse für die Produktion von Biokraftstoffen eine Verdrängung von Nahrungs- und Futtermitteln statt. Als Ersatz müssen bislang ungenutzte Flächen zur Nahrungsmittelproduktion erschlossen werden. Wenn es sich dabei z.B. um Regenwaldflächen handelt, würde durch diese Änderung der Landnutzung eine große Menge CO₂ freigesetzt.

dings sind gewisse methodische Anpassungen an den Stoffsektor vorzunehmen (hier sei auf die laufenden, im Jahr 2012 abzuschließenden Forschungsarbeiten verwiesen (NOVA-INSTITUT 2010)). Schwieriger zu lösen ist die Nachverfolgbarkeit der Biomasse vom Eingang in den Produktionsprozess bis hin zum Produkt.

Mit dem in Kürze vorhandenen Kenntnisstand bestehen sicherlich gute Voraussetzungen, einen politischen Vorstoß in Brüssel für die Ausdehnung des Nachhaltigkeitsregimes auf stofflich zu nutzende Biomasse zu starten. Rückenwind ist für solch eine Initiative zu erwarten, weil die Chemische Industrie unserem Eindruck nach aus eigenem Interesse diese Aktivitäten unterstützen würde.

4.4.2 Die Privilegierung der Kaskadennutzung von Biomasse

Die Kaskadennutzung von Biomasse weist eindeutige Effizienzvorteile auf und kann die Nutzungskonkurrenzen entlasten (vgl. Abbildung 9). Aktuell ist das Förderinstrumentarium der EU bzw. der Bundesregierung nicht darauf ausgerichtet, Kaskadennutzung zu privilegieren. Daher ist das Förderinstrumentarium (insbesondere das Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG, und das Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz, EE-WärmeG) in diesem Sinne zu überarbeiten. Zukünftig sollte die energetische Nutzung der Biomasse vorrangig gefördert werden, wenn sie am Ende einer Kaskade nach stofflicher Nutzung erfolgt.

Eine entsprechende Novellierung des EEGs wird sicherlich nicht einfach werden, weil große Teile der Landwirtschaft sich auf die direkte Verstromung von Mais ausgerichtet haben.

Die Umstellung muss daher in Schritten vorgenommen werden, damit letztlich auch rechtlich keine unnötigen Risiken eingegangen werden. Daher wäre es richtig, von einer schrittweisen Umsteuerung im EEG – was die Biomassenutzung für den Strom- und Wärmemarkt anbelangt – zu sprechen.

4.4.3 Die Umsetzung des «feedstock change»

Ein erster wichtiger Schritt zur Umsetzung des «feedstock change» wäre es, die *finanziellen Steuervorteile* der stofflichen Nutzung gegenüber der energetischen Nutzung von fossilem Kohlenstoff (Erdöl/Erdgas) im Energiesteuergesetz zu *streichen* (B90/GRÜNE 2011a).

Dieser Vorschlag ist nicht neu, – und er dürfte der Chemischen Industrie nicht gefallen. Er würde aber nicht nur eine Wettbewerbsgleichheit für Biomasse als «feedstock» erreichen, sondern auch die Streichung eines Subventionsatbestandes bewirken und dem Bundeshaushalt jährlich 1,7 Milliarden Euro Einnahmen bescheren. Ein zweckgebundener Einsatz der eingenommenen Gelder, um den «feedstock change» im Rahmen eines Zehn-Jahres-Programms finanziell zu flankieren, würde einen Chancenkorridor öffnen. In Summe würde der Branche damit kein finanzieller Nachteil entstehen. Die Gelder könnten in die Forschung, in Investitionszuschüsse für Pilotanlagen, in die Sicherstellung der Nachhaltigkeit und in die Entwicklungshilfe zum Aufbau vorbildlicher Agrarstrukturen gelenkt werden.

Welche Forschungen sind vordringlich? Der Sammelbegriff «Bioraffinerie» steht für Konzeptionen, die Lebensmittel, Futtermittel, Chemikalien, Werkstoffe, Kraftstoffe und Energieprodukte durch chemisch-physikalische Umwandlungs- und Trennprozesse unter möglichst vollständiger Ausnutzung der Biomasse erzeugen. Die Bioraffinerie ist somit die Vorstufe der Kaskadennutzung von Biomasse und als Weiterentwicklung der heute üblichen Verbrennung der Biomasse für den Strom- und Wärmemarkt zu verstehen.

Die Aktivitäten der Bundesregierung zur Etablierung von Bioraffinerien erschöpft sich bisher in der Vergabe von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (NOVA-INSTITUT 2010). Diese Förderung ist sicherlich sinnvoll, um eine neue Technologie zu entwickeln. Demnächst werden aber Entscheidungen anstehen, Großanlagen zu realisieren. Hierfür sind finanzielle und regulatorische Konzepte zu entwickeln, die, wie schon gesagt, aus der Streichung der Subventionen für den Mineralölverbrauch finanziert werden sollten. Und es sind deutlich größere Finanzmittel zu bewegen.

Die Chemische Industrie sieht sich in der Frage der Bioraffinerien in einer eher neutralen Rolle. Sie versteht sich nicht primär als Betreiber von Bioraffinerien, sondern eher als Kunde. Dieser Kunde nimmt die Produkte der Bioraffinerien folglich dann – und nur dann – ab, wenn es für ihn wirtschaftlich interessant ist. In dieser Eigenschaft sieht die Chemische Industrie die Entwicklung der Bioraffinerie auch als staatliche Aufgabe der Forschungsförderung. Und stellt die Forderung auf, dass die gesamte Wertschöpfungskette von der Grundlagenforschung über die Prozess-, Technologie- und Produktentwicklung gefördert werden sollte.

Diese distanzierte Grundhaltung ist Teil des heutigen Problems, dass wichtige Zukunftschancen nicht ausreichend wahrgenommen werden. Wenn man einmal einbezieht, mit welchem hohen Engagement die BASF über ihre Tochter Wintershall ins Erdgasgeschäft eingestiegen ist (Ostseepipeline), um sich diesen «feedstock» zu sichern, wird deutlich, wie hier mit unterschiedlichem Maß gemessen wird.

Möglicherweise braucht es daher die Streichung der Steuervergütung sowie das beschriebene Umstiegsprogramm, um dieses Handlungsfeld in der gebotenen Form zu entwickeln.

Gegenwärtig sind weitere Vorschläge in der Diskussion, um den «feedstock change» auch ordnungsrechtlich zu flankieren. Diese Vorschläge könnten dann interessant werden, wenn sich die hier favorisierten Vorschläge, die ein eher weiches Umsteuern bevorzugen, in der Praxis nicht bewähren.

4.4.4 Märkte und Innovationstreiber

Der globale Umsatz mit biobasierten Produkten betrug 2007 rund 48 Mrd. Euro, das sind rund 3,5% des Umsatzes der Branche. Er könnte sich bis 2017 auf über 15% steigern. Im Jahr 2025 könnten sogar 40 bis 50% der Feinchemikalien biobasiert produziert werden, Wachstumstreiber könnte der biobasierte Kunststoffmarkt sein (GRIMM/ZWECK 2011). Die klimabezogenen Einsparpotenziale

durch biotechnologische Syntheseverfahren werden als sehr hoch angesehen (WWF/NOVOZYMES 2009).

Heute ist interessanterweise die Ökonomie ein wesentlicher Innovationstreiber für den Markt an biobasierter Chemie. Es ist innerhalb der Unternehmen, dies wurde uns von vielen Gesprächspartnern bestätigt, primär die Suche nach kostengünstigen Herstellungsprozessen, die Innovationen antreibt. Während die Entwicklung auf dem Gebiet der Spezial- und Feinchemikalien in einzelnen Unternehmen durchaus positiv verläuft, werden Basischemikalien nur selten biobasiert hergestellt. In den USA ist die Entwicklung weiter: Dort werden in Louisiana die weltweit größte Bio-Bernsteinsäure-Fabrik und in Nebraska die weltweit größte PLA-Anlage (Polylactid Polymer = Kunststoffe aus Milchsäure) mit 140.000 t/a gebaut. Eine erste deutsche PLA-Anlage geht 2012 in Guben in Betrieb.

Gegenwärtig ist es offen, ob Deutschland die Technologieführerschaft auf diesem Gebiet erlangen kann; die Voraussetzungen hierfür sind vorhanden.

4.4.5 Fazit Rohstoffversorgung

Gegenwärtig werden für «food» und «feed» rund 1,5 Mrd. ha an Fläche genutzt. Isermeyer (ISERMAYER 2011) nennt *mit Fragezeichen* eine Fläche von 0,5 Mrd. ha, die für Biomassegewinnung erschließbar wäre. Für den «feedstock change» der Chemischen Industrie mit 500 Mio. t Erdöläquivalenten würde langfristig eine Fläche von global 0,2 Mrd. ha benötigt. Bringezu weist darauf hin, dass es ausgedehnte Flächen (0,4 bis 0,5 Mrd. ha) gibt, die von Farmern verlassen wurden (BRINGEZU 2011, siehe auch PIEPRZYK 2009a).

Voraussetzung für die Nutzung: Die Nachhaltigkeit der Biomassegewinnung muss sichergestellt sein. Für den Bereich der Biokraftstoffe und Energierohstoffe sind national und auf EU-Ebene beachtliche Fortschritte erzielt worden. Für das Problem «Landnutzungsänderung» (genauer: indirekte Landnutzungsänderungen) gerade in tropischen Entwicklungsländern ist eine Ergänzung der rechtlichen Regelungen erforderlich. Diese Ergänzung sollte so konzipiert sein, dass die Länder mit hohen Landnutzungsänderungen die hierdurch verursachten Treibhausgasemissionen in ihrer Klimabilanz, die für die Vermarktung der Biomasse dann von Bedeutung ist, angerechnet bekommen (LAHL 2011).

Durch eine gesetzlich klar geregelte Privilegierung der Kaskadennutzung kann die Effizienz der Biomassenutzung insgesamt gesteigert werden. Die Privilegierung sollte über das EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) erfolgen. Mittelfristig sollte die energetische Nutzung der Biomasse nur noch gefördert werden, wenn sie am Ende einer Kaskade nach stofflicher Nutzung erfolgt.

Durch das Streichen der Energiesteuerbefreiung für die Nutzung von Mineralöl zu anderen Zwecken als Kraft- oder Heizstoff würde nicht nur ordnungspolitisch eine überholte steuerliche Bevorzugung abgeschafft, die staatlich eingenommen Gelder könnten zudem dazu eingesetzt werden, den «feedstock change» finanziell zu unterstützen und damit die Branche finanziell nicht zu benachteiligen. Denn die Chemische Industrie weist in diesem Zusam-

menhang darauf hin, dass die skizzierten Steuervorteile auch in vielen anderen Industrieländern vorhanden sind.¹⁸

Ob man weitere ordnungsrechtliche Flankierungen braucht, sollte in Abhängigkeit der zukünftigen Entwicklung gesehen werden.

4.5 Das Handlungsfeld Klimaschutz

Für den Klimaschutz des Energie- und des Industriesektors sorgt in Europa primär das eingeführte Emissionshandelssystem (EU-ETS). Der aktuelle Stand wurde bereits in Kapitel 3 skizziert.

4.5.1 Zielzahlen für den Klimaschutz

Es stellt sich die Frage, ob der EU-ETS ausreicht, um im Chemiesektor die erforderlichen Klimaziele zu erreichen. Was zunächst die Frage aufwirft: Was sind die erforderlichen Ziele? Da die EU und auch die Bundesregierung es bisher ablehnen, Sektor- und Branchenziele zu entwickeln, gibt es keine offiziellen Zielfestlegungen. Man könnte aber, als Hilfskonstruktion, für die Branche in etwa die gleichen Zielzahlen postulieren, wie sie für die gesamte Volkswirtschaft gelten. Hiernach sollte eine Zielzahl für 2020 in der Größenordnung von mindestens 20% Reduzierung der heutigen Treibhausgasemissionen liegen.

4.5.2 Das EU-Emissionshandelssystem greift zu kurz

Das EU-ETS erfasst nur die Emissionen aus den Anlagen der Chemischen Industrie. Die späteren Emissionen aus dem Abbau bzw. der Entsorgung der Produkte ist nicht bzw. nur teilweise abgedeckt über die Emissionshandlungspflicht von EBS-Kraftwerken, sofern diese eine Feuerungswärmeleistung von 20 MW überschreiten. Dies wird aber nicht der Chemischen Industrie, sondern den Betreibern der Anlagen zugeordnet.

Das EU-ETS hat seine Wirkung noch nicht richtig entfalten können, was auf vielerlei Gründe zurückzuführen ist (BAYERISCHE BÖRSE 2011). Außerdem wurden die Emissionen bisher unvollständig erfasst. Dies galt beispielsweise für die Chemische Industrie: Die Treibhausgasemissionen der Chemischen Industrie in Deutschland wurden in den ersten beiden Handelsperioden nur zu 45 bzw. 50% in den Emissionshandel einbezogen, in der dritten Handelsperiode (2013 bis 2020) geht die Bundesregierung davon aus, dass etwa 95% der primären Emissionen der heimischen Chemischen Industrie vom Emissionshandel erfasst werden.

Mit dem Jahr 2013 wird die dritte Handelsperiode des europäischen Emissionshandels gestartet (EU-ETS). Die Grundregeln für diese Handelsperiode sind im Wesentlichen bereits festgelegt (ETS-RICHTLINIE 2009). So werden die

18 Wobei dieses Argument auch zu hinterfragen ist. Die Steuersysteme der Länder sind so unterschiedlich, dass mit einem schlichten Vergleich einer einzelnen Steuerart noch kein vollständiges Bild der Steuerlast entsteht.

Emissionszertifikate für die Stromproduktion nicht mehr frei zugeteilt, sondern sind über Auktionen zu erwerben. Es wird aber auch weiterhin Branchen geben, denen die Zertifikate kostenfrei zugeteilt werden. Hierzu gehören Branchen, die unter einem erheblichen internationalen Wettbewerbsdruck stehen und damit der Gefahr einer Standortverlagerung («carbon leakage», siehe Kapitel 3) unterliegen.

In der dritten Handelsperiode erfolgt die Zuteilung nicht mehr national, sondern nach gemeinschaftsweiten Zuteilungsregeln, die im Verlauf der Handelsperiode sukzessive zu einer vollständigen Auktionierung, sprich eines erforderlichen Kaufs am Markt, geführt werden. Eine Ausnahme: Für die Branchen, die einem hohen *Carbon leakage*-Risiko unterliegen, wird, wie gesagt, die freie Zuteilung zu 100% gewährt, allerdings – wo möglich – nur bis zur Höhe eines Benchmarks.

Dies ist die Situation für die Chemische Industrie, die im Bereich der Grundstoffindustrie weitgehend dieser Benchmark-Regelung unterworfen ist. Kernstück ist also der Benchmark, eine Rechengröße, die von der EU-Kommission ermittelt wird. Unternehmen, die den Benchmark unterschreiten, können Zertifikate für die unter dem Benchmark liegenden CO₂-Emissionen verkaufen. Unternehmen, die den Benchmark überschreiten, müssen zukaufen. Letztere könnten daher ein gewisses ökonomisches Motiv erhalten, in Klimaschutz bzw. Ressourceneffizienz zu investieren.

Der Benchmark wird *ex ante* berechnet. Er soll auf der Basis der jeweils erzeugten Produkte ermittelt werden (in CO₂-eq je Tonne erzeugten Produkts), und er soll aus den 10% der – in Bezug auf Treibhausgasemissionen – effizientesten Produktionsanlagen ermittelt werden. Durch einen Sektor übergreifenden Korrekturfaktor wird erreicht, dass auch die kostenlose Zuteilung an Industrieanlagen insgesamt dem Gesamtminderungspfad im EU-Emissionshandel folgt. Methodische Details für die Ermittlung der Benchmarks sind in FRAUNHOFER 2009 enthalten.

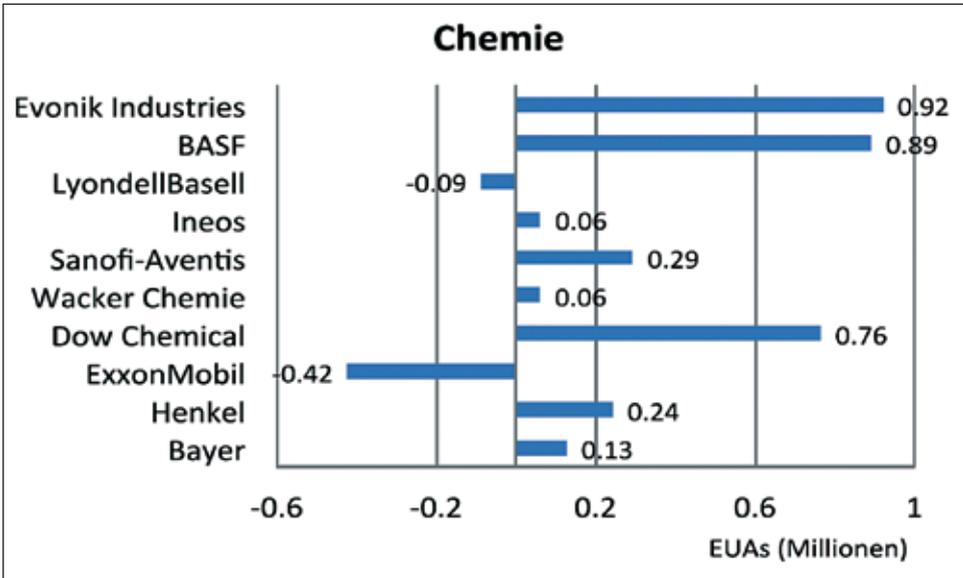
Für den Bereich der Chemischen Industrie wurden in FRAUNHOFER 2009a konkrete Benchmarks abgeleitet. Auf dieser Basis hat die EU-Kommission in einem intensiven Beratungsverfahren Ende 2010 die gemeinschaftsweiten Regeln für die freie Allokation der Zertifikate vorgelegt. Nach längerer Beratung sind dann auch die Benchmarks im Frühjahr 2011 von der Kommission festgelegt worden (EU 2011a). Auf eine amtliche Kontrolle der Benchmarks durch die mit den Anlagen vertrauten nationalen Behörden wurde verzichtet (BUNDESREGIERUNG 2011b).

Es ist der Branche anscheinend gelungen, die Festlegung der Benchmarks so zu beeinflussen, dass die Auswirkungen in der Praxis höchstwahrscheinlich nur gering ausfallen werden. Diese Einschätzung der Autoren dieser Studie gilt für die meisten Anlagen in Deutschland. Die Einschätzung ist das Ergebnis des Studiums der Unterlagen der EU-Kommission, vieler Gespräche mit den Beteiligten und spiegelt sich auch in der Antwort der Bundesregierung zu einer parlamentari-

schen Anfrage wieder. Nach Meinung der Bundesregierung sind die Anlagen in Deutschland hinsichtlich der Benchmarks gut aufgestellt (HÖHN 2011a).

Verschärft wird dies durch einen weiteren Aspekt. Die Bundesregierung hat die Zertifikate in der laufenden Handelsperiode kostenlos verteilt und zwar für die Chemische Industrie so großzügig, dass man nicht alle Zertifikate benötigt hat und die überschüssigen Zertifikate zu Geld machen kann (vgl. Abbildung 12). Oder man überträgt sie in die kommende Handelsperiode, was dann natürlich die Wirksamkeit des EU-ETS in der dritten Handelsperiode weiter schmälert.

Abbildung 12: Unternehmen der Chemiebranche waren in der zweiten Handelsperiode des EU-ETS mit mehr Emissionszertifikaten überausgestattet (geschätzter Wert: 37,1 Mio. Euro)



(Quelle: SANDBAG 2011)

Für den Klimaschutz kann dies bedeuten, dass aus dem EU-ETS bis 2020 in Deutschland kaum ökonomische Anreize für substanzielle Reduzierungen der Treibhausgasemissionen der Chemischen Industrie hervorgehen werden. Des Weiteren bestehen leider keine Erfolgsaussichten, an den Entscheidungen für die dritte Handelsperiode noch substanzielle Verbesserungen zu erreichen, weil die rechtlichen Entscheidungen bereits getroffen sind und demnächst die operative Umsetzung dieser Entscheidungen stattfindet.

Eine Aktion auf EU-Ebene (Ministerrat oder Parlament), die Benchmarks zu verschärfen, würde die operative Umsetzung sicherlich behindern.

Welche Handlungsmöglichkeiten wären noch vorhanden? Zunächst könnte man innerhalb des EU-ETS nach Lösungen suchen. Das EU-ETS-System verfügt beispielsweise nicht über eine Dynamisierungsklausel, die zu einer mittelfristigen Absenkung der Benchmarks führen würde. Will man zur Vorbereitung der nächsten Handelsperiode nicht erneut in die Lage kommen, wieder dem Schwei-

gekartell der Chemischen Industrie ausgeliefert zu sein, könnte eine Dynamisierung der Benchmarks in der dritten Handelsperiode zur Vorbereitung der vierten Handelsperiode helfen.

Gegen eine Dynamisierungsklausel könnten eine Reihe von regelungstechnischen Details angeführt werden. Aber der hauptsächliche Nachteil wäre eine weitere Verkomplizierung einer ursprünglich einmal als sehr einfach konzipierten ökonomischen Steuerung zum Erreichen von Umweltschutzziele. Eine Dynamisierung wäre ein Abweichen von einem idealtypischen Emissionshandel, wobei der eigentliche regelungspolitische Sündenfall die Benchmark-Regelung selbst ist.

Die Bundesregierung lehnt, ebenso wie die EU-Kommission, eine Dynamisierung der Benchmark-Regelung ab (BUNDESREGIERUNG 2011b).

Eine andere Handlungsmöglichkeit, um die oben skizzierten Einsparziele zu erreichen, könnte außerhalb des EU-ETS gesucht werden. In diesem Fall würde man den Umsetzungsprozess der vorhandenen ETS-Regelungen in Brüssel nicht behindern, und man würde auch keinen weiteren Fremdkörper in die ökonomische Steuerung via EU-ETS einführen. Eine Handlungsmöglichkeit könnte über die eingangs skizzierte Möglichkeit eines Ressourceneffizienz-Gesetzes erfolgen (auf nationaler Ebene oder auf EU-Ebene). Dieses Gesetz könnte genutzt werden, um Branchenziele vorzugeben und ordnungsrechtlich im Behördenvollzug umzusetzen. Gegen dieses erweiterte Verständnis eines Ressourceneffizienz-Gesetzes spricht, dass für die Wirtschaft eine weitere staatliche Aktivität zur Umsetzung von Effizienzzielen konkret entsteht und man zu Recht die Frage stellen müsste, wofür das EU-ETS System dann eigentlich noch notwendig ist. Daher sollte u.E. nicht auf diese Option zurückgegriffen werden.

Die Richtlinie 2010/75/EU vom 24. November 2010 über Industrieemissionen böte eventuell einen Ansatzpunkt. Hiernach könnte durch Erarbeitung von BAT-Dokumenten für die Chemische Industrie der ordnungsrechtliche Rahmen geschaffen werden, um dann im Behördenvollzug auch Einsparungen an Treibhausgasemissionen durchzusetzen. Aber auch diese Option ist zu verwerfen, weil sie zeitlich nur schwer zu kalkulieren ist und am Ende bei der BAT-Dokumenten-Entwicklung ähnliche Schwierigkeiten auftreten werden wie bei der Benchmark-Festlegung des EU-ETS.

Eine weitere Möglichkeit wäre es, im Rahmen eines *Klimaschutzgesetzes* europäische oder nationale Branchenziele festzulegen, die dann in geeigneter Form umgesetzt werden müssten. Im Rahmen einer derartigen Regelung könnte der Wirtschaft ein weiter Spielraum zur eigenverantwortlichen Organisation des Zielkorridors gewährt werden. Aber auch hier bliebe am Ende die Frage, warum ein derartiges Gesetz zusätzlich zum Emissionshandel nötig sein soll.

4.5.3 Die Festlegung des europäischen Einsparziels auf 30 Prozent

Als Lösung favorisieren wir die Festlegung des europäischen Einsparzieles auf 30% der 1990 emittierten Treibhausgase. Bisher hatte die EU sich auf 20% festge-

legt und 30% angekündigt, für den Fall, dass man sich weltweit auf ein Kyoto-Nachfolgeabkommen einigen würde.

Für die kommenden globalen Verhandlungsrunden wäre es ein überzeugendes Signal, wenn die EU sich nunmehr bedingungslos auf das 30%-Ziel festlegen würde, unabhängig davon, ob sich andere Staaten zu vergleichbaren Zielen und Maßnahmen verpflichteten. Entsprechende Anträge wurden schon im Bundestag gestellt (B90/GRÜNE 2011b, B90/GRÜNE 2011c). Eine detaillierte Untersuchung für das deutsche Bundesumweltministerium zeigt, dass eine derartige Festlegung in Europa das Wachstum stärken würde und zusätzlich 6 Millionen Arbeitsplätze schaffen könnte (Stichwort «Chancenkorridor») (JÄGER ET AL. 2011).

Sofern sich für diese Vorstellung eine politische Mehrheit in Brüssel und Straßburg finden würde, müssten dann auch die Entscheidungen für die nächste Handelsperiode des Emissionshandels modifiziert werden. Im Kern müsste das «Cap» – also die verteil- bzw. handelbare Zertifikatmenge – um den entsprechenden Prozentsatz abgesenkt werden, was eine Änderung des EU-ETS implizierte. Diese Entscheidungen könnten noch bis Mitte des Jahres 2012 getroffen werden. Sofern dieses Ziel unter dänischer Präsidentschaft nicht umgesetzt werden kann, müsste in den Folgejahren dann die Absenkung der Treibhausgasemissionen über die oben diskutierten Instrumente außerhalb des EU-ETS erfolgen.

4.5.4 Fazit Klimaschutz

Die von der EU-Kommission kürzlich festgelegten Benchmarks für die Zuteilung kostenloser Emissionszertifikate werden in Deutschland möglicherweise zu keinen großen Investitionen in die Anlageneffizienz führen, da die Benchmarks für die Branche recht komfortabel ausgefallen sind.

Da gegenwärtig Initiativen laufen, das europäische Einsparziel für Treibhausgase für das Jahr 2020 auf 30% zu verschärfen, sollte diese Entscheidung mit einer entsprechenden Absenkung des Caps für den EU-Emissionshandel verbunden werden.

Sofern dieses Ziel unter dänischer Präsidentschaft nicht umgesetzt werden kann, müsste in den Folgejahren die Absenkung der Treibhausgasemissionen dann über andere Instrumente außerhalb des EU-ETS erfolgen.

4.6 Das Handlungsfeld Wirtschaftsförderung

Gegenwärtig findet eine intensive finanzielle Wirtschaftsförderung auf vielen Ebenen staatlichen Handelns statt – von der EU über den Bund bis hin zu den Ländern und Gemeinden. Aufgrund der wenig strukturierten Form dieser Förderung, insbesondere zwischen den unterschiedlichen Ebenen, ist die Mittelvergabe nicht immer effizient und findet auch nur ungenügend entlang inhaltlicher Zielkorridore statt.

Eine Verbesserung könnte erreicht werden, wenn die Förderung entlang Programmabsprachen zwischen den staatlichen Ebenen erfolgen würde – sicherlich kein neues und auch kein einfaches Thema. Versuche der Vergangenheit, die Mittel besser zu bündeln und mehr nach inhaltlichen Schwerpunkten zu bewilligen, sind regelmäßig an den Eigeninteressen der handelnden staatlichen Institutionen gescheitert. Dennoch höhlt steter Tropfen bekanntlich sogar den Stein.

Für die Chemiebranche bieten sich die folgenden inhaltlichen Schwerpunkte an.

4.6.1 Ressourceneffizienz – Prioritäten für den Mittelstand

Die auf Bundes- und Landesebene angelaufenen Aktivitäten zur praktischen Förderung von Unternehmen, insbesondere des Mittelstandes, zur Verbesserung der Ressourceneffizienz der Produktion («going green») sollten evaluiert werden. Auf dieser Basis sollten die Programme konzentrierter weiterentwickelt werden.

So hat eine aktuelle Erhebung der Commerzbank unter 4.000 mittelständischen Unternehmen (alle Branchen) ergeben, dass der Innovationsbedarf zur Bearbeitung der Ressourcenprobleme zwar gesehen wird, entsprechende Lösungen aber in der Breite (noch) nicht umgesetzt werden. Vielmehr versucht die Mehrzahl der befragten Unternehmen, die Probleme bei der Beschaffung und in der Weitergabe höherer Preise an den Kunden zu lösen, anstatt sich um mehr Effizienz beim Verbrauch von Rohstoffen und Energie zu bemühen (COMMERZBANK 2011).

4.6.2 Neue Geschäftsmodelle

Für die Chemiebranche können neue Geschäftsmodelle ökonomisch interessante Betätigungsfelder eröffnen. Nun benötigt die Wirtschaft nicht die Wirtschaftsförderung, um das Geldverdienen zu erlernen. Aber Hilfe zur Selbsthilfe ist nicht nur eine Aufgabe der Entwicklungszusammenarbeit. Und schließlich ist es schon vorgekommen, ironisch formuliert, dass Entwicklungen in Deutschland zu spät erkannt bzw. umgesetzt wurden.

Ein gutes Beispiel hierfür ist das Thema Chemikalien-Leasing. Was sich im Ausland gegenwärtig sehr gut einführt, scheint im Mutterland der Chemischen Industrie auf Vorbehalte zu stoßen. Beim Chemikalien- bzw. Chemie-Leasing von Produkten wird die Sicherstellung einer Eigenschaft verkauft. D.h. beispielsweise wird für einen bestimmten Zeitraum an einem Gebäude oder einem Werkstück Korrosionsschutz durchgeführt bzw. garantiert, oder für eine andere Fallkonstellation werden Schmier- oder Fließeigenschaften für bestimmte Prozesse und Verfahren in genau definierter Spezifikation angeboten. Weitere Pilotprojekte liegen beispielsweise im Bereich der Reinigung (Bezahlung pro m² gereinigte Fläche), beim Verkleben (Bezahlung pro verklebter Verpackungseinheit) oder bei Hilfsstoffen für Ölbohrungen (Bezahlung für Tage der Chemikaliennutzung mit anschließender Rückgabe). Der Vorteil dieses Geschäftsmodells aus Umweltsicht ist die fachgerechte Anwendung der Chemikalien, Verminderung von Abfällen (Reste, Überschüsse), direktes Feedback für den Hersteller über

Schwierigkeiten, Anwendungsprobleme etc. Das Geschäftsmodell Chemikalien-Leasing sieht also vor, dass nicht die Betriebs- und Hilfsstoffe selbst, sondern lediglich die Wirkung des Stoffes und das Knowhow des Anbieters erworben werden. So wird auch nicht nach gekaufter Menge abgerechnet, sondern nach bearbeiteten Einheiten wie nach Quadratmetern oder Stückzahlen. Der Vorteil liegt darin, dass der wirtschaftliche Erfolg für den Verkäufer nicht mehr von der verkauften Menge abhängt, sondern von der optimierten Leistung der Chemikalie. Somit wird die Reduktion der Menge an eingesetzten Chemikalien zum wirtschaftlichen Ziel des Chemikalienherstellers. Eine Reihe von Fallstudien hat ergeben, dass Chemikalien-Leasing auch zu einer höheren Ressourceneffizienz führt; so sind Energieeinsparungen im zweistelligen Prozentbereich nicht selten (JOAS 2011).

Diese Konzeption würde sich als Geschäftsmodell für den Chemikalienhandel und den Mittelstand der Chemischen Industrie anbieten. Derartige Ansätze sind schon in der Praxis erfolgreich erprobt worden, aber der eigentliche Durchbruch konnte noch nicht erreicht werden. Daher sollte das Chemikalien-Leasing als ein Schwerpunkt einer neu strukturierten Wirtschaftsförderungspolitik im Chemiesektor ausgewählt werden (BIPRO 2010, JOAS 2011).

Die Schwierigkeiten zur Einführung dieser im Kern hervorragenden Konzeption liegen einerseits in der Interessenslage der Grundstoffindustrie. Ein Hersteller von Vorprodukten kann vom erfolgreichen Chemikalien-Leasing nicht viel profitieren. Er verkauft nur weniger Vorprodukte. Der Händler oder der Endprodukt-Hersteller sieht dies anders, er verkauft mit seiner Chemikalie eine Dienstleistung und steigert seinen Gewinn, wenn er mit weniger Chemie die gleiche Dienstleistung erbringen kann. Allerdings ist das Chemie-Leasing regelmäßig in den Bereichen auf Schwierigkeiten gestoßen, wo an der Front der Technologieentwicklung auch Knowhow-Abfluss befürchtet werden muss (JOAS 2011).

Schließlich scheitert Chemikalien-Leasing im Mittelstand regelmäßig an den vorhandenen Informationsdefiziten. Daher sollten neben der Förderung von beispielgebenden Pilotprojekten auch Einführungsprogramme mit klaren Informationen Teil dieser Aktivitäten sein.

4.6.3 Ökodesign im Chemiesektor

Gerade im Mittelstand hat sich in den letzten Jahren nicht zuletzt über die intensive Auseinandersetzung mit REACH Knowhow über optimierte Anwendungen von Chemikalien angesammelt. Es ist zu beobachten, dass dieses Wissen gegenwärtig nur ungenügend vermarktet und weiterentwickelt wird.¹⁹

¹⁹ Insgesamt ist zu bemängeln, dass die Ökodesign-Aktivitäten – auch die Aktivitäten in Brüssel – im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie den Aspekt Chemikaliensicherheit nur ungenügend abdecken.

4.6.4 Kaskadennutzung von Biomasse

Die Kaskadennutzung von Biomasse sollte, wie dargestellt, über Regulierungen privilegiert werden. Diese werden aber Zeit in Anspruch nehmen, und das skizzierte Umsteuern, beispielsweise über das EEG, kann aus vielerlei Gründen auch nicht in einem Schritt erfolgen.

Für einen kurzfristigen Einstieg in die Praxis, auch um mehr Projekterfahrungen zu sammeln, würde sich ein inhaltlicher Schwerpunkt der Wirtschaftsförderung für Einzelprojekte der Kaskadennutzung von Biomasse anbieten.

4.6.5 Der Wärmemarkt

Es gibt erste begrüßenswerte Versuche der Chemischen Industrie, Beratungsangebote für Systemlösungen anzubieten und auch als Systemanbieter aufzutreten, beispielsweise als Lieferant (im Konsortium) von Dienstleistungen wie Niedrig-Energiehäuser oder gar «Null-Energie-Gebäude».²⁰ Dieses neue Geschäftsmodell muss den mittelständischen Architekten für Einfamilienhäuser keine Ängste bereiten. Derartige Modelle sind eher für große Gebäude wie Bürohochhäuser erfolversprechend.

Dieser Handlungsschwerpunkt muss natürlich flankiert werden durch eine deutlich bessere Regulierung im Wärmemarkt bzw. bei den Effizienzvorschriften für die Gebäude mit klaren staatlichen Vorgaben.²¹

Durch Förderung sollte der Mittelstand unterstützt werden, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.

4.6.6 Fazit Wirtschaftsförderung

Die Wirtschaftsförderung besser zu strukturieren ist kein umwerfend neuer Gedanke. Dass die Wirtschaftsförderung stärker mittelständisch auszurichten sei, wurde auch schon mehrfach gesagt. Aber einerseits wäre das Thema dieser Studie unvollständig abgehandelt, wenn diese beträchtlichen Töpfe der verschiedenen staatlichen Ebenen nicht angesprochen würden. Und andererseits kann man, wie oben dargestellt, für einzelne Bereiche durchaus neue Akzente setzen. Gerade die neuen Geschäftsmodelle, die gleichzeitig auch die Ressourceneffizienz steigern, können für die Chemische Industrie und ihren Mittelstand lohnend sein.

²⁰ BASF: Construction Chemicals. <http://www.construction-chemicals.basf.com/de/sustainability/Pages/default.aspx>

²¹ Dies sieht die BASF ähnlich: «Im Gebäudebereich liegen die weitaus größten technischen Möglichkeiten für die Realisierung von Effizienzmaßnahmen. Im Vergleich zu anderen Klimaschutzmaßnahmen sind sie volkswirtschaftlich relativ günstig und zahlen sich langfristig aus. Die Politik hat mit dem Energiekonzept 2010 und dem Energiepaket 2011 die Weichen in die richtige Richtung gestellt. Allein, es mangelt noch an einer zügigen, konsequenten Umsetzung einiger Maßnahmen. Die bei der energetischen Sanierung von Altbauten angestrebte Vollsanierungsquote von 2% wird weit verfehlt.» (BASF 2011)

4.7 Das Handlungsfeld Forschung und Entwicklung

Substanzielle Fortschritte bei der Ressourceneffizienz werden nur über Neuentwicklungen (Innovationen) erreicht werden können. Um etwa die sehr ambitionierten Klimaschutzziele bis 2050 auch im Chemiesektor erreichen zu können, sind insbesondere im Kernbereich der Branche – der chemischen Synthese – Sprunginnovationen erforderlich. Es ist daher eine Notwendigkeit, auch aus Umweltschutzsicht, dass auf strategisch entscheidenden Feldern Innovationen gelingen.

Nun ist das Planen bzw. das Erzwingen von Innovationen schwierig. Es liegt einerseits in der Natur der Sache, insbesondere beim Thema Sprunginnovationen, dass man im Einzelfall beim Versuch, eine Lösung zu finden, auch scheitern kann. Aber auf der anderen Seite würden ohne eine deutliche Verstärkung der Forschung und Entwicklungen auf diesen Feldern überhaupt keine Erfolge eintreten. Und es gibt vielversprechende Ansätze auf Ebene der Bundesländer, die Erfahrungswerte liefern können, so etwa das Innovationscluster NRW (siehe auch SUSCHEM 2005).

Forschungspolitisch geht es darum, die Umsetzung von Modelluntersuchungen in die Praxis effizienter und schneller zu erreichen. Aus der Sicht jedes einzelnen Forschers ist es nachzuvollziehen, dass er eine gleichmäßige Verteilung der Forschungsgelder über alle Institutionen und Disziplinen erwartet. Die alte Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) war dieser Ort, von dem aus die Gießkanne ausgegossen wurde. Aber die DFG hat sich in den letzten Jahren über ihre Qualitätsinitiativen auch dazu durchgerungen, vermehrt Schwerpunkte zu setzen. Denn die Gießkanne fördert in der Breite, daher darf sie auch nicht ganz versiegen. Aber die Gießkanne, um im Bild zu bleiben, verwässert natürlich auch.

Es ist das verständliche Interesse der Wirtschaft, dass, wenn sie in Innovationen investiert, der hierfür erforderliche politische Rahmen berechenbar bleibt. Und es ist das Interesse des Bürgers z.B. als Verbraucher, dass er ohne chemische Risiken leben kann.

Innovation ist eine ständige Beschäftigung von wissensbasierten Unternehmen der Chemischen Industrie, und erfolgreiche Innovationen sind ein Garant für wirtschaftlichen Erfolg. Daran soll sich auch in Zukunft nichts ändern. Die Unternehmen sind frei, im Rahmen des gesetzlich Erlaubten zu erfinden, was ihnen wirtschaftlich gewinnbringend erscheint. Das staatliche Einrichten von *Innovationsräumen* kann dann erfolgen, wenn es um Innovationen geht, die über die rein wirtschaftlichen Aspekte hinaus auch große Erfolge für den Ressourcenschutz versprechen (Green New Deal), also in hohem Maße die staatlichen Interessen bzw. das Gemeinwohl tangieren.

Ein Innovationsraum ist primär ein organisierter, transparenter, aber verbindlicher Prozess, der die potenzielle Innovation in Einzelschritte zerlegt und im Rahmen eines mehrjährigen Programms abarbeitet. Gerade die Langfristigkeit dieser Programme ist zu betonen. Große Innovationen brauchen Zeit und Geld

– wobei die Erfahrung lehrt, dass nach zehn Jahren Forschung ohne verwertbare Resultate einige sehr kritische, grundsätzliche Fragen berechtigt sind.

Im Innovationsraum werden staatliche Gelder, aber auch private Mittel der Industrie eingesetzt, die Mittel werden gebündelt. Im Rahmen dieser Programme werden die Grundlagen geschaffen, die dann im Erfolgsfall in der Folgezeit von den privaten Akteuren der Chemischen Industrie unternehmerisch verwertet werden können. Im Unterschied zur heutigen Forschungspolitik der EU oder der Bundesregierung findet im Innovationsraum ein stärkerer politischer Abgleich mit den staatlichen Interessen an den Zielen der Forschung statt. Dies wird möglicherweise von Seiten der Forschung und auch von der Wirtschaft als eine gewisse «Gängelung» empfunden. Diese Einmischung sollte als Preis dafür gesehen werden, dass der Staat seine Mittel aus strategischem Interesse auf ausgewählte Felder bündelt.

Viele dieser potenziellen Innovationen, auch dies liegt in der Natur der Sache, werden nur dann realisiert werden können, wenn sprichwörtliches Neuland betreten wird. Das Betreten von Neuland ist leider regelmäßig auch damit verbunden, dass heute Unbekanntes, vielleicht sogar Riskantes, gewagt werden muss. Nun darf, dies gebietet die vorhandene Rechtslage, kein Arbeiter, Nachbar oder Verbraucher durch Innovationen geschädigt werden. Aber darüber hinaus sollte ein hinreichender Vorsorgeabstand beispielsweise zwischen Schadensschwelle und Schadstoff bestehen. Aber was wird als hinreichend angesehen? Häufig wird es erforderlich sein, über mögliche Risiken erst noch Forschungen durchzuführen. Wie weit darf man in so einer Situation bei der Anwendung der Innovation gehen, ohne dass der Vorsorgegedanke unter die Räder kommt? Dies sind schwierige Themenfelder. Die Aufgabe, Vorsorgefragen im Innovationsraum zwischen den Stakeholdern transparent zu diskutieren und zu verbindlichen Entscheidungen zu gelangen, ist von allen Beteiligten zu beachten. Dies beinhaltet auch die Durchführung einer Nutzen-Risiko-Abwägung. Daher gehört zur Konstruktion eines Innovationsraumes auch, dass am Anfang eine Verständigung über Schiedsverfahren und Sanktionsmechanismen erfolgt.

Schließlich ist ein Innovationsraum auch geeignet, Dialoge zu führen, über ggf. zu schaffende Rahmenbedingungen bzw. Regulationen zu sprechen und Politikempfehlungen zu geben, beispielsweise für Fragen der Sicherheit, der Risikoversorge, der Ausbauziele und Förderung, der Verhaltenskodizes und nicht zuletzt der Rahmenbedingungen von Investitionen.

Der Innovationsraum wird von der Politik, der Wirtschaft, der Akademie, den Gewerkschaften und den relevanten gesellschaftlichen Gruppen wie NGOs mit Leben erfüllt. Der Innovationsraum, um Forschung zur Praxisreife zu führen, stellt keine komplette Neuerfindung dar. Innovationscluster oder die Forschungsschwerpunktprogramme der EU oder des deutschen Forschungsministeriums, die Aktivitäten in den USA oder insbesondere Japan, um auf strategische Innovationen fokussiert Erfolge zu organisieren, gehen in die gleiche Richtung. Allerdings gibt es in den vorhandenen Programmen auch eine Reihe von Defiziten,

was beispielsweise die erforderliche gesellschaftliche Diskussion der Risikoaspekte anbelangt. Einen Innovationsraum zeichnet aus:

- die Konzentration der Forschungsmittel auf strategische Entwicklungsfelder;
- ein langer Atem bei der Durchführung;
- die intensive Beteiligung der Industrie;
- verbindliche gesellschaftliche Dialoge zur Ausgestaltung des Vorsorgeprinzips (SRU 2011).

Über die Detailstruktur der jeweiligen Räume sollen hier keine weiteren Festlegungen oder Empfehlungen gegeben werden, da die entsprechenden Strukturen von Fall zu Fall verschieden ausfallen können. Durchgängig wird es aber erforderlich sein, für die Dialog-Teilhabe der NGOs auch Budget-Lösungen zu finden.

Ein weiteres Problem, was in unseren Gesprächen häufiger von Seiten der Industrie genannt wurde, zielt auf die internationale Kooperation ab. Nun könnte man darauf hinweisen, dass vergleichbare Aktivitäten in den USA, China oder Japan jeweils sehr klar national ausgerichtet waren bzw. sind. Aber ob man dies angesichts der sehr engen Verflechtungen innerhalb der EU durchhalten können, muss von Fall zu Fall entschieden werden.

Im Folgenden skizzieren wir, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, für welche Bereiche sich das Einrichten eines Innovationsraumes anbieten könnte (siehe auch SUSCHEM 2005).

4.7.1 Weiße Biotechnologie

Die Weiße Biotechnologie ist ein zentrales Handlungsfeld, das im Gegensatz zur Grünen Gentechnik Unterstützung und Förderung für weitere Innovationen verdient.

Die Weiße Biotechnologie, die auch den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen in geschlossenen Systemen einschließt, weist ein hohes Potenzial zur Verbesserung und Entwicklung neuer industrieller Produktionsverfahren sowohl im Interesse des Forschungs- und Wirtschaftsstandortes Deutschland (ECO SYS 2011) als auch im Interesse des Umweltschutzes auf.²² Anders als in der Agro-Gentechnik liegen in der Weißen Biotechnologie auch große Potenziale zur Schaffung von Arbeitsplätzen und für eine nachhaltige Entwicklung von industriellen Produkten.

Um die Vorteile der Weißen Biotechnologie erschließen zu können, sind allerdings klare Standards für ihre Nutzung notwendig.

Die Weiße Biotechnologie ist kein neues Handlungsfeld. Aber ihr konzentrierter Einsatz, um einen Teilbeitrag zum oben beschriebenen «feedstock change» zu liefern, wäre eine Option, für das sich die Einrichtung eines Innovationsraumes lohnen würde, auch weil hier gegenwärtig die Eigenmotivation der Wirtschaft noch nicht ausgeprägt genug ist.

22 So nutzt die BASF beispielsweise Pilze, um Vitamin B₂ für die Human- und Tierernährung herzustellen. Außerdem werden heute mit Hilfe der Weißen Biotechnologie bestimmte Zwischenprodukte für Medikamente und Pflanzenschutzmittel hergestellt.

Aufgabe wäre es, bessere Verfahren zu entwickeln, um Biomasse effizienter umzusetzen. Ziel sollte es sein, Spezialchemikalien herzustellen, insbesondere aber auch, über einzelne längerkettige Basischemikalien wie Bernsteinsäure in den Chemikalienbaum einzutreten (vgl. Abb.1). Die wirtschaftliche Synthese von Aromaten wäre sicherlich ebenfalls ein Innovationssprung, der beachtlich wäre.

ECO SYS fordert in ihrer Studie für die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (ECO SYS 2011), dass Produkte von strategischer Bedeutung in die Überlegungen der Standortförderung einbezogen werden sollten. «Für diese wäre ein Grundsatzprogramm notwendig, das die Relevanz der Fermentationsindustrie für Deutschland feststellt, Investitionssicherheiten liefert und die Basis für die Entwicklung von Clustern zulässt, in denen integriert Kohlenhydrate aufbereitet, fermentativ weiterverwendet und entstehende Produkte konfektioniert werden können. Als Forschungsthema werden Verfahren zur fermentativen Nutzung von Lignozellulose als prioritär angesehen, da die Förderung der Fermentationsindustrie ohne zunehmende Nutzung von Lignozellulose als Kohlenstoffquelle potenziell mit der Verknappung von Zucker- und Stärkeressourcen sowie der Nahrungsmittelproblematik konfrontiert sein wird.»

4.7.2 CO_2 als Chemiebaustein

Gegenwärtig wird CO_2 für die Synthese von Harnstoff oder Salicylsäure eingesetzt. Könnte der «feedstock change» zukünftig auch über die Nutzung von CO_2 als C_1 -Baustein erreicht werden? Benötigen wir Biomasse also gar nicht? Um diese potenzielle Ressource zu erschließen, ist verstärkte Forschung und Entwicklung notwendig. Und es ist ein zweites Problem zu lösen: Wie bereits oben deutlich gemacht, ist CO_2 chemisch (besser thermodynamisch) betrachtet das Endprodukt der organischen Chemie.

Der Prozess des unaufhaltbaren und bei hinreichend langer Zeit auch vollständigen Zerfalls aller organischen Chemikalien (Kohlenstoff-Verbindungen) bis zum Endprodukt CO_2 kann nur durch Einsatz externer Energie gestoppt oder in die umgekehrte Richtung gebracht werden, d.h. etwa um aus CO_2 neue Chemikalien aufzubauen. Diese Situationsanalyse ist zunächst ernüchternd, weil nicht viel gewonnen scheint. Denn sollte die Energie fossilen Ursprungs sein, um organische Stoffe zu synthetisieren, wäre die Nutzung von CO_2 als «feedstock» unter Klimaschutz Gesichtspunkten ein Nullsummenspiel (oder sogar kontraproduktiv, je nach den Zahlenwerten der Bilanz). Daher ist dieser Weg nur dann für einen Innovationsraum von Interesse, wenn er kombiniert wird mit der Frage, aus welchen Quellen man die Energie für die chemische Synthese beziehen kann. Die Nutzung der bekannten regenerativen Energien (Strom oder Wärme aus Erneuerbaren) bietet hier eine theoretische Lösungsmöglichkeit. Aber diese Energien sind begrenzt und werden schon für viele andere Einsatzbereiche benötigt. Als Lösung bietet sich ein anderer spannender potenzieller Innovationsraum an, der im Folgenden beschrieben wird: die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in die für chemische Reaktionen benötigte sogenannte Reaktionsenergie.

4.7.3 Reaktionsenergie aus der Sonne

Was die Pflanzen können, nämlich Sonnenenergie als Reaktionsenergie zu nutzen, um Stoffe aufzubauen (chemische Synthese), kann die Wissenschaft im Grunde heute «nachbauen». Die sogenannte Photosynthese ist also kein großes Geheimnis mehr. Die Photosynthese der Pflanzen ist aber eine sehr komplizierte Reaktion, die genau genommen aus sehr vielen Einzelschritten besteht, die sich in dieser Form nicht für die praktischen Erfordernisse eines chemischen Prozesses zur Erzeugung von Massenchemikalien eignet.

Pflanzen sind interessanterweise gar nicht so effiziente Verwerter des Sonnenlichts. Biomasse fängt 1 bis 6% des Sonnenlichts ein, Kollektoren zur Stromgewinnung schaffen schon heute Werte über 10%, und die Entwicklung geht weiter. Hier liegt also im Grundsatz die Herausforderung dieses Innovationsraumes.

Während die direkte Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie (Photovoltaik) durch Solarzellen bereits weit entwickelt ist, sind effiziente chemische Verfahren, die Lichtenergie als Reaktionsbeschleuniger nutzen oder eine direkte Umwandlung in chemisch gebundene Energie erlauben – allgemeiner: die Einkopplung von benötigter Reaktionsenergie direkt aus Sonnenlicht –, ein hochinteressanter Bereich, auf dem Sprunginnovationen möglich erscheinen. Und es gibt auf diesem Feld schon sehr viele Ansätze, auf denen aufgebaut werden könnte. So wäre die Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser mit Hilfe der Sonnenenergie eine mögliche Entwicklungsrichtung, was aber natürlich im Rahmen der Entscheidungsfindung in einem Innovationsraum festgelegt werden sollte, da auch konkurrierende Strategien bestehen. Wasserstoff könnte mit CO₂ zu Methan oder Methanol umgesetzt werden, und man hätte eine potenzielle Basischemikalie des Chemiebaums in der Hand.

Für die Gesamteinschätzung ist die folgende Positionsbestimmung der Chemischen Industrie interessant: «Die Speicherung von CO₂ stellt für die Chemie nur eine Übergangslösung dar. CO₂ sollte, wo immer möglich, nicht als «Abfall» gelagert, sondern als «chemischer Baustein» zur Herstellung höherwertiger Produkte wie z. B. Kunststoffe stofflich genutzt werden. Dabei wird zusätzliche Wertschöpfung erzeugt. Da CO₂ ein Endprodukt der Verbrennung fossiler Brennstoffe ist, ist die ausreichende Verfügbarkeit nicht fossiler Energiequellen (regenerative Quellen oder Kernkraft) für dessen stoffliche Verwertung in großem Maßstab unabdingbare Voraussetzung. Daher ist es notwendig, die Entwicklung neuer Technologien zur Energieerzeugung (insbesondere die Photovoltaik und die Photokatalyse), zum Energietransport und zur Energiespeicherung in verstärktem Maße zu fördern. Allerdings kann die Chemische Industrie nur einen geringen direkten Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionsmengen leisten: Über die Herstellung von höherwertigen Produkten können nach gegenwärtigen Schätzungen höchstens rund 1 Prozent, über die Herstellung von Kraftstoffen rund 10 Prozent der weltweit emittierten CO₂-Menge verarbeitet werden. Die stoffliche Verwertung kann aber durch die mit ihr verbundene Wertschöpfung einen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit der CO₂-Gesamtstrategie leisten.» (VCI 2009b)

Wenn man einmal von der kleinen Unebenheit der Nutzung der Kernkraft abstrahiert, zeigt dieses Zitat, dass auch seitens des VCI dieser Chancenkorridor gesehen wird. Und am Ende 10% der weltweit emittierten CO₂-Mengen in sinnvolle Produkte einzubinden müsste doch als Motivation ausreichend sein, um die beschriebenen Innovationsräume ernsthaft einrichten zu wollen.

4.7.4 Effizientere Synthesewege

Auf das Thema Ammoniaksynthese wurde schon weiter oben eingegangen. Den Energieverbraucher Nummer 1 hätte man seitens der Chemischen Industrie schon lange und freiwillig abgelöst, wenn diese Ablösung chemisch so einfach wäre. 1% des Weltenergieverbrauchs geht in die Synthese von Ammoniak. Nun ist es *theoretisch* nicht unmöglich, aus Luftstickstoff ohne die hohen Drücke und Temperaturen der heutigen Ammoniaksynthese Stickstoffverbindungen mit Wasserstoff oder Sauerstoff zu bilden. Und auch praktisch macht uns der Pflanzenbereich da wieder etwas vor – die Stickstofffixierung –, was erforscht, aber so nicht in der Praxis umsetzbar ist, wie auch im Falle Photosynthese. Fachleute auf diesem Gebiet sind der Meinung, dass bei einer entsprechenden Bündelung der Mittel dieses nicht ganz neue Thema erfolgversprechend angepackt werden könnte – wobei die Betonung auf Bündelung der Mittel für ein in Stufen gegliedertes längerfristiges Forschungsprogramm liegt. Hier soll nicht der Eindruck erweckt werden, dass nicht auch schon in der Vergangenheit auf diesem Gebiet viel Forschung gefördert wurde.

Das hier skizzierte Beispiel der Ammoniaksynthese kann ergänzt werden. Auch auf anderen Feldern ist man zwar seitens der Chemischen Industrie sehr erfolgreich bei der Optimierung des Ressourceneinsatzes für die chemischen Synthesen gewesen, aber die Entwicklung ganz neuer Syntheserouten ist immer dann ausgeblieben, wenn deren Entwicklung zu umfangreich und die Erfolgsaussichten nicht unmittelbar greifbar erschienen (Beispiel Methanreformierung²³).

Daher erscheint es sehr sinnvoll, im Vorfeld die relevanten chemischen Synthesewege zu durchleuchten, um die Möglichkeiten zur Verbesserung der Ressourceneffizienz auszuloten. In dieses Feld gehört auch die Vertiefung der Kenntnisse von Katalysatoren, die Reaktionen bei niedrigeren Temperaturen ermöglichen können – ein Feld, das nicht neu ist, das aber durchaus weiterhin erfolgversprechend erscheint.

23 Bei der Methanreformierung reagiert Erdgas mit Wasserdampf bei hoher Temperatur und Druck zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff. «Dieses Synthesegas hat einen etwa 25% höheren Heizwert als das ursprüngliche Erdgas. Mit einer anschließenden Shift-Reaktion wird weiterer Wasserstoff und Kohlendioxid produziert. Dieses kann über eine chemische Wäsche mit Monoethanolamin abgetrennt werden, so dass letztendlich reiner Wasserstoff entsteht.» http://www.dlr.de/tt/Portaldata/41/Resourcen/dokumente/institut/system/newsletter/DLR-STB-Energieperspektiven_2008_I.pdf

4.7.5 Die Vermeidung gefährlicher bzw. toxischer Substanzen

Nach wie vor wird in der Chemischen Industrie in großen Mengenströmen mit sehr gefährlichen Chemikalien umgegangen, in der Regel als Zwischenprodukt. Exemplarisch sind Kohlenstoffmonoxid, Phosgen, Chlor oder Ethylenoxid zu nennen. Dass es in den letzten Jahren keine größeren Unfälle in diesen Bereichen gegeben hat, hängt mit der hohen Anlagensicherheit (vgl. Kap. 3.3.4.1), aber auch mit einer gehörigen Portion Glück zusammen. Nun setzt die Chemische Industrie diese Stoffe nicht ein, weil sie hieran große wirtschaftliche Interessen hat. Denn der Umgang mit hochtoxischen Stoffen in diesem Umfang ist teuer und auch nicht besonders effizient. Diese Stoffe werden eingesetzt, weil einzelne Syntheseverfahren derzeit ausschließlich mit diesen Stoffen laufen.

Daher könnte ein interessantes Forschungs- und Entwicklungsfeld darin gesehen werden, Verfahren zu finden, die den massenhaften Umgang mit extrem toxischen Stoffen zumindest reduzieren können. Eine lohnende Win-win-Aktivität, übrigens auch im Interesse der Nachbarn solcher Anlagen.

4.7.6 Effiziente Energiespeicher

Alle Klimaschutzszenarien der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass bei der schrittweisen Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien im Stromnetz das Thema der effizienten Energiespeicherung immer relevanter wird. Hintergrund hierfür ist das Auseinanderlaufen von produziertem zu abgerufenem Strom. Auch für den Wärmesektor stellen sich ähnliche Probleme. Physikalische Energiespeicher (z.B. Pumpspeicherwerke) sind zum Teil vorhanden, aber auch nicht immer besonders effizient.

Chemische und elektrochemische Energiespeicher sind prinzipiell bzw. theoretisch vorhanden bzw. denkbar, aber eben noch nicht großtechnisch entwickelt.

Gerade das Beispiel der japanischen Batterieentwicklung zeigt, wie eine Regierung auf dem Feld der Forschung durch Bündelung der Mittel, Strukturierung der Arbeiten und einen langen Atem ihre nationale Industrie sehr erfolgreich an die Weltspitze schieben kann.

4.7.7 Nanotechnologie

Auch das Thema Nanotechnologie ist nicht neu. Sehr viel wurde hier an Forschungsgeldern investiert. Die Zukunftschancen für Ökonomie und Ökologie werden nach wie vor sehr hoch eingeschätzt. Allerdings mahnt der SRU in seinem diesbezüglichen Gutachten zur umfassenden Analyse des gesamten Lebenszyklus. So können viele Nanoprodukte zwar unmittelbar Umweltentlastungen zeigen, weisen aber über den gesamten Lebenszyklus beinahe die gleiche Ökobilanz auf wie nicht nanobasierte Produkte (SRU 2011).

Das Beispiel Nanotechnologie zeigt aber auch, was im Rahmen eines Dialoges falsch laufen kann. Das Bundesumweltministerium hatte frühzeitig einen Stakeholder-Dialog organisiert, auch vor dem Hintergrund der Risiken, die mit diesem Thema im Verbraucherbereich verbunden sind. Wichtig ist, dass diese

Dialoge nicht zu Alibiveranstaltungen werden. Es sollten verbindliche Absprachen getroffen werden, die dann auch einzuhalten sind. Und eine verbindliche Roadmap mit klarem Budget für die Abarbeitung der Risikofragen ist die Voraussetzung einer Akzeptanz auch auf Seiten der Zivilgesellschaft.

4.8 Das Handlungsfeld Neue Kunststoffe – chemische Lösungen für den Schutz der Meere

In den 1970er-Jahren bestand ein großes ökologisches und auch ästhetisches Umweltproblem in Schaumbergen auf den Binnengewässern, die durch Tenside aus Waschmitteln verursacht wurden. Mittels Anforderungen an die biologische Abbaubarkeit der Tenside konnte dieses Problem weitgehend gelöst werden.

Heute stellen Kunststoffabfälle aus dem Konsumenten-Bereich ein vergleichbares Problem dar (im Wesentlichen Verpackungskunststoffe). Gerade in Entwicklungs- und Schwellenländern, aber auch in den Meeren haben sich die Kunststoffabfälle zu einem Problem entwickelt. Hierfür ist insbesondere die sehr hohe Persistenz der heutigen Kunststoffe über Jahrzehnte verantwortlich. Einerseits ist diese Eigenschaft der hohen Beständigkeit beispielsweise für den Bau- und Fahrzeugsektor erwünscht. Andererseits ist für den Bereich, der im Wesentlichen für die Vermüllung der Umwelt verantwortlich ist, nämlich den Verpackungssektor, eine Haltbarkeit der Produkte über Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte gar nicht erforderlich.

Die Spitze dieses Littering-Problems ist noch lange nicht erreicht, weil man sehr genau beobachten kann, wie mit dem steigenden Einkommen in den Entwicklungsländern auch der Kunststoffkonsum und infolgedessen auch der Kunststoffmüll zunehmen. Somit wird sich der Eintrag der Kunststofffrachten in die Umwelt in den nächsten Jahren stetig erhöhen.

Diese Kunststoffabfälle entstammen, wie erwähnt, hauptsächlich dem Verpackungsbereich. In den Meeren werden diese Abfälle in fünf Strudeln, den sogenannten «gyres», im Kreis geführt: dem Indischen Ozean-Strudel, dem Nord- und dem Südpazifik-Strudel und dem Nord- und Südatlantik-Strudel (UNEP 2011). Die jahre- und jahrzehntelange mechanische Beanspruchung der einzelnen Verpackungen führt zwar nicht dazu, dass sich das Polymermolekül aufspaltet, aber die Teilchengröße der Verpackung wird kleiner. Am Ende werden die Verpackungen so weit aufgerieben, dass z.T. mit dem bloßen Auge kaum noch sichtbare Mikro-Plastikpartikel (< 0,25 mm) entstehen. Diese Mikro-Plastikpartikel gelangen auch direkt über ihren Einsatz in Produkten in den Wasserpfad (STICHTING NORDZEE 2011). Mikro-Plastikpartikel werden mittlerweile weltweit an allen Stränden und im Meerwasser in unterschiedlich hoher Konzentration gemessen.²⁴ Und sie werden von den Wasserorganismen aufgenommen (GORYCKA 2009). Sie können aber nicht verarbeitet, sprich abgebaut werden,

24 Siehe z.B. <http://www.noordzee.nl/> und <http://www.marinedebrisolutions.com/> und <http://www.microplastics.ch>

daher werden sie innerhalb der Nahrungskette unverdaut weitergegeben und reichern sich an. Erste Untersuchungen zeigen, dass diese Partikel in unserer Nahrung angekommen sind.

4.8.1 Zwei Problemlösungsstrategien

Eine Strategie zur Lösung des Problems wäre folgende: Die Kunststoffe aus dem Verpackungsbereich gelangen nicht mehr in die Umwelt. Dies wäre eine Lösung durch die Abfallwirtschaft. Eine andere Lösungsstrategie könnte chemisch gefunden werden, in dem die Kunststoffe für den Verpackungssektor zukünftig so «konstruiert» werden, dass ihre Lebensdauer begrenzt ist.

Seitens der Chemischen Industrie wird eine Lösung des Problems ausschließlich im Rahmen der Abfallwirtschaft gesehen.²⁵ Eine Diskussion darüber, dass das beobachtete Problem auch etwas mit den Eigenschaften der Kunststoffe zu tun hat – sie sind in der Umwelt nicht abbaubar –, ist bisher unterentwickelt.

Eine chemische Lösungsstrategie, also eine Änderung der chemischen Eigenschaften der Kunststoffe, wäre günstig, weil sie das Problem grundsätzlich lösen würde. Daher wird hier vorgeschlagen, im Rahmen einer europaweiten Regelung festzulegen, dass zukünftig nur noch solche Kunststoffe im Verpackungsbereich zum Einsatz kommen dürfen, die in der Umwelt nach wenigen Jahren abgebaut sind. Diese neuen Werkstoffe müssen im Rahmen eines Zulassungsverfahrens die festgelegten Anforderungen erfüllen und dürfen erst anschließend auf den Markt.

Nun mag man bezweifeln, dass derartige Kunststoffe entwickelt werden können. Die Entwicklungspotenziale der biologisch abbaubaren Kunststoffe sind aber seit vielen Jahren bekannt (vgl. KUNSTSTOFFKOMMISSION 1999). Um an dieser Stelle nicht zu sehr ins Detail zu gehen, sei auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen (ENDRES/SIEBERT-RATHS 2009, ENDRES/SIEBERT-RATHS 2011). Es ist u.E. grundsätzlich möglich, diese Kunststoffe zu entwickeln. Vielleicht mutet unser Vorschlag an wie ein *Man on the moon*-Projekt, aber man muss ihn auch in Relation zu dem oben beschriebenen Umweltproblem sehen.

Man müsste zunächst entscheiden, welche Art der Abbaubarkeit einer solchen Festlegung zugrunde liegen sollte: Photoabbau, biologischer Abbau oder Hydrolyse. Diese Fachdiskussion soll hier nicht geführt werden. Aber derartige Festlegungen sind im Grundsatz möglich, wie andere Beispiele zeigen. Die Festlegungen sind so zu treffen, dass die als vordringlich angesehenen umweltpolitischen Ziele erreicht werden und die Kunststoffabfälle sich nicht weiter in der Umwelt ansammeln. Gleichzeitig muss natürlich sichergestellt sein, dass die Gebrauchstauglichkeit in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen

²⁵ Declaration of the Global Plastics Associations for Solutions on Marine Litter: «Plastic is present as debris in the marine environment as a result of poor or insufficient waste management, lack of sufficient recycling / recovery and bad practices such as land and marine litter.» «Inadequate waste management infrastructure, insufficient recycling, and littering are among the root causes of this worldwide problem.» <http://www.marinedebris-solutions.com/global>

weiterhin sichergestellt ist. So wäre ein Verlust der Lagerfähigkeit von Nahrungsmitteln durch Mängel bei den neuen Werkstoffen sicherlich auch ökologisch kontraproduktiv (PILZ 2010). Und schließlich sollten diese neuen Werkstoffe nicht mit deutlich höherem Ressourcenaufwand (Material- und Energieaufwand, Klimabilanz) entlang ihres Lebensweges verbunden sein – also eine Herausforderung für herausragende Chemikerinnen und Chemiker.

Kurz skizziert: Es müssen in die Polymermoleküle Angriffspunkte für den Abbau «eingearbeitet» werden. Diese Angriffspunkte sind z.B. Heteroatome wie Sauerstoff oder Stickstoff, Kettenverzweigungen etc. Mit der Anzahl der Angriffspunkte im Molekül steigt grundsätzlich die Abbaubarkeit der Kunststoffe rapide an. Nur darf man sich dies im Detail nicht zu einfach vorstellen, da die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet sein muss und sehr viele unterschiedliche Anforderungen in der Praxis gestellt werden, die sicherlich nicht nur von einem neuen Werkstoff erfüllt werden können.

Bisher waren die Kapazitäten der Chemischen Industrie aber nicht auf die Entwicklung dieser Kunststoffe konzentriert. Hier kann die geschilderte gesetzliche Initiative helfen. Denn es muss ein sprichwörtlicher Spagat gefunden werden. Wie dargestellt, sollen die neuen Kunststoffe so lange stabil sein und auch beispielsweise die lebensmittelrechtlichen Anforderungen erfüllen, solange sie als Verpackung dienen. Erst danach soll der Abbau einsetzen, und dies dann möglichst schnell. Zusätzlich sollen diese Kunststoffe nicht unbedingt teurer sein.

Es gibt viele ernstzunehmende Einwände gegen abbaubare Kunststoffe im Konsumentenbereich. Der wichtigste kommt aus der Wissenschaft: Nicht nur das Primärmolekül, sondern auch die Sekundärmoleküle des Abbaus sind zu betrachten. Man muss sich den Abbau (sehr vereinfacht) wie folgt vorstellen: Im Fall des biologischen Abbaus (es gibt, wie erwähnt, auch andere Formen des Abbaus wie Photoabbau oder Hydrolyse) ist es den Mikroorganismen nicht möglich, die extrem lange Kohlenstoffkette in ihre Zelle aufzunehmen und dort zu zerlegen. Daher findet der Angriff extrazellulär durch entsprechende aus der Zelle freigesetzte Enzyme statt. Hierfür sind die beschriebenen Angriffspunkte von Bedeutung. Der allererste erfolgreiche Angriff auf die Polymerkette führt zu zwei ebenfalls sehr langen Bruchstücken, sofern der Angriff nicht endständig erfolgen sollte. Dennoch würden diese Angriffe auf das Polymermolekül als Primärabbau zum makroskopischen Zerfall des Kunststoffkörpers führen. Wenn nun aber der weitere Abbau dieser Bruchstücke – der Sekundärabbau – nicht gesichert wäre, dann ist nichts gewonnen, ganz im Gegenteil: Diese Bruchstücke könnten sich ihrerseits als extrem langlebig in der Natur anreichern.

Die gute Nachricht ist, dass man die Polymerkette grundsätzlich so konstruieren kann, dass ausreichende Angriffspunkte vorliegen, bis zu einer Kettenlänge, die von den Mikroorganismen inkorporiert werden können. Anschließend gelingt dann in der Zelle die vollständige Metabolisierung (Verstoffwechselung). Die schlechte Nachricht ist: Werden zu viele Angriffspunkte eingearbeitet, verliert

der Werkstoff zu schnell seine Gebrauchstauglichkeit (durch Abbau).²⁶ Im Kern heißt dies also, dass bei der Festlegung der Anforderungen an die Abbaubarkeit dieser neuen Werkstoffe auch der Abbau der Bruchstücke (Metaboliten) gefordert ist und durch entsprechende Testverfahren geprüft werden muss.

Ein weiterer gewichtiger Einwand kommt von Seiten der Umweltverbände. Dort wird kritisiert, dass es gegenwärtig viel zu viele Kunststoffabfälle gibt und eine Verringerung des Aufkommens an Kunststoffabfällen im Verpackungssektor zugunsten von Mehrweglösungen die richtigere Forderung wäre. Zugegeben – ohne diese Kunststoffflut im Konsumgüterbereich wären die Probleme geringer. Daher ist dieser Einwand berechtigt, aber parallel müssten die Kunststoffe selbst auch besser abbaubar sein. Vermeidung von Kunststoffabfall, Mehrweglösungen und Abbaubarkeit müssen Hand in Hand gehen.

Ein weiterer Einwand kommt aus der Abfallwirtschaft: Widerspricht so eine neue Generation an Kunststoffen nicht dem Recycling-Gedanken, und sollten die Länder, in denen die Kunststoffvermüllung ein Problem ist, nicht besser abfallwirtschaftliche Recyclingverfahren einführen? Diese Strategie dürfte u.E. auf absehbare Zeit nicht zu einer vollständigen Problemlösung führen, da in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern die politischen, kulturellen und ökonomischen Verhältnisse dies nicht ermöglichen.

4.8.2 Die Problemlösungsstrategien müssen sich ergänzen

Die hier beschriebenen bzw. skizzierten Problemlösungsstrategien sind keineswegs sich ausschließende Alternativen. Selbst wenn diese abbaubaren Kunststoffe demnächst am Markt wären, kann nicht darauf verzichtet werden, die Abfallwirtschaft weltweit zu verbessern und dadurch den Eintrag der Abfälle in die Umwelt zu reduzieren. *Abfallwirtschaft, Abfallvermeidung, Recycling und Aufklärung der Bevölkerung haben nach wie vor oberste Priorität.*

Zusätzlich kann durch die kontrollierte Einführung besser abbaubarer Kunststoffe im Verpackungsbereich eine zusätzliche Verbesserung der Situation erreicht werden.

4.8.3 Die neuen Kunststoffe müssen besser recycelbar sein

Die Einführung von mittelfristig abbaubaren Kunststoffen im Konsumbereich muss der in Europa vorhandenen Recyclingwirtschaft nicht unbedingt im Wege stehen. Um die Begründung dieser These mit einer etwas provokanten Behauptung zu beginnen: Solange nicht eine (einigermaßen) sortenreine Erfassung der Kunststoffarten erfolgt, steht am Ende des Kunststoffrecyclings sehr häufig der Ofen (siehe Abb. 7) oder ein Downcycling.

²⁶ Unterscheidung in Primärabbau, d.h. makroskopischer Zerfall und evtl. erster Abbau der Makromoleküle (damit ist das Vermüllungsproblem zunächst gelöst), und Sekundärabbau zu CO₂, H₂O, CH₄... Damit erst sind die Rückführung des Kohlenstoffs und die Ressourceneffizienz sowie die Vermeidung der Akkumulation der Abbauprodukte aus dem Primärabbau sichergestellt.

Die sortenreine Erfassung von Kunststoffabfällen lässt sich (mit Ausnahme von Produktions- und Verarbeitungsabfällen und vielleicht von Abfällen des Bausektors) aufgrund der Produktvielfalt nicht über getrennte Sammelsysteme erreichen, ist aber heute über eine physikalische Vorsortierung in Kombination mit modernen opto-elektronischen Sortiertechniken möglich geworden und wird auch schon praktiziert. Mit diesen Sortiertechniken würden in Zukunft auch die neuen abbaubaren Kunststoffe vom Grundsatz her erfasst (NIR = Nah-Infrarot-Spektroskopie) und abgetrennt werden können. Durch das Zulassungsverfahren für diese neuen Werkstoffe kann zudem sichergestellt werden, dass die Sortierung zukünftig sogar noch zielgenauer erfolgen kann, weil dieser Aspekt in die Zulassungsvoraussetzung einfließen könnte (eine mögliche Option).

Steht nun ein Kunststoff, der nach drei bis fünf Jahren «zerfällt», nicht im Widerspruch zum stofflichen Recycling? Die Antwort lautet: Nein. Zunächst ist richtig, dass es keinen Sinn ergäbe, die vielleicht kurz vor dem Primärabbau stehenden Kunststoffaltprodukte wie beispielsweise Joghurtbecher nach erfolgter Erfassung erneut zu einem Joghurtbecher zu formen. Dieser Becher würden natürlich nicht mehr über die erforderliche Lebensdauer verfügen. Aber es ist möglich, die gesammelten Kunststoffe als Bruchstücke der Kohlenstoffkette stofflich oder genauer chemisch zu rezyklieren. Diese chemischen Bruchstücke können anschließend wieder zu sauberer Primärware aufgebaut werden, also zu Kunststoffen, aus denen Becher hergestellt werden können; also ein echtes Re-cycling.

Wäre dies eine Verschlechterung der heutigen Situation? Ganz im Gegenteil. Heute wird aus den Kunststoffabfällen schon besser recycelt, aufgrund der besseren Trennverfahren. Aber ein echtes Recycling (Joghurtbecher zu Joghurtbecher) findet selbst in den modernsten Anlagen nicht statt. Mit dem chemischen Recycling der Kettenbruchstücke könnte man dem erstmals nahe kommen.

Die aussortierten Kunststofffraktionen sollten also möglichst hochwertig verwertet werden. Hier bietet sich, wie ausgeführt, eine Nutzung als «feedstock» für die Chemische Industrie an (chemisches Recycling). Dieser Aspekt ist von Bedeutung, weil nur über eine hochwertige Verwertung der Sortierfraktionen auch sichergestellt werden kann, dass neben dem Ziel Abbaubarkeit auch das Ziel Ressourceneffizienz erreicht wird. Denn das chemische Recycling bringt erst die Einsparungen an primären Rohstoffen, die erforderlich sind, um eine positive Gesamtbilanz zu erreichen.

Unabhängig von der Frage der Abbaubarkeit stellt sich für diesen Kunststoffsektor auch die Frage der Rohstoffquelle, sprich: «feedstock». Die beschriebenen Kunststoffe können im Grundsatz auf der Basis von fossilen oder von regenerativen Ressourcen (Biomasse) hergestellt werden. Chemisch und auch biologisch macht dies für den Abbau keinerlei Unterschied. Es ist zu beobachten, dass die Interessen großer Hersteller aus dem Konsumgüterbereich deutlich in die Richtung gehen, biobasierte Kunststoffe verstärkt einzusetzen. Hieraus könnte sich eine Synergie bei der Umstellung der Produktion ergeben: einmalige Umstellung auf biobasiert *und* biologisch abbaubar. Das oben beschriebene

chemische Recycling der aussortierten Altkunststoffe sollte bei dieser Umstellung mit einbezogen werden.

Sicherlich gibt es ein Problem in dem Zeitraum, in dem neue und alte Kunststoffe gleichzeitig als Verpackungen am Markt sind. Dieser Zeitraum kann mehrere Jahre umfassen, weil selbst mit einer Stichtagsregelung für die neuen Werkstoffe noch viele alte Werkstoffe in den Regalen stehen. Man wird die Probleme der Übergangszeit wahrscheinlich nur pragmatisch, sprich biologisch oder thermisch lösen können, wie gesagt als Übergangslösung.

Wie dargestellt ist die Einführung der neuen Verpackungskunststoffe nicht sofort zu haben. Aber über die gesetzlich verbindliche Festlegung der einzuhaltenden Abbaubarkeitstests und die Vorgabe eines klaren Einführungszeitraums bietet sich für die Wirtschaft ein berechenbarer Zeitraum, um die Entwicklungen durchzuführen. In diesem Zeitraum können parallel auch Techniken zum chemischen Recycling in die Rohstoffversorgung der Chemischen Industrie planerisch integriert werden. Die neuen Verpackungskunststoffe sollten im Gleichklang mit dem Aufbau der Recyclingstrukturen am europäischen Markt eingeführt werden.

4.8.4 Von einer EU-weiten Regelung zu einer globalen Lösung

Diese Regelung ist EU-weit zu treffen und würde dazu führen, dass auch in den restlichen Regionen der Welt nachgezogen werden wird (RoHS-Effekt²⁷). Für die Chemische Industrie hätte dieser europäische Vorstoß daher einen wirtschaftlichen Vorteil: Zunächst gibt es im Rahmen unseres Vorschlags in Europa eine klare Fristvorgabe, ab wann die neuen Kunststoffe am Markt sein sollen. Die Entwicklungsarbeit würde in diesem Zeitraum auf ein zentrales Ziel fokussiert. Das heutige Durcheinander an unterschiedlichen Entwicklungen (s.o.) würde beendet, und es gäbe eine Entwicklung entlang klarer Vorgaben.

Es treten innerhalb des Marktes keine Wettbewerbsverzerrungen auf, weil es ein klares einheitliches «level playing field» gibt; anschließend bestehen durch den RoHS-Effekt hohe Exportchancen am Weltmarkt (Win-win-Situation). Hinzu kommt, dass diese Entwicklungsarbeit ja genaugenommen längst läuft. In allen führenden Chemieunternehmen wird mit Hochdruck an diesen neuen Werkstoffen gearbeitet. Erste Produkte stehen kurz vor der Marktreife (z.B. bei Coca Cola oder Heinz-Ketchup)²⁸. Insbesondere ein italienisches Unternehmen scheint gegenwärtig die Nase vorne zu haben.²⁹ Die hier vorgeschlagene Regulierung würde daher die laufenden Arbeiten verstärken helfen und insbesondere in

27 Die EG-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten ist auch bekannt als RoHS-Richtlinie (engl.: Restriction of (the use of certain) hazardous substances) und regelt die Verwendung von gefährlichen Stoffen in Geräten und Bauteilen. Unter dem RoHS-Effekt wird hier verstanden, dass die großen Hersteller zur Vermeidung unterschiedlicher Produktlinien die RoHS-Vorgaben auch für ihre Produkte außerhalb des EU-Marktes übernommen haben.

28 Hier beständige, biobasierte PET-Flaschen.

29 Hier abbaubare stärkebasierte Biokunststoffe.

einen berechenbaren Rahmen stellen, auch von der Umweltseite her. Letztlich würde dieser Regulierungsvorschlag ähnlich wirken wie die damalige Einführung des Katalysators im Verkehrssektor. Nur dadurch, dass der Staat das Ziel, die Messmethode und den Zeitraum fixiert hat, konnte das Umweltproblem gelöst und gleichzeitig noch wirtschaftlich erfolgreich agiert werden.

Am Ende mag der Einwand kommen: Viel Aufwand für ein überschaubares Problem! Diese Einstellung ändert sich sehr schnell, wenn man die deutsche Brille ablegt und sich noch einmal die zunehmende Bedeutung des Eindringens von mit Schadstoffen angereicherten Mikro-Plastik-Partikeln in die Nahrungskette vor Augen führt.

5 Handlungsfelder einer ressourceneffizienten Entwicklung – Fazit

Auch unter Ressourcenschutzgesichtspunkten sollte die vorhandene Industriestruktur bzw. die Produktionskapazität der Chemischen Industrie in Deutschland als Chance gesehen werden. Hiermit besteht die Möglichkeit, Ressourcenschutz in diesem Industriesektor nicht theoretisch, sondern ganz praktisch zu realisieren. Dies ist politisch auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass in einzelnen Ländern der EU der Industriesektor heute kaum noch eine Bedeutung hat.

Für die Chemische Industrie könnte eine aktivere Kooperation im Feld staatlicher Ressourcenschutzpolitiken auch neue Chancenkorridore eröffnen. Deutschland verfügt hier aufgrund seiner politischen Diskurskultur, dem hohen Informations- und Ausbildungsstand seiner Bürger und der emotionalen Verbundenheit seiner Bevölkerung mit ökologischen Themen über gute Ausgangsbedingungen. Dabei stellen die hohe Qualifikation, Entscheidungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft seiner Chemischen Industrie die zweite Ausgangsbedingung für erfolgreiches Handeln dar.

Wenn man die deutsche Industriepräsenz als grüne Chance begreift, ist der Zielkonflikt zwischen gesteuerter oder ungesteuerter Entwicklung zu beachten. Wenn sich der Staat (bzw. die Regierung) ambitionierte Ziele gibt und diese in einem engen Zeitplan umsetzen will, so bedarf dies einer planerischen Herangehensweise. Ohne einen Plan, eine Implementierungsstrategie und regelmäßige Erfolgskontrollen, inkl. Sanktionen im Nicht-Erfüllungsfall, kann der Vorwurf formuliert werden, die Regierung meine es nicht so ernst mit ihren politischen Zielen. Sollte es andererseits diesen Plan mit all den skizzierten Ausführungsbestimmungen geben, ist dies nicht ganz fern von einem planwirtschaftlichen Weg. Wie kann man also ernsthaft ein Ziel, sicherlich ein gemeinsames Ziel, erreichen wollen, ohne in einen Etatismus abzugleiten? Keine leichte Gratwanderung! Und die Lösungen müssen von beiden Seiten gesucht werden.

Der von Seiten der Wirtschaft immer gerne angeführte sinngemäße Spruch: «Gebt uns die Ziele vor, und überlasst es uns, wie wir diese Ziele erreichen!», hilft hier auch nicht viel. Denn ohne eine staatliche Regulierung, die den Weg im Sinne eines Chancenkorridors ebnet, sind schon manche gut gemeinte Absprachen und Zielvereinbarungen im Sande verlaufen.

Die Vorschläge in Kapitel 4 haben – soweit dies im Rahmen einer kurzen Studie möglich und auch sinnvoll ist – Chancenkorridore, Win-win-Situationen, Innovationsräume, also gemeinsame Handlungsfelder gezeigt. Diese Liste an Vorschlägen ist nicht vollständig, und man könnte vielleicht auch andere Prioritäten setzen.

6 Zusammenfassung

Das Umweltbundesamt hat schon vor mehr als zehn Jahren «Handlungsfelder und Kriterien für eine vorsorgende nachhaltige Stoffpolitik» aufgestellt (UBA 1999). Darin heißt es: «Der irreversible Eintrag von langlebigen (persistenten) und sich in Lebewesen anreichernden (bioakkumulierenden) Fremdstoffen in die Umwelt ist unabhängig von ihrer Giftigkeit (Toxizität) vollständig zu vermeiden. Bei einem langfristigen Verbleib von Fremdstoffen in der Umwelt, die sich in Organismen anreichern können, sind nachteilige Wirkungen, die unter Umständen noch nicht bekannt oder untersucht sind, nie völlig auszuschließen.

Der Eintrag von Fremdstoffen mit krebserzeugenden (kanzerogenen), erbgutverändernden (mutagenen) oder reproduktionstoxischen Wirkungen in die Umwelt ist vollständig zu vermeiden. Diese Eigenschaften betreffen zentrale Funktionen von Organismen und Ökosystemen, die dadurch irreversibel beeinflusst werden können.

Die vom Menschen verursachte (anthropogene) Freisetzung von Naturstoffen mit den oben genannten Eigenschaften darf nicht zu einer Erhöhung der Hintergrundbelastung führen. Eine Nullbelastung ist für Naturstoffe grundsätzlich nicht erreichbar.

Der anthropogene Eintrag von anderen toxischen oder ökotoxischen Stoffen, die nicht die oben genannten Eigenschaften aufweisen, ist auf das technisch unvermeidbare Maß zu reduzieren. Diese Forderung ergibt sich aus dem Prinzip der vorsorglichen Vermeidung der Belastung der Umwelt mit giftigen Stoffen.»

An dieser Zielsetzung hat sich nichts geändert. Die Verbesserung der Chemikaliensicherheit hat nach wie vor Priorität, wenn es um die Zukunftsfragen der Chemischen Industrie geht. Aber entscheidend ist, dass es mit der Umsetzung von REACH zwischenzeitlich nicht mehr um Visionen einer risikoärmeren Branche geht, sondern dass wir in der harten Alltagsarbeit der europäischen Chemikalienbehörde ECHA und den Zuarbeiten der Industrie und der Mitgliedsstaaten angekommen sind.

Sind diese Aktivitäten ausreichend? Auch wenn REACH ein Kompromiss der Interessen darstellt, sollte gegenwärtig das Hauptaugenmerk auf die Umsetzung des Regelwerks gelegt und vermieden werden, Initiativen zu starten, die den Ablauf der Stoffprüfungen behindern. Daher werden in dieser Studie nur Vorschläge gemacht, die die REACH-Regelung ergänzen oder die die Erkenntnisse, die aus REACH folgen, transparenter und für den Umwelt- und Gesundheitsschutz besser nutzbar machen können.

Mit den dargestellten sieben Handlungsfeldern – Ressourceneffizienz, Chemikaliensicherheit, Rohstoffversorgung bzw. «feedstock change», Klimaschutz, neue Akzente in der Wirtschaftsförderung, Forschung und Entwicklung (Innovationsräume), Neue Kunststoffe für Verpackungen – werden alle ökologisch relevanten Bereiche der Chemischen Industrie berührt. Neue Herausforderungen stellen die Ressourcenschutzpolitik und der Klimaschutz. Die Chemische Industrie zeigt hier zwei Gesichter. Einerseits ist sie als Rohstoff- und Energieverbraucher ein wesentlicher Emittent und damit Problemverursacher; andererseits ist sie mit einer Vielzahl ihrer Produkte schon heute ein wichtiger Teil der Problemlösung. Die Studie stellt die Frage, ob man sich eine in Deutschland vorhandene, ökonomisch leistungsfähige Industrielandschaft auch als Teil der Lösung ökologischer Probleme vorstellen kann. Diese Frage wird nicht nur abstrakt untersucht, sondern anhand möglicher Handlungsfelder auch konkreter betrachtet. Und es zeigt sich klar: Auf Dauer wird Ressourceneffizienz auch ökonomisch erfolgreich sein.

QUELLENVERZEICHNIS

- AGE, o.J.: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, <http://www.ag-energiebilanzen.de>
- ARNOLD 2009: Arnold K. et al.: Klimaschutz und optimierter Ausbau erneuerbarer Energien durch Kaskadennutzung von Biomasseprodukten – Potenziale, Entwicklungen und Chancen einer integrierten Strategie zur stofflichen und energetischen Nutzung von Biomasse. Wuppertal Report Nr. 5, Dezember 2009, http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/wr5.pdf
- BASF 2011: Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudereich. BASF_Maßnahmen_Gebäudesektor_20102011.pdf, übersandt am 21.10.2011
- BAYER 2010: Das Bayer Klimaprogramm, <http://www.bayer.de/de/das-bayer-klimaprogramm.pdf>
- BAYERISCHE BÖRSE 2011: EU-Emissionshandel – Beobachtungen und Perspektiven aus Sicht der Börse. Sitzungsunterlage zur 102. Sitzung der Arbeitsgruppe Emissionshandel, München, 16. September 2011
- BMELV 2007: Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Gutachten, November 2007, http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenWBA.pdf?__blob=publicationFile
- BMELV 2009: Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, <http://www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/649756/publicationFile/37220/AktionsplanNaWaRo.pdf>
- BIPRO 2010: BiPRO Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen: Chemikalienleasing als Modell zur nachhaltigen Entwicklung mit Prüfprozeduren und Qualitätskriterien anhand von Pilotprojekten in Deutschland. Endbericht, FKZ 3707 67 407, 1. März 2010, http://www.reach-info.de/dokumente/Chemikalienleasing_Endbericht_UBA_FKZ_3707_67_407_Langfassung.pdf
- BMU 2011: Arbeitsentwurf des BMU für ein Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes) – Programm zum Schutz natürlicher Ressourcen in einer ökologisch-sozialen Marktwirtschaft. Entwurf – V 2.1 – Stand 7.4.2011, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/progress_entwurf.pdf
- BRINGEZU 2009: Dr. S. Bringezu, Dr. H. Schütz, Dr. P. Schepelmann, U. Lange, J. von Geibler, K. Bienge, Dr. K. Kristof, K. Arnold, F. Merten, Dr. S. Ramesohl, Dr. M. Fishedick, P. Borelbach, Dr. S. Kabasci, C. Michels, Dr. G. A. Reinhardt, S. Gärtner, N. Rettenmaier, J. Münch: Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe – Optionen einer nachhaltigen Flächennutzung und Ressourcenschutzstrategien unter besonderer Berücksichtigung der nachhaltigen Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen. UBA-Texte Nr. 34/2009, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3861.pdf>
- BRINGEZU 2011: Bringezu S.: Balancierte Bioökonomie: Von der Flächenkonkurrenz zur nachhaltigen Zukunftsvision. NABU-Tagung «Bioökonomie 2030 – Möglichkeiten und Begrenzungen», Berlin, 12. September 2011, http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/tagungsergebnisse/bringezu_bio_komie.pdf
- B90/GRÜNE 2004: Bundestagsfraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN: Wege zu einer nachhaltigen Chemiewirtschaft, Berlin 2004
- B90/GRÜNE 2011: Bundestagsfraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN, Projektgruppe Rohstoffstrategie: Die Grüne Rohstoffstrategie, Berlin 2011

- B90/GRÜNE 2011a: Bundestagsfraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN: Stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse. Fraktionsbeschluss, 20. September 2011
- B90/GRÜNE 2011b: Entschließungsantrag der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN zu den Anträgen der Fraktionen der SPD «Vor Cancún – Mit Glaubwürdigkeit zu einem globalen Klimaschutzabkommen», Drucksache 17/3998, und von BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN «Internationaler Klimaschutz vor Cancún – Mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zum Ziel», Drucksache 17/4016. Für ein unkonditioniertes europäisches Klimaziel von minus 30 Prozent bis 2020. Deutscher Bundestag, 17. Wahlperiode, Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, den 16. März 2011
- B90/GRÜNE 2011c: Antrag der Abgeordneten Dr. Hermann Ott, Bärbel Höhn, Hans-Josef Fell, Sylvia Kotting-Uhl, Oliver Krischer, Undine Kurth (Quedlinburg), Nicole Maisch, Dorothea Steiner, Cornelia Behm, Bettina Herlitzius, Winfried Hermann, Ulrike Höfken, Dr. Anton Hofreiter, Ingrid Nestle, Friedrich Ostendorff, Markus Tressel, Daniela Wagner, Dr. Valerie Wilms und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Europäisches Klimaschutzziel für 2020 anheben. Deutscher Bundestag Drucksache 17/2485, 07.07.2010
- BUNDESREGIERUNG 2011: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Dr. Hermann Ott, Dorothea Steiner, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/4606 – Klimaschutzanstrengungen der chemischen Industrie. Deutscher Bundestag Drucksache 17/4933, 23.02.2011
- BUNDESREGIERUNG 2011a: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dorothea Steiner, Nicole Maisch, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/6955 – Aktivitäten und Positionen der Bundesregierung im Bereich der Chemikalienpolitik auf nationaler und europäischer Ebene. Deutscher Bundestag Drucksache 17/7162, 27.09.2011
- BUNDESREGIERUNG 2011b: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Dorothea Steiner, Dr. Hermann Ott, Hans-Josef Fell, Sylvia Kotting-Uhl, Oliver Krischer, Undine Kurth (Quedlinburg), Nicole Maisch und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Drucksache 17/6949, Emissionshandel und Emissionsbenchmarks für die Chemische Industrie. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/7281, 7.10.2011
- BZL GMBH 2010: iLUC und Biokraftstoffe in der Analyse. Regionale Quantifizierung klimaschädlicher Landnutzungsänderungen und Optionen zu deren Bekämpfung. Studie im Auftrag von BDB e.V. und UFOP e.V., 28.10.2010, http://www.bdbe.de/downloads/PDF/iLUC/iLUC_Studie_Lahl.pdf und http://www.bdbe.de/downloads/PDF/iLUC/iLUC_Studie_Lahl_engl.pdf
- COMMERZBANK 2011: Rohstoffe und Energie: Risiken umkämpfter Ressourcen. Studie durchgeführt von TNS Infratest GmbH, Bielefeld, Hrsg.: Commerzbank, Frankfurt, 2011, https://www.unternehmerperspektiven.de/media/up/studien/11studie/11_Studie_Rohstoffe.pdf
- CONSULTIC 2008: CONSULTIC Marketing & Industrieberatung GmbH: Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2007 – Kurzfassung, http://www.plasticseurope.org/documents/document/20100803133403-consultic_kurz_2008.pdf
- CONSULTIC 2010: CONSULTIC Marketing & Industrieberatung GmbH: Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2009 – Kurzfassung, http://www.bvse.de/pdf/oeffentlich/Kunststoff/101013-Kurzversion_September_2010.pdf
- DESA 2011: Division for Sustainable Development, Department of Economic and Social Affairs: Thematic Seminar Series: Chemicals, http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/meetings2010/ss0210-chemicals/Invitation%20_Chemicals_Seminar.pdf
- DIHK Karlsruhe 2010: REACH und CLP – die Frist rückt näher (Interview), <http://www.karlsruhe.ihk.de/produktmarken/innovation/umwelt/AktuellesUmwelt/REACHundCLP.jsp>
- DIN EN ISO 14040:2009-11 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen
- DIN EN ISO 14044:2006-10 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen

- ECHA 2009: Evaluation under REACH. Progress Report 2009. Reference: ECHA-10-R-001-EN, ISBN-13: 978-92-95035-32-4, Publ.date: 25/02/ 2010, http://echa.europa.eu/doc/progress_report_2009.pdf
- ECHA 2010: Evaluation under REACH. Progress Report 2010, Reference: ECHA-11-R-001-EN, ISSN: 1831-6506, ISBN-13: 978-92-9217-511-5, Publ.date: 28/02/ 2011 http://echa.europa.eu/doc/evaluation_under_reach_progress_report_2010_en.pdf
- ECO SYS 2011: ECO SYS GmbH, Schopfheim: Die Wettbewerbsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland als Standort für die Fermentationsindustrie im internationalen Vergleich. Studie angefertigt für die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). März 2011, <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22003310.pdf>
- EE-RICHTLINIE 2009: Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:de:PDF>
- ENDRES/SIEBERT-RATHS 2009: Endres H.-J., Siebert-Raths A.: Technische Biopolymere. Carl Hanser Verlag, München, ISBN: 978-3-446-41683-3
- ENDRES/SIEBERT-RATHS 2011: Endres H.-J., Siebert-Raths A.: Engineering Biopolymers, Carl Hanser Verlag, München, <http://www.hanser.de/buch.asp?isbn=978-3-446-42403-6&area=Technik>.
- ETS-RICHTLINIE 2009: Richtlinie 2009/29/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0063:0087:de:PDF>
- EU 2008: Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006, http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/ghs/2nd-atp-to-clp_en.pdf
- EU 2011: Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa. {SEK(2011) 1067 endgültig}, {SEK(2011) 1068 endgültig}, Brüssel, den 20.9.2011, KOM(2011) 571 endgültig, http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/pdf/com2011_571_de.pdf
- EU 2011a: Beschluss der Kommission vom 27. April 2011 zur Festlegung EU-weiter Übergangsvorschriften zur Harmonisierung der kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten gemäß Artikel 10a der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2011) 2772) / (2011/278/EU) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:130:0001:0045:DE:PDF>
- FRAUNHOFER 2009: Fraunhofer ISI, ECOFYS, Öko-Institut e.V.: Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU-ETS post 2012. Report on the project approach and general issues, http://www.ecofys.com/com/publications/documents/091102_ProjectApproach_andgeneralissues_000.pdf
- FRAUNHOFER 2009a: Fraunhofer ISI, ECOFYS, Öko-Institut e.V.: Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU-ETS post 2012. Sector report for the chemical industry, http://www.ecofys.com/com/publications/documents/091102_Chemicals.pdf
- FRITSCHKE 2010: Fritsche U. R., with contributions from Klaus Hennenberg and Katja Hünecke: The «iLUC Factor» as a Means to Hedge Risks of GHG Emissions from Indirect Land Use Change. Working Paper, Öko-Institut Darmstadt, July 2010, <http://www.oeko.de/oekodoc/1030/2010-082-en.pdf>
- GEISER 2009: Ken Geiser, Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts, Lowell: Comprehensive Chemicals Policies for the Future. January 2009, <http://www.chemicalspolicy.org/downloads/ChemicalsPoliciesfortheFuture--Jan09.pdf>

- GIEGRICH 2011: Giegrich J., Horst Fehrenbach, Bernd Franke, Annette Schmidt: Assistenz bei der Evaluierung von Strategien zur Chemikaliensicherheit und Weiterentwicklung einer nachhaltigen Chemie in Deutschland. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin 2011
- GORYCKA 2009: Gorycka M.: Environmental risks of microplastics. Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam, 6 July 2009, http://www.cleanup-sa.co.za/Images/Environmental_Risks_Microplastics.pdf
- GRAICHEN 2008: Graichen V., Schumann K., Matthes F.C., Mohr L., Duscha V., Schleich J., Diekmann J.: Impacts of the EU Emissions Trading Scheme on the industrial competitiveness in Germany. UBA (Hrsg.): Climate Change 10/08, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3625.pdf>
- GRIMM/ZWECK 2011: Grimm V., Zweck A.: Biobasierte Chemieprodukte. Nachrichten aus der Chemie 59, 975-976, 2011
- HÖHN 2011a: Kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Dr. Hermann Ott, Dorothea Steiner, Hans-Josef Fell, Sylvia Kötting-Uhl, Oliver Krischer, Undine Kurth (Quedlinburg) und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Klimaschutzanstrengungen der chemischen Industrie. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/4606, 28.01.2011
- HÖHN 2011b: Kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Dr. Hermann Ott, Dorothea Steiner, Oliver Krischer, Hans-Josef Fell, Sylvia Kötting-Uhl, Undine Kurth (Quedlinburg), Dr. Hermann Ott, Cornelia Behm, Ulrike Höfken und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Verfahren und Produkte auf Basis nachwachsender Rohstoffe in der chemischen Industrie. 18.02.2011, Deutscher Bundestag, Drucksache 17/4822
- ICCA 2009: International Council of Chemical Associations (ICCA): Innovations for Greenhouse Gas Reductions. A life cycle quantification of carbon abatement solutions enabled by the chemical industry. July 2009, www.icca-chem.org/ICCADocs/ICCA_A4_LR.pdf
- ICCA 2011: International Council of Chemical Associations (ICCA): Global Product Strategy, <http://www.icca-chem.org/Home/ICCA-initiatives/Global-product-strategy/>
- ISERMEYER 2011: Isermeyer E.: Künftige Entwicklung biobasierter Wirtschaft – Konsequenzen für Agrar- und Forschungspolitik. NABU-Tagung «Bioökonomie 2030 – Möglichkeiten und Begrenzungen», Berlin, 12. September 2011, http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/tagungsergebnisse/isermeyer_bio_konomie.pdf
- JÄGER ET AL. 2011: Carlo C. Jaeger, Leonidas Paroussos, Diana Mangalagu, Roland Kupers, Antoine Mandel, Joan David Tabara, with the collaboration of Nicola Botta, Steffen Fürst, Elke Henning, Cezar Ionescu, Wiebke Lass, Daniel Lincke, Frank Meißner, Heike Prietzel, Carolin Rosenkranz, Sarah Wolf: A New Growth Path for Europe. Generating Prosperity and Jobs in the Low-Carbon Economy. Synthesis Report. A study commissioned by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Germany, July 2011, http://www.newgrowthpath.eu/wp-content/uploads/2011/03/A_New_Growth_Path_for_Europe_Synthesis_Report.pdf
- JOAS 2011: Joas R: Training on Chemical Leasing, Bipro Beratungsgesellschaft, 2011
- JRC 2007: Joint Research Centre – JRC – European Commission: Biofuels in the European Context: Facts, Uncertainties and Recommendations. Working Paper, 19/12/2007
- KAS 2011: Kommission Anlagensicherheit (KAS): Technische Regel Anlagensicherheit: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser – Entwurf – KAS 11/056, 2011
- KOALITIONSVERTRAG 2009: Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, 17. Legislaturperiode, <http://www.cdu.de/doc/pdfc/091026-koalitionsvertrag-cducsu-fdp.pdf>
- KRÄHLING 2010: Krähling H.: Die Zukunft der Kunststoffverwertung – ein Beitrag zur Ressourceneffizienz. Tecpol, http://www.hdk-dresden.de/dokumente/kunststoffrecycling_2010/03_Vortrag-Kraehling.pdf

- KUNSTSTOFFKOMMISSION 1999: Expertenkommission „Kunststoffindustrie in Niedersachsen am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung“ (Kunststoff-Kommission) beim Niedersächsischen Umweltministerium: Endbericht des Arbeitskreises 2 «Biologisch abbaubare Kunststoffe», 20. Juni 1999, http://bzl-gmbh.de/de/sites/default/files/AK2_Endbericht07_1999.pdf
- LABORDE 2011: Assessing the Land Use Change. Consequences of European Biofuel Policies. Final Report, October 2011. This report has been prepared by: David Laborde (IFPRI), ATLAS Consortium, Specific Contract No SI2. 580403, implementing Framework Contract No TRADE/07/A2
- LAHL 2011: Lahl U.: An analysis of iLUC and biofuels. Regional quantification of climate-relevant land use change and options for combating it. Sugar Industry 136 No. 4, 224-228, 2011
- MEP 2010: Ministry of Environmental Protection, China: Project Report on the Reduction of Mercury Use and Emission in Carbide PVC Production. Final – 23 April 2010, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Mercury/Documents/chloralkali/China%20-%20UNEP%20PVC%20Action%20Plan%20Part%201%20-%2020110323.pdf>
- NEUHOFF 2011: Neuhoff K.: Climate Policy after Copenhagen. The Role of Carbon Pricing. Cambridge University Press 2011
- NLM 1995: National Library of Medicine: <http://householdproducts.nlm.nih.gov/>
- NOVA-INSTITUT 2010: Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse. Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes, Laufzeit: 07.2010 – 12.2012, <http://www.nova-institut.de/bio/index.php?tpl=project&id=754&lng=de&red=refalist>
- ÖWAV 2004: Liste aus Betreiberangaben und Literaturangaben zu Kohlenstoffgehalten und biogenen Anteilen von Ersatzbrennstoffen, <http://www.oewav.at>
- PIEPRZYK 2009: Pieprzyk B., Kortlüke N., Hilje P. R.: Auswirkungen fossiler Kraftstoffe. Treibhausgasemissionen, Umweltfolgen und sozioökonomische Effekte. (Impact of Fossil Fuels. Greenhouse Gas Emissions, Environmental Consequences and Socio-economic Effects). Written on behalf of the Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (German Renewable Energy Federation) and Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. (German Biofuels Association), November 2009, http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2009/091123_era-Studie_Marginal_Oil_Endbericht.pdf
- PIEPRZYK 2009a: Pieprzyk B.: Globale Bioenergienutzung – Potenziale und Nutzungspfade. Analyse des WBGU-Gutachtens «Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung», im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, Berlin, Juni 2009, http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/AEE_Globale_Bioenergienutzung_Kurzstudie_jun09_01.pdf
- PILZ 2010: Pilz H., Brandt B., Fehrer R.: The impact of plastics on life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions in Europe. Summary report, June 2010, [http://www.plasticseurope.org/Documents/Document/20100922102623-Final_Denkstatt_Report_\(Vers_1_3\)_September_2010.pdf](http://www.plasticseurope.org/Documents/Document/20100922102623-Final_Denkstatt_Report_(Vers_1_3)_September_2010.pdf)
- REACH HELPPDESK 2010: Registrierung, 15.7.2010, http://www.reach-clp-helpdesk.de/cln_136/reach/de/Themen/Registrierung/Registrierung.html
- RECHBERGER 2008: Rechberger, H.: Plastics & Material Flow Analysis. EPRO General Meeting, Fleming's Hotel, Wien-Westbahnhof, June 12, 2008, http://www.iwa.tuwien.ac.at/AWS_2264.htm/Aktuelle%20Vortraege/2008/EPRO%20Presentation%20Rechberger.pdf
- REINHARD 2007: Reinhard G. et al.: Nachwachsende Rohstoffe für die Chemische Industrie. Optionen und Potenziale für die Zukunft. Heidelberg, 11. Juni 2007. Positionspapier erarbeitet vom DECHEMA / DGfM / GDCh / VCI-Gemeinschaftsarbeitskreis «Bewertung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe – ein Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Chemie», http://www.dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/PP+in+der+chemischen+Industrie_final_DINA5.pdf

- RWI 2009: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung: Die Klimavorsorgepflichten der deutschen Wirtschaft – Monitoringbericht 2009. BMWT, BMU, BDI
- SANDBAG 2011: Elsworth R., Worthington B., Buick M. (Sandbag Climate Campaign, London): Der Klimagoldesel – Wer sind die Gewinner des Emissionshandels? Übersetzung und Bearbeitung der deutschen Fassung: Mark V., Spiegelberg M., November 2011, http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima_und_energie/20111105_sandbag_klima_goldesel.pdf
- SARTORIUS 2010: Sartorius, I.: Kunststoff – nachhaltiger Werkstoff des 21. Jahrhunderts. SKZ Fachtagung, Würzburg, 29.9.2010 www.skz.de/m_100740
- SAYGIN/PATEL 2009: Deger Saygin and Dr. Martin K. Patel, Utrecht University, Group Science, Technology and Society / Copernicus Institute, Utrecht, Netherlands: Material and Energy Flows in the Chemical Sector of Germany per Processes and Subsectors – Update 2009. Final REPORT. Prepared for Federal Statistical Office (Statistisches Bundesamt, Destatis), Wiesbaden, Germany, 30 October 2009, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/EN/Content/Publikationen/SpecializedPublications/EnvironmentEconomicAccounting/MaterialEnergyChemical,property=file.pdf>
- SRU 2011: Sachverständigenrat für Umweltfragen: Vorsorgestrategien für Nanomaterialien, Sondergutachten, Juni 2011 http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_09_SG_Vorsorgestrategien%20f%C3%BCr%20Nanomaterialien.pdf?__blob=publicationFile
- STATISTISCHES BUNDESAMT 2008: Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR). Deutsche Zusammenfassung der Publikation *Material and Energy Flows in the Chemical Sector by Processes and Subsectors, Utrecht, 14 May 2008*, September 2008, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/FinalReport,property=file.pdf>
- STICHTING NORDZEE 2011: Lijst gevonden «Plastic Soep»-producten. Willekeurige steekproef. 40 producten, September 2011, http://www.noordzee.nl/wp-content/uploads/2011/09/27.09.11.Lijst_Producten-Plastic.pdf
- SUSCHEM 2005: SusChem – European Technology Platform for Sustainable Chemistry: Innovating for a Better Future. Sustainable Chemistry Strategic Research Agenda 2005, http://www.suschem.org/upl/3/default/doc/Suschem_SRA_final.pdf
- THE OIL DRUM 2009: Peak Oil Update – July 2009: Production Forecasts and EIA Oil Production Numbers, Posted by Sam Foucher on July 7, 2009 – 10:05am, <http://www.theoil Drum.com/node/5521>
- UBA, o. J.: <http://www.probas.umweltbundesamt.de>, dort: Glossar
- UBA 1999: Handlungsfelder und Kriterien für eine vorsorgende nachhaltige Stoffpolitik am Beispiel PVC. Erich-Schmidt-Verlag. ISBN 3-503-04877-4, <http://www.umweltbundesamt.de/produkte/flammschutzmittel/stoffkriterien.htm>
- UIHLEIN 2006: Uihlein A.: Modellierung der Kohlenstoffströme zur Untersuchung der Nutzung von Kohlenstoffträgern in Deutschland. IWAR Schriftenreihe 181, Darmstadt
- UNEP 2011: Plastic Debris in the Ocean, UNEP-Yearbook 2011, http://www.unep.org/yearbook/2011/pdfs/plastic_debris_in_the_ocean.pdf
- VCI 2009a: Verband der Chemischen Industrie e.V.: Abschlussbericht der europäischen Expertengruppe zur Chemie: Chemische Industrie ist unverzichtbar für eine nachhaltige Entwicklung, Presseinformation, 19.02.2009, <http://www.vci.de/default-cmd-shd-docnr~124711~lastDokNr-103204.htm>
- VCI 2009b: Verband der Chemischen Industrie e.V.: Verwertung und Speicherung von CO₂. Positionspapier, Stand: 12. Januar 2009, http://www.vci.de/Default2-cmd-get_dwnld-docnr~124623~file-Positionspapier%2DVerwertungCO2%2Epdf.htm
- VCI 2009c: Verband der Chemischen Industrie e.V.: Studie: Wie Chemieprodukte Emissionen einsparen. Presse-Gespräch am 31. August 2009 <http://www.vci.de/default-cmd-shd-docnr~125897~lastDokNr-125927.htm>

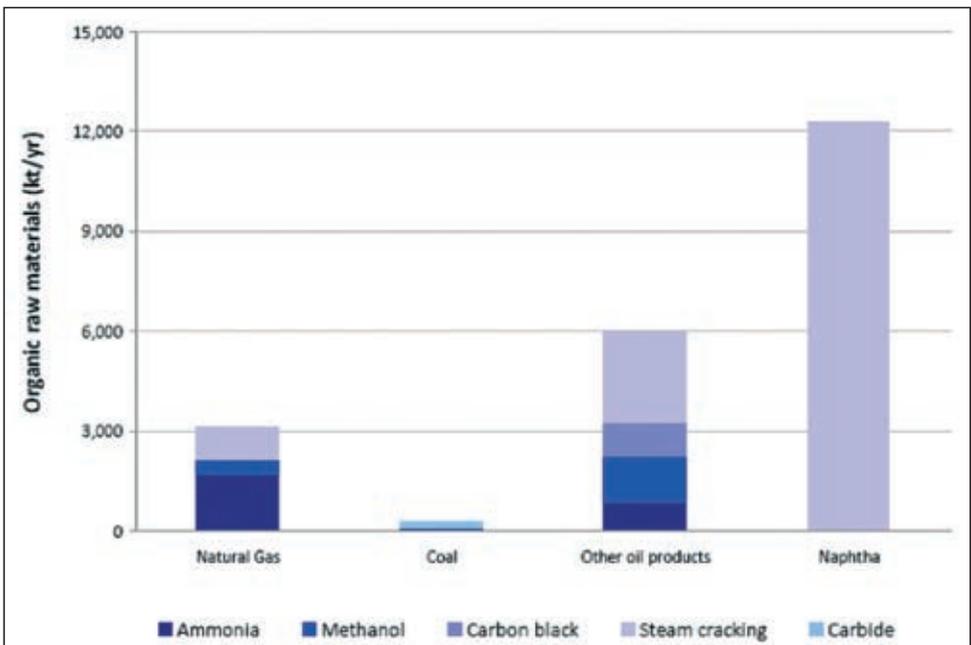
- VCI 2010: Verband der Chemischen Industrie e.V.: Die Branche. Auf einen Blick. Zahlenangaben nach Destatis, http://www.vci.de/Die_Branche/default2~cmd~shr~docnr~114558~nd~-r ub~735~ond~n01~c~5.htm
- VDI 4597: «Rahmenrichtlinie Ressourceneffizienz – Grundlagen Bewertungsmethoden». Entwurf 2011
- VDI 4600: VDI-Richtlinie: VDI 4600 – Kumulierter Energieaufwand – Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden. Ausgabedatum: 1997-06
- WIKIPEDIA 2010: Chemie, <http://de.wikipedia.org/wiki/Chemie>
- WWF/NOVOZYMES 2009: Industrial biotechnology – more than green fuel in a dirty economy? Exploring the transformational potential of industrial biotechnology on the way to a green economy. WWF und Novozymes, 2009, zitiert bei GRIMM/ZWECK 2011
- ZESCHMAR-LAHL/LAHL 2010: Zeschmar-Lahl B., Lahl U.: Ofen aus? Ohne verstärkten Ausbau der stofflichen Nutzung von Kohlenstoff können die Klimaschutzszenarien für 2050 das Ende der Abfall(mit)verbrennung bedeuten. ReSource 4, 4-10, 2010
- ZITTEL 2010: Unkonventionelles Erdgas. Kurzstudie von Dr. Werner Zittel (Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, zittel@lbt.de) für ASPO Deutschland (www.energiekrise.de) und Energy Watch Group, http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/2010-05-18_ASPO_Kurzstudie_Unkonv_Erdgas.pdf

ANHANG

Daten zum Verbrauch an Energie und Rohstoffen

Nach einer Untersuchung der Universität Utrecht im Auftrag des Statistischen Bundesamtes betrug der Gesamteinsatz organischer Rohstoffe in der industriellen organischen Chemie im Jahr 2006 etwa 21,6 Mio. t. Rund 15,6 Mio. t («natural gas, coal, naphtha and other oil products») oder 75,5% des Gesamteinsatzes gelangte in den Steamcrack-Prozess (Dampfspalten), dessen bedeutendste Produkte Ethylen, Propylen und Aromaten sind. Der zweitwichtigste Prozess ist die Erzeugung von Ammoniak: Hier werden rund 13% aller organischen Rohstoffe eingesetzt (67% Öl, 33% Gas). 8,6% des Gesamteinsatzes aller organischen Rohstoffe (73% Öl, 22% Gas und 5% Braunkohle) gelangen in die Herstellung von Methanol (SAYGIN/PATEL 2009).

Abbildung 13: Organische Rohstoffe für die Herstellung von organischen Grundchemikalien und Ammoniak, 2006



(Quelle: SAYGIN/PATEL 2009)

Der Verbrauch der Chemischen Industrie an Energieträgern variiert je nach Ziehen der Systemgrenzen und nach verwendeten Daten in der Modellierung z.B. für den spezifischen Energieverbrauch zur Herstellung von Grundstoffen oder der Allokation der Daten für Kraft-Wärme-Kopplung. Die Tabelle 2 zeigt einen Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Berechnungsansätze. Danach betrug der Energieverbrauch der Grundstoffchemie-Industrie im Jahr 2006 rund 1,2 Mio. Terajoule (= rund 1.200 Petajoule, PJ). Nicht einmal 10% dieses Bedarfs entfallen danach auf elektrische Energie. Der größte Anteil (circa 70%) gehen in den nicht-energetischen Einsatz.

Tabelle 2: Energiebedarf für die Herstellung von Basischemikalien, in Petajoule (PJ)³⁰

Grundstoffchemie	Modell (SAYGIN/PATEL 2009)	Energiebilanz (AGE, o.J.)	Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR) (Statistisches Bundesamt 2008)	Abdeckgrad Werte «Energiebilanz» durch Modell
Deutschland 2006	PJ _{t/a}	PJ _{t/a}	PJ _{t/a}	(%)
Elektrische Energie	116	148	148	79
Brennstoffe, Dampf & Rohstoffe	1.072	1.052	1.050	102
– Brennstoffe & Dampf	249	174	175	143
– Nicht-energetischer Einsatz	823	877	875	94
Total	1.188	1.199	1.198	99

(Quelle: SAYGIN/PATEL 2009)

³⁰ Der Index f ist in der zitierten Publikation nicht erläutert.



Die Chemische Industrie hat eine sehr große Bedeutung für Deutschland. Sie gibt über 400.000 Menschen Arbeit und gehört zudem zu den größten Chemieproduzenten in der Welt. Sie stent aber auch für Umweltverschmutzung, hohe Risiken und Treibhausgasemissionen. Zugleich brauchen wir die Innovationskraft der Chemiebranche, um die großen Probleme unserer Zeit wie den Klimawandel und die Ressourcenkrise zu lösen. Chemische Erzeugnisse können z.B. helfen,

Gebäude zu dämmen, Solarstrom zu erzeugen und saubere Autos zu bauen.

Die Studie «Going Green: Chemie» beschreibt dezidiert, welche Veränderungen die Chemiebranche in Deutschland bzw. in der Europäischen Union durchlaufen muss, um den Umwelt- und Klimaschutzzieleen gerecht zu werden und gleichzeitig die Produktion wettbewerbsfähig zu halten.

Heinrich-Böll-Stiftung e. V.

Schumannstraße 8, 10117 Berlin

Die grüne politische Stiftung

T 030 285340 **F** 030 28534109

E info@boell.de

W www.boell.de

ISBN 978-3-86928-065-3