



SACHSEN-ANHALT

#moderndenken

Bioökonomie als Treiber für Wertschöpfung und Innovation

Strategiepapier zur Schlüsselrolle
des Landes Sachsen-Anhalt
bei der Etablierung einer Modellregion
der Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier



Inhaltsverzeichnis

1. Kurzdarstellung	4
2. Einführung	7
3. Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier	8
4. Ziele für den Standort Sachsen-Anhalt	13
5. Handlungsfelder der Bioökonomie	15
5.1 Fachkräftebasis	15
5.2 Akteure und Akteursgruppen	16
5.3 Entwicklungs- und Wachstumskerne	17
5.3.1 Forstwirtschaft und holzverarbeitende Wirtschaft	
5.3.2 Landwirtschaft	
5.3.3 Zucker- und Stärkeindustrie	
5.3.4 Chemische Industrie und Kunststoffindustrie	
5.3.5 Werkstoffe	
5.4 Verfahren und Produkte	21
5.4.1 Automobilbau	
5.4.2 Bauwesen	
5.4.3 Chemie	
5.4.4 Energie	
5.4.5 Pharmazie	
5.4.6 Textilien	
5.4.7 Algen und Proteine	
5.5 Forschung und Lehre / Wissenstransfer	30



6. Potenziale der Bioökonomie	32
<hr/>	
6.1 Beschäftigung und Wachstum	32
6.2 Landwirtschaft	33
6.3 Forstwirtschaft	35
6.4 Industrie und Gewerbe	37
6.4.1 Chemische Industrie	
6.4.2 Nachwachsende Rohstoffe	
6.4.3 Fein- und Spezialchemikalien, Kunststoff und Kautschuk	
6.4.4 CO ₂ als Rohstoff	
6.5 Umwelt und Lebensqualität	40
6.6 Nachfolgende Generationen	41
6.7 Forschung und Entwicklung	42
<hr/>	
7. Strategische Ansätze	47
<hr/>	
7.1 Sicherung und Entwicklung der Rohstoffbasis	48
7.2 Qualifizierung und Verbreiterung der Fachkräftebasis	50
7.3 Stärkung und Erweiterung von Netzwerken	52
7.4 Förderung und Kompetenzbündelung in Forschung und Lehre	53
7.5 Unterstützung von Akteuren bei der Umsetzung	56
7.5.1 Ausbau von Infrastrukturen für Stoffströme und Kreislaufwirtschaft	
7.5.2 Impulse für die Marktentwicklung	
7.5.3 Unternehmensförderung	
7.6 Internationale Zusammenarbeit und Vernetzung	60
7.7 Beteiligung, Information und Öffentlichkeitsarbeit	61
<hr/>	
8. Fazit	63
<hr/>	
9. Literaturverzeichnis	65
<hr/>	
10. Impressum	70
<hr/>	

1. Kurzdarstellung

Die Region Mitteldeutschland – mit einem starken Entwicklungskern in Sachsen-Anhalt sowie weiteren zentralen Kompetenzen und Ressourcen in Sachsen und Thüringen – verfügt über die einzigartige Basis, das Zukunftsfeld Bioökonomie in einem weltweit frühen Entwicklungsstadium als europäische Modellregion mitzugestalten sowie nachhaltige Impulse für den Strukturwandel im Mitteldeutschen Braunkohlerevier und langfristig für den klimaneutralen Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft zu setzen.

Die Bioökonomie setzt auf biologische Ressourcen, wie nachwachsende Rohstoffe und biotechnologische Herstellungsprozesse, und ist damit ein zentrales Zukunftsfeld auf dem Weg zu einer klimaneutralen und kreislauforientierten Wirtschaft. Klassische Bereiche, wie die Land- und Ernährungswirtschaft oder die Forst- und Holzwirtschaft, erfahren dabei eine Aufwertung und Erweiterung ihrer Wertschöpfungsketten, indem z. B. Reststoffe als Rohstoffe in der Chemischen Industrie eingesetzt werden. So wird zum einen der Einsatz fossiler Ressourcen reduziert, zum anderen die Entwicklung einer Vielzahl innovativer Prozesse, Materialien und Produkte angestoßen. Das bietet erhebliche Chancen für ein **nachhaltiges Wirtschaftswachstum** und für **hochwertige Arbeit**.

Für das Mitteldeutsche Revier, betroffen von dem am 3. Juli 2020 beschlossenen Kohleausstieg in Deutschland, stellt die Bioökonomie ein erhebliches Zukunftspotenzial dar. Insbesondere in den Teilregionen in Sachsen-Anhalt verknüpft sie die etablierten **Leitbranchen Ernährungswirtschaft** und **Chemie** und trifft auf **internationale Spitzenforschung in der Kulturpflanzenforschung, Agrarwissenschaft, Pflanzenbiochemie und Biotechnologie**, die u. a. durch den **WissenschaftsCampus Halle – pflanzenbasierte Bioökonomie** bereits hervorragend vernetzt ist. Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal ist die bereits erfolgte **Anbindung an zentrale Produktionsstandorte der Chemischen Industrie und der Kunststoffindustrie** u. a. durch die Aktivitäten des **Clusters BioEconomy Mitteldeutschland** (im Folgenden: BioEconomy e. V.), erste Unternehmensnetzwerke, Forschungsinfrastruktur und Entwicklungskerne. Ebenso wirken die Wertschöpfungsketten der Bioökonomie stark in den ländlichen Raum und liefern **Anknüpfungspunkte alternativer Wertschöpfung für die heutige Braunkohlewirtschaft**, z. B. in der künftigen Flächennutzung, sowie für die **Zukunftssicherung der Chemischen Industrie**.

Aktuelle Ansiedlungsaktivitäten internationaler Industrieunternehmen in der Region Mitteldeutschland mit ersten Erfolgen, z. B. einer **Bioraffinerie zur Herstellung von Basischemikalien**, fügen einen weiteren Meilenstein hinzu.

Einen entscheidenden Vorteil bieten ebenso die ertragreichen Böden und die großteiligen **Strukturen der landwirtschaftlichen Urproduktion**: So liegt die durchschnittliche Betriebsgröße bei einem Vielfachen des bundesweiten Mittels. Viele Agrarbetriebe bearbeiten allein und hocheffizient mehrere tausend Hektar Land und können so Innovationsprozesse im Industriemaßstab mitgestalten. Des Weiteren sind die **Umwelt- und Klimaforschung** wie auch die **Biodiversitätsforschung** mit herausragenden Einrichtungen in der Region vertreten. Speziell Sachsen-

Anhalt ist zudem schon heute ein **Vorreiter im Bereich der Erneuerbaren Energien und bio-basierter Kraftstoffe** sowie ein relevanter **Standort der Holzverarbeitenden Industrie**.

In diesem Sinne gilt es, die vielfältigen wissenschaftlichen Kompetenzen länderübergreifend zu bündeln und zu koordinieren sowie letzte Lücken (z. B. industrielle Biotechnologie) zu schließen. Ebenso sind Möglichkeiten und Grenzen vor dem Hintergrund der Erhaltung und Stärkung der **Biodiversität und Nahrungsmittelsicherheit** zu ermitteln. Die Bioökonomie ist ein komplexes Thema, das umfangreiche Lösungsansätze, aber auch Fragestellungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft bietet. Dies bedarf eines klaren Bekenntnisses von Politik und Verwaltung und eines offenen Diskurses der Konfliktpunkte sowie einer breiten öffentlichen Information und Beteiligung.

Weiterhin gilt es, an der Schnittstelle zur Wirtschaft das schon entwickelte **Alleinstellungsmerkmal der Bioökonomie-Region Mitteldeutschland** noch einmal explizit zu erweitern und damit zu einem **Leuchtturm mit internationaler Anziehungskraft** auszubauen: Die angewandte Forschung und Unterstützung insbesondere von jungen und innovativen Unternehmen auf dem Weg zur Marktreife von Produkten und Prozessen in der industriellen Biotechnologie und der Algen-Biotechnologie.

Folgerichtig sind an den Verbundstandorten der Chemischen Industrie und an geeigneten neuen Industriestandorten des Mitteldeutschen Reviers **Infrastrukturen** weiter auszubauen und zu entwickeln, die für die Anforderungen biobasierter Produktionsprozesse ausgelegt sind. So kann der Impuls aus der Forschung in die Ansiedlung internationaler Vorreiter und den **Aufbau neuer industrieller Kerne entlang der Wertschöpfungsketten biobasierter Rohstoffe** fließen.

Einen ebenso zu beachtenden Standortvorteil stellt die langjährige und umfangreiche Kunststoffkompetenz in Mitteldeutschland dar. Erste Netzwerke und Forschungseinrichtungen arbeiten intensiv an den Themenstellungen **Biopolymere und Kunststoffkreislaufwirtschaft**. Damit ist die Region auch in einem wichtigen Anwendermarkt exzellent aufgestellt, den es zukunftsgerichtet auszubauen gilt.

Eine besondere Herausforderung stellt vor dem Hintergrund des demografischen Wandels sowie benötigter neuer Kompetenzen die **Arbeits- und Fachkräftebasis** dar. Auch hier profitiert die Region von ihrer Hochschuldichte und Industrietradition. Daran gilt es anzuknüpfen und über die Region hinaus sichtbare Perspektiven für den Fachkräftenachwuchs zu entwickeln.

Nicht zuletzt existieren erhebliche **Synergiepotenziale durch „Grünen Wasserstoff“**. Dieser wird zum größten Teil nicht aus Biomasse gewonnen, stützt jedoch ebenso wie die Bioökonomie die Bestrebungen der Industrie nach nachhaltigeren Prozessen und Produkten. Beide sind durch leistungsstarke Verbände aus Industrie und Forschung in der Region vertreten.

Die Bioökonomie ist ein zentrales Zukunftsfeld für den Strukturwandel im Mitteldeutschen Revier. Da aus den vorbeschriebenen Gründen bereits erste Unternehmen in diesem Sektor eine Ansiedlung prüfen, sind im internationalen Wettbewerb um Unternehmensinvestitionen zügige erste Schritte und Leitprojekte, vor allem aber die **sichtbare Imageprägung als Modellregion für eine biobasierte Industrie** notwendig. Daneben sind langfristige Voraussetzungen insbesondere in der Forschung und Entwicklung, aber auch der Fachkräfteentwicklung und bei industrienaher Infrastruktur zu schaffen.

Ebenso gilt es, den mit den folgenden Betrachtungen angestoßenen Strategieprozess fortzuschreiben und länderübergreifend im Mitteldeutschen Revier stetig weiterzuentwickeln.

2. Einführung

Die Bioökonomie bezeichnet konkret Wirtschaftsbereiche, in denen biologische Ressourcen eingesetzt sowie deren Einsatzmöglichkeiten wissenschaftsbasiert weiterentwickelt werden. Klassische Segmente sind z. B. Fischerei, Land- und Forstwirtschaft, Ernährungswirtschaft, Zellstoff- und Papierindustrie, Holzbau, Chemische Industrie (z. B. Bioethanol) und auch die Bereiche der pharmazeutischen Industrie, in denen biotechnologische Prozesse verwendet werden.

Seit ca. zehn Jahren rückt z. B. der Ersatz fossiler Rohstoffe durch nachwachsende Ressourcen auch in anderen Wirtschaftssektoren vermehrt in den Fokus. Treiber der Entwicklung waren in den 2000er Jahren steigende Preise für Erdöl und Erdgas, welche jedoch mit der Erschließung ergiebiger Schiefergasvorkommen insbesondere in den USA erneut signifikant sanken. Ansätze der Bioökonomie fokussierten sich somit zunächst auf Märkte, in denen der Rohstoffpreis gegenüber Produktversprechen (z. B. Kosmetik oder globale Markenartikel, wie Kunststoffflaschen für Softdrinks) oder geringeren Verbrauchsmengen (z. B. Fein- und Spezialchemie) im Hintergrund stand. Neue Chancen ergeben sich derzeit durch weltweit verstärkte Aktivitäten im Klimaschutz, ein wachsendes Bewusstsein für Umwelt und Nachhaltigkeit sowie die Pläne zur CO₂-Bepreisung, aber auch durch optimierte und erweiterte Wertschöpfungsketten von Konzernen der klassischen biobasierten Wirtschaft (z. B. Zuckerindustrie, Holzindustrie) sowie durch Synergiepotenziale mit den Themen Grüner Wasserstoff und Zirkuläre Wirtschaft. Mit ihrer im Jahr 2020 neu aufgelegten **Bioökonomiestrategie** [BMBF/BMEL 2020] sowie dem **Wissenschaftsjahr Bioökonomie** setzt die Bundesregierung weitere Impulse.

Mit dem zunehmenden Bewusstsein für eine nachhaltige Wirtschaft sowie ressourcenschonende Lebensweisen wird der Zugang zur Bioökonomie verstärkt nachgefragt. Darauf gilt es mit den hervorragenden Voraussetzungen des Mitteldeutschen Reviers als Wachstumskern aufzusetzen. Neben dem direkten Nutzen durch die Etablierung innovativer Verfahren der Biotechnologie und die Herstellung innovativer Produkte profitiert die Region auch durch die Sicherung von Wirtschaftskraft und hochwertigen (Industrie-)Arbeitsplätzen sowie eine erhebliche Attraktivitätssteigerung des ländlichen Raums.

Um diese Potenziale vollumfänglich nutzen zu können, ist eine Beteiligung der Öffentlichkeit bzw. Bevölkerung vor Ort in allen Umsetzungsschritten vorzusehen. Um Nutzungskonflikte mit anderen Bereichen zu lösen, z. B. dem Naturschutz, der Nahrungsmittelproduktion oder bestehenden stofflichen und energetischen Verwertungspfaden für nachwachsende Rohstoffe, muss Bioökonomie konsequent nachhaltig gedacht und umgesetzt werden. Diesen Anspruch verfolgt das Land Sachsen-Anhalt als zentraler Kompetenzträger im Mitteldeutschen Revier und leistet so einen Beitrag zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele.

3. Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier

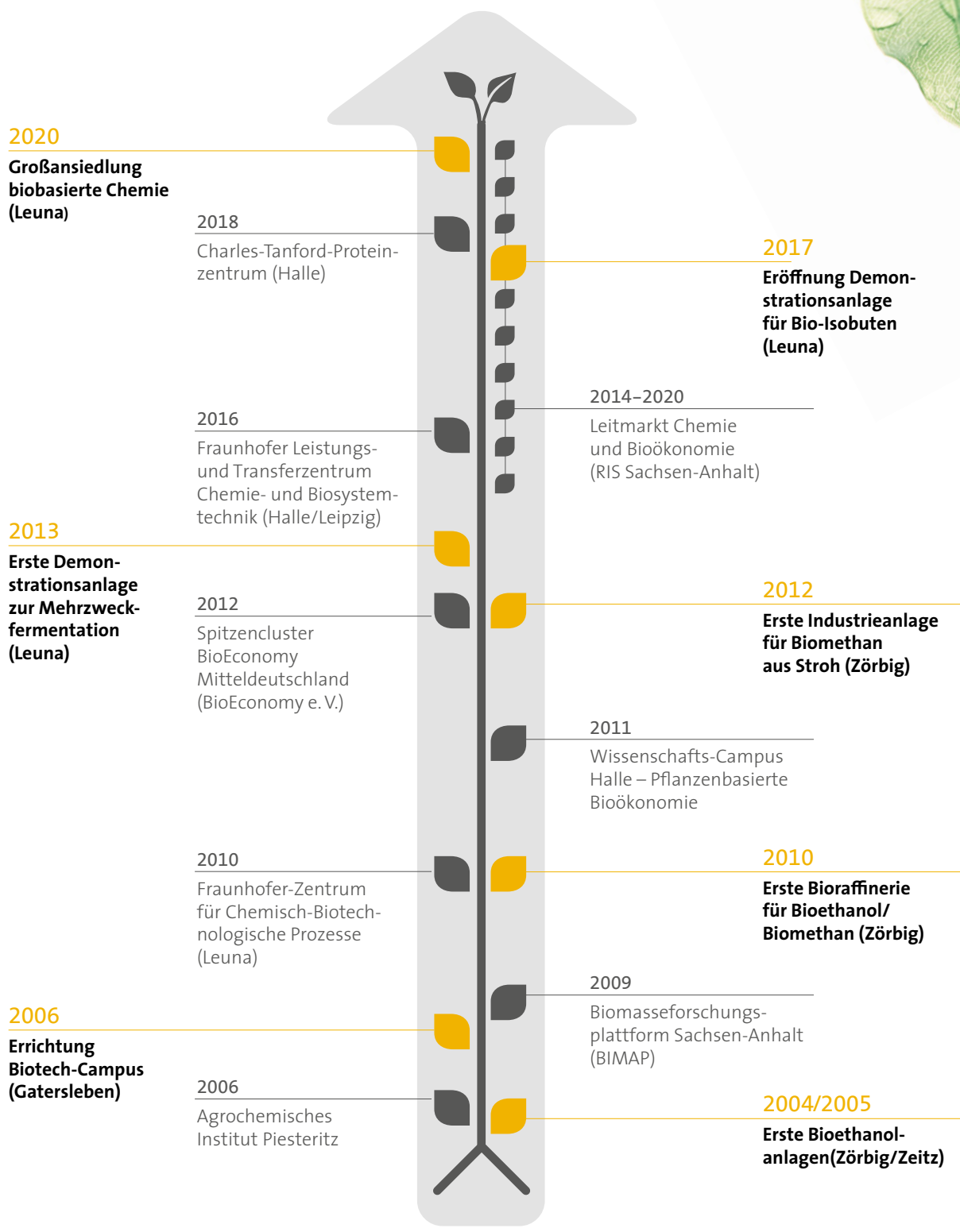
Die Region Mitteldeutschland, als bedeutender Chemiestandort und gleichzeitig ausgestattet mit ertragreichen Böden sowie einer entsprechend stark aufgestellten Land- und Forstwirtschaft, konnte frühzeitig erste Weichen stellen und sich als einer der bundesweiten Vorreiter für eine moderne und nachhaltige Bioökonomie positionieren. Das südliche Sachsen-Anhalt hat sich dabei als wirtschaftliches und wissenschaftliches Zentrum etabliert (Abbildung 1).

So existiert z. B. mit dem **Leibniz-WissenschaftsCampus Halle – Pflanzenbasierte Bioökonomie (WCH)** ein Netzwerk mit herausragenden Forschungskompetenzen auf dem Feld der Pflanzenforschung und -züchtung und deren stofflicher Nutzung. Zudem hat das **Agrochemische Institut Piesteritz**, An-Institut der **Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Universität Halle)**, bereits federführend an der Erstellung einer ersten Biomasseforschungsplattform mitgewirkt [BIMAP 2012]. Mit dem vom Land Sachsen-Anhalt im Rahmen der Clusterförderung wie auch durch das **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)** mit rund 40 Mio. Euro Projektmitteln geförderten **Spitzencluster BioEconomy** [BMBF SPC 2020], dem jetzigen **BioEconomy e.V.**, rund um den **Chemiepark Leuna** und die **Holzregion Südharz** sowie Akteure insbesondere der Kreislaufwirtschaft und Bioenergie im Raum Leipzig und der Holz- und Holzverarbeitenden Industrie in Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen, verfügt die Region zudem über ein gewachsenes Netzwerk aus Wirtschaft und angewandter Forschung. Dieses hat die Entwicklung integrierter Wertschöpfungspfade länderübergreifend vorangetrieben. Wegweisend war dabei die konsequente Ausrichtung auf die Erweiterung der Rohstoffbasis für die Chemische Industrie auf Basis von Zucker und Stärke, z. B. die Herstellung von Isobuten, Zwischenprodukten für die Olefinchemie oder Polymerbausteinen. Ebenfalls bereits grenzübergreifend tätig ist die **Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)** in Göttingen als gemeinsame Forschungseinrichtung der Länder Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein mit dem Fokus auf die Themen Waldwachstum, Waldschutz, Waldgenressourcen, Umweltkontrolle und Waldnaturschutz.

Mit dem **Biotech-Campus Gatersleben** ergänzt ein 100 ha großer, integrierter Wirtschafts- und Wissenschaftspark der grünen Biotechnologie das Potenzialportfolio.

Die Chemie- und Kunststoffindustrie ist mit ca. 10 Mrd. Euro Umsatz jährlich der bedeutendste Wirtschaftssektor in Sachsen-Anhalt. Die Implementierung der Bioökonomie kann nicht nur einen erheblichen Beitrag zu deren Zukunftssicherung leisten, sondern auf Grund der frühzeitigen Verfügbarkeit von Basischemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen die Position im internationalen Wettbewerb um Industrieansiedlungen steigern. Nach dem Ende der Bundesförderung hat zudem der **BioEconomy e.V.** seine Rohstoffbasis gezielt erweitert und ist eine solide Innovations-Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie geworden.

Das **Fraunhofer Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse (CBP)** am Standort Leuna ermöglicht die industrienaher Forschung zur Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Dieser



» Abbildung 1: Meilensteine der Bioökonomie in Sachsen-Anhalt

Lückenschluss zwischen Labor und industrieller Umsetzung stellt ein Alleinstellungsmerkmal in Deutschland dar. Auch das **Fraunhofer Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik (LTZ CBS)** beschäftigt sich mit Fragestellungen zum optimalen Einsatz und zur Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, so dass Prozessketten erweitert und regionale Wertschöpfung unterstützt werden. Das **Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF)** arbeitet an Logistiklösungen für eine nachhaltige Rohstoffversorgung, insbesondere in der Holzwirtschaft und im Bereich Biosystems Engineering. Jüngster Meilenstein ist das **Charles-Tanford-Proteinzentrum (CTP)** der **Universität Halle**, das u. a. Forschungsgruppen zur Biotechnologie und Pflanzenbiochemie beherbergt.

Dass die Bioökonomie in der mitteldeutschen Wirtschaft bereits über Entwicklungskerne verfügt, zeigen nicht nur Netzwerke, wie der **BioEconomy e. V.**, sondern auch die in Abbildung 1 (fett gedruckte Einträge) dargestellten Schlüsselinvestitionen in Sachsen-Anhalt. Insbesondere der mitteldeutsche Stoffverbund der Chemischen Industrie bietet mit seiner Infrastruktur und seinen Wertschöpfungsketten Entwicklungsmöglichkeiten. Sein Pipelinennetz verbindet Industriestandorte im gesamten Chemiedreieck und könnte damit aus erneuerbaren Quellen erzeugte Basischemikalien zur Verfügung zu stellen (z. B. Wasserstoff und Ethylen durch Beimischung). Dass dies vom Land Sachsen-Anhalt frühzeitig als Wachstumstreiber identifiziert wurde, zeigt der in der **Regionalen Innovationsstrategie 2014-2020** formulierte **Leitmarkt „Chemie und Bioökonomie“**. Gemeinsam mit dem ebenfalls definierten **Leitmarkt „Ernährung und Landwirtschaft“** adressieren damit zwei von fünf Leitmärkten des Landes zentral die Bioökonomie. Alle weiteren bieten ebenfalls Anknüpfungspunkte, wie z. B. die pharmazeutische Biotechnologie im **Leitmarkt „Gesundheit und Medizin“**. Auch im Nachbarbundesland Sachsen findet sich die Bioökonomie in vielen Elementen der fortgeschriebenen Regionalen Innovationsstrategie wieder, u. a. in den **Zukunftsfeldern „Umwelt-Energie-Rohstoffe“** (hier: Chemie, Industrielle Biotechnologie, Kreislaufwirtschaft und Ökodesign) und **„Gesundheit“** (hier Biomaterialien, Bio-Engineering und Rote Biotechnologie) [SN 2020]. Ebenso ist die Bioökonomie gemeinsam mit Green Tech in der Regionalen Forschungs- und Innovationsstrategie des Freistaats Thüringen [TH 2014] als Zukunftsfeld im **Strategiefeld Nachhaltige Energie und Ressourceneffizienz** verankert. Nicht zuletzt hat die im Rahmen des Strategieprozesses zum Strukturwandel im Mitteldeutschen Revier erstellte **Technologiefeldanalyse der Innovationsregion Mitteldeutschland** [IRMD 2020] die Bioökonomie als ein zentrales Handlungsfeld mit hohem Zukunftspotenzial identifiziert.

Insgesamt bilden die modernen Chemieparcs in Bitterfeld-Wolfen, Böhlen, Leuna, Schkopau, Wittenberg und Zeitz – in Verknüpfung mit der durch erste Prozessketten verbundenen Holzwirtschaft und einer leistungsfähigen Landwirtschaft – die ideale Ausgangsbasis für eine Modellregion der Bioökonomie mit Fokus auf die Einbindung der Chemischen Industrie.

Potenziale und Impulse für eine europäische Modellregion

Vor dem Hintergrund des Wiedererstarkens der weltweiten Bestrebungen um bioökonomische Ansätze und des kohlebedingten Strukturwandels im Mitteldeutschen Revier sollten die Potenziale strategisch gebündelt und durch zielgerichtete Infrastrukturmaßnahmen, den Ausbau industrienaher Forschungskompetenzen sowie eine offensive Fachkräfteentwicklung unterstützt werden. Im Hinblick auf eine Modellregion internationaler Dimension könnte zudem eine Zusammenarbeit des Mitteldeutschen Reviers mit der Lausitz als zweite ostdeutsche Region im Strukturwandel geprüft werden, um weitere Kompetenzen und sich ergänzende Rohstoffpotenziale zu bündeln. Beide Regionen werden derzeit, angeregt durch das **Sächsische Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)** und im Auftrag des **Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)** sowie der **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)**, vom **DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH** als mögliche Modellregionen der Bioökonomie untersucht (**Projekt „MoReBio“**, Projektlaufzeit: 22.08.2019-31.12.2021). Weiterhin wurde im **Horizont 2020-Projekt „Power4Bio“**, ebenfalls mit Beteiligung des **DBFZ**, in zehn Teilnehmerregionen aus neun europäischen Ländern untersucht, wie das volle Potenzial der Bioökonomie in Europa ausgeschöpft werden kann. Eine der betrachteten Modellregionen war Mitteldeutschland (hier mit Sachsen, Sachsen-Anhalt sowie Teilen von Thüringen, Brandenburg und Niedersachsen; Projektlaufzeit: 10/2018-03/2021).

Eine Schlüsselaufgabe ist die Ansiedlung von industriell produzierenden Unternehmen, um den existierenden Stoffverbund der Chemie um biobasierte Stoffströme zu erweitern und einen großvolumigen Entwicklungskern zu schaffen. Dieser kann durch den entstehenden Rohstoffbedarf (z. B. Stroh und Restholz), erste dezentrale Aufbereitungsschritte und Verarbeitungsstufen sowie durch Koppelprodukte auch nachhaltige Impulse in den ländlich geprägten und vom Strukturwandel besonders betroffenen Teilregionen erzeugen.

Mit dem Erfolg im Standortwettbewerb um die Großansiedlung einer Bioraffinerie in Leuna konnte sich die Region Anfang 2020 als attraktiver Standort für die Ansiedlung von Unternehmen der industriellen Bioökonomie weiter profilieren und hat das Mitteldeutsche Revier durch die Verfügbarkeit biobasierter Alternativen für klassische Basischemikalien, aber auch für neue Rohstoffe und Zwischenprodukte, einen entscheidenden Schritt weiter gebracht. Weiterhin ergeben biobasierte Stoffströme auch neue Anknüpfungspunkte für Bestandsunternehmen und deren technologische und wirtschaftliche Weiterentwicklung. Im Mai 2020 in die Konzeptphase gestartet ist zudem das **WIR!-Bündnis „BioZ – Biobasierte Innovationen aus Zeitz“**, welches Wertschöpfungsketten entlang der Agrar-, Lebensmittel- und Chemieindustrie entwickeln will.

Potenziale bieten zudem die Zuckerindustrie und bereits seit vielen Jahren am Markt erfolgreiche Bioraffinerien zur Erzeugung von Biokraftstoffen (z. B. in Bitterfeld, Zeitz und Zörbig). Die Skalierung und industrielle Umsetzung von biobasierten Prozessen hätte zudem Auswirkungen auf den ebenso in relevanter Größenordnung im Land ansässigen Anlagenbau.

Im Revier gibt es weitere Potenzialträger, die eine Entwicklung zur europäischen Modellregion der Bioökonomie unterstützen. Insbesondere eine nachhaltige Rohstoffverfügbarkeit ist nur gegeben, wenn der gesamte mitteldeutsche Raum einbezogen wird:

-
- » Mit dem Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und dem Fachbereich Landwirtschaft, Ökotoxikologie und Landschaftsentwicklung der Hochschule Anhalt verfügt die Region über weitreichende Kompetenzen insbesondere in der Rohstoffherzeugung.
-
- » Mit **nutricard** ergänzt ein universitäres Netzwerk in Halle (Saale), Leipzig und Jena das Portfolio. Dieses adressiert eine gesundheitsfördernde Ernährung und damit eine höherwertige Wertschöpfung in der Ernährungswirtschaft.
-
- » Initiativen zur Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft, wie das **Netzwerk Energie und Umwelt (NEU e. V.)**, sowie die Aktivitäten der **DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH** haben teils direkte Anknüpfungen an den **BioEconomy e. V.**, insbesondere im Bereich der Abwässer und Klärschlämme, aber auch anderer biogener Reststoffströme.
-
- » Der Clean-Tech-Ansatz (z. B. **Cleantech-Initiative Ostdeutschland**) und die Kunststoff-Kreislaufwirtschaft (z. B. das **Netzwerk für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft (NK2)**; siehe Kap. 5.3.4.) weisen ebenso Synergiepotenziale und regionale Anknüpfungspunkte auf.
-
- » Das **Deutsche Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig** der **Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)** arbeitet an seinen drei mitteldeutschen Standorten am weltweit nachhaltigen Umgang mit der biologischen Vielfalt.
-
- » Auch das **Helmholtz-Umweltforschungszentrum GmbH UFZ** ist seit vielen Jahren in der Region verwurzelt und betreibt von seinen drei Standorten in Sachsen und Sachsen-Anhalt Umwelt- und Klimaforschung, aber auch Untersuchungen zur Bioökonomie.
-
- » Weitere Akteure und Potenzialträger sind z. B. das **Bio-Zentrum** der **Universität Halle**, der halleische **Technologiepark Weinbergcampus**, die **Bio-City Leipzig** und das Netzwerk **bioxony e.V.** oder auch die Papier- und Holzindustrie im Landkreis Nordsachsen und in Thüringen sowie das **Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (Julius-Kühn-Institut, JKI)** mit seinem Standort Quedlinburg. Im weiteren mitteldeutschen Raum finden sich das **Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha)** und die **Technische Universität Dresden** (u. a. **Fachrichtung Forstwissenschaften Tharandt** und **Institut für Stahl- und Holzbau**) oder auch die **Hochschule Nordhausen** mit Anknüpfungspunkten im Bereich Kreislaufwirtschaft sowie das **Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH (IHD)**.
-

4. Ziele für den Standort Sachsen-Anhalt

Weltweit nehmen die Themen Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung sowie CO₂-neutrale Produkte und Prozesse eine immer wichtigere Position ein. Die vordringlichen Herausforderungen des Klimaschutzes, wie auch die absehbar begrenzte Verfügbarkeit fossiler Ressourcen verknüpfen Handlungsbedarfe in nahezu allen Wirtschaftsbereichen. Damit ist es unausweichlich, die Verwendung nachwachsender Ressourcen, z. B. als Ausgangsstoffe der chemischen Produktion oder als Alternativen für energieintensive Baustoffe und Materialien, wie Stahl und Beton, voranzutreiben, die Ressourceneffizienz, z. B. durch eine höhere Recycling-Quote, zu erhöhen und eine ressourcenschonendere Wirtschafts- und Lebensweise anzustreben.

Ebenso sind im Zuge des Strukturwandels durch den Ausstieg aus der energetischen Nutzung der Braunkohle im Mitteldeutschen Revier neue Wertschöpfungspotenziale zu erschließen, um die Wirtschaftskraft auszugleichen, wie auch der durch Nutzung des Energieträgers ebenfalls betroffenen Zuckerindustrie neue Optionen zu öffnen. Daher gilt es, den im Zukunftsfeld Bioökonomie gemeinsam von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik erarbeiteten Vorsprung im Rahmen der Stärkung der Strukturwandelregion wie auch der neuen Bioökonomiestrategie der Bundesregierung auszubauen und im Sinne der Regionalentwicklung nachhaltig zu nutzen.

Europäische Modellregion der Bioökonomie

Zentrale Zielstellung sollte es sein, das Land Sachsen-Anhalt durch die Entwicklung des Mitteldeutschen Reviers zur europäischen Modellregion der Bioökonomie bis 2030 maßgeblich in der Erreichung seiner **Nachhaltigkeitsziele** [MULE 2019], insbesondere in der Entwicklung des ländlichen Raums, in der Erreichung seiner Klimaschutzziele, in der Stärkung des Arbeitsmarktes wie auch im Sinne zukunftsicherer Perspektiven für die zentralen Wirtschaftssäulen zu unterstützen. Dazu sind folgende Einzelziele zu erreichen:

(Sozio-)ökonomische Ziele

- » Verringerung der Abhängigkeit von fossilen, importabhängigen Ressourcen durch regionale Erschließung, Sicherung und gezielte Weiterentwicklung nachwachsender Rohstoffe und deren ressourceneffiziente Nutzung nach dem Konzept der Kreislaufwirtschaft
- » Nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung insbesondere in der sachsen-anhaltischen Kohleregion durch Besetzung und maßgebende Mitgestaltung des weltweiten Zukunftsfeldes biobasierter Wertschöpfung im industriellen Maßstab
- » Schaffung hochwertiger, zukunftsorientierter Arbeitsplätze und Förderung des Unternehmergeistes bei gleichzeitiger Fachkräftesicherung und der Sicherung von Arbeitsplätzen auch auf

geringeren Qualifizierungsstufen insbesondere in einem Potenzialmarkt für den ländlichen Raum sowie in verknüpften landesbedeutsamen Wirtschaftszweigen

Ökologische Ziele

- » Beispielgebende Verringerung der Emission von Treibhausgasen und damit des ökologischen Fußabdrucks von Wirtschaft und Gesellschaft
- » Erhalt und Stärkung von Naturräumen und der Biodiversität sowie bodenschonende, ertragssteigernde Bewirtschaftung von Nutzflächen

Um diese Zielstellungen zu erreichen, gilt es, einen integrierten Ansatz von der Züchtung und Produktion der nachwachsenden Rohstoffe über deren möglichst breite und branchenübergreifende Kaskadennutzung und die Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft zu verfolgen.

Darüber hinaus sind die einzelnen Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft länderübergreifend so zu vernetzen, dass Synergien und ressourceneffiziente Wertschöpfungsnetze über die bisher etablierten Wertschöpfungsketten hinaus entstehen und ausgebaut werden.

Ebenso sind hierfür Rahmenbedingungen zu schaffen:

- » Nachhaltige Bereitstellung von Biomasse (wie z. B. Stroh, Ölpflanzen, Holz oder biogene Siedlungsabfälle), um die Bedarfe einer Bioökonomie im industriellen Maßstab mit den Belangen von Natur- und Umweltschutz, Ernährungssicherheit wie auch Biodiversität zu vereinen
- » Leistungsfähige Infrastrukturen, um Stoffströme und Reststoffströme ressourcenschonend und ökonomisch zu gestalten und in bestehende Stoffverbünde der Industrie einzubinden
- » Aus- und Weiterbildung sowie Sicherung von Fach- und Arbeitskräften, um neue Verfahren und Aufgabenfelder sowie quantitative Bedarfsentwicklungen, auch dezentral im ländlichen Raum, langfristig zu decken
- » Thematische Vernetzung der Grundlagenforschung von Universitäten mit der angewandten Forschung der Hochschulen und wissenschaftlichen Institute sowie deren gezielter Ausbau zur Stärkung als Modellregion für die Bioökonomie
- » Wissensbasierte Verknüpfung von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik durch die Einrichtung einer neu zu schaffenden anwendungsorientierten Netzwerkplattform

-
- » Information und Beteiligung von Öffentlichkeit und Bevölkerung zur Schaffung eines breiten Bewusstseins, von Teilhabemöglichkeiten und für einen offenen Diskurs bioökonomischer Fragestellungen, wie z. B. die Priorisierung von Ernährungsbedarfen
-

Entsprechend der Potenziale und in der Region vorhandenen Kompetenzen sind darüber hinaus vorhandene Ziellücken zu identifizieren und mit geeigneten Maßnahmen zu untersetzen.

5. Handlungsfelder der Bioökonomie

Die nachfolgend definierten Handlungsfelder sollen einen forschungspolitischen Rahmen von der Fachkräftebasis über Akteure und Akteursgruppen, Entwicklungs- und Wachstumskerne, Verfahren und Produkte bis hin zu Forschung und Lehre entlang der Wertschöpfungsketten bilden und sämtliche Maßnahmen in den unterschiedlichen Kompetenzfeldern enthalten, welche für eine biobasierte Wirtschaft relevant sind.

5.1 Fachkräftebasis

Die Fachkräftebasis im Mitteldeutschen Revier bietet eine gute Ausgangsposition, da strukturgebende Branchen, wie die Chemie- und Kunststoffindustrie, Landwirtschaft und verarbeitende Branchen über Anknüpfungspunkte verfügen. Als Zulieferer der Industrie ist auch der Anlagenbau relevant vertreten. Im akademischen Bereich gibt es zudem umfangreiche Studienangebote in naturwissenschaftlichen (Biologie, Chemie, Biochemie, Biotechnologie, Bioinformatik) sowie agrar- und ernährungswissenschaftlichen Fächern.

Jedoch erfordert die Bioökonomie auch neue Kenntnisse und Qualifikationen, z. B. in der Organisation von Stoffströmen sowie in der Verfahrenstechnik und Automatisierungs- und Steuerungstechnik von biotechnologischen Prozessen. Eine Zusatzausbildung bzw. Spezialisierungen bei der Aus- und Weiterbildung sowie Anpassungen und Neuentwicklungen bei Bachelor- und Masterstudiengängen (z. B. im Bereich der Biotechnologie) würden einen weiteren entscheidenden Standortvorteil verschaffen und die Unternehmensentwicklung voranbringen.

Erste Schritte sind durch die Etablierung des englischsprachigen Master-Studiengangs Pharmaceutical (seit 2008) and Industrial (seit 2016) Biotechnology an der **Universität Halle** [MLU 2019] sowie durch Vertiefungsfächer an der **Bildungsakademie Leuna** gelungen.

Neben der fachlichen Eignung stellt die quantitative Verfügbarkeit von Arbeits- und Fachkräften auf Grund der demografischen Entwicklung in der Region eine zukünftige Herausforderung dar. Hier bieten die Anforderungen vornehmlich an hochwertigen Industriearbeitsplätzen jedoch auch eine Chance. Zum einen verfügt die produzierende Industriearbeit über ein höheres Wertschöpfungspotenzial, um die energetische Kohlewirtschaft zu ersetzen. Zum anderen unterstützen hochwertige neue Arbeitsplätze die allgemeinen Bestrebungen, Rückkehrer und neue Fachkräfte aus dem In- und Ausland ins Land zu bringen, wie auch mehr Hochschulabsolventen in der Region zu halten. **Als ein Leuchtturm könnte die Bioökonomie für die Attraktivität des Wirtschaftsstandorts und Lebensraums Mitteldeutschland werben.**

5.2 Akteure und Akteursgruppen

Die Bioökonomie ist ein rohstoff- und technologiegetriebener Wirtschaftsansatz und darüber hinaus mit grundlegenden ökologischen Themen untrennbar verknüpft. Damit vereint sie nicht nur zahlreiche Branchen über neuartige, häufig heterogene Wertschöpfungsnetze und Nutzungskaskaden, sondern gelingt auch nur in enger Interaktion mit den Fachstellen und Akteursgruppen im Natur- und Umweltschutz sowie der Biodiversität. Letztere verfügt mit dem **Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig** der **Deutschen Forschungsgemeinschaft** über einen Schlüsselakteur mit Sitz in der Region. In der Forstwirtschaft schafft die **Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)** als Mehrländereinrichtung eine strategische Anknüpfung an die durch einen hohen Buchenbestand gekennzeichnete waldreiche Region zwischen Sachsen-Anhalt, Nordhessen und Südniedersachsen.

Durch die Kaskadennutzung der Bioökonomie werden Unternehmen miteinander vernetzt, deren Prozesse vorher nicht oder nur über einzelne primäre Stoffströme in Beziehung standen. So eröffnen sich z. B. für Reststoffe der Land- sowie der Forst- und Holzwirtschaft neue Verwertungspfade. Nicht zuletzt ist die Bioökonomie Element einer ressourcenschonenden, CO₂-neutralen Kreislaufwirtschaft sowie des Cleantech-Ansatzes. Daher ist die Verknüpfung von Akteuren und Akteursgruppen ein zentrales Handlungsfeld. Neben bestehenden Fachformaten, wie der seit neun Jahren etablierten **International Bioeconomy Conference** oder dem **Kongress Biopolymer – Processing and Moulding**, beide in Halle (Saale), sind industrienaher Formate zu etablieren, die als Austausch- und Vernetzungsplattformen für Wirtschaftsakteure dienen und die Bandbreite der Nutzungskaskaden widerspiegeln.

Ebenso sind Aktivitäten zu vernetzen, die Synergiepotenziale bieten und erschließen – sowohl in ökonomischer als auch in ökologischer Hinsicht. So ersetzen sogenannte „Grüne Gase“, wie z. B. Wasserstoff aus Wind- und Solarenergie, ebenfalls fossile Rohstoffe in der Chemischen Industrie. Auch die Erhaltung und Pflege der Biodiversität sowie die Kreislaufwirtschaft helfen, langfristig die Rohstoffbasis für eine auf Bioökonomie basierende Wirtschaft zu sichern.

Bestehende Akteursgruppen in Mitteldeutschland, wie der **BioEconomy e.V.** als Innovationsverbund von Industrie und Forschung, der **WissenschaftsCampus Halle – Pflanzenbasierte Bioökonomie** als Forschungsverbund der Bio- und Agrarwissenschaften, der **Landesbeirat Holz Sachsen-Anhalt** als beratendes Gremium aus Wirtschaft und Forschung oder das **Fraunhofer-Leistungs- und Transferzentrum Chemie und Biosystemtechnik** als Knotenpunkt zum Fraunhofer-Netzwerk, besetzen jeweils einzelne Themenbereiche.

Weitere Beispiele sind der **Polykum e. V. – Fördergemeinschaft für Polymerentwicklung und Kunststofftechnik in Mitteldeutschland**, ein Kooperationsnetzwerk u. a. aus Kunststoffverarbeitern, Maschinenbauern, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, sowie der **InnoPlanta e. V. – Pflanzenbiotechnologie**, der **Saluplanta e. V. – Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen**, das Konsortium **HYPOS – Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany** oder der neue **Cluster P3 – Polymer Progress Park Mitteldeutschland**.

Damit könnten durch koordinierte Formate in diesem Handlungsfeld schnelle und nachhaltige Erfolge erzielt werden, um die regionalen Anknüpfungspunkte und Potenziale der Bioökonomie einer breiten Anwenderbasis zugänglich zu machen.

5.3 Entwicklungs- und Wachstumskerne

Die Bioökonomie bietet nicht nur durch die Erschließung nachwachsender Rohstoffe als Ersatz für fossile Rohstoffe neue Wachstumspotenziale. Durch Kaskadennutzung und Koppelproduktion bieten sich zudem Chancen der Erweiterung von Wertschöpfungsketten z. B. in der Holzwirtschaft, Zucker- und Stärkeindustrie sowie Landwirtschaft oder auch in der Bioethanol- und Biomethanolproduktion. Weiterhin befindet sich der gesamte Bereich weltweit in einem frühen Stadium, so dass eine gezielte Entwicklung einer Modellregion im Mitteldeutschen Revier Leuchtturmcharakter erreichen kann. Dies gilt es, mit geeigneten Instrumenten und Rahmenbedingungen zu unterstützen. Von strategischer Bedeutung sind auch die umfangreich in der Region versammelten Kompetenzen in der Pflanzenforschung und Pflanzenbiochemie zur Sicherung und Weiterentwicklung der Rohstoffbasis.

5.3.1 Forstwirtschaft und holzverarbeitende Wirtschaft

Das Mitteldeutsche Braunkohlerevier ist selbst keine walddreiche Region, sondern durch Agrarwirtschaft geprägt (z. B. Forstwirtschaft in Sachsen-Anhalt: siehe Kapitel 6.3). Allerdings gibt es in Teilregionen, wie den Landkreisen Mansfeld-Südharz und Nordsachsen (Waldanteil 28,4 % bzw. knapp 21,5 %, vgl. Deutschland: 32 %), relevante Forstwirtschaft. Zudem ist die Region von Gebieten mit erheblichen Waldbeständen umgeben [BWI 2012]. Auf Grund dieser zentralen Lage ist sie ein wichtiger Standort der holzverarbeitenden Industrie. Der Bedarf einer aufkommenden Bioöko-

nomie an nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere mit Anbindung an die Chemische Industrie, ist jedoch als sehr hoch einzuschätzen. Zudem ist Holz ein Rohstoff, der in seiner gewachsenen Struktur vielseitig einsetzbar ist. Daher sind durch die Markt- und Innovationspartner, die die Rohstoffbasis langfristig sichern und ausbauen, neuartige Verfahren und innovative Ansätze zu entwickeln, auch um Nutzungskonkurrenzen jedweder Art zu minimieren. Dies bietet vielfältige Anknüpfungspunkte für die Erweiterung von Wertschöpfungsketten, neue Anwendungen und den Ausbau nachhaltiger Einsatzformen des Bau- und Werkstoffes Holz als erste Stufe einer ressourceneffizienten Nutzungskaskade.

Geeignete Voraussetzungen sind langjährige Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft u. a. im **Landesbeirat Holz Sachsen-Anhalt**. Dieser wurde im Jahr 2004 gegründet. Hauptziel ist es, den Einsatz von Holz aus nachhaltiger Wald- und Holzwirtschaft als Bau-, Werk- und Rohstoff sowie Energieträger zu fördern. Die 19 vom **Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie (MULE)** berufenen Mitglieder setzen sich überwiegend aus Vertretern der Holzverarbeitenden Industrie, der Forstverwaltung, der Forschung und des Handwerks sowie der Waldbesitzer zusammen [MULE 2020]. Im Rahmen der Zusammenarbeit ist derzeit ein vom MULE entwickelter Aktionsplan Wald- und Forstwirtschaft 2025 in Abstimmung.

Auch im Rahmen der Spitzenclusterförderung des **BioEconomy e.V.** wurden Holzverfügbarkeiten [HOLZ 2016] sowie Nutzungspotenziale, z. B. im Industrie- und im Baubereich untersucht und entwickelt. Letztere befinden sich zum Teil bereits in der Anwendung, bei einem anderen Teil wären weitere Wertschöpfungsstufen im Zuge der Nutzungskaskade hilfreich. So kann der Holzbau als erste Kaskadenstufe maßgeblich dazu beitragen, CO₂-Emissionen zu reduzieren, CO₂ zu speichern und die Ressourceneffizienz von Gebäuden entsprechend zu erhöhen und hat daher erhebliches Wachstumspotenzial (s. Kapitel 5.4.2). Die innovative Nutzung von Reststoffströmen, wie Hack- und Sägeresten sowie Industrieholz, kann für zusätzliche Impulse sorgen und Prozesse wirtschaftlicher gestalten.

Weitere Multiplikatoren sind z. B. die **Forstwirtschaftliche Vereinigung Altmark** und die **Forstbetriebsgemeinschaft Südharz** als Bündelungspartner für den privaten Waldbesitz sowie der **Landesverband Sachsen-Anhalt Holz Kunststoffe e. V.** Weiterhin sind im Beirat für den **Themenschwerpunkt „Ressource Holz“ des Fraunhofer IFF** die wichtigsten deutschen Branchenverbände aus Forstwirtschaft, Transportlogistik und Rohholzverbrauch vernetzt.

In Zuständigkeit des **Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE)** wird die Gründung eines **Innovationshub „Zukunft Holz und Klima“** verfolgt, das die Zusammenarbeit der praxiserfahrenen Wirtschaftspartner und der wissenschaftlichen Kompetenzen in Bezug auf Sicherheit, Erhalt und Ausbau der Rohstoffbasis und einer wertschöpfungsorientierten Bereitstellung und Versorgung unterstützen soll. Dabei sind konventionelle Verarbeitungsansätze ebenso im Fokus, wie neuartige bioökonomische Verfahren. Das **MULE** ist in Zusammenarbeit mit diesen Partnern Garant für die Berücksichtigung der sich ändernden Rahmenbedingungen in Bezug auf den Klimawandel und die gesellschaftlichen Ansprüche an den

Wald als Rohstofflieferant und CO₂-Senke. Als relevante Partner des Hubs sind aus heutiger Sicht wesentlich die **NW-FVA**, das **Fraunhofer IFF** sowie die drei größten holzverarbeitenden Unternehmen im Land Sachsen-Anhalt einzubinden.

5.3.2 Landwirtschaft

Die Landwirtschaft ist gemeinsam mit der Ernährungswirtschaft schon jetzt einer der prägenden Sektoren in der Region Mitteldeutschland. Zudem weist sie einen hohen Konzentrationsgrad auf: Historisch bedingt und durch ertragreiche Böden gestützt, bestimmen größere Agrarbetriebe mit teils mehreren 1.000 ha das Bild. Allein in Sachsen-Anhalt erwirtschaften etwa 16 % der Betriebe 66 % des Umsatzes [MULE 2018]. Dies stellt gegenüber der in weiten Teilen Deutschlands vorherrschenden Kleinteiligkeit der Landwirtschaftsbetriebe einen strukturellen Vorteil für die zu etablierenden Rohstoffströme sowie für die Entwicklung und Erprobung neuer Produkte, Prozesse und Methoden, aber auch für notwendige Investitionen in Anlagen und Prozesstechnik dar. So ist die durchschnittliche Betriebsgröße von ca. 270 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche in Sachsen-Anhalt der bundesweit zweithöchste Wert; der Bundesdurchschnitt liegt lediglich bei 61 ha (vgl. Thüringen: 216 ha und Sachsen: 139 ha) [BMEL 2017].

In Kombination mit den in der Region vielfältig vertretenen Kompetenzen in der Agrarwissenschaft, Pflanzenforschung und Pflanzenbiochemie sowie ansässigen Saatzuchtunternehmen stellen sich langfristige Entwicklungschancen dar, die insbesondere in den ländlichen Raum wirken. Zudem ergeben sich in der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe neue Wertschöpfungspfade, auch für Reststoffströme der Landwirtschaft.

Aber auch die Bioenergie hat sich zu einem festen Standbein entwickelt. 2018 lag die Zahl der Biogasanlagen allein in Sachsen-Anhalt bei 415; die installierte Leistung betrug 252 MW [AEE 2018]. Jedoch stehen die Betreiber durch die auslaufende EEG-Förderung unter Druck. Hier könnte die Bioökonomie mit stofflicher Verwertung, aber auch dem Ansatz der Kaskadennutzung, wie Lösungen zur Nutzung von Gärresten (z. B. Rückgewinnung und stoffliche Nutzung von Fasern) unterstützen.

5.3.3 Zucker- und Stärkeindustrie

Die Region Mitteldeutschland ist eines der deutschen Anbauggebiete für Zuckerrüben. Alle drei großen deutschen Zuckerproduzenten sind in Sachsen-Anhalt mit Werken vertreten. Im Mitteldeutschen Revier ist die Zucker- und Stärkeindustrie eng mit der Braunkohle verknüpft, da diese als kostengünstiger Energieträger für die Produktion zum Einsatz kommt. Durch den Kohleausstieg bis zum Jahr 2038 sowie durch die Liberalisierung des europäischen Zuckermarktes mit Wegfall von Mindestpreisen, Produktionsquoten und Exportbeschränkungen im Jahr 2017 besteht insbesondere hier doppelter Handlungsbedarf, der auch eine Chance für die Entwicklung

der Bioökonomieregion darstellt. Auch die Stärkeindustrie ist im Süden des Reviers vertreten.

Sowohl Industriezucker als auch Industriestärke sind bereits bewährte Rohstoffe und werden in der Chemischen Industrie und der Pharmaindustrie eingesetzt. Mit der industriellen Biotechnologie, biobasierten Plattformchemikalien und Kraftstoffen befinden sich weitere Absatzmärkte in der Entwicklung. Insbesondere bei biobasierten Kraftstoffen nimmt Sachsen-Anhalt eine bundesweite Vorreiterrolle ein (s. Kap. 5.4.4).

5.3.4 Chemische Industrie und Kunststoffindustrie

Biomasse ist als Ressource in der Chemischen Industrie seit langem etabliert. Sie hat sich überall dort erhalten oder durchgesetzt, wo technische und ökonomische Vorteile gegenüber fossilen Einsatzstoffen bestehen. Nachwachsende Rohstoffe werden heute meist noch für spezielle Anwendungen eingesetzt. Die technische und ökonomische Machbarkeit bleibt auch künftig Voraussetzung für die Etablierung einer biobasierten Industrie. Um die Potenziale der Bioökonomie voll auszuschöpfen, kommt es darauf an, die Technologieoffenheit zu gewährleisten und diskriminierungsfrei alle Verfahren zu nutzen, die aus ethischer, wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Sicht geeignet sind, die stärkere Nutzung biogener nachwachsender Rohstoffe zu befördern.

Die Chemische Industrie, wie auch die Kunststoffindustrie profitieren von Verbundstandorten, in denen nicht nur gemeinsame Infrastrukturen Synergien erzeugen, sondern auch Rohstoff- und Produktströme zusammengeführt werden. Mit der Ansiedlung einer Bioraffinerie im Industriemaßstab sowie den gebündelten Aktivitäten der bereits im Mitteldeutschen Chemiedreieck agierenden und großteils im **BioEconomy e. V.** organisierten Vorreiter-Unternehmen ist ein Entwicklungskern entstanden, der in unmittelbarer Umgebung zu weiteren Großansiedlungen führen kann. Insbesondere im Raum Leuna / Merseburg, wo die derzeit zentralen Akteure verortet sind, werden bereits jetzt die verfügbaren Flächen knapp.

Eine andere Herausforderung ist die frühe Phase der industriellen Entwicklung von Produkten und Prozessen. Diese stellt jedoch auch eine einmalige Chance dar: Mittels einer geeigneten industrienahen Infrastruktur für Forschung und Entwicklung, die zu einem Teil durch einzelne Institutionen, wie der **Fraunhofer-Gesellschaft** und mehrere F&E-Dienstleistungsunternehmen am Standort bereits heute mit Alleinstellungsmerkmalen etabliert ist, könnte die Region einen internationalen Leuchtturm der Bioökonomie entwickeln. Es gilt, diese zu einem kompakten und sichtbaren Angebot zusammenzuführen und um Komponenten zu ergänzen, die Prozess- und Produktentwicklungen als integrierte F&E-Plattform unterstützen wie auch für Biotechnologie-Unternehmen in der ersten Wachstumsphase Pilot- und Demonstrationsproduktionen ermöglichen. Insbesondere Letzteres schafft einen zusätzlichen Anreiz für junge Unternehmen, die aus der Start-Up-Phase herausgewachsen sind und sich vor einer Standortentscheidung für den Aufbau eigener Produktionsanlagen befinden.

Mittels eines entsprechenden und in der internationalen Fachöffentlichkeit zu etablierenden **Industrial BioEconomy Hubs** könnten Kompetenzen und Dienstleistungen attraktiv gebündelt und nachhaltige Impulse für einen starken Wachstumskern erzeugt werden. Damit würde sich Mitteldeutschland international als attraktiver Ort für die Entfaltung junger und innovativer Unternehmen darstellen, was sich auch positiv auf die gesamte Innovationstätigkeit der Region und die Wertschöpfung im wissensbasierten Sektor auswirkt. In der Konsequenz werden geeignete Flächen benötigt, die es für diese entstehende Industrie zu erschließen gilt.

Weitere Synergien bieten die bestehende Chemie-Infrastruktur sowie die mögliche Kombination mit anderen zentralen Entwicklungssträngen, wie z. B. Grünem Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien (**HYPOS-Konsortium**) oder der Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft (**Netzwerk für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft (NK2)**), initiiert durch das **Fraunhofer IMWS** und mit dem Fokus des Kohlenstoffrecyclings [IMWS 2019]).

5.3.5 Werkstoffe

Biobasierte Materialien können in zahlreichen Einsatzgebieten energieintensive oder fossil basierte Werkstoffe ersetzen. Verschiedene globale Markenunternehmen befinden sich in der Produktentwicklung oder haben erste Verpackungen und Consumer-Produkte auf den Markt gebracht, um das Kundenversprechen der Nachhaltigkeit einzulösen. Insbesondere Verpackungen sind derzeit ein Treiber im Bioplastik-Markt [EU-BIO 2019].

Eine Besonderheit sind kombinierte Werkstoffe, wie Holz-Kunststoff-Komposite, die bereits z. B. in Form von Pflanzgefäßen oder Terrassendielen etabliert sind. Eine anspruchsvollere Anwendung sind Bauteile im Automobilbereich, sowohl im Interieur als auch dort, wo sonst Metallwerkstoffe zum Einsatz kommen.

Biobasierte Werkstoffe befinden sich insgesamt in einem frühen Stadium, bieten jedoch erhebliche Potenziale insbesondere im Verpackungs- und Automotive-Bereich – zwei Branchen, die im Mitteldeutschen Revier tragende Säulen sind. Die Verpackungsindustrie ist zudem eng mit der Ernährungswirtschaft verknüpft. Die hohe Dynamik insbesondere bei biobasierter Plastik mit einem prognostizierten Wachstum von ca. 15 % zwischen 2019 und 2024 [EU-BIO 2019] bietet in einer Kompetenzregion für Chemie und Kunststoffe explizite Wachstumschancen.

5.4 Verfahren und Produkte

Wertschöpfungsketten und Verfahren, die auf biobasierten Rohstoffen und Prozessen beruhen, lassen sich in sämtlichen Branchen finden und anwenden – so in den nachfolgend dargestellten Branchenbeispielen Automobilbau, Bauwesen, Chemie, Energie, Pharmazie und Textilien. Es wer-

den dabei Entwicklungen und Forschungsansätze aufgezeigt, die insbesondere im Land Sachsen-Anhalt bereits vorhanden und ggf. weiter auszubauen sind sowie über hervorragende Anknüpfungspunkte in das gesamte Revier verfügen.

5.4.1 Automobilbau

In der Automobilindustrie ist z. B. die Herstellung von Autoreifen ein wichtiger Aspekt. Diese werden einerseits aus Naturkautschuk, andererseits aus Synthetikautschuk hergestellt. Gerade LKW-Reifen müssen eine hohe Belastbarkeit aufweisen, weswegen diese aus Naturkautschuk von Kautschukbäumen gefertigt werden, da dieser ein deutlich besseres Abriebverhalten gegenüber Synthetikautschuk aufweist. Jedoch ist die Versorgungssicherheit für diesen Rohstoff gefährdet, da u. a. der Pilz **Microcyclus ulei** in Brasilien (Ursprungsland des Kautschuks) ganze Plantagen vernichtet und auch auf den asiatischen Raum überzugreifen droht.

Die Fraunhofer Institute für Angewandte Polymerforschung IAP, für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, für Werkstoffmechanik IWM und für Silicatforschung ISC haben daher die Eigenschaften von Synthetikautschuk so weit optimiert, dass die daraus hergestellten Reifen 30 % weniger Masse als das Äquivalent aus Naturkautschuk verlieren und der Profilverlust nur die Hälfte beträgt. Als Ausgangsstoff für diesen Synthetikautschuk dient Löwenzahn, der – wie der Kautschuk von Kautschukbäumen – zu 95 % aus Polyisopren besteht und einen entscheidenden Vorteil aufweist: Löwenzahn hat eine Generationenfolge von nur drei Monaten statt – wie beim Kautschuk-Baum – sieben Jahren [IISA 2019].

In Sachsen-Anhalt gab es zudem von 2012 bis 2015 ein **Forschungsvorhaben Geruchsoptimierung von Naturfaserverbundstoffen**. Der **Pilot Pflanzentechnologie Magdeburg e.V.** untersuchte dabei die Möglichkeiten zur Minimierung von Geruchsemissionen naturfaserverstärkter Verbundwerkstoffe durch den enzymatischen Aufschluss der Kittsubstanzen innerhalb der Naturfasern. Ziel dabei war u. a., den Einsatz naturfaserverstärkter Werkstoffe auf den Fahrzeuginnenraum zu erweitern [PPM 2015].

Das **Fraunhofer Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS** in Halle entwickelt zudem in einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit jeweils einer Firma aus Wesel und Dresden so genannte UD-Tapes auf biologischer Basis. Es handelt sich dabei um biobasierte Faser-Kunststoff-Verbunde für Leichtbau-Anwendungen insbesondere für die Automobilindustrie. Damit werden metallische Bauteile ersetzt, so dass Autos leichter und damit umweltschonender werden [IMWS 2018].

5.4.2 Bauwesen

Im Bauwesen geht die Tendenz deutschlandweit immer mehr in Richtung des Holzhauses. Gemäß [AN 2020] ist schon jetzt jeder siebte Neubau ein Holzhaus, welches mit seinem geringen Heizwärmebedarf und durch den nachwachsenden Rohstoff Holz ressourcen- und umweltschonend ist. Die deutschlandweite Holzbauquote lag beim Wohnbau (Neubau) im Jahr 2018 bei 17,8 %; in Sachsen-Anhalt lediglich bei 10,6 %, während Baden-Württemberg mit 29,9 % die höchste Quote aufwies [FNR 2019].

Darüber hinaus wurde in Rottleberode/Südharz ein **Holzimpulszentrum (HIZ)** gegründet, welches als Ausbildungs-, Schulungs- und Koordinationszentrum Angebote zur Weiterbildung von Anwendern, wie Handwerker, Architekten und Ingenieure, macht, um ortsansässige Holzbauunternehmen in ihren Kompetenzen zu stärken. Die Weiterbildungsangebote sollen als Schwerpunkt vor allem die am Standort entwickelten Holzwerkstoffe, Bauprodukte und das Holzbausystem Südharz beinhalten [THR 2020].

Im Südharz werden zudem Wärmedämm-Verbundsysteme hergestellt, in denen sich der natürliche Rohstoff Holz mit einem mineralischen Putzaufbau verbindet [Knauf 2020].

Als weiteres Beispiel gibt es in Sachsen-Anhalt derzeit drei Strohballenhäuser: Der Strohballenbau beim Ökodorf Sieben Linden, das Strohballenhaus im Brennesselgarten in Magdeburg und das Wünscher Strohballenhaus. Für Strohballen gilt schon seit dem Jahr 2005, dass diese als Baustoff für Häuser in Deutschland auf dem Vormarsch sind. Dabei werden mit Holzständern stabilisierte Strohballenwände mit Lehm oder Kalk verputzt. Dies soll die Umwelt schonen, da CO₂ beim Wachstum des Getreides gebunden wird und das Stroh ohne großen Herstellungs- und Transportaufwand aus der Region zu beziehen ist. Schon damals belegten offizielle Prüfergebnisse, dass die Strohballen im stark gepressten Zustand die Kategorie „normal entflammbar“ erreichten, was der Mindestanforderung im Baurecht entspricht. Diese Tests waren im Rahmen des **Programms „Regionen aktiv“** durch das **Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL)** gefördert worden. Als zukunftsweisendes Projekt galt der Bau eines dreigeschossigen Strohballenhauses mit 500 m² Wohnfläche im Ökodorf Sieben Linden in der Altmark [HAB 2005].

Am **Fraunhofer IMWS** wird im Rahmen eines anderen Projektes nach Lösungen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit biobasierter Composite gesucht. Zusammen mit einer Firma aus Aschersleben wurde bis Ende 2017 an einer Formel gearbeitet, um das Einsatzverhalten von Holz-Polymer-Werkstoffen vorhersagen und lasttragende Strukturen optimieren zu können. Es besteht eine Spezialisierung auf so genannte WPC-Produkte (Wood Polymer Composite) am Standort Aschersleben, wo Strukturbauteile aus Verbund-Kunststoffen mit Natur-Polymer-Werkstoffen hergestellt werden. Diese dienen als Einsatzstoffe im Interieur- und Exterieur-Bereich in Form von Terrassen- und Sichtschutzsystemen, Ladeböden sowie Schalungen zur Herstellung von Beton-Elementen [IMWS 2020].

Das **Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP** betreibt zudem ein vom **BMWi** gefördertes **Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen**, welches kleine und mittlere Unternehmen und Handwerksbetriebe bei der Digitalisierung und beim Einstieg in so genannte Building Information Modeling (BIM) unterstützt, indem es Demonstrationen für konkrete Anwendungsfälle sowie Präsentationen und Dokumentationen von Best-Practice-Beispielen, Vorträge, Schulungen und verschiedene Veranstaltungsformate durchführt [IBP 2020]. Durch die Projektbeteiligung des Fraunhofer IFF und regionaler Partner ist eine thematische Verknüpfung beider Zukunftsthemen gegeben.

5.4.3 Chemie

Am Chemiestandort Leuna entsteht auf Grund einer aktuellen Ansiedlungsentscheidung eine Bioraffinerie, in welcher Chemikalien auf Holzbasis hergestellt werden und als Basisprodukt für eine Vielzahl von Produkten des täglichen Bedarfs dienen sollen. Aus Laubholz entstehen Bio-Monoethylenglykol (bMEG) sowie funktionelle Füllstoffe, Bio-Monopropylenglykol (bMPG), Industriezucker und Lignin-Derivate.

Der Produktionsstart ist mit einer jährlichen Gesamtkapazität von ca. 220.000 t für Ende 2022 geplant. Es sollen Reststoffe aus Sägewerken sowie nachhaltig zertifiziertes Industrielaubholz aus selektivem Holzeinschlag eingesetzt werden. Das bMEG soll u. a. bei Textilien, PET-Flaschen, Verpackungen und Enteisungsmitteln Anwendung finden. Das bMPG wird hingegen in Verbundstoffen, Arzneimitteln, Kosmetika und Waschmitteln eingesetzt. Lignin-Derivate dienen in der Holzwerkstoffindustrie als Ersatz für fossil-basierendes Phenol. Da Sachsen-Anhalt eine gute Holzverfügbarkeit aufweist und Standort für einige Sägewerke ist, ist der Standort Leuna für dieses Unterfangen gut geeignet [UPM 2020].

Am Standort Leuna befindet sich zudem eine Pilotanlage, in der Bioraffinerieverfahren auf Basis von Lignocellulose entwickelt werden. Diese wird vom **Chemisch-Biotechnologischen Prozesszentrum (CBP)** der **Fraunhofer-Gesellschaft** betrieben [BMEL 2012]. Die Projektlaufzeit betrug drei Jahre (Mai 2010 – April 2013) und legte den Fokus auf die Skalierung eines Holzaufschluss- und Fraktionierungsprozesses, bevor in einer zweiten Phase das Konzept einer holzbasierten Bioraffinerie im Pilotmaßstab umgesetzt wurde [CBP 2020]. Dabei wird Lignin, Cellulosefaser und fermentierbare Kohlenhydrate aus Buchen-Restholz nach dem Organosolv-Verfahren gewonnen. Weitere Entwicklungsprojekte zur Nutzung alternativer Holzsortimente, Stroh oder Rinden schlossen sich an.

Weiterhin wird bereits seit 2013 am Standort Leuna eine Mehrzweck-Fermentations-Anlage im Demonstrationsmaßstab betrieben, welche – neben Scale-up und Lohnfertigung – die Einrichtung erweiterter FuE-Aktivitäten auf dem Gebiet biobasierter Chemikalien sowie Futter- und Lebensmittelzusatzstoffe ermöglicht [IISA 2020].

Ebenfalls in Leuna wurde im Rahmen der Spitzenclusterförderung des **BioEconomy e.V.** ein Prozess zur direkten Produktion von Isobuten durch Fermentation von Zuckerrohstoffen entwickelt [GBE 2017]. Isobuten wird bisher überwiegend aus fossilen Quellen (insbesondere Erdöl) hergestellt. Als wichtiges Derivatmolekül ist es ein Grundbaustein der petrochemischen Industrie, da sich daraus Produkte wie Kunststoffe, organisches Glas, Elastomere und Treibstoffe herstellen lassen. Der neue Prozess setzt auf Zuckerquellen erster Generation (Rübenzucker und Weizenglukose) und auch zweiter Generation (Weizen- und Maisstroh, Holzspäne und andere forstwirtschaftliche Abfälle). Das Fermentationsverfahren wurde im Labor- und Pilotmaßstab weiterentwickelt und in eine Demonstrationsanlage am **Fraunhofer CBP** überführt.

5.4.4 Energie

Drei der größten Bioethanolwerke Deutschlands haben ihren Standort im Land Sachsen-Anhalt, wobei die deutschlandweit größte Produktionsstätte für Bioethanol in Zeitz steht. Überhaupt kamen im Jahr 2018 mit 419.044 t ca. 66,4 % der deutschlandweit erzeugten Bioethanolmenge aus Sachsen-Anhalt [MDR 2019], [STStat 2019].

In Zeitz werden Zucker und Stärke auf Basis von Getreide und Zuckerrüben hergestellt [BMEL 2012]. Die seit 2005 in Betrieb befindliche Bioraffinerie gilt als eine der größten Bioethanolanlagen Europas mit einer jährlichen Produktionskapazität von 360.000 m³ Bioethanol und 260.000 t getrockneten Eiweißfuttermitteln. Bei der Herstellung von Bioethanol aus Zuckersirup kann der Rohstoff direkt vergoren werden, ohne dass vorher eine Rohstoffaufbereitung (wie bei Getreide) erforderlich ist. Das Bioethanol findet derzeit direkt als Kraftstoff Verwendung, könnte aber auch zu den Kunststoffen Bioethylen oder Biopolyethylen weiterverarbeitet werden. Aus der anfallenden Schlempe werden durch mehrstufige Eindampfung, Trocknung und Pelletierung Futtermittel hergestellt [CE 2013]. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die energetische Versorgung dieses Werkes in erster Linie auf Braunkohle beruht und die Bioraffinerie entsprechend derzeit von fossiler Energie abhängig ist.

In Klein Wanzleben steht eine Bioethanolanlage mit einer jährlichen Kapazität von 130.000 m³. Als Basis dafür dienen Zuckerrüben, deren Saccharose durch Fermentierung und Zusatz von Hefen zu Ethanol vergoren wird. Durch Destillation wird die Maische dann in eine alkoholhaltige und eine alkoholfreie Phase getrennt, anschließend durch Rektifikation und Dehydratation Bioethanol sowie durch Eindampfung der alkoholfreien Phase das proteinreiche Futtermittel Vinasse gewonnen [NZ 2019].

Am Standort Zörbig wird eine Bioethanol- und Biomethananlage mit einer Kapazität von 100.000 m³/Jahr betrieben. Die Bioethanolherzeugung basiert auf der alkoholischen Gärung, wobei Stärke aus verschiedenen Getreidesorten mittels Zugabe von Bäckerhefe zu Alkohol umgewandelt und durch Destillation der Alkoholgehalt auf 99,8 % erhöht wird. Das Biomethan

hingegen wird in einer Biogasanlage aus agrarischen Reststoffen, wie der Schlempe aus der Bioethanolproduktion, und Stroh produziert. Dabei entstehen zudem der Biodünger Ammoniumsulfat sowie Humus und flüssige Gärreste [VERBIO 2019].

Für den Fall einer kompletten Umstellung des Verkehrssektors auf Elektromobilität und Wasserstoff kann Bioethanol alternativ als Energieträger im Strom- und Wärmesektor verwendet werden – z. B. in Bioethanol-Kaminen oder Bioethanol-Blockheizkraftwerken zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung. Bioethanol dient darüber hinaus z. B. auch als Basis für Desinfektionsmittel und bietet Potenzial, für weitere stoffliche Nutzungen erschlossen zu werden.

Darüber hinaus wird seit 2014 im Energiepark Zerbst eine Biogasanlage mit nachgeschalteter Aufbereitung auf Erdgasqualität betrieben. Als Rohstoffe zur Herstellung von Biomethan dienen Mais- und Grassilage, Getreideganzpflanzen, Zuckerrüben (auch als Pressschnitzel) sowie Gülle und Hühnertrockenkot. Die ausgegebene Biomethanleistung beträgt 700 Nm³/h. Als Nebenprodukt wird Mehrnährstoffdünger produziert [GETEC 2019]. Ähnliche Anlagen wurden zeitgleich in Elsteraue, Hadmersleben und Niederndodeleben errichtet [GETEC 2014]. Zu Biogasanlagen geforscht wird in Mitteldeutschland u. a. am **DBFZ** und am **Helmholtz UFZ**.

5.4.5 Pharmazie

Das größte pharmazeutische Unternehmen in Sachsen-Anhalt liegt in Dessau-Roßlau. In einer fast 100-jährigen Tradition werden dort Virusimpfstoffe, Gen- und Immuntherapeutika sowie sterile Flüssigkeiten und lyophilisierte (gefriergetrocknete) Biologika entwickelt und gefertigt. Die Entwicklung und Herstellung von Virusimpfstoffen und Biopharmazeutika erfolgt vom Labor über die klinische und kommerzielle Phase hinweg und umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Auftragsentwicklung bis zur -herstellung [IDT 2020].

Darüber hinaus weist Sachsen-Anhalt mehrere Unternehmen bei der Herstellung therapeutischer Proteine auf. Unter anderem werden ein pharmazeutischer Wirkstoff für ein bereits zugelassenes Herzinfarkt-Medikament, andererseits Biopharmazeutika gegen Krebs und Autoimmunerkrankungen produziert. Das letztgenannte Arzneimittel wird mittels Biotechnologie in lebenden Organismen (Bakterien, Hefen, Säugerzellkulturen) hergestellt [IISA 2016].

Mit dem **Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK)** liegt das Zentrum der grünen Biotechnologie in Gatersleben, wo ca. 35 Mio. Euro in 150 wissenschaftliche Projekte geflossen sind. Darüber hinaus wird am **Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie Halle (IPB)** untersucht, wie Pflanzen über Naturstoffe mit ihrer Umwelt in Austausch treten, wobei die Erkenntnisse daraus in die Pflanzenproduktion, die Biotechnologie und Entwicklung von Medikamenten einfließen [IISA 2017]. Auch das **IBAS – Institute of Bioanalytical Sciences der Hochschule Anhalt** ist in diesem Bereich tätig [HSA 2020b].

Während nur 15 % der in Deutschland benötigten pflanzlichen Rohstoffe für Pharmazie, Kosmetik und Nahrungsmittel aus der deutschen Landwirtschaft stammen, steigt gleichzeitig die Verbrauchernachfrage nach pflanzlichen Alternativen im Gesundheits- und Kosmetikbereich kontinuierlich an. Eine Ausweitung des Anbaus im Inland würde nicht nur eine höhere Wertschöpfung für die Landwirtschaft bedeuten, sondern auch einen höheren Anteil biobasierter Rohstoffe und mehr Biodiversität auf den heimischen Äckern erzielen. Arzneipflanzen könnten so einen Beitrag zur Entwicklung des ländlichen Raumes, zur Nationalen Bioökonomiestrategie und zur Biodiversitätsstrategie leisten. Die größte Bedeutung unter den Arzneipflanzen haben Kamille, Lein, Mariendistel, Pfefferminze, Sanddorn, Fenchel, Johanniskraut und Wolliger Fingerhut. Eine Ausdehnung des Anbaus dieser Pflanzen kann, wegen der Fruchtfolgebegrenzungen, allerdings kaum erfolgen, obschon die weiterverarbeitenden Betriebe gern neue Anbauer in ihrer Region gewinnen würden, da sie Qualitätsware aus kontrollierter Produktion bevorzugen und direkte Abnahmeverträge mit Landwirten aus der Region dem Einkauf über Händlern vorziehen. Professionelle Angebote zur Beratung gibt es in mehreren Bundesländern – in Sachsen-Anhalt insbesondere durch den Verein **Saluplanta e.V.** [TASPO 2017].

Zahlreiche Anwendungen bietet das Biopolymer Chitosan im medizinischen Bereich. Ein Beispiel für den Einsatz ist die Zugabe als Bestandteil von Wundauflagen, welche die Wundheilung verbessert und sich als Nahtmaterial auf natürlichem Wege auflöst. Auch Verbandsmaterial und Implantatbeschichtungen profitieren vom Chitosan-Einsatz wegen dessen bakteriostatischer und blutstillender Wirkung. Im **Technologiepark Weinberg Campus** in Halle (Saale) stellt ein Unternehmen sowohl Chitin als auch Chitosan und Chitosan-Derivate für die Pharmaindustrie her und forscht rund um das Chitosan. Das Polysaccharid Chitin fällt in großen Mengen als Abfallprodukt der Krabbenfischerei, aber auch bei der Madenzucht in reiner Form an [IISA 2020]. Letztere wird z. B. durch ein StartUp im Süden der Stadt Leipzig betrieben (siehe auch Kap. 5.4.7).

Ein weiteres Unternehmen am Weinberg Campus ist eines der weltweiten Pionierunternehmen für das sogenannte „Pharming“, die Herstellung von Biopharmazeutika und Biomaterialien mittels Pflanzen als Arzneifabriken. Anfang 2020 wurde die Investitionsentscheidung in neue Produktionskapazitäten am Standort bekanntgegeben [BIOOEKO 2017].

Weiterhin werden seit dem Jahr 2000 in der Altmark Algen, wie die Grünalge Chlorella angebaut. Typischerweise setzt sich diese Mikroalge aus Fett, Ballaststoffen, Kohlenhydraten, Zucker, Pigmenten und insbesondere Rohprotein zusammen und wird in Form von Tabletten zur Versorgung mit Vitaminen verabreicht [Algomed 2017].

In Bernburg entsteht zudem ein Kompetenzzentrum für die Herstellung innovativer pflanzlicher Inhaltsstoffe. Dafür hat ein führendes Unternehmen auf dem Gebiet der medizinischen Hautpflege bereits 3,6 Mio. Euro investiert. Gleichzeitig handelt es sich dabei um ein An-Institut der **Hochschule Anhalt**, dessen Eröffnung Ende Mai 2021 geplant ist. Die Innovation des entstehenden

Kompetenzzentrums liegt in einem hochspezialisierten Extraktionsverfahren, welches eigens entwickelt wurde und sicherstellt, dass die Pflanzenextrakte den besonders hohen Anforderungen medizinischer Hautpflege entsprechen [DERMASENCE 2020].

5.4.6 Textilien

In diesem Absatz geht es vor allem um den Einsatz von biobasierten Chemikalien zur Behandlung von Textilien. Ein wichtiger Bestandteil der Bioökonomie ist der Einsatz von Enzymen als natürlicher Bestandteil besonders in Waschmitteln. Diese bauen z. B. Stärke, Fette und Eiweiße ab und arbeiten dabei deutlich effizienter und umweltschonender als chemische Substanzen. Bei Enzymen handelt es sich um Proteine, welche als Biokatalysatoren fungieren und somit biochemische Reaktionen beschleunigen, weshalb 40 % aller industriell genutzten Enzyme in Wasch- und Reinigungsmitteln Anwendung finden [BMBF 2015].

Für Sachsen-Anhalt sind gegenwärtig zahlreiche Aktivitäten auf dem Gebiet der Enzymproduktion zu finden. Jedoch hat das **Institut für Biochemie und Biotechnologie (Abteilung Naturstoffchemie) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU)** im Jahr 2010 in einer Forschungskooperation mit einem österreichischen Unternehmen eine Charakterisierung neuartiger Lipasen, Phospholipasen und weiterer Industrieenzyme, welche von diesem Unternehmen entwickelt wurden, vorgenommen. Die Lipasen dienen beispielsweise als wirksame Bestandteile von Waschmitteln, Kosmetika, Backmischungen sowie Tiernahrung und ermöglichen hocheffiziente sowie umweltfreundliche Produktionsverfahren, wie bei der Extraktion und Verarbeitung pflanzlicher Fette und Öle oder der Herstellung von Feinchemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen in Bioraffinerien [HALlife 2010].

Beim Gerben von Leder setzt ein Spin-Off der **Hochschule Anhalt** in Bernburg auf einen Extrakt der getrockneten Rhabarberwurzel statt, wie üblich, auf Chromsalze. Eine Bernburger Firma nutzt die Versuchsfelder der Hochschule mit einer Größe von 15-30 ha zum Anbau des anspruchslosen und leicht zu vermehrenden Rhabarbers. Im Vergleich zum Verfahren mit Chromsalzen dauert die Rhabarbergerbung mit fünf Tagen lediglich einen Tag länger als die Gerbung mittels Chromsalzen [NATGEO 2018].

Das **Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung Rudolstadt e. V. (TITK)** forscht seit vielen Jahren an Cellulose-Regeneratfasern als Alternative zu Baumwollfasern. Jüngste Entwicklung ist eine Lyocellfaser, die auf dem Rohstoff Hanf basiert. Neben einem nachhaltigen Herstellungsprozess steht dabei auch die Kreislauffähigkeit des neuen Textil-Materials im Fokus [TXTnet 2021].

Ein StartUp aus Leipzig entwickelt Textilien und Werkstoffe aus bakterieller Zellulose, z. B. einen veganen Ersatz für Leder. Für letzteren wurde es 2019 mit dem Hugo Junkers Preis des Landes Sachsen-

Anhalt ausgezeichnet, wo eine entsprechende Produktion aufgebaut werden soll [JUNKERS 2019].

5.4.7 Algen und Proteine

Dem Thema Algen kommt eine besondere Bedeutung zu, da sich dieses zum einen über mehrere der z. T. zuvor aufgezeigten Branchen erstreckt. Zum anderen hat sich Sachsen-Anhalt zu einem bundesweiten Zentrum der Algenbiotechnologie entwickelt. Der nachwachsende Rohstoff Mikroalgen dient als Ausgangsstoff in der Landwirtschaft (als Futtermittel- oder Düngemittelzusatz), Kosmetik, Energiewirtschaft, Chemieindustrie und Pharmazie. Bei letzterem sind v. a. die gesundheitsfördernden Inhaltsstoffe, wie ungesättigte Fettsäuren (Omega-3), Vitamine, Proteine, blaue Farbstoffe oder Carotinoide ausschlaggebend. Damit können Wirkstoffe entwickelt werden, welche die Entwicklung des Gehirns fördern oder zur Behandlung chronischer Darmentzündungen sowie neurogenerativer Erkrankungen dienen. Auch die Algenbiotechnologie wurde im Rahmen der Technologiefeldanalyse der Innovationsregion Mitteldeutschland als ein wichtiges Zukunftsfeld für den Strukturwandel identifiziert [IRMD 2020].

Wie bereits unter 5.4.4 erwähnt, wurde im Jahr 2000 in Klötze (Altmarkkreis Salzwedel) die weltweit erste industrielle Photo-Bioreaktoranlage in 500 km langen Glasröhren zur Algenproduktion errichtet. Es folgte im Jahr 2012 die Gründung des **Fraunhofer-Zentrums für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP** sowie 2013 die Gründung eines **Biosolarzentrums in Köthen** durch die **Hochschule Anhalt** in Kooperation mit einer Energie- und Umweltfirma aus Dresden. Darüber hinaus wird seit 2018 das vom **Fraunhofer Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI** in Halle und der **Hochschule Anhalt** gemeinsam gegründete **Forschungslabor „Naturstoff-basierte Therapeutika“** zu einem überregionalen Zentrum für algenbasierte Wirkstoffforschung ausgebaut.

Ebenso wird an einer Alge geforscht, die erdölähnliche Kohlenwasserstoffe aus der Zelle absondert, welche wiederum als wichtige Rohstoffe für die Kosmetik- und Chemieindustrie sowie zur energetischen Nutzung dienen sollen. Diese Alge wird in einer sog. „Algen-Tankstelle“ in zu „Milking-Apparaten“ umgebauten Blasensäulen gezüchtet, wobei es gelungen ist, das erdölähnliche Öl bereits während der Biomasseproduktion abzuschöpfen.

Als neueste Initiative soll nun zudem ein **Mitteldeutsches Algen-Zentrum** gegründet werden [IISA 2019b].

Seit dem Jahr 2015 existiert das **ZIM-Kooperationsnetzwerk „Mikroalgen – nachhaltige Quelle hochwertiger Naturstoffe“ (ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand)**. Ziel dieses international ausgerichteten Netzwerkes ist es, die biotechnologische und industrielle Nutzung von Mikroalgen als Quelle für die Herstellung hochwertiger Naturstoffe u. a. in den Anwendungsbereichen Chemie, Pharmazie und Ernährung zu etablieren. Aus Mitteldeutschland ist dabei eine innovative Umwelttechnik-Firma aus Gröditz vertreten, welche moderne und umweltschonende

Technologien für den industriellen sowie kommunalen Abwasserbereich entwickelt und biologische Kläranlagen plant und realisiert. Mitglied ist zudem der **Gesellschaft zur Förderung von Medizin-, Bio- und Umwelttechnologien e.V.** aus Halle (Saale) mit den relevanten Forschungs- und Arbeitsgebieten der phototrophen Verfahren zur optimalen Biomasse- und Produktbildung sowie der Erforschung von Reaktorsystemen und Analytik für Algeninhaltsstoffe. Ebenfalls vertreten ist die **Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg**, deren **Institut für Pharmazie** einen **Lehrstuhl für biogene Arzneistoffe** unterhält, welcher sich mit der Isolierung von Naturstoffen, insbesondere Cyanobakterien, der Strukturaufklärung von Naturstoffen sowie der biologischen Charakterisierung von Naturstoffen und Wirkstoffentwicklung widmet [VC-POINT 2020].

Mikroalgen werden vor allem in der Lebens- und Futtermittelindustrie sehr geschätzt, weil ihr hochwertiges pflanzliches Protein sie zu einer Alternative für tierische und andere Eiweißquellen macht. Das Sonnenlicht wird von den Algen effektiver genutzt als von Landpflanzen und sie weisen zudem den Vorteil eines schnelleren Wachstums auf [BIOCON 2017].

Auf dem Gebiet der Proteingewinnung gibt es in Sachsen-Anhalt aber auch andere Aktivitäten. So betreibt der **Pilot Pflanzenöltechnologie Magdeburg e.V. (PPM)** eine privatwirtschaftliche Forschungseinrichtung, deren Mitglieder sich aus Firmen und Personen aus der Pflanzenzüchtung, Pflanzenöl herstellenden und verarbeitenden Industrie, Biokraftstoffindustrie sowie des Apparate- und Anlagenbaus zusammensetzen. **PPM** ist in die Geschäftsfelder Öle & Fette sowie Proteine gegliedert und bearbeitet Forschungs- und Entwicklungsprojekte dazu. In Magdeburg befindet sich damit eine Versuchsanlage zur Gewinnung und Verarbeitung von Ölen und Proteinen aus nachwachsenden Rohstoffen im kleintechnischen Maßstab [PPM 2020].

Die Forschung des **Charles-Tanford-Proteinzentrums (CTP)** der Universität Halle erstreckt sich von chemischen bis zu medizinisch-biologischen Thematiken und umfasst u. a. die Protein- und Peptidchemie, die Proteinstruktur sowie posttranslationale Proteinmodifikationen, Membranproteine, die Rolle von Proteinen im RNA-Metabolismus und in der Tumorentstehung. Es beherbergt auch das Zentrum für Innovationskompetenz „**ZIK HALOmem – membrane structure and dynamics**“, das sich mit Membranproteinen und zentralen Serviceeinrichtungen für Massenspektrometrie sowie bildgebende Verfahren befasst [CTP 2020].

Mittels Nutzung von Abwärmequellen und organischen Reststoffen gewinnt ein StartUp im Landkreis Leipzig aus den Larven der Schwarzen Soldatenfliege Proteine, die z. B. als Tierfutter eingesetzt werden. Die Prozesse werden dabei so entwickelt, dass sie in Containerbauweise modular erweiterbar sind [StartUpMD 2020].

5.5 Forschung und Lehre / Wissenstransfer

Wie schon dargelegt, ist der Forschungsgegenstand bei der Bioökonomie sehr breit gefächert und führt zu einem branchenübergreifenden Innovationspotenzial in sowohl etablierten als auch neuen Wertschöpfungsketten. Daher ist es notwendig, die verschiedenen Forschungszweige und Wissensbereiche zu vernetzen und zu integrieren. Dies beinhaltet sowohl die Verknüpfung von natur-, sozial-, und technikwissenschaftlichen Zweigen als auch von angewandter Forschung und experimenteller Entwicklung, welche die Brücke in die Märkte schlagen. Ein besonderes Merkmal stellt die Zeitspanne von der Entwicklung bis zur Implementierung von Prozessen oder marktreifen Produkten dar. Diese ist meist von langen Entwicklungszeiträumen geprägt.

Wesentlich für eine nachhaltige Bioökonomiestrategie ist eine ganzheitliche Betrachtung. So werden mögliche Zielkonflikte (z. B. Teller-Tank-Diskussion) frühzeitig erkannt und der Einsatz von biologischen Ressourcen unter Einhaltung der Nachhaltigkeitsziele des Landes den Anwendungen mit dem bestmöglichen wirtschaftlichen und ökologischen Nutzen zugeführt. Die Notwendigkeit, neben den sozialen und wirtschaftlichen Effekten auch ökologische Auswirkungen zu beachten, zeigt auf, wie elementar ein interdisziplinärer Wissenschaftsansatz für die optimale Gestaltung des bioökonomischen Wirtschaftens ist. Somit stellt der stetige Ausbau der Wissensbasis bezüglich biologischer Prinzipien, Systeme und Verfahren das Fundament dar.

Andere Zukunftstechnologien ermöglichen, das gesamte Potenzial von bioökonomischen Anwendungen und Technologien zu entfalten. Darunter fallen z. B. die Digitalisierung, Automatisierung und auch die künstliche Intelligenz. Insbesondere die Digitalisierung birgt erheblichen Nutzen für die Ausgestaltung von biobasierten Produkten und Prozessen sowie für die Erfassung von ökologischen Belastungsgrenzen. Als Querschnittstechnologie ist die Digitalisierung essenziell für die Erhebung und intelligente Vernetzung von Daten. Dadurch können die Nutzung von biologischem Wissen und die Vernetzung verschiedener Forschungsdisziplinen unterstützt sowie auch zum jetzigen Zeitpunkt unbekanntes Anwendungsmöglichkeiten geschaffen werden [BMBF & BMEL 2020].

Aktuelle globale Entwicklungen, wie z. B. der Klimawandel mit den einhergehenden Herausforderungen für die Agrar- und Forstwirtschaft und die zunehmende Weltbevölkerung, stellen besondere Ansprüche an die Bioökonomie. Es gilt, wissenschaftlich zu untersuchen, wie land- und forstwirtschaftliche Böden zukünftig, unter sich ändernden Klima- und Wetterverhältnissen, nachhaltig sowie ertragreich bewirtschaftet werden können.

6. Potenziale der Bioökonomie

Die Bioökonomie ist für das Mitteldeutsche Revier ein Zukunftsfeld mit hohen Gestaltungs- und Wachstumspotenzialen. Zum einen sind die Magdeburger Börde und die Leipziger Tieflandsbucht als ertragreiche Agrarlandschaften bekannt, zum anderen ist die Region von walddreichen Gebieten umgeben. Damit ist die klassische Bioökonomie im gesamten mitteldeutschen Raum als Rohstofflieferant einer biobasierten Wirtschaft leistungsstark aufgestellt. Weiterhin verfügt die Region mit der Chemischen Industrie und der Kunststoffindustrie über zentrale Wirtschaftsakteure, für die ein alternativer, regional verfügbarer Rohstoff eine Perspektive bietet bzw. von denen dieser bereits genutzt wird. Zudem gibt es in den Branchen Automotive und Verpackungen relevante Marktakteure im Bereich der Produkte und Anwendungen. Nicht zuletzt bieten Vorleistungen und wissenschaftliche Kompetenzen (siehe Kap. 3) einen erheblichen Wettbewerbsvorsprung, den es vor den aktuellen Entwicklungen zu nutzen gilt.

Durch eine intelligente Verknüpfung von Wirtschaft und Umwelt besteht zudem die Möglichkeit, den größtmöglichen Nutzen aus wirtschaftlichen Aktivitäten sowie Ökosystemdienstleistungen für die Allgemeinheit zu generieren. Gleichzeitig stellt eine Ausrichtung, die im Einklang mit Ökosystemgrenzen steht, eine strategisch langfristig ausgerichtete Wettbewerbsfähigkeit dar, von der insbesondere auch nachfolgende Generationen profitieren können.

6.1 Beschäftigung und Wachstum

Durch die Erweiterung der Rohstoffbasis in der Bauwirtschaft, der Chemischen Industrie und Kunststoffindustrie sowie bei Werkstoffen verfügt die Bioökonomie über vielfältige Potenziale für Wertschöpfung, Innovation und Arbeit. Zwar werden auch Stoffströme ersetzt, jedoch sorgt bereits die regionale Gewinnung und Veredelung der Rohstoffe für zusätzliche Marktteilhabe insbesondere in der Land- und Forst- sowie Holzwirtschaft (somit im ländlichen Raum) sowie in der Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft. Perspektivisch könnten vor dem Hintergrund des Kohleausstiegs und der Tagebaurestlöcher auch Aquakulturen und andere bioökonomierelevante Nutzungen in den Fokus rücken. Ebenso sind neue Impulse im Anlagenbau für Industrieanlagen und in der Logistik, aber auch in der dezentralen Vorbehandlung nachwachsender Rohstoffe zu erwarten. Nicht zuletzt erhöht sich der Innovationsgrad auch bei Produkten und Anwendungen und öffnet Optionen für Markterschließung und -erweiterung.

¹ Erwerbstätigenrechnung des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt, Durchschnittswert für das Jahr 2019, abgerufen am 21.03.2020

² Das Mitteldeutsche Revier setzt sich auf Basis der derzeit gültigen Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) zum Modellvorhaben „Unternehmen Revier“ in ihrer aktuellen Fassung vom 15.11.2019 aus folgenden Gebietskörperschaften zusammen: Landkreis Altenburger Land, Landkreis Anhalt-Bitterfeld, Burgenlandkreis, Stadt Halle (Saale), Landkreis Leipzig, Stadt Leipzig, Landkreis Mansfeld-Südharz, Landkreis Nordsachsen, Landkreis Saalekreis.

³ Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Statistisches Monatsheft 02/2019

⁴ Arbeitgeberverband Nordostchemie, Stand 30.09.2018, abgerufen am 21.03.2020

Bereits jetzt sind in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Fischerei eine Vielzahl von Beschäftigten tätig. Allein in Sachsen-Anhalt z. B. zählen diese insgesamt 20.100 Erwerbstätige¹, davon ca. 7.000 im sachsen-anhaltischen Teil des Mitteldeutschen Reviers.² Auch in der Ernährungswirtschaft des Landes sind ca. 22.400 Menschen erwerbstätig.³ Wird die Bioökonomie im Hinblick auf die Zukunftssicherung energieintensiver Bereiche, wie der Chemischen Industrie betrachtet, kommt Sachsen-Anhalt mit Schwerpunkt im Chemiedreieck um Leuna, Schkopau, Bitterfeld und Zeitz auf mehr als 19.000 Beschäftigte⁴. Die Chemische Industrie steht durch steigende Energiepreise und den CO₂-Emissionszertifikatehandel in Europa unter Druck. Größere Investitionen wurden in den vergangenen Jahren eher im außereuropäischen Ausland getätigt [VCI 2018]. Die Bioökonomie kann als Konzept dienen, die Attraktivität der mitteldeutschen Industriestandorte auch für Neuansiedlungen zusätzlich zu den von den Standortbetreibern entwickelten Stärken zu erhöhen. Dass dies möglich ist, darauf weisen die 2019/2020 aus diesem Sektor kommenden Investorenanfragen inkl. der ersten Schlüsselansiedlung mit einem Investitionsvolumen von 500 Mio. Euro und voraussichtlich 200 Arbeitsplätzen hin.

6.2 Landwirtschaft

Da die auf Wiesen, Äckern und in Wäldern erzeugte pflanzliche Biomasse das Fundament einer biobasierten Wirtschaft bildet, stellen Land- und Forstwirtschaft tragende Säulen dar. Landwirte haben mittlerweile ihr Arbeitsfeld signifikant erweitert, indem sie z. B. Industrie- und Energiepflanzen (Raps oder Mais) sowie Nebenprodukte (Gülle oder Stroh) für die Industrie und energetische Nutzung erzeugen. Aus pflanzlichen Rohstoffen entstehen u. a. in Fermentern Ausgangsstoffe für biobasierte Kunststoffe sowie andere Chemikalien oder in Biogasanlagen in Kombination mit Blockheizkraftwerken (BHKW) Strom, Wärme und Kraftstoffe.

Wichtige zu entwickelnde und für den Ausbau der Bioökonomie erforderliche Bereiche werden im Folgenden beschrieben. Beim Ackerbau werden vermehrt „intelligente“ Traktoren und Erntemaschinen eingesetzt, welche mit Sensortechnik, Bordcomputern und Satellitennavigation ausgestattet sind und somit den Zustand des Pflanzenbedarfes erfassen, mit programmiertem Düngebedarf abgleichen, mit Geodaten kombinieren und somit punktgenau auf Boden und Nährstoffbedarf der Pflanzen abgestimmt düngen. Die Präzisionslandwirtschaft hilft somit, Agrarflächen bedarfsgerecht, umweltschonend und energiesparend zu bewirtschaften und somit sowohl Düngemittel als auch Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Auch in der Tierhaltung kommen vermehrt Hightech-Sensoren zur Steuerung der bedarfsgerechten Trinkwasser- und Futtermittelgabe zum Einsatz. Solche Technologien sollen auch in Zukunft den Ressourcenverbrauch reduzieren und eine nachhaltige Landwirtschaft voranbringen. Ein Kompetenzträger im Mitteldeutschen Revier ist hier das **Lehr- und Versuchsgut Köllitsch** des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie im Landkreis Nordsachsen.

Weitere innovative Forschungsansätze gibt es bereits unter dem Dach von **PLANT 2030**, wozu die vom **BMBF-Förderinitiative „Pflanzenbiotechnologie für die Zukunft“** und Förderprojekte im Rahmen des **transnationalen Programms „PLANT-KBBE“** gehören [BMBF 2016].

Besondere Herausforderung in der Landwirtschaft ist die globale Nachfrageentwicklung, da aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung der Bedarf an Lebensmitteln stetig steigt und dem nicht einfach durch verstärkten Pflanzenanbau begegnet werden kann. Angestrebt wird eine Verbesserung der angebauten Nutzpflanzen und innovative sowie umweltschonende Anbaumethoden mit dem Ziel einer Ertragssteigerung bei Nutzpflanzen und dem Ausbau der Sortenvielfalt. Es sind dabei insbesondere Sorten gefragt, die widerstandsfähig gegenüber Stressfaktoren wie Trockenheit, Nährstoffmangel und Salzüberschuss sind [BMBF 2016].

Die Pflanzengenomforschung stellt einen wichtigen Baustein innerhalb der Pflanzenzüchtung und damit im Zuge des Ausbaus der Bioökonomie dar. Dabei wird untersucht, wie sich Pflanzen über Jahre hinweg variierenden Umweltbedingungen angepasst haben, welche Eigenschaften in traditionellen Sorten genetisch verankert und unter Umständen im Laufe der modernen Züchtung verlorengegangen sind. Neben Studien an Modellpflanzen werden Nutzpflanzen von Forschern in Zusammenarbeit mit Unternehmen bis zur Molekülebene untersucht, so dass z. B. – trotz seiner Größe und Komplexität – das Gerstenerbgut fast vollständig entziffert werden konnte. Dazu hat ein internationales Konsortium unter Führung von Wissenschaftlern aus Gatersleben eine gründliche Inventur des Gerstengenoms vorgenommen und einen umfassenden Genkatalog erstellt, woraus aufbauend neue Sorten entwickelt werden sollen. Ähnliche Sequenzier-Projekte gibt es für andere Nutzpflanzen, wie z. B. die Zuckerrübe [BMBF 2016].

Ein weiteres Themenfeld ist der Öko-Landbau. Hier wird besonders Wert auf geschlossene Betriebskreisläufe gelegt, weshalb das Futter für die Tiere vorwiegend im eigenen Betrieb angebaut und zugleich auf leicht löslichen Mineraldünger und chemischen Pflanzenschutz verzichtet wird. Die Böden werden mit Mist und Gülle gedüngt und es werden regelmäßig Früchte, wie Ackerbohnen, Erbsen oder Klee, welche die Fruchtbarkeit des Bodens verbessern, angebaut. Dabei ist auch die Höhe des Ertrages im Ökolandbau ein wichtiges Thema, insbesondere weil die Nachfrage nach Bioprodukten in der Bevölkerung wächst.

Bei der Frage nach Landnutzung und Bodenfruchtbarkeit gilt z. B. das Potenzial von Leguminosen noch nicht als ausgeschöpft. Diese Pflanzen verfügen über Knöllchenbakterien an ihren Wurzeln, die Stickstoff aus der Luft fixieren und sind ein wertvoller Eiweißlieferant. Die Bundesregierung fördert im Zuge der Eiweißpflanzenstrategie Projekte zu Anbau und Züchtung von Lupinen, Soja, Erbsen und Ackerbohnen [BMBF 2016]. In den nächsten Jahren wird eine weitere Steigerung des Anteils des Ökolandbaus in der Landwirtschaft angestrebt. Die Vereinbarkeit mit dem wachsenden Biomassebedarf durch eine biobasierte Wirtschaft muss geprüft werden, sollte im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie jedoch die Zielstellung sein.

Mit Blick auf die Sicherung der Ernährungsgrundlage einer wachsenden Weltbevölkerung steigt auch der Bedarf an Lebensmitteln tierischer Herkunft voraussichtlich weltweit um das Doppelte bis zum Jahr 2050, weswegen einer ressourcenschonenden und artgerechten Tierhaltung eine besondere Bedeutung zukommt. Zur besseren Kompetenzvernetzung in der Agrar- und Ernährungsforschung sowie zur Erforschung züchterisch interessanter Merkmale und zur tierischen Gesundheit in der Nutztierhaltung existieren Förderprojekte verschiedener Ministerien, wobei die Forscher mit Unternehmen der Milch- und Futtermittelindustrie kooperieren. Im Rahmen transnationaler Projekte im europäischen **ERA-Net** „**ANIHWA – Animal Health and Welfare**“, welche von **BMBF** und **BMEL** gefördert werden, findet eine Beschäftigung mit dem Aspekt Tiergesundheit und Tierwohlergehen statt, wobei es insbesondere um eingeschleppte Krankheitserreger, die schnelle Identifizierung und Isolierung erkrankter Tiere sowie neue Diagnoseverfahren und Impfstoffe geht. Darüber hinaus werden neue Wege im Umgang mit Antibiotika und Alternativen zum Antibiotikaeinsatz erarbeitet sowie Möglichkeiten erforscht, Emissionen (Methan, Phosphor und Stickstoff) in der Tierhaltung zu senken und Überdüngung zu vermeiden. Es wird in der Bioökonomie gezielt verfolgt, diese emittierten Stoffe in einem intelligenten Kreislauf als Rohstoff für andere Produkte zu nutzen [BMBF 2016].

Ein weiteres Thema sind Aquakulturen. Darunter ist die kontrollierte Aufzucht, Haltung und Vermehrung aquatischer Organismen – sowohl Fische als auch andere Süß- und Meereswasserbewohner, wie Muscheln und Algen – zu verstehen. Weltweit zählt diese mit einer jährlichen Wachstumsrate von 5 bis 8 % zu den am stärksten wachsenden Sektoren der Lebensmittelindustrie. Die Aquakultur reicht in Deutschland von naturnahen, extensiv bewirtschafteten Teich- über Durchfluss- bis zu geschlossenen Warmwasserkreislaufanlagen. Da in Deutschland im internationalen Vergleich auf diesem Gebiet jedoch Aufholbedarf gesehen wird, haben Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft im Zuge einer EU-Verordnung einen „**Nationalen Strategieplan Aquakultur**“ (**NASTAQ**) zur Formulierung von Maßnahmen ausgearbeitet.

Auch hier wird auf eine Kaskadennutzung abgezielt. So soll durch Wiederverwendung des gereinigten Wassers sowie Nutzung von Abwärme aus Biogasanlagen Aquakultur-Kreislaufanlagen zunehmend vom Wasser auf das Land verlegt und wirtschaftlich attraktiv werden. Neue Ansätze sind zudem in der Aquaponik sowie dem Urban Farming zu finden. Bei Aquaponik-Systemen handelt es sich um weitgehend geschlossene Anlagen, in denen Nährstoffe, Stoffwechselprodukte, Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) wiederverwertet werden. Beim Urban Farming handelt es sich hingegen um eine Zukunftsvision, um die Nachfrage nach regionalen Produkten mit zu bedienen und vor Ort anfallende Rest- und Abfallstoffe sowie Abwärme gezielt zu nutzen [BMBF 2016].

6.3 Forstwirtschaft

Die Rolle der Forstwirtschaft hat in Sachsen-Anhalt gegenüber anderen Bundesländern eine etwas geringere Bedeutung, weil es mit 26 % Waldfläche ein vergleichsweise waldarmes Bun-

desland ist. Die größten Waldflächen des Landes weisen der Harz, der Fläming und die Dübener sowie die Colbitz-Letzlinger Heide auf. Mit ca. 50 % nimmt die Kiefer die Hälfte der Waldfläche, gefolgt von Eiche (13 %) und Fichte (10 %), ein. Laubbaumarten werden wenig nachgefragt, zumal vielfach Gründe für deren Nichtverfügbarkeit (wie z. B. Schutzkategorien) vorliegen [MULE 2020], [NW-FVA 2020].

Der sachsen-anhaltische Wald erstreckt sich über eine Fläche von 500.000 ha, von denen sich 54 % im Eigentum von Privatwaldbesitzern befinden. Die heimischen Wälder bilden eine wichtige Grundlage für die regionale Holzwirtschaft, wobei die Forstwirtschaft auf die Erhaltung der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes abzielt [MULE 2020]. In Sachsen-Anhalt befinden sich daher wichtige Industrieunternehmen, welche Holz als Rohstoff verwenden, wie z. B. die Zellstoffindustrie und in naher Zukunft auch die biobasierte Chemieindustrie.

Im Jahr 2012 wurden – um die Konkurrenzfähigkeit des Clusters Forst und Holz in Sachsen-Anhalt beurteilen zu können – dessen Strukturen analysiert, wobei herauskam, dass in rund 2.000 Unternehmen im Cluster ca. 17.500 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt sind. Der Umsatz in den Branchen, welche zu ca. 80 % dem Holzbau sowie dem holzbe- und -verarbeitenden Gewerbe zuzuordnen sind, beläuft sich auf 2 Mrd. Euro, womit Sachsen-Anhalts Cluster Forst und Holz im bundesweiten Vergleich der Umsätze auf Rang 13 liegt [NW-FVA 2017].

Bei der Prognose der Waldentwicklung sowie der forstlichen Nutzungspotenziale (erfolgt für 2012 bis 2042) erhöht sich der Flächenanteil des Laubholzes von ca. 44 % auf 50 %, während die Kiefer (häufigste Baumart in Sachsen-Anhalt) infolge des Waldumbaus einen Rückgang von 43 % auf 34 % aufweist. Ähnliche Tendenzen zeigen sich bei der Vorratsentwicklung. Bei Kiefer und Fichte nimmt der Vorrat kontinuierlich ab, bei allen Laubbaumartengruppen sind hingegen Vorratsanstiege zu verzeichnen. Der gesamte Derbholzvorrat erhöht sich von knapp 136 auf 145 Mio. m³, wobei die jährlichen Nutzungspotenziale bei der Buche im Bereich von 300.000 m³ und bei der Eiche in einer Größenordnung von 400.000 m³ liegen. Bei der Fichte beläuft sich das jährliche Nutzungspotenzial auf ca. 700.000 m³ und bei der Kiefer auf 1,6 Mio. m³. Über alle Baumartengruppen beträgt das jährliche Nutzungspotenzial im Mittel 7 m³/ha und der mittlere Zuwachs etwa 8 m³/ha.

Der Kohlenstoffvorrat aller betrachteten Speicher (Waldboden, lebende ober- und unterirdische sowie tote Baumbiomasse, Holzprodukte, Substitutionseffekte) betrug im Jahr 2012 rund 112 Mio. t C, wobei 50 % im Waldboden und 40 % in der lebenden Baumbiomasse zu finden waren. In einem unterstellten Waldentwicklungsszenario soll der Gesamtkohlenstoffvorrat der Speicher bis zum Jahr 2042 auf 230 Mio. t C ansteigen, wobei die stoffliche und energetische Nutzung des Holzes und deren Potenzial, andere energieintensiver herzustellende Produkte und fossile Brennstoffe zu ersetzen, eine entscheidende Rolle spielt. Der Anteil der Holzprodukte und deren Substitutionseffekte am gesamten Kohlenstoffvorrat beträgt am Ende des Betrachtungszeitraumes rund 43 %. Da Nadelhölzer eine höhere Kohlenstoffspeicherleistung erbringen als Laubhölzer, müssen mit Blick auf den Beitrag zum Klimaschutz daher beim Aufbau stabiler Mischbestände angemessene

Nadelholzanteile berücksichtigt werden, zumal das Nadelholz die Rohstoffbasis des Holzbaus darstellt [NW-FVA 2017].

6.4 Industrie und Gewerbe

In erster Linie fungiert Sachsen-Anhalt hinsichtlich Industrie und Gewerbe als Standort für die Chemische Industrie sowie die Kunststoffverarbeitung, welche traditionell die gesamte Wertschöpfungskette von der Basischemie bis zur weiterverarbeitenden Industrie umfasst. Darüber hinaus dienen als neue Anwendungsfelder insbesondere der automobiler Leichtbau und Erneuerbare-Energien-Anlagen (v. a. Photovoltaik und Windenergie) [VDI/GIB 2013].

6.4.1 Chemische Industrie

Mit über 200 Betrieben ist die Chemische Industrie ein bedeutender Wirtschaftszweig in Sachsen-Anhalt (siehe Standorte in Abbildung 2), wobei die Chemie- und Kunststoffbranche durch kleine und mittlere Unternehmen geprägt ist; nur 10 % aller Chemiebetriebe gelten als Großunternehmen, erwirtschaften aber mehr als die Hälfte des Umsatzes. Nachfolgend werden die sechs großen Chemiestandorte mit ihren Kompetenzprofilen aufgeführt [VDI/GIB 2013]:

» **Chemiestandort Leuna:**

BioEconomy e.V. | Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse (CBP) | Wasserstofftechnik der Linde Group | Mehrzweckfermentationsanlage der EW Biotech | Ansätze der klimaneutralen Nutzung von Kohlenstoffträgern und der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft

» **ChemiePark Bitterfeld-Wolfen:**

FuE in den Bereichen Feinchemie, Pharmazie, Agrochemie und Katalysatoren | OLED-Technologie und funktionelle Beschichtungen | Wasseraufbereitung mittels Ionenaustauscher | Pilotanlage für gekrümmtes Graphen der Skeleton Technologies Group

» **Chemie- und Industriepark Zeitz:**

Kompetenzzentrum für industrielle Verwertung von Biomasse | mittelständische Unternehmenscluster in den Bereichen „circular economy“ (Puraglobe, Remondis PET Recycling) und Biomasseverarbeitung (Interstarch, Bioraffinerie Elsteraue)

» **Dow ValuePark Schkopau:**

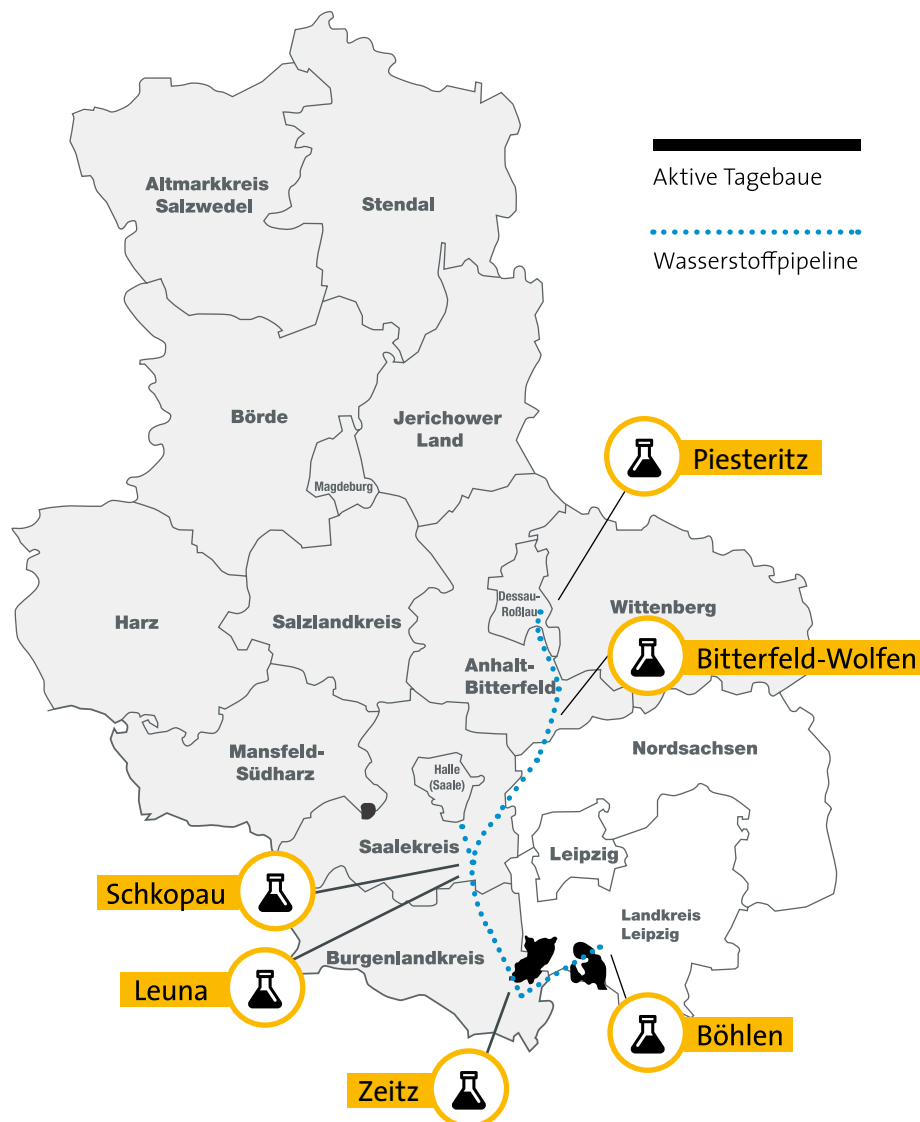
Kompetenzzentrum für Synthetikgummi und PET | Fraunhofer Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung | Modultechnologiezentrum des Fraunhofer Zentrums für Silizium-Photovoltaik (CSP)

» **Agro-Chemie Park Piesteritz:**

Harnstoff und Ammoniumsulfat als Dünger | kombinierte Biodieselanlage mit Ölmühle | Biomasseheizkraftwerk der Stadtwerke Leipzig | CO₂-Verflüssigungsanlage von Air Liquide

» **Industriestandort Böhlen-Lippendorf:**

Braunkohlekraftwerk Lippendorf | Cracker für Ethylen, Propylen und Ausgangsstoffe für Kunststoffe, Farben, Klebstoffe und Kosmetika | Technische Gase | Gipsplattenproduktion | Edelstahlherstellung



» Abbildung 2: Chemieindustrie in Sachsen-Anhalt und im Mitteldeutschen Revier

Als besonderer Meilenstein gilt die effiziente Nutzung von Biomasse als ergänzender oder substituierender Rohstoff in der chemischen Industrie. Darüber hinaus gilt es, die Wertschöpfungsketten Holz, Biotechnologie und Chemie zu vereinigen, Kaskaden- und Koppelnutzungsansätze bei biogenen Rohstoffen zu nutzen und Biomasse aus CO₂ mittels photosynthetischer Organismen aufzubauen [VDI/GIB 2013].

6.4.2 Nachwachsende Rohstoffe

Da Sachsen-Anhalt Standort des größten Zellstoffwerks Deutschlands sowie zweier Holzwerkstoffproduzenten und mehrerer Großsägewerke ist, liegt der Gesamtbedarf der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie bei jährlich 5 Mio. Festmeter (Fm). Somit fokussiert sich die stoffliche Biomassenutzung in Sachsen-Anhalt auf die Holzbe- und -verarbeitung sowie die Papier- und Zellstoffindustrie, aber auch – wenn auch in deutlich geringerem Maße – auf Bau- und Dämmstoffproduzenten sowie auf die Herstellung biologisch abbaubarer Werkstoffe.

Möglichkeiten, die Biomassepotenziale im Mitteldeutschen Revier zu erhöhen, werden u. a. in Grünlandwirtschaft gesehen, indem für den Grünlandaufwuchs (Grünfutter, Heu, Silagen) wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle stoffliche Nutzungspfade identifiziert werden. Dieser Ansatz kann mit wertvollen Ökosystemleistungen verbunden werden, jedoch bedarf es weiterer Forschung und eines Wissenstransfers in die Landwirtschaft. Zudem gilt es z. B. in Sachsen-Anhalt, ein noch zur Verfügung stehendes Getreidestrohpotenzial mit ca. 1 Mio. t zu erschließen. Weiterhin kann eine stärkere Nutzung von Bioabfällen für die Biogaserzeugung erfolgen und somit Vorrang vor einer direkten Kompostierung und thermischer Verwertung erhalten. Ziel ist, dass Chemieunternehmen in Deutschland 50 % mehr nachwachsende Rohstoffe als gegenwärtig für ihre Verfahren nutzen [VDI/GIB 2013, DAFA 2015]. So werden mit Auslaufen der Förderung viele Biogasanlagen nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben sein. Die Biomasse, die bisher zu Biogas umgesetzt wurde, stünde dann für andere Prozesse zur Verfügung.

6.4.3 Fein- und Spezialchemikalien, Kunststoff und Kautschuk

Die Feinchemie, welche in Sachsen-Anhalt eine große Tradition aufweist, steht durch einen wachsenden Wettbewerbsdruck aus China und Indien vor großen globalen Herausforderungen. Innovationen, welche auf diesem Gebiet anzustreben sind, können bessere Katalysatoren, energieeffizientere Stoffumwandlungsprozesse, neue Synthesewege sowie eine Umstellung von diskontinuierlichen auf kontinuierliche Prozesse sein.

Für den Bereich der Kunststoffverarbeitung wurde in den Jahren 2008 und 2009 in Sachsen-Anhalt ein Roadmap-Prozess „Technologie Spritzguss“ durchgeführt und sich anschließend der Profil- und Folien-Extrusion gewidmet. Angestrebt wird insbesondere, die Kompetenzen der

Kunststoff- mit denen der Recyclingindustrie zusammenzuführen und eine clusterübergreifende Roadmap aufzustellen.

Der europaweit größte Kautschuk-Produzent in Schkopau hat im Jahr 2012 eine Produktionslinie in Betrieb genommen, um die Produktion von Kautschuk für Hochleistungs-Reifen um ca. 50.000 t jährlich zu erweitern. Bei den so genannten Hightech-Pneus wird der Rollwiderstand gegenüber herkömmlichen Reifen um 20 bis 35 % reduziert. Seit Ende 2012 gilt ein EU-Energieeffizienz-Label für Reifen [VDI/GIB 2013]. Darüber hinaus produziert ein Merseburger Chemieunternehmen so genanntes Bio-Celain – ein Material, das aussieht wie Porzellan, jedoch Gebrauchseigenschaften von Plastik aufweist. Es zerbricht nicht, lässt sich handhaben wie Plastik und verrottet auf Wunsch wie Gartenabfall. Es handelt sich dabei um einen Biopolymer-Keramik-Hybrid-Kunststoff auf Basis von Bernsteinsäure, welche wiederum aus Stärke und Zucker fermentiert wird. Während normales Plastik auf Erdölbasis 450 Jahre braucht, um zu verrotten, zerfällt das Bio-Porzellan in nur 2 Jahren komplett [MZ 2020].

6.4.4 CO₂ als Rohstoff

Zur Erschließung stofflicher Nutzungsmöglichkeiten gehört auch die Untersuchung und Weiterentwicklung möglicher Routen der CO₂-Aktivierung, wie z. B. die intelligente Herstellung hochenergetischer Reaktionspartner für CO₂. Zielprodukte sollen zukünftig v. a. synthetisierbare Polymere sein, deren Materialeigenschaften zu untersuchen und eine Marktfähigkeit aufzuzeigen sind. Durch die aktuellen Bestrebungen, CO₂-Emissionen weitgehend zu minimieren, wird eine CO₂-basierte Wirtschaft jedoch möglicherweise in Zukunft an Relevanz verlieren.

6.5 Umwelt und Lebensqualität

Mit einer frühzeitigen Beteiligung und intensiven Öffentlichkeitsarbeit bietet eine nachhaltige Bioökonomie den Menschen vor Ort die Chance, sich positiv mit ihrer Region und hier im speziellen der Wirtschaft zu identifizieren. Zudem profitiert die Bevölkerung von der höheren Wertschöpfung und hochwertigen Arbeitsplätzen. Ggf. können auch die direkt vor Ort hergestellten Produkte einen unmittelbaren Mehrwert bieten und transportbedingte CO₂-Emissionen vermieden werden. Durch die Einbindung regionaler Verwaltungen und lokaler Akteure können regionalspezifische Anforderungen und ungenutzte Potenziale identifiziert werden. Für eine lokale Weiterverarbeitung biogener Rohstoffe zu innovativen höherwertigen Produkten ist ein Vorhandensein von qualifizierten Fachkräften sowie entsprechender Infrastruktur und Nahversorgungsangeboten notwendig. Insbesondere für die Entwicklung ländlicher Räume bietet eine aktive Einbindung einer bioökonomischen Wirtschaftsweise Potenziale für eine Steigerung der Lebensqualität.

Biodiversität

Eine auf nachwachsenden Rohstoffen basierende Wirtschaft erfordert ein Höchstmaß an Abstimmung mit den Belangen von Umwelt und Natur sowie der Nahrungsmittelversorgung inner- und außerhalb der Grenzen Deutschlands. Die Potenziale der Bioökonomie können langfristig und damit nachhaltig nur ausgeschöpft werden, wenn Zielkonflikte vermieden und von Beginn an die ökologischen Grenzen beachtet werden. Der Erhalt unberührter Naturräume und der Biodiversität dürfen nicht gefährdet werden. Komplexe, ökosystemare Zusammenhänge und planetare Kreisläufe müssen verstanden werden, um die Grenzen einer nachhaltigen Bioökonomie frühzeitig zu erkennen und nicht zu überschreiten.

Dementsprechend gelingt Bioökonomie ausschließlich im Rahmen der erreichten hohen Standards im Natur-, Umwelt- und Klimaschutz sowie deren proaktiver Einhaltung auch beim Rohstoffimport. Insbesondere industrielle Akteure der Bioökonomie, die einen signifikanten Rohstoffimport vorweisen, können durch ein nachhaltiges Produktions- und Transportmanagement einen Beitrag zu Umweltschutz und Biodiversität leisten. Die vielen landwirtschaftlich genutzten Flächen in Sachsen-Anhalt weisen gute Voraussetzungen auf, um Biomasse für die Bioökonomie bereitzustellen. Es gilt jedoch, diese Flächen im Hinblick auf Biodiversität zu bewirtschaften und insbesondere die landwirtschaftlichen Akteure in dieser Hinsicht zu begleiten.

Im Wechselspiel mit der Ernährungswirtschaft sollten Flächenkonkurrenzen nicht nur vermieden, sondern vielmehr wertschöpfungs- und qualitätssteigernde Synergien durch Reststoffströme und Koppelprodukte entwickelt werden. Daher bedarf es eines übergreifenden Managements nachwachsender Ressourcen, um entsprechend den erweiterten Wertschöpfungsketten die Rohstoffbereitstellung qualitativ und quantitativ zu optimieren und gleichzeitig die Belange aller Bedarfsgruppen sowie die ökologischen Potenziale und Grenzen zu koordinieren. Mit dem **Julius-Kühn-Institut – Bundesinstitut für Kulturpflanzen**, dem **Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv)** und dem geplanten **Institut für Strukturwandel und Biodiversität** in Halle (Saale) verfügt das Land bereits über wichtige Akteure, die es in diese Strukturen und die zu führenden Diskurse einzubinden gilt.

6.6 Nachfolgende Generationen

Insbesondere die zukünftigen Generationen können von einem Wirtschaften profitieren, das Ökonomie und Ökologie in Einklang bringt – in besonderem Maß, wenn Nachhaltigkeitsziele einbezogen und ökologische Systemgrenzen erforscht und berücksichtigt werden. Durch einen gewissenhaften Umgang mit natürlichen Ressourcen kann der durch eine zunehmende Weltbevölkerung steigende Ressourcendruck gemindert werden und bietet die Möglichkeit, Wohlstand für eine moderne und zukunftsgerichtete Gesellschaft zu generieren.

Um die Zukunftsbranche der Bioökonomie für die kommenden Generationen aufzubauen, ist es notwendig, eine breite Wissensbasis zu erarbeiten, die dem interdisziplinären Charakter der Bioökonomie gerecht wird. Mit den bereits ansässigen Forschungseinrichtungen in Sachsen-Anhalt (siehe Kapitel 6.7) sind bestimmte Teilaspekte mit Bezug zur Bioökonomie bereits abgedeckt. Um jedoch eine gesamtheitliche Sicht auf die Bioökonomie, mitsamt ihren ökologischen Grenzen und der Antizipation von möglichen Zielkonflikten, gerecht zu werden, ist es notwendig, diese Wissensbasis stetig auszubauen und zu verdichten.

Der Schutz von Natur und Umwelt ist als ökonomisch und ökologisch wertvoll zu betrachten, da die Sanierung von Ökosystemen meist sehr kostenintensiv ist und Ökosystemdienstleistungen bei steigenden nationalen und globalen Klima- und Umweltschutzbemühungen an Bedeutung gewinnen. Dem zunehmenden Ressourcendruck muss mit zukunftsstragenden Innovationen begegnet werden, wobei die Bioökonomie hier die Möglichkeit bietet, z. B. durch Ansätze zur breiteren Koppel- und Kaskadennutzung, den Ressourceneinsatz und Prozesse effizienter zu gestalten. Der einhergehende technische Fortschritt ist entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit.

Da die Rohstoffgewinnung überwiegend im ländlichen Raum stattfindet, kann die Bioökonomie zu einer positiven Entwicklung des ländlichen Raums sowie strukturschwacher Regionen beitragen. Dadurch bietet sich die Chance, auch in ländlichen Regionen Arbeitsplätze zu schaffen. Neben der Bereitstellung besteht weiterer Arbeitskräftebedarf in nachfolgenden Wertschöpfungsketten, der Forschung und Entwicklung bis hin zur Kreislaufwirtschaft. Da die Bioökonomie vielfältige Anknüpfungspunkte bietet, ergibt sich ein hohes Innovationspotenzial in bereits etablierten wie auch neuen Wertschöpfungsprozessen.

6.7 Forschung und Entwicklung

Wie in Kapitel 3 kurz aufgeführt, weist das Mitteldeutsche Revier bereits Forschungseinrichtungen auf, welche durch den Aufbau einer Wissensbasis sowie industrienaher Transferleistungen eine Entwicklung zu einer soliden bioökonomischen Wirtschaft untermauern. Einen Auszug der wissenschaftlichen Einrichtungen, die an bioökonomie-relevanten Fragestellungen arbeiten, sind Abbildung 3 zu entnehmen. Hierbei handelt es sich um wissenschaftliche Institutionen im Land Sachsen-Anhalt, aber auch im Raum Mitteldeutschland, welche Beiträge zu einer ganzheitlichen Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier leisten können.

Die räumliche Verortung der Wissenschafts- und Forschungsaktivitäten ist Abbildung 4 zu entnehmen. Durch die bereits vorhandenen Forschungseinrichtungen und deren Spezialisierung ist das Potenzial, bioökonomisches Wirtschaften zu unterstützen und zu verstärken, insbesondere in Sachsen-Anhalt in weiter Verbreitung zu finden.



Sachsen-Anhalt
 Außerhalb Sachsen-Anhalts

» Abbildung 3: Repräsentativer Ausschnitt der Wissenschaftslandschaft in Sachsen-Anhalt und in angrenzenden Bundesländern



- 1** Hochschule Madeburg/Stendal

- 2** Leibniz IPK

- 3** Julius-Kühn-Institut

- 4** Leibniz Wissenschaftscampus Halle IAMO IPB IWH

- Fraunhofer CEM IMWS IZI LTZ

- Burg Giebichenstein Kunsthochschule

- MLU Halle-Wittenberg

- 5** Fraunhofer PAZ

- Fraunhofer CBP

- Hochschule Merseburg

- 6** Fraunhofer IFF

- OVGU Magdeburg

- Max-Planck-Institut

- 7** Agrochemisches Institut Piesteritz

- 8** Hochschule Anhalt

- IKTR Institut

» **Abbildung 4: Übersichtskarte Forschungseinrichtungen in Sachsen-Anhalt**

█ Aktive Tagebaue

Um die regionalen Potenziale im Sinne einer ganzheitlichen und nachhaltigen Bioökonomie anzuhoben, ist es notwendig, die Akteure aus der Wissenschaft in geeigneter Form zu vernetzen. Der Strukturwandel im Zuge der Energiewende bietet die Chance, innovative Wertschöpfungsansätze zu erfassen und diese in Pilot- oder Demonstrationsanlagen umzusetzen.

Da sich das Mitteldeutsche Revier über Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen erstreckt, steht es über die Landesgrenzen hinweg vor gleichen Herausforderungen. Einen umfassenden Ansatz

verfolgt die **Innovationsregion Mitteldeutschland** – ein Zusammenschluss der neun betroffenen Gebietskörperschaften, in dem bis 2021 ein Masterplan zur Bewältigung des Strukturwandels entwickelt werden soll. Insbesondere im Handlungsfeld „Ressourcen“ werden Themenstellungen mit Anknüpfung an die Bioökonomie, wie z. B. Grüne Gase, untersucht.

Zudem beschäftigt sich das DBFZ **Deutsche Biomasseforschungszentrum gGmbH** in seinem aktuellen Forschungsprojekt **MoReBio** mit der Fragestellung, wie das Mitteldeutsche und das Lausitzer Revier den Strukturwandel nutzen können, um durch eine biobasierte Wirtschaft neue Arbeitsplätze und Wertschöpfung zu schaffen.

Eine weitere Besonderheit der Region stellt das sogenannte **Mitteldeutsche Chemiedreieck** dar (siehe Kapitel 5.3.4). Dadurch ergibt sich besonderer Forschungsbedarf in der Fragestellung, wie eine Transformation der Chemieindustrie von einer fossilen zu einer wettbewerbsfähigen biobasierten Wirtschaft gelingen kann.

Das **Fraunhofer Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik** bündelt industriennahe Forschung und Wissenstransfer, u. a. in den Schnittbereichen zwischen Chemie und Biotechnologie. Mit dem **Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse (CBP)** in Leuna sowie dem **Fraunhofer Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung (PAZ)** verfügt dieses zudem über anwendungs- und skalierungsorientierte Forschungseinrichtungen mit direkter Anbindung an den Stoffverbund der Chemie- und Kunststoffindustrie. An Verbundwerkstoffen und Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen forscht das halleche **Fraunhofer-Institut für Mikrostrukturen von Werkstoffen und Systemen (IMWS)**, das sich auch als Akteur des **HYPOS-Konsortiums** mit der Erzeugung und Speicherung von Grünem Wasserstoff als weitere regenerative Ressource für die Industrie befasst. Das Konsortium konnte in der ersten Phase der Reallabor-Förderung **des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)** zwei Projekte platzieren (**GreenHydroChem Leuna und Energiepark Bad Lauchstädt**), um diesen Ansatz einer Umsetzung näher zu bringen. Ebenso beschäftigt sich das **Fraunhofer Center for Economics of Materials (CEM)** in Halle (Saale) mit der ökonomischen Analyse von Strukturwandelprozessen. Ferner befindet sich in Magdeburg das **Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF**, welches Fragestellungen rund um eine effiziente und nachhaltige Holz- und Biomasselogistik beleuchtet.

Anknüpfungspunkte in Forschung und Lehre bieten auch die **Hochschule Merseburg** (z. B. Chemie- und Umwelttechnik, Green Engineering) und die **Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg** (z. B. Agrar- und Ernährungswissenschaften, Biowissenschaften inkl. pharmazeutischer und industrieller Biotechnologie, Chemie, Geowissenschaften und Geographie mit angewandter Landschaftsökologie).

Der zukunftssträchtige Forschungsbereich „Photosynthetische aquatische Mikroorganismen“ ist durch die **Hochschule Anhalt**, das **Fraunhofer CBP** (beide Algenbiotechnologie), das **Leibniz IPB**

(Wirkstoffe aus Algen), die **Martin-Luther-Universität** (Wirkstoffe aus Cyanobakterien, stoffliche Nutzung von CO₂ durch Algen) sowie das **Helmholtz UFZ** (Wasserstoffproduktion mit Cyanobakterien) vertreten. Ebenso wie (Koppel-)Produkte aus der Agrarwirtschaft bieten auch Algen und Cyanobakterien neue Möglichkeiten in der Ernährungswirtschaft sowie bei der Rohstoffversorgung biobasierter Produkte auch für eine nächste Generation.

Nicht zuletzt zeugt auch das **Deutsche Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung Halle-Jena-Leipzig (iDiV)** der **Deutschen Forschungsgemeinschaft** in Leipzig von der Kompetenz im Mitteldeutschen Revier. Die iDiV-Kooperation ist eingebettet in den **Universitätsverbund Halle-Jena-Leipzig**. Das **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)** mit weiteren Standorten in Halle (Saale) und Bad Lauchstädt verfügt zudem über umfassende Kompetenzen in den verschiedensten Bereichen der Bioökonomie und erforscht zudem derzeit die Erzeugung von so genanntem Weißem Wasserstoff in einem biotechnologischen Verfahren.

Mit dem **BioLab** soll im Rahmen eines EU-geförderten Projekts an der **Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle** ein weiterer zentraler Blickwinkel für die Markterschließung von biobasierten Anwendungen erschlossen werden. Das Forschungslabor zur produktiven und kritischen Auseinandersetzung mit den Potenzialen der Biotechnologie soll sich in den Bereichen Bio Art und Bio Design befassen. Das **BioLab** ist Teil der „BurgLabs“, zu denen neben einem **Labor für Robotik und Künstliche Intelligenz (X-Lab)** auch ein **Labor für Nachhaltigkeit (SustainLab)** gehören sollen. Eine Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppen und Forschern vom **Bioeconomy e. V.**, dem **Fraunhofer IMWS** sowie der **Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg** ist abgestimmt.

Die Initiative **InnoPol „Nachhaltige Polymersysteme: Innovationen für die Transformation des Mitteldeutschen Chemiedreiecks“** verfolgt einen zirkulären Ansatz. Die Vision der Initiative ist es, die Region zu einem Zentrum der Entwicklung und Herstellung von Biopolymeren bzw. Verbundmaterialien mit Biopolymeren zu machen, die den Design-Prinzipien der Natur gehorchen und in tatsächlichen (möglichst regionalen) Kreisläufen zirkulieren. Um nicht nur eine Kreislauffähigkeit, sondern reale Kreisläufe zu schaffen, sollen Netzwerke etabliert werden, welche die vielfältigen Aspekte schon in der Materialentwicklung berücksichtigen und konsequent über den gesamten Produktlebensweg gestalten und realisieren. Eine Förderung im Rahmen des **BMBF-Programms „Zukunftscluster“** konnte zunächst nicht erreicht werden.

Eine gemeinsame Forschungseinrichtung und Dienststelle der Länder Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein ist die **Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)** mit Sitz in Göttingen. Die Kernkompetenzen der **NW-FVA** sind ein langfristiges Monitoring, die angewandte Forschung sowie der Wissenstransfer.

7. Strategische Ansätze

Die folgenden Kapitel zeigen in Form strategischer Ansätze auf, mit welchen Maßnahmen die Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier maßgeblich weiterentwickelt werden kann. Zusammengefasst ergeben sich folgende Empfehlungen, die in den weiteren Unterkapiteln vertieft und mit Handlungsempfehlungen für das Land Sachsen-Anhalt untersetzt werden:

-
- » **Sicherung und Entwicklung der Rohstoffbasis:** Auf Grund der Vielfalt biologischer Ressourcen und bisher kaum aufeinander abgestimmter und verknüpfter Wertschöpfungsketten müssen Branchen vernetzt und die Erschließung sowie das Monitoring von Biomassepotenzialen im Non-Food-Sektor unterstützt werden. Ebenso sind die Pflanzenzüchtung und die Pflanzenanbauforschung (z. B. Trockenresistenz, Düngung, Smart Farming) zu stärken.
 - » **Qualifizierung und Verbreiterung der Fachkräftebasis:** Die Bioökonomie ist wissensintensiv und braucht gut ausgebildete Fachkräfte mit teilweise neuen Ausbildungsprofilen, insbesondere in der industriellen Biotechnologie, Biochemie und Bioverfahrenstechnik sowie der (Sozio-)Ökonomie. Hierzu sind die bestehenden Angebote der akademischen und nichtakademischen Bereiche enger mit der Industrie abzustimmen und zu vernetzen sowie als zentrale Standortfaktoren auszubauen.
 - » **Stärkung und Erweiterung von Netzwerken:** Als Querschnittsansatz bietet die Bioökonomie Anknüpfungspunkte für viele Branchen und Unternehmen. Daher stellt die Intensivierung der Netzwerkarbeit ein zentrales Element dar und sollte mit wirtschaftsnahen Formaten eine breite Fachöffentlichkeit verknüpfen.
-

LEITPROJEKT: Kompetenzregion Biopolymere und Kunststoffkreislaufwirtschaft

-
- » **Förderung und Kompetenzbündelung in Forschung und Lehre:** Die Bioökonomie vernetzt diverse Wissenschafts- und Forschungsgebiete, die in Sachsen-Anhalt – teils schon ausgeprägt – weitgehend vertreten sind. Es gilt, auf diese Kompetenzen aufzubauen, sie wertschöpfend zu verknüpfen und zu ergänzen sowie durch fachlich-inhaltlich gezielte Förderung von Forschung und Entwicklung zu stärken. Mittels eines neu zu schaffenden, gemeinsamen Netzwerkknotens sollte eine Bündelung, Abstimmung und Steuerung der Einzelaktivitäten organisiert und strategisch weiterentwickelt werden.

LEITPROJEKT: Bioeconomy Science Campus Mitteldeutschland

-
- » **Unterstützung von Akteuren bei der Umsetzung:** Modellhafte Ansätze brauchen häufig externe, unterstützende Impulse, um im Industriemaßstab umgesetzt werden zu können. Daher gilt es, regional fachspezifisch fokussierte, innovative Strukturen in Form von Innovationshubs einzurichten und deren Tätigkeiten mit flankierenden Förderprogrammen zu unterstützen.

Ebenso sind infrastrukturelle Voraussetzungen für eine biobasierte Industrie zu schaffen.

LEITPROJEKTE: Industrial Bioeconomy Hub (Leuna), Muster-Industriegebiet mit infrastrukturellen Voraussetzungen für biobasierte Produktion

- » **Internationale Zusammenarbeit und Vernetzung:** Als Modellregion der Bioökonomie mit Leuchtturm-Funktion ist die Zusammenarbeit auf europäischer und internationaler Ebene unabdingbar. Hier gilt es, vorhandene Verbindungen und Kooperationen zu verstetigen und auszubauen sowie das Mitteldeutsche Revier als Entwicklungskern international zu positionieren und profilschärfend weiter zu entwickeln.
- » **Beteiligung, Information und Öffentlichkeitsarbeit:** Die Bioökonomie beinhaltet einen neuen, weitreichenden und heterogenen Ansatz von Wertschöpfung und wirtschaftlicher Nachhaltigkeit. Sie berührt Themen wie Biodiversität, Klima- und Naturschutz sowie Ressourceneffizienz. Dies verlangt einen aktiv gestalteten und breiten gesellschaftlichen Diskurs zu den Möglichkeiten und Grenzen wie auch damit einhergehend die Entwicklung von Akzeptanz und Nachfrage bioökonomischer Verfahren und Produkte.

7.1 Sicherung und Entwicklung der Rohstoffbasis

Industrielle Abnehmer haben einen hohen, stetigen Rohstoffbedarf, den es durch geeignete Instrumente einer zuverlässigen Steuerung und Sicherstellung der häufig saisonal determinierten Stoffströme einer dezentral organisierten Landwirtschaft zu erfüllen gilt. Sachsen-Anhalt verfügt als Agrarland mit großteilig geprägten Strukturen über hervorragende Voraussetzungen zur Entwicklung und Umsetzung einer industriellen Bioökonomie. In der Holzwirtschaft kann zudem an die Aktivitäten des **Landesbeirats Holz Sachsen-Anhalt**, des **Fraunhofer IFF** und des **BioEconomy e. V.** angeknüpft werden. Hier ist die grenzübergreifende Bündelung von Ressourcen für eine nachhaltige und waldschonende Rohstoffversorgung notwendig. Im Bereich der Land- und Forstwirtschaft sollte mit dem Ziel einer versorgungssicheren, ökonomischen und nachhaltigen Bereitstellung im Mix der nachwachsenden Rohstoffe die Erweiterung der Wertschöpfungs- und Rohstoffversorgungsketten unterstützt und durch Vernetzung sowie Wissens- und Technologietransfer in die Akteursgruppen hinein vorangetrieben werden.

Ebenso gilt es, gemeinsam mit der Wissenschaft, den Rohstoffproduzenten und Industrie-Akteuren im Sinne einer intakten Umwelt und der Biodiversität, aber auch der langfristigen unternehmerischen Perspektive, nachhaltige Leitplanken für die Rohstoffbereitstellung und industrielle Verarbeitung biogener Rohstoffe zu setzen. Einen wichtigen Baustein bildet der **Aktionsplan Wald- und Forstwirtschaft** des **MULE** (siehe Kap. 5.3.1).

Als zweiter Faktor steht das Mitteldeutsche Revier derzeit vor einem Strukturwandel, in dem umfangreiche Bergbaufolgelandschaften in den kommenden 20-30 Jahren neugestaltet und renaturiert werden. Hier bietet die Bioökonomie Handlungsoptionen einer Nachnutzung, die sich mit den Kompetenzen der Bergbauunternehmen im Landschaftsbau sowie mit deren Bedarf an alternativen Wertschöpfungsmöglichkeiten zielführend kombinieren ließen.

Ein dritter Faktor ist die Weiterentwicklung von Anbaumethoden und nutzenorientierter Pflanzenproduktion. Die Stärkung der Kulturpflanzenforschung, Agrarwissenschaft und Pflanzenzüchtung sowie deren enge Anbindung an die industrienahen Forschung kann entscheidend dazu beitragen, die Ressourceneffizienz zu erhöhen und langfristig auch Rohstoffe und Materialien für neue Produkte zu erzeugen, indem Pflanzen mit bestimmten Eigenschaften hervorgebracht werden. So gilt es, auch vor dem Hintergrund klimatisch bedingter Veränderungen sowie zunehmender Einschränkungen für Dünge- und Pflanzenschutzmittel, angepasste Nutzpflanzen für die Landwirtschaft zu entwickeln. Neben einer verbesserten Trockenresistenz und Standfestigkeit können dies z. B. auch verbesserte Eigenschaften von Koppelprodukten, wie Stroh, für eine stoffliche Weiterverarbeitung sein. Pflanzenzüchtung und -anbau stehen am Anfang der Nutzungskaskade und können zahlreiche Impulse liefern. Ebenso sind weitere Rohstoffquellen, wie biogene Reststoffströme, zu erschließen und einer nachhaltigen Nutzung zuzuführen. Ein weiterer Ansatz wäre die innovative Verknüpfung der Erweiterung der Rohstoffbasis mit einer gezielten Stärkung der biologischen Vielfalt durch Ökosystemleistungen.

Handlungsempfehlungen zur Rohstoffbasis:

-
- » Enge Vernetzung mit dem Projekt **MoReBio** zur Erhebung der stofflich nutzbaren und nicht nahrungsmittelrelevanten Biomasseproduktion und -nutzung im Mitteldeutschen Revier sowie zur Entwicklung von Instrumenten für ein Monitoring
-
- » Einrichtung einer Diskussionsplattform zur Vereinbarkeit von Biodiversität und industrieller Produktion auf Basis nachwachsender Rohstoffe
-
- » Prüfung des Bedarfs und ggf. Einrichtung einer regionalen Rohstoffbörse
-
- » Stärkung der Grundlagenforschung in den Bereichen Pflanzenbiochemie, Kulturpflanzenzüchtung und Pflanzenanbau sowie Algenbiotechnologie
-
- » Bündelung der Kompetenzen für die Erschließung, Bereitstellung und Weiterentwicklung bio-basierter Rohstoffe: Entwicklung, Nutzbarkeit, Materialforschung, Plattform für Rohstoffproduzenten (siehe auch Kompetenzzentrum Rohstoffe in Kap. 7.4)
-

-
- » Förderung der Recyclingfähigkeit von biobasierten Materialien, ggf. Einführung einer Recyclingquote für mehr Nachhaltigkeit und Minimierung des Ressourceneinsatzes
-
- » Förderung der Selbstverpflichtung zu einer nachhaltigen biobasierten Produktion, z. B. durch Zertifizierung oder transparentes Siegel
-
- » Stärkung der Marktanreize für die kreislauffähige Verwendung biogener Rohstoffe
-
- » Prüfung einer Vergütung für gesellschaftlich und klimaschutztechnisch relevante Ökosystemleistungen in Verknüpfung mit der Gewinnung nachwachsender Rohstoffe als zusätzlichem Anreiz für nachhaltige Anbaumethoden
-

7.2 Qualifizierung und Verbreiterung der Fachkräftebasis

Die Bioökonomie integriert wissensintensive Industrien, wie z. B. die Chemische und Pharmazeutische Industrie oder die industrielle Biotechnologie. Somit sind gut ausgebildete und verfügbare Fachkräfte ein entscheidender Wirtschafts- und Ansiedlungsfaktor. Durch die relative Neuartigkeit des Ansatzes sind zudem viele Prozesse und Produkte noch zu entwickeln. Damit kommt der (industriellen) Biotechnologie und der (Bio-)Chemie, aber auch der (Bio-)Verfahrenstechnik eine zentrale Bedeutung zu. Das bestehende Hochschulangebot in der Region bietet eine hervorragende Grundlage. So haben ca. 30 Studiengänge einen direkten Bezug zu den Themen der Bioökonomie. Es bestehen jedoch Lücken, z. B. in den Bereichen Management und bei der Forst- und Holzwirtschaft als eine der wichtigsten Rohstoffquellen. Auch bei der industriellen Biotechnologie fehlt eine universitäre grundständige Ausbildung. Für die Verfahrenstechnik könnte eine Vertiefung „Bioverfahrenstechnik“ geprüft werden, wie diese bereits an einigen Hochschulen angeboten wird (z. B. TU München, TU Hamburg-Harburg und TU Dortmund). Zudem sollten Optionen der themenbezogenen landesweiten Vernetzung (von Universitäten und Fachhochschulen) geprüft werden, um die Fachkräftepotenziale zu bündeln. Eine bedarfsorientierte Empfehlung gibt die Vorstandskommission „Ausbildung in der Biotechnologie“ des **DECHEMA e.V.** [DECHEMA 2017]. Eine vom **Fraunhofer IMW** durchgeführte Befragung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Mitteldeutschland unterstreicht die Nachfrage nach Verfahrenstechnikern. Diese sollten als Spezialisten für Bioverfahrenstechnik auch über Kompetenzen in den Bereichen Automatisierungstechnik, Maschinenbau, Biotechnologie und Agrarwissenschaften, Energie- und Umwelttechnik sowie Lebensmitteltechnologie verfügen [IMW 2020].

Gleichermaßen gilt es, gemeinsam mit den zuständigen Kammern und Ministerien auch für nichtakademisches Fachpersonal im Rahmen der bestehenden Berufsbilder Aus- und Weiterbildungsangebote zu erweitern und zu vernetzen, um dem sich entwickelnden Arbeitskräftebedarf zu entsprechen, aber auch neue Impulse in die Unternehmen zu tragen. Am Standort Leuna hat

ein Bildungsdienstleister bereits reagiert und bietet im Bereich der Chemikanten-Ausbildung Wahl-Module zur industriellen Biotechnologie an [RKW 2017]. Darüber hinaus ist ein bedarfsbezogenes Qualifizierungsangebot anzustreben, um bestehendes Fachpersonal mit neuen Verfahren und Prozessen vertraut zu machen.

Eine Studie für die Region Mitteldeutschland hat u. a. durch Befragung von mehr als 40 bereits mit der Bioökonomie verknüpften Unternehmen einen mittelfristigen Bedarf von 5.000 Fachkräften ermittelt; insbesondere Ingenieure, Techniker, Meister und Facharbeiter [RKW 2017]. Dieser Bedarf muss vor dem Hintergrund kritisch betrachtet werden, der bereits in Kapitel 2 dargestellt wurde. So zielte die Bedarfsprognose auf einen Horizont bis zum Jahr 2020 ab. Ein solcher Aufwuchs ist jedoch nicht eingetreten. Auf Grund der aktuellen Entwicklung sind die Prognosen der Unternehmen als zeitverzögert eintreffend zu sehen. Weiterhin stellte die Studie auf Unternehmen im Bestand ab, so dass Ansiedlungsprognosen nicht inbegriffen waren. Aber auch in dieser Erhebung wird insbesondere für stark nachgefragte Ausbildungsberufe, wie „Chemikant/in“, „Chemielaborant/in“ oder „Verfahrensmechaniker/in für Kunststoff- und Kautschuktechnik“, eine Zusatzqualifikation in industrieller Biotechnologie empfohlen. Die Befragung des **Fraunhofer IMW** hat ähnliche Bedarfe ergeben [IMW 2020].

Letztendlich kann eine Modellregion für eine nachhaltige Bioökonomie auch Anziehungswirkung auf den im Zuge des demografischen Wandels dringenderen Zuzug von Fachkräften entfalten. Strukturen für eine stetige Weiterbildung und ein lebenslanges Lernen, insbesondere in einem sich stark entwickelnden Zukunftsbereich, runden das Angebot ab.

Handlungsempfehlungen zur Fachkräftebasis:

-
- » Evaluierung der Bedarfe an der Erweiterung des Studienangebotes mit den Universitäten und Fachhochschulen in Sachsen-Anhalt sowie mit Branchenverbänden (z. B. **DECHEMA, Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie des Verbands der Chemischen Industrie**) und Industrievertretern, u. a. in den Gebieten industrielle Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik und Schaffung entsprechender Ressourcen (siehe Kap. 7.4 BioEconomy Science Campus Mitteldeutschland)
-
- » Prüfung der einzelnen Ausbildungsprofile und Einbindung bioökonomischer Fachkompetenzen, insbesondere in den Berufen der Chemie und Kunststofftechnik/-verarbeitung
-
- » Evaluierung der Bedarfe, Förderung von Angeboten zur Weiterbildung und Zusatzqualifikation; z. B. industrielle Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik
-
- » Prüfung und Einrichtung von weiteren Ausbildungsstätten im ländlichen Raum, um die Fachkräftebasis langfristig zu sichern
-

-
- » Etablierung von Berufsorientierungsprogrammen mit Bioökonomie-Bezug und Vermittlung von beruflichen Perspektiven in einem Zukunftsfeld der Region
-
- » Vernetzung der landesweiten Angebote der bioökonomierelevanten Hochschulausbildung in Verknüpfung mit der gebündelten Vermittlung beruflicher Perspektiven
-
- » Integration der Bioökonomie-Kompetenz und der damit verknüpften regionalen beruflichen Perspektiven in das Hochschulmarketing (z. B. mit Testimonial-Unternehmen)
-
- » Etablierung eines Talentmarketings im Rahmen der internationalen Öffentlichkeitsarbeit zur Anwerbung internationaler Experten, junger Forscher und potenzieller Gründer
-

7.3 Stärkung und Erweiterung von Netzwerken

Als Querschnittssektor fließt die Bioökonomie in viele Wirtschaftsbereiche ein. Zudem werden zirkuläre Nutzungskaskaden angestrebt, die eine möglichst breite und effiziente Rohstoffnutzung ermöglichen. Weiterhin werden Wirtschaftsbereiche verknüpft, die bisher nur wenige bis gar keine Berührungspunkte aufwiesen (z. B. Land- und Forstwirtschaft sowie Chemie). Durch die kleinteilig geprägte Wirtschaft in Sachsen-Anhalt besteht eine besondere Herausforderung darin, insbesondere im Sektor der Rohstoffbereitstellung, aber auch in der Weiterverarbeitung von Zwischenprodukten (z. B. Automotive-Zulieferer von Kunststoff- und Leichtbauteilen) kleine und mittelständische Unternehmen im Land dabei zu unterstützen, die Potenziale der Bioökonomie zu erschließen. Daher kommt der Netzwerkarbeit eine zentrale Bedeutung zu.

Eine zentrale Koordinierungsstelle relevanter Forschung und Lehre, wie beim **Wissenschafts-Campus Halle – Pflanzenbasierte Bioökonomie**, dem **Fraunhofer Leistungs- und Transferzentrum Chemie und Biosystemtechnik** und auf Unternehmensseite durch den **BioEconomy e. V.** könnte die verschiedenen Akteure und Netzwerke unterstützen. Ebenso können hier gemeinsame Bestrebungen zur Etablierung einer biobasierten Wirtschaft gebündelt und entwickelt werden sowie ein Matching potenzieller biobasierter Alternativen erfolgen. Weiterhin gilt es, auch die anderweitig etablierten Netzwerke, insbesondere im Bereich der Anwendungen, wie den **Polykum e. V.** oder den **Innoplanta e. V.** zu stärken und auszubauen.

Nachhaltigkeit bedeutet jedoch nicht nur, auf nachwachsende Rohstoffe umzusteigen, sondern diese auch konsequent und nachhaltig im weiteren Prozess zu nutzen. Ein Stichwort ist die Kunststoff-Kreislaufwirtschaft. Im Rahmen des **Bundesmodellvorhabens „Unternehmen Revier“** wurde über eine Projektförderung ein **KMU-Netzwerk** rund um diese Themenstellung aufgebaut, das im weiteren Verlauf mit einer eigenen Experimentier- und Forschungseinrichtung untersetzen soll (**Cluster Polymer Progress Park Mitteldeutschland**, Projektträger: **Institut für Kunststofftechnologie und -recycling, Weißandt-Görlau**). Dies könnte eine weitere wichtige Verknüpfung im für die Region wichtigen KMU-Sektor sein.

Handlungsempfehlungen Netzwerke:

- » Mapping der Netzwerkakteure und Kompetenzen zur Erhöhung der Sichtbarkeit, systematischen Besetzung von Arbeitsfeldern und Identifizierung vorhandener Lücken

 - » Förderung des Austauschs, Etablierung einer Netzwerkplattform der mit Themen der Bioökonomie befassten Netzwerke

 - » Unterstützung des Ausbaus gemeinsamer F&E-Infrastruktur von KMU-Netzwerken (z. B. in den Bereichen Kunststoff-Kreislaufwirtschaft und Biopolymere)

 - » Etablierung einer jährlichen industrienahen Vernetzungsveranstaltung für das Mitteldeutsche Revier sowie weiterer branchen- oder themenbezogener Austauschformate

 - » Bündelung und Stärkung der bestehenden Aktivitäten zum Thema Biopolymere (u. a. **Polykum e. V.**, **Initiative InnoPol** und **Polymer Progress Park Mitteldeutschland**); hier könnte – neben der industriellen Biotechnologie – ein weiterer Schwerpunkt der Modellregion mit hohen Wertschöpfungs- und Innovationspotenzialen entwickelt werden

 - » Einbindung des Unternehmenspotenzial-Mappings des **DBFZ-Projektes MoReBio** in die Fortschreibung und Umsetzung der Netzwerkförderung (www.dbfz.de/projektseiten/biooekonomieatlas/)
-

7.4 Förderung und Kompetenzbündelung in Forschung und Lehre

Im Mitteldeutschen Revier sind, wie in Kapitel 6.7 dargestellt, zahlreiche Institutionen mit Einzelkompetenzen vorhanden, die zum Teil bereits in themen- und branchenorientierten Verbänden mit Bezug zur Bioökonomie organisiert sind. Das größte Potenzial des Landes Sachsen-Anhalt als führender Kompetenzträger der Modellregion der Bioökonomie liegt darin, diese umfangreichen Kompetenzen zu bündeln und in den identifizierten Lücken punktuell zu ergänzen (siehe Abbildung 5). Insbesondere bedarf es einer neu zu schaffenden zentralen Management-Komponente, die nachfolgend als „**Bioeconomy ScienceCampus Mitteldeutschland**“ bezeichnet wird.

Weiterhin verfügt der westliche Teil des Mitteldeutschen Reviers, der Landkreis Mansfeld-Südharz, über eine relevante Forst- und Holzwirtschaft, die mit einer Anknüpfung an die Chemische Industrie eine deutliche Erweiterung ihrer Wertschöpfung erfahren könnte. Als erster Entwicklungskern kann hier auf ortsansässige Großunternehmen gesetzt werden. Es bedarf jedoch im Sinne der ressourceneffizienten Kaskadennutzung einer Verbreiterung der Unternehmensbasis im Holzbau. Demnach könnte ein entsprechender Wissens- und Technologietransfer – verknüpft mit einem Innovationslabor – Impulse setzen und überregionale Anziehungskraft auch für Unterneh-

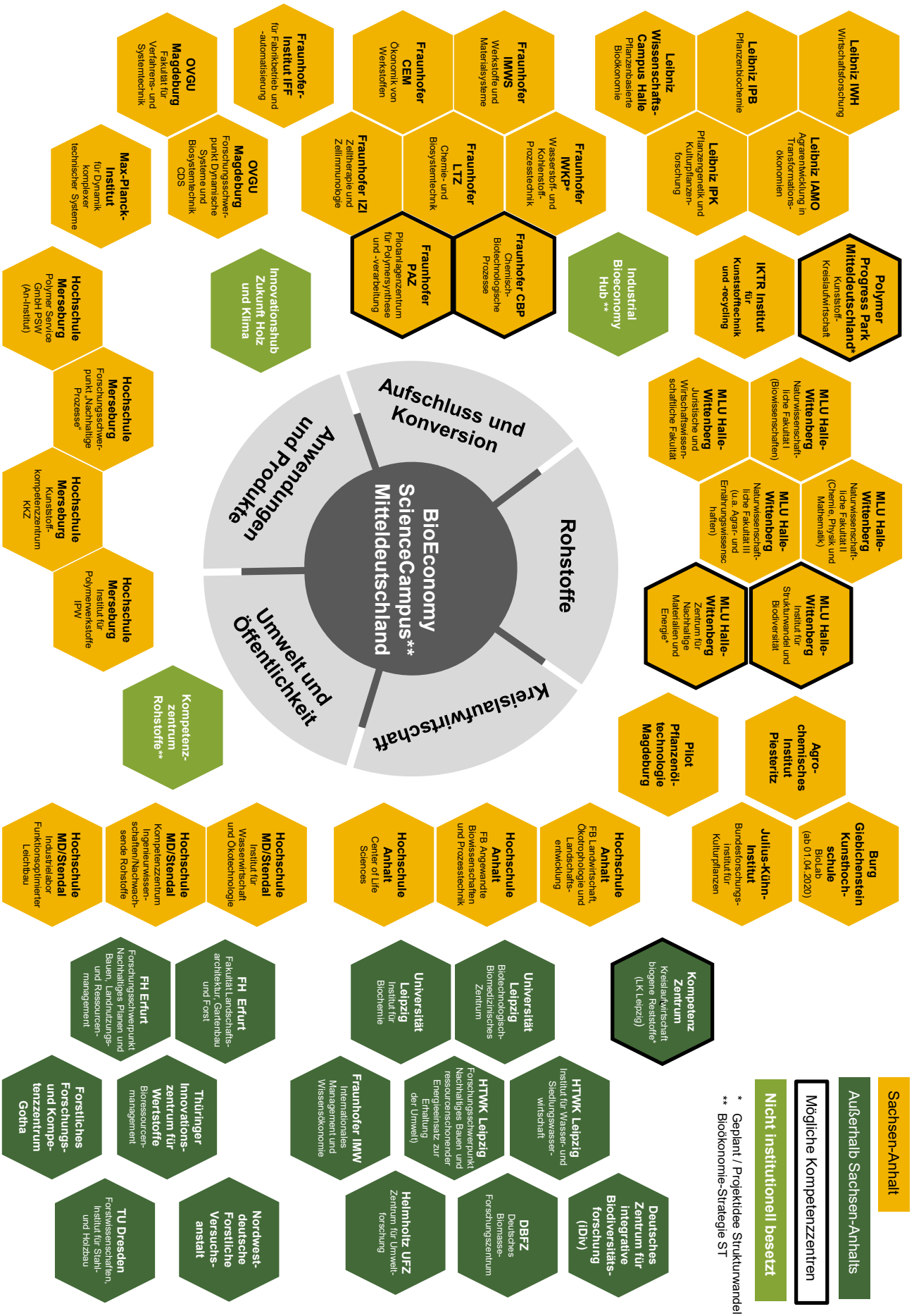
mensansiedlungen entwickeln (siehe Abbildung 5). Am 12.04.2019 veröffentlichte die Landesregierung Sachsen-Anhalt erste potenzielle Leuchtturmprojekte für den Strukturwandel, darunter die Projektidee eines **Innovationshub „Zukunft Holz und Klima“** (siehe Kapitel 5.3.1). Mit diesem soll die Holzwirtschaft mit einem Fokus auf innovative Endprodukte als ein Treiber der Strukturentwicklung unterstützt werden. Auch die Vernetzung mit der Chemieindustrie und der Baubranche soll als Erweiterung der Wertschöpfungsketten Anschluss finden.

Letzteres könnte auch in einem eng vernetzten oder kombinierten **Kompetenzzentrum Rohstoffe und Rohstoffbereitstellung** bearbeitet werden. Da Biomasse eine sehr breite Basis darstellt, ist eine Vielfalt von Nutzungspfaden möglich. So können z. B. auch Fasern aus Gärresten oder Grasmahd als Rohstoffe für die Werkstofftechnik und in der Bauwirtschaft genutzt werden. Klärschlämme, biogene Reststoffe aus der Entsorgungswirtschaft, Landschaftspflegeholz oder Agrarreststoffe, wie Stroh, sind weitere Beispiele.

Die biobasierte Wirtschaft ist gekennzeichnet durch eine hohe Interdisziplinarität an Fachrichtungen und Spezialisierungen wie auch starke Entwicklungsbedarfe bei Produkten, Prozessen sowie der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit. Neben der Bündelung von Kompetenzen, die an den Hochschulen Sachsen-Anhalts bereits in einer großen Bandbreite verfügbar sind. Diese sind um Querschnittsthemen und Spezialisierungen zu ergänzen wie auch mit entsprechend zu besetzenden Professuren in die Ausbildung von akademischem Personal einzubinden. Eine Chance, diesen Bereich nachhaltig zu gestalten, bieten hier ebenso die umfangreichen Maßnahmenpakete von Bund und Ländern zur Bewältigung des Strukturwandels.

Handlungsempfehlungen Forschung und Lehre:

-
- » Lückenschluss und Bündelung der umfangreichen im Mitteldeutschen Revier und in direkter Nachbarschaft aufgebauten Einzelkompetenzen (siehe Abbildung 5)
-
- » Schaffung eines **Bioeconomy ScienceCampus Mitteldeutschland** als Netzwerkknoten zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit mit
 - neuen Lehr- und Forschungsprofilen (Professuren) in Bereichen der Bioökonomie (z. B. Bioverfahrenstechnik, Industrielle Biotechnologie)
 - einer Abteilung, die als Projektträger im Bereich Bioökonomie fungiert
 - zentraler Informations- und Netzwerkstelle
 - Anbindung an die vorhandenen und zu schaffenden Kompetenzzentren
-



» Abbildung 5: Vernetzung der Wissenschaftskompetenz in Mitteldeutschland

-
- » Einrichtung von Kompetenzzentren
 - **Innovationshub „Zukunft Holz und Klima“** (siehe Kap. 5.3.1)
 - **Kompetenzzentrum Rohstoffe** (ggf. mit Kompetenzzentrum Holz als eine Einrichtung), (siehe auch Kap. 7.1)
 - **Mitteldeutsches Algenzentrum** (siehe Kap. 5.4.7)
 - **Industrial Bioeconomy Hub** (siehe Kap. 7.5.3)
-
- » Einrichtung einer Projektpipeline zur besseren Erschließung der Förderprogramme zur Produkt- und Prozessentwicklung hinsichtlich bioökonomischer Wertschöpfungsketten; idealerweise grenzübergreifend im Mitteldeutschen Revier (mögliche Lead-Partner: **BioEconomy e. V.** und **WissenschaftsCampus Halle**)
-
- » Koordination und Bündelung der verschiedenen Initiativen und Entwicklungsstränge nachhaltiger Industrieproduktion im Mitteldeutschen Revier, wie Grüne Gase, Kohlenstoffrecycling, versorgungssichere regenerative Energien sowie Bioökonomie
-

7.5 Unterstützung von Akteuren bei der Umsetzung

Es ist nicht ausreichend, Wissen über biologische Abläufe und Prozesse aufzubauen und effiziente Technologien zu entwickeln, wenn diese ihren Weg nicht auf den Markt finden. Nur dann können die bioökonomischen Produkte und Prozesse, die den Nachhaltigkeitszielen der Länder sowie der Bundesregierung wie auch der Europäischen Union und der Vereinten Nationen entsprechen, ihre positiven Effekte für die Allgemeinheit entfalten. Die nachfolgenden strategischen Ansätze sollen hierbei unterstützend wirken.

7.5.1 Ausbau von Infrastrukturen für Stoffströme und Kreislaufwirtschaft

Prozesse der biobasierten Chemieproduktion sind wasserintensiv und erzeugen organische Reststoffströme, sofern diese nicht rezykliert werden können. Dafür ist die Abwasserbehandlung der Chemieparks und weiterer potenzieller Industriestandorte zumeist nicht ausgelegt und müsste für diese Stoffe und Mengen ertüchtigt bzw. in ihrer Kapazität erweitert werden. Für die Behandlung der Abwässer müssen sowohl anaerobe als auch aerobe Behandlungskapazitäten ausreichend dimensioniert und die Entsorgung der Klärschlämme sichergestellt werden [IMW 2020]. Im Sinne einer zirkulären Nutzung natürlicher Ressourcen könnte auch das Recycling der Wertstoffe im Klärschlamm bedacht werden.

Für den Transport biobasierter Rohstoffe muss zudem eine ausreichende Verkehrsinfrastruktur zur Verfügung stehen. Z. B. ist davon auszugehen, dass die Straßen- und Schieneninfrastruktur durch den zusätzlichen Einsatz regionaler biogener Rohstoffe stärker belastet wird. Dies betrifft auch die Schnittstellen zu den mitteldeutschen Chemieparks. Ebenso wäre der bestehende Stoffverbund mit seinen Versorgungspipelines (hier: Wasserstoff und Ethylen, welche potenziell aus erneuerbaren Rohstoffen und Energien gewonnen werden können), um die Lieferanten und Abnehmer biobasierter Basischemikalien zu erweitern. Ein schrittweises Ersetzen fossiler Rohstoffe könnte – ähnlich wie bei Grünen Gasen – durch eine Beimischung erfolgen.

Auf Grund der frühen Phase der Entwicklung, aber auch einer sich abzeichnenden Investitionsdynamik erster internationaler Unternehmen, sollten die konkreten Infrastrukturbedarfe der Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen im Industriemaßstab (Vorzugs-Standorte, Anforderungen an die Flächenentwicklung, Medienver- und -entsorgung sowie Logistik) untersucht und mit Leitmaßnahmen unterlegt werden, um frühzeitig die Attraktivität der Region für Industrieansiedlungen der Grundstoffproduktion und der großtechnischen Verarbeitung zu erhöhen sowie durch konsequente Ausrichtung auch die Sichtbarkeit zu steigern.

Handlungsempfehlungen Infrastruktur:

- » Erhebung und Systematisierung von Infrastrukturbedarfen für die Integration biogener Rohstoffe in Mitteldeutschland unter Berücksichtigung der umgebenden Regionen, ggf. auch durch eine Musterstudie am Beispiel eines kommunalen Industriestandorts

 - » Berücksichtigung von Anforderungen der biobasierten Wirtschaft bei der Erschließung und Entwicklung neuer Industrieflächen (Grüne Energieversorgung, Grüner Dampf, leistungsfähige Wasserversorgung und Abwasserbehandlung/-entsorgung)

 - » Zeitnahe Entwicklung eines geeigneten neuen Industriegebietes mit Anbindung an Chemiepark-Infrastrukturen als Vorzeigestandort sowie Entwicklung strategischer Industriestandorte (idealerweise Brownfield) mit Bezug zum Rohstoffaufkommen

 - » Behebung von Infrastrukturengpässen und Entwicklung von Grundlagen für die Rohstoffversorgung und sichere Rohstofflagerung

 - » Abgleich mit der **Wasserstoffstrategie des Landes Sachsen-Anhalt** (Veröffentlichung voraussichtlich im Mai 2021), um die Potenziale beider Zukunftsfelder als Standortvorteil zu bündeln (MULE 2020b)
-

7.5.2 Impulse für die Marktentwicklung

Im derzeit frühen Marktstadium für viele auf nachwachsenden Rohstoffen basierende Produkte braucht es Impulse für die Marktentwicklung hin zu wettbewerbsfähigen Absatzmengen. Hintergrund ist, dass insbesondere in der Chemischen Industrie noch die direkte Konkurrenz zu fossil basierten Produkten besteht und der Rohölpreis als Grutmesser dient. Ein wichtiges Signal kann hier sein, dass das Land Sachsen-Anhalt auch hier als Beispielgeber vorangeht und das Prinzip der nachhaltigen Beschaffung – auch im Sinne biobasierter Produkte – in möglichst vielen Bereichen anwendet. Beispiele sind Nachhaltiges Bauen (Ressourceneffizienz, CO₂-Speicherung durch Holzbauweisen und biobasierte Materialien, wie z. B. Dämmstoffe), Verpackungen, Textilien oder auch Reinigungsmittel. Wenn eine biobasierte Alternative zu gleichen Konditionen oder einem hinsichtlich ihres Beitrags zu den Nachhaltigkeitszielen vertretbaren Mehraufwand existiert, sollte dieser Aspekt eine höhere Gewichtung erfahren. Dieses Prinzip könnte proaktiv auch in landeseigene Einrichtungen sowie Kommunen vermittelt werden. Durch ein klares Bekenntnis könnte das Land Sachsen-Anhalt hier beispielgebend sein.

Handlungsempfehlungen Marktentwicklung:

-
- » Wissens- und Technologietransfer, insbesondere in KMU, und gezielte Stärkung regionaler Liefer- und Wertschöpfungsketten
-
- » Prüfung aller öffentlichen Beschaffungsbereiche auf Potenziale für biobasierte Produkte bzw. Nachhaltigkeitskriterien inkl. Prüfung von adäquaten Marktverfügbarkeiten
-
- » Schaffung von vergabetechnischen Voraussetzungen für eine verstärkte Ausrichtung der Beschaffungsroutinen auf biobasierte bzw. nachhaltige Alternativen
-
- » Entwicklung einer entsprechenden öffentlichkeitswirksamen Landeskampagne und von Vermittlungsformaten für Akteure der öffentlichen Beschaffung
-
- » Förderung von Cross-Innovation im Anwendungsbereich, insbesondere für biobasierte Polymere und Werkstoffe
-
- » Entwicklung einer Consumer-Kampagne für biobasierte Produkte
-

7.5.3 Unternehmensförderung

Biobasierte Wertschöpfungsketten leisten einen Beitrag zur Zukunftssicherung in einer Vielzahl relevanter Branchen in Sachsen-Anhalt. Das Instrumentarium der Innovations- und Unterneh-

mensförderung des Landes sollte um spezielle Programme für biobasierte Prozesse, Wertschöpfungsketten, Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und Produkte ausgebaut werden. Ebenso gilt es, die Rohstoffseite nachhaltig zu entwickeln und auch bestmöglich an die im Rahmen der Bioökonomiestrategie 2020 aufgelegten Programme der beteiligten Bundesministerien [BMEL & BMBF 2020] anzuknüpfen.

Weiterhin sind Entwicklungskerne der Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier derzeit noch mit der Braunkohle als Energieträger verknüpft. Diese gilt es zu sichern und auf ihrem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu unterstützen. Durch eine verstärkte Ansiedlung von Pilot- und Demonstrationsanlagen könnte der Technologietransfer zwischen Forschung und wirtschaftlicher Anwendung gestärkt werden [IMW 2020].

Ebenso verknüpfen Unternehmen aus dem Bereich Bioökonomie ihre Ansiedlungsentscheidungen noch stärker mit nachhaltigen Standortbedingungen. So steht hier nicht nur die Stromversorgung mittels erneuerbarer Energien im Fokus, sondern auch CO₂-neutral bzw. grün erzeugter Prozessdampf wird bereits von einzelnen Großunternehmen konsequent zur Bedingung gemacht. Zusätzlich zum Grünen Wasserstoff und Kohlenstoff-Recycling könnte sich die Region auch durch das Angebot von Grünem Prozessdampf entscheidend weiter profilieren.

Ein weiterer Aspekt sind die Entwicklungszeiträume in der Bioökonomie. Finanzierungslücken, in denen Forschungsförderung nicht mehr und privates Investment noch nicht greift, können erhebliche Hürden darstellen. Einen Lösungsansatz bietet der **BioEconomy Innovationfonds** des **BioEconomy e. V.**, den dieser mit Kooperationspartnern im Rahmen des **BMW-Förderprogramms „Unternehmen Revier“** entwickelt hat und bereitstellen wird [BIOECO 2019].

Handlungsempfehlungen Unternehmensförderung:

- » Einrichtung eines **Industrial Bioeconomy Hub** an einem zentralen Industriestandort als international sichtbarer Leuchtturm für Innovationsträger der industriellen Biotechnologie und junge Unternehmen kurz vor der ersten Wachstumsphase, welche Kapazitäten für eine erste Demonstrationsproduktion sowie letzte F&E-Unterstützung und Analytik-Infrastruktur zur Entwicklung der Marktreife benötigen – Ziel: Wachstumskerne im direkten Industrieumfeld, die biobasierte Wertschöpfungsketten auf- und ausbauen; weiterhin: Erweiterung des Standortportfolios, um weitere Großansiedlungen der Bioökonomie anzuziehen und sich als weltweiter Hotspot zu etablieren
 - » Unterstützung eines im Entstehen befindlichen **House of Transfer**, in dem sich mehrere Netzwerke der Bioökonomie und einer CO₂-neutralen kreislaforientierten Wirtschaft im Mitteldeutschen Revier eine gemeinsame Infrastruktur geben und damit erhebliche Synergieeffekte freisetzen wollen – möglicherweise als Vorstufe für ein **Industrial Bioeconomy Hub**; bzw. integrierbar in dessen Strukturen
-

-
- » Anknüpfung des **BioEconomy Innovationfonds** an die regionale Wirtschaftsförderung, Prüfung von Kooperationsmöglichkeiten mit Förderinstrumenten der Länder
-
- » Verkürzung von Genehmigungsverfahren für Anlagenerweiterungen und Neuansiedlungen durch Bündelung von Behördenprozessen (One-Stop-Shop)
-
- » Förderung der Entwicklung von Gewerbe- und Industrieparks mit geeigneter Infrastruktur in unmittelbarer Umgebung von Grundstoffproduzenten
-
- » Sicherung eines Potenzials von Großflächen (> 20 ha) für internationale Industrieansiedlungen der Bioökonomie und Unterstützung der Partner vor Ort bei deren Entwicklung
-
- » Setzen von Rahmenbedingungen für die Entwicklung von weiteren Standortfaktoren einer nachhaltigen Industrie-Produktion, wie Grüne Energie inkl. Grünem Dampf
-
- » Förderung des Umstiegs produzierender Unternehmen von fossil basierten Rohstoffen zu biobasierten Ressourcen
-
- » Schaffung von Rahmenbedingungen zur Förderung nachhaltiger Bauweisen im öffentlichen Sektor und zur Reduzierung der Verwendung energieintensiver Baustoffe
-

7.6 Internationale Zusammenarbeit und Vernetzung

Die Europäische Union hat die biobasierte Wirtschaft als ein zentrales Handlungsfeld definiert und bereits im Rahmen von **Horizont 2020** mit Förderinstrumenten umgesetzt. Im Jahr 2018 wurde die **EU-Bioökonomie-Strategie** neu aufgelegt [EU 2018]. Sie soll maßgeblich dazu beitragen, die Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele der EU zu erreichen sowie hochwertige Arbeitsplätze, insbesondere in ländlichen Regionen, zu schaffen. Auch geht es um die Zukunftssicherung und Erschließung neuer Wertschöpfungsketten in der Industrie. Zahlreiche Staaten, beispielsweise auch die USA und China, haben ebenso eigene Roadmaps entwickelt. Entscheidende Impulse kamen dabei von Weltmarktunternehmen, welche Produkte oder Verpackungen zumindest teilweise klimaneutral herstellen wollen, um den eigenen Nachhaltigkeitszielen zu folgen. So entstand bereits punktuell ein Marktsog, der erste Bioraffinerien, u. a. in Brasilien, hervorbrachte. Die Hersteller kämpfen noch mit vielfältigen technologischen Problemstellungen, die wiederum Potenziale für internationale Kooperationen bieten [WSJ 2019].

Die mitteldeutsche Chemieregion ist innerhalb der Europäischen Union und weltweit gut vernetzt. So verfügt sie auch über Anknüpfungspunkte zu weiteren relevanten Netzwerken und

Initiativen mit Bezug zur Bioökonomie. Es besteht z. B. eine langjährige enge Verbindung des Landes Sachsen-Anhalt zur niederländischen Provinz Limburg, einer ebenfalls durch einen kohlebedingten Strukturwandel geprägten Region. Konkrete Ansätze bieten die **Brightlands Campus Chemelot und Green Venlo**. Der **BioEconomy e. V.** ist zudem Gründungsmitglied im **Intercluster 3BI**, gemeinsam mit dem **Industries & Agro-Resources Cluster (IAR)** in Frankreich, dem **Cluster Biobased Delta** in den Niederlanden und dem **Cluster BioVale** in Großbritannien. Damit verfügt die Region über ein Netzwerk auf höchstem Niveau und könnte die Bioökonomie in Europa entscheidend mitgestalten.

Die bestehenden Netzwerke sollten im Sinne von Best-Practice-Beispielen sowie der gemeinsamen Entwicklung der Bioökonomie auf EU-Ebene weiter ausgebaut und verstetigt werden. Ebenso gilt es, das Mitteldeutsche Revier hier weiter zu profilieren. Insbesondere sollte die Kombination Chemie und Bioökonomie als ein Schwerpunkt auch in der Regionalen Innovationsstrategie für die neue EU-Strukturförderperiode fortgeschrieben und konkretisiert und die Verknüpfungen zu Ernährungs- und Landwirtschaft sowie zur Gesundheit vertieft werden.

Handlungsempfehlungen Internationale Vernetzung:

-
- » Lobbyarbeit auf EU-Ebene für eine Europäische Modellregion der Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier und für die Förderung der biobasierten Wirtschaft
-
- » Stärkung des Austauschs und der Netzwerkarbeit der Industrie- und Wissenschaftscluster im internationalen Kontext
-
- » Unterstützung und Stärkung der internationalen Sichtbarkeit der etablierten Formate **„International Bioeconomy Conference“** und **„BIOPOLYMER“**
-
- » Förderung von Intercluster-Aktivitäten zur Bündelung der Bioökonomie-Kompetenzen auf Ebene der Europäischen Union
-
- » Imageprägende Einbindung der Bioökonomie in das internationale Wirtschafts-Standort-Marketing des Landes Sachsen-Anhalt, z. B. auf internationalen Leitmessen, durch Unternehmerreisen und Investoren-Foren sowie Webpräsenz
-
- » Fortschreibung der Bioökonomie in der **Regionalen Innovationsstrategie** des Landes Sachsen-Anhalt
-

7.7 Beteiligung, Information und Öffentlichkeitsarbeit

Insbesondere der Süden Sachsen-Anhalts zeichnet sich durch eine historisch gewachsene und außergewöhnlich hohe Industrieakzeptanz aus [IHK 2017]. Aufbauend auf diese gilt es, die Menschen in den Chemieregionen (neue Prozesse mit veränderten Rahmenbedingungen und Umweltfaktoren), aber auch in den ländlichen Räumen (z. B. neue Stoffströme) abzuholen und ein Bewusstsein für die Bioökonomie zu schaffen. Ebenso gilt es, die Belange von Umwelt- und Naturschutz wie auch Lebensräumen transparent und nachhaltig zu vereinbaren.

Die Gesamtheit der Themen und Wirtschaftszweige ist sehr breit gefächert. Um die Bioökonomie mit allen Facetten der Bevölkerung verständlich nahezubringen, sind akzeptanzstiftende Maßnahmen zu entwickeln. Ein Vorteil ist dabei, dass nicht nur die Chemie als Motor der Region wahrgenommen wird, sondern auch die Agrarwirtschaft bereits heute flächendeckend das Bild prägt. Dies gilt es, nachhaltig miteinander zu vernetzen. Ein aktuelles Projekt ist das **Forschungsschiff „Make Science Halle“⁵**, das im Rahmen des **Bioökonomiejahrs 2020/21** als schwimmendes Bürgerforschungslabor das Thema „Blaue Bioökonomie“ vermittelt.

Nicht nur bei der Bevölkerung besteht die Notwendigkeit, ein adäquates Informationsangebot anzubieten, sondern insbesondere die Akteure aus der Wirtschaft sind auf die Möglichkeiten der Bioökonomie aufmerksam zu machen. Dabei ist es maßgeblich, dass diese sich auch als Teil der biobasierten Wirtschaft verstehen. Somit wird eine sichtbare Bündelung in Form einer Vernetzungsstelle – einer zentralen Organisationseinheit – benötigt, die als Anlaufpunkt, vernetzendes Element zwischen Forschung, Wirtschaft und Bevölkerung sowie als Zentrum einer Modellregion der Bioökonomie fungiert.

Die Bioökonomie vereint prägende Wirtschaftsbereiche im Mitteldeutschen Revier. Geschieht das mit einem allgemeinen Bewusstsein und Selbstverständnis sowie unter konsequenter Nutzung und Vernetzung ihrer Potenziale, kann sie einen entscheidenden Beitrag zum Strukturwandel sowie auch zur Nachhaltigkeitsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt leisten.

Handlungsempfehlungen Beteiligung:

-
- » Platzierung der Bioökonomie als Zukunftsfeld im ländlich geprägten Raum
 - » Einrichtung einer Expertenrunde Bioökonomie aus Industrie und Wissenschaft
-

⁵ Ein Projekt des Vereins science2public – Gesellschaft für Wissenschaftskommunikation e. V.

-
- » Offener und stetiger Dialog mit Akteuren des Umwelt- und Naturschutzes
-
- » Entwicklung von Formaten und Medien sowie Unterrichtsmitteln für eine breite öffentliche Wahrnehmung des Mitteldeutschen Reviers als Modellregion der Bioökonomie und eine Prägung sowohl der Identifikation als auch der Voraussetzungen und Grenzen eines nachhaltigen biobasierten Wirtschaftens und Lebens
-
- » Einrichtung einer Anlauf- und Öffentlichkeitsarbeitsstelle im Rahmen des Bioeconomy ScienceCampus Mitteldeutschland
-
- » Entwicklung von Förderprogrammen für die Berufsorientierung und außerschulische Lernangebote in Anlehnung ODER Anknüpfung an das erfolgreiche Format „Chemie zum Anfassen“
-

8. Fazit

Das Mitteldeutsche Braunkohlerevier steht aufgrund des Ausstiegs aus der energetischen Kohlenutzung vor einem umfassenden Strukturwandel. Um diesen bestmöglich zu bewältigen und als Chance für die Weiterentwicklung zu nutzen, braucht es neue Ansätze für Wertschöpfung und Innovation. Mit der Bioökonomie verfügt die Region bereits heute über Stärken in einem aussichtsreichen Zukunftsfeld, das zudem zentrale Themen der Nachhaltigkeit und Klimaneutralität belegt. Insbesondere der Süden des Landes Sachsen-Anhalt bildet dabei einen Kristallisationspunkt, der für das gesamte Mitteldeutsche Revier eine Schlüsselrolle einnehmen kann. Hier bündeln sich nicht nur zahlreiche wissenschaftliche Kompetenzen, sondern auch erste Anknüpfungen an kaskadenförmige Wertschöpfungsketten für nachwachsende Rohstoffe und an zentrale Standorte der Chemischen Industrie. Hier sind erste Infrastrukturen der industrienahen Forschung entstanden, die einen echten Standortvorteil bieten. Zudem ist die Region durch eine leistungsfähige Agrarwirtschaft geprägt und durch ihre räumliche Nähe zu erheblichen Waldressourcen ebenso ein Standort der Holzwirtschaft. Auch die Zuckerindustrie als ein bereits etablierter Lieferant nachwachsender Rohstoffe für die Chemische und die Pharmazeutische Industrie ist mit Standorten vertreten. Daneben ist insbesondere Sachsen-Anhalt ein relevanter Produktionsstandort für Biokraftstoffe und ein Zentrum der Algenbiotechnologie.

Trotz dieser vielfältigen Voraussetzungen bedarf es einiger flankierender Maßnahmen, wie international sichtbarer Leuchttürme oder innovationsfördernder Strukturen sowie einer bewussten

Imageprägung, um die Entwicklung zu bündeln und entscheidend voranzutreiben. Die Chancen stehen sehr gut, sich auch im internationalen Wettbewerb zu einer Modellregion der industriellen Bioökonomie zu entwickeln, wie die erste Schlüsselansiedlung einer Bioraffinerie für chemische Grundstoffe zeigt. Hier kann der braunkohlebedingte Strukturwandel als Beschleuniger wirken und selbst profitieren, da die Bioökonomie Wertschöpfung und Innovation gerade auch im ländlichen Raum befördert. Zudem bietet die Bioökonomie großflächige Bewirtschaftungsoptionen für die Tagebaunachfolge.

Synergien ergeben sich durch Grüne Gase, die ebenfalls in der Region über einen starken Entwicklungskern verfügen. Somit sind sowohl diese als auch die Bioökonomie beide im Kontext einer Grünen Chemie zu sehen, für die die Region eine herausragende Vorreiterstellung einnehmen kann.

Erhebliches Zukunftspotenzial bieten zudem die Pflanzenforschung und Pflanzenbiochemie sowie die Umweltforschung und Biodiversitätsforschung, die mit einem ganzen Konglomerat von Spitzeninstitutionen in der Region vertreten sind. Sie stehen für eine nachhaltige Rohstoffsicherung im Agrarbereich wie auch für eine qualitative Weiterentwicklung und damit für mögliche neue Produkte und Prozesse sowie weitere Ökosystemdienstleistungen.

Den Wertschöpfungs- und Innovationspotenzialen steht eine weltweit frühe Marktphase biobasierter Produkte und Prozesse gegenüber. Dies stellt eine Chance dar, die Marktentwicklung selbst zu prägen und so von weiteren internationalen Unternehmensansiedlungen und der Entwicklung von Unternehmensclustern zu profitieren. Dies bedarf noch einiger entscheidender Marktimpulse, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen und eine Nachfrage im größeren Maßstab zu generieren. Hier kann die öffentliche Hand mit ihrer Einkaufspolitik beispielgebend vorgehen und entsprechende Rahmenbedingungen bis hin zur EU-Ebene mitgestalten.

Zusammenfassend stellt die Bioökonomie speziell für das Land Sachsen-Anhalt damit ein zentrales Zukunftsfeld dar, das auf vielfältigen Kompetenzen und gewachsenen Wirtschaftsbereichen aufbaut. Mehr noch: Gemeinsam mit den benachbarten Teilregionen des Mitteldeutschen Reviers wird ein Leistungsvermögen erreicht, um sich als europäische Modellregion zu etablieren.

Da die weltweite Entwicklung im Zuge der immer konkreter werdenden Klimapolitik voranschreitet, besteht der insbesondere in Kapitel 7 aufgezeigte Handlungsbedarf, um den erreichten internationalen Vorsprung zu sichern und im Sinne der langfristigen Entwicklung der Region nachhaltig zu nutzen.

9. Literaturverzeichnis

[AEE 2018]	Agentur für Erneuerbare Energien (AEE): https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/ST/kategorie/bioenergie/auswahl/189-anzahl_und_dichte_vo/ (Zugriff: 04.05.2020)
[Algomed 2017]	Roquette Klötze GmbH & Co. KG: https://www.algomed.de/ ; Klötze, 2017 (Zugriff: 23.01.2020)
[BIMAP 2012]	WZW Wissenschaftszentrum Sachsen-Anhalt Lutherstadt Wittenberg e. V.: Die Biomasseforschungsplattform Sachsen-Anhalt: BIMAP; Wittenberg, 2012
[BIOCOM 2017]	BIOCOM AG: Mikroalgen als alternative Proteinquelle. Berlin, 2017; https://biooekonomie.de/nachrichten/mikroalgen-als-alternative-proteinquelle (Zugriff:22.06.2020)
[BIOECO 2019]	BioEconomy e. V.; Information zum BioEconomy Innovationfonds; https://www.bioeconomy.de/projekte/bioeconomy-innovationfonds/ ; (Zugriff: 25.05.2020)
[BIOOeko 2017]	Biooekonomie.de (eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung); https://biooekonomie.de/nachrichten/japanische-denka-kauft-hallenser-icon-genetics , abgerufen am 19.05.2020
[BMBF 2015]	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Weiße Biotechnologie – Chancen für eine biobasierte Wirtschaft. Berlin, 2015
[BMBF 2016]	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Land- und Forstwirtschaft. Berlin, 2016; https://biooekonomie.de/branche/land-und-forstwirtschaft (Zugriff: 13.02.2020)
[BMBF/BMEL 2020]	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Nationale Bioökonomiestrategie; Berlin, 2020 (Stand: 23.03.2020)
[BMBF SPC 2020]	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): https://www.spitzencluster.de/de/bioeconomy-cluster-bilanz-nach-5-jahren-foerderung-1838.html ; abgerufen am 30.03.2020
[BMEL 2012]	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Roadmap Bioraffinerien“ im Rahmen der Aktionspläne der Bundesregierung zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe; Berlin, 2012
[BMEL 2017]	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Daten und Fakten – Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit Fischerei und Wein- und Gartenbau, Berlin, 2017
[BWI 2012]	3. Bundeswaldinventur 2012, https://www.bwi.de (abgerufen am 22.03.2020)
[CBP 2018]	Fraunhofer CBP: Fraunhofer CBP liefert Lignin für biobasierte Wertstoffe. Leuna, 2018
[CBP 2020]	Fraunhofer CBP: Lignocellulose-Bioraffinerie. Leuna, 2020
[CE 2013]	CropEnergies AG: Bioethanolanlage Zeitz. Zeitz, 2013
[CTP 2020]	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: Charles Tanford Protein Centre. Halle (Saale), 2020; https://proteinzentrum.uni-halle.de/ (Zugriff: 22.06.2020)

[DAFA 2015]	Fachforum Grünland – Grünland innovativ nutzen und Ressourcen schützen, Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz, 2015
[DECHEMA 2017]	DECHEMA e. V.: Empfehlungen für grundständige Studiengänge Biotechnologie mit naturwissenschaftlichem und mit verfahrenstechnischem Schwerpunkt. Frankfurt am Main, 2017
[DERMASENCE 2020]	P&M Cosmetics GmbH & Co. KG: DERMASENCE investiert 3,6 Millionen in Kompetenzzentrum. Münster, 2020; https://www.dermasence.de/unternehmen/presse/dermasence-investiert-in-kompetenzzentrum (Zugriff: 02.07.2020); Anm. der Redaktion: Der in der Quelle benannte Eröffnungstermin wurde auf Anfrage (vom 31.03.2021) auf „Ende Mai 2021“ korrigiert.
[EU 2018]	European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Unit F – Bioeconomy: A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Brüssel, 2018
[EU-BIO 2019]	European Bioplastics e.V.: https://www.european-bioplastics.org/market/ , aufgerufen am 30.03.2020
[FNR 2019]	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Basisdaten Wald und Holz. Gülzow-Prüzen, 2019
[GBE 2017]	Global Bioenergies S.A.: https://www.global-bioenergies.com/erste-flaschenabfuellung-in-der-demonstrationsanlage-leuna/ ; abgerufen am 30.03.2020
[GETEC 2014]	GETEC green energy GmbH: https://www.getec-greenenergy.de/de/presse-news/pressemitteilungen/vier-bioraffinerien-feierlich-eingeweiht.html ; Magdeburg, 2014 (Zugriff: 23.01.2020)
[GETEC 2019]	GETEC green energy GmbH (Ch. Döhring): Der Energiepark Zerbst – ein Beitrag zur Energiewende. Zerbst, 2019
[HAB 2005]	Hamburger Abendblatt (Hillmer, A.): Ein Haus aus dem Kornfeld. Hamburg, 2005
[HALlife 2010]	hallelife.de: Hallesche Biochemiker kooperieren mit Wiener Enzymhersteller. Halle, 2010 https://www.hallelife.de/nachrichten/aktuelles/details/Hallesche-Biochemiker-kooperieren-mit-Wiener-Enzymhersteller.html (Zugriff: 04.03.2020)
[HOLZ 2016]	Holzzentralblatt Nr. 37 (Husmann et. al.): Mittelfristigem Anstieg folgt stetiger Rückgang – Zustand und Entwicklung der Rohholzverfügbarkeit in der buchenreichen Mitte Deutschlands. 16.09.2020
[IBP 2020]	Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP: Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen. Valley, 2020; https://www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital/impressum-und-datenschutz (Zugriff: 26.08.2020)

[IHK 2017]	Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau: Mehr Industrie wagen! – Eine Studie der Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau zur Akzeptanz von Industrieunternehmen; Halle (Saale), 2017
[IISA 2015]	IMG Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalt mbH: Keine Chance für schädliche Bakterien. Magdeburg, 2015; https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de (Zugriff: 03.03.2020)
[IISA 2016]	IMG Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalt mbH: Einzigartige mikrobielle Technologien zur Herstellung von Pharma-Proteinen. Magdeburg, 2016; https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de (Zugriff: 26.02.2020)
[IISA 2017]	IMG Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalt mbH: Rote & Grüne Biotechnologie. Magdeburg, 2017; https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/rote-gruene-biotechnologie (Zugriff: 12.05.2020)
[IISA 2019]	IMG Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalt mbH: LKW-Reifen mit weniger Abrieb. Magdeburg, 2019; https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de (Zugriff: 21.02.2020)
[IISA 2019b]	IMG Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalt mbH: Algenforschung auf Welt-Spitzenniveau. Magdeburg, 2019; https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de (Zugriff: 22.06.2020)
[IISA 2020]	IMG Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalt mbH: Industrielle Biotechnologie. Magdeburg, 2020; https://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/biooekonomie-industrielle (Zugriff: 20.03.2020)
[IMW 2020]	Fraunhofer IMW: Infrastruktur- und Fachkräftebedarfe für die Bioökonomie in Sachsen-Anhalt. Halle (Saale), 2020
[IMWS 2018]	Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS: Fraunhofer IMWS entwickelt biobasierte Faser-Kunststoff-Verbunde für Leichtbau-Anwendungen. Halle (Saale), 2018; https://www.imws.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/biobasierte-ud-tapes.html (Zugriff: 30.03.2020)
[IMWS 2019]	Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS: Fraunhofer IMWS initiiert Gründung eines nationalen Netzwerks für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft. Halle (Saale), 2020; https://www.imws.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/kohlenstoff-kreislaufwirtschaft-netzwerk-nk2.html ; (Zugriff: 24.05.2020)
[IMWS 2020]	Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS: Kein Biegen und Brechen: Forscher entwickeln leistungsfähigere Composite aus Bio-Materialien. Halle (Saale), 2020; https://www.imws.fraunhofer.de/de/kompetenzfelder/medizin-umwelt/highlights/Holz-Polymer-Composite-Riss-Kriechen-Verformung.html (Zugriff: 31.03.2020)
[IRMD 2020]	Innovationsregion Mitteldeutschland (Conomic GmbH): Technologiefeldanalyse. Halle/Leipzig, 2020

[JUNKERS 2019]	Bewerberdokumentation: Die Innovativsten im Fokus – Hugo Junkers Preis 2019, 01/2020
[Knauf 2020]	Knauf Gips KG: WARM-WAND Natur: https://www.knauf.de/profi/sortiment/systeme/warm-wand-natur.html (Zugriff: 02.09.2020)
[MLU 2019]	Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg: https://studienangebot.uni-halle.de/pharmaceutical-and-industrial-biotechnology-master-120
[MULE 2018]	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt: Bericht zur Lage der Landwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt. Magdeburg, 2018
[MULE 2020]	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt: Wald- und Forstwirtschaft in Sachsen-Anhalt. Magdeburg, 2020; https://mule.sachsen-anhalt.de/landwirtschaft/forst/ (Zugriff: 31.03.2020)
[MULE 2020b]	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt: Weißbuch zur Entwicklung einer Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt, 2020
[MZ 2020]	Mitteldeutsche Zeitung (Könauf, St.): Alles auf Zucker. Halle (Saale), 2020
[NW-FVA 2017]	Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt: II. Cluster- und Kohlenstoffstudie Forst und Holz Sachsen-Anhalt. Göttingen, 2017
[NW-FVA 2020]	Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt: Email von Dr. Christoph Fischer vom 15.10.2020
[NZ 2019]	Nordzucker AG: Klein Wanzleben Bioethanol. Klein Wanzleben, 2019; https://www.nordzucker.com/unternehmen/ueber-nordzucker/unsere-standorte/klein-wanzleben-bioethanol.html (zugriff: 19.03.2020)
[POLYKUM 2020]	POLYKUM e.V.: Allgemeine Informationen zum POLYKUM e.V. Merseburg, 2020; https://polykum.de/ueber-uns/ (Zugriff: 13.03.2020)
[PPM 2015]	Pilot Pflanzentechnologie Magdeburg e.V.: Geruchsoptimierung von Naturfaserverbundstoffen durch enzymatischen Aufschluss. Magdeburg, 2015
[PPM 2020]	Pilot Pflanzenöltechnologie Magdeburg e. V. (PPM): Über PPM. Magdeburg, 2020; https://ppm-magdeburg.de/ueber-ppm/ (Zugriff: 22.06.2020)
[RKW 2017]	RKW Sachsen-Anhalt GmbH u. PolymerMat e.V., BCM BioEconomy Cluster Management GmbH: Handlungsorientierte Fachkräftestudie. Magdeburg, 2017
[SN 2020]	Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen (Fortschreibung); Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA); 2020
[StartUp MD 2020]	StartUp Mitteldeutschland (Wettmann, St.): Es brummt in Pegau - madebymade baut Anlagen aus. Leipzig, 2020; https://startup-mitteldeutschland.de/es-brummt-in-pegau-madebymade-baut-anlagen-aus/ (Zugriff: 05.05.2021)

[STStat 2019]	Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: 2018 war Sachsen-Anhalt führender Produzent von Bioethanol in Deutschland. Magdeburg, 2019; https://statistik.sachsen-anhalt.de/news/news-details/news/2018-war-sachsen-anhalt-fuehrender-produzent-von-bioethanol-in-deutschland/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=d3bd6fe80e60266d71ac4aec3e3c585f (Zugriff: 01.04.2020)
[TASPO 2017]	TASPO (Thalackers Allgemeine Samen- und Pflanzen-Offerte): Vertragsanbau Arzneipflanzen: Weiter offener Bedarf an Nische. Braunschweig, 2017
[TH 2014]	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie: Regionale Forschungs- und Innovationsstrategie für intelligente Spezialisierung für Thüringen (RIS3 Thüringen), 2014
[THR 2020]	Technische Hochschule Rosenheim: Gründung des Holzimpulszentrum (HIZ) in Rottleberode. https://www.th-rosenheim.de/forschung-entwicklung/kompetenzfelder-und-projekte/automatisierungstechnik-und-mechatronische-systeme/projektarchiv/holzimpulszentrum-hiz/ (Zugriff: 02.09.2020)
[TXTnet 2021]	textile network (Meister, F.): TITK: Erste Lyocellfaser aus nicht Holz basierendem Zellstoff. Bamberg, 2021; https://textile-network.de/de/technische-textilien/fasern-garne/titk-erste-lyocellfaser-aus-nicht-holz-basierendem-zellstoff (Zugriff: 05.05.2021)
[UPM 2020]	UPM GmbH: UPM investiert in Biochemikalienproduktion der Zukunft am Standort Leuna. Leuna, 2020; https://www.upm.com/de/uber-UPM/for-media/releases/2020/01/upm-investiert-in-biochemikalienproduktion-der-zukunft-am-standort-leuna/ (Zugriff: 12.03.2020)
[VERBIO 2019]	VERBIO Zörbig GmbH: Information der Öffentlichkeit gemäß § 8a der Störfall-Verordnung. Zörbig, 2019
[VCI 2018]	Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI): Chemiemärkte weltweit – Fokus Europa 2018; Frankfurt, 2018
[VC-POINT 2020]	VC-POINT Gruppe: Willkommen bei dem ZIM-Kooperationsnetzwerk „Mikroalgen – nachhaltige Quelle hochwertiger Naturstoffe“; Berlin, 2020; http://vc-point.de/mikroalgen/ (Zugriff: 22.06.2020)
[VDI/GIB 2013]	VDI Technologiezentrum GmbH, GIB Gesellschaft für Innovationsforschung und Beratung GmbH: Grundlagen einer Regionalen Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014 – 2020. Düsseldorf, 2013
[WSJ 2019]	Wallstreet Journal: Lego Struggles to Find a Plant-Based Plastic That Clicks; https://www.wsj.com/articles/lego-struggles-to-find-a-plant-based-plastic-that-clicks-11560331800 , 2019 (Zugriff: 27.03.2020)

10. Impressum

Herausgeber

Staatskanzlei und Ministerium für Kultur
des Landes Sachsen-Anhalt
Dr. Patrick Brämer, stellv. Leiter der
Stabsstelle „Strukturwandel im Mitteldeutschen Revier“
Hegelstraße 40
39104 Magdeburg

Telefon: +49 391 567 6540
E-Mail: patrick.braemer@stk.sachsen-anhalt.de

Gestaltung

Müller Marketing GmbH, Magdeburg

Bildnachweis:

Titelmotiv, Pflanzenfotos: <https://www.pexels.com/de-de/@minan1398>

Diese Druckschrift wurde im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Sachsen-Anhalt herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben politischer Informationen oder Werbemittel. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Stand: April 2021

Hauptansprechpartner:



Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH
Henning Mertens
Schillerstraße 5
04109 Leipzig

Tel.: 0341-60016-263
E-Mail: mertens@mitteldeutschland.com
www.mitteldeutschland.com

Autoren: Julia Mayer, Annett Kautz, Johannes Gansler, Henning Mertens

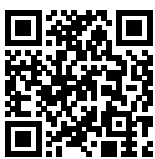
Kooperationspartner:



BioEconomy e. V.
Heinrich-Damerow-Straße 2
06120 Halle (Saale)

www.bioeconomy.de

Ansprechpartner: Prof. Dr. Matthias Zscheile



Weitere Informationen
der Landesregierung
finden Sie unter:

www.sachsen-anhalt.de