Investition in **Ihre** Zukunft!

EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung

www.efre.brandenburg.de

Diese Studie wurde aus Mitteln der Europäischen Union und des Landes Brandenburg finanziert.

Endbericht

Potenzialanalyse für nachhaltige organische polymere Materialien und Spezialchemikalien für die Entwicklung einer wertschöpfungsorientierten Kunststoff- und Chemieindustrie in Brandenburg

Forschungsinstitut Bioaktive Polymersysteme e.V.
Kantstraße 55,
14513 Teltow

05.06.2015

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2

1 Einleitung 3

2 Methodik der Analyse und Zusammenfassung der Ergebnisse 5

3 Ergebnisse im Bereich Spezialchemikalien 13

4 Ergebnisse im Bereich Biopolymere 51

5 Ergebnisse im Bereich Leichtbau 90

6 Gesamtdiskussion zu Wertschöpfungsketten und Empfehlungen für die brandenburgische Wirtschaftspolitik 107

7 Abkürzungen 112

7.1 Bereich Biobasierte Spezialchemikalien 112

7.2 Bereich Biopolymere 113

8 Anhang 113

Die Potenzialanalyse wird vom FI Biopos e.V., Teltow-Seehof gemeinsam mit den Unterauftragnehmern FHG-IAP Potsdam-Golm und FH-Einrichtung PYCO, Teltow-Seehof durchgeführt.

1 Einleitung

Zur nachhaltigen Förderung des Wachstums und einer damit einhergehenden Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der brandenburgischen Wirtschaft, konzentriert sich die Wirtschaftspolitik des Landes auf die Bündelung der Kompetenzen in den Clustern Energietechnik, Gesundheitswirtschaft, IKT/Medien- und Kreativwirtschaft, Verkehr/Mobilität/Logistik, Optik, Ernährungswirtschaft, Kunststoffe und Chemie sowie Metall. Insbesondere wird durch die Vernetzung der einzelnen Cluster eine nachhaltige Entwicklung und Festigung der hiesigen wirtschaftlichen Infrastruktur erzielt. Im Rahmen des Clusters *Kunststoffe und Chemie Brandenburg* wird die wertschöpfende stoffliche Nutzung biogener Rohstoffe und Reststoffe forciert (Abb. 1). Dabei bietet gerade Brandenburg als Flächenland und Chemiestandort beste Voraussetzungen zur Etablierung eines Rohstoffwandels, weg vom Erdöl, hin zur stofflichen Biomassenutzung bzw. Reststoffverwertung in der chemischen Industrie. Aufgrund der günstigen Rahmenbedingungen, wie einer industriellen Landwirtschaft und der hier ansässigen Papierindustrie, sind im Land bereits geeignete Rohstofflieferanten vertreten. Durch die gezielte Nutzung von Biomasseresteströmen der Landwirtschaft wie z.B. Stroh, Gärreste der Biogasgewinnung oder Abfallströmen der Papierindustrie, wie etwa nicht mehr recycelfähiges Altpapier, können etwaige Konkurrenzen zur Nahrungsmittelproduktion ausgeschlossen werden. Besonders die in Brandenburg vorkommenden, für den konventionellen Getreideanbau wenig rentablen, Problemstandorte mit geringen Bodenwertzahlen, weisen ein besonders hohes Potenzial zur Bereitstellung von Biomasse auf. So können durch Bestellung mit mehrjährigen Leguminosen (Stickstoffsammler) noch hohe Biomasseerträge erzielt werden. Zur zukünftigen Etablierung marktfähiger biobasierter Spezialchemikalien sowie biobasierter Polymere bspw. als innovative Werkstoffe für Leichtbauanwendungen, etwa im Fahrzeug- oder Flugzeugbau, ist die Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials im Rahmen einer Potenzialanalyse von besonderem Interesse, wobei die hier durchgeführte Potenzialanalyse bereits als ein Beitrag für eine im europäischem Maßstab durchzuführende Marktanalyse für biobasierte Chemieprodukte im Bereich Spezialchemikalien verstanden werden soll[1].

[1] Stärken und Säulen der Industrie, Masterplan für das Cluster Kunststoffe und Chemie Brandenburg, Clustermanagement – ZukunftsAgentur Brandenburg GmbH, 2014.

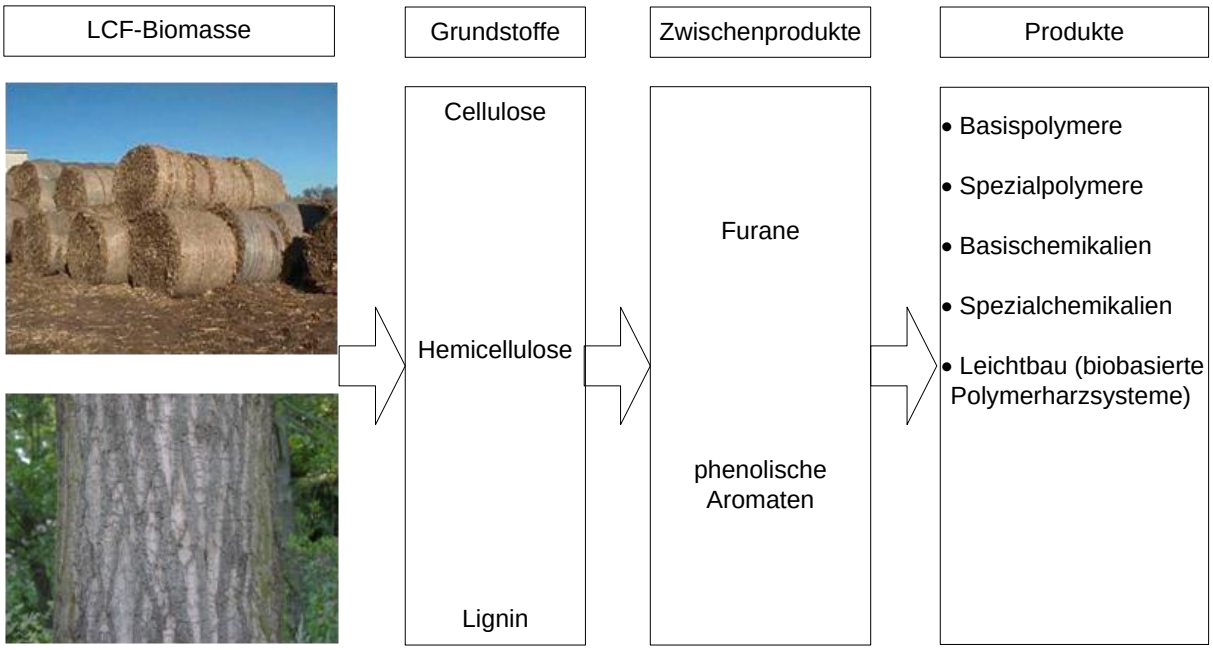


Abb. 1: Biobasierte Wertschöpfungskette

Die Realisierung der Potenzialanalyse erfolgt durch die koordinierte Zusammenarbeit des Forschungsinstitutes Bioaktive Polymersysteme e.V. Teltow, des Fraunhofer Institutes für Angewandte Polymerforschung (IAP) Potsdam/ Golm und der Fraunhofer Einrichtung für Polymermaterialien und Composite PYCO, Teltow, die auf ihren Forschungsgebieten Einrichtungen mit ausgewiesener Expertise darstellen.

2 Methodik der Analyse und Zusammenfassung der Ergebnisse

2 Methodik der Analyse und Zusammenfassung der Ergebnisse 5
2.1 Vorgehensweise und Methodik 6
2.1.1 Erhebung der für die Anfertigung der Potenzialstudie relevanten Marktteilnehmer 6
2.1.2 Erstellung der Fragebögen 7
2.1.3 Zusammenstellung und Analyse der derzeit in Brandenburg tätigen Unternehmen mit Focus auf Marktanwendungen 7
2.1.3.1 Spezialchemikalien mit Augenmerk auf nationalen- und EU- Märkten 7
2.1.3.2 Unternehmen, die Biopolymere produzieren.....7
2.1.3.3 Leichtbau 8
2.1.4. Analyse der Wertschöpfungsketten bezogen auf Brandenburg.....8
2.1.4.1 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich der biobasierten Spezialchemie 8
2.1.4.1.1 Datenerhebung zum Rohstoffaufkommen.....8
2.1.4.1.2 Datenerhebung der bereits hergestellten Spezialchemikalien 8
2.1.4.1.3 Datenerhebung markfähiger Folgeprodukte 8
2.1.4.2 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich der Biopolymere 8
2.1.4.2.1 Datenerhebung zu Herstellung/Bereitstellung von nativen Biopolymeren und biobasierten Monomeren für die weitere Verarbeitung..8
2.1.4.2.2 Datenerhebung zu Synthese von biobasierten Kunststoffen / Ertüchtigung nativer Biopolymere für die weitere Verarbeitung 9
2.1.4.2.3 Datenerhebung zu Entwicklung und Herstellung von Halbzeugen und Endprodukten aus Biopolymeren 9
2.1.4.3 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich Leichtbau 9
2.1.5 Einschätzung der Möglichkeiten zur Erweiterung des Nutzungsportfolios im Bereich der Spezialchemie, der Biopolymere und des Leichtbaus in Brandenburg, Handlungsempfehlungen 10
2.1.6 Ermittlung potenzieller Synergieeffekte über Kooperationen mit Initiativen/Netzwerken in anderen Ländern der Bundesrepublik.....10
2.2 Zusammenfassung der Ergebnisse 10
2.2.1 Spezialchemikalien 10
2.2.2 Biopolymere 11
2.2.3 Leichtbau 11

2.1 Vorgehensweise und Methodik

Neben der Auswertung der begrenzten schriftlich verfügbaren Daten (Webseiten, Marktanalysen, ältere Erhebungen und sonstige Fachliteratur) sollen die erforderlichen Informationen vor allem durch die Befragung von individuellen Unternehmen (über Fragebögen und wo sinnvoll, direkte Interviews) und Netzwerken (KuVBB, Cluster Kunststoffe und Chemie, Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien, IHK) erfolgen. Dazu werden zunächst relevante Fragen/Kriterien an Unternehmen/Forschungseinrichtungen in der Region formuliert, die später bei Recherchen oder Gesprächen/Befragungen zur Datenerhebung abzufragen sind. Durch Recherchen nach bereits vorhandenen, verfügbaren Daten zur Marktanalyse (Studien, Bewertungen, Analysen etc.) und durch deren Ergänzung mit aktuellen Daten, gewonnen aus Abgleichen mit z.B. Handelsregisterauszügen oder Mitgliederlisten von Verbänden (z.B. BBAA, KuVBB, VIU), wird eine aktuelle Daten-Ausgangslage zu Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der Hauptstadtregion mit Bezug zum Leichtbau entsprechend dem zuvor aufgestellten Fragenkatalog für die Marktanalyse geschaffen. Ergänzende bzw. fehlende Informationen werden außerdem aus den Unternehmenspräsentationen im Internet, durch schriftliche Befragungen oder in Gesprächen (telefonisch oder direkt) vervollständigt. Die erhobenen und in einer Datenbank zusammengeführten Daten werden schließlich nach verschiedensten Gesichtspunkten/Kriterien zusammengefasst (z.B. Mitarbeiteranzahl, Umsatz, eingesetzte Materialien, verwendete Technlogien, Art der Verbundwerkstoffe, Einsatzgebiete, Kompetenzen etc.), tabellarisch/grafisch dargestellt und bewertet.
Außerdem werden im Hinblick auf ein potentielles Kompetenzzentrum Leichtbau ähnliche, bereits existierende „Strukturen“, deren Organisation und Erfolg deutschlandweit recherchiert und dargestellt. In der Potenzialanalyse werden zwei Workshops durchgeführt. Der erste Workshop (29.01.2015) dient dem Erheben des brandenburgischen WirtschaftsPotenzials und der zweite Workshop (23.04.2015) dem länderübergreifenden WirtschaftsPotenzial in den drei Bereichen Biobasierte Spezialchemikalien, Biopolymere und Leichtbau.

2.1.1 Erhebung der für die Anfertigung der Potenzialstudie relevanten Marktteilnehmer

Die Identifizierung der für die Erhebung relevanten Marktteilnehmer erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den an der Studie beteiligten Partnern (Forschungsinstitut Bioaktive Polymersysteme e.V., Fraunhofer IAP, Fraunhofer-Einrichtung PYCO). Die im Bereich der biobasierten Spezialitätenchemie tätigen Marktteilnehmer sind bereits vor-identifiziert bzw. bestehen bereits Kooperationen von Seiten des FI Biopos e.V.. Weiter werden die Teilnehmer des Innovationsforums ‚Bioraffinerien und Biobasierte Industrielle Produkte‘, welches vom FI Biopos e.V. im Jahre 2005 in der IHK durchgeführt wurde [2] und die Mitglieder der Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien einbezogen. Für den Bereich der Biopolymere bilden die Ergebnisse des vom Fraunhofer IAP co-organisierten Innovationsforums „Biopolymere und biobasierte Kunststoffe – nachhaltige Materialien der Zukunft“,[3] den Ausgangspunkt. Hier werden insbesondere die Unternehmen, die ‚Letters of Intend‘ (LOI) abgaben oder/und sich aktiv an den im Rahmen des Innovationsforums

[2] Schlussbericht zum BMBF-Innovationsforum Bioraffinerien und Biobasierte Industrielle Produkte, Innovationsforum und Kontaktbörse zur nachhaltigen industriellen und industrienahen stofflichen Nutzung biogener Rohstoffe in Bioraffinerien, Biopos e.V., 2006

[3] Schlussbericht zum Innovationsforum „Biopolymere und biobasierte Kunststoffe – nachhaltige Materialien der Zukunft“, Biotop 2013.

organisierten Veranstaltungen beteiligten, ein relativ sicheres Potenzial für die Beantwortung der zu erarbeitenden Fragebögen bilden und ggf. auch für direkte Interviews zur Verfügung stehen. Dieser Unternehmenkreis wird durch eine entsprechende Analyse der Unternehmensprofile der "Potenzialanalyse zur regionalen BioÖkonomie in Berlin und Brandenburg"[4] erweitert werden.

2.1.2 Erstellung der Fragebögen

Es werden ggf. für bestimmte Zielgruppen spezifische Fragenkataloge erstellt, wobei die technische Umsetzung (online/offline etc.) mit allen Partnern der Potenzialanalyse abgestimmt wird. Die Zielrichtungen der Befragungen können den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden.

2.1.3 Zusammenstellung und Analyse der derzeit in Brandenburg tätigen Unternehmen mit Focus auf Marktanwendungen

2.1.3.1 Spezialchemikalien mit Augenmerk auf nationalen- und EU- Märkten

Über die in den durchgeführten Vorarbeiten identifizierten relevanten Spezialchemikalien wurde über Fragebögen, Interviews sowie unter Verwendung anderer Quellen erhoben, welche Unternehmen in Brandenburg biobasierte Spezialchemikalien produzieren oder einsetzen bzw. vorhaben, biobasierte Spezialchemikalien zu produzieren bzw. einzusetzen. Die Anzahl der Unternehmen im Bereich der biobasierten Spezialchemikalien ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand gering. Es besteht jedoch ein starkes Entwicklungs-Potenzial, was in Kap. 3 ausgeführt ist. So wird als initiale Maßnahme und wichtige Grundlage für den Ausbau der biobasierten Wertschöpfungsketten eine Marktanalyse biobasierter Chemieprodukte mit Focus Spezialitätenchemie durchgeführt. Dabei wird neben dem nationalen Markt ein Augenmerk auf die Märkte der EU gelegt werden. Mit Aufnahme der EU-weiten Angebots- und Nachfragesituation bei biobasierten Chemieprodukten ist nachfolgend die Fokussierung weitergehender Maßnahmen im Rahmen des Handlungsfelds Spezialitätenchemie auszurichten. Dabei sind vom Markt geforderte Produktspezifika einzubeziehen.

2.1.3.2 Unternehmen, die Biopolymere produzieren

Ausgehend von den unter 1.2. aufgelisteten Materialklassen wird über Fragebögen, Interviews sowie unter Verwendung anderer Quellen, erhoben, welche Unternehmen in Brandenburg welche Biopolymere produzieren. Die Anzahl dieser Unternehmen dürfte nach gegenwärtigem Kenntnisstand gering sein. Im Bereich der technischen Stärken handelt es sich um die bereits genannten Unternehmen Emsland-Stärke GmbH (Kyritz, Golßen) und AVEBE Kartoffelstärkefabrik Prignitz/Wendland GmbH (Dallmin). Bezüglich der Synthese biobasierter Kunststoffe ist uns zurzeit nur das Unternehmen Uhde Inventa-Fischer (Guben) bekannt. Hinzu kommt das Unternehmen BIOP Biopolymer Technologies GmbH, das in Schwarzheide Blends von TPS mit anderen bioabbaubaren Polymeren produzierte. Über die BASF Schwarzheide GmbH sind auch ecoflex®- und ecovio®-Materialien verfügbar, die aber nicht in Brandenburg hergestellt werden.

[4] Potenzialanalyse zur regionalen BioÖkonomie in Berlin und Brandenburg, Genius GmbH 2011.

2.1.3.3 Leichtbau

Von der Marktanalyse ausgehend können unter Einbeziehung des vorliegenden Expertenwissens Potenziale im Hinblick auf neue Produkte und neue, innovative Technologien im Leichtbau und bei den Verbundwerkstoffen zur Erweiterung der im Raum Berlin-Brandenburg vorhandenen Kompetenzen aufgezeigt und deren MarktPotenzial abgeschätzt werden.
Des Weiteren lassen sich Handlungsempfehlungen/Maßnahmen zum Ausbau und zur besseren Vernetzung der vorhandenen Ressourcen im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe auch hinsichtlich eines möglichen Leichtbau-Kompetenzzentrums ableiten und bewerten.

2.1.4. Analyse der Wertschöpfungsketten bezogen auf Brandenburg

2.1.4.1 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich der biobasierten Spezialchemie

Im Bereich der Spezialchemie soll die Wertschöpfungskette vom Rohstoff über die Fraktionierung und Plattformchemikalie bis zur Spezialchemikalie und deren Anwendung betrachtetet werden. Dazu werden die folgenden Bereiche analysiert:

2.1.4.1.1 Datenerhebung zum Rohstoffaufkommen

- Benennung der in Frage kommenden Rohstoffe sowie Primär- und Sekundärprodukte
- Benennung der Rohstoffproduzenten (brandenburgischer Agrar- und Papierindustrie)
- Analyse der jährlich anfallenden Mengen
- Analyse der derzeitigen Nutzung der Rohstoffe

2.1.4.1.2 Datenerhebung der bereits hergestellten Spezialchemikalien

- Benennung der aktuell produzierten Spezialchemikalien
- Analyse der jährlich produzierten Mengen

2.1.4.1.3 Datenerhebung markfähiger Folgeprodukte

- Benennung der aktuell produzierten biobasierten Folgeprodukte
- Analyse der jährlich produzierten Mengen

2.1.4.2 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich der Biopolymere

Im Folgenden werden die für den Bereich Biopolymere relevanten Elemente möglicher brandenburgischer Wertschöpfungsketten betrachtet.

2.1.4.2.1 Datenerhebung zu Herstellung/Bereitstellung von nativen Biopolymeren und biobasierten Monomeren für die weitere Verarbeitung

Da in Brandenburg kein Chemiezellstoff hergestellt wird, ergeben sich folgende Anfangspunkte für die Teilwertschöpfungsketten bei Biopolymeren:

- Bereitstellung von Industriestärke für Anwendungen in der Kunststoffindustrie
- Bereitstellung von geeigneten Ligninen für Anwendungen in der Kunststoffindustrie

- Bereitstellung von Monomeren für die Synthese von biobasierten Polymeren (De ren biotechnologische Erzeugung ist Bestandteil des Analysekapitels biobasierte Feinchemikalien.)
- Importierter Chemiezellstoff (Cellulose hoher Reinheit) für die Herstellung von Vis koseprodukten und von Cellulosederivaten für die Kunststoffindustrie

Hier soll im Rahmen der Potenzialanalyse vor allem geklärt werden, welche der genannten Ausgangsstoffe tatsächlich in Brandenburg hergestellt werden und was aus anderen Regionen importiert wird. Ebenfalls zu klären ist, welche der genannten Biopolymere in Brandenburg überhaupt in Weiterverarbeitungen eingehen.

2.1.4.2.2 Datenerhebung zu Synthese von biobasierten Kunststoffen / Ertüchtigung nativer Biopolymere für die weitere Verarbeitung

Folgende Punkte sind hier von Interesse:

- Synthese von Polymeren aus biobasierten Monomeren (Bsp. PLA durch Uhde Inventa-Fischer in Guben)
- Chemische Modifizierung von nativen Biopolymeren als Grundlage für die Weiter verarbeitung (z.B. in Richtung Celluloseester, Stärkeester)
- Blenden von nativer Stärke mit Additiven und/oder anderen Polymeren (z.B. durch Fa. BIOP in Schwarzheide)

Hier sollen Details von Marktbeteiligten erhoben werden.

2.1.4.2.3 Datenerhebung zu Entwicklung und Herstellung von Halbzeugen und Endprodukten aus Biopolymeren

Hier geht es vor allem um die Erhebung der Nutzung von Biopolymeren bei den relativ zahlreichen brandenburgischen Kunststoffverarbeitern zu Halbzeugen und (meist kleineren) Endprodukten. Ausgangspunkt sind zumeist Granulate. Typische Verarbeitungstechnologien sind Extrusion, Spritzguss, Tiefziehen und Blasformen. Auch die Herstellung und Verarbeitung von Faserkompositen gehört in diesen Bereich, wobei diese Thematik mit im Rahmen des Leichtbaukapitels bearbeitet wird.
Hier soll vor allem erfragt werden, welche Verarbeiter bereits Biopolymere einsetzen und wer sich zukünftig den Einsatz vorstellen kann. Ebenfalls zu erheben sind momentan noch gesehene Hürden für den stärkeren Einsatz von Biopolymeren.

2.1.4.3 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich Leichtbau

Identifizierung von Möglichkeiten für die Entwicklung neuer innovativer Produkte unter Einsatz moderner Technologien im Leichtbau, nebst den dazugehörigen Verbundwerkstoffen, entlang der Wertschöpfungskette:

- Identifizierung und Benennung der Möglichkeiten
- Darstellung wesentlicher Einflussfaktoren hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der Realisierung
- Ableitung von Handlungsempfehlungen
- Abschätzung des Marktpotenzials der identifizierten Möglichkeiten
- Untersuchung möglicher Synergieeffekte durch eine verstärkte Zusammenarbeit des Clusters Kunststoffe und Chemie mit relevanten Initiativen/Netzwerken in der Hauptstadtregion und benachbarten Bundesländern

- Untersuchung zur Umsetzung eines Kompetenzzentrums Leichtbau für neue nachhaltige Produkte und Materialien unter Berücksichtigung von möglichen Cross-Cluster-Innovationen
- Prüfung der technologischen und räumlichen Umsetzung des Zentrums
- Prüfung der Einbeziehung eines Prüf- und Prototypenzentrum für Faserverbundwerkstoffe (vorgelegt von Prof. Ziegenhorn im Juli 2014**)**

2.1.5 Einschätzung der Möglichkeiten zur Erweiterung des Nutzungsportfolios im Bereich der Spezialchemie, der Biopolymere und des Leichtbaus in Brandenburg, Handlungsempfehlungen

Basierend auf den Umfrageergebnissen und Erkenntnissen aus der entsprechenden F&E Tätigkeit des Forschungsinstituts Bioaktive Polymersysteme e.V., des Fraunhofer IAP, der Fraunhofer Einrichtung PYCO werden Schlussfolgerungen zu Möglichkeiten der Portfolioerweiterung auf der Basis neuer innovativer Technologie- und Produktentwicklungen gezogen und Marktpotenziale abgeschätzt. Das wird in enger Abstimmung zwischen den Partnern erfolgen. Es werden Handlungsempfehlungen in den Bereichen Spezialchemikalien, Biopolymere und Leichtbau für vorbereitende Maßnahmen einer zukünftigen Umsetzung gegeben. Insbesondere werden der Landesregierung Empfehlungen für die Richtlinie zum OP EFRE 2014-2020 sowie für Modifizierungen in der neuen Förderphase gegeben. Dazu soll während der Evaluation eng mit der ZukunftsAgentur Brandenburg GmbH (ZAB), den Clusterakteuren des Clusters Kunststoffe und Chemie, dem Clustersprecher und Handlungsfeldsprechern sowie dem entsprechenden Fachreferat im MWE zusammen gearbeitet werden.

2.1.6 Ermittlung potenzieller Synergieeffekte über Kooperationen mit Initiativen/Netzwerken in anderen Ländern der Bundesrepublik

Möglichkeiten werden mit relevanten Netzwerken diskutiert. Dabei wird an folgende Kooperationspartner gedacht:

- Spitzencluster BioEconomy (Mitteldeutschland)
- Cluster Chemie / Kunststoffe Mitteldeutschland
- CLIB (Cluster Industrielle Biotechnologie) 2021
- Kunststoffverbund Berlin/Brandenburg KuVBB
- Berlin Partner
- Polycum (Mitteldeutschland)
- Norddeutsches Kunststoffnetzwerk NORKUN
- Industrielle Biotechnologie Nord e.V.
- TuTech Innovation GmbH

Die Aktivitäten werden in enger Abstimmung zwischen den Partnern, der ZAB, den Clusterakteuren des Clusters Kunststoffe und Chemie sowie dem entsprechenden Fachreferat im MWE durchgeführt.

2.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

2.2.1 Spezialchemikalien

Biobasierte Spezialchemikalien müssen aus Sicht der Chemischen Industrie insbesondere in Europa in den nächsten 20 Jahren entwickelt und umgesetzt werden. Das Kapitel

Spezialchemikalien beschreibt die im Land Brandenburg arbeitenden Unternehmen, die heute bereits biobasierte Spezialchemikalien produzieren und weitere Unternehmen, die sich für die Technologie- und/oder Produktentwicklung in jüngerer Zeit aus dem Wissenschaftsbereich ausgegründet bzw. neu angesiedelt haben. Insgesamt konnten 27 Unternehmen in die Auswertung für die Potenzialanalyse Biobasierte Spezialchemikalien im Land Brandenburg einbezogen werden. Dabei wurden neben den klassischen Marktsegmenten (Fettalkohole, Fettsäure, Fettsäureester) neuere industrielle Entwicklungen in den Marktsegmenten (Glycerin und Lignin) identifiziert. Weiter gibt es in dem Bereich Spezialitätenchemie neue technologische Entwicklungen auf Basis von Non-food Biomasse. Es werden via Plattformchemikalien definierte finale Produkte wie funktionalisierte Aromaten und Aliphaten für verschiedenste Anwendungen produziert. Diese Entwicklung wird mit einer aktuellen Marktstudie mit Focus für Plattformchemikalien und daraus herstellbaren Spezialchemikalien in Europa untermauert. Auch im Marktsegmente biobasierte Sonderkraftstoffe gibt es neue Entwicklungen, die aussichtsreich für eine industrielle Implementierung sind. Für die weitere industrielle Umsetzung im Land Brandenburg wird die Verknüpfung der agroindustriellen Standorte und der Chemiestandorte aus ökonomischen und ökologischen Gründen empfohlen. Der Aufbau eines Kompetenzzentrums Biobasierte Spezialitätenchemie auf Basis des vorhandenen Know how und die Umsetzung konkreter neuer biobasierter Produktionslinien entlang der Wertschöpfungskette werden als lohnenswert für das Land aufgezeigt.

2.2.2 Biopolymere

Das Kapitel beschreibt das Potenzial, das Biopolymere zurzeit in der brandenburgischen Kunststoff- und Chemieindustrie haben und gibt einen Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklungen. Biopolymere sind hier alle aus nachwachsenden Rohstoffen herstellbaren Kunststoffe. Zur Einschätzung des Potenzials erfolgte auf der Grundlage aktualisierter Listen von Herstellern und Verarbeitern von Kunststoffen in Brandenburg zunächst eine Internetrecherche auf Grundlage öffentlich verfügbarer Informationen, gefolgt von einer Fragebogenaktion, die getrennt nach Herstellern und Verarbeitern sowie von Fachnetzwerken in an das Land Brandenburg angrenzenden Regionen organisiert war. Es ergaben sich folgende wesentliche Ergebnisse. Biopolymere haben in den nächsten 10 – 20 Jahren weltweit insgesamt sehr gute Marktaussichten. In Brandenburg gibt es allerdings bisher kaum Hersteller von Biopolymeren. Hier wird zur Weiterentwicklung von Wertschöpfungsketten mit Nachbarn des Landes Brandenburg zu kooperieren sein. Von den befragten 123 Kunststoffverarbeitern setzen bisher nur 28 Biopolymere ein (zumeist nur ergänzend zum sonstigen Material- und Produktportfolio), während weitere 7 Unternehmen mittelfristig den Einsatz von Biopolymeren planen. Das unterstreicht die Notwendigkeit von Maßnahmen (Marketing und Zertifizierungen, gezielter Einsatz von Fördermitteln, Thematisierung des Potenzials von Biopolymeren bereits bei der Berufsausbildung etc.) zur Erweiterung des Einsatzes von Biopolymeren im Land Brandenburg. Hierzu erfolgen auch Vorschläge zur Entwicklung attraktiver Wertschöpfungsketten.

2.2.3 Leichtbau

Das Kapitel zum Themenbereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe beschreibt das Potenzial bestehender Kompetenzen auf dem Gebiet des Leichtbaus und dazugehöriger Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg und gibt die vielfältigen Entwicklungsperspektiven unter Einbeziehung der aktuellen industriellen Entwicklungen. Zur Einschätzung des Potenzials wurden sämtliche Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg, die

Leichtbaumaterialien und Verbundwerkstoffe sowie deren Ausgangsmaterialien verarbeiten oder herstellen, Leichtbautechnologien anbieten oder im Bereich Aus- und Fortbildung, Forschung und Entwicklung im Leichtbau/Verbundwerkstoffe tätig sind oder über das Potenzial hierüber verfügen, erfasst. Für die Datenerhebung im Rahmen des Themenbereichs Leichtbau/Verbundwerkstoffe wurde ein spezifischer Fragenkatalog erstellt und Daten der relevanten Forschungseinrichtungen und Unternehmen im ersten Schritt durch eine Recherche frei zugänglicher Informationen ermittelt. Anschließend wurden ausführliche Telefonate mit den Unternehmen und Forschungseinrichtungen für die Vervollständigung der Daten durchgeführt. Insgesamt konnten 134 Unternehmen und 5 Forschungseinrichtungen mit Bezug zum Themenschwerpunkt Leichtbau und dazugehöriger Verbundwerkstoffe ermittelt werden. Im Land Brandenburg ist die gesamte Wertschöpfungskette von der ersten Konzeptionierung über Labormuster bis hin zu prototypischen Anwendungen sichergestellt. Es wird von den universitären und außeruniversitären Einrichtungen die gesamte Entwicklungskette von der Chemie bis zum fertigen Bauteil abgedeckt, sodass die verschiedensten Industrieunternehmen von den Forschungs- und Entwicklungsergebnissen profitieren und ihre Marktposition verbessern können. Darüber hinaus besteht bereits eine gut ausgebaute Zusammenarbeit zwischen Hochschulen/Universitäten/Instituten und der Industrie, diese kann jedoch zukünftig weiter ausgebaut werden. Um die Entwicklung im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg zu fördern und Synergien besser zu nutzen, sind branchenübergreifende Kompetenzen durch Kooperation und Netzwerkbildung zwischen Rohstoffproduzenten, Verarbeitern, wissenschaftlichen Einrichtungen und Netzwerken notwendig. Die Potenzialanalyse zeigt, dass im Land Brandenburg noch erhebliches, bislang unausgeschöpftes Potenzial existiert, welches den Leichtbau und die Unternehmen dieses Handlungsfeldes in Zukunft weiter befördern wird.

3 Ergebnisse im Bereich Spezialchemikalien

3.1 Fachlicher Hintergrund 13

3.1.1 Einordnung 13

3.1.1.1 Öle und Fette 14

3.1.1.2 Ligninbasierte Spezialchemikalien 15

3.1.1.3 Biobasierte Furanstrukturen 16

3.1.1.4 Biobasierte Lävulinsäure und Lävulinsäure Derivate 17

3.1.1.4.1 Kraftstoffkomponenten auf Lävulinsäurebasis zur Herstellung biobasierter Alkylatbenzinformulierungen 18

3.1.1.5 Bio-Glycerinherstellung im Land Brandenburg 20

3.2 Ergebnisse der Unternehmensbefragung 24

3.2.1 Auswahl der zu befragenden Unternehmen, Netzwerke und Cluster sowie Erstellung der Adresslisten und Fragebögen 24

3.2.2. Auswertung der Fragebögen 25

3.3 Entwicklung von brandenburgischen Wertschöpfungsketten im Bereich Spezialchemikalien 33

3.4 Marktstudie mit Focus Europa 35

3.4.1 Methodik 35

3.4.2 Aktuelle Tendenzen des europäischen Marktes sowie notwendige Forschung- und Entwicklung 37

3.5. Schlussfolgerungen zur Nutzung der Potenziale für eine weitere Netzwerkbildung in der brandenburgischen Chemieindustrie 48

3 Ergebnisse im Bereich Spezialchemikalien

3.1 Fachlicher Hintergrund

3.1.1 Einordnung

Unter Spezialchemikalien werden im Gegensatz zu den Bulk- oder Commodity chemicals all jene Chemikalien zusammengefasst, die zur Herstellung relativ hochpreisiger Folgeprodukte, wie Engineering Polymers (Spezialkunststoffe), Konsumchemikalien (Wasch, Reinigungs- und Körperpflegemittel, Duftstoffe etc.), Farben und Lacke, Pflanzenschutzmittel (Insektizide, Fungizide, Nematizide, Akarizide etc.) oder Kraftstoffadditive verwendet werden. Mit 43 % stellen die Spezialchemikalien den größten Anteil der deutschen Chemieproduktion dar. Allein 2011 lag das erwirtschaftete Marktvolumen der petrochemisch erzeugten Spezialchemikalien in Deutschland bei knapp 67 Mrd. Euro[5]. Damit erwirtschaftet die deutsche chemische Industrie knapp 12% des weltweiten Volumens von 567 Mrd. Euro. Aufgrund der Endlichkeit der fossilen Rohstoffreserven und des steigenden Bedarfs werden zukünftig nachwachsende Rohstoffe und die aus ihnen darstellbaren Spezialchemikalien immer mehr an Bedeutung gewinnen. Schon heute beträgt der Anteil nachwachsender Rohstoffe an der Rohstoffbasis der deutschen chemischen Industrie 13% bzw. 2,7 Mio. Tonnen, wobei nahezu der gesamte Anteil der derzeit verwendeten nachwachsenden Rohstoffe für die Herstellung von Spezialchemikalien verwendet wird[6]. Bis 2030 werden die Chemieunternehmen in Deutschland 50% mehr nachwachsende Rohstoffe für ihre Verfahren verwenden[2]. Dabei sind bereits Aktivitäten im Bereich der stofflichen Biomassenutzung im Land Brandenburg an den verschiedenen Industriestandorten in Schwarzheide, Schwedt und in der Prignitz zu verzeichnen. Im Folgenden wird ein kurzer Abriss über den Stand der Technik im Bereich der biobasierten Spezialchemikalien im Land Brandenburg gegeben, wobei eine Einordnung ausgehend vom Rohstoff bzw. den Primär- und Sekundär-Produkten [7] erfolgt.

---

[5] Die deutsche chemische Industrie 2030, VCI-Prognos-Studie, 2013., https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/langfassung-prognos-studie-30-01-2013.pdf Download: 11.03.2015.

[6] Broschüre des VCI - Daten und Fakten, Rohstoffbasis der chemischen Industrie, Stand Nov. 2014, https://www.vci.de/vci/downloads-vci/top-thema/daten-fakten-rohstoffbasis-der-chemischen-industrie-de.pdf., Download: 11.03.2015.

[7] Roadmap Bioraffinerien im Rahmen der Aktionspläne der Bundesregierung zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, 2012, http://www.biopos.de/fnr_roadmap_web_2012.pdf, Download: 11.03.2015

3.1.1.1 Öle und Fette

Öle und Fette stellen chemisch gesehen Triester aus Glycerin und aliphatischen Monocarbonsäuren (den sog. Fettsäuren) dar, wobei das Glycerin mit bis zu 3 verschiedenen Fettsäuren verestert sein kann. In Abb. 3.1 ist die allgemeine Struktur dargestellt.

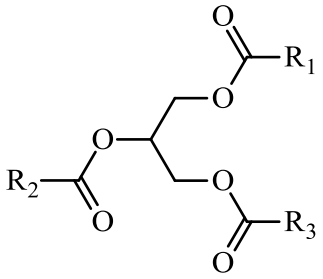


Abb. 3.1: Allgemeine Struktur von Fetten und Ölen

Alle bei Raumtemperatur flüssigen Fette werden als Öle bezeichnet. Mit über 20 Mt Tonnen, die jährlich von der chemischen Industrie verarbeitet werden, stellen Öle und Fette einen wichtigen Rohstoff für die Wertschöpfung dar[8]. Die Verwendung von Ölen und Fetten in der chemischen Industrie hat bereits eine lange Tradition. So werden etwa seit Mitte des 19. Jahrhunderts Öle und Fette für die Herstellung von Seifen und Tensiden eingesetzt. Heute werden Öle und Fette für die verschiedensten Anwendungen in Chemie und Technik eingesetzt und sind wichtige Rohstoffe für die Synthese von Spezialchemikalien. Allein im Jahre 2011 setzte die chemische Industrie in Deutschland rund 1,4 Mio. Tonnen Öle und Fette als Rohstoff für eine stoffliche Nutzung ein. Rechnet man den Anteil der für die Biodieselherstellung genutzt wird noch dazu, so werden jährlich 4,5 Mio. Tonnen Öle und Fette eingesetzt[9]. Davon bestehen etwa ¼ aus tierischen Fetten und ¾ aus pflanzlichen Fetten. In Tab. 1 sind die wichtigsten Folgeprodukte bzw. Einsatzgebiete der Fette und Öle zusammengefasst.

Tab. 3.1: Aus Ölen und Fetten zugängliche Produkte (in Anlehnung an Peters, D.; Holst, N.; Herrmann, B.; Lulies, S.; Stolte, H. Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie, Publikation der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe – FNR, 3. vollständig überarbeitete Auflage, 2010.)

Verwendung	Verwendungsbereich	Beispiele
Tenside	Stoffliche Nutzung	Palmkernöl
Schmelzklebstoffe auf der Basis von Fettsäuren		Verschiedene Öle
Lackrohstoffe		Leinöl
Polyurethane		Rizinusöl
Hydrauliköle, Getriebeöle,		Verschiedene Öle

[8] Cespi, D. *et al.* Glycerol as feedstock in the synthesis of chemicals: a life cycle analysis for acrolein production. *Green Chem.* **17,** 343–355 (2014).

[9] VCI, Daten und Fakten zum Thema: Rohstoffbasis der chemischen Industrie, Publikation des Verbands der Chemischen Industrie – VCI November 2014, https://www.vci.de/vci/downloads-vci/top-thema/daten-fakten-rohstoffbasis-der-chemischen-industrie-de.pdf Download: 11.03.2015.

und Kühlschmierstoffe Formtrennmittel		
Biodiesel	Energetische Nutzung	Vor allem Rapsöl

Brandenburg ist aufgrund seiner industriell aufgestellten Landwirtschaft bereits jetzt ein attraktiver Standort für die Produktion pflanzlicher Öle und Fette. Das mit Abstand wichtigste Pflanzenöl in Deutschland ist das Rapsöl. Derzeit wird Raps auf ca. 10 % der in Deutschland ackerbaulich genutzten Fläche (rund 1,4 Millionen Hektar) angebaut. Da Raps eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit spielt, stellt er eine wichtige Fruchtfolgekultur dar. Allein in Brandenburg, als einer der Hauptrapsproduzenten, werden knapp 10% ca. 544.400 t des jährlich in Deutschland produzierten Rapssamen produziert[10]. Dabei verfügt Brandenburg bereits über eine breit aufgestellte ölverarbeitende Industrie, die beispielsweise mit der Unternehmen Cremer Oleo GmbH in Wittenberge verschiedenste aus Ölen und Fetten zugängliche Spezialitäten produziert, wie Hydraulik-, Schmier- und Getriebeöle, Fettsäuren, Fettsäureester, Ausgangsstoffe für die Pharma- und Kosmetikindustrie sowie maßgeschneiderte Fett- und Ölformulierungen für die Nahrungsmittelindustrie. Die in Oranienburg ansässige Oleowerk Brandenburg GmbH befasst sich mit der Gewinnung von Fettsäuren aus in Fettabscheidern separierten Fetten. Dadurch bietet Brandenburg bereits gute Voraussetzungen für den zukünftig zu vollziehenden Rohstoffwandel von fossilen zu nachwachsenden Rohstoffen.

3.1.1.2 Ligninbasierte Spezialchemikalien

Lignin, ein dreidimensional aromatisches Biopolymer (Molmasse 5000–10000), dient in der Natur als Gerüst- und Stützsubstanz zur Stabilisierung von pflanzlichen Zellen (Lignifizierung oder Verholzung)[11] und stellt nach den Kohlenhydraten, mit einer jährlichen Biosyntheseleistung von 20 Mrd. Tonnen den zweithäufigsten Naturstoff dar[12]. Der Lignin-Anteil einzelner Pflanzen in der Trockensubstanz ist unterschiedlich und liegt zwischen 26–31 % im Nadelholz, 20–25 % im Laubholz bzw. 17–21 % im Weizenstroh[13]. Derzeit fallen große Mengen Lignin als Nebenprodukt der Zellstoffgewinnung an. So belaufen sich die jährlich weltweit anfallenden Mengen auf etwa 50 Mio. Tonnen[14]. Diese Menge wird nahezu ausschließlich in Form von Kraftlignin (Sulfatverfahren) und sog. Lignosulfonaten (Sulfitverfahren) einer thermischen Verwertung zugeführt. Aktuell ist die Entwicklung von Verfahren und Prozessen zur stofflichen Nutzung des Lignin, bspw. als nachwachsende natürliche Aromatenquelle für die Bereitstellung monomer Aromaten oder als Phenolsubstitut in Phenol-Formaldehyd-Harzen, Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. So konnte die Dynea Erkner GmbH, als Produzent von Kunstharzen auf Harnstoff-, Melamin- und Phenol-Basis, im Rahmen zweier durch die Fachagentur nach-

[10] Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2014., http://www.bmelv-statistik.de/de/statistisches-jahrbuch, Download: 11.03.2015.

[11] Kamm, B. Basisartikel Lignin, Römpp Online 2015, https://roempp.thieme.de/roempp4.0/do/Welcome.do, Download: 11.03.2015.

[12] Argyropoulos, D. S.; Menachem, S. B., In *Biopolymers from Renewable Resources*, [Kaplan, D. L.,(Hrsg.)]; Springer, Berlin, (1998); S. 292.

[13] Freudenberg, K.; Neish, A. C., *The Constitution and Biosynthesis of Lignins*, Springer: New York, (1968).

[14] Norgren, M. & Edlund, H. Lignin: Recent advances and emerging applications. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* **19,** 409–416 (2014).

wachsende Rohstoffe geförderter Projekte[15] am Standort in Erkner, bereits Organosolv-Lignin als Phenolsubsitut in Phenol-Formaldehyd-Harze einsetzen. Dabei konnten bis zu 30% Phenol durch den nachwachsenden Rohstoff Lignin ersetzt werden. Die daraus produzierten Holzwerkstoffe wie Spanplatten, MDF und Sperrholz zeigten, dass bereits ohne Optimierung der Rezeptur akzeptable Eigenschaftsprofile erreicht werden konnten[16].

3.1.1.3 Biobasierte Furanstrukturen

Durch die immer knapper werdenden fossilen Rohstoffreserven werden die Preise für erdölbasierende Produkte (z.B. Kunststoffe) in den nächsten Jahren ansteigen, auch wenn Sie aktuell auf einem niedrigen Niveau liegen. Gleichzeitig wollen die Mineralöl- und Chemieunternehmen ihre CO_2-Produktbilanzen verbessern. Durch regenerative Energiequellen, wie Sonnen-, Wind-, Wasser- und geothermische Energie, könnte der Energiebedarf zukünftig gedeckt werden. Für die Deckung des Rohstoffbedarfs der chemischen Industrie (Kunststoffe, Pharmaka, Tenside, Farbe und Lacke etc.) wird aber die Nutzung alternativer Rohstoffquellen zwingend erforderlich werden. Durch chemische Konversion cellulosehaltiger Rohstoffe wie bspw. Getreidestroh, können hochfunktionalisierte Furane (fünfgliedriger sauerstoffhaltige Heterocyclen) gewonnen werden, die als Ausgangsstoff zur Herstellung von Kunststoffen, Wirkstoffen, Pharmaka sowie Farben und Lacke dienen[17]. So lässt sich die Plattformchemikalie 5-Hydroxymethylfurfural durch eine säurekatalysierte Wasserabspaltung aus Weizenstroh gewinnen[18]. Plattformchemikalien sind als Chemikalien definiert, die aufgrund ihres molekularen Aufbaus bzw. ihrer hohen Funktionalisierung (chemische Gruppen: z.B. Carboxylgruppe oder Alkoholfunktion) in eine Vielzahl weiterer Synthesebausteine umwandelt werden können. Eine konkrete wirtschaftlich lohnenswerte Weiterentwicklung für den Bereich biobasierte Spezialchemikalien aus Basis von Nicht-Nahrungsmittel-Biomasse wird in der Abb. 3.2 Biobasierte Furanstrukturen dargestellt.

So kann durch Oxidation der Aldehyd- und Alkoholfunktion die Plattformchemikalie 2,5-Furandicarbonsäure (FDCA), eine aromatische Dicarbonsäure, aus Hydroxymethylfurfural dargestellt werden, die zukünftig eine biobasierte Alternative zur petrochemisch basierenden Terephthalsäure darstellen könnte[19]. Durch selektive Oxidation der Aldehydfunktion kann ebenfalls die polymerisationsfähige 5-Hydroxymethyl-2-furancarbonsäure, die zudem eine nematizide Wirkung auf bestimmte für europäische Kiefernarten pathogene Fadenwürmer zeigt, hergestellt werden[20].

---

[15] BMELV Verbundvorhaben Pilotprojekt „Lignocellulose-Bioraffinerie“ FKZ 22014206; „Entwicklung, Herstellung und Prüfung von Spanplatten unter Einsatz von natürlichen Bindemitteln“ FKZ 22V2526

[16] Van Herwijnen, H. W. G., Fliedner, E. & Heep, W. Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Bindemitteln für Holzwerkstoffe. *Chemie Ingenieur Technik* 82, 1161–1168 (2010).

[17] Kamm, B., Gerhardt, M. & Leiß, S. Bioraffinerie: Wo kommen die Chemikalien her? *Nachr. Chem.* 57, 1182–1187 (2009).

[18] Wang, P., Yu, H., Zhan, S. & Wang, S. Catalytic hydrolysis of lignocellulosic biomass into 5-hydroxymethylfurfural in ionic liquid. *Bioresource Technology* 102, 4179–4183 (2011).

[19] Gandini, A., Silvestre, A. J. D., Neto, C. P., Sousa, A. F. & Gomes, M. The furan counterpart of poly(ethylene terephthalate): An alternative material based on renewable resources. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry 47, 295–298 (2009).

[20] Kimura, Y. *et al.* Nematicidal activity of 5-hydroxymethyl-2-furoic acid against plant-parasitic nematodes. *ZEITSCHRIFT FUR NATURFORSCHUNG C* 62, 234 (2007).

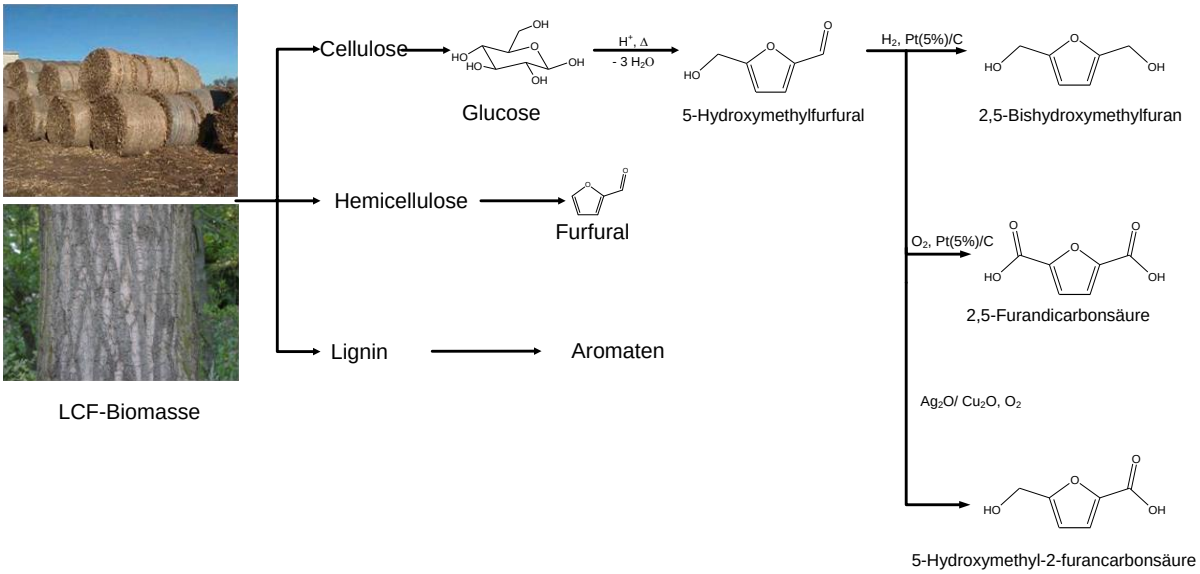


Abb. 3.2 Biobasierte Furanstrukturen

Im Land Brandenburg beschäftigt sich die Biorefinery.de GmbH seit mehr als 12 Jahren mit der Entwicklung von Verfahren zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe innerhalb des Bioraffinerieregimes und nimmt damit eine Vorreiter-Position ein. Dabei konnten bereits verschiedene Verfahren und Prozesse zur Konversion verschiedenster Biomassen in Folgeprodukte patentiert werden. Unter anderem bietet die Biorefinery.de GmbH bereits ein breites Produktportfolio biobasierter Furane an.

3.1.1.4 Biobasierte Lävulinsäure und Lävulinsäure Derivate

Eine weitere cellulosebasierte Plattformchemikalie stellt die Lävulinsäure dar. Lävulinsäure (4-Oxopentansäure) ist eine stabile kristalline aliphatische Carbonsäure mit einer Oxogruppe am vierten Kohlenstoffatom, die sich direkt, durch säurekatalysierte Dehydratisierung bei erhöhter Temperatur aus cellulosehaltigen Biomassen bzw. Reststoffen (nicht mehr recyelbares Altpapier), gewinnen lässt[21]. Dabei ist die Ausbeute vom Cellulosegehalt des eingesetzten Rohstoffes abhängig. So beträgt bspw. bei Einsatz von Weizenstroh (Cellulosegehalt: 40%) die Lävulinsäureausbeute ca. 60% bzg. auf den Cellulosegahlt bzw. 20% auf die Einwaage (Trockensubstanz)[22]. Aufgrund der Vielzahl von Folgeprodukten, die aus Lävulinsäure zugänglich sind, gehört Lävulinsäure zu den 15 Top biobasierten Plattformchemikalien, die vom US Department of Energy identifiziert wurden[23]. Momentan wird Lävulinsäure als Ausgangsstoff für die Herstellung von Medikamenten und Weichmachern verwendet. Aktuelle Studien und Untersuchungen

[21] Rackemann, D. W. & Doherty, W. O. The conversion of lignocellulosics to levulinic acid. *Biofuels, Bioprod. Bioref.* **5,** 198–214 (2011).

[22] Chang, C., Cen, P. & Ma, X. Levulinic acid production from wheat straw. Bioresource Technology 98, 1448–1453 (2007).

[23] T. Werpy, G. Peterson, (2004) Top Value Added Chemicals from Biomass: Volume 1, Results of Screening for Potenzial Candidates from Sugars and Synthesis Gas. Erstellt von Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), National Renewable Energy Laboratory (NREL), Office of Biomass Program (EERE)., http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/35523.pdf, Download 11.03.2015

zeigen, dass sich durch weitere chemische Konversion wertvolle biobasierte Kraftstoffkomponenten aus Lävulinsäure gewinnen lassen (vgl. 3.1.1.4.1). Derzeit sind die bereits entwickelten Technologien zur Lävulinsäuregewinnung aus cellulosehaltigen Rohstoffen bzw. Abfallströmen in Europa noch nicht in der industriellen Umsetzung. Wobei aber sowohl die chemische Industrie als auch die in Deutschland und speziell im Land Brandenburg stark vertretene Papierindustrie bereits ihr Intresse bekundet haben. So konnte das FI Biopos e.V. in Kooperation mit der papiertechnischen Stiftung bereits Technologiekonzepte zur Verwertung cellulosehaltiger Abfallströme aus dem Papierherstellungsprozess zur Lävulinsäuregewinnung entwickeln.

3.1.1.4.1 Kraftstoffkomponenten auf Lävulinsäurebasis zur Herstellung biobasierter Alkylatbenzinformulierungen

Alkylatbenzin besteht hauptsächlich (zu 85 – 95 %) aus C7 – C12 Isoparafinen und enthält nur sehr geringe Mengen an Aromaten (Benzolgehalt < 0,05 %). Alkylatkraftstoffe verbrennen sehr sauber zu Kohlenstoffdioxid und Wasser und es kommt kaum zur Bildung von gesundheits- und umweltschädlichen Stoffen während des Verbrennungsprozesses. Insbesondere krebserzeugende, mutagene oder reproduktionstoxische Stoffe sind nur in sehr geringen Konzentrationen in den Abgasen enthalten. Aufgrund dieser Eigenschaften werden sie dort eingesetzt, wo der Mensch direkt den Abgasen der Maschine ausgesetzt ist, zum Beispiel in der Landschaftspflege (Rasenmäher und Motorsensen) oder in der Forstwirtschaft. Die derzeit am Markt verfügbaren petrochemischen Alkylatbenzine (Gerätebenzin für z.B. Forstmaschinen und Rasenmäher) enthalten keinen biobasierten Treibstoffanteil, wodurch Strafzahlungen zu entrichten sind. Daher sind Hersteller/Produzenten von Alkylat/Gerätebenzinen bemüht, geeignete biobasierte Treibstoffkomponenten einzusetzen.
Aktuell wird der Einsatz von Alkylvaleraten als biobasierte Treibstoffkomponente in der Forschung und Entwicklung diskutiert[24]. Alkylvalerate sind aus Cellulose darstellbar (vgl. Abb. 3.3). Im ersten Schritt wird die Cellulose durch eine säurekatalysierte „Onepot"-Reaktion in Lävulinsäure umgewandelt. Anschließend wird die Lävulinsäure durch eine metallkatalysierte Wasserstoffanlagerung (Hydrierung) in Valeriansäure umgewandelt. Diese wird im letzten Schritt mit dem entsprechenden Alkohol zum Alkylvalerat umgesetzt.

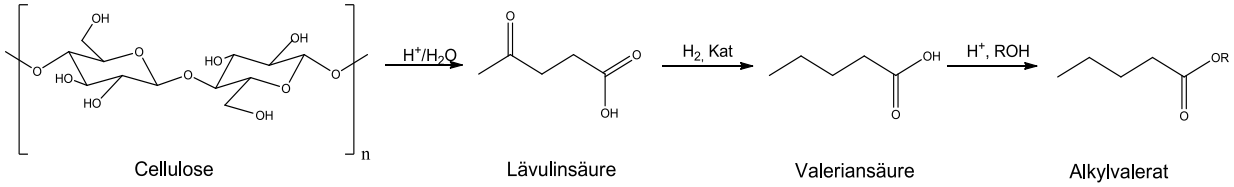


Abb. 3.3 Herstellung von Alkylvaleraten aus Cellulose

Alkylvalerate (Valeriansäureester) weisen auf Grund des höheren Kohlenstoff/Sauerstoff-Verhältnisses sowohl eine höhere Energiedichte (vgl. Abb. 3.7) als auch geringere Polaritäten im Vergleich zu den derzeit auf dem Markt verfügbaren biobasierten Treibstoffkomponenten wie Ethanol auf. In Abb. 3.4 sind die Polarität und Energiedichte verschiedener Alkylvalerate mit Ethanol vergleichend gegenübergestellt.

[24] Lange, J.-P. *et al.* Valeric Biofuels: A Platform of Cellulosic Transportation Fuels. *Angewandte Chemie International Edition* **49,** 4479–4483 (2010).

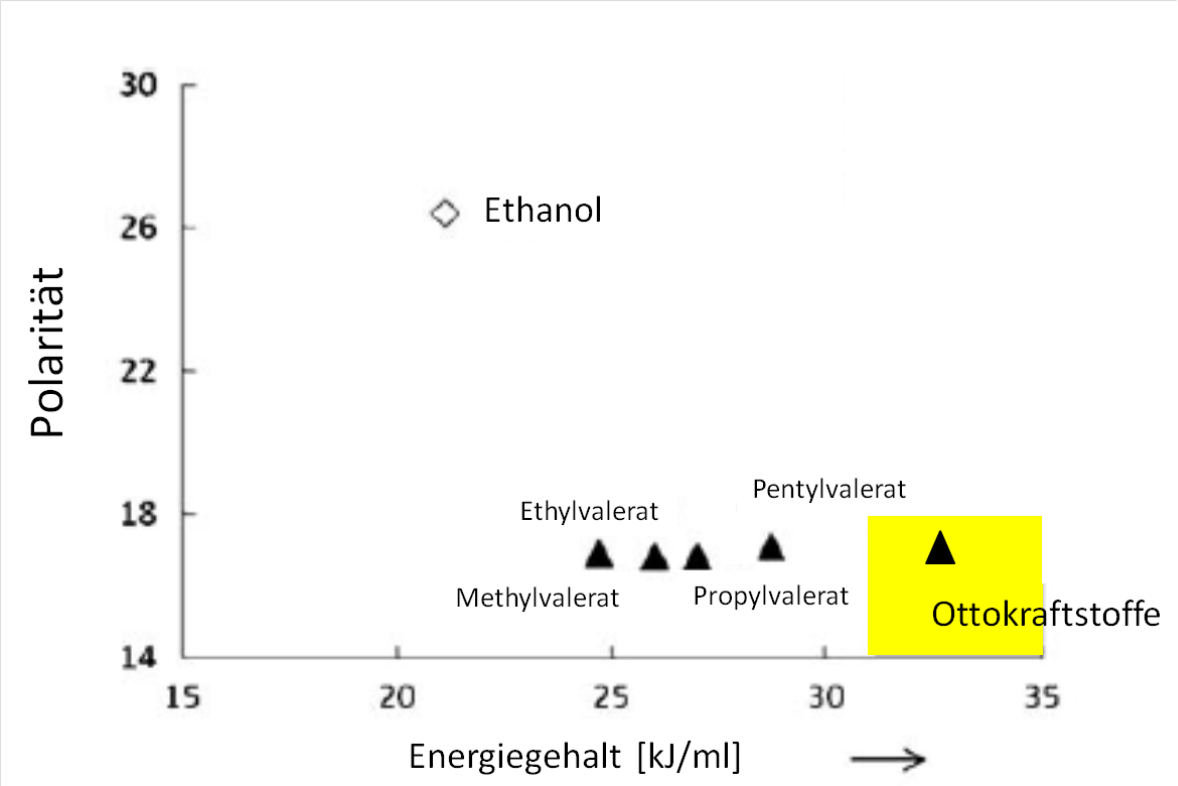


Abb. 3.4 Vergleich der Polarität und des Energiegehaltes verschiedener Alkylvalerate und Ethanol

Die niedrigere Polarität der Valeriansäureester hat zudem eine verringerte Mischbarkeit mit Wasser und verbesserte Mischbarkeit mit höheren Kohlenwasserstoffen, wie sie im Alkylatbenzin enthalten sind, zur Folge. Weiterhin wirkt sich die geringe Polarität der Alkylvalerate positiv auf die Beständigkeit von Elastomeren, die im Tank- und Leitungssytem verwendet werden, aus. Ein weiterer Vorzug der Alkylvalerate gegenüber biobasierten Ethern, wie 2-Methyltetrahydrofuran oder ETBE, liegt in der hohen Oxidationsstabilität (keine Bildung von explosiven Hydroperoxid und Peroxiden). Durch Variation der Länge des Alkylrestes können die Flüchtigkeit und Zündungseigenschaften der Alkylvalerate auf die Bedürfnisse des Treibstoffes eingestellt werden. So zeigten die höheren Butyl- und Pentylester der Valeriansäure Polarität, Flüchtigkeit, Zündeigenschaften und Fließeigenschaften im Niedrigtemperaturbereich. In Abb. 3.5 werden grundlegende Treibstoffeigenschaften, wie Siedepunkt und Blending-Research-Oktan-Zahlen (ROZ) verschiedener biobasierter Treibstoffkomponenten, miteinander verglichen. Dabei wird deutlich, dass sich die längerkettigen, also unpolareren und weniger flüchtigen Alkylvalerate beispielsweise für das Blenden von Dieseltreibstoff eignen, wohingegen die kurzkettigeren Alkylvalerate für das Blenden von Benzin-Treibstoff geeignet sind.

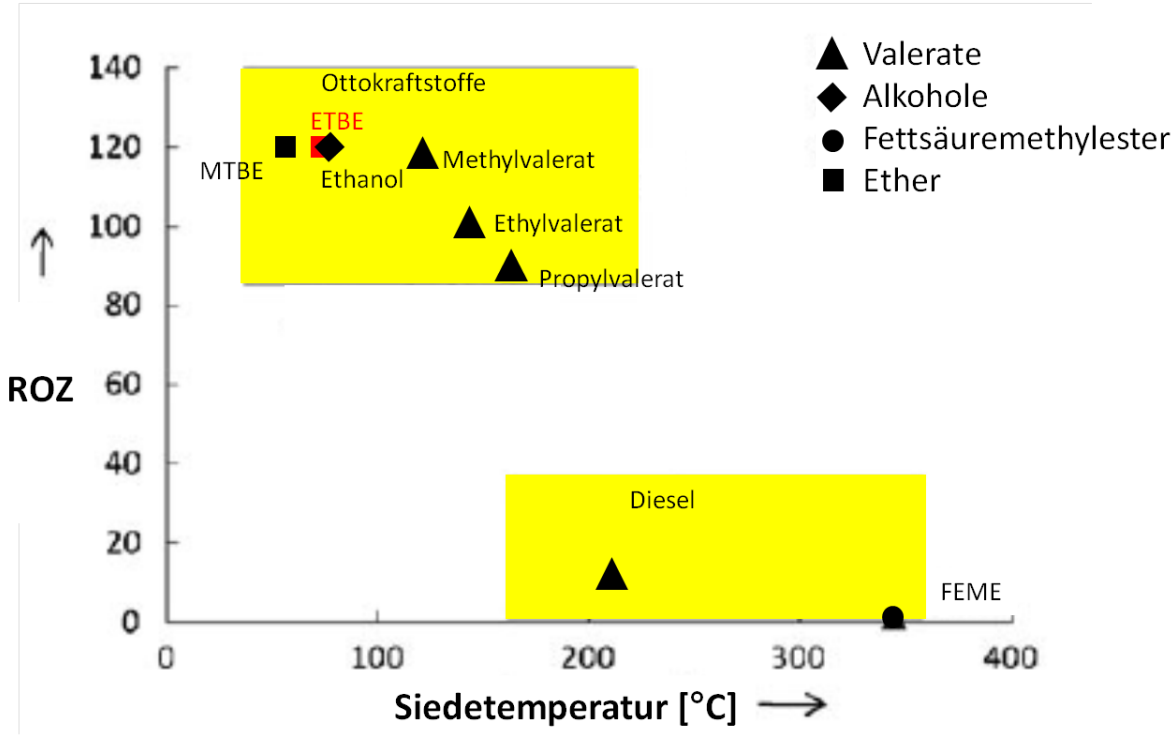


Abb. 3.5 Vergleich grundlegender Treibstoffeigenschaften wie Blending-Research-Oktan-Zahlen (BRON) und Siedetemperatur von verschiedenen biobasierten Treibstoffkomponenten

Mit einem Benzin-Ethylvalerat-Blend (15% wt% Ethylvalerat) wurden bereits erste Fahrtests durchgeführt. So wurde in einem viermonatigen Fahrtest eine kumulative Strecke von 250 000 km (500 km/Tag) zurückgelegt, wobei keine messbaren negativen Effekte des Ethylvaleriat (EV) auf den Schadstoffausstoß, die Leistung, das Fahrverhalten, die Ölqualität, den Motorzustand, das Tank-, Pump- oder Leitungssystem beobachtet werden konnten. Im Land Brandenburg befasst sich die auf dem Gelände des Industrieparks Schwedt ansässige Velind Sonderkraftstoffe GmbH, als Abfüller von Alkylatbenzinen (Sonderkraftstoffen), mit der Entwicklung biobasierter Alkylatkraftstoffkomponenten. In Zusammenarbeit mit dem FI Biopos e.V. in Teltow und dem Mineralölunternehmen TOTAL, Berlin, konnten bereits ausgewählte Alkylvalerate untersucht werden. (vgl. Abb. 3.5).

3.1.1.5 Bio-Glycerinherstellung im Land Brandenburg

Bioglycerin fällt bei der Biodieselherstellung als Nebenprodukt an. Im Fall des Rapsöls fallen je Tonne Biodiesel cira. 105 kg Gylcerin an[25]. Biodiesel oder Agrodiesel besteht chemisch gesehen aus Methylester (FAME) verschiedener gesättigter C16 – 18 und ungesättigter C18 Fettsäuren. Diese sog. FAME (Fettsäuremethylester) werden in der Regel durch katalytische Umesterung von Pflanzenölen, tierischen Fetten/Ölen bzw. Altfetten aus der Nahrungsmittelherstellung mit Methanol gewonnen, wobei Rapsöl mit einem An-

[25] Majer, Stefan; Oehmichen, Katja; Mögliche Ansätze zur Optimierung der THG- Bilanz von Biodiesel aus Raps, DBFZ – DeutschesBiomasseForschungsZentrum Leipzig, Auftragsstudie des UFOP Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V., Mai 2010, http://www.ufop.de/files/5213/3907/5358/Optimierung_der_THG-Bilanz_von_RME.pdf, Dowload 12.03.2015.

teil von 85%, die Hauptrohstoffquelle für die Biodieselproduktion in Deutschland darstellt[26]. In Deutschland beliefen sich die Bioglycerinproduktion im Jahr 2013 auf 252.000 Tonnen[27]. Die derzeitige Produktionskapazität liegt, unter Beachtung der vorhandenen Infrastruktur, bei 451.000 Tonnen Bioglycerin, die jährlich produziert werden könnten. Nach Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen nimmt das Land Brandenburg unter den Ländern der Bundesrepublik Deutschland mit einer Produktionskapazität von knapp 63.000 Tonnen den Platz 3 der größten Bioglycerinproduzenten ein.
Im Vergleich zum übrigen Bundesgebiet verteilt sich die vorhandene Gesamtproduktionskapazität aufgrund der industriell ausgerichteten landwirtschaftlichen Strukturen im Land Brandenburg auf wenige Standorte mit vergleichsweise hohen Produktionskapazitäten. Tab. 3.2 gibt eine Übersicht über die im Land Brandenburg ansässigen Biodiesel-/Biogycerinhersteller.

Tab. 3.2 Biodieselproduktionskapazität für Land Brandenburg, Stand 2013

Nr.	Anlage	Standort	Produktionskapazität [t/a]	
			Biodiesel	Bioglycerin
1	Bioeton Kyritz GmbH	Kyritz	80.000	8400
2	gbf german biofuels Gmbh	Falkenhagen	130.000	13.650
3	Verbio Diesel Schwedt GmbH & Co. KG	Schwedt/Oder	250.000	26.250
4	Zeppoil	Schwarzheide	-	17.700
		Gesamt	**460.000**	63.000

Die meisten Biodieselhersteller verfügen über eine Aufbereitungsanlage zur Aufreinigung der anfallenden Glycerins-Chargen, wobei Pharmaqualität erreicht wird. Damit kann das Glycerin sofort als Rohstoff für die Herstellung verschiedener Folgeprodukte wie Farben und Lacke, Medikamente oder Polymere eingesetzt werden. Unter anderem produziert die Zeppoil Schwarzheide GmbH (Tochter der tschechischen Spolchemie mit Sitz in Usti nad Labem) auf dem ehemaligen Standort der im Jahr 2011 insolvent gegangenen BIOPETROL INDUSTRIES GmbH (auf dem Betriebsgelände der BASF in Schwarzheide), hochreines Glycerin für die Herstellung von synthetischen Harzen und Lacken. Weiterhin ist Glycerol eine Plattformchemikalie zur Herstellung einer Vielfalt von Spezialchemikalien (siehe Kap. 3.4).

3.1.1.6 Prognosen für biobasierte Spezialchemikalien

Nach Meinung führender Experten aus Wirtschaft und Industrie wird dem Markt der Spezialchemikalien ein weiterhin hohes Wachstum vorausgesagt. So prognostiziert der Verband der Chemischen Industrie VCI in seiner Prognosestudie, bis 2030 mit einem durchschnittlichen Produktionswachstum von 2,2 % p.a., ein deutlich dynamischeres Wachstum

[26] FNR, Grafik: Rohstoffe für die Biodieselproduktion in Deutschland 2012, 2013.
[27] Dieter Bockey, Biodiesel 2013/2014 Sachstandsbericht und Perspektive – Auszug aus dem UFOP-Jahresbericht, August 2013. http://www.ufop.de/files/7314/2384/1786/WEB_Auszug_Biodiesel_2014.pdf, Download am 11.03.2015.

im Vergleich zur Chemieproduktion allgemein[28]. Bis zum Jahr 2030 wird ein Produktionsvolumen der deutschen Spezialchemie von 101 Mrd. Euro erwartet. Aufgrund des zu vollziehenden Rohstoffwandels, von petrochemischen zu biobasierten Rohstoffen, wird der Marktanteil biobasierter Spezialchemikalien weiter wachsen. Bereits im Jahre 2030 werden ca. 30% der weltweit produzierten Chemikalien biobasiert sein und in Europa wird ein Marktvolumen biobasierter Spezialchemikalien von 10,4 Mrd. Euro erwartet[29]. Prognosen für konkrete Spezialchemikalien sind aufgrund der derzeit verfügbaren Datenlage nur als eine Orientierung zu bewerten. In Tab. 3.3 und 3.4 wurde beispielhaft für die biobasierte Spezialchemikalie Lävulinsäure aus derzeit verfügbaren Daten, die Wirtschaftlichkeit für Gesamt-Deutschland und das Land Brandenburg abgeschätzt.

Tab. 3.3 Abgeschätzte Wirtschaftlichkeit der Gewinnung der Spezialchemikalie Lävulinsäure aus cellulosehaltigen Rohstoffen in Deutschland

Substrat	Substrataufkommen		Substrat-kosten bzw. Entsor-gungs-kosten 2015	Prozess-kosten pro t Rohstoff	Ausbeute (bei 60% Umsatz)	Lävulinsäure Marktpreis 2015	Gewinn 2015	
	Gesamt (2014)	Verwert-bar [Mio. t]					je Tonne Rohstoff	Gesamt [Mrd. €]
Weizenstroh (40% Cellulo-se)	20 Mio.t	6 (ca. 2,4 Mio.t Cellulo-se)	150 €/t	26 €	170 $kg/t_{Substrat}$	3,7 €/kg	459 €/t	2,76
Altpapier (55% Cellulose)	15,4 Mio.t	1,44 (ca. 0,77 Mio.t Cellulo-se)	- 20 €/t (#)	35 €	230 $kg/t_{Substrat}$	3,7 €/kg	860 €/t	1,24

(#) Einnahmen

Tab. 3.4 Abgeschätzte Wirtschaftlichkeit der Gewinnung der Spezialchemikalie Lävulinsäure aus cellulosehaltigen Rohstoffen im Land Brandenburg

Substrat	Substrataufkommen		Substrat-kosten bzw. Entsor-gungs-kosten 2015	Prozess-kosten pro t Rohstoff	Ausbeute (bei 60% Umsatz)	Lävulinsäure Marktpreis 2015	Gewinn 2015	
	Gesamt (2014)	Verwert-bar [Mio. t]					je Tonne Rohstoff	Gesamt [Mio. €]
Weizenstroh (40% Cellulo-se)	0,8 Mio.t	0,266 (0,106 Mio. t	150 €/t	26 €	170 $kg/t_{Substrat}$	3,7 €/kg	459 €/t	122

[28] Die deutsche chemische Industrie 2030 - VCI-Prognos-Studie https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/langfassung-prognos-studie-30-01-2013.pdf, Download: 11.03.2015

[29] Joint European Biorefinery Vision for 2030 Star-colibri Strategic Targets for 2020 – Collaboration Initiative on Biorefineries 2011.

		Cellulo-se)						
Altpapier (55% Cellulose)	2,2 Mio.t	0,204 (75 Tsd. T Cellulo-se)	- 20 €/t (#)	35 €	230 kg/$t_{Substrat}$	3,7 €/kg	860 €/t	175

(#) Einnahmen

Aus Sicht der zukünftigen Rohstoffsicherung der chemischen Industrie bildet eine Verbreiterung der Rohstoffbasis eine wesentliche Grundlage für die Wettbewerbsfähigkeit des Chemiestandorts Deutschland. Im Besonderen werden Standorte, die sowohl über hohe BiomassePotenziale als auch über eine entsprechende industrielle Infrastruktur verfügen, vom Wandel partizipieren. So bietet Brandenburg als Flächenland (fünftgrößtes Land der Bundesrepublik Deutschland 2,95 Mio. ha) mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von rund 1,3 Mio. ha (1 Mio. ha Ackerland, 0,3 ha Dauergrünland)[30], mit den bestehenden industriellen Agrarstrukturen, die sich in den wenigen Großbetrieben[31] sowie in den großen zusammenhängende Ackerflächen äußern, mit der existierenden industriellen Infrastruktur[32] mit den 5 Chemieparks: Schwarzheide (BASF, Zeppoil, etc.), Schwedt (PCK, Verbio, Velind etc.) Guben (Uhde Inventa-Fischer), Oranienburg (Greibo-Chemie GmbH, Altana etc.) und Premnitz (Domo Engineering Plastic GmbH, etc.) und der ansässigen Papierindustrie (Schwedt und Eisenhüttenstadt), eine gute Ausgangsposition, um zukünftig dessen Wettbewerbsfähigkeit weiter auszubauen und bestehende Wirtschaftsstrukturen weiter zu stärken. Dabei bietet die Nähe zu den mittel- und osteuropäischen Wachstumsmärkten, die gute Verkehrs- und Telekommunikations-Infrastruktur und die hohe Forschungsdichte von staatlichen und privaten Einrichtungen weitere strategische Vorteile im Wettbewerb.

[30] Statistischer Bericht C I 1 - j/13 - Bodennutzung der landwirtschaftlichen Betriebe im Land Brandenburg 2013, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, April 2014, https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/BBHeft_derivate_00004183/SBC01-01-00_2013j01_BBa.pdf , Download am 11.03.2015.

[31] Brandenburg: mittlere Betriebsgröße liegt bei 237,8 ha und damit viermal über dem gesamtdeutschen Durchschnitt, ca. 5.400 Betriebe bewirtschaften 1,3 Mio. ha dazu Vgl. Baden-Württemberg 42.400 Betriebe bewirtschaften 1,4 Mio. ha

[32] Die Chemische Industrie in der Hauptstadtregion – Info-Broschüre der Zukunftsagentur Brandenburg 2013., http://www.businesslocationcenter.de/imperia/md/content/blc/broschueren/chemische_industrie_de.pdf , Download: 11.03.2015.

3.2 Ergebnisse der Unternehmensbefragung

3.2.1 Auswahl der zu befragenden Unternehmen, Netzwerke und Cluster sowie Erstellung der Adresslisten und Fragebögen

Biobasierte Spezialchemikalien sollen laut der eingangs zitierten aktuellen Prognos-Studie (VCI)[5] in den nächsten Jahren gezielt entwickelt werden. Der Begriff biobasierte Spezialchemikalien umfasst dabei u.a. Produktklassen, die auf Fetten/Ölen, Kohlenhydraten und abgeleiteten Organischen Säuren (Carbonsäuren, Aminosäuren) Alkoholen, Ethern, Estern sowie weiteren Derivaten, Furane, Proteine und Lignin sowie speziellen Naturstoffen basieren.

Im Rahmen der vorliegenden Potenzialanalyse wurde für die Entwicklung von biobasierten Spezialchemikalien im Land Brandenburg die bereits bestehenden Produktklassen und das künftige Potenzial für weitere Produktklassen untersucht.

Um die Unternehmen gezielt ansprechen zu können und das Potenzial für die Herstellung biobasierter Spezialchemikalien von brandenburgischer Unternehmen der Chemischen Industrie realistisch einschätzen zu können, wurde zunächst eine grundsätzliche Herangehensweise erarbeitet. Dabei stellte es sich als zielführend heraus, zum einen die Hersteller von biobasierten Spezialchemikalien und zum anderen die Anwender von biobasierten Chemikalien zu unterscheiden. Gleichzeitig sollte sich aber auch im Verlauf der Untersuchungen herausstellen, dass im Fall von bereits produzierenden Unternehmen diese sowohl Hersteller als auch Anwender von biobasierten Spezialchemikalien sein können. In dem Fall wurden von den Unternehmen beide Fragebögen ausgefüllt.

Die Auswahl der zu befragenden Unternehmen und die Erstellung der Adresslisten erfolgte auf der Grundlage der Adresslisten der vom FI Biopos e.V. in den letzten 10 Jahren durchgeführten Kongresse der biorefinica- Reihe[33] auf Basis der Adressliste der Gründungsmitglieder der Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien (TPBB) und durch eine aktuelle Recherche im Internet. Die anschließende Befragung der ausgewählten Unternehmen erfolgte in Abstimmung mit der ZAB.

Für die Befragung wurden die Unternehmen zunächst per e-mail und Telefonat kontaktiert, ob sie dem FI Biopos e.V. die Angaben entsprechend der erarbeiteten Fragebögen bezüglich ihres Unternehmens zur Verfügung stellen könnten.

Danach konnte durch die gezielte Befragung (persönliches oder telefonisches Interview) der mittels Analyse erhobenen Unternehmen eine Datenerhebung durchgeführt werden. Die Tab. mit den befragten Unternehmen befindet sich im Anhang. Die Unternehmen wurden informiert, dass auf Basis der Analyse Empfehlungen für die zukünftige Förderpolitik der Landesregierung abgeleitet werden sollen. Neben den brandenburgischen Unternehmen wurden die bereits im Bereich biobasierte Spezialchemikalien etablierten und aktuell tätigen folgenden drei Netzwerke außerhalb vom Land Brandenburg in die Potenzialanalyse einbezogen (1) BioEconomy e.V. Halle, (2) Internationaler Biotechnologiecluster CLIB 2021, Düsseldorf und (3) Association West Pomeranian Chemical Cluster Green Chemistry.

Um ein aktuell umfassendes Bild zur Situation biobasierter Spezialchemikalien im Land Brandenburg zu erhalten, wurden die Fragebögen in zwei Bereiche strukturiert.

[33] http://www.biorefinica.de

Der erste Fragebogen adressiert Unternehmen die bereits heute im Land Brandenburg biobasierte Spezialchemikalien produzieren, sich derzeit in Ansiedlung befinden und Unternehmen, die Technologien und Produkte im Bereich biobasierte Spezialchemikalien entwickeln. Dabei wird in die Stoffklassen Fette/Öle, Lignin, Kohlenhydrate, Proteine sowie Reststoffe aus der Nahrungs-oder Futterproduktion, biologische Reststoffe (wie Biotonne, Kommunale Festabfälle) und nicht mehr recycelfähiges Altpapier) unterschieden. Im ersten Teil des Fragebogens werden Informationen zur Logistik des Rohstoffbezugs sowie zu den Kundenbereichen (Nahrungsmittel/Futtermittel, Kosmetika, Pharmaka, Pflanzenschutzmittel, Kraftstoffkomponenten, Schmiermitte und Andere) erfragt. Die Zukunftsaussichten und zukünftige Aktivitäten des Unternehmens im Bereich biobasierte Spezialchemikalien werden im Kernbereich des Fragebogens erfasst. Im zweiten Teil des Papiers werden Angaben zu den Erfahrungen und Wünschen des Unternehmens zu förderpolitischen Rahmenbedingungen sowie die Rolle von Netzwerken, Clustern und Verbünden im Land Brandenburg insbesondere für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie zur Schaffung und Förderung von Demonstrationsanlagen zur Herstellung von biobasierten Spezialchemikalien erfragt. Im abschließenden dritten Teil wird um unternehmensspezifische Angaben gebeten.
Der zweite Fragebogen adressiert Unternehmen, die bereits heute im Land Brandenburg biobasierte Spezialchemikalien einsetzen bzw. diese potentiell einsetzen könnten oder planen diese zukünftig einzusetzen. Dabei wird unterschieden in die Stoffklassen Fettsäureester, Fettalkohole, Fettsäuren, Glycerin, Zucker, kurzkettige Alkohole, Lignin, Aminosäuren, Carbonsäuren, Furane und andere. Im ersten Teil des Fragebogens werden Informationen zur Logistik des Bezuges der Startmaterialien sowie den Kundenbereichen der Produkte und Halbfabrikate erfragt. Die Zukunftsaussichten und zukünftige Aktivitäten des Unternehmens zum Einsatz biobasierte Spezialchemikalien werden auch hier im Kernbereich des Fragebogens erfasst. Im zweiten Teil des Papiers werden Angaben zu den Erfahrungen und Wünschen des Unternehmens zu förderpolitischen Rahmenbedingungen sowie die Rolle von Netzwerken, Clustern und Verbünden im Land Brandenburg insbesondere für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie zur Schaffung und Förderung von Demonstrationsanlagen zur Erschließung innovativer Technologien zum Einsatz von biobasierten Spezialchemikalien erfragt. Im abschließenden dritten Teil wird um unternehmensspezifische Angaben gebeten. Die erstellten 2 Fragebögen befinden sich im Anhang.

3.2.2. Auswertung der Fragebögen

Insgesamt wurden **34 Fragebögen abgesandt (alle angeschriebenen Unternehmen siehe Anhang, Pkt. 8).** Jedoch wurden nur **27 Unternehmen** in die Auswertung für die Potenzialanalyse Biobasierte Spezialchemikalien einbezogen. Für die nicht herangezogenen 3 Unternehmen (Stärke Produzenten für Nahrungsmittel- und technische Anwendungen, Polymer-Hersteller) spielt der Themenbereich Biobasierte Spezialchemikalien heute und zukünftig eher eine untergeordnete Rolle. Diese Fragebögen konnten in Abstimmung mit dem IAP zielführender im Bereich Biopolymere ausgewertet werden. 3 Adressaten signalisierten zunächst Interesse am Thema Biobasierte Spezialchemikalien, sind jedoch nach konkreten Nachfragen aktuell nicht dem Themenbereich zuzuordnen, da die Geschäftsfelder im petrochemischen Bereich derzeit erfolgreich laufen. Der verbleibende Adressat war nach Auswertung ausschließlich dem Bereich Biogas ohne Interesse zum Themenbereich Spezialchemikalien zuzuordnen.

Tab. 3.5 In die Auswertung einbezogene Unternehmen im Bereich Spezialchemikalien im Land Brandenburg

Lfd Nr.	Unternehmen	Standort	Technologie, Produkte
01	Biopract GmbH	Berlin-Adlershof	Biotechnologie Enzyme/Futtermittel
03	Institut für Getreideverarbeitung GmbH	Bergholz-Rehbrücke	Pflanzenfarbstoffe/ Algen/Herbakosmetik Lebensmittelbiotechnologie
04	CREMER OLEO GmbH & Co. KG	Wittenberge	Fettsäureester
05	Oleowerk Berlin Brandenburg GmbH & Co. KG	Oranienburg OT Germendorf,	Fettsäuren
06	Dynea Erkner GmbH	Erkner	Ligninbasierte Harz-Komponenten
07	Biorefinery.de GmbH	Teltow-Seehof	biobasierte Spezialchemikalien (Entwicklung und Produktion im Technikum)
08	VELIND Sonderkraftstoffe GmbH	Schwedt/Oder	Sonderkraftstoffe
09	Verbio Diesel Schwedt GmbH&Co. KG	Schwedt/Oder	Biodiesel/ Glycerin
10	Bioeton Kyritz GmbH (ehemals Biodiesel GmbH)	Kyritz	Biodiesel/ Glycerin
11	gbf german biofuels GmbH	Pritzwalk OT Falkenhagen	Biodiesel/ Glycerin
12	ZEPPOIL Schwarzheide GmbH	Schwarzheide	Glycerin
13	BASF-Schwarzheide GmbH	Schwarzheide	Pflanzenschutzmittel, Polymere
15	FMS - Futtermittel GmbH Selbelang	Selbelang	Grünguttrockenwerk
16	BayWa r.e. renewable energy GmbH	Pessin/Selbelang	Biogas (Anlage im Bau am Standort)
20	Propapier PM 2 GmbH	Eisenhüttenstadt	Papier
21	UPM Schwedt GmbH & Co. KG	Schwedt/Oder	Papier
22	LEIPA GEORG LEINFELDER GMBH	Schwedt/Oder	Papier
23	Hamburger Rieger GmbH	Spremberg	Papier
24	SunCoal Industries GmbH	Ludwigsfelde	Hydrothermale Kohle
25	Total Deutschland GmbH	Berlin	Mineralölindustrie F&E Biobasierte Produkte
26	Elektrofirma Schmidt	Petershagen b. Berlin	Anlagenbauer
28	PCK Raffinerie GmbH	Schwedt/Oder	Aromaten
29	Petopur GmbH	Schwarzheide	Polyole
31	Greibo-Chemie GmbH	Velten	Entschäumer, Gerbmittel, Schmierstoffe

32	Maxbiogas GmbH	Marienwerder	Technologie, Lignin- und Kohlenhydrat-ströme
33	KTG Energie GmbH	Oranienburg	Biogasanlagen

Zusätzlich in die Auswertung involviertes Unternehmen außerhalb des Landes Brandenburg, da Bezug zum Standort Schwedt (via FI Biopos e.V.)

34	Hercutec Chemie GmbH	Meerbusch (NRW)	Sonderkraftstoffe

Nach Sichtung aller Fragebögen sowohl im Bereich der Herstellung von Spezialchemikalien als auch des Einsatzes von Spezialchemikalien und unter Einbeziehung des 1. durchgeführten Brandenburg-Workshops am 29.01.2015 erscheint es dem Auftragnehmer als sinnvoll, die Auswertung der für die Potenzialanalyse zielführend gelieferten Informationen und Daten **in 8 Marktsegmente** zu unterteilen und wie folgt zusammenzufassen:

1. Marksegment : Oleochemie und Folgeprodukte

Die heutigen industriellen Anlagen zur Herstellung von biobasierten Komponenten im Land Brandenburg sind derzeit überwiegend dem oleochemischen Bereich zuzuordnen. Aktueller Treiber der Entwicklung zur Herstellung und zum Einsatz von oleochemischen Produkten sind die Standorte Schwedt, Wittenberge und Schwarzheide. Die am **Standort Schwedt** ansässige Verbio Diesel GmbH &Co. KG. betreibt eine Massenfertigung von 250.000 t Fettsäuremethylester (Biodiesel) jährlich, wobei als Koppelprodukt 25.000 t (Reinheit 99,5%) Glycerin produziert wird, welches als funktionelles Produkt in der Kosmetikindustrie vermarktet werden kann oder als biobasierte Plattformchemikalie verkauft wird. Weiterhin fallen als Nebenprodukt 7.200 t Fettsäuren an. Die Abnehmer der Produkte befinden sich in Deutschland (Sachsen-Anhalt), Europa (Polen) sowie Nord- und Südamerika. Die Rohstoffe stehen allerdings in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und werden neben dem Land Brandenburg aus verschiedenen anderen Ländern, überwiegend aus dem Osten der Bundesrepublik Deutschland sowie aus den Ländern Polen, Russland, der Ukraine und den Niederlanden bezogen. Die Zukunftsaussichten für biobasierte Spezialchemikalien werden positiv mit stetigem Bedarf gesehen, wobei von Verbio Erweiterungen der Produktionskapazität im Land Brandenburg derzeit nicht geplant ist.
Das am **Standort Wittenberge** ansässige Unternehmen Cremer Oleo GmbH produziert in Einzel- und Serienfertigung Fettsäuren und Glycerin mit einem Produktionsvolumen von 10.000 t jährlich sowie mittelkettige Triglyceride mit einem Produktionsvolumen von ebenso 10.000 t jährlich. Im Produktbereich Ester ist eine Produktionserhöhung geplant, um neue Märkte zu erschließen.

Am **Standort Schwarzheide** ist das Unternehmen **Zeppoil Schwarzheide GmbH** ein Produzent von hochreinem Glycerin (Reinheitsgrad 99,9%, Farbzahlen <10) in einer Monatskapazität von 2.200-2.500 t angesiedelt. Die Rohstoffe (Nebenprodukt von Biodieselanlagen) werden am Markt eingekauft. Abnehmer sind die Pharmaindustrie, die Kosmetikindustrie und die chemische Industrie. U.a. wird das Glycerin wird in einem Werk in

Tschechien (Standort Usti) zur Herstellung von Epichlorhydrin (biobasiertes Startmaterial für Bisphenol A - Polymerisation und Epoxid - Harzerzeugung) eingesetzt. Auch gibt es Synergien am Standort Schwarzheide mit der **Petopur GmbH**, die Glycerin, allerdings nur in marginalen Mengen als Kettenverlängerer in der Produktion von Heterokettenpolymeren einsetzen kann. Die BASF Schwarzheide GmbH setzt in ihrer Produktion am Standort biobasierte Komponenten als Additiv oder in Ergänzung für die Polymerproduktion ein. Dazu zählen neben Glycerin, Poly-THF, Butandiol, von Fettsäuren abgeleitete Diisocyanate, Sorbitol für die Produktion von Heterokettenpolymeren (Polyurethane, Polyester, Polyetherole). Die Unternehmen Zeppoil und BASF sind immer interessiert an neuen Zulieferern, so dass sich hier weitere Synergien und Vorteile für den Standort Schwarzheide ergeben können. Gleichzeitig produziert BASF am Standort Schwarzheide Pflanzenschutzmittel und ist grundsätzlich an neuen Entwicklungen von Forschungseinrichtungen und Unternehmen im biobasierten Bereich Pflanzenschutzmittel interessiert.
Die weiteren aktuellen Produktionskapazitäten von Rohglycerin als Nebenprodukt der Biodieselherstellung im Land Brandenburg **Standort Kyritz** (**Bioeton Kyritz GmbH** (8.400 t) t) und **gbf german biofuels Gmbh**, **Standort Falkenhagen** (13650 t) sind im Abschnitt 3.1.1.5 ausführlicher dargestellt.

Am **Standort Oranienburg** hat sich aktuell die **Oleowerk Berlin –Brandenburg GmbH &Co Kg.** angesiedelt mit der Planung einer industriellen Anlage zur Aufbereitung (Fettabscheidung) von fetthaltigen Abfällen (Schlachtabfällen). Es ist ein kontinuierlicher und teilkontinuierlicher Betrieb in einer Fertigungskapazität von 20.000 t geplant.

2. Marktsegment Sonderkraftstoffe

Am **PCK Standort Schwedt** betreibt das **Unternehmen Velind GmbH** eine Produktionsanlage zur Produktion von Sonderkraftstoffen (Alkylatbenzin). Aus Gründen der Einsparung von CO_2in den Kraftstoffproduktionslinien fokussiert das Unternehmen seit 2 Jahren auf biobasierte Kraftstoffkompomponenten und hat gemeinsam mit dem FI Biopos e.V. gefunden, dass biobasierte mittelkettige Carbonsäureester bis zu einem Massenanteil von 10% dem petrochemischen Alkyklatbezin zugesetzt werden kann, ohne die Kraftstoffeigenschaften einzuschränken.[34] Zusammenarbeit besteht mit der Elektrofirma Schmidt (spezielles Engineering-Know How im Elektrobereich) **Petershagen, bei Berlin** sowie mit dem ebenfalls im Land der Bundesrepublik Deutschland NRW interviewten Unternehmen **Hercutec Chemie GmbH, Meerbusch**. Es wird als lohnenswert angesehen, eine Produktionslinie zu entwickeln. Das **Unternehmen PCK,** und konkret ein Teilhaber, das **Mineralölunternehmen TOTAL** wurden ebenso in die Unternehmensbefragung einbezogen.

3. Marksegment Lignin und Folgeprodukte

Das Unternehmen **Dynea Erkner** GmbH mit einer industriellen Anlage von ca. 70-90.000 t Phenolharzen hauptsächlich für technische Anwendungen setzt bereits aktuell ca. 10% biobasierte Komponenten, wie Proteine, Kohlenhydrate, Lignin im Entwicklungsstadium ein. Die Rohstoffe werden aus Deutschland, Europa (Belgien) und Asien bezogen. Die Kunden sind in den Bereichen Duromere und Klebstoffsysteme angesiedelt. Die Zukunftsbereiche für biobasierte Spezialchemikalien werden in Abhängigkeit von Nachfrage, Preis und Verfügbarkeit gesehen. Ein sehr lohnenswerter Ansatz ist die Nutzung von Lig-

[34] Gerhardt, M. Aktuelle Entwicklungen biobasierter Marktprodukte auf Basis von Furanen und Lävulinsäure, Vortrag biorefinica 2014, Teltow-Seehof, (ISBN 978-3-00-0473739)

nin aus dem Organosolvprozess als Polymerkomponente für Phenolharze mit einem Anteil von ca. 25%. Auf diese Weise werden modifizierte Phenolharze im Bereich von 10-100 t jährlich hergestellt [35].

4. Marktsegment biobasierte Plattformchemikalien und Spezialitätenchemie

Ein 15-jähriges ErfahrungsPotenzial in der Entwicklung biobasierter Spezialchemikalien auf Basis von Nicht-Nahrungsmittel-Rohstoffen, insbesondere lignocellulosereichen Rohstoffen (Stroh, Holz) sowie ligninfreien Rohstoffen (Gras, Luzerne) besteht in der am Standort Teltow ansässigen **biorefinery.de GmbH.** Das Unternehmen bietet aus Eigenentwicklungen und gemeinschaftlichen Entwicklungen mit internationalen Unternehmen (Patente) über den Verkauf im Internet[36] Spezialchemikalien basierend überwiegend aus Plattformchemikalien via Kohlenhydratlinie an. Dabei werden die Stoffklassen der Aliphaten (z.B. Lävulinsäureester, Valeriansäureester, Milchsäureester, Aminiumlactate), der funktionalen Aromaten (Furane, Hydroxymethylfuranmonocarbonsäre, Furandicarbonsäure, Bishydroxymethylfuran) sowie biobasierte Polymerenelektrolytkomplexe vermarktet. Gleichzeitig ist das Unternehmen in EU- finanzierten Entwicklungen gemeinsam mit der Chemieindustrie und der Agrarindustrie zur industriellen Umsetzung der Lignocellulose-Feedstock Bioraffinerie und der Grünen Bioraffinerie beteiligt. Für die Entwicklung des Unternehmensbereichs Biotechnologie arbeitet biorefinery.de GmbH mit der Technischen Universität Berlin und der Beuth-Hochschule zusammen.

5. Marktsegment spezielle biobasierte Technologien

Das Unternehmen **Maxbiogas GmbH** betreibt in einer Pilotanlage an der FHS Wildau die Umsetzung des LX-Verfahrens für das Pre-treatment von pflanzlichen Reststoffen im Technikumsmaßstab, Herstellung biobasierter Spezialchemikalien, z.B. Lignin und deren Vorstufen für biotechnologische Prozesse aus pflanzlichen Reststoffen auf der Basis geschlossener Kohlenstoffzyklen. Aktuell sieht das Unternehmen folgende Zielmoleküle als attraktive Produkte*:* Aus den Kohlenhydraten: C 1 – Methan; C 2 – Ethanol, Essigsäure; C 3 – Acrylsäure und Ethylacetat; C 4 – Bernsteinsäure, Butanol; C 5 – Itaconsäure, Xylitol, Isopren; C 6 – Sorbitol und die C n – Polyhydroxyalkanoate (PHA), aus Lignin: natürliche Aromastoffe, wie Vanillin, Syringylaldehyd; Ferulasäure, Phenolderivate und Phenolharze[37] .

Das Unternehmen **KTG Energie GmbH** mit Sitz in Hamburg und **Oranienburg** betreibt seit dem Jahre 2006 Biogasanlagen mit den Produkten Strom, Biomethan, Wärme im kontinuierlichen Prozess an unterschiedlichen Standorten in Europa. Das Unternehmen ist aufgeschlossen, seine Produktpalette im Bereich Spezialchemikalien zu erweitern und fokussiert dabei auf kurzkettige Alkohole, Ester, Carbonsäuren und Lignin. Die Zukunftsaussichten werden in der Eigennutzung und im Vertrieb der Produkte gesehen.

---

[35] Fliedner, E.; Aktuelle Entwicklung Marktprodukt Lignin, Vortrag biorefinica 2014, Teltow-Seehof (ISBN 978-3-00-0473739)

[36] http://www.biorefinery.de

[37] Lit: Streffer, F.; Verwertung pflanzlicher Reststoffe für biotechnologische Prozesse mit dem LX-Verfahren“, Vortrag biorefinica 2014, Teltow-Seehof, (ISBN 978-3-00-0473739) (http://www.jscimedcentral.com/Biotechnology/biotechnology-spid-industrial-biotechnology-made-germany-1023.pdf

Das Unternehmen **Suncoal Industries GmbH am Standort Ludwigsfelde** betreibt eine Pilotanlage zur Hydrothermalen Carbonisierung von Kommunalen Festabfällen (Holz, Laub), biologischen Reststoffen (Biotonne), Klärschlamm oder Lignin. Die Rohstoffe werden aus verschiedenen europäischen Ländern (Finnland, Schweden , Spanien) und auch Asien (Thailand, Malaysia) bezogen. Die in den wässrigen Medien befindlichen Aromaten, wie Phenole und Furane sieht das Unternehmen als möglichen Ansatz für Spezialchemikalien.
Das Unternehmen **Biopract am Standort Berlin-Adlershof** entwickelt Technologien, um aus Reststoffen effizient sowohl Biogas als auch Futtermittel zu erzeugen. Dabei kann auf langjährige Erfahrungen, u.a. in einer Zusammenarbeit mit dem Unternehmen DSM, in der Enzymproduktion und der Aktivitätsbestimmung von Enzymen in komplexen Medien zurückgegriffen werden.

6. Marktsegment spezielle biobasierte Produkte aus Nahrungs- und Futtermittelreststoffen

Das **FMS Selbelang** verarbeitet jährlich im Kampagnebetrieb 20.000 t Luzerne, Gras, Klee zur Herstellung von Futtermittelpellet. Das Unternehmen verweist auf ein vorhandenes Basic Engineering einer Grünen Bioraffinerie und großes Interesse an der Umsetzung des Detail Engineerings (Aufbau der Anlage) in Andockung an die vorhandene Trocknungsanlage. Es besteht eine enge räumliche Anbindung an eine derzeit im Bau befindliche Biogasanlage des Unternehmens **Baywa r.e. renewable energy GmbH, Pessin/Selbelang**. Das Basic engineering wurde vom FI Biopos e.V. koordiniert in weiterer Zusammenarbeit mit Linde engineering GmbH Dresden, biorefinery.de GmbH und der Agrargenossenschaft Nauen.
Das **Institut für Getreideverarbeitung GmbH, Rehbrücke** arbeitet neben Technologien zur Herstellung von Nahrungsmitteln seit langen Jahren an der Verwertung von Reststoffen für technische Anwendungen [38].

7. Marktsegment Altpapier als biobasierten Chemierohstoff

An unterschiedlichen industriellen Standorten der Papierindustrie im Land Brandenburg ist die Bereitstellung von nicht mehr recyclefähigen Altpapier für die stoffliche oder energetische Nutzung interessant. Der Einsatz von nicht mehr recyclefähigen Altpapier ist ein lohnenswerter Ansatz für die Herstellung der Plattformchemikalie Lävulinsäure. Die potentiellen Stoffströme wurden durch die Papiertechnische Stiftung in Heidenau erhoben und im Rahmen der durchgeführten Potenzialanalyse weiter ausgewertet. Die Unternehmen **Propapier PM 2 GmbH, Standort Eisenhüttenstadt, UPM Schwedt GmbH & Co. KG LEIPA GEORG LEINFELDER GMBH beide Standort Schwedt, Hamburger Rieger GmbH, Standort Spremberg** wurden hinsichtlich der Schaffung dieses neuen Marktsegmentes einbezogen.

8. Spezielle petrochemische Produkte für potentielle Substitution im Bereich biobasiertes Marktsegment

Am Standort Velten ist das Unternehmen **Greibo Chemie GmbH** angesiedelt, welches in Einzelfertigung die Produkte Entschäumer, Gerbmittel, Schmierstoffe im Größenbe-

[38] Schneeweiß, R.; Getreide-Bioraffinerie, Vortrag biorefinica 2014, Teltow-Seehof, (ISBN 978-3-00-0473739)

reich von ca. 4000 t jährlich herstellt und in Europa (Deutschland, Italien), Asien (Indien, China, Korea) und auch in Pakistan absetzt. Derzeit werden bereits ca. 10% biobasierte Öle und Fette eingesetzt. Die eingesetzten Rohstoffe werden im Land Brandenburg und in den Niederlanden bezogen. Es besteht ein großes Interesse die Rohstoffbasis durch Erweiterung der Komponenten (Fettalkohole, Fettsäuren, Fettsäureester, aber auch Proteine) abzusichern und neue Märkte durch neue Produkte im Bereich biobasierte Spezialchemikalien zu erschließen.

Abschließend wurden alle in die Befragung einbezogenen Unternehmen in einer stilistischen Karte des Landes Brandenburg zusammengestellt (Abb.3.6).

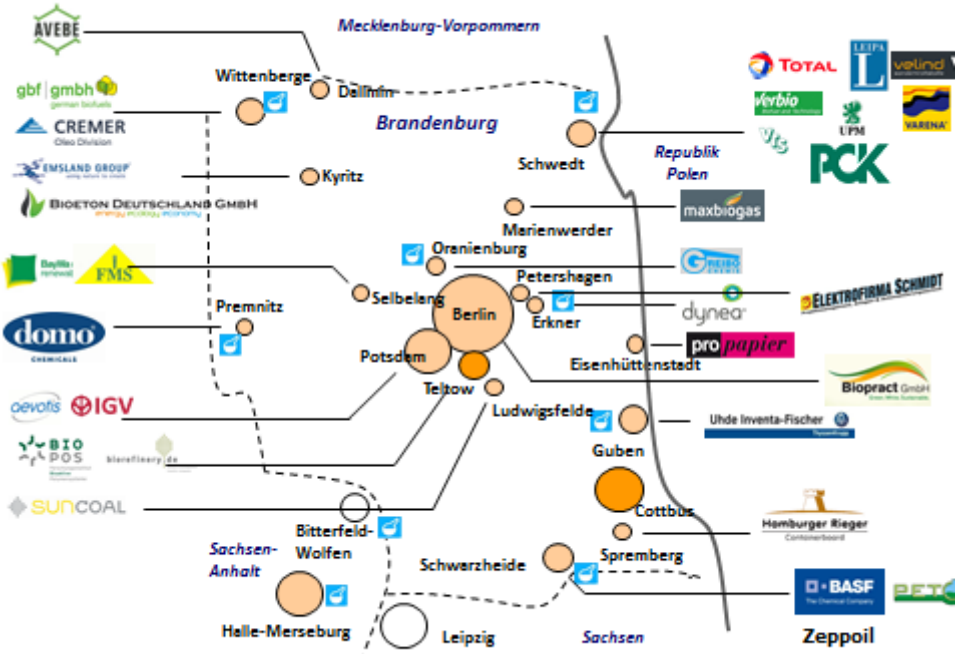


Abb. 3.6: Stilistische Karte Land Brandenburg: Zusammenstellung der befragten Unternehmen im Bereich Biobasierte Spezialchemikalien

3.2.3. Auswertung der befragten Netzwerke unter Einbeziehung des durchgeführten länderübergreifenden Workshops am 23.04.2015

Netzwerk	Bezug zum Land Brandenburg
BioEconomy e.V. Halle	Vertritt Spitzencluster Bioökonomie (ausführliche Beschreibung im Abschnitt Biopolymere) Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien wurde gegründet, um sich am Spitzencluster Bioökonomie anzudocken (siehe Abschnitt TPBB) Vortrag Spitzencluster Bioökonomie, Projektmanager Dr. Rainer Busch (2. Workshop dieser durchgeführten Potenzialanalyse am 23.04.15)

	Titel: Biobasierte Chemikalien im Cluster Bioeconomy
Internationaler Biotechnologiecluster CLIB 2021	Vortrag CLIB 2021 Projektmanagerin Frau Dr. Tatjana M.E. Schwabe (2. Workshop innerhalb dieser durchgeführten Potenzialanalyse am 23.04.15) Titel: Cluster industrielle Biotechnologie CLIB 2021- Internationales Netzwerk Bioökonomie, Netzwerk mit derzeit ca. 100 Mitgliedern[39]

Kurzbeschreibung:
CLIB 2021 bringt Vertreter aus Akademia und Industrie zusammen, die aktiv sind in den Bereichen Forschung, Entwicklung, Produktion und Kommerzialisierung – allen kritischen Bereichen der industriellen Wertschöpfungskette arbeiten. Kooperationen in der F&E verkürzen Produkteinführungszeiten und geben Mitgliedern den entscheidenden Wettbewerbsvorteil.
Wissenschaftliche und wirtschaftliche Workshops und Foren sind eine etablierte Kommunikationsplattform für Experten aus Forschung und Industrie. Im Cluster können die Mitglieder unmittelbar am Innovationsprozess zur Entwicklung neuer Produkte und Prozesse teilhaben. Auf den Veranstaltungen haben die Mitglieder die Möglichkeit ihr Netzwerk über die gesamte Wertschöpfungskette auszubauen. Kernaktivität ist die Initiierung von Forschungskooperationen. Sie decken dabei die gesamte Wertschöpfungskette von Biomasse über Intermediate bis hin zu Konsumgütern ab. CLIB 2021 unterstützt die Finanzierung von F&E-Projekten durch öffentliche und private Förderung und bieten Hilfe in Rechts- und Patentfragen. Es findet Beratung bei der Konzeptionierung des Business Plans, Unterstützung des F&E, Scale-up, Produktion und schließlich Kommerzialisierung statt.

Netzwerk	**Bezug zum Land Brandenburg**
Association West Pomeranian Chemical Cluster Green Chemistry	Vortrag auf dem 2. Workshop der Potenzialanalyse: Prof. Dr. Arthur Bartkowiak, Universität Szczecin Titel: Bioeconomy in the Westpomeranian Region

Das Chemical Cluster "Green Chemistry" ist in der Region Westpommern in Polen angesiedelt und vereint fast 40 Unternehmen aus der chemischen Industrie. Dabei sind wesentliche Aktivitäten die Organisation von Messen und Ausstellungen sowie der Aufbau und die Pflege von Datenbanken, um Unternehmenspartnerschaften aufzubauen. Es wurden Forschungs- und Entwicklungsprojekte im wesentlichen in den drei Bereichen (1) Düngemittel, (2) polymere Anwendungen und (3) Energie initiiert.
Für den Themenbereich Biobasierte Spezialchemikalien im Land Brandenburg könnten die aktuellen Aktivitäten der Unternehmen der Düngemittelproduktion interessant sein: Hier wurde eine Zusammenarbeit mit Unternehmen auf internationaler Ebene initiiert, um die Einführung von ausländischen Produkten auf dem nationalen Markt zu befördern. Insbesondere wird die Zertifizierung unterstützt. Weiter finden spezialisierte Schulungen für die Unternehmen im Cluster mit in- und ausländischen Experten statt. Auch werden Praktika von Studenten der Universitäten in Unternehmen des Clusters gefördert.

[39] http://www.clib2021.de/clib2021/mitglieder

3.3 Entwicklung von brandenburgischen Wertschöpfungsketten im Bereich Spezialchemikalien

Am Rohstoffwandel in der chemischen Industrie hin zu nachwachsenden Rohstoffen speziell zur Herstellung von Spezialchemikalien führt langfristig kein Weg vorbei. Die Roadmap Bioraffinerien Deutschland beschreibt die völlig neuen Ansätze in Forschung, Entwicklung und Produktion für die schrittweise Umstellung. International sind die Bioraffinerien ein entscheidender Schlüssel für den Zugang zur integrierten Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Werkstoffen, Brennstoffen und Chemikalien auf der Basis biologischer Rohstoffe[40]. Die ersten Anlagen zur Herstellung von Plattformchemikalien sind weltweit in Planung oder im Aufbau. Dabei bilden land- und forstwirtschaftlich genutzte Kulturlandschaften die Basis für Primärraffinerien, die Halbfabrikate für die industriellen Standorte herstellen. Ein Schwerpunkt liegt auch in der Schließung von Stoffkreisläufen in den ländlichen Regionen. Insbesondere die Verfügbarkeit der Rohstoffe Holz, Stroh und Gras ist für die Chemische Industrie und die Kraftstoffindustrie interessant, da sie nicht mit der Nahrungsmittelproduktion um Anbaufläche konkurrieren.

Der überwiegende Teil der befragten produzierenden und sich derzeit in Ansiedlung befindlichen Unternehmen befürwortet einen Aufbau von Netzwerkaktivitäten für den Themenbereich Spezialchemikalien im Land Brandenburg, vorzugsweise auf Basis der im Jahre 2009 in der IHK Potsdam gegründeten Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien und in koordinierender Verknüpfung mit den Aktivitäten zu biobasierten Spezialchemikalien im Bioökonomiecluster Mitteldeutschland und dem Industriellen Netzwerk CLIB 2021 Düsseldorf. Gleichzeitig wird empfohlen, für die Entwicklung der zukünftigen Technologieschwerpunkte im Bereich Biobasierte Spezialchemikalien das vorhandene Know how im Land weiter zu entwickeln und in Pilot- und Demonstrationsanlagen umzusetzen. Es sollten gezielt Produkte und Technologien mit Alleinstellungsmerkmal im Bereich biobasierte Produkte und biobasierte Technologien von Unternehmen im Land Brandenburg forciert werden und konkrete Vorschläge aus der vorliegenden Potenzialanalyse abgeleitet werden (Abb.3.7).

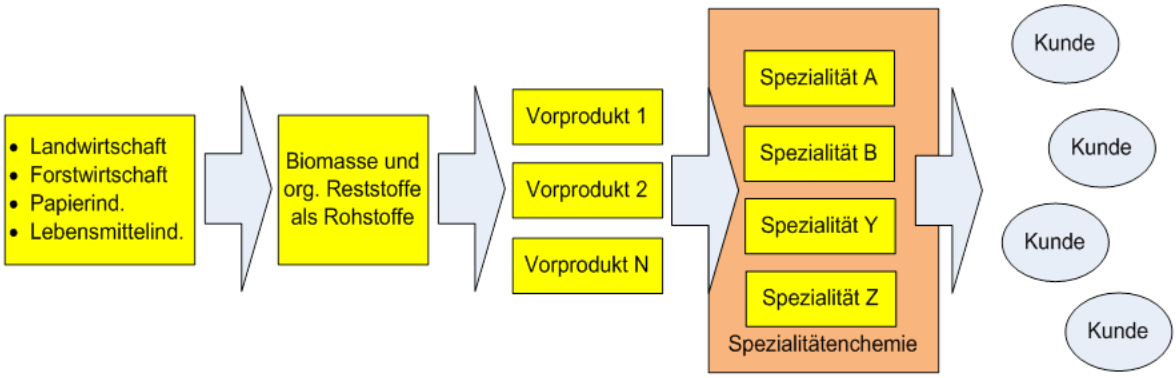


Abb. 3.7 Einordnung biobasierte Wertschöpfungsketten

Zu den heutigen Kernaufgaben der chemischen KMU's gemeinsam mit der Großindustrie zählt die Entwicklung von biobasierten Spezialchemie-Produkten. Ausgehend von im Land Brandenburg bereits im Masterplan identifizierten VerarbeitungsPotenziale von Bio-

[40] Roadmap Bioraffinerien im Rahmen der Aktionspläne der Bundesregierung zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, 2012, http://www.biopos.de/fnr_roadmap_web_2012.pdf, Download: 11.03.2015

massen zu biobasierten Chemikalien und Produkten (Abb.3.8) sollen nun die im Rahmen der Potenzialanalyse ermittelten Technologie- und Produktpfade spezifiziert werden.

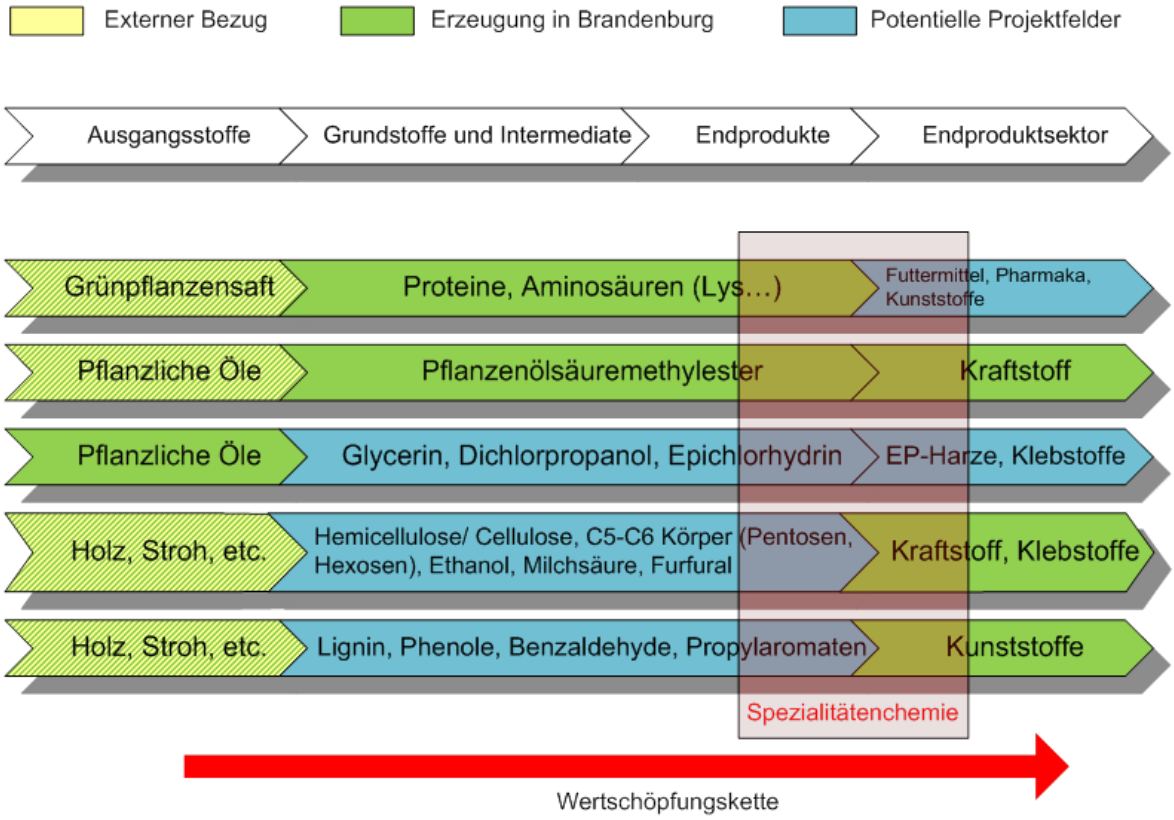


Abb. 3.8: Aktuelle Verarbeitungspotenziale biobasierter Rohstoffe in Brandenburg, in Anlehnung an BASF-Vortrag im Rahmen Masterplan, Cluster Kunststoffe, Chemie, HF Spezialchemikalien

In Auswertung der Unternehmensbefragung mit Focus Technologie- und Produktentwicklung lassen sich folgende konkrete Entwicklungen für das Handlungsfeld Spezialchemikalien ableiten, die von den Bearbeitern der Potenzialanalyse beispielhaft für eine Umsetzung im Land Brandenburg empfohlen werden:

(1) Ausführung übergreifender Produktentwicklung biobasierter Referenzchemikalien, z.B. Furan-basierter Wirkstoff gegen die Kiefernholznematode (Pflanzenschutz)
(2) Biobasierte Spezialchemikalien für Sonderkraftstoffe
(3) Definition von Produktmerkmalen neuer biobasierter Chemieprodukte für Markt und Abnehmer; Spezifikationsanforderungen entwickeln und Mengengerüste ableiten
(4) Entwicklung und Umsetzung neuer Aufschlusstechnologien von Biomasse (wie LX- Verfahren und hydrothermale Verfahren)

In Auswertung der Unternehmensbefragung **mit Focus Chemiestandorte in Verknüpfung mit Standorten der Agrarindustrie** lässt sich zusammenfassend sagen, dass für

die Entwicklung von biobasierten Spezialchemikalien der zukünftige Focus im Land Brandenburg neben der Stärkung der vorhandenen biobasierten Oleochemie auf Nicht-Nahrungsmittelrohstoffen liegen sollte. Dabei sollten Akteure im agroindustriellen und industriellen Bereich, die bereits über lange Jahre in Kooperation mit Forschungseinrichtungen des Landes Brandenburg arbeiten, in die zukünftigen Aktivitäten einbezogen werden.
Folgende Vorschläge wurden zur Umsetzung der Potenzialanalyse ausgearbeitet, die auf eine zusätzliche regionale Wertschöpfung im Land Brandenburg adressieren.

(1) Agrarindustrie
FMS Selbelang/Baywa Pessin (LK Havelland)
Aufbau einer Demonstrationsanalge auf Basis des vorliegenden Basic Engineering zur kombinierten Produktion von Proteinen und Fermentationsmedien

(2) Standort Mineralölindustrie Schwedt (Raffinerie/ Velind) in Zusammenarbeit mit Teltow-Seehof (biorefinery.de), Entwicklung einer Produktionslinie biobasierte Kraftstoffkomponeten auf Basis von Lävulinsäurester/Valeriansäureester
Clusterübergreifend: Zusammenarbeit Cluster Polymere und Chemie mit Cluster Verkehrstechnologie Hauptstadtregion Berlin Brandenburg

(3) Standort Schwarzheide (BASF) in Zusammenarbeit mit Teltow-Seehof (biorefinery.de)
Entwicklung einer Produktionslinie biobasiertes Pflanzenschutzmittel (Nematozid)

(4) Standort Biogasanlage im Land Brandenburg, (Maxbiogas GmbH). Es erfolgt die wirtschaftliche Optimierung von Biogasanlagen durch vollständige Kohlenhydratnutzung und Bereitstellung des zusätzlichen Stoffstroms schwefelfreies Lignin.

(5) Standort Hydrothermale Anlage im Land Brandenburg (Suncoal GmbH) zur Erzeugung von Furan-Basismolekülen

3.4 Marktstudie mit Focus Europa

3.4.1 Methodik

Unterstützend für die Etablierung einer biobasierten Stoffwirtschaft im Land Brandenburg wird die Bereitstellung marktfähiger biobasierter Spezialchemikalien im Rahmen einer europäischen Marktanalyse betrachtet. Dazu wurden 32 biobasierte Plattformchemikalien und daraus abgeleitete Spezialchemikalien näher betrachtet. Als Datenbasis dienten vorwiegend wissenschaftliche Fachliteratur sowie aktuelle Marktdaten wie etwa Produktionsvolumen, Marktpreise bzw. geplante Produktionsvolumen. Ausgehend von den zur Verfü-

gung stehenden Daten erfolgte für jede Plattformchemikalie eine Einschätzung der Entwicklungsdynamik bzw. Prognose hinsichtlich der Umsetzbarkeit in Deutschland und insbesondere im Land Brandenburg in Form einer „Zensierung“.

A – bereits kommerzialisiert

B – signifikante Aktivitäten zur Kommerzialisierung

C – Methoden im Labor- und Technikumsmaßstab bereits etabliert,

D – effiziente Methoden noch in der Entwicklung,

F – wird nicht beforscht

Biobasierte Plattformchemikalien, Spezialchemikalien, Markt

Eine erste Bewertung von ca. 300 biobasierten Chemikalien aus Grundlagenforschung, angewandter Forschung & Entwicklung und Industrie liefert eine Studie des U.S.-Department of Energy. Dabei wurde eine Liste von 15 biobasierten Stammbaumchemikalien erstellt, die sowohl durch biotechnologische als auch chemische Konversion aus Biomasse zugänglich sind[41]. Zu den Top 15 zählen die aus Kohlenhydraten zugänglichen Building blocks: 1,4-Dicarbonsäuren (Bernsteinsäure, Fumarsäure, Äpfelsäure), 2,5-Furandicarbonsäure, 3-Hydroxypropionsäure, Asparaginsäure, Zuckersäure, Glutaminsäure, Itaconsäure, Lävulinsäure, 3-Hydroxybutyrolacton, Glycerin, Sorbitol, Xylitol/Arabit (U.S. Department of Energy, 2004).

In die Bewertung wurden neben technologischen Gesichtspunkten und Beziehung zur Chemie fossiler Rohstoffe u.a. eine Abschätzung des allgemeinen MarktPotenzials als auch des Potenzials als ‚Super Commodity' (Basischemikalie mit potenzieller Mehrmillionen-Tonnage) einbezogen. Solche recht aufwändigen Bewertungen sind vor allem von dem Wunsch geprägt, vorausschauend eine chemische Logik sowie energetische und ökonomische Effizienz in den Pool der potentiellen biobasierten Basischemikalien und biobasierten Produktstammbäume einbringen zu können (vgl. Abb.3.9).

Das Prinzip der Auswahl der Plattformchemikalien lehnt sich zunächst an traditionellen, petrochemischen Industrie-Produktionsabläufen an. Alle Produkte der petrochemischen Industrie gehen von 8-9 Basischemikalien (Syngas, Methanol, Ethylen, Propylen, Butadien, Benzen, Toluen, Xylen) aus. Es wurde ein iterativer Bewertungsprozess etabliert, in welchem strategische Kriterien, wie Chemikaliendaten, insbesondere Stammbaumfähigkeit, Produktionszahlen, Marktdaten, Materialeigenschaften involviert sind, die in über 75 Jahren industrieller Erfahrung in der Chemie vorliegen.

[41] T. Werpy, G. Peterson, (2004) Top Value Added Chemicals from Biomass: Volume 1, Results of Screening for Potenzial Candidates from Sugars and Synthesis Gas. Erstellt von Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), National Renewable Energy Laboratory (NREL), Office of Biomass Program (EERE). verfügbar unter: http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/35523.pdf

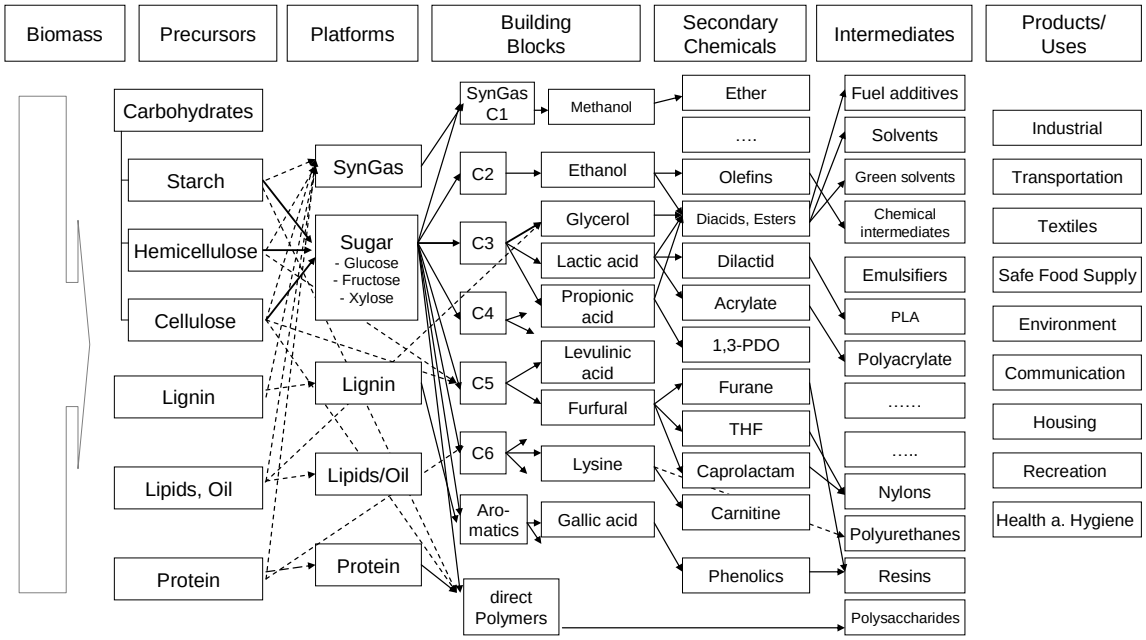


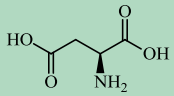
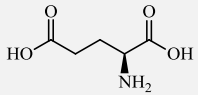
Abb.3.9: Modell eines biobasierten Fließschemas für Biomasse-Rohstoffe, Ausschnitt (U.S. Department of Energy, 2004)

Abb. 3.9 zeigt einen Ausschnitt von C1- C6 Chemikalien von 30 Funktionsbausteinen analog zum Funktionsschema der petrochemischen Industrie. Diese Abbildung zeigt die Bausteine der Wertschöpfungskette, die dem Selektionsprozess zugrunde liegen. Zunächst wurde aus einer Initialliste von 300 potentiellen Chemikalien annähernd 50 potentielle building block Kandidaten durch eine erste Selektierung gewonnen. Dabei wurden Rohstoffe, zu erwartende Chemikalienkosten, veranschlagte Abgabepreise für die Synthesebausteine und Anwenderprodukte, der technische Aufwand des bestmöglichen Verfahrensweges und das MarktPotenzial für jeden Synthesebaustein in die Bewertung einbezogen.

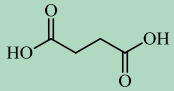
3.4.2 Aktuelle Tendenzen des europäischen Marktes sowie notwendige Forschung- und Entwicklung

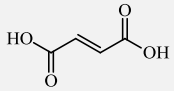
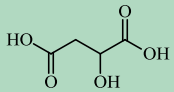
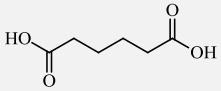
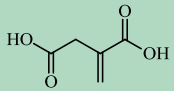
Zur Abbildung des derzeitigen wirtschaftlichen Potenzials bzw. Marktvolumens in Europa im Bereich der biobasierten Spezialchemikalien wurden die aufgeführten biobasierten Plattformchemikalien als Basis für die Schaffung einer biobasierten Stoffwirtschaft im europäischen Wirtschaftsraum identifiziert. Anhand dieser Spezialchemikalien wird die Wertschöpfungskette für den europäischen und insbesondere für den brandenburgischen Wirtschaftsraum abgeleitet.

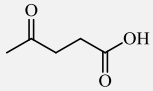
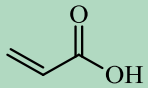
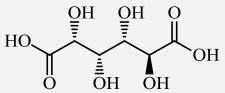
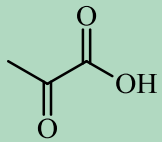
Tab. 3.6 – 30 biobasierte Plattformchemikalien zur Umsetzung einer biobasierten Stoffwirtschaft[42]

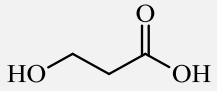
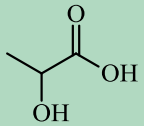
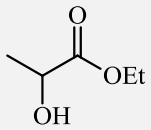
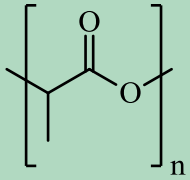
Nr.	DOE´s TOP 15 +15 weitere identifizierte Chemikalien	Quelle	Folgechemikalien	Verwendung und Produkte	Marktfähige biobasierte Produkte		Note*
					Bereits verfügbar/ Produktionsvolumen	in den nächsten 10 Jahren	
Aminosäuren							
1	**Asparaginsäure** 	Enzymatische Amination von Fumarsäure	2-Amino-1,4-butandiol, 3-Aminoterahydrofuran, Asparaginsäureanhydrid, Amino-g-butyrolacton	Aspertame, Polyaspertate, Polymere	Nein	Nein	D^-
2	**Glutaminsäure** 	Fermentativ aus Glucose	Glutarsäure, 1,5-Pentandiol, 5-Amino-1-butanol	Polyester, Nylonanaloga	Nein	wahrscheinlich	D^+
Dicarbonsäuren							

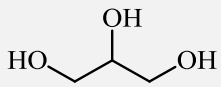
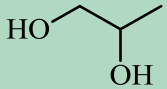
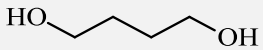
[42] (a) Bozell, J. J. & Petersen, G. R. Technology development for the production of biobased products from biorefinery carbohydrates—the US Department of Energy's 'Top 10' revisited. *Green Chem.* **12,** 539–554 (2010).
[42](b) Bomgardner, M., Biobased Chemicals: Myriant To Build Succinic Acid Plant In Louisiana **89** (2), 7 (2011).
* Note basieren auf Einschätzungen führender Experten auf dem Gebiet der biobasierten Chemikalien, A – bereits kommerzialisiert, B – signifikanten Aktivitäten zur Kommerzialisierung, C – Methoden im Labor- und Technikumsmaßstab bereits etabliert, D – effiziente Methoden noch in der Entwicklung, F – derzeit noch nicht Gegenstand der Forschung

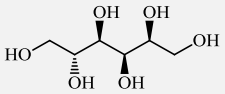
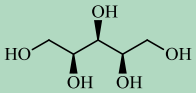
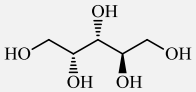
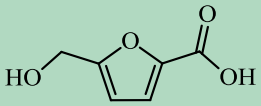
3	**Bernsteinsäure** 	Fermentation aus Glucose	1,4-Butandiol, Tetrahydrofuran, g-Butyrolacton, Maleinsäure-anhydrid, Pyrrolidone	Lösungsmittel, Polyester, Polyurethane, Nylon, Farben, Lebensmittelzusatzstoff	Ja 30.000 t/a Bioamber Weitere Siehe	Ja	A

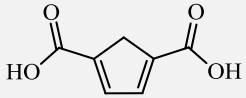
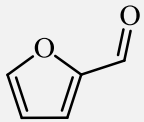
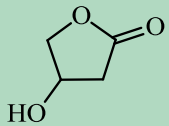
4	**Fumarsäure** 	Fermentation von Glucose	Vgl. Bernsteinsäure	Vgl. Bernsteinsäure	Ja	Ja	A
5	**Äpfelsäure (Malic acid)** 	Enzymatische Hydroxylierung von Fumarsäure durch *Fumarat-Hydratase*	Vgl. Bernsteinsäure	Vgl. Bernsteinsäure	Ja	Ja	A
6	**Adipinsäure** 			Polyester, Polyamid 66, Polyurethan			C
7	**Itaconsäure** 	Fermentativ aus Glucose	4-Methyl-□-butyrolacton, 3-Methlytetrahydrofuran, Pyrrolidone	Styrol-Butadien-Polymere, Gummi, Polymere, Coating, Herbizid, Farben, Lacke	Nein	wahrscheinlich	C⁻
Sonstige Säuren							

8	**Lävulinsäure** 	Säurekatal. Dehydratation von Glucose oder Cellulose	Valeriansäure, g-Valerolacton, 2-methyltetrahydrofuran, 1,4-Pentandiol, Acetylacrylsäure, Pyrrolidone, Alkylvalerate	Kraftstoffkomponeten, Lösungsmittel, Polymere	Nein	ja	B
9	**Acrylsäure** 			Acrylate, Superabsorber			C
10	**Glucarsäure** 	Oxidation von Glucose	Lactone, Polyhydroxypolyamide, Adipinsäure	Lösungsmittel, verzweigte Polymere, Fasern	Nein	wahrscheinlich	D
11	**Brenztraubensäure** 		Aminosäuren	Reinigungs- und Lösungsmittel	Nein	wahrscheinlich	C
Hydroxycarbonsäuren							

12	**3-Hydroxypropionsäure (3HPA)** 	Fermentation von Glucose oder Glycerin	1,3-Propandiol, Acrylsäure, Acrylamid, Methylacrylat	Polytrimethylen terephthalat, hoch wiederstandsfähige Teppichfasern, Kontaktlinsen	Nein	Ja	B
13	**Milchsäure** 		PLA	Polyester, Monomere Ester und weitere Derivate	Ja 2013: 714 kt	Ja 2020 1960 kt	A
14	**Milchsäure ethylester** 	Veresterung von Milchsäure mit Ethanol	Weitere Derivate	Lösungsmittel	Ja	Ja	A
15	**Polymilchsäure** 	Polymerisation von Dilactid	Siehe Kapitel 4 Biopolymere	Bioabbaubares Polymer	Ja	Ja	A
16	**Polyhydroxyalkanoate**	Polymerisation von Hydroxycarbonsäuren	Siehe Kapitel 4 Biopolymere	Bioabbaubares Polymer	Ja	Ja	A

Alkohole							
17	**Ethanol**	aus LC-Rohstoffen		Biokraftstoffe	Ja	Ja	C
18	**Butanol, Isobutanol**	Aus LC Rohstoffen	Isobuten	Biokraftstoffe	Nein	wahrscheinlich	C
Diole/Triole							
19	**Glycerin**[1)] 	Chemische oder enzymatische Transesterifikation	Propylenglycol, Ethylenglycol, 1,3-Propandiol, Milchsäure, Epichlorhydrin, Acrolein	Polyester, Seifen und Kosmetika, Frostschutzmittel,	Ja	Ja	B
20	**1,2-Propandiol (PG)** 	Siehe Glycerin	Polyester		Ja	Ja	A
21	**1,4-Butandiol (BDO)** 		Polyester		Ja, 100.000 t/a	Ja	A
22	**1,3-Propandiol (PDO)**		Polyester		Ja, 45.000 t/a	Ja	A
Zuckeralkohole							

23	**Sorbitol** 	Hydrierung von Glucose	Isosorbid	Flammenschutz-mittel, Pharmaka, biobasierte Weichmacher (Polysorb® ID 37), Polymere	Ja	Ja	B
24	**Xylitol** 	Hydrierung von Xylose		Polymere, Phar-maka	Ja	Ja	C
25	**Arabinitol** 	Fermentativ oder Hydrierung von Arabitose	Siehe Xylitol	Siehe Xylitol	Ja	Ja	C
Furane							
26	**5-Hydroxymethylfu-ran-2-carbonsäure** 			Wirkstoff Phar-mazeutika, Wirk-stoff Pflanzen-schutz, Polyester	Nein	Wahrschein-lich	C

27	**2,5-Furandicarbonsäure** 	Oxidation von 5-Hydroxymethylfurfural	2,5-Bishydroxymethylfuran, 2,5-Bis(aminomethyl)-Tetrahydrofuran	Polyamide, Polyester z.B. Substitution der Terephthalsäure im PET	Einführung besteht bevor	Ja	B
28	**Tetrahydrofuran**			Lösungsmittel, Klebstoffe	Nein	wahrscheinlich	C
29	**Furfural** 			Nylon	Nein	wahrscheinlich	C
sonstige							
30	**3-Hydroxybutyrolacton** 	Mehrstufige Synthese aus Stärke	3-Hydroxytetrahydrofuran, 3-Aminotetrahydrofuran	Lösungsmittel, Pharmaka, Polymere	Nein	wahrscheinlich	C-

***Note basieren auf Einschätzungen führender Experten auf dem Gebiet der biobasierten Chemikalien, A – bereits kommerzialisiert, B – signifikanten Aktivitäten zur Kommerzialisierung, C – Methoden im Labor- und Technikumsmaßstab bereits etabliert, D – effiziente Methoden noch in der Entwicklung, F – wird nicht beforscht; 1) Fa. Zeppoil und Fa. Spolchemiegroup Tschechien**

3.4.3 Weitere Details zu ausgewählten identifizierten biobasierten Plattformchemikalien

Nr.3 (Tab. 3.6) Bernsteinsäure

Derzeitiges Marktvolumen:

	Kapazität [t/a]	***Beginn der Produktion***	***Ort***
Myriant	*14.000*	*Q2/2013*	*USA*
BioAmber, Mitsui	*30.000*	*Q4/2014*	*Canada*
***Succinity (BASF/ Corbion-Purac)*	*10.000*	*2013*	*Spanien*
***Reverdia (DSM/ Roquette)*	*10.000*	*Q4/2012*	*Italien*

Marktpreis 2014: 5600 – 8554 €/t[43]

Prognostiziertes Marktvolumen

2020: 710.000 t/a[44]

***Produktion in Europa**

Produktionskosten des biobasiert erzeugten Produktes entsprachen bereits im Jahre 2013 den der petrochemisch produzierten Bernsteinsäure, wobei Rohstoffkosten und Vernetzungsintensität am Chemiestandort entscheident sind

Nr. 4 (Tab. 6) Fumarsäure:

Verwendung: - Säureregulator in Nahrungsmitteln: E297, - Ester zur Behandlung der Multiplen Sklerose[45], Synthetische Harze und bioabbaubare Polymere[46], Behandlung von Schuppenflechte[47]

---

[43] Junaid Akhtar & Ani Idris & Ramlan Abd. Aziz, Recent advances in production of succinic acid from lignocellulosic biomass, Appl Microbiol Biotechnol (2014) 98:987–1000.

[44] **Bio-Succinic Acid Market Volume is Expected to Reach 710 Kilo Tons with Corresponding Revenue of $1.1 billion Globally in 2020 - Allied Market Research,** PORTLAND, Oregon, February 19, 2014 /PRNewswire, link: http://www.prnewswire.com/news-releases/bio-succinic-acid-market-volume-is-expected-to-reach-710-kilo-tons-with-corresponding-revenue-of-11-billion-globally-in-2020---allied-market-research-246242661.html, Download am 16.03.15.

[45] Haghikia, D. A., Linker, R. & Gold, P. D. R. Fumarsäure in der Therapie der Multiplen Sklerose. *Nervenarzt* **85,** 720–726 (2014).

[46] Roa Engel CA, Straathof AJ, Zijlmans TW, van Gulik WM, van der Wielen LAM. Fumaric acid production by fermentation. Appl Microbiol Biotechnol 2008;78(3):379–89.

[47] Ormerod, A.; Mrowietz, U, Fumaric acid esters, their place in the treatment of psoriasis, British Journal of Dermatology,**150**, 630-632 (2004).

Nr. 9 (Tab. 6) Acrylsäure

Derzeitiges Marktvolumen: 8 Mrd./a, Wachstum 3 – 4 %/a[48]

Dow, sagte der globalen Erdölbasis Acrylsäure-Markt wird auf 8 Milliarden Dollar geschätzt und wächst von 3 bis 4% pro Jahr.Marktvolumen biobasierte Herstellung

Derzeit gibt es vermehrte Forschungsbemühungen durch:

1. OPXbio/DOW

- 2014 Fermentation in 30 m^3-Fermenter[49]
- OPX Biotechnologies (DOW) plant eine industrielle Anlage zur Produktion von Acrylsäure (450.000 t/a) bis 2020[50]

2. BASF/ Novozymes/ Cargill
2015: BASF steigt aus Joint-Venture aus[51]
- Weiterführung durch Cargill und Novozymes

3. Myriant
- Produziert derzeit im kg-Maßstab für die Bereitstellung von Mustern für mögliche Kunden[52]

4. Arkema[53]
- Entwickeln Prozess zur biotechnologischen Konversion von Glycerin in Acrylsäure
- Miniplant in Carling (Frankreich) produziert im kg-Maßstab

[48] Einschätzung DOW chemical
[49] Coons, R. OPX advances biobased acrylic, plans new funding round IHS Chemical Week, Vol. 175 (24), 13, September 2013.
[50] Coons, R. Start-up Advances Biobased Acrylic Acid, IHS Chemical Week, Vol. 172 (5), 9, Feb. 2010.
[51] Coons, R.; Ravenscroft, M.; **BASF exits biobased acrylic acid collaboration, *IHS Chemical Week,*** Vol. 177 (5), 9, Feb. 2015; link: http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=73b145d5-f7cd-4fca-92aa-4582c5c39e43%40sessionmgr114&vid=0&hid=101, Download 16.03.2015.
[52] Coons, R. Myriant Begins Scaling Biobased Acrylic Acid Process. IHS Chemical Week, Vol. 174 (10), 10, April 2012.
[53] Homepage Arkema, link: http://www.arkema.com/en/innovation/responses-to-global-trends/renewable-raw-materials/biorefining/, Download: 16.03.2013

3.4.4 Schlussfolgerung für die Forschung und Entwicklung im Land Brandenburg zur Umsetzung der Marktprodukte

Für die Umsetzung der Marktprodukte im Bereich Bioraffinerie werden folgende Methoden in Forschung, Entwicklung und Produktion forciert:

(1) Erntelogistik und Entwicklung von dezentralen Primärraffinerien am Standort des Biomasseaufwuchses
(2) Effiziente Primärraffination von Nicht-Nahrungsmittelrohstoffen in Kohlenhydrate, Lignin, Proteine, Anorganika
(3) Effiziente Aufschlussverfahren und Fraktionierung
(4) Verknüpfung biotechnologischer und chemischer Stoffwandlung
(5) Entwicklung Logistik einer Verknüpfung von Primärraffinationsstandort und Chemiestandort via Intermediaten
(6) Verknüpfende Separation und Aufreinigung sowie integrierende Prozessentwicklung von biobasierten Spezialchemikalien

Für die Umsetzung der MarktPotenziale im Bereich Biotechnologie werden folgende Methoden forciert:

(1) Polyomics (Genomik, Transkriptomics, Proteomik, Metabolomik, Design und Implementierung neuer bioinformatischer Tools und Datensätze, Simulierung und Optimierung von Stoffwechselwegen und intrazellulären Prozess
(2) Stammentwicklung (Optimierung der Produktionsleistung, Verbesserung der genetischen Stabilität, Maßgeschneiderte Bioprodukte durch synthetische Stoffwechselwege
(3) Fermentation, neue Technologien im Kleinst-, Labor- und Industriemaßstab, Strategien zur Verbesserung des gesamten Prozesses vom Rohstoff zum Produkt
(4) Anaerobische Prozesse zur Verwertung neuer Kohlenstoffquellen
(5) Biokatalyse, Einsatz neuer Enzymklassen, Konstruktion von Enzymen für stabile und kosten-effiziente Anwendungen und Prozesse, Biokatalyse in nicht-wässrigen Medien
(6) Aufarbeitung (Vereinfachte Separation und Aufreinigung, Reduzierte Investitions- und Betriebskosten, Verbesserte Effizienz in der Prozessentwicklung)

3.5. Schlussfolgerungen zur Nutzung der Potenziale für eine weitere Netzwerkbildung in der brandenburgischen Chemieindustrie

Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien

Um die Forschungsanstrengungen in Deutschland zu bündeln, hat die Bundesregierung ein Bioraffinerie-Cluster im ostdeutschen Chemiedreieck aufgebaut (Spitzencluster Bioökonomie). Was heute nicht vergessen werden darf: Basis dafür war eine brandenburgische Initiative. Im Jahre 2005 veranstaltete das FI Biopos e.V. mit dem Land Brandenburg das überaus erfolgreiche BMBF-Innovationsforum Bioraffinerien und Biobasierte Industrielle Produkte gemeinsam mit der chemischen Industrie Mitteldeutschlands. In Leuna bestehen hervorragende Standortbedingungen, um gemeinsam mit Wirtschaft und Wissenschaft das Zukunftsfeld Bioraffinerie zu realisieren. Brandenburgische Forschungseinrichtungen haben in engem Verbund mit Hochschulen und Unternehmen bei Forschung und Entwicklung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe vielfältige Kernkompetenzen vorzuweisen. Hier werden Verfahren entwickelt, den Rohstoff Biomasse in einer Bioraffinerie für die Chemie nutzbar zu machen. Im Land Brandenburg ansässige Forschungseinrichtungen und Unternehmen haben gemeinsam mit weiteren europäi-

schen und amerikanischen Einrichtungen und der Industrie die internationalen Bioraffinerie-Systeme entwickelt, die eine Vorlage für die Roadmap Bioraffinerien in Deutschland war. Um die brandenburgischen Forschungseinrichtungen aktiv am Bioraffinerie-Cluster in Leuna zu beteiligen und den Innovationsprozess mit zu gestalten war bereits im Jahre 2010 die „Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien“ gegründet worden[54]. Der Plattform waren von Beginn an alle Akteure – vom Biomasseproduzenten bis zum Finalprodukt-Produzenten – angeschlossen.

Das Ergebnis der Unternehmensbefragung im Bereich Biobasierte Spezialchemikalien ist, dass nun auch die ansässigen Unternehmen der brandenburgischen Chemiestandorte Schwarzheide und Schwedt die gewaltigen Chancen aber auch die großen Herausforderungen für diese Entwicklung sehen.
Insbesondere ist es wichtig, dass das verfügbare regionale Aufkommen von Reststoffen aus der Land- und Forstwirtschaft zur Herstellung von biobasierten Chemieprodukten unter Einbeziehung der Zielstellung des Landes Brandenburg zur Energie- und Kraftstofferzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen, erhoben wird.

Auch bislang ungenutzte Reststoffpotenziale, z.B. Stroh von Ölsaaten oder der Überhang an Stroh durch mittelfristig geringere Tierhaltung im Land Brandenburg müssen einbezogen werden. Ebenso muss die Verfügbarkeit von Feinrejekten aus der Papierindustrie für die Entwicklung von chemisch basierten Spezialitäten geprüft werden.

Wichtig für die Wertschöpfung in Brandenburg ist, dass die Nähe der Anbaugebiete in Agrarwirtschaft und Forstwirtschaft mit den Veredlungsschritten gut kombiniert werden kann. Dazu muss eine unternehmensübergreifende Unterstützung entlang der Wertschöpfungskette entwickelt werden und eine entsprechende Informationsplattform aufgebaut werden. Und last but not least müssen Technikumskapazitäten oder Ressourcen für Pilotanlagen zur Produktionsetablierung biobasierter Spezialchemie-Produkte bereitgestellt oder geschaffen werden (Abb. 3.10).

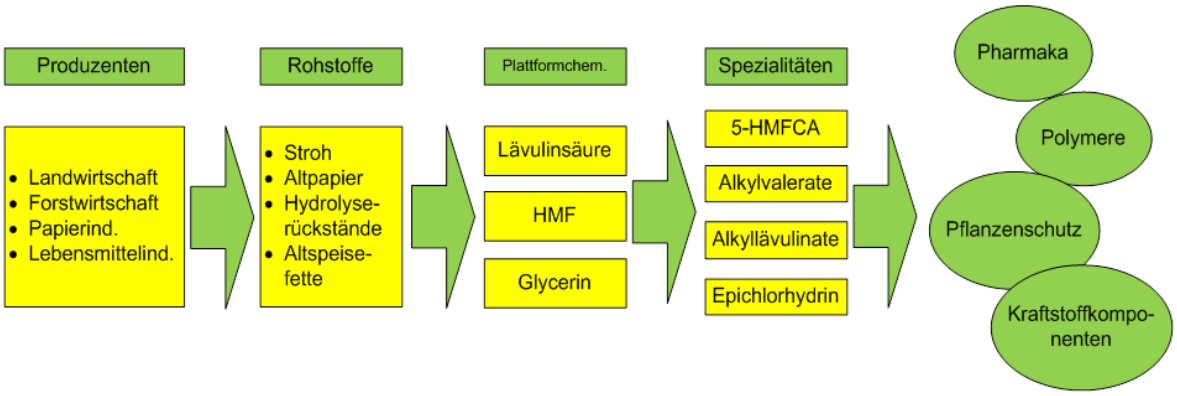


Abb. 3.10 Aus der Unternehmensbefragung abgeleitete Wertschöpfungsketten im Bereich Biobasierte Spezialchemikalien

Die Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien sollte durch Unterstützung des Landes Brandenburg als interdisziplinäres Netzwerk vom Rohstoffproduzenten via Technologieentwickler und finalen Hersteller von Spezialchemikalien weiter strukturiert und gestärkt werden. Gleichzeitig wird der Aufbau eines Kompetenzzentrums Biobasierte Spezialitätenchemie am Forschungsstandort Teltow-Seehof vorgeschlagen. Das FI Bio-

[54] www.biorefinica.de

pos e.V. kann hier sein seit über 20 Jahren erarbeitetes Know how und weltweites Netzwerk im Bereich Bioraffinerien und Biobasierte Spezialchemikalien einbringen.

Schwerpunkt des Kompetenzzentrums Biobasierte Spezialitätenchemie
Als Basisthema wird die Beforschung und Entwicklung von nachhaltigen ökologischen Bioraffinerie-Konzepten und -Systemen mit Schwerpunkt Biobasierte Spezialchemikalien vorgeschlagen. Folgende Inhalte werden empfohlen zu adressieren:

- F&E von chemischen Stoffwandlungsprozessen biogener Rohstoffe
- F&E der Verknüpfung von biotechnologischer und chemischer Stoffwandlung.
- F&E von Stoffwandlungsprozessen im Bioraffinerie-Regime, d.h. definierte Produktlinien und Produktstammbäume
- Umsetzung von Forschung & Entwicklung in Demonstrationsvorhaben in Kooperation mit der Industrie
- Mitarbeit an zertifizierten Bildungsmaßnahmen für die Fachkräfteabsicherung in Zusammenarbeit mit brandenburgischen Bildungsträgern, den Mitgliedern der Technologieplattform Brandenburger Bioraffinerien und der ZukunftsAgentur Brandenburg GmbH (ZAB).

Biopos richtete bereits im Jahre 2005 als Koordinator des Bioraffinerieverbundes Mitte-Ost zusammen mit dem Land Brandenburg das Innovationsforum „Bioraffinerien und Biobasierte Industrielle Produkte" aus [55]. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte das Innovationsforum im Rahmen seiner „Innovationsinitiative Neue Länder – Unternehmen Region“. Der Ministerpräsident des Landes Brandenburg, Herr Matthias Platzeck informierte sich am 08. Februar 2007 im FI Biopos e.V. über den Forschungsbereich der Bioraffineriesysteme und bezeichnete ihn als einen der vielversprechendsten bei der Strategie ‚weg vom Öl’. Zitat: ‚Es zeugt von der Kompetenz und Innovationsfähigkeit unserer Hochschul- und Forschungsregion, dass hier in Brandenburg in führender Position an dieser Zukunftstechnologie gearbeitet wird’[56]. Das Forschungsinstitut ist Berater der Europäischen Union [57] und der Bundesregierung zum Thema Bioraffinerien und hat in diesem Zusammenhang die Bioraffineriekongresse 2007 (Bundespresseamt Berlin) und 2009 (Industrieclub Potsdam) ausgerichtet. Biopos hat an der Ausarbeitung der Roadmap Bioraffinerien Deutschland mit einem Zeithorizont bis zum Jahre 2030 mitgearbeitet (Federführung: BMBF, BMWE; BMELV). Gleichzeitig ist das Institut Veranstalter der biorefinica Kongresse, die seit 1997 durchgeführt werden, z.B. Deutsche Bundesstiftung Umwelt Osnabrück (2004, 2006, 2009), Messe Hannover (2011) und Teltow-Seehof (2001, 2014)[58]. Biopos e.V. verweist auf über 90 Publikationen und Patente zum Thema Biobasierte Produkte und hat an der Herausgabe von wegweisenden Fachbüchern zum Thema Bioraffinerie ‚Biorefineries Industrial Processes and Products (Publisher WILEY) und Microorganism in Biorefineries (Publisher Springer) mitgearbeitet[59].

---

[55] Schlussbericht zum BMBF-Innovationsforum Bioraffinerien und Biobasierte Industrielle Produkte, Innovationsforum und Kontaktbörse zur nachhaltigen industriellen und industrienahen stofflichen Nutzung biogener Rohstoffe in Bioraffinerien, Biopos e.V., 2006
[56] Staatskanzlei des Landes Brandenburg, Presseinformation 8.2.2007, www.brandenburg.de
[57] http://www.biorefinery.nl/biopol/
[58] www.biorefinica.de
[59] www.biopos.de

4 Ergebnisse im Bereich Biopolymere

4 Ergebnisse im Bereich Biopolymere 50
4.1 Fachlicher Hintergrund 52
4.1.1 Einordnung 52
4.1.2 Wichtige native Polymere mit Relevanz für die Potenzialanalyse 54
4.1.2.1 Cellulose 54
4.1.2.2 Stärke 55
4.1.2.3 Lignin 56
4.1.2.4 Naturkautschuk 57
4.1.2.5 Spinnenseiden 58
4.1.2.6 Kasein 58
4.1.3 Wichtige biobasierte Kunststoffe 58
4.1.3.1 PLA 58
4.1.3.2 Polyhydroxybuttersäure (PHB) 59
4.1.3.3 Bio-Polyurethane (Bio-PUR) 60
4.1.3.4 Bio-Polyamide (Bio-PA) 60
4.1.3.5 Ecoflex und dessen Blends mit biobasierten Kunststoffen 61
4.1.3.6 Drop-ins 61
4.1.3.7 Biobasierte Verbundwerkstoffe 62
4.1.3.8 Weitere biobasierte Kunststoffe 62
4.1.4 Prognosen für die Marktentwicklung wichtiger Biopolymere und aktuelle Marktlage in Deutschland 62
4.1.4.1 Chemiezellstoff / künstlich hergestellte (man-made) Celluloseprodukte 62
4.1.4.2 Stärkeblends 63
4.1.2.3 Bioplastics (Biokunststoffe) 63
4.1.2.4 Wood-Plastic-Composites (WPC) 64
4.1.2.5 Aktuelle Marktlage in Deutschland 64
4.2 Ergebnisse der Unternehmensbefragungen 65
4.2.1 Auswahl der zu befragenden Unternehmen und Netzwerke 65
4.2.2 Vorgehensweise 67
4.2.3 Kurze Analyse der Kunststoffverarbeiter nach Aktenlage (vor der Befragung) 67
4.2.4 Auswertung der Befragung der Biopolymerhersteller und Compoundure von Polymeren 68
4.2.5 Auswertung der Befragung der Kunststoffverarbeiter 69
4.2.6 Auswertung der Befragung der Netzwerke 73
4.2.6.1 BioEconomy e.V. Halle 73
4.2.6.2 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR (Projektträger des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 74

4.2.6.3 Fördergemeinschaft für Polymerentwicklung und Kunststofftechnik – Polykum e.V. Schkopau 75
4.2.6.4 Kunststoff-Verbund Brandenburg Berlin KuVBB 76
4.2.6.5 NORKUN – Norddeutsches Kunststoffnetzwerk 77
4.2.6.6 PolymerMat – Kunststoffcluster Thüringen 77
4.3 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich Biopolymere 78
4.3.1 Biopolymerhersteller 81
4.3.2 Biopolymercompoundeure 83
4.3.3 Biopolymerverarbeiter 84
4.3.4 Unterstützende F&E Einrichtungen 84
4.3.5 Mögliche Wertschöpfungsketten im Land Brandenburg 86
4.4 Schlussfolgerungen für die weitere Entwicklung im Land Brandenburg 88

4.1 Fachlicher Hintergrund

4.1.1 Einordnung

Unter dem Begriff Biopolymere werden zahlreiche Stoffklassen subsumiert[60]. Unterschieden wird zunächst vor allem in biologisch abbaubare und nicht biologisch abbaubare Biopolymere aus nachwachsenden Rohstoffen. Zunehmend in die Kritik gerät die bislang noch verbreitete Einordnung bioabbaubarer aber erdölbasierter Polymere/Kunststoffe (z.B. Polyvinylalkohole, Polycaprolactone oder bestimmte Copolyester) in die Gruppe der Biopolymere.
Eine weitere Klassifizierung folgt aus der Einordnung in native Biopolymere (Cellulose, Stärke, Chitin, Lignin, Eiweiße etc.), die ggf. nach einer chemischen Modifizierung direkt weiter verarbeitet werden können und biobasierte Polymere auf der Grundlage von aus nachwachsenden Rohstoffen zumeist in Bioraffinerien erhaltenen Monomeren. Dabei wird noch zwischen neuartigen biobasierten Polymeren (z.B. PLA, PHB) und sogenannten drop-ins (Bio-PE, Bio-PP, Bio-PA mit den gleichen Eigenschaften wie die entsprechenden erdölbasierten Polymere etc.) unterschieden.

Alle vorbeschriebenen Biopolymere haben einen engen Bezug zur Bioökonomie im Sinne der entsprechenden Strategien von EU[61] und Bundesregierung[62] mit der Kaskade Ernährungssicherheit - stoffliche Nutzung - energetische Nutzung. Konkretisierungen für die hier interessierende Thematik finden sich vor allem im Aktionsplan der Bundesregierung zur

[60] Vergl. z.B. H.-J. Endres, A. Siebert-Raths, Technische Biopolymere, Carl Hanser-Verlag, München, 2009
[61] COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS, Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe, {SWD(2012) 11 final}, EU 2012.
[62] Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030, Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft, BMBF 2010.

stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe[63] in den Handlungsfeldern 8 (Biobasierte Werkstoffe einschließlich naturfaserverstärkte Kunststoffe) und 11 (Zellstoffnutzung, Stärkeverarbeitung). Auf Landesebene ist vor allem die Biomassestrategie des Landes Brandenburg[64] zu beachten, die u.a. langfristig den Vorrang der stofflichen vor der energetischen Nutzung anstrebt. Dabei sind biobasierte Kunststoffe allerdings nur an einer Stelle kurz erwähnt.

Ein nennenswerter Anteil der gegenwärtig technisch verwendeten Biopolymere basiert auf Ackerfrüchten (z.B. Stärke-, Zucker- und Ölpflanzen), wobei gegenwärtig nur weniger als 0,01 % der Weltackerfläche für diese Zwecke genutzt wird[65]. Nach einer Abschätzung von Endres würde der vollständige Ersatz aller weltweit produzierter Kunststoffe (2013 299 Mio.t[66]) mit etwa 5 % der verfügbaren Ackerfläche auskommen[67]. Diese Zahl relativiert sich nochmals auf Grund der technischen Möglichkeiten, auch nicht essbare agrarische Reststoffe und Lignocellulosequellen wie Holz als Rohstoffbasis zu nutzen.

Zu den bisher noch bestehenden Nachteilen von Biopolymeren zählen insbesondere die in bestimmten Fällen erforderliche Optimierungen der thermo-mechanischen Eigenschaften, die Langzeitbeständigkeit unter Umweltbedingungen sowie ein oft noch erheblicher Entwicklungsbedarf von Verarbeitungsbedingungen z.B. bei Extrusion und Spritzguss, wobei kunststoffverarbeitende Unternehmen dabei häufig Unterstützung von spezialisierten F&E Einrichtungen benötigen werden. Auch die Materialkosten sind für Biopolymere heute meist noch merklich höher als bei ölbasierten Kunststoffen mit vergleichbarem Eigenschaftsprofil. Hier gibt es aber mit wachsender Entwicklungszeit und steigendem Marktvolumen durchaus bereits positive Entwicklungen (vergl. Bsp. PLA in Absatz 4.1.3). Zudem gibt es Marktsegmente (z.B. hochwertige Spielzeuge, Lehrmittel oder Oberklasse-PKW), in denen die Kunden z.B. aus Umweltbewusstsein bereits etwas höhere Kosten für biopolymerbasierte Lösungen akzeptieren. Biopolymere können aber auch aufgrund besonderer Materialeigenschaften für bestimmte Anwendungen spezifische Vorteile im Vergleich zu konventionellen Massenkunststoffen zeigen. Beispiele sind hier die über den Kristallisationsgrad gut einstellbare hydrolytische Abbaubarkeit von PLA (wichtig für die Nutzung in Implantaten oder für Einwegverpackungen) oder dessen gute Durchlässigkeit für Wasserdampf (günstig für die Verpackung von Obst und Gemüse oder für den Einsatz als Textilfaser). Bei den klassischen Textilfasern auf Basis von Cellulose (Naturfasern oder man-made wie Viskose oder Modal) überzeugt oft der besonders hohe Tragekomfort, während z.B. Spinnenseidenproteine wegen ihrer hohen Biokompatibilität im Implantat- und Kosmetikbereich bedeutende Vorteile aufweisen.

---

63 Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, BMELV 2009.

64 Biomassestrategie des Landes Brandenburg, MUGV 2010.

65 http://en.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2013/publications/EuBP_FactsFigures_bioplastics_2013.pdf (Aufruf 8.12. 2014).

66 http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167099/umfrage/weltproduktion-von-kunststoff-seit-1950/ (Aufruf 16.4. 2015)

67 H.-J. Endres, Technische Biopolymere – Marktsituation, Potenziale und Bottlenecks, Vortrag auf dem 4. Biopolymerkolloquium des Fraunhofer IAP, Potsdam 26.1. 2012.

Zurzeit liegt der Gesamtanteil von Biopolymeren bei ca. 3 % der weltweiten jährlichen Gesamtkunststoff- und Kunstfaserproduktion von ca. 360 Mio. t (ca.300 Mio. t Kunststoffe[66] plus ca. 60 Mio. t Kunstfasern[68] inkl. Chemieasern auf Cellulosebasis).

4.1.2 Wichtige native Polymere mit Relevanz für die Potenzialanalyse

4.1.2.1 Cellulose

Cellulose als Gerüstsubstanz von Pflanzen (insbes. Holz) ist das in der Natur am häufigsten vorkommende Biomolekül. Von der chemischen Struktur her handelt es sich um ein Kohlenhydrat aus bis zu etwa 10.000 (in Baumwolle sogar etwa 15.000) Anhydro-Glucoseeinheiten in ß-(1,4) glucosidischer Verknüpfung. Neben Papierzellstoff kann aus Cellulose auch der höherwertige Faser- oder Chemiezellstoff (dissolving pulp) erhalten werden. Für die geplante Marktanalyse soll hier nur das mengenmäßig relativ kleine Chemiezellstoffsegment betrachtet werden. Dieser zeichnet sich im Vergleich zum Papierzellstoff durch einen besonders hohen Anteil an α-Cellulose aus (> 90 %), während Lignin- und Hemicellulosen nur noch in sehr geringen Mengen vorliegen. Die Weltproduktion von Chemiezellstoff lag nach FAO-Angaben 2013 bei 5,81 Mio. t (auf Holzbasis; Hinzu kommen etwa 400 Tsd. t aus Baumwolllinters). Der deutsche Chemiezellstoffbedarf wird vollständig importiert (2011 407 Tsd t, 2013 445 Tsd. t)[69,70] Chemiezellstoff kann z.T. über temporäre (z.B. Viskose- und Carbamatverfahren) bzw. permanente Derivatisierungen (z.B. Veresterung oder Veretherung) zu zahlreichen Produkten, wie Chemiefasern, Folien, Nonwovens, thermoplastischen Kunststoffen, Verdickungsmitteln etc. weiter verarbeitet werden[71,72]. Der Markt von cellulosebasierten Kunststoffen wird durch Produkte aus Celluloseacetat dominiert. Weitere bekannte Cellulosederivate mit Kunststoffeigenschaften sind Celluloseacetatpropionat und Celluloseacetobutyrat. 2011 wurden in Deutschland 59 % des Chemiezellstoffs in cellulosische Chemiefasern und 41 % in Cellulosederivate umgesetzt. Der Kilogrammpreis für Cellulosederivate liegt im Mittel bei 4,50 Euro[60]. Wichtige Verarbeiter von Cellulosederivaten in Deutschland sind die Unternehmen Dow Wolff Cellulosics (Walsrode) und Solvay Acetow (Freiburg). Das letztere Unternehmen ist der weltweit drittgrößte Hersteller von Celluloseacetat-Kabel (Faserbündel) zur Herstellung von Zigarettenfiltern, während Dow Wolff Cellulosics (jetzt Teil von Dow Pharma & Food Solutions) Cellulosederivate für unterschiedlichste Anwendungen produziert. Im Bereich der Cellulose-Regeneratfasern ist in Deutschland das Unternehmen CORDENKA GmbH & Co. KG in Obernburg (Land Bayern), der weltweit führende Hersteller von industriellem Rayon-Garn. Ein weiterer wichtiger Produzent von Viskosefasern ist die ENKA INTERNATIONAL GMBH & CO. KG in Wuppertal, die seit 2005 zur International Chemical Investors Group (ICIG) gehört, während Kelheim Fibres der weltweit führende Hersteller von Viskose-Spezialfasern ist. In Brandenburg wird nach unserer Kenntnis bislang kein Chemiezellstoff verarbeitet.

---

68 Die Chemiefaserindustrie in der Bundesrepublik Deutschland 2013/2014, Industrievereinigung Chemiefaser e.V. (IVC), Mainz, 2015

69 Vergl. D. Hofmann, S. Radosta, H.-P. Fink, Kapitel Papier, Pappe, Kartonage, Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, FNR 2014 (http://mediathek.fnr.de/marktanalyse.html).

70 Vergl. http://faostat3.fao.org/browse/F/*/E (Aufruf 9.3. 2015)

71 Vergl. z.B. H.-P. Fink, J. Ganster, A. Lehmann, Progress in cellulose shaping: 20 years industrial case studies at Fraunhofer IAP, Cellulose 21 (2014) 31.

72 D. Klemm, B. Heublein, H.-P. Fink, A. Bohn, Cellulose: Fascinating Biopolymer and Sustainable Raw Material, Angew. Chemie 44 (2005) 3358.

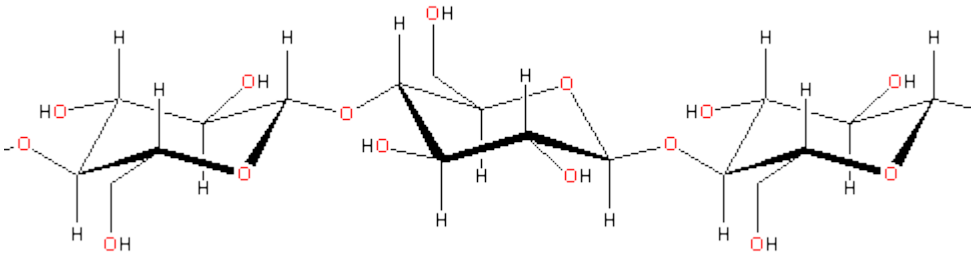


Abb. 4.1 Ausschnitt aus einem Cellulosemolekül

4.1.2.2 Stärke

Stärke als Speichersubstanz von Pflanzen besteht chemisch zu 10–30 % aus Amylose, linearen α-1,4-glykosidisch verknüpft Ketten und zu 70–90 % aus Amylopektin, stark verzweigten Strukturen, mit α-1,6-glykosidischen und α-1,4-glykosidischen Verknüpfungen. Weltweit wurden 2010 etwa 72 Mio. t Stärke (neuere statistische Daten sind uns nicht bekannt) hergestellt[69], während es in Deutschland in 2013 1,35 Mio. t waren[73]. Für 2015 wird eine Weltstärkeproduktion von 85 Mio. t vorhergesagt[74]. Als pflanzlicher Rohstoff dominiert weltweit Mais (ca. 75 %) während in Deutschland die Kartoffel (gut 40 %) vorn liegt. 2013 gingen in Deutschland etwa 41 % der Stärke in technische Anwendungen (vorwiegend in der Papierindustrie)[73]. Im Land Brandenburg wird technisch nutzbare Stärke vor allem von der Emsland-Aller Aqua GmbH (Golßen) produziert.
Stärke hat aber auch Potenzial als Biokunststoff (Thermoplastische Stärke TPS), entweder durch Zusatz biologisch unbedenklicher Weichmacher (z.B. Wasser, Glycerin, Sorbit) oder durch chemische Modifizierung (Acylierung). Reine TPS ist aufgrund ihrer starken Neigung zur Wasseraufnahme nur bedingt für technische Anwendungen geeignet. TPS wird daher zumeist in Form von Blends mit bioabbaubaren Polymeren wie beispielsweise PLA, Polyvinylalkohol, Polyester, Polyesteramiden oder Polyesterurethanen zu Verpackungsmitteln verarbeitet[75]. Hier war für das Land Brandenburg vor allem die BIOPAR® Technology der am Chemiestandort Schwarzheide aktiven BIOP Biopolymer Technologies GmbH zu nennen, die aber leider im Rahmen eines Insolvenzverfahrens inzwischen abgewickelt wurde, wobei das Inventar und das Patent Knowhow an ein ausländisches Unternehmen gingen, das nicht weiter im Land Brandenburg produzieren wird. Andere wichtige Hersteller von Stärkeblends außerhalb der Region sind z.B. die Unternehmen Novamont (Italien) und BIOTEC (Deutschland in Emmerich – Land Nordrhein-Westfalen). Stärkeblends kosten um die 4 Euro/kg[60]. Stärke wird auch in großem Umfang biotechnologisch in Glucose (Stärkezucker) umgewandelt, die dann wiederum als Ausgangsstoff für Monomere z.B. zur Synthese von PLA, anderen biobasierten thermoplastischen Polyestern oder Bausteinen von Polyurethanen dient. Typische Produkte aus stärkebasierten Kunststoffen sind vor allem Verpackungsmittel (aufgeschäumte Flocken, Folien, Tragetaschen), Cateringerzeugnisse (wie Jogurt- und Trinkbecher) Kinderspielzeug (z.B. Playmais, Sandspielzeug), sonstige Spritzgussprodukte für Anwendungen mit geringen thermomechanischen Anforderungen sowie als Kapsel- oder Pillenmaterial für Pharmazie und Kosmetik

---

[73] Vergl. http://www.staerkeverband.de/html/zahlen.html (Aufruf 9.3. 2015)
[74] Vergl. http://www.starch.dk/ISI/stat/rawmaterial.asp (Aufruf 9.3. 2015)
[75] H.-P. Fink, H. Ebeling, W. Vorwerg, Technologien der Cellulose- und Stärkeverarbeitung, Chemie Ingenieur Technik 81 (2009) 1757.

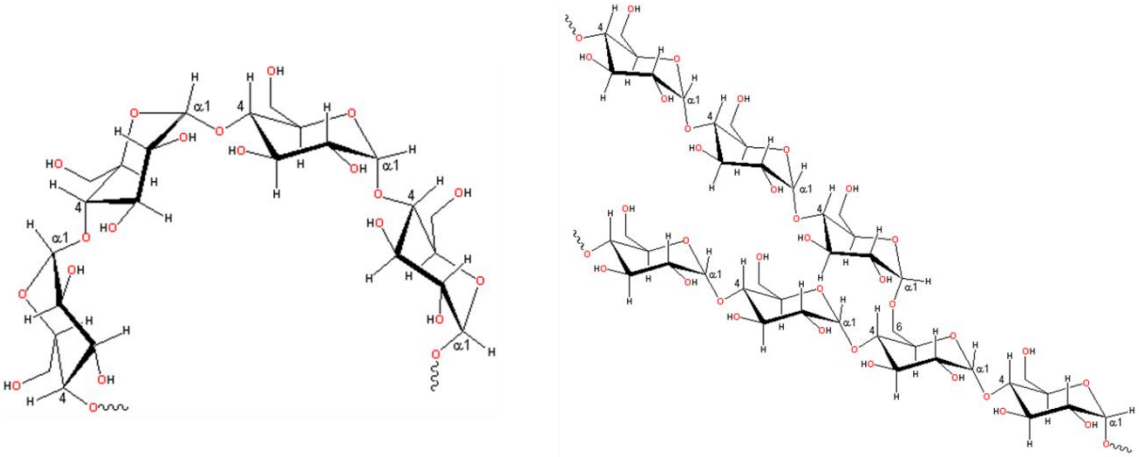


Abb. 4.2 Chemische Struktur von Stärkemolekülen (Ausschnitte)

4.1.2.3 Lignin

Als bisher zumeist nur zur Energieerzeugung verwendetes Kuppelprodukt des Holzaufschlusses bei der Zellstoffherstellung fällt die Stützsubstanz Lignin an. Bezüglich des relativen Anteils gibt es eine starke Streuung über die Holz- und anderen Pflanzenarten. So zeigen Nadelhölzer Ligningehalte von 25-30%, während dessen Anteil bei Laubhölzern nur bei 18-24% liegt. Bei Lignin handelt es sich um ein komplexes Gemisch aus vernetzten aromatisch-organischen Makromolekülen, das zukünftig auch eine große Bedeutung als Rohstoffquelle für die Herstellung von Feinchemikalien und Biokunststoffen haben kann. Es gibt eine Vielzahl von Vorschlägen zur stofflichen Nutzung hochwertiger schwefelhaltiger (Kraftlignin) und schwefelfreier Lignine aus speziellen Aufschlussverfahren. Sie beziehen sich z.B. auf die Herstellung von Copolymeren, thermoplastischen Elastomeren, Polyurethanen sowie Füll- und Verstärkungsstoffen[76]. Aktuell in der Diskussion ist die Herstellung von Carbonfasern auf Ligninbasis[77]. Bereits etablierte Kunststoffprodukte sind z.B. Leiterplatten mit einem Ligninanteil von bis zu 60% in der entsprechenden Epoxidharzrezeptur und Arboform® von TECNARO Ilsfeld-Auenstein (Land Baden-Württemberg), sogenanntes flüssiges Holz, ein Granulat aus Lignin, cellulosischen Naturfasern und Additiven, das z.B. durch Spritzguss und danach wie Holz verarbeitbar ist[78]. Zurzeit ist es noch vergleichsweise schwierig an hochwertige schwefelfreie/schwefelarme Lignine heranzukommen. In Deutschland befasst sich damit im Rahmen des BioEconomy Spitzenclusters z.B. das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna, das eine Pilotanlage zum Lignocelluloseaufschluss betreibt und prinzipiell Lignin im unteren Tonnenbereich nach dem Organosolv-Verfahren herstellen kann. Auch einige Zellstoffhersteller haben bereits öffentlich angekündigt, zukünftig qualitativ hochwertige Lignine für technische Anwendungen in größeren Mengen liefern zu können[79]. Weltweit werden zurzeit jährlich für hochwertige technische Anwendungen etwa 50 Tsd. t schwefelhaltige Kraftlignine, 10 Tsd. t schwefelfreie Soda-Lignine sowie ca. 3000 t andere schwefelfreie Lignine hergestellt[79]. Bezüglich der erzielbaren Ligninqualitäten ist der Hinweis angebracht, dass durch biotechnologische (enzymatische) Extraktionen gewonnene

---

[76] J. Puls, Gülzower Fachgespräche, FNR, 31 (2009) 18.
[77] F.S. Baker, 4. Biopolymer-Kolloquium, 2012, Fraunhofer IAP.
[78] G. Engelmann, 2009: Gülzower Fachgespräche, FNR, 31 (2009) 126.
[79] z.B. Dr. Niklas Garoff, Stora Enso Biomaterials, „Kraft Lignin –Trends regarding industrial production and applications“, Vortrag auf dem 6. Biopolymer Kolloquium des Fraunhofer IAP, Berlin, 23.1. 2014.

Lignine meist von höchster Qualität sind, während Kraftlignine bei den für stoffliche Nutzung geeigneten Ligninen eher am anderen Ende des Spektrums stehen. Allerdings verhalten sich die quantitativen Verfügbarkeiten genau umgekehrt, so dass die Wahl eines bestimmten Lignintyps entscheidend vom jeweiligen Zielprodukt abhängt.

Bezüglich aller drei bisher genannter nativer Biopolymere gehört das in Potsdam-Golm ansässige Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung IAP zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen.

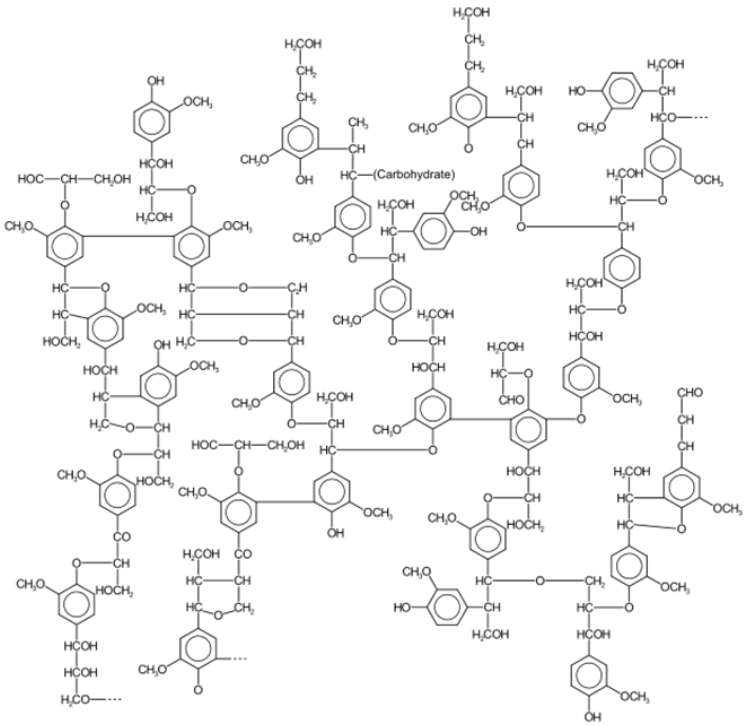


Abb. 4.3 Chemische Struktur des Lignins (Prinzipdarstellung)[80]

4.1.2.4 Naturkautschuk

Dabei handelt es sich um elastische Polymere, die auf Isopren als Monomer, das zu cis-1,4-Polyisopren polymerisiert ist, basieren und aus Latex, dem Milchsaft des Kautschukbaums, gewonnen werden. Er wird hauptsächlich zur Herstellung von Gummi durch Vulkanisation verwendet. Naturkautschuk wird wegen seiner bisher von synthetischen Kautschuken nicht erreichten Eigenschaften vor allem in LKW-Reifen (dort Anteil bis 80 %) eingesetzt. Ca. 60 % des weltweiten Kautschukverbrauchs gehen allerding (vor allem bei PKW-Reifen) auf das Konto der Synthesekautschuke. Bezüglich des einzigen großen Reifenherstellers im Land Brandenburg, der Goodyear Dunlop Tyres Deutschland GmbH in Fürstenwalde, wird hier aufgrund der Tatsache, dass in Fürstenwalde nur PKW-Reifen (consumer tires[81]) hergestellt werden, angenommen, dass dort kaum Naturkautschuk zum Einsatz gelangt.

---

[80] Abb. aus Wikipedia nach Glazer, A. W., and Nikaido, H. (1995). Microbial Biotechnology: fundamentals of applied microbiology. San Francisco: W. H. Freeman, p. 340. ISBN 0-71672608-4

[81] Vergl. http://www.goodyear.com/corporate/about/facilities.html (Aufruf 24. 2. 2015).

4.1.2.5 Spinnenseiden

In den letzten Jahren gab es an der Universität Bayreuth (Lehrstuhl Biomaterialien von Prof. Thomas Scheibel) erfolgreiche Entwicklungen zur „künstlichen“ Synthese von Spinnenseidenproteinen und zu deren Verspinnung zu hochleistungsfähigen Fasern[82]. Diese Aktivitäten werden inzwischen auch vom Unternehmen Amsilk kommerzialisiert[83]. Diese Fasern zeichnen sich gleichzeitig durch hohe Reißfestigkeits- und hohe Bruchdehnungswerte aus und sind besonders biokompatibel.

4.1.2.6 Kasein

Dieses aus Milch gewinnbare Protein wurde in der ersten Hälfte des 20 Jahrhunderts für die Herstellung von Textilfasern eingesetzt und ist erst in den letzten Jahren wieder stärker ins Gespräch gekommen[84].

Beide letzgenannten Ausgangsstoffe für Proteinfasern könnten zukünftig durchaus auch für brandenburgische Unternehmen von Interesse sein. Das Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung IAP arbeit im Rahmen eines FNR-Projektes bereits an dem eng mit Spinnenseiden verwandten Thema Florfliegenseiden[85].

4.1.3 Wichtige biobasierte Kunststoffe

4.1.3.1 PLA

Polymilchsäure (PLA) ist ein optisch aktives thermoplastisches Polymer, das zumeist über eine aufwändige mehrstufige Synthese- und Aufreinigungsprozedur (Erste Stufe: Synthese von Oligi-PLA niedrigen Molekulargewichts gefolgt von einer Depolymerisation aus der ringförmige Dilactide entstehen) am Ende durch eine ringöffnende Polymerisation aus den entsprechenden L,L-, D,D- bzw. D,L Dilactiden synthetisiert wird (führt zu PLLA, PDLA bzw. PDLLA). Gängige PLLA und PDLA Typen zeigen zu PET vergleichbare mechanische Eigenschaften, haben aber eine deutlich niedrigere Wärmeformbeständigkeit (ca. 60 °C) und ungünstige Barriereeigenschaften gegenüber Wasser und CO_2[86] und sind auch bei Raumtemperatur recht spröde. PLLA wird daher oft als Blend mit petrobasierten Kunststoffen bzw. Stärke oder faserverstärkt genutzt. Die einfacheren PLA-Typen sind bereits zu Preisen von unter 2 Euro/kg erhältlich, während PLA Blends gut 5 Euro/kg erreichen[87]. Neuere Entwicklungen zu PLA der zweiten Generation sollen durch geschickte Kombination von PDLA und PLLA beispielsweise in Form von Stereokomplexen oder Stereoblockcopolymeren, wie sie gegenwärtig z.B. am Fraunhofer IAP entwickelt werden, zu Kunststoffen mit erheblich verbesserten thermomechanischen Eigenschaften führen[88]. Eigenschaftsverbesserungen sind ebenfalls durch Copolymerisation mit anderen Polyme-

---

82 http://www.fiberlab.de/ (Aufruf 4.12. 2014)..

83 http://www.amsilk.com/ (Aufruf 4.12. 2014).

84 Vergl. https://www.biotechnologie.de/BIO/Navigation/DE/root,did=128668.html, http://www.swicofil.com/products/212milk_fiber_casein.html (Aufruf 24.2. 2015).

85 http://www.fnr.de/index.php?id=911&alles=1&status=Inhalt&fkz=22002713 (Aufruf 18.5. 2015)

86 V. Grimm, M. Braun, O. Teichert, A. Zweck, Biomasse – Rohstoff der Zukunft für die chemische Industrie, VDI Technologiezentrum GmbH 2011.

87 H.-J. Endres; A. Siebert-Raths “Engineering Biopolymere“, Carl Hanser Verlag München 2011, 268.

88 M. Hahn, A. Lieske, Novel Bio-Based Plastics – Molecular Design by Synthesis, in H.-P. Fink, D. Hofmann (Eds.), Tailor-Made Polymer Research, Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research, Potsdam-Golm, 2012, pp. 145-159

ren (z.B. Polystyren) möglich[89]. PLA ist aus der Schmelze sehr gut wie andere thermoplastische Kunststoffe verarbeitbar und hat daher insbesondere mit den genannten Eigenschaftsverbesserungen ein großes Einsatzpotenzial. Im Vergleich zu vielen erdölbasierten Polymeren bieten seine Bioabbaubarkeit (Implantate, Abdeckfolien und Schädlingsbekämpfungsmittelfreisetzungssysteme für die Landwirtschaft) und speziellen Permeabilitätseigenschaften (Verpackungen für wasserreiche Lebensmittel) sogar ein erweitertes Einsatzspektrum. Weltmarktführer bei der Herstellung von PLA ist das US Unternehmen NatureWorks (etwa 150 Tsd. t/a). Für das Land Brandenburg interessant sind vor allem die 500 Jahrestonnen Versuchsanlage des Unternehmens Uhde Inventa-Fischer (Muttergesellschaft Thyssen-Krupp) in Guben, die prinzipiell spezielle PLA-Chargen für F&E Projekte zur Verfügung stellen kann, sowie eine biotechnologische Versuchsanlage für die Herstellung von Milchsäure am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim. Das Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung unterhält zudem eine Miniplant-Anlage vor allem für die Entwicklung PLA-Typen der zweiten Generation im Kilogrammmaßstab.

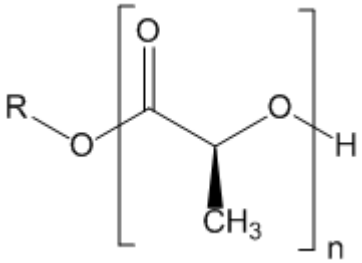


Abb. 4.4 Chemische Struktur von Polymilchsäure (hier als reine Poly-L-Milchsäure)

4.1.3.2 Polyhydroxybuttersäure (PHB)

PHB ist bereits seit 1925 bekannt und kann rein biotechnologisch aus Zucker oder Stärke als Polymer synthetisiert werden. PHB gehört zu den thermoplastischen Polyestern und ist seit den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in relativ geringen Mengen auch kommerziell verfügbar. Die thermomechanischen Eigenschaften ähneln denen von Polypropylen, wobei PHB allerdings recht spröde ist. PHB ist in wässriger Umgebung relativ stabil aber enzymatisch abbaubar. Es ist gut für medizinische Anwendungen geeignet. Nachteilig sind die Herstellungskosten, die z.B. noch deutlich oberhalb derjenigen von PLA liegen. PHB Pellets werden u.a. vom deutschen Unternehmen Biomer und dem Französischen Unternehmen NaturePlast vertrieben. PHB wird auch häufig in Blends eingesetzt. Die Kilopreise für Polyhydroxyalkanoate (wie PHB) liegen noch durchschnittlich über 5 Euro/kg[87]. PHB wird auch als Polyhydroxybutyrat bezeichnet.

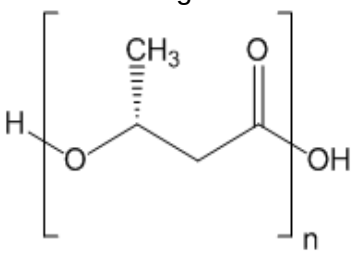


Abb. 4.5 Chemische Struktur von PHB

[89] G. Dorff, M. Hahn, A. Laschewsky, A. Lieske, Optimization of the Property Profile of Poly-L-Lactide by Synthesis of PLLA-Polystyrene–Block Copolymers, J. Appl. Pol. 127 (2013) 120.

4.1.3.3 Bio-Polyurethane (Bio-PUR)

Polyurethane entstehen durch Polyadditionsreaktionen aus Diolen und Diisocyanaten. Sie haben dank ihres durch die Chemie und Verarbeitungsbedingungen vielfältig einstellbaren Eigenschaftsprofils viele Produktanwendungen gefunden. Während die Diisocyanatkomponente bisher nicht biobasiert realisierbar ist, bieten sich viele Möglichkeiten für den Einsatz von biobasierten Diolen insbesondere auf Basis von Pflanzenölen. Vor allem das erforderlichenfalls direkt mit Isocyanaten umsetzbare Rizinusöl ist hier gut geeignet. Entsprechende Polyurethane werden bereits als Bio-PUR bezeichnet. Biobasierte Polyurethane werden u.a. von der BASF SE produziert[90], allerdings nicht in Brandenburg.
Anwendungsgebiete von Bio-Polyurethanen sind vor allem Schäume (bspw. Autositze, Fußböden, Matratzen). Eines der ersten Unternehmen, das kommerziell Bio-PUR-Schäume auf Basis von Pflanzenöl anbietet, ist die Metzeler Schaum GmbH in Memmingen (Land Bayern). Im Automobilbereich wird sojaölbasiertes Polyurethan vom Unternehmen Ford genutzt[91].

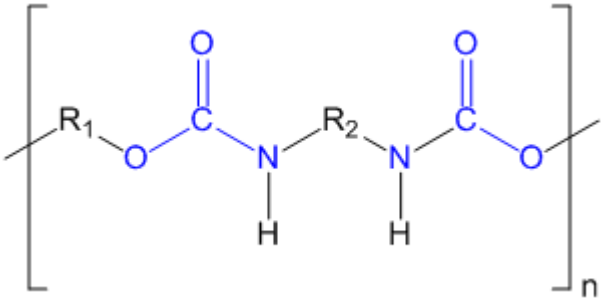


Abb. 4.6 Chemische Struktur von Polyurethanen. Die namensgebenden Gruppen sind blau gekennzeichnet.

4.1.3.4 Bio-Polyamide (Bio-PA)

Polyamide werden oft durch Polykondensation aus Dicarbonsäuren und Diaminen synthetisiert und weisen ähnlich wie die Polyurethane ein vielfältiges Eigenschaftsspektrum auf. Sie werden wegen ihrer hervorragenden thermo-mechanischen Eigenschaften insbesondere gern als hochwertige Konstruktionswerkstoffe des höheren Preissegmentes eingesetzt. Die gängigen Bezeichnungen wie PA 6.6 oder PA 6.10 heben dabei jeweils auf die Anzahl der C-Atome im jeweiligen Diamin (erste Ziffer) und der jeweiligen Dicarbonsäure (2. Ziffer) ab. PA 6 entsteht hingegen durch eine Ringöffnungspolymerisation aus ε-Caprolactam. Inzwischen ist es möglich, auch rein biobasierte Polyamide zu synthetisieren, wobei auch hier Rizinusöl als Ausgangsrohstoff dominiert. In Deutschland produziert insbesondere die Evonik Industries AG bereits die Bio-PA Typen PA 6.10 (62 % biobasiert), PA 10.10 (100 % biobasiert, Evonik Markenname TEGOLON® ECO 10-10) und

[90] Vergl. http://www.k-zeitung.de/laufen-auf-neuen-pur-sohlen/150/1195/85604/ (Aufruf 20.3. 2015)

[91] Vergl. H.-J. Endres, M. Kohl, H. Berendes, Kapitel Biobasierte Kunststoffe und biobasierte Verbundwerkstoffe, Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, FNR 2014 (http://mediathek.fnr.de/marktanalyse.html).

PA 10.12 (45 – 100 % biobasiert)[92] und bietet sie unter dem Handelsnamen Vestamid®[93] vor allem für den Einsatz im Automobilbau an.

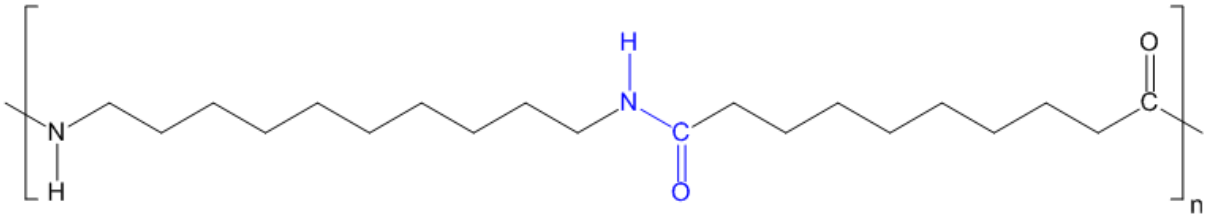


Abb. 4.7 Chemische Struktur von Polyamid 10,10. Die namensgebende Gruppe ist blau gekennzeichnet.

4.1.3.5 Ecoflex und dessen Blends mit biobasierten Kunststoffen

Ecoflex® ist ein für Lebensmittelkontakte geeignetes BASF-Produkt mit sehr guten thermomechanischen Eigenschaften, das sich besonders zum Blenden mit Stärke und biobasierten Kunststoffen (wie vor allem PLA) eignet und dort der Eigenschaftsverbesserung dient. Ecoflex ist chemisch ein statistischer aromatisch-aliphatischer Copolyester[94]. Bis zu 80 % biobasierte Blends von Ecoflex mit PLA werden von BASF unter dem Markennamen Ecovio® vertrieben[95]. Über den Standort Schwarzheide, an dem in der Vergangenheit eine Pilotanlage für Ecoflex betrieben wurde (Produktion erfolgt jetzt am Standort Ludwigshafen), wird aber an der besseren Marktdurchdringung der genannten Blends gearbeitet (z.B. über kompostierbares Cateringgeschirr für Großereignisse auf dem Lausitzring). Auch die Ansiedlung des Verarbeitungstechnikums Biopolymere Schwarzheide des Fraunhofer IAP ist in einem begrenzten Umfang in diesem Zusammenhang zu sehen.

4.1.3.6 Drop-ins

Derartige biobasierte Kunststoffe sind chemisch identisch zu den entsprechenden erdölbasierten Varianten: Wichtige Beispiele sind Bio-PE, Bio-PET und Bio-PP, für die erhebliche Produktionskapazitäten in Südamerika aufgebaut werden, wobei Rohrzucker der wichtigste verwendete nachwachsende Rohstoff ist. Hierbei ist zu bedenken, dass insbesondere Bio-PET bisher nicht 100% biobasiert herstellbar ist (gilt bisher nur die Diolkomponente, d.h. für etwa 1/3 der entsprechenden PET-Masse). Da diese unmittelbar erdölbasierte Polymere bei der Verarbeitung zu Halbzeugen und Endprodukten ersetzen können, wird ihre Einführung in brandenburgische Wertschöpfungsketten nur von den Kosten und ggf. von ökologischen Konsumentenpreferenzen abhängen. Diese Materialklasse wird in der Potenzialanalyse daher nur eine untergeordnete Rolle spielen.

---

92 http://www.vestamid.de/product/vestamid/de/Produkte-Dienstleistungen/VESTAMID-Terra/allgemeines/Pages/default.aspx (Aufruf 3. 12. 2014).

93 B. Brehmer, Biopolyamide beständig und umweltfreundlich, Kunststoffe 3 (2012) 72.

94 http://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~de_DE/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecoflex_product_literature (Aufruf 5.12. 2014).

95 http://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~de_DE/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_product_literature /Aufruf 5.12. 2014).

4.1.3.7 Biobasierte Verbundwerkstoffe

Hier geht es vor allem um Faserverbunde, wobei das jeweilige Matrixmaterial, die Verstärkungsfasern oder beide Komponenten biobasiert sein können. Bezüglich der Fasern wird vor allem nach Naturfaserkompositen (NFK, auch mit cellulosischen Fasern), Glasfaserkompositen (GFK) und Carbonfaserkompositen (CFK) sowie Kompositen mit erdölbasierten Kunstfasern unterschieden. Zu den Verbundwerkstoffen zählen natürlich auch die Wood-Plastic-Composites (WPC), bei denen Sägemehl als Füllstoff dominiert. Für NFKs und WPCs gibt es in Deutschland eine ganze Reihe von Herstellern (z.B. Naftex, Hiendl, Tecnaro, Kosche, Pinufin, Werzulit). Die deutsche Gesamtproduktion von WPC und NFK betrug 2011 127.000 t[91]. Wichtige Anwendungen von WPCs betreffen u.a. Bodenbeläge, den Innenraum von Automobilen, Verkleidungen, Zäune, und Möbel. WPCs und NFKs werden intensiver im Kapitel 5 mit behandelt. Der Hauptunterschied zwischen WPC und z.B. Holzfaserplatten oder Holzwerkstoffplatten besteht darin, dass das Holz-Kunststoffgemisch im WPC-Fall thermoplastisch verarbeitbar ist, während bei den anderen genannten Materialien Furnierhölzer, Holzspäne oder Holzfasern in einer Form miteinander verklebt oder verpresst werden und anschließend nur noch spanende Verarbeitungsschritte möglich sind.

4.1.3.8 Weitere biobasierte Kunststoffe

Weitere im Folgenden nicht genauer betrachtete biobasierte Kunststoffe sind Polyethylenfuranoat (PEF), Polytrimethylenterephthalat (PTT), biobasierte Alkydharze (vor allem als Lackrohstoffe) und biobasierte Polysuccinate sowie bioabbaubare Kunststoffe, die unter Verwendung von Bernsteinsäure synthetisiert werden.

4.1.4 Prognosen für die Marktentwicklung wichtiger Biopolymere und aktuelle Marktlage in Deutschland

4.1.4.1 Chemiezellstoff / künstlich hergestellte (man-made) Celluloseprodukte

Für Chemiezellstoff, dem Ausgangsmaterial für alle unter 4.1.2 beschriebenen Celluloseprodukte, kann aus RISI-Daten[96] ein globales Wachstum von 5,4 Mio. t (2011) auf 9,4 Mio. t (2020) hochgerechnet werden[69]. 2013 wurden 6,3 Mio. t erreicht[97]. Der Preis für Chemiezellstoff zeigte in den letzten Jahren starke Schwankungen, z.B. von einem mittleren Preis von etwa 1100 Euro/t in 2011 erfolgte ein Abfall auf gut 750 Euro/t im Frühherbst 2012, gefolgt von einem mehr oder weniger kontinuierlichen Wiederanstieg bis auf etwa 1000 Euro/t Ende 2014[98]. Das macht verlässliche Planungen schwierig, so dass nach unserer Kenntnis zurzeit keine Pläne deutscher Zellstoffhersteller existieren, Kapazitäten für die Herstellung von Chemiezellstoff aufzubauen. International gab es in den letzten Jahren vor allem einen dramatischen Anstieg der chinesischen Produktionskapazitäten, die 2013 1 Mio. Jahrestonnen erreichten. In 2013 waren die Anlagen allerdings wegen der relativ hohen Produktionskosten in China und der in diesem Jahr relativ niedrigen Preise teilweise nur zu 36 % ausgelastet[97]. In den letzten Jahren wurde die Produktionskapazität vor allem in Weltregionen mit großen Holzressourcen gesteigert (insbes. in Nordamerika, Südafrika und Brasilien). Zu den aktuellen Auslastungsproblemen in China

---

96 Rod. Young, Special Focus on the Dissolving Pulp Market, RISI October 2012.

97 http://www.reportlinker.com/p0481348-summary/Global-and-China-Dissolving-Pulp-Industry-Report.html (Aufruf 13.1. 2015)

98 Daten für 2012 und 2014 von http://www.fnr.de/service/kosten-preise/preise-industrierohstoffe/#c14072 (Aufruf 13. Januar 2015)

hat u.a. gerade auch der Mangel an Waldressourcen beigetragen, was zu einer ungünstigen Kostenstruktur führt. Zudem ist die chinesische Chemiezellstoffproduktion sehr stark exportabhängig (83,4 %)[97]. Nach unseren Recherchen wird zurzeit kein Chemiezellstoff im Land Brandenburg verarbeitet. Allerdings gelangen in geringem Umfang cellulosebasierte Kunststoffe zum Einsatz.

4.1.4.2 Stärkeblends

Auch wenn Stärkeblends mit unter Bioplastics subsummiert sind, werden sie hier wegen ihrer potenziellen Bedeutung für das Land Brandenburg auch einzeln aufgeführt. 2012 wurden weltweit etwa 160.000 t bioabbaubare Stärkeblends produziert (2010 118.000 t), was dem allgemeinen Marktwachstum der Biokunststoffe (ohne klassische chemiezellstoffbasierte Produkte) entsprach[99]. Da European Bioplastics von 2012 bis 2017 für bioabbaubare Biokunststoffe ein Wachstum um ca. 65 % sieht (vergl. nächsten Abschnitt), stehen auch die Chancen für eine weiter deutlich zunehmende Produktion von Stärkeblends sehr gut. Stärkeblends spielen im Land Brandenburg vor allem im Verpackungsmittelbereich eine wesentliche Rolle.

4.1.2.3 Bioplastics (Biokunststoffe)

Hierzu werden in veröffentlichten Statistiken bislang (fast) keine cellulosebasierten Kunststoffprodukte gerechnet. Als Biokunststoffe gehen insbesondere PLA, bioabbaubare Polyester, bioabbaubare Stärkeblends, PHB, Bio-PE, Bio-PA und Bio-PET in die jeweilige Statistik ein. Nach European Bioplastics gab es von 2010 - 2012 die folgenden globalen Produktionsdaten mit einer Prognose für 2017[65].

Tab. 4.1 Prognosen für biobasierte Kunststoffe

Materialklasse	2010 in t	2011 in t	2012 in t	Prognose 2017 in t
gesamt	1.016.000	1.161.000	1.295.000	6.185.000
bioabbaubar	342.000	486.000	604.000	1.000.000
biostabil	674.000	675.000	791.000	5.185.000

Es ist anzumerken, dass in der Statistik von European Bioplastics nicht nur praktisch alle Cellulosekunststoffe (insbes. Celluloseacetat – vergl. Abschnitt 4.1.2) fehlen sondern auch biobasierte Thermosets (Duromere), für die das Nova-Institut in einer Marktstudie aus dem Jahr 2013 für 2012 1,775 Mio. t angibt[100]. Entsprechend kommt das Nova-Institut für biobasierte Polymere für 2017 zu einer Prognose von knapp 10 Mio. t[101]. Bei der Bewertung der Mengenangaben ist zudem zu bedenken, dass wie weiter oben schon erwähnt, eine Reihe von biobasierten Kunststoffen bislang nicht zu 100 % aus biobasierten Komponenten bestehen. So nennt das Nova-Institut für 2017 eine Prognose für den entsprechenden rein biobasierten Anteil von knapp 4,3 Mio. t.

---

[99] http://en.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2013/publications/EuBP_FactsFigures_bioplastics_2013.pdf (Aufruf 8.12. 2014).

[100] Vergl. Bioplastics MAGAZINE 3 (2013) 63

[101] Vergl. http://www.bio-based.eu/market_study/media/files/13-06-21MSBiopolymersExcerpt.pdf (Aufruf 27.3. 2015)

Das prognostizierte schnelle Wachstum bis 2017 geht vor allem auf die im Bau befindlichen bzw. geplanten erheblichen zusätzlichen Produktionskapazitäten (vor allem in Südamerika) für biostabile drop-in Kunststoffe wie Bio-PE und Bio-PET (hier gibt es eine Initiative zum großflächigen Einsatz von Bio-PET in Getränkeflaschen des Coca-Cola Konzerns) zurück. Diese Entwicklungen basieren auf der Verfügbarkeit von großen Mengen Rohrzucker zu günstigen Preisen. (Anmerkung: Sollte der aktuelle Trend zu geringeren Erdölpreisen allerdings anhalten, könnte das eine stark dämpfende Wirkung auf die weitere Entwicklung der Produktionskapazitäten für die genannten drop-in Kunststoffe haben). Aber auch die Entwicklung von anderen biostabilen und bioabbaubaren biobasierten Materialien bleibt weiterhin positiv. Im Land Brandenburg setzen zurzeit bereits einige Unternehmen vor allem Kunststoffe der Ecovio® Produktgruppe, PLA und vereinzelt auch PHB oder Bio-PA ein.

4.1.2.4 Wood-Plastic-Composites (WPC)

Deren weltweite Produktionsmenge liegt zurzeit bei ca. 2,5 Mio. t[102]. Hier ist die Technamation Technical Europe GmbH in Guben ein wichtiger brandenburgischer Verarbeiter. Daneben wurden für das Land Brandenburg einige Hersteller und Verarbeiter von Holzwerkstoffplatten, Holzfaserplatten bzw. Holzdämmstoffplatten identifiziert, die allerdings mangels eines hinreichend direkten Bezuges zu Kunststoffen und zur Kunststoffverarbeitung nicht weiter in die statistische Auswertung eingingen. Wichtige Unternehmen aus diesem Bereich sind:

Tab. 4.2 Brandenburgische Unternehmen im Bereich Holzwerkstoffplatten, Holzfaserplatten und Holzdämmstoffplatten

Unternehmen	Standort	Webadresse
Binderbau Ruhlsdorf GmbH	Marienwerder	http://max-holz.com/
CLASSEN Industries GmbH	Baruth / Mark	http://www.classen-industries.de/
FALQUON GmbH	Pritzwalk	https://www.falquon.de/
Kronoply GmbH	Heiligengrabe	http://www.kronoply.com
Pfleiderer Baruth GmbH	Baruth / Mark	www.pfleiderer.com

4.1.2.5 Aktuelle Marktlage in Deutschland

In Deutschland wurden 2011 bei einer Produktion von 20,7 Mio. t[103] erdölbasierten Kunststoffen ca. 79.000 t biobasierte Kunststoffe (weitestgehend ohne cellulosebasierte) bei einem Umsatz von ca. 400 Mio. Euro) sowie 127.000 t naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) und holzmehlgefüllte Kunststoffe (WPC) bei einem Umsatz von ca. 215 Mio. Euro hergestellt[91]. Deutschland nimmt dabei bezüglich der nichtcellulosischen Biopolymere eine führende Rolle in Europa ein. Die folgende Grafik zeigt die Haupteinsatzgebiete für biobasierte Kunststoffe in Deutschland.

[102] http://de.wikipedia.org/wiki/Wood-Plastic-Composite (Aufruf 27.1. 2015)
[103] http://www.plastverarbeiter.de/13814/kunststoffproduktion-in-deutschland-2011-um-14-gestiegen/ (Aufruf 9.12. 2014)

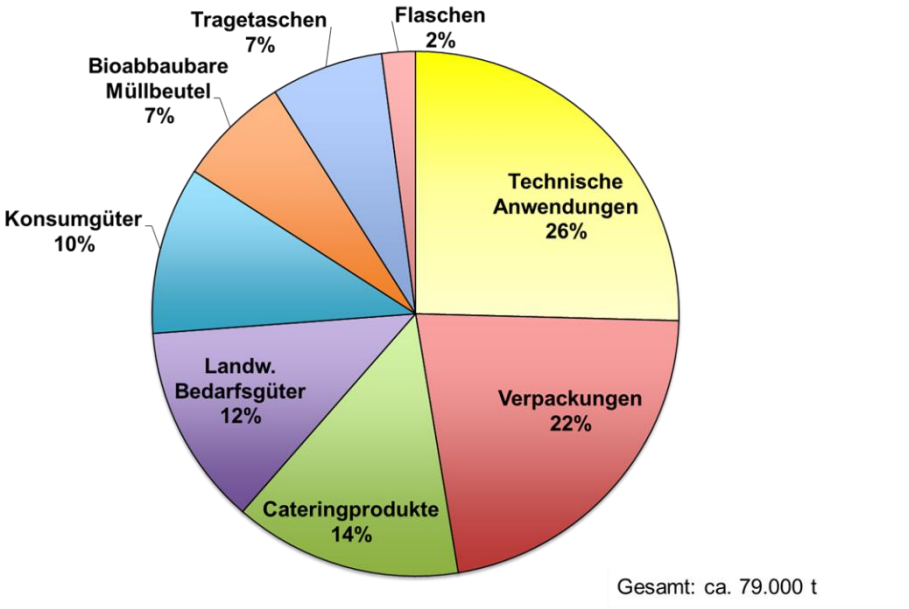


Abb. 4.8 Aufteilung biobasierter Kunststoffe in jeweilige Marktsegmente in Deutschland in 2011[69].

Bei den in Deutschland hergestellten bioabbaubaren Kunststoffen dominieren die Stärke-Blends (2011 62 % von ca. 66.500 t) und bei den biostabilen biobasierten Kunststoffen Bio-PA (2011 92 % von ca. 12.200 t)[91].

2011 wurden 401.000 t Chemiezellstoff in Deutschland verarbeitet (6000 t wurden reexportiert), von denen 238.000 t zu Celluloseregeneraten (Fasern, Folien und Vliese) und 163.000 t zu Cellulosederivaten (z.B. zu Celluloseacetatprodukten, Klebstoffen, Verdickungsmitteln und Viskositätsreglern) verarbeitet wurden[104]. 2013 lagen die Chemiezellstoffimporte bei 445.000 t[105]. Für 2020 sagt das entsprechende Real Case Szenario der aktuellen FNR Marktanalyse eine Erhöhung der Importe von Chemiezellstoff nach Deutschland auf 560.000 t voraus[69], die bis auf sehr geringe reexportierte Restmengen auch hier verarbeitet werden.

4.2 Ergebnisse der Unternehmensbefragungen

4.2.1 Auswahl der zu befragenden Unternehmen und Netzwerke

Die Auswahl der zu befragenden **Verarbeiter** erfolgte auf der Grundlage einer Reihe von Adresslisten, insbesondere für Einladungen zum jährlichen Schwarzheider Kunststoffkolloquium und zum ebenfalls jährlichen Biopolymerkolloquium des Fraunhofer IAP. Ebenfalls einbezogen wurden Adresslisten aus einer Umfrage der damaligen Branchentransferstelle Chemie/Kunststoffe zum F&E Bedarf von Kunststoffunternehmen sowie in Zusammenhang mit Veranstaltungen im Rahmen des Innovationsforums „Biopolymere und biobasierte Kunststoffe – nachhaltige Materialien der Zukunft“ sowie aus einem Abgleich der so erhaltenen Daten mit Adresslisten der ZAB auch bezüglich des Expertenkreises für

[104] Abschätzung mit Daten der Industrievereinigung Chemiefaser 2012: http://www.ivc-ev.de/ → Branchendaten→Produktion.
[105] http://faostat3.fao.org/download/F/FO/E (Aufruf 8.12. 2014)

das Handlungsfeld Biopolymere des Clusters Kunststoffe und Chemie Brandenburg. Einige weitere Unternehmen konnten durch eine Internetrecherche (z.B. mit den Suchbegriffen Kunststoffverarbeiter und Brandenburg) gefunden werden. Zu jedem so identifizierten Unternehmen erfolgte eine kurze Internetrecherche (in den meisten Fällen ist eine Unternehmenswebseite vorhanden) zu Geschäftsfeldern und zur Prüfung der Aktualität der Kontaktdaten sowie zur Feststellung, ob es sich bei dem jeweiligen Unternehmen voraussichtlich um eine Tochtergesellschaft einer Unternehmensgruppe mit Hauptsitz außerhalb des Landes Brandenburgs handelt. Zudem ergab sich dabei ein erster Eindruck, ob im jeweiligen Produktportfolio gegenwärtig bereits Biopolymere eine Rolle spielen. Eine Tab. im Anhang listet die Namen und (Haupt)Standorte der 123 befragten Kunststoffverarbeiter im Land Brandenburg alphabetisch auf. Dabei wurden Papierhersteller oder -verarbeiter berücksichtigt, wenn sie Papierkomponenten mit Kunststoffen (z.B. als Folien oder als Gießharze) kombiniert zu Produkten verarbeiten.

Zu befragende **Biopolymerhersteller** wurden zunächst danach ausgewählt, ob sie im Land Brandenburg Biopolymere extrahieren, synthetisieren oder für den Markt compoundieren bzw. dieses zukünftig tun könnten. Da die entsprechende Basis aber im Land Brandenburg sehr dünn ist, wurden für einige wichtige Biopolymere wie Lignin, PLA oder Bio-PA auch einige nicht im Land Brandenburg beheimatete Unternehmen befragt, wobei in gewissem Umfang auf eine räumliche Nähe zum Land Brandenburg Wert gelegt wurde. Die folgende Tab. zeigt die entsprechende Auswahl. Das Unternehmen Dynea wurde wegen seiner Bedeutung im Feinchemikalienbereich von Biopos befragt. Die für das vorliegende Kapitel interessanten Daten wurden im Folgenden übernommen. Die Tab. mit den befragten Unternehmen findet sich im Anhang.

Die Auswahl der zu befragenden **Netzwerke,** wobei der Netzwerkbegriff hier recht breit gesehen wurde**,** erfolgte nach fachlichem Bezug und außer in einem Fall (FNR) nach räumlicher Nähe zum Land Brandenburg. Die folgende Tab. listet die entsprechenden Netzwerke kurz auf. Das westpolnische Netzwerk „Association West Pomeranian Chemical Cluster Green Chemistry" wurde auch zu Biopolymerbezügen im Rahmen von Kapitel 3 (Spezialchemikalien) befragt.

Tab. 4.3 Befragte Netzwerke

Netzwerk	Bezug zu Brandenburg
BioEconomy e.V. Halle	Vertritt Spitzencluster Bioökonomie. Fraunhofer IAP ist Mitglied und Projektpartner. Mögliche Bezugsquelle für schwefelfreie Lignine
BioTOP	Zentrale Anlauf- und Koordinationsstelle für alle Belange der Biotechnologie in der Hauptstadtregion
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR	Projektträger des BMEL für die stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Hat viele Projekt im Land Brandenburg gefördert und einen hervorragenden Überblick über die entsprechenden deutschlandweiten Entwicklungen

KuVBB – Kunststoff-Verbund Brandenburg Berlin e.V.	Netzwerk für Berlin-brandenburgische Erzeuger, Verarbeiter und Anwender von Kunststoffen. Träger der Initiative Innovationszentrum Bioplastics Lausitz
NORKUN – Norddeutsches Kunststoffnetzwerk	Kunststoffnetzwerk der nördlichen Nachbarn des Landes Brandenburgs
POLYKUM e.V. - Fördergemeinschaft für Polymerentwicklung und Kunststofftechnik in Mitteldeutschland	Kunststoffnetzwerk der mitteldeutschen Nachbarlandes Brandenburgs
PolymerMat e.V.- Kunststoffcluster Thüringen	Dem Cluster Kunststoffe und Chemie Brandenburg vergleichbares Landescluster mit eigenen Aktivitäten im Biopolymerbereich

4.2.2 Vorgehensweise

Alle in Abschnitt 4.2.1 genannten Unternehmen und Netzwerke wurden zunächst per E-Mail angeschrieben. Dabei wurden die z.T. personalisierten Fragebögen mitgesendet. Den vorab als bereits mit Biopolymeren arbeitenden Unternehmen sowie den Netzwerken wurde als primäre Befragungsmethode ein Telefoninterview angeboten. Allen anderen wurde ein Telefoninterview als Möglichkeit auch angeboten. Während die Erhebungen bei den Netzwerken (kleinerer Fragenkatalog) tatsächlich vorwiegend telefonisch erfolgten, war das Interesse an telefonischer Befragung bei den Polymerherstellern- und Verarbeitern gering, was vermutlich mit der relativ großen Zahl der Fragen zusammenhängt. Jedes befragte Unternehmen wurde bei Nichtvorliegen einer Antwort mindestens zweimal erinnert. Die Rücklaufquoten sind in den nachstehenden Abschnitten genannt. Ergänzende Informationen ergaben sich aus Internetrecherchen zu den genannten Unternehmen sowie aus den weiter vorn beschriebenen Workshops.

4.2.3 Kurze Analyse der Kunststoffverarbeiter nach Aktenlage (vor der Befragung)

Für alle der 123 zu befragenden Kunststoffverarbeiter erfolgte vor der Befragung jeweils eine kurze Analyse basierend auf der jeweiligen Internetpräsenz, deren Ergebnisse im Folgenden kurz aufgelistet sind. Dabei ist die Zuordnung aufgrund der verfügbaren Information nicht immer eindeutig.

- Von den 123 analysierten Unternehmen sind etwa 47 Niederlassungen von nicht im Land Brandenburg beheimateten Mutterunternehmen, was z.B. die Bereitschaft zur Einführung von Biopolymeren als Ausgangsmaterial beeinflussen kann.
- 21 Unternehmen setzten nach Aktenlage bereits ständig oder gelegentlich Biopolymere ein, wobei hier u.a. auch die Nutzung von Naturfasern, von Hartpapieren in Kunststoffkompositen oder das Beschichten von Holz mit Kunststoffoberflächen mitgezählt sind.
- In folgenden brandenburgischen Orten sind gehäuft Kunststoffverarbeiter angesiedelt:
  Falkensee: 4 Unternehmen
  Forst: 3 Unternehmen
  Fürstenwalde: 6 Unternehmen

Guben 4 Unternehmen (plus PLA Anlage von UIF)
Hennigsdorf: 4 Unternehmen
Neuruppin: 7 Unternehmen
Potsdam: 3 Unternehmen
Premnitz: 3 Unternehmen (plus ein Polymer Compoundeur)
Schwarzheide: 4 Unternehmen (plus BASF als Polymerhersteller)
Velten 4 Unternehmen
Zehdenick 4 Unternehmen

- Zu den befragten Unternehmen gehören:
  23 Spritzgießer
  19 Hersteller größerer Formteile
  13 Hersteller von Verpackungsmitteln, Folien oder Etiketten
  10 Hersteller von Schaumstoffen
  8 Hersteller von Geweben, Matten, Filzen und Vliesen
  8 Hersteller von Fasern und Faserverbundkunststoffen
  8 Hersteller von Fenstern
  7 Hersteller von Elastomerformteilen,
  7 Hersteller von Rohren und Schläuchen
  6 Hersteller von Recyclaten
  4 Hersteller von Medizintechnik.

Die verbleibenden 9 Unternehmen lassen sich nicht in die vorgenannten Kategorien einordnen und produzieren z.B. Kabelummantelungen, Filter, Zelte oder Produkte der Nanotechnologie. Die Zuordnung ist nicht in allen Fällen eindeutig, da jedes Unternehmen nur zu je einer Kategorie zugeordnet wurde.

4.2.4 Auswertung der Befragung der Biopolymerhersteller und Compoundure von Polymeren

Von den angefragten 15 Herstellern und Compoundeuren haben 11 Unternehmen geantwortet. Dabei wurde im Fall der BIOP AG der Insolvenzverwalter befragt. Zu mindestens einem weiteren Unternehmen liegen ausreichende öffentlich verfügbare Daten vor.

Hier stellt sich die Situation sowohl nach Aktenlage vor der Befragung als auch im Ergebnis der Fragebögen als relativ ungünstig dar. Auf der einen Seite wäre z.B. im Land Brandenburg noch ein Anbieter technischer Stärken verfügbar (Emsland-Aller Aqua GmbH am Standort Golßen). Andererseits ist der einzige Brandenburgische Hersteller von Kunststoff-Stärke Blends (BIOP AG) wegen Insolvenz und Totalauflösung des Unternehmensinventars nicht mehr am Markt aktiv, womit die Wertschöpfungskette in Brandenburg auf diesem Gebiet unterbrochen ist. Der einzige uns bekannte andere wesentliche Stärke-Kunststoff Compoundeur in Deutschland ist das Unternehmen Biotec in Emmerich (Nordrein-Westfalen). Hier sollten Ansiedlungsaktivitäten z.B. seitens der ZAB und des MWE ergriffen werden.

Der einzige uns im Land Brandenburg bekannte aktive Compoundeur, der bereits Biopolymere (bisher allerdings keine Stärke) verarbeitet, ist das Unternehmen Linotech GmbH in Forst.

Beim Ausgangsstoff Lignin (vergl. Kapitel 3) kann mittelfristig dagegen zumindest mit für F&E Projekte ausreichenden kleineren Mengen an schwefelfreiem Ausgangsmaterial aus Bioraffinerien gerechnet werden. Auch biomodifizierte Phenolharze sind über die Dynea Erkner GmbH in gewissen Mengen (je nach Bedarf und Applikation bis zu 10 % der Gesamtproduktion an Phenolharzen von zurzeit ca. 50 – 70 Tausend Tonnen pro Jahr) verfügbar.

Bezüglich der Möglichkeit, größere für technische Anwendungen geeignete Mengen an hochwertigen Ligninen zu beschaffen, wurden auch Unternehmen in Sachsen-Anhalt (Zellstoff Stendal-GmbH) und Schweden (Stora-Enso Oyi) befragt. Die Ergebnisse dieser Befragungen werden im Abschnitt 4.3.1 genauer mit Blick auf ihre mögliche Bedeutung für Brandenburgische Wertschöpfungsketten diskutiert. Das betrifft auch die Frage nach ligninbasierten Zwischenprodukten (z.B. flüssiges Holz der Fa. Technaro).

Bei der Befragung bezüglich der Produktion von PLA wies das Unternehmen Uhde Inventa-Fischer darauf hin, dass es im Land Brandenburg (Standort Guben) lediglich eine Demonstrationsanlage betreibt, die z.B. für Forschungsprojekte mittlere Mengen an PLA-Typen zur Verfügung stellen könnte, die aber nicht als Produktionsanlage zu betrachten ist. Maximal wären 500 t jährlich möglich.

Die Dynea Erkner GmbH kann als weiterverarbeitetes Zwischenprodukt biomodifizierte Phenolharze anbieten (zurzeit wären je nach Bedarf bis zu 7000 t jährlich möglich).

Die BASF Schwarzheide GmbH stellt zurzeit keine Biopolymere an ihrem Standort her. Sie hat aber Zugriff auf erforderliche Mengen der in Ludwigshafen hergestellten Produkte Ecovio® und Ecoflex® für den Einsatz in Systemlösungen im Brandenburgischen Biopolymerbereich (Bsp. kompostierbares Geschirr für Großereignisse auf dem Lausitzring). BASF SE in Ludwigshafen liefert auch bereits seit Jahren Produkte aus den Ecovio®- und Ecoflex®-Produktfamilien an Brandenburger Hersteller von Folien, Verpackungen, Spielwaren sowie von Filamenten für den 3D-Druck.

Die Evonik Industries AG produziert in Deutschland (nicht im Land Brandenburg) unter dem Markennamen VESTAMID® Terra Polyamide auf Basis nachwachsender Rohstoffe, wobei die Grundbausteine ganz oder teilweise aus Rizinusöl gewonnen werden, ein nachwachsender Rohstoff, der nicht in Konkurrenz zu Nahrungs- oder Futtermitteln steht[106]. Vonseiten des Unternehmens gibt es keine Information zu den produzierten Mengen. Insbesondere über die gemäß Masterplan Kunststoffe und Chemie Brandenburg weiter auszubauende Initiative Bioplastics Lausitz sollten Möglichkeiten eines eventuellen stärkeren Engagements des Unternehmens Evonik Industries AG im Land Brandenburg erkundet werden.

Wegen der kleinen Anzahl der befragten Hersteller erfolgen statistische Auswertungen, wo sinnvoll, mit im folgenden Abschnitt (gemeinsam mit entsprechenden Daten der Verarbeiter).

4.2.5 Auswertung der Befragung der Kunststoffverarbeiter

Folgende Unternehmen setzen nach unseren Recherchen bereits Biopolymere ein:

[106] Vergl. http://www.vestamid.de/product/vestamid/de/Produkte-Dienstleistungen/VESTAMID-Terra/Pages/default.aspx (Aufruf 18.3. 2015).

Tab. 4.4 Brandenburgische Unternehmen, die bereits Biopolymere einsetzen

Unternehmen	**Standort**	**Technologie/PRODUKTE, eingesetzte Biopolymere**
Angermünder Matten GmbH	Angermünde	Matten und Gewebe aus Naturmaterialien
B/S/H Hausgeräte GmbH	Berlin	Erste Einsatzversuche für biobasierte Kunststoffe
BEUCKE FLEXODRUCK GmbH	Brandenburg/Havel	Verpackungsfolien, z.T. Papierlaminate
Bioformtex Christian Krasemann	Zehdenick	Vliese und Matten aus Naturfasern
BK Kunststoffe Bernau GmbH	Bernau	Verarbeitung von Duroplasten zu Schichtstrukturen. Teilweise Nutzung von Hartpapier, Baumwolle, Holz
CLEO Schreibgeräte GmbH	Bad Wilsnack	Spritzguss, Schreibgeräte, Ausgangsmaterialien u.a. Naturkautschuk
Erhard Hippe KG Werk Spremberg	Spremberg	Kunststoffteile aus Thermo- und Duroplasten, fasergefüllte (auch Papier und Baumwollgewebe) Schichtpressstoffe
Forster Vliesstoffe und Textilrecycling GmbH	Forst	Vliesstoffe u.a. aus Wolle, Baumwolle, Viskose und Jute, z.T. auch Fasermischungen mit PP o.ä.
FORTI-Folien GmbH[107]	Neuruppin	Kunststoff-Folien, auch PLA
GIZEH Verpackungen Werk Elsterwerda GmbH	Elsterwerda	(z.T.) biobasierte Lebensmittelverpackungen (z.B. Joghurtbecher)
GKT Gummi- & Kunststofftechnik Fürstenwalde GmbH	Fürstenwalde	Gummiformteile, Gummi-Metall-Verbunde, Naturfaserverbunde
Glatfelter Falkenhagen GmbH	Pritzwalk	Hygienevliese auf Cellulosebasis
Hanffaser Uckermark eG	Prenzlau	biobasierte Dämmstoffe, Hanf-Lehmziegel,
Hesco Kunststoffverarbeitung GmbH	Luckenwalde	Spritzgießer, Drucken, Ultraschallschweißen. Projekte mit PLA Nutzung,
Linotech GmbH & Co. KG	Forst	Compoundeur und Verarbeiter, Werkstoffe aus NaWaRo
Manufaktur Scheeg	Werder / Havel	Pflanzgefäße mit Naturfaser-Kunststoffverbunden
Marquardt – Kleb-, Dicht- und Beschichtungsstoffe e.K.	Potsdam	PE-Schläuche mit Trinkwasserzulassung, Epoxidharze. Ligninbasierte Biopolymere
Motzener Kunststoff- und Gummiverarbeitung GmbH	Mittenwalde	Spritzgießer, 2-K-Spritzguss, auch Einsatz von PLA
Nordvlies GmbH	Brück	Zellstoff- und (vermutlich) polymerbasierte Vliese für Reinigungszwecke

[107] Die FORTI-Folien GmbH und die RUPPINER Papier- und Folienwerke GmbH sind am gleichen Ort zwei separat ausgewiesene Produktionsgesellschaften der VICTOR Güthoff & Partner GmbH. Vergl. http://www.victorgroup.eu/de/kontakt (Aufruf 18.5. 2015).

NPP New Product-Packlab GmbH	Frankfurt/Oder	biobasierte Verpackungsfolien
Pöschl Kunststoffaufbereitung	Finsterwalde	Kunststoffrecycling, Entw. von Naturfasercompounds
RAD Medical GmbH	Niederwerbig	Hygiene- und Kosmetikartikel aus Cellulose
RUPPINER Papier- und Folienwerke GmbH[107]	Neuruppin	u.a. Folien aus PLA
Sprela GmbH	Spremberg	Laminate, Schichtstoffe oft in Kombination mit Spanplatten
Storopack Deutschland GmbH + Co. KG	Wildau	Schutzverpackungen aus EPS, EPP UND NEOPOR inkl. Stärkeblends und PLA
Technamation Technical Europe GmbH / Extrufib GmbH	Guben	WPC und Erzeugnisse daraus
Trevira GmbH	Guben	Spezialhersteller von Hightech-Polyester-Fasern und –Filamenten, gewisser Anteil von Biopolymeren
Zelfo Technology GmbH	Joachimsthal	Produkte aus neuen und recycelten Cellulosefasern z.B. Filze und Möbel

Von den 123 angefragten Kunststoffverarbeitern haben 43 Unternehmen in unterschiedlichem Umfang geantwortet.

Insgesamt ist die Situation hier durch ein breites Spektrum an am Markt aktiven vorwiegend mittelständischen Unternehmen geprägt, von denen allerdings bisher nur ein kleinerer Teil Biopolymere einsetzt. Im Vergleich zu den in der Vorabanalyse unter 4.2.2. ermittelten 21 Unternehmen sind im Zuge der Umfrage einige (14) Unternehmen hinzugekommen, die bereits Biopolymere einsetzen (7) bzw. zukünftig einsetzen wollen (7). Dabei spielen auch Naturfasern als Komponente in Verbundmaterialien eine Rolle, so dass deren Bedeutung im Handlungsfeld Biopolymere gestärkt werden sollte. Natürlich dürften Interessenten am Einsatz von Naturfaserverstärkungen prinzipiell auch zum Einsatz beispielsweise von Chemiefasern auf Cellulosebasis oder von biobasierten Carbonfasern bereit sein, sofern die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen dafür sprechen. Insgesamt ist aber der Anteil an Polymerverarbeitern, die bereits Biopolymere einsetzen mit 28 Unternehmen immer noch relativ gering. Als Gründe für die Beschränkung auf erdölbasierte Polymere wurden von den 17 Unternehmen, die bisher keine Biopolymere einsetzen und Angaben für Gründe gemacht haben angegeben (Frage 5, Mehrfachantworten waren möglich):

- Möglichkeiten für den Einsatz von Biopolymeren sind mir bislang nicht bekannt 9
- Kostengründe 5
- Umstellung der Verarbeitungsbedingungen ist zu aufwändig 2
- Zweifel an der Nachhaltigkeit von Biopolymeren 3
- Politische und andere Rahmenbedingungen 2

Hier zeigt sich die Notwendigkeit, die Branche noch stärker zum Einsatz von Biopolymeren in der Kunststoffverarbeitung zu motivieren und insbesondere den Wissensstand der Brandenburgischen Kunststoffverarbeiter zum Thema Biopolymere zu verbessern. Hier geht es insbesondere darum, durch gute Argumente die Überzeugung zu stärken, dass der Einsatz von Biopolymeren tatsächlich im Interesse der ökologischen Nachhaltigkeit ist und dass sich die Nutzung dieser Materialien durchaus bereits jetzt in ausgewählten Bereichen auch wirtschaftlich lohnen kann (z.B. bei Erweiterung des Produktportfolios, um sich von Wettbewerbern zu unterscheiden). Hier könnte die Förderung der Erstellung und Propagierung von aussagekräftigen Energie- und Ökobilanzen zum Nachweis der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Biopolymeren bei geeigneten Produktgruppen (z.B. Verpackungen, bioabbaubare Produkte für den temporären Einsatz in der Land- und Forstwirtschaft, Spielwaren, Lehrmittel, Gartenbedarf) sehr hilfreich sein.

In diesem Zusammenhang stehen auch die von den Umfrageteilnehmern geäußerten Wünsche bezüglich Unterstützungsmaßnahmen an ZAB und Cluster Kunststoffe und Chemie Brandenburg (Frage 8 bei den Verarbeitern und Frage 10 bei den Polymerherstellern). Hier gab es aus den 30 Fragebögen, die Angaben zu diesem Thema enthielten, folgende Nennungen (Mehrfachauswahl war möglich):

Durchführung spezialisierter Workshops: 7

Vermittlung von Beratungsleistungen: 5

Vermittlung von Geschäfts- und Forschungspartnern: 18

Förderberatung: 14

Bereitstellung von Daten zu günstigen Verarbeitungsparametern: 7

Während die Vermittlung von Geschäfts- und Forschungspartnern sowie die Förderberatung eher Aufgaben der ILB und der ZAB sind, sollte sich das Handlungsfeld Biopolymere im Cluster Kunststoffe und Chemie Brandenburg bezüglich des genannten Fragenbereiches vor allem auf das Thema Bereitstellung von Daten zu günstigen Verarbeitungsparametern und die Organisation spezialisierter Workshops zu folgenden Themen konzentrieren:

- Nachhaltigkeit und Energieeffizienz beim Einsatz von Biopolymeren in der Kunststoffverarbeitung
- Technische Herausforderungen beim Einsatz von Biopolymeren in der Kunststoffverarbeitung
- Gute Beispiele beim profitablen Einsatz von Biopolymeren in der Kunststoffverarbeitung

Das Thema der technischen Unterstützung von Unternehmen bei der praktischen Einführung von Biopolymeren in Verarbeitungsprozesse sollte auch ein bevorzugter Gegenstand der Landesförderung (Insbes. Pro FIT Brandenburg Richtlinie) sein, wobei ein Schwerpunkt auf gemeinsamen Projekten von Kunststoffverarbeitern mit spezialisierten Forschungseinrichtungen (wie z.B. der Hochschule Wildau, der BTU in Senftenberg oder dem Fraunhofer IAP mit seinem Verarbeitungstechnikum Biopolymere Schwarzheide) mit dem Ziel der Entwicklung und Optimierung von Verarbeitungsparametern für Biopolymere unter industriellen Bedingungen liegen könnte.

Am Rande der Befragungen wurde recht häufig auf eine nach Meinung der Umfrageteilnehmer zu aufwändige Bürokratie bei Landesprojekten verwiesen (z.B. nicht immer einfach nachvollziehbare Regelungen bei der Anerkennung bestimmter Projektkosten).

4.2.6 Auswertung der Befragung der Netzwerke

Hier geht es vor allem darum, Anregungen für die Umsetzung des Masterplans für das Cluster Kunststoffe und Chemie Brandenburg bezogen auf das Handlungsfeld Biopolymere zu gewinnen. Für den nachfolgenden Text wurden sowohl öffentlich zugängliche Informationen als auch direkte Gespräche mit Netzwerkverantwortlichen genutzt.

4.2.6.1 BioEconomy e.V. Halle

Der Verein bündelt die Interessen der Mitglieder des Spitzenclusters BioEconomy und bildet eine rechtliche Plattform für die Organisation und Finanzierung der gemeinsamen Aktivitäten insbesondere zur Bereitstellung der Eigenmittel für das Custermanagement. Er wurde am 18. Oktober 2012 gegründet. Ziel des Spitzenclusters ist kurz gesagt, die Entwicklung der Clusterregion Mitteldeutschland zur internationalen Modellregion der Bioökonomie mit der erfolgreichen Umsetzung einer vollständigen stofflichen, chemischen und energetischen Nutzung des natürlichen Rohstoffes Holz und anderer non-food Biomasse in effizienten Koppelproduktionen und Kaskadennutzungen[108]. Die bislang über 95 Partner kommen vor allem aus Sachsen-Anhalt und Sachsen. Als Brandenburgische Einrichtung ist das Fraunhofer IAP Potsdam-Golm sowohl als Vereinsmitglied als auch als Partner an zwei Forschungsprojekten beteiligt. Obwohl das Land Brandenburg zum Einzugsgebiet des Spitzenclusters/Vereins gehört, sind die Unternehmen SunCoal Industries GmbH Ludwigsfelde (hydrothermale Carbonisierung auch mit Zielrichtung Produktentwicklungen für die stoffliche Nutzung von Biomasse) und W2C - waste2chemicals GmbH Eberswalde (Geschäftsfeld Solvolyse von Abfällen) bislang die einzigen weiteren Brandenburgischen Vereinsmitglieder.

Der Verein war und ist intensiv in die Ausschreibungs- und Auswahlrunden der konkreten Spitzenclusterprojekte in den folgenden Themengebieten involviert.

- TG1: Rohstoffe (z.B. Holz), innovative Produkte
- TG2: Basischemikalien aus Biomasse
- TG3: Polymere, biobasierte Endprodukte
- TG4: Energetische Nutzung von Reststoffen
- TG5: Management der Bioökonomie
- TG6: Ausbildung für die Bioökonomie

Bislang laufen bzw. liefen bis zu 42 Verbundprojekte (z.T. noch in Beantragung) mit mehr als 150 Teilprojekten. Bis 2017 werden im Rahmen der Spitzenclusterförderung insgesamt etwa 80 Mio. Euro eingesetzt (davon 50 % von den beteiligten Industrieunternehmen).

Für das Handlungsfeld Biopolymere ist insbesondere TG3 von Interesse, in dem vor allem Projekte in Zusammenhang mit der Verarbeitung von Holzfasern und Biopolymeren zu innovativen Bauteilen und Materialien (z.B. Wood-Plastics-Composites oder Phenolharzsysteme) angesiedelt sind. Hier gibt es aktuell die folgenden bereits der Öffentlichkeit vorgestellte Verbundprojekte

[108] http://www.bioeconomy.de/bioeconomy-e-v/ (Aufruf12.1. 2015)

- BIOWPC: Entwicklung eines Werkstoffverbundes aus Buchenholzfasern und biobasierten polymeren Matrices (mit Beteiligung des Fraunhofer IAP Potsdam-Golm)
- LignoSandwich: Ligninbasierte Phenolharzsysteme zur Herstellung von Sandwichelementen für das Bauwesen
- IRBC: Bio-Verbundwerkstoffe für Produkte im Sportgerätemarkt. Das öffentlichkeitswirksame Zielprodukt ist hier ein Rennrodelschlitten aus biobasierten faserverstärkten Kunststoffen.
- CeLiKa - Lignin- und Cellulosehaltige Synthesekautschuke (mit Beteiligung des Fraunhofer IAP Potsdam-Golm)
- BIO UD-TAPE - Bio-Composite für Leichtbauanwendungen im Automobil. Hier gibt es inhaltliche Bezüge zum 5. Kapitel.
- Weitere Verbundprojektanträge befinden sich noch in der Beantragung. Nach unserer Kenntnis existieren bislang keine offiziellen Kontakte der Brandenburgischen Politik mit dem Verein.

4.2.6.2 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR (Projektträger des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Die FNR ist nicht nur die führende nationale Förderagentur im Bereich Biopolymere, sie koordiniert auch das Biopolymernetzwerk[109] bei der FNR mit folgenden Schlüsselthemen

- Verarbeitung von biobasierten Polymeren
- Entsorgung / Verwertung / Recycling
- Einsatz von biobasierten Werkstoffen im Automotivbereich
- Ökobilanzierung von biobasierten Werkstoffen
- Einsatz von biobasierten Werkstoffen in der Elektroindustrie
- Biopolymere im Baugewerbe

Das Biopolymernetzwerk sieht sich als Informations- und Kommunikationsplattform für Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit im Bereich der biobasierten Werkstoffe und ihren Anwendungen. Das Netzwerk wird von einem Beirat unterstützt, zu dem aus dem Land Brandenburg Prof. Dr. Hans-Peter Fink vom Fraunhofer IAP gehört.

Um den Einsatz von biobasierten Werkstoffen und deren Anwendungen sinnvoll und nachhaltig zu unterstützen, wird die Zusammenarbeit und Vernetzung mit interessierten Industriepartnern, Verbänden, öffentlichen Einrichtungen und Forschungsinstituten angestrebt. In das Biopolymernetzwerk ordnet sich auch das bundesweite Kompetenznetzwerk zur Verarbeitung von Biopolymeren KNVB. Hauptziel ist es, die Informationsbasis zur werkstofflichen Verarbeitung von marktgängigen, aber auch von neuen biobasierten Polymeren einschließlich naturfaserverstärkten, biobasierten Kunststoffen für Industriepartner wesentlich zu verbessern. Verbundpartner sind

- Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe (IfBB) der Hochschule Hannover,

[109] http://biopolymernetzwerk.fnr.de/netzwerk/ (Aufruf 20. 1. 2015)

- SKZ - das Kunststoff-Zentrum,
- Fraunhofer Institut für angewandte Polymerforschung (IAP)
- Technische Universität Chemnitz, Professur für Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung.

Im Sommer 2014 wurde der vom Fraunhofer-IAP koordinierte Forschungsverbund Biopolymere erfolgreich beendet. Das Vorhaben wurde seit 2009 von der FNR mit 4,7 Mio. Euro gefördert. Drei wissenschaftliche Einrichtungen bearbeiteten dabei mit 15 Industrieunternehmen 13 Projekte in den Themenfeldern:

- Duromere und faserverstärkte Composite mit Lignin aus einheimischer Schwarzlauge
- Energieeffiziente Verarbeitung von innovativen Konstruktionswerkstoffen auf Basis von Cellulosefaser verstärktem biobasiertem Polyamid
- Entwicklung von Konstruktionsschäumen auf Stärkebasis
- Prozess- und Materialoptimierung von Biopolymeren und -compositen durch den Einsatz von innovativen biobasierten Additiven
- Modifizierung von Cellulosefaserprodukten mit Polyvinylacetat und Derivaten und ihre Anwendung in Biokunststoffen
- Erhöhung der thermischen Stabilität cellulosischer Spinnfasern
- Entwicklung neuartiger Polymerblends aus Polyolefinen mit nativer und modifizierter Stärke
- Cellulosefaser verstärkte thermoplastisch verarbeitbare Lignin-Blends

4.2.6.3 Fördergemeinschaft für Polymerentwicklung und Kunststofftechnik – Polykum e.V. Schkopau

Der Verein hat derzeit 59 Mitglieder (u.a. 46 Unternehmen, 3 Netzwerke und 5 Institute und Hochschulen). Der POLYKUM e. V. sieht seine zentrale Aufgabe in der Förderung des Wissens-, Innovations- und Technologietransfers sowie der Zusammenarbeit von Unternehmen untereinander und mit der Wissenschaft entlang der Wertschöpfungskette[110].
Bezüglich Aktivitäten im Biopolymerbereich gibt es von Vereinsseite folgende Informationen:

- Polykum ist bisher in begrenztem Umfang im Biopolymerbereich aktiv, wobei insbesondere Informations- und Diskussionsveranstaltungen organisiert wurden. Das Interesse an derartigen Veranstaltungen hat allerdings in letzter Zeit abgenommen. Wahrscheinlich besteht hier bezogen auf Deutschland inzwischen ein gewisses Überangebot.
- Polykum ist momentan in die Erstellung eines Antrages beim BMBF für einen Regionalen WK (Wachstumskern) Potenzial Antrag zum Thema Zellstoffcompounds involviert.
- Polykum sind in Sachsen-Anhalt nur relativ wenige Unternehmen mit klarem Biopolymerbezug bekannt. Im Bereich der Compoundeure (sind im Land Branden-

[110] http://polykum.de/ueber-uns/ (Aufruf 5.2. 2015)

burg bezüglich Biopolymeren nur schwach vertreten) wurde die Fa. Putsch GmbH genannt, die ihre F&E Aktivitäten momentan aus Nürnberg teilweise nach Merseburg verlegt. Deren in diesem Zusammenhang gegründetes F&E fokussiertes Tochterunternehmen Exipnos[111] soll auch an (teilweise) biobasierten Compounds arbeiten und wäre u.U. für Projekte im Sinne der Schließung von Wertschöpfungsketten geeignet. Beim Upscaling der bei Exipnos entwickelten Compoundiertechnologien bestehen Beziehungen zur Fa. RP Compounds GmbH[112] (ebenfalls Value Park Schkopau).

- Kontakte von Polykum zu Brandenburgischen Unternehmen und Netzwerken im Biopolymerbereich bestehen zurzeit noch nicht.

4.2.6.4 Kunststoff-Verbund Brandenburg Berlin KuVBB

Der KuVBB hat zurzeit 24 Mitglieder. Der Verein bezweckt, auf dem Gebiet der Erzeugung, Verarbeitung und Anwendung von synthetischen und biobasierenden Kunststoffen in den Ländern Brandenburg und Berlin:

- Die Kooperation von Forschung, Entwicklung und Wirtschaft und einen wechselseitigen Wissenstransfer zu unterstützen sowie das Wissen dieser Branche zu verbreitern.
- Den Nachwuchs für diese Branche namentlich in den Schulen sowie in der Facharbeiter- und Hochschulausbildung zu fördern.
- Eine geeignete Außendarstellung für diese Branche zu betreiben einschließlich der Unterhaltung von Kontakten zu Gremien, Verbänden und Netzwerken[113].

Der KuVBB ist gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung Potsdam-Golm und der BASF Schwarzheide GmbH Veranstalter des jährlichen Schwarzheider Kunststoffkolloquiums, das regelmäßig auch das Thema Biopolymere adressiert. Zudem ist der KuVBB zusammen mit den vorgenannten Einrichtungen auch Träger der Netzwerk-Initiative Innovationszentrum Bioplastics Lausitz mit folgenden mittel- und langfristigen Zielen:

- Erweiterung der Produktpalette und Schaffung von Systemlösungen mit Bioplastics und deren Herstellung und Anwendung
- Ansiedlung und Erweiterung der Forschungskapazität und der Produktion auf dem Gebiet der Biopolymere in Schwarzheide und der Region
- Kooperationsverbund mit überregionalen Netzwerken aus Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und dem ECRN[114]

Der KuVBB war in den letzten Jahren auch aktiv in eine Reihe von Initiativen zu Pilotprojekten für Systemlösungen im Land Brandenburg involviert (z.B. kompostierbares Cateringeschirr bei Massenveranstaltungen oder bioabbaubare Produkte für den Pflanzenschutz in der Agrar- und Forstwirtschaft betreffend).

---

[111] http://www.putsch.de/de/exipnos_index.php (Aufruf 5.2. 2015)
[112] http://www.rpcompounds.com (Aufruf 5.2. 2015)
[113] http://kuvbb.de/ (Aufruf 18.3. 2015)
[114] http://www.bioplastics-lausitz.de/de/innovationszentrum-bioplastics-lausitz/wir-ueber-uns.html (Aufruf 18.3. 2015)

4.2.6.5 NORKUN – Norddeutsches Kunststoffnetzwerk

Im Netzwerk NORKUN agieren zahlreiche Unternehmen, in deren Auftrag es der Interessenvertreter der Kunststoffindustrie in Norddeutschland gegenüber Politik und Öffentlichkeit ist. Einige wichtige Ziele sind dabei:

- Die Kooperation von Forschung, Entwicklung und Wirtschaft und einen wechselseitigen Wissenstransfer zu unterstützen
- Forschungskapazitäten für kleine und mittelständische Unternehmen bei Bedarf zu vermitteln
- gemeinsame Projekte aus der Wirtschaft in Zusammenarbeit mit der Forschung voranzutreiben
- den Nachwuchs für diese Branche in den Schulen sowie in der Facharbeiter- und Hochschulausbildung zu fördern[115].

NORKUN ist eng vernetzt mit dem Schweriner Aus- und Weiterbildungszentrum (SAZ) sowie dem im Aufbau begriffenen Schweriner Kunststoffkompetenzzentrum (SKK). Das SAZ wird auch umfangreich von kunststoffverarbeitenden Unternehmen in Nordbrandenburg genutzt. In diesem Zusammenhang sieht NORKUN, dass beim Aufbau von Wertschöpfungsketten immer auch die regionale Verfügbarkeit von Fachkräften mit Abschlüssen unterhalb des Hochschulniveaus eine wichtige Rolle spielt. Zudem wird bei entsprechenden Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen am SAZ besonderer Wert darauf gelegt, auch die Potenziale von Biopolymeren im Kunststoffbereich zu vermitteln.

NORKUN hat in der Vergangenheit auch bereits Kooperationen von Unternehmen aus Mecklenburg-Vorpommern und dem Land Brandenburg auf dem Gebiet biopolymerbasierter Produktentwicklungen angeregt. Hier hatte die ausgebliebene Realisierung der ursprünglich in Forst geplanten 60.000 Jahrestonnen PLA Anlage einen sehr negativen Einfluss auf die Bereitschaft von Kunststoffverarbeitern in Mecklenburg, verstärkt Biopolymere einzusetzen. In der Planungsphase der PLA Anlage hatten einige mecklenburgische Unternehmen konkrete Pläne zum Einsatz des erwarteten PLA gemacht. U.a. war eine Produktion von PLA-Flaschen zur Mineralwasserabfüllung geplant.

4.2.6.6 PolymerMat – Kunststoffcluster Thüringen

PolymerMat ist u.a. Koordinator der Kunststoffinitiative Thüringen, zu deren vier Leitprojekten auch „BIO-PIT - Biokunststoffe als Substitute für petrolbasierte Kunststoffe“ gehörte. Ziele dieses Projektes waren u.a.[116]:

- Schaffung der wissenschaftlichen und verfahrenstechnischen Grundlagen für die Entwicklung und Verarbeitung von neuartigen Biokunststoffen, deren Monomeren, Additiven und Zuschlagsstoffen.
- Produktion von Biomonomeren, -polymeren, -zuschlagsstoffen und Endprodukten, im Idealfall in Thüringen.
- Entwicklung geeigneter Verarbeitungstechnologien, Maschinen und Anlagentechnik für Biokunststoffprodukte.

---

[115] Vergl. auch http://www.norkun-saz.de/ziele3.html (Aufruf 27.2. 2015)

[116] http://www.polymermat.de/downloads/Sonstiges/20140530_Vorstellung_BioPiT.pdf (Aufruf 13.1. 2015)

- Herausstellung und Nutzbarmachung der besonderen und einzigartigen Eigenschaften der Biopolymere und ihre Verwertung in neuen Produkten und Applikationen.
- Partnerfindung zur weiteren Verarbeitung über die gesamte Prozesskette.

Partner bei BIO-PIT sind das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. (TITK), die TU Ilmenau, die FH Schmalkalden, die Kunststoffsysteme Sömmerda GmbH & Co. KG (RMA-TSK), die GRAFE Advanced Polymers GmbH sowie die Feintechnik Eisfeld.

Teilprojekte sind u.a.:

- Funktionelle Polymeradditive unter Nutzung pflanzlicher Rohstoffe als Monomerquelle
- Anforderungen an biologisch abbaubare Folie mit IRT (Infrarot-Transparenten)-Einfärbung
- Herausforderungen für die Spritzgießverarbeitung von Biokunststoffen für technische Anwendungen
- Vergleichende Verarbeitung von Biokunststoffen (PLA, CA, PHBV) auf verschiedenen Maschinensystemen und Vergleich der Eigenschaften mit konventionellen Systemen
- Entwicklung eines Maschinenkonzepts zur schonenden Verarbeitung von Biokunststoffen für automobile Anwendungen (thermische und mechanische Beanspruchung)
- Konkrete Produktentwicklung eines biobasierten Nassrasierers

Das Leitprojekt ist inzwischen weitestgehend abgeschlossen.

Ergänzend wurde ebenfalls das länderübergreifende Aktionszentrum **BioTOP Berlin-Brandenburg** befragt, das eine Initiative der Länder Berlin und Brandenburg und Teil des Clustermanagements Gesundheitswirtschaft Berlin-Brandenburg ist. BioTOP ist die zentrale Anlauf- und Koordinationsstelle für alle Belange der Biotechnologie in Deutschlands Hauptstadtregion und ist zwischenzeitlich in die Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH integriert worden[117]. Nach einer Phase intensiver Kooperationen mit BioTOP in Zusammenhang mit dem weiter oben erwähnten BMBF-Innovationsforum zu Biopolymeren, spielt diese Materialklasse gegenwärtig bei BioTOP nur eine geringe Rolle (z.B. als mögliche Materialklasse für Drug Delivery Systeme oder als Medizinmaterialien). Dagegen gehören die im Kapitel 3 beschriebenen Aktivitäten zu Feinchemikalien zu den Kernaufgaben bei BioTOP.

4.3 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich Biopolymere

Die folgende Abb. gibt einen Überblick über die gesamte hier relevante Wertschöpfungskette, die auch Stufen enthält, die nicht unmittelbar Gegenstand des Kapitels zu den Biopolymeren sind (in der Abb. grün gekennzeichnet).

[117] http://www.healthcapital.de/biotechnologie/biotechnologie-in-b-bb/ (Aufruf 13.4. 2015)

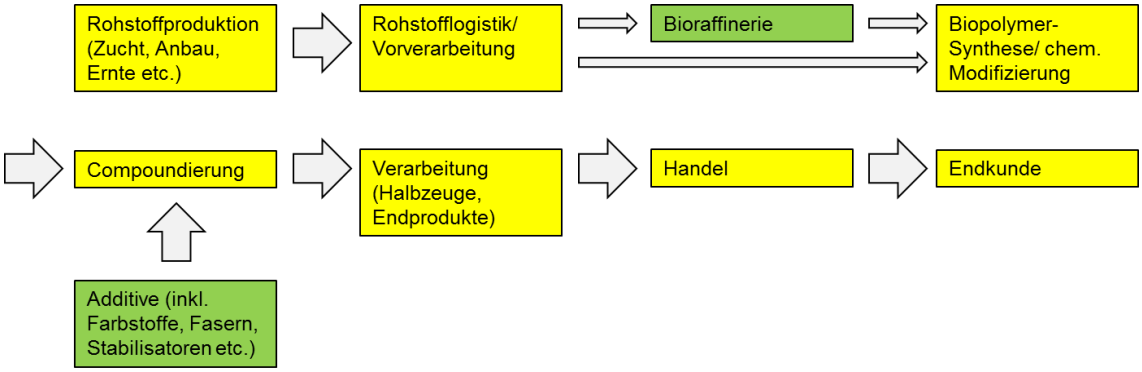


Abb. 4.9 Wertschöpfungskette Biopolymere (grün gekennzeichnete Stufen sind im Detail nicht Gegenstand des Kapitels Biopolymere).

Zunächst müssen die entsprechenden biogenen Rohstoffe von land- bzw. forstwirtschaftlichen Betrieben produziert werden, wobei auch tierische Produkte eingeschlossen sein sollen. Die entsprechenden Produkte sind dann über eine geeignete Logistik einer Vorverarbeitung zuzuführen (z.B. Ölgewinnung, Stärkeaufschluss, Zerkleinerung oder thermomechanisch/chemischer Aufschluss von Holz in Zellstoff, Hemicellulosen und Lignin, Zuckergewinnung). Die resultierenden aufbereiteten Rohstoffe können dann einerseits über eine Bioraffinerie in Basischemikalien konvertiert und danach für die Synthese von biobasierten Kunststoffen genutzt werden. Andererseits sind bestimmte natürliche Biopolymere (insbes. Stärke, Cellulose oder Lignin) auch direkt weiter in Produkte verarbeitbar, wobei oft chemische Modifizierungen (Derivatisierung) erforderlich sind. In beiden Fällen fallen in der Regel zusätzliche Logistikleistungen an, deren Anteil an den Herstellungskosten eines bestimmten Endproduktes häufig nicht zu vernachlässigen ist. Hier können sich durch kurze Wege bedeutende Standortvorteile ergeben. Insgesamt sind die bislang beschriebenen Stufen hauptsächlich für die häufig noch deutlich höheren Preise von biobasierten im Vergleich zu erdölbasierten Kunststoffen verantwortlich. Verbesserungen in diesem Bereich betreffen vor allem das Handlungsfeld „Biobasierte Spezialitätenchemie“ (vergl. Kapitel 3).

Im Folgenden ist zu unterscheiden, ob das jeweilige Biopolymer als Thermoplast oder z.B. als Gießharz vorliegt. Der weitere Text konzentriert sich wie auch das gesamte Biopolymerkapitel mehr auf den ersten Fall, während Gießharze stärker im Kapitel zu den biobasierten Feinchemikalien thematisiert werden.

Die dann für die Weiterverarbeitung verfügbaren Biopolymere durchlaufen, sofern es sich um thermoplastische Materialien handelt, in der Regel zunächst einen Compoundierprozess (Beimischung von Zuschlagstoffen wie Füllstoffe, Additive etc.) zur gezielten Optimierung der Eigenschaftsprofile. Hierzu gehören auch das Blenden (Mischen) verschiedener Kunststoffe oder das Einmischen von Fasermaterial (Faserkomposite). Nach dem Compoundieren liegt das jeweilige Materialsystem zumeist als Granulat vor. Dabei kann je nach Art der zugesetzten Komponenten der prozentuale Biopolymergehalt im Granulat deutlich reduziert sein.

Dem Compoundieren folgt die Verarbeitung insbesondere durch Spinnprozesse, Spritzguss, Tiefziehen, Extrusion, Gießen, Blasformen oder Schäumen und neuerdings auch 3D-Druck. Die Prozesse laufen zumeist über thermoplastische Verformungen, wobei eine

Reihe von Spinnprozessen (insbes. Viskose- und Lyocellprozess) auch aus Lösungen erfolgt. Die dabei entstehenden Halbzeuge oder Formteile können Zwischen- oder bereits Endprodukte sein. In dieser Stufe liegen die Probleme bezüglich des Einsatzes von Biopolymeren oft darin, dass typische Biopolymere unter normalen Verarbeitungsbedingungen (relativ lange/wiederholte Scherbeanspruchung mit hohen Temperaturen und hohen Schergradienten) starke Einbußen beim Molekulargewicht (Kettenlängen) und damit zusammenhängenden thermo-mechanischen Eigenschaften zeigen. Hier kann man mit aufwändigen Additivierungen mit auch biobasierten Komponenten oder Blenden mit erdölbasierten Kunststoffen gegensteuern. Als bessere Lösung würde sich hier aber in vielen Fällen die Nutzung von Direktcompoundierungsverfahren (Einsparung der Pelletierung) anbieten, so dass das hochmolekulargewichtige Ausgangsmaterial nur einmal aufgeschmolzen werden muss, um es in eine gewünschte Form zu verarbeiten[118]. Das Verfahren ist bereits im Bereich langfaserverstärkter Kunststoffteile recht gebräuchlich, wurde aber im Rahmen von gezielten Entwicklungsanstrengungen auf die Anforderungen von Biokunststoffen hin angepasst.

Schließlich gehört zum Erfolg einer Wertschöpfungskette auch das Vorhandensein eines zahlungskräftigen Marktes, weshalb Endhersteller und Handel von Anfang an in entsprechende Planungen einzubeziehen sind.

Diesbezüglich bestehen gerade bei konservativen Endkunden (Wie Automobil- und Hausgeräteindustrie) eine Reihe von Vorbehalten gegenüber dem Einsatz zu Biopolymeren, die adressiert werden müssen.

- Die Endkunden sind nicht bereit, eventuelle Mehrkosten zu tragen, da sie befürchten diese nicht auf die Endabnehmer der Produkte umlegen zu können.
- Die Endkunden können geldwerte Vorteile des Einsatzes von Biopolymeren anstelle von erdölbasierten Materialien nicht erkennen
- Viele Endkunden sehen biobasierte Kunststoffe in Konkurrenz zur Nahrungserzeugung und/oder haben Zweifel ökologischen und energetischen Nachhaltigkeit dieser Materialien
- Die Endhersteller befürchten Probleme bei der Qualitätssicherung für Ihre Produkte, wenn sie Biopolymere einsetzen, wobei mögliche Parameterschwankungen als besonderes Problem angesehen werden.
- Probleme werden auch mit der stabilen Verfügbarkeit entsprechender Biopolymere in großen Mengen gesehen (Wer kann die benötigten Mengen stabil über viele Jahre liefern? Gibt es Konkurrenten, die z.B. im Konkursfall eines Materialherstellers einspringen können?)

Daraus ergibt sich eine Reihe von Vorschlägen zur Entschärfung dieser Einwände:

- Aussagefähige Energie- und Ökobilanzen müssen die besondere Nachhaltigkeit des Einsatzes von Biopolymeren belegen. Hier spielen auch Fragen der Energieeffizienz von Lebenszyklen eine wichtige Rolle. Klare aussagekräftige Zertifizierungen sind notwendig.
- Das Thema Recycling von Biopolymeren wird zukünftig an Bedeutung zunehmen.
- Das öffentliche Marketing für Biopolymere sollte auch Themen betonen, wo Biopolymere gegenüber erdölbasierte Materialien Eigenschaftsvorteile aufweisen (z.B.

[118] Prof. Michael Koch, TU Ilmenau, persönliche Mitteilung

hohe Wasserdampfdurchlässigkeit von PLA in Textilien, hohe Abriebfestigkeit von Viskosefasern in schnell laufenden Reifen, Vorteile in der Umgebung abbaubarer Biopolymere z.B. bei Mulchfolien oder Netzen zur kontrollierten Ausbringung von Pestiziden im Forst- und Obstholzbereich) oder sogar die Essbarkeit bestimmter Verpackungsmaterialien

- Bevorzugte Nutzung lokaler Biomassequellen (Stärke, Holz, Zucker, Hanf etc.)
- Besondere Vorteile würden sich natürlich im bislang nicht allzu häufigen Fall ergeben, dass Biopolymere kostengünstiger als erdölbasierte Materialien mit vergleichbaren Eigenschaften wären.

Die aktuelle Situation im Land Brandenburg bezüglich der Biopolymerwertschöpfungskette im engeren Sinne (in der obigen Abb. bei Biopolymer-Synthese/ chemische Modifizierung beginnend und mit der Verarbeitung endend) ist dadurch geprägt, dass es nur wenige Anbieter von Biopolymeren im Lande gibt und dass die meisten der relativ zahlreichen Kunststoffverarbeiter bisher keine Erfahrungen mit dem Einsatz von Biopolymeren, gleich welcher Art, haben. Zudem gibt es nach unserem Kenntnisstand zurzeit nur einen einzigen Compoundierbetrieb (Linotech GmbH in Forst), der mit biobasierten Kunststoffen arbeitet. Im Bereich der Compoundierung von Kunststoffen mit Naturfasern sieht die Situation günstiger aus. In diesem Bereich sind uns mindestens vier Unternehmen bekannt (vergl. Abschnitt 4.3.2).

4.3.1 Biopolymerhersteller

Stärke für technische Zwecke
Hier sind die Unternehmen Avebe Kartoffelstärkefabrik GmbH in Dallmin und Emsland-Aller Aqua GmbH in Golßen zu nennen, die technische Stärke anbieten bzw.in der jüngeren Vergangenheit angeboten haben.

Avebe Werk Dallmin: In dem Werk, das hauptsächlich Kartoffelstärke herstellt, wurden bis vor etwa zehn Jahren auch Stärken für technische Anwendungen produziert (insbes. Kartoffelstärkeether für die Modifikation von Baustoffen wie Gips, Mörtel, Fliesenkleber sowie Papierstärken und Klebstoffe). Entsprechend der strategischen Entwicklung im AVEBE-Konzern wurde das Werk in Dallmin auf die Herstellung von Kartoffelstärken für den Nahrungsmittelsektor ausgerichtet. AVEBE ist in den Niederlanden neben der Herstellung von Kartoffelstärke für den Food- Bereich speziell im Werk Foxhol noch immer aktiv in der Herstellung von Produkten basierend auf Kartoffelstärke für den Nichtnahrungsbereich wie zum Beispiel Biopolymere. Entsprechend ihrer Unternehmensstrategie plant Avebe im Werk Dallmin nicht in den nächsten Jahren Stärken für den Einsatz in Kunststoffprodukten herzustellen sondern wird sich dort weiterhin auf Anwendungen für den Food- Bereich konzentrieren.

Emsland-Aller Aqua GmbH Werk Golßen: Der Großteil der nativen Stärke wird zu trockenkationischen Stärken verarbeitet und vermarktet, nur ein kleiner Teil von ca. 5.000–7.000 Tonnen wird unveredelt verkauft. Die Anwendungsgebiete sind die Papier-, Textil-, Klebstoff- und die chemisch-technische Industrie[119].

[119] http://www.emsland-group.de/de/unternehmen/firmenprofile/emsland+staerke/werk+golssen/golssen+site.html (Aufruf 26.3. 2015)

Nur der Emsland-Aller Aqua GmbH Standort Golßen hätte somit unter gewissen Umständen das Potenzial, im Land Brandenburg auch Stärken für den Einsatz im Kunststoffbereich zu vermarkten.

Chemiezellstoff und andere Zellstoffe für Anwendungen außerhalb des Papierbereiches

Chemiezellstoff wird bisher zu 100 % nach Deutschland importiert. Die Zellstoff Stendal GmbH ist über Ihr Mutterunternehmen Mercer International Inc. an der Entwicklung und Applikation von fibrillierten Cellulosen und Cellulosefilamenten geringer Dicke und großer Länge beteiligt, die sich sehr gut z.B. als Faserverstärkungen und Viskositätsregler eignen. Die Zellstoff Stendal GmbH könnte im Bedarfsfall derartige Materialien zur Verfügung stellen.

Lignin für technische Zwecke

Hier gibt es bislang in Deutschland keine Anbieter für nennenswerte Mengen. Zudem produzieren die beiden großen Brandenburgischen Papierfabriken Leipa Georg Leinfelder GmbH Schwedt und UPM GmbH Schwedt ausschließlich auf Altpapierbasis, so dass dort prozessbedingt kein Lignin anfällt. Bezugsmöglichkeiten für schwefelfreie Lignine bestehen aber für kleine Mengen (bis zu einigen hundert Kilo) über CBP Leuna (Sachsen Anhalt) sowie für größere Mengen schwefelhaltiger Kraftlignine über Stora Enso Stockholm (vergl. Abschnitt 4.2). Mit Blick auf Sachsen-Anhalt könnte zukünftig auch die Zellstoff Stendal GmbH in Arneburg und das Schwesterwerk Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal in Blankenstein (Thüringen) als Lieferant von Kraftligninen im Tonnenbereich für technische Anwendungen zur Verfügung stehen, sollten sich hinreichend wertschöpfende Bedarfe abzeichnen. Bezüglich der Bereitstellung schwefelfreier Lignine werden sich zukünftig zusätzlich auch Möglichkeiten über Brandenburgische Bioraffinerien ergeben (vergl. Abschnitt 3.1.1.2).

Das in die Umfrage einbezogene Unternehmen Stora Enso, ein weltweit tätiger Zellstoff-, Papier- und Verpackungsmittelhersteller setzt zurzeit zunächst am Standort Sunila (Finnland) ein Konzept um, die Zellstofffabrik so auszubauen, dass zumindest ein Teil des anfallenden hochwertigen Kraft-Lignins nicht verbrannt sondern für stoffliche Nutzungen aus der Schwarzlauge abgetrennt und aufgereinigt wird. Mögliche Einsatzfelder werden u.a. bei der Substitution von Phenolen in Klebstoffen und Epoxidharzen sowie bei Carbon-Produkten gesehen[79]. Damit dürften in Europa jährlich zusätzlich zumindest einige tausend Tonnen Kraftlignin für technische Zwecke am Markt zur Verfügung stehen. Stora-Enso kooperierte in der Vergangenheit im Land Brandenburg vor allem mit dem Fraunhofer IAP.

Das brandenburgische Unternehmen Dynea Erkner GmbH bietet als weiterverarbeitetes Zwischenprodukt biomodifizierte Phenolharze an (je nach Bedarf und Applikation bis zu 10 % der Gesamtproduktion an Phenolharzen von zurzeit ca. 50 – 70 Tausend Tonnen pro Jahr möglich).

(teilweise) Ligninbasierte Kompositmaterialien zur Weiterverarbeitung

Hier sind uns im Land Brandenburg keine spezialisierten Unternehmen bekannt. In Deutschland ist allerdings die TECNARO GmbH (Ilsfeld-Auenstein) ein bedeutender Anbieter des thermoplastisch verarbeitbaren voll biobasierten Werkstoffs Arboform ® (Flüssiges Holz), das aus Lignin aus Seitenströmen der Zellstoffproduktion verstärkt mit Naturfasern besteht. Das Unternehmen produziert davon zurzeit etwa 5000 t pro Jahr. Haupteinsatzfelder sind bisher u.a. der Automobilinnenraum, die Baubranche, die Elektronik-

und Möbelindustrie etc. Arboform ® wird durch die weiteren Produktlinien Arbofill® (Kombination von Kunststoffen mit Naturmaterialien) und Arboblend® (Matrixmaterial aus unterschiedlichsten Biopolymeren verstärkt mit Naturfasern) ergänzt. Bestimmte Arboblen®-Typen können auch vollständig bioabbaubar sein[120]. Auf der Basis dieser Produktplattformen gibt es sicher auch viel Raum für innovative Produktentwicklungen im Land Brandenburg.

PLA
Hauptthersteller ist weltweit das Unternehmen Natureworks. Im Land Brandenburg wird zurzeit kein PLA für den Markt produziert. Aber Uhde Inventa-Fischer kann mit der Pilotanlage in Guben bei konkretem Bedarf prinzipiell Mustermengen im Tonnenmaßstab (maximal 500 t im Jahr) produzieren. Eine andere Möglichkeit zur dezentralen Produktion von PLA-Oligomeren ist in Abschnitt 4.3.5 als Option für eine Wertschöpfungskette im Land Brandenburg erwähnt.

Biobasierte Polyamide
Diese werden in Deutschland allerdings nicht im Land Brandenburg vom Unternehmen Evonik Industries AG in verschiedenen Typen hergestellt. Im Angebot sind unter dem Handelsnamen VESTAMIT® Terra die folgenden Typen HS (ein PA 6.10), DS (ein PA 10.10) und DD (ein PA 10.12), die über die typischen hochwertigen thermo-mechanischen Eigenschaftsprofile der Polyamide verfügen[121]. Biobasierte Polyamide werden in Brandenburg bereits in geringem Umfang eingesetzt.

Weitere Biopolymere müssten zurzeit aus dem Ausland eingeführt werden.

4.3.2 Biopolymercompoundeure

Darunter werden im folgenden Unternehmen verstanden, die nach Blend- und Additivierungsprozessen Granulate zur weiteren Verarbeitung herstellen. Hier spielte bis Anfang 2015 die Fa. BIOP Biopolymer Technologies eine wichtige Rolle, die in Schwarzheide eine Produktionsanlage für Blends bioabbaubarer Polymere (z.B. Ecoflex®) mit Stärke betrieben hat. Leider wurde das Unternehmen inzwischen insolvent und der Geschäftsbetrieb wird nicht fortgeführt (vergl. Abschn. 4.1.2). Damit ist zurzeit das Unternehmen Linotech GmbH in Forst der einzige wichtige Compoundeur für biobasierte Kunststoffe im Land Brandenburg. Da das Unternehmen aber auch Kunststoffprodukte durch Spritzguss herstellt, wird es im Rahmen der Analyse unter die Kunststoffverarbeiter gezählt.

Es verbleiben nach unserer Kenntnis zusätzlich die Unternehmen almaak international GmbH in Doberlug-Kirchhain und IKV - Innovative Kunststoffveredlung GmbH in Premnitz, die beide bisher unseres Wissens nur auf Basis erdölbasierter Polymere aktiv waren.

Bezüglich der Herstellung von Blends aus Kunststoffen unterschiedlichster Art und Naturfasern (inkl. Holzfasern) sind in Brandenburg nach unseren Erhebungen mindestens vier Unternehmen aktiv (Erhard Hippe KG Werk Spremberg, GKT Gummi- & Kunststofftechnik Fürstenwalde GmbH, Pöschl Kunststoffaufbereitung Finsterwalde und Technamation Technical Europe GmbH, die wir aber, da die Compoundierung nicht deren jeweiliger Hauptgeschäftszweck ist, mit bei den Kunststoffverarbeitern eingeordnet haben.

---

[120] Vergl. http://www.tecnaro.de/deutsch/willkommen.htm?section=we (Aufruf 19.3. 2015)
[121] http://www.vestamid.com/product/vestamid/de/Produkte-Dienstleistungen/VESTAMID-Terra/Pages/default.aspx (Audruf 19.3. 2015)

4.3.3 Biopolymerverarbeiter

Bei den 28 Unternehmen die im Land Brandenburg bereits (teilweise) Biopolymere verarbeiten gibt es ein breites Spektrum, was für die Schließung von Wertschöpfungsketten von Vorteil sein kann (vergl. auch Tab. Unter 4.2.5). Relativ häufig vertreten sind

Vliese, Matten und Gewebe (7 Unternehmen)
Folien (4 Unternehmen)
Sonstige Verpackungsmittel (3 Unternehmen)
Schichtstrukturen für Bau- und Möbelzwecke (3 Unternehmen)
Sonstige Spritzgießer (4 Unternehmen)

Weitere Produkte betreffen u.a. Chemiefasern, Dicht- und Beschichtungsstoffe, Gehäuseteile, Gummiformteile, Naturfasercompounds, Pflanzgefäße und WPC-Produkte.

4.3.4 Unterstützende F&E Einrichtungen und Bezüge zum Land Berlin

Hier sind im Folgenden außeruniversitäre und universitäre Einrichtungen aufgelistet, die einen wesentlichen Bezug zum Kapitel Biopolymere haben.

ATB Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim
Für die Potenzialanalyse von besonderem Interesse sind die Arbeiten im Bereich Bioverfahrenstechnik mit einem Schwerpunkt auf biobasierten Basischemikalien wie Milchsäure sowie das Thema Verbundwerkstoffe (Basis Naturfasern) aus nachwachsenden Rohstoffen.

Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung in Potsdam-Golm
Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowohl zu natürlichen Biopolymeren (Cellulose, Lignin, Stärke etc.) als auch zu biobasierten Kunststoffen (insbes. PLA, PHB , Bio-PA), wobei Technologien eine wichtige Rolle spielen. Besondere Stärken auch bei der Verarbeitung (inkl. Schwerpunkt Spinntechnologien) in voller Breite aus Lösungen und Schmelzen.

MPI-KG Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung
Grundlagenuntersuchungen zur Struktur- Eigenschaftsbeziehungen bei Biopolymeren.

MPI-MP Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie
Grundlagenforschung zu Biopolymeren und Biotechnologien.

BTU Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
Hier befasst sich insbesondere die Fakultät 4 Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik mit Biomasse als Rohstoff für Materialien sowie funktionale Nanoteilchen und –oberflächen. Ebenfalls zu nennen ist der Studienschwerpunkt Kunststofftechnik im Studiengang Maschinenbau mit F&E Aktivitäten zu Leichtbau mit faserverstärkten Kunststoffen, Maschinen und Prozesse der Kunststoff- und Gummiverarbeitung sowie Funktionsintegration mit Kunststoffen, Konstruktion von Kunststoffbauteilen und Werkzeugen. Am BTU Standort Senftenberg soll auch der zukünftige Leiter des Fraunhofer IAP Verarbeitungstechnikums Biopolymere Schwarzheide angesiedelt werden.

HNEE Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Insbesondere ist der Forschungsschwerpunkt 2 Nachhaltige Produktion und Nutzung von Naturstoffen - Nachhaltige Gewinnung, Verarbeitung und verfahrenstechnische Gestal-

tung von Werkstoffen und Produkten auf Naturstoffbasis zu nennen, wobei der stoffliche Fokus hier klar auf Holz liegt. Hier spielt der Fachbereich Holztechnik eine wichtige Rolle.

TH Wildau Technische Hochschule Wildau
Hier von Interesse ist das Forschungsfeld 4: Produktion und Material mit dem Thema Materialtechnik/Materialanalytik/Hochleistungswerkstoffe

Universität Potsdam
Grundlagenforschung zur molekularen Biotechnologie und zur Molekularbiologie mit Enzymentwicklungen z.B. für den Lignocelluloseaufschluss.

Bezüge zum Land Berlin

Auch wenn das Land Berlin nicht unmittelbar am Cluster Kunststoffe und Chemie Brandenburg beteiligt ist, kommt dem Land im Rahmen des gemeinsamen Wissenschaftsraums Berlin- Brandenburg eine wichtige Rolle zu.

Folgende außeruniversitäre und universitäre F&E Einrichtungen sind dabei von besonderer Bedeutung für die stoffliche Nutzung von Biopolymeren im Kunststoffbereich

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung
Schwerpunkte bilden hier vor allem die Materialprüfung für biopolymerbasierte Produkte, die Proteinanalytik und die Charakterisierung von Grenzflächen.

Beuth Hochschule für Technik
Von Bedeutung sind hier insbesondere Entwicklungen auf dem Gebiet der Verpackungstechnik unter Nutzung von Biopolymeren (Center of Food Packaging).

Freie Universität Berlin
Hier gibt es u.a. Aktivitäten zur theoretischen Beschreibung von Biopolymeren und zum Einsatz von Biopolymeren in der Medizin.

Humboldt-Universität zu Berlin
Von Interesse sind u.a Aktivitäten zur biologischen Wertstoffgewinnung und zum Biorecycling sowie zu Produkten auf Basis von Naturfasern. Auch die Analytik von Biopolymeren ist ein wichtiges Thema.

Technische Universität Berlin
Wichtige Themen sind hier die Verarbeitung von Biopolymeren, die Bioanalytik und die Bioverfahrenstechnik.

Im Zusammenhang mit ihren Aktivitäten im Land Brandenburg wurden die brandenburgische Umfrage ergänzend auch Vertreter der Unternehmen Uhde Inventa-Fischer GmbH Berlin und BSH Hausgeräte GmbH Berlin (Technologiezentrum Wäschepflege) befragt. Insgesamt scheint nach unserer Auffassung das Thema Herstellung und Verarbeitung von Biopolymeren bezogen auf den Kunststoffbereich in der Berliner Industrie eine merklich geringere Rolle als im Land Brandenburg zu spielen.

4.3.5 Mögliche Wertschöpfungsketten im Land Brandenburg

Die folgenden Vorschläge sind zumeist Ergebnisse unmittelbarer Diskussionen mit Beteiligten an der Umfrage. Wo sinnvoll, sollte auch die Kooperation mit Unternehmen und Netzwerken benachbarter Bundesländer gesucht werden, um bestimmte Wertschöpfungsketten zu schließen.

- Dezentrale Produktion von Oligo-PLA aus einheimischen Rohstoffen: Die Idee besteht darin, Reststoffe aus Land- und Forstwirtschaft der Ernährungsindustrie (Milchwirtschaft, Großbäckereien) oder auch von Biogasanlagen als Ausgangspunkt für die Fermentation von Milchsäure zu verwenden und die so erhaltene Milchsäure dann in sehr einfachen Syntheseanlagen durch direkte Polykondensation in Oligo-PLA umzuwandeln. Dieses Zwischenprodukt aus relativ kurzen PLA-Ketten (aus bis zu etwa 150 Wiederholeinheiten) hat noch keine ausreichenden Eigenschaften für spätere technische Verwendungen ist aber lagerfähig und leicht transportabel. Diese relativ kurzen Kettenstücken könnten dann durch spezialisierte Compoundierbetriebe andernorts über reaktive Extrusionsprozesse z.B. über Diisocyanatgruppen verknüpft zu hochwertigen Multiblockcopolymeren weiter verarbeitet werden, die dann für entsprechende Produktentwicklungen zu nutzen wären. Hier laufen zurzeit aktive Planungsdiskussionen zwischen den Handlungsfeldern Biobasierte Spezialitätenchemie und Biopolymere.
- Entwicklung von PLA-Typen bzw. anderen geeigneten biobasierten Kunststoffen mit besonderen thermo-mechanischen Eigenschaften gefolgt von entsprechenden Produktentwicklungen. In diesem Bereich kann u.a. auch auf einem inzwischen erfolgreich abgeschlossenen Landesprojekt „Entwicklung neuartiger Biokunststoffe auf Basis von Polylactid (PLA) und Vorbereitung des Marktzuganges durch Einbeziehung regionaler Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette“ aufgebaut werden.
  Zur Verlängerung der Wertschöpfungskette können sich auch Monomere, die im Ergebnis von Aktivitäten im HF biobasierte Spezialchemikalien zur Verfügung stehen werden, als Ausgangspunkt für neue Material- und Produktentwicklungen empfehlen.
- Produktion von technischen Stärken am Standort Golßen der Emsland-Aller Aqua GmbH gefolgt von der Compoundierung mit biobasierten bzw. anderen Kunststoffen bei einem der bereits im Land Brandenburg ansässigen Compoundierbetriebe oder in einem neu anzusiedelnden Unternehmen. Aus den resultierenden Granulattypen, wäre dann eine Vielzahl konkreter Produktentwicklungen bis hin zu Schäumen möglich.
- Verwendung von Reststoffen, die bei der Stärkeproduktion in Golßen anfallen und deren stoffliche Nutzung bislang nicht möglich ist. Die rein energetische Nutzung von Reststoffen, obwohl eine gängige und, da nicht fossil, energetisch sinnvolle Möglichkeit, ist im Sinne der nachhaltigen Wirtschaft nicht voll befriedigend. Eine Wertschöpfung über stoffliche Nutzung als, z.B., Verstärkungskomponente in biobasierten Kunststoffen oder Harzsystemen, oder die Plastifizierung durch chemische Behandlung stellen untersuchenswerte Alternativen dar.

- Gezielte Herstellung hochwertiger gereinigter Lignine in geeigneten Bioraffinerien (vergl. Kap. 3.1.1.2). Durch chemische Modifizierung und partielle Depolymerisation sind dann z.B. Komponenten zum Ersatz von Phenol bei der Synthese von Harzen verfügbar. Im Land Brandenburg kann darüber hinaus mit geeigneten Unternehmen auch auf den Erfahrungen des Fraunhofer-IAP in Potsdam Golm bei der Entwicklung ligninbasierter Carbonfasern zurückgegriffen werden[122]. Ebenfalls möglich wären Entwicklungen von Kunststoff-Lignin Blends.
- Stoffliche Verwertung von kohlenstoffreichen Produkten, die, basierend auf dem CarboCERN-Verfahren (SunCoal Ind., Ludwigsfelde), aus Grünabfällen und anderen biogene Reststoffen hergestellt werden. Ähnlich der stofflichen Nutzung von Lignin soll hier die mögliche Wertschöpfung der kohlenstoffreichen Produkte in Kunststoffprodukten (Thermoplastblends und Duromerformulierungen) in der Kette vom Agrarrestprodukt bis hin zum fertigen Bauteil verfolgt werden.
- Entwicklung von voll biobasierten Faserkompositen auf Basis entsprechender thermoplastischer oder duroplastischer Matrixmaterialien und von Natur- bzw. Cellulosefasern (inkl. Nanocellulose) oder sogar biobasierten Carbonfasern. Die sich anschließenden Produktentwicklungen würden zu den im Kapitel 5 beschriebenen Aktivitäten im Bereich Leichtbau gehören. Dabei werden nicht alle möglichen Ausgangsmaterialien (Fasern und Matrix) von brandenburgischen Unternehmen zu realisieren sein, so dass hier in besonderem Maße die Kooperation mit Netzwerken und Unternehmen benachbarter Regionen erforderlich sein wird.
- Bereitstellung von biobasierten Kunststoffen (insbes. ecovio® Typen) durch BASF für die Realisierung von Pilotprojekten für Systemlösungen im Land Brandenburg (z.B. kompostierbares Catering bei Massenveranstaltungen oder bioabbaubare Produkte für den Pflanzenschutz in der Agrar- und Forstwirtschaft).
- Einsatz von Naturfasern (möglichst aus Brandenburger Anbau – insbes. Hanf) zur Entwicklung von unterschiedlichen Produkten über thermo- und duroplastische Verarbeitung mit bio- und erdölbasierten Kunststoffen als Matrixmaterial.
- Entwicklung und Vermarktung innovativer Verpackungsmaterialien und Verpackungsprodukte (Folien, Behälter, Netze) mit maßgeschneiderten Eigenschaften, z.B. bezüglich: Barrierewirkungen (Wasserdampf, O_2, CO_2), antibakteriziden Eigenschaften, Kompostierbarkeit, Essbarkeit, Aromaschutz etc. Hier würden sich auch enge Kooperationen mit der polnischen Woiwodschaft Westpommern anbieten, in der es z.B. das von Prof. Artur Bartkowiak geleitete Zentrum für Innovative Verpackungsmaterialien an der Westpommerschen Technischen Universität in Szczecin gibt. Auch der Bezug zu biobasierten Systemlösungen im Cateringbereich bei Massenveranstaltungen (z.B. Lausitzring) wäre gegeben. Verknüpfungen mit einigen der vorbeschriebenen Wertschöpfungsketten wären naheliegend.
- Darüber hinaus wäre zu prüfen, ob sich Land Brandenburg auch bisher nicht existente Wertschöpfungsketten auf Basis von importiertem Chemiezellstoff (Cellulose hoher Reinheit) aufbauen lassen.

[122] Vergl. FNR Projekt 22015513

4.4 Schlussfolgerungen für die weitere Entwicklung im Land Brandenburg

Die folgenden Punkte sind als Vorschläge aus Sicht der Autoren der Potenzialanalyse zu verstehen.

- Im Land Brandenburg ist insbesondere der Anschluss von der Herstellung von biobasierten Monomeren zur Synthese entsprechender Polymere nur in Ansätzen gegeben (PLA Demonstrationsanlage von Uhde Inventa-Fischer in Guben). Es ist zu prüfen, ob in diesem Bereich Neuansiedlungen von Unternehmen oder Erweiterungen von Produktpaletten bei existierenden Unternehmen möglich sind. In anderen Fällen sind bei der Schließung von Wertschöpfungsketten u.U. Kooperationen über die Grenzen des Landes Brandenburg hinaus erforderlich.
- Im Bereich natürlicher Biopolymere kann u.U. das Emsland-Aller Aqua GmbH Werk Golßen Stärken für technische Anwendungen im Kunststoffbereich liefern. Allerdings fehlt hier nach der Insolvenz der Fa. Biop (Produktionsstätte befand sich in Schwarzheide) ein entsprechender Weiterverarbeiter zu Blends von technischen Stärken mit biobasierten oder/und bioabbaubaren Kunststoffen. Hier ist zu prüfen, ob andere Compoundeure einspringen können oder, ob auf Kapazitäten z.B. im mitteldeutschen Raum ausgewichen werden muss. Auch die Förderung einer Neuansiedlung könnte eine Option darstellen.
- Chemiezellstoff wird nach den Ergebnissen der letzten FNR Marktanalyse[123] zu nachwachsenden Rohstoffen wohl auf längere Sicht ausschließlich nach Deutschland importiert und nicht hier hergestellt werden. Allerdings wäre zu prüfen, ob es sich lohnen könnte, im Land Brandenburg Kapazitäten für die Herstellung von Produkten aus Chemiezellstoff aufzubauen.
- Bezüglich Lignin ist davon auszugehen, dass brandenburgische Papierfabriken, die bislang ausschließlich Recyclingpapiere herstellen, aktuell keine Pläne verfolgen, technisch nutzbare Lignine am Markt anzubieten. Allerdings könnten zukünftig brandenburgische Bioraffinerien als Anbieter kleinerer aber qualitativ hochwertiger (schwefelfreier) Ligninfraktionen auftreten. Zudem werden mittelfristig auch größere Mengen an hochwertigen Ligninen von Anbietern außerhalb des Landes Brandenburg am Markt verfügbar sein.
- Von den relativ zahlreichen brandenburgischen Kunststoffverarbeitern (Die Fragebögen gingen an insgesamt etwa 123 Unternehmen) setzt bisher nur eine Minderheit (28) Biopolymere ein. Hier gibt es aber ein großes Entwicklungspotenzial, das insbesondere durch die weitere Ausgestaltung des Innovationszentrums Bioplastics Lausitz mit dem bereits aktiven Verarbeitungstechnikum Biopolymere Schwarzheide des Fraunhofer IAP nutzbar sein sollte.
- Da zudem nach unserer Einschätzung momentan nur weniger als 10 der bereits Biopolymere einsetzenden Unternehmen bereit sind, sich auch stärker für das Thema zu engagieren, empfehlen wir in einer Anlaufphase zunächst gut vermarktbare Projekte im Sinne der in Abschnitt 4.3.5 genannten Wertschöpfungsketten zu

[123] Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, FNR 2014 (http://mediathek.fnr.de/marktanalyse.html).

fördern, um dann auf Basis der erzielten Ergebnisse die Idee des verstärkten Einsatzes von Biopolymeren in der brandenburgischen Kunststoffverarbeitung und unter potentiellen Endverbrauchern besser propagieren zu können.

- Die Schließung kompletter Wertschöpfungsketten (insbes. Biopolymerherstellung → Compoundierung → Verarbeitung in Halbzeuge → Verarbeitung zu Endprodukten) wird im Land Brandenburg allein nicht immer möglich sein. Hier sind gemeinsame Fördermaßnahmen mit benachbarten Ländern der Bundesrepublik Deutschland zu prüfen. Einen Förderschwerpunkt sollten dabei Projekte mit klarer Ausrichtung auf attraktive Produkte bilden. Der zu erwartende entwicklungstechnische Aufwand bei der Anpassung existierender Produktionslinien an den Einsatz von Biopolymeren ist ein Haupthindernis für deren stärkere Einführung in die Kunststoffverarbeitung. Hier sollte einer der Schwerpunkte für gezielte Fördermaßnahmen liegen. Dabei sollten auch Techniken der Direktkompoundierung eine Rolle spielen, da sich damit einige Einwände gegen den Einsatz von Biopolymeren (Verschlechterung thermomechanischer Eigenschaften durch thermische- und Scherbelastungen bei mehrstufigen Verarbeitungsprozessen) entkräften lassen.
- Auch Markterschließungsmaßnahmen für (teilweise) biobasierte Kunststoffprodukte sollten geeignet gefördert werden. Hierzu gehören auch aussagekräftige Untersuchung zu Energie- und Ökobilanzen, die die besondere Nachhaltigkeit des Einsatzes von Biopolymeren belegen. Hier spielen auch Fragen der Energieeffizienz von Lebenszyklen eine wichtige Rolle. Auch die Förderung von Zertifizierungsmaßnahmen könnte sinnvoll sein.
- Auch der Einsatz von Naturfasern als Komponente in Faserverbunden sollte in der zukünftigen Förderpolitik noch stärker berücksichtigt werden, da sich einige der befragten Unternehmen zukünftig den Einsatz dieser Faserkomponenten vorstellen können.
- Stärkung der Thematik Biopolymere bereits bei der Aus- und Weiterbildung von Facharbeitern, Technikern und Meistern der Kunststoffindustrie insbesondere im Rahmen von Ausbildungsverbünden. Hier können z.B. entsprechende Aktivitäten im Schweriner Aus- und Weiterbildungszentrum (SAZ) Anregungen geben.

5 Ergebnisse im Bereich Leichtbau

5.1 Fachlicher Hintergrund 90

5.2 Ergebnisse der Befragung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen 91

5.2.1 Bestandsaufnahme der Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg mit Bezug zum Leichtbau und dazugehörigen Verbundwerkstoffen 91

5.2.2 Struktur der Unternehmen und Forschungseinrichtungen 92

5.2.3 Anzahl Unternehmen nach Branchen 92

5.2.4 Tätigkeitsbereiche der Unternehmen 93

5.2.5 Anzahl der Unternehmen nach hergestellten bzw. verarbeiteten Materialien 93

5.2.6 Anzahl der Unternehmen, die im Land Brandenburg Forschung und Entwicklung betreiben 94

5.2.7 Tätigkeitsbereiche der Forschungseinrichtungen 95

5.2.8 Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft 100

5.2.9 Mitarbeit in Netzwerken 101

5.3 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich Leichtbau/ Verbundwerkstoffe 101

5.3.1 Darstellung des Potenzials im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg 102

5.3.2 Bewertung des Potenzials im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg 104

5.4 Schlussfolgerungen für die weitere Entwicklung im Land Brandenburg105

5.4.1 Allgemeine Aussagen 105

5.4.2 Kompetenzzentrum für energie- und ressourceneffizienten Leichtbau .. 106

5.1 Fachlicher Hintergrund

Im Handlungsfeld Leichtbau/Verbundwerkstoffe ist die Energieeffizienz der Innovationstreiber. Leichtbau und dazugehörige Verbundwerkstoffe sind in der Bauindustrie, im Maschinenbau, im Schienenfahrzeugbau, im Flugzeugbau und nicht zuletzt seit dem Aufkommen der Elektromobilität bzw. der Diskussion um den Treibstoffverbrauch von Verbrennungskraftmaschinen in Kraftfahrzeugen ein bedeutendes Thema. Für die Lösung dieser Anforderungen sind Leichtbaukonzepte insbesondere unter Verwendung von Ver-

bundwerkstoffen generell in den letzten Jahren in den Fokus innovativer Ansätze gelangt. Neben der Energieeinsparung durch Gewichtsreduktion und Dämmung bieten der Leichtbau und die Verbundwerkstoffe zusätzliche Vorteile, z. B. durch stärkere Funktionsintegration in Bauteile (z.B. Integration von Elektronik) und bei der Produktgestaltung durch neue mögliche Formgebungen (zusätzliche Freiheitsgrade im Design durch lastgerechten Faser-/Verstärkungsaufbau). Im Rahmen der Potenzialanalyse wird der Leichtbau unter Verwendung kunststoffbasierten Werkstoffen betrachtet und Metall nur bei den Verbundwerkstoffen mit einbezogen. Die bereits bestehenden umfangreichen Kompetenzen sollen im Land Brandenburg stärker ausgebaut und vernetzt werden.

5.2 Ergebnisse der Befragung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen

5.2.1 Bestandsaufnahme der Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg mit Bezug zum Leichtbau und dazugehörigen Verbundwerkstoffen

Ausgangspunkt für die Potenzialanalyse war eine Bestandsaufnahme der Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg mit Bezug zum Leichtbau und dazugehörigen Verbundwerkstoffen, die durch die Fraunhofer-Einrichtung für Polymermaterialien und Composite PYCO durchgeführt wurde. Datenbasis waren eine zugrundeliegende Datensammlung einer bereits im Jahr 2007 vom Lehrstuhl Polymermaterialien der BTU Cottbus – Senftenberg durchgeführten Studie sowie die Unternehmensliste der Fraunhofer-Einrichtung PYCO. Zur Vervollständigung erfolgte ein Abgleich der Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit unterschiedlichen Datenbanken und Adresslisten, u.a. mit denen der ZunkunftsAgentur Brandenburg GmbH, sowie einer aktuellen Internetrecherche. Insgesamt konnten 134 Unternehmen und 5 Forschungseinrichtungen mit Bezug zum Themenschwerpunkt Leichtbau und dazugehöriger Verbundwerkstoffe ermittelt werden.

Im Rahmen der Analyse wurden sämtliche Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die Leichtbaumaterialien und Verbundwerkstoffe sowie deren Ausgangsmaterialien verarbeiten oder herstellen, Leichtbautechnologien anbieten oder im Bereich Aus- und Fortbildung, Forschung und Entwicklung im Leichtbau/Verbundwerkstoffe tätig sind oder über das Potenzial hierüber verfügen, erfasst.

Im Rahmen der Befragung, die telefonisch bzw. direkt stattfand, wurde auf Basis der erhaltenen Unternehmensdaten ermittelt, ob sich die Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit Leichtmetallen, Polymeren (Thermoplaste, Elastomere, Duromere), Verbundwerkstoffen und/oder Leichtbaukeramiken befassen.

Für die Datenerhebung im Rahmen des Themenbereichs Leichtbau/Verbundwerkstoffe wurde ein spezifischer Fragenkatalog (siehe Anhang) erstellt und Daten der relevanten Forschungseinrichtungen und Unternehmen im ersten Schritt durch eine Recherche frei zugänglicher Informationen ermittelt. Anschließend wurden ausführliche Telefonate mit den Unternehmen und Forschungseinrichtungen für die Vervollständigung der Daten durchgeführt. Wie erwartet, wurden durch die telefonisch durchgeführte Datenerhebung ein hoher Rücklauf (87%) und eine umfassende Datensammlung erhalten.

5.2.2 Struktur der Unternehmen und Forschungseinrichtungen

Der größte Teil (90%) der 134 erfassten Unternehmen mit Bezug zum Leichtbau und der dazugehörigen Verbundwerkstoffe sind kleine und mittelständige Unternehmen (KMU), mit einer durchschnittlichen Mitarbeiterzahl von ca. 55. Die vier größten Unternehmen mit mehr als 500 im Land Brandenburg beschäftigten Mitarbeitern sind BASF Schwarzheide GmbH (1770 Mitarbeiter), Bombardier Transportation GmbH (3000 Mitarbeiter), Mercedes Benz Ludwigsfelde GmbH (1853 Mitarbeiter) und Rolls Royce Deutschland Ltd & Co KG (2300 Mitarbeitern).
Die universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg mit Bezug zum Leichtbau/Verbundwerkstoffe sind die Brandenburgisch Technische Universität Cottbus – Senftenberg (6 Lehrstühle mit Bezug Leichtbau/Verbundwerkstoffe), das Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP), die Fraunhofer-Einrichtung für Polymermaterialien und Composite (PYCO), die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNE Eberswalde) und die Technische Hochschule Wildau (TH Wildau).

Bei den erfassten Unternehmen sind alle im Land Brandenburg beschäftigten Mitarbeiter in der Anzahl der Mitarbeiter berücksichtigt, auch wenn die Unternehmen neben dem Leichtbau noch weitere Tätigkeitsfelder verfolgen. Es war im Rahmen der Analyse nicht möglich, den Anteil der direkt im Leichtbau beschäftigten Mitarbeiter getrennt zu ermitteln.

5.2.3 Anzahl Unternehmen nach Branchen

Die größte Branche mit Bezug zum Leichtbau und dazugehöriger Verbundwerkstoffe ist die Automotivebranche mit 50 Unternehmen. Es folgt das Bauwesen mit 32 Unternehmen, der Elektronik- und Elektrobereich mit 28 Unternehmen, die Luft- und Raumfahrt mit 24 Unternehmen und die Branche des Schienenfahrzeugbaus, die von 21 Unternehmen vertreten wird. Weiterhin relevant ist der Schiffbau, in dieser Branche sind jedoch nur wenige Unternehmen im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe aktiv.

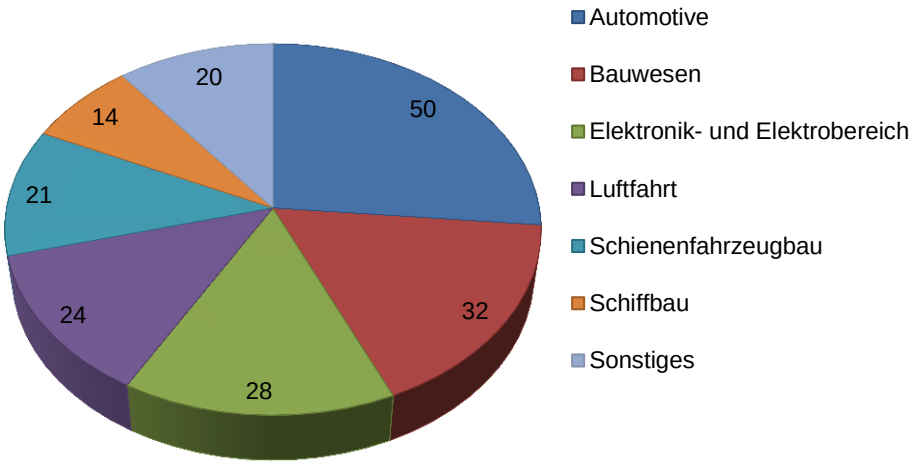


Abbildung 5.1: Darstellung der Anzahl der Unternehmen nach Branchen (Mehrfachnennung möglich)

5.2.4 Tätigkeitsbereiche der Unternehmen

Die Tätigkeitsbereiche der Unternehmen mit Bezug zum Leichtbau und der dazugehörigen Verbundwerkstoffe erstrecken sich von der Herstellung von Ausgangsmaterialien bis hin zu Komponenten. Zudem gibt es Systemlieferanten. Zusätzlich werden auch für den Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe relevante Dienstleistungen angeboten, die von Forschungsdienstleistungen, über Engineering und Konstruktion, bis hin zu Wartung und Instandhaltung reichen.
Es zeigt sich, dass viele der erfassten Unternehmen nicht nur Halbzeuge oder Komponenten anbieten, sondern eine große Fertigungstiefe aufweisen und ihre eigenen Halbzeuge und Produkte zu Baugruppen oder Systemen weiterverarbeiten. Im Bereich Wartung/Instandhaltung/Reparaturtechnologien sind wenige, verhältnismäßig große Unternehmen tätig.

5.2.5 Anzahl der Unternehmen nach hergestellten bzw. verarbeiteten Materialien

94 der 134 Unternehmen im Bereich Leichtbau und dazugehöriger Verbundwerkstoffe arbeiten mit Polymeren, 49 mit Metallen und 35 mit Verbundwerkstoffen. Deutlich weniger Bedeutung haben im Land Brandenburg die Keramiken, die in 12 Unternehmen hergestellt bzw. verarbeitet werden. Bei der Betrachtung der gesamten Mitarbeiteranzahl in den Unternehmen bleibt die Reihenfolge erhalten, die meisten Mitarbeiter arbeiten in polymerverarbeitenden Betrieben, gefolgt von der Metallbranche, den Verbundwerkstoffen und

Keramiken. Mehrfachnennungen sind häufig, da viele Unternehmen Materialien aus mehreren Gruppen verarbeiten.

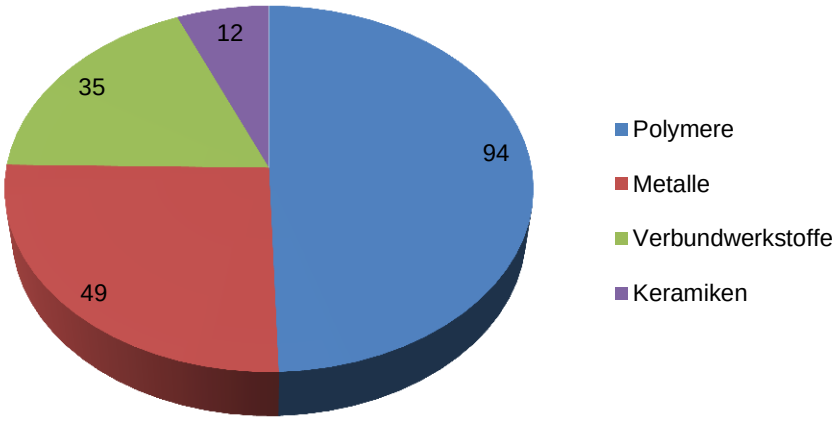


Abbildung 5.2: Anzahl der Unternehmen nach Materialklassen (Mehrfachnennung möglich)

5.2.6 Anzahl der Unternehmen, die im Land Brandenburg Forschung und Entwicklung betreiben

40 der erfassten Unternehmen im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe betreiben eigene Forschung und Entwicklung im Land Brandenburg, 32 außerhalb vom Land Brandenburg und 65 Unternehmen führen keine eigenen Forschungs- bzw. Entwicklungsarbeiten durch. Bei Unternehmen, die sowohl innerhalb als auch außerhalb des Landes Brandenburg in der Forschung und Entwicklung tätig sind, sind Mehrfachnennungen möglich.
Die Betrachtung der durchschnittlichen Unternehmensgrößen ergibt, dass insbesondere kleinere Unternehmen keine Forschung und Entwicklung betreiben, in dieser Gruppe haben die Unternehmen durchschnittlich ca. 35 Mitarbeiter. Die Unternehmen, die Forschung und Entwicklung in Brandenburg betreiben, sind deutlich größer, sie haben durchschnittlich ca. 60 Mitarbeiter. Die Unternehmen, die außerhalb des Landes Brandenburg forschen und entwickeln, sind noch größer, sie haben im Schnitt 300 bis 400 Mitarbeiter.

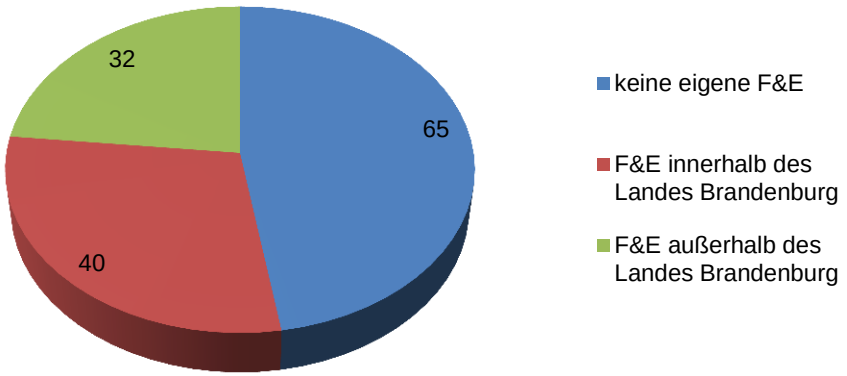


Abbildung 5.3: Anzahl der Unternehmen mit F&E (Mehrfachnennung möglich)

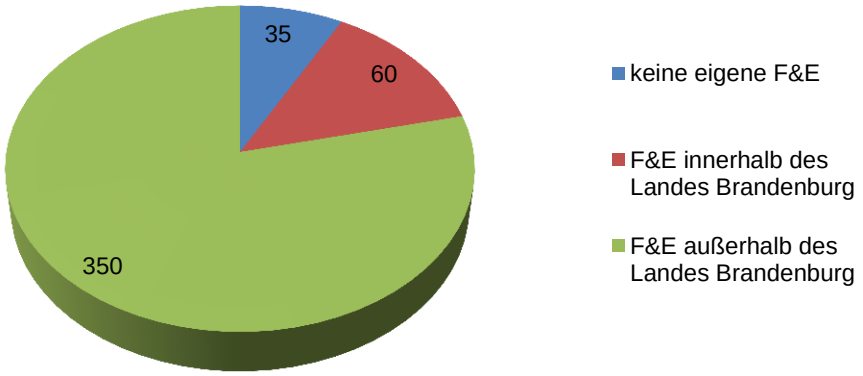


Abbildung 5.4: Durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter der Unternehmen mit F&E

5.2.7 Tätigkeitsbereiche der Forschungseinrichtungen

Im Folgenden sind die zugänglichen (Internet, persönliche Kontakte) Leichtbaukompetenzen einzelner Forschungseinrichtungen kurz dargestellt. Der Begriff Leichtbau ist dabei weit gefasst. Einbezogen sind sämtliche auf Leichtbaumaterialien (Leichtmetalle, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe) und Leichtbaukonstruktionen ausgerichtete Aktivitäten.

Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus – Senftenberg

Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik: Der Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik bündelt und integriert die Lehr- und Forschungsaktivitäten in den drei Bereichen Fügen, Prüfen und Simulieren. Der Forschungsbereich Fügen beschäftigt sich mit der Entwicklung und Optimierung von Fügeverfahren und -prozessen. Vertreten sind wärmearme und wärmereiche Fügeverfahren, wie Fügen durch Umformen, Kleben, Löten und Schweißen. Die fortschreitende Entwicklung von Werkstoffen und deren industrieller Einsatz, z.B. in der Verkehrs-, Luft- und Raumfahrtindustrie sowie im Stahl- und Maschinenbau, erfordert neben der Erweiterung und Anpassung etablierter Fügetechniken auch die Entwicklung neuer Fügeverfahren. Schwerpunkte bilden die Weiterentwicklung und innovative Anwendungen von wärmearmen Lichtbogenschweiß- und -lötverfahren sowie gezielte metallurgische Beeinflussungen zur Erhöhung der Schweißnahtqualität. Ein zentraler Schwerpunkt stellt die Prüfung von gefügten Bauteilen dar. Die Bauteilprüfung beinhaltet die Bewertung der Fügeverbindungen unter statischer, dynamischer und zyklischer Belastung. Die numerische Simulation des Fügens ermöglicht, Bauteile und Ausführungsvarianten ohne tiefgehende Vorkenntnisse im Entwurfsstadium zu analysieren und damit fügegerecht zu konstruieren bzw. zu optimieren. Der Fertigungsprozess wird hinsichtlich der geforderten Zielsetzung, z.B. Minimierung des Verzugs, Vermeidung von Aufhärtungen, geeignet gestaltet, indem die Anordnung, Ausführung und Reihenfolge der Fügestellen simulationstechnisch variiert werden. Dies reduziert nicht nur die Entwicklungskosten, sondern trägt auch maßgeblich zur Einsparung aufwendiger experimenteller Versuchsreihen bei. Dadurch lassen sich unter Schonung von Ressourcen, wie Material, Arbeitskraft und Energie, neuartige Produkte konzipieren, deren Entwicklung ohne Simulationstechnik an zu hohen Kosten für den Bau spezieller Versuchseinrichtungen, mehrmaligem Prototypenbau und experimentelle Erprobungen scheitern würde. Die Simulation von Fügeprozessen ist eines der wichtigsten Glieder in der virtuellen Prozesskette, da das Fügen in der Regel die verknüpfende Bearbeitung zwischen zwei Fertigungsabschnitten darstellt.

Lehrstuhl Polymermaterialien: Der Lehrstuhl arbeitet eng mit der Fraunhofer-Einrichtung für Polymermaterialien und Composite PYCO zusammen. Die Tätigkeitsbereiche der Fraunhofer-Einrichtungen PYCO sind im entsprechenden Abschnitt ausführlich beschrieben.

Lehrstuhl Strukturmechanik und Fahrzeugschwingungen (SMF): Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls sind die Berechnung/Simulation und Konstruktion von Leichtbaustrukturen insbesondere von Faserverbundstrukturen (CFK, GFK,…) und Sandwichtragwerken der Bereiche Maschinen- und Anlagenbau, Luft- und Raumfahrttechnik, Automobil- und Fahrzeugbau sowie der Halbleitertechnik.

Lehrstuhl Konstruktion und Fertigung: Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls Konstruktion und Fertigung ist die Gestaltung und Fertigung von Leichtbaustrukturen z.B. in der Verkehrstechnik für Straßen- und Schienenfahrzeuge sowie für Luftfahrzeuge. Speziell werden umformende Fertigungsverfahren entwickelt und erforscht, die die Herstellung solcher leichten Strukturen ermöglichen. Diese umfassen Struktur-, Verstärkungs- und

Außenhaut-Elemente sowohl für selbsttragende Konstruktionen aus Blechen ("leichte Hüllen") als auch leichte Tragwerke aus Profilen ("Space Frames").
Beispiele dafür sind das Umformen von höherfesten Stahlblechen und Leichtmetallen wie Aluminium und Magnesium nicht nur mit starren Werkzeugen, sondern mit Wirkmedien wie Fluiden oder - unter dem Gesichtspunkt des produktionsintegrierten Umweltschutzes - mit gasförmigen Wirkmedien (Luft, Stickstoff, Kohlendioxid). Weitere Beispiele sind das Streckbiegen von Profilen aus Leichtmetallen zur Herstellung leichter Tragwerke, das Schmieden von Leichtmetallen zur Herstellung von leichten tragenden Strukturbauteilen sowie das Schmieden von Hochtemperaturwerkstoffen zur Herstellung von leichten Pleuel oder Triebwerksschaufeln. Ein weiters Beispiel ist die neuartige Fertigung von Rohren und rohrförmigen Trägern aus Stahlblech, welches mittels Gleitziehen umgeformt wurde.
Ein zentraler Aspekt der Forschung ist weiterhin der Rechnereinsatz nicht nur bei der Berechnung und Gestaltung von Bauteilen und Baugruppen, sondern auch bei der Simulation von Fertigungsprozessen, bei der Werkzeuggestaltung und -optimierung sowie bei der Steuerung und Überwachung von Werkzeugen und Werkzeugmaschinen Die Nachbildung der realen Fertigung in Form von Rechnermodellen ermöglicht eine frühzeitige Vorhersage der Machbarkeit der Produktion. So kann die Fertigung vorab in einer "virtuellen Fertigung" getestet werden, um die realen Produkte besser, schneller und kostengünstiger herstellen zu können.

Lehrstuhl Metallkunde und Werkstofftechnik: Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des Lehrstuhls der BTU Cottbus - Senftenberg konzentrieren sich auf innovative Werkstoff- und Oberflächensysteme und deren Herstellungstechnologien mit Anwendungsschwerpunkten in der Luftfahrt, der Verkehrstechnik und der Energietechnik.

Technische Hochschule (TH) Wildau:
Die Technische Hochschule Wildau weißt eine hervorragende Expertise in Forschung und Lehre, insbesondere auf dem Gebiet des Leichtbaus und dazugehöriger Verbundwerkstoffe, auf. Das gesamte Leichtbauspektrum von der Material- und Prozessentwicklung über Konstruktion bis zum Bauteil wird von der TH Wildau abgedeckt. Hierbei tragen die Forschungsarbeiten zu Hochleistungswerkstoffen, speziellen Werkstoffen, Verbundwerkstoffen und Beschichtungen, sowie den entsprechenden Verfahren, bei. Die hervorragend ausgestatteten Labore der TH Wildau ermöglichen die Synthese der Ausgangsmaterialien und deren Verarbeitung sowie die vollständige Materialcharakterisierung und –prüfung. Besonderes Augenmerk gilt den Fachbereichen Luftfahrttechnik, Maschinendynamik/-akustik und Konstruktionstechnik. Die Schwerpunkte dieser drei Fachbereiche liegen unter anderem in der Simulation und anschließender Konstruktion von Modellflugzeugen, Drohnen mit Sensoren sowie der Entwicklung von Flügellasten. Die Vibroakustische Spezifikation von Composite-Platten gehört ebenfalls zu den wichtigen Forschungsfeldern des Fachbereichs Maschinendynamik und -akustik.
Die TH Wildau (insbesondere mit dem Technologietransfer- und Weiterbildungszentrum an der Technischen Hochschule Wildau) ist bereits ein wichtiger Ansprechpartner für regionale Unternehmen und möchte die Zusammenarbeit mit regionalen und internationalen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zukünftig verstärken und weiter ausbauen. Der Standort Wildau mit seiner starken Konzentration auf Leichtbautechnologien ist dabei

ein wichtiger Punkt, da der Kern der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie zahlreiche Industriepartner im Bereich Leichtbau und Verbundwerkstoffe an diesem Standort und in dessen Umfeld konzentriert sind.

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde:
Seit über 180 Jahren ist der Standort Eberswalde der nachhaltigen Forschung und Lehre verpflichtet. Die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) wurde 1830 als Höhere Forstlehranstalt gegründet. Seit der Wiederaufnahme des Studienbetriebs 1992 am traditionellen Forst- und Holzforschungsstandort vor den Toren Berlins setzt die Hochschule auf Zukunftsbranchen und Schlüsselbereiche wie Erneuerbare Energien, Regionalmanagement, Nachhaltigen Tourismus, Naturschutz, Forstwirtschaft, Ökolandbau, Anpassung an den Klimawandel oder Nachhaltige Wirtschaft. Alle Studiengänge besitzen ein dem nachhaltigen Wirtschaften verpflichtetes Profil. Dazu gehört auch die Region vor Ort mit einzubeziehen. Viele Übungen, Projektarbeiten und Exkursionen werden gemeinsam mit namhaften Partnern aus der Praxis durchgeführt. Ein Einblick in spätere Berufsfelder ist somit gewiss. Zudem ist der Hochschulstandort Eberswalde eingebettet in ein erfolgreiches Netzwerk aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Politik in der Region. Zudem ist die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde durch ihre äußerst erfolgreiche Forschung bekannt. Als eine der forschungsstärksten Hochschulen in Deutschland arbeitet sie mit zahlreichen regionalen und internationalen Partnern zusammen - ein Netzwerk, das in den vergangenen Jahren langfristig ausgebaut wurde.
Insbesondere Holzwerkstoffe, Wood Plastic Compounds (WPC) und weitere holzbasierte Werkstoffe werden intensiv auch unter Leichtbauaspekten erforscht und entwickelt.

Fraunhofer Institute
Fraunhofer-Einrichtung für Polymermaterialien und Composite (PYCO):
Die Fraunhofer-Einrichtung für Polymermaterialien und Composite PYCO arbeitet seit Beginn ihrer Tätigkeit gemeinsam mit dem Lehrstuhl Polymermaterialien der BTU Cottbus - Senftenberg auf dem Gebiet der Reaktivharze und Composite-Werkstoffe, sowohl in grundlagenorientierter Materialforschung als auch in angewandter Entwicklung. Schwerpunkt sind insbesondere durch Stufen- bzw. Kettenwachstumsreaktion vernetzende Harze, wobei Material- und Technologie-Entwicklungen für verschiedenste Anwendungsgebiete von Harzen erfolgen. Beginnend mit der Synthese neuer Monomere über die Polymerbildung (Härtung) und Charakterisierung werden Arbeiten bis hin zur Bauteilherstellung und -charakterisierung durchgeführt und schließlich der Technologietransfer zu Partner-Unternehmen sichergestellt. Zudem verfügt die PYCO über Spezialwissen auf dem Gebiet der Entwicklung bistabiler Displays, d.h. Displays, die im Anzeigemodus ohne Energieversorgung auskommen. PYCO blickt auf jahrelange Erfahrungen im Bereich der Entwicklung von Leichtbaumaterialien zurück, mit besonderen Referenzen in der Luftfahrt aber auch im Automobilbereich. Weitere Forschungs- und Entwicklungsleistungen werden im Bereich der anderen Verkehrstechniken erbracht. Entwickelt werden: Klebstoffe, Beschichtungen, Lacke, Bindemittel, Inmoulds/Gelcoats, Gieß-, Prepreg-, RTM-, Pultrusionsharze, Schäume, mit Eigenschaften wie: hoher Flamm-festigkeit, hoher Bruchzähigkeit (Sprödigkeit), geringem Volumenschrumpf, schnelle und latente Härtung, Wiederlösbar-

keit (z. B. bei Klebstoffen), Reparatureignung, Recyclierbarkeit, u.v.a.m. Es wird die gesamte Entwicklungskette vom Monomer bis zum Bauteil abgedeckt. Beginnend mit der Monomersynthese werden im Weiteren die Verarbeitungseigenschaften entwickelt, erste Bauteile (häufig gemeinsam mit dem Anwender) hergestellt und charakterisiert sowie Qualitätssicherungsmerkmale erarbeitet. Je nach vom Anwender gewünschter Entwicklungsstufe resultieren am Ende der Entwicklung Reaktivharz-Formulierungen, faserverstärkte Materialien, Sandwichstrukturen oder andere gewünschte Bauteile als Demonstratoren.

Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP):
Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm entwickelt seit über 20 Jahren Polymere und deckt durch die Verwendung verschiedener Materialien und Verfahren den gesamten Bereich der Polymeranwendungen ab. Gemeinsam mit den Kunden entwickelt das IAP Materialien, Verfahren und Produkte, die auf die jeweiligen Bedürfnisse zugeschnitten sind. Synthetische Polymere stehen dabei ebenso im Fokus wie Biopolymere und biobasierte Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.

Es bestehen bereits enge Kooperationen zwischen den Forschungseinrichtungen mit ausgewiesenen Leichtbaukompetenzen des Landes Brandenburg mit denen des Landes Berlin. Aus diesem Grund werden im Folgenden die einzelnen Forschungseinrichtungen in Berlin kurz dargestellt.

Technische Universität Berlin
An der Technischen Universität (TU) Berlin sind leichtbaurelevante Institute in den Fakultäten Verkehrs- und Maschinensysteme (Fakultät V) und Prozesswissenschaften (Fakultät III) organisiert. Forschungsschwerpunkte an der Fakultät Prozesswissenschaften liegen u.a. in der Herstellung von neuen Werkstoffen, im Recycling und in der Bionik. Schwerpunkte in der Fakultät Verkehrs- und Maschinensysteme liegen u.a. in der Luft- und Raumfahrttechnik und im Land- und Seeverkehr. Im an der TU Berlin angesiedelten Institut für Luft- und Raumfahrt (ILR) sind die Fachgebiete Luftfahrtantriebe, Luftfahrzeugbau und Leichtbau, Aerodynamik, Flugführung und Luftverkehr, Flugmechanik, Raumfahrttechnik zusammengeschlossen.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Am 1992 gegründeten Standort Berlin-Adlershof des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) konzentrieren sich die Forschungsschwerpunkte Weltraum und Verkehr. Der Standort hat sich vor allem durch die Beteiligung an den großen Missionen der Planetenforschung einen Namen gemacht. Jedoch sind die Berliner DLR-Wissenschaftler nicht nur an der Planung und Vorbereitung von Weltraummissionen beteiligt, sondern auch an deren Durchführung sowie der Auswertung der wissenschaftlichen Ergebnisse.
Im Rahmen dieser Arbeiten werden auch zunehmend leichte Werkstoffe, beispielsweise aus Gründen der Gewichtsreduzierung beim Bau von Satelliten nachgefragt und mit Partnern entwickelt.

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)
Im Rahmen der Entwicklung von Fertigungs- und Produktionstechnologien werden Hochleistungswerkstoffe wie übereutektische Aluminum-Silizium-Legierungen, thermoplastisch faserverstärkte Kunststoffe auf der Basis von Glas-, Carbon- und Kevlarfasern, Metal Matrix Composites, carbonfaserverstärkte Keramiken und Ttitan entwickelt und eingesetzt. Außerdem werden in diesem Institut bei der Produktentwicklung Leichtbauwerkstoffe für Maschinenkomponenten eingesetzt.

Beuth Hochschule für Technik Berlin
Im Fachbereich VIII Maschinenbau, Veranstaltungstechnik, Verfahrenstechnik sind einige leichtbaurelevante Studiengänge und Laboratorien angesiedelt (z.B. Gießereitechnik, Kunststoffverarbeitung und –prüfung, Maschinenbau, Produktionstechnik und Werkstoffanalytik), an denen neben der Lehre auch angewandte Forschung betrieben wird.

Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin
Die HTW Berlin ist mit einem ihrer Fachbereiche (Ingenieurwissenschaften 2) u.a. auf Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Bauingenieurwesen ausgerichtet. Leichtbaupotenzial ist somit prinzipiell vorhanden. Näheres zu speziellen Leichtbauaktivitäten konnte jedoch im Rahmen der Potenzialanalyse mit dem Schwerpunkt Land Brandenburg nicht recherchiert werden.

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Die Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung betreibt Materialforschung und Materialprüfung mit dem Ziel, die Sicherheit in Technik und Chemie weiterzuentwickeln. Die vorhandenen Leichtbaukompetenzen mit dazugehörigen Verbundwerkstoffen siedeln sich hauptsächlich in den Fachabteilungen Werkstofftechnik, Materialschutz, Oberflächentechnik und Zerstörungsfreie Prüfung an. Die Fachabteilung Werkstofftechnik ist tätig auf dem Gebiet der Sicherheit und Zuverlässigkeit von Bauteilen (Werkstoffe: Metalle, Keramik, Polymere, Verbundwerkstoffe) unter mechanischer und technischer Beanspruchung und verfügt zusätzlich über die Kompetenzen der Werkstoffkunde, der Konstruktions- und Fertigungstechnik, der Fügetechniken und der Versagensprozesse in Verbundwerkstoffen bzw. anderen Werkstoffmaterialien. Die Forschungsschwerpunkte der Fachabteilung Materialschutz und Oberflächentechnik beziehen sich insbesondere auf Schadensprävention und –aufklärung, Prüfverfahren, Korrosionsschutz und Flammschutz von Polymeren.

5.2.8 Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft

56 Unternehmen mit Bezug zum Leichtbau und dazugehöriger Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg arbeiten mit Forschungseinrichtungen innerhalb und/oder außerhalb des Landes Brandenburg zusammen. Die Auswertung der Befragung ergab zusätzlich, dass ein großer Teil der Unternehmen nicht mit Forschungseinrichtungen zusammenarbeitet. Diese Unternehmen sind relativ klein, die durchschnittliche Mitarbeiterzahl beträgt 60. Da bei den größeren Unternehmen die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen bereits sehr weit verbreitet ist und fortgesetzt werden soll, wird von kleineren Unterneh-

men unterschiedlichsten Branchen und Tätigkeitsbereichen Bedarf an neuen bzw. zusätzlichen Forschungspartnern gesehen. Zudem sind die Unternehmen oftmals nur ungenügend über die Aktivitäten der Forschungseinrichtungen informiert, umgekehrt kennen auch die Forschungseinrichtungen die Aktivitäten insbesondere der kleineren Unternehmen aus dem Land Brandenburg nur unzureichend.

5.2.9 Mitarbeit in Netzwerken

Netzwerke und Kooperationen zu Unternehmen und Forschungseinrichtungen bilden die Grundlage für eine erfolgreiche Unternehmensentwicklung und gewinnen im Land Brandenburg zunehmend an Bedeutung.
Der größte Teil der befragten Unternehmen mit Bezug zum Leichtbau und den dazugehörigen Verbundwerkstoffen im Land Brandenburg arbeitet in Netzwerken mit. Die am häufigsten von den befragten Unternehmen genannten Netzwerke sind:

- aBB e.V. – automotive Berlin Brandenburg
- KuVBB – Kunststoff-Verbund Brandenburg Berlin
- BB Aerospace-Allianz
- CCeV – Carbon Composites e.V.
- Norkun – Norddeutsches Kunststoffnetzwerk

Die größeren Unternehmen arbeiten bereits in mindestens einem Netzwerk mit. Der Anteil an der Mitarbeit von kleineren brandenburgischen Unternehmen in Netzwerken ist momentan noch sehr gering. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen können zahlreiche Projekte nur zusammen mit Partnern entwickeln und realisieren. Aus diesem Grund besteht großer Bedarf der kleinen und mittelständischen Unternehmen an der Mitarbeit in neuen bzw. zusätzlichen Netzwerken. Neue Wege zu einer nachhaltigen Entwicklung des Landes Brandenburg eröffnen in Zukunft die überregionale und internationale Netzwerkbildung und Kooperation mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

5.3 Brandenburgische Wertschöpfungsketten im Bereich Leichtbau/ Verbundwerkstoffe

Für eine umfassende Betrachtung der Wertschöpfung im Bereich Leichtbau/ Verbundwerkstoffe ist der gesamte Prozess vom Rohstoff bis zum Endprodukt zu berücksichtigen. Die erste Stufe der Wertschöpfungskette beinhaltet die Gewinnung und die Verarbeitung der für das Produkt benötigten Rohstoffe. Je nach Anwendung sind die Rohstoffe nochmals zu bearbeiten, sodass beispielsweise Harze, Faserhalbzeuge oder Legierungen entstehen, die dann in den weiteren Fertigungsprozess eingehen.
Der zweite Wertschöpfungsschritt beinhaltet die Herstellung von Halbzeugen, z.B. Formmassen, Prepregs und metallische Halbzeuge (Bleche, Stangen, Rohre, Platten).
Im Anschluss an das gefertigte Halbzeug erfolgt die Bauteilherstellung. Ein Bauteil stellt ein Einzelteil eines meist technischen Gesamtprodukts dar. Hier wird das Halbzeug oder der Rohstoff in die endgültige Form des Bauteils umgewandelt. Das fertige Bauteil kommt in seiner Form dem End- oder vorläufigen Zwischenprodukt bereits recht nahe. In der

End- und Nachbearbeitung wird das Bauteil so bearbeitet, dass die Anforderungen an Funktionalität und Qualität für das zu verwendende Endprodukt erfüllt sind. Hierzu zählen Oberflächenbehandlung, Lackierung oder Reinigung. An dieser Stelle der Wertschöpfungskette steht dann das eigentliche Leichtbauprodukt, welches im Gesamtprozess ein vorläufiges Zwischenprodukt darstellt.
Die letzte Stufe in der Wertschöpfungskette im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe beinhaltet die Montage. Dabei wird das final bearbeitete Leichtbauprodukt in das eigentliche Endprodukt integriert. Je nach Bauteil und je nach Endprodukt kann der Montageprozess sehr unterschiedlich ausfallen.
Die Wertschöpfungskette ist je nach Bauteil sehr unterschiedlich. Durch die hohe Komplexität dieser Wertschöpfungskette in der Realität sind an solch einem gesamten Wertschöpfungsprozess meist nicht nur ein Unternehmen, sondern eine Vielzahl von Unternehmen beteiligt, die jeweils in unterschiedlichen Branchen agieren sowie verschiedene Produkte entwickeln und herstellen. Für die Gewinnung und Verarbeitung der für das Produkt benötigten Materialien sind zu Beginn der Kette die Roh- und Werkstoffhersteller involviert. Diese liefern ihre Zwischenprodukte an Hersteller von Metall- und Kunststoffprodukten, die in der Wertschöpfungskette als Zulieferer von Teilen oder Systemen agieren. Weiterhin werden Maschinen und Anlagen benötigt, auf denen diese Produkte mittels technischer Verfahren gefertigt werden. Diese Produktionsverfahren werden von technischen Ausrüstern bereitgestellt. Die von den Zulieferern gefertigten Produkte werden dann an die Endkunden geliefert.
Somit kann nicht von einem einzigen allgemeingültigen Wertschöpfungsprozess im Leichtbau gesprochen werden, sondern es existiert eine Vielzahl an Wertschöpfungsstrukturen, die maßgeblich vom Produkt und vom technischen Fertigungsverfahren abhängen.
Im Land Brandenburg sind Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette aktiv. Die Unternehmen und ihr Potenzial werden im folgenden Kapitel beschrieben.

5.3.1 Darstellung des Potenzials im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg

Am Produktprofil der in der Analyse erfassten Unternehmen ist erkennbar, dass viele der Unternehmen häufig Leichtbaulösungen auf Basis von Metallen und Kunststoffen anbieten, jedoch noch wenige Unternehmen mit neuen, innovativen Materialien wie z.B. carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK), Leichtbaukeramiken oder Speziallegierungen arbeiten.
Die erste Gruppe der Wertschöpfungskette stellen Unternehmen dar, welche Roh- und Werkstoffe gewinnen und diese verarbeiten. Diese sehr früh in der Wertschöpfung angesiedelten Unternehmen halten hohe Anteile an der Gesamtwertschöpfung von Leichtbauprodukten, die aus Kunststoff bestehen. Die BASF Schwarzheide GmbH, eine Tochter der BASF SE, und die Dynea Erkner GmbH sind an dieser Stelle beispielhaft als Hersteller von Ausgangsmaterialien und Werkstoffen, die im Leichtbau und bei den Verbundwerkstoffen Verwendung finden, zu nennen. Die BASF Schwarzheide GmbH stellt verschiedene technische Kunststoffe, Polyurethane, Schaum- und Dämmstoffe sowie Lackrohstoffe

her, die in den Bereichen Luftfahrt (eingeschränkt), Automotive und Bauwesen Anwendung finden. Nahezu 1770 Beschäftigte arbeiten in Produktion und Forschung und Entwicklung an diesem Standort. Die BASF Schwarzheide GmbH kooperiert mit wissenschaftlichen Einrichtungen innerhalb und außerhalb des Landes Brandenburg.
Die Dynea Erkner GmbH ist Hersteller von Reaktivharzen. Schwerpunkt bilden Phenol- und andere Formaldehydharze für verschiedenste Anwendungsgebiete. Das Unternehmen beschäftigt am Standort Erkner 120 Mitarbeiter und besitzt eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung am Standort.
Eine weitere Gruppe an Akteuren bilden technische Ausrüster, also die Hersteller von Maschinen und Anlagen, auf denen Kunststoffprodukte gefertigt werden. Im Land Brandenburg existieren viele Unternehmen die meist im Maschinen- und Anlagenbau tätig sind und Hersteller von Anlagen zum Umformen, aber auch Montagesysteme. Ebenfalls existieren Unternehmen, die sämtliche Verfahren zur Bearbeitung von Kunststoffprodukten entlang mehrerer Wertschöpfungsstufen bereitstellen.
Weitere Unternehmen im Verlauf der Wertschöpfungskette sind Produzenten von Endprodukten für den Endkunden und stehen am Ende der Wertschöpfungskette.
Diese Unternehmen sind verstärkt im Automobilbau oder im Bauwesen tätig und vertreiben ihre Produkte an den Endkunden. In Bezug auf die Wertschöpfungskette können diese Unternehmen also nicht nur Hersteller, sondern auch Kunden von Leichtbauprodukten sein.
Im Bereich Automotive sind 50 der erfassten Unternehmen tätig. Die Unternehmen dieser Branche mit den höchsten Mitarbeiterzahlen stellen Nutzfahrzeuge, Motoren, technische Kunststoffe, Aluminiumgussteile, Stanz- und Spritzgussteile her. Exemplarisch sind hier genannt: die Mercedes Benz Ludwigsfelde GmbH mit 1853 Mitarbeitern als Hersteller von Nutzfahrzeugen (Sprinter), die Gestamp Umformtechnik GmbH mit ca. 450 Mitarbeitern, die Karosserieteile und Komponenten für Automobile herstellt und die Alu Druckguss GmbH & Co Brandenburg KG mit 270 Mitarbeitern, die Komponenten mittels Aluminiumdruckguss fertigt.
Im Bereich Bauwesen sind 32 der erfassten Unternehmen tätig. Die mitarbeiterstärksten Unternehmen in dieser Branche stellen Baustoffe, Dämmplatten, Tanks oder Behälter bzw. Container her.
Zuletzt sind die Unternehmen innerhalb der Wertschöpfungskette zu nennen, welche Teile oder Systeme zuliefern. Diese sind im eigentlichen Kernprozess des Leichtbaus verschiedener Branchen tätig und produzieren Halbzeuge.
Die Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg weisen ausgesprochene Leichtbaukompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette auf. Insbesondere in den Bereichen Entwicklung neuer Materialien wie Polymere und Composite, Leichtmetalle, Verbundwerkstoffe, Funktionsmaterialien, Leichtbaukeramiken, aber auch Konstruktion, Berechnung und Simulation von Leichtbaustrukturen und das Fügen von Leichtbaumaterialien. Für die BTU Cottbus - Senftenberg, die Fraunhofer-Einrichtung PYCO, das Fraunhofer IAP Potsdam-Golm und die TH Wildau nehmen Leichtbau/Verbundwerkstoffe einen besonderen Stellenwert ein.
Die Forschungseinrichtungen im Land Brandenburg sind im Bereich Leichtbau/ Verbundwerkstoffe sehr innovativ und arbeiten mit unterschiedlicher Intensität an verschiedensten Fragestellungen. Dies erfolgt oftmals in enger Verbindung mit Unternehmen der Industrie.

Die enge Zusammenarbeit zwischen brandenburgischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen innerhalb und/oder außerhalb des Landes Brandenburg wird insgesamt von 56 der erfassten Unternehmen bestätigt.
65 Unternehmen verfügen nicht über eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung. Das betrifft vor allem kleinere Unternehmen. Größere Konzerne mit Sitz außerhalb des Landes Brandenburg unterhalten oft nur reine Produktionsstandorte ohne Forschungs- und Entwicklungsabteilung.

5.3.2 Bewertung des Potenzials im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg

Die Forschungslandschaft für Leichtbau und Verbundwerkstoffe ist im Land Brandenburg bereits sehr gut ausgeprägt. Es wird von den universitären und außeruniversitären Einrichtungen die gesamte Entwicklungskette von der Chemie bis zum fertigen Bauteil abgedeckt, sodass die verschiedensten Industrieunternehmen von den Forschungs- und Entwicklungsergebnissen profitieren und ihre Marktposition verbessern können. Darüber hinaus besteht bereits eine gut ausgebaute Zusammenarbeit zwischen Hochschulen/Universitäten/Instituten und der Industrie, diese kann jedoch zukünftig weiter ausgebaut werden.
Für Brandenburg ist die Exzellenz auf den Gebieten Leichtbau/Verbundwerkstoffe und zugehöriger Produktionstechnik ein wichtiger Baustein für die weitere industrielle Wertschöpfung in der Region, insbesondere auch, da kleine und mittelständische Unternehmen ohne größere Einstiegshürden, wie beispielsweise umfangreiche Investitionen, gewinnbringend neue Produkte entwickeln und produzieren und somit ihre Marktposition verbessern können. Mit einer zunehmenden Nachfrage und einem kontinuierlichen Strom innovativer Ideen von den Forschungsinstituten in die ansässige Industrie kann die Wertschöpfung gehalten, ausgebaut und so ein Beitrag zur Beschäftigungssicherung geleistet werden. In den letzten Jahren wurden Leichtbaukonzepte verstärkt zum Einsatz gebracht. Auf Grund der Energiewende wird der Leichtbau mit dazugehörigen Verbundwerkstoffen auch in Zukunft wesentlich an Bedeutung gewinnen, da diese u.a. einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit liefern. Durch ein geringeres Eigengewicht bei sehr guter mechanischer Performance kann beispielsweise beim Einsatz von Leichtbaumaterialien bei Fahrzeugen Antriebsenergie eingespart und ein entsprechender Beitrag zur Energieeffizienz geleistet werden. Außerdem werden auch neue Konstruktionen möglich, beispielsweise durch Verbundwerkstoffe, durch die Material eingespart werden kann und somit ein Beitrag zur Ressourceneffizienz geleistet wird. Neben der Gewichts- und Kostenreduzierung besteht momentan nach Aussagen der befragten Unternehmen und Forschungseinrichtungen großer Forschungs- und Entwicklungsbedarf auf dem Gebiet Leichtbau/Verbundwerkstoffe in den folgenden Themenbereichen:

- Erreichen höchster Funktionsperformance im Halbzeug oder Bauteil (exzellente gewichtsbezogene Eigenschaften)
- Entwicklung neuer Materialien mit verbesserten Eigenschaften (hochtemperaturbeständige Polymermaterialien (Thermoplaste, Elastomere, Thermosets), Fasern, Schaumstoffe etc.)

- Erreichen höchster Brandfestigkeiten
- Sicherstellung von Schadenstoleranz auf dem Niveau metallischer Werkstoffe (teilweise darüber hinaus)
- Sicherstellung einer einfachen und fehlerfreien Prozessierbarkeit der Harzsysteme bei der Herstellung der Halbzeuge, deren Weiterverarbeitung bzw. bei der Herstellung von Bauteilen (aus faserverstärkten Kunststoffen), z. B. in „einem Schuss“ durch Infusions- oder Pultrusionstechnik mit zudem nur geringem „Verschnitt“; hierbei besteht im Fall sehr teurer Bauteile, bspw. CFK-Bauteile, auch größtes Interesse, fehlerhaft hergestellte Bauteile reparieren zu können.
- Effizientere Herstellverfahren von Leichtbauteilen (Mikrowellentechnik, Automatisierungstechnologien etc.)
- Materialentwicklungen für automatisierbare Fügetechniken von Kunststoffen mit anderen Werkstoffen
- Endliche Ressourcen und Kostensensitivität (Energie, Material, Prozesszeit) bestimmen die Notwendigkeit von Recycling und Reparatur von Leichtbauteilen (Life-Cycle)
- Energieeinsparungen bei der Rohstoff-, Halbzeug-, Bauteilfertigung und der Logistik des gesamten Fertigungsprozesses – „Green Production“
- Einfache Reparaturfähigkeit im Gebrauch; Reparaturen sollten sowohl unter handwerklichen Produktionsbedingungen als auch von weniger geschultem Personal auszuführen sein; das Reparaturmaterial sollte zudem auch in kleinen Chargen verfügbar sein
- Einfache Weiterverwertung nach Gebrauch, d. h. möglichst geschlossene Verwertungskette mit möglichst wenigen Problemstoffen
- Einsatz nachhaltiger Rohstoffe
- Auf- und Ausbau kundenindividueller Zulieferketten für eine hohe Verfügbarkeit von Halbzeugen und Matrixmaterialien

Um diesen gesamten Forschungs- und Entwicklungsbedarf abzudecken, bedarf es Lösungen, die die gesamte Wertschöpfungskette vom Material bis zum Bauteil, einschließlich der Wiederverwertung, beinhalten. Dabei werden die technologischen Fragestellungen und die Herstellung von Demonstratoren bzw. Bauteilen in der Regel in enger Kooperation der Wissenschaft mit Industrieunternehmen bearbeitet bzw. hergestellt.

5.4 Schlussfolgerungen für die weitere Entwicklung im Land Brandenburg

5.4.1 Allgemeine Aussagen

Um die Entwicklung im Bereich Leichtbau/Verbundwerkstoffe zu steigern und Synergien besser zu nutzen, sind branchenübergreifende Kompetenzen durch Kooperation und Netzwerkbildung zwischen Rohstoffproduzenten, Verarbeitern, wissenschaftlichen Einrichtungen und Netzwerken notwendig. Der Einsatz von Kunststoff-Leichtbau bei potenziellen Abnehmern in anderen Clustern, die Initiierung weiterer Technologieentwicklungsprojekte und die Unterstützung von Unternehmen in Schnittstellenbereichen, insbesonde-

re bei der Vernetzung interdisziplinärer Kooperationspartner, sind wichtige Ziele für die weitere Entwicklung des Leichtbaus im Land Brandenburg. Zudem steigt der Entwicklungsbedarf an neuen Materialien und maßgeschneiderten Lösungskonzepten (wie zum Beispiel Hochtemperaturbeständigkeit (Composit-Werkstoffe), Wärmespeicherfähigkeit oder Brandschutz) stark an. Durch die zunehmende Nachfrage an biobasierten Materialien wird die Ermittlung des Bestands, Bedarfs und Potenzials von Verbundwerkstoffen auf Basis von Holzfasern (Wood Plastic Composites) und anderen biobasierten Materialien sowie viskose- und anderen biobasierten Fasern weiter steigern, so dass die Kooperation mit dem Handlungsfeld Biopolymere weiter ausgebaut werden sollte.
Im Rahmen der telefonischen Bestandsaufnahme wurde festgestellt, dass sich viele Unternehmen ihrer Stellung als Leichtbau-Unternehmen nicht bewusst sind, obwohl sie Leichtbauwerkstoffe einsetzen oder gewichtsoptimierte Bauteile und Systeme fertigen. Hier ist bei den Unternehmen Aufklärungsarbeit notwendig, um ihnen aufzuzeigen, dass sie für einen wichtigen und innovativen Zukunftsmarkt bereits gut aufgestellt sind. Zudem sind der weitere Ausbau und die offensive Vermarktung der Leichtbauaktivitäten für diese Unternehmen eine lohnende Investition. Diese Aufklärungsarbeit könnte eine wesentliche Aufgabe des Kompetenzzentrums für energie- und ressourceneffizienten Leichtbau werden.
Die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft ist weiter ausbaufähig. Eine Vereinfachung der Zusammenführung für beide Seiten durch entsprechende Innovations- und Technologieförderprogramme würde dies zusätzlich stärken. Unternehmen sind oftmals nur ungenügend über die Aktivitäten der Forschungseinrichtungen informiert, umgekehrt kennen auch die Forschungseinrichtungen die Aktivitäten insbesondere der kleineren Unternehmen aus Brandenburg nur unzureichend. Eine Anlaufstelle im Land Brandenburg, wie beispielsweise das geplante Kompetenzzentrum für energie- und ressourceneffizienten Leichtbau könnte die Partner aus Industrie und Wissenschaft einfacher zusammenführen und insbesondere für die vielen kleinen Unternehmen eine große Unterstützung sein.

5.4.2 Kompetenzzentrum für energie- und ressourceneffizienten Leichtbau

Wildau ist Kern umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Standort zahlreicher Industriepartner des Handlungsfeldes Leichtbau und Verbundwerkstoffe. In Wildau haben sich bereits 60 Unternehmen mit 500 Beschäftigten angesiedelt, die durch enge Kooperation mit ausgewiesen technologieorientierter Forschung diese Region zukünftig weiterentwickeln werden. Als zukünftige Basis zur Intensivierung des Zusammenwirkens und zur Fokussierung der bestehenden Kompetenzen im Bereich des Leichtbaus und der Verbundwerkstoffe im Land Brandenburg soll deshalb ein Kompetenzzentrum für energie- und ressourceneffizienten Leichtbau am Standort Wildau errichtet werden. Das Kompetenzzentrum soll Mittler zur Lösung von Problemstellungen zwischen Wissensträgern und Anwendern werden. Mit der Technischen Hochschule Wildau und der Fraunhofer-Einrichtung PYCO befinden sich bereits sowohl eine Hochschule als auch eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung mit überregionaler Bedeutung am Wildauer Technologiestandort. Die Kooperation mit weiteren Hochschulen und Forschungseinrichtungen in

Brandenburg sowie über die Landesgrenzen hinaus wird zukünftig von großer Bedeutung sein, um eine Ausrichtung der Forschung und Entwicklung auf Lösungen der gesamten Wertschöpfungskette für Leichtbau und Verbundwerkstoffe zu erzielen. Durch die Kooperationen der TH Wildau, der Fraunhofer-Einrichtung PYCO und Unternehmen in F&E-Projekten bestehen bislang noch ungenutzte Synergiepotenziale.
Große international agierende Konzerne wie z.B. Airbus, Boeing, GE und Rolls Royce richten ihre Aktivitäten permanent neu aus und suchen dabei bewusst global nach Zentren für ausgewählte Spitzentechnologien. Dies schafft Raum für mittelständische Unternehmen, die mit international wettbewerbsfähigen Kompetenzen lokal verankert sind und international agieren. Die Unternehmen ANECOM AeroTest GmbH, Flight Design GmbH, FTI Engineering Network, FTT GmbH und Rainer Stemme Utility Air-Systems GmbH haben in den letzten Jahren auf verschiedenste Weise zur außerordentlichen Entwicklung des Technologiestandortes Wildau beigetragen, wobei auch die Kooperation mit der Fraunhofer-Einrichtung PYCO als sehr positiver Standortfaktor wirkt. Der Standort soll mit einer innovativen Positionierung überregional sichtbarer werden, um auch leistungsfähige industrielle Partner anzuziehen und somit qualifizierte und nachhaltige Vorhaben realisieren zu können und die Region und das Land Brandenburg weiter zu fördern.

6 Gesamtdiskussion zu Wertschöpfungsketten und Empfehlungen für die brandenburgische Wirtschaftspolitik

6.1 Wertschöpfungsketten

Biobasierte Wertschöpfungsketten sollten ausgehend von der Biomasse über die Fraktionierung in die Präkursoren sowohl für die Anwendung im Bereich Spezialchemikalien als auch für konkrete Umsetzungen im Bereich der Polymere, insbesondere Heterokettenpolymere entwickelt werden.

Hier kann es Verknüpfungen zwischen einigen Teilwertschöpfungsketten geben. Beispielsweise könnten Monomere als Zielprodukt von Spezialchemikalienwertschöpfungsketten in die Synthese von Polymeren eingehen (z.B. bei Uhde Inventa-Fischer), die dann bei Biopolymerverarbeitern zu Zwischen- bzw. Endprodukten werden. Hier wäre dann auch ein Anschluss in Richtung Leichtbau als Komponenten für Kompositmaterialien möglich. Ebenso kann biobasiertes Lignin sowohl durch heterogene Katalyse zu oligomeren Strukturen mit AnwendungsPotenzial Spezialchemikalie, als auch als Polymerkomponente für Duroplaste und Thermoplaste eingesetzt werden, was letztlich für Verbundwerkstoffe und den Leichtbau interessant sein kann.

Bereich Spezialchemikalien

Es ist lohnenswert eine Prozesslogistik von Agroindustriellen Standorten (Primärraffination von Biomasse) und Chemiestandorten zu finden, wie in konkreten Umsetzungsbeispielen im Abschnitt 3.5. Spezialchemikalien empfohlen. Dabei gilt es die Dezentralisierung der Vorfraktionierung der Rohstoffe in transportable Vorstufen (Hydrolysate, Zucker, Säuren, Alkohole) beispielhaft umzusetzen und die Effizienz der Verfahren zur stofflichen Bi-

omassenutzung weiter zu erhöhen um Konkurrenzfähigkeit mit petrochemischen Verfahren sicherzustellen (Entwicklung neuer hoch selektiver heterogener Katalysatoren). Für die Umsetzung müssen die Verfahren entlang der Wertschöpfungskette entwickelt werden und insbesondere biotechnologische und chemische Stoffwandlungen verknüpft werden. Entsprechend der Bioraffinerieprinzipien müssen die Reststoffe der Primärfraktionierung für eine Anwendung im Bereich Futtermittel oder die energetische Verwertung ökonomisch mitbetrachtet werden. Weiter sind die Methoden der Ökobilanzierung anzuwenden. Die Markteinführung neuer biobasierter Spezialchemikalien auf Basis der Biomassepräkursoren sollte an konkreten Produkten demonstriert werden, einschließlich der Produktzertifizierung.

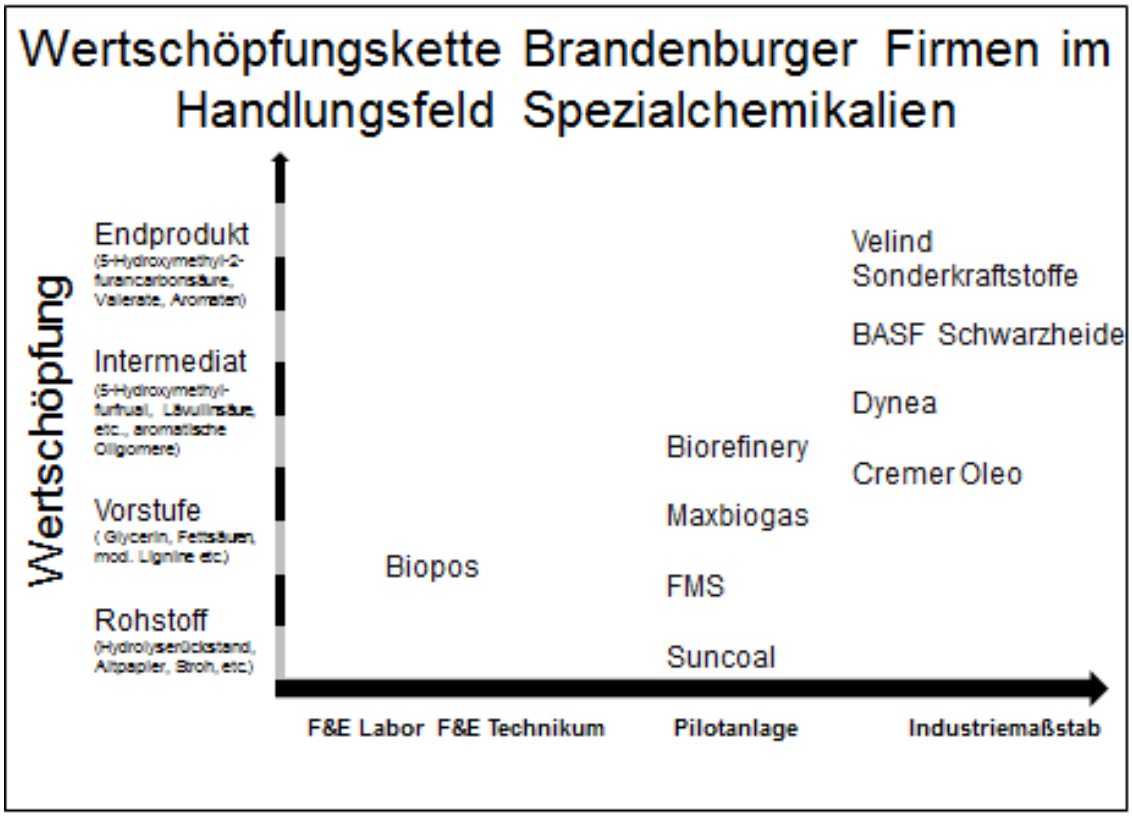


Abb. 6.1. Ausgewähltes Potenzial zur Entwicklung biobasierter Spezialchemikalien im Land Brandenburg

Bereich Biopolymere

Für den Bereich Biopolymere empfehlen wir aus unserer Sicht insbesondere die folgenden Ideen für Wertschöpfungsketten zu verfolgen (vergl. für weitere Details Abschnitt 4.3.5):

- Dezentrale Produktion von Oligo-PLA aus einheimischen Rohstoffen an Standorten mit geeignetem Aufkommen an entsprechenden Reststoffen (Sauermolke, Abfälle stärkehaltiger Produkte etc.) mit technisch einfach zu beherrschenden Verfahren. Die produzierte Polymilchsäure geringer Kettenlänge kann dann zu geeigneten Verarbeitern transportiert und dort z.B. mittels Reaktivextrusion in hochwertige

und hochmolekulargewichtige Multiblock-PLA umgewandelt und dann zu Produkten weiter verarbeitet werden.

- Entwicklung von PLA-Typen bzw. anderen geeigneten biobasierten Kunststoffen mit besonderen thermo-mechanischen Eigenschaften gefolgt von entsprechenden Produktentwicklungen.
- Produktion von technischen Stärken am Standort Golßen der Emsland-Aller Aqua GmbH gefolgt von der Compoundierung mit biobasierten bzw. anderen Kunststoffen bei einem der bereits im Land Brandenburg ansässigen Compoundierbetriebe oder in einem neu anzusiedelnden Unternehmen. Mit den resultierenden Granulaten sind Produktentwicklungen möglich.
- Gezielte Herstellung hochwertiger gereinigter Lignine in geeigneten Bioraffinerien und deren Nutzung zur gezielten Produktentwicklung.
- Entwicklung von voll biobasierten Faserkompositen auf Basis entsprechender thermoplastischer oder duroplastischer Matrixmaterialien und von Natur- bzw. Cellulosefasern (inkl. Nanocellulose) oder sogar biobasierten Carbonfasern mit Anschlussmöglichkeiten zu Produktentwicklungen für den Leichtbau.
- Entwicklung und Vermarktung innovativer Verpackungsmaterialien und Verpackungsprodukte (Folien, Behälter, Netze) mit maßgeschneiderten Eigenschaften, z.B. bezüglich: Barrierewirkungen (Wasserdampf, O_2, CO_2), antibakteriziden Eigenschaften, Kompostierbarkeit, Essbarkeit, Aromaschutz etc.

Beim Aufbau bzw. der Schließung von Wertschöpfungsketten kommt einer verstärkten Netzwerkbildung der an der Biopolymerthematik interessierten Marktteilnehmer eine entscheidende Rolle zu. Hier sehen wir vor allem Aufgaben für den KuVBB und das Management des Clusters Kunststoffe und Chemie Brandenburg. Dabei kann auch ein regional erweitertes Konzept der Netzwerkinitiative Innovationszentrum Bioplastics Lausitz eine wichtige Rolle spielen. Darüber hinaus sollten auch intensive regelmäßige Kontakte zwischen Brandenburgischen Netzwerken und Schwesterorganisationen in benachbarten Regionen entwickelt und genutzt werden. Auch die unmittelbare Kooperation mit Berliner Forschungseinrichtungen und Unternehmen wird als erfolgskritisch gesehen.

Bereich Leichtbau

Im Land Brandenburg ist die gesamte Wertschöpfungskette von der ersten Konzeptionierung über Labormuster bis hin zu prototypischen Anwendungen sichergestellt (siehe Kapitel 5.3). Die Potenzialanalyse zeigt, dass im Land Brandenburg noch erhebliches, bislang unausgeschöpftes Potenzial existiert, welches den Leichtbau in Zukunft weiter vorantreiben wird. Teilweise haben die dort ansässigen Unternehmen bereits wichtige Schritte unternommen und setzen neue Leichtbautechniken ein.

6.2 Empfehlungen für die brandenburgische Wirtschaftspolitik

Für eine disziplinübergreifende Analyse der drei Handlungsfelder (Biobasierte Produkte, Biopolymere, Leichtbau) mit dem Focus Bioökonomie ist eine Einbeziehung der Rohstoffsituation im Land Brandenburg und den Nachbarländern sowie der globale Zugang zu Biomasse erforderlich. Diese muss mit dem Bereich Energie aus Biomasse im Land Brandenburg abgestimmt werden. Es ist lohnenswert, branchenübergreifend eine Roadmap Bioraffinerien des Landes Brandenburg in Abstimmung mit der bereits vorliegenden

Roadmap Bioraffinerien der Bundesrepublik Deutschland [124] und den Aktivitäten in weiteren europäischen Ländern anzufertigen.

Bereich Spezialchemikalien

(1) Besonders zu empfehlen für die Entwicklung im Land Brandenburg sind die Bereiche der Erzeugung höherwertiger Produkte aus Biomasse, konkret die Biobasierten Spezialchemikalien, wie Spezialkunststoffe, Konsumchemikalien (Wasch- Reinigungs- und Körperpflegemittel, Duftstoffe) etc.), Farben und Lacke, Pflanzenschutzmittel (Insektizide, Fungizide, Nematizide, Akarizide etc. und Kraftstoffadditive.

(2) Für die Bündelung von Forschung und Entwicklung sowie die experimentelle Unterstützung von Unternehmen wird die Etablierung eines Kompetenzzentrums Biobasierte Spezialitätenchemie am Forschungsstandort Teltow-Seehof und die Prüfung einer Anschubfinanzierung angeregt. Das FI Biopos e.V. kann hier sein 20-jähriges Know how auf dem Gebiet der Bioraffinerie-Systeme und der Entwicklung von Spezialchemikalien, welches weltweit excellent vernetzt ist, einbringen [125], [126],[127],[128]. Weiter wird konkret empfohlen, in einer Anlaufphase das FI Biopos e.V. und die weiteren im Land Brandenburg ansässigen, auf dem Gebiet arbeitenden, gemeinnützigen externen nicht grundfinanzierten Industrieforschungseinrichtungen, die im Verband Innovativer Unternehmen[129] und der ZUSE Gemeinschaft[130] als Mitglieder bestätigt sind, in die aktuellen Technologieprogramme der Landesförderung aufzunehmen. Diese Fördermodelle mit expliziter Einbindung gemeinnütziger externer nicht grundfinanzierter Industrieforschungseinrichtungen gibt es bereits seit langen Jahren im Freistaat Thüringen und aktuell auch im Land Mecklenburg-Vorpommern[131]. Ebenso hat das Land Baden-Würtemberg [132] im Bereich Ressourcenwirtschaft Förderprogramme für gemeinnützige wirtschaftsnahe Forschungseinrichtungen ausgeschrieben.

---

[124] Roadmap Bioraffinerien im Rahmen der Aktionspläne der Bundesregierung zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, 2012, http://www.biopos.de/fnr_roadmap_web_2012.pdf, Download: 11.03.2015

[125] KAMM, B.; KAMM, M. ; GRUBER, P.; (Eds.), Biorefineries – Biobased Industrial Processes and Products. Status Quo and Future Directions, 2006, WILEY-VCH, Weinheim, Vol. 1: pages: 441; Vol. 2: pages: 497

[126] KAMM, B.; Claus H. Christensen, Chemistry of Renewables, ChemSusChem, 2 (12), 2009

[127] SANDERS, J.; VAN REE, RENÉ, KAMM, B.; *Biofuels Bioprod. Bioref., Special Issue, Future Biorefineries*: Can we combine technological progress and integrate strengths from different market players? 4 (2010)

[128] KAMM, B. (Ed.) Microorganisms in Biorefineries, Series Microbiology Monographs, (A. Steinbüchel Series Ed.) Vol. 26 (2015)

[129] (http://www.viunet.de/viu/der-verband)

[130] http://www.zuse-gemeinschaft.de/

[131] http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/Themen/Wirtschaft/Technologiestandort/Imagefilm_Verbundforschung_WissenschaftWirtschaft/

[132] http://mfw.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mfw/intern/Dateien/Downloads/Industrie_und_Innovation/Bekanntmachung_technologischer_Ressourcenschutz.pdf

(3) Für die Umsetzung konkreter biobasierter Wirtschaftsprozesse sind im Abschnitt 3.5. Spezialchemikalien konkrete Vorschläge für die Entwicklung von Modellanlagen beschrieben. Hierfür wird empfohlen zu prüfen, das im Jahre 2010 gegründete Netzwerk, ‚Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien' sowie das neu zu gründende im Pkt. 2 beschriebene Kompetenzzentrum für die Koordinierung zu beauftragen. Im Bereich biobasierte Sonderkraftstoffe wird empfohlen zu prüfen mit dem Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik zusammen zu arbeiten, um die Synergien zu nutzen.
(4) Es wird empfohlen in den Landesprogrammen sowohl Technologieaspekte als auch konkrete Produkte mit Marktpotenzial zu fördern. Es wird empfohlen zu prüfen, die Markterschließungsprogramme entsprechend zu fokussieren und zu fördern. Das aktuelle Technologieförderprogramm PROFIT ist für diese aktuell sehr forschungsintensive Entwicklung wenig geeignet und wurde auch von den befragten Unternehmen bisher nicht genutzt. Hier wird angeregt, spezielle Förderaktivitäten zu entwickeln, um die aktiven Unternehmen im Land zu halten und neue anzusiedeln.
(5) Es ist notwendig, bereits in der Ausbildung von Biologie– und Chemielaboranten das Fachgebiet Bioraffinerien, Biobasierte Spezialchemikalien zu vermitteln. Die Bildungsmaßnahmen sollten entsprechend zertifiziert angeboten werden.

Bereich Biopolymere

Für den Bereich Biopolymere erscheinen uns insbesondere die nachstehenden Empfehlungen wichtig (Abschnitt 4.4. bietet einen weiteren Überblick):

(1) Brandenburg verfügt nur über sehr wenige Hersteller von Biopolymeren. Daher ist hier insbesondere das Potenzial für Neuansiedlungen zu prüfen.
(2) Von den relativ zahlreichen brandenburgischen Kunststoffverarbeitern setzt bisher nur eine Minderheit (28) Biopolymere ein. Hier gibt es aber ein großes Entwicklungspotenzial, das insbesondere durch die weitere Ausgestaltung des Innovationszentrums Bioplastics Lausitz mit dem bereits aktiven Verarbeitungstechnikum Biopolymere Schwarzheide des Fraunhofer IAP nutzbar sein sollte.
(3) Wir empfehlen in einer Anlaufphase zunächst gut vermarktbare Projekte im Sinne der in Abschnitt 4.3.5 genannten Wertschöpfungsketten zu fördern, um dann auf Basis der erzielten Ergebnisse die Idee des verstärkten Einsatzes von Biopolymeren in der brandenburgischen Kunststoffverarbeitung und unter potentiellen Endverbrauchern besser propagieren zu können.
(4) Auch Markterschließungsmaßnahmen für (teilweise) biobasierte Kunststoffprodukte sollten geeignet gefördert werden. Hierzu gehören auch aussagekräftige Untersuchung zu Energie- und Ökobilanzen, die die besondere Nachhaltigkeit des Einsatzes von Biopolymeren belegen. Hier spielen auch Fragen der Energieeffizienz von Lebenszyklen eine wichtige Rolle. Auch die Förderung von Zertifizierungsmaßnahmen könnte sinnvoll sein.
(5) Stärkung der Thematik Biopolymere bereits bei der Aus- und Weiterbildung von Facharbeitern, Technikern und Meistern der Kunststoffindustrie insbesondere im Rahmen von Ausbildungsverbünden. Hier können z.B. entsprechende Aktivitäten im Schweriner Aus- und Weiterbildungszentrum (SAZ) Anregungen geben.

Bereich Leichtbau

Nachstehend sind die Empfehlungen des Bereichs Leichtbau/Verbundwerkstoffe aufgelistet:

(1) Ausbau eines starken Netzwerks für den Leichtbau und dazugehöriger Verbundwerkstoffe.
(2) Aufbau eines Kompetenzzentrums für energie- und ressourceneffizienten Leichtbau am Standort Wildau.
(3) Durch eine gezielte Förderung können die Länder Berlin und Brandenburg dazu beitragen, dass der Leichtbau für alle Branchen eine größere Bedeutung gewinnt. Die Aussicht auf Fördermittel hilft den Unternehmen, sich mit neuen und innovativen Fragestellungen zu befassen.
(4) Wettbewerbsvorteile durch regionale Forschungsverbünde sichern.
(5) Zusammenarbeit im Land Brandenburg auf allen Ebenen auch über die Ländergrenze hinweg: Wirtschaftlich, wissenschaftlich und politisch.

7 Abkürzungen

7.1 Bereich Biobasierte Spezialchemikalien

a	-	Jahr
Abb.	-	Abb.
bspw.	-	beispielsweise
ETBE	-	Ethyl-tert-Butylether
etc.	-	etcetera
EU	-	Europäische Union
EV	-	Ethylvalerat
F&E	-	Forschungs- und Entwicklung
FAME	-	Fettsäuremethylester
FEME	-	Fettsäuremethylester
K	-	Kelvin
kJ	-	Kilo Joule
km	-	Kilometer
LCF	-	Lignocellulose Feedstock
MDF	-	Mitteldichte Holzfaserplatte
Mio.	-	Million
ml	-	Milliliter
MOZ	-	Motoroktanzahl
Mrd.	-	Milliarde
MTBE	-	Methyl-tert-Butylether
Nr.	-	Nummer
org.	-	organisch
OT	-	Ortsteil
p.a.	-	pro Jahr
ROZ	-	Research Oktanzahl

t - Tonne
TPBB - Technologieplattform Brandenburgischer Bioraffinerien
VIU - Verband Innovativer Unternehmen
vgl. - Vergleiche
z.B. - zum Beispiel
°C - grad Celsius

7.2 Bereich Biopolymere

BML: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
CA: Celluloseacetat
CBP: Fraunhofer Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse
CFK: Carbonfaserkomposit
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations
FNR: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
GFK: Glasfaserkomposit
KuVBB=Kunststoff-Verbund Brandenburg Berlin.
NFK: Naturfaserkomposit
PA: Polyamid
PE: Polyethylen
PEF: Polyethylenfuranoat
PET: Polyethylenterephthalat
PHB: Polyhydroxybuttersäure
PHBV: Poly(3-hydroxybutyrat-co-3-hydroxyvalerat)
PLA: Polylactic acid – Polymilchsäure
PP: Polypropylen
PTT: Polytrimethylenterephthalat
PUR: Polyurethan
RISI: Pulp & Paper Industry Information
TPS: Thermoplastische Stärke
WPC: Wood-Plastic-Composite

8 Anhang

8.1 Tab. befragter Unternehmen im Bereich Spezialchemikalien im Land Brandenburg

Lfd Nr.	Unternehmen	Standort	Biobasierte Technologie, Produkte
01	Biopract GmbH	Berlin-Adlershof	Biotechnologie Enzyme/Futtermittel

02	Chiracon GmbH	Biotechnologiepark Luckenwalde	Synthesen und Vertrieb von Pharmarohstoffen, chirale Wirkstoffe
03	Institut für Getreideverarbeitung GmbH	Bergholz-Rehbrücke	Pflanzenfarbstoffe/ Algen/Herbakosmetik Lebensmittelbiotechnologie
04	CREMER OLEO GmbH & Co. KG	Wittenberge	Fettsäureester
05	Oleowerk Berlin Brandenburg GmbH & Co. KG	Oranienburg OT Germendorf,	Fettsäuren
06	Dynea Erkner GmbH	Erkner	Ligninbasierte Harz-Komponenten
07	Biorefinery.de GmbH	Teltow-Seehof	biobasierte Spezialchemikalien (Entwicklung und Produktion im Technikum)
08	VELIND Sonderkraftstoffe GmbH	Schwedt/Oder	Sonderkraftstoffe
09	Verbio Diesel Schwedt GmbH&Co. KG	Schwedt/Oder	Biodiesel/ Glycerin
10	Bioeton Kyritz GmbH (ehemals Biodiesel GmbH)	Kyritz	Biodiesel/ Glycerin
11	gbf german biofuels GmbH	Pritzwalk OT Falkenhagen	Biodiesel/ Glycerin
12	ZEPPOIL Schwarzheide GmbH	Schwarzheide	Glycerin
13	BASF-Schwarzheide GmbH	Schwarzheide	Pflanzenschutzmittel, Polymere
14	KTG Agrar SE	Ferdinandstraße 12, 20095 Hamburg	Agrartechnologien, Biogas-Technologie
15	FMS - Futtermittel GmbH Selbelang	An der B5 5, 14641 Selbelang	Grünguttrockenwerk
16	BayWa r.e. renewable energy GmbH	Pessin/Selbelang	Biogas (Anlage im Bau am Standort)
17	Emsland Stärke GmbH	Kyritz	Stärke, Stärkeprodukte
18	Avebe Kartoffelstärkefabrik Prignitz/Wendland GmbH	Karstädt OT Dallmin	Stärke, Stärkeprodukte
19	Verfahrenstechnik GmbH Schwedt	Schwedt/Oder	Technologien Petrochemie zunächst Interesse biobasierte Technologien
20	Propapier PM 2 GmbH	Eisenhüttenstadt	Papier
21	UPM Schwedt GmbH & Co. KG	Schwedt/Oder	Papier
22	LEIPA GEORG LEINFELDER GMBH	Schwedt/Oder	Papier
23	Hamburger Rieger GmbH	Spremberg	Papier
24	SunCoal Industries GmbH	Ludwigsfelde	Hydrothermale Kohle
25	Total Deutschland GmbH	Berlin	Mineralölindustrie F&E Biobasierte Produkte

26	Elektrofirma Schmidt	Petershagen b. Berlin	Anlagenbauer
27	aevotis GmbH	Potsdam	Oligosaccharide, Enzyme
28	PCK Raffinerie GmbH	Schwedt/Oder	Aromaten
29	Petopur GmbH	Schwarzheide	Polyole
30	Domo Engineering Plastics GmbH	Premnitz	Produktion und Vertrieb von Polyamid 6
31	Greibo-Chemie GmbH	Velten	Entschäumer, Gerbmittel, Schmierstoffe
32	Maxbiogas GmbH	Marienwerder	Technologie, Lignin- und Kohlenhydratströme
33	KTG Energie GmbH	Oranienburg	Biogasanlagen

Zusätzlich befragtes Unternehmen außerhalb Land Brandenburg, da Bezug zum Standort Schwedt (via FI Biopos e.V.)

34	Hercutec Chemie GmbH	Meerbusch (NRW)	Sonderkraftstoffe

8.2. Befragte Unternehmen im Bereich Biopolymere

(A) Tab. befragte Kunststoffverarbeiter für das Kapitel zu Biopolymeren

Lfd. Nr.	**Unternehmen**	**Standort**	**Typische Produkte / Verfahren/ Anmerkungen**
1	Acri.Tec GmbH Gesellschaft für ophtalmologische Produkte	Hennigsdorf	Medizintechnik, Intraocularlinsen, Jetzt Tochter der Carl Zeiss Meditec
2	Angermünder Matten GmbH	Angermünde	Matten, Gewebe aus Naturmaterialien
3	ATT Polymers GmbH	Guben	Polyamid 6, PBT, POM,
4	Austrotherm Dämmstoffe GmbH	Wittenberge	klassische Styropor Dämmstoffe
5	BALS Elektrotechnik	Freiwalde	Kunststoffteile für die Elektrotechnik
6	Baser GmbH Kunststoffartikel Entwicklung und Vertrieb	Fürstenwalde	Kunststoffteile, Spritzguss
7	BEGARA	Görzke	Kunststoffteile für Boote, Baumaschinen, Busse, Schienenfahrzeuge

8	Bernd Würfel GmbH	Branden-burg/Havel	Bauteile aus Kunststoffrecyclat z.B. Rasengittersteine
9	BFB BRANDENBURGER FENSTERBAU	Blankenfelde-Mahlow	Spritzgießer
10	Bioformtex Christian Krasemann	Zehdenick	Verpackungsfolien, z.T. auch Papierlaminate
11	BK Kunststoffe Bernau GmbH	Bernau	Fenster
12	BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG	Velten	Vliese und Matten aus Natur-fasern
13	BOSIG Baukunststoffe	Bad Liebenwerda	Verarbeitung Duroplaste zu Schichtstrukturen. Teilweise Nutzung von Hartpapier, Baumwolle, Holz
14	Brandenburger Kabel-werk GmbH	Zehdenick	Kabel
15	BRUSS Werk Brieselang GmbH & Co. KG	Brieselang	Spritzgießer
16	BSH Haushaltsgeräte-werk GmbH	Nauen	Waschmaschinenfertigung
17	CLEO Schreibgeräte GmbH	Bad Wilsnack	Spritzguss, Schreibgeräte
18	Clever Etiketten GmbH	Senftenberg, OT Hosena	Kunststoffetiketten
19	Clever Foliendruck GmbH	Senftenberg	Bedrucken klass. ölbasierter Polymere
20	creafol Folientechnik GmbH	Velten	Schutzfolien für Glas
21	CRS Licht-Formtechnik GmbH	Ludwigsfelde	Kunststofferzeugnisse, Leuch-ten, Elektroartikel
22	Cuba Kunststoffverarbei-tung GmbH	Heinrichsdorf OT Köpernitz	Spritzgießer
23	DAKU Fensterbau GmbH	Herzfelde	Fenster
24	EBK Metall- und Kunst-stoffbearbeitung GmbH & Co.KG	Teltow	Spritzgießer
25	ELAFORM GmbH	Brieselang	Formteile aus Elastomeren, Kautschuk, Spritzgießen, Pressen
26	Erhard Hippe KG Werk	Spremberg	Kunststoffteile aus Thermo-

	Spremberg		und Duroplasten
27	ESE GmbH	Neuruppin	Spritzgießer, große Behälter
28	Fenotec GmbH Leck-schutzsysteme	Beelitz	Leckschutzauskleidungen für Tanks
29	Feurer Febra GmbH	Schwarzheide	Transport-/Thermoboxen aus EPP und EPS
30	Fiberform Polyester und Kunststoffprodukte GmbH "Nordtop"	Premnitz	Nur Verkauf, keine Produktion, Kunststoffteile Automobilbe-reich
31	Forster System-Montage-Technik GmbH	Forst	Zuschnitt und spanende Ver-arbeitung von Kunststoffen aller Art
32	Forster Vliesstoffe und Textilrecycling GmbH	Forst	Vliesstoffe u.a. aus Wolle, Baumwolle, Viskose und Jute, z.T. auch Fasermischungen mit PP o.ä.
33	FORTI-Folien GmbH	Neuruppin	Kunststoff-Folien, auch PLA
34	Foxiflex GmbH	Kloster Lehnin	Kunststoff-Schläuche.
35	Fränkische Rohrwerke Gebrüder Kirchner GmbH & Co. KG	Schwarzheide	Kunststoff-Rohre
36	Freudenberg Schwab Vibration Control GmbH & Co. KG	Velten	gummibasierte Schwingungs-dämmungselemente insbes. für den Verkehrsbereich
37	Galatea GmbH	Lauchhammer	Polyacryl-Badewannen
38	GEME Fenster und Türen	Stahnsdorf	Fenster, Türen
39	GIZEH Verpackungen Werk Elsterwerda GmbH	Elsterwerda	Lebensmittelverpackungen,
40	GKT Gummi- & Kunst-stofftechnik Fürstenwalde GmbH	Fürstenwalde	Gummiformteile, Gummi-Metall-Verbunde, Naturfaser-verbunde
41	Glatfelter Falkenhagen GmbH	Pritzwalk	Hygienevliese auf Cellulose-basis
42	Gloge Kunststoff-Fensterbau e.K.	Cottbus	Fensterbau
43	Goodyear Dunlop Tyres Deutschland GmbH	Fürstenwalde	Fahrzeugreifen
44	Hanffaser Uckermark eG	Prenzlau	biobasierte Dämmstoffe, Hanf-Lehmziegel,

45	Hauffa GmbH Fenster & Türen	Geltow	Fenster, Türen
46	Herrmann Römmler Kunststofftechnik	Strausberg	Spritzguss
47	Hesco Kunststoffverarbeitung GmbH	Luckenwalde	Spritzgießer, Drucken, Ultraschallschweißen.
48	hilzinger GmbH Fenster + Türen	Hennigsdorf	Fenster, Türen
49	Hoppe Kunststoffspritzerei und Formenbau GmbH & Co. KG	Mahlow	Spritzgießer
50	Horti-Plast GmbH	Fürstenwalde	Rasengitter, Böschungsplatten aus Recyclaten meist PE
51	InBau Tec Drochow GmbH	Drochow	Kunststoffteile aus Recyclingmaterial vorwiegend auf PVC Basis
52	Intraform Fenster-Systemtechnik GmbH	Ludwigsfelde	Fenster und Türen
53	Jens Steinbrück Schäumerei	Neuruppin	Polymerschäume für Verpackungszwecke
54	K/C Kunststoffspritzerei und Formenbau	Oberkrämer	Spritzguss und Formenbau
55	Kingspan Unidek GmbH	Pritzwalk	z.B. Trittschalldämmung
56	KIV Kreis GmbH	Fürstenwalde	Lebensmittelverpackungen
57	Kullmann Kunststoffspritzerei	Fürstenwalde	Kunststoffteile bis 350 g
58	Kunststoff Glogner GmbH	Falkensee	nur Vertrieb von Büromöbeln und Lagersystemen
59	Kunststofftechnik Hennigsdorf GmbH	Hennigsdorf	GF-verstärkte Kunststoffe
60	Kunststofftechnik Zehdenik GmbH	Zehdenick	Kunststoffrohre
61	Kunststoffverarbeitung Axel Zdiarstek	Falkensee	Polyesterbeschichtungen, GFK, Abdeckungen
62	Kunststoffverarbeitung GmbH	Falkensee	Spritzgießer
63	Kunststoffverarbeitung Potsdam	Potsdam	Verarbeitung, Recycling
64	KURO-Kunststoff-Rohr-	Spreenhagen	Rohre

	Zentrale GmbH		
65	Linotech GmbH	Forst	Compoundeur und Verarbeiter, Nutzung von Biopolymeren
66	LINPAC Plastics Rigid GmbH	Beeskow	nicht biobasierte Lebensmittel-verpackungen
67	M & R Filtermedien GmbH	Wandlitz	Luftfilter mit Kunststoffkompo-nenten zukünftig auch Einsatz von Cellulose, Stärke, Bio-PA
68	Maerkische Faser GmbH	Premnitz	Grisuten® Polyesterfasern
69	M.B. Fenstertechnik GmbH & Co. KG Gransee	Gransee	Fenster
70	Manufaktur Scheeg	Werder / Havel	Pflanzgefäße mit Naturfaser-kunststoff
71	Marquardt KDB	Potsdam	PE-Schläuche mit Trinkwas-serzulassung, Epoxidharze. L
72	MaTec Gummiwerk GmbH	Caputh	Gummidichtungen etc.
73	Megaflex Schaumstoffe GmbH	Guben	Polyurethan-Weichschaumstoffe
74	Motzener Kunststoff- und Gummiverarbeitung GmbH	Mittenwalde	Spritzgießer, 2-K-Spritzguss,
75	Münch GmbH	Strausberg	Kunststoffverarbeitung
76	Nordvlies GmbH	Brück	Zellstoff- und polymerbasierte Vliese für Reinigungszwecke
77	NPP New Product-Packlab GmbH	Frankfurt/Oder	biobasierte Verpackungsfolien
78	OHST Medizintechnik AG	Rathenow	Medizintechnik
79	Orafol GmbH	Oranienburg	Folien für graphische und re-flektierende Produkte
80	PAS Deutschland GmbH	Neuruppin	Spritzguss, Veredelung, Be-druckung und Montage (Weiße Ware)
81	Plastic Concept GmbH	Neusalza-Spremberg	Spritzguss
82	Plastimat Oranienburg GmbH	Oranienburg	Kunststoffteile für Automobil und Verkehrsleittechnik
83	Plastina Kunststoffverar-beitung GmbH	Schöneiche	Kunststoffrecycling
84	Polymer Technik Ortrand GmbH	Ortrand	Elastomere, elastomer-beschichtete Gewebe

85	Pöschl Kunststoffaufbe-reitung	Finsterwalde	Kunststoffrecycling, Entw. von Naturfasercompounds
86	ppg-Wegoflex GmbH	Trebbin	Folien, Etiketten, Schlauchfo-lien
87	Predl Kanalbauelemente GmbH	Bönitz	Spritzgießer, Tiefziehen
88	Primo Profile GmbH	Groß Kienitz	Extrusion und Spritzguss
89	profilex AG	Groß Kienitz	Extrusion
90	Pro-Innova Dämmtechnik GmbH	Neuenhagen	Baudämmstoffe
91	Promens Packaging GmbH	Görzke	Blasfolien, Kunststoffflaschen
92	pumpenboese Kunststof-fe GmbH & Co.KG	Luckau	Pumpentechnik für Geother-mie
93	puralis GmbH	Schwarzheide	Herstellung und Vertrieb von PUR-Gießelastomer-Halbzeugen und -Formteilen
94	RCC Polymertechnik GmbH	Falkensee	Werkstoffe und Verfahren für Hochspannungstechnik und Elektrotechnik
95	REA Plastik Tech GmbH	Neuruppin	Entwicklung und Fertigung von Plastikteilen für Rauch-abscheider
96	REHA-CHAIR Jörg Hu-schen	Zeschdorf	Sitzschalen (PU-Schaum)
97	ROSE Gehäusetechnik GmbH	Eberswalde-Finow	Hygiene- und Kosmetikartikel aus Cellulose
98	riboth Gesellschaft zur Herstellung von Hygiene- und Kosmetikartikeln mbH, jetzt RAD Medical GmbH	Niederwerbig	Kleine und große Gehäuse aller Art auf Basis von Metallen und Kunststoffen
99	Rotasin Kunststofftechnik GmbH	Märkisch Linden / OT Werder	Rotationsspritzguss
100	RUPPINER Papier- und Folienwerke GmbH	Neuruppin	u.a. Folien aus PLA,
101	S&V Technologies AG	Hennigsdorf	Biomaterialien, biokompatible Polymere für die Medizin z.B. PMMA
102	Schönborner Armaturen	Doberlug-	Armaturenzubehör, Extrusion, zukünftig Naturfaserkomposite

	GmbH	Kirchhain	
103	SDC materials GmbH	Schwarzheide	Nanomaterialien
104	SOFTLINE-Schaum GmbH & Co. KG	Storkow	Schaumstoffteile- und Matratzen
105	SOMATEX Medical Technologies GmbH	Teltow	Medizintechnik, minimal-invasiv
106	Sprela GmbH	Spremberg	Laminate, Schichtstoffe
107	Stadur Composite GmbH & Co KG	Karstädt	Mono- oder coextrudierte thermoplastische Platten und Folien
108	Storopack Deutschland GmbH + Co. KG	Wildau	Schutzverpackungen aus EPS, EPP UND NEOPOR inkl. Stärkeblends und PLA
109	Süd & Nord Kunststoffbecken GmbH	Ludwigsfelde	Becken, Überdachungen, Behälter
110	Technamation Technical Europe GmbH / Extrufib GmbH	Guben	WPC und Erzeugnisse daraus
111	Technoplan GmbH	Fehrbellin	Zelte und Planen, zukünftig auch wieder Naturfasereinsatz vorstellbar
112	TEGE - Planen & Zelte GmbH	Cottbus	Planen und Zelte
113	TES Frontdesign GmbH	Neuruppin	Tastaturen, Gehäuse auch aus Kunststoff
114	TIK Technische Industriekunststoffe GmbH	Werder (bei Neuruppin)	Formteile aus duro- und thermoplastischen Kunststoffen (mittels spanender Bearbeitung)
115	Trevira GmbH	Böbingen, Guben	Spezialhersteller von High-tech-Polyester-Fasern und -Filamenten
116	Ursula Rosin GmbH	Potsdam	Kunststoffbe und -verarbeitung
117	Vakuplastic Kunststoff GmbH & Co. KG	Schönefeld	Spritzgießer (Saugnäpfe aller Art)
118	Vestas Blades Deutschland GmbH	Lauchhammer	Rotorblätter (PUR, Epoxidharze, Glas- und Carbonfaser)
119	vogt-plastic gmbh Kunststofftechnik	Premnitz	Kunststoffrecycling, Regranulierung
120	Werkzeugbau + Kunststofftechnik SWK GmbH	Lübbenau	Spritzgießer

	& Co KG		
121	Wirthwein AG	Brandenburg	Spritzgießer
122	Zelfo Technology GmbH	Joachimsthal	Produkte aus neuen und recycelten Cellulosefasern
123	ZIMK Zehdenick Innovative Metall- und Kunststofftechnik GmbH (ZIMK)	Zehdenick	Stanz- und Kunststoffartikel als Verbundprodukte für den Automobilsektor

(B) Tab. befragter Polymerhersteller und Compoundeure

Lfd. Nr.	**Unternehmen**	**Standort**	**Produkte / Anwendungen**
1	aevotis GmbH	Potsdam	Alternan, chem. modifiz. Alternan, Lignine
2	almaak international GmbH	Doberlug-Kirchhain	Compoundeur für erdölbasierte Polymere
3	ATT Polymers GmbH (vorm. Unylon Polymers)	Guben	Herstellung Polyamid 6 in unterschiedlichen Qualitäten
4	Avebe Kartoffelstärkefabrik Prignitz/Wendland GmbH	Dallmin	Kartoffelstärke früher auch für technische Anwendungen.
5	BASF Schwarzheide GmbH	Schwarzheide	Einsatz von Ecovio Typen für Systemlösungen (z.B. kompostierbares Einweggeschirr für den Lausitzring)
6	Dynea Erkner GmbH	Erkner	Klassische und biomodifizierte Phenolharze
7	Emsland-Aller Aqua GmbH	Werk Golßen	u.U. Industriestärke für Papier- und Chemieindustrie
8	Evonik Industries AG	Marl (nicht im Land Brandenburg)	biobasierte PA Typen (Vestamid®)
9	IKV - Innovative Kunststoffveredlung GmbH	Premnitz	Compoundeur: Masterbatches, Kunststoffflocken aus erdölbasierten Polyestern
10	Kleb- und Gießharztechnik Dr. Ludeck GmbH	Fredersdorf-Vogelsdorf	Entwicklung und Herstellung von Klebstoffen und Gießharzen
11	Stora Enso Oyj	Helsinki	Will zukünftig hochwertiges Lignin als

			Beiprodukt der Zellstoffherstellung anbieten
12	TECNARO GmbH	Ilsfeld-Auenstein (nicht im Land Brandenburg)	Bietet Kompositmaterialien u.a. aus Lignin und Fasern an (ARBOFORM, ARBOFILL, ARBOBLEN), die thermoplastisch verarbeitbar sind.
13	Uhde Inventa-Fischer GmbH	PLA Pilotanlage in Guben	Kann PLA (auch Hochleistungstypen) im niedrigen Tonnenmaßstab für F&E Zwecke anbieten
14	Zellstoff Stendal GmbH Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal	Arneburg Blankenstein (Thüringen)	Arbeitet an der Bereitstellung von hochwertigen Ligninen und defibrillierten Cellulosen für den Markt

8.3. Tabelle befragter Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich Leichtbau

Lfd. Nr.	Unternehmen/ Forschungseinrichtung	Standort	Produkte/Dienstleistungen
1	AirTrike GmbH	Nuthetal	Herstellung und Vertrieb von UL-Flugzeugen, Reparatur und Wartung, Teilehandel
2	Alu Druckguss GmbH & Co Brandenburg KG	Brieselang	Automobilzulieferer, Full-Service Angebot für hochwertigen Aluminiumdruckguss mit komplexer mechanischer Bearbeitung und Montage von Systemkomponenten; Gießen, Zerspanung & Montage, Entwicklung, Vertrieb
3	AneCom AeroTest GmbH	Wildau	Entwicklung und Test von Turbinen für die Luftfahrt, auch Entwicklungen und Tests für andere Branchen (Automotive)
4	Aquila Technische Entwicklungen GmbH	Trebbin, OT Schönhagen	Entwicklung,Engineering,CAD-Konstruktion,Herstellung,Vertrieb von einmotorigen Kleinflugzeugen in Faserverbundbauweise; Reparatur und Wartung von Segelflugzeugen Motorseglern, Ultraleichtflugzeugen, Herstellung CNC-gefräster Formen f. Faservebundbauteile
5	ArcelorMittal Eisenhüttenstadt Forschungs- und Qualitätszentrum GmbH	Eisenhüttenstadt	Forschung und Entwicklung im Bereich der Stahlherstellung und -verarbeitung sowie spezifischer Laboruntersuchungen an Stählen bzw. den Nebenprodukten und Einsatzmaterialien der Stahlherstellung

6	Austrotherm Dämmstoffe GmbH	Wittenberge	Die fabriksmäßige Erzeugung von chemischen Bauhilfsmitteln, Baumaterialien und Kunststoffen (u.a. Schaumstoff) sowie sonstigen chemisch-technischen Artikeln, weiterhin der Handel mit solchen Artikeln sowie die Verarbeitung von Kunststoff
7	B&S Kunststoffe GmbH	Storkow / Mark	Handlaminate GFK, GFK-Sonderfertigung, GFK-Auskleidungen, Formen-, Muster- und Modellbau, Acrylglasformung, Tiefziehen
8	B. Kaiser Kunststofftechnik	Kloster Lehnin	Herstellung und Vetrieb von Swimmingpools, Kunststoffarbeiten und Teichen
9	Bach Resistor Ceramics GmbH	Werneuchen, OT Seefeld-Löhme	Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Halbleiterausrüstungen, Glühzünder und Heizvorrichtungen aus Siliziumnitridkeramik für den Maschinenbau
10	BALS Elektrotechnik GmbH	Freiwalde	Elektrotechnik, z.B. Steckvorrichtungen, Verteieler aus Kunststoff und Vollgummi
11	Baser GmbH Kunststoffartikel	Fürstenwalde	Technologische Entwicklung, Modell- und Werkzeugbau sowie der Vertrieb und die Herstellung von sonstigen Kunststoffwaren
12	BASF Schwarzheide GmbH	Schwarzheide	Produktion/Verarbeitung chem. sowie chemisch-technischer Erzeugnisse (Kunststoffe); Produktion von PU (Chemikalien,Grundprodukte,Systeme); Herst. V. Schaum- u. Dämmstoffen,Kunststoffen,Wasserbasislacken,Pflanzenschutzmitteln,Lackrohstoffen u. Dispersionen
13	BEGARA	Görzke	Herstellung von Dachpfannen, Rasengitter, Entwässerungsrinnen aus recycelten Kunststoffen
14	Bindfadenhaus en gros Gustav Scharnau GmbH	Werneuchen	Großhandel mit und Konfektionierung von Klebebändern, Schleifmitteln, Oberflächenschutz durch Selbstklebefolien, Schleifbänder und selbstklebende Stanzteilen
15	BK Kunststoffe Bernau GmbH	Bernau	Herstellung/Großhandel technischer Kunststoffe, Elektroisoliermaterialien, Schichtpressstoffe, Hartgewebeplatten, Hartpapierplatten, Glasgewebeplatten, Verbundplatten, zeichnungsgebundene Kunststoffteile, Balkonverkleidungen, Fassadenplatten
16	BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG	Velten	Herstellung und Vertrieb von Artikeln aus glasfaserverstärkten Kunststoffen aller Art
17	Bombardier Transportation	Hennigsdorf	Herstellung von Lokomotiven und anderen Schienenfahrzeugen
18	BOSIG Baukunststoffe GmbH (Bosig Gruppe)	Bad Liebenwerda	Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten

19	Brandenburger Kabelwerk GmbH	Zehdenick	Produzierung und Lieferung von Norm- und Spezialkabel
20	Brauer-GFK	Panketal	Polyesterharzverarbeitung, Kunstruktionen glasfaserverstärkten Kunststoff (GFK), Sandwich-Strukturen
21	Bruss Kunststofftechnik GmbH & Co. KG	Brieselang	Herstellung von Platten, Folien, Schläuchen, Profilen aus Kunststoffen
22	BSH Hausgerätewerk Nauen GmbH	Nauen	Herstellung industrieller Erzeugnisse auf dem Gebiet der Elektrotechnik, der Feinmechanik und verwandter Technik, Hausgeräte insbesondere Waschmaschinen
23	BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik	Cottbus	Fügen, Prüfen und Simulieren u.a. von Leichtbauwerkstoffen
24	BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Polymermaterialien	Cottbus	Forschungsarbeiten erfolgen in sehr enger Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Einrichtung PYCO -> siehe PYCO
25	BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Strukturmechanik und Fahrzeugschwingungen (SMF)	Cottbus	Berechnung/Simulation von Leichtbaustrukturen insb. Faserverbundstrukturen (CFK, GFK,…), Sandwichtragwerke; Schwingungsanalysen
26	BTU Cottbus- Senftenberg, Fakult. 5 Ingenieurwissenschaften und Informatik, Studiengang Maschinenbau	Senftenberg	Enwicklung und Konstruktion innovativer Produkte, Kunststofftechnik
27	BTU Cottbus, Lehrstuhl Konstruktion und Fertigung	Cottbus	Gestaltung und Fertigung von Leichtbaustrukturen z.B. in der Verkehrstechnik, für Straßen- und Schienenfahrzeugen sowie für Luftfahrzeuge
28	BTU Cottbus, Lehrstuhl Metallkunde und Werkstofftechnik	Cottbus	Entwicklung von Werkstoffen und Herstellungstechnologien; Struktur-Werkstoff-Technologie, Oberflächentechnik, Prüfung&Charakterisierung
29	Clever Etiketten GmbH	Hosena	Herstellung und Vertrieb von EDV- und Industrieetiketten in allen Formaten und Grundmaterialien im mehrfarbigen Druck sowie Vertrieb von Zubehör
30	ConaiR ULD GmbH&Co. KG	Werder	Herstellung und Vertrieb von Kunststofferzeugnissen
31	CRINITZ Baukeramik	Crinitz	Herstellung von Baukeramik
32	CS Carbon Solutions Deutschland GmbH	Kleinmachnow	Forschung/Entwicklung auf dem Gebiet der Umwelttechnologie, Entwicklung CO2-negativer Technologien, Pilotanlagen zur Verifizierung techn. u. wirtschaftl. Umsetz-

			barkeit der Forschungsergebnisse, Vermarktung von aus den Prozessen resultierenden Produkten
33	Daimler Chrysler Ludwigsfelde GmbH	Ludwigsfelde	Hersteller von Nutzfahrzeugen (Sprinter und Vario)
34	Delcon GmbH	Wildau	Herstellung von elektrischen Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen
35	Deutsche Karbon GmbH	Premnitz	Reparaturtechnologien in der Automobilbranche
36	Dr. Pohl Textil- und Thermoplast GmbH	Forst	Herstellung von Platten, Folien, Schläuchen und Profilen aus Kunststoffen
37	Dynea Erkner GmbH	Erkner	Phenolharze für viele Anwendungsbereiche
38	Eduard Hippe KG	Spremberg	Produktion und Vermarktung von technischen Kunststoffen (Duro- und Thermoplaste)
39	Eduard Ubrig + Söhne GmbH	Prenzlau	Komponenten und Module für Automobilindustrie
40	ELAFORM GmbH	Brieselang OT Zeestow	Gummiformartikelproduktion; klassische Pressverfahren, Spritzgießen, Verarbeitung von allen gebräuchlichen Elastomerwerkstoffen als auch Spezialelastomeren, wie Festsilicone und Fluorkautschuk, Dichtungen, Gummi-Metallverbindungen
41	ESE GmbH	Neuruppin	Kunststoffverarbeitung, Erbringung jeder Art von Service u. Dienstleistungen im Zusammenhang mit der Installation, dem Betrieb u. der Beendigung eines Behälter- und Containerbestandes einschließlich Bereitstellung/Lieferung dieser Systeme
42	Febra Kunststoffe GmbH	Schwarzheide	Produkte aus geschäumtem PS / PE / PP; Verpackungen, Stapelbehälter, Serienteile (Automotive)
43	Feingießerei Spremberg	Spremberg	Feinguss im Wachsausschmelzverfahren, Stahlfeinguss/Kokillenguss
44	Fenotec GmbH Leckschutzsysteme	Beelitz	Herstellung/Vertrieb v. Kunststoffinnenhüllen u.ä. Konstruktionen aus Plastikfolien u. beschichteten Chemiefasergeweben;Vertrieb v. Bauteilen u. Fertigerzeugnissen regenerativer Energie u. Prepregs u. Mat. zur Herst. von Kunststoffverbundwerkstoffen
45	Ferchau Engineering GmbH	Potsdam	Engineering
46	fiber work GmbH	Königs Wusterhausen	Boots- und Yachtbau
47	Fläming Air GmbH	Zellendorf	Instandhaltung von Kleinflugzeugen
48	Flight Design GmbH	Wildau	Entwicklungs- und Produktionsunternehmen für Flugzeuge

49	Formen und Musterbau GmbH Schwarzheide	Schwarzheide	Herstellung von Formen, Formteilen, Werkzeugen und Hilfsmitteln für die Metall- und Kunststoffverarbeitung; Sondermaschinenbau; Dreh-, Fräs- und Erodierarbeiten in Lohnarbeit; Schleifarbeiten; Reparatur von Spritzgießwerkzeugen
50	Forster SMT GmbH	Forst	Industrieanlagenbauer
51	Frank & Co. PUR-Coating GmbH	Brück	Metallbauunternehmen
52	Franke Aquarotter AG	Ludwigsfelde	Herstellung von Metallwaren
53	Fränkische Rohrwerke GmbH & Co. KG	Schwarzheide	Kunststoffverarbeiter; entwickelt, produziert und vermarktet Rohre, Rohrbefestigungssysteme, Schächte, Kabelummantelungen und Systemkomponenten aus Kunststoff und Metall für Industrie, Landwirtschaft und Automotive, Maschinenbau
54	Fraunhofer Einrichtung für Polymermaterialien und Composite PYCO	Teltow	Entwicklung von hochvernetzten Polymeren (Reaktivharze / Duromere) für Klebstoffe, Beschichtungen, Lacke, Bindemittel, Inmoulds/Gelcoats, Gieß-, Prepreg-, RTM-, Pultrusionsharze, Schäume
55	Fraunhofer Institut Angewandte Polymerforschung (IAP)	Golm	Material- und Verfahrensentwicklung von Fasern, Folien, Werkstoffen, Funktionsmaterialien, Additiven, Feinchemiekalien und Prozesshilfsmitteln auf Basis nativer und synthetischer Polymere
56	Freudenberg Schwab Vibration Control GmbH & Co. KG	Velten	Entwicklung, Herstellung und der Vertrieb von schwingungstechnischen Produkten, Komponenten und Komplettsystemen für industrielle Anwendungen, inklusive der Schienenfahrzeugindstrie
57	FTI Engineering Network GmbH	Wildau	Entwicklung, Bereitstellung, Herstellung, Instandhaltung und Integration von technischen Geräten, Systemen, Software sämtlicher Art; schwerpunktmäßig für Luftfahrtindustrie sowie Beratungs-, Projektierungs-, u. Personal-Dienstleistungen
58	FTT Deutchland GmbH	Wildau	Turbomaschinenkomponenten
59	Galatea GmbH	Lauchhammer	Badewannen und Whirlpolls aus Acryl
60	Gestamp Umformtechnik (ehemals: Thyssen Krupp Umformtechnik GmbH), Werk Ludwigsfelde	Ludwigsfelde	Herstellung von Press-, Zieh- und Stanzteilen
61	GKT Gummi- und Kunststofftechnik Fürstenwalde GmbH	Fürstenwalde/ Spree	Herstellung und der Vertrieb von Gummi- und Kunststoffprodukten.

62	GTMB Metallteilfertigung GmbH	Treuenbrietzen	Serienfertigung von CNC-Dreh- und CNC-Frästeilen sowie Baugruppen aus Metall; Spezialgebiet: Anspruchsvolle Montagearbeiten von komplexen Baugruppen und Geräten für verschiedene Branchen ; Montagen kompletter Baugruppen und Geräte
63	Gußer Metallbau GmbH	Cottbus	Herstellung von Ausbauelementen aus Metall
64	Heiko Fiebig Sportgeräte	Königs Wusterhausen	Einzelhandel mit Fahrrädern, Fahrradteilen und -zubehör
65	Heinrich Carnehl Fahrzeugbau e.K.	Wittstock	Fahrzeugbau im Trailergeschäft
66	Hellmers GmbH Fahrzeugbau	Wittstock	Herstellung und Reparatur von Spezialfahrzeugen zum Transport von flüssigen Gefahrgütern und mobilen Reinigungssystemen für Kanal-, Gruben-, Fettabscheider- und Ölabscheiderinhalte
67	Herrmann Römmler Kunststofftechnik GmbH	Strausberg	Formteile aus thermoplastischen und duroplastischen Formmassen in Spritz- und Pressarbeiten, Montage, Medizintechnik inkl. Verpackung und Distribution
68	Hesco Kunststoffverarbeitung GmbH	Luckenwalde	Spritzgießen thermoplastischer Kunststoffteile (auch Baugruppenfertigung), 2-Komponenten-Spritzguss, Weiterverarbeitung nach Kundenwunsch (Bedrucken, Montieren, Konfektionieren)
69	HiPer Ceramics GmbH	Eichstädt	Hochleistungskeramische Komponenten sind fester Bestandteil vieler Anwendungen im Bereich der Elektro- und Energietechnik, der Sensorik und
70	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)	Eberswalde	Fachbereich Holztechnik: Materialforschung und Entwicklung in Bezug auf Holz und holzanaloge Werkstoffe; Be- und Verarbeitung von Holz und Holzwerkstoffen; Produkt- und Verfahrensentwicklung; Bauteil- und Werkstoffprüfung
71	HOSCH Industrieklebstoff	Schwedt/Oder	Industrieklebstoffe
72	Imotion GmbH	Henningsdorf	Innovatives, technologieorientiertes Unternehmen in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Prototypenbau, vorzugsweise auf den Gebieten Verkehrs-, Fahrzeug- und Informationstechnik sowie Consulting und Ingenieurdienstleistungen aller Art
73	Innomat GmbH	Teltow	F+E, Charakterisierung, Studien, Prototypenbau, Materialentwicklung, Produkt-, Konzept- und Technologieentwicklung
74	Interlamina GmbH	Oranienburg	Chemisch-technische Produkte

75	IQ Tec Germany GmbH	Schwarzheide	Faserverstärkte Laminate im Endlosverfahren, Sandwichplatten mit Schaumkern, funktionelle Kunststoffe (Additive)
76	Isola Composites GmbH	Henningsdorf	Entwicklung, Herstellung und Vermarktung kupferkaschierter Laminate und Prepregs zu hochwertigen Mehrlagen-Leiterplatten
77	Jacobi Carbons Service (Europe) GmbH	Premnitz	Die industrielle Herstellung und Verarbeitung von chemischen Erzeugnissen insbesondere vn Aktivkohle
78	Kingspan Gefinex GmbH	Steffenshagen	Hersteller von Polyethylenschäumen und -folien für den Baubereich
79	Kleb- und Gießharztechnik Dr. Ludeck GmbH	Fredersdorf-Vogelsdorf	Entwicklung und Herstellung von Klebstoffen, Gießharzen und verwandten Techniken; Ausführung von Kleb- und Gießarbeiten
80	Kohl Gruppe AG	Treuenbrietzen	Metallverarbeitung
81	Kraftfahrzeug - Fertigung - Landtechnik GmbH Löwenberg	Löwenberger Land, OT Löwenburg	Fahrzeugbau, Bau- und Machinenbau, Landtechnik, Bauelemente wie Fenster, Türen, Garagen etc.
82	Krauss GmbH Aviation Technologies	Ludwigsfelde	Beratung, Entwicklung, Ausführungen auf dem Gebiet der Oberflächentechnik allgemein u. speziell für Luftfahrtindustrie; Herstellung, Veredelung und Reparatur von Maschinen u. sonstigen Teilen, Instandhaltung von Flugzeugkomponenten u. -teilen
83	KS Composite & Protection GmbH	Cottbus	Entwicklung, Produktion und Vertrieb neuartiger Leichtbaumaterialien vorrangig in den Bereichen Fahrzeugtechnik und ballistischer Schutz
84	Kunststofftechnik Hennigsdorf GmbH	Hennigsdorf	Herstellung, Vertrieb und Konstruktion von Kunststoffen und artverwandten Produkten
85	Kunststoffverarbeitung GmbH	Falkensee	Kunststoffverarbeitung; Herstellung, Zulieferung und Vertrieb von Gegenständen aus Kunststoff für technische Artikel und Konsumgüter; Präzisionsspritzguss; Montage von Baugruppen
86	Kunststoffverarbeitung Uebigau GmbH	Uebigau-Wahenbrück	Kunststoffverarbeitung, Herstellung von Isolatoren, Kabelschellen und Schwingungsdämpfer
87	Lufthansa Technik AG, Niederlassung Berlin	Schönefeld	Wartungs- und Instandhaltungsprodukte vom Betreuen abgestellter Flugzeuge bis zur kompletten Übergabe an einen neuen Betreiber; eigene Engineeringabteilung, bestehend aus Spezialisten aus den Bereichen Flugzeugstruktur, -avionik und –mechanik Ingenieursleistungen
88	Manufaktur Scheeg	Werder	Pflanzgefäße und Übertöpfe aus Naturfaser-Kunststoffen
89	Märkische Faser GmbH	Premnitz	Herstellung und Vertrieb von Chemiefasern, Polyester-Fasern (GRISUTEN), Spezialfa-

			sern
90	Marquardt - Kleb-, Dicht- und Beschichtungsstoffe e.K.	Potsdam OT Fahrland	Herstellung von Kunststoffen in Primärformen
91	MaTec Gummiwerk GmbH	Schwielowsee OT Caputh	Gummiformartikel
92	MGF Metallguß GmbH	Finsterwalde	Entwicklung, Herstellung, Bearbeitung und Vertrieb von Aluminiumteilen und sonstigen NE-Metallteilen
93	Motzener Kunststoff- und Gummiverarbeitung GmbH	Mittenwalde	Thermoplast- und Elastomerverarbeitung, Spritzgegossene Formteile aus thermoplastischen Werkstoffen, Formteile aus Gummi, Verbundformteile (GFK) aus Kunststoff und Kautschuk, Thermoelastische Werkstoffe
94	MTU Maintenance Berlin Brandenburg GmbH	Ludwigsfelde	Wartung, Überholung und Reparatur von Industriegasturbinen und Triebwerken der zivilen Luftfahrt
95	Nutzfahrzeugpro-duk-tion Eurotrailer GmbH	Potsdam	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern
96	OHST Medizintechnik AG	Rathenow	Medizintechnik von der Entwicklung über Serienfertigung bis zur Logistik, Fertigung von Gelenkimplantaten und OP-Instrumenten
97	Orafol GmbH	Oranienburg	Entwicklung, Herstellung, Vertrieb selbstklebender Farbfolien (Laminier- u. Kaschierfolien), transluzente Farbfolien f. Lichtwerbung; Klebebandsyst.,Spleißbänder, Gewerbe- u. Verlegebänder,Plotter-, Digitaldruck-, Druck- u. reflekt. Materialien
98	Panta Rhei GmbH - Forschungszentrum für Leichtbauwerkstoffe	Cottbus	metallische Leichtbauwerkstoffe; Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Simulation, Produktion und Verarbeitung innovativer Leichtbauwerkstoffe, Tätigkeitsfeld setzt sich aus vier beteiligten LS der BTU zusammen
99	PAS Deutschland GmbH	Neuruppin	Herstellung, Montage, Vermarktung, Verkauf von Frontblendensystemen einschließlich elektronischer Komponenten u. Kunststoffspritzgusskomponenten, konfektionierten Kabelsätzen zum Gebrauch bei der Produktion von Haushaltsgeräten ("weiße Ware")
100	Performance Fibers GmbH Werk Guben	Guben	Hersteller von Polyesterfasern, -geweben und –materialien
101	Plaschna & Co. GmbH & Co. KG	Kolkwitz	Techn. Großhandel mit Antriebstechnik, Arbeitsschutz, chemisch- technische Produkte, Gummi, Klebebänder u. Folien, techn. Kunststoffe, Werbekunststoffe,

			Pneumatik, Hydraulik, Pumpen, Schläuche, Armaturen, Fensterbau, Überdachungen, Betriebseinrichtungen
102	Platec Elsterwerda GmbH (Bosig Gruppe)	Elsterwerda	Hersteller für Bauelemente, Baustoffe und Bauinstallationen
103	ppg-Wegoflex GmbH	Trebbin	Druckerei: Flexodruck, Kaschierfolien
104	Primo Profile GmbH	Blankenfelde/Mahlow	Herstellung und Handel von Kunststoffprofile, -platten, -folien, -schläuche (Kunststoff-Leisten/Dichtungen für Fenster und Türen) aus PVC, EVA, TPE, PP und Silicon
105	PTO PolymerTechnik Ortrand GmbH	Ortrand	Forschung, Entwicklung und Produktion von elastomerbeschichteten Geweben und Elastomeren/Gummibahnen ohne Gewebeeinlage als Rollenware
106	Puralis GmbH (Bosig Gruppe)	Schwarzheide	Entwicklung, Herstellung, Logistik von Gießelastomeren, z.B. : Abstreifer, Schaber, Streifringe, Siebe, Zyklone, Fender, Laufrollen; Herstellung von Produkten aus Vulkollan mit der Materialbezeichnung Elastopal EN
107	Puren GmbH	Neuenhagen	Polyurethan-(PUR/PIR)-Hartschaum-Technologie
108	RCC Polymertechnik GmbH	Falkensee	Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Hochspannung der Energieübertragung
109	Reiner Stemme Utility Air - Sytems GmbH	Wildau	Entwickelung von Systemen für die luftgestützte Fernerkundung, die der Sicherheit, kommerziellen Aufgaben und der Forschung dienen; Tätigkeiten umfassen dabei alle Komponenten von der „Airborne Platform“ bis zum Betrieb
110	Rolls Royce Deutschland Ltd & Co KG	Blankenfelde-Mahlow (Dahlewitz)	Herstellung von Triebwerken. Dienstleister für Messtechnologie wie z.B. Temperaturlacke, mechanische Prüfung, Metallographie
111	Rotasin Kunststofftechnik GmbH	Werder	Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Formkörpern aus thermoplastischen Kunststoffen nach dem Rotationssinterverfahren
112	RS Technologie und Service GmbH	Felixsee	Hersteller von Präzisionsteilen für den Maschinenbau sowie Entwickler und Hersteller von Glasbearbeitungsmaschinen für die Flachglas verarbeitende Industrie
113	RST Rail System Testing GmbH	Hennigsdorf	Prüfungen Brand und Festigkeit
114	RWS Railway Service GmbH	Neuenhagen bei Berlin	Großhandel mit elektrischen Komponenten aus Schienenfahrzeugen für die Instandsetzungs- und Modernisierungswerke im In- und Ausland; Fertigung elektrischer Ausrüstungen, Montage von Brandmeldeanlagen und Schienenfahrzeugen, Engineering

115	Schienenfahrzeug-bau Großbeeren GmbH, GVZ Berlin Süd	Großbeeren	Herstellung, Aufarbeitung, Reparatur von Schienenfahrzeugen
116	Schulze Präzisions-teilefabrik GmbH Eberswalde	Eberswalde	Hersteller von Bauteilen für Kraftstoffpum-pen, Lagergehäuse für Getriebe oder Die-selmotoren-Gehäuse
117	SDC Materials GmbH	Schwarzheide	Nanotechnik zur Herstellung und Verbesse-rung von Katalysatoren
118	SLT Lasertechnik Edelstahl- und Blechverarbeitungs GmbH	Perleberg	CNC-Laserschneiden, Abkanten, Stanzen; Baugruppen für Maschinen- u. Fahrzeug-bau, Schienenfahrzeuge; Blech-, Edelstahl-u. Aluminiumverarbeitung (alle Stahlsorten), Schweißkonstruktionen, Pulverbeschich-tung u. Strahlarbeiten
119	Sprela GmbH	Spremberg	Herstellung von Schichtstoffen, Ummante-lungslaminaten, Melaminkanten, Küchenar-beitsplatten, Verbundplatten/-elementen, Fensterbänken
120	Stadler GmbH	Hennigsdorf	Thermoelementbau, Isoliertechnik, Lüf-tungstechnik, Verkleidungselemente für kommerziellen und industriellen Anlagen-bau
121	Stadur Composite GmbH & Co KG	Karstädt	Hersteller extrudierter thermoplastischer Folien und Platten
122	Stanztech Treuen-brietzen Blechform-teile GmbH (Kohl-Gruppe)	Treuenbrietzen	Metallverarbeiter
123	TCS-REN Arno Schikaro	Neuruppin	Bauteile aus CFK und GFK,Recycling von Elektronikschrott
124	Technamation Technical Europe GmbH	Guben	Herstellung und Vertrieb von Holzgranula-ten
125	Technoplan Zelte und Planen GmbH	Fehrbellin	Konfektionierung von Planen wie Fahr-zeugplanen für LKW, Kleintransporter, Kip-per und Container, Werbeplanen, Festzelte, Partyzelte und Lagerhallen, Sonderanfertigungen nach Kundenwunsch
126	TEGE - Planen & Zelte GmbH	Cottbus	Konfektionsunternehmen, Herstellung Leichtbauhallen, Industriezelte, Fahrzeug- und Bootsplanen, Abdeckplanen und Schutzhauben, Textiles Bauen, Sonnen-schutz, Zelte
127	TES Frontdesign GmbH	Neuruppin	Herstellung und Vertrieb von Folientastatu-ren, Frontfolien und Frontplatten
128	TH Wildau / Fachbe-reich Ingenieur- und Naturwissenschaften	Wildau	Kunststoffe (Duromere), geschäumte Struk-turen (auch Keramiken), Metallverarbei-tung, Luftfahrt-Konstruktionen

129	TIK Technische Industriekunststoffe GmbH	Werder	Herstellung und Vertrieb von Industriekunststoffen (thermoplastische und duroplastische Kunststoffe), technische Halbzeuge und Zuschnitte sowie mechanisch gefertigte Maschinenelemente
130	uesa GmbH	Uebigau	Projektion, Fertigung und Montage von Elektroausrüstungen für die Industrie und Energieversorgung; Leistungsspektrum: Energieverteilungs- anlagen, Kabelverteiler, Transformatorenstationen, Niederspannungsschaltanlagen, Mittelspannungsschaltanlagen bis 24 kV sowie Automatisierungs- und Steuerungsanlagen und Serviceleistungen im Solarbereich
131	Vestas Blades Deutschland GmbH	Lauchhammer	Herstellung und Vertrieb von Rotorblättern für Windkraftanlagen
132	Wall AG	Velten	Herstellung von Stadtmöblierungsprodukten
133	Werkzeugbau und Kunststofftechnik SWK GmbH & Co. KG	GT Klein Klessow Lübbe-be-nau/Spreewald	Spezialist für Profile u. Spritzgießteile aus Kunststoff; Standard-, techn. - und Hochleistungskunststoffe sowie Elastomere; verfügt über eigenen, leistungsstarken Werkzeugbau; liefert kunststoffgerechte Form- u. Werkzeugkonstruktionen
134	Wilhelm Schmidt GmbH	Groß Kienitz	Zylinderschleiferei, Motoreninstandsetzung sowie Vertrieb und Einzelhandel von Motoren und Sondermaschinenbau
135	Wirthwein Brandenburg GmbH & Co. KG	Brandenburg an der Havel	Herstellung und Vertrieb von Kunststoffteilen und Werkzeugformen
136	Wirthwein Nauen GmbH & Co. KG	Nauen	Herstellung und Vertrieb von Kunststoffteilen für die Automobilindustrie und Waschmaschinenherstellung
137	Würfel Kunststofftechnik	Velten	Herstellung technischer Kunststoffteile und -komponenten
138	Xella Technologie- und Forschungsgesell-schaft mbH	Kloster Lehnin	Betrieb eines Industrie-Forschungszentrums, Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin
139	Zehdenick Innovative Metall und Kunststofftechnik GmbH (ZIMK)	Zehdenick	Industrielle Metall- u. kunststofftechnische Herstellung und der Vertrieb von Werkzeugen und Stanz- und Spritzgußartikeln, insbesondere für die Elektronik sowie die Automobilzulieferindustrie