

Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen

M. Weber, H. Rohracher et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

31/2006

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>
oder bei:

Projektfabrik Waldhör
Währingerstraße 121/3
1180 Wien

Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen

M. Weber, K. Kubeczko, K.-H. Leitner, K. Whitelegg
ARC Systems Research GmbH

I. Oehme, H. Rohracher, P. Späth
IFF / IFZ

Wien / Graz, Juli 2005

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT. Sie wurde im Jahr 2000 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften als mehrjährige Forschungs- und Technologieinitiative gestartet. Mit der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT sollen durch Forschung und Technologieentwicklung innovative Technologiesprünge mit hohem Marktpotential initiiert und realisiert werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements und der großen Kooperationsbereitschaft der beteiligten Forschungseinrichtungen und Betriebe konnten bereits richtungsweisende und auch international anerkannte Ergebnisse erzielt werden. Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt über den hohen Erwartungen und ist eine gute Grundlage für erfolgreiche Umsetzungsstrategien. Anfragen bezüglich internationaler Kooperationen bestätigen die in FABRIK DER ZUKUNFT verfolgte Strategie.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse – seien es Grundlagenarbeiten, Konzepte oder Technologieentwicklungen – erfolgreich umzusetzen und zu verbreiten. Dies soll nach Möglichkeit durch konkrete Demonstrationsprojekte unterstützt werden. Deshalb ist es auch ein spezielles Anliegen die aktuellen Ergebnisse der interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Homepage www.FABRIKderZukunft.at und die Schriftenreihe gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung	1
Short Summary	2
Zusammenfassung	3
Executive Summary	10
1 Einleitung	17
1.1 Hintergrund: Transitionen zu mehr Nachhaltigkeit	17
1.2 Forschungs- und Technologieprogramme für Nachhaltigkeit	18
1.3 Zielsetzungen	19
2 Ansatz und Methodik	21
2.1 Transition Management	21
2.2 Transitionen: Grundkonzept und Relevanz	21
2.3 Die Politikperspektive: Von Transitionen zu Transition Management	24
2.4 Grenzen und Anpassungsbedarf von Transition Management	25
2.5 Die zentrale Betrachtungsebene: Transitionsfelder	27
2.6 Methodik des Szenarien-Prozesses	29
3 Bioraffinerie	40
3.1 Technische Grundlagen und Umsetzung in Österreich	40
3.2 Szenarien zur Entwicklung der Bioraffinerie in Österreich	43
3.3 Szenarienübergreifende Erkenntnisse	58
4 Wood Plastic Composites und Biopolymere	63
4.1 Grundlagen zu Konzepten und Technik: Werkstoffe und Anwendungen	63
4.2 Szenarien zu Wood Plastic Composites und Biopolymeren	69
4.3 Szenarienübergreifende Erkenntnisse	95
5 Schlussfolgerungen	100
5.1 FTI-Politik – Zur Rolle von Szenarioprozessen in Technologieprogrammen für Nachhaltigkeit	100
5.2 Erfahrungen und Anwendungspotenziale der entwickelten Methodik	106
6 Referenzen	112
7 Anhang A: Interviewpartner und WorkshopteilnehmerInnen zur Fallstudie Bioraffinerie	115
8 Anhang B: Interviewpartner und WorkshopteilnehmerInnen zur Fallstudie WPCs und Biopolymere	117

Kurzzusammenfassung

Das Projekt „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ wurde im Rahmen der strategischen Begleitforschung zur Forschungsprogrammlinie „Fabrik der Zukunft“ durchgeführt und sollte dementsprechend zu deren thematischer und struktureller Weiterentwicklung beitragen. Vor dem Hintergrund langfristiger Transitionsstrategien in Hinblick auf nachhaltigere Produktions- und Nutzungssysteme soll hierbei insbesondere der mögliche Beitrag im Rahmen der Forschungs- und Technologiepolitik herausgearbeitet werden. Erstens sollen grundlegende Ansatzpunkte hinsichtlich der Strukturen, Prozesse und Maßnahmen identifiziert werden, auf deren Basis Transitionsprozesse durch forschungs- und technologiepolitische Maßnahmen, aber auch durch Initiativen in anderen Politikfeldern, unterstützt und flankiert werden können. Zweitens sollen anhand zweier ausgewählter Beispielfelder deren Entwicklungspotenziale im Sinne derartiger Transitionen und die Möglichkeiten der politischen Gestaltung in konkreter Form ausgelotet werden. Diese Ergebnisse können dann auch in die Weiterentwicklung technologiepolitischer Programme wie der „Fabrik der Zukunft“ einfließen.

In theoretischer Hinsicht baut das Projekt dabei auf dem Konzept des *Transition Management* auf, das aber der Weiterentwicklung in Bezug auf die Untersuchung von Produktions- und Nutzungssystemen im österreichischen Kontext bedurfte. Um zukünftige Transitionspfade untersuchen, bewerten und im Hinblick auf Akteursstrategien analysieren zu können, wurde eine spezielle Szenario-Methode entwickelt. Diese wurde im Rahmen von jeweils drei Workshops in zwei Beispielfeldern umgesetzt: 1) Bioraffinerie und 2) Wood Plastic Composites/Biopolymere. Es wurden jeweils drei unterschiedliche Szenarien entwickelt und ausformuliert, die qualitativ unterschiedliche aber dennoch mögliche Zukunftsentwicklungen abbilden, diese im Hinblick auf die damit verbundenen Chancen und Risiken bewerten und hierauf aufbauend Hinweise für geeignete Handlungsstrategien der wesentlichen, die zukünftige Entwicklung mitgestaltenden Akteure formulieren. Ein besonderes Gewicht wurde dabei auf den Bereich der Politik gelegt, wo neben der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik auch andere Politikbereiche als wesentliche Mitgestalter ins Spiel kommen.

Aufbauend auf den Erkenntnissen des Projekts konnten darüber hinaus auch Erkenntnisse im Hinblick auf Fragen der Programm- und Strategieentwicklung im Bereich der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik gewonnen werden. So eignen sich Szenario-Prozesse wie der in diesem Projekt entwickelte nicht nur als Unterstützung der strategischen und thematischen Weiterentwicklung von Forschungs- und Technologieprogrammen, sondern grundsätzlich auch für ähnliche Aufgaben auf der Ebene nationaler Politikstrategien im Bereich Forschung, Innovation und Technologie.

Der vorliegende Endbericht erläutert im ersten Kapitel (Einleitung) zunächst die Hintergründe, Motive und Zielsetzungen des Projekts im Detail. Das darauf folgende Kapitel zu Ansatz und Methodik dient dann der Herleitung und Darstellung des konzeptiv-theoretischen Zugangs und der methodischen Herangehensweise, auf deren Grundlage dann die Szenario-Entwicklung und -auswertung durchgeführt wurde. Die Kapitel 3 und 4 sind dann den beiden Fallbeispielen Bioraffinerie und Wood Plastic Composites/Biopolymere gewidmet. Neben der Darstellung und Bewertung der Szenarien werden auch die strategischen Konsequenzen für die verschiedenen Akteure erläutert. Hierbei werden nicht nur Betrachtungen innerhalb der einzelnen Szenarien angestellt, sondern auch szenarienübergreifende Schlüsse gezogen. Das abschließende fünfte Kapitel dient der zusammenfassenden Darstellung der Schlussfolgerungen, die in Bezug auf Programmentwicklung, Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik und angrenzende Politikfelder gezogen werden können.

Short Summary

The project 'Transition to sustainable production systems' is an accompanying measure funded within the research programme "Factory of Tomorrow". It aims at supporting the thematic and structural development of the programme. The project concentrates on the possible contributions of research and technology policy, taking long-term transition strategies towards sustainable production and consumption systems into account. Firstly, it aims at identifying possible cornerstones for the design of structures, processes and measures to support and frame transition processes by means of research and technology policy as well as by initiatives in other policy areas. Secondly, two selected areas of sustainable manufacturing will serve as case examples to study the potential for transitions in a detailed manner and to assess the possibilities of shaping such transitions by means of public policy. The outcomes can be used for the advancement of technology programmes similar to "Factory of Tomorrow".

In theoretical terms, the project builds on the approach of Transition Management, which had to be further developed and adapted to meet the requirements of an investigation for production-consumption systems in the Austrian context. A specific scenario methodology was developed in order to explore and assess future transition paths and to analyse corresponding actor strategies. Three workshops served as the backbone of the methodology. The methodology was applied to two example areas: 1) biorefineries and 2) wood-plastic composites/biopolymers. In each of the two cases, three different scenarios were developed and specified, describing qualitatively different but feasible futures. These scenarios were assessed in terms of the opportunities and risks they entail, in order to derive strategic options for the different actors who contribute to shaping the future of the two example areas. Particular emphasis was put on the role of policy actors. Apart from actors in research, technology and innovation policy also actors from other policy areas shaping the future of sustainable production were involved.

Building on the findings of this project, insights could be gained in terms of programme and strategy development in research, technology and innovation policy. Scenario processes like the one developed and tested in this project can not only be used in support of the strategic and thematic advancement of research and technology programmes, but also for similar purposes at the level of national policy strategies in the field of research, innovation and technology.

The background, motivation and objectives of the project are explained in detail in the first chapter (introduction) of this final report. The subsequent chapter develops and presents the conceptual and theoretical framework and the methodology on the basis of which the scenarios are developed and analysed. Chapters three and four concentrate on the findings of the two cases biorefineries and wood-plastic-composites/biopolymers. Apart from presenting and assessing the scenarios, also the strategic consequences for the main actor groups are explained, both within each of the individual scenarios and across them. The final chapter summarizes the main conclusions with respect to programme development, research, technology and innovation policy, and adjacent policy areas.

Zusammenfassung

Projekthintergrund und Ziele

Das Projekt „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ wurde im Rahmen der strategischen Begleitforschung zur Forschungsprogrammlinie „Fabrik der Zukunft“ durchgeführt und soll zu deren thematischer und struktureller Weiterentwicklung beitragen.

Mit dem Konzept des „Transition Management“, das diesem Projekt zugrunde liegt, wird der langfristige, systemische und nicht zentral steuerbare Charakter von Veränderungsprozessen in Richtung Nachhaltigkeit betont. Transitionen erfordern Systemveränderung, d.h. neben technologischen Innovationen sind auch organisatorische, soziale und institutionelle Veränderungen (d.h. Systeminnovationen) notwendig, um nachhaltigeren Technologien zum Durchbruch zu verhelfen.

Im Rahmen des Projekts „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ steht jedoch weniger der Wandel des gesamten Produktionssystems im Vordergrund, als die Frage, ob und in welcher Form durch Forschungs- und Technologieprogramme möglichst effektive Impulse für die Transition von spezifischen Produktions-Nutzungssystemen gesetzt werden können. Der mögliche Beitrag von Forschungs- und Technologieprogrammen zu langfristigen Transitionsstrategien wird dabei auf zwei Ebenen herausgearbeitet: Erstens werden Empfehlungen zu den Prozessen und Strukturen gegeben, auf deren Basis nachhaltigkeitsorientierte Programme wie das der Fabrik der Zukunft konzipiert und weiterentwickelt werden können. Zweitens werden anhand zweier ausgewählter Beispielfelder die Potenziale solcher Programme ausgelotet, zu einer fokussierten, strategischen und politikfeldübergreifenden Umgestaltung von Produktions-Nutzungssystemen in Richtung mehr Nachhaltigkeit beizutragen.

Die Ziele des Projekts waren dementsprechend:

- Entwicklung sozio-technischer Szenarien für Transitionsprozesse hin zu einem nachhaltigkeitsorientierten Produktions- und Nutzungssystem für ausgewählte Transitionsfelder.
- Orientierung liefern für zukünftige forschungs- und technologiepolitische Ansatzpunkte, sowie für andere relevante Politikbereiche in den ausgewählten Transitionsfeldern („Leitbilder“ auf der Ebene von Transitionsfeldern).
- Verallgemeinerung der Ergebnisse im Hinblick auf forschungs- und technologiepolitische Strategien und Programme und Übertragung auf andere Transitionsfelder.
- Unterstützung von Lern- und Austauschprozessen zwischen ausgewählten Projekten des Programms.

Transitionsfelder als Ansatzpunkt für Veränderungen

Durch die Definition von Transitionsfeldern (konkret: Bioraffinerien sowie Wood Plastic Composites (WPC) / Biopolymere) wurde versucht, eine enge Verbindung herzustellen zwischen den konkreten Technologieprojekten des Programms „Fabrik der Zukunft“ und den allgemeinen Nachhaltigkeitszielen auf der Ebene von Bedürfnisfeldern. Nachhaltigkeitsorientierte Leitbilder, Visionen und Kriterien werden zumeist auf der Ebene von Bedürfnisfeldern definiert, die meist nicht kongruent sind mit einzelnen Technologieprojekten eines Forschungsprogramms. Die Ausrichtung auf eine Zwischenebene von Transitionsfeldern, d.h. die Konkretisierung von allgemeinen Visionen und die Bündelung von Einzeltechnologien auf dieser Ebene, soll es erlauben, systemische Wechselwirkungen zwischen Technologien, Bedürfnissen und institutionellem Umfeld mitzuerfassen und damit eine Ebene für

effektivere politische Beiträge zur Förderung von Nachhaltigkeit zu schaffen, als dies durch die Unterstützung einzelner Nachhaltigkeitstechnologien der Fall wäre.

Die Auswahl der beiden exemplarischen Transitionsfelder Bioraffinerie und WPC/Biopolymere orientierte sich an folgenden Kriterien:

- Ist das Transitionsfeld Gegenstand von Projekten des Programms?
- Ist das Transitionsfeld relevant und für den Szenario-Prozess geeignet?
- Bietet die Kombination der ausgewählten Transitionsfelder einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn, d.h. ergänzen sich diese in ihrer Aussagekraft?
- Gibt es genug Potenzial für eine Vernetzung des Transitionsfeldes im europäischen Kontext?
- Existiert eine Leitfigur/Leitorganisation, die die Koordination der zukünftigen Umsetzung einer Transitionsstrategie übernehmen könnte?

Gemeinsam mit Projektbeteiligten im Programm „Fabrik der Zukunft“ sowie zusätzlichen Stakeholdern, z.B. einschlägigen Firmen, wurden in einem partizipativen Prozess Szenarien auf der Ebene der Transitionsfelder entwickelt, die als Orientierungsrahmen für die zukünftige Entwicklung dieser Felder dienen können. Je Transitionsfeld wurden dabei drei Workshops für die Szenarioentwicklung durchgeführt. Konkret wurde die Methodologie in folgenden Schritten umgesetzt:

1. Entwicklung von Rahmenszenarien: Diese Rahmenszenarien spiegeln die möglichen Veränderungen der Kontexte für die Transitionsfelder wider.
2. Spezifizierung der Szenarien in Form von Zukunftsbildern auf der Ebene der Transitionsfelder.
3. Einschätzung der Zukunftsbilder im Hinblick auf Nachhaltigkeit.
4. Bestimmung möglicher Transitionspfade, d.h. Schritte und Handlungsstrategien hin zu nachhaltigen Szenariovarianten.
5. Politikanalyse: Identifikation politischer Handlungsmöglichkeiten im Transitionsfeld (auch über das konkrete Programm hinausgehend) sowie Hinweise für die weitere Programmgestaltung.

Die Szenarien dienen dementsprechend der Antizipation *möglicher* Entwicklungen und ihrer Chancen und Risiken, nicht zur ihrer Vorhersage. Qualitativ unterschiedliche Zukünfte können dabei als „Arbeitsmittel“ gesehen werden, um über eigene Handlungsstrategien und deren Einbettung nachzudenken. Sie bieten also auch eine Grundlage für „robuste und adaptive“ Politikstrategien, insbesondere in Bereichen, in denen das Zusammenspiel verschiedener Einflussfaktoren besonders komplex ist und präzisere Vorhersagen unmöglich sind.

Szenarien für zwei Fallstudien

Fallstudie 1: Bioraffinerien als Produktions- und Nutzungskonzept

Das Interesse am Produktionskonzept „Bioraffinerie“ basiert auf internationalen Entwicklungen und Forschungsarbeiten seit den späten neunziger Jahren. Österreichische WissenschaftlerInnen verfolgen dabei insbesondere die Strategie, „Grüne Bioraffinerien“ zu entwickeln, die an die besonderen ökologischen und ökonomischen Bedürfnisse ländlicher Regionen in Österreich angepasst sind. „Grüne Bioraffinerien“ werden dabei definiert als „komplexe Systeme nachhaltiger, umwelt- und ressourcenschonender Technologien zur umfassenden stofflichen und energetischen Nutzung bzw. Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen in Form von Grün- und Abfallbiomassen mit dem Ziel

nachhaltiger regionaler Landnutzung“. Bisher wurde in diesem Feld jedoch – bei geringer industrieller Unterstützung und mit sehr begrenzten Forschungsmitteln – kein Durchbruch erzielt.

Eine große Herausforderung besteht darin, wirtschaftlich tragfähige oder zumindest aussichtsreiche Kombinationen aus verschiedenen Bioraffinerieprodukten zu finden. Dabei spielen neben den Erwartungen bezüglich der Preisentwicklungen alternativer Rohstoffe bzw. Produktionsweisen und den Erwartungen bezüglich der Nachfrageentwicklung (z.B. bezüglich spezieller Qualitäten) auch externe Faktoren wie der Ölpreis und finanzielle Anreizsysteme (z.B. für nicht-landwirtschaftliche Flächennutzung) eine Rolle. Bezüglich der technischen Reife der für Bioraffinerien benötigten Technologien ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Während einerseits Zuversicht herrscht, dass die technischen Probleme gelöst werden können, erscheinen andererseits zentrale Verfahrensschritte in ihrer Wirtschaftlichkeit und ökologischen Vorteilhaftigkeit noch in hohem Maße ungewiss. In diesem Kontext hat sich die partizipative Entwicklung von sozio-technischen Szenarien als äußerst produktiv für die Abschätzung von Chancen und Risiken der Bioraffinerie bewährt.

Drei Szenarien zu Bioraffinerien in Österreich

In Workshops mit relevanten Akteuren aus Entwicklung und Umsetzung von Bioraffinerien wurden drei Szenarien zur möglichen Entwicklung von Bioraffinerien in Österreich erarbeitet. Auf einem ersten Workshop wurden zunächst „wichtige Einflussgrößen“ identifiziert und in Form von „partiellen Wirkungszusammenhängen“ oder „Storylines“ (zunächst weitgehend explorativ) ausformuliert. In den folgenden Workshops wurden sie weiterentwickelt und durch Nachhaltigkeitsbewertungen und Schlussfolgerungen bezüglich politischer Handlungsspielräume ergänzt.

Im Szenario 1, „*Made in Styria*“, kann sich unter günstigen Bedingungen eine dezentrale und regional angepasste Variante der Bioraffinerie durchsetzen. Grundlage ist eine intensive Kooperation vieler Akteure in Österreich, die politisch starken Rückhalt hat und entsprechend durch koordinierte Programme und Gesetze in verschiedenen Politikfeldern begünstigt wird. Auf internationaler Ebene sind außerdem günstige wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen gegeben. So lassen sich mit den ursprünglich in Nischenmärkten entwickelten Bioraffinerien Kostenvorteile für weite Teile der Grundstoffwirtschaft erschließen.

Im Szenario 2, „*Big Players entdecken die Bioraffinerie*“, wird hingegen die entscheidende Initiative von transnationalen Konzernen erwartet. Sie entwickeln – in privat finanzierter F&E – das Konzept im Sinne großtechnischer Anlagen weiter, die mit agro-industriell erzeugten Rohstoffen aus einem weiten Umkreis betrieben werden. Sie haben als zentrale Abnehmer der Rohstoffe eine große Marktmacht und nutzen diese bei der Durchsetzung von Preisen, Lieferbedingungen und Qualitätsanforderungen. Als integrierte Konzerne mit einer großen Wertschöpfungstiefe können sie aus Produktqualitäten systematisch ganze Produktketten und zunehmend Kostenvorteile (und Imagevorteile) der integrierten und reststoffarmen Produktion in den Raffinerien nutzen.

Das Szenario 3, „*Im Schlepptau der Bio-Energie*“, hingegen setzt darauf, dass die politisch geförderte energetische Nutzung von Biomasse mit ihren entsprechenden Stoffflüssen und Infrastrukturentwicklungen auch für die stoffliche Biomassenutzung sinkende Kosten hervorbringt. Wenn bei steigenden Kosten für fossile Energieträger Biomasse für die energetische Nutzung gesammelt und aufbereitet wird, kann die stoffliche Nutzung der besonders lukrativen Biomassefraktionen kostengünstig durch eine Ausschleusung erreicht werden. Schließlich werden die volkswirtschaftlichen Vorteile einer stofflichen Nutzung auch durch eine entsprechende Gestaltung der Marktbedingungen realisiert.

Nachhaltigkeitsbewertung

Die ausgearbeiteten explorativen Szenarien dienen als Ausgangspunkt für eine Einschätzung von Potentialen und Gefahren im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der betroffenen Sektoren. Ausgangspunkt für die Auswahl von Kriterien für eine solche Bewertung lieferte die Technikfolgenabschätzung zur grünen Bioraffinerie (Schidler 2003) sowie die Kriterien der Hermann von Helmholtz Gesellschaft Deutscher Forschungszentren (Grunwald et al. 2001). Wie sich herausstellte, ist eine substantielle Nachhaltigkeitsbewertung in einem solch frühen Stadium technologischer Entwicklungen mangels belastbarer Daten kaum durchführbar. Insofern kam der qualitativen Identifikation von „critical issues“, d.h. von Schlüsselaspekten, die in den verschiedenen Szenarien der besonderen Aufmerksamkeit bedürfen, eine große Bedeutung zu.

Identifikation von Umsetzungsschritten

Die Zukunftsbilder und Bewertungen dienen schließlich in einem dritten Workshop als Basis für die Erarbeitung von Entwicklungspfaden. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk gelegt auf Barrieren, systemische Effekte, Anforderungen/Voraussetzungen und kritische Faktoren bzw. Ereignisse, die für die Gestaltung der Zukunftsbilder im Sinne von Nachhaltigkeit von großer Bedeutung sind.

Neben konkreten inhaltlichen Forschungsbedarf wurden von den WorkshopteilnehmerInnen auch Anforderungen an Instrumente der Strategieentwicklung, Netzwerkbildung und Forschungsförderung formuliert. Insbesondere eine mittelfristig verlässliche F&E-Förderung wurde als zentral zur Durchsetzung einer Systeminnovation wie der Bioraffinerie identifiziert. Darüber hinaus wurde betont, dass der Integration österreichischer F&E-Aktivitäten in den europäischen Kontext eine große Bedeutung zukommt. Einerseits sind entscheidende Rahmenbedingungen und Steuerungsmöglichkeiten mit der europäischen Regulierung, Förderpolitik und nicht zuletzt auch der Agrarpolitik verbunden. Daneben werden aber auch Forschungsimpulse auf dieser Ebene als entscheidend angesehen.

Auch die Notwendigkeit der Abstimmung von F&E-Maßnahmen mit anderen Politikfeldern trat klar zu Tage: ein umfassender Mix von zielgerichteten Maßnahmen in traditionell eher von einander geschiedenen Bereichen wie der Landwirtschaftspolitik, der Regionalentwicklung, der Ressourcenbesteuerung und ordnungspolitischen Maßnahmen wie Kennzeichnungspflichten etc. erscheint zwingend notwendig, um einem Konzept wie Bioraffinerien zum Durchbruch zu verhelfen und eine Transition zu einem nachhaltigeren Produktions-Nutzungssystem zu unterstützen.

Die TeilnehmerInnen äußerten in Summe eine gewisse Skepsis in Bezug auf die Entwicklungsperspektiven von Bioraffinerien in einem als ungünstig wahrgenommenen Umfeld. Eine gewisse Ernüchterung war damit durchaus ein wichtiges Ergebnis der Workshops, welche für die TeilnehmerInnen Anlass waren, „realistische“ Perspektiven und Varianten zu durchdenken.

Fallstudie 2: Substitution von Kunststoffen durch Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe und langlebige Biopolymere

Auf Basis der Projekte in der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wurden drei Werkstoffe identifiziert, die nachwachsende Rohstoffe als Ressourcenbasis verwenden und zu denen in Österreich F&E Aktivitäten durchgeführt werden. Dabei handelt es sich um Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe (wood plastic composites, WPC), Biopolymere und Naturfaserverstärkte Verbundstoffe; Werkstoffe die sich teilweise in der Anwendung befinden oder kurz davor stehen.

Analog zur Fallstudie Bioraffinerie wurden drei unterschiedliche Szenarien entwickelt, wobei sich die ersten zwei durch die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und den Entwicklungsstand bei den Werkstoffen WPC und Biopolymere unterscheiden. Das dritte Szenario ist durch die Betonung des „Leuchtturm-Charakters“ von neuen Anwendungen und Produkten gekennzeichnet und weist auf die Bedeutung der Nachfrageorientierung hin. Mangels aktiver Beteiligung von Akteuren aus dem Bereich der naturfaserverstärkten Kunststoffe konnte in den Szenarien auf die Spezifika des Werkstoffs nicht näher eingegangen werden.

Szenarien zu WPCs und Biopolymere in Österreich

Das erste Szenario „*Substitution rechnet sich – WPCs*“ baut auf dem bereits bestehenden Erfolgen im Bereich dieses Werkstoffs auf. Im Rahmen dieses Szenarios wird das zukünftige Potential der Wood Plastic Composites nicht zuletzt auch aufgrund steigender fossiler Rohstoffpreise ausgenutzt werden können. Unternehmen beginnen in Folge zunehmend herkömmliche Kunststoffe durch WPCs zu substituieren. Ebenso wird Holz in bestimmten Anwendungen substituiert, vor allem dort, wo technische Eigenschaften, Gewicht und Geometrie von Bedeutung sind. F&E Anstrengungen konzentrieren sich vorwiegend auf die Entwicklung von WPCs zur Substitution von Kunststoffprodukten und teilweise Holzprodukten für unterschiedlichste Anwendungen. F&E-Akteure, Produzenten, Ausrüster und Kunden sind in Österreich vorhanden und es ergibt sich auf Grund der Technologieführerschaft – vor allem getragen durch Wood K plus eine gute Ausgangsbasis im europäischen Markt.

Das zweite Szenario „*Substitution rechnet sich – Biopolymere*“ konzentriert sich auf die Perspektiven für Biopolymere unter ähnlichen Annahmen wie im Falle der WPCs. Es wird also von weiter steigenden Rohölpreisen ausgegangen. Zusätzlich ist die Annahme, dass durch eine koordinierte Vorgehensweise der Landwirtschaft die Rohstoffe für die Produktion von Biopolymeren bereitgestellt werden und dieser Sektor das Potential erkennt und aufgreift. Ein wichtiges Potential für die Verwendung von Biopolymeren besteht im Bereich der abbaubaren Verpackungen: Vor dem Hintergrund flankierender politischer Unterstützung und Regulierung, insbesondere im Bereich Landwirtschafts- und Umweltpolitik, kann sich die österreichische Industrie in globalen Nischen positionieren. Es müssen längerfristig jedoch auch Produkteigenschaften erzielt werden, die langlebige Produkte und technische Produkte umfassen, da das Potential bei rein biologisch abbaubaren Biopolymeren begrenzt ist.

Im dritten Szenario „*Leuchtturm-Produkte mit Pfiff*“ werden Anwendungen der „neuen Werkstoffe“ in erster Linie durch die Entwicklung innovativer Produkte vorangetrieben. Deren Erfolg beruht einerseits auf der Nutzung der besonderen Eigenschaften dieser Werkstoffe, andererseits aber auch auf der Verbindung mit Dienstleistungen und Qualitäten, die die Kunden emotional ansprechen. Dementsprechend kommt dem Marketing dieser Produkte eine besondere Bedeutung zu.

Bewertungen und Handlungsstrategien

Für alle drei Szenarien wurden in einem der drei abgehaltenen Workshops im Sinne einer Nachhaltigkeitsbewertung Chancen und Risiken der Szenarien identifiziert. Die Bewertung der Nachhaltigen Entwicklung in Verbindung mit den Szenarien wurde in sechs Kategorien durchgeführt: Wirtschaft, Beschäftigung, Umwelt, Regionalentwicklung, Wissen und Netzwerke.

Die Experten und Akteure schätzen die Realisierbarkeit von Szenario 1 am höchsten ein. Auch das Szenario 3 hat gute Chancen auf Realisierbarkeit. Szenario 2 werden keine sehr großen Chancen zur Verwirklichung eingeräumt. Ein anderes Bild zeigt sich bei der Bewertung der Wünschbarkeit. Szenario 3 wird als besonders wünschbar bewertet. Die hohe Wünschbarkeit von Szenario 2 steht in großem Gegensatz zur Realisierbarkeit.

Szenarioübergreifender F&E Bedarf besteht einerseits bei Produkteigenschaften wie Dauerhaftigkeit, Abbaubarkeit und hygroskopischen Eigenschaften. Ein besonderes Augenmerk sollte aber auch auf die sozialwissenschaftliche Forschung in Bezug auf Marktforschung gelegt werden, und zwar insbesondere aufgrund des dritten Szenarios. Forschungsbedarf besteht weiters bei der Analyse der Auswirkungen der Szenarien auf Klimaschutzziele und über den Produktlebenszyklus. Hier ist insbesondere interdisziplinäre Forschung zwischen Sozial- und Naturwissenschaften gefordert.

Schlussfolgerungen für die Gestaltung von Technologieprogrammen

Das diesem Projekt zugrunde liegende Verständnis von Transitionsprozessen und die entwickelte Methodik einer interaktiven Entwicklung sozio-technischer Szenarien hat sich im Rahmen der Fallstudien bewährt und das Potential bewiesen, auch generell im Rahmen von Forschungs- und Technologieprogrammen sowie auf der Ebene der Technologie- und Innovationspolitik erfolgreich eingesetzt zu werden.

Auch wenn sich Forschungs- und Technologieprogramme meist allein schon aufgrund begrenzter Ressourcen auf Kernaufgaben beschränken müssen, sollten die für einen Systemwandel notwendigen Aspekte mitbedacht werden, um die technisch orientierten Aufgabenstellungen des Programms sinnvoll definieren zu können und Schnittstellen mit anderen Politikbereichen zu identifizieren und ggf. Kooperationen zu initiieren. Wie die Erfahrungen des Projekts gezeigt haben, kann die Entwicklung sozio-technischer Szenarien dabei eine wichtige Unterstützungsfunktion erfüllen:

- „Community-Building“ und damit der Aufbau von Netzwerken und Clustern in den bearbeiteten Themenfeldern;
- Leitbildentwicklung;
- Exploration von Varianten zukünftiger Kontexte für Technologieentwicklung;
- Identifikation kritischer Probleme und sinnvoller Forschungsstrategien;
- Identifikation von Anforderungen an und Schnittstellen mit anderen Politikbereichen, die zur Realisierung der Technologien im Rahmen von verschiedenen Szenarien einen Beitrag leisten müssen;
- Unterstützung der internationalen Einbettung, z.B. Identifikation von Andockpunkten an EU-Programme.

In der Tat ergeben sich aus den Erfahrungen bei der Umsetzung der beiden Pilotprozesse eine Reihe von Einsichten, die für zukünftige Anwendungen des Ansatzes berücksichtigt werden sollten:

- Der Prozess lieferte neue Einsichten in Anforderungen an die Programmlinie, wenn diese dazu beitragen soll, in den betrachteten Transitionsfeldern weitere Impulse anzustoßen. So wurden durch die Schaffung einer Reflexionsebene für die Beteiligten am Programm (und darüber hinaus!) kritische Probleme identifiziert und der weitere Forschungsbedarf konkretisiert.
- Auch außerhalb des Programms lassen sich einige positive Effekte feststellen. So lässt sich der Nutzen für die beteiligten Akteure recht klar belegen und ist in den Feedback-Runden und – Fragebögen dokumentiert. So wurde betont, dass durch den Prozess nicht nur der Blick für zukünftige Entwicklungsvarianten erweitert und geschärft wurde, sondern dass auch die eigenen Strategien der TeilnehmerInnen einer kritischen Revision unterzogen würden.
- Da die Bewertung von Nachhaltigkeitseffekten, aber auch von Chancen und Risiken, vom jeweiligen Kontext der Technologieanwendung abhängt, erwies sich der explorative Szenario-Ansatz als sehr hilfreich, um eine kritische und differenzierte Einschätzung von Handlungsoptionen und deren Wirkungen zu erzielen. Er ermöglicht insbesondere auch die Infragestellung vorgeformter Meinungen und Strategien.

Durch die Anbindung des Projekts an zwei Themenschwerpunkte der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ konnte eine Reihe von Hinweisen für die Weiterentwicklung der Programmlinie gewonnen werden:

- Der die Programmlinie kennzeichnende „Leuchtturm-Ansatz“ könnte in Zukunft stärker mit Systemüberlegungen verknüpft werden, um eine bessere Anschlussfähigkeit zu anderen Maßnahmenbereichen der Politik sicherzustellen, die von zentraler Bedeutung für die mittel- bis langfristigen Entwicklungsperspektiven der in der Programmlinie behandelten Themen sind. Eine Systemperspektive würde auch größere und besser strukturierte Schwerpunkte, mit systematischer Identifikation kritischer Probleme und relevanter Forschungsfragestellungen erfordern.
- Die Einbeziehung internationaler Entwicklungen in die nationale Forschung hat sich in den beiden betrachteten Feldern als nicht optimal erwiesen. Eine Erweiterung der Binnenperspektive auf die Situation in Österreich hätte dazu beitragen können, realistischere Konzepte für die Zukunft dieser Technologiefelder in Österreich zu entwickeln. Durch die ERA-Nets besteht diese Anbindung bereits auf der Programmstrategieebene, wohl aber nicht in ausreichendem Maße auf der Ebene der Teilthemen und Projekte.
- Im Sinne des Transitionsansatzes, aber auch in Bezug auf die Leuchtturm-Philosophie, ist die Kontinuität der thematischen Felder innerhalb der Programmlinie von großer Bedeutung, um längerfristige Anreize zu setzen. Der Identifikation, begleitenden Evaluierung und gegebenenfalls Einstellung von Programmschwerpunkten sollte daher größere Bedeutung zukommen.

Der „Transition Management“ Ansatz scheint besonders geeignet für die Vorbereitung von Entscheidungen zur Schwerpunktsetzung zu sein, d.h. für die systematische und begründete Fokussierung von Programmen und ihren Themen. Bei derartigen Prozessen kommt es immer zu einem Zusammenspiel von „bottom-up“ Mechanismen der Generierung von Vorschlägen und „top-down“ Mechanismen der Fokussierung. Dieser Wechsel von Öffnungs- und Schließungsphasen ist in hohem Maße kompatibel mit der partizipativen Entwicklung von sozio-technischen Szenarien und der systemischen Perspektive von Transitionen.

Die gewählte Transitionsperspektive und die Methode partizipativer Szenarioentwicklung können insgesamt zu einer Verbesserung der Schnittstelle zwischen programminterner Ebene und einer umfassenderen Nachhaltigkeitsstrategie, die auch andere Politik- und Handlungsbereiche als jene der Forschung und Technologieentwicklung umfasst, beitragen.

Mit dem hier entwickelten Prozess können daher auch verschiedene Ebenen von Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik unterstützt werden. Im vorliegenden Falle standen einzelne Transitionsfelder im Rahmen von Forschungs- und Technologieprogrammen für Nachhaltigkeit im Vordergrund. Grundsätzlich ist diese Art von Prozess aber auch für andere Programme oder auch für FTI-politische Strategien auf nationaler Ebene einsetzbar.

Executive Summary

Project background and objectives

The project 'Transition to Sustainable Production Systems' has been carried out as an accompanying measure to the Austrian national research programme 'Factory of Tomorrow', and is expected to contribute to the further development of the programme in terms of strategic and thematic orientation.

The concept 'Transition Management', which forms the theoretical backbone of the project, is based on a specific understanding of change towards sustainability as a long term and systemic process which cannot be governed in a centralistic and hierarchical manner. Transitions require system changes which beside technological innovations include organisational, social and institutional changes (i.e. system innovations) to support the dissemination of sustainable technologies.

The project 'Transition to Sustainable Production Systems', however, did not focus on the change of the entire production system but rather concentrated on the question, if and in which way research and technology programmes are able to give effective impulses for the transition of specific production and consumption systems. The contribution of research and technology programmes to long term transition strategies is elaborated in two ways: Firstly, recommendations for structures and processes are given which should guide the conceptualisation and further development of sustainability programmes like 'Factory of Tomorrow'. Secondly, based on the example of two selected transition fields the potential of such programmes to contribute to a strategic and comprehensive reshaping of production and consumption systems towards improved sustainability is analysed.

The objectives of the project have been:

- To develop socio-technical scenarios of transition processes towards sustainability-oriented production and consumption systems for selected transition fields.
- To provide orientation for future research and technology policy measures as well as for other relevant policy fields in the case of the selected transition fields ('guiding visions' at the level of transition fields).
- To generalize the results with respect to research and technology policy strategies and programmes and transfer to other transition fields.
- To support learning and community building of projects of the programme related to the case studies of two transition fields.

Transition fields as point of departure for change

The definition of transition fields (in this case: biorefineries and wood plastic composites (WPC) / biopolymers) served to establish a close connection between the concrete technological projects of the programme 'Factory of Tomorrow' and the more general sustainability goals at the level of need areas. Sustainability-oriented guiding visions and criteria are mainly defined at the level of need areas, which are often not congruent with individual technological projects of a research programme. The concretisation of general visions and the combination of concrete technologies at the level of transition fields permits the identification of systemic interaction between technology, needs and institutional environment. Such a level appears to be better suitable for political interventions to support sustainability and to be more effective compared to the support of specific sustainable technologies.

The selection of the two exemplary transition fields biorefineries and WPC/biopolymers has been oriented at the following criteria:

- Has the transition field been the subject of a significant number of projects of the programme?
- Is the transition field sufficiently relevant for technological and sustainable development and is it suitable for a scenario process?
- Does the comparison of the two selected transition fields provide additional insights, i.e. do they supplement each other in their explanatory power?
- Is there a potential to link up with similar transition fields in Europe in order to go beyond the limited scope of the Austrian market?
- Does a lead actor or lead organisation exist who could at least potentially adopt and carry on the transition agenda?

Scenarios at the level of the transitions fields have been developed in a participative process with participants of the programme 'Factory of Tomorrow' and further stakeholders, e.g. relevant companies, to create a common orientation towards future development of these fields.

In practice, the methodology can be described by the following five steps. It was implemented in the course of a series of three workshops.

1. Development of framework scenarios: these scenarios anticipate the possible changes of the contexts of the transition fields.
2. Specification of the scenarios as different 'images of the future' at the level of the transition fields.
3. Qualitative assessment of the 'images of the future' in terms of sustainability.
4. Identification of possible transition paths, i.e. measures and strategies towards sustainable variants of the scenarios.
5. Policy analysis: identification of potential areas for political intervention into the transition field (also measures going beyond the research programme) and suggestions for the future development of the programme.

In that sense the scenarios serve as anticipation of potential developments and of the opportunities and chances related to them, and not as a means to predict the future. Qualitatively different futures can be seen as 'working instruments', in order to reflect about strategies of action and their embedding in a wider context. They may serve as a basis for the development of 'robust and adaptive' policy strategies, especially for areas which are characterised by complex interactions of different influencing factors and by an impossibility of precise predictions of future developments.

Scenario development for two case studies

Case study 1: Biorefineries as a mode of production for Austria

Biorefineries are integrated systems that combine physical, chemical and/or biotechnological processes and plants in which biogenic raw material of different origins is processed into a whole range of industrial intermediates and/or final products. It is the hope of the advocates of the concept of biorefineries that these technologies and the production concepts brought together under this notion – once adopted by industry – would fundamentally transform the production process of many industrial goods. With the concept of biorefineries, it seems possible to substitute an increasing share of

fossil sources with material of biogenic (and potentially regional) origin and thus increase independency from scarce sources of raw material and volatile prices, and reduce CO₂ emissions and other negative effects on the environment. However, biorefineries are not only seen as instrumental for substitution strategies away from increasingly rare and expensive petrol. Some scholars argue that beyond their energy and resource efficiency (due to the synergetic production and use of side-products), biorefineries will gain importance because they will provide opportunities to produce completely new products and qualities – even beyond the important quality of bio-degradability – that cannot be produced on the basis of petrol. Of course, to achieve these goals specific processes and organizational structures need to be in place that comply with the characteristics of biogenic raw materials. In Austria, especially decentralised and small-scale 'green biorefineries' are considered to be a promising and sustainable concept.

From a technical point of view, biorefineries can be a source of chemical products, such as lactic acid, amino acids, furfural, ethanol and others – depending on the feedstock – some of which are conventionally synthesized from petroleum. In addition to its potential to substitute fossil resources, biorefineries¹ are supposed to be beneficial to rural development and the preservation of Austrian landscapes. However, it is still far from clear which broader scenarios would be compatible with and conducive for an uptake of biorefineries, what the specific conditions for a successful diffusion would be, and whether they would indeed contribute to the transformation of the production system towards sustainability. R&D policy is thus in a state of ambivalence and uncertainty with respect to the support of biorefineries, which would make a reflexive and adaptive design of the policy process advisable as well as an embedding of this issue within broader socio-technical contexts. The question of whether biorefineries should be supported by Austrian R&D policy is thus predestined for a case study in the participatory building and assessment of socio-technical scenarios.

Three Scenarios on biorefineries in Austria

Three scenarios about the future application of biorefineries in Austria have been developed together with interested actors in the fields of R&D and possible application of biorefineries. In a first workshop key influential factors have been identified and combined to storylines (mainly in an explorative way). In two following workshops these scenarios have been further elaborated and assessed with regard to their impacts on sustainability and needs or opportunities for political action.

The first scenario called 'Made in Styria' features conditions for the close cooperation of regional actors (local industry, farmers etc.) who implement a decentralised form of biorefinery adapted to regional conditions, strongly supported by active and integrated policies in favour of sustainable agriculture and substitution of fossil resources.

The second scenario named 'Big players push for biorefineries' suggests that trans-national companies could adopt the concept at a large scale: They could invest in own R&D efforts, realize big scale centralized plants and would probably buy standardized biomass at low prices from agriculture in the wider region as well as from the international market.

In the third scenario, 'In the succession of bioenergy', the production concept of biorefineries is realized as a consequence of developments in the energy system. Due to the widespread operation of bioenergy plants (biogas and biomass combustion) and respective infrastructures, the separation of specific biomass fractions to be processed in biorefineries for the use as chemical feedstock and use of the remaining biomaterial for energy generation could be achieved at very low additional costs.

Assessment of impacts on the sustainability of production

The exploratively developed scenarios were preliminarily assessed with regard to opportunities and threats that could be expected when they were realised, especially with regard to the sustainability of production. For the selection of sustainability criteria, a technology assessment study on green biorefineries served as a starting point (Schidler 2003) along with the catalogue of criteria developed by the German Hermann von Helmholtz Gesellschaft Deutscher Forschungszentren (Grunwald et al. 2001). A more precise assessment of these technical developments is hardly possible at such an early stage. Hence a focus was put on the identification of critical issues with regard to the promotion of different scenario options.

Although uncertainty about future developments remains very high, the scenarios at least document possible starting points for harnessing the sustainability potentials identified by the actors. In future, they may also serve as a joint reference system for the diverse actors involved in this issue. Furthermore, such scenarios might provide a background for research strategies towards sustainability, ranging from a broad range of exploratory and more ground-laying research projects to applied research pilot actions.

Identification of actions for implementation

In a final workshop milestones and crucial bifurcation points for the implementation of the different scenarios have been identified. Special focus was put on barriers and systemic effects, prerequisites and critical framework conditions for the realisation of rather sustainable versions of the most likely developments.

Beside detailed plans for required R&D activities, the participants of the workshops identified important features of instruments for strategy development, network building and R&D support. Especially a long term perspective with regard to the availability of R&D funds was identified as very crucial for the implementation of biorefineries.

During the scenario development process, actors realized some interdependencies that sound banal but were not obvious before. The innovation of biorefineries and any local and national strategies aiming at their support rely heavily on a) adequate EU policies in the fields of agriculture and the use of resources (which currently are both under fundamental revision), and on b) a supportive framework in several fields of national and international economic policy (namely policies on industrial, structural, and regional development). The transition management approach provided means to define overarching transition strategies for the field of biorefineries, e.g. by identifying complementary policy measures needed to enable and strengthen R&D strategies to support biorefineries.

The scenarios thus made clear once again how important it is to anticipate policy developments and research activities at the EU level when designing Austrian policy and research agendas. They also showed how contingent any local development may be due to these manifold interdependencies. Moreover, these results strongly support current attempts to re-integrate the rather fragmented Austrian science and R&D policy. Such attempts have to accept that research for sustainable development is a cross-cutting issue that needs to be addressed in inter-institutional cooperation.

Case study 2: substitution of plastic materials by wood plastic composites and biopolymers

Based on information about projects supported by Factory of Tomorrow, three new materials were identified that (a) are based on renewable resource and (b) involve growing R&D activities in Austria. The identified new materials were wood plastic composites (WPCs) and bio-polymers and natural fibre-enforced plastic.

Similarly to the case study on bio refinery, three different scenarios were developed, whereby the first two differ because of unlike framework conditions and the degree of novelty of WPCs and biopolymers. The third scenario emphasises the "lighthouse character" of new applications and products based on the new materials and the importance of demand orientation. Due to a lack of active participation of actors in the field of natural fibre-enforced plastics, specificities of these materials could not be considered in the scenarios.

Scenarios on WPCs and biopolymers in Austria

The first scenario is called "Substitution Pays off - WPCs". It is based on the fact that WPCs are already used for some product applications. In the context of this scenario the future potential of the wood plastic composites (WPC) could be used particularly due to rising prices of crude oil. Increasingly, enterprises start to replace conventional plastics by WPCs. Where technical characteristics, weight and geometry are of importance, likewise, wood is substituted in some applications. R&D efforts predominantly concentrate on the development of WPCs to substitute plastic products. To some extent, also wood products are being replaced. The presence of R&D actors, producers, suppliers of equipment and customers in Austria is a reason for the technology leadership. Above all, this is a result of Wood K plus.

The second scenario "Substitution Pays off - bio polymers" concentrates on the perspectives for bio polymers. It assumes a high level of crude oil prices. The success of the scenario depends on coordinated efforts of agriculture to provide the raw materials for biopolymers. In the medium term, a potential for the use of biopolymers exists in degradable packing. Assuming political support from agricultural policy and environmental policy, the Austrian industry can position itself in global niches. In the long run, however, product properties also gain importance, which cover long-lasting and technologically new products, since the potential for purely biologically degradable bio polymers is limited.

In the third scenario "Lighthouse Products with Appeal", advanced applications of the "new materials" are being developed, that are used in innovative products. The success of the scenario is based on using special characteristics of these materials, and on the buyers' emotional perception of the products. A special appeal is marketed that boosts the demand for the new materials.

Assessment of impacts on the sustainability of production

An assessment of challenges and risks was conducted for all three scenarios to assess the sustainability of the new products in one workshop and strategies for the implementation were identified in another workshop. The evaluation of the sustainable development in connection with the scenarios was accomplished in six categories: Economic, employment, environment, regional development, knowledge and networks. The feasibility of the scenarios was evaluated by experts and participants. The feasibility of scenario 1 was rated highest, followed by scenario 3. The feasibility of scenario 2 was graded low. The ranking according to the desirability of the scenarios showed another picture. Scenario 3 was graded as particularly desirable. The high desirability of scenario 2 stands in contrast to the low degree of feasibility.

Identification of actions for implementation

Overall, research and development need to be increased for product properties such as durability, degradability and hygroscopic characteristics. In addition, special attention should be put on socio-economic market research, in particular to support the third scenario. Further research is needed to analyse the effects of the scenarios on climatic protection goals and the material product life cycle. Here in particular, interdisciplinary research bridging social and natural sciences is of need.

Conclusions for the design of technology programmes

The understanding of transition processes and the explored methodology of an interactive development of socio-technical scenarios proved to be useful in the case of the selected transitions fields and has the potential to be generally applied within research and technology programmes as well as for technology and innovation policy.

In general, research and technology programmes have to focus on key tasks, mainly due to restricted resources. However, aspects relevant for changes at a system level should also be taken into account to define the technology oriented objectives of a programme reasonably and to identify links to other policy areas and to initiate co-operations if applicable. As the experiences of the project revealed, the development of socio-technical scenarios could be supportive in the following respects:

- 'Community Building' and thereby establishment of networks and clusters for the respective fields;
- development of 'guiding visions';
- Exploration of variants of future contexts of technology development;
- Identification of critical issues and useful research strategies;
- Identification of requirements and links to other policy areas which also have to contribute to the realisation of the scenarios and relevant technologies;
- Support of the international embedding of the programmes, e.g. link to European programmes.

Linking the project to two thematic areas of the programme 'Factory of Tomorrow' helped to develop suggestions for the further development of the programme:

- The concept of focusing on the development of 'beacons' as a guiding principle of the programme should be linked with systemic considerations to assure the integration with other policy measures which are of importance for the mid to long term perspectives of the topics addressed by the programme. A system perspective would furthermore require bigger and more structured key topics and a systematic identification of critical issues and relevant research questions.
- The link to international developments turned out to be sub-optimal in the case of the two selected fields. An enlargement of the perspective could have been supportive to develop more realistic concepts for the future of these technology fields in Austria. ERA-Net programmes already assure such a link at the strategic programme level, although they are not yet sufficiently developed at the level of projects.
- In accordance with the transition perspective but also with the 'beacon' concept the continuity of thematic fields within the programme is of major importance to provide long term incentives. The identification, accompanying evaluation and, where appropriate, also the closing down of key topics should gain greater significance.

The concept of 'transition management' seems to be especially appropriate for the identification of key topics, i.e. for the focussing of programmes and their topics based on systemic reasoning. Such processes always require the interplay of 'bottom up' mechanisms for the generation of new ideas and 'top down' activities of subsequent focussing. Such an alternation of phases of opening and closure is highly compatible with the participative development of socio-technical scenarios and the systemic perspective of transitions.

The transition perspective and the methodology of participative scenario development may contribute to an improvement of the link between the internal programme level and more comprehensive sustainability research strategies also comprising other policy and activity areas.

The developed methodology can serve to support research, technology and innovation policy at different levels. For the project at hand transition fields in the context of research and technology programmes have been considered. However, this kind of process may also be applied for other programmes or national strategies of research, technology and innovation policy.

1 Einleitung

ARC systems research GmbH (Seibersdorf) und das IFZ – Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (Graz) führten bis Mai 2005 gemeinsam das Projekt „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ als wissenschaftliche Begleitmaßnahme der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ (FdZ) des BMVIT durch.

Ziel des Projektes war es, gemeinsam mit wichtigen Akteuren in ausgewählten Forschungsfeldern exemplarisch Szenarien und langfristige Perspektiven für sozio-technische Transitionen hin zu nachhaltigkeitsorientierten Produktions- und Nutzungssystemen zu erarbeiten. Dazu wurden 2 Fallstudien durchgeführt. In Anlehnung an den Ansatz des „Transition Management“ wurden dabei zum einen die wirtschaftlichen, sozialen, und ökologischen Chancen und Risiken bestimmter Technologien eingeschätzt und Wege identifiziert, wie sie nachhaltigen Einfluss auf komplexe Produktions- und Nutzungssysteme gewinnen können. Insbesondere wurde der Bedarf an weiterführenden F&E-Aktivitäten, sowie notwendige Anpassungen der Rahmenbedingungen und ggf. flankierende politische Maßnahmen identifiziert. Dementsprechend gibt das Projekt Hinweise für die Österreichische Forschungs- und Technologiepolitik und soll damit in diesem Sinne auch das BMVIT bei der Weiterentwicklung der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ unterstützen.

Wichtige *Ausgangsfragen* des Projektes waren:

- Welche Entwicklungsvarianten in ihren technologischen, wirtschaftlichen, sozialen und institutionellen Dimensionen sind im Falle nachhaltiger Produktions- und Nutzungssysteme denkbar?
- Wie lässt sich ein solcher Prozess auf einer mittleren Ebene von Technologiefeldern und/oder den zugehörigen Produktions- und Nutzungssystemen konkretisieren?
- Welchen Beitrag kann die Forschungs- und Technologiepolitik im Zusammenwirken mit anderen Politikfeldern im Rahmen eines solchen Prozesses leisten?

In den Fallstudien wurden in den ausgewählten Transitionsfeldern „Bioraffinerien als Produktions- und Nutzungssysteme“ (kurz: Bioraffinerie) und „Neue Werkstoffe unter Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen“ (kurz: WPC / Biopolymere) jeweils eine dreiteilige Workshopserie mit Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft, Forschungsförderung und Finanzierung zur Entwicklung von Szenarien durchgeführt.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse und Erfahrungen der Prozesse in den Fallstudien sowie die dabei entwickelten Szenarien und stellt Schlussfolgerungen hinsichtlich einer angepassten F&E-Strategie zur Diskussion.

1.1 Hintergrund: Transitionen zu mehr Nachhaltigkeit

Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung erfordert eine langfristige Veränderung und Anpassung bestehender Strukturen, Technologien und Praktiken in nahezu allen Bereichen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebens. Erst dadurch erscheint es möglich, die als notwendig angesehenen Reduktionen beim Ressourcenverbrauch tatsächlich zu erreichen. Einer der Bereiche, der hierbei eine zentrale Rolle spielt, wird von den Produktionstechnologien gebildet, d.h. dem Schwerpunktthema der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“. Der nachhaltige Charakter neuer Produktionstechnologien erweist sich aber erst dann, wenn sie als eingebettet in breitere Produktions- und Nutzungssysteme betrachtet werden, d.h. in Systemzusammenhängen, die von der Ressourcengewinnung bis hin zu Produkt-Dienstleistungen für die EndverbraucherInnen reichen.

Derartige tiefgreifende Veränderungsprozesse werden in der jüngeren Innovationsforschung mit unterschiedlichen Begriffen belegt, von denen derjenige der „Transition“ derzeit einer der am intensivsten diskutierten ist.¹ Der Begriff Transition unterscheidet sich von anderen dadurch, dass er den langfristigen, systemischen und nicht zentral steuerbaren Charakter des Veränderungsprozesses betont. Ein solcher Zugang erfordert es, zusätzlich zu einzelnen Forschungs-, Technologie- und Pilotprojekten auch einen Wandel des vorherrschenden „technologischen Regimes“ – d.h. technologischer Systeme inklusive ihrer Einbettung in soziale, ökonomische und kulturelle Rahmenbedingungen – anzustreben. Letztlich geht es darum, derartige Transitionen nicht als richtungsoffen zu begreifen, sondern als im Sinne gesellschaftlicher Ziele (sprich: Nachhaltigkeit) gestaltbar. Zumindest sollte durch die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen, Anreiz- und Koordinationsmechanismen und gezielter politischer Impulse dem Transitionsprozess der notwendige Impuls und eine gewünschte Richtung gegeben werden. Hierfür wurde das Konzept des Transition Management entwickelt, das einen solchen Regimewandel über einen gesellschaftlichen Koordinations- und Abstimmungsprozess unterstützen will, der nicht von der Politik alleine getragen werden kann, sondern die Einbindung eines weiten Kreises relevanter Akteure erfordert (Rotmans et al. 2001, Loorbach 2002, Kemp/Rotmans 2005). Der Politik werden im Rahmen des Transition Managements wichtige Aufgaben als Impulsgeber und Moderator für gesellschaftliche Abstimmungsprozesse, die auf einen derartigen Übergang abzielen, zugeordnet.

Im Rahmen des Projekts „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ steht allerdings nicht der Gesamtprozess des Transition Management für den Bereich der Produktions- und Nutzungssysteme im Vordergrund, sondern die Frage ob und in welcher Form durch Forschungs- und Technologieprogramme gezielte technologiepolitische Impulse für die Transition von Produktions- und Nutzungssystemen gesetzt werden können. Mit anderen Worten, es geht um Fragen der Ausgestaltung und Effektivität von Forschungs- und Technologieprogrammen, und dies am Beispiel der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“. Dementsprechend beschäftigt sich das Projekt „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ nicht nur mit konkreten Beispielfeldern für Transitionsprozesse sondern auch mit den Möglichkeiten der strukturellen und thematischen Weiterentwicklung der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ im Rahmen einer umfassenderen Transitionsperspektive.

1.2 Forschungs- und Technologieprogramme für Nachhaltigkeit

Die Frage nach der geeigneten Gestaltung nachhaltigkeitsorientierter Forschungs- und Technologieprogramme stellt sich nicht nur für die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“, sondern auch in den entsprechenden Programmen anderer Länder bzw. der EU.² Sie alle verfolgen letztlich das Ziel, eine nachhaltigkeitsorientierte Wirtschaftsweise zu erreichen und dafür einen Beitrag und Impuls zu liefern. Unabhängig davon, ob dabei sehr umfassende oder eher auf Technologieentwicklung beschränkte Ansätze verfolgt werden, sind all diese Programme mit der Frage konfrontiert, welche Wirkung man realistisch von Forschungs- und Technologieprogrammen im Kontext etablierter nationaler und sektoraler Innovationssysteme erwarten kann. So ist ihre Wirkung im Sinne einer breiteren Diffusion der dort entwickelten Technologien in hohem Maße von der Existenz einer breiteren Nachhaltigkeitsstrategie und von zuträglichen Rahmenbedingungen für die Adoption nachhaltiger Technologien abhängig.

Aber auch im Hinblick auf die Konkretisierung und Umsetzung der Programme ähneln sich die zentralen Probleme in augenfälliger Weise. So erweist es sich als extrem schwierig, Nachhaltigkeitsziele bei der Formulierung von Programmen zu operationalisieren (z.B. in Form von Auswahlkriterien für Projekte), um sicherzustellen, dass diese Ziele auch tatsächlich eine Rolle in den Einzelprojekten spielen. Zumeist bleiben die Nachhaltigkeitsziele auf einer sehr allgemeinen Ebene, so dass der Konnex zu konkreten Technologieprojekten häufig fehlt. Mit anderen Worten, es fehlt eine mittlere Spezifizierungsebene in den Programmen, die zwischen allgemeinen Grundsätzen einerseits und

1 Es sei an dieser Stelle nur auf Konzepte wie technological revolutions und socio-technical transformations verwiesen.

2 Vgl. hierzu Whitelegg/Weber (2002) und das AIRP Projekt der EU unter <http://www.airp-sd.net/>.

konkreten Technologien andererseits anzusiedeln ist und zwischen diesen beiden Ebenen vermittelt. Eine solche Ebene müsste einerseits spezifisch genug sein, um Anforderungen an Nachhaltigkeit für das betreffende Feld auch konkretisieren zu können, andererseits sollte sie doch breit genug sein, um systemische Elemente für den Übergang zu einer nachhaltigeren Entwicklung nicht auszublenden.

Im Falle eines Programms wie der „Fabrik der Zukunft“ besteht ein weiteres Problem in dessen vergleichsweise geringer Größe in Relation zur Breite des adressierten Themenfeldes. So ist gerade der Bereich Produktion durch ein hohes Maß an Heterogenität gekennzeichnet. Während die meisten bisherigen Projekte, die sich mit Transition Management befasst haben, sich auf vergleichsweise homogene Felder wie Energieversorgung, Mobilitätssysteme oder Wasserversorgung bezogen, ist der Bereich Produktion durch eine Vielzahl unterschiedlicher Teilfelder gekennzeichnet. Trotz der Konzentration auf einige zentrale thematische Linien (die sich z.T. erst im Laufe der Zeit herauskristallisiert haben!) ist es aufgrund dieser Heterogenität sehr schwierig, ein Zusammenwirken von Einzelprojekten im Sinne einer Transitionsstrategie zu erreichen.

1.3 Zielsetzungen

Aufbauend auf diesen Vorüberlegungen lassen sich nun die Zielsetzungen des Projekts „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ präzisieren und eingrenzen. Als Teil der strategischen Begleitforschung dient das Projekt als Unterstützung für die mittelfristige Weiterentwicklung der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ und soll neue inhaltliche, konzeptionelle und methodologische Möglichkeiten aufzeigen. Diese lassen sich wie folgt spezifizieren:

- Systematisierung der international ebenso wie aus der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ bekannten Probleme bei der Entwicklung und Spezifizierung nachhaltigkeitsorientierter Forschungsprogramme und Identifikation von Ansatzpunkten für deren Lösung.
- Konzeptionell wird hierfür auf dem Ansatz des Transition Managements aufgebaut, der aber für die Anwendung auf zwei konkrete thematische Felder aus dem Bereich der „Fabrik der Zukunft“ weiterentwickelt und angepasst werden muss. So soll ein Transitionskonzept auf einer „mittleren“ Aggregationsebene formuliert werden, die für den Bereich der Produktions- und Nutzungssysteme als geeignet angesehen wird.
- Teil dieser Anpassung ist auch die Erprobung (zumindest für den österreichischen Kontext) neuer methodischer Zugangsweisen, um den Prozess der (Weiter-)entwicklung und Spezifizierung von Programmen zu unterstützen. Hierfür wird eine auf Szenarien basierende Methodologie entwickelt und am Beispiel zweier ausgewählter thematischer Felder erprobt.
- Die Entwicklung von Transitionsszenarien in zwei Fallstudien unter Einbeziehung von Teilnehmern der Programmlinie und externen Stakeholdern.
- Inhaltliche Inputs für die Weiterentwicklung der beiden Themenfelder in der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“, und zwar im Hinblick auf einen längerfristigen Prozess des Transition Managements für diese beiden Bereiche. Dies umfasst auch die Einordnung von Projekten und strategischen Programmthemen in den Zusammenhang der Transitionsszenarien.
- Ableitung von Hinweisen für die Konzeption, Strukturierung und Spezifizierung von nachhaltigkeitsorientierten Forschungs- und Technologieprogrammen im Allgemeinen und für die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ im Speziellen.

Über diese inhaltlichen Ergebnisse hinausgehend sollte durch die interaktive Ausrichtung des Projekts gerade in den beiden in den Fallbeispielen behandelten Transitionsbereichen die Vernetzung und der Austausch zwischen ProgrammteilnehmerInnen und anderen ExpertInnen in Bezug auf konkrete inhaltliche Themen unterstützt werden. Von diesem Lernprozess wird ein Nutzen für die TeilnehmerInnen ebenso erwartet wie für die weitere Programmentwicklung:

- Schaffung einer über den Einzelprojekten liegenden Reflexions- und Austauschene für TeilnehmerInnen (Programmmanagement, ProjektteilnehmerInnen) und Adressaten des Programms (Firmen, Interessensorganisationen).
- Entwicklung eines gemeinsamen Orientierungsrahmens für die Gestaltung von Forschungs- und Technologieprogrammen, die einen Beitrag zu Transitionsprozessen hin zu nachhaltigkeitsorientierten Produktions- und Nutzungssystemen leisten sollen.

Um diese Ziele zu erreichen, musste dementsprechend auch wissenschaftliches Neuland betreten werden, und zwar in dreierlei Hinsicht:

- Anpassung des Transition Management Ansatzes und des dabei verwendeten Vokabulars für den Bereich der Produktions- und Nutzungssysteme, der – wie oben ausgeführt – bestimmte Charakteristika aufweist, die sich von denjenigen der bisher betrachteten Transitionsbereiche (Energie, Mobilität, Wasserversorgung) unterscheidet.
- Fokussierung und Anpassung des Transition Management Ansatzes auf die Fragestellung, welche Rolle Forschungs- und Technologieprogramme im Rahmen einer Transitionsstrategie spielen können.
- Entwicklung einer Methodologie zur Entwicklung von Transitionsszenarien, die die Spezifika des Themenfeldes Produktions- und Nutzungssysteme ebenso berücksichtigt wie die institutionellen Rahmenbedingungen in Österreich.

2 Ansatz und Methodik

2.1 Transition Management

Wie können die technologischen Impulse, die durch einzelne Forschungs- und Technologieprojekte ausgelöst werden, im Hinblick auf längerfristige Prozesse des Regimewandels und der Transitionsstrategien hin zu nachhaltigen Produktions- und Nutzungssystemen gebündelt werden?

Das Projekt „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ bedient sich zur Beantwortung dieser Frage des Ansatzes „Transition Management“. Dieser überwiegend in den Niederlanden entwickelte und erprobte Ansatz geht von einem differenzierten Verständnis sozio-technischen Wandels aus. Als *Transitionen* werden dabei langfristige und strukturelle Veränderungen von Produktions- und Nutzungssystemen verstanden, bei denen weit reichende Entwicklungen technologischer, sozio-ökonomischer und politischer Natur interagieren. Diese komplexen Entwicklungen werden als „Systeminnovationen“ betrachtet.

Das folgende Kapitel soll zunächst in die konzeptionellen Grundlagen des Transition Management einführen. Wie sich zeigen wird, ist eine direkte Übertragung dieses Ansatzes für die hier vorliegende Problemstellung jedoch nicht ohne weiteres möglich. Im Kapitel „Grenzen und Anpassungsbedarf von Transition Management“ werden daher insbesondere die Grenzen und der Anpassungsbedarf des Konzepts diskutiert.

2.2 Transitionen: Grundkonzept und Relevanz

Im Laufe der vergangenen Jahre haben sich die Erwartungen, die von Seiten der Gesellschaft an Innovationssysteme gestellt werden, verändert. Sie gehen heutzutage deutlich über die traditionellen Wachstumsziele hinaus und schließen Zielelemente ein, die zumeist unter dem Begriff nachhaltige Entwicklung zusammengefasst werden. Dies hat zur Folge, dass die Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik (FTI-Politik) in zunehmendem Maße Aufgaben zu erfüllen hat, die es der Gesellschaft erlauben, mit langfristigen Themen und Herausforderungen umzugehen, die sich unter Stichworten wie Klimawandel, nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wasserversorgung, etc. stellen. Für die Bewältigung solch komplexer Anforderungen reicht es nicht, sich auf die Entwicklung oder Verbesserung einzelner Technologien zu konzentrieren, vielmehr bedarf es Änderungen auf systemischer Ebene bzw. ganzer „technologischer Regime“. Hierunter verstehen wir den „whole complex of scientific knowledge, engineering practices, production process technologies, product characteristics, skills and procedures, established user needs, regulatory requirements, institutions and infrastructures that makes up the totality of a technology“ (Kemp et al. 1994), bzw. „the rule-set or grammar embedded in a complex of engineering practices, production process technologies, product characteristics, skills and procedures, ways of handling relevant artefacts and persons, ways of defining problems; all of them embedded in institutions and infrastructures“ (Rip/Kemp 1998: 340).

Der Technologiebegriff, der in diesen beiden Definitionen deutlich wird, geht offensichtlich weit über die Betrachtung technischer Artefakte hinaus und umfasst auch die wirtschaftlichen, sozialen, institutionellen und kulturellen Kontexte, in deren Rahmen sie entwickelt und angewendet werden. Er liegt auch dem Ansatz des Transition Management zugrunde, der im Laufe der letzten Jahre in den Niederlanden als konzeptionelle Grundlage für die Formulierung langfristiger Politikstrategien entwickelt wurde, die darauf abzielen, eine Entwicklung hin zu mehr Nachhaltigkeit zu unterstützen und ggf. zu initiieren.³ Die Fähigkeit langfristige Transitionsprozesse zu gestalten wird heutzutage als eine der

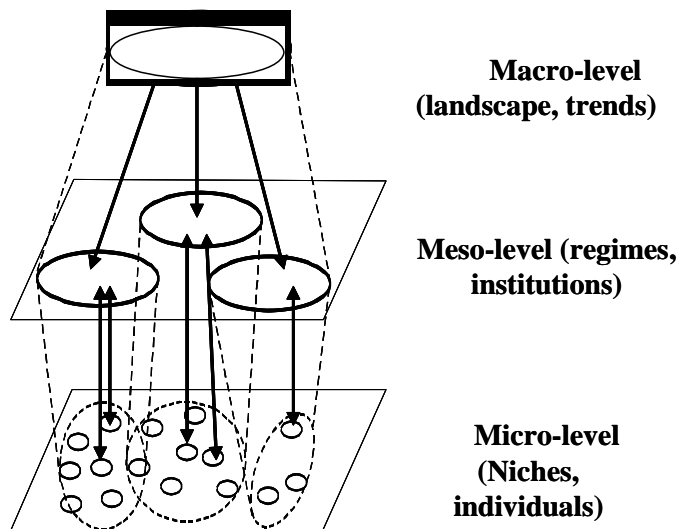
3 Siehe Rotmans/Kemp/van Asselt (2001), Loorbach (2002) und Kemp/Rotmans (2005).

Schlüsselaufgaben von Politik angesehen, die auch besondere Anforderungen an die FTI-Politik stellt.

Aus der Vergangenheit sind zahlreiche Beispiele von Transitionen bekannt.⁴ Der Übergang von einem auf Kohle basierendem Energieversorgungssystem zu einem, das auf Öl und Gas basiert, sei an dieser Stelle genannt, oder der Übergang von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft. Üblicherweise sind Transitionen vergleichsweise sanfte und langfristige Prozesse, die sich über einen Zeitraum von ein oder gar zwei Generationen hinziehen können⁵ und durch die Ko-Evolution institutioneller, technologischer, wirtschaftlicher, kultureller, politischer und verhaltensseitiger Muster gekennzeichnet sind. Dies bedeutet, dass sich die Elemente eines sozio-technischen Systems – d.h. technische Artefakte, Institutionen, Organisationen, gesellschaftliche Wertvorstellungen usw. – in miteinander kompatibler Weise und aufgrund vielfältiger Wechselwirkungen verändern.

Transitionen werden in der einschlägigen Literatur als Drei-Ebenen-Prozess interpretiert (Abb. 1a). Häufig bilden technologische Nischen den Ursprung von Transitionsprozessen und dem Wandel sozio-technischer Regime, die sich dann auf der Ebene der sozio-technischen Landschaften fortpflanzen können (Abb. 1b).⁶ Die Interdependenzen, die sich zwischen diesen drei unterschiedlichen Ebenen herausbilden, tragen zur Stabilisierung und Verstärkung der Transitionspfade bei und bilden die Grundlage für ihre Irreversibilität.

Abbildung 1a: Das Drei-Ebenen Modell von Transitionsprozessen (nach Geels 2002)

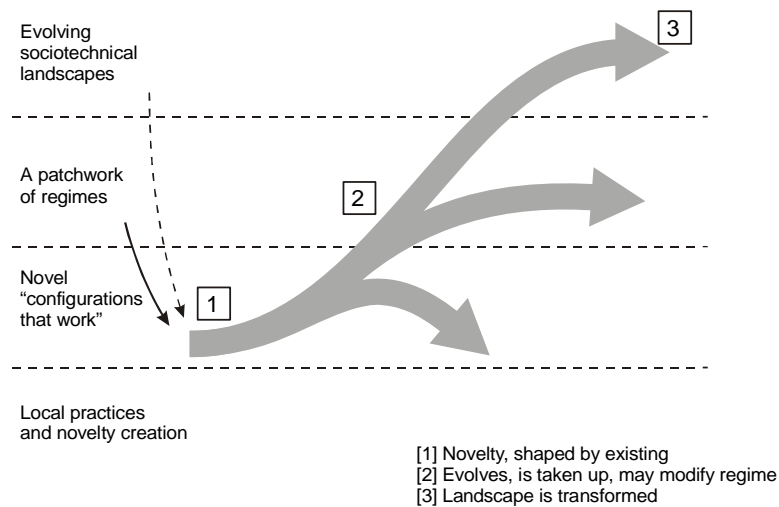


4 Siehe z.B. die ausführliche Fallstudie von Geels (2002).

5 Dieser sanfte und langfristige Charakter unterscheidet Transitionen von Revolutionen, die beide als Untertypen von Transformationen verstanden werden können.

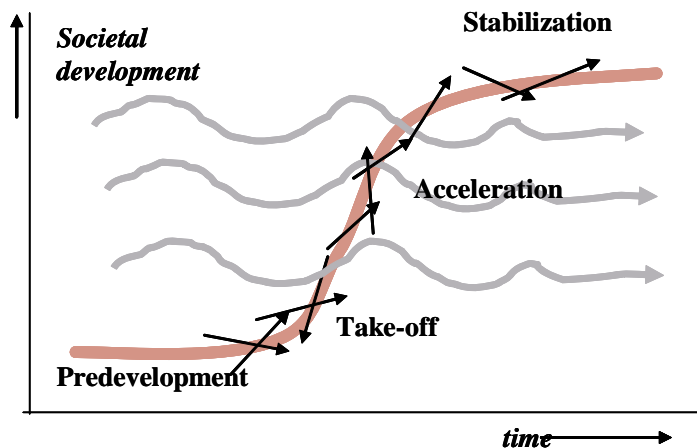
6 Siehe für weitere Details zum Drei-Ebenen Modell Geels/Kemp (2000) oder Geels (2002).

Abbildung 1b: Die Dynamik von Transitionen im Drei-Ebenen-Modell (Kemp et al. 2001)



Aus einer Prozessperspektive betrachtet ergibt sich für eine Transition eine Einteilung in drei Phasen, die der starken Linie in Abbildung 1c folgen. Nach einer Frühphase (1, predevelopment phase), in der sich Entwicklungen allein in Nischen vollziehen, folgt eine Durchbruchphase (2, take off), in der zusammenwirkende Entwicklungen bereits Rückwirkungen auf das sozio-technische Regime haben. Einer Phase zunehmender Beeinflussung der gesellschaftlichen Entwicklung (acceleration) folgt in der Regel eine Stabilisierung (3) auf hohem Niveau. Dieses Modell stellt jedoch eine sehr starke Idealisierung von Transitionen dar, die allenfalls ex post möglich ist. Aus dem Blickwinkel von Beteiligten lassen sich zu jedem Zeitpunkt eine Reihe unterschiedlicher Optionen und Entwicklungsvarianten wahrnehmen, die alle einer großen Ungewissheit unterliegen. Prognosen über die Durchsetzungschancen bestimmter Aktivitäten sind aufgrund der komplexen Wechselwirkungen prinzipiell nur sehr begrenzt möglich. Unterschiedliche Szenarien werden hingegen als geeignetes Mittel angesehen, um verschiedene Varianten der zukünftigen Entwicklung zu erfassen.

Abbildung 1c: Der idealisierte Ablauf von Transitionen (nach Rotmans et. al. 2001)



2.3 Die Politikperspektive: Von Transitionen zu Transition Management

Aus einer Politikperspektive stellen sich in Bezug auf Transitionen zwei zentrale Fragen, nämlich erstens ob und inwieweit derart umfassende Transitionsprozesse in einer zielgerichteten Art und Weise beeinflusst und geleitet werden können und zweitens welche Rolle die Politik im Rahmen eines solchen Prozesses spielen könnte oder sollte.

Es ist inzwischen weithin bekannt, dass die Ungewissheit, Mehrdeutigkeit und Komplexität zukünftiger Entwicklungen die Vorhersage und Planbarkeit der Zukunft ausschließen. Dementsprechend zielt Transition Management auch nicht darauf ab, zukünftige Entwicklungspfade zentral zu steuern, sondern Strukturen und Prozesse zu etablieren, mit deren Hilfe kollektive Lernprozesse und Entscheidungen auf mehreren gesellschaftlichen Ebenen herbeigeführt werden können, um derartige langfristige und zielorientierte Transitionen zu ermöglichen. Wichtig ist vor allem die Fähigkeit zum kollektiven Lernen und zum Anpassen einmal eingeschlagener Strategien im Lichte neuer Erkenntnisse.

Hierbei ist insbesondere auf folgende Aspekte zu achten:

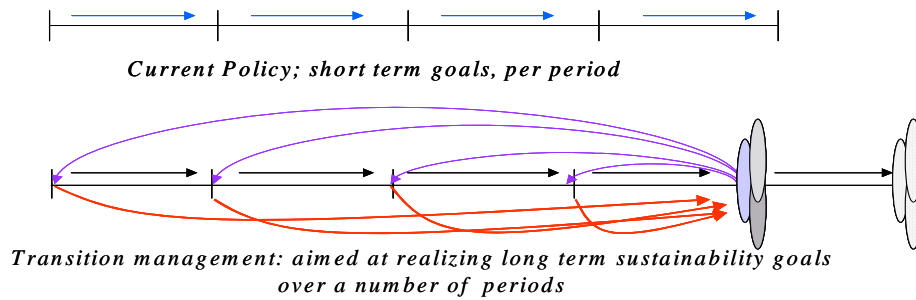
- Integration der Akteure auf den unterschiedlichen gesellschaftlichen Ebenen und den unterschiedlichen relevanten Bereichen in einen Koordinations- und Abstimmungsprozess, bei dem die „verteilte Intelligenz“ dieser Akteure genutzt werden kann;⁷
- Sicherstellung der Anpassungsfähigkeit durch die Abstützung auf experimentelle „bottom-up“ Lernprozesse zur Generierung und Erhaltung der notwendigen Variationsbreite (z.B. im Sinne des Strategic Niche Management) und durch das Monitoring der erzielten Verbesserungen;
- Entwicklung leitender Zielorientierungen und Visionen („Leitbilder“, gemeinsame Problemwahrnehmungen, Strategien) als Koordinationsmechanismus zwischen den Entscheidungen der unterschiedlichen Akteure;
- Einhalten der Balance zwischen Anpassungsfähigkeit einerseits und der Stabilität der zu schaffenden Rahmenbedingungen und Visionen andererseits.

Um derartige kollektive Lernprozesse zu ermöglichen, können von Seiten der Politik insbesondere folgende Beiträge geleistet werden:

- Erstens müssen durch die Politik die wesentlichen Rahmenbedingungen für wirtschaftliches und gesellschaftliches Handeln definiert werden, z.B. im Sinne von finanziellen Anreizen, Regulierungen, organisatorischen Bedingungen;
- Zweitens ist es notwendig, den Anstoß für Mehrebenenprozesse des Transition Managements zu geben, z.B. durch (Weiter-)Entwicklung gemeinsamer Visionen und Leitbilder, die dann als Orientierung für die beteiligten gesellschaftlichen Akteure dienen können;
- Drittens besteht ein Bedarf an einem kontinuierlichen Politik- und Ergebnismonitoring, um die Maßnahmen und Visionen ggf. anpassen zu können (siehe Abb. 2);
- Viertens, von Seiten staatlicher FTI-Politik können Forschung, Experimente und Pilotprojekte angestoßen werden, die auf die Entwicklung und die frühe Diffusion neuer Technologien (im weiteren Sinne) abzielen.

⁷ Vgl. Kuhlmann (2001).

Abbildung 2: Anpassung von langfristigen Visionen und kurzfristigen Politikmaßnahmen durch Monitoring (Loorbach 2002)



In der Praxis lassen sich drei wesentliche Handlungsebenen unterscheiden, über die Kohärenz zwischen offenen, kollektiven Lernprozessen einerseits und den in den Visionen und Leitbildern enthaltenen gesellschaftlichen Zielorientierungen (d.h. nachhaltige Entwicklung) andererseits sichergestellt werden soll. *Transitionsarenen* dienen der Bestimmung der wesentlichen Problemfelder, auf denen ein gesellschaftlicher Handlungsbedarf festgestellt wird, z.B. Energieversorgung, Wasserversorgung, Mobilität, etc. Politische Entscheidungsträger, wirtschaftliche Akteure, repräsentative Interessengruppen und ExpertInnen entwickeln auf dieser Ebene die zentralen und leitenden Visionen und Gesamtstrategien, die den Transitionsprozess in einem Problemfeld anleiten sollen. Unterhalb dieser strategischen Ebene findet die Bildung von *Innovationsnetzwerken* für die identifizierten Themen statt. Dort werden die konkreten Transitionsagenden definiert, Schlüsselprojekte und Experimente spezifiziert und weitere Akteure (z.B. Unternehmen, Kommunen, Forschungseinrichtungen) mobilisiert, sich an den Innovationsnetzwerken zu beteiligen. Schließlich gibt es die Ebene der konkreten *Experimente und Umsetzungsprojekte*, die vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet werden müssen, um die Transitionsagenden auch tatsächlich umzusetzen. Parallel zu diesen drei Handlungsebenen muss darüber hinaus auch sichergestellt werden, dass die jeweiligen Ergebnisse an die höheren Ebenen weitergeleitet und ausgewertet werden, um auf diese Weise einen kollektiven Lernprozess zu ermöglichen.

2.4 Grenzen und Anpassungsbedarf von Transition Management

Transition Management stellt einen sehr umfassenden Ansatz für die Gestaltung gesellschaftlicher Transformationsprozesse dar. Er bietet eine Reihe von wichtigen Bausteinen für eine ebenso umfassende Politikstrategie aufgrund seines breiten Verständnisses von Technologie und technologischem Wandel, das es erlaubt, auch die nutzungsseitigen und kontextuellen Aspekte neuer Produktionstechnologien zu berücksichtigen.

Allerdings weist das Konzept auch eine Reihe von Beschränkungen auf. So ist es hauptsächlich in den Niederlanden entwickelt und angewendet worden, und dort vor allem für infrastrukturbezogene Themen wie Energieversorgung, Mobilität/Verkehr und Wasserversorgung. Dies wirft die Frage auf, inwieweit der unter diesen Bedingungen entwickelte Ansatz zumindest in seinen Grundelementen auf andere Kontexte übertragen werden kann, bzw. adaptiert werden muss.

Hinsichtlich der Übertragung neuer Praktiken von Governance und Politiklernen *auf andere Länder* sind u.a. die Einbettung in die jeweiligen institutionellen Bedingungen und „policy styles“⁸ zu berücksichtigen. Hierbei spielt die formale Kompetenzverteilung zwischen verschiedenen Politikebenen ebenso eine Rolle wie die Neigung zu partizipativen und konsensorientierten Prozessen der Entscheidungsfindung. Im Vergleich mit den Niederlanden lässt sich festhalten, dass in Österreich parti-

8 Vgl. die Ergebnisse der 5. ASEAT Conference, Manchester 1999, die speziell diesem Thema gewidmet waren.

zipative Entscheidungsprozesse unter Einbettung weiter Kreise von Betroffenen weniger weit verbreitet sind. Dies führt auch zu einem geringeren Maß an Transparenz in politischen Entscheidungsprozessen. Schließlich ist auch die Neigung zu langfristigen und strategisch ausgerichteten Politikstrategien und deren konsequenter Umsetzung weniger stark ausgebildet.

Hinsichtlich der Übertragung *auf andere Themenfelder* ist u.a. zu berücksichtigen wie homogen oder heterogen dieses Feld ist, wie schnell Veränderungsprozesse ablaufen und wie sehr dabei die direkte Involvierung von Endnutzern zum Tragen kommt. Während beispielsweise die Energieversorgung ein vergleichsweise homogenes System darstellt, liegt im Falle von Produktions- und Nutzungssystemen eine sehr große Vielfalt an abgegrenzten Teilfeldern vor, die es erforderlich macht, Transition-süberlegungen auf einer spezifischeren Ebene anzustellen als im Falle der Energieversorgung. Kommunikationstechnologien haben sich in den letzten Jahren sehr schnell verändert und auch einen massiven Einfluss auf das Verhalten der Endnutzer gehabt, während viele industrielle Dienstleistungen nur mittelbar mit dem Verhalten von Endnutzern in Verbindung stehen. Zwar ist auch in den Niederlanden ein Prozess des Transition Management für den Bereich der Produktionssysteme initiiert worden, er befindet sich aber bislang noch in der Frühphase.⁹

Schließlich ist im Rahmen des Projektes „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ zu berücksichtigen, dass hier *der Beitrag von Forschungs- und Technologieprogrammen* für einen Transitionsprozess im Vordergrund steht. Für eine derartige Fokussierung der Transitionsperspektive gibt es bislang kaum Beispiele. Letztlich geht es hierbei um die Frage, welchen Beitrag einzelne Projekte oder Projektcluster zu einem sozio-technischen Regimewandel im Rahmen eines Transitionsprozesses leisten können.

Das Projekt befasste sich also mit Fragestellungen, die sich in allen drei Dimensionen von den ursprünglichen Anwendungskontexten für Transition Management unterscheiden. Dementsprechend ist das Projekt als Versuch zu verstehen, Grundideen des Transition Managements für andere thematische und politische Kontexte zu nutzen. Dies bedeutet aber auch, dass ein nicht unerheblicher Anpassungs- und Spezifizierungsbedarf der konzeptionellen Begrifflichkeiten besteht. Insbesondere ist *eine für die vorliegenden Fragestellungen geeignete zentrale Betrachtungsebene zu definieren*, die spezifischer ist als diejenige des nachhaltigen Produktions- und Nutzungssystems als Ganzem, und allgemeiner als diejenige konkreter Projekte und Technologien. Dies gilt um so mehr, als das Themenfeld Produktions- und Nutzungssysteme sehr heterogen ist. Die Schwierigkeiten eine solche mittlere Betrachtungs- und Spezifizierungsebene festzulegen, spiegelt sich auch bei vielen Forschungs- und Technologieprogrammen wider. Zwischen allgemeinen Nachhaltigkeitszielen und -leitlinien und konkreten Projekten, die zumeist über Technologiefelder eingegrenzt werden, fehlt oft eine mittlere Systemebene, auf der sowohl Technologie- als auch Nutzungsaspekte im Sinne des Transition Managements berücksichtigt werden können.

Daher ist der in diesem Projekt verwendete konzeptionelle Ansatz zwar in hohem Maße von Transition Management Überlegungen inspiriert, wird sich aber in folgenden Hinsichten davon abheben:

1. Veränderung des zugrunde liegenden Transitionsmodells im Hinblick auf thematische Bereiche, die – wie am Beispiel der Produktionssysteme gezeigt werden kann – ein höheres Maß an Heterogenität aufweisen als die bisher betrachteten (Energie- und Wasserversorgung, Mobilität, Landwirtschaft).
2. Definition einer zentralen Betrachtungsebene, die es erlaubt, eine konzeptionelle Brücke zwischen den allgemeinen Nachhaltigkeitszielen eines Forschungs- und Technologieprogramms einerseits und konkreten Technologieprojekten andererseits zu schlagen.

⁹ Kemp/Loorbach (2003).

3. Entwicklung einer Methodologie, die angepasst ist an die institutionellen Bedingungen der Programmentwicklung in Ländern, in denen eine weniger ausgeprägte Partizipationskultur existiert als in den Niederlanden.
4. Erkundung von neuen, entsprechend angepassten Verfahren der Nachhaltigkeitsbewertung von Transitionsszenarien und der Einschätzung des Beitrags einzelner Projekte.
5. Entwicklung zusätzlicher Policy-Elemente für Transitionsstrategien, die auf spezifischere thematische Felder zugeschnitten sind. Die Erfahrungen mit den beiden spezifischen Teilbereichen aus dem Programm „Fabrik der Zukunft“ sollen hierfür die empirische Basis liefern.

2.5 Die zentrale Betrachtungsebene: Transitionsfelder

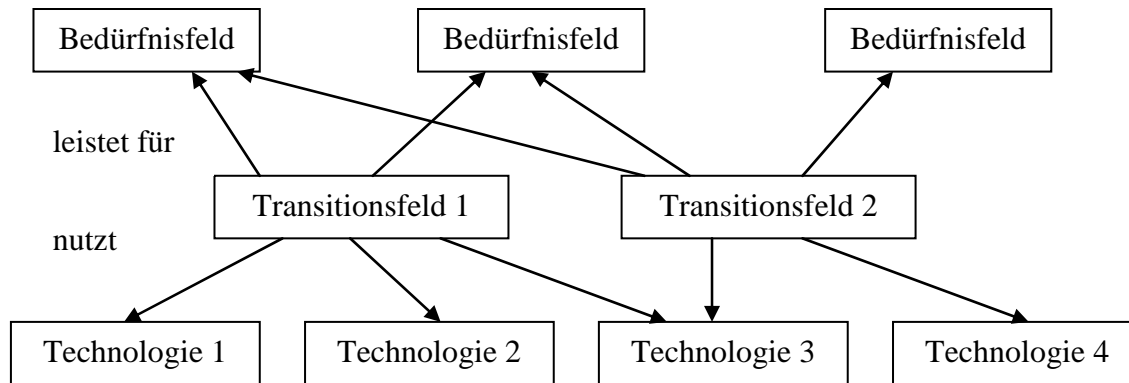
Die Abgrenzung von geeigneten Transitionsfeldern (siehe Punkt 2 oben), d.h. von sozio-technischen Produktions-Nutzungssystemen auf einer mittleren Maßstabsebene, in denen einschneidende, auf einander bezogene Veränderungen beobachtbar sind, bzw. erwartet oder gewünscht werden – ist eine wesentliche Voraussetzung für die Untersuchung und intentionale Beeinflussung von Transitionsprozessen. Diese Abgrenzung stellt aber – gerade im sehr heterogenen Bereich der Produktionstechnologien – eine große Herausforderung dar. Einerseits sollen diese Felder eine den politischen Gestaltungsansprüchen angemessene Größe und Reichweite besitzen. So mag es zwar wünschenswert erscheinen, aus vergleichsweise umfassenden Bereichen wie der „Chlorchemie“ oder der auf fossilen Energieträgern basierenden Chemie auszusteigen, und man kann sicher auch entsprechende aggregierte Szenarien und Leitstrategien für einen solchen Ausstieg entwickeln. Um aber in diesen Bereichen Transitionsprozesse anzustoßen, beispielsweise auch im Hinblick auf die Gestaltungsmöglichkeiten eines Programms wie „Fabrik der Zukunft“, müssen feinkörnigere Herangehensweisen gewählt werden. Umfassende Transitionsszenarien können hierfür lediglich Orientierungspunkte darstellen.

Entscheidend ist daher, dass die den angestrebten Änderungen zu nachhaltigeren Produkt-Nutzungssystemen zugrunde liegenden *Transitionsfelder* auf einer handhabbaren Maßstabsebene angesiedelt werden, die:

- allgemein und groß genug ist, um Anforderungen an Innovationen auf systemischer Ebene sichtbar zu machen, allgemeine Nachhaltigkeitsziele an ihnen festmachen zu können und um die wesentlichen Wechselwirkungen und Akteure einzubeziehen,
- spezifisch und klein genug ist, um für bedeutungsvolle Interaktionen je nach Aufgabenstellung handhabbar zu bleiben und um einen engen Bezug zu einzelnen Projekten eines Programms wie dem zur „Fabrik der Zukunft“ herzustellen.

Solche Transitionsfelder sind in Beziehung zu setzen sowohl zu einzelnen Technologien (welche in verschiedenen Transitionsfeldern zum Einsatz kommen können), als auch zu übergreifenden gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern (welche von verschiedenen Transitionen betroffen sein können). In Modifikation des Transition Management Ansatzes stellen sie also eine Verbindung her zwischen Technologien auf der Mikroebene und Bedürfnissen auf der Makroebene, wie die folgende Abbildung illustriert:

Abbildung 3: Angepasstes Drei-Ebenen Modell Technologien – Transitionsfelder – Bedürfnisfelder



Die Ansiedlung auf mittlerer Ebene ist insbesondere wichtig, wenn wie im vorliegenden Fall eine Einordnung von Projekten oder Szenarien im Hinblick auf eine normative Zielsetzung wie „Nachhaltigkeit der Produktion“ beabsichtigt ist. Die Operationalisierung solch abstrakter Ziele kann am ehesten auf einer mittleren Ebene stattfinden, da ansonsten der Weg vom abstrakten Postulat bis zu den sehr spezifischen Anwendungsfeldern zu weit ist. Wenn möglich sollten die Transitionsfelder Akteure aus dem ganzen Lebenszyklus von Produkten einbeziehen, d.h. von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung bzw. Recycling und aus den verschiedenen Dimensionen sozio-technischer Systeme, d.h. neben den physischen Stoffströmen der Produktion sollten auch die eher indirekt beteiligten Akteure aus den Bereichen Bildung, Finanzierung, etc. einbezogen werden.

Grundsätzlich können solche „Transitionsfelder“ im Bereich der Produktion auf sehr verschiedene Weise benannt und eingegrenzt werden: In manchen Fällen ist es einfach, sich dabei an klassischen Branchen zu orientieren, wie sie durch entsprechende Organe nach innen und außen definiert werden¹⁰ und meistens auch einen eindeutigen Bezug zu bestimmten Politikfeldern haben. Man kann darüber hinaus von einer Seite der Produktketten ausgehen, z.B. von Rohstoffen wie Holz, Mais, Kürbis etc. oder aber von Bedürfnisfeldern, wie z.B. Heimtextilien, mobile Kommunikation, etc. Eine weitere Möglichkeit – insbesondere um eine mittlere Maßstabsebene zu betonen – ist es, „Funktionalitäten“ im Laufe des Produktionsprozesses in den Mittelpunkt zu stellen, zum Beispiel „Drucken“, „Lackieren“, etc.¹¹ Bei diesen Funktionalitäten kommen jeweils eine spezifische Auswahl an Rohstoffen und Technologien zum Einsatz, und sie bedienen wiederum verschiedene Bedürfnisfelder.

Besondere Aufmerksamkeit sollte u.E. auf Leitbegriffe und Visionen gelegt werden, insofern diese verschiedene Akteure auf bestimmte Weise in eine gemeinsame Richtung lenken können. Der Begriff „Bioraffinerien“ bzw. das Konzept „Grüne Bioraffinerie“ zeigen diese Eigenschaft und eignen sich daher für die Abgrenzung eines Transitionsfeldes in besonderem Maße.¹²

¹⁰ Especially in the case of manufacturing a sectoral differentiation can be useful (at least in some cases) if this is in line with the production-consumption system under study (Weber et al. 2003).

¹¹ Zu beachten ist hierbei dass Funktionen wie „Drucken“ in etwa auch eine Branche widerspiegelt, während eine Funktion wie „Färben“ über mehrere Branchen verteilt ist und dementsprechend quer zu etablierten statistischen und anderen Kategorien liegt. (Weber et al. 2003).

¹² Darin unterscheiden sie sich vom zweiten für dieses Projekt ausgewählten Transitionsfeld – dem Bereich von Holz-Plastik-Verbundwerkstoffen und Biopolymeren – in dem kein solcher Leitbegriff identifiziert werden konnte.

2.6 Methodik des Szenarien-Prozesses

2.6.1 Auswahl von Transitionsfeldern

Aufgrund des begrenzten Umfangs des Begleitforschungsprojektes kann der geplante Prozess nur in zwei von solchen Transitionsfeldern auf mittlerer Ebene exemplarisch durchgeführt werden. Dazu musste also zunächst aus dem weiten Feld der Produktion in Österreich zwei Bereiche ausgewählt werden, die möglichst eine hohe Chance auf systemischen Wandel in Richtung Nachhaltigkeit bieten und eine hohe Relevanz für die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ aufweisen.

Das Projektteam hat für diese Auswahl ein Set von sieben Kriterien angewendet:

- Ist der Bereich relevant und hat er Anknüpfungspunkte in der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“?
- Ist ein signifikantes Innovationspotential im Hinblick auf einen Regime-Wechsel in Richtung Nachhaltigkeit zu erkennen?
- Lässt die vorherrschende Phase des Innovationszyklus in diesem Bereich Gestaltungsmöglichkeiten erwarten?
- Besteht ein hohes Potenzial zur Erreichung ökologischer Nachhaltigkeitsziele?
- Wie hoch ist die ökonomische Bedeutung für Österreich?
- Wie hoch ist der Vernetzungsgrad und das Potenzial für die Bündelung von Interessen?
- Existieren größere Forschungskapazitäten und komplementäre Programme in Österreich?
- Vernetzungspotenzial im europäischen Kontext?
- Existenz von Leitfiguren oder -organisationen?

Nachdem zunächst drei Transitionsfelder (Grüne Bioraffinerien, Holz als Strukturmaterial, Färben mit nachwachsenden Rohstoffen) auf ihre Eignung untersucht worden waren, entschied man sich die Felder den Recherchen entsprechend zu modifizieren und zwei Transitionsfelder zu behandeln. Die Auswahl fiel auf „Bioraffinerien als Produktions- und Nutzungssysteme“ als einem Feld im Bereich der Produktion von Ausgangsmaterialien und auf „Neue Werkstoffe unter Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen“, worunter die Holz-Kunststoffverbundstoffe, Biopolymere und Naturfaser-verstärkte-Verbundstoffe näher betrachtet wurden, als ein zweites Feld, das überwiegend zwischen Holz- und Kunststoffindustrie angesiedelt ist.

Im Folgenden werden die Fallbeispiele kurz mit „Bioraffinerie“ (Fallbeispiel 1) und „WPC / Biopolymere“ (Fallbeispiel 2) bezeichnet.

Zur Eignung des Transitionsfeldes „Bioraffinerien“ für das Projekt

Das Konzept der Bioraffinerie zielt auf die flexible Massen-Produktion von Rohstoffen und Produkten mit großer Marktbedeutung ab. Der damit verbundene Strukturwandel würde die Landwirtschaft und teilweise die chemische Produktion stark verändern und hat somit ein hohes Potential, wichtige Beiträge zu Transitionen in diesen beiden Bereichen zu leisten.

Das junge Konzept der Grünen Bioraffinerie befindet sich noch in einem frühen Stadium von Experimenten. Viele Fragen der Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit werden derzeit geklärt. Im europäischen Ausland gibt es erste Umsetzungsversuche und z.B. in Deutschland auch wachsende politische Unterstützung. Auf einige kritische Punkte hat eine „Technikfolgenabschätzung“ (Schidler 2003)

hingewiesen. Die Entwicklung befindet sich noch in der Phase des ‚pre-development‘, wobei der derzeitige Umbruch in der Landwirtschaft und die erfolgreichen verfahrenstechnologischen Versuche (Kromus et al. 2002) eine rasante Entwicklung schon in wenigen Jahren möglich erscheinen lassen.

In der „Technikfolgenabschätzung der Grünen Bioraffinerie“ (Schidler 2003) wurde das Konzept an einem operationalisierten Bewertungsrahmen von Nachhaltigkeit gemessen. Dabei wurden insbesondere bei umweltrelevanten Fragen sehr positive Auswirkungen konstatiert (Kreislaufführung von Chemikalien und Wasser, Substitution großer Mengen fossiler durch nachwachsende Rohstoffe für Werkstoffe, Strom und Wärme).

Der wirtschaftliche Erfolg hängt stark von Wärme- bzw. Stromerlösen (Biogas) sowie von den Produkten Milchsäure und Aminosäuren ab. Da die Energiegewinnung aus Biomasse, die Anlagen- und Verfahrenstechnik sowie traditionell die Grünlandwirtschaft national große Bedeutung haben, erscheint die nähere Betrachtung des Transitionsfeldes in einer Fallstudie gerechtfertigt.

Das Konzept Grüne Bioraffinerie kann auf Arbeiten im Zusammenhang mit dem „Rohstoff Landschaft“ aufbauen und an die Aktivitäten auf allen Ebenen zur Förderung nachwachsender Rohstoffe anknüpfen. F&E-Akteure zum Thema Grüne Bioraffinerie sind stark auf regionaler und nationaler Ebene vernetzt. Die Vernetzung mit kommerziellen Umsetzungspartnern steht an. Für einen Erfolg des Konzeptes wird allerdings auch ein Einfluss auf die nationale und besonders internationale Landwirtschafts- und Strukturpolitik von entscheidender Bedeutung sein. Insofern hängt viel davon ab, wie sich das Konzept in diesen Arenen durchsetzt.

Von den derzeit im Programm „Fabrik der Zukunft“ geförderten Projekten beschäftigen sich fünf Projekte mit der Grünen Bioraffinerie. Diese sind z.T. sogar strategisch auf Produktentwicklung, die Identifizierung von „missing links“ und auf Markteinführungsstrategien angelegt. Auch gibt es international bereits einige Anstrengungen „Grüne Bioraffinerie“ zu etablieren, etwa in den USA, in Dänemark, Deutschland und der Schweiz. Im Rahmen eines EU-Forschungsantrages hat eine Vernetzung der europäischen Partner stattgefunden, an der auch Österreichische Akteure beteiligt sind. An der Forschung zur Bioraffinerie in Österreich haben sich namhafte universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen beteiligt (Kornberg Institut (bzw. die Ausgründung „BiorefSys“), TU-Graz, Joanneum Research und die Universität für Bodenkultur). Das Thema wird also in etablierten Forschungskreisen als relevant betrachtet und es stehen nennenswerte Kapazitäten dafür zur Verfügung.

Zur Eignung des Transitionsfeldes „WPCs und Biopolymere“ für das Projekt

Das Transitionsfeld „WPCs und Biopolymere“ war bei den Projekteinreichungen der ersten und zweiten Ausschreibung der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ relativ stark vertreten, was ein für die Auswahl erstes wichtiges Argument darstellt. Insgesamt befassen sich 9 Projekte mit der stofflichen Nutzung von Holz, Naturfasern und Pflanzen für Werkstoffe, industrielle Güter und Konsumgüter. Österreich hat durch den Holzreichtum und einer ebenso großen inländischen, durchaus innovativen Forst- und Holzindustrie, dabei ein besonderes Potenzial auf dem Gebiet der WPCs. Im internationalen Vergleich ist Österreich in diesem Sektor sogar spezialisiert. Aber auch die Kunststoffindustrie spielt eine gewisse Rolle, wobei hier viele Unternehmen als Zulieferer tätig sind. Die Annäherung von Landwirtschafts-, Holz-, und Kunststoffindustrie und eine mögliche Clusterbildung in diesem Bereich scheint dabei besonders interessant zu sein. Darüber hinaus hat Österreich auch innovative Maschinenausrüster für die Herstellung dieser neuen Werkstoffe, etwa im Bereich Extrusion und Spritzguss. Die Forschungsinfrastruktur ist vor allem im Bereich der WPCs gut ausgebaut, mehrere Universitäten, Fachhochschulen und Forschungseinrichtungen und nicht zuletzt das Kompetenzzentrum Wood K plus haben sich mit WPCs und teilweise mit Biopolymeren beschäftigt. Eine Recherche zeigt dabei, dass sich mehr als 20 Institute forschungsseitig mit der Thematik befassen.

Da in beiden Feldern die überwiegende Anzahl der Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette in Österreich vorhanden sind, ist die Möglichkeit für eine integrierte nachhaltige Entwicklung gegeben. Die wichtigsten Anwendungsfelder für das Transitionsfeld liegen im Bereich Bauen, Wohnen und bei Verpackungen, aber auch bei Industrie- und Konsumartikeln zeigt sich ein großes Innovationspotenzial. Damit besteht die Möglichkeit, den strukturellen Wandel in der Landwirtschaft, Holz- und Kunststoffindustrie zu beschleunigen und neue innovative Geschäftsfelder zu etablieren. Dabei ist im Besonderen zu hoffen, dass für das Transitionsfeld neue Anwendungen und Perspektiven entwickelt werden können, die derzeit noch nicht verfolgt werden. Durch eine gemeinsame Erarbeitung von Strategien sollten Impulse für eine Koordination der organisatorischen Strategien gegeben werden, wobei von einer noch immer zu geringen Abstimmung der aktiven österreichischen Akteure ausgegangen wird.

Wiewohl das Transitionsfeld eine nachhaltige Entwicklung ermöglicht, ist die systematische ökologische Bewertung von WPCs und Biopolymeren im Detail noch ausständig, was zugleich einen Forschungs- und Diskussionsbedarf für die Szenarioentwicklung anzeigt. Insgesamt ist das ökonomische und ökologische Potenzial damit als sehr hoch einzuschätzen. Die österreichische Delphi-Studie (ITA 1998), eine IWI-Studie (IWI 2001) und das Projekt „Future of Manufacturing 2020“ (FuT-MaN 2003) bescheinigen überdies diesen neuen Werkstoffen ein besonderes Zukunftspotenzial. Schließlich spricht auch die Positionierung im Lebenszyklus für die Auswahl des Transitionsfeldes: WPCs befinden sich bereits in einer späten Entwicklungsphase, die Biopolymere in einer frühen Entwicklungsphase, wodurch sich ein interessanter Mix für die Diskussion und vermutlich für die Formulierung kurz- und längerfristiger Strategien ergibt. Darüber hinaus ergibt sich großes Synergiepotential mit Bioraffinerien, die vor allem für die Biopolymere zukünftig wichtige Rohstoffe liefern könnten.

2.6.2 Vorbereitende Recherchen und Interviews

Zunächst wurden die Felder inhaltlich durch eine Literatur- und Internetrecherche erschlossen. Dabei wurden ausgehend von den Publikationen aus den Projekten in der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ die technologischen Herausforderungen erfasst und ergänzende Dokumente aus der internationalen Forschung recherchiert. Dies diente als Ausgangssituation für die semistrukturierten Interviews und als Grundlage der Impulspapiere zu den beiden Feldern.

Es wurden insgesamt 16 semistrukturierte Interviews mit Akteuren für das Fallbeispiel Bioraffinerie und 17 Interviews für das Fallbeispiel WPC/Biopolymere durchgeführt. Die Akteure kamen aus der universitären, außeruniversitären und industriellen Forschung, sowie aus dem Bereich der industriellen Anwendung und aus Interessenvertretungen. Die Liste der Interviewpartner findet sich im Anhang.

Die Ergebnisse der Interviews dienten jeweils als wesentlicher Input für die Impuls/Positionspapiere zu den ersten Workshops.

2.6.3 Die Zieldefinition der Szenarien-Workshops

Die Ziele der Workshops waren die Entwicklung *sozio-technischer Szenarien* und gemeinsamer Leitbilder auf einer *mittleren Ebene* von Technologiefeldern bzw. von Produktions- und Nutzungssystemen. *Sie dienten der Orientierung* für zukünftige forschungs- und technologiepolitische Ansatzpunkte, sowie als Anregungen für andere relevante Politikbereiche.

Als weiteres wichtiges Ziel der Szenarien-Workshops galt auch die Unterstützung von *Lern- und Austauschprozessen* zwischen den Akteuren der ausgewählten Transitionsfelder. Die Szenarien-Workshops sollten den TeilnehmerInnen vor allem die Möglichkeit geben, sich in diesen Prozess mit

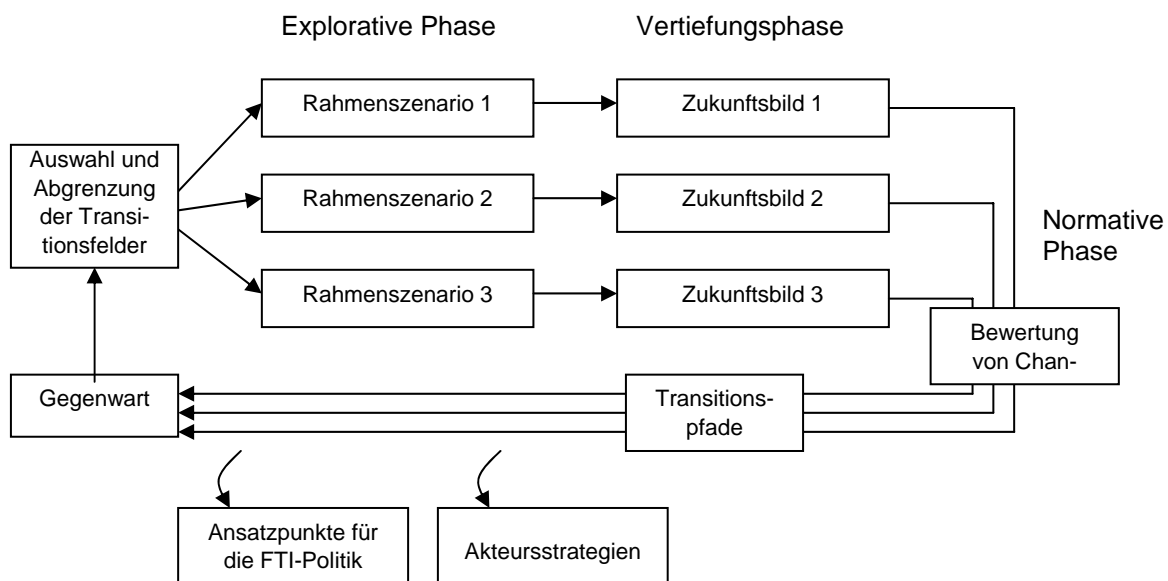
ihrer Erfahrung und ihrer Expertise einzubringen und dabei hinsichtlich ihrer eigenen Aktivitäten mit den anderen beteiligten Akteuren auszutauschen.

2.6.4 Methodik und Ablauf der Szenarien-Workshops

Die angewandte Szenariomethodik war von einem „bottom up“ Ansatz geprägt, d.h. zunächst erfolgte weitgehend ohne normative Bewertung die Identifikation und Systematisierung wesentlicher Einflussfaktoren, die die Gestaltung, Entwicklung und Verbreitung der in den Fallbeispielen behandelten Technologien, Grundstoffe und neuen Materialien in Österreich bestimmen. Sie wurden dann in sogenannten „Storylines“, d.h. partiellen Wirkungsketten zwischen Einflussfaktoren formuliert, und anschließend die miteinander kompatiblen „Storylines“ in Clustern zu groben Szenari entwürfen geordnet.

Die Szenarien dienen also der Antizipation MÖGLICHER Entwicklungen, ihrer Chancen und Risiken. Qualitativ unterschiedliche Zukunftsszenarien können als „Arbeitsmittel“ gesehen werden, um über eigene Handlungsstrategien und deren Einbettung nachzudenken. Die Methode wurde dabei nicht im Sinne der Entwicklung von Prognosen verwendet, sondern vielmehr als Grundlage für „robuste und adaptive“ Politikstrategien, insbesondere in Bereichen, in denen das Zusammenspiel verschiedener Einflussfaktoren besonders komplex ist und exaktere Vorhersagen unmöglich sind. Die Workshops stellen dabei ein Verfahren dar, mit dem die Expertise und die Sichtweisen unterschiedlicher Akteure miteinander verknüpfen werden.

Abbildung 4: Überblick über die Szenarienmethodologie



Im Ablauf der Workshops lassen sich mehrere Phasen unterscheiden, die im Folgenden unter Bezugnahme auf die verschiedenen Workshops dargestellt werden. Dazu lassen sich drei Leitfragen für die Workshops formulieren:

Workshop 1:

„Welche Entwicklung (i.S.v. Verbreitung und Varianten) könnten die Transitionsfelder (Bioraffinerie und WPC/Biopolymere) in Österreich in den verschiedenen Anwendungsfeldern nehmen?“

Workshop 2:

„Welche Bedingungen/Voraussetzungen sind zu schaffen, damit diese Entwicklung der Transitionsfelder unter den unterschiedlichen Bedingungen der Szenarien in eine möglichst nachhaltige Richtung geht?“

Workshop 3:

„Welche Anknüpfungspunkte/Hinweise ergeben sich aus den Szenarien und Zukunftsbildern für die österreichische (ggf. auch die europäische) Politik, insbesondere die Forschungs- und Technologiepolitik?“

2.6.5 Workshop 1

Leitfrage:

Welche Entwicklung (i.S.v. Verbreitung und Varianten) könnten die Transitionsfelder in Österreich in den verschiedenen Anwendungsfeldern nehmen?

Definitionsphase

Zu Beginn des ersten Workshops erfolgte eine eindeutige Klärung des thematischen Fokus (Abgrenzung des Kernthemas oder des „Focal Issue“), um eine für alle TeilnehmerInnen gemeinsame Abgrenzung der Transitionsbereiche zu finden.

Explorative Phase – Entwicklung und Skizzierung

Ziel der explorativen Phase war die Entwicklung von qualitativ unterschiedlichen Szenarienskizzen, in denen unterschiedliche Kontexte, Bedingungen und Charakteristika des betrachteten Transitionsfeldes formuliert wurden, und zwar einerseits im Sinne von Technologien und Bedürfnisfeldern aber andererseits auch im Hinblick auf Rahmenbedingungen (rechtlich, wirtschaftlich, technologisch, etc.) und Einflussfaktoren, die diese Szenarien bestimmen.

Der explorative Zugang spiegelt wider, dass Gestaltungsmöglichkeiten einzelner Akteure durch diese Bedingungen eventuell eingeschränkt sind und erlaubt es, dementsprechend adaptive Politikstrategien zu entwickeln. Anders ausgedrückt: dieser explorative Arbeitsschritt wurde explizit einem normativ ausgerichteten vorgeschaltet, um sicherzustellen, dass nicht ausschließlich ein einzelnes normatives Leitbild als Basis für die Entwicklung von Politikstrategien verwendet wurde, sondern die Unsicherheiten über wichtige externe Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen Berücksichtigung finden.

Der konkrete Prozessablauf des *ersten Workshops* lässt sich in 6 Arbeitsschritten zusammenfassen:

1. Klarstellung der Leitfragen für den Workshop;
2. Identifikation der wesentlichen Einflussfaktoren und Charakteristiken, die das in der Leitfrage angesprochene Thema bestimmen;
3. Gruppierung und Systematisierung der Einflussfaktoren zu einem Raster von Aspekten, die das betrachtete Themenfeld charakterisieren;
4. Verknüpfung der Einflussfaktoren zu „Storylines“;
5. Berichte aus den Arbeitsgruppen und Bündelung miteinander kompatibler Storylines zu logisch verbundenen Clustern, die die Basis für mögliche Szenarienskizzen bilden;
6. Auswahl, Anpassung und Integration „interessanter“ Cluster zwecks Bestimmung von geeigneten Szenarienskizzen, die mit einem charakteristischen Kurztitel belegt wurden.

Die Arbeitsschritte erfolgten teils im Plenum, teils in Arbeitsgruppen. Abhängig von der Gruppengröße wurden die Arbeitsschritte in den zwei Fallbeispielen im Plenum oder in Arbeitsgruppen durchgeführt.

Die weitere Ausarbeitung der Szenarien erfolgte im Anschluss an den Workshop durch das Projektteam.

Diese Entwürfe wurden den TeilnehmerInnen des ersten und zusätzlich weiteren InteressentInnen vor dem zweiten Workshop übermittelt.

Im Fall der Bioraffinerie wurde als zusätzliche Grundlage für den zweiten Workshop ein Vorschlag zur Identifikation von Nachhaltigkeitskriterien erstellt. Siehe Kasten unten.

2.6.6 Workshop 2

Leitfrage:

Welche Bedingungen/Voraussetzungen sind zu schaffen, damit die Entwicklung der Transitionsfelder unter den unterschiedlichen Bedingungen der Szenarien in eine möglichst nachhaltige Richtung geht?

Vertiefungsphase

Die weiterbearbeiteten Szenarienskizzen wurden im zweiten Workshop präsentiert und hinsichtlich ihrer Konsistenz zur Diskussion gestellt. Von den TeilnehmerInnen kommende Anpassungsvorschläge wurden aufgegriffen und nach dem zweiten Workshop vom Projektteam in die erweiterten Szenarienskizzen eingearbeitet.

Bewertungsphase

In der Phase der Bewertung des Beitrags der Szenarien zur Nachhaltigen Entwicklung traten die signifikantesten Unterschiede im Prozess auf. In beiden Fällen wurde das Integrative Konzept der Nachhaltigkeit der deutschen Helmholzgesellschaft (HGF-Ansatz) gewählt. Die Bewertung erfolgte jedoch in einer der Akteurskonstellation entsprechenden unterschiedlichen Detaillierungstiefe.

Im HGF-Ansatz werden die konstitutiven Elemente von Nachhaltigkeit in substanzielle und instrumentelle Nachhaltigkeitsregeln übersetzt. Die substanziellen Nachhaltigkeitsregeln sind anhand der drei generellen Ziele: Sicherung der menschlichen Existenz, Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivkapitals und Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten gegliedert. Die in-

strumentellen Nachhaltigkeitsregeln beziehen sich auf ökonomische und politisch-institutionelle Aspekte. Der Ansatz wurde durch mehrere Regeln (Mindestvoraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung) präzisiert und dazu ein Indikatorenset mit insgesamt 124 Schlüsselindikatoren und 150 zusätzlichen Indikatoren entwickelt. (Jörissen et al. 1999; Grunwald et al. 2001).

Die ausgearbeiteten explorativen Szenarien dienen im Fall der Bioraffinerie als Ausgangspunkt für eine Einschätzung/Bewertung von Potentialen und Gefahren im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der betroffenen Sektoren. Im Fall der WPC/Biopolymere wurden die Chancen und Risiken identifiziert, die mit den, im HGF Ansatz entwickelten, Kriterien in Verbindung stehen.

Dies stellt den am stärksten normativ beeinflussten Schritt des Szenarioprozesses dar, weil innerhalb der Entwicklungskorridore, die durch die explorativen Szenarien aufgespannt werden, die Möglichkeiten der Anpassung in Richtung auf eine möglichst nachhaltige Variante ausgelotet und bewertet werden können.

Bioraffinerie

Im Fall der Bioraffinerie lieferte die Technikfolgenabschätzung zur Grünen Bioraffinerie (Schidler 2003) eine Vorlage für die Auswahl von Kriterien für eine solche Bewertung. Diese Studie hat die Kriterien der Hermann von Helmholtz Gesellschaft Deutscher Forschungszentren (HGF-Ansatz) als Ausgangspunkt gewählt, um auf dieser Grundlage Kriterien und Zieldimensionen von Nachhaltigkeit für Bioraffinerien auszuwählen, neu zu ordnen und anzupassen. Auf dieser Grundlage wurde von den TeilnehmerInnen des zweiten Workshops sechs Kriterien ausgewählt (siehe Kasten unten). Anhand dieser Kriterien(-gruppen) wurden die drei Szenarien im Vergleich bewertet – soweit dies zu diesem Zeitpunkt möglich war. Darüber hinaus wurde innerhalb der einzelnen Szenarien nach Einflussgrößen gesucht, die eine mehr oder weniger nachhaltige Ausprägung dieses Pfades bedingen könnten.

Sechs wichtige Nachhaltigkeitskriterien für Bioraffinerien

1. „*Wirtschaftlichkeit der Anlagen*“: sowohl betriebswirtschaftliche, wie auch betriebs-übergreifende (d.h. volkswirtschaftliche) Kosten und Erlöse des Produktionssystems.
2. „*Verbleib von Wertschöpfung in der Region*“: qualifizierte Arbeitsplätze und Möglichkeiten der Einkommensgewinnung in ländlichen Regionen.
3. „*Auswirkungen der Bewirtschaftungsform*“: Extensivierung bzw. Intensivierung in der Nutzung von Flächen hinsichtlich Monokulturen, Dünger- und Pestizideinsatz, Zeitpunkte der Ernten, Bodenverdichtung etc.
4. „*Gesamtenergieverbrauch*“: Energie zur Erzeugung der Rohstoffe, Prozessenergie; Anteil Erneuerbarer Energien
5. „*Erhaltung der Kulturlandschaft*“: Art und Weise, in der Kulturlandschaft erhalten bleibt (kulturelle Identität, Tourismus).
6. „*Mitsprache der betroffenen Akteure*“: Einbeziehung aller für die Umsetzung von Bioraffinerien benötigten oder von ihr betroffenen Akteure in die Planung und den Betrieb der Anlagen.

Im Fall der WPC/Biopolymere konnte nicht auf bereits bestehende Studien zurückgegriffen werden. Aufgrund der stark anwendungsorientierten Ausrichtung der Workshopserie wurde die Nachhaltigkeitsbewertung im Sinne der Identifikation von Chancen und Risiken durchgeführt. Ausgangsfragen für die Arbeitsgruppen waren demnach: „Was sind Effekte, Potenziale und Entwicklungen, die die Realisierungswahrscheinlichkeit eines Szenarios erhöhen/verringern könnten?“. Die Identifikation der Chancen und Risiken erfolgte in drei Kriteriengruppen: Umwelt/Regionalentwicklung, Wirtschaft/Beschäftigung und Wissen/Akteursinteraktion (siehe Kasten).

Kriterien zur Einschätzung der Chancen und Risiken der WPC/Biopolymer Szenarien:

Kriteriengruppe: *Umwelt/Regionalentwicklung*

- Input
 - Materiell – Erneuerbare / Nichterneuerbare Ressourcen
 - Energetisch – Erneuerbare / Nichterneuerbare Ressourcen
- Output
 - o Recycling
 - o Thermische Verwertung, Deponie
 - o Emissionen
- Toxizität
- Landnutzung
- Bewirtschaftungsformen (extensiv/intensiv)
- Einsatz der Gentechnik
- Verkehrsaufkommen
- Aufbau regionaler Infrastrukturen
- Regionale Wertschöpfung (Subventionsbedarf)

Kriteriengruppe: *Wirtschaft/Beschäftigung*

- Betriebswirtschaftlich
 - Klein oder groß
 - Innovation: High-tech?
 - Wertschöpfung
 - Umsatz
- Volkswirtschaftlich
 - Wertschöpfungskette (Zuliefernetzwerke)
 - Internationalisierung
 - Strukturwandel
 - Wachstum
- Beschäftigung
 - Qualifikation
 - Sicherung von Arbeitsplätzen

Kriteriengruppe: *Wissen/Akteursinteraktion*

- Nutzung vorhandener Kompetenzen und Technologien (z.B. regionalspezifisch)
- Aufbau spezialisierter wissenschaftlicher Kompetenz
- Schutz geistiger Eigentumsrechte
- Mittelfristig gesicherte F&E Finanzierung
- Bedarf an besonderen Qualifikationen
- Aufbau von Nutzungskompetenz
- Beteiligungsmöglichkeiten für intermediäre und Endnutzer, Verbände („Governance“)
- Aufbau von Plattformen
- Materialeigenschaften

Zukunftsbilder

In Verknüpfung der Szenarienskizzen und den Ergebnissen aus der Bewertungsphase wurde vom Projektteam ein „Zukunftsbild“ formuliert, das als Input für den dritten Workshop diente.

2.6.7 Workshop 3

Leitfrage:

Welche Anknüpfungspunkte/Hinweise ergeben sich aus den Szenarien und Zukunftsbildern für die österreichische (ggf. auch die europäische) Politik, insbesondere die Forschungs- und Technologiepolitik?

Der dritte Workshop wurde aufgrund der Erfahrungen aus dem ersten Fallbeispiel und aufgrund der Unterschiede im Verlauf der vorangegangenen Workshops anders geplant. Im Folgenden werden die Abläufe der Workshops kurz skizziert und die wesentlichen Schritte näher beschrieben.

Der konkrete Ablauf des dritten Workshops zu Bioraffinerie:

1. Rekapitulation der Szenarien und ihrer Nachhaltigkeitsbewertung;
2. Identifikation von Anknüpfungspunkten hinzugekommener Akteure an die Szenarien;
3. Identifikation von wesentlichen Schritten und „kritischen“ Entscheidungen auf dem Weg zur Realisierung der Szenarien;
4. Benennung von Ansatzpunkten für eine nachhaltigkeitsorientierte Ausgestaltung der Szenarien (Handlungsspielräume und für verschiedene Akteure);
5. Identifikation von Anforderungen an die Politik auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene innerhalb der drei Szenarien, sowie der Chancen für ihre jeweilige Umsetzung (die Punkte 3-5 wurden in Arbeitsgruppen zu je einem Szenario bearbeitet);
6. Klärung von weiterem Forschungsbedarf;
7. Diskussion von konkreten Unterstützungsmöglichkeiten für Bioraffinerien (Vernetzung).

Identifikation von Umsetzungsschritten

Die Zukunftsbilder dienten als Basis für die Erarbeitung von Entwicklungspfaden. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk gelegt auf Barrieren, systemische Effekte, Anforderungen/Voraussetzungen und kritische Faktoren bzw. Ereignisse, die für die Realisierung der Zukunftsbilder von großer Bedeutung sind.

Aufgrund der eingeschränkten Teilnehmerschaft und des noch relativ spekulativen Charakters der sehr frühen Phase im Innovationsprozess waren nur einige zentrale Umsetzungsschritte zu benennen, die jedoch noch nicht in konsistente Umsetzungspfade im Sinne eines „backcasting“ zusammengefügt werden konnten.

Auswertungsphase – Ansatzpunkte für die Politik

In der abschließenden Auswertungsphase sollten mittels einer vergleichenden Analyse der Szenarien und Entwicklungspfade Hinweise für die FTI-Politik, aber auch für andere, angrenzende Politikfelder mit Relevanz für die betrachteten Themen abgeleitet werden.

Arbeitsgruppen haben im Hinblick auf je ein Szenario diskutiert, welche Möglichkeiten für politische Maßnahmen die einzelnen Szenarien mit ihren Nachhaltigkeitspotentialen und Gefahren aufzeigen.

1. Welches sind wesentliche Schritte und „kritische“ Entscheidungen auf dem Weg zur Realisierung des Szenarios?
2. Welche Ansatzpunkte für eine nachhaltigkeitsorientierte Ausgestaltung des Szenarios lassen sich identifizieren? Welche Handlungsspielräume bestehen grundsätzlich und für verschiedene Akteure?
3. Welche Anforderungen an die Politik auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene legt das Szenario nahe? Welche Chancen bestehen für dessen Umsetzung?

Die Maßnahmen wurden der regionalen, nationalen bzw. europäischen Ebene zugeordnet und nach Möglichkeit auf einer Zeitlinie von 2004 bis 2020 verortet. Die Überlegungen im Hinblick auf Ansatzpunkte für politische Maßnahmen sind im Anschluss an die einzelnen Szenarien bzw. im Kapitel - dieses Berichts aufgeführt.

Der konkrete Ablauf des dritten Workshops zu WPC/Biopolymere:

- Vorstellung und Diskussion der Zukunftsbilder (Szenarien samt Chancen und Risiken)
- Voting zur Bewertung der Realisierbarkeit und Wünschbarkeit der Szenarien
- Erarbeiten der Schlussfolgerungen aus den einzelnen Szenarien in zwei Arbeitsgruppen:
 - Für Industrie und Interessenvertretungen
 - Für Politik und F&E
- Erarbeiten von szenarienübergreifenden Strategien
 - Für Industrie und Interessenvertretungen
 - Für Politik und F&E
- Anforderungen & Vorschläge an die Politik
- Abschlussdiskussion

Voting

Um eine Einschätzung des Verhältnisses der Szenarien zueinander zu gewinnen wurde ein anonymisiertes Voting über die Wünschbarkeit und die Realisierbarkeit durchgeführt und diskutiert. Pro Szenario konnten 1-5 Punkte, von sehr wenig wünschenswert/wahrscheinlich bis sehr wünschenswert/wahrscheinlich vergeben werden. Bei diesem Voting wurden auch die zwei nicht weiter verfolgten Szenarien bewertet, um deren Bedeutung abschätzen zu können.

Erarbeiten der Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen wurden in zwei Arbeitsgruppen erarbeitet, wobei eine Arbeitsgruppe jene für Industrie und Interessenvertretungen und eine zweite Arbeitsgruppe jene für Politik und F&E beleuchtete. Leitfrage für das Erarbeiten der Schlussfolgerungen war: Welche Strategie(n) würden Sie in den jeweiligen Szenarien verfolgen, wenn Sie an Stelle der oben genannten Akteure wären?

Dabei wurden je Akteurstyp die drei Szenarien durchgespielt.

2.6.8 Teilnahme an den Workshops

Die Einladung zur Teilnahme an die Workshops erging an durchschnittlich 70 Personen, die sich auf Basis einer Internetrecherche als grundsätzlich relevant erwiesen hatten oder in Interviews empfohlen wurden. Dabei wurde auf eine Vielfalt der Perspektiven geachtet und insbesondere eine Beteiligung von Akteuren aus der Industrie, Interessenvertretungen, der universitären und ausseruniversitären Forschung und der Verwaltung (Bundesministerien) angestrebt.

An den Workshops zur *Bioraffinerie* nahmen 11 bzw. 15 ExpertInnen teil, mit Ausnahme des zweiten Workshops der mit acht ExpertInnen schwächer besetzt war. Die teilnehmenden Akteure (siehe Anhang) repräsentierten im Wesentlichen den inneren Kreis der österreichischen Befürworter von Bioraffinerien aus dem weiteren Feld der F&E und Beratung. Durch die Zusammensetzung der TeilnehmerInnen waren die Positionen vergleichsweise homogen und von einheitlicher Kenntnis der Materie geprägt.

An den Workshops zu *WPC/Biopolymeren* nahmen jeweils 15 bis 20 Personen teil. Die TeilnehmerInnen (siehe Anhang) kamen aus allen angesprochenen Bereichen. Für den Bereich der Naturfaserverstärkten Verbundstoffe konnten keine Vertreter aus Industrie und Forschung für den Workshop gewonnen werden. Aus diesem Grund wurde dieser Bereich nicht näher behandelt. Die grundsätzlichen szenarioübergreifenden Schlussfolgerungen schließen aber im Wesentlichen auch diesen Werkstoffbereich ein.

3 Bioraffinerie

3.1 Technische Grundlagen und Umsetzung in Österreich

3.1.1 Das Konzept der Bioraffinerien

Bioraffinerien lassen sich beschreiben als ein integriertes System von physischen, chemischen und/oder biotechnologischen Prozessen und Anlagen, in welchem Biomasse verschiedener Herkunft in eine Vielzahl von Produkten umgewandelt wird. Neben der Analogie zu anderen Raffinerien (Zucker-, Erdölraffinerien) werden bei Bioraffinerien die möglichst restlose Nutzung von ganzen Pflanzen und die integrierte Verarbeitung in eine Vielzahl marktfähiger Produkte betont.

Das Produktions- und Anlagenkonzept Bioraffinerie soll es ermöglichen, den „Anteil nachwachsender Rohstoffe in der industriellen Produktion der Chemischen Industrie“ wesentlich zu erhöhen, der „seit einigen Jahren relativ stabil bei 10%“ liege (Kamm/Kamm 2003). Bioraffinerien versprechen dabei verschiedene Vorteile im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Güterproduktion: An erster Stelle wird oft die höhere Versorgungssicherheit und Unabhängigkeit von Preisrisiken genannt, die durch die Substitution vom fossilen und damit endlichen bzw. zunehmend schwer zugänglichen Rohstoff Erdöl durch (heimische) nachwachsende Rohstoffe gegeben ist. Doch auch durch den integrierten Charakter der Produktion in Bioraffinerien könnten Effizienzvorteile genutzt werden.

In vielen Bereichen werden biotechnologische Verfahren inzwischen kostengünstiger als klassische thermisch-chemische Verfahren genutzt. Von diesen Trends könnten Bioraffinerien profitieren.

Die Entwicklung von stoffwandelnden Grund- und Mehrproduktsystemen wie Bioraffinerien wird „ein Schlüssel für den Zugang zu einer integrierten Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Chemikalien, Werkstoffen, Gebrauchsgütern und Kraftstoffen der Zukunft ... sein“ (Committee on Biobased Products 2000, übersetzt zitiert nach Kamm/Kamm 2003).

Während in Dänemark, Deutschland und Österreich bereits in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wesentliche Forschungsarbeit auf dem Gebiet geleistet wurde, sind zur Jahrtausendwende erstmals in den USA politische Zielvorgaben für die Substitution von fossilen Rohstoffen in der Güterproduktion formuliert (siehe exemplarisch Committee on Biobased Products 2000 und Kamm/Kamm 2003) und erste großindustrielle Anlagen in Betrieb genommen worden, in denen Milchsäure bzw. Polylaktide als biogene Ersatzgrundstoffe für die Kunststoffindustrie erzeugt werden.

Bioraffinerien bieten auch über ihren Beitrag zur Rohstoffsicherung und die Prozesseffizienz hinaus eine Reihe vielversprechender Perspektiven. Insbesondere an neuen Anreizen für landwirtschaftliche Produktion besteht in Österreich großes Interesse (Vergleiche auch die Thesen in Soyeyz/Pfeffer 2000).

Bislang ist allerdings noch unklar, ob, wann und in welchem Umfang sich die Bioraffinerie von einem Nischenkonzept zu einer Technologie entwickeln wird, die breite Anwendung findet. So muss die Nutzung der Bioraffinerie für ein breites Spektrum von Akteuren entlang der Produktionskette von Vorteil sein, damit sich ein solcher Wandel tatsächlich vollziehen kann. Obwohl sich in einzelnen Feldern bereits Anwendungen in industriellem Maßstab finden lassen, gibt es nur vage Schätzungen, wann ein solcher Wandel „systemischen“ Charakter haben wird, das heißt, ab wann er das System von Lieferbeziehungen, Technologien und Nachfragestrukturen prägen wird. Auch ist noch offen, wie ein solches System aussehen wird, das auf der Nutzung der Bioraffinerie basiert: Wird es sich – in Österreich – auf der Basis regionaler oder eher großindustrieller Strukturen entwickeln?

Wie sind also die Perspektiven für eine weit reichendere Nutzung der Bioraffinerie einzuschätzen? Was für Auswirkungen hätte diese Entwicklung auf die Produktionssysteme, in die die Anwendung der Bioraffinerie eingebettet ist? Und schließlich: Welche Voraussetzungen wären dafür notwendig, bzw. müssten erst geschaffen werden?

3.1.2 Typen von Bioraffinerien

Unterschieden werden Bioraffinerien in drei Gruppen nach ihren Haupt-Rohstoffen: Die „Grüne Bioraffinerie mit ‚naturnasser‘ Biomasse“ (z.B. grünes Gras, Luzerne, Klee, unreifes Getreide), die „Ganzpflanzen-Getreidebioraffinerie“ (reifes Getreide, Mais) und „die Lignocellulose-Feedstock Bioraffinerie mit den ‚naturtrockenen‘ Rohstoffen, wie cellulosehaltige Biomasse und Abfälle“ (Kamm/Kamm 2001, Kamm 2003).

	Grüne Bioraffinerie	Getreide-/Stärke-Bioraffinerie	Lignocellulose-Bioraffinerie
Rohstoffe	„naturfeuchte“ Biomasse, d.h. Wiesengrünmasse wie z.B. Gras, Luzerne, Klee	Getreide-Ganzpflanzen und Stärkepflanzen, z.B. Weizen, Mais, o.ä.	„naturtrockene“ Biomasse, cellulosehaltige Biomasse und Abfälle
Haupt-Produkte z.Zt.	Milchsäure, Aminosäuren, Biogas	Milchsäure, Ethanol, Ethen, Lävulinsäure, Glucose, Furfural	Kraftstoffe, Brennstoff, Furfural (für Furanharze, Nylon etc.)
Chancen (für Österr.)	viel Rohstoff verfügbar (Landschaftserhalt), Landwirtschaftsförderung	derzeit höchste Wirtschaftlichkeit	Rohstoffe derzeit z.T. Entsorgungsproblem
Risiken	heterogener Rohstoff – wirtschaftlich?	ökologische Folgen intensiver Landwirtschaft & zentraler Anlagen	große technische Unsicherheiten (Pyrolyse etc.)
Umsetzung (in Österr.)	kurz vor Pilotanlagen (F&E)	dito + Interesse der Industrie	Experimente

Insbesondere die „Grüne Bioraffinerie“ mit dem Rohstoff Wiesengrünmasse wurde in Österreich als Lösung für die abnehmende Nutzung von Grünland favorisiert (Stichwort: Offenhaltung der Landschaft).

Grüne Bioraffinerien werden definiert als „komplexe Systeme nachhaltiger, umwelt- und ressourcenschonender Technologien zur umfassenden stofflichen und energetischen Nutzung bzw. Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen in Form von Grünen und Abfallbiomassen aus einer im Ziel nachhaltigen regionalen Landnutzung“.¹³

Daneben werden aber auch Anlagen mit anderen, z.B. mit holzigen Rohstoffen und Reststoffen für Österreich als interessante Option betrachtet.

¹³ www.bioraffinerie.de/back.html

3.1.3 Die Hoffnungen auf den österreichischen Weg

Das Konzept von Bioraffinerien wird in Europa seit den späten neunziger Jahren entwickelt. Anlagen, die diesem Konzept in gewisser Weise entsprechen, arbeiten vor allem in den USA bereits unter Wettbewerbsbedingungen. Auch in Österreich haben in einigen Bereichen biotechnologische (Fermentations-)Verfahren andere Verfahren bereits in industriellem Maßstab ersetzt. Diese Entwicklung wird sich voraussichtlich noch auf weitere Bereiche ausdehnen. Je nach Entwicklung der Rahmenbedingungen, z.B. der politischen Unterstützung, wird Bioraffinerien in mittelfristiger oder langfristiger Sicht von vielen Beobachtern auch für Österreich ein hohes Potential zugesprochen, die Art der Herstellung vieler wichtiger Produkte zu verändern. Als Strategie für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe wird heute in vielen Fällen weniger auf die reine Substitution von fossilen durch nachwachsende Rohstoffe gesetzt, als vielmehr auf die Entstehung neuer Verfahren, Produkte und Organisationsstrukturen, die speziell auf die Bedürfnisse der Eigenschaften nachwachsender Rohstoffe zugeschnitten sind (vergl. Wimmer et al. 2003, S.18). Denn Bioraffinerien wird nicht nur zugetraut, die Produktion klassischer Grundstoffe auf nachhaltigere Weise bewerkstelligen zu können, sondern es gebe auch Produkte und Produkteigenschaften (über die biologische Abbaubarkeit hinaus), die allein auf biotechnologischem Wege erzeugt werden können, idealer Weise in Bioraffinerien.

Die Bioraffinerien werden so insbesondere als Chance für die Industrie und die Landwirtschaft hoch-industrialisierter Länder beschrieben. Die Technik und das Know-How für Design und Betrieb solcher Anlagen und Verfahren (in Anpassung an die jeweiligen regionalen Gegebenheiten) sind sehr anspruchsvoll. Daher könnten die Entwicklungen auf diesem Gebiet möglicherweise der Tendenz zur Verlagerung der Produktion an Billigstandorte entgegenwirken. Insbesondere in der Forschung, Entwicklung und dem Anlagenbau sind daher Beschäftigungsgewinne für Österreich denkbar.

Insbesondere bei „Grünen Bioraffinerien“ wird auch erwartet, dass insbesondere die ökologischen Vorteile mögliche Nachteile überwiegen. Insgesamt wird also ein positiver Beitrag in Richtung nachhaltigen Wirtschaftens erwartet. Ob ein solcher Netto-Nachhaltigkeitseffekt allerdings durch die konkreten Entwicklungen realisiert werden kann, wird sich erst mit einer zunehmenden Konkretisierung des Konzeptes bzw. mit konkreten Anlagen aufzeigen lassen.

Ausgehend von Akteuren im Bereich Forschung und Entwicklung wurde inzwischen ein Netzwerk an Kontakten und Kooperationsbeziehungen gebildet und es findet ein häufiger Informationsaustausch statt. Dieses Netzwerk ist zwar noch weitgehend auf F&E-Akteure beschränkt, doch allen Akteuren ist die Notwendigkeit bewusst, es in Richtung industrieller Anwender, Finanzierungspartner und politischer Unterstützer hin auszuweiten.

3.1.4 Die Risiken

Hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen ist denkbar, dass Bioraffinerien mit einer Intensivierung der Landwirtschaft einhergehen (Schidler 2003). Dies würde die Verstärkung eines generellen Trends in dieser Richtung bedeuten. Bei einer Beschränkung auf (heterogene) Wiesengrünmasse als Rohstoff wäre dieser Tendenz effektiv zu begegnen. Dies scheint gerade in Österreich eine durchaus denkbare Entwicklung zu sein. Es ist noch nicht eindeutig geklärt, inwieweit eine dezentrale und regional angepasste Form von Bioraffinerien die zwingende Voraussetzung dafür ist, dass die Anlagen einen Fortschritt in Richtung nachhaltiger Produktion bieten. Umgekehrt formuliert ist es noch fraglich, ob das Konzept der Bioraffinerien auch bei einer Umsetzung mit zentralen Anlagen der industriellen Produktion immer noch eine ökologisch vorteilhafte Alternative zur petrochemischen Produktion darstellen könnte.

Als eine sehr wesentliche Größe hat sich die Intensität der landwirtschaftlichen Landnutzung herausgestellt, das heißt, wie sehr die Erträge pro Fläche durch Hohertragsorten, Monokultur, Düngung, Pflanzenschutzmittel, Verschiebung von Erntezeitpunkten etc. gesteigert werden. Der Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen ist sowohl in den (Fermentations-)Anlagen als auch bei

der Produktion des Rohstoffes (z.B. „Genmais“) möglich. Es ist jedoch fraglich, ob die Entwicklung von Bioraffinerien hier einen entscheidenden Einfluss auf Trends haben wird, die maßgeblich durch politische Auseinandersetzungen und übergreifende Entwicklungen in der Industrie geprägt sind. Bisher wird dieser Aspekt in der Diskussion jedoch sehr wenig thematisiert. Weiters sind insbesondere die Transportintensität und der Energieaufwand bei der Rohstoffgewinnung und Aufbereitung relevante Größen. Entscheidend für eine Nachhaltigkeitsbewertung wird jedenfalls sein, ob Anlagen eher in großtechnischem Maßstab verbunden mit entsprechend intensiver Landwirtschaft und gegebenenfalls weiten Transportwegen oder eher dezentral und angepasst an die regionalen Gegebenheiten errichtet werden, wie das für die Pilotprojekte in Österreich konzipiert ist.

3.1.5 Der Stand der Umsetzung

In Österreich steht das Konzept der Grünen Bioraffinerie kurz vor der Umsetzung in Pilotanlagen. Als Anreiz wird hier vor allem auf die Verfügbarkeit und Verwertungsnotwendigkeit von Grünland bzw. Wiesengrünmasse gesetzt. Die Umsetzung wird aber von einigen ungeklärten Fragen und noch nicht gesicherten Kooperationen gebremst. So stoßen die Akteure – wie bei anderen Versuchen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe auch – auf verschiedenste Pfadabhängigkeiten und Beharrungstendenzen des derzeitigen, stark von der Petro-Chemie geprägten Produktionssystems.

Eine große Herausforderung besteht darin, wirtschaftlich tragfähige oder zumindest aussichtsreiche Kombinationen aus verschiedenen Produkten zu finden. Dabei spielen neben den Erwartungen bezüglich der Preisentwicklungen alternativer Rohstoffe bzw. Produktionsweisen und den Erwartungen bezüglich der Nachfrageentwicklung (z.B. bezüglich spezieller Qualitäten) auch externe Faktoren wie der Ölpreis und finanzielle Anreizsysteme eine Rolle. Bezüglich der technischen Reife der für Bioraffinerien benötigten Technologien ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Während einerseits Zuversicht herrscht: „the technical problems are solved or can be solved“ (Soyez/Pfeffer 2000) und davon gesprochen wird, es handle sich bei Bioraffinerien nur um eine Neukombination von bewährten Technologien, so erscheinen andererseits zentrale Verfahrensschritte in ihrer Wirtschaftlichkeit und ökologischen Vorteilhaftigkeit noch in hohem Maße ungewiss, etwa die für die Gewinnung von marktfähigen Aminosäure-Gemischen notwendige Trennung mittels Membran-Technologien.

3.2 Szenarien zur Entwicklung der Bioraffinerie in Österreich

3.2.1 Überblick über die Szenarien

Die Szenarien stellen das Hauptergebnis des Prozesses mit drei Workshops dar. Sie wurden auf dem ersten Workshop in Form von „wichtigen Einflussgrößen“ und „partiellen Wirkungszusammenhängen“, d.h. „Storylines“ (zunächst weitgehend explorativ) entworfen und anschließend ausformuliert. In den folgenden Workshops wurden sie weiterentwickelt und durch Nachhaltigkeitsbewertungen und Schlüsse bezüglich politischer Handlungsspielräume ergänzt.

Das Szenario 1, „Made in Styria“, weist Bedingungen auf, unter denen sich eine dezentrale und regional angepasste Variante der Bioraffinerie durchsetzen kann, vor allem aufgrund der Kooperation vieler Akteure in Österreich und starker politischer Unterstützung.

Im Szenario 2, „Big Players entdecken die Bioraffinerie“, wird hingegen die entscheidende Initiative von transnationalen Konzernen erwartet. Sie entwickeln das Konzept im Sinne großtechnischer Anlagen weiter, die mit agro-industriell erzeugten Rohstoffen aus einem weiten Umkreis betrieben werden.

Das Szenario 3, „Im Schlepptau der Bio-Energie“, hingegen knüpft eine Verbindung zur steigenden Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung mit entsprechenden Stoffflüssen und Infrastrukturentwicklungen. In der Folge dieser Entwicklungen werden wachsende Spielräume auch für die stoffliche Nutzung prognostiziert.

Im folgenden Kapitel werden im Anschluss an die eigentlichen Szenarien auch ihre Einschätzung im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte wiedergegeben (Workshop 2).

Im dritten Workshop mit den Stakeholdern wurden auch zentrale Maßnahmen für die Realisierung der einzelnen Szenarien identifiziert. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf F&E-Strategien und auf Anforderungen für die F&E-Förderung gelegt.

3.2.2 Szenario 1: „Made in Styria“

Grundlage dieses Szenarios ist eine enge Abstimmung und Kooperation zwischen den Akteuren auf regionaler Ebene. Sie tragen das Produktionssystem von der Rohstoffgewinnung bis zur Herstellung von (Zwischen-)Produkten. Dabei werden sie durch eine aktive Förderpolitik unterstützt, zunächst insbesondere durch eine spezielle Förderung von Grünlandwirtschaft, im Rahmen derer die nachhaltige Produktion für Bioraffinerien möglich wird, durch Markteinführungsprogramme und durch langfristige F&E-Förderung. Aufgrund dieser staatlichen Förderung können integrierte Anlagenkonzepte und Produkte entwickelt werden, die auf Kombinationen von Massenprodukten (z.B. Milchsäure) mit hochpreisigen Spezialprodukten und solchen Produkten basiert, die aufgrund ihrer regionalen, bäuerlichen Herkunft und kleinen Stückzahlen hochpreisig an ökologisch motivierte Kunden vermarktet werden. Durch die längerfristig abgesicherte staatliche Stützung sowohl dieser Produkte als auch der Milchsäureproduktion aus Wiesengrünmasse entwickelt schließlich auch die Industrie ein Interesse an der wachsenden Nische für PLA-Produkte in Österreich und den Exportmöglichkeiten für entsprechende Produkte und Technologie. Technologische Weiterentwicklungen führen schließlich zu zunehmender Wettbewerbsfähigkeit der integrierten Produktion und Reststoffverwertung in Bioraffinerien.

Beschreibung

Bioraffinerien werden zunehmend als wichtiges Element zur Erhaltung der Kulturlandschaft und einer lebendigen, kleinräumig strukturierten Landwirtschaft erkannt. Daher wird die Errichtung und der Betrieb von Bioraffinerien im Rahmen der neuen produktions-unabhängigen Landwirtschaftsförderung finanziell unterstützt. Die der Region verbundenen Unternehmen erkennen die Zukunftspotentiale von Bioraffinerien – vor allem vor dem Hintergrund einer mittelfristig garantierten politischen Förderung – und bringen sich zur Erhaltung des Standortes Österreich und der ländlichen Regionen aktiv (mit Know-how und Investitionen) in die Entwicklung von Bioraffinerien ein. Die landwirtschaftlichen Betriebe finden und nutzen geeignete Kooperationsformen für eine optimale Nutzung der mit Bioraffinerien verbundenen Infrastruktur, d.h. für Erntemaschinen, Silos und Transportfahrzeuge sowie Fraktionierungs- und Konzentrationsanlagen. Viele schließen sich in regionalen Genossenschaften zusammen, um Rohstoffe in ausreichenden Mengen und gleichwertiger Qualität zur Verfügung stellen und erste Wertschöpfungsschritte in der Region selbst vornehmen zu können. Die Landwirtschaftspolitik versetzt durch entsprechende Förderungen die Betriebe in die Lage, individuell und kollektiv in Anlagen zur weiteren Wertschöpfung aus den im Rahmen dieser Prämien produzierten Biomassen zu investieren. Die Milchwirtschaft erkennt in dezentral belieferten Bioraffinerien eine Chance zur besseren Nutzung und Ergänzung ihrer Infrastruktur, steigt großflächig in Bioraffinerien ein, stellt ihre Transportlogistik zur Verfügung und betreibt selbst Silos. Auf regionaler und nationaler Ebene werden Informationsbüros zur effizienten Koordination aller beteiligten Akteure und Marktpartner etabliert.

Im Folgenden werden die Ausprägungen der wesentlichen Einflussfaktoren für dieses Szenario beschrieben

Landnutzung und Rohstoffbasis

Der Erhaltung der traditionellen Kulturlandschaft und ökologischen Vielfalt wird große Bedeutung zugemessen. Deshalb werden die alpine Grünlandwirtschaft und kleinräumiger Ackerbau ebenso gefördert, wie eine naturnahe Waldbewirtschaftung. Für die so in großen Mengen entstehende, heterogene und ligninhaltige Biomasse werden neben der energetischen Nutzung weitere Formen der Wertschöpfung angestrebt. Die Förderung der Bio-Energiegewinnung wird begrenzt, um zunächst die stoffliche Nutzung zu ermöglichen. Bei weiterhin schwankenden aber nicht dramatisch steigenden Ölpreisen kann sich die Bioraffinerie so bei bestimmten Flächentypen gegenüber der Konkurrenz einer rein energetischen Biomassennutzung durchsetzen.

Politischer Kontext und politische Förderung

Bioraffinerien werden durch politische Maßnahmen auf mehreren Ebenen unterstützt. Die österreichischen Befürworter von Bioraffinerien finden Wege, ihre Interessen politisch zu artikulieren, und Druck auf die Entscheidungsträger auszuüben, nachhaltige Produktionsweisen und die stoffliche Nutzung von Biomasse zu fördern. Die nationale Landwirtschaftspolitik wird mit Strukturpolitik und Zielen der Regionalentwicklung verzahnt, und strebt die Erhaltung kleinräumiger Kulturlandschaften an. Dafür werden gezielt Maßnahmen durchgesetzt, welche die agro-industrielle Produktion bremsen und bäuerliche und kooperative Landwirtschaft, sowie die regionale Wertschöpfung in Bioraffinerien fördern. Sie werden durch diese staatliche Förderung in die Lage versetzt, auch bei geringen Anlagengrößen, wenig intensiver Landbewirtschaftung und heterogenen Ausgangsmaterialien wie der Wiesengrünmasse, chemische Präkursoren wie Milchsäure zu Marktpreisen abzusetzen.

Die Tourismuslobby unterstützt diese Entwicklung, da sie zur Erhaltung der Kulturlandschaft beiträgt, setzt aber in einigen touristischen Gemeinden strenge Regeln bezüglich der Transporte von Biomasse durch. Auch Änderungen in der EU-Agrarpolitik sorgen ab 2006 dafür, dass insbesondere kleine Betriebe für die wenig intensive Nutzung ökologisch wertvoller Flächen (z.B. alpine Grünlandwirtschaft) Prämien bezahlt bekommen. Dies wurde in Folge der Erweiterung der EU möglich, nachdem es der Kommission durch die erweiterte Mitgliederbasis nun leichter gelingt, ihre Ziele gegen nationale Lobbies durchzusetzen. Auch die EU-Technologiepolitik setzt auf regional angepasste Technologien und unterstützt die Entwicklung von Anlagen zur Nutzung von NAWARO.

Schließlich wird die Nachfrage nach regional und biogen erzeugten Produkten gesetzgeberisch gefördert, indem entsprechende Kennzeichnungspflichten eingeführt werden.

F&E-Politik und -Strategie

Entsprechende F&E-Förderung auf europäischer Ebene wird durch langfristig angelegte nationale Programme strategisch ergänzt. Der Staat tritt dabei als Investor von Risikokapital auf und fördert nachhaltige Technologien durch degressive Markteinführungsprogramme. Das Budget dafür stammt aus Haushaltsmitteln, die durch die Umverteilung und Begrenzung von Agrar-Subventionen frei wurden. Auch die österreichische Technologiepolitik wird mit der Struktur-/Regionalentwicklungs- und Umweltpolitik koordiniert und konzentriert sich auf die Entwicklung angepasster Technologien sowohl für den Heimatmarkt als auch für den Export. Technologische Fragen werden zunehmend interdisziplinär bearbeitet, so dass bereits in die frühe Technikentwicklung Aspekte der Nachhaltigkeit, Nutzung und Marktentwicklung einbezogen werden. So wird frühzeitig die Entwicklung von Franchise-Modellen für verschiedene Schritte der Wertschöpfung aus nachwachsenden Rohstoffen gefördert, und große Aufmerksamkeit auf die Abschätzung von möglichen Risiken der geförderten Technologien gelegt.

Industrie-Beteiligung

Die österreichische Industrie (Anlagenbau, Baustoffe, Chemische-, Pharma-, Lebens- und Futtermittelindustrie) entwickelt in diesem Umfeld ein Interesse daran, Technologien sowohl für die in Öster-

reich geförderte nachhaltige Produktion, als auch für den Export zu entwickeln und bringt ihr spezifisches Know-how und komplementäres Kapital in solche Entwicklungsprozesse ein.

Die in Österreich besonders ausgeprägten Sektoren Bauindustrie und Automobil-Industrie schaffen später mit spezifischer Nachfrage nach ökologischen Baumaterialien und Werkstoffen aus Bio-Fasern und Biopolymeren weitere wirtschaftliche Standbeine für Bioraffinerien.

Entsprechende Unternehmens-Cluster entwickeln sich zu hocheffizienten Informationsdreh-scheiben und Marktplätzen.

Produkte und Produkteigenschaften

Bioraffinerien produzieren eine umfangreiche Palette von Produkten, aufgrund der integrierten Produktion und Reststoffvermeidung insgesamt zu wettbewerbsfähigen Preisen. Wesentliche Produktfamilien sind Füll-, Futter- und Werkstoffe aus Fasern, Milchsäure, Aminosäuren-Gemische, Nährmedium für Fermentationen und Biogas (zur Verstromung).

Aufgrund einer zunehmenden Sichtbarkeit der negativen Folgen globalisierter Produktion (Transitkollaps in Österreich, Klimawandel) entwickeln Endkonsumenten eine zunehmende Präferenz für regionale Produkte. EU- und nationale Gesetzgebung verlangt eine immer umfangreichere Kennzeichnung der Produktketten und erlaubt den KonsumentInnen (ähnlich wie beim Fleisch) auch bei Gebrauchsgütern die Zurückverfolgung bis zur Herkunft der Rohstoffe – z.B. „Erdöl aus Kuwait“ oder „Mais aus Österreich“. Darüber hinaus werden aufgrund dieses Bewusstseins und neuer IT-unterstützter Logistik immer mehr Produktionsketten regional geschlossen. Auch die regionale Direktvermarktung nimmt immer größere Ausmaße an. Für eine zunehmende Anzahl von Produkten auf Basis von Bioraffinerie-Rohstoffen wird die regionale Erzeugung und der hohe Anteil erneuerbarer Rohstoffe zu einem Kernbestandteil ihrer Markenidentität.

Technologische Optionen / Größenordnungen

Die systematische Erforschung von Nutzungspotentialen heimischer Biomasse bezieht auch überliefertes bäuerliche Wissen mit ein. Eine Fülle von regionalen Produktideen und Anwendungskontexten führt zur Errichtung von ersten semi-zentralen Anlagen zur Verarbeitung des konzentrierten Press-Saftes mit einem Einzugsradius von bis zu 50 km und einem Jahresdurchsatz von 5.000 - 10.000 t (TM). Die Fraktionierung und energetische Nutzung der Faserfraktion geschieht dezentral in den landwirtschaftlichen Betrieben und bäuerlichen Kooperativen (Radius 30 km). Mit dem zunehmenden wirtschaftlichen Erfolg der integrierten Ganzpflanzennutzung in Bioraffinerien wird die staatliche Förderung der alpinen Grünlandwirtschaft, die zuvor für sehr geringe Preise beim Silage-Saft gesorgt hatte, überflüssig und gestrichen.

Externe Faktoren

Der Ölpreis stabilisiert sich bei leicht steigender Tendenz. Die EU- und österreichische Politik wird wirksam auf Nachhaltigkeitsziele ausgerichtet. Die Maßnahmen in verschiedenen Politikfeldern werden auf allen Ebenen koordiniert.

Nachhaltigkeitsbewertung – Chancen und Risiken

Das Szenario 1 „Made in Styria“ ist in seinen Nachhaltigkeitspotentialen insgesamt eingeschränkt, da nur eine geringe Durchdringung der Gesamtwirtschaft mit diesem neuen Produktionstypus erwartet wird. Die dezentralen Anlagen mögen mit ihrer nachhaltigen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung

zwar sehr „saubere“ Produkte ermöglichen, aber diese werden nur einen kleineren Anteil von herkömmlichen Produktionsprozessen ersetzen bzw. verändern.

Auf regionaler Ebene sind aber sehr wohl Effekte zu erwarten, und die sind überwiegend sehr positiv:

1. Die *Wirtschaftlichkeit* wird sehr stark davon abhängen, ob regionalspezifische Produkteigenschaften erzielt und vermarktet werden können. Eine gewisse Hoffnung mag darin bestehen, dass standortspezifische Wachstumsbedingungen genutzt werden könnten, um spezifische Inhaltsstoffe oder Qualitäten in eher kleinen Mengen (d.h. im Kampagnen-Betrieb) zu produzieren. Bei den Massenprodukten, die aus Grundstoffen der Bioraffinerie (Milchsäure, Aminosäure-Gemische etc.) synthetisiert werden, ist es eher unwahrscheinlich, dass aufgrund der Herkunft (von Teilen) der Rohstoffbasis aus nachwachsenden oder regionalen Quellen höhere Margen zu erzielen sein werden.

In den derzeit noch nicht bestimmbareren Kosten und den ökologischen Auswirkungen der zu entwickelnden Trennverfahren liegt eine enorme Unsicherheit, welche die Wirtschaftlichkeit dieses Szenarios stärker als die der beiden anderen Szenarien beeinflussen wird.

Negativ auf die Wirtschaftlichkeit von Bioraffinerien in diesem Szenario wirken sich die besonders hohen Transaktionskosten zwischen besonders vielen notwendigen Akteuren des Produktionssystems aus (Rohstofflieferanten, Anlagenbetreiber, Grundstoffabnehmer, jeweils aus verschiedenen Regionen mit unterschiedlichen Produkten ...).

2. Entsprechend schneidet das Szenario 1 bezüglich des *Verbleibens von Wertschöpfung in der Region* am Besten ab. Die Arbeit wird am ehesten arbeitsteilig geschehen, was sich auch in höheren Potentialen zur Arbeits- bzw. Einkommensbeschaffung spiegelt. Im Gegensatz zum Szenario 2 und stärker als in Szenario 3 besteht die Möglichkeit, dass so Arbeitsplätze und Lebenschancen im ländlichen Raum erhalten werden, was im besten Falle ein transportintensives Auspendeln vermeidet. Über die Nachhaltigkeitsbilanz einer Abwanderung in städtische Gegenden kann hingegen viel diskutiert werden.
3. Die *Auswirkungen der Bewirtschaftungsform* sind in diesem Szenario am ehesten positiv, auch wenn die Rohstoffgewinnung die Beibehaltung einer relativ intensiven Nutzung gegenüber der Nichtnutzung oder Pflege von landwirtschaftlichen Flächen darstellen kann. Wie groß der Druck hin zu Monokulturen und schädlicher landwirtschaftlicher Praxis in diesem Szenario sein wird, hängt von den Rohstoffanforderungen der Bioraffinerien ab (Erntezeitpunkte, Sorten, etc.), und wird darüber hinaus auf überregionaler Ebene durch die Agrar- und Umweltpolitik reguliert.
4. Der *Gesamtenergieverbrauch* hängt wie in den anderen Szenarien auch von den zu entwickelnden Trenntechnologien und von Möglichkeiten der Abwärmenutzung ab. Bei diesem Szenario ist aufgrund der dezentralen Anlagen von einer insgesamt eher geringen Transportintensität auszugehen, die aber durchaus regionale Belastungen mit sich bringen könnte.
5. Die *Erhaltung der Kulturlandschaft* kann in diesem Szenario am Besten gewährleistet werden. Auch wenn die angebauten Kulturen andere sein könnten als in der Vergangenheit, so sind die Größenordnungen der Parzellen und die Nutzungsformen wahrscheinlich am ähnlichsten, was dem ästhetischen Empfinden beispielsweise von Touristen wohl am ehesten entgegen käme.
6. Die *Mitsprache der betroffenen Akteure* wird aufgrund des dezentralen und selbstorganisierten Betriebs von Bioraffinerien in diesem Szenario leichter möglich sein, als in den anderen. Auf regionaler Ebene lässt sich eher eine persönliche Bekanntschaft und Kommunikation zwischen den Akteuren und Betroffenen herstellen, daher ist eine größere Verbindlichkeit und soziale Kontrolle im Zusammenhang mit den neuen Produktionsformen zu erwarten.

Akteursstrategien und Umsetzungsschritte

Zentrales Merkmal dieses Szenarios ist die erfolgreiche Vernetzung regionaler Akteure (Forschung, Landwirtschaft, industrielle Umsetzung, Regionalpolitik etc.).

Die Realisierung des Produktionskonzeptes Bioraffinerie ist hier stark von förderlichen politischen Rahmenbedingungen und Maßnahmen sowie insbesondere öffentlich geförderter F&E abhängig.

Schlüsse hinsichtlich der F&E-Strategie

Die heterogenen Forschungsakteure müssen auf nationaler Ebene zu langfristigen F&E-Strategien koordiniert werden (z.B. koordinierte Durchführung von Screenings zu interessanten Pflanzeninhaltsstoffen, Entwicklung regionalspezifischer Produktkombinationen aufgrund von Machbarkeits- und Marktstudien etc.).

Die nationalen F&E-Aktivitäten müssen stark auf die Ergebnisse im internationalen, insbesondere europäischen Forschungsraum abgestimmt werden, um einen optimalen Mittelseinsatz zu gewährleisten. Entwicklungen der wirtschaftlich-politischen Rahmenbedingungen müssen permanent beobachtet und antizipiert werden.

Die Forschung sollte wegen der komplexen technischen Aufgabenstellung und wirtschaftlichen Umsetzung hochgradig interdisziplinär und integrativ organisiert werden.

Zentraler technologischer Engpass scheint derzeit die Entwicklung von energie- und kostengünstigen (Membran-)Trenntechnologien für Aminosäurengemische und Milchsäure zu sein. Diese Aufgabe dürfte besonders anspruchsvoll sein im Zusammenhang mit der heterogenen Rohstoffbasis von „Grünen Bioraffinerien“ (Wiesengrünmasse unterschiedlicher Zusammensetzung je nach Standort und Jahreszeit), welche im Mittelpunkt des Szenario eins stehen.

Aufgrund dieser Heterogenität im Rohstoff und aufgrund des dezentralen und regional ausdifferenzierten Charakters von grünen Bioraffinerien im Szenario eins, besteht eine zentrale Herausforderung für F&E in der Entwicklung komplexer und angepasster Anlagentechnik, -Steuerung und Logistik.

Schlüsse hinsichtlich der F&E-Politik

F&E zu Bioraffinerien bedarf in diesem Szenario starker öffentlicher Finanzierung (mit langfristig absehbarem Budget).

Nationale F&E-Förderung sollte weitgehend komplementär zu EU-Instrumenten angelegt sein.

Schlüsse hinsichtlich politikfeldübergreifender Maßnahmen

Um die Durchsetzung von Bioraffinerien zu ermöglichen, ist die Förderung entsprechender F&E-Maßnahmen nicht ausreichend: Sie müssen ergänzt werden durch starke wirtschaftliche Anreize seitens der Landwirtschafts- und Regionalpolitik (Förderung der Produktion von „non-food“ sowie für die Offenhaltung der Landschaft). Die Integration von Umweltzielen in die Maßnahmen in diesen Politikbereichen (policy integration) ist deshalb eine zentrale Voraussetzung für den Erfolg von Bioraffinerien in diesem Szenario.

Weitere Umsetzungsschritte

- Entwicklung strategischer Partnerschaften auf regionaler Ebene;
- Zusammenschluss von Regionen zur effizienten Nutzung gemeinsamer Ressourcen (z.B. für F&E, Entwicklung von Infrastruktur, Lobbying etc.);

- Eine Nachhaltigkeitsbewertung des Anlagenkonzeptes, auf Basis solider Daten aus entsprechenden Labor-Experimenten und Pilotanlagen;
- Wirtschaftlichkeitsanalysen anhand verschiedener Anlagenkonzepte auf lokaler Ebene;
- Entwicklung von starken Finanzierungspartnerschaften auf Basis überzeugender Nachweise der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit.

Markteinführungsprogramme: Zentrale Schritte bei der Umsetzung:

- Von besonderer Bedeutung ist in diesem Szenario die Identifikation jeweils an die regionalen Bedingungen (Rohstoffangebot, Nachfrage, Infrastruktur, ...) angepasster Kombinationen (Portfolios) von Produkten, welche in Bioraffinerien synergetisch erzeugt werden können.
- Dieser Schritt erfordert besonders viele regionalspezifische Machbarkeits- und Marktstudien und eine intensive Beobachtung der Entwicklungsergebnisse auf allen Ebenen (im Internationalen, europäischen, nationalen und regionalen Forschungsraum).
- Hierfür wiederum ist ein intensiver Austausch der Akteure über die Entwicklungen von Technologie und Rahmenbedingungen besonders wichtig.
- Entscheidend ist die Gestaltung und entsprechende Nutzung vorhandener Förderinstrumente auf EU- und auf nationaler Ebene, sowie unterstützende Gesetzgebung in verschiedenen Politikbereichen.

3.2.3 Szenario 2: „Big Players entdecken die Bioraffinerie“

Abstract: International tätige Konzerne entschließen sich, Bioraffinerien zur effizienten Produktion von Materialien und chemischen Präkursoren einzusetzen. Sie betreiben mit eigenen Mitteln entsprechende F&E und realisieren auch in Österreich spezialisierte Bioraffinerien mit vergleichsweise großem Einzugsgebiet. Sie erreichen eine Verbesserung der Rohstoffbasis hinsichtlich Reinheit, Quantitäten und kontinuierlicher Lieferung durch entsprechenden Nachfragedruck auf die landwirtschaftlichen Produzenten. Mit dem Einsatz von NAWARO erzielen sie in erster Linie neue und verbesserte Produktqualitäten, und Kostenvorteile durch die integrierte Produktion und die zunehmende Nutzung von Reststoffen. Eine weitere Motivation für das Engagement einiger großer Unternehmen ist auch die Verbesserung des Images der chemischen Industrie.

Beschreibung

Große Konzerne werden aufgrund der Herausforderungen des Weltmarktes und der umweltpolitischen Regulierung (z.B. in der EU) auf die Forschungen und ersten (allerdings bis dahin eher schleppend verlaufenden) Umsetzungen von Bioraffinerien aufmerksam. Sie kaufen sich zunächst F&E-Kapazitäten ein, sorgen jedoch so schnell wie möglich dafür, anwendungsnahe Entwicklungen im eigenen Hause weiterzuentwickeln.

Die weiteren wesentlichen Einflussfaktoren dieses Szenarios und ihre Ausprägung lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Landnutzung und Rohstoffbasis

In den Bioraffinerien werden Rohstoffe genau definierter Qualitäten verarbeitet. Dazu gehören Neuzüchtungen und zunehmend auch genetisch veränderte Pflanzen. Diese werden agro-industriell produziert, d.h. mit zum Teil hohem, exakt kontrolliertem Einsatz von Dünger und Pestiziden. Diese Produktion findet in großen Betrieben und in einem sehr großen Radius um die spezialisierten Bio-

raffinerien statt. Es gelingt den Unternehmen, die Verwendung nachwachsender Rohstoffe als ökologisch und innovativ Image-bildend einzusetzen. Die Verteuerung von Transporten aufgrund von Ölpreissteigerungen) führt mittelfristig zu einem hohen Kostendruck bei stark zentralisierten Anlagen. Dies führt sowohl zur Einführung weiterer Konzentrationsschritte bei den Produzenten als auch zu einem Überdenken des zentralen Anlagenkonzeptes.

Auf den landwirtschaftlich produktiveren Flächen Österreichs werden unter weitgehend kontrollierten Bedingungen Rohstoffe für die stoffliche Nutzung angebaut. Außerdem werden verschiedene Getreide international zugekauft. Die weniger produktiven Flächen in Österreich verwalden oder werden als Kurz-Umtriebsplantagen für die Energieerzeugung genutzt.

Politischer Kontext und politische Förderung

Die Produktion innerhalb der EU wird zunehmend reglementiert hinsichtlich Emissionen, Abfallvermeidung und Effizienzkriterien, da eine solche „schlanke Produktion“ zunehmend als Wettbewerbsvorteil erkannt wird. Die großen Konzerne wirken mit Hinweis auf Arbeitsplätze und Wettbewerbsvorteile darauf hin, dass die Europäische Gesetzgebung sie in ihrer Tätigkeit möglichst wenig einschränkt, und erwirken eine Unterstützung der Nutzung von NAWAROs im Rahmen der europäischen Strategie, die Wirtschaft von Erdölimporten unabhängiger zu machen. Die Entwicklung des ländlichen Raumes findet politisch wenig Beachtung, da internationale Wettbewerbsfähigkeit für Österreich überwiegend in High-Tech-Sektoren erwartet wird.

F&E-Politik und -Strategie

Die großen Konzerne stehen in einem internationalen Wettbewerb um Produktentwicklungen. Sie prägen zunehmend die universitäre wie privatwirtschaftliche Forschung in Österreich. Innerhalb der Konzerne werden Konzepte aus den USA auf europäische Verhältnisse übertragen und teilweise angepasst. Sie kooperieren partiell und zeitlich begrenzt in Versuchen der Bildung von Innovationsnetzwerken, die teilweise staatlich unterstützt werden. Österreichische Forschungsteams werden teilweise in diese privatwirtschaftlichen Entwicklungen überführt. Teilweise gelingt es auch, eigenständige Entwicklungen patentrechtlich abzusichern und an große Produktionsunternehmen zu lizenzieren. Diese Versuche werden durch eine sehr gezielte staatliche Förderung der Branche unterstützt (Start-ups, patentrechtliche Beratung, Labore etc.).

Industrie-Beteiligung

Die beteiligten Niederlassungen internationaler Konzerne und zugehöriger Tochterfirmen und Zulieferer nutzen ihre vertikale Integration für die gesamte Entwicklung von Produktionssystemen in Eigenregie. Österreich wird zum Standort vor allem für LCF- und Getreide-/Stärke-Bioraffinerien. Österreichische Firmen fungieren als Zulieferer beim Anlagenbau und können sich dabei teilweise wichtige Marktpositionen erschließen (mit Patenten auf Teil-Prozesse). Die österreichische Holzindustrie liefert aufbereitete Rohstoffe aus Kurzumtriebsplantagen an die LCF-Raffinerien.

Produkte und Produkteigenschaften

Im Vordergrund stehen neue und verbesserte Produkteigenschaften, die Senkung der Produktionskosten durch die Nutzung von Reststoffen und die Vereinfachung der Milchsäureherstellung mittels Feststoff-Fermentation. Biotechnologische Verfahren werden aufgrund des steigenden Ölpreises in immer mehr Bereichen kostengünstiger als energieintensive und/oder auf Erdöl basierende Verfahren. Hierzu tragen ständige Weiterentwicklungen beim Einsatz von Enzymen bei, unter anderem auch gentechnisch veränderte. Die Konzerne können aufgrund ihrer vertikalen Integration Nawaro-Qualitäten durch ganze Produktionsketten hindurch garantieren und steigern ihre Margen teilweise durch entsprechende Vermarktung. Besondere Bedeutung erhalten Polylactide aus Milchsäure auf Basis von Mais und andere stärkebasierende Biopolymere und Produkte der LCF-Bioraffinerie.

Technologische Optionen / Größenordnungen

Fermentation von Stärke aus Getreide liefert immer mehr Ausgangsstoffe und Produkte kostengünstiger, als die petrochemische Produktion. Für die Nutzung der Reststoffe aus diesen Pflanzen (Mais-Stengel) werden erste Bioraffinerien geschaffen. Gleichzeitig wird die Forschung an der Verarbeitung von Hemi-zellulose vorangetrieben, um auch holzige Biomasse für solche Prozesse nutzen zu können. Hemi-zellulose wird in der Folge vor allem aus speziellen, reinen Biomassen aus dem Forst und aus Kurzumtriebsplantagen gewonnen (vollautomatisierte Ernte und Aufbereitung des Holzes).

Zunächst werden zentrale und spezialisierte Anlagen gebaut, die zu immer vielfältigeren Clustern zur vollständigen Nutzung der Rohstoffe ausgebaut werden mit einer Jahreskapazität von ca. 100.000 t (TM). Die Steigerung der Transportkosten führt jedoch wieder zu einer Verkleinerung und Dezentralisierung der Anlagen.

Externe Faktoren

Die Erdöl- und Energiepreise schwanken und steigen mittelfristig deutlich an. Auf EU-Ebene wird die Produktion zunehmend in Richtung Rohstoffeffizienz gelenkt. In der Industrie findet eine zunehmende Konzentration der Unternehmen statt und die Produktion wird weiter globalisiert.

Nachhaltigkeitsbewertung – Chancen und Risiken

1. Ein *wirtschaftlicher* Einsatz von Bioraffinerien könnte im Big Player-Szenario zunächst von solchen Akteuren erreicht werden, die in einem gewissen Imageeffekt von Nawaro-Produktion einen zusätzlichen Nutzen sehen, und aus solchen Gründen eine Investition in Bioraffinerien wagen. In der Folge solcher „Added Value“-Maßnahmen könnten die Grundlagen für nachhaltig wirksame Innovationen gelegt werden. Big Players sind jedenfalls durch zwei Merkmale zu charakterisieren: Sie rechnen einerseits sehr utilitaristisch und in kurzen Amortisationszeiträumen. Andererseits haben sie die nötigen Ressourcen, um beispielsweise F&E bei guten Aussichten auch über längere Phasen hinweg frei zu finanzieren. Durch die große Integration innerhalb von Firmengruppen und hierarchische Entscheidungswege ist von einer hohen internen Koordination und daher geringeren Transaktionskosten zwischen verschiedenen Gliedern der Wertschöpfungskette auszugehen.
2. Das *Verbleiben von Wertschöpfung in der Region* ist in diesem Szenario am wenigsten darstellbar. Zwar könnten sich regional verschiedene Rohstoffe für solche Bioraffinerien anbauen lassen, die Bioraffinerien (bzw. Big Players) werden aber eine hohe Marktmacht sicherstellen, und so einen hohen Druck auf die Produzenten hinsichtlich Quantitäten, Qualitäten und Preise ausüben. Alle Produktionsschritte werden in höchst rationeller Weise durch sehr wenige Personen ausgeführt werden. Selbst der Zukauf von Rohstoffen aus internationalen Quellen ist denkbar, womit auch dieser regionale Bezug verloren ginge.
3. Bezüglich der *Auswirkungen der Bewirtschaftungsform* auf die Ökosysteme ist festzuhalten, dass bei diesem Szenario ein intensiver Anbau in Monokulturen und mit hohem Einsatz von Dünger, Pestiziden etc. am wahrscheinlichsten ist.
4. Der *Gesamtenergieverbrauch* ist selbstverständlich auch hier von den eingesetzten Technologien (der Trennung) abhängig. Bei semizentralen oder zentralen Anlagen ist jedoch mit der Nutzung größerer Einsparungs- und Optimierungspotentiale zu rechnen. Der Transportaufwand wäre insbesondere bei überregionaler Herkunft der primären Rohstoffe sehr hoch. Auch Konzentrationsverfahren zur Reduzierung dieses Transportaufwandes wären wahrscheinlich energieintensiv, wobei dieser Bedarf eventuell regenerativ und effizient zu decken wäre. Auch der Energiebedarf bei der Produktion der Rohstoffe in intensiver Landwirtschaft wäre zu berücksichtigen.
5. Die *Erhaltung der Kulturlandschaft* wird als Ziel mit diesem Szenario kaum erreicht werden können, da intensive Landwirtschaft in großen zusammenhängenden Flächen zu erwarten ist, auch dort, wo bisher eine extensivere (Grünland-)Nutzung vorzufinden war.

6. Die *Mitsprache der betroffenen Akteure* wird sich voraussichtlich in einem engen Rahmen bewegen, der teilweise gesetzlich im Zusammenhang mit der Genehmigung der Anlagen vorgegeben ist. Die Kommunikationen von großen Firmen mit betroffener Bevölkerung werden nicht die Qualität von persönlichen und Vertrauen schaffenden Begegnungen erreichen. Die Landwirte werden als Lieferanten von standardisierten Vorprodukten eine wenig gestaltbare Rolle spielen.

Akteursstrategien und Umsetzungsschritte

Vor dem Hintergrund dieses Szenarios ist es für eine erfolgreiche Entwicklung in Österreich von besonderer Bedeutung, dass die österreichischen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten strategisch optimal auf die internationalen Forschungsanstrengungen, -förderungen und -ergebnisse abgestimmt sind, sowie dass schnell auf geänderte Rahmenbedingungen und Anreizstrukturen reagiert werden kann, etwa auf europäische Gesetzgebung zu Energie- und Materialeffizienz bzw. Recyclingquoten.

Einen besonderen Einfluss könnten auch die Entwicklung von Landwirtschaft und Industrie in den benachbarten neuen Mitgliedsstaaten haben, so dass einem entsprechenden Monitoring hohe Bedeutung zukommen könnte.

Wichtiges Merkmal dieses Szenarios ist die zentrale Rolle international tätiger Konzerne bei der Einführung von Bioraffinerien. Entsprechend ist die F&E stärker von Privatkapital geprägt und die Ausgestaltung von Bioraffinerien spiegelt eher internationale Markt- und Kräfteverhältnisse.

Schlüsse hinsichtlich der F&E-Strategie

In einem an internationalem Handel orientierten Szenario bietet Österreich für die Rohstoffgewinnung und Produktion wenig Standortvorteile. Angepasste Anlagen vor Ort werden also weniger an wirtschaftlicher Bedeutung erlangen. Statt dessen würde sich Österreich als Lieferant und Entwicklungsstandort für Anlagentechnik und -steuerung empfehlen. Dabei würde der Schwerpunkt auf LCF-Bioraffinerien (Ligno-Cellulose-Feedstock) zur Nutzung (holziger) landwirtschaftlicher Reststoffe oder auf den derzeit international bedeutendsten stärke-orientierten Bioraffinerien (Mais, Weizen, etc.) liegen. Im Vordergrund stünde wahrscheinlich die Entwicklung von Verfahren für große Anlagen, entsprechender Trenntechnologien, Steuerungstechnik, Logistik und der Bau entsprechender Anlagenteile. Eine große Bedeutung käme der Patentierung von spezialisierten Verfahren und Anlagentechnik zu.

Schlüsse hinsichtlich der F&E-Politik

Öffentliche F&E-Förderung hat in diesem Szenario nur einen geringen Einfluss auf die Erfolgchancen des Produktionskonzeptes Bioraffinerien. Ein großer Beitrag österreichischer Firmen bzw. Firmenstandorte und Forschungseinrichtungen könnte jedoch (aus industriepolitischen Interesse) durch die Subventionierung und Unterstützung solcher Unternehmen (z.B. patentrechtlich und bei Start-ups) gefördert werden. Die Ergebnisse der privaten F&E-Anstrengungen werden jedoch aufgrund der Wettbewerbssituation kaum öffentlich zugänglich sein. Entsprechend wird die politische Steuerung der Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit einen entsprechenden Informationsrückstand zu überwinden haben.

Schlüsse hinsichtlich politikfeldübergreifender Maßnahmen

Vor dem Hintergrund dieses Szenarios ist es für eine erfolgreiche Entwicklung in Österreich von besonderer Bedeutung, dass die österreichische F&E strategisch auf die internationalen For-

schungsanstrengungen und -ergebnisse abgestimmt ist, dass entsprechende Nachfrage nach Anlagentechnik international, z.B. in der chemischen Industrie frühzeitig erkannt wird, wie er etwa aufgrund geänderter europäischer Gesetzgebung zu Energie- und Materialeffizienz entstehen könnte, oder auch aufgrund eines entsprechenden Rohstoffangebotes in den benachbarten neuen EU-Mitgliedsstaaten. Zentral wäre jedenfalls die Verknüpfung von Industrie- und Standortpolitischen Maßnahmen mit F&E-Strategien und eventuell umweltpolitischen Zielsetzungen.

Weitere Umsetzungsschritte

- Die Definition technischer Standards für den Betrieb von Bioraffinerien – als Grundlage für Versicherungen, Garantien und Vertragsbeziehungen (Pionierleistungen auf diesem Gebiet können Transaktionskosten verursachen, welche die Entwicklung stark bremsen. Dies kann Ansatzpunkt für staatliche Unterstützung sein).
- Die Identifikation geeigneter Standorte für Bioraffinerien auf regionaler und/oder nationaler Ebene und die Förderung von förderlicher Infrastruktur, z.B. die Sicherstellung des Absatzes für Abwärme.
- Die Förderung von F&E-Maßnahmen zur Überwindung von Lärm- und Geruchsproblemen sowie von Vorsichtsmaßnahmen beim Anlagenbau.

3.2.4 Szenario 3 „Im Schlepptau der Bio-Energie“

Abstract: Aufgrund eines massiv steigenden Ölpreises wird Erdöl zunächst in den niedrigstpreisigen Anwendungen durch biogene Rohstoffe ersetzt – bei der Wärme und Stromgewinnung sowie den Treibstoffen. Dies wird durch nationale und EU-Politik massiv unterstützt. Da auf diese Weise viele dezentrale Biogasanlagen entstehen, und die Biomasse aus der Forst- und Landwirtschaft sowie die biogenen Abfälle für die energetische Nutzung gesammelt und zu Anlagen transportiert werden, sinken die Kosten für eine vorgeschaltete stoffliche Nutzung einzelner Bestandteile stark. Technische Entwicklungen zum Aufschluss von Lignozellulose führen immer mehr Bestandteile dieser Biomasse einer stofflichen Nutzung zu, da diese wirtschaftlicher wird als die energetische.

Beschreibung

Die BetreiberInnen von Biogasanlagen erkennen, dass durch die stoffliche Nutzung von Teilströmen der Biomasse eine höhere Wertschöpfung zu erzielen ist. Sie knüpfen Kontakte zu abnehmender Industrie und entwickeln mit Hilfe österreichischer Anlagenbauer, Forschungseinrichtungen und KMU-Förderung marktfähige Präkursoren, die sie in eigenen Anlagen vom Rest der Biomasse trennen. Daraus entwickelt sich in enger Verbindung mit der energetischen Nutzung eine eigene Industrie zur Gewinnung der (nachwachsenden) Rohstoff-Fraktion, die für die stoffliche Nutzung interessant ist.

Das Szenario lässt sich weiter durch die Entwicklung zentraler Einflussfaktoren beschreiben.

Landnutzung und Rohstoffbasis

Weitverbreitete Biogasanlagen verwenden zunächst Waldrestholz, Grünschnitt und Wiesengrünmasse(-Silage). Teilweise werden auch ganze (Energie-)Pflanzen extensiv angebaut und energetisch genutzt. Dadurch, sowie durch eine insgesamt leicht extensivierte Landwirtschaft (z.T. wegen steigender Energie- und Düngerpreise) stehen nur begrenzte Flächen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe für die stoffliche Nutzung zur Verfügung. Die weniger produktiven Flächen werden daher später (in Fruchtfolge) zur Produktion von solchen Rohstoffen genutzt, die sich sowohl für die stoffliche wie die energetische Nutzung bestmöglich eignen.

Politischer Kontext und politische Förderung

Die Substitution von fossilen Brennstoffen durch Bio-Energie wird in der EU und Österreich massiv gefördert. Die stoffliche Nutzung wird jedoch nicht als prioritär erkannt und entsprechend nicht bzw. nur sehr gering gefördert. Auch die Entwicklung des ländlichen Raumes wird nicht Gegenstand politischer Maßnahmen. Die Erdöl- und Klimakrise lenken schließlich jedoch die öffentliche Aufmerksamkeit auf die möglichst effiziente Nutzung der Flächen und Rohstoffe.

F&E-Politik und -Strategie

Die stoffliche Nutzung von Bio-Masse ist nicht Gegenstand von F&E-Förderung. Die energetische Nutzung in Biogasanlagen hingegen wird optimiert mit Prozess-Chemikalien und Entwicklung spezieller Enzyme. Die Industrie entwickelt eigenständig viele weitere biotechnologische Verfahren u.a. zur Anwendungen von Milchsäure (auch in geringerer Reinheit) und von Lignin, Lävulinsäure bzw. Furfural. Die Forschung zu Methoden der Fraktionierung der Biomasse, d.h. der Gewinnung von nutzbaren Fasern und der chemischen Präkursoren, wird teilweise von Firmen betrieben und ist daher nicht zugänglich. Parallel wird jedoch in Österreich auch gezielte, anwendungsbezogene Forschung in diesem Bereich betrieben und nach einiger Zeit aufgrund erkennbar werdender wirtschaftlicher Chancen im Rahmen der KMU-Förderung zunehmend staatlich unterstützt.

Industrie-Beteiligung

Die Betreiber von Biogasanlagen (österreichische KMU) entwickeln gemeinsam mit Firmen des Anlagenbaues und österreichischen ForscherInnen neue Wege der stofflichen Nutzung von Teil-Stoffströmen. Dies wird von der österreichischen Wirtschaftsförderung und österreichischen Finanzinstituten (Raiffeisen Leasing) nach anfänglichem Zögern unterstützt. Die Großindustrie bevorzugt es, einige Material-Präkursoren dezentral einzukaufen, da die Produktion in eigenen dezentralen Anlagen teurer wäre und die Kosten für Transporte stark gestiegen sind.

Produkte und Produkteigenschaften

Ausgehend von der Nutzung der gesamten Biomasse aus der Land- und Forstwirtschaft, den Reststoffen aus der Lebensmittelproduktion und aus den Haushalten in optimierten Biogasanlagen werden zunehmend Teilströme für die stoffliche Nutzung ausgekoppelt und in Form von Präkursoren aufbereitet. Sie werden teilweise zu Weltmarktpreisen verkauft, steigende Transportkosten führen jedoch zu immer stärkerer Regionalisierung dieser Märkte. Wichtige Produkte sind auf der stofflichen Seite: Milchsäure, Gemische von Aminosäuren, Lävulinsäure und zunehmend auch Glukosen. Die Fasern und die Hemi-Zellulose werden in Form von Pellets (mit verbesserten Aschewerten dank vorheriger Abtrennung der flüssigen Fraktion) und als Biogas der energetischen Nutzung zugeführt.

Technologische Optionen / Größenordnungen

Feuchte Biomasse verschiedener Herkunft wird ganzjährig neben den Biogasanlagen zu Silage fermentiert, fraktioniert, und teilweise für den Transport konzentriert. In Gebieten mit hohem Anfall von holzigen Reststoffen sind dies überwiegend LCF-Bioraffinerien neben Anlagen zur Verbrennung und Hydrolyse dieser Stoffe, in Gegenden mit mehr Ackerbau sind häufig Getreide-Bioraffinerien mit Biogasanlagen kombiniert. Der chargenartige Betrieb solcher Anlagen in Abstimmung mit Rohstoffangebot und spezifischer Nachfrage sowie die Optimierung von Transporten verlangt neben ausgeprägten regionalen Netzwerken auch den Einsatz speziell entwickelter Logistik-Konzepte und Software. Die Anlagen haben einen kleinen bis mittleren Einzugsradius und einen Jahresumsatz von ca. 5.000 - 20.000 t (TM). Teile der Abwärme werden genutzt, um die Produkte in wässriger Lösung vor dem Transport zu konzentrieren.

Externe Faktoren

Steigende Ölpreise und Versorgungskrisen verteuern Energie und Gütertransporte massiv. Sie lenken Ressourcen auf die Gewinnung von Bio-Energie und führen zu deren politischer Förderung. Auswirkungen des Klimawandels schränken die Verfügbarkeit landwirtschaftlicher Nutzfläche zunehmend ein.

Nachhaltigkeitsbewertung – Chancen und Risiken

Die Nachhaltigkeitspotentiale des dritten Szenarios sind mit den Effekten der stofflichen Pflanzennutzung allein nicht abgedeckt. Vielmehr geht das Szenario davon aus, dass diese Zusatznutzung die energetische Nutzung kostengünstiger gestaltet oder sogar erst ermöglicht. Diese sekundären Effekte sind schwer abzuschätzen, sollten aber berücksichtigt werden.

1. Die *wirtschaftlichen Effekte* sind bei diesem Szenario insgesamt als positiv einzuschätzen, insbesondere, wenn die trade-off-Effekte der kombinierten stofflichen und energetischen Nutzung berücksichtigt werden.
2. Das *Verbleiben von Wertschöpfung in der Region* geht eventuell ebenfalls über die Effekte der stofflichen Nutzung hinaus, insofern diese die energetische Nutzung mit ermöglicht. Es ist mit der Entstehung von Arbeitsplätzen in der Region zu rechnen (aufwendiger Betrieb der Anlagen, Anlagenbau, Logistik, etc.).
3. Die *Auswirkungen der Bewirtschaftungsform* werden weniger negativ sein als in Szenario 2, wenn auch nicht ganz so unproblematisch wie in Szenario 1. Falls Plantagen zum Anbau von Biomasse für die energetische oder kombiniert stofflich-energetische Nutzung betrieben würden, hängt sehr viel von der landwirtschaftlichen Praxis ab (Mischkulturen, Düngung etc.). Es ist im Rahmen dieses Szenarios eine große Variabilität in der Landnutzung möglich, aber auch großflächige Monokulturen.
4. Der *Gesamtenergieverbrauch* hängt stark von der Nutzung der Abwärme ab, die in diesem Szenario aufgrund der Dezentralität und hohen Energiepreise wahrscheinlich ist. Insgesamt ist eine starke Substitution von fossilen Brennstoffen durch regenerative Energien zu erwarten.
5. Die *Erhaltung von Kulturlandschaft* ist in diesem Szenario denkbar, aber weniger wahrscheinlich als im ersten Szenario. Es ist auch eine Arrondierung der landwirtschaftlichen Flächen für die effiziente Produktion bestimmter energiereicher Pflanzen denkbar (z.B. Mais und Raps).
6. Die *Mitsprache der betroffenen Akteure* wird aufgrund der regionalen Umsetzung leichter möglich sein als in Szenario 2, wenn auch nicht so selbstverständlich wie in Szenario 1. In einem komplexen Netzwerk von Anlagenbetreibern, Wärme- und Grundstoffabnehmern, Rohstofflieferanten etc. wird es (neben nationaler und internationaler Regulierung) sehr von der Ausgestaltung regionaler Arrangements und Politiken abhängen, ob die Interessen einzelner Betroffener oder Interessensgruppen Gehör finden werden.

Akteursstrategien und Umsetzungsschritte

Kennzeichnend für dieses Szenario ist die Tatsache, dass die stoffliche Nutzung von Biomasse erst in Folge der verbreiteten Aufbringung von Biomasse zur energetischen Nutzung erfolgt. Sie wird also nicht als politisches Ziel unabhängig davon verfolgt und erreicht die Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit von den Entwicklungen im energetischen Bereich.

Zentrale Bedeutung kommt hier wie im ersten Szenario der Landwirtschaftsförderung zu, insbesondere einer Neudefinition der Kriterien für „Stilllegungs-Prämien“. Sie müssen auch bei einer Produktion von Biomasse für Non-Food-Anwendungen zugänglich sein, was teilweise in nationaler Verantwortung, teilweise auf EU-Ebene geregelt ist.

Besonders wichtig ist in diesem Szenario gekoppelter Entwicklung auch die Schaffung eines Rahmens für die Kooperation verschiedener Akteure, d.h. die Überwindung von Kooperationsbarrieren evtl. konkurrierender Unternehmen und idealerweise die Erarbeitung von gemeinsamen Entwicklungszielen (Schaffung eines „Kreativen Milieus“ bzw. Entwicklungsnetzwerkes).

Auf technologischer Ebene sind die bedeutendsten Schritte die Entwicklung von kostengünstigen Reinigungsverfahren für Milchsäure und von Abtrenntechnologien für Aminosäuren.

Schlüsse hinsichtlich der F&E-Strategie

Zentrale Forschungsaufgabe ist in diesem Szenario die Klärung der Machbarkeit und wirtschaftlichen Vorteile einer vorgelagerten stofflichen Nutzung. Diese können in einer Verbesserung des Rohstoffes für die energetische Nutzung bestehen (z.B. verbesserte Aschewerte bei Verbrennung nach Abtrennen von Eiweißen in einer flüssigen Phase) oder in einer höheren Wertschöpfung für bestimmte Fraktionen.

Die F&E würde in diesem Szenario von der Anlagentechnik, Infrastruktur und Rohstoffbasis für die energetische Nutzung ausgehen, an Stelle einer für die stoffliche Nutzung optimierten (z.B. von Mais oder Stroh und Restholz statt Luzerne oder Weizen etc.).

Neben präzisen, flexiblen und kostengünstigen Verfahren zur Rohstoff-Fraktionierung und -Konzentration in einem semi-zentralen Anlagen- und Logistikkonzept ist auch hier die Entwicklung nachgelagerter Abtrenntechnologien für Aminosäuren und/oder Reinigungsverfahren für Milchsäure von großer Bedeutung. Dabei kann aber eventuell auf biotechnologische Verfahren zurückgegriffen werden, die in der chemischen Industrie entwickelt werden.

Schlüsse hinsichtlich der F&E-Politik

In diesem Szenario besteht eine Aussicht darauf, mit sehr spezifischer F&E-Förderung eine stoffliche Nutzung fördern zu können. Eine solche Förderung könnte auch KMU im Bereich der energetischen Nutzung adressieren und F&E-Kooperationen zwischen Forschung, Anlagenbau und Betreibern fördern. Auch die Verbindung von Know-how und Anlagentechnik aus den Bereichen Energie-Umwandlung (z.B. Biogas-Verstromung) und der chemischen Produktion stellt eine interdisziplinäre Forschungsaufgabe dar, die auf nationaler Ebene zu fördern wäre. Dabei könnte nach entsprechenden Machbarkeitsstudien eine Schwerpunktsetzung erfolgen z.B. auf Biogas-Verstromung, Holz-Vergasung o.ä.

Schlüsse hinsichtlich politikfeld-übergreifender Maßnahmen

Wesentlich für die stoffliche Nutzung entsprechend dem Bioraffinerie-Konzept ist in diesem Szenario die zielgenaue Förderung der energetischen und (z.T. in der Folge) stofflichen Nutzung durch entsprechende Marktanreize. Dazu zählen Steuerbefreiungen, Quotenregelungen (z.B. bezüglich Bio-Treibstoffen) und Mindestpreisregelungen (z.B. Ökostromgesetz 2002), die eine energetische Nutzung in hohem Umfang ermöglichen, ohne die stoffliche Nutzung auszuschließen. Zentrale Bedeutung kommt hier außerdem wie im ersten Szenario der Landwirtschaftsförderung zu (Flächen-Prämien im Non-Food-Bereich etc.), über die weitgehend auf europäischer Ebene, teilweise aber auch auf nationaler Ebene entschieden wird.

Weitere Umsetzungsschritte

- Entwicklung eines verfahrenstechnischen Konzeptes für die (dezentrale) Fraktionierung und eventuelle Konzentration der flüssigen Fraktion sowie für die transport- und kostenoptimierte Weiterverarbeitung in semizentralen Bioraffinerien.
- Umsetzung der technischen Lösungen und Konzepte in Demonstrationsanlagen und Beweis ihrer technischen Machbarkeit, (Öko-)Effizienz (insbesondere Energie-Effizienz) und Wirtschaftlichkeit.
- Förderung der Marktentwicklung, z.B. durch Markteinführungsprogramme, Kennzeichnungspflichten und Kampagnen für Produkte „aus nachwachsenden Rohstoffen“ bzw. „aus der Region“.

Überblick über die Szenarien

	Szenario 1 Made in Styria	Szenario 2 Big Players pro BioRaff	Szenario 3 Im Schlepptau der Bio-E
Erfolgsgeschichte	<ul style="list-style-type: none"> - regionale Akteure organisieren sich und kooperieren - massive politische Unterstützung und F&E 	<ul style="list-style-type: none"> - große Konzerne starten eigene F&E (neue Qualitäten & Kostenvorteile) - umweltrechtliche Regulierung der Produktion 	<ul style="list-style-type: none"> - Biomasse-Gewinnung für Energie -> Teilströme billig für stoffliche Nutzung auszukoppeln - z.B. Biogasanlagen-Betreiber beliefern Industrie damit
Landnutzung	<ul style="list-style-type: none"> - finanzielle Förderung nachhaltiger Landnutzung & Kulturlandschaftserhaltung - alpine Grünlandwirtschaft & eher extensiver Ackerbau 	<ul style="list-style-type: none"> - industrielle Landwirtschaft - Monokulturen, Dünger etc. - Kurzumtriebsplantagen - Verwaltung wenig produktiver Flächen 	<ul style="list-style-type: none"> - Landwirtschaftliche Flächen nehmen ab - Ganzpflanzen in Fruchtfolge für optimierte energetische & zunehmende stoffliche Nutzung
Rohstoffbasis	<ul style="list-style-type: none"> - Wiesengrünmasse und Reststoffe 	<ul style="list-style-type: none"> - reine Biomassen definierter Qualitäten, auch Importe 	<ul style="list-style-type: none"> - wenig intensive Mischkulturen für Energiegehalt (Ganzpflanzen)
F&E-Strategie	<ul style="list-style-type: none"> - strategische, zielgerichtete F&E - langfristiges Screening - ganzheitliche, interdisziplinäre Forschung 	<ul style="list-style-type: none"> - Konkurrenz zwischen Konzernen - Übertragungen aus USA - Spezialisten patentieren Prozesse & Anlagentechnik 	<ul style="list-style-type: none"> - F&E zu Biogasanlagen - Industrie entwickelt PLA-u.a. Anwendungen - später KMU-Forschung zu Fraktionierung/Konzentration
F&E-Politik	<ul style="list-style-type: none"> - integrierte Politik (Umwelt-Struktur- und F&E-Politik) - eigenes F&E-Budget 	<ul style="list-style-type: none"> - High-Tech-Orientierung - Unterstützung bei Start up & Patenten 	<ul style="list-style-type: none"> - starke Konzentration (Biogas) – später auch Fraktionierung/Präkursoren
Technologische Optionen	<ul style="list-style-type: none"> - Gewinnung spezieller Wirkstoffe wg. besonderer Wachstumsbedingungen 	<ul style="list-style-type: none"> - erst Stärkefermentation - dann LCF-Bioraffinerien - Einsatz von GMO 	<ul style="list-style-type: none"> - Silage bei Biogasanlagen - LCF-BioRaffinerien bei Hydrolyse/Verbrennung - komplexe Logistik mit IT
Einzugsradius / Größe der Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> - dezentrale (-> 30 km) + semizentrale Anlagen 50km - 5.-10.000 t(TM)/a 	<ul style="list-style-type: none"> - erst großer Radius, dann Transportkostendruck - > 100.000 t(TM)/a 	<ul style="list-style-type: none"> - klein bis mittel (50 km) - Konzentration mit Abwärme - 5.-50.000 t(TM)/a
Rolle österreichischer KMU	<ul style="list-style-type: none"> - Ö-Industrie (Anlagenbau & andere Sektoren) => Interesse an Nische - eigene F&E 	<ul style="list-style-type: none"> - Landwirtschaft liefert nur zu - Anlagenbau als Zulieferer - Holzindustrie liefert Präkursoren 	<ul style="list-style-type: none"> - Biogasanlagenbetreiber + Anlagenbauer + F&E-Akteure entwickeln selbst Präkursor-Anlagen
Rolle der Groß-Industrie	<ul style="list-style-type: none"> - Nachfrage aus Bau- und Automobil-Industrie 	<ul style="list-style-type: none"> - F&E und Realisierung von Bioraffinerien in Eigenregie 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrie nimmt Präkursoren ab, statt Eigenproduktion

	Szenario 1 Made in Styria	Szenario 2 Big Players pro BioRaff	Szenario 3 Im Schlepptau der Bio-E
Haupt-Produkte	- vielfältige Produktpalette - regionalspezifisch, Fasern, Milchsäure, Aminosäuren	- Milchsäure => PLA-Materialien - Kleber und Bindemittel auf Ligninbasis, Folgeprodukte von Furfural und Lävulinsäure	- Milch-, Amino-, Lävulin-Säure - Glukosen (Neben Bio-Gas und Pellets)
Produkt-Eigenschaften	- z.T. neue Wirkstoffe - regionale und biogene Herkunft erkennbar - kennzeichnungsfähig	- neue Eigenschaften (Gewicht, Kompostierbarkeit..) - Produktionskosten geringer mit Biotechnologie	- zu Weltmarktpreisen verfügbar - regional vorrätig - Qualitäten chargendefiniert
gesellschaftlich wirksame Ziele	- Nachhaltigkeit als Leitbild - Regionalisierung	- internationale Wettbewerbsfähigkeit	- Energie-Autarkie und effiziente, intelligente Wirtschaft
Politischer Kontext	- ambitionierte & integrierte Struktur- und Technologie-Politik in Ö und EU	- EU lenkt Produktion zu Ressourceneffizienz und Substitution von Erdöl	- Erdöl-/ Energie-Krise
Politische Förderung	- Kulturlandschaftserhalt - extensive Landwirtschaft - aktive Markteinführung	- EU-Förderung von NAWRO-Einsatz	- Förderung von Bioenergie - Wirtschaftsförderung (KMU)
Ölpreisentwicklung	- schwanken, kein drastischer Anstieg	- schwanken und steigen (=> Substitutionsstrategie)	- steigen massiv (Energie & Transportkosten steigen stark)
andere exogene Faktoren	- EU-Agrarpolitik pro Nachhaltigkeit - Integrierte Politik wird Leitbild	- EU reguliert Produktion für Rohstoffeffizienz - Konzentration der Firmen - zunehmende Globalisierung	- politische Förderung der Bio-Energiegewinnung

Weitere Tabellen zu den Nachhaltigkeitsbewertungen sowie zu den Umsetzungsschritten und Policy-Anforderungen sind im Anhang des Zwischenberichtes zu finden.

3.3 Szenarienübergreifende Erkenntnisse

Die verschiedenen Szenarien und ihre Zusammenhänge ermöglichen im Überblick und Vergleich auch weitere Schlüsse auf der Ebene der „Transitionsfelder“. Bei den zwei durchgeführten Workshopserien in den Transitionsfeldern Bioraffinerien und WPC/Biopolymere waren teilweise identische und teilweise unterschiedliche Zusammenhänge bzw. Muster festzustellen. Solche szenarienübergreifenden Erkenntnisse sind wichtig für die Identifikation von „robusten“ Maßnahmen, welche relativ unabhängig von verschiedenen äußeren Einflüssen und Trends erfolgversprechend sind.

3.3.1 Politikempfehlungen

Alle drei Szenarien zu Bioraffinerien in Österreich haben deutlich aufgezeigt, dass ein Wandel in Richtung nachhaltiger Produktionsweisen und Granzpflanzennutzung nur beeinflusst werden kann, wenn dazu Maßnahmen in mehreren Politikfeldern koordiniert und gleichzeitig wirksam umgesetzt werden:

Ein umfassender Mix von zielgerichteten Steuerungsmaßnahmen in traditionell eher von einander geschiedenen Bereichen wie der Landwirtschaftspolitik, der Regionalentwicklung und Strukturpolitik, der Technologiepolitik und der Umwelt-, Energie- und Ressourcenpolitik ist für den Durchbruch in der Entwicklung und die Einführung und Diffusion der Technologie notwendig. Eine Ressourcenbesteuerung und ordnungspolitischen Maßnahmen wie Kennzeichnungspflichten etc. sind zukünftige Konzepte, um einem Konzept wie Bioraffinerien zum Durchbruch zu verhelfen und eine Transition zu nachhaltigeren Produktionssystemen zu unterstützen.

Darüber hinaus ist im Transitionsfeld Bioraffinerien in exemplarischer Form deutlich geworden, welche Bedeutung einer Integration österreichischer F&E-Aktivitäten in den europäischen Kontext zukommt. Entscheidende Rahmenbedingungen und Steuerungsmöglichkeiten sind mit der europäischen Regulierung und Förderpolitik verbunden, entsprechend sind auch entscheidende Forschungsimpulse auf dieser Ebene zu erwarten. Eine erfolgreiche Strategie auf nationaler Ebene muss daher in hohem Maße Entwicklungen auf europäischer Ebene antizipieren. Instrumente der nationalen F&E-Förderung sollten entsprechend zu europäischen Förderinstrumenten möglichst stark komplementär sein.

Diese Erkenntnisse unterstreichen auch die Notwendigkeit, die nationale Nachhaltigkeitsforschung ministerienübergreifend zu vernetzen und in gemeinsamen Programmen zu integrieren, wie es im Programm FORNE begonnen wurde.

Eine vergleichende Bewertung der Szenarien kann bei der frühen Phase der Technologie-Entwicklung nur sehr cursorisch sein. Die Möglichkeit zu einer eindeutigen Bewertung der Szenarien in „unbedingt wünschenswert“ oder „unbedingt zu vermeiden“ ist bei der Ausformulierung der Szenarien bewusst ausgeschlossen worden.

Das *erste Szenario* bietet zwar aufgrund seiner dezentralen Ausgestaltung relativ hohe Aussichten auf eine nachhaltigere Produktion und eine relativ hohe „Eigensicherheit“. Gleichzeitig ist es jedoch abhängig von einer vielfachen politischen Förderung und der Aufbringung von hohen Transaktionskosten.

Das *zweite Szenario* birgt die höchsten Risiken. Gleichzeitig sind die staatlichen Steuerungsmöglichkeiten hier sehr stark eingegrenzt. Der Einfluss auf weite Bereiche der chemischen Produktion und bedeutende Stoffströme könnte jedoch auch zu einem entsprechend breiten Nachhaltigkeitseffekt führen.

Das *dritte Szenario* ist zwar ebenfalls abhängig von Entwicklungen in anderen Politikbereichen, diese sind jedoch auf nationaler Ebene angesiedelt und treten wahrscheinlicher ein als die Voraussetzungen des Szenario eins.

Falls gewisse externe Voraussetzungen (in der europäischen Landwirtschaftspolitik etc.) gegeben sind, und insofern eine Regierung hohe Ansprüche hinsichtlich integrierter Umweltpolitik an sich stellt, wäre es konsequent, auf eine Realisierung des *ersten Szenarios* hinzuarbeiten.

Weniger ambitionierte Regierungen könnten das *dritte Szenario* anstreben, und dabei beobachten, inwiefern sich bestimmte Chancen (windows of opportunity) ergeben, die Entwicklung in Richtung des ersten Szenarios (dezentrale Ausprägung, grüne Bioraffinerie) zu beeinflussen.

Regierungen, die der Idee des Freihandels und eines schlanken Staates anhängen, würden das *Szenario zwei* als besonders wahrscheinlich und eventuell sogar als Leitbild ansehen, und mit einer mehr oder weniger offensiven Industriepolitik fördern. Dabei können wiederum bei einer guten Koordination der Politiken in den verschiedenen Politikfeldern umweltpolitische Leitplanken und Anreize versuchen, die negativen Auswirkungen einer solchen Entwicklung einzudämmen (z.B. von monokulturellem Intensivanbau von Rohstoffen).

3.3.2 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Bei allen drei Strategien ist ein hoher Forschungsbedarf erkennbar. In den Szenarien eins und drei sind dafür öffentliche Mittel erforderlich.

Vor dem Hintergrund der drei Szenarien zur Entwicklung von Bioraffinerien haben die TeilnehmerInnen des dritten Szenarienworkshops zu Bioraffinerien folgende F&E-Prioritäten benannt:

Zentrale Forschungsaufgaben („F&E-Themen“)

- Trenntechnologien für die Abtrennung der Wertstoffe (Milch-, Aminosäuren, ...) aus d. flüssigen Phase zur Anwendungsreife;
- dazu ist die Forschung an Trenn-Verfahren insgesamt zu beschleunigen;
- die gesamte Verfahrenstechnik für Bioraffinerien muss optimiert werden;
- insbesondere sind Möglichkeiten einer weniger aufwendigen Feststoff-Fermentation zu prüfen;
- das Potential von Aminosäuren als Basischemikalie ist zu klären (auch als technischer Grundstoff);
- die Eignung verschiedener Rohstoffe ist zu vergleichen, z.B. von Mais-Silage, Luzerne, etc.;
- schließlich ist eine bessere konzeptionelle Verknüpfung der stofflichen und der energetischen Biomassenutzung in Bioraffinerien zu suchen (siehe Szenario 3): Welche Rohstoffe sind optimal für die Kombination? Welche Fraktionen sind wann wie abzutrennen, um die Erträge zu optimieren?

Wichtige „Instrumente“ der Forschung und Forschungsförderung

- die Forschungsaktivitäten sollten (wegen der begrenzten Mittel) stärker fokussiert werden;
- insbesondere sollten neue EU-Projekte entwickelt werden;
- Ausschöpfen der ETAP-Maßnahmen (Environmental Technology Action Plan);
- die Technologie-Entwicklung sollte zu Test- und Demonstrationszwecken in Pilotanlagen geschehen;
- eine Pilotanlage sollte an einem Standort einer Biogasanlage geplant werden;
- Möglichkeiten der Unterstützung von Start-ups, auch für Big und Medium Players, sind aufzuzeigen.

Wichtige Elemente der „Begleitforschung“

- es sind Nachhaltigkeitsnachweise zu erbringen, z.B. darüber, dass die Herstellung von Milchsäure aus Wiesengrünmasse nachhaltiger ist als die konventionelle Herstellung auf fossiler Basis (inkl. der Rohstofferzeugung);
- eine Nachhaltigkeitsbewertung sollte den Vergleich zu reiner Bioenergienutzung und den fossilen Rohstoffen ermöglichen;
- in einem Bioraffinerie-Atlas sollten bestehende Anlagen mit Betriebsdaten und einer Analyse der Ergebnisse aufgeführt sein, sowie potentielle Standorte zur Optimierung des Rohstoffeinsatzes und Absatzes;
- eine Pilotanlage sollte mit EU-Förderung zur Referenzanlage ausgestaltet werden;

- bei Genehmigungsverfahren sollte eine Unterstützung gewährt werden, z.B. durch die Bereitstellung von Informationen über relevante Behörden, Auflagen & Verfahren, über Emissionsprognosen und Grenzwerte (Luft/Wasser/Boden).

Vernetzungs- und Organisationsbedarf im Transitionsfeld Bioraffinerien

Entsprechend der Zielsetzung auf der Ebene des Transitionsfeldes a) interaktive Transitionsszenarien zu entwickeln und b) einen Beitrag zur Vernetzung innerhalb des Programms zu leisten, wurde beim dritten Workshop diskutiert, welcher Bedarf an Vernetzung von Akteuren und Institutionalisierung besteht. Dabei wurden recht konkrete Vorstellungen zu einer möglichst zu gründenden Entwicklungsplattform entwickelt, welche folgende Aufgaben übernehmen könnte:

- die Vereinigung aller Akteure an einem Tisch einschließlich politischer Entscheidungsträger;
- die Entwicklung eines Aktionsplanes mit quantifizierbaren Zielen und einem Budget für F&E;
- Lobbying auf EU-Ebene und die Unterstützung bei der Beantragung von EU-Forschungsmitteln;
- die Bereitstellung einer Plattform für Informations- und Erfahrungsaustausch.

Dabei wäre auf den österreichischen Initiativen von TU-Graz, Joanneum Research, IFA Tulln, der BOKU (z.B. der am 4.6.04 gegründeten „Plattform“) aufzubauen und potentielle Anwender wie z.B. die Kelag und andere Akteure aus dem industriellen Bereich einzubeziehen. Auch an Strukturen wie den Biomasseverband könnte eventuell angeknüpft werden. Wichtig wäre vor allem, eine größere Sichtbarkeit des Themas auf nationaler Ebene zu erreichen und weitere Akteure wie Ministerien, Verbände und andere Intermediäre für die politische Unterstützung zu motivieren.

Ein solches „Kompetenzzentrum“ könnte sich am Modell ähnlicher Einrichtungen in Österreich orientieren und folgende organisatorische Merkmale aufweisen:

- Es könnte um eine gewerbliche Pilotanlage oder Forschungseinrichtung als stabilem Kristallisations-Kern herum aufgebaut werden;
- würde eine Finanzierung auch für die Netzwerkbildung benötigen;
- und würde als Konsortium eine eigene Rechtspersönlichkeit darstellen, z.B. eine GesmbH mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen als Gesellschafterinnen;
- wobei Unternehmen eventuell die Errichtung und den Betrieb einer Pilotanlage einbringen könnten.

Das Programm „Fabrik der Zukunft“ wurde in dieser Hinsicht als sehr hilfreiches Instrument angesehen. Es wurde jedoch angeregt, Fördermittel dieser Größenordnung stärker auf Schwerpunktthemen zu fokussieren und längerfristig planbar zur Verfügung zu stellen.

Zu technologischen Schwerpunktsetzungen

Als transitionsfeld-übergreifende F&E-politische Schwerpunktsetzung legen die Szenarien nahe, Forschungen an dem technologischen Engpass der (Membran-)Trenntechnologien zu fördern. Diese Verfahren sind in allen drei Szenarien für die wirtschaftliche und ökologische Performanz von Bioraffinerien wesentlich. Gleichzeitig besteht hier noch eine sehr hohe technologische Unsicherheit. Ein Förderschwerpunkt in diesem Bereich stellt also aus forschungs- wie industriepolitischer Sicht eine „robuste Strategie“ dar, die in einer Vielzahl wahrscheinlicher Zukunftsentwicklungen von Vorteil ist. Ansonsten hängen Schwerpunkte stark von den politischen Gesamtstrategien (Präferenz unter den Szenarien) und von der Entwicklung äußerer Faktoren ab (Ölpreis, Landwirtschaftspolitik, etc..).

Die noch junge Entwicklung im Transitionsfeld Bioraffinerie wird bald an einem Punkt ankommen, an dem sich F&E-Politik entscheiden muss, ob sie in diesem Bereich einen Anschluss an die internationale Entwicklung und eventuell gar Technologieführerschaft in einzelnen Teilbereichen anstrebt, oder ob das Feld nur beobachtet werden soll.

4 Wood Plastic Composites und Biopolymere

4.1 Grundlagen zu Konzepten und Technik: Werkstoffe und Anwendungen

4.1.1 Einleitung

Es verdichten sich die Anzeichen dafür, dass die künftige Verknappung des fossilen Rohstoffes Erdöl als Basis der Kunststoffproduktion schon in näherer Zukunft wirtschaftlich wirksam werden könnte. Wie auch bei der Energieversorgung wird bei den Grundstoffen für die Güterproduktion weltweit nach Alternativen auf Basis nachwachsender Rohstoffe gesucht. In diesem Zusammenhang werden drei Werkstoffe als besonders zukunftssträftig angesehen, nämlich Wood Plastic Composites (WPCs), Biopolymere und Naturfaserverbundstoffe.¹⁴ Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung stellt sich die Frage, wie sich die österreichische Forschung und Industrie positioniert und welche spezifischen Chancen sich für Österreich ergeben, aber auch wie umfassend die Veränderungen sein müssten, um die Chancen wahrzunehmen.

Österreich hat sich in den letzten Jahren vor allem auf dem Gebiet der WPCs positioniert und eine Reihe von Forschungseinrichtungen und Unternehmen haben durch ihre Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen die Produktion erster innovativer Produkte ermöglicht. Insbesondere lassen sich in WPCs Eigenschaften von Kunststoffen mit denen von Holz verbinden. In Österreich besteht seitens der Holzindustrie großes Interesse durch die besonderen Eigenschaften dieser Werkstoffe Marktanteile zu erobern. Dem Anspruch, Kunststoffe auf petrochemischer Basis zu ersetzen und gleichzeitig die Recyclierbarkeit und ökologische Abbaubarkeit zu verbessern, werden diese Produkte nach Zusammensetzung in unterschiedlichem Ausmaß gerecht.

Biopolymere werden zurzeit fast ausschließlich mit biologisch schnell abbaubarem Verpackungsmaterial in Verbindung gebracht. Erste Diskussionen gehen auch in die Richtung von Verbundstoffen zwischen Holz und Biopolymeren. Was die Entwicklung von biologisch abbaubaren Biopolymeren im Allgemeinen betrifft, sind die Erfolge in Bezug auf eine breitere Anwendung noch vergleichsweise gering.

Schließlich sind einige Akteure auch am Einsatz von natürlichen Fasern interessiert, um unterschiedlichste Kunststoff-Verbundstoffe herzustellen. Diese werden auch bereits angewendet, insbesondere in der Automobilzulieferindustrie. Mit naturfaserverstärkten Verbundstoffen sollen zum einen spezifische Produkteigenschaften erzielt werden, zum anderen die Problematik des Recycling, etwa von glasfaserverstärkten Kunststoffen, beseitigt werden.

Bislang ist noch unklar, ob, wann und in welchem Umfang sich die Werkstoffe von Nischenprodukten zu einer Technologie entwickeln werden, die breite Anwendung findet. So muss die Nutzung der WPCs, Biopolymere und Naturfaserverbundstoffe für ein breites Spektrum von Akteuren entlang der Produktionskette von Vorteil sein, damit sich ein solcher Wandel tatsächlich vollziehen kann. Obwohl sich in einzelnen Feldern bereits Anwendungen in industriellem Maßstab finden lassen, gibt es nur vage Schätzungen, wann ein solcher Wandel „systemischen“ Charakter haben wird, das heißt wann das System von Lieferbeziehungen, Technologien und Nachfragestrukturen aufeinander abgestimmt sein wird.

¹⁴ Im Folgenden werden diese an manchen Stellen auch vereinfachend als Werkstoffe bezeichnet.

Österreich bringt im europäischen Vergleich relativ gute Voraussetzungen für die Entwicklung und Herstellung dieser Werkstoffe mit. Die besonderen Stärken liegen in der Existenz einer innovativen Holz- und Kunststoffindustrie, sowie international agierender Maschinen- und Anlagenproduzenten. Die Flexibilität des Agrar- und Forstbereichs für eine Ausweitung der Produktionskapazitäten für nachwachsende Rohstoffe ist prinzipiell gegeben. Im internationalen Vergleich fehlen in Österreich allerdings größere Chemieunternehmen. Darüber hinaus haben sich einige Kompetenzzentren und Forschungsinstitute international erfolgreich positioniert und wichtige Meilensteine für die österreichische Entwicklung gesetzt.

Wie sind die langfristigen Perspektiven (10 – 30 Jahre) für eine weiter reichende Nutzung von WPCs, Naturfaserverbundstoffen und Biopolymeren einzuschätzen? Was für Auswirkungen hätte diese Entwicklung auf die Produktion und Anwendung der WPCs, Naturfaserverbundstoffe und Biopolymere? Und schließlich: Welche Voraussetzungen wären dafür notwendig bzw. müssten geschaffen werden und zwar in technologischer, wirtschaftlicher, struktureller und politischer Hinsicht?

4.1.2 WPCs

Technologische Entwicklung

Wood Plastic Composites (WPCs) sind bereits relativ alte Werkstoffe. Bereits in den siebziger Jahren hat man begonnen, Holzspäne und dergleichen als Füllstoff zu verwenden. In den letzten Jahren haben aber neuere Entwicklungen ausgehend von den USA eingesetzt, wobei der Holzanteil in Europa tendenziell höher ist als in den USA oder Japan.

Die Diskussion zu Beginn der Workshopserie hat ergeben, dass man in der Praxis in Österreich heute von einem WPC spricht wenn der Kunststoffanteil mindestens 15% und der Holzanteil mindestens 30 bis 40% beträgt. Nach einer Definition von Teischinger et al. (2003) sind Wood Plastic Composites Werkstoffe aus einer Kunststoffmatrix (Duroplaste und Thermoplaste) und Holzfasern (oder aufbereitete Zellstofffasern) bzw. Holzpartikeln (Holzmehl, Sägespäne), die in der Regel im Extrusionsprozess oder Spritzgussverfahren hergestellt werden. Dabei werden WPCs von anderen Holzwerkstoffen durch den Kleber- und Kunststoffanteil abgegrenzt. WPCs haben demnach einen Kleber- und Kunststoffanteil von 15 bis 50%. Es wird aber auch eingeräumt, dass der Nicht-Holzanteil über 50% liegen kann und das Matrixmaterial auch aus Naturstoffen bestehen kann (z.B. Lignin oder Stärke). Eine ähnliche Abgrenzung erfolgt in einer internationalen Marktstudie (Foster et al. 2003). Die Studie definiert WPCs dergestalt, dass sie mindestens 5% Kunststoffe und mindestens 10% Holzstoffe enthalten. Nicht eingeschlossen sind dadurch z.B. Holzfaserplatten mit Kunststoffummantelung. Üblicherweise werden derzeit WPCs am europäischen Markt mit einem Holzanteil von etwa 50% angeboten. Kunststoffe, die verwendet werden sind Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), PVC, Melaminharze und in geringem Maß Polystyren (PS) sowie Polyurethan.

Neben den oben genannten Unterscheidungsmerkmalen Holzanteil und Kunststoffart sind Holzart, Verarbeitungstechnik, Oberflächenbeschaffenheit weitere Merkmale, die zur Ausdifferenzierung der WPCs herangezogen werden.

Die wichtigsten technischen Vorteile von WPCs gegenüber Holz sind:

- geringerer Erhaltungsaufwand gegenüber Holz im Außenbereich (wiederholte Anstriche mit Pestiziden sind meist nicht notwendig);
- WPCs sind extrudierbar, können auch im Spritzgussverfahren hergestellt werden oder können tiefgezogen werden und haben daher gegenüber Holz den Vorteil der kostengünstigeren Verarbeitbarkeit;

- teilweise wesentlich geringerer Einsatz von Holz aufgrund der Möglichkeit der Gestaltung von Hohlformen;
- Möglichkeit bei WPCs, Verbindungsteile zu integrieren.

Die wichtigsten technischen Vorteile von WPCs gegenüber Kunststoffen sind:

- bei einem Holzanteil über 40% können WPCs gestrichen werden und sind daher gegenüber Kunststoffen im Vorteil;
- WPCs haben eine bessere Formstabilität als Kunststoffe;
- WPCs können wie Holz genagelt werden;
- WPCs schneiden bezüglich Umweltkriterien vermutlich besser ab (Es fehlen aber unabhängig erstellte Material- und Energieflussanalysen sowie Lebenszyklusanalysen).

Was die Verfahrenstechnologie betrifft, kommen die Extrusion (WPCs mit thermoplastischen Kunststoffen), Formpressen und Spritzguss zum Einsatz.

Anwendungsfelder

Der Anwendungsbereich für WPCs ist relativ breit und in einigen Bereichen werden diese bereits kommerziell eingesetzt. Die wichtigsten Bereiche sind:

- Außenbereich:
 - Nicht-tragende Anwendungen im Baubereich (z.B. Tech-Wood Fertigteilhausbau in den Niederlande);
 - Fensterbau;
 - Veranden, Terrassen, Bootsstege;
 - Gartenmöbel, Zäune und sonstige Gartenanwendungen;
 - Schallschutzwände im Straßenbau (Schweden).
- Innenbereich:
 - Automobilbau;
 - Lastwagen- und Containerbau;
 - Türen, Möbel.
- Gebrauchsgüter u. Nischenprodukte:
 - Kleinteile;
 - Paletten;
 - Verrottbare Behältnisse.

Zu Marktpotential in unterschiedlichen Anwendungsbereichen ist noch wenig bekannt. In einer Studie im Rahmen von Wood K plus (Eder und Schwarzbauer 2003) werden zwar keine konkreten Zahlen genannt, wie groß das Potential in Anwendungsbereichen ist, es kann aber aus den Ergebnissen abgeleitet werden, dass Produzenten, bei entsprechender Information durchaus auf das neue Material zurückgreifen würden, was auch durch die Diskussionen in der Workshopserie bestätigt wurde.

Ein Blick auf die internationale Entwicklung zeigt, dass der amerikanische Markt bei weitem der Größte ist und bereits seit 20 Jahren wächst. Im Jahr 2000 wurden ca. 400.000 t pro Jahr produziert.

Der „Decking“-Bereich, also Böden im Außenbereich, wie Veranden und Terrassen oder Bootsstege machen in den USA ca. 50% Marktanteil der WPCs aus. 22% fallen auf den Bereich Fenster und Türen, 14% auf Autoinnenraumteile (Eder und Schwarzbauer 2003).

Der Japanische Markt wird auf ca. 22.000 t im Jahr 2000 geschätzt. Wobei 70% der WPC im Baumaterialmarkt zu finden sind, und 10% im Tiefbau und Straßenbau. Üblicherweise ist der Holzanteil bei ca. 40%.

Die europäische Jahresproduktion wird auf 35 – 40.000 t geschätzt. Diese Schätzung basiert allerdings nur auf jenen der Maschinenhersteller, wobei die angenommene Auslastung der Maschinen einige Unsicherheiten in der Schätzung beinhaltet.

4.1.3 Biopolymere

Technologische Entwicklung

Die Kunststoffgeschichte hat mit Biopolymeren begonnen. Mitte des 19. Jahrhunderts wurde erstmals Celluloid produziert und in den 1960er Jahren wurden chirurgische Nahtmaterialien aus natürlichen Rohstoffen synthetisiert. In den 1950er Jahren begann der Siegeszug der Kunststoffe auf petrochemischer Basis, bevor in den 1980er Jahren das Interesse für Biopolymere wieder stieg.

Biopolymere werden sowohl von der Natur selbst produziert, etwa durch Pflanzen und Mikroorganismen, oder können durch die chemische Synthese aus biologischen Materialien, wie Zucker oder Ölen erstellt werden. Die wichtigsten Formen von Polymeren, die in der Natur vorkommen sind Polysaccharide,¹⁵ Polyhydroxyalkanoate (PHA),¹⁶ Polyphenole, Proteine, Polyphosphate und Polysulfate.

Die biotechnologische Synthese, häufig durch Fermentation, ist das wichtigste Verfahren zur Produktion von Biopolymeren. Dabei werden in einem ersten Schritt die Rohmaterialien (Bsp. Glucose, Saccharose) durch Fermentation zu Polymeren verkettet, anschließend gewaschen, zentrifugiert und getrocknet. Chemische Verfahren spielen vor allem für die Modifikation der Biopolymere eine Rolle, wodurch ihre Eigenschaften verbessert werden können bzw. erst die Polymerisation der natürlichen Ausgangsmaterialien ermöglicht wird.

Für die Produktion unterschiedlicher Biopolymerwerkstoffe haben vor allem die Polyhydroxyalkanoate – PHA (Polyhydroxyfettsäuren) und Polylactic acids – PLA (Polymilchsäure, Polylactid) Bedeutung erlangt:

- PHA und verschiedene Copolymere werden seit einigen Jahren auf internationaler Ebene verstärkt erforscht und produziert. PHA entsteht durch biotechnologische Synthese, wobei bestimmte Bakterien die Polymerisation von Zucker ermöglichen. Durch die Kontrolle der Ausgangsmaterialien und unterschiedlicher Enzyme kann eine ganze Familie von PHAs mit vielfältigen Eigenschaften produziert werden. Das dadurch produzierte Granulat kann auf konventionelle Weise durch Extrusion, Spritzblasen und Spritzguss verarbeitet werden. Die englische Firma Zeneca Bio Products produziert etwa unter dem Handelsnamen BIOPOL Polyhydroxybuttersäure (PHB),

¹⁵ Polysaccharide kommen als Strukturmaterial in Pflanzen (wie Zellulose, Chitin) oder als Energiespeicher (etwa Stärke) vor. Eine Vielzahl von unterschiedlichen Zuckern ist bekannt, durch die chemische Modifikation durch zusätzliche Moleküle entstehen komplexe Polysaccharide. Wie auch andere Polymere entstehen sie durch die Verkettung von Monomeren.

¹⁶ Polyhydroxyalkanoate (PHA) sind Fettsäuren, die in der Natur als mikrobielle Energiespeichermaterialien fungieren. Sie haben die natürliche Eigenschaft thermisch zu plastifizieren und sind damit ein natürliches Polyester. Ebenso wie die Polysaccharide benötigen die PHAs zur Polymerisation Enzyme.

einen Prototyp dieser Familie. BIOPOL hat ähnliche Eigenschaften wie herkömmliche Polypropylene und Polyethylene, ist flexibel und zäh und wasserbeständig, allerdings erheblich teurer.¹⁷

- Bei Polylactid (PLA) handelt es sich um ein Polymer, das durch biotechnologische Produktion hergestellt wird. Dabei wird Milchsäure, die in großen Mengen in der Lebensmittelindustrie produziert wird, aber auch durch die Grüne Bioraffinerie aus Gras gewonnen werden kann, verwendet. Dabei benutzen die Bakterien den Zucker, um PLA zu produzieren. PLA und ihre Copolymeren sind Polyester, die je nach Zusammensetzung schnell oder langsam abgebaut werden. Der Nachteil dieser Produkte ist der niedrigere Erweichungspunkt. Bereits seit einigen Jahren werden diese Produkte unter anderem im Verpackungsbereich und als Wegwerfartikel, etwa für den Gartenbereich, produziert.

Weiters können aus natürlicher Stärke und Cellulose thermoplastische Werkstoffe hergestellt werden, die dazu aber physikalisch oder chemisch umgewandelt werden müssen. Hier werden natürliche Weichmacher und Plastifizierungsmittel beigegeben, oder die Materialien werden verestert. Weiters werden diese Biopolymere oft mit anderen Copolymeren vermischt, die auch petrochemischen Ursprungs sein können, wodurch die Materialeigenschaften, vor allem die Wasserbeständigkeit, verbessert wird. Der so entstandene Zelluloseester ist ein amorphes Thermoplast, das spezielle Weichmacher enthält oder mit anderen Polymeren modifiziert ist und ebenfalls verrottet. Derartige Verfahren sind nach wie vor sehr teuer.

Auf Basis von Lignin, das bislang kaum stofflich genutzt wird, können ebenfalls Biopolymere produziert werden. Das deutsche Unternehmen Aboform produziert etwa auf Basis von Lignin in Kombination mit natürlichen Fasern aus Holz, Flax, Hanf etc. sowie natürlichen Additiven einen Compound, der ebenfalls thermoplastisch verarbeitet werden kann.

Biologisch abbaubare Polymere können auch aus fossilen Rohstoffen produziert werden, wie etwa der definierte Polyester Polycaprolacton (PCL). Diese Werkstoffe besitzen jedoch nicht die gleichen ökologischen Vorteile wie Polymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe, vor allem in Bezug auf den Stoff- und CO₂-Kreislauf. Häufig werden diese mit Biopolymeren, etwa PLA, compoundiert, wodurch diese bessere Produkteigenschaften erhalten.¹⁸ Derartige Compounds besitzen zurzeit den größten Marktanteil und werden vor allem für Folienprodukte eingesetzt.

Duroplaste und geschäumte Biopolymere, wie etwa Tribest und Elastoflex, wurden in den letzten Jahren ebenfalls entwickelt, kommen bislang aber nur in geringem Umfang zum Einsatz.

Biopolymere bilden somit eine sehr heterogene Gruppe von Stoffen. Kriterien für eine systematische Abgrenzung sind entweder i) die biologische Abbaubarkeit abhängig von den Ausgangsstoffen, ii) die Art des Ausgangsstoffes (nachwachsend), iii) die naturidenten Molekülstruktur oder iv) ein Polymer, das in der Natur vorkommt. Wir wollen Biopolymere als jene Polymere bezeichnen, die aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

Vor diesem Hintergrund können WPCs, bei denen ein Biopolymer als Matrix fungiert, als Biopolymere betrachtet werden, womit auch bestimmte Rezepturen von Fasal® (entwickelt in der IFA Tulln) als Biopolymere zu klassifizieren sind.¹⁹

Die gentechnische Modifikation der Pflanzen und biologischen Enzyme, die die Polymerisation bewerkstelligen, erlauben die gezielte Beeinflussung der Produktion von Biopolymeren. In den USA

¹⁷ PHB wird kommerziell unter anderem für Verpackungen sowie für Filme und Papierbeschichtungen eingesetzt.

¹⁸ Zellulosederivate, die jedoch sehr langsam verrotten, können ebenfalls als Compoundmaterial genutzt werden.

¹⁹ Ähnlich wie Fasalex® hat Treeplast®, ein europäisches Konsortium von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, auf Basis von Holzchips, Mais und natürlichen Harzen einen thermoplastisch verarbeitbaren Kunststoff produziert. Ein weiteres ähnliches Produkt, das bereits kommerziell produziert wird, ist Lignopol.

versuchen Forscher, Nutzpflanzen wie Kartoffel und Raps so zu verändern, dass die Eigenschaften für die Polymerproduktion optimiert werden.

Biopolymere haben ökologische Vorteile in Bezug auf die Abbaubarkeit und die Produktion, z.B. erfordern sie bei einigen Produktionsverfahren vergleichsweise geringere Energie. Bakterien und Enzyme sorgen bei der Verrottung dafür, dass nur noch Wasser, Kohlenstoffdioxid und Biomasse übrig bleiben. Damit können Abfälle, Energie und CO₂ reduziert werden. Darüber hinaus können sie aber auch problemlos thermisch verwertet bzw. zur Energiegewinnung genutzt werden.

Die unterschiedlichen Eigenschaften, die Biopolymere erfüllen müssen, ergeben sich durch die Anwendung: Oxydationsverhalten, elektrische Eigenschaften, UV-Beständigkeit, Haptik, Farbe, Elastizität, Stabilität, Bruchfestigkeit, Hitzebeständigkeit, Abbaubarkeit, Kerbschlagzähigkeit, Dehnung, etc.

Wie skizziert wurde, ist die Palette der Biopolymere bereits sehr groß. Ihr Anwendungspotential ist vielfältig und reicht von der Lebensmittelindustrie, Kosmetik über die Medizintechnik bis hin zu Verpackungen, Textilien und Konstruktionswerkstoffen. Abgesehen von den ökologischen Vorteilen sind sie aber in Bezug auf die technischen Eigenschaften als auch dem Preis bislang vielen petrochemischen Kunststoffen unterlegen.

Anwendungsfelder

Das größte Anwendungsfeld ist der Verpackungsbereich, der ein großes Potential besitzt. Dieser Bereich hat 2002 in Europa 38% des gesamten Plastikverbrauchs ausgemacht. Darüber hinaus sind Bau-, Automobil-, Möbel-, Elektro- und Haushaltswarenhersteller wichtige Nutzer.

Für Europa wurde für das Jahr 2001 ein Potential von 2 Mio. Tonnen prognostiziert, 80% davon macht der Verpackungsbereich aus (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe 2003). Bis 2010 wird eine Verdoppelung erwartet.

International erzeugen bereits mehr als 100 Unternehmen Biopolymere, darunter Dow Chemical, das als größter PLA-Produzent gilt. Weiters Planet Polymere Technologies, die das patentierte EnviroPlastic® erstellen, ein abbaubares Polymer basierend auf Zelluloseazetat aus Holz. Dieses Material wurde bereits erfolgreich im Spritzguss eingesetzt. Avebe ist ein führender Produzent von Polymeren aus Kartoffelstärke.

Nach wie vor ist eine wichtige Barriere für den verstärkten Einsatz von Biopolymeren der Preis. Biopolymere sind derzeit zumeist mindestens 4 mal so teuer wie aus Erdöl produzierte Kunststoffe. Standard-Thermoplaste kosten etwa zwischen 50 Cent und 1 Euro pro Kilogramm. Biopolymere sind mit einem Preis von 3 bis 5 Euro nicht konkurrenzfähig. Diese Preise basieren allerdings auf den Kosten für die Produktion kleiner Mengen. Durch Ausweitung der Produktion kann der Preis auf unter 2 Euro gebracht werden. Berechnet man noch die geringeren Entsorgungskosten, könnte sich bald eine konkurrenzfähige Situation ergeben.

4.1.4 Nachwachsende Fasern für Verbundstoffe

Bereits früh wurden Faserverbundwerkstoffe in der Raumfahrt eingesetzt, aber auch in vielen anderen Bereichen, wo hohe Anforderungen an die Festigkeit und Steifigkeit gestellt werden, kommen sie zum Einsatz. Die wichtigsten Materialien zur Verstärkung von Kunststoffen, meist Duroplaste, sind Glasfasern oder Kohlefasern. Als Verfahren kommen Press-, Wickel-, Anform- und Laminiertechniken, aber auch Spritzguss und Extrusion zum Einsatz.

Glasfaser- und Kohlefaserverstärkte Kunststoffe verursachen vor allem beim Recycling große Probleme, da diese Fasern weder verbrennen noch verrotten. Naturfaserverstärkte Polymere haben großes Potenzial, um klassische Faserverbundwerkstoffe zu substituieren, sowohl aus ökologischer Sicht, aber auch in Bezug auf bestimmte technische Eigenschaften wie Gewicht oder Dämpfung.²⁰ Durch ihre besonderen Eigenschaften werden Naturfasern bereits heute im Leichtbau (Biege- und Knickeigenschaft) und in der Automobilindustrie eingesetzt.²¹ Wie bei den Biopolymeren liegt ihr Nachteil vor allem in der geringen Feuchtebeständigkeit.

Die schwankende Rohstoffqualität ist im Allgemeinen noch ein Problem, kann aber auch als hohe Chance verstanden werden, da möglicherweise gezielte Eigenschaften in Abhängigkeit von den lokalen Begebenheiten der Pflanzen, die als Rohstoff dienen, erzielt werden können.

Was die Verwendung von nachwachsenden Fasern für Kunststoff-Compounds betrifft, kommen eine ganze Reihe von Fasern zur Anwendung: Hanf, Flachs, Cellulose, Sisal, Schilf, Stroh und dgl. Naturfasern können sowohl mit Thermoplasten als auch Duroplasten verarbeitet werden. Im Allgemeinen besteht der Forschungsbedarf in Bezug auf die Faser-Matrix-Anbindung, aber auch bei der Bestimmung der Eigenschaften der unterschiedlichen Fasern. Auch das Problem der Aufnahme von Wasser stellt für viele Anwendungen ein Problem dar.

Biopolymere eignen sich, um sie mit natürlichen und erneuerbaren Rohstoffen und Fasern zu compoundieren. Als Matrix fungieren dann die unterschiedlichen Biopolymere, wie PLA oder PHB, als Füllstoffe oder Fasern können andere natürliche Materialien fungieren, wie Holzspäne, Zellulose oder Hanf. Zurzeit haben viele Biopolymere, die für den kurzlebigen Verpackungsbereich entwickelt wurden, jedoch noch nicht die technischen Eigenschaften, um sie als Matrixmaterial in Bio-Compounds sinnvoll einzusetzen. Da die Biopolymere feuchtigkeitsempfindlich sind, und über einige Naturfasern Feuchtigkeit zugeführt wird, ergeben sich hier Probleme bei der Verarbeitung, und es kommt zu einem Verlust an Festigkeit.

4.2 Szenarien zu Wood Plastic Composites und Biopolymeren

4.2.1 Überblick über die Szenarien

Im Rahmen des ersten Workshops wurden insgesamt fünf Szenarien entworfen, von denen letztendlich drei zur weiteren Verfeinerung ausgewählt wurden:

- Szenario 1: „Substitution rechnet sich – WPCs“
- Szenario 2: „Substitution rechnet sich – Biopolymere“
- Szenario 3: „Leuchtturm-Produkte mit Pfiff“

Die beiden anderen Szenarien „Ölpreisschock“ und „Totaler Flop“ wurden verworfen, weil sie sich nur unwesentlich von den anderen Szenarien unterscheiden (dauerhaft deutlich höhere Ölpreise treten in allen auf) oder weniger interessant für eine weitere Ausarbeitung waren („totaler Flop“). Die grundsätzliche Möglichkeit, dass diese beiden Szenarien Realität werden könnten, sollte aber bei der Ausarbeitung der Politikempfehlungen berücksichtigt werden.

²⁰ Bei Faserverstärkten Kunststoffen kommen vor allem folgende Eigenschaften zum Tragen: Biegeeigenschaften, Bruchdehnung, Wärmebeständigkeit, Haftungsverhalten zwischen Faser und Matrix, Dynamische Verhalten, Langzeitverhalten.

Wärmebe-

²¹ Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR untersucht etwa den Einsatz in hoch beanspruchten Teilen wie Rotorblättern für

Windkraftanlagen.

Szenario „Ölpreisschock“

Ein Ölpreisschock, hervorgerufen durch einen noch höheren Ölpreis aufgrund der gestiegenen Nachfrage in China und kalte Winter in der nördlichen Hemisphäre, macht einen schnellen Aufbau einer Industrie nötig, die traditionelle Kunststoffe substituieren kann. Neue Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind schlagartig preislich konkurrenzfähig. Die Maschinenhersteller können schnell reagieren, da ihre traditionellen Kunden auf WPC taugliche Extruder und Spritzgussmaschinen umsteigen müssen und erleben dadurch einen Wachstumsschub. Die großen Chemiekonzerne können ihre Vorherrschaft über das knapper werdende Rohmaterial halten und die Holzindustrie als Zulieferer instrumentalisieren, da sie sich strategisch auf die Situation eingestellt haben. Durch die höheren Transportkosten und die Veränderungen in der Logistik werden die Kosten allgemein höher, was aber keine großen Auswirkungen auf die Entwicklung der neuen Werkstoffe hat. Normungsverfahren, die auf EU-Ebene bereits von der Kunststoffindustrie vorbereitet wurden, werden rasch durchgeführt, um der Wirtschaft durch die Substitutionsnotwendigkeit möglichst wenig Schaden zuzufügen. Eine breite Palette von neuen Produkten auf Basis unterschiedlicher neuer Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen entsteht.

Szenario „Totaler Flop“

Bei diesem Szenario wird angenommen, dass sich die Rohstoffpreise für Erdöl wieder auf niedrigerem Niveau stabilisieren bzw. die Rohstoffpreise geringen Einfluss haben. Da es zu keinem Durchbruch bei der Anwendung kommt, keine wirkungsvolle Plattform etabliert werden kann und keine großen Lieferanten von Granulaten auftreten, können sich die neuen Werkstoffe nicht durchsetzen und die großen Player in der Holz- und Kunststoffindustrie ziehen sich für viele Jahre aus der Forschung und Entwicklung zurück. K plus Wood und K ind werden mangels konkreter Weiterentwicklung von Produkten nicht mehr verlängert.

Die drei weiter verfolgten Szenarien wurden mithilfe eines Prozesses entwickelt, der seinen Ausgangspunkt in der Formulierung einer strukturierten Liste der wesentlichen Einflussfaktoren hatte, welche das Transitionsfeld beeinflussen. Diese Einflussfaktoren bilden auch das Gerüst für die tabellarische Beschreibung der Szenarien, die ergänzt wird durch ein kurzes Abstract und eine textliche Beschreibung der wesentlichen Charakteristiken der Szenarien. Die Szenarienanalyse besteht aus zwei wesentlichen Teilen, nämlich der Bewertung/Einschätzung der Chancen und Risiken, die mit den Szenarien verbunden sind, sowie einer Ausarbeitung der Akteursstrategien in den Bereichen Wirtschaft, Forschung, Politik und Intermediäre, die im Rahmen der Realisierung der Szenarien sinnvoll und notwendig wären. Bei der Bewertung der Chancen und Risiken hat sich das Team am HGF-Ansatz orientiert, der bereits im Fallbeispiel Bioraffinerie zur Anwendung kam. Allerdings wurden die HGF Kriterien hier nicht zum Zwecke einer Bewertung im engeren Sinne verwendet, sondern als Aspekte für Chancen und Risiken interpretiert. Diese Modifikation wurde vorgenommen, um die Anschlussfähigkeit des Ansatzes für den Teilnehmerkreis zu erhöhen.

Die Bewertung/Einschätzung der Szenarien wurde im Hinblick auf sieben wesentliche Dimensionen vorgenommen: Wirtschaft, Beschäftigung, Umwelt, Regionalentwicklung, Wissen, Netzwerke und Produkteigenschaften. Diese Einschätzungen liefern die Grundlage für eine differenzierte Analyse der Szenarien, insbesondere auch, um die Möglichkeiten und Grenzen einer Ausgestaltung dieser Grundszenarien im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung auszuloten.

Eine weitere Konkretisierung erfolgt in Bezug auf die Handlungsoptionen und Strategien der verschiedenen, an der Gestaltung des Transitionsfelds WPCs und Biopolymere mitwirkenden Akteure.

4.2.2 Szenario „Substitution rechnet sich – WPCs“

Abstract: Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass das Potential im Bereich der Wood Plastic Composites vor allem aufgrund zunehmend steigender fossiler Rohstoffpreise nutzbar wird. Unternehmen beginnen in zunehmendem Maße herkömmliche Kunststoffe durch WPCs zu substituieren. Zugleich wird aber auch Holz für bestimmte Anwendungen ersetzt, vor allem dort wo technische Eigenschaften, Gewicht und Geometrie von Bedeutung sind. Die F&E konzentriert sich vorwiegend auf die Entwicklung von WPCs als Substitution von Kunststoffprodukten und teilweise Holzprodukten für viele Anwendungen (Gehäuse, Profile, Gartenmöbel, etc.).

Beschreibung

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Preisdifferenz zwischen herkömmlichen Kunststoffen und alternativen Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen erhöht. Die Annahme höherer Preisunterschiede zwischen Rohölderivaten und Holzmehl und Holzfasern basiert auf Prognosen kontinuierlich steigender Rohstoffpreise. Aufgrund der höheren Rohstoffpreise werden europäische Sammelsysteme für Kunststoffe, die zunehmend ausgeweitet werden, als Rohstoffquelle herangezogen und in die Neuentwicklungen integriert. Für Österreich ergibt sich auf Grund der Technologieführerschaft eine gute Ausgangsbasis im europäischen Markt. Aus Wood K plus wird ein vorwiegend unternehmensseitig finanziertes Kompetenzzentrum, in dem die Mehrzahl der F&E-Einrichtungen beteiligt ist. Es entsteht eine Plattform von Akteuren, die im Bereich der neuen Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen eine stärker werdende Interessenvertretung bilden und Aufgaben der Normierung und Standardisierung übernehmen. Die Plattform ist aus Akteuren zusammengesetzt, die ursprünglich den Bereichen der Kunststoff- und der Holzindustrie zugeordnet waren, wobei die Entwicklung von Akteuren aus der Kunststoffindustrie dominiert wird.

Einflussfaktoren	Substitution rechnet sich – WPCs
Rohstoffe	Kontinuierlich leicht ansteigende Rohstoffpreise führen zu einem Preisanstieg bei den fossilen Grundstoffen für Kunststoffe. Dadurch erhöht sich die Preisdifferenz zwischen herkömmlichen Kunststoffen und alternativen Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen.
Werkstoffe	Die Kosten werden im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffprodukten geringer.
Rohstoffhersteller	Die Rohstoffhersteller haben die Chancen im Markt erkannt und sind in der Lage, Ausgangsmaterialien der entsprechenden Qualität und Menge an die Produzenten zu liefern.
Produkteigenschaften	Die Produkteigenschaften konzentrieren sich vorwiegend auf die Substitution von Kunststoffprodukten und partiell auch auf die Substitution von Holzwerkstoffen. Daher sind die hygroskopischen Eigenschaften, bei allen Arten von neuen Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen von großer Bedeutung.
Prozesstechnologie	Ziel ist die Verbesserung der Skaleneffekte.
Unternehmensstrategie und Risikoverhalten	Preisunsicherheiten bei den Rohstoffen veranlassen die Unternehmen zu vorsichtigem Vorgehen bei der Einführung von neuen Produkten, sind aber gleichzeitig ein Anreiz F&E Aktivitäten in Hinblick auf Ressourcenschonung durchzuführen.
Forschung und Entwicklung	Die F&E konzentriert sich auf die Entwicklung von Substitutionsprodukten für Kunststoffe. Aus Wood K plus wird ein vorwiegend unternehmensseitig finanziertes Kompetenzzentrum bei dem der

Einflussfaktoren	Substitution rechnet sich – WPCs
Umweltpolitik	Großteil der Teilnehmer sich auf die Kunststoffproduktion spezialisiert.
FTI-Politik	Umweltpolitische Maßnahmen, die im Zusammenhang mit dem Kyoto-Protokoll getroffen werden, spielen eine große Rolle.
Plattform	Für das Lobbying werden die Kanäle der chemischen Industrie genutzt, wodurch finanzielle Förderungen und Normierungen relativ großzügig und schnell erfolgen. Auch das Kyoto-Protokoll wird als Argument für die FTI Politik verwendet.
Wertschöpfungskette	Die Etablierung einer Plattform, die zur stärkeren Vertretung der neuen Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen führt, ist wahrscheinlich und wird voraussichtlich von Vertretern der Kunststoffindustrie dominiert sein.
Normen und Standards	Hersteller der Vormaterialien (Holz-Kunststoffgemische) schließen die Lücke zwischen Rohstofflieferanten und Produzenten der neuen Werkstoffe. Durch Standardisierung der Vormaterialien werden großen Konzerne in die Wertschöpfungskette eingebunden. Einheitliche Normung bzw. Zertifizierung ist ein wichtiges Instrument zur Etablierung am Markt. Die positiven Eigenschaften der WPCs müssen dort klar definiert werden. Normungen und Standardisierungen reduzieren die Risiken für KMUs.
Recycling und Verwertung	Spielt wegen Ressourcenverknappung und der damit verbundenen Suche nach alternativen Rohstoffen eine Rolle. Das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls wirkt sich aber auch auf die Preisrelation zwischen Recyclingmaterial und Rohmaterial aus.
Markttransparenz	Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und Recyclingmaterial könnte durch die Etablierung von Eco-Labels sichtbar gemacht werden.
Nachfrage	Es wird davon ausgegangen, dass die Nachfrage weitestgehend über den Preis bestimmt wird.
Externe Faktoren	In der aktuellen Diskussion zur Ölpreisentwicklung wird davon ausgegangen, dass die Preise nur zu einem geringen Maß von Einflüssen der Optionsmärkte beeinflusst sind. Gravierende Preisenkungen bei Rohöl aufgrund platzender spekulativer Blasen und dauerhaft niedrigere Preise sind daher nicht zu erwarten. Für das Szenario wird angenommen, dass die Preise für fossile Rohstoffe langfristig um 40 bis 100% steigen werden und daher auch ein spürbarer Einfluss auf Kunststoffpreise gegeben ist.

Nachhaltigkeitsbewertung - Chancen und Risiken

Wirtschaft

- Die Holzindustrie kann von dem Szenario profitieren, wenn sie in Konkurrenz und/oder Kooperation mit der Kunststoffindustrie – die mit den verwendeten Technologien lange Erfahrungen hat – das technologische Know-how aufholen kann.
- KMUs können im Besonderen durch Spritzgusstechnologien bei der WPC-Produktion profitieren, da relativ geringe Investitionskosten im Vergleich zur Extrudertechnologie aufzubringen sind. Mit der Beimengung von Holzspänen können im Spritzguss kürzere Umlaufzeiten erreicht werden als bei Kunststoffspritzguss, die raschere Amortisationszeiten zulassen. Dies wird durch die schnellere Abkühlung der WPC-Spritzgussteile im Vergleich zu reinen Kunststoffspritzgussteilen ermöglicht.
- Das Wachstumspotential ist durch relative Preisverschiebungen zwischen Kunststoff und Holzmehl und -fasern dann gegeben, wenn neue Märkte bearbeitet werden können (z.B. Substitution von Fliesen und Steinplatten).
- Mittel- und langfristig profitiert im Allgemeinen die Maschinenbauindustrie (Spritzguss- und Extruderanlagen) von diesem Szenario.
- Durch Sensibilisierung der Endkunden (z.B. durch Zertifizierung FSC, PEFC) können Hemmnisse bei den Verarbeitern in der Holzbranche (Tischler, Möbelhersteller, ...) möglicherweise überwunden werden. Für die Sensibilisierung spielen vermutlich Baumärkte eine bedeutende Rolle.

Beschäftigung

- In diesem Szenario ist der Erhalt bestehender Arbeitsplätze zu erwarten.
- Durch Internationalisierung im Szenario könnten neue Absatzmärkte entstehen und dadurch positive Beschäftigungseffekte erzielt werden.
- Auch durch Vervollständigung regionaler Wertschöpfungsketten kann Beschäftigung regional ausgebaut werden, wenn Kunststoffe substituiert werden, die andernfalls im Ausland verarbeitet werden.

Umwelt

- Ein Risiko für die Entwicklung des Szenarios ist die zunehmende – auch durch öffentliche Fördergelder unterstützte – energetische Nutzung von Holz, wodurch sich primäre Ressourcen und nutzbare Industrieabfälle verknappen. Die damit verbundenen Preisänderungen sind jedoch noch schwer prognostizierbar.
- WPCs können einen erheblichen Beitrag zur Erfüllung des österreichischen Kyoto-Reduktionsziels leisten. Zentrales Argument ist dabei die kaskadische Nutzung erneuerbarer Rohstoffe: WPCs können aus Reststoffen von anderen Produktionsprozessen wie Holzabfällen und Kunststoffrecyclingmaterial zur Verfügung gestellt werden, mehrmals unter Umständen sogar mit verbesserten Materialeigenschaften rezykliert werden und sind thermisch hochwertig nutzbar. Die dadurch entstehenden Vorteile im Vergleich zur direkten thermischen Verwertung von Holz und Kunststoff sind geringerer Rohstoffbedarf fossiler und nachwachsender Rohstoffe. Dies hat unmittelbar und nachhaltig Einfluss auf den CO₂-Ausstoß eines Landes und ist somit relevant für die Klimapolitik.
- Die gesellschaftliche Wahrnehmung der Vorteile der kaskadischen Nutzung von Holz in Form von WPCs könnte als ökologisches Kaufargument für den neuen Werkstoff wirksam werden.
- Die Zertifizierung von WPCs durch Holzzertifizierungssysteme (FSC und PEFC) zur Dokumentation nachhaltiger Rohstoffherstellung, könnte unter Umständen für dieses Szenario nutzbar ge-

macht werden. Mit regional verfügbaren Holzarten aus zertifizierten Betrieben kann der Tropenholzkonsum reduziert werden, da gleichwertige Wetterfestigkeit erreichbar ist und dadurch Tropenwälder weniger genutzt werden, was ebenfalls klimapolitische Vorteile mit sich bringt.

- Wenn Holz oder andere Materialien, wie Stein oder Fliesen (im Außenbereich) durch WPCs ersetzt werden, kann aber auch der gegenteilige Effekt eintreten, nämlich dass der Input an fossilen Rohstoffen steigt. Dies bringt, wie oben bereits erwähnt, Preisänderungen mit sich und ist klimapolitisch relevant für die Kyoto-Reduktionsziele.
- Für das Szenario zusätzlich unterstützend wäre die sortenreine Sammlung und Trennung von WPCs. Dafür müsste allerdings eine Infrastruktur aufgebaut werden, was aufgrund der Interessengegensätze mit der Abfallindustrie wenig aussichtsreich ist.

Regionalentwicklung

- Bei ausreichenden Rohstoffen in einer Region und effizienter Logistik kann die Regionalentwicklung verbessert werden. Dabei müssen jedoch die Mindeststandards der Rohstoffqualität eingehalten werden (nicht jeder Abfallspan ist für die Produktion geeignet).
- Kulturlandschaft würde bei verstärkter kaskadischer Nutzung zu einem geringeren Maß durch „Energiewälder“ umgeformt werden, da WPCs am Ende des Lebenszyklus ebenfalls energetisch nutzbar sind.
- Bei mangelnder regionaler Rohstoffversorgung und mangelnder regionaler Infrastruktur könnten Marktanteile verloren gehen und damit das Potential für Regionalentwicklung verschwinden.

Wissen

- Die Etablierung eines Lehrstuhls für Naturfaserwerkstoffe (BOKU), die F&E in Kompetenzzentren und andere Maßnahmen in Forschung, Ausbildung und institutioneller Entwicklung ermöglichen ein Capacity Building, das Österreich mittel- und langfristig eine Technologieführerschaft bringen kann.
- Eine Gefahr besteht jedoch in der relativ leichten Imitierbarkeit von Neuentwicklungen, sowohl im Bereich der Zusammensetzung der Compounds als auch im Bereich der Produktionstechnologien.
- Die Durchsetzung der Technologien für die Herstellung und Verarbeitung von WPCs kann scheitern, wenn Wissen nicht in allen Teilen der Wertschöpfungskette aufgebaut wird.
- Der mangelnde Schutz geistiger Eigentumsrechte stellt ein Risiko dar: WPCs sind Patentrechtlich vermutlich nicht einfach zu schützen. Es besteht dadurch die Gefahr des Verlustes der Technologieführerschaft, wenn es nicht gelingt, das Know-how durch andere Formen zu schützen. Da Patentierung für Fertigungsprozesse oft schwierig ist, ist daher zusätzlich besonderes Augenmerk auf Technologie- und Know-how-Führerschaft zu legen.
- Neben dem „first mover“ Problem (hohes Risiko und hohe Investitionskosten) und der Frage, ob das Know-how geschützt werden kann, spielen Kosten für Eigentumsrechte (Patente) eine Rolle. Investitionen in F&E, die vor allem auf den österreichischen Markt bezogen sind, lohnen sich auf Grund der Kleinheit der Märkte nicht. Gleichzeitig sind Patentrechte auf europäischer oder globaler Ebene für viele österreichische KMUs zu kostspielig.
- Im Produktionsprozess kann in Österreich auf bestehende Technologien (in Spritzguss und Extrusion) zurückgegriffen werden. Dabei sind nur inkrementelle Modifikationen in der Technologie notwendig, wodurch ein relativ gut planbarer Aufwand für F&E besteht.
- Die Rolle von Universitäten und Industrie muss in der Verbreitung des Wissens klar definiert sein, gegenseitiges Entgegenkommen und Vertrauensbildung sind hier wichtig.
- Internationale Zusammenarbeit in F&E wäre wünschenswert und würde einen zusätzlichen Impuls bieten.

Netzwerke

- Im Sinne des Capacity Building ist die Etablierung einer Plattform nötig, die die Interessen der Akteure in der Wertschöpfungskette der WPCs und anderer Naturfaserwerkstoffe vertritt. Die Weiterentwicklung der Plattformen im Bereich der F&E wird als Chance gesehen, die Rolle Österreichs als Technologieführer zu erhalten.
- Bei fehlendem Lobbying besteht mittelfristig die Gefahr, dass das derzeit noch wahrnehmbare positive Moment zur Intensivierung der F&E Anstrengungen verloren geht.

Produkteigenschaften

- Hygroskopische Eigenschaften und Witterungsbeständigkeit bei den in Europa üblichen WPCs sind zwar besser als bei heimischen Holzarten, aber aufgrund des relativ hohen Holzanteils für Außenanwendungen oft zu wenig Wasser abweisend: Chancen bestünden hier in einer Erhöhung des Kunststoffanteils.
- Aufgrund der hygroskopischen Eigenschaften sind WPCs als Ersatz für Tropenholz vermarktbare.
- Vorteilhafte Akustikeigenschaften (gegenüber Kunststoff) können in Einsatzgebieten wie Schalldämmung, Instrumentenbau oder für Lautsprechergehäuse gezielt genutzt werden.
- WPCs können gegenüber Holz mit sichergestellter gleich bleibender Qualität produziert werden. Sie sind im Wesentlichen wartungsfrei, was die Systemkosten reduziert und daher die Instandhaltungskosten, etwa im öffentlichen Bereich, reduzieren kann. Gleichmäßige Farbeigenschaften erlauben Anwendungen, bei denen die Fleckigkeit beim Vergrauen (wie bei der Verwitterung von Holz) den Einsatz verhindert.
- Risiken in Verbindung mit Werkstoffeigenschaften bestehen im Bereich der Langzeiteigenschaften von WPCs. Die Grundlagen über WPCs (Bindungszustände, Kraftübertragung, etc.) sind erst ansatzweise geklärt. Es fehlen gesicherte Erkenntnisse über Eigenschaften von WPCs in Europa. Bisher sind nur Erfahrungen im Bereich von WPCs aus den USA bekannt, hier liegen die Kunststoffanteile meist wesentlich höher, wodurch Studien nicht vergleichbar sind.

Akteursstrategien und Umsetzungsschritte

Industrie

Für die Holzindustrie ergeben sie folgende strategische Handlungsempfehlungen:

- Die Holzindustrie sollte kurz- bis mittelfristig in den besonders vielversprechenden Märkten, die sowohl im Innen- wie auch Außenbereich (Platten, Möbel, Verkleidungen, Stecker, etc.) liegen, einsteigen, wobei dies durch eine entsprechende intensive Marketingunterstützung flankiert werden muss. Die Holzindustrie muss dabei ihre teilweise tradierte Innovationsfeindlichkeit überwinden, um das Potential der WPC nutzen zu können. Dabei geht es nicht darum, besonders risikoreiche Innovationsstrategie zu wählen, sondern moderat technisch anspruchsvolle Produkte zu entwickeln, für die der Markt eine konkrete Nachfrage signalisiert. Die Produktion von Fensterrahmen ist hier ein Grenzfall, denn Fenster stellen besonders hohe Anforderungen an die Produkteigenschaften (Temperaturschwankungen bzw. -differenzen) und stellen möglicherweise einen technologischen Sprung dar, der zur Zeit noch mit zu vielen Risiken behaftet ist. Die Industrie sollte sich auf diejenigen Produkte konzentrieren, bei denen infolge der Geometrie von WPCs eine Reduktion von Bauteilen möglich wird. Auch spezifische Produkteigenschaften, wie die Akustikeigenschaften oder das Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht sollten genutzt werden. Um diese Strategie erfolgreich zu verfolgen, muss die Holzindustrie mit Zulieferern (Maschinenausrüster) und in Teilbereichen mit der Kunststoffindustrie kooperieren. Im Besonderen haben die Unternehmen aber darauf zu achten, dass das aufgebaute Produktions-Know-how durch Geheimhaltung, Patentierung, Gebrauchsmusterschutz, dominante Marktstellungen und dgl. ge-

schützt wird, bedingt durch die potentielle Konkurrenz von internationalen Unternehmen und Kunststoffproduzenten.

- Für die Kunststoffindustrie hingegen besteht dort ein großer Anreiz, wo Kunststoff oder Holz durch WPC substituiert werden kann und die jeweiligen Unternehmen bereits einen etablierten Marktzugang haben (Baubereich, Außenanwendungen, Konsumgüter). Sie kann es sich leisten, erst dann in den Markt einzusteigen, wenn einige Produkte bereits am Markt erfolgreich eingeführt sind, da sie aufgrund ihrer Kompetenzen bei den Verarbeitungstechnologien als schneller Zweiter die Märkte bedienen kann.
- Die Frage der Behandlung von WPCs im Rahmen der Normung spielt eine Rolle für die Adoption von Innovationsstrategien: gilt WPC als Holz, ausgewiesen durch einen entsprechend hohen Holzanteil, haben Holzindustrie und -handel einen höheren Anreiz in den Markt einzusteigen.
- Für Ausrüster (Bsp. Extruderproduzenten) erscheint der Einstieg in den Bereich lohnend, sobald die Nachfrage zumindest in Nischen gegeben ist. Bereits heute setzen einige innovative österreichische Ausrüster auf den Markt und sind damit Vorreiter für die WPC-Produktion. Aufgrund der zögerlichen Nachfrage von Seiten der Produzenten sind die Ausrüster jedoch auf reaktive Strategien angewiesen. Die Beobachtung der internationalen Entwicklung ist für die Maschinenproduzenten dabei von großer Bedeutung und entsprechend sind diese Märkte zu bedienen.

Interessenverbände

- Die Interessenvertretung der Holzindustrie muss sich, wie bereits angemerkt, dafür einsetzen, dass WPC über den Weg der Normung ein „Holzwerkstoff“ bleibt, wobei die Grenze etwa bei 50% betrachtet wird. Damit ist gewährleistet, dass sich die Holzindustrie mit dem Produkt identifiziert.
- Die Interessenvertretung Kunststoff wird hingegen angehalten sein, WPC nicht der Holzindustrie zu überlassen, indem durch strenge Definitionen der Zusammensetzung von WPC, dieser Werkstoff ausschließlich als Holzwerkstoff betrachtet wird.
- Des Weiteren sollten durch die Etablierung von Technologieplattformen die Kooperation zwischen Holz- und Kunststoffindustrie gefördert werden, um gemeinsam Erfahrungen auszutauschen und technische Lösungen zu entwickeln.
- Zuletzt sollten die Interessenvertretungen durch entsprechende Awarenessmaßnahmen, Informationsveranstaltungen und dgl. das Feld für die WPC-Produktion aufbereiten. Die Analyse des tatsächlichen Marktpotentials stellt dabei eine Aufgabe dar und kann die Unsicherheit in der Industrie reduzieren.

F&E-Akteure

Für die F&E-Akteure sind folgende Strategien wichtig:

- Die Forcierung anwendungsorientierter und anlassbezogener Forschung steht kurzfristig im Vordergrund, um anstehende Probleme bei der Produktentwicklung zu lösen. Spezielle Materialeigenschaften werden dann erforscht, wenn dies für die Produktentwicklung notwendig erscheint. Im Besonderen sollten die Kompetenzzentren die Produktorientierung bei der Forschung forcieren. Im Allgemeinen sollte bei allen Forschungsprojekten die Output- und Projektorientierung im Vordergrund stehen.
- Die Forschung sollte vor allem kooperativ erfolgen, und zwar vorangetrieben von beiden Seiten, der Industrie und den Forschungseinrichtungen bzw. Universitäten. Die Problemorientierung steht dabei im Vordergrund, wozu die Forschungspartner aktiv nach Lösungen suchen und von der reinen Wissensakkumulation abgehen sollten. Neben der Bringschuld der Forschung gibt es auch eine Holschuld der Industrie (insbesondere der Holzindustrie). Die Industrie ist gefragt, die F&E-Ergebnisse, die bei Forschungseinrichtungen vorhanden sind, zu adoptieren. Dies bedeutet beispielsweise ein Öffnen für neue Ideen und Verständnis für die anderen Zeithorizonte in der

Forschung, die deutlich länger sind. Ohne eine stärkere Öffnung riskiert insbesondere die Holzindustrie Terrain zu verlieren.

- Nicht nur zwischen Forschung und Industrie sondern auch zwischen den unterschiedlichen branchenorientierten Akteursgruppen, also Holz und Kunststoff, sollten F&E-Kooperation gefördert werden. Im Allgemeinen müssen die Experten aus den Bereichen Holz, Kunststoffe, Chemie, Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Marktforschung, etc. noch enger als bisher zusammenarbeiten.
- Die Frage des Umgangs mit Patenten und Patentrechten zwischen Universitäten und Industrie ist von Bedeutung, wobei zum einen Universitäten zunehmend unter Patentierungsdruck stehen, andererseits die Industrie nicht bereit ist, in Projekte bzw. Lizenzen zu investieren, bei denen nicht klar ist, ob das Prinzip auch außerhalb des Labors funktioniert. Grundsätzlich sollten Patente jedoch nicht überschätzt sondern in Bezug auf Kosten und Nutzen realistisch eingeschätzt werden. Auch aus diesen Erwägungen heraus sollte Kooperation als gemeinsames Anliegen von beiden Seiten angesehen werden, damit bessere Verwertung möglich ist.
- Generell sollte F&E um den Aspekt der Marktforschung erweitert werden, sei es produktbezogen oder in Bezug auf die Materialeigenschaften. In diesem Zusammenhang sollten etwa Kompetenzzentren verstärkt als Netzwerkknoten für die Diffusion von Wissen fungieren und neue Zielgruppen ansprechen.
- Die Ausbildung qualifizierter Absolventen in relevanten Bereichen für WPC sollte vorangetrieben werden. Dies dient auch dazu, die Reputation und das Image des Bereichs der neuen Werkstoffe, im Besonderen der Kunststoffverarbeitung, zu verbessern. Gleichzeitig profitieren auch die Studierenden durch praxisnähere Einblicke. Durch Industriestipendien, Praxisgarantien, Kooperation in F&E und Ausbildung (Diplomarbeiten) etc. könnte dies bewerkstelligt werden.
- Zuletzt ist die Internationalisierung der F&E von Bedeutung: Internationale Projekte sollten initiiert werden, das Monitoring von internationalen Entwicklungen in F&E stellt hier eine ergänzende Maßnahme dar.

F&E-Politik

Folgende Maßnahmen sind von Seiten der F&E-Politik gefordert:

- Die Kooperationsgaps zwischen Forschung und Industrie zu schließen stellt eine wichtige Aufgabe für die F&E-Politik dar. Dazu sind vor allem die Auswahlkriterien bei F&E-Förderungen und -Programmen anzupassen: Kooperation, Anwendungsbezug, Inter- und Transdisziplinarität sollten im Vordergrund stehen. Dabei ist auf eine konsequente thematische Fokussierung abzielen, insbesondere bei der letztendlichen Projektauswahl. Bei der Projektauswahl ist zudem auf eine ausgewogene Juryzusammensetzung zu achten, welche derzeit häufig zu stark akademisch besetzt ist.
- Nachhaltigkeitsbewertungen und Ökobilanzen stellen weitere wichtige Elemente für öffentliche Forschungsprogramme dar, um die Wissens- und Entscheidungsgrundlagen zu verbessern. Insbesondere in Bezug auf die geförderten Technologien wäre dies sinnvoll, um den Vergleich mit konventionellen Lösungen oder alternativen Nutzungen (z.B. energetische vs. stoffliche Nutzung) zu ermöglichen.
- Als Orientierungshilfe für F&E Akteure fehlt derzeit eine langfristige „Vision“ und Vorstellung davon, in welche Richtung die Entwicklung gehen soll. Erst eine derartige Vision bzw. ein Leitbild würde die Formulierung einer klaren Strategie und die Gestaltung von Rahmenbedingungen erleichtern. Durch diese längerfristige Orientierung (Wohin will man eigentlich?) sollte für alle Beteiligten mehr Planungssicherheit geschaffen werden. Zugleich sollten die Strategien und Rahmenbedingungen aber so gestaltet sein, dass unter diesen Bedingungen Flexibilität und experimentelle Settings ermöglicht und unterstützt werden.
- Die Notwendigkeit der stärkeren internationalen Ausrichtung der F&E muss auch von der F&E-Politik getragen werden. Im Zusammenwirken zwischen nationaler und europäischer Politik kann

damit die Internationalisierung der F&E forciert werden. Dabei kann die Politik auch auf internationaler Ebene einen Beitrag zur Politik-Koordination leisten, z.B. im Rahmen eines abgestimmten Agenda-Setting auf EU/UN Ebene.

- Schließlich kann auch Public Procurement dem WPC-Markt auf die Sprünge helfen und durch gezielte Nachfrage die Unsicherheit reduzieren.

4.2.3 Szenario „Substitution rechnet sich – Biopolymere“

Abstract: Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass ein Potential im Bereich der abbaubaren Verpackungen aus Biopolymeren besteht: Vor dem Hintergrund flankierender politischer Unterstützung und Regulierung, vor allem im Bereich Landwirtschafts- und Umweltpolitik, kann sich die österreichische Industrie in globalen Nischen positionieren. Auf Basis der gewonnenen Erfahrungen und aufgebauten Technologien könnten längerfristig in einer zweiten Stufe jedoch auch Produkteigenschaften erzielt werden, die langlebige Produkte und technische Produkte umfassen, da das Potential bei rein biologisch abbaubaren Biopolymeren begrenzt ist.

Beschreibung

Die nationale Politik bemüht sich verstärkt um die Förderung der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen durch unterschiedliche Förder- und Regulierungsmaßnahmen. Die Landwirtschaftslobby ist in ihren Bemühungen erfolgreich, diese Politik in Richtung der Förderung landwirtschaftlicher Flächen zu dirigieren. Rohstoffe für Biopolymere, insbesondere Produkte aus der Bioraffinerie, werden sowohl national wie auch international billiger. Zusätzlich wird angenommen, dass die Rohstoffpreise für Erdöl leicht steigen. Demnach können sich Biopolymere im Verpackungsbereich, der 30% des gesamten Kunststoffmarktes ausmacht, immer häufiger durchsetzen. Die Biopolymerindustrie wird zu einem neuen Subsektor innerhalb der chemischen Industrie. Es werden Standards bei den Rohmaterialien etabliert, die es ermöglichen, Biopolymere unter Nutzung von Skaleneffekten herzustellen. Durch die langfristig konstant gleich bleibenden hohen Rohölkosten steigt der Bedarf nach Totalnutzung von nachwachsenden Rohstoffen, da auch hier der Bedarf rasch steigt und sich gesellschaftliches Konfliktpotential bemerkbar macht. In der Grundlagenforschung wird daher über die unterschiedlichsten Formen der Nutzung geforscht. Längerfristig könnte es dann gelingen, auf Basis der aufgebauten Kompetenzen, der etablierten Produkte, die den Bekanntheitsgrad im Allgemeinen erhöhen, sowie verstärkten Forschungsanstrengungen, die Produkteigenschaften zu verbessern und damit neue Anwendungen außerhalb des Verpackungsbereichs zu erobern.

Einflussfaktoren	Substitution rechnet sich - Biopolymere
Rohstoffe	Kontinuierlich leicht ansteigende Rohstoffpreise führen zu einem Preisanstieg bei den fossilen Grundstoffen für die Kunststoffproduktion. Dadurch erhöht sich die Preisdifferenz zwischen herkömmlichen Kunststoffen und alternativen Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen.
Werkstoffe	Die Kosten für neue Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen werden im Vergleich zu traditionellen Kunststoffprodukten geringer, da der relative Preis nachwachsender Rohstoffe stark sinkt. Biopolymere haben im Bereich der Verpackung mittelfristig das größte Wachstumspotential.

Einflussfaktoren**Substitution rechnet sich - Biopolymere**

Rohstoffhersteller	<p>Österreich hat im Bereich der landwirtschaftlichen Verarbeitung von stärke- und zuckerbasierten Rohstoffen international einige innovative Player, wie etwa die Zuck erforschung Tulln, was dieses Szenario begünstigt und eine positive Entwicklung im Bereich der Biopolymere ermöglichen könnte. Dabei liegt der Fokus in der Nutzung entlang der gesamten Wertschöpfungskette.</p> <p>Die Landwirtschaft entwickelt sich zu einem wichtigen Rohstofflieferanten, wobei durch die neuen Mitgliedsländer die Konkurrenz am Rohstoffmarkt steigt und mehr Anbieter am Markt sind.</p>
Produkteigenschaften	<p>Mittelfristig wird davon ausgegangen, dass sich die Werkstoffe eher inkrementell verbessern, die Akzeptanz und Diffusion erfolgt vor allem über den Preis.</p> <p>Die Verbesserung der Produkteigenschaften konzentriert sich, wie im ersten Szenario, auf die Substitution von Kunststoffprodukten. Daher sind die hygroskopischen Eigenschaften bei allen Arten von neuen Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen von großer Bedeutung.</p>
Prozesstechnologie	<p>Es wird vorwiegend in die Nutzung von Skaleneffekten investiert. In Bezug auf die Produktion der Werkstoffe spielen auch Bioraffinerien eine wichtige Rolle. Entsprechend sind auch die klassischen Verarbeitungstechnologien, Extrusion und Spritzguss auf die Verarbeitung von Biopolymeren zu optimieren, was jedoch keine radikalen Innovationen erfordert.</p>
Unternehmensstrategie und Risikoverhalten	<p>Die kunststofferzeugende Industrie investiert in die Biopolymererzeugung. Die Kommunikation zwischen landwirtschaftlichen Produzenten von biogenen Rohstoffen, Erstverarbeitern bzw. Produzenten der Werkstoffe und der Verpackungsindustrie spielt eine wichtige Rolle, um das Risiko abschätzen zu können.</p>
Forschung und Entwicklung	<p>Die F&E konzentriert sich auf die Entwicklung von Substitutionsprodukten für Kunststoffverpackungen (durch Biopolymere). Für den Bereich der Biopolymere entsteht ein Kompetenzzentrum in Verbindung mit der Bioraffinerie.</p>
Umweltpolitik	<p>Umweltpolitik wird schwerpunktmäßig als Förderung von nachwachsenden Rohstoffen betrieben. Eine gewisse Unsicherheit in Bezug auf das Preisverhältnis zwischen Rohmaterial für Kunststoffe und für neue Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen besteht durch die Förderung der energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen.</p> <p>Weiters spielen hier Maßnahmen eine Rolle, die im Zusammenhang mit dem Kyoto-Protokoll getroffen werden.</p> <p>Die Akzeptanz der Gentechnologie, die in diesem Szenario einen signifikanten Einfluss hat und wahrscheinlich forciert werden würde, stellt einen Faktor dar, der dieses Szenario in Österreich bremsen könnte.</p>

Einflussfaktoren**Substitution rechnet sich - Biopolymere**

FTI-Politik	<p>Für das Lobbying werden die Kanäle der Industriellenvereinigung und der Wirtschaftskammer genutzt, wodurch auch hier finanzielle Förderungen und Normierungen relativ großzügig und schnell erfolgen. Auch das Kyoto-Protokoll wird als Argument für die FTI Politik verwendet.</p> <p>Die FTI-Politik spielt in diesem Szenario zu Beginn insofern eine Rolle, als vor allem der Aufbau der Produktion der Biopolymere und der erforderlichen Bioraffinerien durch entsprechende Maßnahmen unterstützt werden kann.</p>
Plattform	<p>Der Einstieg der Industriellenvereinigung, der Wirtschaftskammer und anderer traditioneller Interessenvertretungen ist zentral für die Entwicklung dieses Szenarios. Es werden Strategien für die Stärkung des neuen Industriezweigs der Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt.</p>
Wertschöpfungskette	<p>Hersteller der Vormaterialien (neue Biopolymere, Derivate, etc.) schließen die Lücke zwischen Rohstofflieferanten und Produzenten der neuen Werkstoffe. Dabei könnte es sich auch um internationale Tochtergesellschaften handeln. Im Bereich der Biopolymere wird die Zusammenarbeit mit der Bioraffinerie intensiviert.</p>
Normen und Standards	<p>Normen und Standards spielen zum einen bei der Frage der Abbaubarkeit der unterschiedlichsten Werkstoffe eine wichtige Rolle, das größte Potenzial wird kurz- und mittelfristig im Verpackungsbereich gesehen, zum anderen aber auch bei der Produktion von Rohstoffen mit gleich bleibender Qualität.</p> <p>Durch Standardisierung der Werkstoffe können weitere Anwendungsfelder erschlossen werden.</p>
Recycling und Verwertung	<p>Spielt wegen Ressourcenverknappung und der damit verbundenen Suche nach alternativen Rohstoffen auch hier eine Rolle. Das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls wirkt sich auch hier auf die Preisrelation zwischen Recyclingmaterial und Rohmaterial aus. Dazu müssen zugleich entsprechende Recyclingsysteme aufgebaut werden.</p>
Markttransparenz	<p>Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und Recyclingmaterial könnte durch die Etablierung von Eco-Labels sichtbar gemacht werden.</p> <p>Verpackungen aus Biopolymeren, die tatsächlich biologisch abgebaut werden können, stellen einen wichtigen Faktor dar und sind durch entsprechende Labels zu kennzeichnen.</p>
Nachfrage	<p>Es wird davon ausgegangen, dass die Nachfrage weitestgehend über den Preis bestimmt wird.</p> <p>Die Akzeptanz der Gentechnologie, die in diesem Szenario einen signifikanten Einfluss hat und wahrscheinlich forciert werden würde, stellt einen Faktor dar, der dieses Szenario bremsen könnte.</p>

Einflussfaktoren

Substitution rechnet sich - Biopolymere

Externe Faktoren

In der aktuellen Diskussion zum Ölpreis wird davon ausgegangen, dass die Preise nur zu einem geringen Maß von Einflüssen der Optionsmärkte beeinflusst sind. Gravierende Preissenkungen bei Rohöl aufgrund platzender spekulativer Blasen und dauerhaft niedrigere Preise sind daher nicht zu erwarten. Für das Szenario wird folglich angenommen, dass sich der Ölpreis langfristig zwischen 30 USD pro Barrel und dem heutigen Niveau um die 50 USD stabilisiert und daher auch einen Einfluss auf Kunststoffpreise hat, wenn auch in gedämpfter Weise, da Kuppelprodukte in der Ö Raffinerie u.U. weniger von den Preisanstiegen betroffen sein werden (genaue Prognosen über Preisabhängigkeiten fehlen hier aber).

Nachhaltigkeitsbewertung - Chancen und Risiken

Wirtschaft

- Dieses Szenario ermöglicht das Wachstum oder zumindest die Erhaltung der landwirtschaftlichen Produktionskapazität. Damit kann die Wertschöpfung des Landwirtschaftssektors und der Verarbeiter in der ersten Stufe (Bsp. Bioraffinerie) erhöht werden. Durch die starke Interessenvertretung und Flexibilität der österreichischen Betriebe könnte relativ rasch auf die neuen sich bietenden Chancen reagiert werden. Ein besonderes Potential ergibt sich etwa in der „Stärkeverarbeitung“, allen voran ist hier die Agrana zu nennen.
- Chancen liegen hier vor allem in globalen Nischen, die eine genügend große Massenproduktion und die Erzielung von economies of scale ermöglichen, zugleich jedoch eine internationale Spezialisierung erlauben. Die Produktion von Golf-Tees oder Besteck für besondere Anwendungen (etwa im Marinebereich) stellen derartige Beispiele dar. Das Potential besteht hier daher vor allem darin, sich auf spezielle Biopolymere bzw. die Produktion von Derivaten zu konzentrieren. Für die eigenständige Entwicklung von komplett neuen Biopolymeren nach dem Vorbild von PLA, etc. stehen vermutlich nicht die Kapazitäten zur Verfügung.
- Ein Potential bietet das Szenario auch den österreichischen Anlagen- und Maschinenbauunternehmen, die im Bereich der Prozesstechnologien eine gute Position besitzen, sowohl in der Verfahrenstechnik wie auch in der Kunststoffverarbeitung. Zugleich wird damit aber auch technologisches Know-how, das mit österreichischen Produzenten und Verarbeitern aufgebaut wird, rasch international transferiert.
- Im Allgemeinen sind in Österreich wichtige Akteure für die (lokale) Schließung der Wertschöpfungskette vorhanden, wenngleich größere Chemieunternehmen fehlen. In diesem Falle ist eine Internationalisierung bzw. Ansiedelung von Tochtergesellschaften erforderlich. Dies stellt zugleich einen relativ großen Unsicherheitsfaktor für dieses Szenario dar.
- Kennzeichnung, Marketing und Labelling der Produkte sind wichtige Elemente und Strategien, wobei zunächst mit der biologischen Abbaubarkeit geworben wird, die jedoch auch ihre Grenzen hat. Zusätzliche Offerierung von Dienstleistungen und Emotionalisierung werden vermutlich auch für dieses Szenario wichtig. Die Frage im Zusammenhang mit der Entsorgung bzw. Kompostierung ist von Bedeutung. Die Produktion von Weihnachtsverpackungen, die biologisch abbaubar sind, könnte etwa einen Markt darstellen.
- Das Szenario erfordert sowohl Regulierung, vor allem von Seiten der Landwirtschafts- und Umweltpolitik, wie auch F&E-Förderung. Ob damit eine Reduktion der Förderungen und Subventio-

nen im Landwirtschaftsbereich gegeben ist, bleibt jedoch offen. Der Subventionslauf im Bereich der Landwirtschaft wird damit möglicherweise bloß auf eine andere Ebene verlagert. Regulierungsbedarf ergibt sich in der Förderung von nachwachsenden Rohstoffen, die in Koordination mit der EU-Politik erfolgen muss.

- Weitere Umweltschutzmaßnahmen und das Verbot von toxischen Stoffen könnten weitere Impulse für die Entwicklung und Diffusion von Biopolymeren liefern. Auch die Deponieverordnung könnte hier Anreize schaffen.
- Wenngleich die biologische Abbaubarkeit von Bedeutung ist, hat dieses Argument für die Entwicklung und Produktion von Biopolymeren auch Grenzen. Hier ist vor allem zu berücksichtigen, dass die Abfallsysteme inkl. Recycling und Verbrennung auf die aktuellen Produktions- und Nutzungssysteme ausgerichtet sind und die biologische Abbaubarkeit nur dann als Argument bzw. Vorteil genutzt werden kann, wenn die Verpackungen auch gesammelt und entsprechend kompostiert werden, sieht man von Produkten ab, die im Außenbereich zum Einsatz kommen und dort verrotten können (Bsp. Feuerwerkskörper). Zugleich deutet dies darauf hin, dass große Widerstände für den verstärkten Einsatz von biologisch abbaubaren Biopolymeren (vor allem Verpackungen) in der Abfallwirtschaft auftreten könnten, falls ein System aufgebaut wird, das zu ihrem Nachteil ist.
- Weiters ist zu berücksichtigen, dass auch herkömmliche Kunststoffe durch Beimengung von spezifischen Hilfsmitteln abbaubar gemacht werden können. Entsprechend reagiert die Kunststoffindustrie bereits partiell mit derartigen Produkten auf die Herausforderungen (Neosac in Frankreich, derStandard.at vom 21.04.2005). Im Allgemeinen ist der Markt für echte abbaubare Kunststoffe damit begrenzt, wiewohl abbaubare Biopolymere auch thermisch verwertet werden können.
- Zugleich sind bei weiter steigendem Umweltbewusstsein und verschärften Auflagen andere ökologische Verpackungsalternativen wie Karton, Reduktion der Verpackung, etc. wichtige Alternativen, die forciert werden können. Damit ist das Potential für Biopolymere im Verpackungsbereich begrenzt. In diesem Zusammenhang kann auch angeführt werden, dass die Produktion von Biopolymeren als Substitution für Verpackungen primär einen Verdrängungswettbewerb darstellt und echtes Wachstum bzw. die Befriedigung von neuartigen Kundenbedürfnissen beschränkt ist. Daraus lässt sich folgern, dass auch Anwendungen außerhalb des Verpackungsbereichs für die nachhaltige Realisierung des Szenarios anzustreben sind.
- Im Allgemeinen ist auch zu vermuten, dass größere Unternehmen in diese Märkte nur dann einsteigen, wenn die Gewinnmargen groß genug sind und auf dominierenden Marktpositionen durch Markteintrittsbarrieren und dgl. aufgebaut werden.
- Auf Makroebene führt dieses Szenario zu einem weiteren sektoralen Wandel der Landwirtschaft. Die Interaktion zwischen Landwirtschaft, Chemie- und Kunststoffindustrie würde in diesem Szenario steigen und es kommt zu einer gewissen Clusterbildung.

Beschäftigung

- Durch die Umstellung auf nachwachsende Rohstoffe und die gezielte Züchtung und Entwicklung von Biopolymeren können Arbeitsplätze im landwirtschaftlichen Sektor gehalten werden, wobei hier neue und zusätzliche Qualifikationen nötig sind. Die Verarbeitung der Rohstoffe zu Biopolymer-Granulaten, Derivate, Additive etc. birgt ein Wachstumspotential für die chemische Industrie, für die Kunststoffverarbeiter ergeben sich netto geringe Wachstumschancen, hier kommt es eher zu Substitutionseffekten.

Umwelt

- Die Anwendung und Diffusion von Biopolymeren hat zahlreiche ökologische Vorteile, birgt jedoch auch einige Risiken. Ein Vorteil liegt darin, dass die Nutzung toxische Stoffe eliminiert (Styrol, Weichmacher, etc.) und der CO₂-Ausstoß reduziert werden kann. Im Allgemeinen zeigen alle zur Zeit verfügbaren Ökobilanzen, dass Biopolymere, wie etwa PLA, in Summe positiv zu bewerten sind. Der Einsatz von Biopolymeren hat in vielen Bereichen ökologische Vorteile und ermöglicht unter anderem ökologisches Bauen.
- Gelingt es nicht, die Sammlung und Kompostierung von Biopolymeren zu organisieren, können die Vorteile in Bezug auf die Abbaubarkeit und damit deren wichtigstes Argument nicht realisiert werden. Wie oben angeführt, kann der Vorteil durch die Abbaubarkeit nur genutzt werden, wenn die derzeitigen Abfallsysteme umstrukturiert werden. Bisherige Recyclingsysteme sind nur partiell in der Lage, Biopolymere sinnvoll zu sammeln und zu verwerten. Die (kommerzielle) Kompostierung kann zeit- und kostenintensiv sein, was in den bisherigen Diskussionen kaum berücksichtigt wird.
- Die Schaffung von Monokulturen, die Reduktion der Biodiversität und der Einsatz von Düngemitteln stellen mögliche Gefahren dieses Szenarios dar. Von großer Bedeutung ist im Besonderen die Gentechnik, die mit einer großen Wahrscheinlichkeit eingesetzt wird, um Produktivität und vermutlich auch Eigenschaften von bestimmten Biopolymeren erzielen zu können. Hier wird davon ausgegangen, dass längerfristig auch in Österreich die „grüne“ Gentechnik eingesetzt werden wird, eben für die industrielle Nutzung bzw. Produktion von Werkstoffen.
- Darüber hinaus existiert auch eine Flächenkonkurrenz mit der landwirtschaftlichen Nutzung für Energie und Lebensmittel, die Diskussion um „Biosemel vs. Bioverpackung“ kann hier exemplarisch angeführt werden. In diesem Zusammenhang könnte bei einer stark wachsenden Nachfrage die Gefahr bestehen, dass in Österreich auf Grund der Flächenkonkurrenz zu wenig nachwachsende Ressourcen für die Erzeugung der Biopolymere bereitgestellt werden.

Regionalentwicklung

- Der Erhalt landwirtschaftlicher Strukturen und Arbeitsplätze in ländlichen und peripheren Regionen ist zweifelsohne positiv zu bewerten. Hier ergeben sich Chancen für regionale Entwicklung und Etablierung von nachhaltigen Produktionsstrukturen.

Wissen und Netzwerke

- Um die Kompetenzen auf dem Gebiet der Biopolymer-Produktion aufzubauen, müssen die Akteure österreichweit kooperieren, kurzum, ein nationaler Kraftakt ist erforderlich. Alleine damit ist es aber nicht getan. Da die F&E-Kapazitäten nur teilweise vorhanden sind, vor allem im Bereich der chemischen Industrie/Biopolymerforschung ist eine Internationalisierung erforderlich, um dieses Szenario realisieren zu können. Zudem besteht die Gefahr, dass durch die vergleichsweise kleinen Initiativen in Österreich, Projekte durchgeführt werden, die nicht über den internationalen Status Quo hinausgehen (Gefahr der Parallelforschung und Redundanz).
- Entsprechende F&E-Förderung ist von nationaler Seite erforderlich. Zusätzlich können und sollten auch EU-Forschungsförderung lukriert werden.
- Mit Ausnahme großer diversifizierter Chemieunternehmen sind sämtliche Akteure entlang der Wertschöpfungskette in Österreich vorhanden. Dies ist zugleich der große Unsicherheitsfaktor in Bezug auf die Realisierbarkeit des Szenarios.
- Da die Landwirtschaft in diesem Szenario eine wichtige Rolle einnimmt, kann damit das landwirtschaftliche Know-how in Österreich erhalten und es können darauf aufbauend neue Kompetenzen aufgebaut werden.
- Das Thema der Nachhaltigkeit und Umweltorientierung ist in Österreich positiv belegt, was eine gute Ausgangssituation im Sinne einer nationalen Stärke darstellt.

- Die Frage der Patentierung und Intellectual Property Rights ist von großer Bedeutung und steht auch im Zusammenhang mit dem verstärkten Einsatz von Gentechnik. Patentierung ist teilweise schwierig, etwa im Bereich der Prozesstechnologien. Wenngleich durch tacit knowledge, Geheimhaltung und dgl. das Know-how geschützt werden kann, wird es im Gegenzug zumindest teilweise auch durch den Export von Maschinen und dgl. international transferiert.

Produkt- und Materialeigenschaften

- Der Bereich spannt sich von Folien, die abbaubar sind, über Verpackungen bis zu langlebigen nicht-abbaubaren Produkten, die dann zum Einsatz kommen, wenn die Abbaubarkeit nicht voll genutzt werden kann. Wie bereits angemerkt, ist die Frage der Abbaubarkeit differenziert zu beantworten und als einziges Verkaufsargument kritisch zu beurteilen. Mittelfristig sind daher vor allem auch Entwicklungen und Anwendungen im Bereich der langlebigen Biopolymere notwendig.

Akteursstrategien und Umsetzungsschritte

Industrie

- Kunststoffproduzenten, die Biopolymere verarbeiten, sollten mittelfristig das Potential im Verpackungsbereich nutzen, insofern der Abbaubarkeit der Materialien eine wichtige Rolle zukommt. Auch andere Nutzungen, bei denen die Abbaubarkeit im Vordergrund steht, sollten in Betracht gezogen werden, wobei Produktinnovationen und verstärktes Marketing erforderlich sind (Bsp. Golf-Tees). Sobald die Rohstoffpreise konkurrenzfähiger werden – eine Annahme für dieses Szenario – ist ein breiterer Einstieg eine lukrative strategische Option. Beim Einstieg in die Produktion von biologisch abbaubaren Verpackungen muss von Seiten der Unternehmen vor allem berücksichtigt werden, in wie weit die erforderlichen Recyclingsysteme für die Produkte notwendig bzw. vorhanden sind. Überhaupt stellt für die Kunststoffindustrie der Nachhaltigkeitsaspekt ein zunehmend wichtiges Verkaufsargument dar. Längerfristig müssen Unternehmen aber danach trachten, neue Geschäftsmöglichkeiten in Bereichen zu finden, bei denen die Abbaubarkeit nicht im Vordergrund steht. Dazu müssen vornehmlich die hygroskopischen Eigenschaften durch entsprechende F&E-Anstrengungen verbessert werden.
- Für Unternehmen, die Biopolymere entwickeln und produzieren, lohnt sich ein Einstieg dort, wo es gelingt, Nischen zu besetzen, etwa durch die Produktion spezifischer Derivate, Biopolymer-Kombinationen, etc. Da die kommerzielle Weiterentwicklung bisher etablierter Biopolymere (Bsp. PLA) vor allem von internationalen Unternehmen betrieben wurde, sind Kooperationen, Lizenzverträge und dgl. ebenfalls wichtige strategische Optionen für den Einstieg in den Markt. Längerfristig ist eine Internationalisierung anzustreben, um Nischen zu besetzen.
- Für Biopolymer-Produzenten und -verarbeiter ist die Kooperation mit landwirtschaftlichen Betrieben und Erstverarbeitern bzw. den Betreibern von Bioraffinerien für die Umsetzung dieser Strategie unumgänglich. Vor allem etablierte Stärkeproduzenten (Bsp. Agrana) können durch den Einstieg in den Bereich der Biopolymerproduktion bzw. Produktion von Derivaten, etc. neue Wachstumsmöglichkeiten erschließen. Zusätzlich ergeben sich Anreize durch geringe „Umweltkosten“ der Anlagen.
- Für landwirtschaftliche Betriebe ergeben sich neue alternative Bewirtschaftungsmodelle und tlw. die Möglichkeit, von Subventionen unabhängiger zu werden. Falls die Interessenverbände die Entwicklung koordinieren, ist ein Einstieg für landwirtschaftliche Betriebe als zukunftsweisende Strategie empfehlenswert.

Interessenverbände

- Wie bereits angemerkt, kann dieses Szenario nur realisiert werden, wenn die Interessenvertretung der Landwirtschaft das Potential der Biopolymere für sich erkennt und strategisch nutzt. Die relevanten Akteure müssten die österreichischen Betriebe in einer koordinierten Form vom Anbau für die Produktion von Biopolymeren geeigneter Pflanzen in größerem Ausmaß überzeugen.
- Die Interessenvertretung der chemischen Industrie kann durch entsprechende bewusstseinsbildende Maßnahmen und Informationsveranstaltungen das Potential der Biopolymere aufzeigen.

F&E-Akteure

- Im Gegensatz zum Szenario WPC spielt die Grundlagenforschung bei den Biopolymeren eine wichtigere Rolle, da die Entwicklung im Vergleich zu den WPCs nicht in gleichem Maße fortgeschritten ist. Hier ergibt sich noch ein großer Forschungsbedarf, beginnend bei der eigentlichen Untersuchung der Eigenschaften von Biopolymeren, Verbesserung der hygroskopischen Eigenschaften, Compoundierung mit anderen Polymeren, der Entwicklung gänzlich neuer Biopolymere, der gentechnischen Veränderung geeigneter Pflanzen, der Verarbeitung von Biopolymeren bis hin zur Untersuchung der Abbaubarkeit. Im Allgemeinen gibt es im Bereich der Biopolymere in Österreich jedoch relativ wenige F&E-Akteure, entsprechend sind hier erst die Strukturen zu schaffen: thematisch ausgerichtete Forschungsprogramme und Institute sind hier aufzubauen, die interdisziplinär ausgerichtet sind.
- Auch bei den Biopolymeren ist die Kooperation zwischen Forschung und Industrie bzw. zwischen Chemie und Landwirtschaft zu forcieren.
- Des Weiteren sind aktuelle Forschungen in die Ausbildung verstärkt zu integrieren, um durch qualifizierte Absolventen von technischen Studienrichtungen Biopolymeranwendungen in der Industrie zu fördern.
- Die internationale Vernetzung der österreichischen F&E-Akteure ist wichtig und wurde in der Vergangenheit aufgrund des Mangels österreichischer industrieller Akteure ohnedies bereits eingeschlagen.

F&E-Politik

- Neben der Bedeutung von Kooperation und Vernetzung zwischen F&E-Akteuren ist die Abstimmung und Koordination mit anderen relevanten Politikfeldern, im Besonderen im Bereich Regionalentwicklung und Landwirtschaft, relevant. Hier muss man sich aber auch über grundlegende Konflikte zwischen Politikfeldern bewusst sein, etwa zwischen Energie- und Landwirtschaftspolitik.
- Insbesondere auf regionaler Ebene sollten Experimente, bei denen es um das Zusammenwirken verschiedener Politikfelder geht, erleichtert werden. Als Beispiel könnte man hierbei die Umsetzung von „fair-trade“-Konzepten für die regionale industrielle Rohstoffversorgung nennen (langfristige, verlässliche Rahmenbedingungen für Rohstoffproduzenten), über die Technologie- mit Landwirtschafts- und Regionalpolitik verknüpft wird.
- Für den Bereich der Biopolymere kann auch die Entwicklung von Roadmaps unter Beteiligung von unterschiedlichen Akteuren eine wichtige Orientierungshilfe darstellen, um deren Strategien zu untermauern. Die hier organisierte Szenario-Workshop-Reihe kann selbst als erster Meilenstein betrachtet werden.
- Das Biopolymer-Szenario stellt ein längerfristiges Szenario dar, bei dem die Koordinierung mit der Landwirtschaftspolitik und Regulierung zugleich einen wichtigen Faktor darstellen. Entsprechend sind ebenfalls Leuchtturm-Projekte und erste Anwendungen zu fördern.

4.2.4 Szenario „Leuchtturm-Produkte mit Pfiff“

Abstract: Dieses Szenario zeichnet sich dadurch aus, dass die Anwendung der „neuen Werkstoffe“ in erster Linie durch die Entwicklung innovativer Produkte vorangetrieben wird, deren Erfolg einerseits auf der Nutzung der besonderen Eigenschaften dieser Werkstoffe beruht, andererseits aber auch auf der Verbindung mit Dienstleistungen und Qualitäten, die die Kunden emotional ansprechen. Dementsprechend kommt dem Marketing dieser Produkte im Rahmen des Szenarios eine besondere Bedeutung zu.

Beschreibung

Während in den anderen beiden Szenarien Produkte mit einem mengenmäßig bedeutenden Volumen im Vordergrund stehen, geht es bei den „Leuchtturm-Produkten mit Pfiff“ zunächst um die Etablierung von Nischenprodukten. Dementsprechend ist auch davon auszugehen, dass Faktoren wie die Rohstoffpreise nur einen geringen Einfluss auf die Entwicklung von Produkten aus neuen Werkstoffen ausüben. Ohne wesentliche Unterstützung durch Interessenvertretungen schaffen es Unternehmen in Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen Produkte zu entwickeln, durch die neuen Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen positiv besetzt werden. Die Verknüpfung mit besonderen Dienstleistungen und das Ansprechen von Emotionen zählen dabei zu wichtigen zusätzlichen Argumenten. Beispiele könnten sein: Snowboards mit naturfaserverstärktem Kern, Mountainbike mit Rahmen aus naturfaserverstärktem Polyester, Musikinstrumente aus WPC oder ein innovatives neues Spielzeug aus WPC oder Biopolymer. Die Produktentwicklung gewinnt hier damit besondere Bedeutung.

Dabei gelingt es, durch die Kombination spezifischer technischer Eigenschaften der neuen Werkstoffe (Gewicht, Dämpfung, Optik, Ökologie etc.) mit einem exzellenten Design und Marketing diese Produkte so zu positionieren, dass sie trotz höherer Preise von den KundInnen gekauft werden. Forschung und Entwicklung sind dementsprechend in erster Linie auf die Produktentwicklung ausgerichtet. Daher wird auf die jeweils spezifischen Anforderungen in den verschiedenen Anwendungsbereichen einzugehen sein, z.B. im Hinblick auf Ansprüche an ein besonderes Design, die durch das neue Material in besonders guter Weise erfüllt werden können. Auch die enge Verknüpfung des Produkts mit einer Dienstleistung kann ein wichtiges Verkaufsargument sein.

Durch den Erfolg erster Produkte aus „neuen Werkstoffen“ in ausgewählten Anwendungsnischen wird eine Welle von Weiterentwicklungen, auch unter Verwendung anderer neuer Werkstoffe, ausgelöst, die es mittel- bis langfristig ermöglicht über Skaleneffekte auch in Massenmärkte einzudringen. Die Rolle von Forschungsnetzwerken und -zentren wie Wood K plus bleibt im Rahmen dieses Szenarios eher beschränkt, da der Schwerpunkt allgemein auf konkrete Produktentwicklung gelegt wird. Dementsprechend bleiben Forschungsnetzwerke auf dem Stand loser Verbünde.

Einflussfaktoren

Leuchtturm-Produkte mit Pfiff

Rohstoffe

Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass die Rohstoffpreise für nachwachsende Rohstoffe nur eine untergeordnete Rolle spielen. Auf Grund der vergleichsweise bescheidenen Erhöhung der Nachfrage durch – zunächst – Nischenprodukte werden deren Preise auch nur geringfügig steigen. Auch im Falle der fossilen Rohstoffe kann man von einem ähnlichen Niveau ausgehen, dessen Höhe nur von zweitrangiger Bedeutung ist.

Einflussfaktoren	Leuchtturm-Produkte mit Pfiff
Werkstoffe	WPCs und Naturfaserwerkstoffe sind in diesem Szenario am stärksten betroffen und finden in spezifischen Nischen Anwendungen. Die Kosten für neue Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen bleiben im Vergleich zu traditionellen Kunststoffprodukten in etwa gleich und spielen in diesem Szenario eine geringere Rolle.
Rohstoffhersteller	Die Rohstoffhersteller sind in der Lage, Ausgangsmaterialien der entsprechenden Qualität an die Produzenten zu liefern. Hierbei haben sich einige Hersteller spezialisiert, um die geforderte Qualität (Bsp. Fasern) für die eher kleinen Nischen bereitstellen zu können. Da die nachgefragten Mengen mittelfristig bereit gestellt werden können (auch in Bezug auf Holzmehl und Späne), stellt die Verfügbarkeit der Rohstoffe keine Barriere dar.
Produkteigenschaften	Die Nutzung und Vermarktung von Produkteigenschaften ist ein zentraler Aspekt in diesem Szenario. Es geht im Besonderen darum, die Produkteigenschaften (verbesserte Akustik, Dämpfungseigenschaften, Gewichtsvorteile, Holzoptik, etc.) so einzusetzen und zu vermarkten, dass ein höherer Preis der Produkte (Bsp. Fahrradrahmen, Lautsprecher, Verkleidungen, Handygehäuse) honoriert wird. Dies ist vor allem auch eine Frage der Kreativität und des Marketing, um die neuen technischen Eigenschaften mit einer Emotion zu verbinden. Entsprechende Marketing- und Werbestrategien sind wichtig, um das Image dieser neuen Produkte aufzubauen.
Prozesstechnologie	Prozesstechnologien sind vor allem auf die Verbesserung der Produkteigenschaften auszurichten.
Unternehmensstrategie und Risikoverhalten	Risikofreudige Klein- und Mittelbetriebe intensivieren die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen und Dienstleistern, um derartige Nischenprodukte zu konzipieren und am Markt einzuführen. Aufgrund der Marktnähe erfolgt die Zusammenarbeit zumeist auf Basis bilateraler Übereinkommen. Für größere Unternehmen bestehen für derartige Strategien geringere Anreize.
Forschung und Entwicklung	Die F&E konzentriert sich auf die Entwicklung von Produkten mit neuen Eigenschaften zwischen Holz und Kunststoff und auf Biopolymeren für technische Anwendungen, wo vor allem die Abbaubarkeit von Bedeutung ist. Technische Eigenschaften, Design, Ökologie und Optik sind dabei die zentralen Differenzierungsmerkmale der neu entwickelten Produkte. Wood K plus bleibt als eine wichtige Akteursplattform bestehen, liefert einzelne Beiträge für spezifisch technische Anfragen im Rahmen des informellen Networking oder für die Durchführung grundlegender Forschungsarbeiten von breiterem Interesse. Grundsätzlich wird F&E aber vorwiegend bilateral betrieben.
Umweltpolitik	Relevante Umweltpolitik wird schwerpunktmäßig als Förderung nachwachsender Rohstoffe betrieben. Im Allgemeinen spielt die Umweltpolitik aber eine eher untergeordnete Rolle.

Einflussfaktoren	Leuchtturm-Produkte mit Pfiff
FTI-Politik	Die FTI-Politik klassischer Prägung spielt hier nur eine untergeordnete Rolle, wenngleich technisch anspruchsvolle Projekte fallweise gefördert werden. Durch die Ausrichtung auf Produktentwicklung und Marketing fehlen häufig die Voraussetzungen für die Förderbarkeit.
Plattform	Es bildet sich keine eigenständige schlagkräftige Interessenvertretung für den Bereich der neuen Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. K plus und K ind bleiben die einzigen Plattformen, die neben ihren F&E Aktivitäten die Interessen der Akteure wahrnehmen.
Wertschöpfungskette	Aufgrund der geringen Produktionsmengen sind zunächst keine Probleme durch Engpässe in der Wertschöpfungskette zu erwarten. Diese treten erst längerfristig auf, sobald neue Produkte durch die erhöhte Nachfrage in Massenmärkte eindringen können.
Normen und Standards	Normen und Standards spielen für die entwickelten Nischenprodukte nur eine geringe Rolle. Der Schutz geistiger Eigentumsrechte (z.B. Patente, geschütztes Design und Markenzeichen) kann allerdings bei innovativen Produkten eine wichtige Funktion übernehmen, auch und gerade im Hinblick auf das Marketing.
Recycling und Verwertung	Die Nutzung von Recyclingmaterial spielt in diesem Szenario aufgrund der zunächst vergleichsweise geringen Mengen eine untergeordnete Rolle.
Markttransparenz	Durch Marketing, Labels und dgl. wird Produkten ein Mehrwert gegeben, die Transparenz der Märkte wird dadurch nicht zwangsläufig erhöht bzw. spielt kaum eine Rolle.
Nachfrage	Es wird davon ausgegangen, dass die Massennachfrage weitestgehend über den Preis bestimmt wird. Daher ist es notwendig durch Emotionalisierung in Märkte vorzudringen, die weniger durch Preiskonkurrenz bestimmt werden.
Externe Faktoren	Dieses Szenario ist von externen Einflüssen seitens der Rohstoffverfügbarkeit nur indirekt betroffen. Höhere Rohölpreise würden das Szenario allerdings noch zusätzlich begünstigen.
Längerfristige Perspektive (> 10 Jahre)	Bei entsprechenden Änderungen des Kontexts (Skaleneffekte, Lerneffekte, Preisentwicklungen bei Substitutionsprodukten, ...) kann aus dem Nischenszenario ein Massenszenario werden, im Besonderen wenn die technologischen Kompetenzen aufgebaut worden sind, und aufgrund konkurrenzfähiger Preise die Produkte auf Massenmärkten abgesetzt werden können.

Wirtschaft

- Industrielle Struktur: Ob sich trotz der hochentwickelten F&E-Basis aus diesem Szenario auch ein Zugewinn an Arbeitsplätzen ergeben wird, ist offen. Die industrielle Kapazität in Österreich ist eher beschränkt, so dass eine mögliche Variante in einer Konzentration auf Produktentwicklung ohne substanzielle Produktion in Österreich bestehen könnte. Grundsätzlich denkbar ist allerdings auch eine andere Variante, bei der neben Produktentwicklung auf Basis von neuen Werkstoffen auch wesentliche Produktionsaktivitäten in Österreich stattfinden, die sich durch hochwertige Produkte auf Basis von neuen Werkstoffen auszeichnen. Auf dieser Grundlage wäre auch die Chance gegeben, industrielle Investitionen aus dem Ausland anzuziehen.
- Rolle von KMUs: Die Ausrichtung auf Nischenprodukte mit besonderen Eigenschaften bietet ein besonders hohes Potenzial für KMUs, also für Unternehmensgrößen, die gerade für die österreichische Industriestruktur charakteristisch sind. Diese zeichnen sich insbesondere durch ihre Flexibilität und ihre Fähigkeit zur Entwicklung und Bereitstellung maßgeschneiderter Lösungen aus. Über Ausstrahlungseffekte (Personal, Netzwerke) können sie zudem Know-how Impulse auch in andere Unternehmen tragen („Clusterbildung“), so dass Know-how und die Fähigkeit spezielle Produkte zu entwickeln zu einem Kennzeichen der österreichischen Industrie im Bereich der neuen Werkstoffe werden. Patente und Lizenzen könnten die mittelfristige Position dieser KMUs sichern helfen. Man muss allerdings auch die Probleme erkennen, die die hohen technischen und Wissensanforderungen für KMUs bringen und denen nur einige gewachsen sein werden.
- Investitionsrisiko: Das Szenario setzt erhebliche Vorinvestitionen in Forschung und insbesondere in Entwicklung voraus. Hiermit ist ein vergleichsweise hohes Risiko verbunden, da die Marktperspektiven für ein neues und innovatives Produkt im vorhinein nicht verlässlich eingeschätzt werden können. Dies ist insbesondere für KMUs ein Problem. Wenn sich allerdings ein Markt und eine Nachfrage entwickeln, kann eine gute Produktidee schnell und erfolgreich umgesetzt werden.
- Marktstrukturen: Großunternehmen könnten in den sich erfolgreich entwickelnden Markt eintreten und die KMUs verdrängen, z.B. durch den gezielten Einkauf von Patenten.
- Rolle der öffentlichen Hand: Das öffentliche Beschaffungswesen könnte im Prinzip eine wichtige Rolle als Impulsgeber übernehmen. Dies würde aber geeignete Kriterien bei Ausschreibungen erfordern, beispielsweise im Bau- und Ausstattungsbereich, wo Produkte und Bauteile aus neuen Werkstoffen eingesetzt werden könnten.
- Unternehmerisches Risiko: Ein neues Produkt auf den Markt zu bringen, das stark auf emotionale Eigenschaften setzt, stellt ein nicht zu unterschätzendes Risiko für ein Unternehmen dar, insbesondere wenn dafür zunächst Vorleistungen in Form von F&E erbracht werden müssen und die Marktperspektiven (s.u.) unsicher sind. „Flops“ und Pionierverluste sind nicht auszuschließen, ein Erfolg verspricht aber hohe Gewinnpotenziale. Auch Modeänderungen können zu einem schnellen Ende eines viel versprechenden Produkts führen, ein Effekt, der aber durch entsprechende Flexibilität des Anbieters kompensiert werden kann. Diesen Risiken steht natürlich die Chance von Pioniergewinnen gegenüber.
- Nationaler Markt: Zusammenhängend mit dem unternehmerischen Risiko sind auch die Perspektiven und Potenziale für den nationalen Markt zu sehen. Entscheidend wird sein, ob sich erstens aus den verschiedenen Anläufen, die gestartet werden, um emotionale Produkte zu lancieren, eine Reihe von vorzeigbaren und erfolgreichen Fällen ergibt. Zweitens ist aber auch wichtig, ob die vergleichsweise kleinen Nischen sich in einen größeren nationalen und internationalen Markt entwickeln können und ob auf diesen Märkten kostenbedingt notwendige Preisaufschläge für emotional besetzte Produkte bezahlt werden. Für eine Internationalisierung wäre eine engere Zusammenarbeit der nationalen Akteure in Industrie und F&E notwendig, beispielsweise um gemeinsam internationale Märkte erschließen zu können und dabei die Vermarktungsanstrengungen zu bündeln.
- Rohstoffqualität: die Sicherstellung einer einheitlichen Rohstoffqualität sollte in Österreich grundsätzlich kein Problem darstellen. Allerdings ist dieses Kriterium dann schwieriger zu erfüllen,

wenn gleichzeitig sehr hohe ökologische Herstellungsstandards (z.B. kein Einsatz von Bleichmitteln) angesetzt werden.

- Zulassung und Sicherheit: Sicherheits- und andere Standards können zum Stolperstein für neue Produkte werden. Die bekannten Sicherheitsstandards müssen auf jeden Fall erfüllt werden, und eine Klärung der Geltung von Standards für Produkte auf neuen Werkstoffen muss sichergestellt werden. Generell sind Fragen der allgemeinen Zulassung der Werkstoffe zu klären, ohne die ein einfacher Einsatz nicht gewährleistet werden kann.

Beschäftigung

- Arbeitsplätze: Ob und in welchem Maße das Szenario zur Schaffung von Arbeitsplätzen beitragen würde, hängt zum einen von den Marktentwicklungen und dem Umfang der Herstellung von Leuchtturm-Produkten ab, und zum anderen davon, in welchem Umfang diese Herstellung in Österreich angesiedelt wäre (s.o.). Sofern man sich in Österreich auf die Entwicklung derartiger Produkte konzentriert, wäre das Arbeitsplatzpotenzial gering, auch wenn es sich hierbei um sehr hochwertige Arbeitsplätze handelt.
- Qualifiziertes Personal: Die Verfügbarkeit hochqualifizierten Personals in der Region könnte zu einem Problem werden, zumindest wenn größere Produktionseinheiten geschaffen werden sollen.
- Personal: Hochqualifiziertes Personal ist essenziell für die Entwicklung und Gestaltung ausgesuchter Produkte mit emotionalem „Appeal“. Gerade bei diesem Aspekt kann es aber zu Engpässen kommen, da der Bedarf an kreativen und interdisziplinär ausgebildeten NaturwissenschaftlerInnen schon heute kaum gedeckt werden kann.

Umwelt

- Biologische Vielfalt: Auch wenn spezielle Holzarten mit langen Umtriebszeiten im Prinzip zum Einsatz kommen könnten, ist eher mit dem Einsatz schnellwachsender Pflanzen und Sträucher zu rechnen (z.B. 1-jährige), da hier Kostenvorteile und andere gesetzliche Bestimmungen in der Bewirtschaftung bestehen.
- Umweltfreundlichkeit der Produktionsverfahren in der Region: Der Einsatz umweltschonender Produktionsverfahren in der Region ist u.U. dadurch gefährdet, dass eine effiziente und wirtschaftliche Produktion auf den Einsatz von chemischen Substanzen zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Produktqualität kaum verzichten kann.
- Sicherheit und Flammschutz: Zu leichte Entflammbarkeit könnte bei Holz-Thermoplasten ein Problem darstellen.
- Gentechnik: Auf den Einsatz gentechnisch modifizierter Pflanzen kann verzichtet werden, da die Ressource Holz in ausreichender Form für die vergleichsweise kleinvolumige Produktion zur Verfügung steht.
- Verkehrsaufkommen: Während einerseits die hohe Verfügbarkeit erneuerbarer Ressourcen in der Region zu kurzen Wegen führt, kann die überregionale Vernetzung bei der Versorgung mit Rohstoffen das genaue Gegenteil zur Folge haben.

Regionalentwicklung

Einige der unter Wirtschaft und Beschäftigung genannten Punkte ließen sich auch in Bezug auf Regionalentwicklung anführen, in der Folge wird aber nur auf die zusätzlichen Aspekte verwiesen.

- Neue Entwicklungschancen: Durch die Nutzung der regional verfügbaren Ressource Holz in dezentralen Produktionseinheiten in strukturschwachen Regionen eröffnen sich Chancen für die Regionalentwicklung.

- Ländliche Strukturen und Infrastrukturen: Durch diese neuen industriellen Strukturen können ländliche Strukturen und Infrastrukturen gesichert und die Kulturlandschaft erhalten werden.
- Tourismus: Die Vermarktung von Produkten mit besonderen Eigenschaften/Design bietet Anknüpfungspunkte für den Tourismus, insbesondere wenn sich hierbei regionale Cluster herausbilden.
- Dezentralisierung: Grundsätzlich bietet die für dieses Szenario charakteristische Dezentralisierung sowohl viele Chancen als auch Risiken. Während unter einer Regionalentwicklungsperspektive viele positive Aspekte zu beobachten sind, kann eine zu sehr auf regionale Autonomie abzielende Entwicklung ohne entsprechende (inter-)nationale Vernetzung zu einer Abkopplung und eingeeengten Perspektive auf das regionale Umfeld führen.
- Subventionen in der Landwirtschaft: der Subventionsbedarf für industriell genutzte Rohstoffe in der Landwirtschaft könnte sinken, sofern die Land-/Forstwirte an den höheren Gewinnmargen der vergleichsweise hochpreisigen Endprodukte partizipieren können. Dies wird allerdings auch von den längerfristig erzielbaren Produktionsvolumina abhängen.
- Bewirtschaftungsformen: Extensive Bewirtschaftungsmethoden werden wieder möglich, z.B. die Nutzung des Bergwaldes aufgrund der spezifischen Materialeigenschaften der gewonnenen Hölzer. Allerdings steht dem die Gefahr einer Intensivierung der Landwirtschaft gegenüber, insbesondere wenn man sich auf einige wenige Rohstoffe konzentriert.

Wissen

Auch beim Thema Wissen und Netzwerke gilt, dass zahlreiche der unter Wirtschaft und Beschäftigung genannten Punkte auch hier Relevanz besitzen.

- F&E Basis: Forschung und Entwicklung mögen zwar auf Anwendungsorientierung und Produktentwicklung fokussiert sein, stellen aber einen zentralen Baustein für dieses Szenario dar, der für die Wettbewerbsfähigkeit und die Generierung eines hohen Mehrwertes („value added“) wichtig ist. Grundsätzlich besitzen die typischen Produkte dieses Szenarios „high-tech“ Potenzial mit hohem Innovationsgrad. Der Forschungsstandort Österreich erfährt dadurch eine Stärkung. Um diese spezifische Stärke auch auf europäischer Ebene zur Wirkung bringen zu können, wäre allerdings eine engere Zusammenarbeit zwischen den Akteuren sowie eine Öffnung nach außen notwendig.
- Wissensbasierte Produktion: Das Szenario bietet Chancen für die Errichtung einer im engeren Sinne wissensbasierten Produktion, bei der die schwankende Rohstoffqualität durch intelligente Sensorik und Steuerung ausgeglichen werden kann. Auch die flexible Anpassung von Produkten an Kundenbedürfnisse wäre im Rahmen einer wissensbasierten Produktion denkbar und könnte die üblicherweise hohen Kosten von Kleinserien reduzieren helfen.
- F&E Kompetenzen: Der Aufbau einer kritischen Masse im Bereich F&E zu neuen Werkstoffen und darauf basierenden Produkten ist essenziell, um eine Vorreiterrolle für Österreich im Sinne eines mittel- bis langfristigen Upscalings erreichen zu können. Grundsätzlich sind hierfür zwar die Voraussetzungen gegeben und ein potenter Ideenpool vorhanden, und die existierenden Kompetenzen sind sicher auch weiter ausbaufähig. Allerdings erfordert dies eine engere Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen (z.B. im Sinne einer Plattform). Die Vernetzung der nationalen F&E-Akteure könnte z.B. durch ein WPC- oder Biopolymer Kompetenzzentrum erreicht werden. Ohne eine derartige Vernetzung besteht die Gefahr, dass aufgrund der kleinteiligen Struktur der F&E Basis kein echter Impuls für WPCs/Biopolymere aufgebracht werden kann.
- Anwendungsorientierung: Im Rahmen des Szenarios wird in erster Linie anwendungsorientierte und praxisnahe F&E benötigt, weniger Grundlagenforschung. F&E muss vermittelbar sein und an Marktbedürfnissen orientiert, um zu vermeiden, dass Forschung als „l'art pour l'art“ betrieben wird.
- Geistige Eigentumsrechte: Geistige Eigentumsrechte (Patente, Markenzeichen, etc.) als Schutzmechanismus mögen insbesondere für KMUs eine wichtige Funktion zur Sicherung ihrer

Innovationen besitzen, sie können aber auch zur Abgrenzung und Abschottung von anderen F&E Akteuren führen, die letztlich dem Gesamtprojekt WPCs in Österreich abträglich wäre.

- Interdisziplinarität: Für die hier geforderte Art von F&E an der Schnittstelle zwischen Holzverarbeitung und Kunststoffchemie werden interdisziplinär ausgebildete Fachleute benötigt, die derzeit auf dem österreichischen Arbeitsmarkt nur spärlich zu finden sind. Auch Weiterqualifizierungsmaßnahmen interdisziplinärer Art wären noch hilfreich, um diese derzeitige Schwäche zu beseitigen.
- F&E-Förderung: Neue Finanzierungsmodelle wie PPP oder öffentliche Anschubfinanzierungen könnten für die F&E-Förderung verstärkt eingesetzt werden. Diese sollten insbesondere zur Schließung von Lücken entlang der Forschungs- und Produktionskette eingesetzt werden, d.h. neben F&E im engeren Sinne vor allem auch für Demos, Markteinführungen, Gründungsinitiativen, etc. Verlässlichkeit in diesem Bereich ist wichtig, um die mittelfristigen Perspektiven zu klären und stabile Rahmenbedingungen für industrielle F&E zu gewährleisten.

Netzwerke

- Produktionskette: Im Rahmen der Produktionskette muss sichergestellt werden, dass nicht nur die Rohstoffe und Materialien zur Verfügung stehen, sondern dass auch für die Folgeschritte die notwendigen Bearbeitungstechnologien zur Verfügung stehen und eingesetzt werden können.
- Internationalisierung der F&E: Die internationale Vernetzung der F&E stellt eine wichtige Voraussetzung dar, um die Chancen dieses Szenarios nutzen zu können, dies könnte etwa durch eine Technologieplattform, z.B. im 7.EU- Rahmenprogramm, realisiert werden, entweder autonom oder im Schlepptau anderer (z.B. der Chemischen) Industrien.
- Produktionspotenzial und industrielle Vernetzung: Ähnliche Argumente gelten auch für den Bereich der Produktion. Auch hier muss eine kritische Masse erreicht werden, um sichtbar zu werden. Deren Erreichung kann durch engere Zusammenarbeit in der Produktion bis hin zum Marketing erleichtert werden. Musterbeispiel wäre ein österreichischer High-Tech WPC-/Biopolymer-Cluster, der auch als „European Player“ im industriellen Bereich aufzutreten vermag.
- Neue Akteure: Der Prozess der Etablierung von Strukturen und Netzwerken kann durch neu hinzukommende Akteure unterstützt werden, die fehlende generische Kompetenzen einbringen, z.B. in den Bereichen Marketing und (inter-)nationale Vernetzung.

Produkt- und Materialeigenschaften

- Materialeigenschaften: Die Einsatzmöglichkeiten der Werkstoffe müssen bekannt und ihre Sicherheit unumstritten sein, was eine Klärung der Materialeigenschaften voraussetzt.
- Produkteigenschaften: Aufgrund der tendenziell positiven sozialen und ökologischen Kosten ist kaum mit Akzeptanzproblemen zu rechnen.

Akteursstrategien und Umsetzungsschritte

Industrie

Für die Holzindustrie ergeben sich folgende Hinweise:

- Als wesentliches Charakteristikum von WPCs im Vergleich zu traditionellen Holzmaterialien gilt die Formbarkeit (Dreidimensionalität). Dies gilt es im Besonderen auszunutzen, wenn es sich um Leuchtturm-Produkte handelt, die den neuen Werkstoff bekannt machen sollen. Damit besteht die Empfehlung vor allem darin, Produktinnovationsstrategien zu verfolgen. Zugleich bedeutet dies, dass bei besonders innovativen und risikobehafteten Ideen oder Unternehmensneugrün-

dungen Risikokapital lukriert werden muss. Im Allgemeinen ist die Kooperation bzw. Unterstützung von Dienstleistern im Bereich Design, Marketing sowie Innovationsberatung im höheren Ausmaß nötig, um die Strategien realisieren zu können.

- Die von der Industrie entwickelten Leuchtturm-Produkte sollten möglichst einzigartige und emotional besetzbare Werkstoffeigenschaften hervorheben, so werden etwa Lärmschutzwände aus WPCs in Schweden aufgrund der guten Schalldämmeigenschaften und des geringen Wartungsaufwandes bereits im Straßenbau eingesetzt. Daneben sollten ganz allgemein innovative Vorzeigeprodukte (z.B. Visitenkarten, Werbegeschenke) genutzt werden, um Aufmerksamkeit für die neuen Werkstoffe zu schaffen.
- Um den Bekanntheitsgrad des Werkstoffes zu heben, könnten Kooperationen mit Markenartikelherstellern eingegangen werden, was eine strategische Option für die Holzindustrie darstellt.
- Ein großes Potenzial für die Holzindustrie stellt die Möbelherstellung dar, insbesondere bei Designermöbel, wo die Formbarkeit des Werkstoffes, aber auch die hygroskopischen Eigenschaften wichtig sind.

Dennoch bleibt bei Verfolgung dieser innovativen Strategien der Befund aufrecht, dass ohne eine nachhaltige Veränderung der Preisstruktur zugunsten nachwachsender Rohstoffe, die Substitution von Holz nur begrenzt möglich ist und eine Ausweitung auf Produkte und Bereich, die weniger emotionalen Appeal haben, längerfristig nur dann möglich wird, wenn die Rohstoffe konkurrenzfähig sind.

Für die Kunststoffindustrie ergeben sich folgende Hinweise:

- Für die Kunststoffindustrie stellt die Vorwärtsintegration eine wichtige strategische Option dar, wozu sie jedoch ihre häufig passive Zulieferrolle überwinden muss. Auch hier gilt wie bei der Holzindustrie, dass Kooperationen mit Dienstleistern, internationalen Markenartikelunternehmen etc. notwendig sind. Diese risikobehafteten und innovativen Strategien erfordern jedoch den Aufbau von zahlreichen neuen Kompetenzen und den Mut, neue Geschäftsfelder und Märkte aufzubereiten und zu betreten. Die Kunststoffindustrie, die bisher als Zulieferer (von Lacken und Harzen) für die Holzindustrie agiert hat, könnte sich durch die neuen Werkstoffe hin zur Produktion von gänzlich neuen Werkstoffen für die Holzindustrie orientieren.
- Als eher abwartende Strategie könnte sich die Kunststoffindustrie auf die Zulieferung des Granulates von WPCs konzentrieren, bzw. den Kunststoffanteil dafür liefern. Dadurch könnten erste Erfahrungen für die industrielle Produktion gewonnen werden.

Interessenverbände

- Seitens der Industrie- und Wirtschaftsverbände sind Instrumente zu etablieren, die zur Steigerung der medialen Sichtbarkeit der neuen Produkte beitragen (z.B. Desingwettbewerb, Verpackungspreis, ...).
- Eine Kooperation zwischen Interessenvertretungen seitens der chemischen Industrie und der Holzindustrie würde die Sichtbarkeit entsprechend erhöhen.
- Im Allgemeinen sind auch Image- und Aufklärungskampagnen (wie etwa zur Zeit FPP „Holz ist genial“) durchzuführen, um das Image der WPCs flankierend zu emotionalisieren.

F&E-Akteure

- Problemorientierte Forschung: Problemorientierte Forschung rückt in den Vordergrund. Noch mehr als im Falle der beiden anderen Szenarien werden hier Forschungsprojekte aufgrund von Impulsen aus konkreten Anwendungsproblemen durchgeführt. Zu den besonderen Anforderungen an diese problem- und lösungsorientierte Forschung zählt, dass sie schnell auf Bedürfnisse reagieren können und Lösungen bereitstellen muss, die am Bedarf der Auftraggeber orientiert

sind. Diese Grundprinzipien gelten zunehmend auch für die eher grundlagenorientierte Werkstoffforschung. Damit wird vermieden, dass Forschung als „l'art pour l'art“ betrieben wird. Auch hier steht daher nicht primär die Wissensakkumulation über die Eigenschaften neuer Materialien im Vordergrund (d.h. die Ausrichtung an wissenschaftsinternen Forschungsagenden), sondern die Ausrichtung auf mögliche Anwendungen und Lösungen (d.h. eine Ausrichtung der Forschungsagenden auf die Bedürfnisse von Partnern außerhalb des Forschungsbetriebs).

- F&E und Design: Forschung und Entwicklung umfassen in zunehmendem Maße auch Aufgaben des Designs. Neben funktionalen und ergonomischen Aspekten spielen hierbei zunehmend auch ästhetische und künstlerische Aspekte eine Rolle, um die Produkte zu etwas Besonderem zu machen.
- F&E als kundenorientierte Dienstleistung: Forschung und Entwicklung ist von den wesentlichen F&E-Akteuren in zunehmendem Maße als Dienstleistung und Support für den Kunden aufzufassen. Dementsprechend erfolgt eine Reorientierung von Forschung im Sinne einer Dienstleistung und Unterstützung für den Kunden. Konkret bedeutet dies z.B. dass Kundenbedürfnisse antizipiert werden sollten und nicht gewartet wird, bis diese ihre Bedürfnisse explizit zu formulieren in der Lage sind. Diese Veränderung im Selbstverständnis ist wesentlich für die erfolgreiche Realisierung eines problemorientierten Zugangs zu F&E und erfordert die Formulierung entsprechender Strategien und Anreizmechanismen in den F&E-Abteilungen und -einrichtungen. Wood K plus hat hier die Möglichkeit, bei eher kurzfristigen F&E-Projekten als Bindeglied zwischen den verschiedenen Akteuren aufzutreten und Zugang zu Förderungen, Technologien und Marktforschung zu vermitteln.
- Marktforschung und Marketing: Im Sinne der stärkeren Betonung von Produktentwicklung kommt Aspekten des Marketing und der Marktforschung im Rahmen der problemorientierten Forschung überhaupt eine größere Rolle zu als in den beiden anderen Szenarien. Marktforschung und davon abgeleitetes Marketing sind hierbei in einem breiten Sinne zu verstehen, d.h. sie erfassen auch kulturelle und anthropologische Aspekte.
- F&E Förderung: Neue Finanzierungsmodelle wie PPP oder öffentliche Anschubfinanzierungen sollten für die F&E-Förderung verstärkt eingesetzt werden. Diese sind insbesondere zur Schließung von Lücken entlang der Forschungs- und Produktionskette einzusetzen, d.h. neben F&E im engeren Sinne vor allem auch für Demos, Markteinführungen, Gründungsinitiativen, etc. Verlässlichkeit in diesem Bereich ist wichtig, um die mittelfristigen Perspektiven zu klären und stabile Rahmenbedingungen für industrielle F&E zu gewährleisten.

F&E-Politik

- Upscaling Strategie in der FTI-Politik: Gestufte Förderung (Upscaling) wird als geeigneter FTI-politischer Zugang in diesem Szenario angesehen. Insofern ist die „Leuchtturm“-Philosophie wie sie in der Fabrik der Zukunft vertreten wird, grundsätzlich mit diesem Szenario kompatibel. Allerdings wäre eine stärkere Betonung auf die Realisierung von „Leuchtturm-Produkten“ sinnvoll. Als Begründung hierfür kann angeführt werden, dass die Bereitschaft substanziell (privates) Kapital in die Entwicklung eines völlig neuen Produkts zu stecken, grundsätzlich sehr gering ist und daher durch substanzielle Förderungen unterstützt werden sollte (Marktversagen), und dies eben auch über die Prototypenentwicklung hinaus. Förderungen im Bereich der Produktentwicklung unterliegen allerdings aufgrund der Förderrichtlinien der EU strengen Beschränkungen, so dass bislang Maßnahmen in den Bereichen Design und Marketing kaum gefördert werden können.
- Flexible Initialunterstützung: Flexible und kurzfristige Unterstützungs-/Fördermaßnahmen wären geeignet, um Ideen und Konzepte für neue Produktinnovationen rasch und unbürokratisch zu testen. Ein derartiges Modell, ähnlich bestehenden Formen der Innovationsberatung, aber zugeschnitten auf die speziellen Anforderungen im Bereich der nachhaltigen Produktion, würde dazu beitragen, erste Überlegungen für nachhaltige (Leuchtturm-)Produkte aus WPCs oder Biopolymeren hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Chancen zu überprüfen. Das Volumen für derartige Unterstützungen wäre vergleichsweise klein und käme noch deutlich vor den Fördermaßnahmen der FFG oder eines Programms wie „Fabrik der Zukunft“. Beispielsweise könnten Kurzevaluierungen (~ 1.000 €) auch ohne förmlichen Antrag durchgeführt werden; erst bei positiver Vorprüfung könnte eine eingehende Bewertung des Finanzierungsantrages erfolgen (~ 5.000-8.000 €).

- Produktwettbewerbe sind ein weiteres einfaches, standardisiertes Instrument für die Industrie, um Produkte und Anwendungen bekannt zu machen: Einfache Einreichmöglichkeiten und einfacher Zugang stehen dabei im Mittelpunkt bei der Gestaltung einer derartigen Initiative. Produktwettbewerbe helfen zudem die Reputation und das Image der neuen Technologie zu verbessern und sie generell bekannter zu machen.
- Ein weiteres Augenmerk gilt der Unterstützung riskanter Projekte mit hohem Potenzial. Gerade die Förderung von high-risk Projekten mit hohem Potenzial kommt oft zu kurz, selbst beim FFF.
- Die direkte Gründungsunterstützung und -förderung sowie die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für Gründungen – die beide zusammenspielen – stellt eine weitere wichtige wirtschaftspolitische Empfehlung dar.
- Unterstützung internationaler Kooperationen: Um sicherzustellen, dass die in Szenario „Leuchtturm-Produkte mit Pfiff“ zentralen Produktinnovationen auch im internationalen Umfeld bestehen können, ist eine frühzeitige Anknüpfung bzw. Abgrenzung von Forschung und Entwicklung in Bezug auf den internationalen Forschungsstand unerlässlich. Impulse aus dem Ausland können insbesondere auch dazu beitragen, die nationale F&E-Szene zu stimulieren. Die Unterstützung von internationalen Konsortien ist daher von großer Bedeutung. Es sollte allerdings auch bewusst sein, dass internationale Kooperationen nicht zwangsläufig bessere Ergebnisse liefern, sondern dass diese oft auch vom taktischen Verhalten und den bekannten Schwierigkeiten transnationaler Zusammenarbeit abhängen.

4.3 Szenarienübergreifende Erkenntnisse

4.3.1 Wünschbarkeit und Realisierbarkeit

Aufbauend auf einer Bewertung der Szenarien durch die am Workshop beteiligten Akteure, kann die Wünschbarkeit und Realisierbarkeit der drei Szenarien verortet werden (die ExpertInnen haben dazu jeweils eine fixe Anzahl von Punkten vergeben). Alle drei Szenarien werden als wünschbar betrachtet, wobei das Eintreten des Szenarios „Produkte mit Pfiff“ am stärksten präferiert wird. Auch die Realisierbarkeit dieses Szenarios wird als durchaus hoch eingestuft, wenngleich dieses Szenario durch konkrete politische Maßnahmen vermutlich schwerer zu beeinflussen ist. Das Eintreten des Szenarios Biopolymere erhält hier die wenigsten Punkte, sieht man von Szenario „Totaler Flop“ ab. Letzteres ist aber ebenfalls nicht ganz auszuschließen, sollte hier aber nicht weiter betrachtet werden.

Abbildung 5: Bewertung der Szenarien durch die Workshop-Teilnehmer

Szenario	Wünschbarkeit	Realisierbarkeit
1 WPC	48	45
2 Biopolymere	50	33
3 Produkte mit Pfiff	55	43
4 Totaler Flop	13	24

Grundsätzlich gilt Szenario 3 als dasjenige, welches in wirtschaftlicher Hinsicht die größten Potenziale verspricht. In ökologischer Hinsicht ist zwar ebenfalls ein Nutzen zu erwarten, aufgrund der ver-

gleichsweise geringen Volumina, die hierbei substituiert werden, ist dieser aber geringer als insbesondere in Szenario 1. Darüber hinaus ist Szenario 3 mit hohen Unsicherheiten behaftet. Da es um neue Produkte geht, ist das Risiko, dass sich diese als „Flop“ erweisen, vergleichsweise hoch. Von vielen Versuchen, innovative Leuchtturm-Produkte zu lancieren, werden nur wenige erfolgreich sein. Dementsprechend ist ein solches Szenario auch zufallsabhängig und schwer zu steuern. Bei der bisherigen Ausrichtung der Zulieferindustrie ist der Gestaltungsspielraum im Hinblick auf Produktentwicklung vergleichsweise beschränkt; ohne enge Kooperation mit Produktentwicklern wird sich hier wenig bewegen. Wie wohl es in einigen Bereichen Markenartikel gibt, etwa kleinere innovative Möbelproduzenten, Baustofflieferanten und dgl., fehlen in Österreich in vielen Bereichen große internationale Player. Überhaupt ist Österreichs Industrie eher im Bereich der Zulieferindustrie stark. Vermarktung und dgl. stellen hingegen häufig eher Schwächen dar. Der Fokus industrieller Anstrengungen liegt hier vor allem im Bereich der Produktinnovationen.

Das Szenario 2 hat im Vergleich zu den Szenarien 1 und 3 die geringste Eintrittswahrscheinlichkeit, was zum einen am Fehlen der österreichischen Akteure – im Besonderen der chemischen Industrie – liegt, aber wohl auch an den unsicheren Rahmenbedingungen und Konsumentenverhalten. Die Wünschbarkeit ist aber ebenfalls hoch und es kann daher als längerfristiges Szenario betrachtet werden.

Szenario 1 und 2 gehen davon aus, dass auf Grund steigender Rohölpreise einerseits und technischen Fortschritten bei der WPC- bzw. Biopolymer-Produktion andererseits sich die neuen Werkstoffe erfolgreich durchsetzen. Der Fokus der Anstrengungen liegt hier zu gleichen Teilen im Bereich der Produkt- und Prozessinnovation.

Grundsätzlich schließen sich die hier entwickelten Szenarien nicht aus und es ist durchaus denkbar, dass sich alle drei Szenarien bzw. Aspekte einzelner Szenarien zu gleich realisieren. Die drei Szenarien sollen in erster Linie unterschiedliche Perspektiven und Bausteine für eine Strategie liefern, die wirtschaftliche mit ökologischen Chancen in realistischer Weise verbindet. Die Feststellung, dass sich die Szenarien nicht wechselseitig ausschließen, bezieht sich auch auf ihre zeitliche Abfolge. So wird Szenario 2 nur in längerer Sicht realisierbar sein, während Szenario 1 auch als eine Fortführung der bislang in Österreich zu beobachtenden Entwicklungen gesehen werden kann. Parallel zu Szenario 3 kann sich längerfristig erst Szenario 1 entwickeln, wenngleich die gleichzeitige Durchsetzung durchaus denkbar ist und diese Szenarien den Innovationsstrategien der Akteure entsprechen und jeweils eher auf Prozessinnovationen bzw. auf Produktinnovationen ausgerichtet sind.

In Szenario 2 besteht nicht nur wissenschaftlich-technologischer Entwicklungsbedarf, sondern es fehlen in Österreich auch zentrale Akteure, die für die Realisierung dieses Szenarios essenziell wären (z.B. F&E-Partner in Österreich, chemische Industrie ...). Hier sind im Besonderen die Rahmenbedingungen im Bereich Landwirtschaft und Regulierung von Bedeutung. Die Perspektive, dass es längerfristig gelingen könnte, auch in Richtung langlebige Produkte vorzustoßen, ist gegeben, wird aber vermutlich einen sehr langen Zeitraum zur Realisierung benötigen.

Die Rahmenbedingungen in Bezug auf Regulierung und Normierung sind im Allgemeinen für alle drei Szenarien von großer Bedeutung. Die Frage, ob WPCs als Holz oder Kunststoff gelten, welche technischen Eigenschaften, Festigkeiten, etc. sie besitzen und wie sie verrotten sind hier von großer Bedeutung, entsprechend muss dies zu „standardisiertem“ Wissen werden.

Ein besonders wichtiger Aspekt ist die Frage, wie der Wettbewerb zwischen Kunststoff- und Holzindustrie um die WPC-Märkte ausgehen wird, was vor allem für das Szenario 1 und 3 von Bedeutung ist. Beide Industrien haben ihre angestammten Märkte und entsprechenden Marktzugang und -kenntnis. Die Kunststoffindustrie hat darüber hinaus den Vorteil, dass sie großes Know-how in der Verarbeitung hat. Hierbei stellt sich damit die Frage, ob die Industrien eher eine „first-mover“ oder eine „second-mover“ Strategie verfolgen. Zur Zeit gehen die Anstrengungen von Seiten der F&E-Akteure und der Holzindustrie eher in Richtung einer „first-mover“ Strategie, Kunststoffunternehmen sind eher noch abwartend, was den Einstieg in die WPC/Biopolymer-Produktion betrifft.

Im Allgemeinen darf die „Ökologisierung“ in allen drei Szenarien jedoch nicht überbewertet werden, diese besteht zweifelsohne im Bereich der Reduktion des CO₂-Ausstoßes, zugleich können aber auch neue Probleme und Risiken entstehen, etwa durch den Einsatz von Gentechnologie, höheren Transportaufwand, etc. Die kaskadische Nutzung steht bei allen drei Szenarien als wichtige Leitidee für die Transition im Vordergrund.

Schließlich ist die Frage, wie das Produktions-, Verarbeitungs- und Produkt-Know-how geschützt werden kann, für alle drei Szenarien relevant. Hier scheint die Gefahr, dass die Kompetenzen und Ressourcen, auf denen die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen beruhen, rasch imitiert werden können, was vor allem im Szenario 1 gegeben ist. Hier liegt das Know-how vor allem in der Verarbeitung von WPCs, das jedoch nach entsprechender Normung expliziter wird und damit von anderen Unternehmen einfacher adoptiert werden kann. Verschärft wird dies dadurch, dass Maschinenlieferanten und Ausrüster die Produktionstechnologien rasch national und international transferieren werden, und somit die Technologie eingekauft werden kann. Technologie und Know-how muss daher durch Innovationsführerstrategien geschützt werden. Bei Szenario 2 ist diese Gefahr aufgrund der Nischenpositionierung und des Schutzes von Verfahren zur Produktion von Biopolymeren nicht in diesem Ausmaß gegeben; bei Szenario 3 durch Brands, Marketing, Services, Kundenbindung, etc. ebenso wenig. Bei Szenario 1 ist das Risiko der Imitation höher ist als bei innovativen und serviceintensiven Produkten, wie sie in Szenario 3 abgesetzt werden.

4.3.2 Politikempfehlungen

Welche szenarioübergreifenden Schlussfolgerungen ergeben sich für die Politik? In Anbetracht der Nicht-Ausschließlichkeit der hier vorgestellten Szenarien scheint es entscheidend für eine erfolgreiche (FTI-)politische Strategie zu sein, dass Elemente aus allen drei Szenarien zur Geltung gebracht werden. Aktuell scheinen die österreichischen Akteure vor allem Anstrengungen zu unternehmen, die in Richtung der Realisierung von Szenario 1 gehen. Szenario 2 stellt vor allem eine längerfristige Entwicklungsperspektive dar, für die entsprechend vorgebaut werden muss. Szenario 3 ist besonders wünschenswert, entsprechende Rahmenbedingungen sollen – wenn möglich – die Realisierung erleichtern, obwohl eine zielgerichtete Steuerung hier am schwierigsten ist. Im Vergleich zum Fallbeispiel Bioraffinerie ist für diese Szenarien jedenfalls eine weitaus näher an der Anwendung orientierte Forschung und Entwicklung notwendig.

Aus den drei Szenarien ergeben sich damit einige Politikbausteine, die generell von Bedeutung sind:

- Verbesserung der Kooperation zwischen Forschung und Industrie durch entsprechende Formulierung der Ausschreibungsbedingungen bei Förderprogrammen, Förderung der Mobilität, etc.
- Verbesserung der Kooperation zwischen Holz- und Kunststoffindustrie (WPC) bzw. zwischen chemischer Industrie und Landwirtschaft (Biopolymere), auf die bei allen Maßnahmen Bedacht zu nehmen ist. Die Interessenverbände haben hier eine wichtige Vorreiterrolle einzunehmen.
- Normierung und Standardisierung spielen bei allen drei Szenarien eine wichtige Rolle als potentielle Innovationsbarrieren. Entsprechend sind die nationalen Interessen zu vertreten und Maßnahmen rasch anzugehen, damit Innovationsbarrieren überwunden werden und etwa der Einsatz im konstruktiven Bereich etc. gefördert wird.
- Verstärkung der internationalen Einbindung: die bisherigen Aktivitäten im Bereich der WPC und Biopolymere sind stark national orientiert. Wenngleich erste internationale Vernetzungsaktivitäten und gemeinsame Projekte (Bsp. EU-Projekte) angegangen werden, sind internationale Aktivitäten von Seiten der Politik zu unterstützen.

Darüber hinaus können aber auch einige Hinweise gegeben werden, die es erlauben, Elemente verschiedener Szenarien zu kombinieren:

- Bei der Förderung der WPC-Entwicklung ist vor allem darauf zu achten, dass nicht nur (inkrementelle) Verbesserung von Materialeigenschaften und Produktionsoptimierungen durchgeführt werden, sondern echte innovative Produkte entwickelt werden, die neue Kundenbedürfnisse befriedigen. Damit sollte das Szenario 1 um die Aspekte des Szenario 3 ergänzt werden. Ansonsten wird der derzeit noch bestehende Kompetenzvorsprung nicht zu halten sein.
- Biopolymere sind als eine langfristige Option zu entwickeln, auch um eine Fortentwicklung der WPC-Trajektorie zu ermöglichen, denn beide Bereiche bzw. Szenarien haben ein Synergiepotential. Auch zur Entwicklung und Vermarktung von Biopolymeren werden sichtbare Produkte wichtig sein, in diesem Sinne sind auch dort Leuchtturm-Projekte zu fördern.
- Abgesehen von Impulsen durch konkrete technologiepolitische Programme wie „Fabrik der Zukunft“ sind die allgemeinen Rahmenbedingungen zu verbessern.
- Der bereits existierende Markt könnte auch durch Public Procurement einen Impuls bekommen, hier kann im Besonderen auf den ökologischen Aspekt (Abbaubarkeit, etc.) und auf reduzierten Wartungsaufwand eingegangen werden.

4.3.3 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Über alle drei Szenarien hinweg besteht Forschungsbedarf, insbesondere anwendungs- und produktorientierte Forschung und Entwicklung:

- Dauerhaftigkeit von WPCs: In den Workshops wurde immer wieder darauf hingewiesen, dass keine Erfahrungen bezüglich der Langzeiteigenschaften von WPCs mit einem in Europa üblichen (höheren Anteil als in den USA und Japan) Holzanteil bestehen. Diesbezüglicher Forschungsbedarf sollte mit den ExpertInnen abgeklärt werden.
- Abbaubarkeit: Insofern Abbaubarkeit als zentrale Eigenschaft von Biopolymeren angesehen wird, ist hier auch weiterer Forschungsbedarf mit den ExpertInnen abzuklären.
- Hygroskopische Eigenschaften: Speziell im Falle der Biopolymerforschung, aber auch im Bereich der WPCs und Naturfaserverstärkten Kunststoffe sollten die hygroskopischen Eigenschaften der neuen Werkstoffe in weiteren Forschungsvorhaben untersucht werden.

Sozialwissenschaftlicher Forschungsbedarf besteht insbesondere in Bezug auf Marktforschung (besonders für das dritte Szenario). Weiters wurde auch Forschungsbedarf bezüglich Lebenszyklusanalyse und Forschung in Bezug auf die Auswirkungen der Szenarien auf das Klimaschutzziel identifiziert. Hier ist insbesondere interdisziplinäre Forschung zwischen Sozial- und Naturwissenschaften nötig.

Für die Weiterentwicklung des Förderprogramms „Fabrik der Zukunft“ ergeben sich folgende konkrete Ansatzpunkte:

- Im Allgemeinen sollten die Aspekte der Produktentwicklung und des Designs bei WPCs verstärkt werden, etwa über geeignete Anforderungen im Programm (Kriterien), etc. Im Besonderen ist auch die Dienstleistungsschiene zu berücksichtigen. Das Denken im Sinne von Dienstleistungen erweitert zum einen die Perspektive, was Kunden tatsächlich benötigen, zum anderen können die neuen Produkte dadurch besser vermarktet werden.
- Auch wenn sich aus der verwendeten Methodik keine vergleichende Bewertung über die Wünschbarkeit einer Schwerpunktsetzung ergeben kann, wird empfohlen Biopolymere als Thema im Rahmen der „Fabrik der Zukunft“ weiter zu fördern, um in diesem Transitionsfeld eine längerfristige Option zu sichern. Auch wenn es bereits gelingen könnte, Leuchtturm-Projekte zu entwickeln, sind hier auch die Grundlagen zu fördern, da diese Materialien im Innovationszyklus erst am Beginn stehen.

- Ähnlich wie im Falle der Bioraffinerie erwies sich die internationale Einbindung der Projekte als Manko. Eine verstärkte Ankopplung der Programmstrategie und der daraus abgeleiteten Schwerpunkte und Kriterien an Entwicklungen im internationalen (d.h. nicht nur europäischen) Umfeld wird daher empfohlen. Über das neue Instrument der von der EU-Kommission finanzierten ERA-Nets haben sich hierfür auch auf der Ebene FTI-politischer Programme neue Möglichkeiten ergeben.
- Die Einordnung und Einschätzung der bisherigen Projekte im Hinblick auf Produktentwicklungsaspekte und Langfristigkeit bildet eine deutlich konsolidierte Grundlage für die strategische Weiterentwicklung des Programms. Es wäre daher zu erwägen, Prozesse – wie den im vorliegenden Projekt entwickelten – durchgängig im Sinne einer strategischen Projektbegleitung zu etablieren.

5 Schlussfolgerungen

In diesen Schlussfolgerungen sollen die wesentlichen Implikationen und Erfahrungen, die sich aus der Umsetzung der im Rahmen des Projekts entwickelten und in zwei Fallbeispielen implementierten Methodik ergeben haben, zusammengefasst werden. Im Vordergrund steht dabei die Einordnung und Rolle von derartigen Prozessen im Kontext FTI-politischer Programme zur Unterstützung langfristiger Transitionsprozesse.

Zunächst erfolgt daher eine Einordnung der grundsätzlichen Herangehensweise und der Erfahrungen des Projekts in Bezug auf die Rolle von Forschungs- und Technologieprogrammen für Nachhaltigkeit. Danach werden die konkrete methodische Umsetzung und die dabei gemachten Erfahrungen ausgewertet und in Bezug auf ihre Verallgemeinerbarkeit analysiert.

5.1 FTI-Politik – Zur Rolle von Szenarioprozessen in Technologieprogrammen für Nachhaltigkeit

5.1.1 Transitionen zu nachhaltigen Produktions-Nutzungssystemen

In den vergangenen zehn Jahren wurden zahlreiche Impulsprogramme in Österreich angestoßen. Bei allen Programmen stellt sich die Frage, welche messbaren Effekte derartige Programme eigentlich haben bzw. haben sollen. Im Falle der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ lässt sich diese Frage dahingehend beantworten, dass sie dazu beitragen soll, Innovationen für mehr Nachhaltigkeit in dauerhafter Weise zu induzieren, um eine nachhaltige Wirtschaftsweise zu etablieren. Diese Zielsetzung lässt sich in dem Sinne interpretieren, dass Transitionen zu nachhaltigen Produktions- und Nutzungssystemen im Sinne dieses Projekts angestoßen werden sollen.

Transitionen erfordern Systemveränderung, d.h. neben technologischen Innovationen sind häufig auch organisatorische, soziale und institutionelle Veränderungen notwendig, um nachhaltigeren Technologien zum Durchbruch zu verhelfen. In der Literatur wird in solchen Fällen häufig auch von Systeminnovationen gesprochen.

Systeminnovationen lassen sich nicht ausschließlich aufgrund technologieorientierter Maßnahmen erreichen, sondern erfordern häufig organisatorische und verhaltensseitige Innovationen. Man kann sich ihnen zumeist am besten durch einen problem- oder funktionsorientierten Zugang annähern: Zur Lösung welcher Probleme soll eine Systeminnovation letztlich beitragen? Welche Funktion soll durch ihre Realisierung in nachhaltigerer Art und Weise bereitgestellt werden? Durch die Ausrichtung auf Produktions-Nutzungssysteme wird daher der Fokus wegelenkt von den individuellen Technologien und hin zu den auf der Nutzungsseite benötigten Lösungen.

Um Systeminnovationen im Bereich nachhaltiger Produktions- und Nutzungssysteme zu realisieren, wird eine langfristige und umfassende Transitionsstrategie benötigt. Es ist offensichtlich, dass eine solche Strategie über die Reichweite eines einzelnen Forschungs- und Technologieprogramms hinausgehen muss.

Aus der Perspektive eines Forschungs- und Technologieprogramms bedeutet dies, dass Abstimmungsprozesse auf zumindest zwei Ebenen stattfinden müssen, um eine zielgerichtete Transitionsstrategie umsetzen zu können. Erstens müssen programmintern die Voraussetzungen geschaffen werden, um mithilfe der zur Verfügung stehenden Instrumente technologische Entwicklungen anzustoßen, die auf die Realisierung nachhaltiger Produktions- und Nutzungssysteme abzielen. Zweitens muss eine Abstimmung mit Initiativen in anderen Politikbereichen sichergestellt werden, die

gemeinsam Beiträge zu einer umfassenden Transitionsstrategie leisten sollen. Hierbei kann es zum einen um andere Forschungs- und Technologieprogramme gehen, deren Ausrichtung in eine übergreifende Rahmenstrategie eingebunden ist, ähnlich wie im Falle von FORNE.²² Weiters sind aber auch andere rahmensetzende Politikfelder betroffen, beispielsweise umweltrechtliche Regelungen oder das Steuerrecht. Häufig gibt es für diese Abstimmung in der Breite eine übergeordnete Nachhaltigkeitsstrategie, deren Effektivität sich aber von Land zu Land unterscheidet.

Im Folgenden soll daher der Frage nachgegangen werden, welche Beiträge Szenarioprozesse ähnlich jener des vorliegenden Projekts für Programme während der verschiedenen Phasen ihrer Realisierung leisten können, d.h. von der Zielformulierung über die Konzeption bis zu Implementierung und Politiklernen.

5.1.2 Zielformulierung: Aufgabe und Ausrichtung von Impulsprogrammen für nachhaltige Technologieentwicklung

Impulsprogramme wie jenes unter dem Titel „Nachhaltig Wirtschaften“ wurden zur gezielten Stimulierung von gesellschaftlich als notwendig erachteten oder wirtschaftlich als vielversprechend geltenden Bereichen entwickelt und umgesetzt. Derartige Impulse müssen gezielt gesetzt werden, um reale und messbare Effekte zumindest in Teilbereichen des adressierten Themenfeldes auszulösen.

Diese Notwendigkeit der Konzentration von Mitteln besteht insbesondere bei Programmen zur nachhaltigen Technologieentwicklung, wo neben der Demonstration wirtschaftlich erfolgreicher Anwendungen (wie in den meisten anderen Impulsprogrammen) auch langfristige Effekte wie beispielsweise Transitionen oder zumindest nachweisbare Effekte in Bezug auf Nachhaltigkeit ausgelöst werden sollen. Diese Notwendigkeit der *Fokussierung und Schwerpunktsetzung* ist innerhalb von kleinen Programmen besonders ausgeprägt, um zu vermeiden, dass ihre Effekte aufgrund einer zu breiten Streuung verpuffen. Zumindest nach Abschluss einer ersten, in die Breite gehenden Programmphase muss eine Konzentration auf wenige, nach transparenten Kriterien ausgewählten Themen erfolgen.²³

Dementsprechend stellt sich die Frage, wie diese Art von Fokussierung und Ausrichtung erreicht werden kann. Grundsätzlich lässt sich hierbei eine „top-down“ von einer „bottom-up“ Variante unterscheiden. Bei top-down Ansätzen werden Themen im wesentlichen von Programmseite vorgegeben, während bei bottom-up Prozessen die Themen unter Beteiligung der betroffenen Akteure (Forschung, Industrie, Politik, etc.) entwickelt werden. Bei bottom-up Ansätzen kommt der Prozessgestaltung eine besondere Bedeutung zu.

Neben der Fokussierung ist auch die Sicherstellung der *Ausrichtung auf Nachhaltigkeit* ein wichtiges Thema. Zumeist wird versucht, mithilfe von Analysen und Bewertungen zu einer „objektivierten“ Nachhaltigkeitsbewertung zu gelangen, was aber häufig an Wissensdefiziten und grundlegenden Ungewissheiten scheitert, nicht zu vergessen auch an der Ambivalenz des Nachhaltigkeitsbegriffs. Die Entwicklung von Leitbildern kann ergänzend als Mittel zur Fokussierung eingesetzt werden, um die Nachhaltigkeitsorientierung nicht aus den Augen zu verlieren. Erfahrungen aus den Niederlanden zeigen, wie mithilfe iterativer Prozesse, die normativ auf ein Leitbild ausgerichtet sind, die Fokussierung von Forschungsprogrammen erreicht werden kann. Hierbei besteht allerdings das Risiko, dass die inhärente Offenheit zukünftiger Entwicklung und damit zusammenhängend deren nur beschränkte Gestaltbarkeit im internationalen Kontext unterschätzt wird.

²² Forschung für Nachhaltige Entwicklung – FORNE ist eine gemeinsame, die relevanten Programme des BMVIT, des BMBWK und des BMLFUW umfassende Rahmenstrategie, die auch vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung unterstützt wird.

²³ In Ergänzung hierzu ist zu sehen, dass die schwerpunktbildende Wirkung dieser Programme durch eine gute Abstimmung auf die Schwerpunktthemen der europäischen Rahmenprogramme verstärkt werden kann.

Das Projekt „Transition zu nachhaltigen Produktionssystemen“ kann als Versuch verstanden werden, über einen primär „bottom-up“-orientierten Mechanismus zu einer Erarbeitung und Überprüfung potenziell geeigneter Schwerpunktthemen zu gelangen. Hierbei wird allerdings nicht ausschließlich auf einem normativ ausgerichteten Zugang aufgebaut, sondern auf einer Kombination aus explorativen und normativen Verfahrensschritten.

Neben der Fokussierung und Ausrichtung auf Nachhaltigkeit innerhalb des Programms besteht eine weitere wesentliche Herausforderung für Technologieprogramme für Nachhaltigkeit in ihrer *Einbettung in übergeordnete Programmziele und -strategien*. Diese können sich auf die FTI-Politik selbst beziehen, aber natürlich auch auf andere relevante Politikbereiche. Im vorliegenden Falle ist als Bezugspunkt insbesondere die Nachhaltigkeitsstrategie zu nennen, aber eben auch strategische Ziele in anderen Politikbereichen, hinsichtlich derer zumindest ein Abstimmungsbedarf besteht (z.B. Landwirtschaftspolitik, Regionalpolitik, Wettbewerbspolitik). Es überrascht nicht, dass hierbei häufig Zielkonflikte zwischen Politikfeldern und -akteuren zu beobachten sind. Im Hinblick auf die Machbarkeit von Transitionen zu nachhaltigen Produktions- und Nutzungssystemen kommt der Abstimmung zwischen potenziell konfligierenden Politikzielen eine besonders große Bedeutung zu, weil entsprechende Mechanismen der Politikkoordination auf der Zielebene die Grundlage bilden, um dann bei der Konzeption und Implementierung von Programmen und Maßnahmen ein hohes Maß an Komplementarität sicherstellen zu können.

Die Rahmeninitiative FORNE zielt im Bereich der Forschungsprogramme der verschiedenen Ressorts auf eine solche Form der Koordination auf der Zielebene und der Abstimmung der Arbeitsteilung ab, um in der Folge eine komplementäre Abwicklung zu gewährleisten. Weitere Abstimmungsschritte bei der Konzeption und Implementierung werden dadurch allerdings nicht obsolet.

In Bezug auf die genannten Herausforderungen können Prozesse zur Entwicklung von sozio-technischen Szenarien wesentliche Beiträge leisten. Erstens besteht die Möglichkeit, übergreifende Leitbilder zu entwickeln, die dann in der Folge für Programme wie jene innerhalb von FORNE in Bezug auf eine sinnvolle Aufgabenteilung weiter auszudifferenzieren sind. In ähnlicher Weise gilt dies natürlich auch für die Entwicklung von Leitbildern, die über den Bereich der Forschungspolitik hinaus Akzeptanz finden. Zweitens bieten sozio-technische Szenarien auch die Grundlage für die Auswahl von thematischen Schwerpunkten innerhalb von Programminitiativen. Drittens können hierauf aufbauend auch Kriterien für die Auswahl von Projekten geschärft werden.

5.1.3 Konzeption: Grundphilosophien für Forschungs- und Technologieprogramme für Nachhaltigkeit

Impulsprogramme sollen in erster Linie Anstoß für die Entwicklung nachhaltiger Technologien geben und gleichzeitig eine breitere Etablierung der geförderten Technologien ermöglichen. Bei der Konzeption von Programmen müssen ihre Zielsetzungen auf einer mittleren Ebene konkretisiert und operationalisiert werden. Um dies zu erreichen, lassen sich zwei grundsätzliche Programmphilosophien unterscheiden. Zum einen gibt es das Konzept *technologischer Leuchttürme*, durch deren Ausstrahlungswirkung die Machbarkeit der neuen Technologie demonstriert und somit das Interesse an ihnen und das „Moment“ verstärkt werden sollen. Hierbei steht also die Realisierung technischer Lösungen mit Ausstrahlungswirkung im Vordergrund.

Zum anderen wird häufig das Prinzip des Aufbaus von *Innovationssystemen* in dem betroffenen Themenfeld verfolgt. Hierbei sollen zwar auch technologische Lösungen realisiert werden, daneben stehen aber auch Aspekte der Kompetenzentwicklung, des Aufbaus einer Akteurs-Community und der Entwicklung von Kooperationen im Vordergrund.

In der Praxis finden sich zumeist Kombinationen beider Ansätze, allerdings zumeist mit einer Betonung der einen oder der anderen Variante. Wie aus den zugehörigen Programmdokumenten ersicht-

lich, ist die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ in höherem Maße der Leuchtturm-Philosophie verpflichtet als dem Systemansatz.

Wie oben bereits ausgeführt, kann man sicherlich argumentieren, dass im Falle nachhaltiger Produktionssysteme ein Systemwandel bzw. eine Transition notwendig ist. Aus dem Blickwinkel des Ansatzes funktionaler Innovationssysteme wird argumentiert, dass für effektive Innovationssysteme gewisse Grundfunktionen gewährleistet werden müssen und dass systemorientierte Impulsprogramme dem Aufbau derartiger Funktionen dienen können. Unter einer solchen Systemperspektive kann man argumentieren, dass ein Leuchtturm-Ansatz ein wichtiger und sinnvoller Bestandteil für die Systementwicklung ist, dass allein damit aber keine Systemtransition erzielt werden kann. Am Beispiel des WPC/Biopolymer-Falles lässt sich beispielsweise zeigen, dass für die Entwicklung des Feldes auch Fragen der Koordination zwischen Akteuren und der Definition von Standards von zentraler Bedeutung sind. Auch sind manche Felder (wie das der „WPC“) bereits fortgeschrittener als andere, weshalb Fragen der Vermarktung/Marketing eine größere Rolle spielen als in anderen (z.B. „Bioraffinerien“). Auch die generellen Rahmenbedingungen für Innovation sind hier wirksam (Steuer, Zulassungen, Rolle der Hochschulen, Science-Industry Relations, Spin-offs, Kompetenzaufbau und Lehre, Internationalisierung, etc.). Derartige Aspekte werden im Rahmen der Programmlinie jedoch nur am Rande behandelt. Möglicherweise können und sollten sie dort auch gar nicht im Vordergrund stehen. Diese systemischen Aspekte müssen aber zumindest insoweit berücksichtigt werden, als sie die Realisierung der Technologien wesentlich beeinträchtigen oder ermöglichen können.

Forschungs- und Technologieprogramme müssen nicht notwendigerweise alle diese Systemaspekte adressieren, sie können es angesichts beschränkter Mittel oft auch gar nicht, sondern müssen sich auf Kernaufgaben beschränken. Allerdings sollten die für einen Systemwandel notwendigen Aspekte mitbedacht werden, um auch die technisch orientierten Aufgabenstellungen des Programms sinnvoll definieren zu können und Schnittstellen mit anderen Politikbereichen zu identifizieren und ggf. Kooperationen zu initiieren. Der Systemansatz sollte daher auch in der Konzeption engerer, auf technologische Aspekte fokussierter Programme berücksichtigt werden.

Im Sinne einer Konkretisierung und Operationalisierung von Programmen können Szenarioprozesse daher in mehrfacher Hinsicht eine wichtige Unterstützungsfunktion erfüllen:

- „Community-Building“ und damit der Aufbau von Netzwerken und Clustern in den bearbeiteten Themenfeldern;
- Leitbildentwicklung auf einer mittleren Aggregationsebene zwischen allgemeinen Nachhaltigkeitspostulaten und konkreten Projekten;
- Exploration von Varianten zukünftiger Kontexte für Technologieentwicklung im Rahmen der Szenario-Entwicklung;
- Identifikation kritischer Probleme und sinnvoller Forschungsstrategien innerhalb eines Programms;
- Identifikation von konkreten Anforderungen an FTI-Politik und Schnittstellen mit anderen Politikbereichen, die zur Realisierung der Technologien im Rahmen von verschiedenen Szenarien einen Beitrag leisten müssen;
- Unterstützung der internationalen Einbettung, z.B. zur Identifikation von Anknüpfungspunkten an EU-Programme, bis hin zur Möglichkeit, nationale Kofinanzierungen an die Kompatibilität der EU-Projekte mit nationalen Politikzielen zu koppeln.

Derartige Prozesse können verstanden werden als Schnittstelle zwischen den einzelnen Programmen und einer umfassenderen Transitionsperspektive – dies können Dachprogramme sein wie FORNE oder andere Politik- und Handlungsbereiche jenseits etwa von Forschung und Technologieentwicklung. Die Grenze zwischen programm-interner und umfassender Ebene wird sich von Fall zu Fall unterscheiden. Programm-intern kann eine spezifische Schwerpunktsetzung, Community-Building und die Vernetzung mit externen Akteuren wichtig sein, auch die Einbettung in lokale For-

schungsstrategien. Aus Transitionssicht, d.h. im Hinblick auf das Ziel mit den Technologien wirksam zu Systemveränderungen beizutragen, stellt sich die Frage der Einbettung eines solchen Programms (oder einzelner Technologieschwerpunkte) in umfassendere, d.h. in politikfeld-übergreifende, nationale oder internationale Strategien.

Es wäre durchaus nachvollziehbar, dass Diffusion und Marketing nicht als Aufgaben eines Technologie-Entwicklungsprogramms gesehen werden. Die weitreichenden Zielsetzungen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ legen jedoch nahe, Anstrengungen zu unternehmen, dass eine koordinierte Einbeziehung anderer Politikfelder ermöglicht wird, in denen die technologischen Impulse des Programms weitere Resonanz erzeugen müssen, um zu umfassenden Systeminnovationen zu gelangen.

Szenarioprozesse können also bereits bei der Konzeption von Programmen eingesetzt werden, ebenso wie zur Erreichung der Programmziele, wobei Sie dabei unterstützen, Systemüberlegungen stärker zu berücksichtigen.

5.1.4 Implementierung und Lernprozesse

Was in der Konzeptionsphase entwickelt wurde, muss auch bei der Implementierung realisiert werden. Auch hierbei lassen sich eine Reihe von Punkten benennen, zu deren Behandlung Szenarioprozesse zumindest einen Beitrag leisten können. Neben der Unterstützung von Umsetzungsmaßnahmen liegt ihre Rolle insbesondere bei Lerneffekten, die aufbauend auf den Umsetzungserfahrungen für das Programm in seiner Gesamtheit erzielt werden können.

- Beitrag zum „community building“: bei der Umsetzung eines Programms ist es wichtig, den Austausch und die Kooperationspotenziale zwischen den TeilnehmerInnen an einem Programm (und darüber hinaus) zu unterstützen, um so das Entstehen einer „Community“ im betroffenen Feld zu fördern. Hierzu kann auch das Herausbilden eines gemeinsamen, von den Beteiligten erarbeiteten Leitbildes beitragen, das als Orientierung für ihre eigenen Forschungsstrategien dienen kann.
- „Enrolement“ externer Unterstützer: Über die Programmbeteiligten hinaus kann durch die Involvierung externer TeilnehmerInnen in Szenarioprozesse die Unterstützung für das betroffene Thema und die damit verbundenen Szenarien und Leitbilder im Umfeld erhöht werden.
- Rollierende Programmanpassung und Überprüfung von Themen: Der „Leuchtturm-Ansatz“ setzt zwar Kontinuität und dementsprechend eine Folge von Ausschreibungen voraus, allerdings sollte dies mit der glaubhaften „Drohung“ verknüpft sein, dass von Ausschreibung zu Ausschreibung selektiv Arbeitslinien auch beendet werden können, wenn sich aufgrund neuer Erkenntnisse zeigt, dass diese nicht zukunftsfähig sind. Szenarioprozesse können dazu beitragen, derartige Selektionsentscheidungen transparent zu machen und zu unterstützen. Hierbei sollten sie als Teil eines kontinuierlichen Lernprozesses über die Programmlaufzeit verstanden werden.
- Nachhaltigkeitsbewertung: Der Nachweis eines Beitrags zur Nachhaltigkeit kann insbesondere in der Frühphase einer neuen Technologie mangels praktischer Erfahrungen kaum erzielt werden; sogar die Identifikation möglicher Wirkungsketten ist häufig noch offen. Dies wurde insbesondere am Beispiel der Bioraffinerie deutlich, wo selbst mit dem derzeit besten verfügbaren Wissen über Nachhaltigkeitswirkungen der Bioraffinerie (vgl. Schidler 2003) eine abschließende Bewertung kaum möglich war. Hieraus ergibt sich aber noch ein zweites Dilemma („Collingridge-Dilemma“): in den Frühphasen der technologischen Entwicklung weiß man zu wenig, um gezielt gestaltend eingreifen zu können, aber in späteren Phasen, wenn eine bessere Wissensbasis vorliegt, ist eine Gestaltung kaum noch möglich, weil sich der Technologiepfad bereits etabliert hat. So mag zwar im Falle des Prozesses zu WPC/Biopolymere die technologische Entwicklung (und damit die Wissensbasis) schon deutlich weiter fortgeschritten sein als im Falle der Bioraffinerie, gleichzeitig hat sich der Handlungsraum aber deutlich eingeschränkt. Szenarioprozesse der hier vorgestellten Form können in dieser Hinsicht bereits zu einem frühen Zeitpunkt den Stand der Er-

kennntnisse zusammenbringen und dabei auch widersprüchliche Erwartungen widerspiegeln. In Bezug auf das Collingridge-Dilemma können sie also einen „Sprung nach vorn“ ermöglichen.

Generell ist zu unterstreichen, dass im Hinblick auf Implementierungs- und Umsetzungsfragen andere Akteure und Personen in derartige Prozesse involviert sein sollten als in der Konzeptionsphase. Während bei der Konzeption Kreativität und ein guter Überblick über das Themenfeld gefragt sind, sollten bei umsetzungsorientierten Prozessphasen Personen involviert werden, die aufgrund ihrer Funktionen und Aufgaben etwas bewegen können und dadurch den Programm- und Transitionszielen eine effektive Unterstützung geben können.

5.1.5 Empfehlungen und Hinweise für die Programmlinie Fabrik der Zukunft

Durch die Anbindung des Projekts an zwei wesentliche Themen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ konnten aus dem Prozess heraus eine Reihe von Hinweisen für die Weiterentwicklung der Programmlinie gegeben werden:

- Der die Programmlinie kennzeichnende „Leuchtturm-Ansatz“ könnte in Zukunft stärker mit Systemüberlegungen verknüpft werden, um eine bessere Anschlussfähigkeit zu anderen Maßnahmenbereichen der Politik sicherzustellen, die von zentraler Bedeutung für die mittel- bis langfristigen Entwicklungsperspektiven der in der Programmlinie behandelten Themen sind. Hierdurch könnte ein Übergang geschaffen werden zu Ansätzen, die der systemischen Gestaltung längerfristiger Transitionsprozesse verpflichtet sind.
- Damit ein Technologieprogramm wie „Fabrik der Zukunft“ überhaupt im Sinne einer Transition wirksam werden kann, wäre eine Einbindung in eine übergeordnete Transitionsstrategie erforderlich, die aber derzeit in Österreich noch fehlt.
- Das Problem der Politikkoordination taucht auf mehreren Ebenen auf (z.B. bzgl. Zielsetzungen, Konzeption und auch Implementierung) und sollte eine stärkere Berücksichtigung bei der Programmkonzeption finden, insbesondere wenn langfristige Transitionen angestrebt werden.
- Es besteht ein grundsätzliches Problem bei der Nachhaltigkeitsbewertung. Realistischerweise können Nachhaltigkeitsbewertungen kaum durchgeführt werden. Dementsprechend sind die Bewertungskriterien, wie sie innerhalb der Programmlinie verwendet wurden, sicherlich sinnvoller. Dennoch hat sich im Laufe der Szenarienprozesse erwiesen, dass Methoden für eine einfache aber dennoch problemadäquate Bewertung von Projekten dringend notwendig wären.
- Im Sinne des Transitionsansatzes, aber auch in Bezug auf die Leuchtturm-Philosophie, ist die Kontinuität der thematischen Felder innerhalb der Programmlinie von großer Bedeutung, um längerfristige Anreize zu setzen. Allerdings sollte auch klar sein, wann und warum „go-“ oder „no go-“ Entscheidungen für diese Felder anstehen.
- Die Einbeziehung internationaler Entwicklungen in die nationale Forschung hat sich in den beiden betrachteten Feldern als verbesserungsfähig erwiesen. Eine Erweiterung der Binnenperspektive auf die Situation in Österreich hätte dazu beitragen können, realistischere Konzepte für die Zukunft dieser Technologiefelder in Österreich zu entwickeln. Durch die ERA-Nets besteht diese Anbindung bereits auf der Programmstrategieebene, wohl aber nicht in ausreichendem Maße auf der Ebene der Teilthemen und Projekte.

5.2 Erfahrungen und Anwendungspotenziale der entwickelten Methodik

5.2.1 Charakteristiken des Prozessmodells im Kurzüberblick

Das im Laufe des Projekts entwickelte Grundmodell für die Entwicklung von sozio-technischen Szenarien zu langfristigen Transitionen zeichnet sich durch eine Reihe von Eigenschaften aus, die es für die Begleitung von Forschungs- und Technologieprogrammen im Nachhaltigkeitsbereich besonders geeignet erscheinen lassen. So zeichnet sich das Modell insbesondere aus durch:

- Die Entwicklung mehrerer Szenarien statt eines einzigen Leitbildes: Hierdurch wird es möglich, einerseits die grundsätzliche Offenheit und damit einhergehend die nur eingeschränkte Gestaltbarkeit zukünftiger Entwicklungen zu berücksichtigen.
- Die Kombination explorativer und normativer Elemente: Diese Kombination erlaubt die Berücksichtigung von politischen oder gesellschaftlichen Zielsetzungen als leitende Orientierungen in einem grundsätzlich explorativen Prozess. In einer ersten „Öffnungsphase“ werden daher mehrere Rahmenszenarien entwickelt, die danach einer Bewertung bzw. Einschätzung in Bezug auf zentrale Dimensionen der Nachhaltigkeit unterworfen werden. Diese Bewertung kann ergänzt werden durch eine Einschätzung der Realisierbarkeit der Szenarien.
- Die Analyse von Transitions Pfaden: Hierdurch wird der Fokus verlagert zu den konkreten Handlungsmöglichkeiten, die sich für die verschiedenen Akteure ergeben, und wie diese dazu beitragen können, die Nachhaltigkeitschancen zu nutzen und die entsprechenden Risiken zu vermeiden. Als Teil dieser Betrachtungen können dann auch Hinweise für die Politik, insbesondere für die Technologiepolitik gewonnen werden.
- Ableitung szenarienübergreifender Handlungsstrategien: Die verschiedenen Szenarien und zugehörigen Handlungsoptionen dienen als Grundlage für die Formulierung „robuster“ und „anpassungsfähiger“ Handlungsstrategien, die ein zielorientiertes aber gleichzeitig auch flexibles Handeln angesichts einer unsicheren, komplexen und häufig ambivalenten Zukunftsentwicklung ermöglichen.

5.2.2 Erfahrungen mit dem Prozess

Aus den Erfahrungen bei der Umsetzung der beiden Pilotprozesse ergeben sich eine Reihe von Einsichten, die für zukünftige Anwendungen des Ansatzes berücksichtigt werden sollten:

- Der Prozess lieferte neue Einsichten in Anforderungen an die Programmlinie, wenn diese dazu beitragen soll, in den betrachteten Transitionsfeldern weitere Impulse anzustoßen. So wurden durch die Schaffung einer Reflexionsebene für die Beteiligten am Programm (und darüber hinaus!) kritische Probleme identifiziert und der weitere Forschungsbedarf konkretisiert.
- Auch außerhalb des Programms lassen sich einige positive Effekte feststellen. So lässt sich der Nutzen für die beteiligten Akteure recht klar belegen und ist in den Feedback-Runden und – Fragebögen dokumentiert. Es wurde betont, dass durch den Prozess nicht nur der Blick für zukünftige Entwicklungsvarianten erweitert und geschärft wurde, sondern dass auch die eigenen Strategien der TeilnehmerInnen einer kritischen Revision unterzogen würden.
- Durch den Prozess wurde insbesondere die Aufmerksamkeit auf die Tatsache gelenkt, dass bislang die zukünftige Entwicklung der beiden Transitionsfelder zu sehr unter einem österreichischen Blickwinkel betrachtet wurde. Durch die Einbeziehung internationaler Entwicklungen und deren Auswirkungen konnten insbesondere im Falle der Bioraffinerie realistischere Perspektiven auf die Zukunft entwickelt werden, als dies im Rahmen von Einzelprojekten möglich ist.

- Der Prozess erwies sich als hinreichend flexibel, um auf die jeweiligen Interessen der TeilnehmerInnen eingehen zu können. Anders formuliert: der Teilnehmerkreis kann den Prozess mitbestimmen. So ergab sich im Falle der WPC/Biopolymere Szenarien eine Betonung der mittelfristigen Umsetzungsperspektive, die u.a. in der starken Besetzung mit industriellen ExpertInnen ihre Ursache hatte. Dies zeigt allerdings auch, dass der Prozess nicht voll kontrollierbar ist, zumindest wenn man nicht wichtige TeilnehmerInnen und Perspektiven im Laufe der drei Workshops verlieren will.
- Bei der konkreten Umsetzung des Prozesses gelang die Einbindung anderer Politikfelder (z.B. der Wirtschafts- oder Landwirtschaftspolitik) nur punktuell. Hieraus ergibt sich die Frage, ob die Thematik der beiden Transitionsfelder zu spezifisch war, um ein breiteres Interesse bei den anderen Ministerien hervorzurufen. Eventuell müssen Koordinationsprozesse mit den anderen Ministerien auf einer allgemeineren Ebene (z.B. zur Thematik der Nawaros im allgemeinen) stattfinden, auf der grundsätzlich aber ähnliche Prozesse wie in den vorliegenden zwei Beispielfällen durchgeführt werden könnten. Ein wichtiger Aspekt ist in diesem Zusammenhang sicherlich auch das politische „Mandat“, mit dem diese Prozesse ausgestattet sind, das heißt wie groß die Wahrscheinlichkeit eingeschätzt wird, dass ihre Ergebnisse Einfluss auf die Programmgestaltung und FTI-Politik haben werden.
- Die Zusammensetzung des Teilnehmerkreises kann dazu führen, dass einzelne Aspekte während des Prozesses unterrepräsentiert sind. In der WPC/Biopolymer Fallstudie gelang es beispielsweise nicht, kompetente ExpertInnen für den Bereich Faserverbundwerkstoffe zu gewinnen. Auch die angrenzenden Politikfelder wie Landwirtschaft und Wirtschaft, die durchaus wesentliche Auswirkungen auf die Transitionsfelder haben können, waren nur punktuell vertreten. Auch können einzelne Teilnehmer den Prozess relativ stark dominieren. Inwieweit dies auch Auswirkungen auf die grundsätzliche Ausrichtung der Szenarien hatte, lässt sich nur schwer einschätzen.
- Auch stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage nach der Verankerung des Prozesses und seiner Aufgaben in Bezug auf die weitere Programmentwicklung. Im vorliegenden Fall war der Prozess als Begleitforschung zum Programm konzipiert worden, der zwar Hinweise für das Programm und das weitere politische Umfeld liefern sollte, aber nicht direkt an die weitere Programmentwicklung angekoppelt war. Durch eine direktere Verknüpfung mit der Weiterentwicklung der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wäre die Mobilisierung von TeilnehmerInnen vermutlich leichter gewesen. Allerdings hätte ein solcher Prozess auch eine Ausweitung auf weitere mögliche oder laufende Themen der Programmlinie erfordert, bzw. zumindest einen Vorlaufprozess zur systematischen Auswahl von Themen.
- Überraschenderweise wurden einige Aspekte, die längerfristig eine hohe Bedeutung erlangen könnten, im Prozess kaum thematisiert. Weder standen das Problem des Klimawandels noch die durchaus mögliche Ausweitung des Emissionshandels und dessen Auswirkungen im Blickpunkt. Dies erscheint durchaus kompatibel mit dem generellen Mangel an Aufmerksamkeit für langfristige Veränderungen im politischen Kontext.
- Die Nachhaltigkeitsbewertung erwies sich als eine wesentliche Herausforderung, nicht nur für den Prozess, sondern auch für nachhaltigkeitsorientierte Programme. So zeigte sich im Falle der Bioraffinerie (vgl. auch Schidler 2003), dass fundierte Einschätzungen über ihre Wirkungen in Bezug auf Nachhaltigkeit aufgrund des vergleichsweise frühen Entwicklungsstadiums der Technologie häufig nicht getroffen werden können und in hohem Maße von den Rahmenbedingungen der Szenarien abhängen. Im Falle der WPCs ist die Entwicklung zwar schon weiter vorangeschritten, und dementsprechend wäre eine Bewertung eher möglich. Aufgrund der höheren Umsetzungsnähe war aber das Interesse der TeilnehmerInnen hier weniger auf langfristige Bewertungen als vielmehr auf mittelfristige Realisierungsbedingungen gerichtet. Dementsprechend war auch die Methodik in Bezug auf die Bewertung für den WPC/Biopolymer Prozess im Vergleich zu jener für die Bioraffinerie geändert worden. Die Fokussierung auf „Chancen und Risiken“ erwies sich dabei als sehr fruchtbar.
- Da die Bewertung von Nachhaltigkeitseffekten ebenso wie die von Chancen und Risiken vom jeweiligen Kontext der Technologieanwendung abhängt, erwies sich der explorative Szenario-Ansatz als sehr hilfreich, da er eine kritische und differenzierte Einschätzung von Handlungsopti-

onen und deren Wirkungen erleichtert. Er ermöglicht insbesondere auch die Infragestellung vorgeformter Meinungen und Strategien.

- Aus den Erfahrungen des Projekts heraus, aber auch aufgrund internationaler Erfahrungen, ist zu empfehlen, mit den wesentlichen Schlüsselakteuren bereits im Vorfeld eines solchen Prozesses Einigkeit über die zentralen Ziele und die Grundzüge der Methodologie herzustellen. Dadurch kann die dauerhafte Unterstützung des Prozesses und die aktive Mitwirkung sichergestellt werden.

5.2.3 Einsetzbarkeit des Prozesses für die Programmentwicklung

Mit dem hier entwickelten Prozess können verschiedene Ebenen FTI-politischer Strategie unterstützt werden. Im vorliegenden Falle standen einzelne Transitionsfelder im Rahmen von Forschungs- und Technologieprogrammen für Nachhaltigkeit im Vordergrund. Grundsätzlich ist diese Art von Prozess aber auch für andere Programme oder auch für FTI-politische Strategien auf nationaler Ebene einsetzbar. Dementsprechend soll im folgenden eine Verallgemeinerung des Prozesses vorgenommen werden, zunächst für die Programmentwicklung.

Besonders geeignet erscheint diese Art von Prozess zur Vorbereitung von Entscheidungen zur Schwerpunktsetzung, d.h. für die systematische und begründete Fokussierung von Programmen und ihren Themen. Bei derartigen Prozessen kommt es immer zu einem Zusammenspiel von „bottom-up“ Mechanismen der Generierung von Vorschlägen und „top-down“ Mechanismen der Fokussierung. Dieser Wechsel von Öffnungs- und Schließungsphasen lässt sich auch sehr gut an der Praxis der Programmentwicklung in anderen Ländern ablesen, beispielsweise bei den Technologieprogrammen für Nachhaltigkeit in den Niederlanden.

Wichtig ist der richtige Zeitpunkt für die Durchführung eines Szenarioprozesses. Am sinnvollsten sollte ein solcher Prozess vor Beginn eines Programms, d.h. in der Design- und Konzeptionsphase durchgeführt werden. Allerdings kann er auch noch in späteren Phasen der Programmanpassung und -weiterentwicklung – wie im vorliegenden Fall – wichtige Impulse geben.

Zudem wäre es hilfreich, wenn vor der Durchführung eines Szenarioprozesses auf Programmebene zunächst ein ähnlicher Prozess auf der Ebene der Leit- oder Transitionsstrategie durchlaufen worden wäre, bzw. auf andere Art und Weise eine übergreifende Strategie definiert worden wäre, auf der ein Programm dann aufsetzen kann.

Phase 1: Erfassung des Technologie- oder Problemfeldes

Der grundsätzliche Ausgangspunkt für die Bestimmung zentraler Themen in FTI-politischen Programmen sollte die systematische Erfassung des betrachteten Technologie- oder Problemfeldes sein. Hierbei ist zu beachten, dass auch neue und zukünftige Entwicklungen Berücksichtigung finden sollten. Im Falle von Technologien werden hierfür verschiedene Mapping- und Monitoring-Methoden eingesetzt.

Im vorliegenden Projekt wurde diese Phase nicht durchgeführt, da das bestehende Programm „Fabrik der Zukunft“ mit seinen Themen als Ausgangspunkt genommen wurde. Bei der Initiierung eines neuen Programms sollte ein solcher Systematisierungsversuch aber unternommen werden. Die Einbeziehung von FachexpertInnen aus dem Themenfeld, sei es durch Vorstudien oder partizipative Prozesse, ist dabei notwendig und sinnvoll, auch um abzuklären, ob überhaupt ein identifizierbare Community in dem betrachteten Feld existiert und für einen gemeinsamen Strategieprozess bereit ist.

Phase 2: Vorläufige Auswahl von Kandidatenthemen

Eine vorläufige Auswahl möglicher Kandidatenthemen kann ebenfalls über „top-down“ und/oder „bottom-up“ Mechanismen erfolgen, die nachstehend erläutert werden:

- „Top-down“ entspräche dabei der Definition von Auswahlkriterien, anhand derer die Teilsegmente des betrachteten Forschungs- und Technologiefeldes ausgewertet werden. In Anlehnung an die Praxis des Rates für Forschung und Technologieentwicklung können dies beispielsweise Kriterien sein, die auf die aktuelle oder potenzielle wirtschaftliche oder wissenschaftliche „Stärkeposition“ des Landes in dem betrachteten Feld abzielen, oder – wie wohl im Falle nachhaltiger Technologien sinnvoll – Kriterien bzgl. des gesellschaftlichen Bedarfs. Auch im vorliegenden Projekt wurde die Vorauswahl von Themen primär über einen Kriteriensatz durchgeführt, es wurde zu Beginn des Projekts auch ein offener Prozess („bottom up“) mit ExpertInnen und Mitwirkenden am Programm ins Auge gefasst.
- Der „bottom-up“ Zugang entspräche beispielsweise einer offenen Ausschreibung oder einer „open space“-Veranstaltung innerhalb eines vergleichsweise allgemein definierten Themenfeldes. Durch die thematische Ausrichtung der eingereichten Vorschläge und den nachfolgenden Auswahlprozess nach Qualitätskriterien kristallisieren sich autonom eine Reihe von Themen heraus, die in der Folge als Kandidatenthemen in Frage kommen. Es ist klar, dass in einem solchen Falle die Gestaltungsmöglichkeiten durch die Politik beschränkter sind, dafür spiegelt das Ergebnis in höherem Ausmaß die Kompetenzen und Interessen der Forschungsgemeinde wider. Durch die Wahl der Qualitätskriterien kann dennoch eine Ausrichtung gemäß politischer Zielsetzungen erreicht werden, beispielsweise im Hinblick auf die Prinzipien der Trans- oder Interdisziplinarität.

Während „bottom-up“ Prozesse aufgrund der inhärenten Breite und Offenheit häufig sehr heterogene Ergebnisse liefern, besteht bei „top-down“ Prozessen die Gefahr, dass die hierbei gemachten Vorgaben nicht unbedingt den existierenden Kompetenzen entsprechen. Allerdings ist mit Impulsprogrammen häufig eine Steuerungsintention in dem Sinne verknüpft, dass bislang vernachlässigte Forschungsfelder stärker in das Blickfeld der Forschungsakteure rücken sollen. Bei der Auswahl von Themen sollten daher Kriterien Anwendung finden, die aus der übergreifenden Transitionsstrategie abgeleitet sind.

Ein Zusatznutzen eines interaktiven Prozesses zur Auswahl von Kandidatenthemen ist sicherlich auch darin zu sehen, dass hierbei zur Stärkung der Kooperationen zwischen Akteuren und somit zum „Community-Building“ beigetragen werden kann.

Phase 3: Sozio-technische Szenarien für Kandidatenthemen

Während die beiden ersten Phase in erster Linie der Identifikation und Auswahl von Kandidatenthemen für mögliche Schwerpunkte dienen, sollen in Phase 3 unter Verwendung des im vorliegenden Projekts entwickelten Szenario-Methodik diese Felder einer eingehenden vorausschauenden Analyse unterzogen werden. Hierbei soll nicht nur die generelle Eignung der Felder getestet werden, sondern es sollen auch die Varianten, Bedingungen und Anforderungen identifiziert werden, unter denen die zugrundeliegende Technologie tatsächlich realisiert werden könnte. Um dabei berücksichtigen zu können, dass diese Varianten, Bedingungen und Anforderungen nicht fix determiniert sondern inhärent offen sind, kommen hierbei Szenarien zum Einsatz.

Wie die beiden Pilotanwendungen in diesem Projekt gezeigt haben, liefern derartige Prozesse nicht nur zahlreiche Hinweise für die Verankerung der Themen im Innovationssystem, sondern sie tragen auch zu einem selbstkritischen Reflexionsprozess unter den beteiligten Akteuren bei, der ggf. auch zur Revision ihrer eigenen Strategien führen kann.

Diese Herangehensweise mag vergleichsweise aufwändig erscheinen, zumal wenn man im Rahmen der Vorbereitung eines Programms zwischen fünf und zehn Themen einem Szenarienprozess unterwerfen muss. Im Hinblick auf steigende Anforderungen an die Begründung FTI-politischer Maß-

nahmen liefert sie aber eine differenzierte, transparente und zukunftsorientierte Legitimationsgrundlage für Entscheidungen über die Ausrichtung von Programmen, die zugleich mit den Betroffenen abgestimmt ist. Durch den Vergleich der zukünftigen Perspektiven und Szenarien für eine hinlängliche Anzahl von Teil-Themen innerhalb eines Forschungs- und Technologiefeldes kann dann eine begründete Prioritätenreihung vorgenommen werden.

Sicherlich haben derartige Prozesse auch ihre Schwächen. Selbst unter Verwendung des besten verfügbaren Datenmaterials wird die Bewertung von Nachhaltigkeitswirkungen oder Marktpotenzialen immer großer Ungewissheit unterliegen und somit keine eindeutigen Ergebnisse liefern. Diese Ungewissheiten werden aber im Prozess transparent gemacht und spiegeln sich in der Breite der ausformulierten Szenarien wider. Durch den Einsatz neuer wissenschaftlicher Methoden kann auch der analytische Anteil in solchen Prozessen erhöht werden, z.B. durch die Verwendung von Simulationsmodellen im Rahmen von Szenarioworkshops. In diesem Bereich besteht allerdings noch einiger Forschungsbedarf, bevor derartige Modelle effektiv für Entscheidungsprozesse eingesetzt werden können.

Phase 4: Vergleich der Ergebnisse und Auswahl der Themen

Nachdem die Szenarienprozesse für die Kandidatenthemen durchgeführt wurden, liegt eine transparente Informationsgrundlage vor, um eine Reihung und Auswahl der Themen vorzunehmen. Bei der Auswahl sollte allerdings kein striktes „Ranking“ Anwendung finden, sondern es sollten auch Portfolio-Überlegungen einfließen. Auch wird es Interdependenzen und Synergiepotenziale zwischen Themen geben, die ebenfalls bei der Auswahl berücksichtigt werden sollten.

Phase 5: Überprüfung und Anpassung

Im Laufe der Zeit wird sich die Notwendigkeit ergeben, Erreichtes zu überprüfen und ggf. neue Richtungen einzuschlagen. Dies kann als Teil eines programmbegleitenden Lernprozesses verstanden werden, bei dem es wiederholt zu Öffnungs- und Schließungsphasen in Bezug auf Themen und Ansätze eines Programms kommt. Um die Selektivität sicherzustellen, sollte dabei auch bewusst die Möglichkeit offengehalten werden, bestehende Aktivitätslinien zu beenden, wenn sich diese als nicht zukunftsfähig erwiesen haben.

5.2.4 Einsetzbarkeit des Prozesses für die nationale FTI-Strategie

Während bislang der Einsatz von Szenario-Prozessen primär in Bezug auf der Ebene von Forschungs- und Technologieprogrammen diskutiert wurde, bieten sie darüber hinaus auch das notwendige Handwerkszeug, um auf der Ebene nationaler Politikstrategien in den Bereichen FTI und/oder Nachhaltigkeit zu einer transparenten und fundierten Begründung von Forschungs- und Technologieportfolios beizutragen. Hierbei ginge es dann nicht mehr um den Vergleich von Teilsegmenten innerhalb einer Programmlinie wie „Fabrik der Zukunft“, sondern um einen Vergleich der „großen“ Themen wie sie beispielsweise vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung behandelt wurden: Verkehrstechnologie, Informations- und Kommunikationstechnologie, Sicherheitsforschung, Nanotechnologie, Nachhaltigkeitsforschung, etc. Neben den klassischen Technologiethemen ist diese Art von Herangehensweise auch für generische Themen geeignet. So wäre ein ähnlich gestalteter Szenarioprozess zur Zukunft der Rolle außeruniversitärer Forschung oder zur Entwicklung der Basis an Humanressourcen für Forschung und Entwicklung durchaus realisierbar.

Offensichtlich müssen auf dieser Ebene allgemeinere Auswahlkriterien zur Anwendung kommen, als im Falle eines Einzelprogramms. Neben breiten missionsorientierten Zielen wie Nachhaltigkeit zäh-

len hierzu insbesondere auch Fragen der langfristigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit oder das Anstreben wissenschaftlicher Exzellenz in ausgewählten Forschungsfeldern.²⁴

Im Falle nationaler FTI-politischer Strategien kommt auch der Berücksichtigung der Strategien anderer Länder und internationaler Akteure wie der EU eine besonders herausgehobene Bedeutung zu. Hier ergibt sich ein Dilemma insofern, als manche Länder ganz ähnliche strategische Ausrichtungen verfolgen bzw. verfolgen könnten, die die Zukunftsperspektiven der eigenen Strategieoptionen beeinflussen. Auch wenn manche Technologiebereiche ob ihres generischen Charakters (z.B. IKT, Nanotechnologie, etc.) immer eine hohe Relevanz besitzen werden, sind die Aussichten einer Fokussierung auf ausgewählte Nischentechnologien wenig vielversprechend, wenn diese auch von anderen Ländern zu Schwerpunkten erkoren wurden. Nicht zuletzt hat auch das Beispiel der Bioraffinerie gezeigt, dass (nationale) Transitionsstrategien auf die internationale Entwicklung bezogen werden müssen.

Auf dieser übergeordneten Ebene können Szenario-Prozesse zur Schaffung eines Bezugsrahmens beitragen, innerhalb dessen sich einzelne Programme positionieren können und auf den bei ihrer Ausarbeitung Bezug genommen werden kann. In diesem Sinne sind die programmspezifischen Prozesse ein zweiter Schritt innerhalb eines iterativen Prozesses, der die nationale Strategie ebenso umfasst, wie die Teilthemen innerhalb von Programmen.

Im Vorlauf von Anpassungen oder Neuausrichtungen nationaler Strategien, aber auch als Grundlage für die Begründung neuer Programmorschläge, könnte die Etablierung derartiger Prozesse – wie im vorliegenden Projekt entwickelt – einen wichtigen Beitrag zur besseren Fundierung und koordinierten Konkretisierung nationaler FTI-Politikstrategien leisten. Ähnliche Argumente lassen sich grundsätzlich auch in Bezug auf den Einsatz derartiger Prozesse für die Industrie formulieren, wo ähnliche strategische Ziele und Maßnahmen definiert werden müssen.

Trotz der Potenziale, die Szenarioprozesse für die Entwicklung und Umsetzung von FTI-politischen Programmen und Strategien bieten, sollte dennoch der erwartete Nutzen in Relation zum notwendigen Aufwand betrachtet werden. Insbesondere kleine Länder mit großem Fokussierungsbedarf führen oft nur verhältnismäßig kleine Programme durch, die kaum die Finanzierung aufwändiger Auswahl- und Begründungsprozesse erlauben. Allerdings bieten die im vorliegenden Forschungsprojekt gemachten Piloterfahrungen mit der entwickelten Methodik die Möglichkeit, derartige Prozesse in vereinfachter Form in Prozesse des Programm- und Strategiedesigns zu integrieren und somit auch für kleinere Programme umsetzbar zu machen.

²⁴ Vgl. zu den Argumentationsmustern, die bei der Schwerpunktsetzung zur nationalen FTI-Politikstrategie zum Einsatz kamen Dachs et al. (2003) und Gassler et al (2004).

6 Referenzen

Dachs B., Diwisch S.; Kubezcko K., Leitner K.-H., Schartinger D., Weber K.M., Gassler H., Polt W., Schibany A., Streicher G. (2003)

Zukunftspotentiale der österreichischen Forschung. Endbericht, Seibersdorf Research Report, ARC—S-0233, Dezember 2003

Eder, A., Schwarzbauer, P. (2003)

Holz/Kunststoff-Verbundstoffe – Marktvolumen und Marktchancen, 4. Internationales Seminar für die Holzindustrie.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2003)

Biologische Abbaubare Werkstoffe, Gülzow.

Foster, C., Hackwell, B., Mann, D., Pritchard, G. (2003)

European Wood Plastics Composites Market 2003 – Construction, Furniture and Automotive Applications, Hackwell Group, September 2003.

FuTMaN (2003)

The Future of Manufacturing in Europe 2015-2020, final report.

Gassler, H., Polt, W., Schindler, J., Weber, M., Mahroum, S., Kubezcko, K., Keenan, M. (2004)

Priorities in Science & Technology Policy – An international comparison, Report to Austrian Council for Science and Technology Development, Wien/Seibersdorf, October 2004

Geels, F.W. (2002a)

Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study, Research Policy, Vol. No. 8/9.

Grunwald, A., Coenen, R., Nitsch, J., Sydow, A., Wiedemann, P. (Hrsg.) (2001)

Forschungswerkstatt Nachhaltigkeit. Wege zur Diagnose und Therapie von Nachhaltigkeitsdefiziten, Berlin: sigma.

ITA – Institut für Technikfolgenabschätzung der österreichischen Akademie der Wissenschaften (1998)

Technologie-Delphi II, Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr, Wien.

IWI (2001)

Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich – Marktanalyse und Handlungsmaßnahmen, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Industriewissenschaftliches Institut, Wien.

Jörissen, J., Kopfmüller, J., Brandl, V., Paetau, M. (1999)

Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6393.

Kamm, B., Kamm, M. (2001)

Biobasierte Industrielle Produkte und Bioraffinerie-Systeme – Ein Weg in die industrielle Zukunft des 21. Jahrhunderts?

Kamm, B., Kamm, M. (2003)

Bioreffinerie-Prinzipien, Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie, 9 (4).

Kamm, B. (2003)

Biobasierte industrielle Produkte und Bioraffinerie-Systeme, Präsentation bei den Oberhausener UMSICHT-Tagen 2003: Bio – raffiniert! Neue Wege in der Nutzung biogener Rohstoffe, 16./17. Juli 2003.

Kemp, R., Miles, I., Smith, K. et al. (1994)

Technology and the Transition to Environmental Stability. Continuity and Change in Technological Systems, Research Report, Maastricht: Merit.

Kemp, R., Rip, A., Schot, J. (2001)

Constructing Transition Paths Through the Management of Niches, in: Garud, R. & Karnoe, P. (eds.): Path Dependence and Creation, Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum, pp. 269-299

Kemp, R., Rotmans, J. (2005)

The Management of the Co-evolution of Technical, Environmental and Social Systems, in: Weber, K.M., Hemmelskamp, J. (eds.): Towards Environmental Innovation Systems, Heidelberg: Springer, pp. 33-55

Kemp, R., Loorbach, D. (2003)

Governance for Sustainability Through Transition Management, paper for the Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, 16-19 Oct 2003, Montreal.

Kromus, S., Norodoslawsky, M., Krotschek, C. (2002).

Grüne Bioraffinerie – Integrierte Grasnutzung als Eckstein einer nachhaltigen Kulturlandschaftsnutzung, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 18/2002, bmvit, Wien.

Kuhlmann, S. (2001)

Management of Innovation Systems. The Role of Distributed Intelligence, Maklu-Uitgevers: Antwerpen

Loorbach, D. (2002)

Transition Management: Governance for Sustainability, Paper for the Conference „Governance and Sustainability: New challenges for the state, business and civil society“, Berlin 30 September – 1 October 2002.

Rip, A., Kemp, R. (1998)

Technological Change, in: Rayner, S. & Malone, E.L. (eds.): Human Choice and Climate Change, Columbus (Ohio): Battelle Press: pp. 327-399

Rotmans, J., Kemp, R., van Asselt, M. (2001)

More evolution than revolution. Transition Management in public policy, Foresight, Vol. 3(1), pp. 15-31.

Schidler, S. (2003)

Technikfolgenabschätzung der Grünen Bioraffinerie, Band 1: Endbericht, ita, Wien.

Soyez, K., Pfeffer, E. (2000)

The industrial implementation of the Green Biorefinery, Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V.

Teischinger, A., Schwarzbauer, P., Eder, A., Höglinger, O. (2003)

Neuer Werkstoff Wood Plastic Composites, Holz-Zentralblatt, 24.Juni 2004.

Weber, M.K., Späth, P., Rohracher, H., Oehme, I., Leitner K.H., Whitelegg, K. (2003)

Middle-range transitions in production-consumption systems. The role of research programmes for shaping transition processes towards sustainability, in: Proceedings of the Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change 'Governance for Industrial Transformation', 5-6 December 2003, Berlin.

Whitelegg, K., Weber, K.M (2002).

National Research Activities and Sustainable Development. A survey and assessment of national research initiatives in support of sustainable development, Research Report EUR 20389 EN, ESTO/ARC: Sevilla/Seibersdorf.

Wimmer, R., Narodoslowsky, M., Janisch, L., Hohensinner, H., Drak, M. (2003)

Stoffliche Nutzung Nachwachsender Rohstoffe. Beiträge zur forschungspolitischen Diskussion, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 27/2003, bmvit, Wien.

7 Anhang A: Interviewpartner und WorkshopteilnehmerInnen zur Fallstudie Bioraffinerie

Interviews zur Bioraffinerie (März-April 2004)

Prof. Jens Born	FH Flensburg
Dr. Karl Buchgraber	BAL Gumpenstein, Irdning
Dr. Rainer Busch	Dow Germany, Rheinmünster
Dr. Horst Jauschnegg	Landwirtschaftskammer Steiermark, Graz
Dr. Brigitte Kamm	Biopos, Potsdam
Dr. Stefan Kromus	Biorefsys, Hartberg
Dr. Franz Latzka	Fachverband Chemische Industrie Österreich, Wien
Werner Lorenz	Lactoprot, Hartberg
Prof. Michael Narodoslawsky	TU Graz, RNS, Graz
Dr. M. Neureither	IFA, Tulln
Prof. Senad Novalin	Universität für Bodenkultur, Wien
Dr. Susanne Schidler	ITA, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien
Prof. Hans Schnitzer	TU Graz, RNS, Graz
Dr. Armin Spoek	IFZ, Graz
Dr. Bruno Wachter	Joanneum Research, Hartberg
Dr. Robert Wimmer	GrAT, Wien

TeilnehmerInnen der Bioraffinerie-Workshops

Christian Hiel	Key dreams, Tullnerbach
Mag. Werner Koschu Wien	Universität für Bodenkultur, Inst. für Lebensmitteltechnologie,
Dr. Stefan Kromus	Biorefsys & Kornberg Institut, Kornberg
Mag. ^a Dörte Kunnelis	BMLFUW, Wien
DI Michael Mandl	Joanneum Research, Hartberg
Prof. Michael Narodoslawsky	TU Graz, Graz
Prof. Senad Novalin	Universität für Bodenkultur, Wien
Dr. Susanne Schidler	ITA, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien
DI Hans-Günter Schwarz	BMVIT, Abt. III/I 6, Wien
Dr. Martin Steinwender	Fritz Egger GmbH & Co – Spanplattenwerk, St. Johann/Tirol
DI Brigitte Tiefenthaler	Rat für Forschung und Technologie-Entwicklung, Wien
Dr. Bruno Wachter	Joanneum Research, Hartberg
DI Brigitte Weiß	BMVIT, Abt. III/I 6, Wien
Dr. Robert Wimmer	GrAT, Wien
Dipl. Kfm. Johann Novak	KELAG/ Biogaspark Alpe Adria, Villach
DI Günther Zweiner	Hypo Alpe Adria/ Biogaspark Alpe Adria, Villach

8 Anhang B: Interviewpartner und WorkshopteilnehmerInnen zur Fallstudie WPCs und Biopolymere

Interviews zu WPC/Biopolymere (Mai-September 2004)

Alexander Beuleke	Fischer GmbH, Ried i. Innkreis
Prof. Gerhart Brauneegg	TU Graz, Institut für Biotechnologie, Graz
DI Asta Eder	Universität für Bodenkultur & Wood K plus
Dr. Haio Harms	Lenzing AG, Lenzing
Dr. Anton Huber	Universität Graz, Institut für Chemie, Graz
Edmund Kirsch	Battenfeld Kunststoffmaschinen GmbH, Kottlingbrunn
Prof. Kosma Wien	Universität für Bodenkultur, CD Labor für Zellstoffforschung,
Peter Petermann	1 plus 12 natural automotive components GmbH, Wr. Neudorf
Dr. Katharina Pirker	IFA Tulln, Abteilung Naturstofftechnik, Tulln
Dr. Ewald Rametsteiner	Innoforce, Universität für Bodenkultur
Dr. Klemens Reitingner	LKT Laboratorium für Kunststofftechnik, Wien
Prof. Peter Schwarzbauer	Universität für Bodenkultur & Wood K plus
Erik Sehnal	Cincinnati Extrusion GmbH, Wien
Dr. Wolfgang Stadlbauer	Upper Austrian Research, Wels
Dr. Martin Steinwender	Forschungsabteilung Egger Industrie & Wood K plus
Prof. Alfred Teischinger	Universität für Bodenkultur, Institut für Holzforschung, Wien
DI Harald Wilhelm	LKT Laboratorium für Kunststofftechnik, Wien
Prof. Rupert Wimmer	Funder Forschungsabteilung, BOKU & Wood K plus

TeilnehmerInnen der WPC/Biopolymere-Workshops

DI Asta Eder	Wood K plus, Linz
DI Hannes Frech	IFA Tulln, Tulln
Christian Hiel	TMG, Linz und Key dreams, Tullnerbach
Dr. Anton Huber	Universität Graz, Institut für Chemie
Edmund Kirsch	Battenfeld Kunststoffmaschinen GmbH, Kottlingbrunn
Dr. Klaus Kubeczko	ARC systems research GmbH, Seibersdorf
Dr. Franz Latzko	Fachverband der chemischen Industrie Österreichs – FCIO, Wien
DI Sabine List	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien
Dr. Karl-Heinz Leitner	ARC systems research GmbH, Seibersdorf
Florian Markl	Frischeis J. u. A. GmbH, Stockerau
Dr. Hans Peter Mattiscek	IFN-Internorm Bauelemente GmbH & Co KG, Traun
DI Ondrej Mikla	Zuckerforschung Tulln GmbH
DI Georg Oberdorfer	Holzforschung Austria, Wien
Dr. Margareta Patzelt	Universität für Bodenkultur, Institut für Holzforschung, Wien
Arno Unterrainer	Cincinnati Extrusion GmbH, Wien
Dr. Klemens Reitingner	LKT Laboratorium für Kunststofftechnik, Wien
DI Harald Rohrer	IFZ Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur, Graz
DI Brigitte Tiefenthaler	Rat für Forschung und Technologieentwicklung, Wien
Dr. Matthias Weber	ARC systems research GmbH, Seibersdorf
DI Harald Wilhelm	LKT Laboratorium für Kunststofftechnik, Wien