

# **Analyse des Handlungsbedarfs für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) aus der Leitmarktinitiative (LMI) der EU- Kommission für biobasierte Produkte außerhalb des Energiesektors**

Dr. Sven Wydra  
Dr. Bärbel Hüsing  
Piret Kukk

Karlsruhe, Dezember 2010

Die Studie wurde im Auftrag des BMWi erstellt.

Die Aufgabenstellung wurde vom BMWi vorgegeben.

Das BMWi hat das Ergebnis der Studie dieses Berichts nicht beeinflusst; der Auftragnehmer trägt alleine die Verantwortung.

## **Kontakt**

Sven Wydra

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung

Competence Center Neue Technologien

Breslauer Straße 48

76139 Karlsruhe

Tel. +49 (0)721/6809-262

Fax +49 (0)721/6809-315

[sven.wydra@isi.fraunhofer.de](mailto:sven.wydra@isi.fraunhofer.de)

## Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Zusammenfassung</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Einführung</b> .....   | <b>15</b> |
| 2.1      | Hintergrund .....   | 15        |
| 2.2      | Ziel des Projekts.....  | 16        |
| 2.3      | Definition und Abgrenzung biobasierter Produkte und des<br>Untersuchungsgegenstandes .....          | 16        |
| 2.4      | Vorgehensweise und Methodik .....   | 17        |
| 2.4.1    | Konzept und Vorgehensweise .....  | 17        |
| 2.4.2    | Kategorisierung der Maßnahmenziele .....  | 18        |
| 2.4.3    | Quellen und Methoden .....  | 21        |
| 2.4.4    | Struktur des Berichts .....   | 22        |
| <b>3</b> | <b>Überblick über biobasierte Produkte</b> .....  | <b>23</b> |
| 3.1      | In die Analyse einbezogene biobasierte Produkte .....   | 23        |
| 3.2      | Abschätzung des Markt-/Produktionsvolumens und des<br>Flächenbedarfs für biobasierte Produkte ..... | 23        |
| 3.3      | Biobasierte Chemikalien .....   | 26        |
| 3.3.1    | Fein- und Spezialchemikalien .....  | 26        |
| 3.3.2    | Bulkchemikalien .....   | 28        |
| 3.4      | Bioschmierstoffe.....   | 32        |
| 3.5      | Biopolymere .....   | 33        |
| 3.5.1    | Stärkebasierte Kunststoffe .....  | 35        |
| 3.5.2    | Cellulosebasierte Polymere .....  | 36        |
| 3.5.3    | Polymilchsäure (PLA).....   | 37        |
| 3.5.4    | Biobasiertes Polytrimethylen-Terephthalat (PTT) .....   | 38        |
| 3.5.5    | Polyamide (PA) .....  | 38        |
| 3.5.6    | Polyhydroxyalkanoate (PHAs) .....   | 39        |
| 3.5.7    | Polyethylen (PE) .....  | 40        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.5.8    | Polyvinylchlorid (PVC).....  | 40        |
| 3.5.9    | Andere Thermoplaste.....   | 41        |
| 3.5.10   | Polyurethane (PUR).....  | 42        |
| 3.5.11   | Duroplaste.....  | 42        |
| 3.6      | Biobasierte Lösungsmittel.....   | 43        |
| 3.7      | Biobasierte oberflächenaktive Substanzen, Tenside,<br>Detergenzien.....                                    | 44        |
| 3.8      | Enzyme.....  | 45        |
| 3.9      | Biotechnische Verfahren und Enzyme in der Textilherstellung<br>und -veredelung.....                        | 46        |
| 3.10     | Zellstoff- und Papierherstellung.....  | 47        |
| 3.11     | Naturfaserverstärkte Kunststoffe und Baustoffe.....  | 48        |
| <b>4</b> | <b>Förderung von biobasierten Produkten: Vorschläge, aktuelle<br/>Maßnahmen und Herausforderungen.....</b> | <b>51</b> |
| 4.1      | FuE-Aktivitäten.....   | 51        |
| 4.1.1    | Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen.....  | 51        |
| 4.1.2    | Aktuelle Maßnahmen.....  | 52        |
| 4.1.3    | Aktuelle Herausforderungen.....  | 59        |
| 4.1.4    | Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf.....   | 62        |
| 4.2      | Kooperationen zwischen Akteuren.....   | 62        |
| 4.2.1    | Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen.....  | 63        |
| 4.2.2    | Aktuelle Maßnahmen.....  | 63        |
| 4.2.3    | Aktuelle Herausforderungen.....  | 65        |
| 4.2.4    | Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf.....   | 66        |
| 4.3      | Unterstützung von Unternehmensgründungen.....  | 67        |
| 4.3.1    | Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen.....  | 67        |
| 4.3.2    | Aktuelle Maßnahmen.....  | 68        |
| 4.3.3    | Aktuelle Herausforderungen.....  | 72        |
| 4.3.4    | Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf.....   | 72        |
| 4.4      | Marktnahe Weiterentwicklung und -einführung.....   | 73        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.4.1    | Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen .....     | 73         |
| 4.4.2    | Aktuelle Maßnahmen .....                           | 74         |
| 4.4.3    | Aktuelle Herausforderungen .....                   | 78         |
| 4.4.4    | Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf..... | 82         |
| 4.5      | Marktnachfrage .....                               | 83         |
| 4.5.1    | Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen .....     | 83         |
| 4.5.2    | Aktuelle Maßnahmen .....                           | 87         |
| 4.5.3    | Aktuelle Herausforderungen .....                   | 96         |
| 4.5.4    | Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf..... | 101        |
| 4.6      | Internationale Vermarktung.....                    | 112        |
| 4.6.1    | Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen .....     | 112        |
| 4.6.2    | Aktuelle Maßnahmen .....                           | 113        |
| 4.6.3    | Aktuelle Herausforderungen .....                   | 113        |
| 4.6.4    | Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf..... | 114        |
| <b>5</b> | <b>Handlungsempfehlungen.....</b>                  | <b>115</b> |
| 5.1      | Allgemeine Handlungsempfehlungen .....             | 115        |
| 5.2      | Handlungsempfehlungen für das BMWi.....            | 121        |
| <b>6</b> | <b>Anhang .....</b>                                | <b>125</b> |
| 6.1      | Anhang I.....                                      | 125        |
| 6.2      | Anhang II.....                                     | 127        |
| 6.2.1    | Maßnahmen des BMBF .....                           | 131        |
| 6.2.2    | BMW I .....  | 147        |
| 6.2.3    | Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) .....    | 158        |
| 6.2.4    | Deutsche Bundesstiftung Umwelt .....               | 166        |
| 6.2.5    | Landesförderung .....                              | 169        |
| 6.3      | Anhang III.....                                    | 171        |
| <b>7</b> | <b>Literatur .....</b>                             | <b>173</b> |

## Tabellenverzeichnis

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Tabelle 1:  | Beispiele für häufig anzutreffende Instrumente in der Innovations- und Technologiepolitik zur Erreichung bestimmter Ziele..... | 20  |
| Tabelle 2:  | Marktabschätzungen für die Industrielle Biotechnologie (Umsatz absolut und in Prozent des jeweiligen Gesamtmarkts).....        | 25  |
| Tabelle 3:  | Charakteristika der Feinchemikalienproduktion .....  | 27  |
| Tabelle 4:  | Grundlegende Unterschiede in der Produktion von Fein- und Bulkchemikalien .....  | 28  |
| Tabelle 5:  | Übersicht über derzeit biotechnisch aus Biomasse hergestellte Massenchemikalien .....  | 31  |
| Tabelle 6:  | Kennzahlen zu technologieübergreifenden Programmen des BMWi und deren Relevanz für biobasierte Produkte .....                  | 70  |
| Tabelle 7:  | Kennzahlen zur Biotechnologie-Branche in Deutschland .....   | 79  |
| Tabelle 8:  | Regelungen zur Förderungen der stofflichen und energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen .....                       | 89  |
| Tabelle 9:  | Zusammenfassung der Maßnahmenvorschläge für biobasierte Produkte .....   | 125 |
| Tabelle 10: | Fördermaßnahmen für biobasierte Produkte in Deutschland .....  | 128 |

## Abbildungsverzeichnis

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Abbildung 1: | Wichtige Fördermaßnahmen für biobasierte Produkte in Deutschland .....   | 7   |
| Abbildung 2: | Vorgehen bei der Ermittlung des Handlungsbedarfs .....   | 18  |
| Abbildung 3: | Verteilung der Förderung im Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ (2005-März 2010; 100 % entspricht 140 Mio Euro) .....   | 56  |
| Abbildung 4: | Zeitbedarf und Kosten bis zum Markterfolg in der industriellen Biotechnologie .....  | 80  |
| Abbildung 5: | Auswirkungen ausgewählter Maßnahmen auf die relative Vorteilhaftigkeit für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) durch Preis- oder Mengensteuerung ..... | 110 |



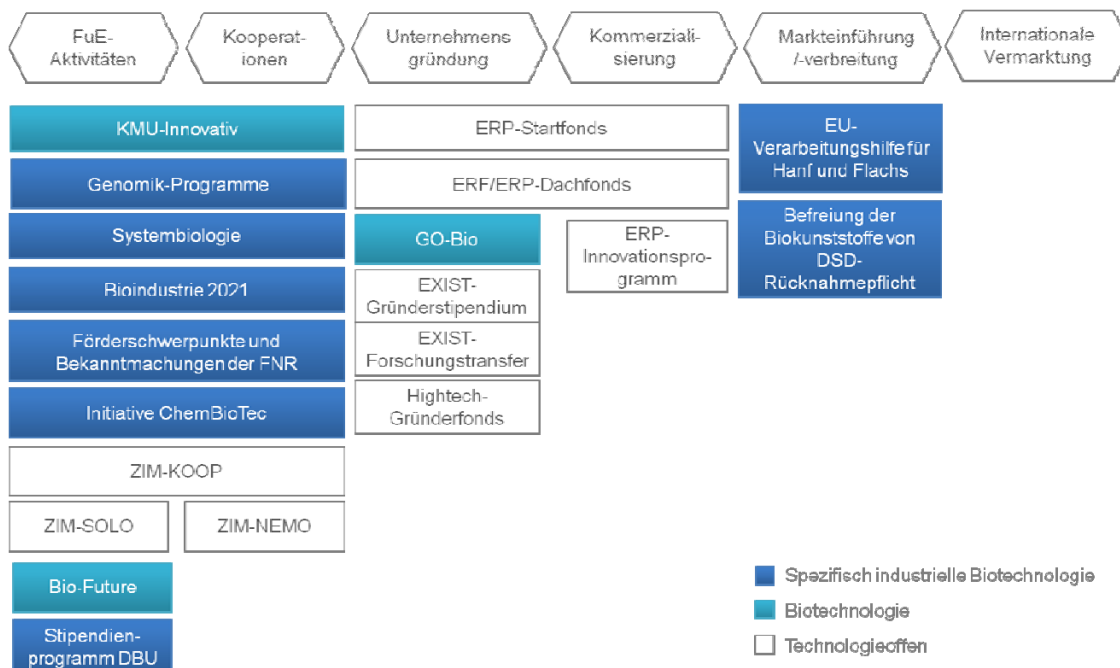


# 1 Zusammenfassung

Die Europäische Kommission hat im Jahr 2007 die Leitmarktinitiative (LMI) gestartet und biobasierte Produkte als einen von sechs Zielmärkten ausgewählt. Die LMI soll mit nachfrageorientierten Maßnahmen wesentlich dazu beitragen, das Potenzial biobasierter Produkte zu heben und ihnen zur höheren Wettbewerbsfähigkeit zu verhelfen. In der vorliegenden Studie wird analysiert, ob und wo sich hieraus Handlungsbedarf bei der Erschließung des Marktpotenzials biobasierter Produkte v. a. für kleine und mittlere Biotechnologie-Unternehmen durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) oder anderen Institutionen/Marktteilnehmern ergibt. Der Schwerpunkt der Analyse liegt dabei bei Kommerzialisierungs- und Marktdurchdringungsaktivitäten, die voraussichtlich in Zukunft erheblich an Bedeutung gewinnen werden.

In dieser Studie werden Politikmaßnahmen für solche biobasierten Produkte untersucht, die durch neue (bio-) technologische Verfahren hergestellt werden und neuartige technologische Lösungen bieten. Anhand von sechs Zielen der Innovationsförderung (siehe Abbildung 1) wurde ein Abgleich zwischen Zielen der Förderung biobasierter Produkte und Vorschlägen zu ihrer Erreichung verschiedener wichtiger Gremien (LMI Ad-hoc Advisory Group; Aktionsplan Nachwachsende Rohstoffe, BioÖkonomierat) und den in Deutschland implementierten Fördermaßnahmen durchgeführt (Abbildung 1). Die dabei identifizierten „Lücken“ wurden anhand von aktueller Literatur und Expertengesprächen den aktuellen Hemmnissen und Bedürfnissen der Akteure gegenübergestellt. Auf dieser Basis wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Abbildung 1: Wichtige Fördermaßnahmen für biobasierte Produkte in Deutschland



Die Vorschläge sowie die aktuellen Maßnahmen und Herausforderungen bei der Förderung von biobasierten Produkten lassen sich dabei wie folgt zusammenfassen.

**FuE-Aktivitäten:** Die FuE-Aktivitäten sowie die FuE-Förderung werden für Deutschland insgesamt sehr positiv bewertet. Sowohl auf nationaler, europäischer als auch Landesebene werden zahlreiche FuE-Projekte zu biobasierten Produkten und Verfahren gefördert. Die Förderung ist insgesamt sehr themenoffen und trägt der Heterogenität der Produkte sowie ihren unterschiedlichen FuE-Problemen bzw. unterschiedlichen Nutzen (z. B. Performance, Kompatibilität, niedrige Treibhausgas-Emissionen) Rechnung. Hemmnisse und Herausforderungen bestehen nur bei den folgenden Teilaspekten:

- Die Förderung visionärer Forschungsthemen mit hohem Innovationspotenzial bzw. von Themen, „die einen langem Atem“ erfordern, ist in der bisherigen Förderstruktur kaum berücksichtigt.
- Die KMUs haben insgesamt einen guten Zugang zu den Fördermitteln, allerdings ist das Fördervolumen für KMUs pro gefördertes Projekt ausbaufähig. Engpässe bestehen v. a. darin, dass viele KMU nicht ausreichend Ressourcen zur Verfügung haben, um für weitere oder größere Projekte den notwendigen Eigenbeitrag (meist ca. 40-50 %) aufbringen zu können und FuE-Projekte meist ein sehr hohes Risiko für diese Unternehmen darstellen.
- Verschiedene nationale Ressorts als auch europäische Initiativen mit unterschiedlichem Fokus (z. B. Klimaschutz, Förderung biotechnologischer Verfahren; Förderung nachwachsender Rohstoffe, Wirtschaftsförderung) werden zunehmend stärker bei biobasierten Produkten tätig. Die Abstimmungsprozesse sind allerdings bislang kaum institutionalisiert und erfolgen Einzelfallweise.

**Kooperation/Vernetzung:** Die nationale Vernetzung von KMU, Großunternehmen und Wissenschaft hat in den vergangenen Jahren zugenommen. Dazu hat die verstärkte Förderung von vorwettbewerblichen Verbundprojekten zur Kooperationsbildung (u. a. ZIM-KOOP, BioIndustrie2021, Forschungsverbünde) sowie von Projekten über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg, einen wichtigen Beitrag geleistet. Ausbaufähig ist hingegen die internationale Vernetzung, die bislang v. a. in einzelnen Clustern (z. B. CLIB2021) vorangetrieben wurde, sowie die Vernetzung in den neu entstehenden Wertschöpfungsketten biobasierter Produkte aus Akteuren von verschiedenen Sektoren (u. a. Agrar, Chemie, Automobil, Kunststoff, Technologieentwickler), die vorher kaum miteinander in Verbindung standen.

**Unternehmensgründungen:** Die Zahl von neuen Unternehmensgründungen mit Aktivitäten bei biobasierten Produkten ist recht gering. Die Gründe hierfür liegen allerdings weniger bei den direkten Förderprogrammen. Diese Maßnahmen (u. a. High-Tech Gründerfonds, EXIST-Forschungstransfer, GO-Bio) sind insgesamt als gut funktionierend und sehr unterstützend für die Unternehmensgründung einzuschätzen. Vielmehr

liegen Hemmnisse für Gründungen eher in sektoralen Gegebenheiten (z. B. der Dominanz von Großunternehmen; Affinität von potenziellen Gründern aus Hochschulen zur roten Biotechnologie) oder allgemeinen Rahmenbedingungen (z. B. geringe Gründerkultur, begrenzte längerfristige Finanzierungsaussicht). Im Ergebnis ergibt sich kein spezifischer Handlungsbedarf für biobasierte Produkte, sondern der wichtigste Ansatzpunkt liegt in der Verbesserung der längerfristigen Aussichten auf Unternehmensfinanzierung.

**Anwendungsnahe (FuE-)Tätigkeiten und Markteinführung:** Bei biobasierten Produkten besteht ein erheblicher Zeit- und Kostenbedarf sowie Unsicherheiten bis zur erfolgreichen Marktdurchdringung. Gerade die KMUs könnten an Grenzen stoßen, da sie neben den geringen Erfahrungen bei der Skalierung von Produktionsprozessen auch Engpässe in späteren Finanzierungsphasen haben. Neben einer Unterstützung durch Finanzierungsinstrumente empfehlen verschiedenste Initiativen stärkere direkte Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen. Allerdings wurde in den Gesprächen deutlich, dass die Einschätzung eines Mangels an geeigneten Anlagen und die Einschätzung v. a. im Hinblick auf die starken Aktivitäten einzelner anderer Länder (z. B. USA, Frankreich) getroffen wird. Es werden dort Pilot-/Demonstrationslagen und in den ersten Fällen auch für kommerzielle Anlagen erheblich unterstützt. Ob sich für Deutschland und Europa eine ähnlich starke staatliche Förderung solcher Anlagen rechtfertigen lässt, ist umstritten, da sie mit erheblichen Folgewirkungen verbunden (z. B. „Picking-Winners“-Problematik, Wettbewerbsverzerrungen) sein kann. Diese Förderung sollte daher wie bisher in begründeten Einzelfällen erfolgen und ist vorrangig solchen Projekten zu gewähren, die sich nicht auf wenige Akteure beschränken, KMUs eigenständige Aktivitäten ermöglichen, Multi-Purpose Anwendungen (Bioraffinerien) beabsichtigen sowie einen hohen innovativen und risikoreichen Charakter haben.

**Marktnachfrage:** Die größten Herausforderungen ergeben sich erwartungsgemäß auf der Marktseite und stehen auch im Fokus der Empfehlungen der Leitmarktinitiative.

**Fehlende Wirtschaftlichkeit:** Als Haupthemmnis gelten den befragten Experten zufolge weiterhin die im Vergleich zu Produktalternativen höheren Kosten für biobasierte Produkte, so dass die Entwicklung biotechnologischer Produktionsverfahren häufig unwirtschaftlich ist.

**Regelung zu Förderung:** Während die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe erheblich gefördert wird (u. a. Erneuerbare-Energien-Gesetz, Biokraftstoffgesetz), gibt es für stoffliche, biobasierte Produkte keine anwendungsfeldübergreifenden Förderungen. Bislang ist nicht absehbar, ob die diskutierten nachfrageorientierten Maßnahmen für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (u. a. Quoten, Steuervergünstigungen, Lenkungssteuern, Verknüpfung mit Regelungen zu CO<sub>2</sub>-Handel) angesichts weit reichender folgender Folgewirkungen und der sehr unterschiedlichen Ein-

schätzungen durch Stakeholder bezüglich ihres Nutzens, Aufwands und Möglichkeiten zur Umsetzung realistisch durchsetzbar und geeignet sind.

*Fehlende Informationen, mangelnde Einbindung und hohes wirtschaftliches Risiko bei Anwendern:* Bei Anwendern kommen bei einem Umstieg auf biobasierte Produkte neben den Produktkosten weitere Risiken hinzu: Anpassungskosten (z. B. Umstellung Prozesse, Mitarbeiterqualifizierung, Zertifizierung), erforderliche FuE-Ressourcen zur Weiterentwicklung, fehlenden Informationen (z. B. zur Performance biobasierter Produkte, konkrete Kosteneinsparpotenziale, potenzielles Nachfragevolumen) und die Preisvolatilität nachwachsender Rohstoffe induzieren oft ein hohes wirtschaftliches Risiko und können daher hemmend wirken. Bezüglich der Informationen zu den Eigenschaften von biobasierten Produkten haben durch die Standardisierungsmandate im Rahmen der EU-Leitmarkinitiative bereits umfangreiche Aktivitäten zu Verbesserungen begonnen, sie sind aber noch in einem frühen Stadium.

*Verbraucherakzeptanz/-nachfrage:* Die Akzeptanz bei biobasierten Produkten in der allgemeinen Bevölkerung gilt bisher als positiv. Allerdings ist bei einem steigenden Flächen- und Transportbedarf und steigenden Preisen ein Umschlagen der öffentlichen Diskussion in negative Einstellungen denkbar. Zudem werden erfolgreiche Kommunikationsmaßnahmen als notwendig gesehen, damit ein verstärkter Marktsog durch die Verbrauchernachfrage entstehen kann. Die Öffentlichkeitsarbeit wurde bereits in jüngerer Vergangenheit verstärkt (z. B. von der FNR), ebenso finden verschiedene Aktivitäten, und Diskussionen bei den Kennzeichnungen (u. a. Revision EU-Eco Label) statt. Es besteht aber weiterhin bei wichtigen Fragen erheblicher Klärungsbedarf: Welche prinzipiell möglichen Botschaften sollen bei der Kommunikation im Vordergrund stehen, wie können und sollen diese Botschaften kontrolliert werden und wie kann ein Endnachfragesog auch auf Zwischenprodukte übertragen werden, die einen Großteil des Marktes von biobasierten Produkten darstellen (z. B. über Systeme zur Rückverfolgbarkeit/Herkunftsnachweis)?

*Lücken bei der Bewertung der Nachhaltigkeit biobasierter Produkte:* Die Verfügbarkeit von Ökobilanzen zu biobasierten Produkten auf wissenschaftlich hohem Niveau ist gering. Schwierigkeiten bereiten dabei die große Vielzahl möglicher Produkte und die komplexen Wertschöpfungsketten sowie die große Abhängigkeit der Ergebnisse von Systemgrenzen und Annahmen (u. a. Flächenerträgen beim Rohstoffanbau, Art und Verwendung der Nebenprodukte, Art der Entsorgung, Funktionalität des Vergleichsprodukts). Es wurden in jüngerer Vergangenheit verschiedene Vorschläge gemacht, in welche Richtung die Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertungen weiterzuentwickeln sind. Dies umfasst u. a. eine dynamischere Betrachtungsweise; Berücksichtigung von technischem Fortschritt; Einbezug von CO<sub>2</sub>-Speichereffekten, stofflichem Recycling und Kaskadennutzung; zusätzliche Wirkungskategorien zur ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung; vereinfachte Bewertungstools). Bislang wurden solche Methoden aber

bislang nur begrenzt ausgearbeitet und zusätzliche Nachhaltigkeitsbewertungen durchgeführt. Diese Informationslücken erschweren die Kommunikation zur Nachhaltigkeit als auch die mögliche Verknüpfung mit politischen Maßnahmen.

### **Allgemeine Handlungsempfehlungen**

Auf Basis der erfolgten Analyse werden zur Unterstützung der Erschließung des Marktpotenzials biobasierter Produkte folgende Handlungsempfehlungen vorgeschlagen.

#### **Anpassung der FuE-Förderung**

Obwohl die FuE-Aktivitäten und ihre Förderung insgesamt recht positiv und als gut ausdifferenziert eingeschätzt werden, sind gezielte Verbesserungen anzustreben, um das volle Potenzial von biobasierten Produkten auszuschöpfen zu können. Dazu gehören:

- eine stärkere Bündelung bzw. Koordination der Forschungsförderung für die Erarbeitung und Umsetzung eines schlüssigen Gesamtkonzeptes, u. a. durch gemeinsame Initiativen (z. B. Feinjustierung des Aufgabenspektrums des BioÖkonomierats, um die Anliegen aller Ministerien zu integrieren) und stärkere operative Zusammenarbeit;
- die stärkere Adressierung der KMUs in Förderprogrammen, um deren Anteil am Fördervolumen trotz Ressourcenengpässen in den KMU zu erhöhen. Deshalb sollten bei FuE-Programmen mit hohen Fördersummen je Projekt die Förderquoten für KMUs bis zu den jeweiligen nach dem EU-Beihilferecht möglichen Höchstgrenzen angehoben werden;
- die Öffnung einzelner FuE-Programme oder Ergänzung des Förderportfolios um eine ausreichend lange und umfangreiche Förderung von visionären Forschungsthemen mit hohem Innovationspotenzial bzw. für Themen, „die einen langem Atem“ brauchen, zu ermöglichen.

#### **Verbesserung der Finanzierungsmöglichkeiten zur Kommerzialisierung**

Eine Verbesserung der Finanzierungsbedingungen (v. a. Eigenkapital) ist entscheidend, um junge und innovative Unternehmen mit der nötigen Kapitalbasis auszustatten und auch Signalwirkungen für Gründungswillige zu geben, dass eine langfristige Finanzierungsaussicht besteht. Dabei wäre der private Risikokapitalmarkt zu stärken, indem die aktuellen Vorschläge einschlägiger Gutachten (EFI 2008, 2009, 2010; Prognos 2010) hierfür umgesetzt werden. Diese umfassen vorrangig die stärkere steuerliche Gleichstellung von Eigen- und Fremdkapital sowie die Änderung der eingeführten steuerlichen Verlustvortragsregelung nach der Unternehmenssteuerreform von 2008. Derartige Maßnahmen sind vermutlich eher langfristig einführbar und gehen weit über das Gebiet der biobasierten Produkte hinaus. Eine alternative kurz-/mittelfristige Option ist die Einführung eines staatlich unterstützten „Kommerzialisierungsfonds“, in

welchem Mittel zur Verfügung gestellt werden, die zur Verstärkung des Transfers von Forschungsergebnissen in die Anwendung eingesetzt werden können (siehe Handlungsempfehlungen BMWi).

### **Unterstützung der Marktdurchdringung**

Wichtige Maßnahmen zur Unterstützung der Marktdurchdringung umfassen eine Reihe von Instrumenten, die v. a. darauf abzielen die Verfügbarkeit für Informationen für die Akteure sowie die Kommunikation untereinander zu verbessern:

*Verstärkung der Nachhaltigkeitsbewertung von biobasierten Produkten:* Um eine aussagekräftige Wissensbasis für biobasierte Produkte zu Umweltentlastungseffekten für Politik, Anwenderunternehmen und Verbraucher zu schaffen, ist zum einen eine erhebliche Weiterentwicklung der Methoden notwendig (u. a. Vereinheitlichung von Systemgrenzen; dynamische Betrachtung; Berücksichtigung Spezifika biobasierte Produkte; Ergänzung von Wirkungskategorien). Zum anderen wäre für die Verbesserung der Datenverfügbarkeit ein Programm zur Förderung der Generierung von Ökobilanzen für biobasierte Produkte und Verfahren einzuführen, sowie wichtige Prozesskennzahlen für zentrale Parameter bei einer Institution öffentlich zur Verfügung zu stellen.

*Stärkere Einbindung der Anwender biobasierter Produkte und Verfahren:* Dazu gehören je nach Anwendungsfeld ein unterschiedliches Set an Maßnahmen, die von akteursspezifischen Workshops, Kosten-Nutzen-Bewertungsinstrumenten und Bewertungsraster; Vermittlung von Kontakten für spezifische Fragestellungen (z. B. nach dem Vorbild der KTN-Networks in UK), bis zu Ideenworkshops zur Stimulierung von FuE-Projekten reichen können.

*Verstärkung der Standardisierung, Zertifizierung und Kennzeichnung:* Die bereits stattfindenden Aktivitäten zur Standardisierung auf europäischer Ebene sind in Richtung Vollstandards und Übertragung auf weitere Produktfelder fortzuführen, wie auch von der EU-Kommission bereits in Aussicht gestellt wird. Für die Weiterentwicklung der Standardisierung hat die entsprechende europäische Arbeitsgruppe für biobasierte Produkte Dachstandards vorgeschlagen sowie konkrete Hinweise zum bestehenden Forschungsbedarf (u. a. zur Harmonisierung der Standards zu Zertifizierungen und Kennzeichnungen) gegeben. Empfehlenswert wären auch verstärkte Aktivitäten zur internationalen Harmonisierung von Regelungen, Gesetzgebung, Standardisierung und Zertifizierung, die über den EU-Raum hinausgeht, um den häufig international tätigen Akteuren möglichst einheitliche Rahmenbedingungen bieten zu können (siehe Handlungsempfehlungen BMWi).

*Intensivierung der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:* In der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sind die existierenden Aktivitäten weiter auszubauen, um die Akzeptanz und Verbrauchernachfrage nach biobasierten Produkten zu erhöhen. Die Kommunikationsstrategie sollte differenziert nach Produktgruppen, Anwendungen und

Zielgruppen erfolgen, wenngleich sich die entsprechenden Maßnahmen idealerweise in einem Gesamtkonzept ergänzen. Dazu sind zwischen den relevanten Stakeholdern noch eine Vielzahl von Fragen zu klären (u. a. zu vermittelnde Kernbotschaften von biobasierten Produkten; Möglichkeiten für Systeme zur Rückverfolgbarkeit/Herkunftsnachweis biobasierter Zwischenprodukte).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Handlungsoptionen nicht losgelöst voneinander zu sehen sind, sondern dass ein spezifischer und den Kontextbedingungen angepasster Mix an Politikinstrumenten notwendig ist (Edler 2007). Schließlich reicht ein Politikinstrument allein oft nicht aus, um die genannten notwendigen Bedingungen (dauerhafte Nachfrage, Aufbau inländischer Kapazitäten, etc.) für einen nachhaltigen Erfolg zu erreichen.

### **Handlungsempfehlungen für das BMWi**

Aufbauend auf den allgemeinen Handlungsempfehlungen, die sich an die Gesamtheit der auf dem Gebiet der biobasierten Produkte tätigen Akteure (inkl. BMWi), wird vorgeschlagen, dass sich das BMWi auf folgende Aspekte konzentrieren und die zentrale Rolle übernehmen sollte:

**Einrichtung eines Kommerzialisierungsfonds:** Es wird empfohlen, einen Fonds einzurichten, in dem Mittel zur Verfügung gestellt werden, die zur Verstärkung des Transfers von Forschungsergebnissen in die praktische und kommerzielle Nutzung eingesetzt werden können. Der Fonds besteht idealerweise aus einer Mischung von Beteiligungskapital und Nachrangdarlehen für Unternehmen und unterstützt die Unternehmen in ihrer Wachstumsphase bei der marktnahen Weiterentwicklung von FuE-Ergebnissen. Da viele High-Tech Sektoren vor ähnlichen Finanzierungs- und Transferproblemen stehen, wäre eine technologieübergreifende Förderung durch den Kommerzialisierungsfonds sinnvoll (EFI 2010). In einer Einstiegs-/Testphase kann der Fonds aber durchaus auf biobasierte Produkte fokussiert sein, um ihn dann in späteren Phasen auch auf andere Hochtechnologiebereiche auszuweiten.

**Unterstützung der Internationalisierungsaktivitäten:** Die Unterstützung von vermarktungsorientierte Aktivitäten bei biobasierten Produkten sollten z. B. durch eine einheitliche Präsenz auf nationalen und internationalen Messen sowie Unterstützung von Reisen von Promotoren für deutsche Technologieanbieter zur Knüpfung von internationalen Kontakten erfolgen. Solche Maßnahmen können analog oder in Erweiterung zum Programm „Projektfinanzierung Exportinitiativen Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz“ des BMWi stattfinden. Zur Verbesserung der Harmonisierung der Aktivitäten und Regelungen in (außer-)europäischen Ländern wären z. B. OECD-Initiativen analog zur Entwicklung von Best-Practices für die Nachhaltigkeit von biobasierten Pro-

dukten geeignet. Diese könnten durch das BMWi unterstützt werden, indem es als Initiator und Gastgeber tätig wird.

Darüber hinaus wird empfohlen, dass das BMWi auf die Erhöhung des Bekanntheitsgrads des Förderprogramms ZIM bei den Biotechnologieakteuren hinwirkt, sich der nationalen Begleitung europäischer Standardisierungs-/Normierungsaktivitäten annimmt sowie die Koordination und Abstimmung mit anderen Ministerien und Behörden, die auf dem Gebiet der biobasierten Produkte aktiv sind, vorantreibt.



## 2 Einführung

### 2.1 Hintergrund

Biobasierten Produkten wird ein erhebliches Potenzial für die Verringerung von produktionsbedingten Umweltbelastungen, für die Verbesserung der Gesundheit, als nachhaltige Alternative zu fossilen Rohstoffen sowie für die Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Industrie durch eine Technologieführerschaft zugesprochen. Allerdings kann das Potenzial gegenwärtig nicht voll ausgeschöpft werden. Hierzu tragen verschiedene Hemmnisse bei, z. B. teilweise fehlende Kostenwettbewerbsfähigkeit, geringe Akzeptanz in der verarbeitenden Industrie, „Time to market“-Dominanz, benachteiligende Regelungen, relative Bevorzugung der energetischen gegenüber der stofflichen Nutzung von Biomasse. Eine passgenaue Unterstützung wird durch die hohe Heterogenität der Produkte und die Vielzahl von Anwendungsfeldern (u. a. Bio-Chemikalien, -Schmier- und -Kunststoffe für Verpackungen, aber auch im Bau oder in der Automobilindustrie) erschwert.

Die Europäische Kommission hat deshalb in der im Jahr 2007 gestarteten Leitmarktinitiative (LMI) biobasierte Produkte als einen von sechs Zielmärkten ausgewählt (Europäische Kommission 2007). Die LMI soll wesentlich dazu beitragen, das Potenzial biobasierter Produkte zu heben und ihnen zur Wettbewerbsfähigkeit zu verhelfen. Das Konzept der LMI ist vorrangig nachfrageorientiert und soll vor allem kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zugute kommen. Die „Ad-hoc Advisory Group for Bio-based Products“ (Advisory Group 2009) hat die Maßnahmen der LMI konkretisiert, zum Beispiel bezüglich der Gesetzgebung zur Marktentwicklung und bezüglich produktspezifischer Regelungen. Sowohl Kommission als auch Mitgliedsstaaten sind aufgerufen, diese Maßnahmen umzusetzen und zu unterstützen. Neben der europäischen Leitmarktinitiative haben auch nationale Gremien wie der BioÖkonomierat (2009, 2010) oder der „Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsende Rohstoffe“ der Bundesregierung (BMELV 2009) eine Vielzahl an Politikmaßnahmen für die Förderung biobasierter Produkte vorgeschlagen, die z. T. auch angebotsorientierte Maßnahmen beinhalten.

Bereits heute werden in Deutschland vielfältige Maßnahmen von verschiedenen Ministerien und Organisationen mit dem Ziel der Förderung der FuE und Kommerzialisierung von biobasierten Produkten durchgeführt. Aufgrund dieser Vielfalt an Fördermaßnahmen, die zudem teilweise unterschiedliche Bereiche von biobasierten Produkten und Verfahren betreffen, ist nicht unmittelbar erkennbar, inwieweit der Aktionsplan der LMI auf nationaler Ebene bereits umgesetzt wird.

## 2.2 Ziel des Projekts

Das Ziel dieses Projekts ist es festzustellen, ob und wo sich durch die LMI und durch Strategiepapiere und Aktionspläne anderer Akteure Handlungsbedarf bei der Erschließung des Marktpotenzials biobasierter Produkte für kleine und mittlere Biotechnologie-Unternehmen ergibt. Diese stehen im ursprünglichen Fokus der Leitmarktinitiative als auch des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Es werden Handlungsoptionen für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) selbst sowie Handlungsbedarf gegenüber anderen Stellen und Marktteilnehmern abgeleitet.

## 2.3 Definition und Abgrenzung biobasierter Produkte und des Untersuchungsgegenstandes

In die Untersuchung werden biobasierte Produkte einbezogen, die folgenden Kategorien zugeordnet werden können:

- Biochemikalien,
- Bioschmierstoffe,
- Biopolymere,
- Bio-Lösungsmittel,
- biobasierte oberflächenaktive Substanzen, Tenside, Detergenzien,
- Enzyme,
- naturfaserverstärkte Kunststoffe und Baustoffe.

Bei der Abgrenzung biobasierter Produkte und Verfahren liegt der Schwerpunkt auf dem Marktsegment der „innovativen biobasierten Produkte“, die durch neue (bio-) technologische Verfahren hergestellt werden und neuartige technologische Lösungen bieten. Dies können sowohl bereits auf dem Markt befindliche innovative Produkte, solche Produkte, die noch vor einer breiten Markteinführung stehen, als auch die Anwendung von Produkten in neuen Einsatzgebieten in bisher nicht erreichten Branchen sein. Eine Charakterisierung dieser Produktgruppen bzw. Marktsegmente findet sich in Kapitel 3.1.

Der Fokus dieser Studie liegt vorrangig auf den späteren Stufen der Wertschöpfungskette. Aspekte wie z. B. Anbau, Transport und Logistik von Biomasse (z. B. Nachhaltigkeit beim Biomasseanbau; Änderung der Regelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (CAP)) oder das Bildungssystem wurden bei der Analyse zwar grundsätzlich berücksichtigt, sie wurden aber nicht vertieft behandelt und es wurden keine Handlungsemp-

fehlungen hierfür abgeleitet. Dem Wunsch des Auftraggebers entsprechend werden Maßnahmen der öffentlichen Beschaffung ebenfalls nicht einbezogen.

## **2.4 Vorgehensweise und Methodik**

### **2.4.1 Konzept und Vorgehensweise**

In der vorliegenden Studie wurden zunächst die Vorschläge der nationalen und ausgewählten internationalen Initiativen kategorisiert und analysiert, die in jüngerer Vergangenheit konkrete Politikinstrumente vorschlagen, um eine schnellere Einführung biobasierter Produkte in den Markt und der Erschließung ihres Marktpotenzials zu erreichen. Dabei werden neben der LMI-Initiative werden in dieser Studie auch Empfehlungen berücksichtigt, die ein breiteres Set an Politikmaßnahmen und zudem auch angebotsorientierte Maßnahmen mit beinhalten (BMELV 2009, BioÖkonomierat 2010, Nusser et al. 2007a, Pflaum et al. 2008, Carus et al. 2010, OECD 2009).

Diesen Empfehlungen der Gremien und Studien werden die aktuell in Deutschland implementierten Maßnahmen gegenübergestellt. Dabei wird der Vergleich zwischen den Empfehlungen einerseits und den aktuellen Maßnahmen andererseits – soweit möglich – anhand folgender Leitfragen durchgeführt:

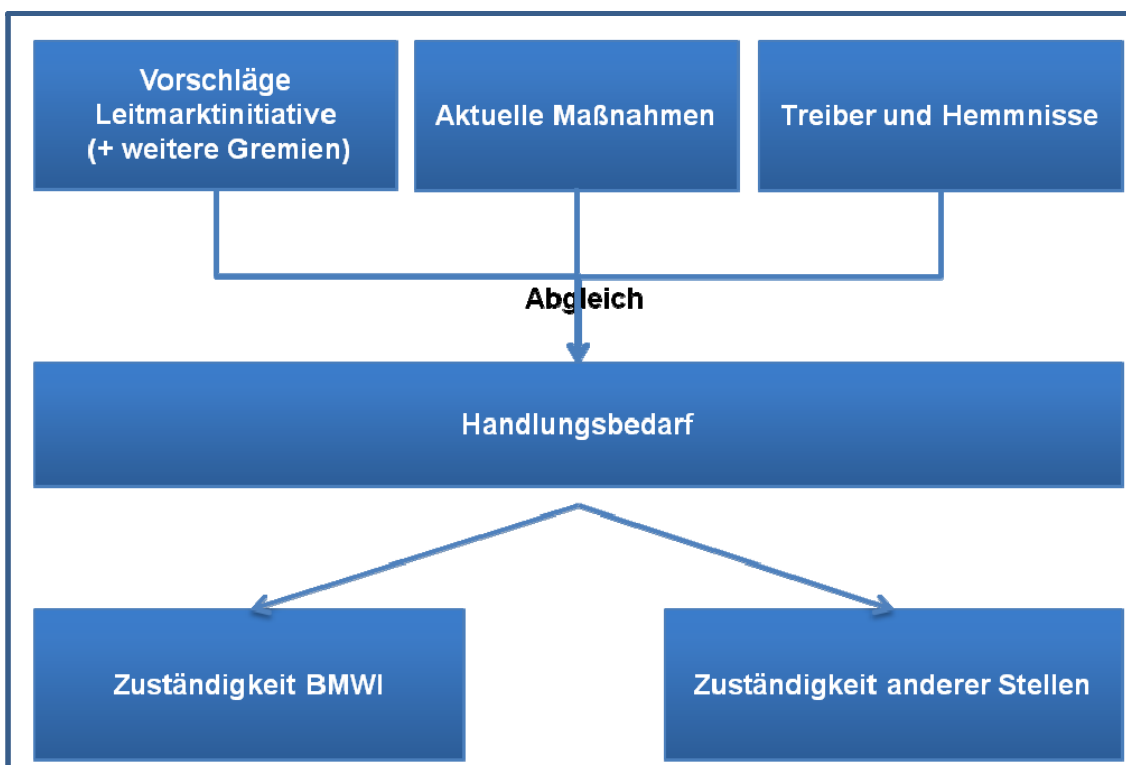
- Existenz von Maßnahmen: Existieren bislang Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der LMI sowie zu den Vorschlägen anderer Gremien?
- Umfang der einbezogenen Produkte: Werden mit den existierenden Maßnahmen alle relevanten Produktgruppen biobasierter Produkte abgedeckt (insbesondere auch neue, innovative Produkte)? Gelten z. B. die Verordnungen nur für vollständig abbaubare Bioprodukte?
- (Förder-)bedingungen und -höhe: Wie breit/eng sind die Förderbedingungen,? Sind die Fördervolumina als ausreichend einzuschätzen, um die Ziele der LMI zu erreichen?
- Zielgenauigkeit: Wie gut und sicher können die existierenden Maßnahmen die Zielgruppe (v. a. KMUs) erreichen (d. h. Reichweite eines Anreizinstrumentes unter Beachtung des Nutzungsverhaltens bzw. der Ressourcenbeschränkungen der Zielgruppe)?

Praxisbeispiele haben gerade bei nachfrageorientierten Politikinstrumenten gezeigt, dass der Erfolg am ehesten dort auftritt, wo ein sehr spezifischer und den Kontextbedingungen (eines Sektors oder einer Technologie) angepasster Mix an Instrumenten genutzt wurde (Edler 2007): Ein Instrument allein reicht oft nicht aus, um die genannten notwendigen Bedingungen (dauerhafte Nachfrage, Aufbau inländischer Kapazitäten, etc.) für einen nachhaltigen Erfolg zu erreichen. Deshalb wurde bei der Analyse außer-

dem maßnahmenübergreifend berücksichtigt, inwieweit der Mix der eingesetzten Instrumente den Zielen adäquat erscheint.

Bei der Gegenüberstellung der Empfehlungen der LMI und der aktuellen Maßnahmen ist außerdem zu beachten, dass zwar verschiedene Empfehlungen bisher nicht adressiert werden, aber daraus noch nicht deutlich wird, wie notwendig eine Unterstützung in den entsprechenden Bereichen ist. Deshalb wurden mithilfe aktueller Literatur und in Expertengesprächen wichtige Hemmnisse und aktuelle Herausforderungen für die Akteure identifiziert. Auf dieser Basis wurden Handlungsempfehlungen für das BMWi und andere Marktteilnehmer sowie Institutionen abgeleitet. Abbildung 2 fasst dieses Vorgehen zusammen:

Abbildung 2: Vorgehen bei der Ermittlung des Handlungsbedarfs



#### 2.4.2 Kategorisierung der Maßnahmenziele

Für den Abgleich zwischen den aktuellen Empfehlungen zur Unterstützung biobasierter Produkte und den tatsächlichen Maßnahmen und Hemmnissen ist eine geeignete Kategorisierung der Politikinstrumente notwendig. Grundsätzlich gibt es eine große Vielfalt von möglichen Maßnahmen, u. a. aufgrund:

- der Vielfalt der Hemmnisse bei biobasierten Produkten, z. B. teilweise fehlende Kostenvorbereitungsfähigkeit, geringe Akzeptanz in der verarbeitenden Industrie, „Time to market“-Dominanz, benachteiligende Regelungen, relative Bevorzugung der energetischen gegenüber der stofflichen Nutzung von Biomasse;
- der hohen Heterogenität der Produkte und die Vielzahl von Anwendungsfeldern (u. a. Bio-Chemikalien, -Schmier- und -Kunststoffe für Verpackungen, aber auch im Bau oder in der Automobilindustrie), die es erschwert, mit einzelnen Maßnahmen den gesamten Anwendungsbereich zu unterstützen;
- der zunehmenden Vielfalt an Politikinstrumenten, die in der Innovationspolitik entwickelt und durchgeführt werden.

Die letztgenannte Vielfalt an Politikinstrumenten wird in Taxonomien deutlich (z. B. Borrás 2009, Rammer 2009, Edler/Georghiou 2007), die verschiedene Maßnahmen kategorisieren. Im Rahmen dieser Studie bietet sich die Taxonomie von Rammer (2009) als Ausgangspunkt zur Klassifizierung der Maßnahmenvorschläge für biobasierte Produkte an. Diese orientiert sich an den Zielen, zu denen die Maßnahmen beitragen sollen. Sie stellt dabei Politikinstrumente vor, die häufig in den OECD-Ländern zur Erreichung des jeweiligen Ziels eingesetzt werden (Tab. 1).

Die Ziele orientieren sich an Erkenntnissen der modernen Innovationsforschung, nach denen Innovationen systemisch in einem Innovationssystem entstehen und sich verbreiten, an dem diverse Akteure in einem interaktiven, interdisziplinären und kollektiven Prozess beteiligt sind (u. a. Edquist 1997; Freeman 1988; Lundvall 1992; Malerba 2002). Nicht einzelne angebots- und nachfrageseitige (Standort-)Faktoren oder Akteure, sondern vor allem das Zusammenspiel der Teilsysteme und Akteure ist entscheidend für die Innovationskraft und für dauerhaft dynamische Wettbewerbsvorteile eines Standortes innerhalb eines Technikfeldes. Mögliche Systemmängel können dabei in allen Wertschöpfungsstufen, d. h. von der Wissensbasis, dem Wissens- und Technologietransfer über die Produktion bis hin zur Markteinführung und Marktdurchdringung, auftreten und Ziele innovationspolitischer Maßnahmen sein. Wie in Tabelle 1 deutlich wird, gibt es eine Vielzahl von Instrumenten zur Erreichung dieser Ziele.

Tabelle 1: Beispiele für häufig anzutreffende Instrumente in der Innovations- und Technologiepolitik zur Erreichung bestimmter Ziele

| Instrument<br>Ziel   | Staatliche<br>Güterproduktion/Nachfrage      | finanzielle<br>Zuschüsse                     | Kredithilfen                                  | Eigenkapitalhilfen                        | Steuervergünstigungen                         | Information, Beratung, Qualifikation    | technologische<br>Infrastruktur              | Regulierung/<br>Gesetzgebung                |
|--|--|--|---|---|---|---|--|---|
| Erhöhung von FuE-/ Innovationsaktivitäten in Unternehmen   | FuE-Aufträge an Unternehmen                  | EuE- Zuschüsse, Zuschüsse zu Patentkosten    | Innovationskredite, Bürgschaften              | VC-Mittel für forschende Unternehmen      | FuE- Steuern                                  | FuE-/ Innovations-Benchmarking          | Test- und Prüfzentren, Innovationszentren    | Schutz geistigen Eigentums                  |
| Sicherung/ Ausbau einer leistungsfähigen Wissenschaft      | Staatl. Hochschulen/ Forschungszentren       | Zuschüsse f. anwendungsnahe wiss. Projekte   | Kredite für Investitionen                     | Staatliche Beteiligung an PPP-Modellen    | Absetzbarkeit v. Spenden an Wissenschaft      |   | Bereitstellung von Großgeräten               | institutionelle Reformen in d. Wissenschaft |
| Förderung von Kooperationen zwischen Akteuren              | Kompetenzzentren                             | Zuschüsse für FuE-Kooperation                |   | Staatliche Beteiligung an PPP- Modellen   | Absetzbarkeit von FuE- Aufträgen              | Transferplattformen, Transfermessen     | Technologiezentren                           | institutionelle Reformen in d. Wissenschaft |
| Internationalisierung des Innovationssystems               | Betrieb v. internationalen Forschungszentren | Zuschüsse für Austauschpr., Kooperat.-prj.   |   |   | Begünstigung von Forschern aus d. Ausland     | Kooperationsmessen, Info-Dienste        | Kontaktbüros, Kooperationsvermittlungstellen | Abbau bürokr. Zu- u. Abwanderungshürden     |
| Anpassung des Bildungssystems an Qualifikationsbedarf      | Staatliche Schulen/ Schulprogramme           | individuelle/ betriebliche Zuschüsse         | Bildungskredite                               |   | Absetzbarkeit von Bildungsausgaben            | Bildungsmessen, Awarenessveranstalt.    |  | Reform von Schul-/ Studiengängen            |
| Unternehmensgründungen in Spitzentechnologien              | Bevorzugung v. TOU bei staatl. Aufträgen     | spezielle Zuschüsse für TOU                  | Gründungskredite                              | Seed- und Frühphasen-Programme            | Verlustvorschr., negative Gewinnst.           | Gründerberatung                         | Gründerzentren                               | Abbau bürokratischer Hürden f. Gründungen   |
| Hervorbringung/ rasches Aufgreifen neuer Technologien      | Beschaffungswesen                            | Zuschüsse in Technologieprogrammen           | Innovationskredite, Bürgschaften              | VC- Programme in bestimmten Technologief. | Steuerl. Förder. Des Einsatzes neuer Technol. | Technologie-Awareness                   | Betrieb v. Versuchsanlagen                   | gesetzl. Förderung konkreter neuer Technol. |
| Rasche Verbreitung von Querschnittstechnologien            | Beschaffungswesen                            | Zuschüsse für den Einsatz neuer Technol.     | Kredite/ Bürgschaften f. Modernisier. Invest. | Nachrangkapital f. Modernisierungsinvest. | Hohe/ spezielle Abschreibungssätze            | Benchmarking-, Besuchsprogramme         | Demonstrations-, Beratungszentren            | Standardisierung, Normen                    |
| Rasche (internationale) Vermarktung von neuen Technologien | Beschaffungsabkommen mit and. Ländern        | Exportzuschüsse, Zuschüsse f. Messebeteilig. | Exportkredite                                 |   | Bevorzugte Absetzbarkeit von Exportverl.      | Organisation v. Auslandsmesseauftritten | Internationale Technologiebüros              | Technologie- u. Handelsabkommen             |

Quelle: Rammer 2009

Diese Instrumentenklassifikation wird im Folgenden genutzt um den Abgleich zwischen den Vorschlägen und den aktuellen Maßnahmen durchzuführen. Dabei werden einige der Ziele zusammengefasst, da die vorgeschlagenen und durchgeführten Maßnahmen häufig nicht nur einem Ziel zuzuschreiben sind: So richtet sich beispielsweise die geforderte Ausrichtung auf zentrale Forschungsthemen sowohl an die Wissenschaft als auch an die Unternehmen. Die Zusammenfassung der Ziele erfolgt dabei folgendermaßen, wobei die im folgenden verwendeten Kategorien jeweils vorne stehen und die entsprechend zusammengefassten Kategorien in der Klammer angegeben sind.

- FuE-Aktivitäten (~Erhöhung von FuE-/ Innovationsaktivitäten in Unternehmen; Sicherung/ Ausbau einer leistungsfähigen Wissenschaft; Anpassung des Bildungssystems an Qualifikationsbedarf),
- Kooperationen zwischen Akteuren (~Förderung von Kooperationen zwischen Akteuren; Internationalisierung des Innovationssystems),
- Unternehmensgründungen (~Unternehmensgründungen in Spitzentechnologien),
- Marktnahe Weiterentwicklung und -einführung (~Hervorbringung/ rasches Aufgreifen neuer Technologien),
- Marktnachfrage (~Rasche Verbreitung von Querschnittstechnologien),
- Internationale Vermarktung (~Rasche internationale Vermarktung von neuen Technologien).

### 2.4.3 Quellen und Methoden

Es wurden folgenden Quellen und Methoden verwendet:

- *Literatur-/Datenauswertung*: Es wurde eine umfassende Auswertung der Fachliteratur, Tagungsberichte von Konferenzen, Marktstudien, Studien über Politikmaßnahmen zu biobasierten Produkten in anderen europäischen Ländern sowie Datenanalysen zur Inanspruchnahme existierender Förderprogramme, durchgeführt.
- *Experteninterviews*: Insgesamt wurden 23 leitfadengestützte telefonische Experteninterviews durchgeführt (siehe Anhang III). Dabei wurden zum einen die zuständigen Fördereinrichtungen (Ministerien, Projektträger) befragt, um eine größtmögliche Vollständigkeit bei den Maßnahmen zu erreichen und wichtige Hintergrundinformationen (z. B. Hintergrund der Maßnahme, bisherige Inanspruchnahme, bereits existierende Pläne zu Änderung der Maßnahmen) zu gewinnen. Zum anderen wurden Interviews mit ausgewählten Vertretern von Großunternehmen, KMUs und Branchenverbänden durchgeführt, um die Umsetzung der LMI zu diskutieren und aktuell bestehende Hemmnisse zu analysieren.
- *Expertenworkshop*: Die vorläufigen Ergebnisse und Handlungsempfehlungen der Studie wurden im Oktober 2010 mit 9 ausgewählten Vertretern aus Verbänden, Wissenschaft und Industrie in einem halbtägigen Workshop diskutiert. Die Erkennt-

nisse aus diesem Workshop wurden genutzt, um die vorläufigen Ergebnisse und Handlungsempfehlungen zu ergänzen, zu priorisieren und zu modifizieren.

#### **2.4.4 Struktur des Berichts**

In Kapitel 3 erfolgt zunächst ein Überblick über biobasierte Produkte sowie relevante wissenschaftlich-technische und Markt-Entwicklungen. In Kapitel 4 werden für die einzelnen Kategorien innovationspolitischer Maßnahmen jeweils zunächst die aktuellen Vorschläge aus der Leitmarktinitiative sowie von anderen Gremien/Studien dargestellt. Anschließend werden die bestehenden relevanten Maßnahmen skizziert und schließlich die aktuellen Hemmnisse und Herausforderungen für die Akteure diskutiert. In einem Zwischenfazit wird durch einen Abgleich der Vorschläge mit den aktuellen Maßnahmen und Herausforderungen der entsprechende Handlungsbedarf abgeleitet. In Kapitel 5 werden die allgemeinen Handlungsempfehlungen und die Handlungsoptionen, die speziell an das BMWi gerichtet sind, dargestellt.



## **3 Überblick über biobasierte Produkte**

### **3.1 In die Analyse einbezogene biobasierte Produkte**

Es gibt eine große Bandbreite an verfügbaren, biobasierten Produkten die potenziell eine beachtliche Marktakzeptanz erreichen können. Die Hauptkategorien dieser Produkte sind:

- Biochemikalien,
- Bioschmierstoffe,
- Biopolymere,
- Bio-Lösungsmittel,
- biobasierte oberflächenaktive Substanzen, Tenside, Detergenzien,
- Enzyme,
- naturfaserverstärkte Kunststoffe und Baustoffe.

Diese Produktgruppen werden in den folgenden Abschnitten detaillierter beschrieben. Jedoch wurden mehrere industriell hergestellte Bioprodukte und -prozesse auftragsgemäß von der Analyse ausgeschlossen, obwohl sie in einem bedeutenden Volumen kommerziell hergestellt werden und große Märkte adressieren können. Folgende Produktkategorien stehen nicht im Blickpunkt dieser Studie: traditionelle Lebensmittel und Getränke, Lebensmittelzusätze, Futtermittel und Futtermittelzusätze, Kosmetika, Biokraftstoffe, energetische Nutzung von Biomasse, Biopharmazeutika und Heil- und Gewürzpflanzen.

### **3.2 Abschätzung des Markt-/Produktionsvolumens und des Flächenbedarfs für biobasierte Produkte**

Biobasierte Produkte werden aus Biomasse hergestellt, die stofflich genutzt wird. Insgesamt wurden im Jahr 2008 ca. 3,6 Mio Tonnen Biomasse stofflich genutzt und dabei eine inländische Fläche von knapp 300.000 Hektar (ha) zum Anbau benötigt (FNR 2010).<sup>1</sup> Im Vergleich zu 1991 hat sich der industrielle Einsatz nachwachsender Rohstoffe in Deutschland um rund 1,6 Mio Tonnen erhöht. Die stoffliche Nutzung nimmt aber immer noch erst einen Anteil von geschätzten 15 Prozent an dem gesamten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen ein (Bundestag Drucksache 17/2375).

---

<sup>1</sup> Nicht betrachtet wird hier die Verwendung von Holz.

Hauptanwender von biobasierten Produkten ist die Chemieindustrie. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe in der chemischen Industrie belief sich im selben Jahr auf ca. 2,7 Mio Tonnen – bei einem Importanteil von 60 bis 70 Prozent (VCI 2010a). Insgesamt setzte die chemische Industrie in Deutschland im Jahr 2008 rund 18,5 Mio Tonnen an fossilen Rohstoffen (Erdölprodukte, Erdgas und Kohle) stofflich ein. D. h. der Anteil der Biomasse an den insgesamt stofflich genutzten organischen Rohstoffen beläuft sich nur auf knapp 13 Prozent. Außerhalb des chemischen-pharmazeutischen Bereichs werden rund 0,9 Mio Tonnen nachwachsende Rohstoffe, insbesondere in papierstärkeverarbeitenden und in naturfaserverarbeitenden Industrien, verbraucht.

Zukünftig wird die Nachfrage nach Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen weltweit und auch in Deutschland ansteigen. Allerdings beträgt das Flächenpotenzial für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland nach Carus et al. (2010) ca. 2 bis maximal 3 Mio Hektar. Die auf dieser Fläche produzierte Biomasse kann energetisch, stofflich oder aus einer Mischung von beiden genutzt werden. Unter nur wenig veränderten wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen erwarten Carus et al. (2010) eine Stagnation der Flächennutzung für nachwachsende Rohstoffe bei ca. 300.000 ha (untere Abschätzung) bis hin zu einer Fläche von maximal 780.000 ha (obere Abschätzung) bis zum Jahr 2020. In einer ähnlichen Größenordnung liegen Abschätzungen von Nusser et al. (2007b) und Bringezu et al. (2008) mit jeweils rund 380.000-390.000 ha für das Jahr 2020. Unter günstigen Rahmenbedingungen (z. B. durch Fördermaßnahmen, hoher Ölpreis) könnte die stoffliche Nutzung bis zum Jahr 2020 in Deutschland sogar eine Fläche von über 1,8 Mio Hektar belegen (Carus et al. 2010). Dies läge in derselben Größenordnung, in der aktuell landwirtschaftliche Flächen für die Produktion von Biomasse für die energetische Nutzung eingesetzt werden, die angesichts der begrenzten Flächenverfügbarkeit in diesem Fall teilweise verdrängt werden würden. Die wichtigsten Rohstoffe wären nach dieser Abschätzung unter günstigen Rahmenbedingungen Raps (905.000 ha), Weizen (670.000 ha) und Zuckerrübe (175.000 ha), deren wichtigste Einsatzgebiete die chemische Industrie allgemein und im Speziellen der Bereich Biowerkstoffe sowie die Oleochemie (Tenside, Schmiermittel) sind. Darüber hinaus könnten Nischenpflanzen wie Hanf, Miscanthus und Heilpflanzen auf einer Fläche von bis zu 90.000 ha angebaut werden (Carus et al. 2010).

Parallel zu der künftig zunehmenden stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe wird auch ein hoher Bedeutungsanstieg der industriellen Biotechnologie erwartet. Die vorliegenden Marktabschätzungen verwenden jedoch unterschiedliche Abgrenzungen der Industriellen Biotechnologie (z. B. bezüglich Einbezug von Bioethanol), verschiedene Zeithorizonte und sind jeweils in großem Maße auf Einschätzung von Experten

angewiesen, so dass der Vergleich verschiedener Marktabschätzungen problematisch ist und grundsätzlich das Problem der Messung der Marktvolumina besteht.

Die Zusammenfassung einiger Abschätzungen in Tabelle 2 zeigt, dass die Daten etwas variieren, aber jeweils ein deutlicher absoluter und relativer Umsatzzuwachs (gemessen am jeweiligen Gesamtmarkt der Produktgruppen) für alle Anwendungsfelder erwartet wird.

Tabelle 2: Marktabschätzungen für die Industrielle Biotechnologie (Umsatz absolut und in Prozent des jeweiligen Gesamtmarkts)

| Produktgruppe                               | Aktuell (absolut) in Mrd € | Aktuell (in % am Gesamtmarkt) | Zukünftig (absolut) in Mrd € | Zukünftig (in % am Gesamtmarkt) |
|---|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <b>Festel Capital (2010)</b>                |                            |                               |                              |                                 |
| <b>Jahr</b>                                 | <b>2007</b>                | <b>2007</b>                   | <b>2017</b>                  | <b>2017</b>                     |
| Basischemikalien                            | 12,1                       | 1,5 %                         | 113,2                        | 10 %                            |
| Haushaltschemikalien                        | 10,8                       | 5,4 %                         | 84,3                         | 22,3 %                          |
| Spezialchemikalien                          | 14,9                       | 4,8 %                         | 72,8                         | 13,1 %                          |
| Wirkstoff-Zwischenprodukte für Arzneimittel | 10,2                       | 18,7 %                        | 69,7                         | 47,9 %                          |
| Industrielle Biotechnologie gesamt          | 48                         | 3,7 %                         | 340                          | 15 %                            |
| <b>McKinsey (2009)</b>                      |                            |                               |                              |                                 |
| <b>Jahr</b>                                 | <b>2007</b>                | <b>2007</b>                   | <b>2012</b>                  | <b>2012</b>                     |
| Biokraftstoffe                              | 34                         | k. A.                         | 65                           | k. A.                           |
| Traditionelle biobasierte Chemikalien       | 46                         | k. A.                         | 60                           | k. A.                           |
| Fermentativ hergestellte Chemikalien        | 14                         | k. A.                         | 21                           | k. A.                           |
| Enzymatisch hergestellte Chemikalien        | 5                          | k. A.                         | 7                            | k. A.                           |
| Industrielle Biotechnologie gesamt          | 99                         | 6 %                           | 153                          | 9 %                             |
| <b>Fraunhofer ISI (2007)</b>                |                            |                               |                              |                                 |
| <b>Jahr</b>                                 | <b>2004</b>                | <b>2004</b>                   | <b>2025</b>                  | <b>2025</b>                     |
| Chemie                                      | k. A.                      | 4-6 %                         | k. A.                        | 11-21 %                         |
| Wirkstoff-Zwischenprodukte für Arzneimittel | k. A.                      | 3-5 %                         | k. A.                        | 9-17 %                          |
| Lebensmittel                                | k. A.                      | 9-23 %                        | k. A.                        | 20-35 %                         |

Quellen: Festel Capital (in OECD 2010a), McKinsey (2009), Fraunhofer ISI (in Nusser et al. 2007a)

### 3.3 Biobasierte Chemikalien

Der Chemiemarkt hat im Jahr 2008 eine Höhe von rund 2,5 Bill € erreicht (inklusive pharmazeutische Produkte), rund ein Drittel davon entfällt auf Europa (VCI 2010b). Der zukünftige wachsende Energiebedarf durch die demografische Entwicklung mit einer Weltbevölkerung von rund 9 Mrd im Jahr 2050, das wachsende Umweltbewusstsein und die Erreichung von Klimaschutzziele, die wohl zunehmende Nachfrage nach Produkten aus erneuerbaren Rohstoffen, durchgängig hohe Ölpreise und technische Fortschritte in der Biotechnologie sind wichtige Treiber, die zu einer höheren Produktion und Nachfrage von Biochemikalien führen können. Jedoch müssen Biochemikalien preislich und in der Performanz mit erdölbasierten Chemikalien konkurrieren können, die über viele Jahre optimiert wurden und eine hohe Performanz bei niedrigen Preisen erreicht haben. Hinzu kommen der hohe Investitions- und Zeitbedarf, um auf die großen Märkte eintreten zu können. Im Folgenden werden die Märkte für biobasierte Fein- und Spezialchemikalien sowie Bulkchemikalien näher betrachtet.

#### 3.3.1 Fein- und Spezialchemikalien

Im Jahr 2008 belief sich der Produktionswert von Fein- und Spezialchemikalien durch die chemische Industrie in Deutschland auf 32,4 Mrd €. Das sind rund ein Viertel der gesamten Chemieproduktion (ca. 131 Mrd €) (VCI 2010b). Fein- und Spezialchemikalien zeichnen sich durch Charakteristika aus, die in Tabelle 3 zusammengefasst sind.

Fein-/Spezialchemikalien bilden den derzeitigen Schwerpunkt des Einsatzes biotechnischer Verfahren in der Chemie. Auch für den Zeithorizont bis zum Jahr 2020 werden vor allem in diesem Bereich der Chemie zusätzliche Anwendungen der Biotechnologie erwartet (von Armansperg/Patel 2007). Biotechnologische Verfahren bieten dabei durch ihre spezifischen Eigenschaften komparative Vorteile gegenüber „herkömmlicher Synthesechemie“ (z. B. hohe Spezifität, Enantioselektivität). Bspw. können Prozesse mit Enzymen häufig bei geringerem Druck und geringerer Temperatur sowie geringerem Materialeinsatz als chemische Prozesse ablaufen. Daneben ermöglichen biotechnologische Methoden über die Entwicklung von komplexeren Molekülen auch neue Wege zu bisher wenig erforschten Gebieten der Synthesechemie (OECD 2008). Diese beschriebenen technischen Vorteile können zu verschiedenen Vorzügen (z. B. kosteneffiziente Produktion, neue Produkte) führen. Gerade die Feinchemikalienproduktion ist durch hohe E-Faktoren (Quotient aus kg Nebenprodukt pro kg erwünschtem Produkt) gekennzeichnet und daher vergleichsweise umweltbelastend. Dies liegt an den meist komplexen Molekülstrukturen, die konventionell durch vielschrittige Synthesen aufgebaut werden müssen, der begrenzten thermischen Stabilität, was die Ausbeute verringert, und an den oft hohen Anforderungen an die Reinheit

des Produkts, was mit vielen Aufarbeitungsschritten und mit hohem Einsatz an Lösungsmitteln, Salz- und Nebenproduktanfall einhergeht. Außerdem werden wegen der relativ kurzen Produktlebenszyklen einmal etablierte Produktionsprozesse meist beibehalten und nicht optimiert. Gleichzeitig ist die Toleranz gegenüber hohen Produktionskosten wegen der meist hohen Wertschöpfung ebenfalls hoch. Deshalb kann der Beitrag biotechnischer Verfahren bei der Feinchemikaliensynthese als erheblich eingeschätzt werden.

Tabelle 3: Charakteristika der Feinchemikalienproduktion

| <b>Moleküle</b>                            | <b>Synthese</b>   | <b>Anforderungen an Katalyse</b>                                    |
|--|---|---|
| Komplex (Isomere, Stereochemie etc.)       | Vielschrittige Verfahren                                | Hohe Chemo-, Regio- und Stereoselektivitäten                        |
| Mehrere funktionelle Gruppen               | Klassische organische Reaktionen, Katalyse als Ausnahme | Einpassung des katalytischen Schritts in den Gesamt-Syntheseprozess |
| Begrenzte thermische Stabilität            | Batch-Prozesse in Lösung                                | Hohe Aktivität bei niedrigen Temperaturen                           |
| Mittlere bis hohe Wertschöpfung            | Kurze Entwicklungszeiten                                | Sofortige Verfügbarkeit kommerzieller Katalysatoren                 |
| Kleine Produktionsmengen (1-10.000 t/Jahr) | Multipurpose-Anlagen                                    | Einfache Technologie  |

Quelle: Blaser 2000

Trotz der relativen Vorzüglichkeit biotechnischer Verfahren sind sowohl biokatalytische als auch katalytische Prozesse oder Verfahrensschritte in der Feinchemikaliensynthese (noch) die Ausnahme. Etwa 80 Prozent der Reaktionen in der Feinchemie (inkl. Reaktionen, die von Agrarrohstoffen ausgehen) werden nicht-katalytisch durchgeführt. Nach Experteneinschätzung wäre es wünschenswert und angemessen, wenn homogene, heterogene und biotechnische Katalysatorsysteme als gleichwertig angesehen und allein im Hinblick auf ihren Beitrag zur Lösung eines gegebenen Syntheseproblems ausgewählt würden (Richter 2003; Beller et al. 2010). Ein wichtiger Grund für die unterdurchschnittliche Nutzung der Katalyse bei der Feinchemikaliensynthese ist, dass bei Feinchemikalien die Produktprofitabilität stark von der benötigten Zeitdauer bis zur Kommerzialisierung („time to market“) abhängt. Für die Entwicklungszeit für den Produktionsprozess bleiben nur wenige Monate bis 1-2 Jahre. Deshalb kommen bei der Etablierung des Produktionsprozesses ganz überwiegend Technologien zum Einsatz, die bereits vorrätig sind bzw. in kurzer Zeit mit absehbarem Erfolg an die Problemstellung adaptiert werden können. Hier hatten biokatalytische Verfahren lange Zeit Probleme. In den letzten Jahren wurden jedoch verschiedene Ansätze und Technologien entwickelt, die eine rasche und kostengünstige Anpassung von (Bio-)Katalysatoren

ermöglichen, und es entstehen Firmen, die sich auf diese Dienstleistung spezialisiert haben (Nusser et al. 2007a).

### 3.3.2 Bulkchemikalien

Wenn auch der Einsatzbereich biotechnischer Verfahren aktuell und künftig primär bei der Herstellung von Fein- und Spezialchemikalien liegt, so ist in jüngerer Zeit das Interesse gewachsen, das Potential biotechnischer Ansätze auch für die Synthese von Massenchemikalien auszuloten. Die Produktion von Bulkchemikalien ausgehend von Biomasse unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von der biotechnischen Produktion von Fein- und Spezialchemikalien (Tabelle 4) und stellt damit besondere Herausforderungen an die Entwicklung wettbewerbsfähiger Bioprozesse.

Tabelle 4: Grundlegende Unterschiede in der Produktion von Fein- und Bulkchemikalien

|   | <b>Bulkchemikalien</b> | <b>Feinchemikalien</b>  |
|---|------------------------|-------------------------|
| Produktionsvolumen                      | groß (> 20.000 t/Jahr) | klein (1-10.000 t/Jahr) |
| Produktpreise                           | niedrig                | hoch                    |
| Gewinnspannen                           | gering                 | hoch                    |
| Lebenszyklus der Prozesse bzw. Produkte | lang                   | kurz                    |
| Chemie                                  | einfach                | anspruchsvoll           |
| Art der Innovation                      | Prozess                | Produkt                 |
| Wettbewerb                              | Kosten                 | Performance             |

Quelle: Marscheider-Weidemann und Hüsing 2004; Patel et al. 2006

Bereits heute wird eine größere Anzahl an Massenchemikalien biotechnisch auf Biomassebasis hergestellt (Tabelle 5). Dies steht im Gegensatz zu der weit verbreiteten Annahme, dass biokatalytische Verfahren nur für die Fein- und Spezialchemikalienproduktion geeignet seien. Gleichwohl ist zu konstatieren, dass diese Produkte nur einen sehr kleinen Anteil<sup>2</sup> an der Gesamtchemikalienproduktion haben und zudem überwiegend Anwendung im Lebens- und Futtermittelsektor sowie als Kraftstoff finden. Dennoch werden sie als Türöffner und Schrittmacher für die Erschließung neuer Bio-

<sup>2</sup> Beispielweise gehen von Armansperg/Patel (2007) von einem biotechnologischen Anteil (inklusive Biokraftstoffe) an der Produktion von Grund-/Zwischenchemikalien für das Jahr 2004 von 3 % aus und prognostizieren für das Jahr 2015 einen Anteil von 6 %. Festel Capital ermittelt für das Jahr 2007 einen Anteil der Biotechnologie (ohne Biokraftstoffe) von 1,5 % und schätzt, dass der Anteil auf 3,5 % im Jahr 2012 wachsen wird (OECD 2010).

prozesse für Bulkchemikalien eingeschätzt, was jedoch noch erhebliche Anstrengungen in den kommenden Jahrzehnten erfordern wird.

Unter der Annahme, dass starke Treiber hin zur nachhaltigen Produktion wirken, Biomasse ausreichend verfügbar ist und Technologien zu ihrer Konversion etabliert sind, wird erwartet, dass biobasierte Verfahren einen signifikanten Einfluss auf die Produktion von Bulkchemikalien in den nächsten 10 Jahren haben und eine sehr hohe Bedeutung in 20-30 Jahren erreichen werden (Haveren et al. 2008). Weiterer substanzieller Fortschritt wird in diesem Bereich bei gentechnisch veränderten Mikroorganismen erwartet. Erst in frühen Stadien der Entwicklung befinden sich Technologien zur direkten Isolierung von aromatischen Plattformchemikalien aus Biomasse, sowie zur Konversion von Zucker oder Lignin zu Aromaten. Bioraffinerien stellen einen wichtigen Schritt in Richtung kostengünstiger Produktion von biobasierten Chemikalien dar, doch bestehen noch Herausforderungen in der effizienten und hochwertigen Nutzung von Nebenströmen und -produkten (Haveren et al. 2008; Kap. 4.4).

Es lassen sich die folgenden Strategien identifizieren, mit denen Unternehmen den Markt für künftig biotechnisch hergestellte Bulkchemikalien erschließen:

- *Direkte Substitution einer bislang petrochemisch hergestellten Bulkchemikalie:* Bei dieser Strategie wird eine Bulkchemikalie, die zurzeit aus petrochemischen Rohstoffen chemisch hergestellt wird, durch eine identische Substanz ersetzt, die biotechnisch aus Biomasse hergestellt würde. Beispiele sind biotechnisch hergestellte Essigsäure, die petrochemisch produzierte Produkte ersetzt; 1,3-Propandiol oder 1,2-Propandiol, das durch Hydrogenierung von fermentativ hergestellter Milchsäure statt durch chemische Synthese erhalten wird; oder Ethylen, das aus Bio-Ethanol statt durch Cracken von Naphtha gewonnen wird. Vorteile dieser Strategie liegen darin, dass die Märkte schon entwickelt und die Markttreiber und Wettbewerber gut bekannt sind. Nachteilig ist allerdings, dass die biobasierten Produkte in einem Kostenwettbewerb mit optimierten Prozessen in ggf. bereits abgeschriebenen Anlagen bestehen müssen. In den letzten beiden Jahren haben mehrere Unternehmen bekanntgegeben, kommerzielle Anlagen zu planen bzw. fortgeschrittene FuE-Projekte durchzuführen, in denen biobasierte Bulkchemikalien entwickelt werden, die petrochemiebasierte Bulkchemikalien könnten (Schäfer 2010; Haas 2010): Dazu gehören beispielsweise die Herstellung von Ethylen aus Bioethanol, Bio-Acrylsäure (Novozymes/Cargill), Bio-Polypropylen (Novozymes/Braskem), Glykol (Novozymes/Dacheng), (Meth-)Acrylsäure/1,3-PDO (Perstorp), Butanol aus Lignocellulose (BP/DuPont), Phthalsäure (Hanlin).

- *Wettbewerb auf Funktionalitätsbasis:* Diese Strategie beruht darauf, dass das biotechnische Produkt nicht notwendigerweise identisch mit dem petrochemischen sein muss, sofern vergleichbare oder sogar überlegene Funktionalitäten bereitgestellt werden können. Beispiele sind biobasierte Polymilchsäure, die die petrochemisch hergestellten Polymere PET, Polystyren oder Polypropylen ersetzen könnte; oder PTT auf Basis von Bio-1,3-Propandiol, das Nylon oder PET substituieren könnte; oder biobasiertes Ethyllactat, das andere organische Lösungsmittel ersetzen könnte. Der Preiswettbewerb mit petrochemischen Konkurrenzprodukten könnte gemildert werden, wenn die biobasierten Produkte Qualitätsvorteile bieten oder neuartige Anwendungsbereiche erschließen könnten. Besondere Herausforderungen stellen sich, wenn es sich um neue, bislang auch nicht auf petrochemischer Basis produzierte Produkte handelt, da dann nicht nur biotechnische Herstellverfahren entwickelt, sondern auch die entsprechenden Zielmärkte erstmalig unter hohem Ressourcen- und Zeitbedarf systematisch erschlossen werden müssten. Beispiele sind Polymere mit Bernsteinsäure als Polymerbaustein; gesättigte Polyester, die statt des bislang häufig verwendeten, aus fossilen Rohstoffen hergestellten Polymerbausteins Terephthalsäure den biomassebasierten Baustein 2,5-Furandicarboxylsäure nutzen, sowie Isosorbid-Diester, eine aus Zuckern abgeleitete Substanz, die als neuer Weichmacher spröden Kunststoffen zugesetzt werden kann, um die Polymere elastischer zu machen.
- *Plattformchemikalien als Ausgangspunkt interessanter Produktbäume:* Diese Strategie fokussiert auf Plattformchemikalien, von denen ausgehend ein großes Produktportfolio durch weitergehende (chemische oder biotechnische) Umsetzungen und Derivatisierungen erschlossen werden kann, und die deshalb in großen Mengen benötigt werden. Als vielversprechende Kandidaten werden beispielsweise Milchsäure, Bernsteinsäure, Lävulinsäure oder Sorbit eingeschätzt.
- *Verwertung aller Biomassebestandteile:* Für die Wirtschaftlichkeit von Prozessen, die von Biomasse als Rohstoff ausgehen, ist entscheidend, inwieweit es gelingt, auch Nebenprodukte und Reststoffe einer möglichst hochwertigen Nutzung zuzuführen. Verbindungen, die in großen Mengen in Biomasse vorkommen, aber zugleich potenziell in vielfältiger Weise nutzbar sein könnten, sind Glycerin, Xylose und Arabinose, Lävulinsäure und Lignin.

Bislang hat allerdings die Anwendung der industriellen Biotechnologie bei der Produktion von Bulkchemikalien weniger Aufmerksamkeit als die Biokraftstoffherstellung und die energetische Nutzung von Biomasse erhalten. Es hat aber in jüngerer Vergangenheit (2008-) Fortschritte bei der direkten Substitution und des Wettbewerbs auf Funktionalitätenbasis gegeben.



Tabelle 5: Übersicht über derzeit biotechnisch aus Biomasse hergestellte Massenchemikalien

| Bulkchemikalie                   | Weltjahresproduktion (Mio t/Jahr)          |
|----------------------------------|--|
| Ethanol                          | 32   |
| Glucose                          | 5-20                                       |
| Fructose                         | 10,1                                       |
| Aceton                           | 3 (aufgegeben)                             |
| L-Glutaminsäure                  | 1,5  |
| 1-Butanol                        | 1,2 (aufgegeben)                           |
| Sorbit                           | 1,1  |
| Citronensäure                    | 1,0  |
| Glycerin                         | 0,75 (keine biotechnische Herstellung)     |
| L-Lysin                          | 0,7  |
| Furfural                         | 0,2-0,3 (keine biotechnische Herstellung)  |
| Essigsäure                       | 0,19 (fermentativ hergestellt)             |
| Milchsäure                       | 0,15*                                      |
| Polymilchsäure (PLA)             | 0,14*                                      |
| Propionsäure                     | 0,13 (inkl. nicht-biotechnischer Prozesse) |
| Gluconsäure                      | 0,1  |
| Vitamin C                        | 0,08                                       |
| Alkylpolyglycoside               | 0,05-0,07                                  |
| L-Sorbose                        | 0,05                                       |
| Xanthan                          | 0,04                                       |
| Zuckeralkohole, z. B. Erithritol | 0,03                                       |
| L-Threonin                       | 0,03                                       |
| Vitamin B2                       | 0,03                                       |
| Äpfelsäure                       | 0,025                                      |
| <b>Summe**</b>                   | <b>Ca. 53-68</b>                           |

\*) Angabe ist Kapazität, nicht Produktion

\*\*\*) Bei der Summenangabe wurden Aceton, 1-Butanol berücksichtigt

Quelle: Patel et al. 2006

Für einen typischen integrierten Chemiestandort in Europa werden folgende Substitutionspotenziale bei Bulkchemikalien durch biobasierte Chemikalien gesehen (van Haveren et al. 2008):

- Kurzfristig (innerhalb von 0 bis 10 Jahren) können vor allem sauerstoffhaltige, aus fossilen Rohstoffen hergestellte Bulkchemikalien wie Ethylenglycol, Propylenglycol,

iso-Propanol, Aceton, Butylen und Methylethylketon, durch biomassebasierte Herstellprozesse ersetzt werden, in der Größenordnung von 10-15 Prozent der Bulkchemikalien-Produktionsmenge. Diese Substanzen werden vor allem als Polymerbausteine in der Polymerherstellung, teilweise auch als Lösungsmittel eingesetzt. Die Herstellung von Ethylenglycol und Propylenglycol aus Glycerin ist bereits sehr kurzfristig attraktiv, da Glycerin in großen Mengen als Nebenprodukt der Biodieselproduktion anfällt und auf diese Weise eine Verwertung zugeführt werden kann.

- Mittelfristig (innerhalb von 10-20 Jahren) besteht ein deutliches Potenzial für die biobasierte Produktion von Acrylsäure sowie stickstoffhaltigen Bulkchemikalien wie Acrylnitril, Acrylamid und  $\epsilon$ -caprolactam, die in der Nylon- und Polyamidherstellung eingesetzt werden. Ausgangsmaterialien könnten Proteine sein, die als niedrigpreisige Nebenprodukte der Biotreibstoffproduktion anfallen.
- Kurz- bis mittelfristig werden auch sehr große Potenziale in der biobasierten Produktion von Ethylen und Vinylchlorid (Chlorethylen) gesehen, und zwar insbesondere an Standorten, an denen der Zugang zu kostengünstigem Ethanol gewährleistet ist und die Ethylenproduktion nicht in die Produktion anderer Plattformchemikalien integriert ist.

### 3.4 Bioschmierstoffe

Schmierstoffe dienen vor allem der Verringerung von Reibung und Verschleiß, aber auch der Wärmeübertragung, der Suspension von Verschmutzungen, der Abdichtung mit Hilfe von Flüssigkeiten und dem Korrosionsschutz. Zwischen 5.000-10.000 verschiedenen Schmierstoff-Formulierungen sind notwendig, um die Anforderungen von mehr als 90 Prozent aller Schmierstoffanwendungen zu erfüllen.

Die meisten modernen Schmierstoffe sind komplexe Formulierungen, die zu 70-90 Prozent aus einem Basisöl bestehen, dem funktionale Additive zugesetzt werden, um die natürlichen Eigenschaften (d. h. Kältestabilität, Oxidationsstabilität, hydrolytische Stabilität, Korrosion) so zu verändern, dass die jeweiligen Anforderungen an die Schmierstoffe erfüllt werden. Basisöle können mineralischen, pflanzlichen, synthetischen Ursprungs oder wieder aufbereitete Substanzen sein (Salimon et al. 2010). Es gibt eine zunehmende Nachfrage nach umweltverträglichen Schmierstoffen. Dies gilt besonders in Bereichen, wo sie mit Wasser, Lebensmitteln oder Menschen in Berührung kommen können.

Der Begriff Bioschmierstoffe gilt für alle Schmierstoffe, die sowohl biologisch schnell abbaubar als auch ungiftig für Menschen und andere Lebewesen sind, insbesondere in aquatischen Lebensräumen (Salimon et al. 2010). Bioschmierstoffe, deren hervorsteckende Eigenschaft die schnelle biologische Abbaubarkeit und die geringe Ökotoxizität

sein soll, basieren meist auf pflanzliche Ölen. Bioschmierstoffe können auch aus synthetischen Estern hergestellt werden, deren Fettsäurebestandteile aus der Hydrolyse von natürlichen Ölen und Fetten aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden und dadurch biobasiert sind. Sie können insgesamt aus einer großen Vielfalt an natürlichen Quellen, darunter auch feste Fette oder Abfallstoffe wie Talg gemacht werden. Pflanzliche Öle aus gentechnisch veränderten Pflanzen, wie z. B. Sonnenblumen und Raps mit besonders hohen Ölsäuregehalten, werden zunehmend in Anwendungen eingesetzt, bei denen eine höhere oxidative Stabilität notwendig ist (Salimon et al. 2010).

Der Markt für Schmierstoffe ist in Europa bereits in einem ausgereiften Stadium. Der leichte Rückgang der Volumina in der jüngeren Vergangenheit ist darauf zurückzuführen, dass neue Schmierstoffe länger nutzbar sind Schmierstoffwechsel seltener notwendig werden. Darüber hinaus wurden Motoren und Geräte so weiterentwickelt, dass sie einen geringeren Bedarf an Schmierstoff haben. Zurzeit ist die Automobilindustrie der größte Schmierstoffverbraucher (ca. 50 Prozent).

Industrieangaben zufolge könnten über 90 Prozent aller Schmierstoffe durch Bioschmierstoffe ersetzt werden: Dies ergebe ein Potenzial für Bioschmierstoffe auf dem europäischen Markt von bis zu 9 Mio Tonnen pro Jahr. Der hohe Preis der Bioschmierstoffe (sowohl auf Basis von Pflanzenölen und vor allem auf Basis synthetischer Ester) ist gegenwärtig das größte Hemmnis für die Entwicklung von Bioschmierstoffe. Sie sind in der Regel zwischen 1,5 und 5-mal teurer als herkömmliche Schmiermittel (Dokos 2007).

In Deutschland sind vor allem auf der Basis des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) Regelungen in Kraft, welche die Verwendung von Mineralöl basierten Schmiermitteln beispielsweise an Binnengewässern und in Waldgebieten zumindest einschränken (v. a. § 6 BBodSchG) (Marscheider-Weidemann et al. 2005). Das zwischenzeitlich in Deutschland durchgeführte 'Markteinführungsprogramm für Bioschmierstoffe lief im Jahr 2008 aus (Kap. 4.5.2).

### **3.5 Biopolymere**

Biobasierte Polymere bilden einen aufstrebenden Markt, der bislang von wenigen Großunternehmen in Westeuropa und den Vereinigten Staaten (z. B. Dow;

NatureWorks, eine 100Prozentige Cargill-Tochter) dominiert wird (Günther 2010).<sup>3</sup> Die aktuelle Nutzung ist zwar gering, mittel- bis langfristig werden große Zukunftspotenziale gesehen (u. a. Beucker/Marscheider-Weidemann 2007; Enzing et al. 2007; Wydra 2009). Im Jahr 2007 lag die weltweite Produktionskapazität von biobasierten Polymeren bei 0,36 Mio Tonnen (Mt). Einige biobasierte Polymere werden bereits seit vielen Jahrzehnten eingesetzt. Beispiele für reife, hochvolumige Anwendungen sind die Verwendung von Stärke als Leimungsmittel in der Papierherstellung und die Verwendung von Cellulose für die Herstellung von Cellulosefasern. Allein der Einsatz von Stärke in der Papierproduktion beläuft sich auf 2,6 Mt und liegt damit um den Faktor 7 höher als die weltweite Produktionsmenge von biobasierten Kunststoffen. Aktuell ist das Gesamtvolumen der Non-Food- und Nicht-Kunststoff-Anwendungen von Stärke und Cellulosefasern 55 Mal größer als das Gesamtvolumen der neuen biobasierten Polymere (ca. 20 Mt versus ca. Mt 0,36 im Jahr 2007). Diese neuen biobasierten Polymere können dieses Niveau in etwa 20-30 Jahren erreichen (Shen et al. 2009).

Die Rolle, die leichte herkömmliche Kunststoffe in der Vergangenheit gespielt haben, wie z. B. langlebige Materialien wie Eisen und Stahl in großen Mengen zu ersetzen, könnte bald von biobasierten Polymeren übernommen werden. Die wichtigsten Produkte im Hinblick auf Produktionsvolumina sind zurzeit PLA (Polymilchsäure) (0,15 Mt) und stärkebasierte Kunststoffe (0,15 Mt). Bis 2013 wird sich die weltweite Produktionskapazität von biobasierten Polymeren voraussichtlich von 360.000 Tonnen im Jahr 2007 auf etwa 2,3 Mt im Jahr 2013 erhöhen und bis 2020 auf 3,5 Mt. Dies entspräche einem jährlichen Wachstum von 37 Prozent. Es wird dabei erwartet, dass die wichtigsten Produkte stärkebasierte Kunststoffe (1,3 Mt), PLA (0,8 Mt), biobasiertes Polyethylen (PE) (0,6 Mt) und Polyhydroxyalkanoate (PHA) (0,4 Mt), sein werden (Shen al. 2009).

Die wichtigsten biobasierten Polymere können insgesamt in elf Gruppen eingeteilt werden (Shen et al. 2009):

- Stärkebasierte Kunststoffe,
- Cellulosebasierte Polymere,

---

<sup>3</sup> Die Bezeichnung Biopolymere wird in der Literatur für unterschiedliche Arten von Polymeren verwendet (IPTS 2007). So werden Polymere, die aus Biomasse bzw. nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, Polymere, die biotechnologisch hergestellt werden, aber auch Polymere, die biologisch abbaubar sind, als Biopolymere definiert (Enzing et al. 2007b). Zwar gibt es deutliche Überschneidungen zwischen diesen Gruppen, sie sind aber nicht identisch. So sind biotechnologisch hergestellte Polymere in der Regel aus nachwachsenden Rohstoffen und meistens biologisch abbaubar, aber nicht immer. Zudem existieren mittlerweile auch petrochemische Polymere (z. B. Ecoflex der BASF), die biologisch abbaubar sind. Im Mittelpunkt dieser Studie stehen v. a. biotechnologisch hergestellte Polymere auf Basis Nachwachsender Rohstoffe.

- Polymilchsäure (PLA),
- Biobasiertes Polytrimethylen-Terephthalat (PTT),
- Polyamide (PA),
- Polyhydroxyalkanoate (PHA),
- Polyethylen (PE),
- Polyvinylchlorid (PVC),
- andere Thermoplaste,
- Polyurethane (PUR),
- Duroplaste.

Diese Gruppen werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben. Die Informationen hierfür stammen vor allem aus Shen et al. (2009).

### **3.5.1 Stärkebasierte Kunststoffe**

Stärke ist der wichtigste Kohlenhydrat-Speicher (Polysaccharid) in Pflanzen. Seit vielen Jahrzehnten haben stärkebasierte Polymere eine wichtige Rolle in nicht-Kunststoff-Anwendungen eingenommen. In jüngerer Zeit sind sie zu einem Vorreiter für biobasierte Kunststoffe geworden und stellen zurzeit die mit Abstand wichtigsten biobasierten Kunststoffe, wenn auch in vergleichsweise geringen Mengen, dar. Sie werden überwiegend für Verpackungen und kurzlebige Konsumgüter verwendet. Die weltweite Produktionskapazität für Kunststoffe auf Stärkebasis wird auf 170 Kilotonnen (kt) im Jahr 2007 geschätzt, davon 75 Prozent in Europa. Dort ist die Produktionskapazität für stärkebasierte Polymere von 30 kt pro Jahr im Jahr 2003 auf ungefähr 130 kt im Jahr 2007 gestiegen. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von fast 50 Prozent.

Die meisten dieser Kunststoffe werden für die Verpackung, einschließlich löslichen Folien für industrielle Verpackungen, Folien für Beutel und Säcke, und lose Verpackungsfüllstoffe wie Chips (sog. „loose fills“), verwendet. Neuere Anwendungen sind Komponenten für Automobile (z. B. Verwendung anstelle von Ruß zur Verstärkung von Gummireifen; Armaturenbretter bzw. Abdeckungen), elektronische Geräte, Haushaltsgeräte und andere langlebige Anwendungen. Führende europäische Hersteller mit etablierten Produkten auf dem Markt sind Novamont, Biotec, Rodenburg, BIOP, Limagrain und PaperFoam. Stärke für Kunststoffe wird aus Mais, Weizen, Kartoffeln, Maniok, Tapioka und Reis gewonnen. Einige Unternehmen nutzen Abfallströme, z. B. Rodenburg in den Niederlanden verwendet Kartoffelschalen aus der Herstellung von Pommes Frites als Ausgangsstoff. Kunststoff-Erzeuger aus Stärke forcieren derzeit

eine Politik, keine Rohstoffe aus gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) in der EU zu verwenden, da gentechnisch veränderte Pflanzen kontrovers diskutiert werden und eine ablehnende öffentliche Meinung vorherrscht.

### 3.5.2 Cellulosebasierte Polymere

Cellulose ist ein komplexes Polysaccharid mit Kristallstruktur, das als Gerüstsubstanz sowohl in verholzten (z. B. Bäume) als auch nicht verholzten Pflanzen (z. B. Baumwolle) vorkommt. Die Polymere werden durch Extraktion oder chemische Modifikation der natürlichen Cellulose hergestellt. Cellulose hat eine lange Geschichte in der Chemiefaser-Produktion und wurde auch für viele Dekaden in Non-Food-Kunststoff-Anwendungen eingesetzt. Es gibt drei Hauptgruppen von Cellulose-Polymeren:

- Cellulose-Ester, wobei zwischen anorganischen Celluloseestern (insbesondere Cellulosenitrat) und organischen Celluloseestern (z. B. Cellulose-Acetat) unterschieden werden kann. Organische Celluloseester dienen zur Herstellung von Faserrohstoffen (z. B. Acetatseide), Folien, Spritzgussmassen und Beschichtungstoffen wie Lacke hergestellt werden. Die wichtigsten anorganischen Celluloseester sind Cellulosenitrat und Cellulosexanthogenat; aus ihnen können z. B. Kunstfasern („Reyon“) oder glasklare Folien (Zellglas, Cellophan®) hergestellt werden.
- Celluloseether (z. B. Carboxymethylcellulose). Celluloseether finden u. a. als Filmbildner, Klebstoffe, Schutzkolloide, Stabilisatoren, Waschlösungsmittel, Plastifizierungsmittel und Wasserretentionsmittel sowie Verdickungsmittel vielseitige Anwendung in Wasch- und Reinigungsmitteln, Kosmetika, weiterhin in der Pharmazie, sowie in Klebstoffen, Baustoffen und Anstrichstoffen, in der Textil-, Papier- und Kabelindustrie, in Bergbau und Erdölförderung, Landwirtschaft und Polymerisationshilfsmitteln.
- Regeneratcellulose. Als Regeneratcellulose wird Cellulose bezeichnet, die aus einer Lösung von Cellulose oder Cellulose-Derivaten durch Fällungsprozesse, meist unter Formgebung wiedergewonnen wird. Beispiele für Regeneratcellulosen sind unter anderen Kupferseiden, Viskosefasern oder Zellglas (Zellophan).

Regeneratcellulose ist die mit Abstand größte dieser drei Gruppen (rund 3,5 Mio t weltweit), gefolgt von Cellulose-Ester (> 1 Mio t) und Celluloseether (<1 Mio t). Anorganische Celluloseester und Celluloseether werden als Cellulose-Polymere für Nicht-Kunststoff-Anwendungen eingestuft. Cellulose-Kunststoffe werden aus organischen Celluloseestern und Regeneratcellulose hergestellt. In den letzten Jahren ist das Interesse an Cellulosefilmen gestiegen, aber die produzierten Mengen sind bisher recht klein (Produzent Innovia, UK). Einige Cellulosepolymere verzeichnen in den letzten Jahren höhere Wachstumsraten, was zum einen auf die gestiegene Nachfrage nach biobasierten, umweltfreundlichen Produkten, zum anderen auf die ökonomische Entwicklung in aufstrebenden Ländern, insbesondere China, zurückzuführen ist.

### 3.5.3 Polymilchsäure (PLA)

Polymilchsäure (PLA) ist ein Polyester, das durch Polymerisation des biobasierten Fermentationsprodukts Milchsäure hergestellt wird. PLA wurde erst kürzlich auf den Markt für Kunststoff-Anwendungen eingeführt und wird nunmehr kommerziell in großem Maßstab hergestellt. Weltweit gibt es zurzeit zwei Großanlagen (70 kt Kapazität von NatureWorks PLA in den USA und 75 kt Kapazität von Lactid PURAC in Thailand). Auch in Europa haben Unternehmen Interesse an der Großproduktion von PLA, wie die belgische Firma Galactic, ein Hersteller von Milchsäure und davon abgeleiteten Produkten. 2007 wurde das Joint Venture Futerro von den beiden belgischen Unternehmen Galactic und Total Petrochemicals angekündigt, um Produktionsprozesse zu entwickeln und eine Pilotanlage für PLA mit einer Kapazität von 1,5 kt/Jahr im belgischen Escanaffles bei Tournai aufzubauen. Diese wurde 2010 in Betrieb genommen. 2008 kündigte Pyramid Bioplastics (CH) an, bis 2012 eine PLA-Anlage mit einer Kapazität von 60 kt auf Basis der Uhde Inventa-Fischer Polymerisationstechnologie in Guben (Deutschland) aufzubauen. .Betreiber ist die Pyramid Bioplastics Guben GmbH. Zusätzlich entsteht in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP) in Golm ein „Biopolymer-Anwendungszentrum“ für die Weiterentwicklung von PLA-Anwendungen.

NatureWorks LLC hat als erstes Unternehmen weltweit PLA großtechnisch hergestellt und eine Vorreiterrolle bei der Erschließung der Märkte eingenommen. Die Produkte werden unter den Markennamen NatureWorks® und Ingeo® vermarktet. Die Kapazität der Produktionsanlage in Blair, USA wurde seit Beginn der Produktion 2002 zunehmend stärker ausgelastet; 2008 erfolgte ein Wechsel auf eine neue Fermentations- und Aufreinigungstechnologie. Das gesamte Investitionsvolumen beläuft sich bislang auf 300 Mio US\$ für die Produktionsanlage sowie 450 Mio US\$ für Forschung und Entwicklung, Prozessentwicklung und technische Unterstützung ([www.natureworkslc.com](http://www.natureworkslc.com)).

PURAC (Gorinchem, NL) ist der weltweit führende Hersteller für Milchsäure und Milchsäurederivate. PURAC betreibt neben der Großanlage in Thailand seit 2008 eine Demonstrationsanlage für Lactid in Spanien, die eine Kapazität von einigen Tausend Tonnen/Jahr aufweist. In dieser Anlage werden L- und D-Lactid hergestellt, die Ausgangsmaterialien für die Herstellung von hitzebeständigem PLA sind.

PLA hat sich bereits für eine breite Palette von Anwendungsbereichen, wie z. B. Verpackungen (Becher, Flaschen, Folien, Schalen), Textilien (Shirts, Teppiche), Vliesstoffe (Windeln), Elektronikprodukte (Handygehäuse), Landwirtschaft (meist in Blends mit thermoplastischer Stärke) und Einmalbesteck etabliert. Eine neuere Entwicklung ist

hitzebeständiges PLA. Dadurch können weitere Anwendungen für PLA erschlossen werden, z. B. Textilien, die bei höherer Temperatur gewaschen werden können (Teijin 2007) und Wegwerfbecher für Heißgetränke. PLA-Blends und (Nano-) Verbundwerkstoffen wird auch zunehmende Aufmerksamkeit zuteil.

### 3.5.4 Biobasiertes Polytrimethylen-Terephthalat (PTT)

Polytrimethylenterephthalat (PTT)<sup>4</sup> ist unverzweigter aromatischer Polyester, der durch Polykondensation von 1,3-Propandiol (Trimethylenglykol, 3G oder PDO) entweder mit gereinigter Terephthalsäure (PTA) oder mit Dimethylterephthalat (DMT) hergestellt wird (Brown et al. 2000). In den ersten Jahren lag der Schwerpunkt der Anwendung für PTT bei Fasern (Textilien und Teppiche), hat sich aber nun auf technische Kunststoffen, Harze, Verpackungen sowie auf den Ersatz der Kunststoffe Nylon, PET etc. ausgeweitet.

Nach der herkömmlichen Produktionsroute werden die beiden Monomere, 1,3-Propandiol und Terephthalsäure bzw. Dimethylterephthalat, Für das biobasierte PTT wird das Diol 1,3-Propandiol fermentativ aus verzuckerter Maisstärke hergestellt (Bio-PDO), während die Säurekomponente Terephthalsäure bzw. Dimethylterephthalat nach wie vor petrochemisch produziert wird. Die Produktion von Bio-PDO wurde entwickelt und kommerzialisiert durch das Joint Venture DuPont Tate & Lyle LLC.

### 3.5.5 Polyamide (PA)

Nylon ist ein generischer Name für eine Familie von langkettigen Polyamiden, die als integralen Bestandteil der Polymerhauptkette wiederkehrende Amidgruppen [-CONH-] haben. Der Anteil von Nylon, das mit Spritzguss-, Extrusions und anderen üblichen Kunststoffverarbeitungsverfahren verarbeitet werden kann, hat stetig zugenommen: in Westeuropa stieg er von 24 Prozent des gesamten Verbrauchs in 1978 auf 60 Prozent in 2006 (Rosenau 2007). Weltweit werden im Jahr 2006 etwa 2,6 Mt Polyamide für technische Kunststoffe eingesetzt; dies sind ca. 40 Prozent der weltweiten Produktion von Polyamiden und 30 Prozent der weltweiten technischen Kunststoffproduktion. Typische Anwendungsgebiete für Polyamide bei technischen Kunststoffen sind die Automobilindustrie, der elektrische und elektronische Bereich, Verpackung und Bau (Rosenau 2007).

---

<sup>4</sup> Polytrimethylenterephthalat (PTT) wird auch PTMT (Polytrimethylenterephthalat) und PPT (Polypropylenterephthalat) genannt; sie bezeichnen alle dasselbe Polymer.



Es gibt bereits einige (teilweise) biobasierte Polyamide auf dem Markt: dies sind PA11, das als Monomer die aus Rizinusöl gewonnene 11-Aminoundecansäure enthält, sowie PA610, das als eine biobasierte Komponente Sebacinsäure aus Rizinusöl enthält. Die anderen Polyamide, die potenziell aus Bio-Rohstoffen in der Zukunft produziert werden können, sind PA66, PA69, PA6, PA46 und PA36. Allerdings ist es bei der aktuellen Informationslage schwierig zu beurteilen, in welchem Ausmaß biobasierte Routen von Monomeren bei der Herstellung von Polyamiden wirtschaftlich eingesetzt werden könnten: Es laufen FuE-Vorhaben, die auf die fermentative Herstellung von Adipinsäure aus Zuckern abzielen. Sollte dies erfolgreich bis zur Produktion im industriellen Maßstab entwickelt werden können, wäre die Basis für die Herstellung eines teilweise biobasierten PA66 gelegt. Azelainsäure kann aus Ölsäure hergestellt werden, die einen Hauptbestandteil von Oliven- und Palmkernöl ausmacht. Azelainsäure wird zur Herstellung von PA69 eingesetzt. Für die Herstellung von PA6 wird  $\epsilon$ -Caprolactam als Monomer verwendet. Hier laufen Forschungsarbeiten,  $\epsilon$ -Caprolactam zu wettbewerbsfähigen Kosten aus der fermentativ im industriellen Maßstab produzierten Aminosäure L-Lysin herzustellen.

### 3.5.6 Polyhydroxyalkanoate (PHAs)

Polyhydroxyalkanoate (PHA) sind Reservestoffe von Bakterien und können fermentativ produziert werden. Während z. B. die PLA Produktion ein zweistufiges Verfahren ist, bei dem das Produkt des Fermentationsschritts das Monomer ist, das durch einen konventionellen Polymerisationsschritt zum Polymer umgesetzt werden muss, werden PHA-Polymere direkt durch die Mikroorganismen produziert. Heute können kommerziell erhältliche PHAs für Spritzguss, Extrusion und Papierbeschichtungen verwendet werden. Dadurch wird ein breites Spektrum von Anwendungen erschlossen, wie z. B. Einmalbesteck, Verpackungen (Säcke, Kisten und Schäume), Mulchfolien für die Landwirtschaft, Körperpflegeprodukte (Rasierer und Zahnbürstengriffe), Bürobedarf (Kugelschreiber), Spielzeug und verschiedene Haushaltswaren. PHAs können auch zu Fasern extrudiert und dann bei der Herstellung von Autoteppichen, Zahnseide oder Zigarettenfiltern eingesetzt werden (PHB Industrial 2008).

Die größten Produzenten von PHA sind die japanische Firma Kaneka Co., die US-Unternehmen Telles und Meredian Inc. sowie die chinesischen Unternehmen Tianan Biological Material Co. und Tianjin Green BioSciences Ltd, welches u. a. ein Joint-Venture von DSM ist. Meredian baut derzeit eine Anlage mit einer Kapazität von 270 kt in den USA und mehrere andere Unternehmen haben ihrerseits angekündigt, ihre Aktivitäten auszuweiten: DSM kündigte die Investition in eine chinesische Firma GreenBio an um bis 10 kt PHA pro Jahr zu produzieren. Tianan Biological Material Co plant, seine Produktionskapazität auf 20 kt zu verzehnfachen. Das Unternehmen Braskem und

ein Joint Venture von Dow und Crystalsev werden Anlagen in Brasilien in Betrieb nehmen, die PHAs mit Kapazitäten von 200 kt (2009) bzw. 350 kt (2012) produzieren sollen.

### **3.5.7 Polyethylen (PE)**

Polyethylen ist der am häufigsten verwendete Kunststoff, mit einer jährlichen Produktionskapazität von rund 80 Mio Tonnen. Seine primäre Verwendung liegt bei Verpackungen, insbesondere bei Plastiktüten (Piringer et al. 2008). Biobasiertes Polyethylen kann aus Bioethanol hergestellt werden; es hat genau die gleichen chemischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften wie das petrochemische Polyethylen. Die ersten Produktionsanlagen verwenden Bioethanol, das aus Zuckerrohr produziert wird. Als Biomasserohstoffe können aber auch Zuckerrüben oder stärkehaltige Pflanzen wie Mais, Weizen oder andere Getreidearten verwendet werden.

Braskem und Toyota Tsusho Corporation haben gemeinsame Marketing-Aktivitäten für die Herstellung von biobasiertem Polyethylen aus Zuckerrohr begonnen. Braskem baut eine neue Anlage in ihrem bestehenden Industriepark in Triunfo, RS, Brasilien, mit einer jährlichen Produktionskapazität von 180 kt auf, und wird Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) und Polyethylen niedriger Dichte (PE-LD) aus Zuckerrohr basierendem Bioethanol produzieren (Braskem 2008).

### **3.5.8 Polyvinylchlorid (PVC)**

Polyvinylchlorid (PVC) kann für zahlreiche Anwendungen genutzt werden. Die Produktion von Filmen und vor allem Flaschen aus PVC ging in den letzten Jahrzehnten zurück, während sich der PVC-Verbrauch bei Kunststoffprofilen (z. B. für Fensterrahmen) von 1980 bis 2004 verdoppelte (Baitz et al. 2004). Infolgedessen wird PVC heutzutage vorrangig in der Bauwirtschaft verwendet. Einige Verbindungen, die bei der Herstellung von PVC entstehen, sind toxisch.

Insbesondere die Verwendung in Verpackungen gilt mittlerweile als problematisch, da sich die Trennung von PVC in Abfällen als große Herausforderung erweist. Kontinuierliche Verbesserungen, unter anderem durch die Einführung der besten verfügbaren Technologien und der Einführung von freiwilligen Zusagen der PVC-Industrie einschließlich Emissionsgrenzwerten und Recyclingquoten, haben mittlerweile zu einem besseren Ruf dieser Branche beigetragen.

2007 kündigte Solvay Indupa die Produktion von 60 kt biobasiertem Ethylen für die Produktion von 360 kt PVC an (Solvay 2007). Solvay ist damit bislang das einzige Un-

ternehmen, dass die Produktion von PVC aus teilweise biobasierten Rohstoff angekündigt hat.

### 3.5.9 Andere Thermoplaste

Die oben diskutierten thermoplastischen Polymeren werden bereits biobasiert in Großanlagen hergestellt oder ihre industrielle Produktion wurde kürzlich durch Unternehmen angekündigt. Im Gegensatz dazu können auch Thermoplaste wie Polyester, ethylen-basierte Verbindungen, methanol-basierte Verbindungen; propylen-basierte Verbindungen biobasiert hergestellt werden oder es wird zumindest ein technischer Durchbruch in den nächsten Jahren erwartet; bislang werden sie aber nicht in großem Maßstab produziert:

- *Polyester*: Polyester stellen eine große Gruppe von Polymeren dar, die für eine vollständige oder bisher vor allem partielle biobasierte Substitution eignen, da organische Säuren und organische Alkohole als Monomerbausteine dienen, die biotechnisch herstellbar sind. Abgesehen von Polymilchsäure (PLA), Poly-Trimethylen-Terephthalat (PTT) und Polyhydroxyalkanoate (PHA), die im Hinblick auf die Erreichung großtechnischer Produktion fortgeschritten sind, haben auch eine Reihe von anderen Polyestern das Potenzial, aus biobasierten Rohstoffen hergestellt werden.
- *Ethylen-basierte Verbindungen*: Es gibt mehrere Polymere, die teilweise Ethylen-basiert sind, aber nicht zu der Produktgruppe der Polyester gehören. Diese Verbindungen sind weitere Kandidaten für den Einsatz von biobasiertem Ethylen. Neben biobasiertem Polyethylen und PVC sind wichtige Gruppen Polystyrol (mit einer biobasierten anstelle der petrochemischen Ethylen-Kette) und EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk-Monomer). Ethylen kann auch für die Herstellung von Duroplasten verwendet werden, insbesondere für Epoxidharze.
- *Propylen-basierte Verbindungen*: Propylen ist die zweitwichtigste organische Basischemikalien nach Ethylen. Die Propylen-Produktion ausgehend von biobasierten Rohstoffen scheint schwieriger als im Fall von Ethylen zu sein - zumindest liegt die Entwicklung von Prozessen für die Herstellung von Bio-Propylen hinter denen von biobasiertem Ethylen zurück.
- *Methanol-basierte Verbindungen*: Durch Vergasung von Biomasse kann Synthesegas erzeugt werden, welches im Prinzip Synthesegas aus fossilen Rohstoffen wie Erdgas, Schweröl und Kohle ersetzen kann. Die zweitwichtigste Verwendung von Synthesegas ist die Herstellung von Methanol (wichtigste Anwendung ist die Erzeugung von Wasserstoff für die Ammoniaksynthese). Methanol wird in erheblichen Mengen für die Herstellung von Phenolharzen oder Polyacrylaten verwendet.

### 3.5.10 Polyurethane (PUR)

Polyurethane (PURs) sind eine Familie von Polymeren, die wiederkehrende Urethan-[-NH-CO-O]-Gruppen in der Hauptkette haben. Sie sind äußerst vielseitige Kunststoffe, die in einer Vielzahl von Formen als flexible oder starre Schaumstoffe, Elastomere, Beschichtungen, Kleb- und Dichtstoffe eingesetzt werden. PURs nehmen eine wichtige Stellung auf dem Weltmarkt für Hochleistungskunststoffe ein. Weltweit werden rund 14 Mt (in 2006) PUR produziert (Petrovic 2008), im Jahr 2007 belief sich der weltweite Verbrauch auf mehr als 12 Mt, mit einer jährlichen Wachstumsrate von etwa 5 Prozent (Avar 2008). Bei den weltweit meistverkauften Kunststoffen nehmen Polyurethane Position sechs ein und haben einen Anteil von ca. 6 Prozent am Gesamtverbrauch.

PURs werden durch die Reaktion von zwei Komponenten hergestellt: einem Polyol und einem Isocyanat. Bisher wird die Isocyanat-Komponente ausschließlich aus petrochemischen Rohstoffen gewonnen, aber die Polyol-Komponente kann aus nachwachsenden Rohstoffen wie Sojaöl, Rizinusöl, Sonnenblumenöl und Rapsöl produziert werden. Abhängig von den gewählten Bausteinen und deren Herkunft, variiert der biobasierte Gehalt der kommerziell erhältlichen biobasierten Polyole zwischen 30-100 Prozent. Folglich variiert der biobasierte Gehalt von PURs ebenfalls zwischen den verschiedenen Produkten und Anwendungen, mit einer Bandbreite von 8-70 Prozent.

### 3.5.11 Duroplaste

Duroplaste sind Kunststoffe, die durch irreversible, engmaschige Vernetzung aus Oligomeren entstehen. Das Wort „Duroplast“ wird dabei sowohl für die Rohstoffe vor der Vernetzung als auch als Sammelbezeichnung für die ausgehärteten Polymere verwendet. Im Gegensatz zu Thermoplasten werden Duroplaste selbst bei höheren Temperaturen nicht fließfähig und verhalten sich bei sehr begrenzter Deformierbarkeit elastisch. Zu den Duroplasten gehören unter anderen die technisch wichtigen Stoffgruppen der Diallylphthalat-Harze, Epoxidharze, Harnstoff-Formaldehyd-Harze, Melamin-Formaldehyd-Harze, Melamin-Phenol-Formaldehyd-Harze, Phenol-Formaldehyd-Harze und ungesättigten Polyesterharze.

Weltweit wird der Verbrauch der Duroplaste auf insgesamt 21,6 Mt geschätzt. Es werden Wachstumsraten von mehr als 2,5 Prozent pro Jahr prognostiziert. Allerdings unterliegt diese Angabe erheblichen Unsicherheiten, da viele weiterverarbeitende Unternehmen ihre Harz-Verbindungen selbst herstellen und wichtige Zulieferer keine Angaben zu Liefermengen machen (Pham et al. 2005; Shen et al. 2009).

Die Anwendungen von Duroplasten sind zahlreich und vielfältig: Eine Hauptanwendung ist als Matrix in Verbundwerkstoffen. Verbundwerkstoffe werden in vielen Bereichen

wie Automobil, Luftfahrt und Marine als Hochleistungswerkstoffe akzeptiert. Auch in Klebtechnik haben Duroplaste Innovationen ermöglicht: waren zuvor nur wenig belastbare Klebeverbindungen möglich, so werden neue Formulierungen sogar für die Verbindung von Flugzeug- bzw. Autoteilen eingesetzt. Die Bau- und die Lackindustrie sind ebenfalls wichtige Märkte für Duroplaste. Als Innovationen bei Materialien zählen die Verwendung von natürlichen Fasern als Verstärkungen in Verbundwerkstoffen und die Anwendung von Biopolymeren als Matrixmaterialien.

### **3.6 Biobasierte Lösungsmittel**

Lösungsmittel sind Flüssigkeiten, die für die Verarbeitung anderer Materialien, das Auflösen, Reinigen, Suspendieren und Extrahieren eingesetzt werden. Industrielle Lösungsmittel werden als Bestandteile von Produktformulierungen oder als Verarbeitungshilfsstoffe in der Fertigung eingesetzt. Der globale Lösungsmittel-Markt wird auf rund 19,7 Mt pro Jahr geschätzt, der EU-Lösungsmittel-Markt auf etwa 5 Mt pro Jahr. Davon sind 1,9 Mt Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel. Europäische Lösungsmittel-Hersteller haben einen geschätzten Gesamtumsatz von 2,5-3 Mrd €. Die Produktion der meisten Lösungsmittel erfolgt hauptsächlich ausgehend von fossilen Rohstoffen. Mindestens 12,5 Prozent des gesamten Lösungsmittelmarktes könnten aus pflanzlichen Rohstoffen hergestellt werden, doch bisher sind weniger als 1,5 Prozent erreicht worden (KTN 2006).

Die Nachfrage nach Lösungsmittel wird vermutlich nur moderat wachsen, aber das Spektrum der verwendeten Lösungsmittel wird sich unter ökologischen und rechtlichen Druck weiterhin stark verändern um Emissionen von klimaschädlichen Substanzen zu reduzieren. Durch den von Regulierungsbehörden ausgeübten Druck wurden bereits Produkte und Prozesse, die konventionelle Lösungsmittel nutzen, so geändert, dass inakzeptable Lösungsmittel ersetzt oder zumindest reduziert, bzw. Lösungsmittel in einem geschlossenen System recycelt werden, um insgesamt die Emissionen zu verringern. Dies hat sich auf alle Lösungsmittel-Märkte in der industriellen Produktion, im Transportwesen und der Bauwirtschaft ausgewirkt. Als Folge dieser Veränderungen ergeben sich neue Marktchancen für höherwertige Spezial-Lösungsmittel, umweltfreundliche biologische Lösemittel und für konventionelle Lösungsmittel, die von Regulierungen befreit sind, um herkömmliche kohlenwasserstoffbasierte und chlorierte Lösungsmittel zu ersetzen (Wildes 2007).

Obwohl die Verwendung von chlorierten Lösungsmitteln zurückgeht, muss ein Ersatz für einige Anwendungen noch gefunden werden; dies bedeutet, dass diese Ozonschicht abbauenden Verbindungen noch weiter in die Atmosphäre abgegeben werden. Bio-Lösungsmittel oder Lösungsmittel-Ersatz aus biologischen Quellen haben das Po-

tenzial, zu einer erheblichen Reduzierung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen (engl. volatile organic compounds, VOC) in die Atmosphäre beizutragen. Biobasierte Lösemittel emittieren keine flüchtigen organischen Verbindungen, die für die menschliche Gesundheit und die Ozonschicht schädlich sind.

Wichtige Beispiele für neuartige Bio-Lösungsmittel sind Ester, die durch Veresterung von Sojaöl mit Methanol bzw. von fermentativ hergestellter Milchsäure mit Methanol oder Ethanol produziert werden, oder D-Limonen, das aus Schalen von Citrusfrüchten extrahiert wird. Die Bewertung und Verfeinerung der Herstellungsverfahren für Bio-Lösungsmittel wird untersucht, u. a. mit neuen Methoden unter Verwendung biologischer Rohstoffe, durch die Bio-Lösungsmittel bei geringeren Kosten und höherer Reinheit hergestellt werden können. Derartige Forschungsarbeiten werden beispielsweise am Argonne National Laboratory (USA) durchgeführt: durch die verfahrenstechnische Innovation der Pervaporation, einer Membrantrenntechnik sollen Laktat-Ester mit 90 Prozent weniger Energie als bisher und für rund 300 € pro Tonne hergestellt werden. Aktuell wird versucht, ein wirtschaftliches, kommerzielles Verfahren für die Produktion von Ethyllactat im Großmaßstab zu entwickeln (KTN 2006).

Ein weiterer Forschungsbereich ist die Herstellung von konventionellen organischen Lösungsmitteln aus Biomasse als Rohstoff. Ein Beispiel hierfür ist die Umwandlung von fermentativ hergestellter Bernsteinsäure zu Tetrahydrofuran (THF). Zwar wären die Ausgangsstoffe Biomasse, doch würde eine solche Produktion nicht die VOC-Emissionen reduzieren.

### **3.7 Biobasierte oberflächenaktive Substanzen, Tenside, Detergenzien**

Biotenside sind eine Gruppe von oberflächenaktiven Molekülen, die entweder durch mikrobielle Fermentation oder durch enzymkatalysierte Reaktionen hergestellt werden. Ihr weltweites Produktionsvolumen beträgt rund 17 Mt, der Produktionswert rund 13 Mrd €. Oberflächenaktive Substanzen werden in Wasch- und Reinigungsmitteln (54 Prozent); als Hilfsmittel bei der Textil-, Leder- und Papierherstellung (13 Prozent); in chemischen Prozessen (10 Prozent), in Kosmetika und Pharmazeutika (10 Prozent); in der Lebensmittelindustrie (3 Prozent); in der Landwirtschaft (2 Prozent) und in anderen Bereichen (8 Prozent) verwendet (Perfumo et al. 2010).

Wie synthetische Tenside sind Biotenside durch ihre Fähigkeit gekennzeichnet, die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten herabzusetzen. Spezifische Anwendungen für Biotenside ergeben sich wegen ihrer biologischen Abbaubarkeit, ihrer nicht vorhandenen oder nur geringen Toxizität in verschiedenen Branchen, wie z. B. in Farben, Kos-

metika, Textil-, Agro-, Lebensmittel- und pharmazeutischen Industrie. Als Emulgiermittel sind sie im Bergbau und in der Erzaufbereitung, zur verbesserten Erdölgewinnung und biologischen Sanierung kontaminierter Standorte aufgrund ihrer günstigen Umwelteigenschaften einsetzbar. Die geringen Ausbeuten und Produktivitäten von fermentativen Bioprozessen zur Produktion von Biotensiden, haben ihre Nutzung in kommerziellen Prozessen bislang limitiert (Perfumo et al. 2010). Enzyme sind biotechnologisch hergestellte aktive Bestandteile vieler Wasch- und Reinigungsmittel. Am häufigsten werden Proteasen, Amylasen und Lipasen zur Entfernung von protein-, kohlenhydrat- und fetthaltigen Ansammlungen eingesetzt (siehe auch Kapitel 3.7).

Der Gesamtmarkt für Waschmittel beläuft sich in den Ländern der EU, Schweiz und Norwegen auf rund 30,4 Mrd € (2006). Davon werden 24 Mrd € für Haushaltsreinigungsmittel ausgegeben, und 6,4 Mrd € im industriellen und institutionellen Bereich (AISE 2008). Die Vielfalt der Produkte im Waschmittel-Markt spiegelt sich in der Anzahl der verschiedenen Formulierungen wider, die das deutsche Umweltbundesamt (UBA) (ca. 48.500 in 1998) registriert hat. Neben Biotensiden und Waschmittel zählen auch Wasserenthärter (Zitronensäure) und weitere Produkte zur industriellen Biotechnologie (Pflaum et al. 2008).

### **3.8 Enzyme**

Enzyme sind effiziente biologische Katalysatoren, die in allen lebenden Organismen vorkommen. Industrielle Enzyme werden ganz überwiegend fermentativ unter Einsatz gentechnisch veränderter Produktionsorganismen hergestellt. Enzyme haben im Wesentlichen zwei Funktionen: Sie dienen als biologische Katalysatoren in der industriellen Verarbeitung; oder sie sind aktive Komponenten in Endprodukten wie z. B. Waschmitteln, Diagnostika, Laborreagenzien oder als Verdauungshilfsmittel.

Der Weltmarkt für industrielle Enzyme beträgt rund 2,9 Mrd US\$. Europa hat mit 31 Prozent den größten Anteil am Enzymmarkt, während sich die USA durch die höchsten Wachstumsraten mit einer jährlichen Wachstumsrate von 5 Prozent in den Jahren 2001 bis 2010 auszeichnet. Der Umsatz im Asien-Pazifik Raum mit industriellen Enzymen beträgt ca. 327 Mio US\$ (2008). Proteasen sind das größte Produktsegment mit einem Anteil von 57 Prozent (2008), während Lipasen das am schnellsten wachsende Segment darstellen, aufgrund der zunehmenden Anwendungen in Waschmittel- und Kosmetik-Märkten wird voraussichtlich eine jährliche Wachstumsrate von 9 Prozent in den Jahren 2001 bis 2010 erzielt (Danisco 2010).

## **Enzyme in Waschmittel**

Enzyme ersetzen zunehmend petrochemische Stoffe in Waschmittel: Proteasen, Lipasen, Amylasen, Cellulasen, Pektinasen und Mannasen katalysieren den Abbau sehr unterschiedlicher Substanzen, substituieren chemische Waschmittelbestandteile und können Kostenstabilität und nachhaltigere Produktionssysteme ermöglichen. Der Trend geht zu Multi-Enzym-Produkten, um durch das synergistische Zusammenwirken verschiedener Enzymaktivitäten eine insgesamt deutlich erhöhte Leistung zu erzielen.

## **Lignocellulose-Substrate für fermentative Bioprozesse**

Ein wichtiges Thema für die industrielle Forschung ist die technische und wirtschaftliche Etablierung enzymatischer Prozesse, um Lignocellulose als Substrat für biotechnologische Fermentationen zu erschließen, vor allem in der chemischen Industrie oder zur Herstellung von Biokraftstoffen (Bioethanol). Die Firma Novozymes meldete kürzlich einen Durchbruch bei der Verringerung des Enzymbedarfs um Lignocellulose zu vergärbaren Zuckern zu hydrolysieren. Das Unternehmen vermeldet, die Enzymkosten für Bioethanol aus Lignocellulose zwischen den Jahren 2007 und 2010 um das 20-fache gesenkt zu haben (Schäfer 2010).

## **3.9 Biotechnische Verfahren und Enzyme in der Textilherstellung und -veredelung**

Biotechnische Verfahren werden in der überwiegend auf nasschemischen Prozessen beruhenden Textilherstellung und -veredelung erst seit wenigen Jahren eingesetzt, doch wächst ihre Bedeutung. Die aktuellen und künftigen Einsatzbereiche sind (Ramachandran und Karthik 2004; Holme 2004; Nusser et al. 2007a):

- Aufbereitung der Fasern zu Textilien und deren Veredelung (enzymatische Vorwäsche von Fasern und Geweben, Entschlichtung von Geweben, Bleichen, Entfernung von Bleichmittelresten, Färben sowie Ausrüsten bestimmter Gewebearten). Potenziale zur Ausweitung des Einsatzes der oben angeführten Verfahren werden in ihrer Übertragung auf andere, bislang wenig genutzte Naturfasern wie z. B. Hanf gesehen. Da Kunstfasern aber einen größeren Anteil am Textilmarkt haben als Naturfasern, bestehen Herausforderungen darin, Verfahren zur enzymatischen Modifikation und Funktionalisierung auch für Kunstfasern zu entwickeln.
- Bereitstellung von Prozesshilfsstoffen, die aus Biomasse bzw. mit Hilfe biotechnologischer Verfahren hergestellt werden (Enzyme, Biotenside, biobasierte Schlichten, Textilfarbstoffe). Die mikrobielle bzw. enzymatische Hilfsstoffproduktion in Färb- und Waschprozessen mit Bestandteilen der Abwasserflotten als Substrat ist Gegenstand aktueller Entwicklungsarbeiten.



- Beiträge zur Entwicklung „intelligenter“ Textilien („smart textiles“). Hierzu zählen Filter, die sich selbst enzymatisch reinigen bzw. durch Beschichtung z. B. mit Antikörpern oder Sonden selektiv Substanzen binden und dadurch die Filterleistung spezifisch erhöhen. Darüber hinaus sind „smart textiles“ und Schutzkleidung, z. B. mit integrierten Biosensoren, möglich.

Daneben kann die Textilindustrie auch Spezialgewebe für die Biotechnologie bereitstellen, die beispielsweise als Trägermaterialien für Enzyme oder für Zellen und Gewebe im Rahmen des Tissue Engineering eingesetzt werden könnten.

Nur der Vollständigkeit halber seien auch biotechnische End-of-pipe-Verfahren zum nachsorgenden Umweltschutz erwähnt, die speziell für den Einsatz in der Textil(veredelungs)industrie angepasst wurden, die jedoch nicht zum Gegenstandsbereich dieser Studie gehört. Hierzu zählen z. B. der mikrobielle bzw. enzymatische Abbau von Farbstoffen und Textilhilfsmitteln wie z. B. der Einsatz von Peroxidasen für die Abwasserentfärbung (Nusser et al. 2007a).

### **3.10 Zellstoff- und Papierherstellung**

Da die Zellstoff- und Papierindustrie den Naturstoff Holz verarbeitet, bieten sich vielfältige Potenziale zum Einsatz biotechnischer Verfahren. In der Regel werden Kombinationen aus biotechnischen, chemischen und physikalischen Verfahren favorisiert. Die folgenden biotechnischen Verfahren kommen für den Einsatz in der Zellstoff- und Papierindustrie in Betracht:

- Erleichterung des mechanischen Holzaufschlusses durch Biopulping, einer Bebrütung von Holz hackschnitzeln mit Weißfäulepilzen (Breen und Singleton 1999).
- Cellulaseinsatz bei der mechanischen Zellstofferzeugung: Die mechanische Zellstofferzeugung wird bisweilen kombiniert mit einer enzymatischen Vorbehandlung durch Cellulasen. Dadurch kann der benötigte Energieeintrag reduziert und die Faserqualität verbessert werden (Bhat 2000).
- Biobleaching (Biobleiche) von alkalisch hergestellten Zellstoffen mit Lignin-abbauenden Enzymen.
- Enzymatische Entfernung von Störstoffen der Papiererzeugung (Pitch).
- Enzymatische Altpapieraufbereitung und -modifizierung. Zwei Ansätze werden bei der Altpapieraufbereitung verfolgt: die enzymatisch herbeigeführte Verbesserung der Entwässerungseigenschaften und das enzymunterstützte Deinking.

### 3.11 Naturfaserverstärkte Kunststoffe und Baustoffe

Da die petrochemischen synthetischen Materialien, die nicht leicht biologisch abbaubar sind, zukünftige Probleme bereiten, wenn sie in der Deponie landen, haben die Bemühungen zugenommen, nach natürlichen erneuerbaren Baustoffen zu suchen, die wenig fossile Energie benötigen, eine minimale Verschmutzung und geringe Gesundheitsrisiken verursachen. Die wichtigsten nachwachsenden Baustoffe sind: Natürliche Dämmstoffe, Flachs, Hanf Kalk, Strohballenbau und nachhaltige Holz- und Holzprodukte.

Zwar ist Holz der wichtigste nachwachsende Rohstoff, aber es dauert viele Jahrzehnte bis Bäume wachsen. Selbst mit der nachhaltigen Waldbewirtschaftung ist es nicht möglich synthetische Materialien vollständig zu ersetzen. Es gibt viele neue Holzprodukte auf ökologischer Basis (Bauplatten, Holzfaserdämmstoffprodukte usw.). Viele dieser Produkte verwenden mittlerweile sehr wenig synthetischen Klebstoff und einige basieren auf Holzabfällen und Holzspänen.

Allerdings kann Cellulose auch aus Pflanzen produziert werden, die jährlich geerntet werden können. Weiden werden als Kurzumtriebshölzer zur Gewinnung von Biomasse erst seit wenigen Jahren angebaut. Zahlreiche Versuche wurden mit Fasermaterialien durchgeführt, die aus den Pflanzen Miscanthus, Flachs und Hanf gewonnen werden. Die Verbrennung dieser Materialien zur Energiegewinnung wird kontrovers diskutiert, da Bedenken hinsichtlich des hohen Flächenbedarfs bestehen. Stattdessen fokussieren Industrie und Landwirtschaft auf Cellulose- und Faser-Produkte, die höheren wirtschaftlichen Wert haben und synthetische Produkte ersetzen können (Bevan 2008).

Es stehen natürliche Dämmstoffe aus einer Vielzahl von Materialien wie Flachs, Holzfasern, Holzabfälle, Hanf und Schafwolle zur Verfügung. Trotz der höheren Kosten werden dieser Materialien von einigen Architekten und Bauherren genutzt, da die Nachfrage nach ökologischem Bauen steigt. Hanf-Kalk-Dämmputze können als wetterbeständige Wandisolierung eingesetzt werden, die zudem neuartige Designmöglichkeiten bieten. Sie können sowohl direkt auf der Baustelle verarbeitet als auch in vorgefertigten Teilen (z. B. bei Fertighäusern) eingesetzt werden. Verbundwerkstoffe mit Hanf können in vielen Formen des Hausbaus oder sogar bei mehrstöckigen Bürogebäuden, Fabriken und Lagerhäusern verwendet werden und können einen Beitrag zu „Null-Kohlenstoff-Bauwerken“ leisten (Bevan 2008).

Bislang sind aber kaum verlässliche Daten für den Markt der erneuerbaren Baustoffe erhältlich. Dies liegt der hohen Konsolidierung im Bereich der erneuerbaren Baustoffe und an der mangelnden öffentlichen Beachtung solcher Produkte. Nach Angaben von Carus et al. (2010) hat es bei der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen für Baustoffe in Deutschland in den letzten 10 Jahren kein Wachstum gegeben. Die be-

stehenden politischen Unterstützungsinstrumente sind nur auf ein paar ausgewählte Produktlinien ausgerichtet, zeitlich limitiert und z. T. gar nicht mehr in Kraft. Sie umfassen die Unterstützung der EU für die Verarbeitung von Hanf, Flachs und Fasern oder das zwischenzeitliche Markteinführungsprogramm für Naturfaser-Dämmstoffe (Carus et al. 2010). Die Befürworter der erneuerbaren Baustoffe bilden noch einen kleinen Anteil der Bauwirtschaft, und sind meist auf umweltbewusste Verbraucher und spezialisierten Baufirmen beschränkt. Der potenzielle Markt für diese Materialien wird aber als groß eingeschätzt (Günther 2008).

Der Begriff Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) beschreibt eine Klasse von Verbundwerkstoffen, bei denen Naturfasern in eine Kunststoffmatrix eingebettet sind. Typische Naturfasern für NFK sind Flachs und Hanf sowie Jute, Kenaf und Sisal. Bauelemente und Formteilen aus NFK bieten eine hohe Steifigkeit und Widerstandsfähigkeit in Kombination mit niedriger Dichte und Gewicht.

Darüber hinaus brechen sie ohne scharfe Kanten und splintern – anders als reine Kunststoff- oder glasfaserverstärkte Kunststoffe – nicht. Aufgrund dieser Eigenschaften sind NFK ideal für die Automobilindustrie, wo Kraftstoffeinsparung durch Gewichtsreduktion wichtig ist. Sie werden vor allem für Verkleidungsbauteile im Fahrzeuginneren verwendet. NFK-Materialien werden meist in den mittleren und Luxus-Klasse eingesetzt, da sie für die Kompaktklasse noch nicht kosteneffizient genug sind.

Zum Beispiel verwendete die deutsche Automobilindustrie im Jahr 2005 fast 19 000 Tonnen Naturfasern (ohne Holz-Fasern). Dies bedeutet, dass für jedes neue Auto durchschnittlich 3,5 kg Flachs- und Hanffasern eingesetzt werden (Wenig 2007). Im Jahr 2005 wurden fast 96 Prozent aller verwendeten NFK als Press-Formteile hergestellt. Im Jahr 2006 wurden zwischen 3 000 und 4 000 Tonnen Naturfasergranulate in Europa genutzt.



## **4 Förderung von biobasierten Produkten: Vorschläge, aktuelle Maßnahmen und Herausforderungen**

Das Ziel dieses Kapitels ist es, zunächst einen Abgleich zwischen den Zielen der LMI bzw. den Vorschlägen zu ihrer Umsetzung (Advisory Group 2009) sowie von anderen wichtigen Gremien (v. a. Aktionsplan Nachwachsende Rohstoffe, BioÖkonomierat) und den bereits bestehenden Maßnahmen für biobasierte Produkte in Deutschland durchzuführen. Dabei werden die aktuellen Maßnahmen nur kurz zusammengefasst, sie sind im Anhang II näher beschrieben. Daneben erfolgt eine Kurzdarstellung von ausgewählten Maßnahmen in anderen Ländern, um die nationalen Aktivitäten besser einordnen und möglicherweise good-practices ableiten zu können. Im Anschluss werden jeweils die aktuellen Herausforderungen und Hemmnissen für die Akteure dargestellt und in einem Zwischenfazit Handlungsbedarf auf Basis der Vorschläge, aktuellen Maßnahmen und Herausforderungen abgeleitet. Dabei wird zur Gliederung die in Kap. 2.4 hergeleitete Kategorisierung der Politikinstrumente gewählt.

### **4.1 FuE-Aktivitäten**

Forschung und Entwicklung kommt bei biobasierten Produkten weiterhin eine herausragende Bedeutung zu, um die technologischen Grundlagen für die Substitution fossiler Rohstoffe weiter zu verbessern. Vor dem Hintergrund eines jahrzehntelangen Entwicklungsvorsprungs der Erdölchemie bestehen bei der Verbesserung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit der Produkte auf Basis nachwachsender Rohstoffe noch erhebliche Potenziale, die durch geeignete Maßnahmen zu erschließen sind.

#### **4.1.1 Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen**

Sowohl der BioÖkonomierat als auch der Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe schlagen vor, die FuE entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu intensivieren. Der BioÖkonomierat (2009) fordert dabei eine stärkere Gesamtbetrachtung des breiten Spektrums an Themenfeldern und eine Vernetzung aller Bereiche und Akteure bei der FuE-Förderung. Hierfür seien neue, disziplinen- und institutionsübergreifende Konzepte zu entwickeln bzw. bereits in diese Richtung zielende Ansätze zu stützen. Zudem werden Veränderungen in den Forschungsstrukturen in Deutschland hin zu überregionalen Zentren entsprechend der begonnenen Clusterbildungen als notwendig betrachtet. Hierfür sei insbesondere eine bessere Abstimmung zwischen bundes- und landesfinanzierten Einrichtungen eine ständige Herausforderung.

Auch der Aktionsplan Nachwachsende Rohstoffe fordert eine Optimierung der Koordination von Forschungsprogrammen und deren Durchführung seitens der Bundesres-

sorts und ihren jeweiligen Projektträgern (BMELV 2009). Schwerpunkte sollen dabei v. a. in folgenden Bereichen liegen:

- *Erhöhung der Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft:* Dazu gehören,
  - Steigerung der Flächenerträge (z. B. Züchtung von Pflanzen mit hohen Biomasseerträgen pro Flächeneinheit bzw. hohen Erträgen an wertgebenden Inhaltsstoffen).
  - Entwicklung moderner Anbausysteme unter Beachtung von Biodiversität, Nachhaltigkeit und Anpassung an den Klimawandel.
  - Erschließung und hochwertige Nutzung neuer oder alternativer Rohstoffquellen, einschließlich der Nutzung von Lignocellulosen, Reststoffen (z. B. Glycerin), speziellen Organismen (Bakterien, Pilze, Algen).
- *Verstärkung der Kaskadennutzung:* Das Ziel ist dabei die Entwicklung von anwendungsorientierten Modellen zur verstärkten Kaskadennutzung, bei denen Rohstoffe zunächst stofflich und am Ende energetisch verwertet werden und somit zu einer nachhaltigen und effizienten Rohstoffverwertung beigetragen wird.
- *(Weiter-)Entwicklung von Verfahren und Produkten:* Es wird die Fortführung der Unterstützung von Verfahrens- und Prozessentwicklung zur thermochemischen, chemokatalytischen und biotechnologischen Konversion gefordert. Daneben steht die Entwicklung von Produkten mit attraktiven und marktrelevanten Produkt- und Anwendungseigenschaften sowie die Erschließung bedeutender neuer Anwendungsfelder für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen im Vordergrund. Bei der Förderung der anwendungsorientierten Forschung ist der Schwerpunkt auf Projekte zu legen, die neben ökonomischen auch ökologische und klimarelevante Potenziale versprechen.

Zu den empfohlenen Politikinstrumenten für die Durchführung von FuE- und Innovationsaktivitäten in Unternehmen gehören weiterhin v. a. die projektbezogene FuE-Förderung (Advisory Group 2009). Dabei wird insbesondere die Verstärkung von Verbundprojekten gefordert, von der Rohstoffherzeugung bis zur Produktentwicklung, bei denen Industriepartner eingebunden sind, um eine Marktorientierung sicherzustellen. Daneben wird für Deutschland die Aufnahme einer themenoffenen, steuerlichen FuE-Förderung empfohlen (z. B. BioÖkonomierat 2009). Eine solche Förderung wird in einer Vielzahl anderer Industrieländer durchgeführt. Sie könnte gerade auch innovativen Biotechnologieunternehmen zugute kommen, die FuE-Aktivitäten in größerem Umfang durchführen.

#### **4.1.2 Aktuelle Maßnahmen**

Bereits heute werden in Deutschland eine Vielzahl von Maßnahmen von verschiedenen Ministerien und Organisationen mit dem Ziel der Förderung der FuE von biobasier-

ten Produkten durchgeführt. Die relevante Förderung setzt sich aus spezifischen Maßnahmen für die industrielle Biotechnologie bzw. für biobasierte Produkte, Programmen für die gesamte Biotechnologie<sup>5</sup> sowie technologieoffenen Programmen zusammen. Im Folgenden werden wichtige Förderprogramme der einzelnen Förderinstitutionen kurz dargestellt und Kernelemente zusammengefasst. Im Anhang II erfolgt eine ausführliche und systematische Beschreibung der einzelnen Maßnahmen anhand von Steckbriefen, die Angaben zu Zielen, Laufzeit, Volumen, Instrumenten, aktuellem Status etc. enthalten.

#### **4.1.2.1 Förderprogramme auf Bundesebene**

##### **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)**

Die relevanten Maßnahmen des BMBF erfolgen innerhalb des Rahmenprogramms „Biotechnologie - Chancen nutzen und gestalten“. Dabei werden meist rein nationale Projekte gefördert, daneben erfolgt eine Beteiligung an europäischen Initiativen, wenn sie spiegelbildlich zu nationalen Programme sind, d. h. es gibt für diese stets ein nationales Pendant.

Einige Maßnahmen des BMBF adressieren sehr explizit die industrielle Biotechnologie bzw. biobasierte Produkte. Dazu zählen insbesondere „Genomik“-Programme. Nachdem dort zunächst die ersten beiden Programme einen stärker akademischen Charakter hatten, wurde in den letzten beiden Ausschreibungen (Genomik-Industrie mit Fördervolumen 23 Mio €; „Anwendungsorientierte Forschung an nicht-pathogenen Mikroorganismen“ mit Fördervolumen ca. 25 Mio €; ERA-Industrial Biotechnology) verstärkt die Industrie adressiert. Auch die Förderungen zur Systembiologie (z. B. „Neue Methoden der Systembiologie“; SySmo) haben ein Bezug zur industriellen Biotechnologie. Neben diesen inhaltlichen Schwerpunkten wurde mit dem Clusterwettbewerb BioIndustrie 2021 die Vernetzung zwischen den Akteuren und die vorwettbewerbliche Verbundforschung verstärkt. Nach bisherigen Erfahrungen des BMBF und Akteuren der beteiligten Cluster verläuft die Entwicklung der Cluster recht erfolgreich (siehe Anhang II).

Daneben adressiert eine Reihe von Fördermaßnahmen themenoffen die gesamte Biotechnologie. Dazu gehören z. B. der Nachwuchswettbewerb BioFuture und die an

---

<sup>5</sup> Es wurde, sofern möglich, versucht die bisherige Relevanz dieser Programme für die industrielle Biotechnologie bzw. biobasierte Produkte abzuschätzen. Allerdings ist bei der Interpretation zu beachten, dass die Grenzen zwischen den einzelnen Bereichen der Biotechnologie teilweise fließend und Abgrenzungen daher schwierig sind.

Gründer sowie KMUs gerichteten Maßnahmen GoBio und KMU-Innovativ (siehe Kap. 4.2.2.1).

Insgesamt lässt sich bei der Förderung des BMBF eine Mischung zwischen grundlagenorientierten, z. T. aber auch recht anwendungsorientierten Maßnahmen feststellen. Gerade die spezifischen Maßnahmen zur industriellen Biotechnologie spiegeln den im Zeitablauf stärker werdenden Wirtschaftsbezug in der Förderung der industriellen Biotechnologie wider, da sich insbesondere eine wachsende Zahl von Chemieunternehmen stärker in dem Bereich engagieren. Es erfolgte dabei eine akzentuierte thematische Anpassung an aktuellen FuE-Themen (z. B. stärkere Förderung der Systembiologie). Viele der genannten Maßnahmen laufen in naher Zukunft aus, bzw. es ist kein zusätzliches Budget für weitere Ausschreibungsrunden in den jeweiligen Programmen vorgesehen. Aktuell arbeitet das BMBF an einem neuen Rahmenprogramm für die Biotechnologie, das voraussichtlich einen bundesweiten Wettbewerb im Bereich der industriellen Biotechnologie beinhalten wird. Nachdem in der Vergangenheit der Aufbau zahlreicher, tendenziell regionaler Cluster unterstützt wurde, wird somit künftig eine eher bundesweit orientierte Förderung angestrebt. Zudem wurde im Oktober 2010 die Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 vorgestellt (BMBF 2010), welche die Verstärkung eines ganzheitlichen Ansatzes zur Bioökonomie verdeutlicht. Eines der Handlungsfelder ist dabei die industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Hierbei sollen der Einbezug gesamter Wertschöpfungsketten, die Bildung von strategischen Allianzen sowie auch die Weiterentwicklung wissenschaftliche Bewertung von technologischen, volkswirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Aspekten, intensiviert werden.

### **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)**

Programme des BMWi mit Relevanz für biobasierte Produkte adressieren zumeist KMUs und sind technologieoffen ausgestaltet. Zum einen werden bei transferorientierten Programmen wie dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) oder dem Unternehmensgründungen fördernden Programm EXIST Zuschüsse v. a. für FuE-Aktivitäten vergeben. Zum anderen werden verschiedene Phasen des Kapitalbedarfs bei jungen Unternehmen abgedeckt. Wie in Kap. 4.3.2.1 näher dargestellt wird, ist die Relevanz der einzelnen Programme für Projekte im Bereich der Biotechnologie bzw. biobasierten Produkten recht unterschiedlich mit einer Bandbreite von 2,5 Prozent (ERP-Innovationsprogramm) bis zu 29 Prozent (EXIST-Forschungstransfer) der gesamte Biotechnologie an den bewilligten Anträgen. Grundsätzlich können die relevanten FuE-Programme weitgehend als geeignet für die Förderung biobasierter Produkte eingeschätzt werden: so werden bei ZIM großteils experimentelle Vorhaben gefördert. Dies stellt damit eine gute Ergänzung zu anderen Förderprogrammen dar, welche stär-



ker die Grundlagen- oder industrielle Forschung adressieren. Allerdings liegen die durchschnittlichen Fördersummen z. T. deutlich unter denen anderer Förderprogramme (siehe Steckbriefe Anhang II), die Attraktivität für die vergleichsweise kapitalintensive Biotechnologiebranche ist daher eher gering. Zudem ist der Bekanntheitsgrad bzw. das Wissen über die mögliche Eignung des Programmes bei den Zielgruppen der Förderung im Bereich der biobasierten Produkte nach Einschätzung der im Rahmen dieser Studie befragten Experten eher niedrig.

### **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)**

Die Förderung der FNR im Auftrag des BMELV läuft mittlerweile allein über das Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“, nachdem das Markteinführungsprogramm für Teilbereiche nachwachsender Rohstoffe und die Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen ausgelaufen sind. Das Programm „Nachwachsende Rohstoffe“ umfasst die Förderung von Forschungs-, Entwicklungs-, Öffentlichkeitsarbeit sowie kommerziell nutzbarer Prototypen im Bereich der stofflichen und energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Aktuell kommen rund 40 Prozent der jährlichen Projektförderung (2010: 51,5 Mio €) der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zugute, ca. weitere 40 Prozent der energetischen Nutzung, knapp 20 Prozent der Öffentlichkeitsarbeit. Somit stehen für biobasierte Produkte vor allem die Projektmittel für die stoffliche Nutzung von NaWaRo zur Verfügung, dies sind ca. 20 Mio Euro in 2010.

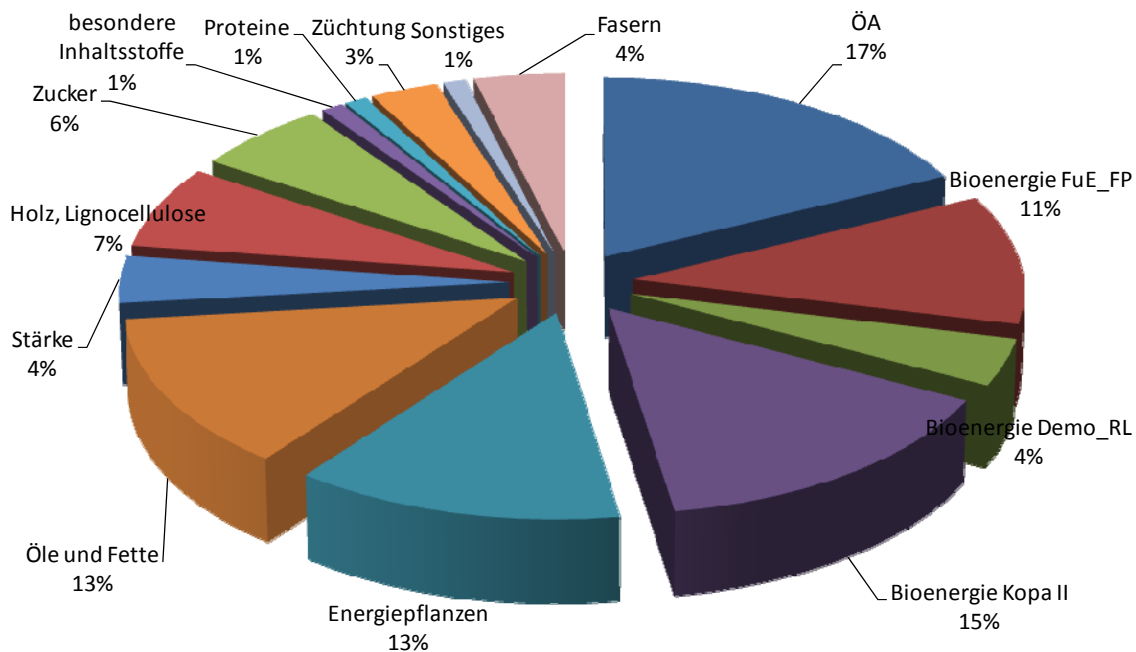
Insgesamt wurden im Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ im Zeitraum 2005-2010 knapp 400 Projekte gefördert und mit einer Fördersumme von 140 Mio € unterstützt (Stand 31.03.2010; siehe Abbildung 3 zur Aufteilung), rund 20 Prozent der Fördersumme im Förderprogramm ging bislang direkt an KMUs.

Die Förderung innerhalb dieses Programms lässt sich untergliedern in

- zeitlich unbefristete Förderschwerpunkte, z. B. Synthese von Fein- und Spezialchemikalien;
- Förderung durch einmalige Bekanntmachungen (z. B. Fermentative Konversion nachwachsende Rohstoffe);
- sowie die Möglichkeit ganzjährig Anträge einzureichen, die thematisch ähnlich zu Bekanntmachungen und Förderschwerpunkten sein können, aber auch darüber hinaus reichen können.

Die Förderschwerpunkte und Bekanntmachungen umfassen zum einen inhaltliche Schwerpunkte wie z. B. die fermentative Konversion oder die Weiterentwicklung von Technologien für Bioraffinerien, zum anderen stehen bestimmte Förderarten/-instrumente (z. B. Forschungsverbünde, Nachwuchsgruppen) im Vordergrund.

Abbildung 3: Verteilung der Förderung im Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ (2005-März 2010; 100 % entspricht 140 Mio Euro)



Quelle: Holst 2010

Gefördert werden v. a. industrienaher Projekte: in fast allen Projekten findet eine Industriebeteiligung in Form von Kooperationen oder eines finanziellen Beitrags zum Forschungsprojekt statt, Verbundprojekte sind in einzelnen Bekanntmachungen meist ausdrücklich erwünscht oder sogar vorgeschrieben. Eine Förderung von Pilot-/Demonstrationsanlagen ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen, aber an enge Bedingungen geknüpft. So werden nur innovative Teilprojekte neuer Vorhaben gefördert, nicht aber die gesamte Anlage und es wird ein geringerer Anteil der förderfähigen Kosten erstattet, als bei marktnäheren FuE-Vorhaben. Darüber hinaus sind die finanziellen Möglichkeiten angesichts der hohen Kosten für die Anlagen beschränkt, da jede geförderte Anlage einen signifikanten Anteil am Gesamtbudget der FNR binden würde. Grundsätzlich förderfähig ist die wissenschaftliche Begleitforschung von Pilot-/Demonstrationsanlagen. Bisher fördert die FNR im stofflichen Bereich zusammen mit dem BMBF und BMU eine Bioraffinerie-Pilotanlage in Leuna (Kap. 6.2.1.3).

### **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)**

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) tritt nur begrenzt als Förderer von biobasierten Produkten auf.<sup>6</sup> Direkte Förderprogramme, bei

<sup>6</sup> Bei den aktuell geförderten Projekten im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms bestehen kaum direkte Bezüge zur Förderung von biobasierten Produkten.

denen die Entwicklung von stofflich biobasierte Produkten stattfindet, existieren nicht. Die stoffliche Nutzung wird insbesondere als Koppelnutzung im BMU-Förderprogramm „Bioenergienutzung – Optimierung der energetische Biomassenutzung“ berücksichtigt. Daneben beteiligt sich das BMU an der Förderung der Bioraffinerie-Pilotanlage in Leuna mit einem Projekt zur Abwasserbehandlung und CO<sub>2</sub>-Nutzung.

Verstärkte Aktivitäten sind bei der Behebung der erheblichen Defizite in der Evaluierung der Nachhaltigkeitseffekte von biobasierten Produkten und Bioraffinerien sowie der Entwicklung von Nachhaltigkeitskriterien zur Sicherstellung einer nachhaltigen Versorgung mit Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen angekündigt (Lahl 2009). Daneben betreffen eine Reihe von Regulierungen des BMU die Chancen biobasierter Produkte auf dem Markt (Kap. 4.5.2.1).

### **Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

Seit 1997 hat die DBU einen expliziten Förderschwerpunkt in der industriellen Biotechnologie gesetzt, im Zeitraum 1997-2008 insgesamt 56,5 Mio € an Fördermitteln in diesem Bereich verausgabt und zunächst eine Vorreiterrolle in der FuE-Förderung der industriellen Biotechnologie in Deutschland eingenommen. Grundsätzlich werden durch die DBU Verbundprojekte zwischen KMUs und Forschungseinrichtungen gefördert, die thematisch in Initiativen gebündelt und koordiniert werden. Aktuell gefördert wird die Initiative „ChemBioTec – ein Bündnis für die nachhaltige Katalyse in der Chemie“, in deren Rahmen seit der Initiierung im Jahr 2006 22 Projekte mit Fördermitteln in Höhe von 8,6 Mio € gefördert werden. Ein Spezifikum und Alleinstellungsmerkmal der DBU-Förderung in der industriellen Biotechnologie ist der Fokus auf Umweltentlastungspotenzialen, der in dieser Form von keinem anderen Förderer gesetzt wird. Deshalb sind in ChemBioTech Ökoeffizienzanalysen integraler Bestandteil aller Projekte.

#### **4.1.2.2 Förderung auf Länderebene**

Grundsätzlich gibt es in fast allen Bundesländern technologieoffene Programme zur Förderung von KMUs sowie technologiespezifische Programme (Kulicke et al. 2010). Das Förderangebot hat sich dabei in den letzten Jahren deutlich erweitert, u. a. aufgrund der geänderten Verwendung von EFRE- und ESF-Mittel. Die Bedeutung der industriellen Biotechnologie bei den technologiespezifischen Programmen ist allerdings sehr gering, lediglich beim Wettbewerb Bio.nrw war die ersten Ausschreibungsrunde im Jahr 2008 ausschließlich an Akteure der industriellen Biotechnologie gerichtet (Fördervolumen: 10 Mio Euro). Allerdings bestanden hier die bei Landesförderung häufiger anzutreffenden – z. T. mittlerweile behobenen – Probleme darin, dass der bürokratische Aufwand durch die mit EFRE-Mitteln finanzierte Förderung höher war als bei vielen anderen Programmen und die Förderquoten mit etwa 40 Prozent für die Industrie

unter denen des Bundes lagen. Weitere nennenswerte Landesmittelförderung erfolgte z. B. in Bayern. Hier wurden flankierend zum bayerischen Cluster, der im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme BioIndustrie 2021 gefördert wird, zusätzliche Projekte der Akteure in Höhe von 5 Mio € kofinanziert. Ebenfalls wurden im Rahmen verschiedener technologieübergreifender Programme in Hessen aktuell der Aufbau von zwei Forschungszentren in der industriellen Biotechnologie mit finanziert.

#### 4.1.2.3 Förderung in anderen Ländern

Die Forschungsförderung in der EU bei biobasierten Produkten erfolgt v. a. innerhalb des 7. Rahmenprogramms für Forschung und Technologieentwicklung (FRP7). Einer der Bereiche dieses Förderprogramms ist „Lebensmittel, Landwirtschaft und Fischerei und Biotechnologie“, innerhalb dessen 1,9 Mrd € zweckgebunden für die Finanzierung von Forschungsvorhaben über den Zeitraum von 2007 bis 2013 ausgegeben werden. Diese umfassen beispielsweise große FuE-Vorhaben für Bioraffinerien (siehe Kap. 4.4.2.2).

Weitere Instrumente sind national begleitete ERA-NET Aktivitäten (siehe Anhang II) und die europaweiten Technologieplattformen. Hier hat insbesondere SusChem (Sustainable Chemistry Technology Platform) eine große Bedeutung für biobasierte Produkte. Daneben gibt es acht weitere Technologieplattformen mit Bezug zur „Knowledge based bioeconomy“ (KBBE), deren Koordination im Rahmen von BECOTEPS läuft, einer „coordination and support action“ innerhalb des siebten Rahmenprogramms. Die Förderung von biobasierten Produkten bzw. der industriellen Biotechnologie soll durch die Entwicklung der „bioeconomy strategy“, die im Herbst 2011 erscheinen soll, weiter intensiviert werden.<sup>7</sup>

Im Vergleich mit den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten sehen die befragten Experten Deutschland sowohl in der industriellen Entwicklung als auch in der Unterstützung bei biobasierten Produkten als führend an. Prinzipiell existieren in vielen Industrieländern Förderprogramme, bei denen auch biobasierte Produkte und Verfahren unterstützt werden, spezifische Programme für biobasierte Produkte bzw. industrielle Biotechnologie existieren aber nur begrenzt (EuropaBio 2009; Enzing et al. 2008). Deshalb konnten keine Maßnahmen aus anderen Ländern, die als ein mögliches Modell oder Vorbild für Deutschland eingestuft werden könnten, identifiziert werden.

---

<sup>7</sup> <http://www.euractiv.com/en/enterprise-jobs/brussels-plans-bio-economy-strategy-news-497779>

### 4.1.3 Aktuelle Herausforderungen

Die FuE-Aktivitäten der öffentlichen und privaten Akteure in Deutschland werden von den in diese Studien einbezogenen Experten als sehr gut eingestuft, sowohl in quantitativer, als auch in qualitativer Hinsicht (Nusser et al. 2007a).<sup>8</sup> Trotz des erreichten hohen Niveaus wird in Teilaspekten allerdings noch Verbesserungspotenzial der deutschen Förderlandschaft gesehen:

#### *Prozess der Programmauswahl*

Der Prozess der Auswahl der Förderthemen und -programme ist insgesamt positiv einzuschätzen. Es erfolgt bei der Auswahl der Forschungsthemen/-programme beispielsweise eine Einbindung einer Vielzahl von Stakeholdern (z. B. Strategieprozess beim BMBF), es werden Arbeitsgruppen sowie Expertenkonsultationen für hinreichend eng definierte Themen eingesetzt (z. B. Fachgespräche zu neuen möglichen Förderthemen bei der FNR) und der Prozess wird durch Studien und Fachbeiträge ergänzt (Rammer et al. 2008).

Bei der Koordination zwischen Ministerien bzw. Ressorts bestehen allerdings einige Schwierigkeiten. Die Abgrenzung der Zuständigkeiten zwischen den Institutionen wird immer schwieriger, da verschiedene Ressorts mit unterschiedlichem Fokus (z. B. Klimaschutz, Förderung biotechnologischer Verfahren; Förderung Nutzungsmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe, Wirtschaftsförderung) zunehmend stärker bei biobasierten Produkten tätig werden. Zugleich ist der Abstimmungsprozess nach Expertenaussagen kaum institutionalisiert, mit Ausnahme der im vergleichsweise späten Planungsstadium erfolgenden Vorabkennzeichnung von Ausschreibungen in der Profi-Datenbank. Eine frühzeitige Einbindung anderer Ministerien in bestimmte Förderprogramme erfolgt bislang nur in Einzelfällen. Folglich finden die Bildung einer kohärenten Strategie und der Austausch von spezifischen Expertisen der Institutionen nur begrenzt statt. Für die Zukunft wäre genau dies jedoch wünschenswert.

---

<sup>8</sup> Zum Teil wird darauf hingewiesen, dass die FuE-Aktivitäten im Vergleich zu anderen Technologiebereichen (z. B. rote Biotechnologie), insbesondere im Hinblick auf den erwarteten Bedeutungsgewinn von biobasierten Verfahren und Produkten in Zukunft, gering sind. Hierfür werden häufig Werte von OECD (2009) zitiert, die für das Jahr 2030 einen Anteil der industriellen Biotechnologie an der Bruttowertschöpfung der gesamten Biotechnologie von 39% prognostizieren, während der entsprechende Anteil bei den FuE-Ausgaben bislang bei nur 2% angegeben wird. Die Berechnungen der OECD (2009) für die zukünftige Bruttowertschöpfung beruhen nach Recherchen der Zeitschrift NatureBiotechnology (2010; S.635) aber auf älteren Schätzungen von McKinsey, die in neueren Prognosen erheblich reduziert wurden. Zudem eignet sich ein Vergleich anhand dieser Indikatoren nur sehr bedingt, aufgrund der unterschiedlichen FuE-Intensität in den zugehörigen Wirtschaftssektoren (Wydra 2009).

### *Ausrichtung der Förderprogramme*

Ein Großteil der spezifischen Förderung der industriellen Biotechnologie bzw. für biobasierte Produkte erfolgt recht themenoffen, d. h. nur in wenigen Fällen werden bestimmte Themenschwerpunkte gefördert. Diese Förderung wird von den meisten Experten als sinnvoll erachtet, da sie der Heterogenität der Produkte und Verfahren und ihren unterschiedlichen FuE- Problemen bzw. ihren unterschiedlichen Nutzen (z. B. Performance, Kompatibilität, Biomasse-Verfügbarkeit, niedrige Emissionen) Rechnung trägt. Allerdings besteht nach Einschätzung vieler Experten bislang eine Lücke für ausreichend lange und umfangreiche Förderung von visionären Forschungsthemen mit hohem Innovationspotenzial bzw. für Themen, „die einen langem Atem“ brauchen (siehe auch Treffenfeldt et al. 2010).

Insgesamt gilt der Förderbedarf der Akteure aber als recht gut abgedeckt. Die Evaluationen für die Programme, sofern sie vorliegen, sind durchaus positiv. Die gewünschte Förderung wird häufig erreicht, die Programme von den Akteuren positiv bewertet. Die Programme beinhalten die Förderung von vorwettbewerblichen Verbundprojekten zur Kooperationsbildung (u. a. ZIM-KOOP, BioIndustrie2021, Forschungsverbünde). Der Einbezug der gesamten Wertschöpfungskette in geförderten Projekten variiert von Fall zu Fall, auch hier ist eine Verstärkung in jüngeren Programmen und Ausschreibungen erfolgt (z. B. BioIndustrie 2021, diverse Förderungen der FNR, ERA-Industrial Biotechnology).

### *Eignung der Förderprogramme für verschiedene Akteure*

Inwieweit die einzelnen Akteure an der Förderung partizipieren, ist nicht in Summe für alle Förderprogramme quantifizierbar. Zudem ist bspw. im Rahmenprogramm Biotechnologie des BMBF zu beachten, dass ein hoher Anteil der Fördergelder institutionell verteilt wird. Die Aufschlüsselung der Projektförderung nach Akteuren gibt demnach nur ein unvollständiges Bild über die gesamte Förderlandschaft. Im Fokus der vorliegenden Studie steht dabei die Frage der Einbindung der KMUs. Die Beteiligung von KMUs bei den einzelnen Förderprogrammen ist wie zu erwarten sehr unterschiedlich, einige Programme richten sich schließlich vorrangig an KMUs (z. B. ZIM), bei grundlagenorientierten Programmen, wie z. B. Systembiologie, ist die Einbindung von KMUs gering.

Eine Auswertung der Projektförderung der Förderdatenbank zu den 46 KMUs, die gemäß der Unternehmensdatenbank von [biotechnologie.de](http://biotechnologie.de) in der industriellen Biotechnologie aktiv sind, zeigt folgende Ergebnisse ([www.foerderdatenbank.de](http://www.foerderdatenbank.de); Stand August 2010). 40 Prozent der Unternehmen haben Projektförderungen bei laufenden oder abgelaufenen Programmen erhalten. Zwei Drittel dieser Unternehmen haben Förderun-

gen in mehreren Projektprogrammen bekommen. Allerdings stellt diese Auswertung eine Unterschätzung dar, weil die Fördernehmer einiger relevanter Programme (u. a. aktuelle Genomik-Programme, ZIM, ERP-Startfonds) in der Förderdatenbank nicht enthalten sind.

Insgesamt wird von der Mehrheit der in diese Studie einbezogenen Experten eine stärkere Beteiligung der KMUs im Sinne eines höheren Anteils an den Förderprogrammen empfohlen. Dies könnte v. a. durch eine Volumenerhöhung bei den einzelnen geförderten Projekten geschehen. Allerdings vermutet die Mehrheit der befragten Experten, dass KMUs nicht ausreichend Ressourcen zur Verfügung hätten, um für weitere/größere Projekte den notwendigen Eigenbeitrag (meist ca. 40-50 Prozent) aufbringen zu können. Zudem stellen die einzelnen FuE-Projekte ein erhebliches Risiko für diese Unternehmen dar, da jedes Projekt ohne verwertbare Ergebnisse die Substanz der kleinen Unternehmen gefährden kann.<sup>9</sup> Deshalb wird v. a. für Förderprogramme mit hohen Projektvolumina eine Erhöhung der Förderquoten diskutiert. Zwar ergeben sich Grenzen bei den Förderquoten durch das EU-Beihilferecht; bei den meisten Programmen wären aber noch höhere Förderquoten möglich. Darüber hinaus wurde von einem Teil der Experten v. a. einzelne Punkte der Ausgestaltung bemängelt. Hierzu gehören die sehr stark zwischen den verschiedenen Programmen variierende Förderhöhe, der verlangten Voraussetzungen (z. B. Nachweis langfristiger Finanzierungssicherheit) oder eine fehlende Vereinheitlichung des Antragsverfahrens selbst bei verschiedenen Maßnahmen desselben Förderers.

Daneben ergeben sich bei den meisten Förderprogrammen Probleme bezüglich der Einbindung von KMUs, die Anwender von biobasierten Produkten oder Verfahren sind (u. a. Kunststoffverarbeiter) und über keine eigenen FuE-Abteilungen verfügen. Hierfür erscheint das Programm ZIM-KOOP grundsätzlich gut geeignet zu sein, einige Experten vermuten aber einen geringen Bekanntheitsgrad dieses Programms bei den Akteuren im Bereich der biobasierten Produkte. Zudem werden die Hemmnisse für stärkere Aktivitäten der Anwender in anderen Gründen (Unsicherheiten bezüglich der Entwicklung biobasierter Produkte, mangelnde Marktmacht für Produktänderungen, fehlende Informationen) gesehen (Kap. 4.5.3).

---

<sup>9</sup> Im Programm Bioindustrie 2021 wurden in einzelnen Projekten KMUs als Sub-Auftragnehmer von Großunternehmen vollfinanziert. Für die Clusterprogramme insgesamt wurde aber die Einhaltung der Eigenbeteiligung von rund 50% gefordert. Zudem kritisieren KMU-Vertreter an dieser Praxis, dass es sich bei dieser Konstruktion häufig um FuE-Dienstleistungsaufträge für den Bedarf der Großunternehmen handelt und weniger den KMUs selbst die Möglichkeit bietet, den Ausbau ihrer eigenen Wissensbasis voranzutreiben.

#### **4.1.4 Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf**

Beim Vergleich zwischen den Empfehlungen des BioÖkonomierats und des Aktionsplans Nachwachsende Rohstoffe mit den aktuellen Maßnahmen zeigen sich gewisse Diskrepanzen: Die Empfehlungen zu neuen, disziplin- und institutionsübergreifenden Konzepten und die stärkere Adressierung bestimmter Forschungsthemen wird bislang nur begrenzt umgesetzt. Vielmehr erfolgt bisher eine graduelle Weiterentwicklung der existierenden Konzepte. Es existieren aber bereits eine Reihe von Bemühungen und Ankündigungen, diese Diskrepanz zu adressieren und zu verringern bzw. beseitigen, wie im aktuellen Gutachten des BioÖkonomierats oder der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 (BMBF 2010) deutlich wird.

Zugleich wurden durch die Analysen sowie durch die Expertenbefragung im Rahmen dieser Studie deutlich, dass die FuE-Aktivitäten und die FuE-Förderung als gut ausdifferenziert, die insgesamt recht themenoffene FuE-Förderung in Deutschland sehr wichtig und geeignet ist, und die FuE-Aktivitäten und –förderung insgesamt positiv einzuschätzen sind. Diese Aktivitäten sind weiter fortzusetzen, da Methoden und Technologien für biobasierte Produkte konsequent weiterentwickelt und insbesondere für eine breite Anwendung in der industriellen Praxis angepasst werden müssen. Es wird daher nur partieller Anpassungsbedarf identifiziert, der v. a. in einer besseren Koordination zwischen den Förderinstitutionen, einer stärkeren Öffnung der Programme für visionäre, anwendungsferne Forschungsthemen mit hohem Innovationspotenzial sowie in einer stärkeren Adressierung von KMUs, besteht.

## **4.2 Kooperationen zwischen Akteuren**

Die steigende Komplexität und Interdisziplinarität im biotechnologischen Innovationsprozess erfordern zunehmend enge Kooperationen zwischen den Akteuren (u. a. zwischen Universitäten, öffentlichen Forschungseinrichtungen, Unternehmen). Die Unterstützung von Kooperationen ist über eine Vielzahl an Instrumenten denkbar. Viele dieser Instrumente (z. B. Zuschüsse zu FuE-Kooperationsprojekten, Einrichtung von „Kompetenzzentren“, Informationsveranstaltungen, Koordination von verschiedenen Angeboten bei Ausschreibungen, Einrichtung von passfähigen Bildungseinrichtungen/-programmen) werden häufig in räumlichen Clusteransätzen gebündelt. Dadurch sollen höhere technologische Spillover-Effekte zwischen Wissenschaft und Unternehmen, Zulieferern und Abnehmern sowie Produzenten und Nutzern erreicht werden.



## 4.2.1 Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen

In der Vergangenheit sind bereits mehrere Cluster auf dem Gebiet der biobasierten Produkte und Verfahren entstanden. Deshalb steht aktuell weniger die Initiierung neuer Cluster, sondern die Weiterentwicklung existierender Cluster im Vordergrund. Dazu gehören insbesondere die Internationalisierung von Clustern um neue Impulse und Informationen zu erhalten, die Zusammenarbeit einzelner Cluster (z. B. durch Personalaustausch zwischen den Clustern) oder die Anwendungsfelder übergreifende Zusammenarbeit zwischen den Akteuren (Nusser et al. 2007a; NetBioClue 2008; Bio-Ökonomierat 2010).

Neben der räumlichen Clusterförderung als Gesamtansatz und der bereits oben genannten Verbundprojektförderung wird explizit der Ausbau von Vernetzung und Informationsvermittlung zwischen Industrie, Forschung und Politik weiterhin als wichtige Aufgabe für alle Akteure gesehen (u. a. BioÖkonomierat 2009, OECD 2009). Dazu gehören insbesondere die Stärkung von:

- sektorübergreifenden Vernetzungen, um Synergieeffekte durch das Zusammenbringen von (wissenschaftlicher) Expertise, hochtechnologischen Ausrüstungen und infrastrukturellen Ressourcen zu erzielen (NetBioClue 2009; OECD 2009),
- intensivem internationalen Informationsaustausch und langfristig ausgerichteten Förderinstrumenten für gemeinsame Forschung in internationalen Partnerschaften (BioÖkonomierat 2009).

## 4.2.2 Aktuelle Maßnahmen

### 4.2.2.1 Förderung in Deutschland

Eine wichtige Komponente bei der Unterstützung von Kooperationen bildet die Förderung von vorwettbewerblichen Verbundprojekten. Sie spielen bei allen großen Förderinstitutionen eine bedeutende Rolle und sind häufig vorgeschrieben (u. a. ZIM-KOOP, BioIndustrie2021, Fermentative Konversion nachwachsender Rohstoffe, Forschungsverbünde). Die Förderung von Kooperationsprojekten erfolgt auch bei europaweiten Initiativen (z. B. ERA – Industrial Biotechnology) im Rahmen von Technologieplattformen (z. B. SusChem).

Daneben wurde mit der z. T. räumlich, aber auch z. T. thematisch orientierten Clusterinitiative durch BioIndustrie2021 sowie durch frühere Biotechnologie-übergreifende Wettbewerbe die Entwicklung von Clustern unterstützt. Dazu kommen verschiedenste regional ausgerichtete Initiativen wie teilweise zusätzliche Projektförderung bei den bundesweit geförderten Clustern (z. B. in Bayern oder NRW), die Unterstützung von

Netzwerkinstitutionen oder die finanzielle Unterstützung des Baus von Biotechnologieparks.

Zudem lassen sich auch zunehmend Ansätze der sektorübergreifenden und internationalen Vernetzung erkennen, z. B. bei dem stark Wertschöpfungskettenübergreifenden Konzept beim Biopolymere-Cluster in Baden-Württemberg oder den Internationalisierungsbemühungen des NRW-Clusters CLIB 2021 (siehe Kap. 4.6.2). Bislang erfolgen internationale Auftritte z. B. auf wichtigen Messen oder Kongressen allerdings nach Bundesländern bzw. Clustern organisiert, ein gemeinsamer Auftritt der deutschen Akteure findet meist nicht statt, was ausländischen potenziellen Kooperationspartnern die Orientierung und das Finden von Ansprechpartnern erschwert.

#### 4.2.2.2 Förderung in anderen Ländern

Es zeigen sich einige interessante Ansätze in anderen Ländern, die z. T. in regionalen Clusteraktivitäten und zum Teil in nationalen Vernetzungsaktivitäten bestehen.

Der Industrie et Agro-Ressources (IAR) in Frankreich gehört zu den geförderten „pole de competitive“ Clustern und widmet sich der kommerziellen Verwertung von Biomasse.<sup>10</sup> Er vereint Akteure aus Forschung, Hochschulen, Industrie und Landwirtschaft in der Region Champagne-Ardenne und Picardie um die Non-Food-Nutzung pflanzlicher Biomasse voranzutreiben. Die zugehörigen Akteure sind in den Bereichen Bioenergie, Biomoleküle, Biomaterialien und Lebensmittelzutaten tätig. Die Aktivitäten des Clusters sind:

- Unterstützung für FuE-Projekte, von der Idee bis zur Vergabe der Mittel,
- Koordinierung und Vernetzung der interregionalen Fähigkeiten,
- Aufbau von internationalen Kooperationen,
- Bereitstellung von Informationen und strategischer Intelligenz,
- Durchführung von Werbe- und PR-Aktivitäten.

Die IAR akkreditierten Projekte haben Zugriff auf bestimmte Finanzierungsquellen und auf zusätzliche Mittel der nationalen Forschungsförderung sowie auf zweckgebundenen Mitteln aus traditionellen Fördereinrichtungen wie regionale Förderer, ADEME (französische Agentur für Umwelt- und Energiewirtschaft) etc.

Das Center for BioRenewable Chemicals (CBiRC) in Iowa (USA) wurde im Jahr 2009 gegründet und konzentriert sich auf die Herstellung von Chemikalien aus Mais ([www.cbirc.iastate.edu](http://www.cbirc.iastate.edu)). Das Zentrum ist an der Iowa State University in Ames und

---

<sup>10</sup> <http://www.iar-pole.com>

bietet ein Netzwerk von Unternehmen (u. a. Danisco, DSM, Novozymes) und akademischen Instituten. Es wurde vom Iowa Ministerium für Forschung und Innovation finanziert, hat mittlerweile Finanzierung durch die National Science Foundation (18,5 Mio \$ für 5 Jahre) und dem Department of Energy zum Aufbau einer Bioraffinerie erhalten (siehe Kap. 4.4.2.2). Das Zentrum wird von weiteren Initiativen in Iowa ergänzt: Dazu gehören die BioCentury Farm (Ernte, Transport, Lagerung und Verarbeitung landwirtschaftlicher Biomasse), das „Center for Industrial Research and Service“ (ökologische und ökonomische Studien von Biomasse-basierten chemischen Prozessen) als Teil des übergreifend gegründeten „Bioeconomy Institute“ sowie das Center for Biocatalysis and Bioprocessing (CBB) an der „University of Iowa“ (OECD 2010b).

Die Knowledge Transfer Networks (KTN) in Großbritannien fördern die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und Technologie-Organisationen, um den Wissenstransfer von wissenschaftlicher Expertise über die gesamte Wertschöpfungskette in die Endnutzer-Märkte zu beschleunigen. Das Bioscience für Business KTN ist dabei das Wissenstransfer-Netzwerk für die nachhaltige Nutzung biologischer Ressourcen.<sup>11</sup> Es ist in der weißen, grünen und blauen Biotechnologie aktiv und wurde konzipiert, um die Integration der rasanten Entwicklungen in den Biowissenschaften mit der notwendigen Ausrüstung und Prozessverbesserungen (einschließlich biokatalytische Produktion) in die industriellen Aktivitäten zu erreichen. Neben der Förderung von Veranstaltungen werden gezielt (z. B. durch Direktbesuch von 300 möglichen Anwenderunternehmen) mögliche Potenziale der industriellen Biotechnologie für Unternehmen diskutiert und für spezifische Fragestellungen Kooperationspartner entlang der gesamten Wertschöpfungskette vermittelt.

Zusammenfassend verdeutlichen die beiden erstgenannten Beispiele in Frankreich und Iowa die stark konzentrierte Vorgehensweise andere Länder und Regionen bei der Clusterbildung. Es erfolgen räumlich konzentrierte Aktivitäten entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Das Beispiel in Großbritannien zeigt eine mögliche Maßnahme auf, die Vernetzung von Akteuren über die verschiedenen Wertschöpfungsstufen hinweg durch eine spezifisch eingerichtete Institution zu unterstützen.

### **4.2.3 Aktuelle Herausforderungen**

In verschiedenen Studien wurden Vernetzungsprobleme zwischen den Akteuren in der industriellen Biotechnologie bzw. für biobasierte Produkte festgestellt (u. a. Nusser et

---

<sup>11</sup> [www.biosciencektn.com](http://www.biosciencektn.com)

al. 2007a; Rhein/Ulber 2009; BioÖkonomierat 2009). Dabei wurde v. a. ein mangelnder Vernetzungsgrad

- zwischen KMUs und FuE-Einrichtungen,
- zwischen den Akteuren aus verschiedenen Sektoren, die zu den neu entstehenden Wertschöpfungsketten biobasierter Produkte gehören, aber zuvor kaum miteinander kooperiert haben (u. a. Unternehmen aus der Agrarwirtschaft, Chemieunternehmen, Automobilhersteller, Kunststoffverarbeiter, Technologieentwickler),
- zwischen nationalen und internationalen Akteuren

kritisiert. Zu den vielschichtigen Gründen gehören u. a. die mangelnde Kenntnis über Möglichkeiten der Vernetzung, formal-rechtliche, organisatorische Hemmnisse, das z. T. mangelnde ökonomische Potenzial der KMUs, Geheimhaltungsgründe (Entwicklungspläne, FuE-Ergebnisse) oder mangelnde Bereitschaft zur Zusammenarbeit (Rhein/Ulber 2009; Pflaum et al. 2008).

Die Mehrheit der befragten Akteure stellen hier für die jüngere Vergangenheit aber erhebliche Verbesserungen fest. Es wurde insbesondere im Rahmen der Cluster- und Verbundförderungen sowohl durch die Förderungen der übergreifenden Projekte selbst als auch durch begleitende Veranstaltungen und Aktivitäten der Netzwerkinstitutionen die Zusammenarbeit deutlich intensiviert. Wie bereits erwähnt, zeigen sich bislang aber nur begrenzte Aktivitäten bei der internationalen Vernetzung. Gleiches gilt für die Vernetzung in den neu entstehenden Wertschöpfungsketten biobasierter Produkte aus Akteuren von verschiedenen Sektoren (u. a. Agrar, Chemie, Automobil, Kunststoff, Technologieentwickler), die vorher kaum miteinander in Verbindung standen. Gerade hier wissen sowohl Anbieter als auch Anwender teilweise nicht, für welche Anwendungen sich die Produkte alles eignen und wer geeignete Ansprechpartner auf der anderen Seite sind.

#### **4.2.4 Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf**

Zusammenfassend ist festzustellen, dass politische Instrumente zur Förderung von Kooperationen und Netzwerken vorhanden sind. Die nationale Vernetzung von KMUs, Großunternehmen und Wissenschaft hat besonders im vorwettbewerblichen Bereich in den vergangenen Jahren zugenommen (u. a. durch BioIndustrie 2021). Es erfolgt allerdings ein geringerer Grad der Schwerpunktsetzung auf bestimmte Cluster als in einigen anderen Ländern (USA, Frankreich). Ob eine Konzentration auf wenige, aber stärker unterstützte und möglicherweise durch kritische Masse leistungsfähigere Cluster sinnvoll ist, ist bei den bisher befragten Experten sehr umstritten. Im Rahmen dieser Studie konnten keine weiteren Daten und Informationen gewonnen werden, die eine empirisch gestützte Entscheidung ermöglichen könnte.

Ausbaufähig erscheint die internationale Vernetzung, die bislang v. a. in einzelnen Clustern (z. B. CLIB2021) vorangetrieben wurde, sowie die Vernetzung in den neu entstehenden Wertschöpfungsketten biobasierter Produkte aus Akteuren von verschiedenen Sektoren.

### **4.3 Unterstützung von Unternehmensgründungen**

In neuen Technologiefeldern, beim Aufkommen neuer (technologiegetriebener) Nachfrage-trends und in den frühen Phasen der Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren gelten junge Technologie-unternehmen als ein wichtiger Motor für den technologischen Wandel (Rammer 2006). Sie erweitern und modernisieren mit neuen Geschäftsideen das Produkt- und Dienstleistungsangebot, eröffnen dadurch neue Marktnischen und können auch solchen Innovationen zum Marktdurchbruch verhelfen, die in Großunternehmen nicht aufgegriffen werden, z. B. weil sie Nischenmärkte adressieren.

#### **4.3.1 Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen**

Zur allgemeinen Unterstützung von Unternehmensgründungen gehören z. B. Beratung, der Aufbau von Gründerzentren oder der Abbau bürokratischer Hürden für Gründungen (Nusser et al. 2007a). Spezifisch für junge Unternehmen auf dem Gebiet der biobasierten Produkte wird eine Unterstützung bei der Finanzierung diskutiert. Dies erfolgt aufgrund der Annahme, dass KMUs im Bereich biobasierter Produkte nur einen begrenzten Zugang zu Finanzierungsquellen haben: Die „payback time“ für Produkte bzw. Prozesse in diesem Bereich ist relativ lang, die Geschäftsmodelle sind bislang wenig etabliert und es gibt bislang kaum Erfahrungen und Erfolgsgeschichten in diesem Bereich (OECD 2010c). Als mögliche geeignete Finanzierungsinstrumente zur Überwindung dieser Hürde werden z. B. Mischformen zwischen Kreditfinanzierung und Eigenkapital diskutiert, die z. B. über (staatlich unterstützte) Fonds bereitgestellt werden können. Auch der Aktionsplan der Leitmarktinitiative (Europäische Kommission 2007, 2009) und die Advisory Group (2009) empfehlen eine Unterstützung bei der Finanzierung. Sie sind aber aktuell noch dabei, diese Vorschläge näher auszuarbeiten. Dabei sollen alle Aspekte der Finanzierung betrachtet werden, z. B. die Finanzierung von KMUs, die Finanzierung zur Entwicklung innovativer biobasierter Produkte sowie Bioraffinerien als auch Finanzierung von translationaler Forschung und von Demonstrationsprojekten (Advisory Group 2009).

Als weitere Instrumente zur Förderungen von Gründungen werden folgende Maßnahmen vom BioÖkonomierat (2009) vorgeschlagen:

- Nachbesserungen beim Gesetz zur Modernisierung der Rahmenbedingungen für Kapitalbeteiligungen im Bereich Wagniskapital, insbesondere die Wiedereinführung der Möglichkeit der Verlustabschreibung auch bei Verkauf der Unternehmen,
- eine Sozialabgabenbefreiung für innovative Startups zur finanziellen Entlastung der Gründungsunternehmen.

## **4.3.2 Aktuelle Maßnahmen**

### **4.3.2.1 Förderung in Deutschland**

Mehrere Programme des BMBF und des BMWi adressieren Gründungen oder junge KMUs in der Biotechnologie oder Hochtechnologie. Sie umfassen neben finanziellen Zuschüssen oder Finanzierungsunterstützung auch Beratungen (z. B. durch Coachs) oder Vermittlung von Kontakten.

Das *BMBF* adressiert mit den beiden Maßnahmen GoBio und KMU-Innovativ themenoffen für die gesamte Biotechnologie Gründer sowie KMUs. Die Förderung umfasst Zuschüsse für FuE-Aktivitäten und im Falle von Go-Bio auch Mittel für Investitionen, Patente, Verbrauchsmaterial, Aufträge, betriebswirtschaftliche Weiterbildung, Beratungsleistungen und Gründercoaching. Die Fördersummen liegen vergleichsweise hoch, die durchschnittliche Fördersumme je Projekt beträgt jeweils über eine Million €. Die Maßnahmen verlaufen nach Aussagen von Experten und Evaluierungen auch positiv, allerdings ist die Relevanz der geförderten Projekte für biobasierte Produkte bislang gering. Ihr Anteil an den geförderten Projekten liegt jeweils im einstelligen Prozentbereich. Ein Grund für diese geringe Relevanz könnte sein, dass es schwieriger ist ein Geschäftsmodell für biobasierte Produkte als für Biopharmazeutika oder Plattformtechnologien zu entwickeln. Die KMUs sind zumindest bei ihrer Gründung stärker auf FuE-Dienstleistung und weniger z. B. auf ein Produkt konzentriert, das Gründungspotenzial auf Basis eines Projekts ist hier wahrscheinlich geringer.

Das *BMWi* unterstützt in seinen EXIST-Programmen FuE-Projekte in Gründerteams oder Neugründungen. Daneben werden Neugründer bzw. junge KMUs bei der Finanzierung unterstützt. Bei der Gründung (Seed-Phase) ist Unterstützung durch den High-tech-Gründerfonds möglich, in der Start-up bzw. Wachstumsphase durch den ERP-Startfonds, in darauf folgenden Phasen sind Finanzierungen über den ERP-Dachfonds denkbar. Daneben ermöglicht das ERP-Innovationsprogramm zinsvergünstigte Darlehen bei FuE sowie Markteinführungsaktivitäten.

Die Datenlage zu den geförderten Projekten oder Unternehmen im Bereich der industriellen Biotechnologie ist eingeschränkt. Eine Zurechnung der bewilligten Anträge oder Fördervolumen auf die biobasierte Produkte bzw. industrielle Biotechnologie ist nur

teilweise möglich, weil die geförderten Projekte nicht in der Förderdatenbank des Bundes enthalten sind und auch den zuständigen Referaten nicht direkt auf dieser Aggregationsebene vorliegen. Es liegen aber für die Programme EXIST, Hightech-Gründerfonds und ERP-Startfonds und ERP-Innovationsprogramm (d. h. nicht für den ERP-Dachfonds), Angaben zur Anzahl der geförderten Projekte in der gesamten Biotechnologie und zum Anteil am Gesamtfördervolumen der Fördermaßnahmen vor. Das dazugehörige Projektvolumen ist nur teilweise bekannt und liegt im Durchschnittsbereich des Förderprogramms oder leicht darüber.

Es fällt auf, dass die Bedeutung der jeweiligen Programme für die Biotechnologie sehr unterschiedlich ist (Tabelle 6): Der Anteil der Biotechnologie an den bewilligten Anträgen beträgt zwischen 2,5 Prozent (ERP-Innovationsprogramm) und 29,5 Prozent (EXIST-Forschungstransfer). Von diesen Anträgen mit Biotechnologiebezug entfällt jedoch ein Großteil auf die rote Biotechnologie. Nur ein begrenzter Anteil kann der industrielle Biotechnologie bzw. biobasierten Produkten zugerechnet werden. Die Gründe für die unterschiedlichen Anteile der Biotechnologie sind vermutlich vielschichtig:

- Die Gründerorientierten oder auf frühe Unternehmensphasen ausgerichteten Programme weisen einen eher hohen Biotechnologieanteil auf; diese adressieren auch zumeist Hochtechnologie-Unternehmen und sind gerade z. B. für Biotechnologieunternehmen häufig notwendig, um den hohen Kapitalbedarf zu decken.
- Die Programme für anwendungsorientierte FuE (ZIM, ERP-Innovationsprogramm) versuchen eine hohe Breitenwirkung zu erreichen und adressieren auch Branchen mit geringer FuE-Intensität. Außerdem sind Laufzeit und Förderhöhe je Projekt recht begrenzt und die Erstattungsfähigkeit bestimmter Kosten nicht möglich; daraus könnte eine vergleichsweise geringe Attraktivität für die in der Regel FuE- und kapitalintensiven Biotechnologieunternehmen resultieren.
- Möglicherweise sind die marktnäheren Programme für einen gewissen Anteil der Biotechnologieunternehmen bislang weniger relevant, da sie sich einer frühen Unternehmensphase befinden.

Tabelle 6: Kennzahlen zu technologieübergreifenden Programmen des BMWi und deren Relevanz für biobasierte Produkte

| Programm                 | Laufzeit  | Art der Förderung    | Bisheriges Fördervolumen (Mio €) | Anteil bewilligter Anträge Biotechnologie an allen Anträgen | Anteil Anträge biobasierte Produkte an allen bewilligten Biotechnologieanträgen (Schätzung) |
|--------------------------|-----------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| EXIST-Gründerstipendium  | 2007-2013 | Zuschuss             | 34                               | 10,5 %  | > 20 %  |
| EXIST-Forschungstransfer | 2008-2010 | Zuschuss             | 18                               | 29,5 %  | Ca. 20 %  |
| Hightech-Gründerfonds    | 2005-     | Beteiligung/Darlehen | 272*                             | 10 %  | Ca. 10-20 %   |
| ERP-Startfonds           | 2004-     | Beteiligung          | 470**                            | 19 %  | k. A.   |
| ERP-Innovationsprogramm  | 2005 -    | Darlehen             | 1200**                           | 2,5 %   | k. A.   |
| ZIM-KOOP                 | 2009-2013 | Zuschuss             | 652,2                            | 5,7 %   | k. A.   |
| ZIM-SOLO                 | 2009-2013 | Zuschuss             | 213,4                            | 2,5 %   | k. A.   |
| ZIM-NEMO                 | 2009-2013 | Zuschuss             | 11,4                             | 3,5 %   | 50 % ***  |

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Quellen in Anhang I

\* Gesamtes Budget; \*\* aktuelles Volumen im Jahr 2009; \*\*\* Es wurden nur 2 Anträge in der Biotechnologie bewilligt, von denen einer zu biobasierten Produkten gezählt werden kann

Zusammenfassend haben die technologieoffenen Programme durchaus eine gewisse Relevanz für die Biotechnologie bzw. biobasierte Produkte. Dies betrifft v. a. den Finanzierungsbedarf von jungen KMUs durch Beteiligungs- und Fremdkapital. Auch die Förderung durch Zuschüsse spielt eine Rolle, wenngleich das Fördervolumen je Projekt vergleichsweise niedrig liegt. Bei der Gesamtbetrachtung der Gründerförderung des BMBF und des BMWi fällt die z. T. starke Schwankung bei der Höhe der der finanziellen Unterstützung in den einzelnen Programmen auf (z. B. EXIST-



Forschungstransfer vs. Go-Bio), die von den Experten entsprechend als zu hoch oder niedrig angesehen wird.

#### 4.3.2.2 Förderung in anderen Ländern

Insgesamt gilt die Gründerförderung in Deutschland im internationalen Vergleich als sehr ausdifferenziert. In einigen anderen Ländern erfolgt zum Teil noch eine stärkere, sehr umfangreiche, spezifische Förderung für ausgewählte High-Tech Unternehmen:

Young Innovative Company Status (Frankreich): Bei dieser Maßnahme werden kleinen Biotech-Unternehmen steuerliche Anreize für FuE-Ausgaben gesetzt. Die Unternehmen müssen dabei mindestens 15 Prozent ihrer Umsätze in FuE investieren und weniger als 15 Jahre alt sein. Die steuerlichen Beihilfen für Unternehmen sind dabei: Verringerung der Sozialausgaben (Sozialversicherung, Arbeitslosenversicherung und Renten) von 100 Prozent für die ersten 15 Jahre, keine Steuern auf Einnahmen für die ersten 3 rentablen Jahre, 50 Prozent Ermäßigung für die folgenden 5 Jahre und 35 Prozent Ermäßigung in den folgenden 7 Jahren. Diese Maßnahme umfasst auch Anreize für Investoren, wie zum Beispiel die Steuerfreiheit für Kapitalgewinne mit Aktien oder Aktienoptionen, die länger als 3 Jahren gehalten werden. Zusätzlich zu früheren Maßnahmen wurde zudem ein System mit weiteren Steuergutschriften basierend auf FuE-Ausgaben umgesetzt, bei denen bestimmte Ausgaben zurückerstattet werden. Zu den zum Teil erstattungsfähigen Ausgaben gehören Kosten für Patente, wissenschaftliche Mitarbeiter, Standardisierung und technologische Vorausschau.

Das Small Business Innovation Research Program (SBIR) in den Niederlanden ist ein Programm für Unternehmer, die Produkte oder Dienstleistungen für bestimmte gesellschaftliche Herausforderungen entwickeln. Die Förderungen werden in Wettbewerben vergeben. Mit der Förderung werden drei Phasen der unternehmerischen Innovations-tätigkeit adressiert: Machbarkeits-, Forschungs- und Kommerzialisierungsphase. Die Besonderheit des Programms ist, dass SBIR in vollem Umfang Mittel der ersten beiden Phasen finanziert, während das daraus resultierende geistige Eigentum bei dem Unternehmen verbleibt. Im Jahr 2006 war eines der Wettbewerbsthemen biobasierte Produkte. Aktuelle Informationen zu Fördervolumina und -quoten sind nicht öffentlich verfügbar.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> [http://www.senternovem.nl/english/products\\_services/encouraging\\_innovation/small\\_business\\_innovation\\_research\\_sbir\\_programme.asp](http://www.senternovem.nl/english/products_services/encouraging_innovation/small_business_innovation_research_sbir_programme.asp)

### 4.3.3 Aktuelle Herausforderungen

Wenngleich es in Deutschland in den vergangenen Jahren einige Unternehmensneugründungen in der industriellen Biotechnologie gab, wird ihre Zahl weiterhin als gering eingeschätzt. Beispielsweise ermittelten Ernst & Young (2010) für das Jahr 2009 dreizehn Unternehmensgründungen in der Biotechnologie, von denen zwei den biobasierten Produkten und Verfahren zugeordnet werden können. Als Hauptproblem werden weniger Barrieren wie z. B. fehlende Frühfinanzierungsmöglichkeiten oder staatliche Unterstützung gesehen, sondern dass es zu wenig Gründungsinteressierte gibt, die eine überzeugende Geschäftsidee haben. Mögliche Gründe hierfür sind:

- Sektorspezifische Bedingungen, wie die Dominanz von Großunternehmen in Teilen der Chemieindustrie. Diese erschweren es zum einen den Gründungswilligen, in diesen zumeist kapitalintensiven Bereichen Nischen zu finden, die von KMUs besetzt werden können. Zum anderen können die Großunternehmen ihren Mitarbeitern so gute Konditionen anbieten, dass Druck und Anreize für Eigengründungen fehlen.
- Es wird eine geringe Anzahl von potenziellen Gründern (z. B. aus Hochschulen) beobachtet, die zudem häufig eine Affinität zu pharmazeutischen Anwendungen und zur Feinchemie haben – in diesem Bereich gibt es auch die meisten KMUs in der industriellen Biotechnologie.
- Als Teilgrund kann auch die längerfristige Finanzierungsaussicht gelten. Die Aktivitäten von privaten Investoren sind weiter als zurückhaltend einzustufen, nicht zuletzt, weil für biobasierte Produkte noch Erfahrungen fehlen, inwiefern sich Geschäfte in diesem Bereich rentieren (OECD 2010c).

### 4.3.4 Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf

Zusammenfassend wird die Zahl der Unternehmensgründungen als unzureichend eingeschätzt. Die Gründe hierfür liegen allerdings weniger bei den direkten Förderprogrammen. Diese werden insgesamt als gut funktionierend und sehr unterstützend für die Unternehmensgründung eingeschätzt. Die Hemmnisse für Gründungen liegen eher in sektoralen Gegebenheiten (z. B. der Dominanz von Großunternehmen; Affinität von potenziellen Gründern aus Hochschulen zur roten Biotechnologie) oder allgemeinen Rahmenbedingungen (z. B. geringe Gründerkultur, schlechte Aussichten auf längerfristige Finanzierungen). Spezifischer Handlungsbedarf besteht am ehesten in der frühzeitigen Information und Beratung potenzieller Interessenten für Gründungen und potenzieller Investoren in diesem Bereich. Solche Aktivitäten werden bereits in einzelnen Clustern durchgeführt, könnten jedoch noch ausgebaut und verstetigt werden. Zugleich sind die skizzierten Maßnahmen in anderen Ländern zwar als interessante Ansätze zu

werten, würden aber in ähnlicher Ausgestaltung den Bedarf zur Entwicklung junger Unternehmen bei biobasierten Produkten in Deutschland nur begrenzt treffen, weil sie sich stark auf die Förderung einiger, weniger ausgewählter Unternehmen konzentrieren; die Probleme in Deutschland liegen aber eher in den allgemeinen Rahmenbedingungen. Stattdessen liegt der wichtigste Ansatzpunkt v. a. in der Verbesserung der längerfristigen Finanzierungsaussicht, wie auch im folgenden Teilkapitel deutlich wird.

## **4.4 Marktnahe Weiterentwicklung und -einführung**

Anwendungsspezifische Weiterentwicklungen von FuE-Ergebnissen zur Marktreife und die Markteinführung biobasierter Produkte erfordern häufig erheblichen Zeit- und Kostenaufwand. Dabei bestehen bei diesen Kommerzialisierungsaktivitäten verschiedene Hemmnisse und dazugehörige Vorschläge (z. B. KMU Finanzierung, Förderung von Pilot-/Demonstrationsanlagen, Investitionsanreizen) die im Folgenden erläutert werden.

### **4.4.1 Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen**

Im Mittelpunkt der Empfehlungen der Gremien steht die Förderung von Pilot-/Demonstrationsanlagen. Das Ziel der Bereitstellung von Pilot-/Demonstrationsanlagen, ist in der Regel, die Unternehmen von hohen Investitionskosten für nur kurzzeitig genutzte Anlagen zu entlasten und Skaleneffekte durch die Nutzung der Anlagen durch mehrere Akteure zu erreichen. Demonstrationsprojekte ermöglichen zudem die Erprobung der neuen Technologien, Prozesse, Produkte und Dienstleistungen. Daneben werden Erfahrungen aus Pilot- und Demonstrationsprojekten als zentrale Wissensquellen betrachtet, um den „proof-of-concept“ für Investoren und Anwender zu erbringen und deren Unsicherheit zu reduzieren, aber auch für Biotechnologieunternehmen selbst um aus Erfahrungen – z. B. durch Förderung entsprechender Begleitforschung – anderer zu lernen. Ob sich eine staatliche Erbringung solcher technologiespezifischen Dienstleistungen rechtfertigen lässt, ist umstritten (Nusser et al. 2007a). Mögliche Pro-Argumente ergeben sich aus der hohen Unsicherheit über die Entwicklungsperspektiven konkreter biotechnologischer Methoden und aus externen Effekten (z. B. Lerneffekte für alle Akteure), so dass es für private Anbieter wenig lukrativ sei, in solche Anlagen zu investieren und deren Benutzung als Dienstleistung anzubieten. Daher wird häufig die Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen v. a. für viele Akteure nutzbare Bioraffinerien empfohlen (BMELV 2009, OECD 2009, Advisory Group 2009). Nach Möglichkeit sollten die Infrastrukturinvestitionen nicht auf eine technologische Lösung oder ein Produkt konzentriert sein, um flexibel für neue technologische Lösungen zu bleiben und möglichst eine Nutzbarkeit durch viele Akteure zu ermöglichen. Dabei wird v. a. auf europäischer Ebene die Unterstützung von Demonstrationsprojekten über Public-Private Partnerships diskutiert und empfohlen, insbesondere für Bioraf-

finerien (Advisory Group 2009; EuropaBio 2010). Wie diese Public-Private-Partnerships ausgestaltet werden sollen, wird allerdings nicht konkretisiert.

Darüber hinaus werden zunehmende Anreize für Investitionen in kommerzielle Anlagen diskutiert. Im Anschluss an die Erprobung der Produkte und Verfahren in Pilot-/Demonstrationsanlagen werden die Investitionsentscheidungen in solche Anlagen an Bedeutung gewinnen. In Analogie zu anderen kapitalintensiven Technologien werden staatliche Anreize für Investitionen eine wichtige Rolle für Standortentscheidungen einnehmen. Der Einsatz von staatlichen Investitionsbeihilfen ist aber mit erheblichen Folgewirkungen verbunden (z. B. „Picking-Winners“-Problematik, Wettbewerbsverzerrungen). Das EU-Beihilferecht setzt deshalb nationalen Anreizen für Investitionen enge Grenzen. Die Advisory Group (2009) fordert deshalb eine gemeinsame europäische Lösung in Form von Anreizen. Eine solche Lösung hätte vergleichsweise geringe unerwünschte Folgewirkungen, wenn der selektive Eingriff zugunsten einzelner Marktteilnehmer begrenzt wird.

## **4.4.2 Aktuelle Maßnahmen**

### **4.4.2.1 Förderung in Deutschland**

Im Folgenden werden die Maßnahmen für die längerfristige Finanzierung von anwendungsnahen (FuE-)Tätigkeiten, zum Aufbau von Pilot-/Demonstrationsanlagen sowie kommerziellen Anlagen diskutiert.

#### **Finanzierung von anwendungsnahen (FuE-)Tätigkeiten**

Die relevanten Finanzierungsprogramme auf Bundesebene für spätere Wachstumsphasen/ anwendungsnahen (FuE-)Tätigkeiten wurden bereits in Kap. 4.3.2.1 dargestellt. Hierzu gehören der EIP/ERP-Dachfonds, der Venture-Capital Fonds unterstützt und dessen mittelbare Bedeutung für Unternehmen bei biobasierten Produkten nicht ersichtlich ist, weil die Förderung dem Investment in bestimmte Technologiebereiche nicht direkt zugerechnet werden kann. Daneben werden im ERP-Innovationsprogramm Darlehen für marktnahe Tätigkeiten vergeben. Allerdings zielt die Förderung auf eine branchenübergreifende Breitenwirkung ab und wird vor allem von großen Mittelständlern in Anspruch genommen. Für Biotechnologie-KMUs mit meist hohem Eigenkapitalbedarf ist diese Förderung weniger geeignet, der Anteil an der gesamten Fördersumme dieser Unternehmen lag im Jahr 2008 bei nur 2,5 Prozent (Tabelle 6). Eher wäre in manchen Bundesländern die Förderung über Landesbeteiligungskapitalgesellschaften denkbar, die verstärkt KMUs in der Wachstumsphase unterstützen. Allerdings besteht noch Bedarf zu klären, inwiefern diese konkreten Angebote auf die Bedürfnisse der Akteure bei biobasierten Produkten abgestimmt sind und von diesen bereits genutzt werden.

## Förderung von Pilot-/Demonstrationsanlagen

Wie in Kapitel 4.1.2.1 dargestellt wurde, ist eine Förderung von Pilot-/Demonstrationsanlagen durch die Bundesministerien grundsätzlich an enge Bedingungen geknüpft. So werden nur innovative Teilprojekte neuer Vorhaben gefördert, nicht aber die gesamte Anlage und es wird ein geringerer Anteil der Kosten erstattet, als bei marktferneren FuE-Vorhaben. Darüber hinaus sind die finanziellen Möglichkeiten angesichts der hohen Kosten für die Anlagen beschränkt, da z. B. jede geförderte Anlage einen signifikanten Anteil am Gesamtbudget der Fördereinrichtung für biobasierte Produkte binden würde (z. B. FNR: Gesamtbudget ca. 50 Mio € im Jahr 2010). Grundsätzlich förderfähig ist die wissenschaftliche Begleitforschung von Pilot-/Demonstrationsanlagen.

Im stofflichen Bereich wird eine Bioraffinerie-Pilotanlage in Leuna gefördert (Kap. 6.2.1.3).<sup>13</sup> Daneben ist auf Bundesebene aktuell ein Roadmapping-Prozess für Bioraffinerien geplant, wie er im Aktionsplan Nachwachsende Rohstoffe empfohlen wurde (BMELV 2009). Die Ressortgespräche haben hierzu bereits begonnen (Bundestag Drucksache 17/2375).

Deutlich höhere Aktivitäten bei der Förderung von Pilot-/ Demonstrationsanlagen zeigen sich in verschiedenen Bundesländern. Ein vom europäischen Verband der Biotechnologieunternehmen EuropaBio durchgeführtes Scanning<sup>14</sup> von Pilot-/Demonstrationsanlagen unter Angabe der Finanzierungsakteure zeigt eine erhebliche Beteiligung der jeweiligen Bundesländer. Sie sind bei allen öffentlich (teil-)finanzierten Projekten beteiligt, während Bundesministerien nur sehr vereinzelt als Mitförderer aktiv sind. Die interviewten Experten bestätigten die in diesem Bereich höhere Bedeutung der Landesförderung. Sie sehen dafür mehrere Gründe: Gerade Demonstrationsanlagen haben einen regionalen Charakter. Es besteht die Erwartung, dass zu einem späteren Zeitpunkt auch eine Produktionsanlage in regionaler Nähe zur Demonstrationsanlage gebaut wird. Zudem liegt die Finanzierungskompetenz bei den eher marktnahen Pilotprojekten weniger bei den Bundesministerien, die sich zumeist auf FuE-Förderung konzentrieren (siehe FNR-Förderung Kap. 4.1.2.1). Einige Kostenbestandteile (z. B. für Gebäude) können von nationalen FuE-Förderinstitutionen gar nicht über-

---

<sup>13</sup> Nach einer Bundestags-Drucksache vom Juli 2010 gibt es sieben Pilotbioraffinerien in Deutschland, von denen aber in sechs bislang auf die energetische Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen abzielen (Bundestag Drucksache 17/2375).

<sup>14</sup> [http://www.bioeconomy.net/bioeconomy/member\\_states/index\\_bioeconomy\\_member\\_states.html](http://www.bioeconomy.net/bioeconomy/member_states/index_bioeconomy_member_states.html)

nommen werden, sondern liegen – sofern es mit dem EU-Beihilferecht vereinbar ist – eher im Rahmen der Wirtschaftsförderung der Länder.

### **Investitionsanreize für kommerzielle Anlagen**

Ähnliches gilt für Investitionsanreize in kommerzielle Anlagen; diese sind bislang über Einzelbeihilfen möglich, soweit diese mit dem EU-Beihilferecht vereinbar sind. Daneben gibt es auf Bundesebene das Programm Gemeinschaftsaufgabe für rückständige Regionen; sowie das nur in Ostdeutschland gültige Investitionszulagengesetz, welches in den kommenden Jahren einen deutlichen Abbau der Förderquoten vorsieht. Inwiefern im Rahmen dieser Programme bereits Förderung für die Produktion von biobasierenden Produkten genutzt werden, kann nicht beurteilt werden, da keine entsprechenden Daten vorliegen.

#### **4.4.2.2 Förderung in anderen Ländern**

Im März 2010 gab die Kommission eine Förderung innerhalb des 7. Forschungsrahmenprogramm von Bioraffinerien in Höhe von 52 Mio € bekannt, weitere 28 Mio € werden von Partnern aus der Industrie, Universitäten und Forschungseinrichtungen finanziert. Das Programm umfasst drei große Projekte (BIOCORE, EuroBioRef, SUPRBIO) und zielt darauf, Biomasse in Biokraftstoffe der zweiten Generation, Biochemikalien und weitere Materialien umzuwandeln. Dabei wird in allen Projekten jeweils das Ziel verfolgt, aus verschiedenen nachwachsenden Rohstoffen (v. a. aus Resten und Abfällen) eine Palette von unterschiedlichen Produkten zu produzieren. Zudem werden mittlerweile in einer Reihe von europäischen Ländern spezifische Fördervorhaben für Bioraffinerien gefördert, z. B. das umfangreiche BioRefine Programm in Finnland und kleinere Vorhaben in UK („Integrated Biorefining Research and Technology Club“) und Schweden („The biorefinery for the future“) (CleverConsult 2010). Insgesamt wurden in einer aktuellen „specific support action“ der EU-Kommission 263 national finanzierte Bioraffinerieprojekte (inklusive rein energetische fokussierte Bioraffinerien) gezählt sowie 3 regionale und 41 EU-finanzierte Projekte gezählt.<sup>15</sup> Das Gesamtinvestitionsvolumen wird dabei auf 1,2 Mrd Euro beziffert, dabei stammen mindestens zwei Drittel (> 800 Mio Euro) aus öffentlichen Fördermitteln. Die größten Förderbudgets kommen dabei aus Frankreich, Deutschland und den Niederlanden (CleverConsult 2010).

---

<sup>15</sup> <http://www.star-colibri.eu/files/files/Deliverables/D2.3.1-Mapping-of-Research-Projects-main-report.pdf>. Dabei ist zu beachten, dass dort 15 Bioraffinerieprojekte für Deutschland gezählt werden, während die Bundesregierung im Juli 2010, wie oben erwähnt, nur sieben Vorhaben (Bundestag Drucksache 17/2375). Leider ist nicht ersichtlich, woher diese großen Unterschiede stammen.

Insgesamt zeigen sich im internationalen Vergleich v. a. in den USA und in Frankreich erhebliche Unterstützungen von Pilot-/Demonstrationslagen und in den ersten Fällen auch für kommerzielle Anlagen. Im Folgenden werden einige Beispiele aus diesen Ländern zur Unterstützung von marktnäheren Aktivitäten dargestellt:

Die Organisation OSEO in Frankreich wurde durch eine gemeinsame Initiative von ANVAR (Französische Innovations-Agentur) und BDPME (KMU Entwicklungsbank) ins Leben gerufen. Ihre Mission ist die Beratung und finanzielle Unterstützung von KMUs und Kleinstunternehmen in den entscheidenden Phasen ihres Lebenszyklus: Start-up, Innovation, Entwicklung, evtl. „Buy out“. Durch die Vergabe von Beteiligungskapital erleichtert sie den KMUs den Zugang zur Finanzierung durch Bankpartner und Eigenkapitalgeber.

Die Aktivitäten von OSEO erstrecken sich auf drei Handlungsfelder:

- Unterstützung und Finanzierung von Technologie-basierten Projekten mit echten Marktchancen,
- Finanzierung von Investitionen gemeinsam mit Banken,
- Mindestsicherung der gewährten Finanzierung durch Banken und Eigenkapitalgeber.

Aktuell werden durch OSEO 3 größere Projekte in der industriellen Biotechnologie mitgefördert, die sich allerdings nicht nur auf KMUs beschränken: BioHub (42 Mio €); Osiris (31.2 Mio €) und Futurol (29 Mio €).<sup>16</sup>

Im anwendungsnahen FuE-Programm BioHub sollen zum einen neue Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt werden (Isosorbid-Derivate). Zum anderen werden Herstellungsverfahren entwickelt, in denen biotechnologische Prozesse die chemische Synthese ersetzen soll (Enzing et al. 2008). Dabei arbeiten – unter der Leitung des Stärkeproduzenten Roquette – das Biotechnologieunternehmen Metabolic Explorer (Frankreich), die Chemieunternehmen Arkéma (Frankreich), Cognis (Deutschland), Solvay (Belgien), DSM (Niederlande) und Tergal Fibres (Frankreich) sowie das Bauunternehmen Eurovia (Frankreich) und das Verpackungsunternehmen Sidel (Frankreich) zusammen. Als Unterauftragnehmer sind ferner die Institute INSA Lyon, INSA Rouen, IMMCL in Lille, TU Eindhoven und Kluyver Centre for Genomics in Delft beteiligt. Die gesamten förderfähigen Kosten belaufen sich auf 84 Mio € in sieben Jahren (2007-2014), die staatliche Beihilfe beträgt 50 Prozent der förderfähigen Projektkosten. Ausgezahlt werden sie in Form von Zuschüssen (21,5 Mio €) und rückzahlba-

---

<sup>16</sup> Die Summe bezieht sich auf die Gesamtförderung der Projekte, die Finanzierung liegt aber nicht allein bei OSEO.

ren Vorschüssen (20,3 Mio €). Von dieser Beihilfe in Höhe von knapp 42 Mio € entfallen allein 37 Mio € auf das Unternehmen Roquette. Im Juli 2009 wurde die Isosorbid-Demonstrationsanlage in Betrieb genommen.

In den USA erfolgt eine erhebliche Förderung von Pilot-/Demonstrationsanlagen. Diese ist stark auf die energetische Nutzung von Biomasse ausgerichtet, kommt aber in zunehmenden Maße auch der stofflichen Nutzung zugute: Das Department of Energy gab im Dezember 2009 die Unterstützung von 19 Bioraffinerieprojekten mit 564 Mio US\$ bekannt (gesamtes Investitionsvolumen inklusive Privatkapital ca. 1,3 Mrd US\$).<sup>17</sup> Die Fördersummen für die einzelnen Projekte sind folglich beträchtlich, sie betragen für Pilotanlagen zumeist 25 Mio US\$, für Demonstrationsanlagen 50 Mio US\$. Bei sieben dieser Projekte mit einer staatlichen Unterstützung von 178 Mio US\$ ist in der Kurzbeschreibung auch explizit die Entwicklung von stofflichen Produkten mit angegeben.

### **4.4.3 Aktuelle Herausforderungen**

#### **Bedeutung und Rolle der KMUs**

Kennzahlen zur Charakterisierung des Industriesektors in der industriellen Biotechnologie bzw. bei biobasierten Produkten insgesamt existieren nicht und lassen sich anhand von Daten zur Biotechnologieindustrie nur begrenzt annähern. Besonders in diesem Bereich findet ein großer Teil der Aktivitäten nicht unbedingt in den dedizierten Biotechnologie-Unternehmen statt, sondern direkt in der biotechnologisch aktiven Großindustrie. In einigen Produktkategorien dominieren die Großunternehmen deutlich (v. a. bei hochvolumigen Produkten) und KMUs sind in diesen Segmenten nur als Dienstleister aktiv (z. B. Screening von Enzymen).

Insgesamt nimmt die Bedeutung von dezidierten industriellen Biotechnologie-KMUs aber zu, sowohl absolut als auch relativ gegenüber der gesamten Biotechnologie (Tabelle 7). Mittlerweile liegt der Anteil der industriellen Biotechnologieunternehmen bei rund 10 Prozent.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> [http://www.energy.gov/news2009/documents2009/564M\\_Biomass\\_Projects.pdf](http://www.energy.gov/news2009/documents2009/564M_Biomass_Projects.pdf)

<sup>18</sup> Dabei ist zu beachten, dass aktuell 36 % der Unternehmen keinem speziellen Feld zugeordnet, sondern für mehrere Anwenderbranchen aktiv sind. Hierzu gehören alle Unternehmen, die ausschließlich oder überwiegend Dienstleistungen für andere Biotechnologiefirmen erbringen oder als Zulieferer für diese tätig sind. Auch reine Auftragsproduzenten von biologischen Molekülen ohne eigene Entwicklungsaktivitäten wurden zu dieser Kategorie gezählt.



Tabelle 7: Kennzahlen zur Biotechnologie-Branche in Deutschland

| Jahr                               | Zahl der Unternehmen |       |      |       | Umsatz (in €) |          |          |          | FuE (in €) |          |          |          |
|------------------------------------|----------------------|-------|------|-------|---------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|
|                                    | 2006                 | 2007  | 2008 | 2009  | 2006          | 2007     | 2008     | 2009     | 2006       | 2007     | 2008     | 2009     |
| Biotechnologie insgesamt           | 495                  | 496   | 501  | 531   | 1,76 Mrd      | 2,01 Mrd | 2,19 Mrd | 2,18 Mrd | 0,97 Mrd   | 1,05 Mrd | 1,06 Mrd | 1,05 Mrd |
| Davon: Industrielle Biotechnologie | 36                   | 38    | 45   | 51    | k. A.         | 50 Mio   | 54 Mio   | 129 Mio  | k. A.      | k. A.    | k. A.    | k. A.    |
| Anteil Industrielle Biotechnologie | 7,2 %                | 7,6 % | 9 %  | 9,6 % | k. A.         | 2,5 %    | 2,5 %    | 5,9 %    | k. A.      | k. A.    | k. A.    | k. A.    |

Quelle: Biotechnologie.de 2007-2010

Die Angaben der Unternehmenstätigkeiten in der zu der Umfrage zugehörigen Unternehmensdatenbank von biotechnologie.de lässt darauf schließen, dass quasi alle Unternehmen der industriellen Biotechnologie in der Forschung tätig sind, gut  $\frac{3}{4}$  der Unternehmen bietet Dienstleistungen an und rund die Hälfte bietet Produkte am Markt an. Die Produktherstellung ist, so die Auskünften in der Datenbank und Aussagen von Experten, aber bislang zumeist auf hochpreisige Nischenprodukte in der Fein-/Spezialchemie beschränkt. Einige Experten beobachten bereits einen Paradigmenwechsel von KMUs in der industriellen Biotechnologie weg von der Rolle als Dienstleister hin zu hybriden Geschäftsmodellen die Dienstleistungs- und Produktionsaktivitäten beinhalten, es besteht allerdings bei dieser Beobachtung keine Einigkeit unter den Experten. Einigkeit besteht hingegen in der Einschätzung darin, dass eine limitierte Rolle der KMUs als Dienstleister hinderlich wäre, um das Marktpotenzial biobasierter Produkte künftig ausschöpfen zu können. Vielmehr könnte eine größere Anzahl diversifizierter KMUs zunehmend solche Märkte durch neue Produkte und Dienstleistungen schaffen, die für Großunternehmen aufgrund einer begrenzten Größe zumindest zunächst unattraktiv sind.

### **Kosten und Unsicherheiten bei anwendungsnahen (FuE-)Tätigkeiten und der Markteinführung**

Während die FuE-Aktivitäten in frühen Produkt-/Verfahrensentwicklungsphasen weitgehend positiv verlaufen, existieren einige Hemmnisse bei Aktivitäten, die näher an der Kommerzialisierung liegen. Wie in der medizinischen Biotechnologie entstehen auch

bei biobasierten Produkten ein erheblicher Zeit- und Kostenbedarf sowie Unsicherheiten bis zur erfolgreichen Marktdurchdringung. Bisherige Erfahrungen bei biobasierten Produkten zeigen, dass auf der Basis von FuE-Ergebnissen aus öffentlich geförderten Projekten nicht direkt marktfähige Produkte und Dienstleistungen generiert werden. Vielmehr sind meist noch mehrmonatige bis –jährige Entwicklungsarbeiten erforderlich. Häufig fehlen für die anwendungsspezifische Weiterentwicklung der FuE-Ergebnisse (z. B. Qualitätssicherung, Verringerung des Produktgewichts) sowie das Hochskalieren der Produktion in kostenintensiven Pilot- und Demonstrationsanlagen die notwendigen Ressourcen (Abbildung 4). Zudem ergeben sich nach Aussagen von Experten bei der Hochskalierung von Produkten bei der Biotechnologie größere Probleme als bei der herkömmlichen Chemie.

Abbildung 4: Zeitbedarf und Kosten bis zum Markterfolg in der industriellen Biotechnologie

|   |                                   | <b>Jahre</b> | <b>Kosten (Mio. €)</b> |
|---|-----------------------------------|--------------|------------------------|
| <b>Akademia</b><br><b>Start-up; KMU</b><br><b>Industrie</b> | <b>Grundlagenforschung</b>        | <b>2-5</b>   | <b>0,1-1</b>           |
|   | <b>Angewandte Forschung</b>       | <b>3-5</b>   | <b>0,3-3</b>           |
|   | <b>Entwicklung &amp; Prototyp</b> | <b>3-5</b>   | <b>5-50</b>            |
|   | <b>Scale-Up &amp; Produktion</b>  | <b>2-3</b>   | <b>100-300</b>         |
|   | <b>Marktdurchdringung</b>         | <b>3-5</b>   | <b>10-100</b>          |

Quelle: OECD 2010b

Gerade die KMUs könnten dabei an Grenzen stoßen, da sie neben den geringen Erfahrungen bei Skalierung von Produktionsprozessen auch Finanzierungsengpässe in späteren Finanzierungsphasen haben (Festel 2009). Für Investoren wiederum ist gerade die Finanzierung von Pilotanlagen unattraktiv, da hier mittelfristig kaum hohe Renditeaussichten bestehen. Deshalb wird häufig gefordert, dass Pilotprojekte sowie der Zugang zu Demonstrationsanlagen staatlich gefördert werden sollten.

Allerdings lässt sich neben der generellen Frage inwiefern staatliche Unterstützungen dieser marktnäheren Aktivitäten erfolgen sollte (siehe Kap. 2.5.2), es sich schwer objektiv beurteilen, ob es einen tatsächlichen Mangel z. B. an Pilot-/Demonstrationsanlagen gibt: Die Mehrheit der Experten sieht die Anzahl der Pilot- und Demonstrationsanlagen bei biobasierten Produkten als zu gering an (siehe auch OECD 2010c, Rhein/Ulber 2009). Allerdings wurde in den Gesprächen deutlich, dass

die Einschätzung v. a. im Hinblick auf die starken Aktivitäten einzelner anderer Länder getroffen wurde.

#### *Umsetzung von Bioraffineriekonzepten*

Zur zukünftigen Produktion von biobasierten Produkten und Verfahren sind seit einigen Jahren Bioraffinerien in der Diskussion. Nach der verwendeten Definition des BioÖkonomierates sind Bioraffinerien „integrative Verfahrenskonzepte, welche die kaskadische Veredelung von nachwachsenden Rohstoffen zu biobasierten Produkten und biogenen Energieträgern forcieren. Die Produktpalette reicht von chemischen Grundstoffen (organische Säuren, Kunststoff-Monomere) über Nahrungs- und Futtermittel (Proteine, Aminosäuren), Kraft- und Brennstoffe bis hin zu Faserprodukten wie z. B. Dämmstoffen“ (BioÖkonomierat 2010, S.23). Zukünftige Konzepte zeichnen sich durch integrierte Prozesse aus, welche die Verwertung umfangreicher Teile von Pflanzen hin zu verschiedenartigen Produkten ermöglichen, die in existierende Prozess bzw. Wertschöpfungsketten der Chemischen Industrie integriert werden können. Bisher stehen Bioraffinerien dieser Art allerdings noch am Anfang ihrer Entwicklung und sowohl erhebliche weitere Grundlagenforschung als auch Prozess-, Technologie- und Produktentwicklung in Bioraffinerien als notwendig erachtet (BioÖkonomierat 2010; VCI / DIB, 2010).

Eine umfangreiche Analyse der vielfältigen Optionen unterschiedlichen Bioraffineriekonzepte und deren Herausforderungen ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich (siehe z. B. Kamm et al. 2006, Nusser et al. 2007, Oertel 2007, WEF 2010, VCI/DIB 2010). Es zeigen sich allerdings zwei Kernherausforderungen die für die Kommerzialisierung von biobasierten Produkten und Verfahren von erheblicher Bedeutung sind.

Zum einen stellt sich die Frage der geeigneten Geschäftsmodelle für Bioraffinerien, insbesondere wer die Anlagen zukünftig betreiben könnte. Bislang zeigt sich z. B. bei Chemieunternehmen eine deutliche Zurückhaltung; diese sehen ihre Rolle eher als Anwender der Produkte (VCI/DIB 2010).<sup>19</sup> Nach Expertenaussagen kommen als Standortbetreiber eher Chemieparks, Agrarunternehmen oder Raffineriebetreiber in Frage, allerdings ist auch noch hier bislang noch ein klares Bekenntnis zu erkennen. Grundsätzlich zeigt sich ein Interesse verschiedenster Unternehmen sich an Projekte, wie in der Pilotanlage in Leuna, zu beteiligen. Die Beiträge der Unternehmen werden

---

<sup>19</sup> Eine Ausnahme stellt die – der energetischen Nutzung zurechenbare – Pilotanlage des Chemiegroßunternehmens Südchemie zur Herstellung von Bioethanol aus Lignocellulose dar; die befragten Experten sehen aber darin keinen grundsätzlichen Trend.

von den befragten Experten aber als gering bewertet, größere Investitionen einzelner Unternehmen blieben bisher aus.

Zum anderen wird befürchtet, dass kurzfristiges Interesse der Marktteilnehmer zu einem Einsatz einiger weniger Rohstoffe und die Fokussierung auf ausgewählte, etablierte Endprodukte beschränkt bleibt. Im seinem aktuellen Gutachten von September 2010 empfiehlt der BioÖkonomierat eine zweistufige Vorgehensweise, die zum einen die zügige Etablierung des Bioraffinierkonzepts und zum anderen deren breiten Ausrichtung sicherstellen soll:

- Erstens sollen Neuartige Verfahren zur effizienteren Nutzung von Nebenprodukten in bestehenden Verarbeitungsanlagen wie Öl- und Getreidemühlen, Zuckerfabriken und Bioethanolanlagen.
- Zweitens ist die konzeptionelle Optimierung entsprechender Prozesse in einer Multi-Purpose-Bioraffinerie notwendig, die unterschiedlichste Rohstoffe verarbeitet und zusammenfasst. Hierzu sind vorab Studien durchzuführen, mit denen die technische und ökonomische Machbarkeit derartiger Konzepte im Einzelnen nachgewiesen wird.

#### **4.4.4 Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf**

Die v. a. durch die zunehmende Verfügbarkeit von FuE-Projektergebnissen zukünftig bedeutender werdenden Kommerzialisierungsaktivitäten sind mit erheblichen Herausforderungen verbunden. Die Advisory Group und andere Gremien empfehlen dabei vor allem eine verstärkte Förderung Pilot- und Demonstrationsanlagen und zumindest auch die Prüfung einer geeigneten Setzung von Investitionsanreizen. Die Unterstützung von Pilot-/Demonstrationsanlagen erfolgt in Einzelfällen, im Vergleich zu den recht starken Aktivitäten einzelner anderer Länder (u. a. USA, Frankreich) werden diese aber als gering eingeschätzt. Ob sich für Deutschland und Europa eine ähnlich starke staatliche Förderung solcher Anlagen rechtfertigen lässt, ist umstritten, da sie mit erheblichen Folgewirkungen verbunden (z. B. „Picking-Winners“-Problematik, Wettbewerbsverzerrungen) sein kann. Diese Förderung sollte daher wie bisher in begründeten Einzelfällen erfolgen und ist vorrangig solchen Projekten zu gewähren, die sich nicht auf wenige Akteure beschränken, KMUs eigenständige Aktivitäten ermöglichen sowie einen hohen innovativen und risikoreichen Charakter haben. Dabei wäre ggf. das finanzielle Budget bei den entsprechenden Förderinstitutionen auszuweiten, da die Projekte zur Erprobung der FuE-Ergebnisse in Pilot-/Demonstrationsanlagen voraussichtlich zunehmen werden.

Deshalb wird der Handlungsbedarf stärker in der Schließung der Finanzierungslücke von KMUs für anwendungsnahen (FuE-)Tätigkeiten und der Markteinführung gesehen.

Die finanzielle Basis für den Betrieb kleinskaliger Pilot-/Demonstrationsanlagen wäre zu unterstützen; diese können die KMUs stärker in die Lage versetzen hybride Geschäftsmodelle zu entwickeln und neue (Nischen-)märkte zu entwickeln/besetzen.

Zusätzlicher Handlungsbedarf besteht im Aufbau der Bioraffineriekonzepte, da sie als für die Akteure als risikoreich gesehen werden. Diese sind ebenso wie das Vorantreiben der Multi-Purpose Konzepte in der geplanten Roadmap und den dazugehörigen Förderaktivitäten zu adressieren. Nach Auskunft der Bundesregierung in der Bundestagsdrucksache vom Juli 2010, haben die Ressortgespräche für die Roadmap bereits begonnen (Bundestag Drucksache 17/2375).

## **4.5 Marktnachfrage**

### **4.5.1 Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen**

Im Fokus der Leitmarktinitiative stehen nachfrageorientierte Politikinstrumente zur Unterstützung einer schnelleren Einführung und Verbreitung biobasierter Produkte im Markt. Dazu schlägt insbesondere die Advisory Group (2009) konkrete Maßnahmen vor, die eine Vielzahl von verschiedenen Instrumenten umfassen.

#### **Gesetzgebung**

Biobasierte Produkte sind direkt oder indirekt von einer großen Anzahl von Gesetzen/Regulierungen auf EU-, nationaler und z. T. regionaler Ebene betroffen. Diese können FuE, Produktion, Verkauf als auch die Entsorgung biobasierter Produkte erheblich beeinflussen. Daneben sind bislang unterschiedliche Regulierungen für die heterogenen Produkte und die Vielzahl von Anwendungen (u. a. Bio-Chemikalien, -Schmier- und -Kunststoffe für Verpackungen, aber auch im Bau oder in der Automobilindustrie) relevant. Folglich gelten auch viele Vorschläge der Advisory Group (2009) nur für sehr spezifische Produktgruppen bzw. Anwendungen. Dabei können folgende Gesetzgebungen unterschieden werden:

- Verfügbarkeit von Biomasse und ihre stoffliche Nutzung: Ein wichtiges übergeordnetes Ziel ist die nachhaltige Verfügbarkeit von Biomasse. Besonders für Anwendungen mit einem hohen Biomasseanteil hängt die Wettbewerbsfähigkeit von günstigen und stabilen Rohstoffkosten ab. Zugleich ist ein Konflikt mit alternativen Verwendungsmöglichkeiten (v. a. Ernährung; „Tank, Trog oder Teller“) zur Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele zu vermeiden. Folgende konkrete Vorschläge wurden gemacht:
  - Gleichsetzung der direkten Unterstützung der energetischen und stofflichen Nutzung im Annex 1 des EG-Vertrags sowie in den nationalen Fördersystemen,

- Ersetzen der bisherigen CAP-Produktionserstattungen durch alternative Anreize zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe,
  - Erhöhung der Investitionen in die Entwicklung und Optimierung von Infrastruktur und Logistik zur optimalen Nutzung der verfügbaren Biomasse,
  - Etablierung von Nachhaltigkeitskriterien beim Import von Biomasse (BMELV 2009).
- Setzen von Anreizen für die Nutzung biobasierter Produkte: Mögliche Ansatzpunkte sind die Vorgaben indikativer oder verbindliche Ziele bzw. Quoten zum Einsatz biobasierter Produkte, analog zu den Biokraftstoffen im Biokraftstoffgesetz. Alternativ können gesetzliche Vorschriften zur Nutzung in Teilbereichen erlassen werden. Beispielsweise könnte der Einsatz von Bioschmierstoffen und Hydrauliköl in umweltsensitiven Bereichen in Bodenschutz- oder Wasserschutzgesetzen vorgeschrieben werden oder Anreize zum Einsatz biobasierter Baustoffe über die „Construction Products Directive“<sup>20</sup> gesetzt werden. Eine weitere Anreizmöglichkeit könnte in der gesetzlichen Festsetzung liegen, dass bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produkte der biologische Kohlenstoff in biobasierten Produkten subtrahiert werden dürfte.
  - Gesetzliche Festlegungen von Nutzerinformationen: Neben Möglichkeiten der Standardisierung oder Vergabe von Kennzeichen und Auslobungen können Nutzerinformationen auch gesetzlich vorgeschrieben werden. Konkret schlägt die Advisory Group (2009) vor:
    - bei der Energiegewinnung (z. B. bei der energetischen Verwertung von Verpackungsmaterialien) sind für biobasierte Produkte – im Vergleich zu nicht biobasierten Produkten – eine CO<sub>2</sub>-Reduktion auszuweisen, wenn in der Netto-CO<sub>2</sub>-Bilanz eine CO<sub>2</sub>-Reduktion erreicht wird,
    - gesetzlich festzuschreiben, dass bei biobasiertem Plastik, das aus Abfall produziert wurde, mit der Auslobung „aus recycelbaren und biobasiertem Material“ geworben werden darf.
  - Gesetzliche Regelung der Entsorgungsmöglichkeit biobasierter Produkte: Die Advisory Group (2009) schlägt für Bioplastik vor, den Zugang zu „Abfallsammlungs- und Wiedergewinnungssystemen, inklusive Kompostierung, Recycling und Energierückgewinnung“ gesetzlich zu regeln. Die „Packaging and Packaging Waste

---

<sup>20</sup> Ein Ansatzpunkt hierfür wäre die Berücksichtigung von relevanten Kriterien (z. B. CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch) bei der Bewertung von Gebäuden, von denen zumindest einige biobasierte Produkte profitieren können.

Directive“ (PPWD) könnte z. B. dahingehend geändert werden, dass biobasierten Verpackungen alle Wiedergewinnungs- und Recyclingmöglichkeiten offen stehen.

### **Standards/Labels/Zertifizierung**

Ein Fehlen von Standards führt zu Unsicherheiten bei potenziellen Anwenderunternehmen, Vertriebsunternehmen und Händlern, z. B. ob das Produkt die gewünschten Eigenschaften und Funktionalitäten aufweist bzw. erfüllt. Die Konsumenten wiederum können aufgrund fehlender Produktlabels (welche auf Standards basieren) nicht zwischen konventionellen und biobasierten Produkten unterscheiden, folglich auch evtl. Vorteile biobasierter Produkte (z. B. Bioabbaubarkeit, Wiederverwendbarkeit, geringe Toxizität) nicht erkennen, und somit ihr Kaufverhalten nicht davon abhängig machen. Folgende Verbesserungen werden empfohlen bzw. werden bereits umgesetzt:

- Standards: Die Europäische Kommission hat im Rahmen der Leitmarktinitiative im Oktober 2008 das europäische Komitee für Standardisierung (CEN) mit der Erarbeitung von Europäischen Standards (EN) für Bio-Polymere beauftragt und zwei Mandate erteilt:
  - Mandat zur Erarbeitung eines Normungsprogramms für biobasierte Produkte,
  - Mandat zur Entwicklung von europäischen Normen und CEN Workshop-Vereinbarungen für Biopolymere und Bioschmierstoffe.

Dabei sollen die Standardisierungsaktivitäten nicht nur Produkt- bzw. Prozesseigenschaften betreffen, sondern können sich auch auf horizontale Methoden beziehen, z. B. die Messung und Berechnung des „Bio-“Gehalts in Produkten (z. B. anhand der C14-Methode zur Messung des biogenen Kohlenstoffs) beziehen.

- Kennzeichen/Labels/Nutzerinformationen: Um die Vorteile biobasierter Produkte an den Konsumenten bzw. Nutzer zu kommunizieren, wird vorgeschlagen, zunehmend möglichst einheitliche und harmonisierte Labels für biobasierten Produkte (auf Basis des europäischen Eco-Labels) zu entwickeln und zu verwenden. Dies erfordert auch eine verstärkte Aufklärung der Konsumenten über die inhaltliche Bedeutung der Labels. Im Hinblick auf die industrielle Weiterverarbeitung biobasierter Produkte wird empfohlen, Informationen über die technischen Eigenschaften der biobasierten Produkte zu verbreiten (BMELV 2009; Pflaum et al. 2008).
- Methodenentwicklung für die Nachhaltigkeitsbewertung: Es besteht großer Bedarf, die Methodik der Nachhaltigkeitsbewertung dahingehend weiterzuentwickeln, dass alle Dimensionen der Nachhaltigkeit (Umwelt, sozial, wirtschaftlich) für biobasierte Produkte genauer erfasst werden können und dadurch auch Instrumente bereitzustellen, mit denen die Entwicklung und Kommerzialisierung von nachhaltigen biobasierten Produkten unterstützt werden kann. Die Methodik sollte:

- sowohl für konventionelle als auch für biobasierte Produkte geeignet sein,
- möglichst flexibel sein und berücksichtigen, dass biobasierte Produkte bislang mit Technologien hergestellt werden, die noch in der Entwicklungs- und Erprobungsphase sind und sich mit Weiterentwicklung noch verbessern werden.

Dabei ist zu prüfen, ob die Nachhaltigkeitskriterien in der „Renewable Energy Directive“ auf biobasierte Produkte übertragbar sind. Um eine sektorübergreifende Harmonisierung der Regelungen zu erreichen, wäre auf eine einheitliche Methodik zur Berechnung von Treibhausgas-Emissionen sowie auf einheitliche Kriterien für eine nachhaltige Biomasseproduktion zu achten. Ein besonderes Augenmerk legt die Advisory Group (2009) dabei auf Lebenszyklusanalysen<sup>21</sup> (LCA):

- LCA sollten als Werkzeuge für die Verbesserung von Produkten und Prozessen dienen. Es sollten klar definierte Phasen unterschieden werden können (z. B. „cradle to gate“, „gate to grave“, „gate to cradle“),
- da die Erstellung von LCA sehr aufwändig ist, sollten die Forschungsanstrengungen verstärkt werden, um Datenlücken bei der Bereitstellung von Daten, die für LCA benötigt werden, zu füllen. Andernfalls könnte die Erstellung von LCA die Einführung von innovativen Produkten – gerade durch die häufig geringer mit Ressourcen ausgestatteten KMUs – verzögern.

### **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit**

Die Europäische Kommission stellt in ihrem Aktionsplan die Durchführung von Maßnahmen im Bereich Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zeitlich etwas zurück, da zunächst die Fragen bei der Standardisierung, Normierung und Kennzeichnung von Produkt zu klären seien, um den Verbrauchern Sicherheit zu geben (Advisory Group 2009). Der Aktionsplan Nachwachsende Rohstoffe bezieht sich auf klassische Aufklärungs- und Akzeptanzmaßnahmen zu nachwachsenden Rohstoffen und schlägt die Durchführung wissenschaftlicher Fachveranstaltungen und Symposien, fachbezogene Publikationen, Presse- und Medienarbeit, Präsenz auf Fachmessen, vor sowie die Verbreitung von Ergebnissen, die im Rahmen von Projekten des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe erarbeitet worden sind (BMELV 2009).

### **Steuervergünstigungen**

Steuergutschriften bei der Produktion oder Nutzung nachhaltiger biobasierter Produkte werden von der Advisory Group (2009) zur Prüfung empfohlen, sie sind in den EU-Mitgliedsstaaten nicht ohne weiteres möglich: Diese Art der spezifischen finanziellen

---

<sup>21</sup> Die Begriffe Lebenszyklusanalyse und Ökobilanz werden in diesem Bericht synonym verwendet.



Unterstützung bestimmter Märkte fällt in der Regel unter das EU-Beihilferecht und ist nur unter bestimmten Umständen erlaubt. Alternativen bestehen in der unterschiedlich starken Besteuerung des stofflich eingesetzten Kohlenstoffs, der für fossil basierte Produkte höher als für biomassebasierte Produkte besteuert werden könnte (Carus et al. 2010).

### **Öffentliche Beschaffung**

Die öffentliche Hand besitzt als wichtiger Nachfrager nach Produkten und Dienstleistungen eine erhebliche Marktmacht, die gezielt zur Erreichung bestimmter politischer Ziele eingesetzt werden kann. Dabei steht neben der Nachfragesteigerung – die für einzelne Marktsegmente unterschiedlich ausfällt – der Vorbild- und Vorreitereffekt dieser Maßnahmen im Vordergrund. Durch ein Bündel von Maßnahmen kann ein umweltfreundliches und innovationsförderndes Auftragswesen entstehen, wie z. B. die Setzung von Zielen für „green public procurement“, der Änderung der Verwaltungsabläufe bei der Vorbereitung von Ausschreibungen, Generierung von Informationen zu biobasierten Produkten (z. B. Anteil der Biomasse am Produkt), etc. Die öffentliche Beschaffung gehört allerdings nicht zum Untersuchungsgegenstand dieser Studie und wird deshalb nicht bei der Ableitung des Handlungsbedarfs berücksichtigt.

## **4.5.2 Aktuelle Maßnahmen**

### **4.5.2.1 Regelungen in Deutschland**

#### **Gesetzgebung**

Bislang werden keine marktorientierten Maßnahmen eingesetzt, die eine Vielzahl von Verwendungen von nachwachsenden Rohstoffen adressieren, wie z. B. spezifische Steuervergünstigungen für biobasierte Produkte, Vorgaben von Quoten für den Einsatz von biobasierten Produkten oder umfangreiche Ge-/Verbote, die den Einsatz explizit steuern. Verschiedene Regulierungen haben aber zumindest indirekt eine begünstigende oder hemmende Wirkung für biobasierte Produkte.

*Anreize für die Nutzung biobasierter Produkte:* Von hoher Bedeutung sind auch Regulierungen, die andere Verwendungsbereiche von Pflanzen/nachwachsenden Rohstoffe betreffen, da sie die relative Vorteilhaftigkeit einzelner Nutzungszwecke beeinflussen können. So kann die relative Bevorzugung der energetischen Nutzung zu höheren Rohstoffpreisen<sup>22</sup> und beschränkter inländischer Flächenverfügbarkeit für die stoffliche Nutzung führen. Zugleich werden die Aktivitäten einiger Akteure auf die energetische

---

<sup>22</sup> Ob und wie stark sich die zunehmende energetischen Nutzung von Biomasse auf die Rohstoffpreise bisher ausgewirkt hat, ist sehr umstritten (siehe z. B. OECD 2010d).

Nutzung gelenkt, da hier eine höhere Rentabilitätssicherheit durch die Unterstützung gewährleistet ist. Die Befürworter der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe kritisieren daher die starke Förderung der energetischen Nutzung und weisen auf die verschiedenen anderen alternativen Energiequellen zur Substitution fossiler Energie hin. Carus et al. (2010) vergleichen die aktuellen Fördermaßnahmen zur stofflichen und energetischen Nutzung von Biomasse bei der Markteinführung und stellen deutlich weniger umfassende Gesetze für die stoffliche Nutzung fest (Tabelle 8). Bei der stofflichen Nutzung gibt es im Vergleich zur Bioenergie keine umfassenden oder langjährigen marktseitigen, finanziellen Förderungen. Die langjährigen Markteinführungsprogramme für Dämmstoffe und Bioschmierstoffe der FNR wurden mittlerweile eingestellt. Der Erfolg dieser Maßnahmen wird recht gemischt beurteilt (BMELV 2009; Subventionsbericht 2010). Es wurden innerhalb des Förderzeitraums Erfolge in Form von Kostensenkungen und steigenden Marktanteilen für biobasierte Produkte erreicht (siehe Fußnote), allerdings zeigte sich auch die Problematik der begrenzten nachhaltigen Wirkung über die Förderperiode hinaus sowie die begrenzten Reichweite dieser Programme im stofflichen Bereich, die sich nur auf ausgewählte, kleine Produktgruppen bezogen hat.<sup>23</sup> Deshalb wurde die Markteinführungsförderung durch verstärkte Fach- und Verbraucherinformation ersetzt (siehe unten). Aktuell existierende Förderungen sind die EU-Verarbeitungsbeihilfe für Hanf und Flachskurzfasern sowie die Befreiung der Biokunststoffverpackungen von den Lizenzgebühren für das Duale System Deutschland (DSD). Dabei ist die Höhe der Preisstützung („Anteil der Förderung am Umsatz“) bei den wenigen Fördermaßnahmen im stofflichen Bereich deutlich geringer als bei den energetischen Nutzungen. Bezieht man die Förderung hingegen auf die Flächennutzung bzw. die eingesparten CO<sub>2</sub>-Äquivalente, so zeigt sich, dass die auf stoffliche Nutzung ausgerichteten Fördermaßnahmen bei der Förderung pro Hektar und der Förderung pro eingesparten CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in derselben Größenordnung wie bei der energetischen Nutzung liegen.

---

23 Von 2001 bis 2008 bot das vom BMELV finanzierte und von der FNR betreute Markteinführungsprogramm für Schmierstoffe Zuschüsse für die Umrüstung von Maschinen und Anlagen auf biogene Schmierstoffe. Daneben wurde bis Ende 2007 sowie Dämmstoffförderung der Einbau von Naturdämmstoffen gefördert. Die Zuwendungen wurden als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt. Die Höhe der Zuwendungen für Bioschmierstoffe und Dämmstoffe differierte je nach Produktgruppe und jeweiliger Förderrichtlinie und wird als Pauschalwert je Liter/kg/qm des gekauften Produkts gewährt. Im Zeitraum der Förderung haben sich die Marktanteile der jeweiligen Produkte erhöht. Bei den Bioschmierstoffen konnte der Marktanteil des Sektors Biohydraulikölen um 29 % erhöht werden. Bei den Naturdämmstoffen konnte der Marktanteil verdoppelt werden. Die Preise der biobasierten Produkte konnten im Förderzeitraum stabil gehalten werden, während die Preise der konventionellen Vergleichsprodukte nennenswert angestiegen sind.

Tabelle 8: Regelungen zur Förderungen der stofflichen und energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen

|   | Förderung in ct/l, ct/Kwh oder k/t | Förderung €/ha | CO <sub>2</sub> -Einsparung je ha (in t eingesp. CO <sub>2</sub> -Äquival.) | Förderung in € je t eingesp. CO <sub>2</sub> -Äquival.) | Anteil Förderung am Umsatz bzw. Höhe Preisstützung |
|---|------------------------------------|----------------|---|---|--|
| Energetische Nutzung                                      |                                    |                |   |   |  |
| Biodiesel (Reinkraftstoff)                                | 28,75                              | 417            | 3,0   | 139   | 20-35 %  |
| Biodiesel Beimischung (Quote)                             | 20-50                              | 290-725        | 3,0   | 97-242  | 20-60 %  |
| Pflanzenöl Reinkraftstoff                                 | 28,89                              | 428            | 3,0   | 143   | 20-35 %  |
| Bioethanol Reinkraftstoff (aus Getreide)                  | 65,45                              | 1086           | 3,7   | 294   | Ca. 45 %   |
| Bioethanol Beimischung (aus Getreide)                     | 60-85                              | 996-1411       | 3,7   | 269-381   | 50-85 %  |
| Bioethanol Reinkraftstoff (aus Zuckerrüben)               | 65,45                              | 2432.3446      | 9,4   | 282   | Ca. 45 %   |
| Bioethanol Beimischung (aus Zuckerrüben)                  | 60-85                              | 3649           | 9,4   | 259-367   | 50-85 %  |
| BtL   | 65,45                              | 2559           | 10,0  | 256   | k. A.  |
| Biogas (Mais)   | 5-16                               | 1000-3200      | 7,4   | 135-432   | 40-80 %  |
| Stoffliche Nutzung  |                                    |                |   |   |  |
| EU-Verarbeitungshilfe für Hanf und Flachs                 | 90                                 | Ca. 135        | Ca. 10  | 13,5  | Ca. 15 %   |
| Befreiung der Biokunststoffe von der DSD-Rücknahmepflicht | Ca. 1,5                            | 1440-4320      | Ca. 5-10  | Ca. 144-864   | Ca. 7-14 %   |

Quelle: Carus et al. 2010

*Regelung der Entsorgungsmöglichkeit biobasierter Produkte:* Für einen Teil der biobasierten Produkte (z. B. Biokunststoffe für Verpackungen) sind die Regelungen über die Entsorgung von hoher Bedeutung. Wichtige Rahmenbedingungen für den Einsatz und die Entsorgung von biobasierten Werk- und Kunststoffen werden im nationalen Rahmen durch die Bioabfallverordnung (BioabfallVO) und die Düngemittelverordnung

(DüngemittelVO) gesetzt. Gemäß diesen Verordnungen müssen die Produkte – bzw. mussten lange Zeit – vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, um für den Verwertungsweg der Kompostierung zugelassen zu werden. Allerdings werden bei vielen Werk- und Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zu einem gewissen Anteil synthetische Stoffe beigemischt um die gewünschten Material- und Produkteigenschaften, wie Verformbarkeit, Bruchfestigkeit oder Farbigkeit zu erreichen (Henzelmann et al. 2008). Ihnen steht demnach der Weg der Kompostierung nicht offen, obwohl sie zum Teil nach der europäischen Norm DIN EN 13432 unabhängig von ihren petrochemischen oder biobasierten Ausgangsstoffen als kompostierbar zertifiziert sein können.

In der Neufassung der DüngemittelVO vom August 2008 wurden biologisch abbaubare Stoffe, unabhängig von ihrer Herkunft – nachwachsend oder fossil – als akzeptable Fremdbestandteile eingestuft. Daneben wird ebenfalls an einer Novellierung der BioabfallVO gearbeitet. Diese sieht nach Aussagen von Carus et al. (2010) vor, Kunststoffe ebenso wie Kunststoffverpackungen als Bioabfall zuzulassen, wenn diese zertifiziert biologisch abbaubar bzw. kompostierbar sind und überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

Begünstigend für den Einsatz von Biopolymeren wirkt die Ausnahme von den Lizenzgebühren für das Duale System Deutschland (DSD) in der Deutschen Verpackungsverordnung. Dort sind zertifizierte kompostierbare Kunststoffverpackungen während der Phase der Markteinführung von den Pflichten nach § 6 befreit (geregelt in §16 (2) der VerpackV, gültig bis 2012).

### **Standardisierung/Labelling/Zertifizierung**

Bislang sind biobasierte Produkte in Standardisierungsvereinbarungen nicht explizit berücksichtigt. Es finden aber im Rahmen der EU-Leitmarkinitiative durch die oben erwähnten Standardisierungsmandate umfangreiche Aktivitäten hierzu statt. Sie umfassen die Klärung Standardisierungsbedarf und -möglichkeiten für biobasierte Produkte (Mandat 429) im Allgemeinen sowie Vorstandardisierungen für die Bereiche Biopolymere und Bioschmierstoffe (Mandat 430). Die entsprechenden Arbeitsgruppen der Mandate haben weitgehend ihre Arbeit abgeschlossen und die befinden sich aktuell in Prüfung (Stand Herbst 2010). Dabei wurden zusammenfassend folgende Vorschläge von den Arbeitsgruppen vorgelegt:

Im Mandat 429 wurden u. a. eine Begriffsfestlegung für biobasierte Produkte durchgeführt und die Möglichkeiten einheitlicher Standards für biobasierte Produkte analysiert. Die vorgeschlagene Terminologie für biobasierte Produkte entsprechend weitgehend der in der LMI und in dieser Studie verwendeten Definition. Aufgrund der hohen Hete-

rogenität der Produkte, wie dem unterschiedlichen Biomasseanteil einzelner Produkte und der nutzungsabhängigen Endverwertung (z. B. bioabbaubare Kunststoffe vs. langlebige Baumaterialien) wurde vorgeschlagen, nicht einen einheitlichen Standard festzulegen, sondern vier horizontale Dachstandards zu empfehlen, die für einzelne Produktgruppen spezifiziert werden sollen. Diese umfassen:

- a. Bio-basierter Inhalt (sowohl auf Basis biogener Kohlenstoff als auch Biomassegehalt),
- b. LCA Leitlinien (vereinfachte Ansätze in Übereinstimmung mit ISO TC207),
- c. Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse (in Übereinstimmung with CEN TC383),
- d. Zertifizierungsschema für biobasierte Produkte.

Daneben hat die Arbeitsgruppe einen Katalog allgemeiner Standardisierungslücken erarbeitet, der die Kernprobleme für die Weiterentwicklung der Standardisierung adressiert (BT/WG 209/TG 2 Report 2010). Dazu gehören z. B. die Weiterentwicklung der Testmethoden zur Bestimmung des „Bio-“Gehalts von Produkten (z. B. Weiterentwicklung C14-Methode zum biogenen Kohlenstoffanteil) die Weiterentwicklung gemeinsamer LCA-Standards und Methoden (u. a. Dynamisierung der Methode; Einbezug biogener Kohlenstoff) sowie der Harmonisierung von Zertifizierungen und Kennzeichnungen.

Um die Aktivitäten im Mandat 430 zu Biopolymeren und Bioschmierstoffen einordnen zu können, muss zwischen den folgenden verschiedenen Stufen der Standardisierung auf europäischer Ebene unterschieden werden (in absteigender Reihenfolge):

- (Full) European Standard (EN),
- Technical Specification (CEN/TS),
- Technical Report (CEN/TR),
- CEN Workshop Agreement (CWA).

In den Arbeitsgruppen für Biopolymere wurden die Technical Reports ausgearbeitet, die gegen ggf. Ende des 2010 genehmigt und veröffentlicht werden. Dies beinhaltet u. a. Begriffsbestimmungen – dabei wurde auf die Festlegung eines Mindestanteils von Biomasse zur Klassifizierung als Bioplastik verzichtet – sowie auf die Vereinheitlichung der Methode zur Bestimmung des Kohlenstoffanteils. Für Bioschmierstoffe (evtl. auch Biopolymere) ist ebenfalls ein Technical Report eingereicht worden. Nach diesem muss ein Schmierstoff folgende Eigenschaften aufweisen, um als Bioschmierstoff eingestuft zu werden.

- Nachwachsende Rohstoffe (RRM, bio-based, biogenic): ≥25% NR-Anteil gemäß ASTM D-6866 oder äquiv. CEN-Version;

- Bio-Abbaubarkeit:  $\geq 60\%$  gemäß OECD 301 für Öle  $\geq 50\%$  gemäß OECD 301 für Schmierfette;
- Toxizität: nicht kennzeichnungspflichtig gemäß 1999/45/EC (Zubereitungsrichtlinie) durch Testung nach OECD 201, 202, 203: LD50 > 100mg/l;
- Technische Leistungsfähigkeit: anwendungsgesegnet.

Zusammenfassend konnten für diese Produktgruppen einige Fortschritte erzielt werden. Die bisher festgelegten Ergebnisse sind dabei v. a. als „Mindestanforderungen“ einzuordnen, die von den bestehenden biobasierten Produkten und Verfahren zumeist bereits erreicht wird und deren Marktdurchdringung unterstützen soll.<sup>24</sup>

Ebenfalls in einem jungen Stadium sind Aktivitäten zur Zertifizierung und Kennzeichnung. Diese können auf den Standards aufbauen, müssen es aber nicht zwingend (Schnarr 2010). Zertifizierungen dienen v. a. dazu Produkt- oder Umweltaussagen zu verifizieren und ein transparentes Anforderungsprofil an die Produkte zu stellen. In der „Industrial Task Force biobased certification“ wird auf europäischer Ebene ein gemeinschaftlicher, von der Industrie organisierter Ansatz zur Zertifizierung durchgeführt. Daneben sind bereits zwei Zertifizierungssysteme für biobasierte Produkte auf dem Markt (Vincerto und Din Certco).<sup>25</sup> Diese bedienen sich bei der C14-Methode zur Bestimmung des Gehaltes an biogenem Kohlenstoff (siehe Einschränkungen dieser Methode Kap. 4.5.3.1) und vergeben eine Zertifizierung bei einem Mindestanteil von biogenen Kohlenstoff im Testgegenstand in Höhe von 30 Prozent (Vinçotte) bzw. 50 Prozent (Din Certco). Aus diesen Angaben wird bereits ersichtlich, dass die Kongruenz zu den Vorschlägen in den Standardisierungsgruppen begrenzt ist.

Ähnlich sind die Fortschritte bei der Kennzeichnung einzustufen. Allerdings gibt es hier bislang keine umfassenden Systeme, unter die theoretisch viele Produktgruppen fallen können. Relativ weit sind die Aktivitäten zu Bioschmierstoffen, aber auch hier stellen sich noch erhebliche Fragen bezüglich des Harmonisierungsbedarfs zwischen den Kennzeichnungen als auch zur Zertifizierung und Standardisierung. Anhand des folgenden Beispiels zu den Unterschieden des genannten Standardisierungsvorschlags und den bestehenden, wichtigsten Labels kann diese generelle Problematik verdeutlicht werden:

---

<sup>24</sup> Z. B. hätte eine höhere Ansetzung des Mindestanteils von nachwachsenden Rohstoffen nach Expertenaussagen bestimmte Arten von (Bio-)schmierstoffen komplett ausgeschlossen, da höhere Anteile bislang nicht in absehbarer Zeit erreicht hätten werden können

<sup>25</sup> Daneben gibt es ein Pilotprojekt zur Übertragung des Zertifizierungssystem für Nachhaltigkeit und THG-Emissionen der energetischen Nutzung von Biomasse (International Sustainability and Carbon Certification ISCC) auf die stoffliche Nutzung (Schmitz et al. 2010).

- EU-Eco-Label: Das EU-Eco-Label setzt mit einem Mindestanteil von 50 Prozent von Biomasse höhere Mindestanforderungen als der Standardisierungsvorschlag. Daneben bezieht EU-Eco-Label nicht alle Produktkategorien von Bioschmierstoffen ein. Immerhin konnte die Regelungen soweit harmonisiert werden, dass jedes Produkt mit einem Eco-Label ein Bioschmierstoff nach dem Standardisierungsvorschlag dargestellt, umgekehrt gilt dies aber nicht (Luther 2010).
- Blauer Engel: Der Blaue Engel für Bioschmierstoffe bezieht sich nur auf Toxizität und Bioabbaubarkeit, der Rohstoff ist nicht entscheidend. Folglich unterscheidet sich die Kennzeichnung von dem Standardisierungsvorschlag.

Identische Kriterien und Richtwerte zwischen Standardisierungen, Zertifizierungen und Kennzeichnungen sind zwar nicht generell zwingend notwendig. Z. B. kann an Mindestanforderung orientierten Standardisierung viele Akteure und Produkte grundsätzlich beteiligen, und gleichzeitig eine ambitionierte Vorschrift zur Verbraucherkennzeichnung für ein Teil der Akteure Innovationsanreize setzen, ihre Produkte entsprechend der höhere Kennzeichnungsanforderungen zu verbessern. Allerdings sind Harmonisierungen insbesondere zur Begrenzung des Zusatzaufwandes für die Akteure und zur Kommunikation von Vorteil.

Übergreifend bemängelt die Arbeitsgruppe zur allgemeinen Standardisierung im Mandat 429 die Vielzahl an Zertifizierungen und Labels – für biobasierte Produkte sind ja in der Regel nicht nur von den genannten Zertifizierungen zum „Bio-“Gehalt, sondern eine Vielzahl von rohstoffunabhängigen Zertifizierungen, relevant. Es wird insgesamt bisher nicht deutlich, welches Zertifikat für welches Produkt geeignet ist und welche Empfehlungen sich für Produkte (z. B. bei der Endverwertung) ergeben. Die Arbeitsgruppe schlägt deshalb umfangreichen Untersuchungen u. a. zur Identifizierung einheitliche Schemata für die Zertifizierung biobasierter Produkte vor sowie zur Harmonisierung zwischen Zertifizierung und Kennzeichnung. Dabei wäre sowohl festzustellen, welche Informationen für Kennzeichnungen notwendig sind als auch welche Wirkungen Informationen zur Kennzeichnung überhaupt haben.

### **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit**

Im Bereich Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit hat die FNR ihre Aktivitäten ausgeweitet, sie agiert dabei je nach identifiziertem Bedarf in einzelnen Bereichen von biobasierten Produkten. Diese Aktivitäten werden als Maßnahmen im Rahmen des Aktionsplans für nachwachsende Rohstoffe weiter ausgebaut. Dazu gehören Beratung von Behörden, Verbänden, Industrie und Verbrauchern, Ausrichtung/Teilnahme an Fachtagungen/Messen, internationale Aktivitäten (u. a. EU, IEA, ERMA, Kongresse), Publikation von Projektergebnissen, Veröffentlichungen und Fachbroschüren, Fachberatung (z. B. für Bauen und Wohnen mit nachwachsenden Rohstoffen). Daneben wird

versucht Informationslücken in einzelnen Bereichen zu füllen, z. B. durch spezifische Studien, oder Unterstützung der Informationsgenerierung wie z. B. einer Biopolymer- oder Oleochemie-Datenbank. Weitere Maßnahmen erfolgen v. a. von Verbänden, Vereinen oder Cluster. Ein Beispiel hierfür ist eine Veranstaltung von CLIB2021 speziell für Klebstoff-Hersteller zur Information über biobasierte Produkte und Verfahren. Die befragten Experten betonen die Bedeutung solcher Veranstaltungen, um die Transparenz und Informationen für potenzielle Anwender zu verbessern.

#### 4.5.2.2 Regelung in anderen Ländern

Bislang existieren auch in anderen Ländern kaum nachfrageorientierte Maßnahmen für biobasierte Produkte. Dies hat sich auch im Rahmen der EU-Leitmarktinitiative nicht geändert. Insgesamt zeigt sich in einigen Ländern eine vergleichsweise größere Bedeutung von Geboten und Verboten als in Deutschland. Dort werden v. a. im Verpackungsbereich Steuern oder Verbote für Produkte aus fossilen Rohstoffen – z. B. Kunststofftragetaschen – erhoben (Carus et al. 2010). Daneben adressieren einige Länder biobasierte Produkte bei der öffentlichen Beschaffung. Zwar steht diese nicht im Fokus dieser Studie, die Art und Weise der Ausgestaltung im Hinblick auf die Kriterien (z. B. Biomassegehalt) und Einteilung (breiter Ansatz vs. produktgruppenspezifischer Ansatz) ist auch für andere Maßnahmen illustrativ. Zudem sind z. T. weitere Maßnahmen mit den öffentlichen Beschaffungsprogrammen verknüpft (z. B. freiwilliges Kennzeichnungsprogramm in den USA). Im Folgenden werden diese Maßnahmen für Frankreich und die USA näher erläutert.

Die Französische Umweltagentur ADEME hat einen Leitfaden für biobasierte Produkte veröffentlicht.<sup>26</sup> Das Ziel ist, die öffentliche Beschaffung von biobasierten Produkten zu erleichtern und zu fördern. Die Broschüre bietet Käufern Informationen und konkrete Daten. Sie beinhaltet die 10 wichtigsten Anwendungen von Bioprodukten: Biokraftstoffe, Heizen mit Holz, Verpackung, Druckfarben, Schmieröle, Baustoffe, Folien für die Landwirtschaft, Reinigungsmittel, Pflanzenschutzmittel und Hilfs- und Zusatzstoffe für Straßenbeläge. Jeder Abschnitt enthält einen Überblick über den bestehenden Markt in Frankreich und Europa und den rechtlichen Rahmen. Die Vorteile der biobasierten Alternativen sind gemeinsam mit den bestehenden kommerziellen Angeboten (Lieferanten, Hersteller, Händler) zusammengefasst.

Im Jahr 2002 wurde in den USA das BioPreferred Programm durch den „Farm Security and Rural Investment Act of 2002 (2002 Farm Bill)“ eingeführt und im Jahr 2008

---

<sup>26</sup> [www.bourgogne.pref.gouv.fr/onlinemedias/bourgogne/guide\\_bioprod\\_collectivite.pdf](http://www.bourgogne.pref.gouv.fr/onlinemedias/bourgogne/guide_bioprod_collectivite.pdf)



durch den „Food, Conservation, and Energy Act of 2008 (2008 Farm Bill)“ erweitert. BioPreferred umfasst eine bevorzugte Beschaffung von biobasierten Produkten durch die Bundesbehörden und ihren Auftragnehmern sowie ein geplantes, freiwilliges Programm zur Verbraucherkennezeichnung biobasierter Produkte für die Vermarktung. Es verfolgt dabei noch stärker einen Produktgruppenspezifischen Ansatz als die skizzierte Maßnahme für Frankreich.

Im Programm der Öffentlichen Beschaffung werden Kategorien von biobasierten Produkten aufgenommen, wenn sie kommerziell verfügbar sind und eine ausreichende Leistungsfähigkeit sowie preisliche Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Produkten aus fossilen Rohstoffen besitzen. Bislang wurden hierfür Kategorien in bislang fünf Auswahlrunden ausgewählt, aktuell erfolgt im Jahr 2010 die sechste Runde. Für die ausgewählten Produktgruppen werden die Anforderungen an die dazu gehörigen Produkte spezifiziert. So wird für die Festlegung des minimalen Biomassegehalts zwischen 66 verschiedenen Produktgruppen unterschieden (Stand: Juni 2010). Der festgelegte Biomasseanteil variiert dabei aktuell zwischen 7 und 94 Prozent. Die USDA beabsichtigt, diesen Mindestanteil an Biomasse für die einzelnen Produktkategorien im Laufe der Zeit zu erhöhen.

Als Testmethode zum Biomassegehalt wird die bereits erwähnte C14-Methode zum biogenen Kohlenstoffgehalt (gemäß dem ASTM D6866) verwendet. Hersteller von Produkten, welche die Anforderungen der dazugehörigen Kategorie erfüllen, können eine Aufnahme in das Beschaffungsprogramm beantragen. Bundesbehörden und ihre Vertragspartner sind verpflichtet, Produkte mit dem höchsten Bioanteil kaufen. Dies gilt für den kumulativen Erwerb ein Produkts ab mindestens 10.000 US\$, sofern das gewählte biobasierten Produkt verfügbar ist, etablierte Performance-Standards einhält und preiswert ist.

Zusätzlich werden auf der Internetseite des BioPreferred-Programms Informationen über die aufgenommenen Produkte veröffentlicht. Diese können auch Nachhaltigkeitswirkungen von biobasierten Produkten beinhalten, welche anhand von sogenannten BEES-Bilanzen („Building for Environmental and Economic Sustainability“) gemessen werden. Allerdings ist nur bei Anfrage der Behörden eine solche Bilanz vorzulegen, sie ist nicht für jeden Hersteller verpflichtend für die Aufnahme in das BioPreferred-Programm. Zudem stehen die Nachhaltigkeitswirkungen nach Expertenaussagen – aufgrund der hohen Komplexität – nicht im Mittelpunkt der Kommunikation (siehe Kennzeichnungsprogramm unten). Auf der Internetseite für die in der öffentlichen Beschaffung angenommen biobasierte Produkte wird angegeben, ob für die einzelnen Produkte veröffentlichte BEES-Bilanzen vorliegen. Bislang ist dies nur für drei der ins-

gesamt mehreren hundert aufgenommen Produkte der Fall ([www.biopreferred.gov](http://www.biopreferred.gov); Stand Oktober 2010).

Das aktuell noch in der gesetzlichen Prüfung befindliche freiwillige Kennzeichnungsprogramm soll die Verbraucher beim Kauf von biobasierten Produkten unterstützen. Im Rahmen dieses Programms können Hersteller und Verkäufer – sie müssen aber nicht – ein besonderes Etikett mit einem Logo sowie einer Angabe des biobasierten Rohstoffgehalts des Produkts verwenden, wenn ihre Produkte die BioPreferred Programms Maßstäben erfüllen (Voluntary Labeling Program for Biobased Products (Proposed Rules), Federal Register Vol. 74 No. 146).

Bislang lässt sich nicht beurteilen, wie effektiv das BioPreferred Programm ist. Es gibt bislang z. B. keine Informationen darüber, ob sich die Ausgaben für biobasierte Produkte seit Einführung des Programms geändert haben (Carus et al. 2010). Insgesamt gilt es als recht kompliziert (Carus et al. 2010) und kann nicht die ganze Bandbreite an biobasierten Produkten abdecken. Aktuell wird in einer Revision der Richtlinien geprüft, inwiefern auch stärker biobasierte Zwischenprodukte als auch komplexe Produkte mit einer Vielzahl unterschiedlichster Materialien und Komponenten (z. B. Automobile, Büromöbel, Matratzen) mit im Programm berücksichtigt werden können (Goodman/Devlin 2009)

### **4.5.3 Aktuelle Herausforderungen**

#### **4.5.3.1 Hemmnisse**

Bei der Marktdurchdringung von biobasierten Produkten werden unterschiedliche Hemmnisse in der Literatur und von Experten identifiziert. Diese gelten teilweise für einen Großteil der biobasierten Produkte, zum Teil sind sie produktspezifisch.

#### **Fehlende Wirtschaftlichkeit**

Für eine breite Anwendung und schnelle Diffusion von biobasierten Produkten ist in vielen Märkten eine ökonomische Vorteilhaftigkeit (u. a. bessere Kostenposition, neue oder verbesserte Produktqualität oder -funktionalitäten) biotechnischer Verfahren erforderlich (Nusser et al. 2007a, Flaschel/Sell 2005, Gaisser et al. 2002). Allerdings ist gerade hinsichtlich der Kostenposition die Synthese bestehender Produkte auf chemischem Wege meist so günstig, dass die Entwicklung biotechnologischer Produktionsverfahren in der Regel nicht wirtschaftlich ist.

Dabei sind für die Kostenvorteilhaftigkeit die Rohstoffsituation über die Anfangs-/Investitionskosten bis hin zu veränderten Verfahrensbedingungen zu beachten.

Diese nehmen für die heterogenen Felder für biobasierte Produkte eine unterschiedliche Bedeutung ein, da der Anteil des Rohstoffpreises am Produkt, der Reifegrad einzelner Produktgruppen als auch die Bedeutung des Preiswettbewerbs unterschiedlich ist.

**Rohstoffkosten:** Bei Bulkverfahren werden häufig in erheblichen Mengen nachwachsende Rohstoffen eingesetzt, die häufig einen signifikanten Anteil an den Herstellungskosten haben. Beispielsweise nehmen die Rohstoffkosten bei erdölbasierten Massenspolymeren mit ungefähr 50 Prozent bei größeren Anlagen einen erheblichen Kostenanteil ein (Wydra 2009, Buchholz 2006, Müssig/Carus 2007). Da sich z. B. Biopolymere und erdölbasierten Polymere bei der Herstellung besonders in der Rohstoffbasis unterscheiden, ist das Verhältnis der relativen Rohstoffkosten entscheidend für die Vorteilhaftigkeit (Crank et al. 2004). Einen erheblichen Einfluss hat auch die Unsicherheit zukünftiger Entwicklung bei der Verfügbarkeit, Preisentwicklung und -Volatilität der Produkte. Um als alternative Prozesse/Produkte für Investitionen in Frage zu kommen, muss auch in Szenarien mit hoher Energie- und Rohstoff-Kostenvolatilität die Wettbewerbsfähigkeit biobasierter Produkte sichergestellt sein. Dabei wurden in jüngerer Vergangenheit durch die erwartete Spreizung der Entwicklung der Ölpreise und der Preise für Biomasse Kostenvorteile für biobasierte Produkte erwartet. In den letzten Jahren zeigen sich allerdings eine hohe Korrelation bei den Preisen von Erdöl und Biomasse (u. a. aufgrund Zusammenhänge bei Produktionskosten und Marktnachfrage), so dass keine Kostenvorteile von biobasierten Routen hierdurch entstanden sind (OECD 2010b). Ebenfalls hat sich die Hoffnung, dass die Preise für Biomasse eine geringere Zyklizität im Vergleich zum Rohölpreis haben, bislang nicht realisiert.

**Investitionskosten:** Als lang bekanntes aber weiterhin relevantes Hemmnis gelten die hohe Anfangsinvestitionen oder Kosten für Verfahrensumstieg, da sich biotechnische Verfahren nur begrenzt in chemische Anlagen integrieren lassen (u. a. Nusser et al. 2007a).

**Verfahrenskosten:** Als wesentliches Problem gelten die aktuell noch zu geringen Raum-Zeit-Ausbeuten. Daneben ist die Verringerung der Zahl der Prozessschritte – z. B. durch die Integration von Downstream Processing und -reinigung in kontinuierlichen Prozessen – eine entscheidende Frage. Kontinuierliche Prozesse würden die Produktionskapazität erheblich erhöhen und die Investitionen und laufenden Kosten reduzieren (OECD 2010b).

Eine erhebliche Verbesserung der Kostensituation ist – mit Ausnahme durch mögliche staatliche Eingriffe – nach Aussagen der befragten Experten bislang nicht in Sicht. Eine verstärkte Adressierung der Bottlenecks in der FuE-Förderung könnte nach Experten-

aussagen zu Lasten der Fokussierung auf andere mögliche Vorteile biobasierter Produkte und Verfahren (Performance, Kompatibilität, niedrige Treibhausgas-Emissionen) gehen.

### **Fehlende Informationen**

Es bestehen bislang erhebliche Defizite sowohl bei für eine Vielzahl von Akteuren wichtigen Informationen (z. B. zum „Bio“-Gehalt; Nachhaltigkeit von biobasierten Produkten) als auch spezifische Informationsdefizite bei industriellen Anwendern und Endkonsumenten, die gemeinsam mit weiteren Hemmnisse die Adoption biobasierter Produkte, hemmen. Im Folgenden werden zunächst die allgemein Informationsdefizite sowie im Anschluss die spezifischen Hemmnisse dargestellt.

### **Information zum Einsatz nachwachsender Rohstoffe**

Bislang fehlt es insgesamt an einer geeigneten Datenbasis zum Einsatz nachwachsender Rohstoffe. V. a. Unternehmen in späteren Stufen der Wertschöpfungsketten wissen oft selbst nicht, wie viel Biomasse in deren verwendeten Produkten enthalten ist, da sie die entsprechenden Informationen von ihren Lieferanten nicht haben. Deshalb werden zunehmend Methoden auf Basis des Bio-Kohlenstoffgehalt zur Messung des „Bio“-Gehalts angewandt. Bislang erfolgt Bestimmung des Kohlenstoffgehalts v. a. anhand der Standardtestmethode in den USA ASTM D 6866. In Europa werden diese Methoden für Anwendungen wie festen Sekundärbrennstoffen und biobasierte Kunststoffe derzeit weiterentwickelt (BT/WG 209/TG 2 Report 2010). Allerdings sind diese Methoden noch nicht das gesamte Spektrum der biobasierten Produkte angewandt worden. Vorteile dieser kohlenstoffbasierte Methode liegen in der vergleichsweise einfachen Anwendbarkeit auch bei komplexen Produkten. So sind zur Messung des „Bio“-Gehalts keine Nachweise aus der Lieferkette notwendig. Allerdings sind Mindestanteile an Kohlenstoff im Produkt erforderlich, um sinnvolle Aussagen zum „Bio“-Gehalt treffen zu können. Daneben gilt die kohlenstoffbasierte Sicht als schwieriger in der Öffentlichkeit kommunizierbar, da sie abstrakter als der Biomasseanteil ist. Zudem wird der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen im Produkt häufig unterschätzt. Ergebnisse auf der C14-Methode, werden als Anteil des biobasierten Kohlenstoffs am Gesamt-C-Gehalt der Probe ausgedrückt. Infolgedessen werden bei Produkten, bei denen ein Teil der Rohstoffe durch biologischen Alternativen die andere Elementen wie O, N H etc. (z. B. Kohlenhydrat-Produkte) enthalten, ersetzt werden, einen geringeren biobasierten Anteil ausweisen (BT/WG 209/TG 2 Report 2010). Zudem ist die Ressourcennutzung nicht in der C14 -Messung einbezogen. Dadurch können erhebliche Unterschiede bei der Messung des „Bio“-Gehalt zwischen den verschiedenen Methoden entstehen. Das Gremium zur Analyse des allgemeinen Standardisierungsbedarfs im Auftrag der Europäi-

schen Kommission (Mandat 429) schlägt daher vor, die Entwicklung neuer Standardtestmethoden zur Messung des „Bio“-Gehalts zur ermitteln, die nicht ausschließlich auf der C14-Methode beruht und stärker die Brücke zu Methoden des Biomasseanteils schließen (BT/WG 209/TG 2 Report 2010).

### **Nachhaltigkeitsbewertung biobasierter Produkte**

Ebenfalls erhebliche Lücken bestehen weiterhin bei der Bewertung der Nachhaltigkeit biobasierter Produkte. So ist die Verfügbarkeit von Ökobilanzen zu biobasierten Produkten auf wissenschaftlich hohem Niveau gering. Schwierigkeiten bereiten dabei die große Vielzahl möglicher Produkte und die komplexen Wertschöpfungsketten, als auch der große Einfluss verschiedener Faktoren. Beispielsweise hängt der kumulierte Energieverbrauch für die Produktion einer Tonne Biopolymere insbesondere von den Flächenerträgen beim Rohstoffanbau, der Art und Verwendung der Nebenprodukte, der Art der Entsorgung, vom Wirkungsgrad der Konversionstechnologie und die mögliche Vorteilhaftigkeit entscheidend vom zu substituierenden chemischen Vergleichsprodukt ab (Deimling et al. 2007; IFEU 2007). Bislang fehlt es aber bei der Ökobilanzierung für biobasierte Produkte an einer einheitlichen Setzung von Systemgrenzen und eine einheitlichen Verwendung von Prozesskennzahlen (z. B. zu Flächenerträgen, Wirkungsgrad der Konversion). Es finden zwar Aktivitäten zur Harmonisierung von Ökobilanzen allgemein (z. B. Entwicklung eines International Reference Life Cycle Data System Handbook) und z. T. auch für biobasierte Produkte statt (z. B. OECD-Workshop, siehe OECD 2010e). Bislang ist aber noch kein adäquates Tool zur Bewertung biobasierter Produkte entwickelt worden. Dabei besteht nach Ansicht vieler Akteure ein erheblicher Weiterentwicklungsbedarf bei der Methodik. Diese sollte:

- eine stärkere dynamische Betrachtungsweise (z. B. Berücksichtigung von technischen Fortschritt bei noch nicht optimierten Prozessen) ermöglichen;
- Spezifika von biobasierten Produkten wie z. B. CO<sub>2</sub>-Speichereffekten, stofflichem Recycling und Kaskadennutzung berücksichtigen (Carus et al. 2010);
- über CO<sub>2</sub>-Bilanzen hinaus weitere Wirkungskategorien zur gesamtheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung von biobasierten Produkten (u. a. zur Landnutzungsänderung, Biodiversität) mit einbeziehen;
- auch vereinfachte Tools zur Nachhaltigkeitsbewertung anbieten. Als mögliche Beispiele gelten das BEES-System in den USA (siehe Kap. 4.5.2.2) oder die kürzlich vom ADEME in Frankreich entwickelte vereinfachte Methodik zur Nachhaltigkeitsbewertung biobasierter Produkte (ADEME 2009).

Die aus den bisherigen Hemmnissen resultierenden Informationsprobleme erschweren gemeinsam erheblich die Gestaltung von Politikinstrumenten, die an der Nachhaltigkeit der Produkte und Verfahren ausgerichtet sind, als auch die Akzeptanz und Durchsetz-

barkeit möglicher allgemeiner Maßnahmen zur Förderung biobasierter Produkte, da sie nicht per se als umweltfreundlicher gegenüber fossilen Produkte gelten können.<sup>27</sup> Zwar wurden verstärkte Bemühungen bei der Evaluierung der Nachhaltigkeitseffekte von biobasierten Produkten angekündigt, z. B. von Verbänden oder vom BMU (Lahl 2009), bislang sind aber noch keine erheblichen zusätzlichen Aktivitäten erkennbar.

### **Fehlende Informationen, mangelnde Einbindung und hohes wirtschaftliches Risiko bei Anwendern von biobasierten Produkten**

Ein Umstieg auf die Nutzung von biobasierten Produkten bei den Anwendern kann mit erheblichen Risiken behaftet sein (Nusser et al. 2007a): Vor allem Anpassungskosten (z. B. neue Prozesse, Mitarbeiterqualifizierung, Zertifizierung) in Verbindung mit fehlenden Informationen (z. B. konkrete Kosteneinsparpotenziale, potenzielles Nachfragenvolumen) induzieren oft ein hohes wirtschaftliches Risiko sowie Unsicherheiten und können daher hemmend wirken. Diese Informationsdefizite und besonders hohen Anpassungskosten treten sicher nicht bei allen biobasierten Produkten gleichermaßen auf, v. a. wenn sie reine Substitute fossiler Produkte darstellen.<sup>28</sup> Vor allem bei potenziellen Anwender-KMUs in den weniger FuE-intensiven Anwenderbranchen mit geringen Gewinnspannen (z. B. Textilindustrie, Kunststoffverarbeitung) können sie aber ein bedeutendes Hemmnis zur Diffusion biobasierter Produkte darstellen.

In der Literatur (u. a. Pflaum et al. 2008, Nusser et. al. 2007a, Braun 2006) sowie Expertengesprächen wird v. a. ein Mangel an leicht zugänglichen und verständlichen Informationen zu biobasierten Produkten, eine zu geringe Transparenz über bestehende Forschungsangebote bzw. Forschungsergebnisse sowie einen Mangel an etablierten Instrumenten zur Bewertung der zu erwartenden Kosten-Nutzen-Relation, deutlich. Dieses Informationsdefizit kann die Anwendung und Diffusionsgeschwindigkeit der biobasierten Produkte beeinträchtigen, da die Entscheidungsträger in den Anwenderunternehmen keine Ansatzpunkte zu Effektivitätssteigerung und/oder Kostenreduktion finden können. Aufgrund der fehlenden Informationen (z. B. zur Performance biobasierter Produkte, ökologische Vorteile der Produkte, Effektivitäts- und Kostenkennzahlen) und Unsicherheiten bezüglich der Preisvolatilität<sup>29</sup> sowie der Verfügbarkeit von nach-

---

27 Siehe z. B. UBA 2009 zu Biopolymeren.

28 Zudem sind die Anpassungskosten bei biobasierten Produkten nicht generell höher als bei fossilen Produkten, d. h. es handelt sich weniger um ein Problem biobasierter Produkte sondern genereller Pfadabhängigkeiten.

29 Zwar ist die Preisvolatilität für fossile Produkten ebenfalls sehr hoch; bei einem Umstieg auf biobasierte Produkte können die Akteure aber nicht davon ausgehen, dass Preissteigerungen die Konkurrenten in gleichem Maße treffen, da diese evtl. andere nachwachsende Rohstoffe oder fossile Rohstoffe verwenden.

wachsenden Rohstoffen schätzen Entscheidungsträger daher häufig das Kosten-Nutzen-Verhältnis von biobasierten Produkten gegenüber fossilen Produkten eher als negativ ein - auch wenn dem nicht so ist - und bevorzugen deshalb eine bereits etablierte optimierten Lösung auf Basis fossiler Rohstoffe.

#### **Verbraucherakzeptanz/-nachfrage:**

Die Akzeptanz von biobasierten Produkten gilt bisher als positiv. Allerdings ist bei einem steigenden Flächen- und Transportbedarf und steigenden Preisen aber ein Umschlagen der öffentlichen Diskussion denkbar (Kurka/Menrad 2009). Zudem ist fraglich, ob und wie aus dieser grundsätzlichen Akzeptanz ein Marktsog durch die Verbrauchernachfrage entstehen kann. Die Verbraucherpräferenzen zu biobasierten Produkten bislang erst wenig untersucht worden. Die bisherigen Erkenntnisse weisen darauf hin, dass eine generell auf biobasierte Produkte gerichtete Kommunikationsstrategie nicht adäquat ist, sondern differenziert nach Produktgruppen, Anwendungen und Zielgruppen erfolgen sollte (z. B. Decker et al. 2009). Bislang zeigen sich erhebliche Kontroversen darin, welche der prinzipiell möglichen Botschaften bei der Kommunikation im Vordergrund stehen sollen. Daneben besteht Weiterentwicklungsbedarf bei den Instrumenten sowie zur Kontrolle dieser Botschaften (Standardisierung, Zertifizierung) um differenzierende Merkmale von biobasierten zu konventionellen Produkten kommunizieren zu können. Offen ist auch, inwiefern ein Endnachfragedruck auch auf die Zwischenprodukte übertragen werden kann (z. B. über Systeme zur Rückverfolgbarkeit/Herkunftsnachweis), die einen Großteil des Marktes von biobasierten Produkten darstellen.

#### **4.5.3.2 Exkurs: Ansätze für allgemeine Kriterien und Instrumente zur Förderung biobasierter Produkte**

Wie bereits erwähnt, werden keine marktorientierten Maßnahmen eingesetzt, die eine Vielzahl von Verwendungen von nachwachsenden Rohstoffen adressieren, wenngleich verschiedene Möglichkeiten diskutiert werden. Ein signifikanter Anteil der befragten Experten als auch die einschlägige Literatur (u. a. die EU-Leitmarktinitiative) schlägt markt- bzw. nachfrageorientierte politische Instrumente zur Unterstützung der stofflicher Nutzung vor. Dabei sind mehrere Gründe für die Rechtfertigung staatlicher Eingriffe denkbar, die auf den folgenden Hindernissen basieren: Als wichtiger Grund gilt die bisher eingeschränkte Wettbewerbsfähigkeit biobasierter Produkte zu den existierenden Marktgegebenheiten, die zum Teil auf Pfadabhängigkeiten wie den bestehenden Anlagen und die bereits sehr stark optimierten traditionellen chemischen Verfahren zurückzuführen ist. Gleichzeitig wird das ökologische Potenzial biobasierter Produkte als hoch eingeschätzt. So lässt sich auch aus Sicht der Nachhaltigkeit – wenngleich

biobasierte Produkte nicht per se nachhaltiger sind als ölbasierte Produkte – für eine entsprechende Unterstützung argumentieren. Der Handlungsdruck wird durch die relative Benachteiligung gegenüber der energetischen Nutzung von Biomasse bei der Förderung verstärkt, für die es kaum Rechtfertigungsgründe gibt. Darüber hinaus wird – v. a. im Hinblick auf direkte Subventionen – auf Maßnahmen anderer Länder und dem dadurch stärker werdenden internationalen Wettbewerbsdruck verwiesen.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwiefern die Entwicklung allgemeiner Kriterien für die Förderfähigkeit biobasierter Produkte und Verfahren möglich ist. Diese könnten einheitlich in verschiedene Maßnahmen und Instrumente integriert werden, um nicht nur einzelne Produktbereiche, sondern die biobasierten Produkte als Ganzes nach vorne zu bringen. Dadurch könnte sowohl eine höhere Transparenz erreicht als auch vermieden werden, dass bestimmte Nutzungen von Biomasse gegenüber anderen bevorzugt werden, ohne dass hierfür klare Gründe (z. B. größerer Beitrag zur Nachhaltigkeit) ersichtlich sind.

Grundsätzlich sind verschiedene Politikinstrumente zur Marktförderung biobasierter Produkte denkbar, die z. T. auch in der Leitmarktinitiative als Unterstützungsmöglichkeiten genannt werden. Die Eignung und mögliche Ausgestaltung der Instrumente ist dabei entscheidend von der konkret verfolgten Zielsetzung abhängig (Bräuninger et al. 2007). So kann die Förderung biobasierter Produkte und Verfahren unter verschiedensten Zielsetzungen erfolgen, wie z. B. CO<sub>2</sub>-Reduktion, die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit sowie der Wertschöpfung in Deutschland auf der Basis biobasierter Ansätze, Steigerung der Ressourceneffizienz, etc. Dabei besteht weitgehend Einigkeit darin, dass nicht allein ein Ziel, sondern mehrere Ziele von hoher Bedeutung sind und möglichst gleichzeitig erreicht werden sollen. Bei der folgenden Darstellung der Politikinstrumente wird aufgezeigt, welche Auswirkungen prinzipielle Zielsetzungen (z. B. ressourcenpolitisch vs. klimapolitisch) auf das Design der Instrumente haben. Dabei werden vorrangig die Kriterien zur Zielerreichung betrachtet, für die die Diskussion am weitesten entwickelt ist und die gut messbar sind: Der Biomasseanteil - in Erwartung dass ein Großteil der biobasierten Produkte, zu Zielen wie internationaler Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit etc. beiträgt - und die Einsparung von klimawirksamen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Das Ziel des folgenden Abschnittes ist es die Politikinstrumente in ihren Grundzügen sowie ihre mögliche Ausgestaltung für biobasierte Produkte darzustellen, die prinzipiellen Vor- und Nachteile zu diskutieren, als auch die Probleme ihrer politischen Durchsetzbarkeit. Die Ausführungen bauen dabei vorrangig auf Carus et al. (2010) sowie Rennings et al. (2008) auf.



## Quoten/Zielvorgaben

*Mögliche Ausgestaltung:* Die Ausgestaltung von Zielen oder Quoten als politisches Instrument kann unterschiedlich erfolgen. Sie können verbindlich für die Akteure aufgestellt werden, wie z. B. bei der Biokraftstoffquote. Alternativ können indikative Ziele gesetzt werden, die mit begleitenden Maßnahmen (z. B. steuerliche Vergünstigung, Einbindung in CO<sub>2</sub>-Handel etc.) erreicht werden sollen. Beispielsweise wurde in Frankreich das indikative Ziel einer Erhöhung des Anteils von Biomasse als Rohstoff zur stofflichen Nutzung auf 15 Prozent im Jahr 2017 gesetzt. Auch auf europäischer Ebene wird die Quotensetzung diskutiert, sie ist aber umstritten.

*Vor-/Nachteile:* Wegen der bisher oftmals noch bestehenden Kostennachteile biobasierter Produkte und der Unsicherheit hinsichtlich der künftigen Rohstoffpreisentwicklung können Zielvorgaben Signale setzen, die entscheidend für langfristige Investitionen in biobasierte Produktionsanlagen sind. Allerdings gelten sie bei der Vielfältigkeit und Inhomogenität der stofflichen Biomassenutzung in verschiedenen Branchen als ein nur schwer handhabbares Instrument mit kaum kalkulierbaren Nebeneffekten (Carus et al. 2010). Dies liegt insbesondere an dem sehr unterschiedlichen Anteil an Biomasse in einzelnen Produkten. Beispielsweise ist bei Holzprodukten der Rohstoffanteil von Biomasse in der Regel deutlich höher als z. B. bei Bioschmierstoffen, bei denen die gewünschten Eigenschaften nur durch eine Mischung mit fossilen Bestandteilen erreicht werden. Eine Erreichung hoher Zielvorgaben wäre vermutlich nur mit einer starken Unterstützung von Massenprodukten mit einem hohen Biomassegehalt (z. B. Holzprodukte) möglich. Dies könnte jedoch andere Produktkategorien von biobasierten Produkten benachteiligen sowie die Nutzungskonkurrenzen bei bestimmten pflanzlichen Rohstoffen deutlich erhöhen.

Deshalb stehen verstärkt Quoten für einzelne Produktbereiche in der Diskussion, wie z. B. ein Mindestanteil an nachwachsenden Rohstoffen für eine bestimmte Produktkategorie (z. B. für Bioschmierstoffe). Dies würde es ggf. ermöglichen, die stoffliche Nutzung von Biomasse stärker zu steuern, z. B. die Entwicklung in jenen Produktbereichen voranzutreiben, bei denen eine hohe Nachhaltigkeitswirkung erwartet wird. Voraussetzung hierfür sind Definitionen von Produktkategorien, Konsens über die Bezugsgröße (Anteil nachwachsender Rohstoffe vs. biobasierter Kohlenstoff) sowie ggf. die Entwicklung verbindlicher Standards. Zugleich zeigt das oben genannte Beispiel des Bio-Preferred Programms in den USA, dass geeignete Mindestanteile von Biomasse für einzelne Produktkategorien sich sehr erheblich unterscheiden. Demnach entsteht ein Trade-Off zwischen einem einheitlichen, leicht kommunizier- und anwendbaren Rohstoffanteil und einer produktgruppenspezifischen Regelung, mit der eine

Bevorzugung von Produktgruppen mit einem naturgemäß hohen „Bio-“Gehalt vermieden werden soll.

*Umsetzbarkeit:* Die Festlegung von Quoten wird schwierig umzusetzen sein, da längst nicht alle Interessensgruppen und Verbände – nicht zuletzt wegen unterschiedlicher Interessenslagen – eine Einführung von Quoten befürworten. Befürchtet wird, dass gerade bei sehr ambitionierten Vorgaben mit hohen Umstellungskosten sowie operativen Kostensteigerungen zu rechnen ist, die in anderen Ländern hingegen nicht bestehen. Zudem wird argumentiert, dass bei Massenprodukten (z. B. PET-Flaschen) bereits ein kleiner Anteil von Biomasse am Rohstoff einen erheblichen Markt für biobasierte Produkte schaffen würde (Schnarr 2010).

### **Subventionen**

*Mögliche Ausgestaltung:* Subventionen zur Unterstützung der Marktdiffusion biobasierter Produkte können beispielsweise in Steuervergünstigungen oder direkten Zuschüssen bestehen. So schlägt die Advisory Group (2009) eine ermäßigte Umsatzsteuer für Produkte aus stofflicher Biomassenutzung vor. Allerdings räumt sie selbst ein, dass europarechtlich eine solche Ermäßigung aktuell nicht zulässig sei. Carus et al. (2010) schlagen hingegen eine Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen pro Hektar vor. Dabei sollen die Unternehmen, die Biomasse in der Produktion einsetzen oder dies möchten, Anträge auf finanzielle Förderung des Rohstoff-Einsatzes stellen können. Voraussetzung für die Förderung sollte dabei eine Nachhaltigkeitszertifizierung analog zu Strom aus Biomasse und zu Biokraftstoffen sein. Auf Basis der vorgelegten Ökobilanzen soll ein Expertengremium die Güte der vorgelegten Ökobilanz(en) prüfen und die Einstufung in eine von drei Fördergruppen vornehmen. Als Höhe der Förderung pro Hektar werden für die drei Gruppen 500, 1.000 bzw. 2.000 €/ha vorgeschlagen<sup>30</sup>. Diese sollen zu gleichen Teilen an den Landwirt, der die Agrarrohstoffe produziert hat, und an das Unternehmen, das die Rohstoffe einsetzt, ausgezahlt werden. Darüber hinaus werden einige Vereinfachungen vorgeschlagen, wie eine generelle Übergangsregelung, generelle Förderung von zertifizierten Neben- und Koppelprodukte in der niedrigsten Fördergruppe (sofern das Hauptprodukt ebenfalls zertifiziert ist) oder die Einführung von Standardgruppen-Einstufungen für bestimmte Produkte bzw. Produktgruppen.

---

<sup>30</sup> Beispielrechnungen zeigen, dass die Rohstoffstützung im stofflichen Bereich bei Basisförderung nach Gruppe 1 bei etwa 30 % (die Anteile, die an den Landwirt und den industriellen Verarbeiter gehen, zusammen genommen) liegen würde und damit unter der Förderung vieler Bioenergielinien (Carus et al. 2010).

*Vor-/Nachteile:* Eine solche Unterstützung könnte die Kostennachteile biobasierter Produkte gegenüber fossilen Produkten, die zum Teil auf Skaleneffekte und langjährige Optimierung der petrochemischen Produktionsprozesse zurückzuführen sind, ausgleichen. Der konkrete Vorteil des skizzierten Vorschlags von Carus et al. (2010) bestünde in der Kombination der Marktdiffusion biobasierter Produkte mit Nachhaltigkeitszielen. Allerdings wäre die Förderung stark auf Massenprodukte ausgerichtet, bei Anwendungen mit einem geringen Flächenbedarf (z. B. Fein-/Spezialchemikalien) dürfte sich eine Zertifizierung nicht lohnen, bzw. die flächenbezogenen Rohstoffkosten kaum eine Rolle im Vergleich zu anderen Kostenpositionen darstellen. Zugleich wird der erhebliche bürokratische Aufwand dieser Maßnahme deutlich, der u. a. Zertifizierungen als auch Expertengremien zur Produktbewertung einschließt. Zudem lassen sich generelle Einwände gegen Subventionen erheben. Dies sind die Setzung künstlicher Preis- und Marktsignale, Mitnahmeeffekte und zunehmende Staatsverschuldung.

*Umsetzbarkeit:* Eine große Herausforderung für eine solche Unterstützung von biobasierten Produkten ist die Vielzahl der Märkte, in denen biobasierte Produkte eingesetzt werden. So stellt beispielsweise die Bundesregierung in einer aktuellen Drucksache fest: „Produkte aus Bioraffinerien bilden weder einen einheitlichen Markt noch werden sie einheitlich verwendet, wie dies im Bereich Elektrizitätsversorgung der Fall ist. Ein Instrument nach dem Vorbild des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird aufgrund der Komplexität der betroffenen Märkte nicht für umsetzbar gehalten“ (Bundestag Drucksache 17/2375, S. 8). Schließlich handelt es sich bei der stofflichen Nutzung nicht um wenige, homogene Produkte, für deren Verbrauch beim Endkonsumenten kaum Ausweichmöglichkeiten bestehen, sondern um eine Vielzahl von substituierbaren Zwischen- und Endprodukten. Die entstehenden Nachfrageverschiebungen und deren Folgen sind nur schwer absehbar.

### **Lenkungssteuern**

*Mögliche Ausgestaltung:* Eine Möglichkeit, um die Wettbewerbsfähigkeit biobasierter Produkte gegenüber fossilen Produkten zu heben, wäre die Einführung einer Besteuerung fossiler Rohstoffe. Bisher werden fossile Rohstoffe bei der stofflichen Nutzung nicht besteuert, während die energetische Nutzung nach dem Energiesteuergesetz einer solchen Abgabe unterliegt. Carus et al. (2010) skizzieren die verschiedenen Möglichkeiten der Ausgestaltung einer solchen Steuer auf stofflich genutzte fossile Energieträger. Kritische Punkte sind die Rechtfertigung der Steuer bzw. ihrer Bemessungsgrundlage und die Wahl des Steuertarifs.

Die Rechtfertigung der Steuer und ihrer Bemessungsgrundlage könnte entweder ressourcenpolitisch beim Verbrauch nicht-erneuerbarer Ressourcen ansetzen oder klima-

politisch begründet werden, mit Blick auf das auch bei stofflichem Einsatz i.d.R. am Ende der Nutzung freigesetzte CO<sub>2</sub>. Beide Begründungsmuster schließen sich nicht zwingend gegenseitig aus. Da sie aber ggf. unterschiedliche Folgen für die Gestaltung der Bemessungsgrundlage und den Steuertarif haben können, muss eine explizite Entscheidung erfolgen. Dabei wären jedoch auch Mischmodelle denkbar, wenn das Mischungsverhältnis festgelegt wird.

Eng damit verknüpft wäre die Frage eines einheitlichen oder differenzierten Steuertarifs: Ein einheitlicher Steuersatz wäre die mögliche Schlussfolgerung aus der Entscheidung für eine ressourcenökonomische Steuerbegründung: Unabhängig davon, in welches Produkt der fossile Rohstoff überführt würde, bliebe die Steuerbelastung gleich. Damit werden technische Entwicklungen in diesem Bereich nicht blockiert, zugleich bietet die Tarifförm nur geringe Chancen, durch Steuergestaltung die Steuerlast (partiell) zu umgehen. Soll die Abgabe hingegen klimapolitisch begründet werden, wäre eine Tariffdifferenzierung nach Grad und Geschwindigkeit der Freisetzung des zunächst stofflich verwendeten fossilen Kohlenstoffs zu prüfen. Dies wäre ein mit Blick auf das Klimaschutzziel neutraler Tarif. Ob eine solche Differenzierung aber unter dem Aspekt der Steuereinfachheit, der Kontrolle und der Gestaltungsresilienz tatsächlich sinnvoll wäre, müsste geprüft werden.

*Vor-/Nachteile:* In der Umweltpolitik gelten Steuern, die auf umweltschädlichen Aktivitäten ansetzen, als sehr geeignetes Instrument. In richtiger Ausgestaltung können sie in Richtung einer Internalisierung externer Schäden wirken und sehr effiziente, marktkonforme Instrumente einer ökologischen Nachhaltigkeitspolitik darstellen (Rennings et al. 2008). Zugleich verzerren sie gegenüber anderen Steuern Faktor- und Güterpreise kaum und ökonomisch erwünschte Aktivitäten wie beispielsweise Arbeiten und Investieren werden nicht verteuert. Sie verteuern lediglich die Aktivitäten, die wegen ihrer negativen Schadwirkungen reduziert werden sollen.

*Umsetzbarkeit:* Trotz dieser grundsätzlichen Vorteile zeigen praktische Erfahrungen auch Schwierigkeiten bei der Nutzung dieses Politikinstrumentes (Rennings et al. 2008). So können die Effekte von Abgaben im politischen Prozess verwässert werden, da die Gesamtkosten der Industrie unter einem Regime von Umweltsteuern normalerweise höher sind. Denn durch die zusätzliche Belastung der Unternehmen würde eine Verminderung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit heimischer Unternehmen bzw. deren Standortverlagerung befürchtet. Dies führt tendenziell dazu, einen vergleichsweise geringen Steuersatz mit relativ geringen Innovationswirkungen zu erheben. Bisherige Studien zu solchen Abgaben zeigen, dass politisch durchsetzbare Umweltabgaben lediglich zu einer beschleunigten Diffusion verfügbarer technischer Optionen führen. Anreize für einen grundlegenden technischen Wandel wurden bislang nicht empirisch

risch bestätigt (Rennings et al. 2008). Zudem ist zu beachten, dass biobasierte Produkte nicht vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, sondern z. T. zu einem erheblichen Anteil aus fossilen Rohstoffen. Diese Produkte werden demnach ebenfalls etwas teurer, der entstehende relative Preisvorteil für biobasierte Produkte würde demnach ebenfalls begrenzt bleiben.

### **Abbau der Marktförderung für die energetische Nutzung von Biomasse**

*Mögliche Ausgestaltung:* Wie in Kap. 4.5.2.1 dargestellt wurde, wird die energetische Nutzung von Biomasse erheblich gefördert, v. a. durch das Biokraftstoffquotengesetz und das EEG. Eine vergleichbare Förderung für die stoffliche Nutzung gibt es nicht. Eine Möglichkeit, um die Aktivitäten bei biobasierten Produkten zu erhöhen, wäre daher die Förderung der energetischen Biomassenutzung abzubauen, um einen fairen Wettbewerb zwischen den energetischen und stofflichen Nutzungspfaden zu gewährleisten.

*Vor-/Nachteile:* Für die bevorzugte Förderung der energetischen gegenüber der stofflichen Biomassenutzung sprechen nur wenige Argumente. Insbesondere wird die hohe Dringlichkeit der Etablierung alternativer Energieträger geltend gemacht. Demgegenüber argumentieren Befürworter der stofflichen Nutzung, dass für die alternative Energiegewinnung verschiedene regenerative Ressourcen (Sonne, Wind, Wasser) existieren, die stoffliche Nutzung aber nur aus Biomasse erfolgen kann. Eine bevorzugte Förderung zur energetischen Nutzung wäre demnach der falsche Schritt. Dieses Argument wäre zu prüfen und zu entscheiden, ob im energetischen Bereich eine stärkere Förderung zugunsten anderer Technologien erfolgen soll und kann.<sup>31</sup> Weitere Vorteile des Abbaus der Förderung der energetischen Nutzung wäre der geringere Einsatz von Subventionen. Wie bereits erwähnt, kann der Einsatz von Steuervergünstigungen oder Beihilfen zu einer ineffizienten Marktverzerrung und zu steigender Staatsverschuldung führen. Allerdings kann v. a. ein schneller Abbau der Förderung unerwünschte Folgen haben: Akteure, die auf die Verlässlichkeit staatlicher Regelungen gesetzt haben, könnten insolvent werden. In der Folge käme es zum Verlust ihrer Wertschöpfung und Beschäftigung.

*Umsetzbarkeit:* Ein Abbau der Förderung der energetischen Biomassenutzung würde langfristige Festschreibungen und die Verlässlichkeit getroffener Politikentscheidungen in Frage stellen. Eine mögliche Strategie wäre der gleichzeitige Ausbau von Um-

---

<sup>31</sup> Dies hieße allerdings auch, dass dort die Gefahr des „picking winners“ entsteht, d. h. möglicherweise auf die falschen Technologien gesetzt werden, sofern sich Biomasse zukünftig als sehr geeignet für Erneuerbare Energien herausstellen sollte.

welt-/Energiesteuern. Der verstärkte Einsatz von Klimaschutzinstrumenten, wie die Erhöhung des Anteils der zu versteuernden Emissionszertifikate, hätte unmittelbare Folgen auch für einen großen Teil der Subventionen bei der energetischen Nutzung von Biomasse. Im EEG wird Strom aus erneuerbaren Energien – so auch aus Biomasse – jeweils mit festen Einspeisevergütungen gestützt. Der Förderanteil ist dabei der Erstattungsanteil, der über den jeweils als Vergleich genutzten „Marktpreis“ hinausgeht. Wenn diese Marktpreise aufgrund des verstärkten Einsatzes klimapolitischer Instrumente steigen, sinkt der Subventionsbestandteil entsprechend. Insofern würde eine verstärkte Lenkungsbesteuerung bei fossilen Energien perspektivisch das EEG überflüssig machen. Die erneuerbaren Energien würden auch ohne EEG am Markt wettbewerbsfähig werden. Allerdings würden die Kosten für die Industrie durch den Abbau von Subventionen und die Einführung von Belastungen steigen. Eine solche grundlegende Veränderung der politischen Instrumente lässt sich vermutlich ebenfalls nur schwer durchsetzen.

### **Einbezug in Klimaschutzinstrumente**

*Mögliche Ausgestaltung:* Bislang werden mögliche Beiträge von biobasierten Produkten und Verfahren für den Klimaschutz in entsprechenden Politikinstrumenten kaum berücksichtigt. Mögliche Anreize wären insbesondere beim EU-Emissionshandelssystem denkbar, welches viele industrielle Branchen betrifft und langfristig zu einer Reduktion von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen führen soll. Er könnte insbesondere auf die Entwicklung und Diffusion ressourcen- und energieeffizienter Verfahren der industriellen Biotechnologie eine fördernde Wirkung haben (Walz et al. 2008). Ein Teil der Emissionen der Produktionskette fossiler wie biogener Materialien wurde bereits in das europäische Emissionshandelssystem integriert. Hierunter fallen auf der Verarbeitungsstufe die direkten Emissionen von Anlagen zur Destillation oder Raffination von Erdöl, von Anlagen der mineralverarbeitenden Industrie, von Zellstoff- und Papierwerken sowie von Anlagen zur Energieumwandlung und Energieumformung, unabhängig von der Art der verarbeiteten Rohstoffe (Carus et al. 2010). Da über den Emissionshandel aus dem fossilen Energieeinsatz Kosten für die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen, werden somit schon heute Anreize gesetzt, Produkte mit einem geringen fossilen Energieeinsatz herzustellen. Diese Kosten können von den Energieversorgern auf den Energiepreis aufgeschlagen und an die Produzenten fossiler wie biobasierte Produkte weitergereicht werden.

Allerdings sind erhebliche Teile der Wertschöpfungskette biobasierter Produkte nicht in das Handelssystem integriert. Carus et al. (2010) sehen allerdings deren Einbezug und die Setzung von Anreizen für biobasierte Produkten und Verfahren im EU-Emissionshandelssystem als schwierig an: Die Einbeziehung der Emissionen aus der

Gewinnung, bzw. dem Anbau sowie dem Transport von Rohstoffen – also die Stufen vor der Rohstoffverarbeitung – wäre mit hohen Transaktionskosten verbunden und hätte voraussichtlich nur einen vergleichsweise geringen Einfluss auf das Verhältnis der Produktionsmengen von biobasierten und fossilen Produkten.<sup>32</sup> Bei einer Einbeziehung der direkten Emissionen aus der thermischen Beseitigung von fossilen und biogenen Abfällen ergeben sich v. a. Probleme der Anreizsetzung zur Produktion von biobasierten Materialien. „Die Verwertungsstufe wurde unter anderem deswegen bisher nicht in den Emissionshandel einbezogen, da die Betreiber von Müllverbrennungsanlagen wenige Möglichkeiten haben, ihre Emissionen aktiv zu reduzieren. Sie sind zur thermischen Beseitigung aller angelieferten Abfälle gesetzlich verpflichtet.“ (Carus et al. 2010, S. 371). Eine alternative Option könnte deshalb die Berücksichtigung dieser Emissionen im Emissionshandel bereits auf der Verarbeitungsstufe der Kunststoffproduktion sein. Die Kunststoffproduzenten könnten z. B. dazu verpflichtet werden, Emissionszertifikate in Höhe der Emissionen vorzuweisen, die durch die thermische Beseitigung und den Abbau ihrer Produkte zu erwarten ist. Eine solche Option kann z. B. auch an die Umsetzung der Forderung der Leitmarktinitiative gekoppelt sein, den biogenen Kohlenstoff von den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produkte abzuziehen. Davon wird ein direkter Anreiz zur verstärkten stofflichen Nutzung von Biomasse erwartet. Diese Vorschläge würden jedoch deutlich von der bisherigen Systematik des Emissionshandelsystems abweichen, das auf allen Stufen nur die direkten Emissionen der erfassten Emissionsquellen berücksichtigt, nicht aber wie in diesem Fall die indirekten Emissionen auf anderen Verwertungsstufen. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Carus et al. (2010) bei Optionen im Bereich der Klimaschutzinstrumente CDM (Clean Development Mechanism) und JI (Joint Implementation), da auch hier nur direkte Emissionseinsparungen berücksichtigt werden.

*Vor-/Nachteile:* Grundsätzlich werden handelbaren Nutzungsrechten hohe Innovationsanreize zugesprochen. So stellen beispielsweise Rennings et al. (2008) fest: „Hinsichtlich der Innovationswirkungen haben handelbare Nutzungsrechte den Vorteil, dass der Besitzer der Nutzungsrechte stets die Option hat, entweder Rechte zu kaufen oder zu verkaufen, so dass ihm ständig der Vermögenswert seiner natürlichen Ressource vor Augen geführt wird. Dies erzeugt einen permanenten finanziellen Anreiz, die Ressource so sparsam wie möglich einzusetzen“ (Rennings et al. 2008, S.78). Die Steuerungsmöglichkeit dieses Instruments in Bezug auf den Einsatz biobasierter Produkte ist jedoch begrenzt: Da beim Zertifikatehandel verschiedene Anpassungsmaßnahmen miteinander in Wettbewerb stehen, stellen Zertifikatelösungen nicht unbedingt ein ef-

---

<sup>32</sup> Analoge Argumente gelten für die Zersetzung von Schmierölen und Schmierstoffen.

fektives Förderprogramm für biobasierte Produkte dar, aber ein gutes Instrument zum Ausloten der kostengünstigsten Optionen zur Vermeidung von Umweltbelastungen.

*Umsetzung:* Insgesamt schätzen Carus et al. (2010) die politische Durchsetzbarkeit, v. a. bei den aus Sicht der biobasierten Produkte interessanten Maßnahmen wie die indirekte Emissionsberücksichtigung als schwierig ein. Dies liegt u. a. an der begrenzten Kompatibilität mit der bisherigen Systematik im Emissionshandel (Carus et al. 2010).

### Zusammenfassende Bewertung der Instrumente

Die dargestellten Instrumente unterscheiden sich u. a. bezüglich ihrer relativen Auswirkung der preislichen Vorteilhaftigkeit bzw. Unterstützung der Produktionsmenge gegenüber der energetischen Nutzung von Biomasse sowie der stofflichen Nutzung von fossilen Rohstoffen. Abbildung 5 fasst die Wirkungen für die einzelnen diskutierten Instrumente auf die preisliche bzw. mengenmäßige Vorteilhaftigkeit (bei Quoten und CO<sub>2</sub>-Handel) zusammen.

Abbildung 5: Auswirkungen ausgewählter Maßnahmen auf die relative Vorteilhaftigkeit für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) durch Preis- oder Mengensteuerung

| Maßnahme   | Stoffliche Nutzung vs. Energetische Nutzung von NAWARO | Stoffliche Nutzung NAWARO vs. Stoffliche Nutzung fossil |
|--|--|---|
| Quoten für stoffliche Nutzung NAWARO                           | →  | ↑   |
| Subvention stoffliche Nutzung von NAWARO                       | ↑  | ↑   |
| Lenkungssteuern für stofflich genutzte fossile Rohstoffe       | →  | ↑   |
| Abbau Marktförderung energetischer Nutzung von NAWARO          | ↑  | →   |
| Einbezug stofflicher Nutzung NAWARO im CO <sub>2</sub> -Handel | →  | ↑   |

Quelle: Eigene Darstellung (Pfeil nach oben = relative Vorteilhaftigkeit für die stoffliche Nutzung NAWARO; Pfeil seitlich = kein direkter Effekt auf die Vorteilhaftigkeit stoffliche Nutzung NAWARO)



Auf Praxisseite sprechen die schwierige Steuerung in den vielen heterogenen Märkten, die komplexen Folgewirkungen einzelner politischer Instrumente und die schwierige Kontrolle dagegen. Im Ergebnis zeigt sich ein komplexes Bild der Möglichkeiten mit jeweiligen Vor-/Nachteilen und Schwierigkeiten bei der politischen Durchsetzung. Die Einschätzungen der Stakeholder bezüglich ihres Nutzens, Aufwands und der Möglichkeiten zur Umsetzung der Instrumente ist sehr unterschiedlich.

Grundsätzlich sind die meisten der skizzierten Instrumente auch für einzelne Produktgruppen von biobasierten Produkten denkbar. Ihr produktgruppenspezifischer Einsatz wäre insbesondere dann überlegenswert, wenn bestimmte Nutzungspfade mit besonderen Innovationshürden (z. B. dem Erreichen einer notwendigen kritischen Masse) bei gleichzeitig hohem Wertschöpfungspotenzial, positiven Spillovereffekte und/oder hohem Nachhaltigkeitspotenzial im Vergleich zu anderen Anwendungen identifiziert werden können. Dabei kann eine Bewertung unterschiedlicher Nutzungspfade Aufschluss darüber geben, welche Nutzungen verstärkt unterstützt werden sollen (Thrän et al. 2008). Durch ein entsprechendes Zielsystem könnten insbesondere die Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen reduziert werden, wenn die Anreizsysteme im Rahmen einer weitergehenden Ausbaustrategie bezüglich Biomasse weiter aufeinander abgestimmt werden (Thrän et al. 2008). Die verschiedenen Nutzungspfade wären hinsichtlich des zu erwartenden Beitrags zu den Zielen der Biomassenutzung zu charakterisieren. Thrän et al. (2008) haben für energetische Nutzungen für Biomasse bereits ein solches System entworfen und halten einen vergleichbaren Ansatz auch für die stoffliche Nutzung für möglich. Sie unterscheiden dabei zwischen fünf Zielen, die sie mit neuen Indikatoren (siehe Klammern) messen:

- Wirtschaftlichkeit (z. B. spezifische Gestehungskosten, Grenzkosten gegenüber Erdöl),
- Klima- und Ressourcenschutz (Brennstoffnutzungsgrad, spezifische CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Einsparung),
- Technologieentwicklung (Entwicklungspotenzial, spezifische Investitionskosten),
- Entwicklung des ländlichen Raums (dezentral realisierbare Prozesse),
- Versorgungssicherheit (Ölabhängigkeit).

Ein solches Kriteriensystem könnte mittel- bis langfristig einen interessanten Ansatz als Grundlage für die Förderung der stofflichen Nutzung von Biomasse darstellen. Bislang wurde ein solch differenziertes Kriteriensystem für die stoffliche Nutzung angesichts der Nutzungsvielfalt und der diffizilen Messbarkeit noch nicht erarbeitet.

#### **4.5.4 Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf**

Zusammenfassend ergeben sich auf der Marktseite erhebliche Herausforderungen. Schließlich befinden sich viele biobasierte Produkte in einem frühen Reife- und Marktstadium. Es bestehen erhebliche Diffusionshemmnisse wie hohe Kosten und Informationsdefizite. Es werden daher von der Advisory Group und anderen Gremien verschiedene nachfrageorientierte Maßnahmen zur Förderung biobasierter Produkte und Verfahren vorgeschlagen. Aktuelle Aktivitäten sind jedoch weitgehend auf europäische Standardisierungsaktivitäten und in kleinerem Umfang auf die Verstärkung der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit begrenzt. Gerade bei weitreichenden, anwendungsübergreifenden Instrumenten sind alle denkbaren Alternativen mit Schwierigkeiten verbunden. Sie bestehen insbesondere in der politischen Durchsetzbarkeit – sie sind schließlich häufig mit einem erheblichen staatlichen Eingriff verbunden – und aktuellen Umsetzungsmöglichkeiten, weil Informationsdefizite zum Einsatz von biobasierten Produkten sowie ihren Nachhaltigkeitswirkungen bestehen. Zudem zeigt die Diskussion, dass die politische Unterstützung der stofflichen Biomassennutzung kaum getrennt von der Klimapolitik und der Förderung von erneuerbaren Energien erfolgen kann. Deshalb sollte eine Prüfung solcher Maßnahmen künftig stärker aus Gesamtbeachtungssicht erfolgen und vorab klare Ziele definiert werden.

Daneben ist der Abbau der Informationsdefizite vordringlich. Dabei sind v. a. die Fortsetzung der Standardisierungsaktivitäten und die Verbesserung der Informationslage zur Nachhaltigkeit von biobasierten Produkten von Bedeutung. Zudem sind Öffentlichkeits-/Kommunikationsmaßnahmen zu verstärken. Hier besteht allerdings noch erheblicher Klärungsbedarf, welche Produkteigenschaften vermittelt werden sollen. Hierbei sind auch die Festlegungen bei den laufenden Standardisierungs- und Zertifizierungsaktivitäten zu berücksichtigen.

### **4.6 Internationale Vermarktung**

#### **4.6.1 Aktuelle Vorschläge für Politikmaßnahmen**

Um Anreize für unternehmerische Investitionen zu schaffen, wäre es wünschenswert, nicht nur die nationalen, sondern auch die internationalen Marktpotenziale für neue Produkte und Verfahren auszuschöpfen zu können. Genau hierauf zielt die Leitmarktinitiative ab, indem passfähige Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für einen gemeinsamen Markt geschaffen werden, um europäischen Akteuren zu einer weltweiten Wettbewerbsfähigkeit zu verhelfen. Als wichtige Grundlage werden einheitliche internationale Rahmenbedingungen sowie Abkommen mit außereuropäischen Staaten (z. B. USA) gesehen. Dabei wird eine Harmonisierung der Gesetzgebung und Stan-

dards mit wichtigen Handelsstaaten auf Best-Practices von der Advisory Group (2009) empfohlen.

Darüber hinaus sind eine Vielzahl von Unterstützungsmaßnahmen der inländischen Unternehmen bei der internationalen Markterschließung denkbar, wie z. B. Exportkredite/-zuschüsse, Unterstützung der internationalen Vernetzung, internationale Technologiebüros, bedarfsgerechte Qualifizierung von KMU-Vertretern zur Durchführung internationaler Marktanalysen (Rammer 2009; Nusser et al. 2007a).

#### **4.6.2 Aktuelle Maßnahmen**

Es gibt erste Ansätze zur Internationalisierungsaktivitäten der Akteure, die sich v. a. im Bereich der Forschungsk Kooperation oder der Generierung von Dienstleistungsaufträgen konzentrieren. Ein Beispiel sind die Aktivitäten beim Nordrhein-Westfälischen Cluster CLIB2021. Dort werden Beziehungen v. a. zu Ländern mit großen Ressourcen an nachwachsenden Rohstoffen aufgebaut (z. B. Kanada, Russland), um die Erschließung und Nutzung der Biomasse gemeinsam zu voranzutreiben. Dabei werden z. B. Länderreisen oder Aktivitäten auf internationalen Messen u. a. durch das BMBF, „Germany Trade Invest“ oder z. T. Ländermittel unterstützt. Bislang fehlt es aber nach Aussagen der Experten an möglichen Unterstützungen für stärker vermarktungsorientierte Aktivitäten und an gemeinsamen internationalen Präsenzen auf internationalen Messen. Insgesamt existieren bislang keine Programme für biobasierte Produkte wie z. B. der „Projektfinanzierung Exportinitiativen EE und EnEff“ des BMWi. Ebenso existieren nach Expertenaussagen bislang keine nennenswerten Aktivitäten zur Harmonisierung der Gesetzgebung und Standards mit wichtigen Handelsstaaten.

#### **4.6.3 Aktuelle Herausforderungen**

Trotz der genannten Beispiele, sind die Internationalisierungsaktivitäten vieler Akteure (v. a. KMUs) bei biobasierten Produkten noch begrenzt. Es ist aber zu erwarten, dass sie im Rahmen der Kommerzialisierungsaktivitäten zukünftig wichtiger werden. Zur Sicherung der internationalen Konkurrenzfähigkeit und Erschließung der Weltmarktpotenziale ist eine frühzeitige internationale Vernetzung und Vermarktung der Produkte und Dienstleistungen notwendig. Gerade für die Technologieanbieter ist aber durchaus Potenzial denkbar, schließlich ist die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Unternehmen als hoch einzustufen. Bislang liegen kaum Erkenntnisse vor, wie stark sich diese um den internationalen Markt bemühen und inwiefern Schwierigkeiten, wie z. B. mangelnde Kenntnis von Markt sowie Kooperationspartnern oder unterschiedlichen Standardanforderungen bzw. Gesetze für Produkte, auftreten.

#### **4.6.4 Zwischenfazit: Resultierender Handlungsbedarf**

Die Notwendigkeit und Dringlichkeit von unterstützenden Maßnahmen wird unterschiedlich beurteilt: Während sie für einige Akteure eher von eher randständige Bedeutung ist und auch von der Advisory Group nicht thematisiert wird, halten andere Experten sie für hilfreich und notwendig. Zudem ist zu erwarten, dass Internationalisierungsaktivitäten vieler Akteure im Rahmen der Kommerzialisierungsaktivitäten zukünftig wichtiger werden. Deshalb lässt sich insgesamt ein gewisser Handlungsbedarf folgern, der insbesondere die Unterstützung internationaler Aktivitäten von Promotoren zur Vermittlung von Kontakten sowie das internationale Standortmarketing betrifft. Eine stärkere Präsenz und Sichtbarkeit der Akteure könnte z. B. dabei helfen, internationale Kapitalgeber für die KMUs zu finden. Daneben sollten Anstrengungen zur internationalen Harmonisierung von Regelungen, Standardisierung und Bewertungs-Tools (z. B. zur Nachhaltigkeit) mit Ländern außerhalb Europas intensiviert werden, um internationale Aktivitäten der Akteure zu erleichtern.

## 5 Handlungsempfehlungen

### 5.1 Allgemeine Handlungsempfehlungen

Im vorherigen Kapitel wurden die Treiber und Hemmnisse bei biobasierten Produkten, implementierte Maßnahmen im In- und Ausland sowie Vorschläge für zukünftige Maßnahmen ausführlich untersucht. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden im Folgenden Handlungsempfehlungen abgeleitet.

#### **Anpassung der FuE-Förderung**

Die FuE-Aktivitäten und ihre Förderung werden insgesamt als gut ausdifferenziert und positiv eingeschätzt. Da diese Aktivitäten auch zukünftig von zentraler Bedeutung sein werden, um das volle Potenzial von biobasierten Produkten nutzen zu können, sollte das Verbesserungspotenzial bei der Förderung noch ausgeschöpft werden:

*Bündelung und Koordination der Forschungsförderung:* Eine stärkere Bündelung bzw. Koordination der Forschungsförderung ist für die Erarbeitung und Umsetzung eines schlüssigen Gesamtkonzeptes notwendig und könnte auch Doppelförderung vermeiden. Dafür sind eine bessere Abstimmung und ein gemeinsames Vorgehen zwischen den nationalen Ressorts als auch mit den europäischen Initiativen und Institutionen notwendig. Zum einen sind auf der strategischen Ebene der unterschiedliche Fokus und Zielsetzungen der beteiligten Institutionen auf eine kohärente Förderung für biobasierte Produkte abzustimmen, z. B. durch Setzen von gemeinsamen (Ober-/Teil-)Zielen oder gemeinsamen Maßnahmen. Eine Handlungsoption auf nationaler Ebene besteht beispielsweise in einem gemeinsamen Engagement in existierenden Gremien, wie z. B. dem BioÖkonomierat. Dessen Aufgabespektrum könnte beispielsweise feinjustiert werden, indem die Themen und Anliegen aller relevanten Ministerien bzw. Förderinstitutionen mit integriert werden. Zum anderen sind Abstimmungsprozesse auf der operationalen Ebene stärker zu intensivieren. Dazu gehören beispielsweise die jeweilige frühzeitige Unterrichtung und ggf. die Beratung zu wesentlichen Planungen und Entscheidungen.

*Ergänzung der Ausrichtung der FuE-Programme:* Die weitgehend themenoffene Förderung wird positiv eingeschätzt und sollte fortgesetzt werden. Sie trägt der Heterogenität der Produkte und Verfahren und ihren unterschiedlichen FuE-Problemen bzw. unterschiedlichen Nutzen (z. B. Performance, niedrige Treibhausgas-Emissionen) Rechnung. Allerdings besteht bislang eine Lücke für eine ausreichend lange und umfangreiche Förderung von visionären Forschungsthemen mit hohem Innovationspotenzial

bzw. von Themen, „die einen langem Atem“ brauchen.<sup>33</sup> Ausgewählte Förderprogramme wären demnach für solche Projekte stärker zu öffnen oder gegebenenfalls durch weitere Schwerpunkte oder Programme zu ergänzen.

*Anpassung FuE-Förderung an Bedürfnisse der KMUs:* Die KMUs sollten stärker in den Förderprogrammen adressiert werden. Eine entsprechende Ausgestaltung lässt sich durch die fehlende Ressourcenverfügbarkeit, das hohe Risiko, sowie den leichteren Marktzugang und spätere Renditechancen für Großunternehmen in einigen Produktbereichen (v. a. Bulkprodukte), rechtfertigen. Die Erhöhung des Fördervolumens für KMUs wäre dabei geeigneterweise auf mehreren Wege zu adressieren: Bei den FuE-Programmen mit hohen Fördersummen/Projekt wäre v. a. die Erhöhung der Förderquoten für KMUs anzustreben, da die KMUs nicht ausreichend Ressourcen zur Verfügung haben, um für weitere Projekte den notwendigen Eigenbeitrag aufbringen zu können. Die Grenzen des EU-Beihilferechts bezüglich den Förderquoten werden in der Regel nicht voll ausgeschöpft, v. a. im Bereich der Industriellen Forschung und bei der experimentellen Forschung bei Verbundprojekten besteht bei den meisten Programmen noch Spielraum. Eine Veränderung bei den Programmen mit eher geringen Fördersummen/Projekt (z. B. ZIM, EXIST-Forschungstransfer) würde dagegen nur wenig Vorteile bringen, sondern es wäre eher eine Ausschöpfung der möglichen Maximalbeiträge in den Förderprogrammen für die einzelnen Projekte anzustreben.

### **Verbesserung der Finanzierungsmöglichkeiten zur Kommerzialisierung**

Die umfangreichen FuE-Aktivitäten werden in den nächsten Jahren zunehmend zu Projektergebnissen führen, die aber noch unter erheblichem Zeit- und Kostenaufwand bis zur Marktreife weiterzuentwickeln sind (u. a. in Pilot-/Demonstrationsanlagen). Deshalb ist zu erwarten, dass auch Finanzierungsengpässe in der Kommerzialisierungsphase bei biobasierten Produkte zunehmen werden. Eine Verbesserung der Finanzierungsbedingungen (v. a. Eigenkapital) ist aber entscheidend, um junge und innovative Unternehmen mit der nötigen Kapitalbasis auszustatten und auch Gründungswilligen Signale zu geben, dass auch langfristig eine Aussicht auf Finanzierung besteht. Zur Verbesserung des Beteiligungskapitalmarkts in Wachstumsphasen sind vor allem folgende Maßnahmen geeignet:

Zum einen wäre der private Risikokapitalmarkt zu stärken. Aktuelle Vorschläge hierfür umfassen die stärkere steuerliche Gleichstellung von Eigen- und Fremdkapital sowie die Änderung der eingeführten steuerlichen Verlustvortragsregelung nach der Unternehmenssteuerreform von 2008 (EFI 2008, 2009, 2010; Prognos 2010). Die neue Verlustvortragsregelung gilt als abschreckend für Investoren, da Finanzierungsrunden mit

---

<sup>33</sup> Beispielhafte Themen sind dem BioÖkonomierat (2010) zufolge Algen als Produktionssysteme oder künstliche Photosynthese als Weg zur Biobrennstoffzelle.

privaten Kapitalgebern in der Regel mit einer Veränderung der Beteiligungsstruktur einhergehen und in diesem Fall nun die Verlustvorträge – welche bei den kapitalintensiven Biotechnologieunternehmen häufig auftreten – teilweise oder ganz entfallen können.<sup>34</sup> Dementsprechend gilt eine attraktivere Gesetzgebung für die Wachstumsfinanzierung weiterhin als notwendig.

Die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Finanzierung der Unternehmen ist allerdings ein Prozess, der vermutlich erst auf längere Frist implementiert und Wirkung entfalten kann. Deshalb wäre aus kurz-/mittelfristiger Sicht die Einführung eines „Kommerzialisierungsfonds“ wichtig, wie ihn auch die Expertenkommission für Forschung und Innovation in ihrem aktuellen Gutachten fordert. In einem solchen z. T. staatlich finanzierten Fond werden Mittel zur Verfügung gestellt, die zur verstärkten Transferförderung von Forschungsergebnissen eingesetzt werden können (EFI 2010). Zwar bestehen hier gerade von industriellen Akteuren größere Bedenken bezüglich des staatlichen Eingriffs in diese Aktivitäten. Rechtfertigungsgründe ergeben sich allerdings durch die mögliche Ausschöpfung der Markt- und Beschäftigungspotenziale, die sich voraussichtlich nicht nur auf die zu fördernden KMUs beschränken; vielmehr können sich über Spillover-Effekte auch für etablierte Unternehmen neue Marktchancen bieten. Zugleich wäre dieser Eingriff in Form einer Finanzierung erheblich geringer als eine Verstärkung der direkten staatlichen Zuschüsse für Pilot-/Demonstrationsanlagen, wie sie häufig gefordert wird und in einigen europäischen und außereuropäischen Ländern in großem Umfang stattfindet. Da ein solcher Fonds in den Zuständigkeitsbereich des BMWi fällt, wird er in Kap. 5.2 genauer erläutert.

### **Verstärkung der Standardisierung, Zertifizierung und Kennzeichnung**

Standards, Zertifizierungen und Kennzeichnungen gelten als zentral um die Transparenz und Vergleichbarkeit zu biobasierten Produkten zu erhöhen und die hohe Qualität und ggf. die Vorteilhaftigkeit für die Umwelt zu kommunizieren. Es finden bereits erhebliche Aktivitäten zur Standardisierung auf europäischer Ebene statt, die in Richtung Vollstandards und Übertragung auf weitere Produktgruppen fortzuführen wären. Dies wird nach Expertenaussagen von der EU-Kommission bereits in Aussicht gestellt. Für die Weiterentwicklung der Standardisierung hat die europäische Arbeitsgruppe im CEN Mandat 430 Dachstandards vorgeschlagen sowie einen Katalog zum Forschungsbe-

---

<sup>34</sup> Zwar wurde im Rahmen des Gesetz zur Modernisierung der Rahmenbedingungen für Kapitalbeteiligungen (MoRaKG) im Jahr 2008 versucht, mit dem Wagniskapitalbeteiligungsgesetz Regelungen auf den Weg zu bringen, durch die die Bereitstellung von Wagnis- und Beteiligungskapital für junge und mittelständische Unternehmen gefördert werden sollte. Dieses Gesetz sah Ausnahmeregelungen für den Erhalt der Verlustvorträge vor. Allerdings war es auf Wagniskapitalbeteiligungsgesellschaften für den Bereich der Frühphasenfinanzierung begrenzt und wurde durch die EU-Kommission im Zuge eines Beihilfeverfahrens in wesentliche Elementen (u. a. Verlustvortragsregelung) gestoppt.

darf erarbeitet, der die Kernprobleme adäquat adressiert (BT/WG 209/TG 2 Report 2010). Dazu gehören z. B. die Weiterentwicklung der Testmethoden zur Bestimmung des „Bio-“Gehalts, die Weiterentwicklung gemeinsamer Ökobilanz-Standards und Methoden (siehe unten) sowie die Harmonisierung zu Zertifizierungen und Kennzeichnungen. Die Umsetzung dieser Empfehlungen sollte in einem gemeinsamen Prozess unter Beteiligung aller relevanten Stakeholder durchgeführt werden. Es bietet sich hierfür v. a. eine Fortführung der europäischen Initiative an, die national unterstützt und vorangetrieben werden kann.

### **Verstärkung der Nachhaltigkeitsbewertung von biobasierten Produkten**

Bislang bestehen erhebliche Lücken bei der Bewertung der Nachhaltigkeit biobasierter Produkte. Um eine aussagekräftige Wissensbasis für biobasierte Produkte zu Umweltentlastungseffekten für Politik, Anwenderunternehmen und Verbraucher zu schaffen, ist eine Weiterentwicklung der Methoden sowie eine Datengenerierung/-sammlung zu Umwelteffekten erforderlich. Wie die Methoden weiterentwickelt werden können, ist Gegenstand einer Reihe von Vorschlägen (siehe Kap.4.5.3). Sie umfassen sowohl die Vereinheitlichung von Systemgrenzen, die dynamische Betrachtung, Besonderheiten von biobasierten Produkten (z. B. CO<sub>2</sub>-Speichereffekte, stoffliches Recycling und Kaskadennutzung) als auch die Analyse weiterer Wirkungskategorien (Landnutzung etc.). Hier sind gemeinsame Aktivitäten verschiedener Akteure (Wissenschaft, Politik, Industrie) notwendig. Zudem ist ihr Zusammenwirken erforderlich, um auch auf internationaler Ebene eine möglichst große Harmonisierung zu erreichen.

Für die Verbesserung der Datenverfügbarkeit sollte ein Programm zur Förderung der Generierung von Ökobilanzen für biobasierte Produkte und Verfahren implementiert werden, um bestehende Lücken und Schwächen bislang durchgeführter Ökobilanzen schneller überwinden zu können (siehe auch Carus et al. 2010). Ein solches Programm sollte idealerweise auch die erforderliche methodische Weiterentwicklung beinhalten. Dabei sind gegebenenfalls auch Schwerpunkte auf wichtige Teilprozesse zu setzen, z. B. auf Verfahren bis zur ersten Verarbeitungsstufe des Rohstoffes, da häufig nicht die Bilanzierung aller möglichen Anwendungen biobasierter Produkte sinnvoll möglich ist. Daneben sollten Prozesskennzahlen für wichtige Parameter bei einer Institution (z. B. Umweltbundesamt) gesammelt und öffentlich zur Verfügung gestellt werden; analog und in Ergänzung zu bestehenden Datensätzen für fossile Produkte.

### **Intensivierung der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit**

In der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sind die existierenden Aktivitäten weiter auszubauen, um die Akzeptanz und Verbrauchernachfrage nach biobasierten Produkten zu erhöhen. Die Kommunikationsstrategie sollte differenziert nach Produktgruppen, Anwendungen und Zielgruppen erfolgen, wenngleich sich die entsprechenden Maßnahmen idealerweise zu einem Gesamtkonzept ergänzen. Dabei müssen Fragen zur



Kommunikation noch geklärt werden: So müssen Kompromisse zwischen den relevanten Stakeholdern darüber erreicht werden, welche Botschaften bei der Kommunikation im Vordergrund stehen sollen. Daneben müssen Instrumente zur Kommunikation und Kontrolle dieser Botschaften weiterentwickelt werden, um differenzierende Merkmale von biobasierten zu konventionellen Produkten kommunizieren zu können. Dabei sollte geprüft werden, inwiefern ein Endnachfragedruck auch auf die Zwischenprodukte übertragen werden kann, da sie einen Großteil des Marktes von biobasierten Produkten darstellen. Hierfür müssten produktrelevanten Informationen über die Wertschöpfungskette hinweg transferierbar und kommunizierbar werden (z. B. über Systeme zur Rückverfolgbarkeit/Herkunftsnachweis).

### **Stärkere Einbindung der Anwender biobasierter Produkte und Verfahren**

Für viele Produktlinien ist die Bereitschaft der Akteure in der gesamten Wertschöpfungskette notwendig, biobasierte Produkte und Verfahren herzustellen bzw. zu nutzen. Erhebliche Herausforderungen bestehen dabei in der Integration der Anwender von biobasierten Zwischenprodukten. Es bestehen verschiedenste Branchen- und produktgruppenspezifische bzw. anwendungsspezifische Hemmnisse (Kap. 4.5.3). Ein Konzept zur stärkeren Einbindung der potenziellen Anwender könnte dabei je nach Bedarf im Anwendungsfeld folgende Stufen beinhalten:

- *Awareness*: aktueursspezifische Workshops; Initialprojekte zum ökonomischen/ökologischen Vergleich von Anwendungen biobasierter Produkte bzw. Prozesse mit konventionellen Prozessen/Produkten.
- *Informationsbereitstellung*: Good-Practice-Dokumentationen; Kosten-Nutzen-Bewertungsinstrumente und Bewertungsraster; Studien zum Stand der Technik/Möglichkeiten; evtl. Beratung zum Einsatz von biobasierten Produkten, Vermittlung von Kontakten für spezifische Fragestellungen (z. B. nach dem Vorbild der KTN-Networks in UK, siehe Kap. 4.2.2.2).
- *Stärkere Einbindung in FuE-Konzepte*: Ideenworkshops zur Stimulierung von FuE-Projekten; Reservierung eines Teils der Fördermittel für Fördermitteln für Projekte zwischen Entwickler/Produzent und Anwender (nach Möglichkeit inklusive Ausbildungselementen/Ressourcenbereitstellung für Anwender).

Denkbar wäre dabei die Auswahl bestimmter Anwendungsfelder (z. B. Kunststoffverarbeitung, Automobil etc.) zur schrittweisen Erprobung dieses Konzepts. Wenn sich dieses Konzept bewährt, sollte es auf weitere Anwendungsfelder ausgeweitet und spezifisch angepasst werden.

### **Unterstützung von Internationalisierungsaktivitäten**

Internationalisierungsaktivitäten im Rahmen der Kommerzialisierungsaktivitäten werden zukünftig mit zunehmender Reife biobasierter Produkte wichtiger werden. Gleichzeitig ist eine frühzeitige internationale Vernetzung und Vermarktung der Produkte und

Dienstleistungen zur Sicherung der internationalen Konkurrenzfähigkeit und Erschließung der Weltmarktpotenziale notwendig. In der Nationale Forschungsstrategie Bio-Ökonomie 2030 wurde die Öffnung nationaler Fördermaßnahmen für internationale Partnerschaften angekündigt, um mehr Gelegenheiten zur Zusammenarbeit mit anderen Ländern und Institutionen zu ermöglichen (BMBF 2010). Diese wären durch stärker vermarktungsorientierte Maßnahmen und internationalen Standortmarketingaktivitäten zu ergänzen, um die Unternehmen beim Zugang zum Weltmarkt zu unterstützen, und um ggf. internationale Kapitalgeber anzuwerben. Ergänzt werden sollte dies durch Aktivitäten zur außereuropäischen internationalen Harmonisierung von Regelungen, Gesetzgebung, Standardisierung und Zertifizierung, um den häufig international tätigen Akteuren möglichst einheitliche Rahmenbedingungen bieten zu können.

Mögliche Handlungsoptionen bei der Unterstützung der Internationalisierung durch das BMWi werden in Kap. 5.2 genauer erläutert.

### **Prüfung instrumentenübergreifender Konzepte**

Übergreifend ist festzustellen, dass die Handlungsoptionen nicht losgelöst voneinander zu sehen sind, sondern ein spezifischer und den Kontextbedingungen angepasster Mix an Politikinstrumenten notwendig ist (Edler 2007). Schließlich reicht ein Politikinstrument allein oft nicht aus, um die genannten notwendigen Bedingungen (dauerhafte Nachfrage, Aufbau inländischer Kapazitäten, etc.) für einen nachhaltigen Erfolg zu erreichen. Ein für biobasierte Produkte geeigneter Ansatz kann ein produktgruppenspezifischer Ansatz mit einem Mix an Instrumenten darstellen.

Dies umfasst den Einsatz der skizzierten Instrumente für bestimmte Produktfelder, z. B. Informations-/Kommunikationsmaßnahmen, Standardisierung von Produkten und Verfahren, Vernetzungsaktivitäten über Wertschöpfungsketten hinweg, Durchführung von Nachhaltigkeitsstudien etc. Ihr Einsatz ist inhaltlich abzustimmen (z. B. bezüglich der im Vordergrund stehenden Eigenschaften biobasierter Produkte). Aktuell werden im Rahmen der „EU-Flagship Initiative“ ein abgestimmter Mix an Politikinstrumenten für spezifische Produktgruppen auf europäischer Ebene diskutiert. Eine solche Vorgehensweise könnten national begleitet und ausgeführt werden.

Allerdings wäre diese Auswahl bestimmter Felder nur als Vorreiter zu einer anwendungsübergreifenden Strategie zu empfehlen, da bestimmte biobasierte Produkte sonst gegenüber anderen stofflichen Biomassenutzungen dauerhaft bevorteilt wären. Hierfür wäre eine gemeinsame Abstimmung und Vorgehen der jeweils zuständigen Stakeholder notwendig und die Auswahl bestimmter Produktgruppen zur schrittweisen Erprobung dieses Konzepts möglichst transparent festzulegen.

## 5.2 Handlungsempfehlungen für das BMWi

Auf Basis der allgemeinen Handlungsempfehlungen, stellt sich die Frage, welcher Maßnahmen sich das BMWi annehmen sollte: Die Zuordnung der möglichen Maßnahmen auf Akteure ist allerdings nicht einfach, da die Zuständigkeiten für bestimmte Politikinstrumente nicht stets eindeutig ist und die Übergänge der Aktivitäten der Institutionen fließend sind. Es ergibt sich demnach ein gewisser Spielraum. Im Rahmen dieser Studie wird vorgeschlagen, dass sich das BMWi sich auf wenige ausgewählte Aspekte konzentrieren sollte, da

- viele der allgemeinen Handlungsempfehlungen eher die Aktivitäten anderer Institutionen betreffen;
- bei den traditionellen Handlungsfeldern des BMWi, wie z. B. der Unterstützung von Unternehmensgründungen oder Standardisierung, entweder nur ein geringer Handlungsbedarf identifiziert wurde bzw. ein Vorgehen auf europäischer Ebene empfohlen wird.

Die Hauptansatzpunkte für das BMWi ergeben sich bei der Unterstützung der Finanzierung in der Kommerzialisierungsphase sowie bei Internationalisierungsaktivitäten. Daneben bestehen im Rahmen der allgemeinen Handlungsempfehlungen Optionen, bei denen das BMWi gewisse Einflussmöglichkeiten, aber nicht die Hauptzuständigkeit hat oder sich nur ein geringer bzw. auf bestimmte Aspekte beschränkter Anpassungsbedarf ergibt.

### Einrichtung eines Kommerzialisierungsfonds

Die Einführung eines „Kommerzialisierungsfonds“ zur Unterstützung der anwendungsnahen (FuE-)Tätigkeiten und der Markteinführung kann eine wichtige Stütze zur Kommerzialisierung biobasierter Produkte und Verfahren darstellen. Damit ist ein Fonds gemeint, der die oben skizzierte Finanzierungslücke in der Wachstumsphase adressiert und zur verstärkten Transferförderung von Forschungsergebnissen in KMUs eingesetzt wird (EFI 2010). Eine solche Maßnahme geht einerseits über die Gründungsförderung durch die Maßnahme „EXIST Forschungstransfer“ oder den High-Tech Gründerfonds hinaus, grenzt sich aber andererseits durch die direkte Unterstützung von Unternehmen mit Beteiligungskapital vom EIP/ERP-Dachfonds (Unterstützung von Fondsgesellschaften) und dem ERP-Innovationsprogramm (Fremdkapital) ab. Für die Ausgestaltung eines solchen Fonds ergaben sich innerhalb der Analysen dieser Studie für biobasierte Produkte folgende Ansatzpunkte:

*Inhaltliche Ausrichtung/Reichweite:* Da viele High-Tech Sektoren vor ähnlichen Finanzierungs- und Transferproblemen stehen, wäre eine technologieübergreifende Förderung durch den Kommerzialisierungsfonds sinnvoll (EFI 2010). In einer Einstiegs-/Testphase kann der Fonds aber durchaus auf biobasierte Produkte fokussiert sein, um ihn dann in späteren Phasen auch auf andere Hochtechnologiebereiche aus-

zuweiten. Dabei wäre eine Begrenzung der Förderung auf KMUs sinnvoll, da hier besonderer Unterstützungsbedarf besteht (Kap. 4.4.3).

*Finanzierungsinstrument:* Es erscheint eine Mischung aus Beteiligungskapital und (beteiligungskapitalähnlichen) Nachrangdarlehen für die Unternehmen geeignet, da hier die größten Finanzierungslücken bestehen.

*Finanzierbare Kosten:* Grundsätzlich sollte die Bemessungsgrundlage der zu finanzierenden Kosten eher offen gestaltet sein, da recht heterogene Herausforderungen bei biobasierten Produkten bestehen. Kosten für marktnahe Weiterentwicklungen von FuE-Ergebnissen oder Investitionskosten für (Pilot-/Demonstrations-)Anlagen sollten in den zu finanzierenden Betrag mit einfließen.

*Umfang des Fonds:* Der Finanzierungsbedarf einzelner Unternehmen wird auf Basis von Expertenaussagen auf einen mittleren einstelligen Millionenbereich geschätzt. Um ein kritische Masse an Unternehmen fördern zu können, sollte der Gesamtumfang des Fonds im mittleren zweistelligen Millionenbereich liegen.

*Finanzierung:* Die Finanzierung sollte nicht nur öffentlich erfolgen, sondern auch Anreize für Investoren bieten, ihre finanzielle Mittel in den Fonds einzubringen und sich aktiv in Beiräten, Aufsichtsgremien o.ä. zu engagieren. Dafür wäre u. a. die Absicherung der Ausfälle im Fonds durch eine staatliche Verlustübernahme sicherzustellen, da ein begrenzt renditeorientiert angelegter Beteiligungsfonds mit attraktiven Konditionen für KMUs, zumindest in den ersten Anlaufjahren nicht wirtschaftlich arbeiten kann (Kulicke/Stahlecker 2009). Bei der öffentlichen Finanzierung wären im Idealfall auch die in diesem Bereich des Beteiligungskapitals bereits aktiven Landesbeteiligungsgesellschaften einzubinden.

*Ergänzende Leistungen:* In Ergänzung zur Finanzierung ist eine Zuschussförderung für unterstützende Aktivitäten (z. B. für Beratung, Marktinformationen) zur Markterschließung oder eine Reservierung von Fördergeldern für FuE-relevante (Teil-)aktivitäten, z. B. in Pilot-/Demonstrationsanlagen, geeignet.

### **Unterstützung der Internationalisierung**

Zur Unterstützung der Internationalisierungsaktivitäten der Akteure werden im Rahmen dieser Studie zwei Ansatzpunkte für das BMWi gesehen:

Zum Ersten fehlt es bislang – über bisherige Aktivitäten von z. B. Germany Trade and Invest hinaus – noch an Unterstützung für vermarktungsorientierte Aktivitäten. Eine Handlungsempfehlung ist deshalb eine stärkere Unterstützung solcher Aktivitäten für biobasierte Produkte analog oder als Erweiterung zum Programm „Projektfinanzierung Exportinitiativen Erneuerbaren Energien und EnergieEffizienz“ des BMWi. Diese Programme bündeln verschiedene Aktivitäten (u. a. BMWi-Messeprogramm, AHK-Geschäftsreiseprogramm, GTAI-Informations- und Kontaktveranstaltungen, GTAI-

Einkäufer- und Multiplikatorenreisen, B2B-Plattform), die über ihre Internetpräsenz kompakt und übersichtlich für die Akteure dargestellt werden.<sup>35</sup> Als wichtigste Maßnahmen für biobasierte Produkte wurden von den befragten Experten v. a. eine einheitliche Präsenz auf nationalen und internationalen Messen mit Auftritt wichtiger Bundespolitiker zur Unterstützung der internationalen Standortvermarktung als hilfreich angesehen. Ebenfalls als bedeutsam wird die Reiseunterstützung für Promotoren gesehen, die beispielsweise Kontakte für deutsche Technologieanbieter in Ländern mit einer hohen Verfügbarkeit von nachwachsenden Rohstoffen und entsprechend hohem Produktionspotenzial herstellen können.

Zum Zweiten ergibt sich Handlungsbedarf bei der internationalen Harmonisierung von Regelungen. Auf europäischer Ebene wird intensiv an der Standardisierung gearbeitet, was auf dieser Ebene fortgesetzt werden sollte. Daneben wären aber frühzeitig mit außereuropäischen Ländern aufeinander abgestimmte Maßnahmen für Gesetzgebung, Standardisierung, Zertifizierung o.a. ideal, um den häufig international tätigen Akteuren möglichst einheitliche Rahmenbedingungen zu bieten. Mögliche Maßnahmen wären OECD-Initiativen analog zur Entwicklung von Best-Practices für die Nachhaltigkeit von biobasierten Produkten, dies könnten z. B. durch Hosts durch nationale Ministerien wie das BMWi unterstützt werden.

### **Ergänzende Maßnahmen**

*Erhöhung Bekanntheitsgrad von ZIM:* Das Programm ZIM scheint grundsätzlich gut geeignet zu sein, um eine bessere Einbindung von KMU-Anwenderunternehmen bei biobasierten Produkten (u. a. Kunststoffverarbeiter, Unternehmen im Automobilbereich) zu ermöglichen. Der Bekanntheitsgrad bzw. die Kenntnis über die Eignung des Programms bei den Biotechnologieakteuren ist aber ausbaufähig und wäre durch spezifische Ansprache zu erhöhen.

*Nationale Begleitung Standardisierung/Normierung:* Unterstützung der nationalen Begleitung durch Spiegelbildgruppen beim Deutschen Institut für Normung. Erwägenswert sind auch Aufwandsentschädigungen für KMUs, damit sich diese stärker in nationalen oder europäischen Standardisierungsgremien betätigen.

*Koordination und Abstimmung:* Im Rahmen der zu verstärkenden Koordination und des gemeinsamen Vorgehens in der Innovationspolitik für biobasierte Produkte kann die Rolle des BMWi in einer aktiven Verfolgung des Ziels der Kommerzialisierung biobasierter Produkte liegen. Dies gilt beispielsweise sowohl bei Plänen und Beratungen zu technologieübergreifenden Maßnahmen (z. B. Steuervorschriften für Risiko-/ Wagniskapitalfinanzierung und FuE), bei Abstimmungen auf europäischer Ebene als auch in

---

<sup>35</sup> <http://www.exportinitiative.de>

---

der Koordination mit Fachreferaten anderer Ministerien oder Förderinstitutionen, deren Maßnahmen die Kommerzialisierung (z. B. Unterstützung Pilot-/ Demonstrationsanlagen; Arbeiten des BioÖkonomierats) ebenfalls adressieren.

## 6 Anhang

### 6.1 Anhang I

Tabelle 9: Zusammenfassung der Maßnahmvorschläge für biobasierte Produkte

|  |
|--|
| <b>1. FuE-Aktivitäten</b>  |
| <b>Erhöhung der Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft</b> (Nutzung alternativer Rohstoffquellen etc.)   |
| <b>Verstärkung der Kaskadennutzung</b>   |
| <b>(Weiter-)Entwicklung von Verfahren und Produkten</b>  |
| <b>2. Kooperationen zwischen Akteuren</b>  |
| <b>Weiterentwicklung von Clustern</b> (z. B. Internationalisierung, Cluster übergreifende Zusammenarbeit)  |
| <b>Vernetzung und Informationsvermittlung</b> (z. B. Unterstützung von Sektoren übergreifenden Vernetzungen, internationaler Informationsaustausch)                          |
| <b>3. Unternehmensgründungen</b>   |
| <b>Technologieübergreifende Unterstützung von Unternehmensgründungen</b> (z. B. Beratung, der Aufbau von Gründerzentren oder der Abbau bürokratischer Hürden für Gründungen) |
| <b>Entwicklung spezifischer Finanzierungsinstrumente</b> (z. B. Fonds für Mischformen zwischen Kreditfinanzierung und Eigenkapital)  |
| <b>4. Marktnahe Weiterentwicklung und -einführung</b>  |
| <b>Unterstützung Pilot-/Demonstrationsanlagen</b> (u. a. für Bioraffinerien)   |
| <b>Prüfung von Investitionsanreizen</b>  |

## 5. Marktnachfrage

### Gesetzgebung

- **Biomasse für stoffliche Nutzung** (z. B. Fördermaßnahmen Landwirtschaft, Gleichstellung energetische/stoffliche Nutzung von Biomasse)
- **Festsetzung/Anreize für Nutzung von biobasierten Produkten** (z. B. indikative/verbindliche Quoten, Ge-/Verbote)
- **Gesetzliche Festlegungen von Nutzerinformationen** (z. B. Informationsbereitstellung zur CO<sub>2</sub>-Einsparung)
- **Entsorgungsmöglichkeit biobasierter Produkte** (z. B. ungehinderter Zugang von Bioplastik zu Recycling/Kompostierung etc.)

### Standards/Labels/Zertifizierung

- **Standards** (z. B. für Bioplastik, Methodik zur Berechnung des Gehalts an biobasierten Inhaltsstoffen)
- **Labels/Nutzerinformationen** (z. B. zu technischen Produkteigenschaften)
- **Methodenentwicklung für die Nachhaltigkeitsbewertung** (z. B. einheitliche LCA-Bewertung)

### Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

- **Aufklärungs- und Akzeptanzmaßnahmen** (z. B. Fachveranstaltungen und Symposien, Presse- und Medienarbeit)

### Steuerergutschriften

- **Steuererleichterungen bei Produktion oder Nutzung biobasierter Produkte**
- **Besteuerung ölbasierter Substitute**

## 6. Internationale Vermarktung

**Internationale Abkommen** (z. B. Harmonisierung der Gesetze)

**Technologieübergreifende Unterstützung beim Export neuer Produkte** (z. B. Exportkredite/-zuschüsse, internationale Technologiebüros)



## **6.2 Anhang II**

Zusammenfassung der Maßnahmen

Tabelle 10: Fördermaßnahmen für biobasierte Produkte in Deutschland

| Bezeichnung   | Förderer | Laufzeit  | Budget (Mio €) | Politikinstrument   | Bedeutung für „biobasierte Produkte“ | Anteil KMU                  |
|---|----------|-----------|----------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|
| Industrielle Genomforschung an Mikroorganismen - GenoMik-Industrie  | BMBF     | 2007-2011 | 22,5           | Zuschüsse für: Industriegeführte Verbundprojekte und Einzelvorhaben (Modul A); Nachwuchsgruppen (Modul B)                             | spezifische Maßnahme                 | 10%                         |
| Anwendungsorientierte Forschung an nicht-pathogenen Mikroorganismen für Gesundheit, Ernährung und ressourceneffiziente Industrieproduktion) | BMBF     | 2009-2012 | ca. 25         | Zuschüsse für: Transferorientierte Verbundprojekte (Modul A); Nachwuchsgruppen (Modul B); industriegeführte Verbundprojekte (Modul C) | spezifische Maßnahme                 | 10%                         |
| Clusterwettbewerb Bio-Industrie2021   | BMBF     | 2007-2011 | 60,0           | Zuschüsse für Cluster, Innovationsnetzwerke mit Verbundprojekten  | spezifische Maßnahme                 | 23%                         |
| ERA-Industrial Biotechnology  | BMBF     | 2008-2013 | k. A.          | Zuschüsse für Verbundprojekte   | spezifische Maßnahme                 | k. A.                       |
| Neue Methoden in der Systembiologie   | BMBF     | 2009-2012 | ca. 20         | Zuschüsse für Einzel-/Verbundprojekte   | spezifische Maßnahme                 | 8%                          |
| SYSMO   | BMBF     | 2006-2013 | k. A.          | Zuschüsse für Verbundprojekte   | spezifische Maßnahme                 | 0%                          |
| BioFuture   | BMBF     | 1998-2010 | 75,0           | Zuschüsse für Nachwuchsgruppen  | Anteil biobasierte Produkte < 5 %    | Richtet sich an Hochschulen |

| Bezeichnung                               | Förderer | Laufzeit  | Budget (Mio €)          | Politikinstrument                     | Bedeutung für „biobasierte Produkte“                                   | Anteil KMU                              |
|---|----------|-----------|-------------------------|---------------------------------------|--|---|
| GO-Bio                                    | BMBF     | 2007-2015 | 150,0                   | Zuschüsse für Gründungen              | Anteil biobasierte Produkte 5-7 %)*                                    | 10%                                     |
| KMU-innovativ: Biotechnologie - BioChance | BMBF     | 2008-     | pro Runde bis zu 15 Mio | Zuschüsse für Einzel-/Verbundprojekte | Anteil biobasierte Produkte < 5 %                                      | 68%                                     |
| ERA-Net Eurotransbio                      | BMBF     | 2004-2012 | k. A.                   | Zuschüsse für Verbundprojekte         | k. A.  | 100%                                    |
| EXIST-Gründerstipendium                   | BMWi     | 2007-2013 | 34,2                    | Zuschüsse für Gründungen              | Anteil biobasierte Produkte ca. 4 % (gesamte Biotechnologie ca. 20%)   | Richtet sich an Gründer                 |
| EXIST-Forschungstransfer                  | BMWi     | 2008-2010 | 18,0                    | Zuschüsse für Gründungen              | Anteil biobasierte Produkte ca. 4 % (gesamte Biotechnologie ca. 30%)   | Richtet sich an Gründer bzw. Gründungen |
| Hightech-Gründerfonds                     | BMWi     | 2005-     | 272,0                   | Beteiligungskapital u. Darlehen       | Anteil biobasierte Produkte ca. 1-2 % (gesamte Biotechnologie ca. 10%) | 100%                                    |
| ERP-Startfonds                            | BMWi     | 2004-     | 470,0                   | Beteiligungskapital                   | Anteil biobasierte Produkte k. A. (gesamte Biotechnologie ca. 19 %)    | 100%                                    |
| EIF/ERP-Dachfonds                         | BMWi     | 2004-     | 500*                    | Beteiligungen an VC-Fonds             | k. A.  | Zielgruppe: Fonds                       |
| ERP-Innovationsprogramm                   | BMWi     | 2005-     | 1200 (im Jahr 2009)     | Darlehen                              | Anteil biobasierte Produkte k. A. (gesamte Biotechnologie 2,5 %)       | k. A.                                   |

| Bezeichnung  | Förderer | Laufzeit  | Budget (Mio €)   | Politikinstrument   | Bedeutung für „biobasierte Produkte“                               | Anteil KMU               |
|--|----------|-----------|------------------|---|--|--------------------------|
| Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)  | BMWi     | 2009-2013 | 1250 (2009-2012) | Zuschüsse für Einzel-/Verbundprojekte und Netzwerkaktivitäten | Anteil biobasierte Produkte k. A. (gesamte Biotechn. ca. 2,5-5,7%) | zumeist KMU-Förderung    |
| Förderschwerpunkt fermentative Konversion nachwachsender Rohstoffe                         | FNR      | 2008-2011 | 6,0              | Zuschüsse für Verbundprojekte                                 | spezifische Maßnahme   | *                        |
| Neue Methoden zu chemisch-katalytischen, enzymatischen und biotechnologischen Konversionen | FNR      | 2008-2011 | 9,0              | Zuschüsse für Einzel-/Verbundprojekte                         | spezifische Maßnahme   | *                        |
| Innovative Mehrfachnutzung von nachwachsenden Rohstoffen, Bioraffinerien“                  | FNR      | 2009-2012 | 9,0              | Zuschüsse für Verbundprojekte                                 | spezifische Maßnahme   | *                        |
| Nachwuchsgruppen   | FNR      | 2006-2011 | 9,0              | Zuschüsse für Nachwuchsgruppen                                | spezifische Maßnahme   | *                        |
| Forschungsverbünde   | FNR      | 2008-2013 | 20,0             | Zuschüsse für Verbundprojekte                                 | spezifische Maßnahme   | *                        |
| Wettbewerb Bio.NRW   | NRW      | 2008-2012 | 10,0             | Zuschüsse für Verbundprojekte                                 | spezifische Maßnahme   | 0 %                      |
| Initiative ChemBioTec  | DBU      | 2006-     | 8,6              | Zuschüsse für Verbundprojekte                                 | spezifische Maßnahme   | k. A.                    |
| Stipendienprogramm „Nachhaltige Bioprozesse“   | DBU      | 2006-2010 | 0,80             | Stipendien für Doktoranden                                    | spezifische Maßnahme   | Zielgruppe: Stipendiaten |

Anmerkung: Die Bedeutung für biobasierte Produkte wurde aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit Basis der bewilligten Anträge berechnet, der KMU-Anteil auf Basis der bewilligten Fördersummen

\* Der Anteil von KMUs bei den Förderungen der FNR in den stofflichen Bereichen beträgt insgesamt rund 20 Prozent.

Dieser Anhang enthält die Steckbriefe der aktuellen relevanten Maßnahmen für biobasierte Produkte in Deutschland, sortiert nach den einzelnen Förderinstitutionen. Die Erläuterungen zu den Programmen basieren dabei in der Regel eng auf den Ausschreibungen.

## 6.2.1 Maßnahmen des BMBF

Für alle im Folgenden betrachteten Maßnahmen des BMBF gilt (sofern nicht anders angegeben):

- Antragsberechtigt sind sowohl Unternehmen als auch die Wissenschaft
- Bemessungsgrundlagen für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft sind die zuwendungsfähigen projektbezogenen Kosten, die in der Regel - je nach Anwendungsnähe des Vorhabens - bis zu 50 Prozent anteilfinanziert werden können. Nach BMBF-Grundsätzen wird eine angemessene Eigenbeteiligung - grundsätzlich mindestens 50 Prozent der entstehenden zuwendungsfähigen Kosten - vorausgesetzt.

### 6.2.1.1 Spezifische Förderungen der industrielle Biotechnologie bzw. biobasierten Produkte

#### Industrielle Genomforschung an Mikroorganismen - GenoMik-Industrie

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | GenoMik-Industrie   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 23 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2007-2011   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten; Nachwuchsförderung  |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Industrieführte Verbundprojekte und Einzelvorhaben sowie Nachwuchsgruppen             |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Genomforschung an Mikroorganismen   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Vorrangig Unternehmen; Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fz-juelich.de/ptj/awdg-mikroorg">http://www.fz-juelich.de/ptj/awdg-mikroorg</a> |

Die Förderinitiative „GenoMik-Industrie“ als Teil der Genomforschung an Mikroorganismen (GenoMik)“ soll die Lücke zwischen erkenntnisgetriebener akademischer Forschung – nicht zuletzt aus den Programmen „GenoMik“ und „GenoMik-Plus“ - und den vorwettbewerblichen Entwicklungsarbeiten im Rahmen des Cluster-Wettbewerbs „Bio-Industrie 2021“ schließen.

Dazu sollen Mikroorganismen mit Methoden der Genomforschung inklusive der funktionellen Genomanalyse (Pyrosequencing, Transkriptomik, Proteomik, Metabolomik, Bioinformatik, Modellierung) untersucht, und ggf. auf ihre Anwendung für die Industrie, in der Landwirtschaft oder im Umweltschutz optimiert werden.

Die Förderaktivität setzt sich aus zwei Modulen A („Industrieprojekte“) und B („Arbeitsgruppen“) zusammen:

Gefördert werden im Modul A („Industrieprojekte“) Projekte der Verbundforschung und Einzelvorhaben, die von Unternehmen der Gewerblichen Wirtschaft koordiniert werden sollten. Darüber hinaus können zur Bildung von Kompetenzzentren im Modul B („Arbeitsgruppen“) anwendungsorientierte Arbeitsgruppen unter Leitung von jüngeren, in der Forschung bereits erfahrenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern (Post-Docs) gefördert werden. Hierbei sind insbesondere auch deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Ausland angesprochen, die an eine Einrichtung in Deutschland zurückkehren wollen.

Für Modul A sind nur Unternehmen antragsberechtigt, bei Modul B auch Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen.

Insgesamt wurden in der einzigen Ausschreibung im Jahr 2007 rund 23 Mio € an Fördermitteln vergeben, die Projekte sind allerdings in der Förderdatenbank nicht separat ausgewiesen und auswertbar.

### Anwendungsorientierte Forschung an nicht-pathogenen Mikroorganismen für Gesundheit, Ernährung und ressourceneffiziente Industrieproduktion

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Anwendungsorientierte Forschung an nicht-pathogenen Mikroorganismen für Gesundheit, Ernährung und ressourceneffiziente Industrieproduktion |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene  |
| <b>Budget</b>                        | Ca. 25 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2009-2012  |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein   |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten; Nachwuchsförderung   |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Transferorientierte Verbundprojekte, Nachwuchsgruppen und industriegeführte Verbundprojekte                                  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Genomforschung an Mikroorganismen  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Vorrangig Unternehmen; Wissenschaft  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fz-juelich.de/ptj/awdg-mikroorg">http://www.fz-juelich.de/ptj/awdg-mikroorg</a>  |

Der Forschungs- und Förderschwerpunkt zielt darauf ab, auf der Grundlage genombasierter Forschungsansätze und Hochdurchsatzverfahren die umfassende Analyse der Funktion der Genome von Mikroorganismen sowie deren Stoffwechsel (Metabolom, Fluxom) mit Blick auf mögliche Anwendungen zu vertiefen und zu validieren. Insgesamt sollen Mikroorganismen und deren Bestandteile mit dem Ziel ihrer Anwendung für Gesundheit, Ernährung und industrielle Verfahren untersucht werden.

Das erste Modul umfasst anwendungsorientierte FuE-Projekte der Verbundforschung, die während oder nach Abschluss des Vorhabens einen erfolgreichen Transfer der wissenschaftlichen Ergebnisse in die Wirtschaft erwarten lassen. Neben der Kooperation von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sollte die frühzeitige Einbindung von Unternehmen - insbesondere auch von KMUs - angestrebt werden. Insbesondere sollen solche Vorhaben gefördert werden, die die auf der Sequenz basierten Erkenntnisse der Genomforschung nutzen, um zu einem tieferen Verständnis des Proteoms, und letztlich auch des Metaboloms zu gelangen. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen permanent daraufhin geprüft werden, ob sie in konkrete Entwicklungen von Produkten, Verfahren und Dienstleistungen einmünden können. Darüber hinaus soll auch das Potential eukaryontischer Organismen wie Hefen oder Pilze genutzt werden.

In einem zweiten Modul besteht die Möglichkeit zur Förderung von Nachwuchsgruppen, sofern sie einen engen Bezug zur Industrie nachweisen können. Hierbei sind insbesondere auch deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Ausland angesprochen, die an eine Einrichtung in Deutschland zurückkehren wollen.

Im dritten Modul werden schließlich Vorhaben gefördert, die von Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft koordiniert werden, auf konkrete Produkt- und/ oder Verfahrensentwicklungen fokussiert sind und die Steigerung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Bioindustrie erwarten lassen.

Es erfolgte eine einmalige Ausschreibungsrunde Anfang des Jahres 2009. Die Beteiligung an diesem Programm kann als positiv eingeschätzt werden (geförderte Anträge ca. 35-40 Prozent). Wenig Resonanz fand Modul B (Nachwuchsgruppen), hier erfolgte lediglich eine Projektförderung aufgrund geringer Nachfrage. Da bei diesem Programm durch den Ausschluss pathogener Mikroorganismen nicht-medizinische Anwendungen im Vordergrund stehen, ist die Relevanz für biobasierte Produkte als hoch einzuschätzen. Bislang sind keine konkreten Informationen zu den geförderten Projekten in der Förderdatenbank verfügbar.



**ERA-Industrial Biotechnology**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Bezeichnung</b>                   | ERA-IB: Industrielle Biotechnologie für Europa   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF; FNR  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Europäisches Programm  |
| <b>Budget</b>                        | k. A.  |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2008-2013  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Kooperationsförderung; Erhöhung FuE-Aktivitäten  |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundprojekte  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Industrielle Biotechnologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen; Wissenschaft  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fz-juelich.de/ptj/lw_resource/datapool/___pages/pdp_565/flyer.pdf">http://www.fz-juelich.de/ptj/lw_resource/datapool/___pages/pdp_565/flyer.pdf</a><br><a href="http://www.bmbf.de/foerderungen/11545.php">http://www.bmbf.de/foerderungen/11545.php</a> |

ERA-Industrial Biotechnology ist ein fünfjähriges Projekt innerhalb des ERA-NET Schemas der Europäischen Kommission und stellt aus Fördersicht des BMBF ein europäisches Äquivalent zu den nationalen Förderungen in der Genomik dar. ERA-IB ist eine gemeinsame Initiative von 19 Forschungsförderorganisationen in 13 Ländern mit wichtigen Aktivitäten im Bereich der Industriellen Biotechnologie. Im Jahr 2007 wurde eine erste gemeinsame Bekanntmachung zur Industriellen Biotechnologie veröffentlicht, in deren Rahmen 8 transnationale Forschungsprojekte mit einem Gesamtfördervolumen von ca. 10 Mio € über einen dreijährigen Zeitraum gefördert werden. An der ersten Bekanntmachung haben sich 10 Forschungsförderorganisationen in 9 Ländern beteiligt, u. a. die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) und das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft. In der zweiten Bekanntmachung haben sich 9 Forschungsförderorganisationen in 8 Ländern beteiligt, darunter auch das BMBF.

Gegenstand der Förderung sind innovative, industriell relevante und anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Transnationale Projekte müssen mindestens drei und dürfen maximal 8 Projektpartner einschließen. Die Projektpartner müssen aus mindestens drei Partnerländern/-regionen kommen, die sich an dieser Förderbekanntmachung beteiligen. Antragsberechtigt sind Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen.

Projektskizzen sollten mehrere der folgenden Themen der Industriellen Biotechnologie integrieren:

- Neue Enzyme und Mikroorganismen für neue und effizientere Bioprozesse,
- Metabolic Engineering für die Verbesserung industriell genutzter Mikroorganismen, einschließlich Ansätze in der synthetischen Biologie,
- Enzymdesign, das rationale und/oder evolutionäre Methoden kombiniert,
- Entwicklung von Multi-Enzymprozessen und modulare Enzyme,
- Mikrobieller Stress unter Prozessbedingungen,
- Entwicklung neuer Plattform-Chemikalien, einschließlich neuer Biomonomere,
- Entwicklung neuer und funktionaler Biopolymere,
- Prozessanalysetechnologien für ein verbessertes Bioprozessverständnis,
- Scale-up von Bioprozessen,
- Innovative Downstream-Prozesse und Biokatalysator-Recycling,
- Biotechnologische Aufwertung von Bioraffinerie-Produkten.

ERA-IB möchte die Integration der verschiedenen Schritte der Wertschöpfungskette verstärken. Daher werden Projekte nicht berücksichtigt, die nur eines der oben genannten Themen behandeln.

Bislang läuft noch die Auswahlphase der zweiten Ausschreibung. Angaben für das Budget des Förderprogramms sind nicht verfügbar. Im Gegensatz zu rein nationalen Programmen ist die Gesamthöhe der Förderung davon abhängig, inwiefern bei den geförderten Projekten deutsche Unternehmen/Institute mit dabei sind.

### Neue Methoden in der Systembiologie

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Neue Methoden in der Systembiologie   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | Ca. 20 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2009-2012   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten  |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundprojekte   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Systembiologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen; Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fz-juelich.de/ptj/neue-methoden-systembiologie">http://www.fz-juelich.de/ptj/neue-methoden-systembiologie</a> |

Der Forschungsansatz Systembiologie wurde vom BMBF bereits im Rahmen verschiedener Fördermaßnahmen) unterstützt.

Die Ausschreibung „Neue Methoden in der Systembiologie“ möchte gezielt die Entwicklung neuer experimenteller und theoretische Ansätze unterstützen, mit deren Hilfe biologische Systeme besser beschrieben und quantitativ erfasst werden können. Im Rahmen der vorherigen Förderung der verschiedenen systembiologischen Forschungsansätze durch das BMBF (z. B. „Systembiologie der Leberzelle- Hepatosys, und QuantPro, FORSYS und FORSYS-Partner, MedSys) wurde deutlich, dass oft der methodische Ansatz und die vorhandenen Technologien die systembiologische Forschung limitieren. Um hier Fortschritte zu erreichen, ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Experimentatoren und Theoretikern die Voraussetzung einer Förderung.

In nationalen Verbundprojekten soll, in einem interdisziplinären Ansatz aus Theorie und Experiment, das Ziel verfolgt werden, innovative Methoden von grundlegender Bedeutung für die Systembiologie zu entwickeln. Dabei ist die Entwicklung der Methode anhand von relevanten biologischen oder medizinischen Fragestellungen an geeigneten Untersuchungsobjekten durchzuführen. Angestrebt werden Kooperationen zwischen Arbeitsgruppen aus Wissenschaft und Industrie. Die Projekte können über einen Zeitraum von drei Jahren gefördert werden.

**SYSMO**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | SYSMO   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Europäisches Programm   |
| <b>Budget</b>                        | k. A.   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2006-2013   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten  |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundprojekte   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Systembiologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen; Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fz-juelich.de/ptj/sysmo">http://www.fz-juelich.de/ptj/sysmo</a> |

Als Pendant zu den rein nationalen Maßnahmen in der Systembiologie, unterstützt das BMBF die Systembiologie auch mit dem mit dem transnationalen Förder- und Forschungsprogramm SysMO – Systembiologie an Mikroorganismen. SysMO ist eine europäische Initiative, die von den Ländern Großbritannien, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Spanien und Deutschland getragen wird.

Die Bekanntmachung der Maßnahme erfolgte gleichzeitig in allen Partnerländern. Gefördert werden interdisziplinäre Verbünde mit akademischen Partnern aus mindestens drei der beteiligten Länder. Nach einem mehrstufigen Begutachtungsprozess wurden in der ersten Förderphase 11 Projekte mit einem Gesamtvolumen von ca. 30 Mio € zur Förderung vorgeschlagen. Die Koordination der 11 Projekte erfolgt durch Wissenschaftler aus Großbritannien, Spanien, Norwegen, den Niederlanden und Deutschland. Insgesamt wurden 85 verschiedene Arbeitsgruppen gefördert, davon 32 allein in Deutschland. Eine Auswertung der Förderdatenbank zeigt, dass die meisten Projekte davon einen engen Bezug zu biobasierten Produkten haben.

**Clusterwettbewerb BioIndustrie2021**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | BioIndustrie2021  |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 60 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2007-2011   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Kooperationsförderung; Einführung/Verbreitung biobasierte Produkte                              |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Cluster, Innovationsnetzwerke mit Verbundprojekten                                |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Industrielle Biotechnologie (darin: themenoffen)  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen; Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.bmbf.de/foerderungen/6671.php">http://www.bmbf.de/foerderungen/6671.php</a> |

Die Initiative „BioIndustrie 2021“ beabsichtigt, Ideen und Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der „Weißen Biotechnologie“ aus Hochschulen und Forschungsinstituten schneller als Produkte auf den Markt zu bringen. Das Ziel ist die Unterstützung der Bildung von sich selbst organisierenden Clustern, bei denen sich von Beginn an überregionale und regionale Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Finanzwesen zusammenfinden, ihre gemeinsame technisch-technologische Kernkompetenz definieren, Finanzierungsformen und Strategien für ihre zukünftigen Märkte entwickeln und dazu passfähige Projekte im gemeinsamen Interesse umsetzen.

Die Initiative ist dabei nicht ausschließlich nur auf regionale Förderung von Clustern ausgerichtet, sondern es waren Partner aus dem gesamten Bundesgebiet gewünscht.

Bei den konkreten Förderungen soll es sich im Regelfall um vorwettbewerbliche Vorhaben der Verbundforschung auf dem Gebiet der industriellen Biotechnologie handeln, in denen die Koordination vornehmlich von Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft übernommen wird. In Ausnahmefällen ist zum Aufbau der wissenschaftlich-technologischen Kompetenz die Förderung von Nachwuchsgruppen oder von Machbarkeitsstudien möglich.

Die Zuwendungen werden im Rahmen der Projektförderung als nicht rückzahlbare Zuschüsse anteilig gewährt. Die Höhe der Zuwendung pro Vorhaben richtet sich im Rahmen der verfügbaren Mittel nach den Erfordernissen der beantragten Cluster-Konzepte. Die Zuwendungen können für Personal- und Sachaufwand sowie für Geräte-Investitionen verwendet werden. Ausgeschlossen von der Förderung sind Bauinvestitionen.

Mit zusätzlichen Mitteln aus der Wirtschaft sollen Forschungs- und Entwicklungsprojekte in einem Gesamtvolumen von über 150 Mio € finanziert werden.

Es wurden insgesamt werden 5 Cluster gefördert mit insgesamt 60 Mio €. gefördert:

| <b>Cluster</b>   | <b>Koordination</b>                                   | <b>Fördersumme</b> |
|--|---|--------------------|
| CLIB 2021 - Cluster Industrielle Biotechnologie  | Degussa GmbH, Creavis Technologies & Innovation, Marl | 20 Mio €           |
| BioKatalyse 2021 - Nachhaltige Biokatalyse auf neuen Wegen   | TUTech Innovation GmbH, Hamburg                       | 20 Mio €           |
| Biopolymere/Biowerkstoffe  | BIOPRO Baden-Württemberg GmbH, Stuttgart              | 10 Mio €           |
| Industrielle Prozesse mit biogenen Building Blocks und Performance Proteinen (IBP)                         | BioM Biotech Cluster Development GmbH, Martinsried    | 5 Mio €            |
| Integrierte BioIndustrie: Umsetzungskonzept für den Aufbau eines Clusters der industriellen Biotechnologie | Frankfurt Bio Tech Alliance e.V., Frankfurt am Main   | 5 Mio €            |

Nach bisherigen Erfahrungen des BMBF und Akteuren der beteiligten Cluster verläuft die Entwicklung der Cluster recht erfolgreich. Zum Stand Juli 2010 wurden die Projektmittel für die beiden Cluster, die 5 Mio € Förderung erhalten sollen, bereits vergeben. Das Ziel ist, dass alle Projekte spätestens im Jahr 2011 anfangen. Dabei konnte trotz teilweiser Schwierigkeiten bei der Einbindung der Chemieindustrie in der Wirtschaftskrise die Kofinanzierung der Industrie für die Projekte erreicht werden. Z. T. erfolgten weitere Förderungen auf der Landesebene, die ebenfalls von Unternehmen kofinanziert wurden. Die Zahl der Mitglieder ist im Zeitablauf teilweise deutlich angestiegen, so hat z. B. CLIB2021 mittlerweile 80 Mitglieder, bei der Gründung waren es 32. Die KMU-Beteiligung liegt bei der direkten Förderung bei 23 %, dazu kommen weitere Fördermittel als Sub-Auftragnehmer von Großunternehmen als Konsortialführer von Projekten. Allerdings ist bislang unklar, inwiefern die aufgebauten Netzwerkstrukturen über den Förderzeitraum hinaus erfolgt. Die befragten Akteure der Cluster bemängeln, dass ein Aufbau selbsttragender Strukturen innerhalb der Förderlaufzeit nicht möglich ist.

### 6.2.1.2 Förderungen der gesamten Biotechnologie

#### BioFuture

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | BioFuture   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 75 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 1998-2010   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten; Nachwuchsförderung  |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Nachwuchsgruppen  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Gesamte Biotechnologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Wissenschaft  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fz-juelich.de/ptj/biofuture">http://www.fz-juelich.de/ptj/biofuture</a> |

Ziel des Wettbewerbs BioFuture ist es jüngeren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem In- und Ausland die Möglichkeit zu geben, in Deutschland mit einer eigenen Arbeitsgruppe neue Forschungsansätze in den Biowissenschaften unabhängig zu bearbeiten. Sie werden beim Aufbau einer Nachwuchsgruppe sowie der Bearbeitung eines selbst gewählten Forschungsthemas unterstützt.

Antragsberechtigt sind Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Voraussetzung für eine Förderung ist, dass die jeweilige Hochschule oder Forschungseinrichtung der Nachwuchsgruppe die zur Durchführung des Projektes erforderlichen Arbeitsmöglichkeiten (Grundausstattung an Laborfläche und sonstige Infrastruktur) zur Verfügung stellt und den Leiter/ die Leiterin der Nachwuchsgruppe in allen Belangen unterstützt. Für die ausgewählten Nachwuchsgruppenprojekte werden Zuwendungen als nicht rückzahlbarer Zuschuss im Wege der Projektförderung gewährt. Bemessungsgrundlage sind zuwendungsfähige Ausgaben (Personalkosten für eine begrenzte Anzahl von Mitarbeitern sowie Investitionen und Verbrauchsmaterialien je nach technischem Aufwand), die bis 100 Prozent gefördert werden können. Die Förderung wird für einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren gewährt.

Das Programm BioFuture gilt als erfolgreich, seit 1998 beteiligten sich mehr als 1400 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an diesem Wettbewerb. Allerdings läuft diese Maßnahme Ende des Jahres 2010 aus, ein direktes Nachfolgeprogramm ist nicht direkt in Sicht. Als Grund hierfür gelten die zunehmenden Aktivitäten bei Nachwuchsgruppen von anderen Förderern (z. B. DFG). Außerdem wurde die in den ersten Aus-

schreibungen bestehende zweite Möglichkeit der Gründungsunterstützung im Zeitablauf bei Go-Bio integriert.

In der Förderdatenbank konnten 58 Förderungen in diesem Programm identifiziert werden, dabei haben nur 1-2 Projekte eine hohe Relevanz für biobasierte Produkte.

### Go-Bio

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Go-Bio  |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 150 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2007-2015   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Unternehmensgründung  |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Gründungen  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Gesamte Biotechnologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Neugründer  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.go-bio.de/">http://www.go-bio.de/</a><br>Strey (2010) |

Beim Wettbewerb GO-Bio werden an einer Unternehmensgründung interessierte Teams aus dem In- und Ausland gefördert, die in einer Arbeitsgruppe innovative Forschungsthemen aus dem Gebiet der Lebenswissenschaften weiterentwickeln und einer wirtschaftlichen Verwertung zuführen. Die Förderung der Arbeitsgruppen erfolgt in zwei Phasen. In der ersten Förderphase sollen der „proof of concept“ erarbeitet werden und begleitend konkrete Kommerzialisierungsstrategien für die weitere Umsetzung der Ergebnisse. In der zweiten Förderphase soll der „proof of technology“ gezeigt sowie Strategien für die Markteinführung („proof of market“) entworfen werden.

Die Förderphasen können jeweils bis zu drei Jahren betragen. Die Höhe der Förderung beträgt in der ersten Förderphase bis zu 100 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben für einen Zeitraum von drei Jahren, in der zweiten Förderphase bis zu 70 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben für maximal drei weitere Jahre. Zuwendungsfähige Ausgaben umfassen eine bestimmte an verschiedenem Personal (u. a. Post-Doktoranden, Doktoranden, Personen mit Erfahrungen in der Wirtschaft etc.) sowie Mittel für Investitionen, Patente, Verbrauchsmaterial, Aufträge, betriebswirtschaftliche Weiterbildung, Beratungsleistungen, Gründercoaching.



Bislang wurden 3 Auswahlrunden durchgeführt, aktuell läuft die Ausschreibung für die 4. Auswahlrunde. Für diese Runde wurden neue Elemente hinzugefügt. So sind auch Teams aus Fachhochschulen förderberechtigt, ebenso wurde das „Zusatzmodul zur Stärkung des Technologietransfers“ sowie das Zusatzmodul „Innovationsakademie Biotechnologie“ integriert.<sup>36</sup> In diesen Modulen sind Zusatzförderungen je bewilligtem Projekt möglich, bzw. vielversprechende Geschäftsideen können für eine neunmonatige Sondierungsphase sowie ggf. die anschließende Überprüfung der grundlegenden technischen Machbarkeit gefördert werden.

In den ersten drei Auswahlrunden wurden 28 Projekte gefördert, mit einer mittleren Fördersumme von 2,2 Mio € (Strey 2010). Bislang gingen aus diesen Projekten 6 Firmengründungen hervor. Die thematische Verteilung dieses Programms liegt bislang aber klar zugunsten der roten Biotechnologie. Von den eingereichten Skizzen umfassen je nach Auswahlrunde nur 5 - 7 Prozent Themen der industriellen Biotechnologie, dazu kommen zwischen 36 - 38 Prozent für Technologieplattformen, die grundsätzlich Relevanz für biobasierte Produkte haben könnten (Strey 2010).

Bei den tatsächlich geförderten Projekten ist die Bedeutung der industriellen Biotechnologie bzw. biobasierten Produkte noch geringer, nur bei 1-2 Projekten zeigen sich zumindest Schnittmengen zu diesen Bereichen.

---

<sup>36</sup> Für die Zusatzmodule gelten abweichende Verfahren zur Antragstellung und Projektauswahl.

**KMU – Innovativ: Biotechnologie - BioChance**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | KMU Innovativ Biotechnologie - BioChance                                  |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | pro Auswahlrunde bis zu 15 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2008-   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten; Kooperationsförderung                       |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Einzel-/Verbundprojekte                                     |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Gesamte Biotechnologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | v. a. KMU   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.bmbf.de/de/986.php">http://www.bmbf.de/de/986.php</a> |

In diesem Programm werden risikoreiche und anwendungsnahe industrielle Forschungs- und vorwettbewerbliche Entwicklungsvorhaben von KMUs aus dem Bereich der modernen Biotechnologie unterstützt.

Gefördert werden Einzel- und Verbundvorhaben aus dem Bereich der modernen Biotechnologie, die ein hohes wissenschaftlich-technisches Risiko besitzen, anwendungsnahe und für die Positionierung des Unternehmens am Markt von Bedeutung sind. Eine thematische Einschränkung innerhalb des Biotechnologie-Programms besteht nicht.

Antragsberechtigt sind in der Regel KMUs sowie im Rahmen von Projekten der Verbundforschung auch Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Unternehmen, die nicht die KMU-Kriterien erfüllen. Projektskizzen können jederzeit eingereicht werden. Bewertungsstichtage für Projektskizzen sind jeweils der 15. April und der 15. Oktober.

Auswertungen auf Basis der Förderdatenbank der ersten vier Ausschreibungsrunden ergaben auch hier einen sehr geringen Anteil von biobasierten Produkten, von 53 identifizierten Produkten können 1-2 zu biobasierten Produkten gezählt werden, ein paar weitere liegen im Grenzbereich zwischen industrieller Biotechnologie, roter Biotechnologie und dem Nahrungsmittelbereich.

**ERA-NET Transbio**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | ERA-NET Transbio  |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Europäisches Programm   |
| <b>Budget</b>                        | k. A.   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2004-2012   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Internationale Kooperationsförderung; Erhöhung der FuE-Aktivitäten          |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundprojekte   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Gesamte Biotechnologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | v. a. KMU   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.foerderdatenbank.de">http://www.foerderdatenbank.de</a> |

EuroTrans-Bio gilt als Pendant zu KMU-innovativ und koordiniert die nationalen Programme zur Forschungsförderung in den Partnerstaaten und -regionen für KMUs in der Biotechnologie. Ziel ist es, durch eine abgestimmte europaweite Förderung im Umfeld der KMUs wesentliche Synergieeffekte zu erzielen und die Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen im internationalen Wettbewerb zu steigern.

Die Ausschreibung ist themenoffen für Projektvorschläge aus allen Bereichen der industriebezogenen und angewandten Forschung der Biotechnologie. Gefördert werden Verbünde von Biotech-Firmen aus mindestens zwei der beteiligten Länder. Akademische Forschungsgruppen können den Konsortien ebenfalls angehören, wenn deren Beitrag zur Erreichung der Projektziele erforderlich ist.

Im Rahmen von vier Ausschreibungen zwischen 2006 und 2010 wurden europaweit 99 Forschungsprojekte transnationaler Konsortien, bestehend aus Biotech-Unternehmen der Partnerländer und deren akademischen Partnern, mit einem Gesamtprojektvolumen von mehr als 174 Mio € gefördert.

Angaben für das Budget in Deutschland sind nicht verfügbar. Im Gegensatz zu rein nationalen Programmen ist die Gesamthöhe der Förderung davon abhängig, inwiefern bei den geförderten Projekten deutsche Unternehmen/Institute mit dabei sind.

### 6.2.1.3 Weitere Förderungen

Neben den genannten Förderungen können verschiedene weitere Programme Förderungen der industriellen Biotechnologie ermöglichen. Im Folgenden werden diese nach Förderungen für bestimmte biotechnologische Themen, Einzelförderung sowie themenoffenere Programme über die Biotechnologie hinaus, unterschieden.

#### Förderungen für bestimmte Innovationsbereiche innerhalb der Biotechnologie

Bei einigen dieser Förderungen ein Bezug zu Industriellen Biotechnologie denkbar, v. a. bei den in folgender Tabelle genannten Programme. Allerdings sind diese Programme aktuell zumeist am Auslaufen und eine Auswertung der Förderdatenbank nur eine sehr geringe Relevanz für die industrielle Biotechnologie.

| Bezeichnung               | Laufzeit  | Budget (Mio €) | Relevanz IBT   |
|---------------------------|-----------|----------------|--|
| Nanobiotechnologie        | 2000-2010 | 60             | Kaum relevante Projekte mit Bezug zur IBT                  |
| Glykobiotechnologie       | 2007-2010 | 20             | 1 von 6 Projekten Bezug zur IBT                            |
| Aufreinigungstechnologien | 2007-2010 | 10             | 2 Verbundprojekte und 1 Technologieplattform Bezug zur IBT |

#### Einzelförderungen

Neben den Programmen sind Einzelförderungen in bestimmten Fällen denkbar. Bei der Förderung einer Pilotanlage in Leuna beteiligt sich das in einem großem Enzymprojekt mit rund 12 Mio € über mehrere Jahre. Ein anderes Beispiel außerhalb von biobasierten Produkten ist die im Jahr 2010 gestartete Unterstützung für den Aufbau der Demonstrationsanlage zur Bioethanolherstellung aus Stroh in Straubing mit rund 5 Mio €.

#### Förderung außerhalb von Biotechnologie-Programmen

Außerhalb der Biotechnologieförderprogramme erscheint die Relevanz für biobasierte Produkte gering zu sein. Bei der Förderung zur Nachhaltigkeit (z. B. FONA) wird stärker die Pflanzenforschung adressiert (z. B. Förderung zur Biodiversität), ebenfalls ist bei den Programmen zur Ressourceneffizienz die IBT nicht von Belang. Vereinzelt Förderungen von Themen zur industriellen Biotechnologie erfolgten bislang im Programm „Unternehmen Region“ für die neuen Bundesländer.

## 6.2.2 BMWI

### ZIM

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | ZIM „Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand“                              |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMWi  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 1250 Mio € (für 2009-2012)  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2009 - 2013   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten; Kooperationsförderung                         |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Einzel-/Verbundprojekte und Netzwerkaktivitäten               |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Technologieoffen  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | v. a. KMU, vorübergehend größere Mittelständler                             |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.foerderdatenbank.de">http://www.foerderdatenbank.de</a> |

Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) bildet das Basisprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) für die marktorientierte Technologieförderung der innovativen mittelständischen Wirtschaft in Deutschland. Unterstützt werden KMUs sowie – in den Jahren 2009 und 2010 – auch größere Unternehmen mit bis zu 1.000 Beschäftigten. Die Förderung erfolgt ohne thematische Einschränkung auf bestimmte Technologiefelder oder Branchen. Sie umfasst verschiedene Arten von Projekten:

**Einzelprojekte (ZIM-Solo):** Einzelbetriebliche FuE-Projekte von KMUs (bis 250 MA, höchstens 50 Mio € Jahresumsatz) sind in Ostdeutschland sowie – bislang befristet bis 31. Dezember 2010, aber voraussichtlich darüber hinaus – auch in Westdeutschland möglich. Sie müssen auf neue Produkte, Verfahren oder technische Dienstleistungen abzielen, die die bisherigen Erzeugnisse des Unternehmens deutlich übertreffen und sich am internationalen Stand der Technik orientieren. Die Förderhöhe bei Einzelprojekten beträgt in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße zwischen 25 Prozent und 45 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten von bis zu 350.000 €.

**Kooperationsprojekte (ZIM-KOOP):** Diese können FuE-Kooperationsprojekte zwischen mindestens zwei Unternehmen (KU), zwischen mindestens einem Unternehmen und mindestens einer Forschungseinrichtung (KF), einschließlich FuE-Verbundprojekte (VP), sowie FuE-Projekte von Unternehmen, die mit der Vergabe eines FuE-Auftrags

an einen Forschungspartner verbunden sind (KA), umfassen. Kooperationsprojekte müssen wie Einzelprojekte auf neue Produkte, Verfahren oder technische Dienstleistungen abzielen, die die bisherigen Erzeugnisse des Unternehmens deutlich übertreffen und sich am internationalen Stand der Technik orientieren. Die Höhe der Förderung beträgt bei Kooperationsprojekten in Abhängigkeit von Unternehmensgröße, Standort und Art des Vorhabens zwischen 25 Prozent und 50 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten von bis zu 350.000 €. Für Forschungseinrichtungen beträgt die Förderung grundsätzlich 100 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten, bei KF-Projekten höchstens jedoch 175.000 €

**Netzwerkprojekte (ZIM-NEMO)** zur Entwicklung innovativer Netzwerke mit mindestens sechs Unternehmen (NW). Unterstützt werden Management- und Organisationsdienstleistungen zur Erarbeitung der Netzwerkkonzeption und der Etablierung des Netzwerks (Phase 1) sowie die anschließende organisierte Umsetzung der Netzwerkkonzeption (Phase 2). Antragsberechtigt sind die von den beteiligten Unternehmen mit dem Netzwerkmanagement beauftragten Einrichtungen. Die Höhe der Förderung in der Erstellungsphase bis zu 90 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten, in der Umsetzungsphase im 1. Jahr 70 Prozent, im 2. Jahr 50 Prozent und ggf. im 3. Jahr 30 Prozent. Insgesamt können Vorhaben mit bis zu 350.000 € gefördert werden, wobei auf die Phase 1 nicht mehr als 150.000 € entfallen dürfen.

**innovationsunterstützende Dienst- und Beratungsleistungen** für KMUs für Kooperations- und Einzelprojekte, die im engen sachlichen und terminlichen Zusammenhang mit dem FuE-Projekt stehen und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten an qualifizierte externe Anbieter vergeben werden. Die Höhe der Förderung beträgt innovationsunterstützenden Dienst- und Beratungsleistungen für KMUs bis zu 50 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten, maximal 25.000 €.

Im Jahr 2009 wurden mehr als 8.000 Anträge gestellt. Über die Hälfte der Inanspruchnahme erfolgt dabei bislang durch Kleinunternehmen (10 bis 49 Beschäftigte).

Die aktuelle Evaluierung des Programms ergab folgende wichtige Kernergebnisse (Kulicke et al. 2010):

- Die Programmausweitung seit Anfang 2009 trifft auf eine hohe Nachfrage.
- Obwohl die neu geschaffene Möglichkeit der einzelbetrieblichen FuE-Förderung in Westdeutschland auf eine große Resonanz stieß, fand eine z. T. befürchtete Verdrängung der Kooperationsprojekte durch Einzelprojekte nicht statt.
- ZIM konnte trotz seiner gut dotierten Vorläuferprogramme PRO INNO II und INNO-WATT noch in erheblichem Umfang neue Klientel erschließen, d. h. Unternehmen

und auch Forschungseinrichtungen, die zuvor nicht in einem dieser Programme gefördert wurden.

- Die hohe Nutzung der Projektform KF innerhalb der Förderlinie ZIM-KOOP lässt den Schluss zu, dass durch die entsprechende ZIM-Förderung ein deutlicher Beitrag zur weiteren Verzahnung von Forschungseinrichtungen mit KMUs geleistet wurde.

Informationen über Technologiefelder sind nur begrenzt verfügbar:

Bei ZIM KOOP sind von 199 von 3476 Bewilligungen für Unternehmen der Biotechnologie zurechenbar, dies entspricht 5,7 Prozent. Es sind bislang keine Informationen verfügbar, ob der Durchschnittswert von 119.400 € pro Zusage eines kooperierenden Unternehmens auch für biobasierte Produkte gilt.

Bei ZIM-SOLO sind lediglich 2,5 Prozent der Anträge der Biotechnologie zurechenbar. Die durchschnittliche Fördersumme ist mit rund 115.900 € fast identisch mit ZIM-KOOP. Von den Biotechnologieförderungen kann die deutliche Mehrheit der medizinischen Biotechnologie zugeordnet werden, daneben wurden Projekte u. a. im Bereich der Pflanzenbiotechnologie, Feinchemie, Lebensmittel und Sicherheit gefördert.

Zusätzliche Auswertungen für KMUs (<250) bei den drei wichtigsten Förderformen (KU, KF, EP) im Rahmen der Evaluierung verdeutlichen die Unterschiede im Stellenwert der verschiedenen Projektformen Analog zu anderen „modernen Technologiefeldern“ erfolgen in der Biotechnologie erhebliche FuE-Kooperationen mit Forschungseinrichtungen mit knapp der Hälfte (49,1 Prozent) aller Förderungen bei den genannten Programmformen, im Durchschnitt aller Unternehmen sind es nur 32,0 Prozent. Entsprechend niedriger fällt die Bedeutung der FUE-Kooperationen zwischen Unternehmen mit 37,9 Prozent (Gesamtdurchschnitt 44,2 Prozent) und von Einzelprojekten mit 13,0 Prozent (Gesamtdurchschnitt 27,3 Prozent) aus.

Bei ZIM-KOOP ist den 83 positiv bewerteten Anträgen mit einem durchschnittlichen Fördervolumen von 126.500 ein Netzwerk der industriellen Biotechnologie zuzuordnen. Das Netzwerk NEOBzym ist ein Zusammenschluss von acht Unternehmen und zwei Forschungseinrichtungen, die ihre Schwerpunkte in den Bereichen Enzymherstellung und Fermentationstechnik mittels Mikroorganismen, Reinigungstechnologie, Reinigungsgeräte- und Anlagenbau, optische 3D-Oberflächenanalyse sowie chirurgische Instrumentenherstellung einbringen. Daneben sind im Netzwerk „Leichtbau mit faserverstärkten Kunststoffen“ Schnittstellen zur industriellen Biotechnologie denkbar.

Die insgesamt verfügbaren Mittel ändern sich mit Auslaufen des Konjunkturprogramms Ende 2010. Es sind nach Aussagen einiger Projektträger aber keine Engpässe zu erwarten und voraussichtlich alle förderungswürdige Vorhaben finanzierbar.

**EXIST-Gründerstipendium**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | EXIST-Gründerstipendium   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMWi  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 34 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2007-2013   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Unternehmensgründung  |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Gründungen  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Alle Technologieunternehmen/innovative Dienstleister                        |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Neugründer  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.foerderdatenbank.de">http://www.foerderdatenbank.de</a> |

Das EXIST-Gründerstipendium unterstützt die Vorbereitung innovativer Unternehmensgründungen aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Es werden die Entwicklung der Produkt bzw. Dienstleistungsidee und die Ausarbeitung eines Businessplans unterstützt. Antragsberechtigt sind Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Deutschland, gefördert werden Gründerteams aus max. 3 Personen, die Wissenschaftler, Absolvent oder Student der Hochschule sein können.

Die Förderung erfolgt in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses. Die Höhe des Zuschusses beträgt bis zwischen 50 Prozent und 100 Prozent der zuwendungsfähigen projektbezogenen Ausgaben, wobei Begrenzungen bei den Personalkosten (z. B. 2500 €/Monat bei Promovierten) und Sachkosten (10.000-17.000 €).

Insgesamt gingen bisher 747 Anträge ein, 447 wurden bislang bewilligt (Bewilligungsquote ca. 60 Prozent). Interessanterweise sind Antragszahlen in 2009 gegenüber 2008 um 24 Prozent gestiegen (Glowick 2010). Aus dem Bereich Biotechnologie gingen bislang 64 Anträge ein, davon wurden 47 bewilligt, 4 sind noch in Bearbeitung (Stand Ende 2009). In einer eigenen Auswertung der Förderdatenbank konnten 8 Vorhaben bio-basierten Produkten zugeordnet werden. Diese Schätzung stellt eine Untergrenze dar, da vermutlich eine engere Abgrenzung der Biotechnologie vorgenommen wurde, es konnten nicht alle 47 Bewilligungen identifiziert werden.



**EXIST -Forschungstransfer**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | EXIST- Forschungstransfer   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMWi  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 18 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2008 - 2010   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | k. A.   |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Unternehmensgründung; Erhöhung FuE-Aktivitäten                              |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Gründungen  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Hoch-/Spitzentechnologie Gründungen   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | KMU   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.foerderdatenbank.de">http://www.foerderdatenbank.de</a> |

Das bundesweite Förderprogramm unterstützt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die technologisch besonders anspruchsvolle Gründungsvorhaben aus Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Die Förderung erfolgt in zwei Phasen:

Vorgründungsphase (Förderphase I): Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an Hochschulen und Forschungseinrichtungen mit dem Ziel, die Produkt- bzw. Verfahrenskonzepte bis zum sog. Nachweis der technologischen Machbarkeit zu entwickeln und die geplante Unternehmensgründung gezielt vorzubereiten.

Gründungsphase (Förderphase II): Weitere Produkt- bzw. Verfahrensentwicklung und die ersten Schritte zum Unternehmensaufbau.

Gefördert werden in der Förderphase 1 Forscherteams an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, in Förderphase 2 Technologieorientierte Unternehmen, die im Verlauf oder als Ergebnis der Förderphase I gegründet wurden,

Die Höhe der Förderung beträgt in der Förderphase I für Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen bis zu 100 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben. (Förderzeitraum 18 Monate). In der Förderphase II kann der Zuschuss für das gewerbliche Unternehmen bis zu 150.000 € betragen (Förderzeitraum 18 Monate). Das Gründungsunternehmen muss zur Finanzierung der Förderphase II eigene Mittel in Form von Eigenkapital der Gründer sowie ggf. Beteiligungskapital im Verhältnis von 1:3 zur Höhe des Gründungszuschusses nachweisen.

Bislang (Stand Ende 2009) wurden in den ersten vier Antragsrunden 81 Anträge gestellt (Skizzen knapp 200), davon wurden 51 positiv beschieden. 22 der Anträge stammen aus dem Bereich Biotechnologie gestellt mit 15 positiven Bescheiden. In einer eigenen Auswertung der Förderdatenbank konnten 3 Vorhaben biobasierten Produkten zugeordnet werden. Diese Schätzung stellt eine Untergrenze dar, da vermutlich eine engere Abgrenzung der Biotechnologie vorgenommen wurde, es konnten nicht alle 15 Bewilligungen identifiziert werden.

## Hightech-Gründerfonds

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Hightech-Gründerfonds  |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMBF   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene  |
| <b>Budget</b>                        | 272 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2005 -   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja   |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Unternehmensgründung   |
| <b>Instrument</b>                    | Beteiligungskapital und Darlehen   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Hightechindustrie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Neugründer   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.high-tech-gruenderfonds.de">http://www.high-tech-gruenderfonds.de</a><br>Geyer et al. (2010) |

Der Hightech-Gründerfonds finanziert junge, innovative Technologieunternehmen aller Branchen, deren Kern ein FuE-Vorhaben ist und bei denen die Aufnahme der operativen Geschäftstätigkeit nicht länger als ein Jahr zurückliegt, die weniger als 50 Mitarbeiter beschäftigen und deren Jahresumsatz oder Jahresbilanzsumme höchstens 10 Mio € beträgt. Diese Frühphasenfinanzierung soll die jungen Technologieunternehmen bis zur Erstellung eines Prototyps bzw. eines „proof of concept“ oder sogar bis zur Markteinführung führen.

Der Hightech-Gründerfonds beteiligt sich mit bis zu 500.000 € in einer Kombination aus offener Beteiligung und Darlehen. Der Fonds erwirbt damit 15 Prozent Gesellschaftsanteile (nominal, ohne Unternehmensbewertung) und gewährt ein nachrangiges Gesellschafterdarlehen. Die Zinsen (10 Prozent p.a.) für das ausgereichte Darlehen werden für die Dauer von bis zu vier Jahren gestundet. Die Laufzeit des Darlehensvertrages beträgt sieben Jahre. Die Finanzierung ist so konzipiert, dass die Unternehmen weitere Forschungszuschüsse in Anspruch nehmen können. In weiteren Finanzierungsrunden kann der HTGF seine Beteiligung auf bis zu 1 Mio € erhöhen.

Bezogen auf die Beteiligung des Hightech-Gründerfonds sind Eigenmittel in Höhe von 20 Prozent (10 Prozent in den neuen Bundesländern einschließlich Berlin) erforderlich. Die Hälfte davon kann über Seed-Investoren dargestellt werden. Daneben müssen vielversprechende Forschungsergebnisse, eine innovative technologische Basis sowie eine chancenreiche Marktsituation vorliegen.

Bisher hat sich der HTGF seit Aufnahme seiner Investitionstätigkeit an 187 Gründungen beteiligt mit 138 Anschlussfinanzierungen (Brandkamp 2010). Der Fonds rechnet damit, sich an bis zu 300 Unternehmen zu beteiligen.

Die Evaluierung des Programms Mitte des Jahres 2009 ergab folgende wichtige Kernergebnisse (Geyer et al. 2010):

- Auch wenn die verfügbaren Statistiken nur eine grobe Abschätzung des tatsächlichen HTGF-Marktanteils zulassen, kann jedenfalls davon ausgegangen werden, dass der HTGF heute der in Deutschland mit Abstand wichtigste Seed-Investor in seinem Marktsegment ist.
- Für private Investoren wirken die mit der Gründungsphase verbundenen Risiken häufig prohibitiv bzw. die Renditeerwartungen in anderen Investitionsphasen werden als höher eingeschätzt. Dem HTGF ist es gelungen, die durch diese Entwicklung entstandene Finanzierungslücke zu füllen und damit den Zufluss an wirtschaftlich Erfolg versprechenden Unternehmen zu erhöhen. Es konnten in der Evaluierung keine Hinweise gefunden werden, dass es durch die Tätigkeit des HTGF in den vergangenen Jahren zu einem Crowding-out privater Venture Capital Investitionen gekommen ist.
- Die Branchenstruktur des HTGF-Portfolios macht deutlich, dass einige der ursprünglich angestrebten technologischen Zielsektoren bisher nur eingeschränkt erreicht werden konnten. Die Ergebnisse der Evaluierung legen nahe, dass als ein Grund für diesen Befund auch die bestehenden Finanzierungsmöglichkeiten des HTGF in Betracht gezogen werden müssen. Die Beteiligungsbedingungen des HTGF kommen Gründungen im Software-Sektor sicher eher entgegen als Gründungen in technologieintensiven Sektoren wie der Energie- und Umwelttechnik oder im Bereich Pharma- Biotechnologie. In letzteren Sektoren liegt der notwendige Finanzierungsbedarf, um die vom HTGF angestrebten Unternehmensentwicklungsziele tatsächlich erreichen zu können, zum Teil deutlich über der derzeit bestehenden Finanzierungsgrenze von 1 Mio €. Gründer in diesen Sektoren sind daher gezwungen, nach anderen Finanzierungsmöglichkeiten zu suchen.

Es wurde bereits auf das letzte Evaluationsergebnis reagiert und die Erhöhung der möglichen Anschlussfinanzierung auf 2 Mio € beschlossen. Der Fonds läuft im Jahr 2011 mit 7-jähriger De-Finanzierungsphase aus (d. h. keine Neufinanzierung möglich), aber ein Nachfolgeprogramm ist geplant.

**ERP-Startfonds**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | ERP-Startfonds  |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMWi  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 470 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2004-   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Unternehmensgründung; Einführung/Verbreitung biobasierte Produkte           |
| <b>Instrument</b>                    | Beteiligungskapital   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Alle jungen Technologieunternehmen  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | KMU   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.foerderdatenbank.de">http://www.foerderdatenbank.de</a> |

In Zusammenarbeit mit dem BMWi stellt die KfW seit 2004 jungen Technologieunternehmen in der Frühphase Beteiligungskapital zur Verfügung. Die Beteiligung dient der Deckung des Finanzierungsbedarfs für die Entwicklung und Markteinführung neuer oder wesentlich verbesserter Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Voraussetzung ist, dass sich ein weiterer Beteiligungsgeber (Leadinvestor) in mindestens gleicher Höhe beteiligt, der auch beratend im Unternehmen mitwirkt (Koinvestment).

Gefördert werden kleine Technologieunternehmen der gewerblichen Wirtschaft mit Betriebssitz in Deutschland, die jünger als 10 Jahre sind und weniger als 50 Beschäftigte und Jahresbilanzsumme oder Jahresumsatz von höchstens 10 Mio €.

In aller Regel beträgt die Beteiligung der KfW bis zu 50 Prozent der von Leadinvestor und KfW kofinanzierten Investitionssumme.<sup>37</sup> Der Höchstbetrag bei erstmaliger Finanzierung beträgt 1,5 Mio €. Mehrere Finanzierungsrunden sind allerdings möglich. Der Höchstbetrag pro Unternehmen beträgt 3,0 Mio €. Laufzeit, Konditionen und Beteiligungsform richten sich in der Regel nach der Beteiligung des Leadinvestors.

Zum 30.09.2009 lagen 535 Beteiligungen (237 Erstinvestments, 298 Folgeinvestments) an 287 Technologieunternehmen mit einem Gesamtvolumen i. H. v. 245 Mio € (Hauptmann 2010). Der Fond ist von hoher Bedeutung für die Biotechnologie. Es fallen 19 Prozent der Förderungen auf die Biotechnologie (Anzahl 92) mit einem Volumen 60,3 Mio €. (Anteil 25 Prozent).

<sup>37</sup> Befristet bis zum 31. Dezember 2010 beteiligt sich die KfW mit bis zu 70 % an der Koinvestition. Zudem wurde im Juni 2010 die Begrenzung von 3 Mio € auf 6 Mio € erhöht. Im Rahmen dieses Höchstbetrags können mehrere Finanzierungsrunden begleitet werden.

**EIF/ERP-Dachfonds**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | EIF/ERP-Dachfonds   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMWi  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 500 Mio € (Aufstockung auf 1 Mrd € angekündigt)                             |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2004-   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Einführung/Verbreitung biobasierte Produkte                                 |
| <b>Instrument</b>                    | Beteiligung an VC-Fonds   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Technologieoffen  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | VC-Fonds  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.foerderdatenbank.de">http://www.foerderdatenbank.de</a> |

Der gemeinsam vom Europäischen Investitionsfonds (EIF) und ERP-Sondervermögen finanzierte Dachfonds beteiligt sich an deutschen Venture Capital-Fonds. Die Investitionen adressieren speziell zwei Segmente des VC-Marktes:

- Frühphasen-Fonds mit einem Schwerpunkt auf Technologietransfer, d. h. Fonds, die über Zugang zu und Kooperation mit wichtigen öffentlichen und privaten Forschungszentren und -einrichtungen verfügen. Hierbei handelt es sich in der Regel um Erstinvestments.
- Fonds, die Anschlussfinanzierungen für Technologieunternehmen in Frühphasen sowie Wachstumsphasen (Expansion, Development Stage) anbieten. Hierbei stehen typischerweise Folgefinanzierungen im Fokus.

Antragsberechtigt sind VC-Fonds, die mit Schwerpunkt in Deutschland investieren und sich an Frühphase- und Wachstumsunternehmen beteiligen. Die Portfoliounternehmen der Anlagefonds müssen zum Zeitpunkt der Erstinvestition durch den jeweiligen Anlagefonds die Merkmale von KMUs nach der EU-Definition aufweisen. Die Anlagepolitik der Fonds soll insbesondere Technologieunternehmen in ihrer frühen Entwicklungsphase („early stage“) oder Anschlussfinanzierungen für Technologieunternehmen beinhalten. Ein maßgeblicher Investitionsschwerpunkt muss in Deutschland liegen.

Am 18. Mai 2010 hat das BMWi die Aufstockung des ERP/EIF-Dachfonds gemeinsam mit dem Europäischen Investitionsfonds von 500 Mio € auf 1 Mrd € bekannt gegeben. Mit der Aufstockung soll der schwache deutsche Beteiligungsmarkt für Frühphaseninvestitionen belebt werden.

### ERP-Innovationsprogramm

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | ERP-Innovationsprogramm   |
| <b>Förderinstitution</b>             | BMWi  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 1.200 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2005-   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | ja  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung der FuE-Aktivitäten; Einführung/Verbreitung biobasierte Produkte   |
| <b>Instrument</b>                    | Darlehen  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Offen   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | KMU, z. T. größere Mittelständler   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.foerderdatenbank.de">http://www.foerderdatenbank.de</a> |

Das ERP-Innovationsprogramm dient der langfristigen Finanzierung marktnaher Forschung und der Entwicklung neuer Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen (sowie ihrer Markteinführung). Förderschwerpunkt ist dabei die Kooperation der mittelständischen Wirtschaft mit Forschungseinrichtungen. Die Förderung ist nicht auf bestimmte Technologiefelder beschränkt, sondern versucht explizit eine hohe branchenübergreifende Breitenwirkung zu erreichen.

Die Förderung besteht dabei aus zwei Programmteilen:

**Im ersten Programmteil** werden marktnahe FuE-Projekte gefördert. Dabei können Kosten die zur Weiterentwicklung und Verbesserung der Innovation aufgrund von Erfahrungen in der kommerziellen Nutzung nötig sind, ebenso mitfinanziert werden wie Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Gefördert werden bis zu 100 Prozent der Kosten, die bis zum Abschluss der für die kommerzielle Nutzung notwendigen Entwicklungsarbeiten anfallen; der Kredithöchstbetrag liegt bei 5 Mio € pro Vorhaben. Die Finanzierung besteht aus einer Mischung aus klassischen Darlehen (Fremdkapitaltranche) und einem Nachrangdarlehen (Nachrangtranche), bei einer Laufzeit von je 10 Jahren. Der Jahresumsatz des antragstellenden Unternehmens (einschließlich verbundener Unternehmen) darf im Regelfall 125 Mio € nicht überschreiten.

**Im Programmteil 2** erfolgt eine Förderung in der Markteinführungsphase. Gefördert werden Investitionen im Zusammenhang mit der Einführung neuer Produkte und Produktionsverfahren sowie Maßnahmen, die einmalige Informationserfordernisse zur Markteinführung (z. B. Kosten für Unternehmensberatung, Ausbildung, Marktforschung

und Marktinformation) sicherstellen. Die Markteinführungsphase endet spätestens drei Jahre nach Beginn der kommerziellen Nutzung. Gefördert werden bis zu 50 Prozent (Alte Bundesländer) bzw. 80 Prozent der Kosten (Neue Bundesländer und Berlin), der Kredithöchstbetrag liegt bei 1 Mio € (Alte Bundesländer) bzw. 2,5 Mio € (Neue Bundesländer und Berlin) pro Vorhaben.

Antragsberechtigt sind Unternehmen gemäß der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung der EU, die seit mindestens zwei Jahren am Markt aktiv sind, die KMU-Kriterien der KMU-Definition der EU erfüllen und innovative Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen in Deutschland einführen oder sich an der Markteinführung wesentlich beteiligen.

Insgesamt sind von Dezember 2005 bis einschließlich November 2009 knapp 2.000 Zusagen mit einem Volumen in Höhe von 4,2 Mrd € seit dem Start des modifizierten ERP-Innovationsprogramms eingegangen. Im Jahr 2009 liegt das aktuelle Volumen bei 1,2 Mrd €. Über drei Fünftel der Zusagen erreichen Unternehmen mit einem Jahresumsatz von bis zu 50 Mio € – ein Viertel der Zusagen Unternehmen mit bis zu 10 Mio €. Somit profitieren insbesondere kleine Unternehmen vom ERP-Innovationsprogramm. (Zimmermann 2009). Dabei ist die Nachfrage nach Modul 1 deutlich höher als bei Modul 2.

Branchenmässig ist die Förderung weit verteilt, rund 40 Prozent der Förderung entfällt auf Förderung der gehobenen Gebrauchstechnologie und Spitzentechnologie (Stand 2008). Auf die Biotechnologie entfallen lediglich 2,5 Prozent (KFW 2009).

### **6.2.3 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)**

Das Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ umfasst verschiedene Schwerpunkte – für die keine expliziten Ausschreibungen existieren – und Bekanntmachungen, die als einmalige Ausschreibungen durchgeführt werden. Aber auch nach den eigentlichen Ausschreibungen sind Anträge zu den geförderten Themen möglich, die im Rahmen der Einzelprojektförderung im Förderprogramm gefördert werden können. Im Folgenden werden die Bekanntmachungen näher beschrieben.

Antragsberechtigt sind bei allen Bekanntmachungen, sofern bei den einzelnen Steckbriefen nicht anders angegeben, Hochschulen, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen sowie Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft. Die Einbindung von KMUs ist nicht vorgeschrieben, aber ausdrücklich erwünscht. Der Anteil der Förderung beträgt für Unternehmen 50 Prozent zuwendungsfähigen projektbezogenen Kosten, für KMUs wird er je nach Anwendungsnähe des Vorhabens um bis zu 20 Prozent erhöht (d. h. bei eher grundlagenorientierten Vorhaben). Hochschulen, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen und vergleichbare Institutionen können bis zu 100 Prozent gefördert werden.



### Fermentative Konversion nachwachsender Rohstoffe

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Förderschwerpunkt fermentative Konversion nachwachsender Rohstoffe  |
| <b>Förderinstitution</b>             | FNR   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 6 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2008-2011   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung FuE-Aktivitäten, Kooperationsförderung   |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundprojekte   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Stoffliche Nutzung Nachwachsender Rohstoffe   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen; Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Fermentation.pdf">http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Fermentation.pdf</a> |

In dieser Ausschreibung werden Verbundprojekte zur fermentativen Konversion im Bereich der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe gefördert. In diesen Verbundprojekten sollen in Ausrichtung auf ein konkretes Produkt bzw. eine spezifische Material- oder Stoffgruppe die notwendige Expertise und die verfügbaren Ressourcen mit dem Ziel gebündelt werden sowie die in diesem Bereich bereits vorhandenen Kenntnisse weiter zu entwickeln und neue Erkenntnisse zu erlangen, um diese dann für eine industrielle Umsetzung zu erschließen. Zielprodukte sind dabei vor allem Bulk- und Feinchemikalien. Die FuE hierfür soll entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Rohstoff – Erstverarbeitung – Konversion(en) – Endprodukt) sowie interdisziplinär unter Einschluss von Agrarwissenschaftlern, Ingenieuren, Biotechnologen, Chemikern erfolgen.

Die Ausschreibung erfolgte als Anschluss zu den als vielversprechenden erachteten Ergebnissen der Förderung zur Biokonversion Nachwachsender Rohstoffe zwischen den Jahren 2003 bis 2007. In der erfolgten Ausschreibung zur Fermentativen Konversion wurden insgesamt 22 Vorhaben mit einer Fördersumme von ca. 6 Mio € gefördert.

**Neue Methoden zu chemisch-katalytischen, enzymatischen und biotechnologischen Konversionen von Kohlenhydraten, Ölen und Fetten sowie Proteinen (2008-2011)**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | „Neue Methoden“   |
| <b>Förderinstitution</b>             | FNR   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 9 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2008-2011   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung FuE-Aktivitäten; Kooperationsförderung   |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Einzel-/Verbundprojekte   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen, Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Neue%20Methoden.pdf">http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Neue%20Methoden.pdf</a> |

Mit der Ausschreibung „Neue Methoden“ soll der Prozess der Umsetzung von chemisch-katalytischem, enzymatischem und biotechnologischem Wissen in neue Produkte, Produktionsverfahren und Dienstleistungen in Deutschland unterstützt und vorangetrieben werden. Besondere Priorität haben dabei Verfahren, die bestehende konventionelle industrielle (petro)chemische Produktionsverfahren zu Zwischen- bzw. Endprodukten substituieren sowie produktorientierte Verfahren, die eine nachhaltige Produktion neuer Produkte, innovativer Materialien mit speziellen oder neuen Funktionalitäten auf Basis nachwachsender Rohstoffe ermöglichen.

Dabei sind Verbundvorhaben zwischen Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft und wissenschaftlichen Einrichtungen erwünscht. Bei von öffentlichen, nicht gewinnorientierten Hochschul- und Forschungseinrichtungen vorgeschlagenen Projekten ist die Einbindung von Partnern der gewerblichen Wirtschaft notwendig. Projekte auf der FuE-Stufe „Vorwettbewerbliche Entwicklung“ sind von Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft oder zumindest unter deren Federführung (bei Verbundvorhaben) durchzuführen.

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Bekanntmachung 34 Projekte ausgewählt und mit einem Volumen von 9 Mio € gefördert.

**„Innovative Mehrfachnutzung von nachwachsenden Rohstoffen, Bioraffinerien“**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | „Innovative Mehrfachnutzung von nachwachsenden Rohstoffen, Bioraffinerien“  |
| <b>Förderinstitution</b>             | FNR   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 9 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2009-2012   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung FuE-Aktivitäten; Kooperationsförderung   |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundvorhaben   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen, Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Innovative_Mehrfachnutzung_2008.pdf">http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Innovative_Mehrfachnutzung_2008.pdf</a> |

Das Ziel dieses Schwerpunkts ist die Mehrfachnutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Form der Kaskadennutzung und der Koppelnutzung. Im Fokus der FuE sollen dabei insbesondere neue und innovative Teilprozesse stehen, die Koppel- und Kaskadennutzungskonzepte vervollständigen, wenn die anderen Teilprozesse des Gesamtkonzepts bereits Stand der Technik sind.

Es werden nur Verbundvorhaben zwischen einer oder ggf. auch mehreren wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen und einem oder ggf. auch mehreren Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft zu folgenden Förderschwerpunkten gefördert:

**Kaskadennutzung/Bioraffinerie**

- Entwicklung neuer, innovativer, wirtschaftlicher und über den Stand der Technik hinausgehender Konzepte und Teilprozesse zur Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen.
- FuE zum innovativen und wirtschaftlichen werkstofflichen oder rohstofflichen Recycling bzw. zur Zweitnutzung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen.
- Energetische Nutzung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen (keine direkte Nutzung von Biomasse, Holz oder Agrarrohstoffen) mit neuen, innovativen, wirtschaftlichen und über den Stand der Technik hinausgehenden Konzepten.
- FuE, die der ökonomischen und ökologischen Bewertung neuer, innovativer Verfahren dient (Begleitforschung).

### Koppelnutzung/Bioraffinerie

- Entwicklung neuer, innovativer, wirtschaftlicher und über den Stand der Technik hinausgehender Konzepte zur vollständigen Verwertung aller Komponenten von Biomasse (bis hin zur Ganzpflanzennutzung) in verschiedenen Nutzungspfaden oder FuE zu Teilprozessen für solche Konzepte unter Beachtung bereits bestehender Nutzungspfade und des Standes der Technik.
- FuE zur Nutzung von Reststoffen sowie Koppelprodukten aus Anbau, Verarbeitung und Konversion von nachwachsenden Rohstoffen mittels neuer, innovativer und wirtschaftlicher Verfahren (bspw. Stroh, Waldrestholz, biogene Abfälle, Glycerin). Berücksichtigung können auch Koppelprodukte des Anbaus von Agrarrohstoffen für die Lebensmittel- und Futtermittelproduktion finden.
- Entwicklung neuer, innovativer und wirtschaftlicher Konzepte zur Erzeugung von nutzbarer Prozessenergie aus den Prozessabfällen bei der Konversion von Biomasse.

Die Dauer der Förderung kann maximal 3 Jahre betragen. Insgesamt wurden im Rahmen dieser Bekanntmachung bislang 16 Projekte ausgewählt und mit einem Volumen von 9 Mio € gefördert.

### Angewandte FuE durch Nachwuchsforschungsgruppen

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Angewandte FuE durch Nachwuchsforschungsgruppen |
| <b>Förderinstitution</b>             | FNR   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene                                     |
| <b>Budget</b>                        | 9 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2006-2011                                       |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Nachwuchsförderung; Erhöhung FuE-Aktivitäten    |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Nachwuchsgruppen                  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe     |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Hochschulen, Forschungseinrichtungen            |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | Bekanntmachung vom 10.06.2005                   |

Das Ziel dieser Ausschreibung ist die langfristige Etablierung von Forschungsgruppen zu nachwachsenden Rohstoffen an Universitäten, Hochschulen und Großforschungseinrichtungen. Dies erfolgte vor dem Hintergrund, dass eine Schwächung der Hochschulforschung im Zuge der anstehenden Emeritierung von Professoren befürchtet wurde, in deren Zuge einige Lehrstühle an Universitäten von nachwachsenden Rohstoffen weg hin zu anderen Technologiebereichen umgewidmet werden könnten. Gefördert werden ausschließlich Forschungsarbeiten von Hochschulen, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen, bei denen für die bearbeitete Thematik ein erhebliches Bundesinteresse besteht. Finanziert werden die Personalkosten für den/die Arbeitsgruppenleiter/in, von wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern, einschl. Doktoranden sowie von Sachkosten und einmaligen Investitionen. Insgesamt wurden 6 Nachwuchsgruppen ausgewählt, 3 an Universitäten, 2 an Fraunhofer-Instituten und 1 an einer Fachhochschule. Die Maßnahme gilt als erfolgreich, u. a. wurde ein Nachwuchsgruppenleiter bereits zu einer Professur berufen.

### Forschungsverbünde

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Forschungsverbünde  |
| <b>Förderinstitution</b>             | FNR   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 20 Mio € (bislang ca. 12 Mio €)   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2008-2013   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung FuE-Aktivitäten; Kooperationsförderung   |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundprojekte   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen, Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Forschungsverbuende.pdf">http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/fnr/pdf/Bekanntmachung_Forschungsverbuende.pdf</a> |

Bei dieser Maßnahme werden Verbundprojekte in öffentlich-privater Partnerschaft zur Forschung im Bereich der innovativen stofflichen Biomassenutzung von land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen gefördert, in denen sich Arbeitsgruppen an universitären, außeruniversitären und industriellen Forschungseinrichtungen sowie Hersteller- und Anwenderunternehmen auf überregionaler Ebene entlang der Wertschöpfungskette zusammenschließen. Teilnahmeberechtigt sind Unternehmen, Institute und Hochschulen. Es wurden dabei vier größere Forschungsverbünde ausgewählt.

### *Forschungsverbund Biopolymere*

Der Forschungsverbund Biopolymere vereint 14 Teilprojekten, an dem drei Forschungseinrichtungen und 15 Industriepartner beteiligt sind. Das BMELV unterstützt den Verbund in den kommenden drei Jahren mit rund 2,6 Mio €. <sup>38</sup> Die Projekte lassen sich den drei Innovationsfeldern duroplastische Biopolymere, thermoplastische Biopolymere und Spezial-Biopolymere zuordnen. Ergebnisse sollen bis Mitte 2012 vorliegen.

### *Forschungsverbund Systembiotechnologie nachwachsender Rohstoffgewinnung*

Der Forschungsverbund Systembiotechnologie nachwachsender Rohstoffgewinnung (SynRg®) der durch die Phytowelt GreenTechnologies GmbH koordiniert wird, startet am 1. Juli 2009 und wird mit knapp 3,7 Mio € für 3 Jahre vom Ministerium gefördert. Das Gesamtprojektvolumen liegt bei 5 Mio €. <sup>39</sup> Das Konsortium aus 17 Partnern verfolgt einen interdisziplinären Ansatz zur Optimierung einer gesamten Wertschöpfungskette, von Wertstoffsynthese über Syntheseort und Weiterverarbeitung bis hin zur Nutzung von Pflanzenrohstoffen in der Chemieproduktion und Energieerzeugung.

### *FENAFANetzwerkverbund*

FENAFAN steht für „Ganzheitliche Bereitstellungs-, Verarbeitungs- und Fertigungsstrategien von Naturfaserrohstoffen“ und wird von der TU Chemnitz koordiniert. In diesem Verbund werden insgesamt 15 Projektnehmer zu naturfaserverstärkten Kunststoffen mit knapp 3 Mio €. gefördert. Es werden dabei v. a. KMUs bei der Weiterentwicklung von Anlagen und Verfahren zur Verarbeitung von Naturfasern im technischen Bereich unterstützt. Die Aufgabenstellung erstreckt sich von der Verbesserung der Erntetechnologie bis hin zur Produktentwicklung, um neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Bei den Rohstofflieferanten stehen einheimische Pflanzen wie Flachs und Hanf im Fokus.

Als 4. Forschungsverbund wird im Rahmen der Pilotanlage in Leuna die „Integrierte chemisch-biotechnologische Herstellung von Synthesebausteinen auf Basis nachwachsender Rohstoffe in einer Bioraffinerie“ gefördert. In der Pilotphase wird die vollständige Verwertung von Holz nun erstmals getestet. Mit einem speziellen Verfahren lassen sich dabei die drei wichtigsten Holzkomponenten - Cellulose, Hemicellulose und Lignin - voneinander trennen. Cellulose und Hemicellulose werden anschließend zu fermentierbaren Zuckern verarbeitet und stehen für biotechnologische Anwendungen

---

<sup>38</sup> [idw-online.de/pages/de/news323352](http://idw-online.de/pages/de/news323352)

<sup>39</sup> <http://www.synrg-cluster.de/news.html>

zur Verfügung. Das Lignin kann zu Biowerkstoffen und Klebstoffen weiter verarbeitet werden oder ist als Ausgangsstoff für Chemikalien nutzbar.

## 6.2.4 Deutsche Bundesstiftung Umwelt

### Förderschwerpunkt Biotechnologie

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Initiative ChemBioTec – ein Bündnis für die nachhaltige Katalyse in der Chemie |
| <b>Förderinstitution</b>             | Deutsche Bundestiftung Umwelt  |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene  |
| <b>Budget</b>                        | 8,58 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | Seit 2006  |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | 5 Ausschreibungsrunden seit 2006 (1x jährlich)                                 |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung FuE-Aktivitäten; Kooperationsförderung                                |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse für Verbundprojekte  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Industrielle Biotechnologie  |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen; Wissenschaft  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.chembiotec.de/">http://www.chembiotec.de/</a>              |

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) ist eine der größten Stiftungen in Europa. Sie fördert u. a. Forschungsprojekte, die sich durch die Kriterien Innovation, Modellcharakter für breite Anwendung sowie Erschließung von neuen Umweltentlastungspotenzialen auszeichnen. Die Fördertätigkeit richtet sich insbesondere an KMUs. Seit 1997 hat die DBU einen expliziten Förderschwerpunkt in der industriellen Biotechnologie gesetzt, im Zeitraum 1997-2008 insgesamt 56,5 Mio € an Fördermitteln in diesem Bereich verausgabt und zunächst eine Vorreiterrolle in der Förderung der industriellen Biotechnologie in Deutschland eingenommen. Grundsätzlich werden durch die DBU Verbundprojekte zwischen KMUs und Forschungseinrichtungen gefördert, die thematisch in Initiativen gebündelt und koordiniert werden. Aktuell gefördert wird die Initiative „ChemBioTec – ein Bündnis für die nachhaltige Katalyse in der Chemie“, in deren Rahmen seit der Initiierung im Jahr 2006 22 Projekte mit Fördermitteln in Höhe von 8,6 Mio € gefördert werden. Die Förderquoten liegen durchschnittlich bei 51 Prozent, so dass die DBU-Fördermittel noch durch einen Eigenanteil der Geförderten auf ein Fördervolumen von insgesamt 16,77 Mio € ergänzt werden. Es erfolgen jährliche Ausschreibungsrunden, in denen jeweils 3-6 neue Projekte bewilligt werden. Die Projektlaufzeit beträgt 24-28 Monate mit Zwischenbegutachtung nach 14 Monaten.



Mit der Initiative ChemBioTec werden folgende Ziele verfolgt:

- Realisierung neuer nachhaltiger (bio)technischer Produktionsprozesse in der chemischen, pharmazeutischen und verwandten Industrie (Spezialitätenchemie; Feinchemie; chemisch nicht synthetisierbare Produkte; Biomaterialien),
- Etablierung eines interdisziplinären FuE-Netzwerks aus akademischen und industriellen Institutionen im Bereich der nachhaltigen industriellen Bioprozessentwicklung mit lebendiger, interdisziplinärer Kooperationskultur und verstärktem Know-how-Transfer zwischen Akademia und Industrie,
- Integration von Chemie, Biotechnologie und Verfahrenstechnik in Forschung und Ausbildung,
- interdisziplinäre Ausbildung „(Bio)Katalyse“ an drei Hochschulen.

Die Initiative umfasst drei Themenschwerpunkte:

- Produktivitätssteigerung (Plattformproduktionsstämme, Scale-up, Systembiotechnologie, Weiterverwendung von Nebenprodukten),
- Neuartige Reaktionen und Reaktionskonzepte (Asymmetrische Biosynthese, nachwachsende Rohmaterialien, Extremophile, Cofaktorregenerationssysteme, Kopplung versch. Synthesestrategien),
- Produktaufarbeitung (in situ Produktextraktion, Membrantechnologien, Prädiktive Simulationen).

Ein Spezifikum und Alleinstellungsmerkmal der DBU-Förderung in der industriellen Biotechnologie ist der Fokus auf Umweltentlastungspotenzialen, der in dieser Form von keinem anderen Förderer gesetzt wird. Deshalb sind in ChemBioTech Ökoeffizienzanalysen integrale Bestandteile aller Projekte.

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Stipendienprogramm „Nachhaltige Bioprozesse“                        |
| <b>Förderinstitution</b>             | Deutsche Bundestiftung Umwelt                                       |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Bundesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 0,8 Mio €   |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2006-2010   |
| <b>Weitere Ausschreibungsrunden</b>  | nein  |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Nachwuchsförderung  |
| <b>Instrument</b>                    | Stipendien für Doktoranden  |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Industrielle Biotechnologie   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Wissenschaft  |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.dbu.de/784.html">http://www.dbu.de/784.html</a> |

Die DBU vergibt jährlich etwa 60 Promotionsstipendien; über die Anträge wird zweimal jährlich durch ein Auswahlgremium entschieden. Ein Teil der Stipendien werden im Rahmen von Themenverbänden, sog. Stipendienschwerpunkten vergeben, die etwa 6-15 Promotionsvorhaben zu einem übergeordneten Thema umfassen. Die beteiligten Stipendiaten befassen sich mit diesem Thema nicht nur in ihrer Forschungsarbeit und in der Zusammenarbeit untereinander, sondern darüber hinaus auch in interdisziplinären Workshops. Die Stipendienschwerpunkte sollen auch die interdisziplinäre Vernetzung innerhalb des Themenverbundes und darüber hinaus mit den Akteuren im jeweiligen Themenbereich fördern und dienen der fachübergreifenden und persönlichen Qualifizierung der beteiligten Stipendiaten.

Der Initiative ChemBioTech ist das Stipendienprogramm „Nachhaltige Bioprozesse“ zugeordnet, in dem Promotionsstipendien im Bereich von Biologie, Biotechnologie, Chemie, Verfahrenstechnik und Wirtschaftschemie an Doktoranden vergeben werden, deren Arbeit im thematischen Umfeld der Initiative ChemBioTech angesiedelt ist. Die Doktoranden arbeiten nicht unmittelbar in den im Rahmen der Initiative geförderten Projekten mit, sind jedoch in die Netzwerkaktivitäten der Initiative eingebunden. Die Förderdauer eines Stipendiums beläuft sich auf drei Jahre; es werden Personalkosten finanziert sowie ein Sachmittelbudget zur Verfügung gestellt. Im Stipendienschwerpunkt „Nachhaltige Bioprozesse“ wurden insgesamt 17 Stipendien im Gesamtumfang von 809.000 € vergeben, die 2009/2010 auslaufen.

## 6.2.5 Landesförderung

### Wettbewerb Bio.NRW

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Bezeichnung</b>                   | Wettbewerb Bio.NRW  |
| <b>Förderinstitution</b>             | MIFWT   |
| <b>Bundes-/Länderebene</b>           | Landesebene   |
| <b>Budget</b>                        | 10 Mio €  |
| <b>Laufzeit/Jahr der Einführung</b>  | 2008-2012   |
| <b>Ziel(e)</b>                       | Erhöhung FuE-Aktivitäten; Kooperationsförderung   |
| <b>Instrument</b>                    | Zuschüsse   |
| <b>Branchen/Produktgruppen Fokus</b> | Industrielle Biotechnologie   |
| <b>Zielgruppe</b>                    | Unternehmen; Wissenschaft   |
| <b>Wichtige Quellen</b>              | <a href="http://www.innovation.nrw.de/forschung_technologieforderung/wettbewerbe/Bio_NRW/index.php">http://www.innovation.nrw.de/forschung_technologieforderung/wettbewerbe/Bio_NRW/index.php</a> |

Dieser EU-NRWZiel-2 (EFRE) Förderwettbewerb des Landes Nordrhein-Westfalen für die Biotechnologie erfolgt durch das für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, dem Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Im Regelfall soll es sich hierbei um vorwettbewerbliche Vorhaben der Verbundforschung handeln, in denen die Koordination gemeinsam von der Wissenschaft und Wirtschaft übernommen wird. Eingeschlossen sind auch Studien über die technische Durchführbarkeit als Vorbedingung für Vorhaben der industriellen Forschung bzw. der vorwettbewerblichen Entwicklung. Teilnahmeberechtigt sind Unternehmen, Institute und Hochschulen. Dabei gilt die Einbindung der Projekte in die Wissenschafts- und Wirtschaftsstruktur in Nordrhein-Westfalen als wichtiges Auswahlkriterium, alle geförderten Projekte beinhalten auch nur Akteure aus Nordrhein-Westfalen.

Während in der ersten Wettbewerbsrunde die Förderung alle Anwendungsbereiche der industriellen Biotechnologie umfasste, standen in der 2. Runde Projektideen an der Schnittstelle von Biotechnologie und molekularer Medizin im Fokus. In der ersten Runde wurden vier Vorhaben gefördert, davon 3 Projekten von Institutionen und Hochschulen sowie ein Verbundprojekt eines KMU mit einer Hochschule, letzteres Projekt wurde allerdings zurückgezogen.

Die Beteiligung insgesamt am Programm war gering, es konnten nur 10 der geplanten 25 Mio € vergeben werden. Als Gründe hierfür werden der in etwa zeitgleiche Clusterwettbewerb BioIndustrie 2021 und die im Vergleich zur Bundesförderung zum damaligen Zeitpunkt eingeschränkten Möglichkeiten bei Förderquote (Förderhöchstsatz 40 Prozent) und dem zusätzlichen Aufwand der Akteure bei Beantragung dieser EFRE-Gelder. Hier haben sich aber grundsätzlich die Fördermöglichkeiten verbessert. Weitere Förderaktivitäten in der industriellen Biotechnologie sind angedacht, aber noch nicht in der Ausführung.

### **6.3 Anhang III**

Akteure, die an den Interviews und/oder Workshop teilgenommen haben.

Förderorganisationen/Projekträger: BMBF, BMWi (verschiedene Referate), BMU, FNR, High-Tech Gründerfonds, MIFWT in Nordrhein-Westfalen, Projekträger Jülich, Umweltbundesamt, VDI

Unternehmen/Verbände/FuE-Organisationen/Sonstige: Bio-Deutschland, Bio-M, BRAIN AG, CLIB2021, Daimler AG, DECHEMA, DIB, ERRMA, Evonik AG, EuropaBio, Fachhochschule Weihenstephan, Fraunhofer IGB, Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH, Hessen-Agentur T+I Consulting, PROTAGEN AG, VCI



## 7 Literatur

- Advisory Group (2009): Taking bio-based from promise to market - Measures to promote the market introduction of innovative bio-based products. Ad-hoc Advisory Group for Bio-based Products, Brüssel: European Commission - Enterprise and Industry
- ADEME (2009): Study for a simplified LCA methodology adapted to bioproducts, Final report, Dezember 2009, Paris
- AISE (2008): 2nd Sustainability Report. [www.aise.eu](http://www.aise.eu); aufgerufen am: 8.6.2010
- Avar, G. (2008): Polyurethanes (PU). In: *Kunststoffe international* 10, S. 123-127
- Baitz, M.; Kreißig, J.; Byrne, E.; Makishi, C.; Kupfer, T.; Frees, N.; Bey, N.; Söes Hansen, M.; Hansen, A.; Bosch, T.; Borghi, V.; Watson, J.; Miranda, M. (2004): Life Cycle Assessment of PVC and of principal competing materials, PE Europe GmbH (Germany), Institut für Kunststoffkunde und Kunststoffprüfung (IKP) (Germany), Institutet for Produktudvikling (IPU), DTU (Denmark), RANDA GROUP (Spain). Commissioned by the European Commission
- Beller, M.; Brückner, A.; Bülker, K.; Caro, J.; Claus, P.; Demtröder, D.; Demuth, D.; Deutschmann, O.; Diercks, R.; Fischer, W.R.; Glorius, F.; Gürtler, C.; Herein, D.; Klemm, E.; Kopinke, F.-D.; Kragl, U.; Leitner, W.; Lercher, J.A.; Liese, A.; Lopez, M.; Mecking, S.; Meusinger, J.; Muhler, M.; Nees, F.; Sauer, J.; Scheffler, M.; Schlüth, F.; Schwab, E.; Wagemann, K.; Wasserscheid, P.; Wolf, D.; Zuber, R. (2010): *Katalyse - Eine Schlüsseltechnologie für nachhaltiges Wirtschaftswachstum, Roadmap der deutschen Katalysatorforschung*, Frankfurt am Main: Dechema - Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
- BERR (2009): Public Perceptions of Industrial Biotechnology. [www.berr.gov.uk/files/file51238.pdf](http://www.berr.gov.uk/files/file51238.pdf); aufgerufen am 9.8.2010
- Beucker, S.; Marscheider-Weidemann, F. (2007): *Zukunftsmarkt Biokunststoffe. Fallstudie im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Forschungsprojektes Innovative Umweltpolitik in wichtigen Handlungsfeldern*, Nr. 07/08, Berlin
- Bevan, R.; Woolley, T. (2008): *Hemp Lime Construction*. Watford, Garston. IHS BRE Press
- Bhat, M. K. (2000): Cellulases and related enzymes in biotechnology. In: *Biotechnology Advances* 18, S. 355-383

- BioÖkonomierat (2009): Erste Empfehlungen zum Forschungsfeld Bioökonomie in Deutschland. [http://www.biooekonomierat.de/tl\\_files/downloads/presse/BOER-Empfehlungen2009\\_Druckversion.pdf](http://www.biooekonomierat.de/tl_files/downloads/presse/BOER-Empfehlungen2009_Druckversion.pdf); aufgerufen am 10.8.2010
- BioÖkonomierat (2010): Gutachten des BioÖkonomieRats 2010 – Innovation Bioökonomie, <http://www.biooekonomierat.de>
- biotechnologie.de (2007): Die deutsche Biotechnologie-Branche 2006, Daten & Fakten
- biotechnologie.de (2008): Die deutsche Biotechnologie-Branche 2007, Daten & Fakten
- biotechnologie.de (2009): Die deutsche Biotechnologie-Branche 2008, Daten & Fakten
- biotechnologie.de (2010): Die deutsche Biotechnologie-Branche 2009, Daten & Fakten
- Blaser, H.-U. (2000): Heterogeneous catalysis for fine chemicals production. In: *Catalysis Today* 60 (3-4), S. 161-165
- BMBF (2010): Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 - Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft, Berlin
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2009): Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, August 2009
- Borras, S. (2009): The Widening and Deepening of Innovation Policy: What Conditions Provide for Effective Governance? In: *CIRCLE Electronic Working Paper 2009/02*
- Brandkamp, M. (2010): Hightech-Gründerfonds, Präsentation auf der CIB Invest 2010 am 31.5.2010
- Braskem (2008): Braskem & Toyota Tsusho start joint marketing activities for green polyethylene from sugar cane in Asia. In: *Solvay press release*, 25 September 2008
- Braun, M.; Teichert, O.; Zweck, A. (2006): Übersichtstudie Biokatalyse in der industriellen Produktion, Düsseldorf
- Breen, A.; Singleton, F. (1999): Fungi in lignocellulose breakdown and biopulping. In: *Current Opinion in Biotechnology* 10, S. 252-258
- Bräuninger, M.; L. Leschus, H. Vöpel (2007). *Biokraftstoffe und Nachhaltigkeit - Ziele, Probleme, Instrumente, Lösungen, Gutachten im Auftrag der Deutsche Shell*, Hamburg, HWWI Policy Report Nr. 5, Hamburg.



- Bringezu, S.; Schütz H.; Arnold, K.; Bienge, K.; Borbonus, S.; Fishedick, M.; et al. (2008): Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse – Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsfähigkeit durch staatlich induzierte Förderprogramme. Ein Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH (WI) und des Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Endbericht, 25. April 2008, Wuppertal, Essen
- Brown, H.; Casey, P.; Donahue, M. (2000): Poly (Trimethylene Terephthalate) Polymer for Fibers (1 July 2000). Shell Chemical Company Westhollow Technology Centre, Houston, Texas, <http://www.technica.net/NF/NF1/eptt.htm>; aufgerufen am 10.6.2010
- Buchholz, S. (2006): Science to Business Center - Bio-Zentrum für »Weiße Biotechnologie« der Degussa AG. Vortrag auf der Tagung »auf Bio-raffiniert III«, 2.-3. Februar 2006, Vortragsfolien, Gelsenkirchen
- Carus, M. et al. (2010): Entwicklung von Förderinstrumenten für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland (Kurzfassung), In: Volumen, Struktur, Substitutionspotenziale, Konkurrenzsituation und Besonderheiten der stofflichen Nutzung sowie Entwicklung von Förderinstrumenten, Mai 2010
- Carus, M.; Müssig, J.; Gahle, Ch. (2008): Naturfaserverstärkte Kunststoffe. Gülzow: FNR e.V.
- Crank, M.; Patel, M.; Marscheider-Weidemann, F.; Schleich, J.; Hüsing, B.; Angerer, G. (2004): Techno-economic Feasibility of Large-scale Production of Bio-based Polymers in Europe (PRO-BIP). Final Report prepared for the European Commission's Institute for Prospective Technological Studies, Sevilla, Spain, Universität Utrecht, Utrecht, Fraunhofer ISI, Karlsruhe
- Danisco (2010): Market overview. [http://www.enteromix.com/wps/wcm/connect/www/corporate/about\\_us/our\\_business/our\\_marketplace](http://www.enteromix.com/wps/wcm/connect/www/corporate/about_us/our_business/our_marketplace); aufgerufen am 10.6.2010
- Decker, T.; Thoni, B.; Menrad, K. (2009): Informations- und Kommunikationsstrategien für Nachwachsende Rohstoffe / Bereich Biowerkstoffe – Hemmnisse, Ziele, Instrumente Endbericht Auftraggeber: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

- Deimling, S.; Goymann, M.; Baitz, M.; Rehl, T. (2007): Auswertung von Studien zur ökologischen Betrachtung von nachwachsenden Rohstoffen bei einer stofflichen Nutzung. Gutachten im Auftrag von der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V., Leinfelden-Echterdingen
- Dokos, L. (2007): European Biolubricants Market – Where is the Friction? In: Frost&Sullivan, 16 March 2007
- Edler, J. (2007): Bedürfnisse als Innovationsmotor. Konzepte und Instrumente nachfrageorientierter Innovationspolitik. Studien des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin
- Edler, J.; Georghiou, L. (2007): Public procurement and innovation - Resurrecting the demand side. In: Research Policy 36, S. 949-963
- Edquist, C. (1997): Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations. London, Washington
- EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation) (2010): Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit, EFI. Berlin
- EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation) (2009): Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit, EFI. Berlin
- EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation) (2008): Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit, EFI. Berlin
- Enzing, C.; van der Giessen, A.; van Groenestijn, J.; van Dongen, M. 2008: Biobased economy – Exploring the opportunities for The Netherlands. Bijlage 3: Public policy instruments to support a bio-based economy. Studie für das Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 30. September 2008
- Enzing, C.; van der Giessen, A.; van Zandvoort, C.; van Groenestijn, J.; Meesters, K.; Koivisto, R.; Wirtanen, G.; Miettinen-Oinonen, A.; Pere, J.; Gaisser, S. (2007): Consequences, Opportunities and Challenges of modern Bio-technology for Europe (Bio4EU) – Case Studies Report. The Impact of Industrial Biotechnology Applications.
- Ernst & Young (2006): Zeit für neue Spielregeln. Deutscher Biotechnologie-Report 2006, Mannheim
- EuropaBio (2009): Overview of industrial biotechnology activities in Europe - Executive summary, <http://www.bio-economy.net>

- EuropaBio (2010): Building a bio-based economy for Europe in 2020, [www.europabio.org](http://www.europabio.org)
- Europäische Kommission (2007): Eine Leitmarktinitiative für Europa. Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. In: KOM(2007) S. 860 endgültig, Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften
- Europäische Kommission (2009): Lead Market Initiative for Europe. In: Mid-term progress report. SEC (2009) S. 1198 final, Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften
- Festel, G. (2009): Industrial biotechnology: Market size, company types, business models, and growth strategies, In: Industrial Biotechnology 5, S. 88-94
- Flaschel, E.; Sell, D. (2005): Charme und Chancen der Weißen Biotechnologie. In: Chemie Ingenieur Technik Vol. 77, S. 1298-1312
- FNR (2010): Stoffliche Nutzung von Agrar- und Holzrohstoffen in Deutschland, Rostock
- Technical Committee CEN/TC 249 (2009): Plastics - Recommendation for terminology and characterization of bioplastics. Ref. No. FprCEN/TR 15932:2009: E; <http://www.unioplast.info/pagine/allegati/249prCENTR159322009.pdf>; aufgerufen am 26.11.2010
- Freeman, C. (1988): Technology policy and economic performance: lessons from Japan. London
- Frost, J.W. (2005): Synthesis of Caprolactam from Lysine. Patent Cooperation Treaty Application WO2005123669
- Gaisser, S.; Hoogeveen, R.; Hüsing, B. (2002): Überblick über den Stand von Wissenschaft und Technik im produktionsintegrierten Umweltschutz durch Biotechnologie (PIUS-BT). Fraunhofer ISI, Karlsruhe
- Geyer, A.; Heimer, T. (2010): Evaluierung des Hightech-Gründerfonds. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/evaluierung-des-high-tech-gruenderfonds-endbericht,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>; aufgerufen am 28.7.2010
- Glowick, M. (2010): EXIST-Existenzgründungen aus der Wissenschaft, Greifswald/Rostock 20./21. Januar 2010

- Goodman, J.; Devlin, S. (2009): Overview and Updates on the BioPreferred Program, 2009 GSA International Products and Services Expo, [www.biopreferred.gov/files/Overview\\_UpdatesBioPreferred.pp](http://www.biopreferred.gov/files/Overview_UpdatesBioPreferred.pp)
- Günther, J. (2010): Use of renewable raw materials with special emphasis on chemical industry. In: European Commission working paper. ETC/SCP report 1/ 2010
- Haas, T. (2010): Acrylglas aus Zucker, Fachkongress biobasierte Kunststoffe am 15.6/16.6. 2010
- Hauptmann (2010): Der ERP-Startfonds, Kapital sucht Idee; Frankfurt am Main, den 04. November 2009
- Haveren van J.; Scott E. L.; Sanders J. (2008): Bulk chemicals from biomass. In: Biofuels, Bioproduction, Biorefineries 2, S. 41-57
- Henzelmann, T.; Mehner, S.; Zelt, T. (2008): Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen, UFOPLAN 206 14 132/04
- Holme, I. (2004): Enzymes for innovative textile treatments. In: Textiles Magazine 31 (3), S. 8-14
- Holst, N. (2010): Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe und Fördermaßnahmen des BMELV, FNR: Tagung der Nachwuchsgruppen in Oberhausen am 25.05.2010
- IFEU (2007): Nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie: Optionen und Potenziale für die Zukunft. Studie des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
- Kamm, B.; Gruber, P. R.; Kamm, M. (2006a): Biorefineries - industrial processes and products. Status quo and future directions. Vol. 1, Weinheim, Berlin, New York, Chichester: Wiley-VCH
- KFW (2009): Bericht über das ERP-Innovationsprogramm 2008
- KTN (2006): Chemistry Innovation: Bio-solvents. Chemistry Innovation, Knowledge Transfer Network (KTN)
- Kulicke, M.; Hufnagl, M.; Brandt, T.; Becker, C.; Berteit, H.; Grebe, T.; Kirbach, M.; Lübbers, T. (2010): Evaluierung des Programmstarts und der Durchführung des „Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM)“; Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

- Kulicke, M., Stahlecker, T. (2009): Mittelstandsfinanzierung: Neue Wege aus der Krise Unternehmensbefragung und Handlungsempfehlungen für neue Finanzierungsinstrumente, IHK Stuttgart
- Kurka, S.; Menrad, K. (2009): D2.1.3b Report of market acceptance of biorefinery concepts amongst consumers. [http://www.biorefinery.nl/fileadmin/biopol/user/documents/PublicDeliverables/BIOPOL\\_D\\_2\\_1\\_3b\\_-\\_Final\\_180509.pdf](http://www.biorefinery.nl/fileadmin/biopol/user/documents/PublicDeliverables/BIOPOL_D_2_1_3b_-_Final_180509.pdf); aufgerufen am 10.8.2010
- Lahl, U. (2009): Bioraffinerie: Ein wichtiger Baustein des Klimaschutzes, Deutscher Bioraffinerie-Kongress 2009
- Lundvall, B.Å. (1992): National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London
- Luther, R. (2010): Eigeninitiative und Selbstregulierung der Industrie zur Markteinführung von Bioschmierstoffen; Vortragsfolien zu Industrielle Biotechnologie – Vision oder Wirklichkeit? 11.03.2010 – FIZ, Frankfurt/M. [http://wipog.de/app/download/3343151102/R\\_Luther\\_Fuchs\\_Eigeninitiative\\_und\\_Selbstregulierung\\_Markteinfuehrung\\_von\\_Bioschmierstoffen.pdf](http://wipog.de/app/download/3343151102/R_Luther_Fuchs_Eigeninitiative_und_Selbstregulierung_Markteinfuehrung_von_Bioschmierstoffen.pdf)
- Malerba, F. (2002): Sectoral Systems of Innovation and Production. In: Research Policy 32, S. 247-254
- Marscheider-Weidemann, F.; Angerer, G.; Schleich, J. (2005): Verstärkter Einsatz von Schmier-, Verfahrens- und Treibstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe in umweltsensiblen Bereichen – Möglichkeiten zur Veränderung der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen. Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung. Karlsruhe
- Marscheider-Weidemann, F.; Hüsing, B. (2004): Abfallvermeidung bei Produktionen für organische Specialchemikalien durch den Einsatz hochspezifischer Katalysatoren. In: Forschungsbericht 201 94 313. UBA-Texte 21/04, Berlin: Umweltbundesamt
- McKinsey (2009): White Biotechnology. Press briefing, February 2009. [http://www.dsm.com/en\\_US/downloads/sustainability/white\\_biotech\\_mckinsey\\_feb\\_2009.pdf](http://www.dsm.com/en_US/downloads/sustainability/white_biotech_mckinsey_feb_2009.pdf); aufgerufen am 29.7.2010

- Müssig, J.; Carus, M. (2007): Bio-Polymerwerkstoffe sowie holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): Marktanalyse- Nachwachsende Rohstoffe Teil II. Gutachten für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Gülzow, S. 7-216
- NetBioCluE (2008): Do's and don'ts for biotech cluster development: the results of NetBioCluE. [http://www.biodirectory.it/files/art2008/pdf/NetBioCluE\\_final %20publication.pdf](http://www.biodirectory.it/files/art2008/pdf/NetBioCluE_final%20publication.pdf). aufgerufen am 2.06.2010
- Nusser, M.; Hüsing, B.; Wydra, S. (2007a): Potenzialanalyse der industriellen, weißen Biotechnologie. Karlsruhe: Fraunhofer ISI
- Nusser, M.; Sheridan, P.; Walz, R.; Seydel, P.; Wydra, S. (2007b): Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Studie für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vertreten durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow
- OECD (2008): Draft analytical report on sources of capital for industrial Biotechnology, Paris
- OECD (2009): The Bioeconomy to 2030 – Designing a Policy Agenda, Paris
- OECD (2010a): Financing and Investment Models in Industrial Biotechnology – Research methodology and first results, DSTI/STP/BIO (2009)23
- OECD (2010b): Trends in Technology and Applications – Outlook on industrial Biotechnology, DSTI/STP/BIO(2009)25
- OECD (2010c): Industry Structure and Business Models for Industrial Biotechnology, DSTI/STP/BIO(2009)22
- OECD (2010d): OECD/FAO - Agricultural Outlook 2010-2019, Paris
- OECD (2010e): Towards the Development of OECD Best Practices for assessing sustainability of bio-based products, Paris
- Oertel, D. (2007): Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Sachstandsbericht zum Monitoring »Nachwachsende Rohstoffe«. Arbeitsbericht für das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Nr. 114, Berlin

- Patel, M.; Crank, M.; Dornburg, V.; Hermann, B.; Roes, L.; Hüsing, B.; Overbeek, L.; Terragni, F.; Recchia, E. (2006): Medium and Long-term Opportunities and Risks of the Biotechnological Production of Bulk Chemicals from Renewable Resources - The Potential of White Biotechnology, Utrecht: Utrecht University, Department of Science, Technology and Society (STS)/Copernicus Institute
- Perfumo, A.; Rancich, I.; Banat, I. (2010): Possibilities and Challenges for Biosurfactants Uses in Petroleum Industry. In: Sen, R. (Hrsg): Biosurfactants. Landes Bio-science, Springer
- Petrovic, Z.S. (2008): Polyurethanes from vegetable oils. In: Polymer Reviews 48 (1), S. 109-155
- Pflaum, H.; Kabasci, S.; Merrettig-Bruns, U.; Rettweiler, M.; Sayder, B.; Schnell, U.; Nusser, M.; Hartig, J.; Hüsing, B.; Selt, J.; Wydra, S. (2008): Potenzialstudie „Anwendungspotenziale der Bioverfahrenstechnik (weiße Biotechnologie) in Nordrhein-Westfalen“, Karlsruhe, Oberhausen: Fraunhofer ISI, Fraunhofer UMSICHT
- Pham, H.Q.; Marks, M.J. (2005): Epoxy Resins. In: Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry 2007, 7th edition online. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA DOI: 10.1002/14356007.a09\_547.pub2
- PHB Industrial (2008): Biocycle website: [www.biocycle.com.br](http://www.biocycle.com.br); aufgerufen am 31.5.2010
- Piringer, O.G.; Baner, A. L. (2008): Plastic packaging: interactions with food and pharmaceuticals (2nd ed.), Wiley-VCH. ISBN 9783527314553
- Prognos (2010): Bedeutung von Wagnis- und Beteiligungskapital für die Standortentwicklung in Ostdeutschland.
- Ramachandran, T.; Karthik, T. (2004): Application of genetic engineering and enzymes in textiles. In: Journal of the Institution of Engineers (India), Part TX: Textile Engineering Division 84 (2), S. 32-36
- Rammer, C. (2006): Unternehmensdynamik in Deutschland 1995-2004 im internationalen Vergleich: Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige, Rahmenbedingungen für Unternehmensgründungen und Entwicklung des Wagniskapitalmarktes, Studie zum deutschen Innovationssystem 09-2006
- Rammer, C. (2009): Innovations- und Technologiepolitik im Rahmen der Technischen Zusammenarbeit, November 2009

- Rammer, C.; Sellenthin, M. O.; Fraass, B. (2008): Biotechnology in Germany, In: Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments: The „Policy Mix“ project, Centre for European Economic Research
- Rennings, K.; Rammer, C.; Oberndorfer, U.; Jacob, K.; Boie, G.; Brucksch, S.; Eisgruber, J.; Haum, R.; Mußler, P.; Schossig, C.; Vagt, H. (2008): Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen – Bestandsaufnahme, Bewertung und Defizitanalyse. In Umweltbundesamt, Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (eds): Umwelt, Innovation, Beschäftigung. 02/08, Berlin
- Rhein, H.B.; Ulber, R. (2009): Vorstudie zum Projekt Anreize für die Entwicklung und Anwendung umweltfreundlicher biotechnischer Produkte und Verfahren. Studie im Auftrag Umweltbundesamtes
- Richter, S. (2003): Abfallvermeidung bei Produktionen für organische Spezialchemikalien durch den Einsatz weiterentwickelter Katalysatoren. In: Fachgespräch zum UBA-Forschungsprojekt (FKZ 201 94 313). UBA-Texte 17/03, Berlin: Umweltbundesamt
- Rosenau, B. (2007): Polyamides (PA), In: Kunststoffe International 10/2007
- Salimon, J.; Salih, N.; Yousif, E. (2010): Biolubricants: Raw materials, chemical modifications and environmental benefits. In: European Journal of Lipid Science Technology 112, S. 519-530
- Schäfer, T. (2010): The gradual feedstock change: Perspectives for Industrial Biotechnology in a world with volatile crude oil prices, Novozymes, 07.06.2010, Frankfurt
- Schnarr (2010): Normung und Zertifizierung - Fachkongress Biobasierte Kunststoffe 2010, Berlin
- Shen, L.; Haufe J.; Patel, M. K. (2009) Product overview and market projection of emerging bio-based plastics. University Utrecht
- Skirba, W. (2009): Analysis of the UK Capabilities in Industrial Biotechnology in Relation to the Rest of the World, Feb. 2009, Chester
- Solvay (2007): Solvay press release: Solvay Indupa will produce bioethanol-based vinyl in Brazil & considers state-of-the-art power generation in Argentina. 14.10.2007



- Strey, J. (2010): Das GO-Bio-Programm zur Förderung von forschungsbasierten Gründungen im Bereich Biotechnologie Informationen zur 4. Bewerbungsrunde; [www.go-bio.de/lw\\_resource/.../GO-Bio\\_Praesentation\\_aktualisiert.pdf](http://www.go-bio.de/lw_resource/.../GO-Bio_Praesentation_aktualisiert.pdf)
- Subventionsbericht (2010): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2007 bis 2010, 22. Subventionsbericht. Deutscher Bundestag Drucksache 17/465
- Teijin (2007): Teijin Launches BIOFRONT Heat-Resistant Bio Plastic. Teijin Limited News Release, 12 September 2007, <http://www.teijin.co.jp/english/news/2007/ebd070912.html>
- Thrän, D.; Kaltschmitt, M.; Kicherer, A. (2008): Kriterienmatrix zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Berlin: E. Schmidt (Initiativen zum Umweltschutz, 69)
- Treffenfeldt, W.; Fischer, R.; Heiden, S.; Hirth, T.; Maurer, K.-H.; Müller-Röber, B.; Patermann, C.; Schäfer, T.; Schmid, A.; Sieden, C.; Weuster-Botz, D. und Zinke, H. (2010): Beitrag der Industriellen Biotechnologie zum wirtschaftlichen Wandel in Deutschland. BioÖkonomieRat: <http://www.biooekonomierat.de>
- VCI (Verband der Chemischen Industrie) (2010a): Rohstoffbasis der chemischen Industrie: Daten und Fakten. Stand 02.06.2010, Frankfurt/Main
- VCI (Verband der Chemischen Industrie) (2010b): Chemiewirtschaft in Zahlen: Ausgabe 2010, Frankfurt/Main
- VCI/DIB (2010): Statusbericht zu möglichen Potenzialen von Bioraffinerien für die Bereitstellung von Rohstoffen in Industrie und Forschung, Stand 07.01.2010
- Von Armansperg, M.; Patel, M. (2007): Weiße Biotechnologie. In: Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): Marktanalyse- Nachwachsende Rohstoffe Teil II. Gutachten für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Gülzow, S. 217-332
- Walz, R.; Ostertag, K.; Doll, C.; Eichhammer, W.; Frietsch, R.; Helfrich, N.; Arscheider-Weidemann, F.; Sartorius, C.; Fichter, K.; Beucker, S.; Schug, H.; Eickenbusch, H.; Zweck, A.; Grimm, V.; Luther, W. (2008): Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten, UBA-FB 001084
- World Economic Forum (2010) – The Future of Industrial Biorefineries. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FutureIndustrialBiorefineries\\_Report\\_2010.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FutureIndustrialBiorefineries_Report_2010.pdf)

- 
- Wenig, B. (2007): Nachwachsende Rohstoffe – Spitzentechnologie ohne Ende. FNR e.V. (Hrsg), Gülzow
- Wildes, S.G. (2007): Solvents. A market opportunity study. United Soybean Board
- Wydra, S. (2009): Produktions- und Beschäftigungseffekte neuer Technologien – Am Beispiel der Biotechnologie, Dissertation, Peter-Lang Verlag, Reihe Hohenheimer Volkswirtschaftliche Schriften Nr. 62
- Zimmermann, V. (2009): ERP-Innovationsprogramm: Innovationsaktivitäten der geförderten Unternehmen, Nr. 14