



# Bericht zum Beteiligungsprozess

## Plan B wie Bioökonomie

Nachhaltige Bioökonomie für urbane und industrielle Räume



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>1 Bioökonomie für Baden-Württemberg</b>	<b>6</b>
1.1 Bioökonomie im internationalen und nationalen Kontext	7
1.2 Die Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg	8
1.3 Erarbeitung einer Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“	10
<b>2 Durchführung eines Beteiligungsprozesses als Basis für die Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“</b>	<b>12</b>
2.1 Organisation des Strategieprozesses	13
2.2 Statements der Sprecher	17
<b>Ergebnisse der Beteiligung</b>	
<b>3 Statusworkshop „Plan B wie Bioökonomie“</b>	<b>26</b>
3.1 Teilnehmer	27
3.2 Positionen der Teilnehmer	28
<b>4 Arbeitskreis 1 „Biobasierte und bioinspirierte Verfahren, Prozesse und Systeme“</b>	<b>30</b>
4.1 Bezug zu BW und Akteure	31
4.2 Positionen der Akteure	32
4.3 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen	36
<b>5 Arbeitskreis 2 „Technologieentwicklung und Innovation zur Erschließung von Rohstoffen“</b>	<b>42</b>
5.1 Situation in BW und Akteure	43
5.2 Positionen der Akteure	46
5.3 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen	53
<b>6 Arbeitskreis 3 „Indikatoren und Kriterien zur Bewertung der Bioökonomie“</b>	<b>56</b>
6.1 Akteure	57
6.2 Positionen der Akteure	57
6.3 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen	62
<b>7 Arbeitskreis 4 „Vernetzung und Kommunikation“</b>	<b>72</b>
7.1 Akteure	73
7.2 Positionen der Akteure	74
7.3 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen	79
<b>8 Übersicht über die Handlungsempfehlungen</b>	<b>82</b>
<b>Begriffsverwendungen und Definitionen</b>	<b>90</b>
<b>Technologiematrix mit Beispielen</b>	<b>92</b>
<b>Potenzial/Zeithorizont verschiedener Wirtschaftszweige</b>	<b>94</b>
<b>Impressum</b>	<b>98</b>

# Vorwort



Die Bioökonomie wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten einen relevanten Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen des Landes Baden-Württemberg leisten, wenn der Ausbau von bestehenden und der Aufbau von neuen, wirtschaftlich interessanten und nachhaltigen Themenfeldern im Land gelingen.

Daran arbeiten wir mit Hochdruck: Die BIOPRO Baden-Württemberg als Landesgesellschaft und zentraler Ansprechpartner für die Bioökonomie unterstützt den Aufbau in vielfältiger Weise. In nationalen und internationalen Projekten sowie als Partner des Bioökonomie-Forschungsprogramms des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst haben wir in den letzten fünf Jahren unser Netzwerk weiter ausgebaut und die Beteiligten zu Wertschöpfungsketten-orientiertem Denken und Handeln motiviert.

Im Rahmen der Erstellung der neuen Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ haben wir unser Netzwerk und unsere Kompetenzen eingebracht, um auf Basis einer Förderung durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) den Beteiligungsprozess „Plan B – Bioökonomie für industrielle und urbane Räume“ zu organisieren. Wir haben in einem initialen Workshop und in insgesamt 20 Arbeitskreissitzungen mit relevanten Stakeholdern diskutiert, wie die Stärken des Landes optimal genutzt werden können, um eine regionale, nachhaltige baden-württembergische Bioökonomie weiter auf- und auszubauen.

Mein Dank gilt allen Akteuren, die sich hierbei eingebracht und mit ihren Ideen und Themen für Prozess- und Produktinnovationen gezeigt haben, wie vielfältig die Expertise in Baden-Württemberg heute schon ist. Die Akteure haben aufgrund ihrer Praxiserfahrung den Ausgangspunkt für eine Bioökonomie in Baden-Württemberg formuliert. Dies führte zu über 60 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen für die weitere Entwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie im Land. Sie dienen als ein Element für die Politikstrategie, die federführend

von zwei Ministerien auf den Weg gebracht wird: dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg.

Insbesondere möchte ich den Sprechern der vier Arbeitskreise von Plan B, Prof. Dr. Andreas Pyka, Nils Rettenmaier, Prof. Dr. Alexander Sauer und Dr. Ursula Schließmann für ihr Engagement herzlich danken. Auch unserem Partner bei der Durchführung der Sitzungen von Arbeitskreis 1 und 3 VDI Technologiezentrum GmbH, hier insbesondere Dr. Heike Seitz und Dr. Anke Niebaum, gilt mein Dank.

Ich wünsche uns allen, dass die Expertise, die wir im Rahmen des Beteiligungsprozesses gesehen haben, durch die Politikstrategie einen wesentlichen Impuls zur Weiterentwicklung erhält, damit die Bioökonomie zur Erreichung der Nachhaltigkeits- und Klimaziele des Landes einen wirtschaftlich relevanten Beitrag leisten wird – auch im Hinblick auf eine Angleichung der Lebensbedingungen von Stadt und Land.



Prof. Dr. Ralf Kindervater  
BIOPRO Baden-Württemberg GmbH  
Geschäftsführung





# 1

## Bioökonomie für Baden-Württemberg

Die Welt steht vor großen Herausforderungen: Das durch die industrielle Revolution eingeleitete Industriezeitalter und die bis in unsere heutige Gesellschaft reichenden Emissionen klimaschädlicher Treibhausgase verursachen den Klimawandel. Dieser und knapper werdende Ressourcen gefährden die Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung mit Nahrung, Rohstoffen und Energie. Ein Lösungsansatz wird in einer Transformation der Wirtschaft hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie gesehen.

## 1.1

### Bioökonomie im internationalen und nationalen Kontext

Dazu erläuterte Dr. Christian Patermann, ehemaliger Direktor der EU-Kommission und Berater der Deutschen Regierung in Bioökonomie-Fragen, in seiner Begrüßungsrede auf dem 2. Global Bioeconomy Summit 2018 in Berlin sinngemäß Folgendes: Im Kontext der weltweiten Strategiediskussionen, die geführt werden, um Antworten auf die großen Herausforderungen von heute und morgen zu finden, hat das Konzept der Bioökonomie sich zu einem anerkannten strategischen Thema auf Augenhöhe mit den Themen Nachhaltigkeit, Circular Economy und Ressourceneffizienz etc. entwickelt. .... Jeffrey Sachs (Anmerkung der Redaktion: Sonderberater der Millennium Development Goals und Direktor der UN Sustainable Development Solution Networks sowie Direktor des Earth Institute an der Columbia University) stellte auf dem ersten Global Bioeconomy Summit im Jahr 2015 erstmals den Zusammenhang zwischen den weltweiten Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals, SDGs) und dem Potenzial einer stärkeren Nutzung biologischer Ressourcen vor. Heutzutage fehlt diese Darstellung selten auf einer internationalen Konferenz. Dies zeigt zweifelsohne, welche wichtige Rolle

die biobasierte Wirtschaft spielt, um die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Bedauerlicherweise ist dies aber meist eine Einbahnstraße: Diejenigen, die Bioökonomie-Aktivitäten implementieren, beziehen sich auf die Nachhaltigkeitsziele, aber diejenigen, die von den Nachhaltigkeitszielen her kommen, beziehen die Bioökonomie-Aspekte nicht mit ein. Wissenschaft und Forschung sollten daher laut Patermann über die Ausarbeitung von entsprechenden Bioökonomie-Entwicklungszielen (bioeconomy development goals, BDGs) nachdenken, um die Nachhaltigkeitsziele zu ergänzen. Mögliche BDGs könnten beispielsweise Wiederverwendbarkeit und Kreislaufführung adressieren oder innovative, vorteilhafte Funktionen in neuen Materialien, die diese beispielsweise widerstandsfähiger, haltbarer oder ungiftiger machen. Und auch zur Rolle der regionalen Bioökonomie-Entwicklung machte Patermann seine Anmerkungen: Er erläuterte, dass nach neuerer Auffassung Regionen und regionale Bereiche eine für die Makroökonomie relevante Rolle spielen. Diese Regionen – und Patermann bezieht das auf alle Kontinente – haben neue Wege der Zusammenarbeit entwickelt, beispielsweise in Genossenschaften oder Plattformen, in Clustern oder regionalen Anlaufstellen. Ein faszinierender Nebeneffekt, den Patermann vor zehn Jahren so nicht erwartet hatte.<sup>1</sup>

Die beiden Vorsitzenden des deutschen Bioökonomierates, Prof. Dr. Joachim von Braun und Prof. Dr. Christine Lang, führen in ihrem Report für den German Bioeconomy Council sinngemäß Folgendes aus: Die Bioökonomie hat weltweit an Fahrt aufgenommen. Zu Beginn des Jahres 2018 verfolgten ungefähr 50 Länder eine Weiterentwicklung der Bioökonomie in ihren Politikstrategien. In den letzten zwei Jahren haben sieben weitere – meist europäische – Länder explizite Bioökonomie-Politikstrategien verabschiedet. In vielen Ländern wurden regionale Bioökonomie-Strategien entwickelt, um Synergien aus lokalen Besonderheiten

<sup>1</sup> [gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Presentations/Patermann\\_P1.pdf](https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Presentations/Patermann_P1.pdf)

zu gewinnen. ... 2015 hat die internationale Gemeinschaft die UN-Nachhaltigkeitsziele sowie das Pariser Klimaabkommen (COP21) verabschiedet. Die G7-Staaten bekann- ten sich außerdem dazu, bis 2050 CO<sub>2</sub>-neutral zu werden. Damit wurde 2015 zu einem historischen Jahr für die Bio- ökonomie-Politik. Im November 2015 haben wir auch den ersten Global Bioeconomy Summit in Berlin veranstaltet, um zu diskutieren, wie die Bioökonomie dazu beitragen kann, eine nachhaltige Entwicklung und die Agenda 2030 zu erreichen. Wir, die Vorsitzenden des deutschen Bioöko- nomierates, sehen Chancen, dass die Bioökonomie dazu beiträgt, die Menschheit und die Natur miteinander zu ver- söhnen, und Innovationen in Unternehmen ermöglicht, die damit vielversprechende Arbeitsplätze schaffen. Bioökono- mie bietet einzigartige Möglichkeiten und Vorteile, wie bei- spielsweise Beiträge zur Erholung der Ökosysteme zu leis- ten und die Grundlage für die wirtschaftliche Umsetzung von Aspekten wie Erneuerbarkeit, Kohlenstoffneutralität, Wiederverwertbarkeit und Multifunktionalität zu schaffen. Dennoch verlangt die Transformation hin zu einer nachhal- tigen Bioökonomie politische Koordination und internatio- nale Zusammenarbeit in der Wissenschaft.<sup>2</sup>

## 1.2 Die Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg

Die Landesregierung hat bereits früh eine politische Wei- chenstellung mit einer landeseigenen Forschungsstrategie „Bioökonomie im System aufstellen“ (2013) des Ministe- riums für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) vorgenommen. Im aktuellen Koalitionsvertrag von 2016 ist darauf aufbauend vereinbart, interdisziplinär und gemein- sam mit der Wirtschaft die Potenziale und Technikfolgen

innovativer biotechnologischer Produktionsverfahren und -prozesse, mit Ausnahme der Ausbringung von gentech- nisch veränderten Organismen, in der breiten Anwendung zu analysieren und die Rückgewinnung von Rohstoffen mit- tels biologischer Verfahren voranzubringen. Alle vorhande- nen und geplanten Aktivitäten biobasierten Wirtschaftens sollen darüber hinaus in einer Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ gebündelt und ko- ordiniert werden.

Federführend für diese Politikstrategie sind die Ministerien für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) und Länd- lichen Raum und Verbraucherschutz (MLR). Die Ergebnisse aus dem Bioökonomie-Forschungsprogramm werden zudem im Rahmen der Erstellung der Landesstrategie berücksich- tigt sowie die Arbeiten der Landesagentur für Bioökonomie BIOPRO Baden-Württemberg und eigene Erkenntnisse der Ministerien. Diese wird institutionell vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau (WM) gefördert.

Die in Baden-Württemberg angestrebten Veränderungen reichen vom Wandel der Nutzung fossiler Rohstoffe hin zu einer verstärkten, intelligenten Nutzung von Biomasse als der auszubauenden Rohstoffbasis bis hin zu einer ver- stärkten Nutzung von Stoffwechselleistungen biologischer Organismen und Systeme. Dabei wird ein Fokus auf Inno- vationen durch Forschung und Entwicklung zur Etablierung neuer Technologien und Materialien beibehalten. Die De- finition der Bioökonomie umfasst dabei alle ökonomischen Sektoren, die in die Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen inkl. Organismen, Prozesse und Vorbildern in- volviert sind, und ist bewusst sehr breit gefasst. Als zweite Betrachtung gilt die Vereinbarkeit der Biomassenutzung mit ökologischen Zielen auch im Biomasseanbau.

<sup>2</sup> Vorwort im Update Report of National Strategies around the World Bioeconomy Policy (Part III) – Synopsis of National Strategies around the World. A report from the German Bioeconomy Council vom 19.04.2018



## Bioökonomie-Definition Baden-Württemberg

Unter Bioökonomie definiert die Landesregierung die wissenschaftsbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Prinzipien, mit deren Hilfe Produkte und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschafts- und Gesellschaftssystems bereitgestellt werden.

*In Anlehnung an das Verständnis des BÖR*

## Wirtschafts- und Industriestruktur von Baden-Württemberg

Baden-Württemberg ist ein industrie- und exportintensives Land mit bekannten Großunternehmen von Weltruf wie Daimler, Bosch oder IBM Deutschland. Die Wirtschaftsstruktur ist allerdings von zahlreichen mittelständischen Unternehmen geprägt, die oft weltweiter Marktführer in ihren jeweiligen Produktsegmenten sind. Dem Wachstum in den wissensintensiven Dienstleistungsbranchen mit engen Verknüpfungen zum produzierenden Gewerbe kommt eine hohe Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung in Baden-Württemberg zu. Rund ein Viertel der Industrieumsätze entfällt auf die Leitbranche Automobilbau mit vielen Zulieferern, dicht gefolgt vom Maschinen- und Anlagenbau (rund 20 Prozent) sowie der Metall- und Elektroindustrie (jeweils rund 7 Prozent). Ebenfalls eine wichtige Rolle spielen die chemische, die pharmazeutische und die optische Industrie.<sup>3</sup>

Die Wirtschaftsstruktur von Baden-Württemberg beruht mehr auf der Dezentralität als auf der Zentralität: Nach Angaben des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg zählen mit Stuttgart, Karlsruhe und Tübingen gleich drei Regierungsbezirke im Land zu den Regionen Europas mit der höchsten Wirtschaftskraft. Dezentralität und wirtschaft-

liche Exzellenz sind Eigenschaften, die für die Bioökonomie gut genutzt werden können: Eine nachhaltige Bioökonomie bietet die Chance, diese Kompetenzen auszubauen und sich mit technologisch ausgereiften Produkten und Verfahren weitere Alleinstellungsmerkmale in Wachstumsmärkten zu sichern. Des Weiteren ist die Steigerung der Wertschöpfung im ländlichen Raum von Baden-Württemberg mit seinen natürlichen Ressourcen und vielfältigen Kompetenzen ein wesentliches Thema.

Durch neue Technologien und den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) verändern sich Prozesse und Dienstleistungen in der Wirtschaft, aber auch der Alltag vieler Menschen. Dieser Umbruch spiegelt sich auch in Baden-Württemberg wider: Automobil- und Maschinenbau als klassische Industriesektoren in Baden-Württemberg stehen beispielsweise aufgrund von neuen Mobilitätskonzepten vor Veränderungen und mit ihnen die urbanen und industriellen Räume. In diesem Veränderungsprozess kann die wissenschaftsbasierte Bioökonomie neue Chancen bieten und zu einer prägenden Wirtschaftsform des 21. Jahrhunderts werden, wenn sie nachhaltig gestaltet wird. Auch für die Entwicklung des ländlichen Raumes bietet die nachhaltige Bioökonomie Chancen. Denn zukunftsfähiges Wirtschaften erfordert einen verantwortungsvollen Umgang mit den globalen Ressourcen, geändertes gesellschaftliches Nutzungsverhalten in bioökonomischen Systemen (auch nachhaltiger Konsum und Lebensstil, Wertschöpfung durch Wertschätzen, qualitatives Wachstum) und rückt den Aufbau von regionalen Stoffkreisläufen wieder stärker in den Fokus. Erwartungen an ökonomisches Wachstum und verbesserte internationale Wettbewerbsfähigkeit sind nach wie vor von hoher Relevanz, sollen nun aber kombiniert werden mit dem Ziel einer verbesserten Nachhaltigkeit.

<sup>3</sup> [www.baden-wuerttemberg.de/de/unser-land/wirtschaftsstandort/](http://www.baden-wuerttemberg.de/de/unser-land/wirtschaftsstandort/) Stand 13.08.2018



Abbildung 1: Ausgewählte Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg, zu denen die Bioökonomie einen Beitrag leisten kann

Die Kulturlandschaft in Baden-Württemberg ist kleinteilig strukturiert und durch Vielfalt geprägt. Rund 40.000 Landwirte in Baden-Württemberg bewirtschaften 1,42 Millionen Hektar<sup>4</sup> der Landesfläche, rund 1,37 Millionen Hektar<sup>5</sup> der Landesfläche sind bewaldet und werden größtenteils forstwirtschaftlich genutzt. Sie sind auch die wirtschaftliche Basis für die vor- und nachgelagerten Sektoren. Die durchschnittliche Größe landwirtschaftlicher Betriebe liegt in Baden-Württemberg deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt.

Auch die Forstwirtschaft in Baden-Württemberg ist durch eine Vielzahl von Betrieben mit unterschiedlicher Eigentümerschaft geprägt: Rund 40 Prozent sind Körperschaftswald (Wald im Besitz von Kommunen, Kirchen, Stiftungen, etc.) und rund 36 Prozent der Waldfläche sind in privater Hand. Gerade der Privatwald ist durch viele kleine Waldbesitzer geprägt. Das Land Baden-Württemberg lässt den Staatswald im Landeseigentum mit einem Flächenanteil von

rund 24 Prozent vom Landesforstbetrieb ForstBW bewirtschaften. Mit diesen Strukturen ist die baden-württembergische Forstwirtschaft von hoher Bedeutung für die nachhaltige Produktion und Bereitstellung von Holz.

### 1.3 Erarbeitung einer Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“

Die Bioökonomie in Baden-Württemberg soll nachhaltig aufgestellt werden. Dabei soll die Entwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie für BW die Besonderheiten des Landes im Hinblick auf die Strukturen und Kompetenzen miteinbeziehen. Auf den Aspekt der Nachhaltigkeit als zwingendes Kriterium für die Transformation legt die Landesregierung Baden-Württemberg besonderen Wert.

<sup>4</sup> Statistisches Landesamt BW 2017, Agrarstruktur 2016, statistik information, Ausgabe 01/2017

<sup>5</sup> Kändler, G. und Cullmann, D. 2014, Der Wald in Baden-Württemberg – Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur.

Die im Land bereits 2007 vorgelegte Politikstrategie „Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg“ wurde seither stetig weiterentwickelt. In der Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie wurden die Herausforderungen für eine nachhaltige Entwicklung neu definiert und unter den Bereichen „Ökologische Tragfähigkeit“, „Teilhabe und Gutes Leben“ sowie „Rahmenbedingungen und vermittelnde Faktoren“ zusammengefasst (Abb. 1). Damit konkretisiert die Nachhaltigkeitsstrategie inzwischen die SDGs für das Land und die Regionen und stellt daher auch den Bezugs-

rahmen für den Ansatz einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg dar.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, hat die Landesregierung anhand von 17 Leitsätzen<sup>6</sup> formuliert, was nachhaltig handeln in Baden-Württemberg heißt. Diesen Maßstäben muss sich auch eine nachhaltige, wissenschaftsbasierte Bioökonomie stellen. In Kapitel 6 wird der Bezug der Bioökonomie zur Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg ausführlich dargelegt.

<sup>6</sup> [www.nachhaltigkeitsstrategie.de/informieren/ziele-und-indikatoren/leitsaetze.html](http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/informieren/ziele-und-indikatoren/leitsaetze.html)  
Stand 13.08.2018

# 2

Durchführung eines  
Beteiligungsprozesses  
als Basis für die Landesstrategie  
„Nachhaltige Bioökonomie  
für Baden-Württemberg“



Angesichts der oben genannten Herausforderungen und mit Blick auf Beiträge zu Nachhaltigkeit, Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz bieten aus Sicht der Landesregierung sowohl die Teilbereiche **erneuerbare Rohstoffe für die Ernährung** und die **stoffliche Nutzung** als auch die **Nutzung von Stoffwechselleistungen biologischer Organismen und Systeme** die größten Potenziale hinsichtlich Wertschöpfung, Beschäftigung, Ressourceneffizienz und Innovationen im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg.

Die nachhaltige Bioökonomie soll in BW dazu beitragen (a) Teilhabe und Gutes Leben zu fördern (siehe Nachhaltigkeitsstrategie) und (b) durch eine bessere Einpassung der Wirtschaft in natürliche Kreisläufe, Stoffströme und Organisationsprinzipien innerhalb der „planetaren Grenzen“ zu agieren sowie die ökologische Tragfähigkeit zu verbessern. Eine nachhaltige Bioökonomie wird dabei nicht die alleinige Lösung sein, um diese in der Nachhaltigkeitsstrategie BW definierten Herausforderungen zu bewältigen, aber sie wird allgemein als bedeutender Ansatz zur Zielerreichung gesehen. Diese Aspekte der Bioökonomie bilden daher die Grundlage für die Erarbeitung einer Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“.

Die Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ soll nach den Vorstellungen des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) unter anderem die starken Branchen wie Maschinen- und Anlagenbau dabei unterstützen, ihr Technologie-Know-how für „Enabler“-Technologien in einer Bioökonomie in Baden-Württemberg zu entwickeln. Durch diese Strukturanpassungspolitik in einem Strukturwandel soll eine Diversifizierung der bestehenden Unternehmen in Richtung einer „green economy“ unterstützt werden. Bei zunehmender Urbanisierung können nach Auffassung des UM biotechnische und bioinspirierte Prozesse auch zur Versorgung mit abiotischen Rohstoffen, beispielsweise auch aus kommunalen Abfällen und Abwässern, beitragen.

Die beiden für die Politikstrategie verantwortlichen Ministerien für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft sowie Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) haben sich entschieden, die für die Bioökonomie relevanten Stakeholder in den Prozess zur Erstellung einer Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ mit einzubinden.

Die BIOPRO Baden-Württemberg (BIOPRO), zentraler Ansprechpartner für die Bioökonomie in Baden-Württemberg, wurde von UM und MLR gefördert, um in zwei ressortspezifischen Teilsträngen offene Beteiligungsprozesse zu organisieren und durchzuführen, in deren Rahmen Empfehlungen für eine Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ entwickelt werden sollten.

## 2.1

### Organisation des Strategieprozesses

Im Fokus des Strategieteilprozesses **„Plan B – Nachhaltige Bioökonomie in urbanen und industriellen Räumen“** unter der **Federführung des UM** standen die Nutzung biologischer Ressourcen aus dem Output von urbanen und industriellen Prozessen als Rohstoffquelle sowie die Nutzung biologischer Prozesse und Prinzipien. Dies inkludiert die Biotechnologie sowie bioinspirierte Anwendungen, Technologien und Prozesse sowie die Schließung von Stoffkreisläufen. Die Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ soll auch in Synergie zur Landesstrategie „Ressourceneffizienz“ stehen. Der Betrachtungsrahmen für den Einstieg in das Thema Bioökonomie sollte dabei zunächst den B2B-Bereich fokussieren, da die Hebel an dieser Stelle am effektivsten angesetzt werden können, um in einer Bioökonomie auch mit ökonomischen Zielen vereinbare Wege gemeinsam mit der bestehenden Wirtschaft entwickeln zu können.



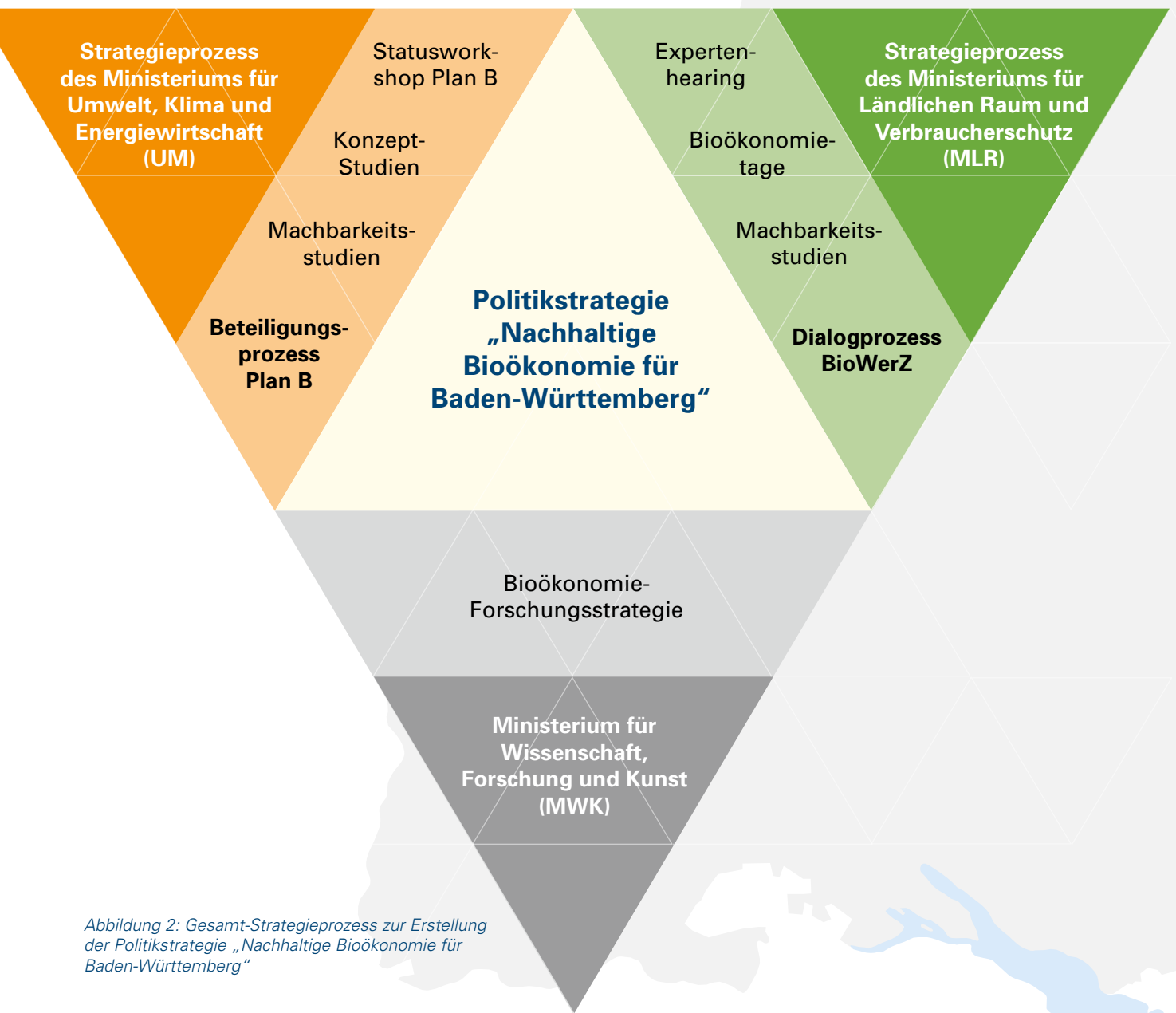


Abbildung 2: Gesamt-Strategieprozess zur Erstellung der Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“

Zur Begleitung des Strategieprozesses wurde ein Board mit Experten der relevanten technologischen und sozioökonomischen Bereiche berufen (Abb. 3). Außerdem wurden vier Arbeitskreise definiert, die jeweils von einem Experten des Boards als Sprecher inhaltlich geführt und moderiert wurden. Als für die Gesamtorganisation verantwortliche Stelle des Teilstrangs Plan B wurde die BIOPRO in zwei Arbeitskreisen vom VDI TZ unterstützt. Des Weiteren ergänzten zwei durch das UM geförderte Machbarkeitsstudien zu den Themen „Bioabfall als Ressource“, durchgeführt von der BIOPRO, und „Abwasser als Ressource“, durchgeführt von der Umwelttechnik BW gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, den Strategieprozess.

Den Start für den vom UM geförderten Strang „Plan B – Nachhaltige Bioökonomie für urbane und industrielle Räume“ bildeten ein Statusworkshop am 20. Juli 2017 sowie eine Auftaktveranstaltung am 20. November 2017. Angesprochen und eingeladen wurden die baden-württembergischen Leitindustrien wie beispielsweise Automobil, Maschinen- und Anlagenbau, Chemie oder Bau sowie Vertreter von Verbänden, Netzwerken und Forschungseinrichtungen und damit die möglichen Stakeholder in Baden-Württemberg (Abb. 4). Diese können zum einen diversifizieren und so von Innovationen einer nachhaltigen Bioökonomie profitieren, andererseits durch ihr technologisches Wissen beispielsweise im Anlagenbau als „Enabler“ den Wandel zu einer nachhaltigen Bioökonomie beschleunigen. Angesichts des Strukturwan-

dels des Wirtschaftssystems sind gerade für die baden-württembergischen Leitindustrien disruptive bioökonomische Innovationen interessant, um Ideen und neue wirtschaftliche Perspektiven zu gewinnen. Insgesamt wurden über 350 Personen aus 220 Organisationen persönlich eingeladen.

### Ablauf

Im Jahr 2018 starteten die Stakeholder-Treffen. Im Strang Plan B wurden die folgenden vier Arbeitskreise eingerichtet (siehe Abbildung 5):

- Biobasierte und bioinspirierte Verfahren, Prozesse und Systeme
- Technologieentwicklung und Innovation zur Erschließung von Rohstoffen aus neuen Rohstoffquellen
- Indikatoren und Kriterien zur Bewertung der Bioökonomie
- Vernetzung und Kommunikation

Im Fokus des zweiten Strangs, des Dialogprozesses des MLR „Bioökonomie – Wertschöpfung mit Zukunft für die länd-

lichen Räume (BioWerZ)“, stand die Wertschöpfung mit Bezug zu und auf Basis von Biomasse (durch Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen erzeugte Kohlenstoffverbindungen und Strukturen). Die wesentliche Zielsetzung war die effiziente und umweltgerechte Erzeugung von erneuerbaren Rohstoffen aus Land-/Forst- und Fischereiwirtschaft und deren Verarbeitung zu hochwertigen traditionellen und innovativen Produkten. Hierbei sollten Nebenströme und Reststoffe aus der Biomasseerzeugung und -verarbeitung im Sinne einer Koppel- und Kaskadennutzung explizit miteinbezogen werden.

Um die Bioökonomie umfassend und unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit zu diskutieren, wurden in beiden Strängen sowohl technologische Aspekte wie auch sozioökonomische Aspekte berücksichtigt. Eine Übersicht über alle Arbeitskreise in beiden Teilsträngen ist in Abbildung 5 dargestellt.

Die Vertreter der beteiligten Kreise (Stakeholder), die sich über den Strategiezeitraum in den Arbeitskreisen engagier-



Abbildung 3: Darstellung des Strategieprozesses von „Plan B – Nachhaltige Bioökonomie für urbane und industrielle Räume“

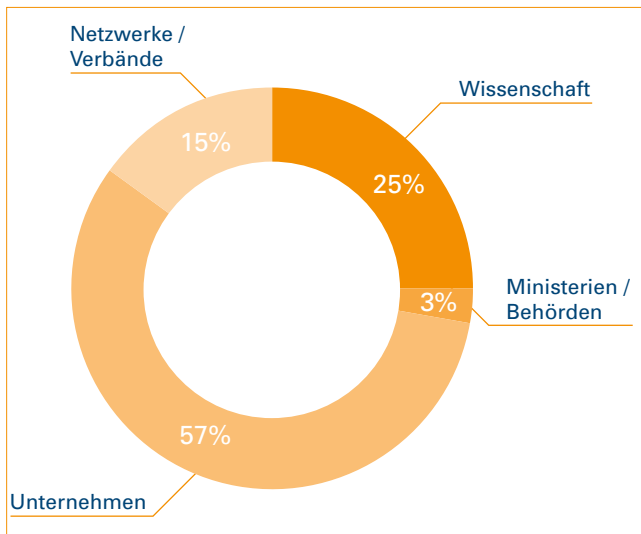


Abbildung 4: Zusammensetzung der potenziellen Stakeholder für den Strategieprozess Plan B, aufgeschlüsselt nach Bereichen

ten, werden im Folgenden „Akteure“ genannt. Die Arbeitskreise zu Indikatorik und politischen Rahmenbedingungen wurden strangübergreifend bearbeitet.

Durch die enge Zusammenarbeit bei der Verbindung beider Stränge soll nach Auffassung der Ministerien eine verstärkte Kreislaufführung der Roh- und Nährstoffe zwischen

urbanen, industriellen und ländlichen Räumen bearbeitbar werden. Damit soll in Zeiten zunehmender Urbanisierung einer Akkumulation von Roh- und Nährstoffen in urbanen Räumen und der Abhängigkeit von Rohstoff- und Nährstoffimporten vorgebeugt werden.

Das Ziel der Arbeitskreissitzungen lag darin, auf Basis der Voraussetzungen und des Potenzials in Baden-Württemberg konkrete Hinweise zu erarbeiten, welche Themen im Land unter Berücksichtigung der bestehenden Wirtschafts- und Industriestruktur zentral sind. Daraus sollten Vorschläge in Form von Handlungsempfehlungen für einleitende und unterstützende Maßnahmen für die Transformation hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie abgeleitet werden. Des Weiteren sollten die Akteure über den Rahmen für die Bioökonomie in Baden-Württemberg diskutieren und Empfehlungen für allgemeine Grundsätze und Rahmenbedingungen aussprechen, die in der Politikstrategie berücksichtigt werden sollten. Die Ergebnisse des Beteiligungsprozesses Plan B werden ausführlich in den Kapiteln 3 – 8 dargestellt.

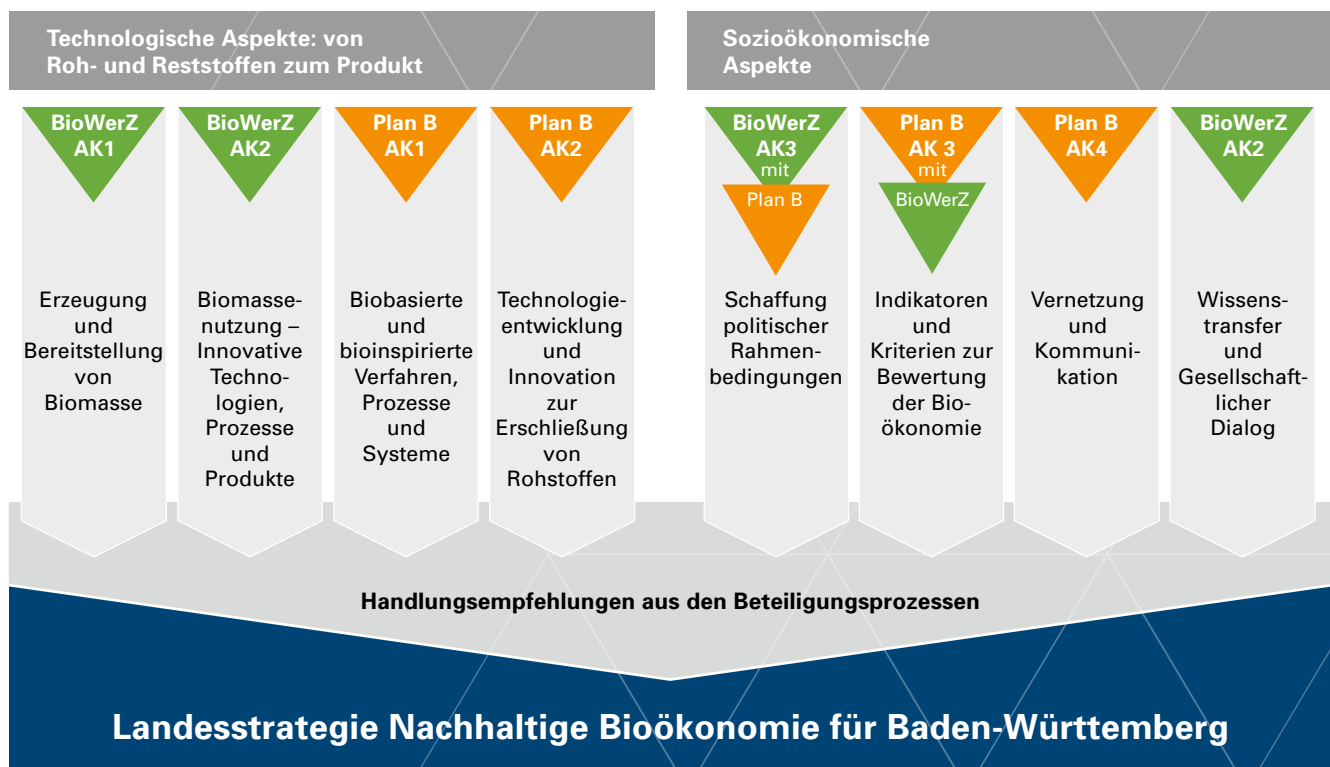


Abbildung 5: Themen und Arbeitskreise im Dialog- bzw. Beteiligungsprozeß

## 2.2 Statements der Sprecher

In Plan B konnten für die Arbeitskreise 1-4 ausgewiesene Experten als Sprecher gewonnen werden. Sie leiteten die Sitzungen und brachten wesentliche Impulse in den Beteiligungsprozess ein. Des Weiteren vertraten sie den Arbeitskreis im Board, das unter der Leitung des UM den gesamten Strategieprozess begleitet hat.



## Prof. Dr. Alexander Sauer

### Arbeitskreis 1



**Prof. Dr. Alexander Sauer**

*Institutsleiter, Universität Stuttgart, Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP)*

*Leiter Bereich Ressourceneffiziente Produktion, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA*

„Die Grenzen der Belastbarkeit unseres Planeten sind erreicht, aber die Weltbevölkerung und der Weltkonsum wachsen weiter. Der Welterschöpfungstag, also der Tag an dem die natürlichen Ressourcen der Erde für ein Jahr bei nachhaltiger Nutzung verbraucht sind, war 2018 bereits der 1. August, bezogen auf Deutschland bereits der 2. Mai. Für Baden-Württemberg liegt der Termin vermutlich noch früher im Jahr.

Der Auf- und Ausbau einer Bioökonomie kann einen signifikanten Beitrag zur Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und der Abnutzung unseres Planeten leisten. Für Baden-Württemberg ist es von großer Bedeutung, dass auch die Prozesse der industriellen Wertschöpfung in den Fokus gerückt werden. Mit der strategischen Initiative „Plan B – Biologisierung industrieller Prozesse und Rückgewinnung von Rohstoffen“ legt das Land einen Grundstein für den wirtschaftlichen Erfolg und die gleichzeitige Schonung der natürlichen Ressourcen. Die Integration von Prinzipien aus der Biologie, der Biotechnologie und der Informations- und Kommunikationstechnologie ist essenziell, wenn wir qualitative Fortschritte erzielen wollen. Vor diesem Hintergrund ist die Ausrichtung des Arbeitskreises 1 „Biobasierte und bioinspirierte Verfahren, Prozesse und Systeme“ des Beteiligungsprozesses von hoher Relevanz für den Erfolg bioökonomischer Ansätze in Baden-Württemberg.

Die biologische Transformation der industriellen Wertschöpfung hat bereits begonnen. Zunehmend werden fossile Ressourcen durch nachwachsende, biologische Materialien ersetzt und chemische auf biologische bzw. biotechnologische Prozesse und Verfahren umgestellt. Vorreiter sind hier die Pharma- und Chemiebranche. Diese Ansätze müssen nun weitergedacht und auf andere Branchen übertragen werden, damit in der Industrie insgesamt ein Momentum erzeugt wird, das einen signifikanten Beitrag zur Bioökonomie leistet.



Mit der Digitalisierung befindet sich unsere Industrie bereits auf einem guten Weg. Das Spektrum der durch Industrie 4.0 denkbaren Szenarien sollte nun durch die Integration der Biologie und deren Prinzipien als weiterführendes branchenübergreifendes Wertschöpfungselement ergänzt werden. Neben der verstärkten informationstechnischen Vernetzung kann die biointelligente Wertschöpfung ein Meilenstein auf dem Weg zu einer Bioökonomie sein, indem beispielsweise fossile Rohstoffe auch in der Stückgutfertigung durch nachwachsendes Material ersetzt und in effizienten biobasierten oder bioinspirierten Prozessen verarbeitet werden. Das Fraunhofer IPA nimmt dieses wichtige Thema besonders in den Fokus.“

A graphic showing the chemical formula CO<sub>2</sub> where the letters are formed by white, fluffy clouds against a clear blue sky background. The 'C' and the first 'O' are large and circular, while the second 'O' is slightly smaller and the '2' is a smaller subscript.

## Dr.-Ing. Ursula Schließmann

### Arbeitskreis 2



**Dr.-Ing. Ursula Schließmann**

*Abteilungsleiterin Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik, Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB*

„Die Transformation der Wirtschaft in eine nachhaltige Bioökonomie über die Entwicklung innovativer Verfahren ist Kern unserer Arbeiten am Fraunhofer IGB. Dabei stehen neben der Nutzung biogener Roh- und Reststoffe insbesondere der Einsatz und die Weiterentwicklung biotechnologischer und bioverfahrenstechnischer Prozesse und die Nutzung geeigneter Mikroorganismen im Fokus.

Ich begegne den Herausforderungen mit Forschungs- und Entwicklungsbeiträgen in der Umwelt-Bioverfahrenstechnik im engen Schulterschluss mit Industriekunden, um Lösungen für komplexe Problemstellungen wie sauberes Wasser bereitzustellen bei gleichzeitig integrierter Verwertung von Wert- und Nährstoffen sowie der Hebung des Energiepotenzials unter der Maßgabe, Abwasser als Ressource zu begreifen. Dabei spielen die Entwicklung neuer Verfahren sowie die Zusammenführung geeigneter Einzelverfahren zu wirkungsvollen, langfristig nachhaltigen Systemlösungen eine Rolle. Die Umsetzung in tragfähige Konzepte gerade für klein- und mittelständische Betriebe in Baden-Württemberg steht im Zentrum. Dabei unterstützen uns am Fraunhofer IGB die hohe Innovationskraft sowie der Erfindergeist dieser Unternehmen.

Durch die Umsetzung der Bioökonomie als ganzheitlicher Ansatz innerhalb einer Landesstrategie können die vorhandenen biologischen Ressourcen durch innovative Verfahren nachhaltiger als bisher genutzt und neue Anwendungsfelder auf Basis interdisziplinärer wissenschaftlicher Erkenntnisse erschlossen werden. Der Einsatz von Digitalisierung und eine frühe Nutzerintegration dienen als Motoren für die Etablierung neuer dezentraler Wertschöpfungsketten.

Im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie kann die gemeinsame Nutzung von Roh- und Reststoffen unterschiedlicher Herkunft genannt werden, wobei gemeinsame Reststoff- und dezentrale Verwertungsplattformen denkbar sind, die aktiv von Nutzern für die Integration in ihre Produktionsprozesse abgerufen werden können. Voraussetzung dafür ist die Entwicklung rohstofftoleranter flexibler Prozesse und deren Zusammenführung in Form von Bioraffinerie-Konzepten. Endkunden der Produkte und produzierende Betriebe werden dadurch stärker in Austausch treten und Rohstoffe und Produkte über den gesamten Lebenszyklus

effizienter nutzen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auch auf der dezentralen Produktion in urbanen Räumen als integraler Bestandteil einer nachhaltigen Bioökonomie made in Baden-Württemberg.

Der Ansatz des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, die wichtigen Fragestellungen in Form ausgewählter Leuchtturmprojekte als Ankerpunkte für einen Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft zu fördern, unterstützt den Aufbau neuer Strukturen, ermöglicht Firmen in Baden-Württemberg eine Alleinstellung im Themenkomplex Bioökonomie und erhöht gleichzeitig durch den Aufbau von Demoanlagen die Sichtbarkeit im nationalen und internationalen Umfeld.“





## Nils Rettenmaier

### Arbeitskreis 3



Nils Rettenmaier

*Themenleiter im Bereich Biomasse und Ernährung, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH*

„Aus Sicht der Landesregierung bietet die Bioökonomie eine Chance für Baden-Württemberg, den in der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes niedergelegten Transformationsprozess zu einer ökologischen Wirtschaftsweise zu unterstützen. Die Bioökonomie soll dabei einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz sowie zur Energie- und Ressourceneinsparung leisten, neue wirtschaftliche Chancen eröffnen und Arbeitsplätze sowohl im ländlichen Raum als auch in der sich wandelnden Industrie sichern. Als Grundvoraussetzung für die Nutzung dieser Chancen nennt die Landesregierung die Ausrichtung an Nachhaltigkeitskriterien.

Es ist absehbar, dass eine wachsende Bioökonomie nicht nur Chancen bietet, sondern auch zu Zielkonflikten mit anderen Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitszielen führen wird, beispielsweise in den Bereichen Naturschutz, Ernährungssicherung und Klimaschutz sowie im Hinblick auf die Schutzgüter Boden, Luft und Wasser. Global gesehen stellt die Einhaltung der sogenannten planetaren Grenzen die zentrale Herausforderung der kommenden Jahre dar, und zwar nicht nur im Bereich Klimawandel, sondern auch in den Bereichen Phosphor- und Stickstoffkreislauf sowie Biodiversität, in denen die Menschheit den sicheren Handlungsspielraum bereits verlassen hat. Sowohl vor diesem Hintergrund als auch angesichts der begrenzten Biomassepotenziale ist es klar, dass der aus Klimaschutzgründen erforderliche Ausstieg aus der Nutzung fossiler Ressourcen nicht allein durch eine verstärkte stoffliche und energetische Nutzung biogener Ressourcen kompensiert werden kann. Die Bioökonomie wird aber ein Teil der Lösung dieser globalen Herausforderungen sein.

Um nachhaltige von weniger nachhaltigen Bioökonomie-Lösungen unterscheiden zu können, bedarf es eines klaren Bewertungssystems. Im Rahmen des Strategieprozesses „Plan B – Nachhaltige Bioökonomie in urbanen und industriellen Räumen“ wurde zu diesem Themenkomplex ein eigener Arbeitskreis (Arbeitskreis 3) eingerichtet, dessen Aufgabe es war, Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zum Thema „Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Bioökonomie“ zu erarbeiten. Das große Interesse der Teilnehmer und die engagier-

ten Diskussionen bei den Sitzungen zeigen, dass es richtig ist, die baden-württembergische Bioökonomie-Strategie auf Nachhaltigkeit auszurichten, damit sie einen positiven Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen des Landes leisten kann. Um letzteres sicherzustellen, ist ein regelmäßiges Monitoring der Entwicklung der Bioökonomie unerlässlich. Auf diese Weise können potenzielle Zielkonflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden und die Chancen der Bioökonomie in Baden-Württemberg zum Wohle von Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft genutzt werden.“





## Prof. Dr. Andreas Pyka Arbeitskreis 4



**Prof. Dr. Andreas Pyka**

*Fachgebiet Innovationsökonomik, Institut für Volkswirtschaftslehre, Wirtschaft- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Universität Hohenheim, Prorektor für Internationalisierung*

„Die Umsetzung bioökonomischer Verfahren stellt einen wichtigen Baustein zur Transformation des Wirtschaftssystems hin zur Nachhaltigkeit dar. Regionen werden in diesem Transformationsprozess eine besondere Rolle spielen, da es um die Ausschöpfung der regional spezifischen Bioökonomie- und Innovationspotenziale geht sowie um die Etablierung von spezifischen Verbindungen zu anderen Nachhaltigkeitsstrategien wie der Ressourceneffizienz und der Digitalisierung. Eine für alle Länder und Regionen der Welt gültige Bioökonomiestrategie kann es nicht geben, sondern regionenspezifische experimentelle, d.h. auch zwangsläufig mit Fehlern behaftete Strategien, die auf Innovationsnetzwerke und Entrepreneurship setzen, sind notwendig.

Hervorzuheben sind die Möglichkeiten der Bioökonomie, in peripheren Regionen außerhalb der Ballungsgebiete neue Sektoren zu schaffen, die einen wichtigen Beitrag zur Wertschöpfung und zur Entstehung von wissensbasierten, also gut bezahlten Arbeitsplätzen leisten und so die aus vielerlei Hinsicht heute überlasteten urbanen Zentren entlasten.

Die Etablierung bioökonomischer Strukturen ist von einer Unterstützung der Entrepreneurship-Aktivitäten abhängig, da etablierte Unternehmen unter Umständen sich der Bioökonomie nur zu zögerlich annähern werden, da angestammte Geschäftsfelder Gefahr laufen ersetzt zu werden. Eine wirksame Bioökonomie-Strategie muss daher auf Innovationsnetzwerke setzen, die neben den

Start-ups und der Verbindung zu etablierten Unternehmen auch die Beziehungen zur Wissenschaft und zum Verbraucher berücksichtigen. Unter dieser Prämisse kann das erfolgreiche regionale Innovationssystem Baden-Württembergs zu einem sogenannten „Dedicated Innovation System“ umgebaut werden, das in einem kollektiven Innovationsprozess den Umbau zum nachhaltigen Wirtschaftssystem unterstützt. Strukturanpassungspolitik statt Strukturpolitik wird hierbei das Leitbild der Wirtschafts- und Innovationspolitik sein.“



# Ergebnisse der Beteiligung

3

Statusworkshop  
„Plan B wie Bioökonomie“



Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft informierte im Rahmen eines Statusworkshops über Chancen eines biobasierten Wandels. Angesichts des zu erwartenden und von der Bundesregierung avisierten Strukturwandels unseres Wirtschaftssystems ist es sinnvoll, über Ideen und neue wirtschaftliche Perspektiven zu diskutieren, die auf Basis des Einstiegs in eine Bioökonomie entstehen können. Der erwünschte Nebeneffekt: Zum langfristigen wirtschaftlichen Erfolg durch die Erweiterung des eigenen Portfolios trägt eine nachhaltige Bioökonomie dazu bei, die Energie-, Rohstoff- und Gesundheitsversorgung zu sichern und zudem Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz voranzubringen.

Der Statusworkshop „Plan B wie Bioökonomie“ diente zur Vorbereitung des Strategieprozesses „Plan B – Nachhaltige Bioökonomie in urbanen und industriellen Räumen“, der seinerseits als eine Grundlage für die Erstellung der Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ durchgeführt wurde. Er fand am 20. Juli 2017 statt. Anhand von konkreten Beispielen wurde auf der Veranstaltung aufgezeigt, wie die Nutzung von biologischen Erkenntnissen und Verfahren in den o.g. Branchen und Bereichen mit übergreifenden Querschnittsaufgaben z.B. im Maschinen- und Anlagenbau integriert werden könnte. So wurde unter anderem die „Enabler“-Funktion klassischer Technologien im Workshop vorgestellt und über Erfahrungen berichtet.

Der Statusworkshop diente zur Information und Beteiligung der Stakeholder, damit diese sich frühzeitig auf die Transformation vorbereiten können, und bot eine Plattform, um zu diskutieren, wie organisch gewachsene, erfolgreiche Industrien von disruptiven Innovationen und neuen Potenzialen aus einer nachhaltigen Bioökonomie profitieren können.

### 3.1 Teilnehmer

Der Statusworkshop war ein Angebot, um Ideen, Herausforderungen und neue wirtschaftliche Perspektiven, die auf Basis des Einstiegs in eine Bioökonomie entstehen können, zu diskutieren. Zielgruppe waren Maschinenbau-, Anlagenbau- und Umwelttechnik-Unternehmen aus Baden-Württemberg, die von einer Transformation hin zu mehr Bioökonomie profitieren können. Im Rahmen des Workshops sollte der aktuelle Status in diesen Unternehmen ermittelt und diese für die wirtschaftlichen Chancen in der Bioökonomie sensibilisiert werden.

In Baden-Württemberg sind vor allem die Branchen Chemie-, Papier-, Baustoff-, Nahrungs- und Getränkeindustrie sowie Handel (auch Versandhandel) und Logistik interessante Branchen für die Bioökonomie. Aber auch die baden-württembergischen Leitindustrien wie Automobil, Anlagen- und Maschinenbau werden in der Bioökonomie eine wichtige Rolle spielen. Das Potenzial ist dort aber noch nicht so bekannt, da für deren Wertschöpfungsketten die Bioökonomie eine eher disruptive Wirtschaftsform darstellt: Im Maschinen- und Anlagenbau betreffen derzeit nur 1 Prozent der Patente Produkte bzw. Verfahren der Bioökonomie. Wenn man noch die Maschinen für die Bioökonomie hinzunimmt, kann man ca. 8 Prozent der Patente der Bioökonomie zuordnen.<sup>7</sup>

Es wurden etwa 200 Maschinenbau-, Anlagenbau- und Umwelttechnik-Unternehmen aus Baden-Württemberg eingeladen, um sich zu Aspekten der Bioökonomie auszutauschen, sowie weitere Stakeholder aus Forschungseinrichtungen, Netzwerken/Verbänden sowie Ministerien/Behörden. Über 50 Teilnehmer nutzten die Chance, sich zu informieren und über die Perspektiven einer Bioökonomie auszutauschen (Abb. 6).

<sup>7</sup> „Bioökonomie als Innovationstreiber in der Industrie“, Plan B wie Bioökonomie, 20. Juli 2017, Stuttgart, Dr. Sven Wydra

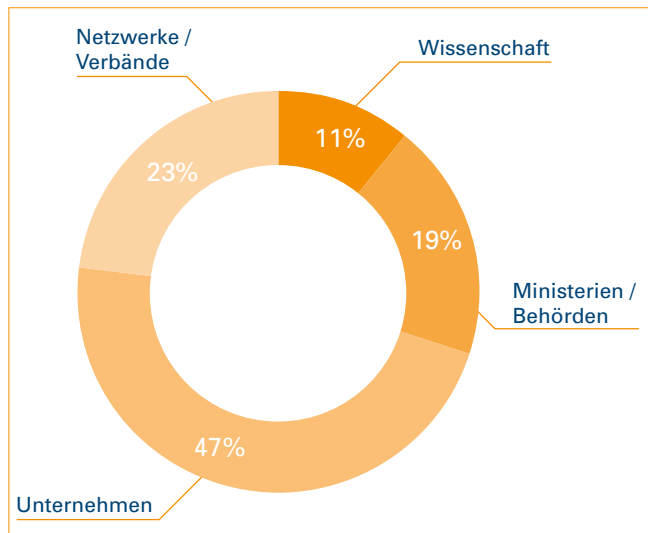


Abbildung 6: Zusammensetzung der Teilnehmer am Statusworkshop, aufgeschlüsselt nach Bereichen

- Biokunststoffe
- Baustoffe
- Digitalisierung, Nachhaltigkeit und bioökonomische Systeme zusammenbringen (schneller Abruf von Technologien etc. als Tool für die Firmen)
- Bildungssystem (Schüler und Jugend als Zielgruppe für die Transformation hin zur Bioökonomie und einer nachhaltigen Entwicklung anhand des Themas „Umgang mit Ressourcen“).

Als Kernbereiche, die aus Sicht der Teilnehmer besonders interessant waren, kristallisierten sich in der Diskussion die Bereiche Technologien, Märkte, Kommunikation/Bürgerakzeptanz sowie Rahmenbedingungen heraus.

## 3.2 Positionen der Teilnehmer

Anhand von Best-Practice-Beispielen wurde im Statusworkshop aufgezeigt, in welchen Bereichen und in welchem Umfang Bioökonomie im industriellen Umfeld heute schon eine Rolle spielt. Als Einstieg wurde die folgende Fragestellung bearbeitet: Wo werden Potenziale gesehen und wo entsprechende Technologien oder Produkte bereits in Unternehmen angewandt? Ziel der anschließenden Diskussion war es, Fragen zu klären, Bedürfnisse der Unternehmen aufzunehmen, Ziele für eine nachhaltige Bioökonomie in Baden-Württemberg zu definieren sowie Vorschläge an die Politik zu formulieren.

Folgende Branchen und Bereiche, in denen die Bioökonomie vorangetrieben werden soll, wurden im Statusworkshop benannt:

### Branchen

- Energiesektor
- Landwirtschaft (Ernährungssicherheit)

### Bereiche

- Bioschmierstoffe

### Technologieentwicklung/Technologietransfer

Die Teilnehmer des Workshops favorisierten als Schwerpunkt in Baden-Württemberg die Einwicklung von robusten und einfachen Prozessen und Verfahren, die in der Breite und dezentral einsetzbar sind. Auch Technologien, die Prozesse vereinfachen, sind interessant (smarte Technologien mit Alleinstellungsmerkmalen).

Es gibt bereits erfolgreiche Innovationen im Bereich Bioökonomie, die nur noch einer Anpassung bedürfen oder die in eine Wertschöpfungskette integriert werden müssen, um wirtschaftlich zu sein. Dazu wird mehr Unterstützung in Form von Förderungen für Unternehmen und Forschungseinrichtungen benötigt. Es gibt jedoch auch mittel- oder langfristige Projekte, für die eine Förderung im großen Stil erforderlich wäre. Als einen wichtigen Bezugspunkt für die Technologieentwicklung nannten die Teilnehmer die Kreislaufwirtschaft. Einige vielversprechende Technologien sind in Baden-Württemberg nach Einschätzung der Teilnehmer bereits vorhanden, aber noch nicht marktfähig. Vor allem das Recycling von Biokunststoffen wäre noch aufzubauen.

Des Weiteren müssen für die Technologieentwicklung Schnittstellen zwischen einzelnen Prozessen und Verfahren festgelegt



und Standards hierfür geschaffen werden, um Wertschöpfungsketten bzw. -netze weiter aufbauen zu können, dies auch in Bezug auf bestehende Prozesse (z.B. Drop-in-Lösungen).

Eine bessere Vernetzung zwischen Forschung und Unternehmen bei der Technologieentwicklung bis hin zur Umsetzung/Anwendung wurde ebenfalls als optimierungsfähig identifiziert. Hierzu könnte eine Förderung von Demo-Anlagen beitragen. Ziel muss es sein, dass Innovationen schneller am Markt sichtbar und verfügbar werden.

### **Markt/Marktdurchdringung**

Die besten Marktchancen für die Bioökonomie wurden in Nischen bzw. bei Spezialanwendungen gesehen. Im nächsten Schritt ist es nach Ansicht der Teilnehmer erforderlich, dass die Wirtschaftlichkeit der Bioökonomie-Produkte und -Prozesse verbessert wird, um aus der Nische heraus und in einen breiteren Absatzmarkt zu kommen. Dazu kann ein „Bioökonomie-Finderportal“ (ähnlich zu den IHK Recyclingbörsen) beitragen. Hier soll hinterlegt werden, wo es in Baden-Württemberg welche Roh- und Abfallstoffe gibt, wer welche Stoffe verwerten oder verwenden kann und wer Prozesstechnologien für die Verwendung neuer Rohstoffe liefern kann. Das Portal soll eine Community-Funktion enthalten sowie IT-gestützt Vorschläge für ein „Matching“ von guten Verwertungsideen anbieten.

Nach Ansicht der Teilnehmer kann der Marktzugang für bioökonomische Produkte und Prozesse auch über die entsprechende Nachfrage verbessert werden. Fast alle großen Firmen haben Nachhaltigkeitsziele verankert, zu deren Erreichen bioökonomische Produkte einen Beitrag leisten können. Dies kann auch für Technologieanbieter eine Chance sein, wenn Unternehmen die Technologien/Prozesse nutzen, um ihre Nachhaltigkeitssituation oder Ressourceneffizienz zu verbessern.

Des Weiteren diskutierten die Teilnehmer über einen Kostenaufschlag für nicht nachhaltige Produkte, um die Bioökonomie

wirtschaftlich interessanter zu machen. Denn obwohl biobasiert erzeugte Produkte unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit von Teilen der Gesellschaft verstärkt nachgefragt werden, sind viele Verbraucher nicht unbedingt auch bereit, Premiumpreise für nachhaltig erzeugte, biobasierte Waren zu bezahlen.

### **Kommunikation/Bürgerakzeptanz**

Um die Transformation hin zu mehr Bioökonomie und die wirtschaftlichen Chancen der Bioökonomie zu erhöhen, ist eine stärkere Interaktion zwischen Politik, Bürgern und Unternehmen notwendig. Netzwerke können in diesem Dialog eine entscheidende Rolle spielen.

Die Politik wurde als der größte Treiber für die Transformation hin zu mehr Bioökonomie gesehen. Es bestand aber Einvernehmen, dass auch die Bürger gezielt eingebunden werden müssen. Um Verbrauchern bei der Kaufentscheidung zu helfen und das Verständnis für die Bioökonomie zu erhöhen, wurde die Einführung eines Bioökonomie-Labels vorgeschlagen. Die Teilnehmer waren allerdings der Meinung, dass dieser Vorschlag zumindest bundesweit aufzugreifen und umzusetzen wäre. Basis eines solchen Labels müssen Nachhaltigkeitsanalysen sein, die auch für bereits etablierte Produkte durchgeführt werden sollen. Dies ist wichtig, um vergleichen zu können, welche Produkte und Prozesse in der gesamten Wertschöpfungskette von der Rohstoffproduktion bis zum fertigen Produkt wirklich nachhaltig sind. Denn auch biobasierte Produkte sind nicht per se nachhaltig.

Der Transformationsprozess von einer fossilbasierten zu einer mehr biobasierten Wirtschaft ist fließend. Dabei sollen die gesamte Gesellschaft einschließlich der Unternehmen eingebunden und mitgenommen werden und dafür auch die Prinzipien einer nachhaltigen Bioökonomie im Bildungssystem verankert werden.

Ziel sollte es nach Aussage der Teilnehmer sein, den gesellschaftlichen Auftrag der Bioökonomie gemeinsam zu verhandeln.

A microscopic view of numerous green, rod-shaped bacteria, likely Bacillus subtilis, against a dark background. The bacteria are in various orientations and focus, creating a sense of depth. A semi-transparent white triangle is overlaid on the center of the image, containing text.

# 4

Arbeitskreis 1  
„Biobasierte und  
bioinspirierte Verfahren,  
Prozesse und Systeme“

Klassischerweise verfolgt die Bioökonomie das Ziel, die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen durch den Einsatz von Biomasse zu reduzieren. Der größte Schwerpunkt liegt dabei auf der Nutzung nachwachsender Rohstoffe, von Bioabfällen und landwirtschaftlichen Reststoffen. Die Bioökonomie kann aber auch einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele durch den Einsatz moderner Technologien im urbanen Raum leisten. Dabei ist es wichtig, zwischen energetischer und stofflicher Ebene hinsichtlich Bewertungskriterien wie der CO<sub>2</sub>- bzw. THG-Reduktion zu unterscheiden.

In diesem Arbeitskreis ging es um Anwendungsmöglichkeiten für biobasierte und bioinspirierte Verfahren, die einen Mehrwert für die Ressourceneffizienz und nachhaltiges Wirtschaften haben. Der Fokus lag auf Technologien, Substitution fossiler Materialien, Prozessen, die einen Beitrag zur THG-Reduktion liefern (z.B. biotechnologische CO<sub>2</sub>-Fixierung), biologischen Prinzipien und der Verarbeitung von Plattformchemikalien. Ausgeklammert wurden unter anderem Informatikanwendungen wie evolutionäre Algorithmen und Energieerzeugung. Die Erschließung von Rohstoffen war unter anderem Thema des AK 2 in Plan B.

Aufgabe des AK 1 war es, sich mit neuen Produkten, Prozessen und Systemen zu befassen und dabei ebenfalls die Prozessumgebung und die Bedingungen für eine Integration biobasierter und bioinspirierter Verfahren in klassische Produktionsprozesse zu berücksichtigen. Ebenso sollten Stoffkreisläufe sowie Konversions- und Aufbereitungstechnologien betrachtet werden. Dies galt insbesondere vor dem Hintergrund des Einsatzes im urbanen Raum oder der Verwendung von Abfall- und Restströmen aus dem urbanen Raum.

## 4.1 Bezug zu BW und Akteure

Große Potenziale liegen unter anderem in Innovationen der Molekularbiologie, der Biochemie, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie den neuen digitalen Ansätzen der Künstlichen Intelligenz und Informationstechnologie. Verknüpft zu neuen Wertschöpfungsketten und eingebunden in eine Kreislaufwirtschaft – im Sinne einer Circular Economy<sup>8</sup> –, können langfristig Stoffkreisläufe geschlossen und damit der Ressourcenverbrauch immer weiter reduziert werden.

Nach den Erhebungen des Statistischen Landesamts von 2015 sind die wichtigsten Wirtschaftszweige in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs vor allem der Maschinenbau, das Gesundheitswesen und der Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen). Die Herstellung von Kraftfahrzeugen und deren Teilen nimmt im Landkreis Böblingen die Spitzenstellung ein, der Stadtkreis Stuttgart steht an zweiter Stelle.<sup>9</sup>

Eine Betrachtung der Wirtschaftszweige in Baden-Württemberg mit Bezug zur Bioökonomie fand auf Basis einer für den AK 1 entwickelten „Technologiematrix“ (siehe Anhang) statt. Der Maschinenbau wurde nicht explizit abgefragt, da es in der Technologiematrix um die Herstellung von Gütern ging. Dennoch spiegeln die Angaben in der Matrix des AK 1 gut die wichtigsten in Baden-Württemberg vorhandenen Branchen und Wirtschaftszweige wider.

Die Akteure des Arbeitskreises hatten es sich zur Aufgabe gemacht, konkrete Technologien anzuschauen, die es in Baden-Württemberg bereits gibt bzw. an denen derzeit geforscht wird und die einen Einfluss auf die Bioökonomie

<sup>8</sup> Europäische Kommission 2015: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft, COM (2015) 614 final, 02.12.2015: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN>

<sup>9</sup> Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2015: [www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2015066](http://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2015066)



haben können. Diese Technologien wurden in Bezug zu den Wirtschaftszweigen gesetzt, in denen sie bereits eingesetzt werden oder ein Einsatz zukünftig möglich und sinnvoll ist. Auch eine Aussage zu Hemmnissen und Kriterien zur Bewertung der Auswirkungen auf die Bioökonomie wurde diskutiert. Zur Erfassung dieser Parameter wurde von den Akteuren die oben bereits erwähnte Technologiematrix erstellt und ausgefüllt.

### Darstellung der Akteure

An dem Beteiligungsprozess waren insbesondere KMU mit Bezug zur Bioökonomie vertreten, Großunternehmen haben sich nicht beteiligt. Eine größere Anzahl an Akteuren kam aus der Wissenschaft. Die Unternehmen kamen insbesondere aus den Bereichen Biotechnologie/Umwelttechnik, Materialien für energietechnische Lösungen, Fasertechnologie, Schmierstoffe und Öle, Klebstoffe und Biomasseumwandlung.

Zusammengefasst nach den Bereichen Wissenschaft, Unternehmen, Behörden sowie Netzwerke und Verbände ergibt sich folgendes Bild (Abb. 7):

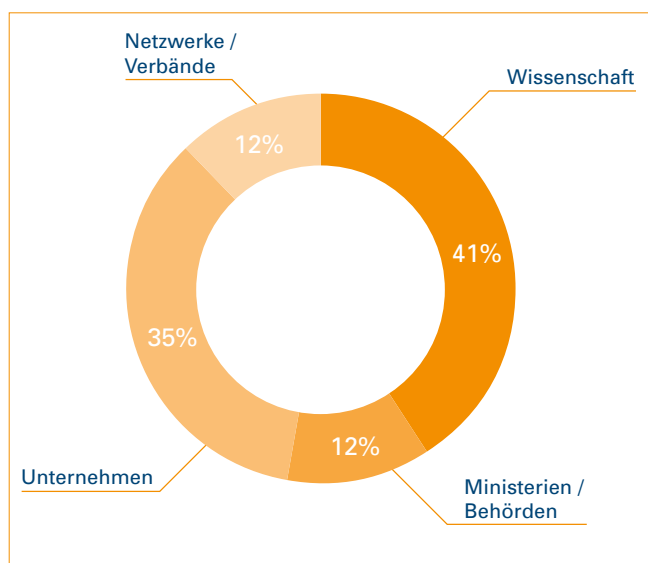


Abbildung 7: Zusammensetzung der Akteure im AK 1, aufgeschlüsselt nach Bereichen

Aufgrund terminlicher Überschneidungen war es nicht allen Akteuren möglich, an jedem Treffen teilzunehmen. Grundsätzlich nahmen an jeder der 5 Sitzungen 15 bis 25 Personen teil.

## 4.2 Positionen der Akteure

Die meisten Schwerpunktthemen wurden im AK 1 weitestgehend im Konsens diskutiert und erarbeitet, wobei die Themenwahl auf Impulse der beteiligten Akteure zurückzuführen ist. Unter anderem wurde eine Voruntersuchung zur Biologischen Transformation der industriellen Wertschöpfung der Fraunhofer-Gesellschaft vorgestellt (BIOTRAIN). Diese Voruntersuchung hatte das Ziel, die wesentlichen Potenziale und Bedarfe des Transformationsprozesses zu identifizieren und ein umfangreiches Bild über die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken Deutschlands im internationalen Vergleich aufzuzeigen. Das Vorhaben wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Einige der diskutierten Themen waren erwartungsgemäß auch in der Diskussion der anderen Arbeitskreise relevant und sind gegebenenfalls im vorliegenden Bericht dort ebenfalls aufgeführt. Ebenso wurden im AK 1 Themenfelder diskutiert, die Bestandteil der Aufgaben anderer Arbeitskreise waren. Diese werden im Folgenden nicht explizit beschrieben.

### Wirtschaftszweige

Im AK 1 wurden zwei Matrices erarbeitet (siehe Anhang, „Technologiematrix“), die dazu dienten, einen Überblick über die für die Bioökonomie wichtigen Wirtschaftszweige in Baden-Württemberg zu erhalten und eine Bewertung der von den Akteuren genannten Technologien vorzunehmen. Die Angaben in den Matrices repräsentieren die Einschätzungen der Akteure in Bezug auf die von ihnen genannten

Technologien und schließen auch relevante Technologien aus oben genannten Voruntersuchungen zur biologischen Transformation der Industrie ein. Eine wissenschaftliche, repräsentative Auswertung ist aufgrund der geringen Datenmenge und der subjektiven Bewertung nicht möglich. Die Angaben wurden im Rahmen des Beteiligungsprozesses nicht durch weitere Analysen/Recherchen gestützt. Aus diesem Grund werden im Folgenden lediglich die Trends, die sich aus dem Expertenwissen der Akteure ableiten lassen, qualitativ aufgezeigt.

In der ersten Matrix wurden insgesamt 32 Wirtschaftszweige (in Anlehnung an die Klassifikation der Wirtschaftszweige<sup>10</sup>) vorgegeben. Diese wurden nach dem Potenzial für eine nachhaltige Bioökonomie und dem Zeithorizont, in dem sie an Bedeutung gewinnen können, bewertet:

- Substitution fossiler oder primärer Energieträger
- Substitution fossiler oder primärer Materialien
- Enabler für bioinspirierte/biotechnologische Ansätze
- Abfälle als Ausgangsbasis für Sekundärrohstoffe
- Klimabeitrag

Im Ergebnis messen die Akteure des AK 1 den folgenden Wirtschaftszweigen in Baden-Württemberg besondere Bedeutung bei, wenn es um den Einsatz von Technologien zur Förderung der Bioökonomie geht (Relevanz, von oben nach unten abnehmend):

- Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
- Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- Getränkeherstellung
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
- Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
- Sonstiger Fahrzeugbau
- Bekleidung und Textilien
- Handel und Großhandel

## Technologiematrix

Die Technologiematrix ist der Kern der Ergebnisse des AK 1. Anhand der benannten Technologien konnte eine Vielzahl an relevanten produkt- und prozessbezogenen Themen für die Bioökonomie in Baden-Württemberg diskutiert werden. Die Matrix wurde ebenfalls vom AK 2 „Technologieentwicklung und Innovation zur Erschließung von Rohstoffen“ verwendet und um eine Beschreibung von Wertschöpfungsketten ergänzt.

Die hier vorgestellten Ergebnisse der Matrix wurden von den Akteuren des AK 1 erstellt, sind nicht für ganz Baden-Württemberg repräsentativ und spiegeln die Einschätzung und Expertise der Akteure wider, die sich im Beteiligungsprozess engagiert haben. Aus diesem Grund werden auch diese Ergebnisse lediglich qualitativ dargestellt. Die Technologiematrix bildet ein interessantes Spektrum an Technologien der Akteure ab und ist ein erster Überblick. Sie liefert damit eine gute Basis für die Ableitung erster Konkretisierungen zu interessanten Biomasse-Inputströmen, Verfahren und Forschungsbedarfen. Die Matrix soll nach Ansicht der Akteure im Rahmen der Landesstrategie weiter ergänzt werden, um zu den technischen Optionen einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg einen umfassenden Überblick zu erhalten.

Im Rahmen der Diskussion über die Technologiematrix und ihre Inhalte wurden Anforderungen aus technologischer und wirtschaftlicher Sicht abgeleitet.

### Kriterien:

- Hemmnisse für eine Einführung der Technologie
- Handlungsfelder/Einsatzmöglichkeiten
- Zeithorizont bis zur Marktreife
- Technologie Readiness Level (TRL)
- Beitrag zur Rohstoffreduktion
- Reduktion des Energieaufwands

<sup>10</sup> Statistisches Bundesamt (destatis.de): [www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Klassifikationen.html](http://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Klassifikationen.html)



- Auswirkungen auf die Emissionen von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten
- Schadstoffreduktion
- Kreislauffähigkeit
- Entstehung neuer problematischer Stoffströme

In einem zweiten Schritt wurde angegeben, in welchen Wirtschaftszweigen die genannte Technologie zum Einsatz kommt oder kommen kann.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass sich viele Verfahren mit der Verwertung von Reststoffen, die nicht anderweitig genutzt werden können, beschäftigen. Häufig liegt der Fokus auch auf Verfahren zur Energieerzeugung. Dabei ist die Häufigkeit der genannten Technologien pro Wirtschaftszweig noch kein hinreichender Indikator für die Bedeutung der Branche für die nachhaltige Bioökonomie. Weitere Ausführungen zu den Technologien und Ausgangsstoffen für eine Bioökonomie in Baden-Württemberg (Roh- und Reststoffe) werden in Kapitel 5 beim AK 2 ausgeführt.

## Hemmnisse

In Zusammenhang mit der Umsetzung von biologischen oder bioinspirierten Technologien für eine Bioökonomie wurden grundsätzliche Hürden oder Hemmnisse diskutiert. Die Akteure benannten, dass

- technische Referenzanlagen fehlen, in denen Unternehmen neue Verfahren kennenlernen bzw. testen können (Reallabore oder Test-Beds),
- Investitionen für Demonstratoren für den industriellen Maßstab nicht von einzelnen Unternehmen getragen werden können,
- biobasierte oder biogene Rohstoffe im Vergleich zu erdölbasierten Rohstoffen oftmals zu teuer sind,
- nicht ausreichend qualifiziertes Personal zur Verfügung steht bzw. eingestellt werden kann (mangelnder Ausbildungsstand, Bio-Fachkräfte fehlen),
- Wagniskapital in zu geringem Ausmaß eingeworben werden kann (fehlende Risikobereitschaft der Geldgeber),
- auch die (Haus-)Banken günstige Kredite und finanzielle

Unterstützung häufig deshalb ablehnen, weil sie nicht über die Expertise verfügen, neue Technologien hinsichtlich der Potenziale für eine Bioökonomie bewerten zu können.

Bezogen auf die Relevanz war es eindeutig, dass die meisten Akteure von AK 1, wenn es um die Einführung neuer Technologien oder Prozesse geht, Hemmnisse in den rechtlichen Rahmenbedingungen sehen. Welche Gesetze und Verordnungen konkret Hürden darstellen, muss im Einzelfall und je nach Wirtschaftszweig untersucht werden (siehe auch Ausführungen zu AK 3 im Beteiligungsbericht des Stranges BioWerZ).

An zweiter Stelle der relevanten Hemmnisse stehen die Kosten, gefolgt von fehlenden Technologien. Bezogen auf Bioprozesse wird angegeben, dass die Ausbeute an Stoffen aus Bioprocessen häufig nicht mit Prozessen der fossilen Industrie mithalten kann und die Stabilität der Prozesse häufig noch nicht ausreicht, um eine gleichbleibende Qualität zu erzeugen.

Zusammengefasst ist festzuhalten, dass von den Akteuren neben den gesetzlichen insbesondere finanzielle und technische Hürden angeführt wurden. Auch der Fachkräftemangel ist im Bereich der Unternehmen zu spüren, die sich mit Technologien für eine Bioökonomie befassen.

Es erscheint sinnvoll, die kostenbezogenen Hemmnisse im Hinblick auf die jeweiligen Technologien genauer zu untersuchen, um daraus geeignete Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Hierbei handelt es sich um Kosten, die in unterschiedlichen Produktionsschritten entstehen:

- Beschaffungsprozess
- Anpassung des Produkts
- Anpassung des Prozesses
- Anpassung des Geschäftsmodells
- Demonstration ganzer Prozesse bzw. Wertschöpfungsnetze

Die Akteure des AK 1 empfehlen, geeignete Technologien dahingehend zu untersuchen, in welchem Produktherstellungsschritt die größten kostenbezogenen Hemmnisse liegen, um dies auch von politischer Seite aufgreifen zu können.

## Ökonomie

Die Akteure waren sich einig, dass der ökonomische Aspekt in der Bioökonomie oft zu kurz kommt, und maßen dem Teil „Ökonomie“ der Bioökonomie besondere Bedeutung bei. Es ist wichtig, eine Aussage über das wirtschaftliche Potenzial in Abhängigkeit von der Zeit zu treffen. Nur wenn Produkte und Prozesse wirtschaftlich sind und sowohl von Unternehmen im Business-to-Business-Bereich als auch von Konsumenten nachgefragt werden, können sie sich am Markt etablieren. Die Bioökonomie wird nach Ansicht der Akteure auf absehbare Zeit parallel zu anderen Wirtschaftsformen existieren und vermutlich die fossil-basierte Produktion nicht vollständig ersetzen können. Aus diesem Grund muss darauf hingewirkt werden, dass die synergistisch existierenden Wirtschaftsformen vereinigt werden und sich die Bioökonomie langfristig in weiten Teilen durchsetzen kann.

Auch wenn die Bioökonomie nach Aussage des Bioökonomierates keine Substitutionsstrategie ist, ist es erforderlich, neue tragfähige Geschäftsmodelle zu entwickeln,

- die sich parallel zu fossil-basierten Märkten etablieren,
- die den Austausch positiver Innovationen zwischen diesen ermöglichen und
- die negative Geschäftsmodelle günstigstenfalls ersetzen.

Ein Beispiel ist die Entwicklung neuer biobasierter Materialien wie technische Pflanzenöle und Bio-Schmierstoffe. Die Wertschöpfungskette ist derzeit anfällig für die Volatilität der Rohstoffpreise und Verfügbarkeit der Rohstoffe. In solchen Fällen müssen Geschäftsmodelle entwickelt werden, die hinsichtlich dieser Rahmenbedingungen robust sind

und mit gegebenenfalls hochpreisigen Produkten die passenden Spezialmärkte bedienen können. Langfristig könnte dann eine Substitution in anderen Marktsegmenten erfolgen.

Generell gilt für die Betrachtung geeigneter Ressourcen und Technologien zur Stärkung der Bioökonomie, dass eine zeitliche Einschätzung oder Klassifizierung vorgenommen werden muss:

- Welche klassischen Bioökonomie-Anwendungen und Ansätze gibt es am Markt?
- Welche entwickelten Technologien stehen kurz vor der Markteinführung?
- Bei welchen innovativen Technologien besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf bis zur Markteinführung?

Um einen Überblick über diese Fragen für Baden-Württemberg zu erhalten und langfristig nachverfolgen zu können, könnte es sinnvoll sein, einen Technologieatlas oder eine Bioökonomie-Roadmap erarbeiten zu lassen.

Derzeit gibt es für mögliche Entwicklungsszenarien der Bioökonomie kaum Informationen über zu erwartende Kosten oder Preisprognosen<sup>11</sup>. Die Kostenfrage ist aber ein entscheidendes Kriterium für die Festlegung und das Gelingen von politischer Gestaltung und Regierungshandeln.

## Reduktion von CO<sub>2</sub> und Treibhausgas (THG)

Auch die neue Bundesregierung hält an den Zielen zum Schutz des Klimas fest. National sollen die Treibhausgas-Emissionen bis 2020 um mindestens 40 Prozent gegenüber dem Stand 1990 sinken. Die Bioökonomie kann und muss in den kommenden Jahren einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung dieses Ziels leisten. Sie soll sich an diesem Ziel, den Leitsätzen und konkreten Zielen der

<sup>11</sup> Bioökonomie – Studie im Auftrag des NABU (2014): [www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/studien/140821-nabu-biooekonomie-studie\\_2014.pdf](http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/studien/140821-nabu-biooekonomie-studie_2014.pdf)

Nachhaltigkeitsstrategie des Landes orientieren (s. Kapitel 1 und Kapitel 6). Politisches Ziel ist es, Technologien für die Bioökonomie insbesondere auch für einen besonderen Beitrag zum Klimaschutz durch Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes sowie eine THG-Nettoreduktion in der Atmosphäre einzusetzen. Hierbei muss zwischen stofflicher (vorrangig) und energetischer Ebene unterschieden werden. Zur Überprüfung der Zielerreichung müssen geeignete Indikatoren herangezogen und bewertet werden. Weitere Ausführungen dazu sind in Kapitel 6 zu finden. Der AK 1 sieht davon ab, konkrete Maßnahmen und Handlungsempfehlungen hinsichtlich eines Beitrags zum Klimaschutz in Bezug zu biobasierten und bioinspirierten Technologien abzuleiten. Der Beitrag zum Klimaschutz muss bei der Bewertung der jeweiligen Technologien als ein wesentliches Kriterium berücksichtigt werden.

## 4.3 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen

### Wirtschaftszweige und Technologiematrix

Die Akteure des AK 1 empfehlen der Landesregierung, den vom AK 1 entwickelten Ansatz der Matrices, bestehend aus Wirtschaftszweigen und Technologiebewertung, fortzuführen, um daraus geeignete Technologien für einen zügigen Wandel von einer auf fossilen Rohstoffen basierten Wirtschaft hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie zu erreichen. Mithilfe einer systematischen Analyse über die Unternehmen in Baden-Württemberg kann es gelingen, schnell greifende Technologien zu identifizieren und gezielt bei der Einführung oder Etablierung zu unterstützen. Dabei wäre Folgendes zu berücksichtigen:

- Die Bewertung der Technologien muss nach festgelegten und zielorientierten Kriterien und Indikatoren für eine nachhaltige Bioökonomie in Baden-Württemberg erfolgen. Es sollte ein Bezug zur Auswirkung (auch in Bezug

zu den Nachhaltigkeitszielen) bei den unterschiedlichen Wirtschaftszweigen und Branchen berücksichtigt und der mögliche Einsatz einer Technologie in verschiedenen Branchen untersucht werden (siehe AK 3 Plan B, Kapitel 6).

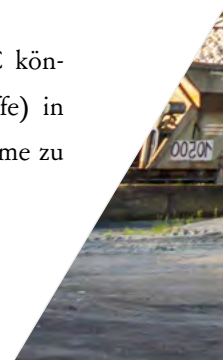
- In eine Analyse müssen konkrete Hemmnisse – insbesondere normative, kosten- und technologiebezogene – einfließen (siehe auch Bericht zur Beteiligung BioWerZ, AK 3).
- Der Fokus sollte auf kleinen und mittleren Unternehmen liegen.

### Technologien für die Bioökonomie

Die Akteure des AK 1 und des AK 2 haben in der Technologiematrix aus ihrer Sicht relevante Produkte und Prozesse für eine nachhaltige Bioökonomie beschrieben. Diese sollten im Rahmen der Landesstrategie Bioökonomie hinsichtlich Unterstützungsmaßnahmen in Erwägung gezogen werden. Eine Bewertung mit Indikatoren und Kriterien für eine nachhaltige Bioökonomie in Baden-Württemberg ist zu empfehlen. Ansonsten könnte zumindest eine Ökobilanzierung durchgeführt werden.

### Nutzung biogener Reststoffe

- Xylitol-Herstellung aus Abfall-Biomasse: In einem biotechnologischen Abbauprozess kann aus dem in Pflanzenresten vorkommenden Gemisch aus Polysacchariden (Hemicellulose) der Zuckerersatzstoff Xylitol gewonnen werden. Im Prozess wird Hemicellulose mit Hilfe von Enzymen und chemischen Katalysatoren zu Xylose abgebaut und anschließend durch Ganzzellkatalyse zu Xylitol reduziert. Dieses Verfahren könnte mittelfristig zur Verfügung stehen. Der Prozess bedarf noch einer Optimierung im Hinblick auf die Ausbeute und muss an einen großtechnischen Maßstab angepasst werden.
- Hydrothermale Carbonisierung (HTC): Mit HTC können alle Arten von Biomasse (Abfälle, Reststoffe) in einem wässrigen Verfahren unter Druck und Wärme zu





HTC-Biokohle umgewandelt werden. Diese Kohle kann als Energieträger oder zur Verbesserung der Bodenqualität eingesetzt werden. Das HTC-Prozesswasser kann zur Herstellung von Dünger und zur Mineralienrückgewinnung genutzt werden. Das Verfahren ist exotherm, daher energieeffizient und ressourcenschonend. Zudem entstehen weniger negative externe Effekte als z. B. bei einer alternativen Verwertung durch Kompostierung oder Verbrennung. Die Konzentration von Schadstoffen in der Biokohle muss im Einzelfall geprüft werden, da diese stark von der Beschaffenheit der Biomasse als Eingangsstoff abhängen, auch wenn HTC im Prozess viele Schadstoffe weitestgehend unschädlich macht.

- Thermokatalytisches Reforming: Ziel ist es, aus Biomasse Zwischenprodukte zur stofflichen oder energetischen Verwertung zu gewinnen. Biogene Reststoffe werden in die Produkte Synthesegas, Öl und Kohle umgewandelt. Das Gas enthält bis zu 45 Vol.-% Wasserstoff, der als regenerativer Einsatzstoff in der Chemie genutzt werden kann. Das erhaltene Öl kann unter anderem als Rohstoff für die Kraftstoffherstellung genutzt werden. Die produzierte Biokohle könnte zur Verbesserung der Bodenqualität oder als Substitut für fossilen Kohlenstoff in technischen Anwendungen verwendet werden. Die Konzentration von Schadstoffen in der Biokohle muss allerdings geprüft werden.



Derzeit existieren unterschiedliche Verfahren zur Erzeugung von Biokohle. Hinsichtlich der gewünschten Qualität der Zielprodukte und der vorhandenen Eigenschaften der Einsatzmaterialien gibt es derzeit keine Transparenz für eine Nachhaltigkeitsbewertung (LCA AK 3) und damit Auswahl der Prozesse. Diese sollte erarbeitet werden. Ein wesentlicher Bestandteil hierbei ist z. B. die energetische Bilanzierung der gesamten Prozesse vom Ort des Anfalls des Einsatzmaterials bis zur finalen Nutzung und gegebenenfalls Nachbehandlung der erzeugten (Zwischen- und Neben-) Produkte. Darüber hinaus ist zu untersuchen, ob bzw. in welchem Umfang diese Verfahren und deren Produktion zur dauerhaften Fixierung von CO<sub>2</sub> geeignet und unter welchen Voraussetzungen sie wirtschaftlich darstellbar sind.

#### Fasern und technische Textilien

- Filter aus technischen Textilien: Filter spielen eine große Rolle, wenn es darum geht, problematische Stoffe aus gasförmigen Quellen oder Flüssigkeiten zu entfernen oder um aus Gemischen die gewünschten Stoffe für eine Weiterverwendung zu extrahieren. Filter aus technischen Textilien, die zudem je nach Fragestellung biologisch abbaubar konzipiert werden können, haben hier große Potenziale, einen Beitrag zur Bioökonomie zu leisten. Beispielsweise könnten biologisch abbaubare Filter Mikroplastik aus flüssigen Medien entfernen. In Kombination mit einem weiteren Verfahren (z. B. HTC) könnten diese abgeschiedenen Partikel unschädlich gemacht werden. Hier besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf und neue Produkte können langfristig zur Verfügung stehen.
- Nutzung tierischer Materialien: Zur Herstellung von funktionellen Fasern können tierische Fasern – beispielsweise aus Rinderhaut – in einem biotechnologischen Prozess mit enzymatischer Behandlung funktionalisiert werden. Prozesse, die Abfälle aus der Tierhaltung nutzen können, bedürfen noch der weiteren Entwicklung und können eher langfristig zur Verfügung stehen. Derzeit bestehen noch viele Hemmnisse, wie die Verfügbarkeit

der Enzyme, die Prozessstabilität und gesetzliche Hürden.

- Produkte aus Naturfasern: Die Fertigung von Pflanztöpfen und Samentrays aus biologischen Faserresten ist bereits Stand der Technik. Die Entsorgung von Kunststoffbehältern entfällt, da die Behälter im Boden verbleiben und biologisch abgebaut werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass den Behältern direkt eine ausgewogene Düngung beigemischt werden kann und die Pflanzen direkt an der Stelle der Nährstoffaufnahme gedüngt werden können. Die Produkte sind bereits entwickelt und könnten kurzfristig zur Verfügung stehen.

Weiterhin können aus biobasierten Fasern Polsterformteile hergestellt werden. Dadurch können die Polyurethane in erdölbasierten Schaumstoffpolstern substituiert werden. Zudem sind biobasierte Polster leichter als Schaumstoffpolster, was beim Einsatz in der Mobilität zu einer Einsparung von Treibstoff führt. Das passende Material befindet sich in der Entwicklung und könnte mittelfristig zur Verfügung stehen.

#### Nutzung von CO<sub>2</sub>

- CO<sub>2</sub>-Katalyse: Die Nutzung von CO<sub>2</sub> zum Aufbau organischer Stoffe ist insbesondere bei Pflanzen und Mikroorganismen ein verbreiteter Prozess. In einem ersten Schritt erfolgt eine „Aktivierung“ von CO<sub>2</sub> durch Licht (Fotosynthese) oder Stoffwechselprodukte anderer Organismen einer Lebensgemeinschaft (z.B. in einem bakteriellen Biofilm). In einem zweiten Schritt kann dieses Gasgemisch durch entsprechende Stoffwechselleistungen zu spezifischen Produkten (z.B. Glucose, Butanol, Hexanol) katalysiert werden. Diese Schritte können innerhalb eines Organismus oder verteilt auf mehrere Organismen rein biologisch stattfinden, aber auch teilweise als Hybridsysteme durch technische Prozesse substituiert werden (z.B. Schritt 1 durch chemische Fotokatalyse) oder als bionisches Prinzip rein technisch ablaufen (Künstliche Fotosynthese). Beispielsweise befindet sich



derzeit eine Anlage zur Herstellung von n-Butanol und Hexanol aus Synthesegas als Hybridsystem im Bau und könnte mittelfristig zur Verfügung stehen.

- **Gasfermentation:** Mit verschiedenen biotechnologischen Verfahren können aus Rauchgas, das bereits als Synthesegas zusammengesetzt ist, und anderen CO<sub>2</sub>-haltigen Abgasen Plattformchemikalien hergestellt werden. Der Aktivierungsschritt aus der CO<sub>2</sub>-Katalyse ist hier nicht mehr erforderlich, das Gas kann direkt fermentiert werden (s.a. Verbindung zur CO<sub>2</sub>-Katalyse). Auf diese Weise kann CO<sub>2</sub> im technischen Kreislauf rezykliert werden. Diese Verfahren sind noch nicht etabliert und es bedarf noch einer längeren Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Es bestehen aber bereits Anlagen im großtechnischen Maßstab wie beispielsweise ein Verfahren zur Herstellung von Methionin aus Synthesegas, das nun großtechnisch ausgebaut werden soll<sup>12</sup>.

### **Bioraffinerie**

Der Ansatz der Bioraffinerien stellt ein Modell zur Herstellung verschiedenster Chemikalien und Spezialitäten aus Biomasse dar und kann bei der Ökobilanzierung Vorteile im Vergleich zur erdölbasierten Raffinerie haben. Damit können langfristig auch Spezialchemikalien wie Aromen, Vorstufen für pharmazeutische Wirkstoffe, Ethanol oder Methan für den industriellen Einsatz hergestellt werden. Herausforderungen bestehen noch bei der Identifikation von geeigneten Verfahrenskombinationen und Geschäftsmodellen.

### **Pharmazeutische Nutzung von Pflanzen**

Mit biotechnologischen Methoden unter dem Einsatz von Enzymen oder Mikroorganismen können aus pflanzlichen Materialien verschiedene Substanzen gewonnen werden. Diese dienen der Pharmaindustrie als Wirkstoffe oder als Vorstufe für pharmazeutische Produkte und Prozesse. Es sind noch eine weitere stamm- und prozesstechnische Ent-

wicklung sowie Maßstabsübertragung und Umstellung auf „Bio-Nährmedien“ notwendig. Die Prozesse können mittelfristig zur Verfügung stehen.

### **Biosensorik und -aktorik**

Biosensoren sind mit biologischen Komponenten ausgestattet, können eine Vielzahl biologischer Daten aufnehmen und technisch verwertbar machen. Ein Biosensor besteht in der Regel aus einem biologischen Erkennungselement (Enzym, Antikörper, DNA, Rezeptoren oder ganzen Zellen bzw. Zellverbänden) und einem physikalischen Sensor, die sich in direktem Kontakt befinden. Mithilfe eines Biosensors kann ein Analyt über ein biologisches Element detektiert und daraufhin ein physikalisches Signal generiert werden. Unter Bioaktoren können beispielsweise Bakteriophagen verstanden werden, die gezielt in Fermentationsprozessen eingesetzt werden, indem sie beispielsweise als (virale) Schalter in biotechnologische Prozesse eingreifen. Diese Technologien bedürfen weiterer Entwicklung, können dann aber mittelfristig zu einer intelligenten Steuerung von Bioreaktoren und damit zu deren Robustheit und Flexibilität beitragen.

### **Geschäftsmodelle**

Bioökonomie ist kein Selbstzweck und existiert parallel zu anderen Wirtschaftsformen. Es müssen tragfähige Geschäftsmodelle entwickelt und eingeführt werden, bzw. die Entwicklung und Einführung tragfähiger Geschäftsmodelle muss durch geeignete Rahmenbedingungen unterstützt werden. Politische und gesetzliche Hemmnisse und Hinderungsgründe bei der Marktetablierung und Diffusion von offensichtlich wirtschaftlichen biobasierten oder bioinspirierten Verfahren sollten identifiziert und geprüft werden. Ziel ist es, diese Hemmnisse zu beheben.

Tragfähige Geschäftsmodelle müssen z.B. mit Volatilitäten umgehen können. Damit Unternehmen eine Planungs-

<sup>12</sup> Enzyme machen Klimagas zum Rohstoff (Bioökonomie.de, 2018): [biooekonomie.de/nachrichten/enzyme-machen-klimagas-zum-rohstoff](http://biooekonomie.de/nachrichten/enzyme-machen-klimagas-zum-rohstoff)

sicherheit beim Einkauf von „Bio“-Rohstoffen erhalten, sollte untersucht werden, welche Einflussgrößen auf die Verfügbarkeit, Qualität und Preise von Rohstoffen wirken.

Am Beispiel der technischen Textilien kann aufgezeigt werden, wie Geschäftsmodelle weiterentwickelt werden können. Prozesse zur Erzeugung von technischen Textilien/Bekleidung, zum Vertrieb, zur Rücknahme und Verwertung als sekundärer Rohstoff müssen aufeinander aufbauen. Hierzu bedarf es einer Strategie und geeigneter Richtlinien. Lösungsmöglichkeiten oder Strategien für die Industrie sollen erarbeitet werden. Der Einsatz von Naturstoffen auch in technischen Anwendungen sollte unterstützt werden (z.B. Wolle zur Dämmung oder Biopolymere zur Herstellung von Textilien).

### **Rohstoffportale/Datenbankaufbau, -pflege und Nachhaltigkeitspotenzial**

Zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit baden-württembergischer Unternehmen bei der Einführung der Bioökonomie ist die Einführung von Rohstoffportalen (Rohstoffbörse) oder Einkaufsgenossenschaften auf Landesebene eine probate Maßnahme. Eine mögliche Ausweitung auf die Nachbarländer (Rheinland-Pfalz, Hessen und Bayern) sollte in einem zweiten Schritt geprüft werden. Auch zur Erfassung von Abfallströmen und Überschussenergien sollten Datenbanken aufgebaut werden. Daraus lassen sich Potenzialanalysen für die Nutzung von Sekundärrohstoffen ableiten.

Über das Portal kann der Zugang zu Informationen (Technologien, Rohstoffe und Märkte), bezogen auf neue Prozesse oder Prozessänderungen, gewährleistet werden. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund der Stärkung der KMUs zu sehen.

### **Anreizsysteme**

Anreizsysteme können einen Beitrag zur Beschleunigung der Markteinführung bzw. Diffusion bioökonomischer

Technologien haben und sollten passgenau eingesetzt werden. Beispielsweise können Fördersätze an einen für alle durchführbaren Nachweis der Nachhaltigkeit geknüpft werden. Es werden Nachhaltigkeitskriterien zur Verwendung in Beschaffungsprozessen benötigt, die auch im Hinblick auf die Bioökonomie implementiert werden sollten. Diese Kriterien sollten für die öffentliche Hand verbindlich sein und für die Unternehmen zur Selbstverpflichtung empfohlen werden.

### **Pilotprojekte und deren Vernetzung**

Die Vernetzung neuer biobasierter und bioinspirierter Verfahren ist wichtig, um die Nachhaltigkeit der einzelnen Verfahren zu steigern. Keine Technologie kann allein die vielfältigen Herausforderungen bewältigen und eine Lösung bieten. Daher sollen Pilotprojekte durchgeführt werden, anhand derer die Effektivität und Wirtschaftlichkeit der neuen Verfahren besser nachgewiesen werden und damit die neuen Verfahren gegenüber den etablierten (häufig ineffizienten und ineffektiven) Konkurrenzverfahren umgesetzt werden können.

### **Fördermaßnahmen**

Fördermaßnahmen für die verstärkte Entwicklung von biobasierten und bioinspirierten Verfahren, Prozessen und Systemen werden benötigt, um unter anderem die Entwicklung und Einführung von skalierbaren „Enabling-Technologien“ – also solchen Technologien, die einen wirtschaftlichen und nachhaltigen Einsatz von „biobasierten und bioinspirierten Verfahren, Prozessen und Systemen“ möglich machen – voranzutreiben.

### **Wertstoffrückgewinnung (insbesondere Phosphor aus Biomasse)**

Phosphor ist bekanntermaßen eine knappe Ressource und von großer Bedeutung in der Landwirtschaft. Die Phosphatverfügbarkeit im Boden ist ein limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum. Um auch zukünftig ausreichend Phosphor für eine Düngung zur Verfügung zu haben, ist es

erforderlich, Phosphor aus Abfällen wie Klärschlamm zu recyceln. Neben großtechnischen Anlagen sollten Verfahren – wenn möglich und sinnvoll – auch regional in einem kleinen Maßstab ökonomisch funktionieren. Prozesse werden nicht eingeführt, wenn keine geeigneten Rahmenbedingungen vorliegen. Deshalb sollten die politischen Rahmenbedingungen für bereits vorhandene und funktionierende Verfahren geschaffen werden.

### **Aus- und Weiterbildung**

Unterstützung, Förderung und Entwicklung von Konzepten zur betrieblichen, akademischen und schulischen Bildung, Ausbildung sowie Weiter- und Fortbildung in Zusammenarbeit mit dem Wissenschafts- und Kultusministerium sollen angestrebt werden. Bislang ist in der Gesellschaft und den Unternehmen weitgehend unbekannt, was unter Bioökonomie verstanden wird und welche (neuen) Kompetenzen sie erfordert (siehe auch AK 4).

Und es gibt wenige Personen, die sich in Unternehmen mit Bioökonomie auskennen. Personal/Fachkräfte sind größtenteils nicht vorhanden. Hier muss in Bildung und Ausbildung investiert werden.

### **Systemverständnis**

Es muss ermittelt werden, in welchen Branchen und in welchem Zeitrahmen die politischen Ziele mithilfe der Bioökonomie erreicht werden können. Dazu sollte in einem ersten Schritt die Technologiematrix des AK 1 und AK 2 dienen. Es wird die Durchführung einer Untersuchung über die quantitativen Effekte von biobasierten und bioinspirierten Verfahren, Prozessen und Systemen in den Wirtschaftszweigen empfohlen: Eine Studie zur Analyse der Industrien und deren Potenziale sollte in Auftrag gegeben werden. Aus einer derartigen Analyse können gezielte Branchendialoge, branchenübergreifende Dialoge oder Forschungsvorschläge abgeleitet werden. Weitere Ausführungen zum Thema „Dialog und Netzwerk“ werden in Kapitel 7 erläutert.

### **Internalisierung externer Effekte (Kosten)**

Es sollte untersucht werden, wie Umweltkosten in die Effekte/Kosten für konventionelle und biobasierte/bioinspirierte Materialien und Verfahren integriert werden können. Damit wird eine Vergleichsmöglichkeit im Hinblick auf volkswirtschaftliche Effekte ermöglicht. Der Nachweis, dass die neuen biobasierten und bioinspirierten Verfahren geringere Umweltkosten verursachen als konventionelle Verfahren, ist hierbei von größter Bedeutung (z.B. CO<sub>2</sub>-Footprint, N-Footprint). Hierfür müssen gleichzeitig die bestehenden Verfahren einer Umweltanalyse unterzogen und im Vergleich mit den neuen Verfahren bewertet werden.

### **Qualitätsniveaus kennzeichnen**

Produkte und Prozesse müssen qualifiziert werden (Zertifizierung, Label, Blockchain). Beispielsweise müssen die Verfügbarkeit und Qualität der Rohstoffe bekannt sein. Hierzu sollten Qualitätsstandards entwickelt werden. Viele Hersteller bieten eigene Verfahren an, die einer einheitlichen Bewertung unterzogen werden sollten.



# 5

## Arbeitskreis 2 „Technologieentwicklung und Innovation zur Erschließung von Rohstoffen“



Eine nachhaltige Bioökonomie soll dazu beitragen, Stoffkreisläufe zu schließen. In diesem Zusammenhang müssen insbesondere auch Rest- und Abfallstoffe als neue Quelle für Ressourcen, die in industriellen und urbanen Räumen durch Wachstum und zunehmende Urbanisierung in steigenden Mengen akkumulieren, genutzt werden, um innerhalb dieser Räume, aber insbesondere unter Einbeziehung des ländlichen Raumes, zu dieser Schließung beizutragen. Aus Rest- und Abfallstoffen können, wie aus frischer Biomasse, wirtschaftlich interessante organische Verbindungen als Basis für neue, biobasierte Produkte isoliert oder hergestellt werden. Bedeutend sind vor allem aber auch die innovativen biotechnologischen Prozesse, die es ermöglichen, auch anorganische Stoffe effizient zurückzugewinnen und entweder als Rohstoff für die Bioökonomie wieder in den Anbau von Biomasse oder als Ressourcen wieder in die allgemeinen, industriellen Wertschöpfungsprozesse zurückzuführen. Als Beispiele seien hier Phosphor, essenziell für das Wachstum von Pflanzen, oder seltene Erden, essenziell für die aktuellen Hightech-Branchen, genannt. Im Zusammenhang mit Wirtschaftlichkeitsaspekten ist hierbei insbesondere das Konzept der Bioraffinerie in Betracht zu ziehen. Mit den Stoffwechsellösungen von Organismen ist es beispielsweise möglich, zusätzliche Quellen für die Rohstoffe der klassischen Wirtschaftsbereiche als Ressourcenquellen zu erschließen, wie z. B. Elektronikschrott, aus dem mittels Biotechnologie beispielsweise Gold recycelt werden kann.

Diese Bereiche der hochwertigen Abfallverwertung standen im Fokus von AK 2. Aufgabe war es, Hinweise und Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, um solche Technologien und Prozesse in Baden-Württemberg zu ökonomischer Tragfähigkeit weiterentwickeln zu können. Der AK 2 beschäftigte sich daher mit der Fragestellung, welche Strukturen in Baden-Württemberg aufgebaut werden müssen, um die

wirtschaftliche Nutzung der Bioökonomie zur Erschließung von Wertstoffen aus Reststoffströmen zu etablieren und damit auch zusätzliche Perspektiven für den Mittelstand zu schaffen. Dabei sollten auch Hemmnisse, die dieser Entwicklung entgegenstehen, identifiziert werden.

## 5.1 Situation in BW und Akteure

Das Land Baden-Württemberg zeichnet sich unter anderem durch starke Wirtschaftskompetenzen im Bereich des Anlagen- und Maschinenbaus sowie durch exzellente Forschungseinrichtungen im Bereich Bioverfahrenstechnik aus. Im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaft bilden diese eine hervorragende Grundlage, um Technologien sowie Innovationen zur Erschließung von Rohstoffen im Rahmen der Bioökonomie maßgeblich weiterzuentwickeln. Dies ist die erklärte Vision des Umweltministeriums Baden-Württemberg: aus der Nutzung fossiler Ressourcen auszusteigen und eine Kreislaufführung der Roh- und Nährstoffe im Wirtschaftssystem voranzutreiben.<sup>13</sup> Dabei spielen feste, flüssige und zum Teil auch gasförmige Ressourcen eine bedeutende Rolle.

### Bioabfall als Ressource

Die Bioökonomie in Baden-Württemberg kann von Bioabfall als starker Rohstoffbasis profitieren: Seit dem 1. Januar 2015 sind bundesweit gemäß § 11 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) alle Bioabfälle, die einer Überlassungspflicht nach § 17 Absatz 1 unterliegen, getrennt zu sammeln soweit dies zur Erfüllung der Anforderungen nach § 7 Abs. 2 bis 4 und § 8 Abs. 1 erforderlich ist. Damit soll eine hochwertige energetische und stoffliche Nutzung der Bioabfälle sichergestellt werden.<sup>14</sup> Das KrWG führt somit zu einem

<sup>13</sup> Abfallbilanz 2017, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg [Hrsg.] sowie [um.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/abfallbilanz-2017/](http://um.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/abfallbilanz-2017/)

<sup>14</sup> [www.lubw.baden-wuerttemberg.de/abfall-und-kreislaufwirtschaft/kompetenzzentrum-bioabfall](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/abfall-und-kreislaufwirtschaft/kompetenzzentrum-bioabfall)

Anstieg des Bioabfallaufkommens. Allein aus der Haushalts-sammlung (braune Tonne) sollen in Baden-Württemberg bis 2020 etwa 700.000 Tonnen (= Megagramm, Mg) Biotonnenabfälle – das entspricht durchschnittlich 60 kg Biotonnenabfälle pro Einwohner und Jahr – gesammelt und einer hochwertigen Verwertung zugeführt werden. Das Abfallaufkommen insgesamt (organische und anorganische Abfälle) belief sich nach vorläufigen Berechnungen des Statistischen Landesamts 2017 auf 49,70 Mio. Tonnen<sup>15</sup>. Das Gesamtabfallaufkommen umfasst kommunal entsorgte Abfälle sowie Abfälle aus Industrie und Gewerbe, die direkt an private Entsorger abgegeben wurden<sup>15</sup>.

Ein Nutzungspfad kann die zunehmende Vergärung in Biogasanlagen sein. Gewerbliche Speisereste sowie Lebensmittelabfälle können in Einzelfällen in spezialisierten, gewerblichen Biogasanlagen verarbeitet werden. Der kommunale Bioabfall wird derzeit in der Regel über eine Kompostierung rein stofflich oder in einer Kombination aus Vergärung mit angeschlossener Kompostierung stofflich und energetisch verwertet. Die Kapazität der biologischen Abfallbehandlungsanlagen mit Standorten in Baden-Württemberg betrug 2016 insgesamt rund 1,38 Millionen Mg. Rund zwei Drittel davon (887.000 Tonnen pro Jahr) entfielen auf Bio- und Grünabfallkompostierungsanlagen, weitere 265.000 Mg/a auf reine Vergärungsanlagen sowie 215.000 Mg/a auf kombinierte Vergärungs- und Kompostierungsanlagen.

Auf Biogasanlagen wurde auch im Forschungsprogramm Bioökonomie Baden-Württemberg ein Augenmerk gelegt. So wurde beispielsweise das Projekt „Optimierungspotenziale bei Bioabfall-Vergärungsanlagen in Baden-Württemberg“ im Rahmen des Forschungsverbundes „Nachhaltige und flexible Wertschöpfungsketten für Biogas in BW“ gefördert.<sup>15</sup> Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz sind Abfälle unter Berücksichtigung der Abfallhierarchie (§ 6 KrWG) einer möglichst hochwertigen Verwendung zuzuführen, die den Schutz

von Mensch und Umwelt am besten gewährleisten. Nach Auffassung des UM stellt die Mehrfachnutzung von Bioabfällen über eine Kompostierung mit vorgeschalteter Vergärung die derzeit hochwertigste Bioabfallverwertung dar. Weitere, insbesondere stoffliche, Nutzungspfade für Bioabfälle und -reststoffe sind im Land von großem Interesse. Gleichzeitig stellt auch die Optimierung der bestehenden Verwertungspfade (Vergärung und Kompostierung) einen wichtigen Bestandteil der Bioökonomie im Land dar. Im Rahmen der Aktivitäten zum Aufbau einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg förderte das Umweltministerium daher zum Zeitpunkt der Berichterstellung eine Machbarkeitsstudie zum Thema „Bioabfall als Ressource“.

### **Abwasser als Ressource**

Über 99 Prozent aller Einwohner in Baden-Württemberg sind an das öffentliche Kanalnetz angeschlossen. In den etwa 900 baden-württembergischen Kläranlagen werden jährlich rund 1.600 Millionen Kubikmeter Abwasser behandelt. Dabei entstehen auf den Kläranlagen rund 240.000 Tonnen Klärschlamm-Trockensubstanz zur Entsorgung. Für den in Baden-Württemberg anfallenden Klärschlamm steht hierbei die thermische Verwertung im Vordergrund. Damit sind sowohl das Abwasser selbst als auch der Klärschlamm einer der mengenmäßig großen Abfallströme. Vorrangige Aufgabe der Kläranlagen ist die Reinigung des Abwassers unter Einhaltung der vorgegebenen gesetzlichen Grenzwerte. In den letzten Jahren werden Abwasser und Schlamm aber auch stofflich und energetisch zunehmend als Ressource genutzt. Zu nennen sind hier die lokale Wärmerückgewinnung aus Abwasserstrom und Schlamm sowie die Biogasproduktion aus der Schlammfäulung. 275 Kläranlagen in Baden-Württemberg sind mit einer Schlammfäulung ausgerüstet und haben aus dem anfallenden Klärschlamm im Jahr 2011 rund 111 Millionen m<sup>3</sup>/a Faulgas produziert, woraus beispielsweise knapp 147 Millionen kW/a an elektrischem Strom erzeugt wurden.

<sup>15</sup> [biooekonomie-bw.uni-hohenheim.de/tp99](http://biooekonomie-bw.uni-hohenheim.de/tp99)

Die Klärschlamm Entsorgung wurde 2017 auf eine neue rechtliche Grundlage gestellt. Die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung verschärft die Anforderungen an die bodenbezogene Verwertung des Klärschlammes. Für große Kläranlagen der Größenklasse 4b mit einer Ausbaugröße von 50.001-100.000 Einwohnerwerten (EW) und der Größenklasse 5 mit einer Ausbaugröße von über 100.000 EW sieht die neue Klärschlammverordnung ab 2029 bzw. 2032 verbindliche Vorgaben zur Phosphorrückgewinnung sowie ein Verbot der bodenbezogenen Verwertung vor.<sup>16</sup> Neben Phosphor sind auch weitere Wertstoffe wie z. B. Stickstoff im Abwasser enthalten. Es können allerdings auch sogenannte Spurenstoffe, Mikroplastikstoffe oder toxische Stoffe enthalten sein, die es zu entfernen gilt. Zum Zeitpunkt der Berichterstellung wurde vom UM eine Machbarkeitsstudie zum Thema „Abwasser als Ressource“ gefördert.

### **Ressourceneffizienz-Beiträge aus der Bioökonomie**

Ein weiterer Schwerpunkt im Land ist das Thema Ressourceneffizienz, zu dem 2016 eine eigene Landesstrategie für Baden-Württemberg verabschiedet wurde<sup>17</sup>. Im aktuellen Koalitionsvertrag (KoV) wird Folgendes ausgeführt: „Aufbauend auf der Forschungsstrategie Bioökonomie sollen interdisziplinär und gemeinsam mit der Wirtschaft die Potenziale und Technikfolgen innovativer biotechnologischer Produktionsverfahren und -prozesse mit Ausnahme der Ausbringung von gentechnisch veränderten Organismen in der breiten Anwendung analysiert und die Rückgewinnung von Rohstoffen mittels biologischer Verfahren vorangebracht werden.“<sup>18</sup> Diese Verfahren haben das Potenzial, eine Reihe von klassischen chemischen Prozessen zu ergänzen bzw. zu

ersetzen und diese durch mildere Produktionsbedingungen ressourceneffizient und umweltfreundlicher zu gestalten. Ein bekanntes Beispiel ist die Synthese von Vitamin B2: Die Umstellung der Produktion von einer rein chemischen auf eine biotechnologische Synthese reduzierte den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 30 Prozent, den Verbrauch fossiler Rohstoffe um 60 Prozent und den generierten Abfall sogar um 95 Prozent.<sup>19</sup> Oder die biologische Oberflächenreinigung, bei der Mikroorganismen den Fettfilm ablösen und verdauen, wodurch mildere Reinigungsbedingungen ermöglicht werden, was zu wesentlich längeren Standzeiten und Energieeinsparung (Ressourceneffizienz) führt und zu einem Zusatznutzen im Arbeitsschutz.<sup>20</sup>

### **Darstellung der Akteure**

Für den AK 2 wurden schwerpunktmäßig Unternehmen und angewandte Forschungseinrichtungen eingeladen, die Kompetenzen in den Bereichen Bioabfall-Verwertung, Bioverfahrenstechnik, Anlagenbau, Konversionstechnologien sowie Biotechnologie (beispielsweise für Bioleaching) hatten. Da der Beteiligungsprozess offen gestaltet war, war es möglich, sich auch zu einem späteren Zeitpunkt noch zu beteiligen. Insgesamt haben sich in diesem AK 44 Akteure in leicht unterschiedlicher Zusammensetzung je Sitzung beteiligt. Die Zusammensetzung der Akteure ist in Abbildung 8 dargestellt. Die Beteiligung der Akteure war über die fünf durchgeführten Sitzungen relativ konstant bei 25.

<sup>16</sup> [www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2018010; 01.10.2018](http://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2018010; 01.10.2018)

<sup>17</sup> [um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/6\\_Wirtschaft/Ressourceneffizienz\\_und\\_Umwelttechnik/160301\\_Landesstrategie\\_Ressourceneffizienz.pdf](http://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/6_Wirtschaft/Ressourceneffizienz_und_Umwelttechnik/160301_Landesstrategie_Ressourceneffizienz.pdf)

<sup>18</sup> [www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/160509\\_Koalitionsvertrag\\_B-W\\_2016-2021\\_final.PDF](http://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/160509_Koalitionsvertrag_B-W_2016-2021_final.PDF)

<sup>19</sup> Thesen und Handlungsfelder Biotechnologie, Vernetzung von Naturwissenschaft mit Ingenieur-Know-how, VDI, November 2015

<sup>20</sup> [www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2\\_Presse\\_und\\_Service/Publikationen/Wirtschaft/RessourceneffizienzBW\\_\\_Biooekonomie\\_GreenClean.pdf](http://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Wirtschaft/RessourceneffizienzBW__Biooekonomie_GreenClean.pdf)

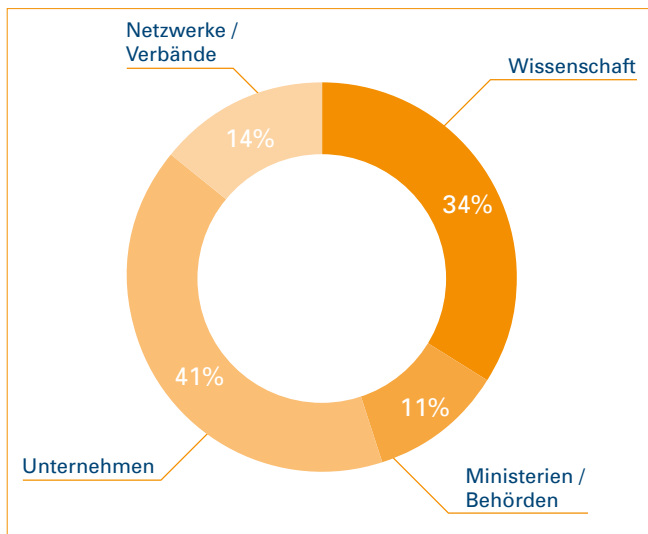


Abbildung 8: Zusammensetzung der Akteure in AK 2, aufgeschlüsselt nach Bereichen

## 5.2 Positionen der Akteure

Die tatsächliche Auswahl der Themen, die in AK 2 im Hinblick auf Empfehlungen für Baden-Württemberg diskutiert wurden, ist auf Impulse der beteiligten Akteure zurückzuführen. Die meisten Themen wurden im AK 2 im Konsens diskutiert und erarbeitet. Falls es jedoch unterschiedliche Sichtweisen gab, wurde dies im Folgenden vermerkt.

### Positionen für allgemeine Grundsätze

Die Akteure aus AK 2 definierten die folgenden allgemeinen Grundsätze, die für die Transformation zu einer Bioökonomie in Baden-Württemberg gelten sollen:

- Eine dezentrale Wertschöpfung mit kurzen Transportwegen soll in BW bevorzugt werden, wenn sie wirtschaftlich betrieben werden kann.
- Flexible Prozesse, mit denen schnell und dynamisch auf Veränderungen reagiert werden kann, sind zu bevorzugen.

- Skalierbarkeit und Down-Scaling sollen explizit berücksichtigt werden.
- Sowohl die Optimierung von etablierten wie auch die Erforschung von neuen biologischen Verfahren für die Bioökonomie sollen gefördert werden.
- Neue Prozesse sollen mit bestehenden Wertschöpfungsketten verknüpft werden können.
- Die Förderung von Unternehmertum und Gründungen sind für die Weiterentwicklung der Bioökonomie in BW essenziell.
- Die Umweltauswirkungen von Bioökonomie sollen betrachtet werden: Als Umweltauswirkungen wurden THG-Emissionen, Materialeinsparungen, Wasser- und Bodenschutz, Boden- und Flächenverbrauch sowie Biodiversität benannt, wie auch die Einbeziehung von Transportwegen und Lagerung (siehe auch Kapitel 6, Indikatorenentwicklung)
- Für bestehende Produkte und Zwischenprodukte sowie Reststoffströme ist das Kreislaufwirtschaftspotenzial noch stärker als bisher zu prüfen und zu berücksichtigen. Bei der Entwicklung neuer Produkte sollten im Rahmen einer nachhaltigen Bioökonomie bereits beim **Produkt- und Prozessdesign** auch die Recyclingfähigkeit und entsprechende technische Verfahren bedacht werden.
- Für ein exportorientiertes Land wie Baden-Württemberg sind auch Technologien von Interesse, die auf internationalen Märkten bereits eine hohe Wichtigkeit haben oder entwickeln können, aber in Baden-Württemberg derzeit nicht wirtschaftlich sind.

### Umgang mit Abfall in der Bioökonomie/ Stoffströme

Aus Sicht der Akteure sind für Baden-Württemberg die folgenden organischen und anorganischen Abfallstoffe relevant und zugänglich für eine Rohstoff-Rückgewinnung.



**Fest/flüssig:****Landwirtschaft/agrarbasiert:**

- Gülle/Mist
- Gärreste aus Biogasanlagen
- Grünabfälle/Grünschnitt

**Industrie:**

- Altholz
- Lignocellulosehaltige Reststoffe aus der Zellstoffindustrie (Schwarzlauge)
- Prozessabwässer aus der Industrie
- Trester aus der Lebensmittelproduktion (Bier/Wein)
- Reststoffe von Fermentationsprozessen
- Lebensmittelabfälle
- Küchen- und Kantinenabfälle
- Schlachthofabfälle
- Melasse
- Schlacke (Müllverbrennung)
- Kunststoff/Verbundwerkstoffe
- Abbruchmaterial

**Kommunal**

- Häusliche Bioabfälle
- Garten- und Parkabfälle
- Landschaftspflegeabfälle
- Pflanzliche Marktabfälle
- Klärschlamm

**Gasförmig:**

- Biogas
- CO<sub>2</sub> aus der Biogasproduktion
- Kohlenstoffhaltige Gase

Des Weiteren ist die biotechnologische Störstoffentfernung aus kontaminiertem Mutterboden bioökonomisch relevant, auch wenn die Störstoffe nicht zwingend als Rohstoff verwertbar sind.

Im Hinblick auf die Nutzung organischer Rohstoffe für eine Bioökonomie sahen die Akteure von AK 2 für die Konversionen auf der Verfahrens-/Prozessebene keinen Unterschied zwischen landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen und biologischen urbanen Rest- und Abfallstoffen. Der Unterschied liegt in den Rahmenbedingungen: Sobald biogene Reststoffe als Abfall einzustufen sind, sind die gesetzlichen Bestimmungen zur weiteren Verwendung andere, als wenn diese nicht als Abfall eingestuft werden. Daher ist im Rahmen der Bioökonomie zu prüfen, ob bei einzelnen Stoffen/Stoffströmen ein Ende der Abfalleigenschaft nach § 5 Abs. 1 KrWG erreicht werden kann, denn die Bioökonomie bringt eine neue Sichtweise auf „Abfälle“ mit sich. Allerdings sind, wie vom UM ausgeführt wurde, hierbei die entsprechenden geltenden Rechtsvorgaben der EU (Art. 6 Abfallrahmenrichtlinie, RL 2008/98/EG) sowie das davon abgeleitete geltende Bundesrecht (§ 5 KrWG) zu berücksichtigen. Auf der Grundlage von § 5 Abs. 2 KrWG könnte die Bioökonomie anstreben, dass über eine Rechtsverordnung auf Bundesebene für bestimmte Stoffe/Stoffströme spezifische Kriterien, Anforderungen und Grenzwerte für ein Ende der Abfalleigenschaft festgelegt werden. Als Beispiele von Interesse wurden Speisereste als Nahrung für Insekten oder Lignin aus Papierschlämmen sowie die Carbonisierung von organischen Abfällen bei gleichzeitiger Rückgewinnung der Nährstoffe genannt. Dabei müssen die Stoffströme genau analysiert werden: Eine „Umklassifizierung“ von Abfall, d.h. ein Ende der Abfalleigenschaft nur um Entsorgungskosten zu reduzieren, muss nach Ansicht der Akteure wie im Gesetz vorgesehen ausgeschlossen sein.

Abbildung 9: Organische und anorganische Abfälle als Basis für die Rohstoff-Rückgewinnung

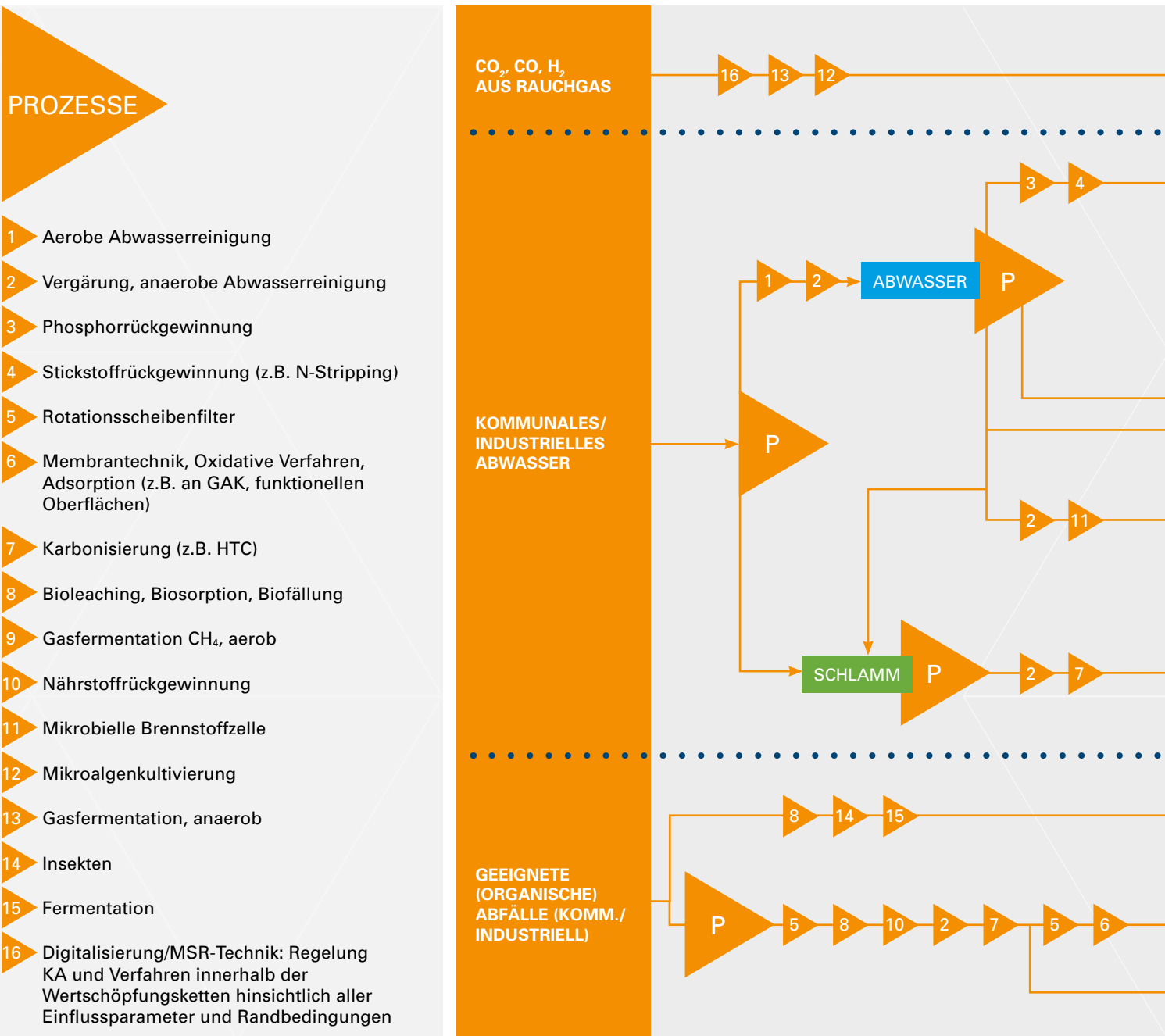
Beim Umgang mit Bioabfall wurde auch der Sonderfall einer Erfassung gemeinsam mit Restmüll und anschließender stoffstromspezifischer Behandlung als Verfahrensweg in die Diskussion eingebracht. Zwei Landkreise in Baden-Württemberg nutzen derzeit eine mechanisch-biologische Abfallanlage.<sup>21</sup> Die Verwertung der organischen Biomasse erfolgt in Form von Biogas und „Bio-Brennstoff“ und soll um die

Möglichkeit der Rückgewinnung von Phosphor und anderen werthaltigen Stoffen erweitert werden.

### Technologien

Anhand einer vom AK 1 entwickelten Technologiematrix, die auch vom AK 2 genutzt wurde, wurden Einschätzungen der Akteure zur Bioökonomie, zum Potenzial von Roh- und

<sup>21</sup> Abfallbilanz 2017, Seite 73

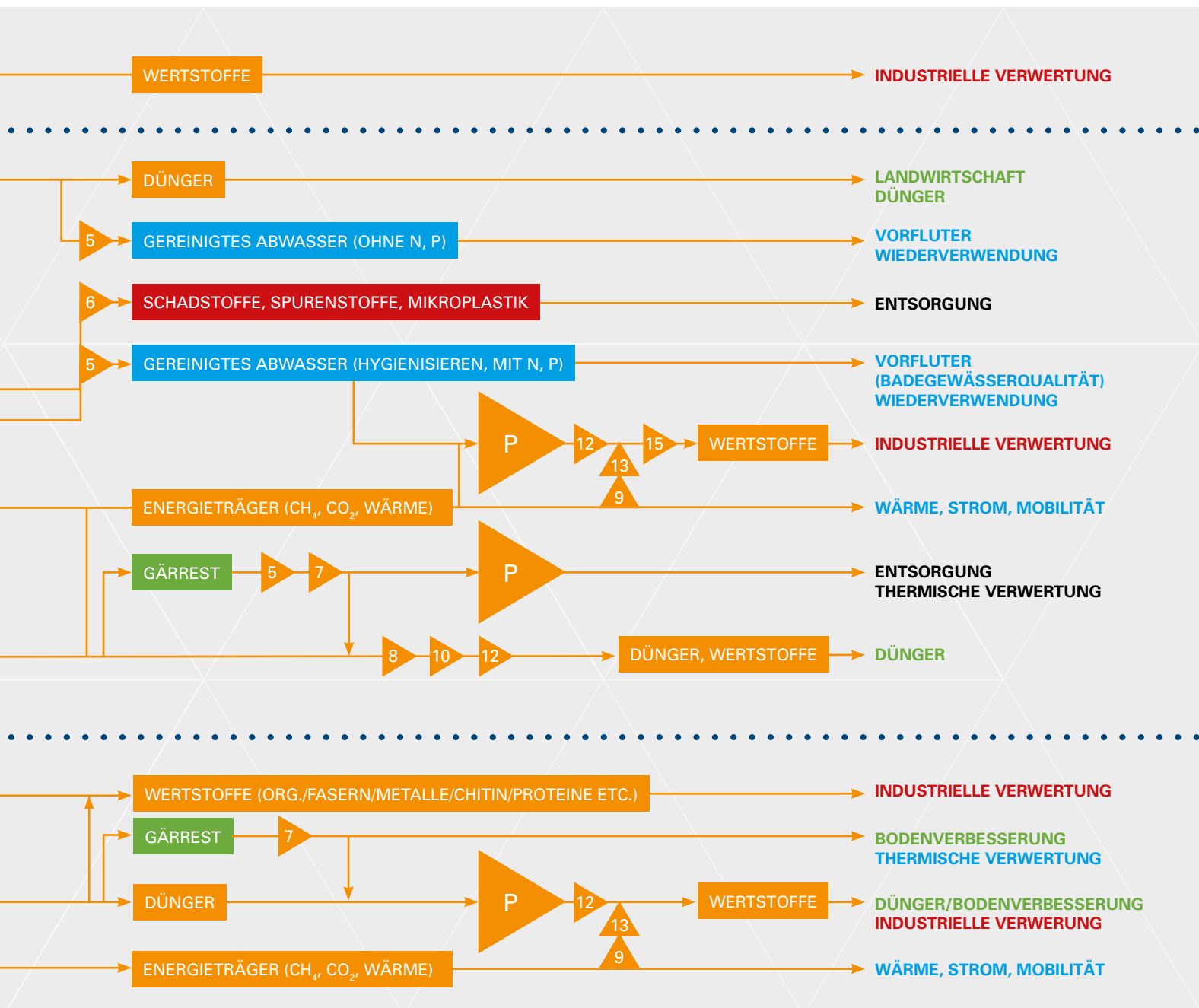


Reststoffen und zu Hemmnissen abgefragt. Des Weiteren wurden die Akteure gebeten, aus ihrer Sicht relevante Technologien in Wertschöpfungsketten einzuordnen. Die Ergebnisse der Technologiematrix spiegeln die Einschätzung und Expertise der Akteure wider, die sich im Beteiligungsprozess aktiv engagiert hatten. Es war nicht Aufgabe

des AK, diese im Rahmen des Beteiligungsprozesses durch weitergehende Analysen zu stützen.

Die Abbildung 10 zeigt die vom Fraunhofer IGB entwickelten Modellwertschöpfungsketten mit den dazugehörigen Prozessen, in welche die von den Akteuren eingebrachten

Abbildung 10: Modellwertschöpfungsketten © Fraunhofer IGB  
Die grauen Punkte mit Nummern zeigen unterschiedliche Prozesse. Die großen Punkte zeigen Schnittstellen bezüglich der Verwertung der unterschiedlichen Eingangsstoffe an („Productdesign by Process“).



Technologien und Prozesse ergänzend eingeflossen sind. Als Rohstoffquellen wurden industrielle und/oder kommunale Abwässer, organische Abfälle/Reststoffe sowie kohlenstoffhaltige Gase (z.B. Abgas) zugrunde gelegt. Wichtig war den Akteuren, den zeitlichen Horizont bis zur marktfähigen Entwicklung der Prozesse für die weiteren Arbeiten im AK mitzubedenken: Die entlang der Wertschöpfungsketten dargestellten Technologien sind einerseits etablierte Verfahren, die jedoch entsprechend der sich ändernden Rohstoffquellen und Gesetzgebung immer wieder optimiert werden müssen. Der Stand der Technik kann schnell überholt sein, wenn neue Einsatzstoffe in der Produktion oder neue pharmazeutische Wirkstoffe etc. in den Kreislauf gelangen, auf die die technischen Verfahren noch nicht eingestellt sind. Andererseits wurden auch neue Verfahren mit einem mittleren oder geringen Reifegrad betrachtet. Bei biologischen Verfahren gilt es beispielsweise, jeweils die adäquaten Mikroorganismen zum Abbau oder zur Umsetzung von Inhaltsstoffen einzusetzen.

### Bioabfall-Nutzung

Das Potenzial an Biomasse aus biogenen Reststoffen wurde von den Akteuren als hervorragend eingestuft. Um darauf aufbauend Technologien wirtschaftlich vermarkten zu können, steht man aber in Konkurrenz zu den etablierten Entsorgungswegen. Ein Beispiel: Die Behandlungskosten für die Entsorgung von organischen Reststoffen sind bekannt und liegen im Wesentlichen bei den Kosten der Kompostierung.

Organische Abfälle/Reststoffe können einerseits mit Technologien wie Bioleaching, -sorption, -fällung zur weiteren industriellen Nutzung von Rohstoffen aufbereitet werden oder, alternativ, als Futtermittel für z. B. Insekten genutzt werden oder als Basis für die Produktherstellung über Fermentation oder Carbonisierung dienen. Aufgrund der verschiedenen und meist komplex zusammengesetzten Rest-

stoffe sind im Grundsatz bekannte Prozesse neu zu gestalten oder zumindest zu optimieren. Andererseits ist auch hier der Einsatz verschiedener Konversionsverfahren sinnvoll, die eine stoffliche und/oder energetische Verwertung möglich machen. Hierfür sind Prozesse aneinander anzupassen. Grundsätzlich sind die organischen Abfälle/Reststoffe auch zum Teil in die Wertschöpfungsketten des Abwassers (sowohl Wasser- wie auch Schlammweg) integrierbar, wenn die Inhaltsstoffe und Umsetzungsgeschwindigkeiten zu denjenigen des Abwassers kompatibel sind.

### Abwasser-Nutzung

Ausgehend von den verschiedenen Abwässern und deren Inhaltsstoffen ergeben sich unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Technologien zur Rückgewinnung von Stoffen oder gereinigtem Wasser, die in verschiedene Wertschöpfungsketten münden: Einerseits ist durch die Anwendung von Technologien zur Nährstoffrückgewinnung wie beispielsweise Phosphor und Stickstoff eine gezielte Rückführung in die Landwirtschaft als Dünger möglich. Des Weiteren ermöglicht eine Hygienisierung durch Filtrationsverfahren zudem eine pathogenfreie Rückführung der Abwässer in den Vorfluter oder auch die Wiederverwendung in der Wirtschaft.

Es gibt heute schon Alternativen auf unterschiedlichen technischen Leveln:

- Ein interessanter Ansatz könnte die abwasserbetriebene **Mikrobielle Brennstoffzelle (MBZ)** sein, da sie den Anfall von Klärschlamm um bis zu 80 Prozent reduzieren kann.<sup>22</sup> Die technische Umsetzung der mikrobiellen Brennstoffzelle wird von einigen Forschergruppen vorangetrieben. Der Technology Readiness Level (TRL) geht dabei von existierenden Laboranlagen bis hin zu Pilotanlagen unterschiedlicher Größe. Auch hier ist noch mit einigen Jahren zur Etablierung der Technologie zu rechnen.

<sup>22</sup> Comparative evaluation of wastewater-treatment microbial fuel cells in terms of organics removal, waste-sludge production, and electricity generation, Asai et al. *Bioresour. Bioprocess.* (2017) 4:30 DOI 10.1186/s40643-017-0163-7



- Abwässer mit hohen Nährstoffgehalten können dafür genutzt werden, Wertstoffe herzustellen. Vorzugsweise sind dafür biotechnologische Verfahren einzusetzen, wobei die ausgewählten Organismen einen möglichst hohen Verwertungsgrad der Rohstoffe bei gleichzeitig hoher Produktausbeute aufweisen sollten. Dazu kann im Idealfall auch noch ein gasförmiger Rohstoff wie CO<sub>2</sub>, CO, Methan oder NH<sub>3</sub> aus Abgasströmen einen Beitrag leisten. Relevante Organismenklassen sind hierbei beispielsweise Mikroalgen, methanogene Bakterien oder andere, die gasförmige Kohlenstoffquellen für ihren Stoffwechsel bzw. zur Katalyse nutzen können. Aerobe und anaerobe Mikroorganismen können gasförmige Rohstoffe für ihr Wachstum und die Synthese von Wertstoffen (z.B. Basis-Chemikalien) umsetzen.

### Klärschlamm-Nutzung

Bei der Abwasserreinigung fallen grundsätzlich Schlämme an, die ihrerseits wiederum als Rohstoffquelle für Energie und Dünger dienen können. Über die Vergärung entstehen beispielsweise Methan, CO<sub>2</sub>, Wasserstoff, Wärme und ausgefaulter Schlamm, die sowohl stofflich (durch Rückgewinnung der Nährstoffe, z.B. Phosphor) als auch energetisch genutzt werden können (beispielsweise durch Verbrennung oder Carbonisierung).

Die Abschätzung zur Wirtschaftlichkeit von Verfahren zur Klärschlamm-Nutzung basiert auf folgender Voraussetzung: Im Fall von Klärschlamm werden als Vergleichsgröße die Kosten für die Verbrennung zugrunde gelegt. Denn der in Baden-Württemberg aus Vorsorgegründen bereits einige Jahre vor Inkrafttreten der novellierten Klärschlammverordnung (03.10.2017) umgesetzte Verzicht auf eine direkte bodenbezogene Klärschlammverwertung hat zur Folge, dass die im Land anfallenden Klärschlämme nahezu ausschließlich thermisch verwertet werden (2017: 97 Prozent). Für diesen ist aus Sicht des

AK als erster Schritt die Vergärung direkt in den Faultürmen der Kläranlage zu realisieren. Dies ist allerdings in vielen kleinen Kläranlagen noch nicht umgesetzt. Im Rahmen der Forschungsförderung wurde vom MWK eine Studie zur „Potenzialanalyse zur Erzeugung von Biogas in Klärschlammvergärungsanlagen“ gefördert. Im Rahmen des Projekts wurde das Potenzial des Abfallstoffes Klärschlamm zur Erzeugung von Biogas in Baden-Württemberg aufgezeigt und zum anderen das zusätzliche Potenzial zur Biogaserzeugung bei den existierenden Klärschlammfaulungen untersucht.

Heute, unter dem Aspekt der Rückgewinnung von Nährstoffen wie beispielsweise Phosphor als kritischem Rohstoff, wird eine Aufarbeitung von Klärschlamm für die Wirtschaft interessanter (siehe auch Phosphor-Rückgewinnungsstrategie des Landes Baden-Württemberg)<sup>23</sup>. Beim Klärschlamm wäre aus Sicht der Akteure eine Förderung neuer Konzepte wichtig, denn die Verbrennung wurde aufgrund des hohen Wassergehalts als nur bedingt sinnvoll eingeschätzt. Sowohl neue gesetzliche Rahmenbedingungen als auch der Ansatz einer nachhaltigen Bioökonomie führen zu einem positiven Klima, in dem neue, wirtschaftliche Technologien entwickelt werden können.

Weitere Verfahren, die aus Sicht der Akteure von AK 2 sowohl im Bereich Bioabfall- wie auch Klärschlamm-Nutzung eingesetzt werden können, sind beispielsweise die Carbonisierung oder Vergärungsverfahren mit gleichzeitiger Wertstoffgewinnung.

- Die **Carbonisierung** organischer Inputstoffe und die Rückgewinnung der Mineral- und Nährstoffe mittels der HTC-Technologien und -prozesse ist für viele Anwendungsbereiche getestet und verfügbar, muss ihre Wirtschaftlichkeit aber noch unter Beweis stellen. Zusätzlicher Entwicklungsbedarf besteht bei der Entwicklung weiterer Produkte, wie z.B. für die Verwen-

<sup>23</sup> Phosphor-Rückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Oktober 2012

dung als Aktivkohle oder als Eingangsstoff für die Herstellung von Biokunststoffen oder Dämmmaterialien.

- Die **Mikroalgenkultivierung** ist ein etabliertes Verfahren mit unterschiedlichen Reaktortypen. Entwicklungsbedarf besteht jedoch in den Punkten Wirtschaftlichkeit und Prozesseffizienz sowie Produktaufarbeitung. Die Themen Bioleaching sowie Rückgewinnung von Wert- und Nährstoffen befinden sich weitgehend in der Phase Pilotierung oder Demonstrationsanlagen, wobei wirtschaftliche Großtechnik, die entsprechende Effizienz und Nachhaltigkeitsaspekte erfüllt, noch nicht etabliert ist und noch einige Jahre Entwicklungszeit benötigt.
- Die **Technologien zur Gasfermentation** befinden sich meist noch im Labor- bzw. Technikumsmaßstab. Verschiedene Ansätze zur Gestaltung von Reaktortechnologien und dem Upscaling sind im Forschungsbereich in Erprobung. Großtechnische Umsetzungen werden derzeit international schon bei der Ethanolherstellung betrieben. In Deutschland wird die industrielle Umsetzung dieser Technologien in den kommenden 3 bis 5 Jahren erwartet. Auch Ansätze zur Herstellung verschiedener Wertstoffe mit höherer Wertigkeit als Ethanol, beispielsweise Isobutanol, werden erforscht. (Siehe auch Kapitel 5)

Eine in den letzten Jahren zunehmende Herausforderung ist aus Sicht des AK 2 der Umgang mit Schad- und Spurenstoffen sowie Mikroplastik, die vermehrt in die Abwässer und Bioabfälle eingetragen werden, sowie die Gewinnung kritischer Rohstoffe. Etablierte Technologien sind nicht ohne Weiteres in der Lage, diese Stoffe umfänglich abzubauen oder abzutrennen und gegebenenfalls wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen. Die Auswahl an technischen Verfahren hierzu ist begrenzt. Interessant sind beispielsweise die biotechnologischen Verfahren wie die Bioabsorption und -fällung oder die Verstoffwechslung über Bakterien oder Mikroalgen. Hier ist noch Entwicklungsarbeit zu leisten, genau wie bei der analytischen Erfassung der Stoffe und dem zugehörigen Monitoring. Der AK 2 emp-

fehlt, in der Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ einen generellen Anspruch an die Regelungsfähigkeit komplexer Systeme (zelluläre Ebene, verfahrenstechnische Ebene, Systemebene), die von den in Baden-Württemberg intensiven Digitalisierungsaktivitäten hervorragend ergänzt und unterstützt werden können, zu berücksichtigen.

### **Hemmnisse und Chancen durch gesetzliche Rahmenbedingungen**

Um die Transformation hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie vorantreiben zu können, ist aus Sicht der Akteure eine Flankierung durch gesetzliche Rahmenbedingungen notwendig, die langfristig und verlässlich sein müssen, damit sich die Industrie darauf einstellen kann. Der AK 2 empfiehlt, im Bereich der gesetzlichen Rahmenbedingungen auch die Lenkung durch Verbote zu prüfen. Als Beispiel hierfür wurde das Thema Entsorgung verpackter Lebensmittelabfälle genannt. Aufgrund der häufig unzulänglichen Abtrennung der Verpackungsbestandteile vor der biologischen Behandlung kann es bei der Entsorgung verpackter, nicht mehr für den Verzehr geeigneter Lebensmittel verfahrensbedingt zu Einträgen von Kunststoffen in die Umwelt kommen. Aus diesem Grund sind entsprechende gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen, die den Kunststoffeintrag in die Umwelt bei der Entsorgung von Lebensmittelabfällen minimieren. Hier wurde unter anderem vorgeschlagen, Grenzwerte für Kunststoffbestandteile in Bioabfällen vor der biologischen Behandlung festzulegen sowie gemeinsam mit dem Handel geeignete Lösungen zu entwickeln.

Die Befragung der Akteure im Rahmen der Technologiematrix zeigte, dass in einigen gesetzlichen Regelungen und in den Kosten die größten Hemmnisse für die Transformation hin zu einer biobasierten Wirtschaft gesehen wurden (siehe AK 1). Aber auch fehlende Technik und im Rahmen der bestehenden Technik mangelnde Prozessstabilität und Ausbeuten wurden genannt. Die folgenden Aussagen wur-

den von den Akteuren des AK 2 dezidiert eingebracht und detaillierter diskutiert:

- Vor allem das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) wie auch die Bioabfallverordnung (BioAbfV) haben nach den Erfahrungen der Akteure mit ihren Prozessen/Produkten auf eine Transformation hin zu einer Bioökonomie eine hemmende Wirkung. Allerdings ist nach Aussage des UM dabei zu berücksichtigen, dass die Regelungen im KrWG und in der BioAbfV insbesondere aus Gründen des Umweltschutzes durchaus sinnvoll und notwendig sind. Umweltrechtsexperten mit Erfahrung in diesem Bereich sind aufgrund der komplexen Gesetzeslage für die Weiterentwicklung einer Bioökonomie relevant. Die Abfallentsorgungsbetriebe sollten für die Bioökonomie als Partner gewonnen werden.
- Eine Fütterung von Insekten mit Fleischbestandteilen (Schlachtabfälle, überlagerte Lebensmittel mit Fisch- und Fleischanteilen) ist aufgrund der BSE/TSE Regulierung (999/2001) nicht erlaubt. Ebenso kann das Verfahren nicht bei der Tierkörperbeseitigung eingesetzt werden. Dies ist ein entscheidender Nachteil für die Bioökonomie. In der Natur findet man Insektenlarven in verwesenden Tierkörpern und diese tragen entscheidend zu deren Beseitigung bei.
- Die neue Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) könnte sich dagegen förderlich auswirken, da gegebenenfalls interessante Stoffströme für die Bioökonomie aus dem Gewerbeabfall entstehen könnten.
- Auch das vom Gesetzgeber avisierte neue Verpackungsgesetz könnte sich förderlich auswirken.
- Das KrWG ermöglicht durch das Getrenntsammlungsgebot für Bioabfälle die Bereitstellung von sortenreinen biogenen Materialien als Rohstoffe für die Bioökonomie. Auch innovative Verfahren zur Abfallvermeidung, Wiederverwendung, Recycling sowie der stofflichen und energetischen Nutzung werden durch das KrWG u.a. aufgrund der Vorgaben zur Abfallhierarchie und zur hochwertigen Verwertung gefördert.

### 5.3

## Handlungsempfehlungen und Maßnahmen

Aus den Positionen der Akteure und den Diskussionen in den Arbeitskreissitzungen leiten sich sehr konkrete Handlungsempfehlungen und Maßnahmen ab, die den für die Landesstrategie federführenden Ministerien im Rahmen dieses Berichts vorgeschlagen werden. Dabei wurden sowohl Vorschläge zur Positionierung der Bioökonomie in Baden-Württemberg wie auch zur Rahmengestaltung durch das Land und zur Unterstützung der Technologieentwicklung formuliert.

### Empfehlungen zur Reststoffnutzung

Aus der Technologiematrix ließen sich Aussagen ableiten, wie das Potenzial von Roh- und Reststoffen eingeschätzt wurde. Diese basieren auf den im Rahmen des Beteiligungsprozesses erhobenen Einschätzungen der Akteure, die qualitativ ausgewertet wurden, aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben.

Die größten Beiträge zur Bioökonomie sahen die Akteure bei der Nutzung von Bioabfall (braune Tonne sowie Grünschnitt aus Parkanlagen oder von Straßenrandbepflanzungen, Obstbaumwiesen etc.), bei der Klärschlamm-Verwertung, bei der Nährstoff-Rückintegration oder deren industrieller Nutzung sowie bei der Nutzung von kohlenstoffhaltigen Substraten für die industrielle Biotechnologie. Ebenfalls relevant sind nach Rückmeldungen der Akteure in der Abfrage mittels der Technologiematrix die folgenden Bereiche: Abwasser, Fasern, CO<sub>2</sub>/Rauchgas, Pflanzenbestandteile, tierische Reststoffe, Altholz sowie Biogas, Boden und die Rückgewinnung von Wertstoffen wie beispielsweise seltenen Erden oder Aminosäuren aus Lebensmittelresten. Hierbei sollen insbesondere neue Verfahren und Technologien als Beitrag zur Bioökonomie wie zum Klimaschutz in Betracht gezogen werden.

## Technologietransfer/Marktzugang

Aus Sicht der Akteure kann Baden-Württemberg einen Standortvorteil für die Bioökonomie erzielen, wenn es gelingt, das Zusammenspiel von Forschung und Unternehmen zu verbessern. Die Akteure schlagen vor, Forschungsanlagen im Technikums-Maßstab (Demo-Anlagen) bzw. Reallabore zu fördern, um die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Anwendung zu beschleunigen. Solche Anlagen werden beispielsweise benötigt, um ausreichende Mengen an Produkten wie neue Materialien oder Plattformchemikalien für praktische Tests zur Verfügung zu stellen. Außerdem wäre durch die Zusammenarbeit von Forschung und Unternehmen in Demo-Anlagen ein weiterer Vorteil gegeben: Die betriebliche Praxis fließt stärker und unmittelbarer in Bioökonomie-Forschungsprojekte ein und die Machbarkeit wird demonstriert. Damit würde der Abstand zwischen Wissenschaft und Praxis weiter verringert.

Die Digitalisierung eröffnet große Chancen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Bioökonomie, die von beispielsweise DNA-Datenbanken zur Auswertung biologischer Informationen über Daten aus der Prozess- und Verfahrenstechnik bis hin zu Stoffströmen und deren Management reichen. Für eine nachhaltige Bioökonomie sind die daraus entstehenden Daten zu verknüpfen. Es wird möglich, unterschiedliche technische und ökonomische Szenarien entlang der gesamten Prozesskette und zwischen Prozessketten abzubilden. Dadurch können Auswirkungen sichtbar gemacht und Entscheidungen erleichtert werden. Die Integration von digitaler und biologischer Transformation ist unabdingbar. Die voranschreitende Digitalisierung, sowohl im industriellen wie auch im kommunalen Bereich, lässt zwischen Kommunen und Industrie Schnittstellen mit neuen Anforderungen entstehen, die auch die Fach- und Vollzugsbehörden betreffen.

Ergänzend dazu wurde vorgeschlagen, den Aufbau des BW-Netzwerkes zu fördern, mit dem Ziel, eine verbesserte

Kommunikation zwischen den wichtigen Stakeholdern zu ermöglichen und die durch die Beteiligungsprozesse angestoßene Vernetzung zu verstetigen. Dies würde auch den Zugang z. B. von KMUs zu Forschungs- und Pilotanlagen erleichtern.

Des Weiteren empfehlen die Akteure, dass das Land Unternehmertum fördern soll. Die biologische Transformation der Wirtschaft kann durch eine gezielte Start-up-Förderung im Bereich Bioökonomie beschleunigt werden. Auch der Aufbau neuer Geschäftsfelder in Unternehmen sollte finanziell unterstützt werden, denn der Weg von der Idee bis zur erfolgreichen Markteinführung ist lang. Tragfähige Geschäftsmodelle müssen robust genug sein, um auf den sich verändernden Stoffströmen der Bioökonomie aufbauen zu können.

Die Bioökonomie in Baden-Württemberg kann durch eine explizite Ermöglichungskultur in den Ministerien und Behörden massiv beschleunigt werden.

## Nährstoffkreisläufe

Vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit soll aus Sicht der Akteure ein gezieltes Augenmerk auf das Thema Nährstoffkreisläufe gelegt werden. Als ein Beispiel wurde die Aufbereitung der Reststoffe vor der Vergärung in der Biogas-Anlage genannt: Durch geeignete Verfahrenstechnik können Nährstoffe gezielt extrahiert und aufkonzentriert werden bei gleichzeitiger Auftrennung in die mineralischen und organischen Fraktionen und so lokal wiederverwertet werden.

## Stoffströme/Logistik/Genehmigungsprozesse

In Bezug auf das Thema Siedlungsabfälle empfehlen die Akteure eine bessere Trennung der Abfälle. Die Möglichkeiten der Sortierung wurden diskutiert. Die Kompetenzen hierzu liegen nach Ansicht der Akteure bei den Recyclingunternehmen und nur eingeschränkt bei der allgemeinen



Bevölkerung (siehe Fehlwurfproblematik Gelber Sack und Biotonne). Des Weiteren sollte die Zugänglichkeit und Verteilung von verfügbaren Reststoffen sowie die Verwertungsmöglichkeiten von Abfällen neu geregelt werden, um einen Reststoffmarkt aufbauen zu können. Ziel sollte es sein, interessante Fraktionen des Bioabfalls vorab abzuzweigen (Beispiel Kaffeesatz), um diese – möglichst dezentral – zu verwerten. Beim Papierrecycling und Glasrecycling wird diese Möglichkeit seit Jahren genutzt. Für ein solches Vorgehen sind Kommunikationswege aufzuzeigen und Ansprechpartner im Land zu benennen.

Des Weiteren empfehlen die Akteure dem Land Baden-Württemberg im Rahmen der Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie“ die gesetzlichen Anforderungen in der Entwicklungsphase von Innovationen mit den Fachverwaltungen diskutieren zu können. Sogenannte „Clearingstellen“ sollen bei für den Antragsteller unklaren Zuständigkeiten in der Genehmigung von innovativen Anlagen beim Behördenmanagement helfen und können aus Sicht der Akteure ein entscheidender Standortvorteil werden. Dazu ist es notwendig, die Bioökonomie in die Beratungs- und Genehmigungsvorgänge in den Behörden einzupassen und die Themenkenntnis der Prüfung und Zulassung für Anlagen, Verfahren und Produkte zu verbessern. Hilfreich könnte auch eine rechtliche Vorprüfung sein, die beispielsweise die Technologieentwickler in den Forschungsinstituten anhand von Checklisten durchführen könnten. Dieser Punkt blieb aber kontrovers, denn die Expertise der Forscher für die rechtlichen Belange wurde von einigen Akteuren angezweifelt. Hierfür müssten Umweltrechtsexperten als externe Berater einbezogen werden.

Um Prozesse in bereits bestehende Wertschöpfungsketten der Kreislaufwirtschaft erfolgreich integrieren zu können, sind eine Koordination und Unterstützung von Maßnahmen zur Erschließung von Wertstoffen aus Abfallströmen sowie die Vermittlung zwischen beteiligten Akteuren erfor-

derlich. Diese Aufgaben könnten vom Kompetenzzentrum Bioabfall der LUBW als Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft übernommen werden. Hierzu müssten der LUBW entsprechende Mittel bereitgestellt werden.

### **Fördergrundsätze**

Die Akteure im AK 2 sahen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil, wenn es im Rahmen der Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ gelänge, den Fokus der Förderung auf dezentral umsetzbare Konzepte zu legen und hierzu passende Logistikkonzepte mit einzubeziehen. Dies begründet sich unter anderem durch die geringe Transportwürdigkeit der Abfallstoffe. Die Strategie sollte von einer technologieoffenen Förderung flankiert werden. Sowohl die Optimierung von etablierten wie auch die Erforschung von neuen bioökonomie-relevanten Verfahren sind aus Sicht der Akteure relevant. Im Grundsatz soll gelten, dass da, wo es sinnvoll möglich ist, die stoffliche vor der energetischen Nutzung zu bevorzugen ist.



# 6

## Arbeitskreis 3 „Indikatoren und Kriterien zur Bewertung der Bioökonomie“

Bereits im Jahr 2007 wurde die Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg gestartet. Sie versteht sich als Plattform, um wichtige Fragen nachhaltiger Entwicklung zu debattieren und umzusetzen – in einer Kooperation aus Staat, Wirtschaft und Gesellschaft.<sup>24</sup> Im Jahr 2011 wurde die Nachhaltigkeitsstrategie durch die Landesregierung neu ausgerichtet: Neben einer Berichterstattung zu zentralen Nachhaltigkeitsindikatoren, die in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung verankert sind, wurde eine zweite, landespolitische Säule etabliert. In dieser Säule wurden ressortübergreifend landespolitische Herausforderungen, Schwerpunkte des Handelns sowie Leitsätze und Ziele einer nachhaltigen Entwicklung für Baden-Württemberg definiert. Diese mit 17 Leitsätzen und 39 Zielen hinterlegte Zielsystematik wurde aus den politisch-strategischen Zielen der einzelnen Ressorts abgeleitet.

Vor diesem Hintergrund hat sich der AK 3 darauf konzentriert, für die Indikatoren- und Kriterienentwicklung zur Bewertung einer nachhaltigen Bioökonomie internationale, europäische und nationale Entwicklungen im Bereich der Bioökonomie, bereits bestehende landespolitische Klimaschutz-, Ressourceneffizienz- und Nachhaltigkeitsstrategien und -ziele sowie die strukturellen Besonderheiten des Landes Baden-Württemberg zu berücksichtigen.

## 6.1 Akteure

An den Diskussionen und der Erarbeitung von Empfehlungen des AK 3 waren insbesondere Vertreter aus Wissenschaft und Forschung beteiligt (Abb. 11). Darüber hinaus waren ein Unternehmen aus dem Bereich der Beratung sowie ein Industrieverband beteiligt. Durchschnittlich 13 Akteure nahmen jeweils an den fünf Sitzungen teil.

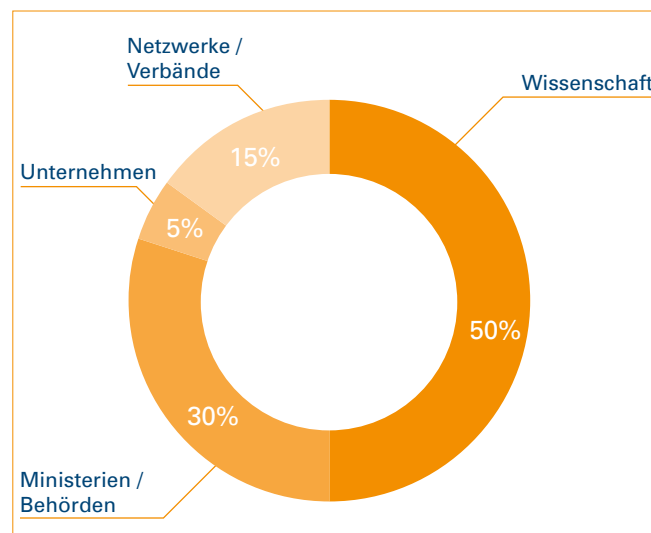


Abbildung 11: Zusammensetzung der Akteure im AK 3, aufgeschlüsselt nach Bereichen

## 6.2 Positionen der Akteure

Im Rahmen der fünf AK 3-Treffen wurden viele grundsätzliche Diskussionen zu Ziel und Bezugsrahmen eines Indikatorensystems zur Bewertung einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg, zu Systemgrenzen und zu Definitionen geführt.

Die Ergebnisse dieser Grundsatzdiskussionen mündeten in mehrere Papiere zu einzelnen Themenkomplexen:

- zu den im Strategieprozess verwendeten Begriffen als Grundlage und Konsens für deren einheitliche Verwendung im Kontext einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg (siehe Anlage, Begriffsdefinition),
- zum Selbstverständnis des AK 3 (siehe Seite 58) und
- zu abgeleiteten Handlungsempfehlungen und Maßnahmen.

Weiterhin wurden eine in den AKs 1 und 2 erarbeitete Technologiematrix mit biologischen Technologien erörtert

<sup>24</sup> [um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsstrategie/nachhaltigkeitsstrategie/](http://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsstrategie/nachhaltigkeitsstrategie/)

und die darin verwendeten Bewertungskriterien vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit kommentiert. Die Inhalte der o. g. Papiere sowie die Empfehlungen zur Technologiematrix werden im Folgenden dargestellt und beschrieben.

### Technologiematrix

Die Akteure von AK 3 betrachteten die Technologiematrix als nicht-abschließende Liste von Technologien, die von Teilnehmern der AKs 1 und 2 zusammengestellt wurde. Grundsätzlich liefert die Technologiematrix ein interessantes Spektrum von Technologien, zu denen es bereits Aktivitäten und Akteure in Baden-Württemberg gibt, und ist daher ein erster guter Überblick. Sie liefert damit eine gute Basis für erste Konkretisierungen zu interessanten Biomasse-Inputströmen, Technologien und Forschungsbedarfen. Aufgrund ihrer Genese ist die Matrix naturgemäß weiter zu ergänzen, um bezüglich der technischen Optionen einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg insgesamt einen umfassenderen Überblick zu erhalten.

Die dargestellten Technologien befinden sich in unterschiedlichen technischen Reifegraden (TRL), ebenso unterschiedlich wird der Zeithorizont bis zur Marktreife eingeschätzt. Daher lassen sich zu diesem Zeitpunkt nur bedingt Angaben zum tatsächlichen Potenzial der einzelnen Technologien zu ausgewählten Zielen einer nachhaltigen Bioökonomie ableiten.

Aus wissenschaftlicher Sicht im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien empfehlen die Akteure von AK 3 zusätzlich zu den in der Technologiematrix bereits genannten Bewertungskriterien

- Rohstoffeinsparung/Ressourceneffizienz
- Reduktion Energieaufwand
- THG-Reduktion
- Reduktion Schadstoffeintrag in Boden, Luft, Wasser
- Kreislauffähigkeit
- neue, problematische Stoffströme

folgende weitere Kriterien zu berücksichtigen:

- Schutz der Biodiversität
- Kreislaufführung/Kaskadennutzung
- verminderter Einsatz nicht-erneuerbarer Ressourcen
- Wohlstand
- Wohlbefinden
- Beitrag zur Wertschöpfung.

Für die Diskussion im AK 3 wurden Begriffsverwendungen und Definitionen zugrunde gelegt, die im Anhang dargestellt sind.

### Selbstverständnis des AK 3

Bioökonomie wird im Allgemeinen als Mehrzweckstrategie verstanden, die einen Beitrag zur Lösung ökologischer und sozioökonomischer Probleme leisten kann. In der Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ sollen daher die Ansätze der Bioökonomie aufgegriffen werden, für die ein solcher Beitrag zumindest qualitativ belegbar ist.

Bioökonomie ist ein Thema, das aufgrund der Komplexität der Wertschöpfungsnetze

- auf globaler, europäischer und nationaler Ebene
- auf volkswirtschaftlicher Ebene (Bundes- bzw. Landesebene)
- auf betrieblicher/betriebswirtschaftlicher Ebene und
- auf der Produktebene

betrachtet bzw. gedacht werden muss, wobei regionale Ansätze am ehesten eine konkrete Umsetzung im Sinne der Nachhaltigkeit leisten können.

In den kommenden Jahren gilt es, die Übergangsphase von einer auf fossilen Ressourcen aufgebauten hin zu einer auf erneuerbaren, durch Stoffwechselleistungen von Organismen (oder Teilen davon) regenerierten Ressourcen basierenden Wirtschaft zu gestalten. Maßnahmen der Bioökonomie sollten Bausteine zur Erreichung der Klima-



schutzziele 2030/2050 und der Nachhaltigkeitsziele des Landes Baden-Württemberg darstellen und auch zur Zielerreichung auf übergeordneten Ebenen beitragen, z. B. zu den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (SDG 2030).<sup>25</sup>

Eine nachhaltige Bioökonomie in Baden-Württemberg kann beispielsweise dazu beitragen,

- Umweltbelastungen zu verringern (z.B. Treibhausgasemissionen in die Atmosphäre zu reduzieren)
- natürliche Ressourcen (z.B. Wasser, Luft und Boden) zu schonen bzw. nachhaltig zu nutzen
- Biodiversität zu schützen
- die Abhängigkeit von Energie- und Rohstoffimporten teilweise zu verringern
- mit neuen Konzepten innovative Wertschöpfung zu generieren (neue Wertschöpfungsnetze aufbauen, bewährte Ketten durch Vernetzung stärken)
- Arbeitsplätze im laufenden Strukturwandel zu sichern
- mit innovativen Konzepten neue Rohstoffquellen für verschiedenste Stoffe zu erschließen, auch bzw. insbesondere durch Kreislaufführung/Kaskadennutzung und Bioraffinerieansätze
- die Vulnerabilität der baden-württembergischen Volkswirtschaft in allen Sektoren zu verringern bzw. den Wohlstand zu erhalten und zu erhöhen.

Folgende Aspekte sind bei der Entwicklung eines Bewertungssystems für eine nachhaltige Bioökonomie in Baden-Württemberg einzubeziehen:

- Im komplexen Gesamtsystem der Energie- und Materialflüsse und der verschiedenen Verfahrensmöglichkeiten gibt es Zielkonflikte. Diese sind zu berücksichtigen.
- Angebots- und Nachfrageseiten (z. B. Endnutzer, Bürger; Stichwort: nachhaltiger Konsum) sind gleichermaßen einzubeziehen.

- Die Unternehmensstruktur Baden-Württembergs (viele KMU) ist zu berücksichtigen.
- Der Effekt der „economies of scale“ ist zu prüfen.

Das zu entwickelnde Indikatorensystem muss über die verschiedenen Skalierungsebenen (lokal, regional oder sektoral; national, international) hinweg konsistent angewendet werden können. Die Auswahl der Indikatoren muss inhaltlich und logisch zusammenhängend sein.<sup>26</sup>

### Ausgangspunkt und Bezugssystem des AK 3

Konkrete Aufgabe des AK 3 innerhalb des Strategieprozesses war es, Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zum Thema „Kriterien und Indikatoren zur Bewertung einer nachhaltigen Bioökonomie“ zu erarbeiten. Wesentliche Grundvoraussetzungen zur Ableitung eines Bewertungssystems sind dabei:

1. eine klare und eindeutige Definition der Begriffe „nachhaltig“ und „Bioökonomie“ und
2. klar definierte Ziele, die mit einer nachhaltigen Bioökonomie erreicht werden sollen.

#### Zu 1. Bioökonomie-Begriff

Der AK 3 begrüßt die Entscheidung der Landesregierung, die Bioökonomie in Kohärenz zur Neudefinition des Bioökonomie-Begriffs des Bioökonomierates der Bundesregierung<sup>27</sup> zu verstehen. Diese Definition wurde als Rahmen für den Beteiligungsprozess gesetzt und ist Bestandteil dieses Prozesses.

Danach bezieht sich der Begriff der Bioökonomie nicht nur auf die Verwendung von Biomasse als Rohstoff (und damit im Wesentlichen die Stoffwechsellleistungen von Pflanzen zum Aufbau von primärer Biomasse durch die Assimilation von Kohlenstoff aus CO<sub>2</sub>), sondern auch auf die Stoffwech-

<sup>25</sup> [www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/)

<sup>26</sup> [symobio.de/wp-content/uploads/2018/03/Indikatorensystem-23.03.2018\\_final-1.pdf](http://symobio.de/wp-content/uploads/2018/03/Indikatorensystem-23.03.2018_final-1.pdf)

<sup>27</sup> Bioökonomierat (2016)

selleistungen weiterer Organismen<sup>28</sup> bzw. von funktionalen Teilen hiervon<sup>29</sup>. Darüber hinaus umfasst der Begriff auch biologische Struktur- und Systemmodelle.

Dieser Neudefinition folgt auch die Bundesregierung in ihren aktuellen Förderausschreibungen und der derzeit erfolgenden Überarbeitung der Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie.

Einzelne Akteure des AK 3 waren der Ansicht, dass eine so weit gefasste Definition, welche auch biologisches Wissen umfasst, zu Abgrenzungsproblemen (z.B. bezüglich einzubeziehender/zu betrachtender Sektoren und bezüglich der grünen Ökonomie<sup>30</sup>) führen wird und letztendlich die Ableitung eines Indikatorensystems zur eindeutigen Quantifizierbarkeit und Messbarkeit einer nachhaltigen Bioökonomie deutlich erschweren wird.

Im AK 3 heftig diskutiert und umstritten war der Punkt, wann ein Produkt/eine Maßnahme der Bioökonomie zugerechnet werden kann: Als entscheidende Kriterien zur Zuordnung wurden einerseits die zumindest anteilige biogene (bzw. erneuerbare) Ressourcenbasis eines Produkts und andererseits der Herstellungsprozess des Produkts, d. h. ob ein Produkt über biotechnologische, biologische und/oder bioinspirierte Prozesse hergestellt wurde, gegenübergestellt und diskutiert.

Einigkeit erzielten die Akteure des AK 3 in der Ansicht, dass in einer Übergangsphase von einer auf nicht-erneuerbaren Ressourcen basierenden hin zu einer auf erneuerbaren Ressourcen basierenden Wirtschaft (Circular Economy) ein Produkt Teil der Bioökonomie ist, wenn dafür – zumin-

dest anteilig – biologische Ressourcen (Biomasse) genutzt wurden.

Im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie kann ein Bioökonomie-Produkt somit nach Auffassung des AK 3 nicht zu 100 % aus fossilen oder mineralischen Ressourcen bestehen.

Oberstes Ziel muss es sein, eine weitere Anreicherung von neuem, fossilem CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre zu vermeiden und das dort vorhandene CO<sub>2</sub> effizient zu recyceln und mittelfristig der Atmosphäre wieder zu entziehen.

### **Begriff „Nachhaltige Bioökonomie“**

Die Teilnehmer des AK 3 stimmen grundsätzlich mit den Ausführungen des Bioökonomierates<sup>31</sup> zu einer nachhaltigen Bioökonomie überein:

Übergeordnetes Ziel einer nachhaltigen Bioökonomie ist es, die Natur zu schützen und zu nutzen, dabei die weltweite Ernährungssicherung, den Klimaschutz und die Regeneration der natürlichen Ressourcen zu fördern, insbesondere fruchtbare Böden, saubere Luft und sauberes Wasser.

Allerdings wurde angemerkt, dass der Fokus dieser Ausführungen in erster Linie auf ökologischen Aspekten liegt und soziale sowie ökonomische Aspekte unberücksichtigt bleiben.

Der AK 3 stimmt darin überein, dass eine nachhaltige Bioökonomie im Einklang mit der Definition und mit dem Zielsystem der Nachhaltigkeit stehen muss. Alle Dimensio-

28 z.B. Metallanreicherung von Bakterien mittels Bioleaching

29 z.B. Enzyme, Antikörper

30 Die Vereinten Nationen (UNEP 2011) definieren eine grüne Ökonomie als eine kohlenstoffarme, energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft, die zu einem größeren Wohlstand führt und keine sozialen Ausgrenzungen beinhaltet. Sie ist ressourcen- und technologieoffen, solange die natürlichen Prozesse beachtet, gefördert und wertgeschätzt werden. Die Bioökonomie ist also, wenn sie nachhaltig umgesetzt wird, eine Teilmenge der Grünen Ökonomie.

31 Bioökonomierat (2016)

nen der Nachhaltigkeit sind gleichermaßen zu berücksichtigen. Dies ist wichtig, um der Politik klare Signale in Bezug auf Zielkonflikte und Synergieeffekte zu geben.

## Zu 2. Ziele

Für die Ausgestaltung eines Bewertungssystems für eine nachhaltige Bioökonomie sind klar definierte Ziele erforderlich. Die Ziele sollten entsprechend der SMART-Kriterien<sup>32</sup> formuliert werden: spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch und terminiert.

Bei der Diskussion um mögliche quantitative Bioökonomie-Ziele wurde angemerkt, dass es aufgrund fehlender quantitativer Bioökonomie-Zielsysteme auf internationaler, europäischer oder nationaler Ebene schwierig sei, diese für Baden-Württemberg aus der AK 3-Arbeit heraus zu formulieren. Bei der Landesstrategie „Ressourceneffizienz“ konnte auf den bereits definierten europäischen und nationalen Ressourceneffizienzindikator „Rohstoffproduktivität“ zurückgegriffen werden, der zwar erhebliche Schwächen aufweist, auf dessen Basis aber Diskussionen angeregt und Maßnahmen und Vorschläge für Alternativindikatoren erarbeitet werden konnten.

Die Landesregierung hat mit ihrer Nachhaltigkeitsstrategie für das Land Baden-Württemberg gültige Leitsätze und untergeordnete konkrete Ziele definiert.<sup>33</sup> Aus Kohärenzgründen und weil das politische Handeln der Ministerien sich in diese Leitsätze eingliedern muss (über Nachhaltigkeitscheck<sup>34</sup>) wurde dieses Zielsystem vonseiten der federführenden Ministerien (UM und MLR) als Rahmen einer Nachhaltigkeitsbewertung vorgeschlagen. Zusätzliche Ziele wurden nicht vorgegeben.

Der AK 3 stimmt darin überein,

- dass sich eine nachhaltige Bioökonomie im Rahmen der Leitsätze der Nachhaltigkeitsstrategie der Landesregierung bewegen muss,
- dass eine nachhaltige Bioökonomie einen Beitrag zu den bereits formulierten Nachhaltigkeitszielen der Landesregierung leisten soll,
- dass bioökonomie-spezifische Ziele, die diesen Leitsätzen zugeordnet sind und werden, einen zusätzlichen Beitrag zur Nachhaltigkeitsstrategie bilden sollen.

Die in Entwicklung befindliche Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ wäre so in die Nachhaltigkeitspolitik der Landesregierung eingegliedert. Die Landesregierung überarbeitet derzeit die Nachhaltigkeitsstrategie des Landes, um neue Ziele zu entwickeln bzw. bereits definierte Ziele anzupassen. Die Arbeiten sollen 2019 finalisiert werden.

Der AK 3 sieht es als Chance und Aufgabe, die nachhaltige Bioökonomie mit eigenen Zielen in der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes zu verankern. Vor diesem Hintergrund prüfte der AK 3 daher die im Jahr 2018 aktualisierten, ressortübergreifenden 17 Leitsätze<sup>35</sup> und die konkretisierten 39 Ziele<sup>36</sup> auf ihre Übertragbarkeit auf die Bioökonomie. Die Ergebnisse der Prüfung können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Kategorie 1: Der Leitsatz hat Bioökonomie-Relevanz, die Bioökonomie kann zur Erreichung eines oder mehrerer der damit verknüpften Schaufensterziele der Nachhaltigkeitsstrategie beitragen bzw. es könnten weitere, bioökonomie-spezifische Ziele definiert werden.

32 Doran, D.G. (1981) There's a S.M.A.R.T way to write management's goals and objectives. Management Review. [community.mis.temple.edu/mis0855002fall2015/files/2015/10/S.M.A.R.T-Way-Management-Review.pdf](http://community.mis.temple.edu/mis0855002fall2015/files/2015/10/S.M.A.R.T-Way-Management-Review.pdf)

33 [www.nachhaltigkeitsstrategie.de/fileadmin/Downloads/N-Service/publikationen/N\\_-Berichte/N\\_-Berichte/N-Bericht\\_Zielsetzung.pdf](http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/fileadmin/Downloads/N-Service/publikationen/N_-Berichte/N_-Berichte/N-Bericht_Zielsetzung.pdf)

34 Der Nachhaltigkeitscheck von Kabinettsvorlagen und Regelungen in Baden-Württemberg. [www.nachhaltigkeitsstrategie.de/fileadmin/Downloads/informieren/Landesverwaltung/N\\_\\_Check.pdf](http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/fileadmin/Downloads/informieren/Landesverwaltung/N__Check.pdf)

35 [www.nachhaltigkeitsstrategie.de/informieren/ziele-und-indikatoren/leitsaetze.html](http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/informieren/ziele-und-indikatoren/leitsaetze.html)

36 [www.nachhaltigkeitsstrategie.de/n-service/publikationen/ptyp/16.html](http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/n-service/publikationen/ptyp/16.html)

- Kategorie 2: Der Leitsatz hat Bioökonomie-Relevanz, das oder die bisher damit verknüpften Schaufensterziele haben jedoch keine Bioökonomie-Relevanz
- Kategorie 3: Der Leitsatz hat keine Bioökonomie-Relevanz, d. h. eine weitere Betrachtung ist im Kontext einer nachhaltigen Bioökonomie nicht erforderlich.

### Zu Kategorie 1:

Die Leitsätze 1 bis 6 sowie 10, 11 und 16 haben Bioökonomie-Relevanz und die Bioökonomie kann zu den jeweils formulierten Zielen beitragen.

#### „Nachhaltig handeln in Baden-Württemberg heißt:

- 1. Leitsatz:** ...die Energiewende zügig, sicher und bezahlbar unter Einbindung der Zivilgesellschaft umzusetzen.
- 2. Leitsatz:** ...Klimaschutz als Querschnittsaufgabe wahrzunehmen und umweltbezogene Gefahren infolge des Klimawandels zu minimieren.
- 3. Leitsatz:** ...innovative, umweltgerechte und soziale Mobilität zu fördern und umzusetzen.
- 4. Leitsatz:** ...eine zukunftsgerechte Stadt- und Raumentwicklung umzusetzen.
- 5. Leitsatz:** ...den Einsatz von Ressourcen zu optimieren und das Wirtschaftswachstum vom Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen zu entkoppeln.
- 6. Leitsatz:** ...die Lebensgrundlagen und die vielfältige Natur sowie die einzigartigen Kulturlandschaften des Landes zu schützen und zu erhalten sowie Belastungen für Mensch, Natur und Umwelt auch über das Land hinaus möglichst gering zu halten.
- 10. Leitsatz:** ...im Rahmen der Globalisierung Verantwortung für eine faire Entwicklung zu übernehmen, die Stärken Baden-Württembergs international einzubringen und die verschiedenen Akteursgruppen in ihrem entwicklungspolitischen Engagement zu unterstützen.

**11. Leitsatz:** ... eine leistungsfähige Wissenschaft und Forschung zu fördern, um Spitzenleistungen zu ermöglichen sowie Innovationen zu unterstützen.

**16. Leitsatz:** ...eine gesundheitsförderliche Lebenswelt zu ermöglichen.“

### Zu Kategorie 2:

Die Leitsätze 7 und 8 haben Bioökonomie-Relevanz, damit verbundenes Schaufensterziel / verbundene Schaufensterziele hat/haben jedoch keine Bioökonomie-Relevanz

#### „Nachhaltig handeln in Baden-Württemberg heißt:

- 7. Leitsatz:** ...den Wandel der Wirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit in globaler Verantwortung unter Berücksichtigung der Interessen der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer und unter Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit sowie der Stärkung der Anpassungsfähigkeit voranzutreiben.
- 8. Leitsatz:** ...verantwortungsbewusste Konsumstile und fairen Handel zu fördern.“

### Zu Kategorie 3:

Die Leitsätze 9, 12, 13, 14, 15, 17 haben keine Bioökonomie-Relevanz.

## 6.3

### Handlungsempfehlungen und Maßnahmen

Auf Basis der Erkenntnisse aus dem Prüfungsprozess sowie unter Berücksichtigung der Arbeiten einer in 2017/2018 vom UM-geförderten Konzeptstudie<sup>37</sup>, die sich ebenfalls mit Indikatoren für die Bioökonomie auseinandersetzt, können folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden:

<sup>37</sup> Eltrop, L. et al. (2018): BÖE-Index BW – Ein Konzept für einen Bioökonomie-Entwicklungsindex für Baden-Württemberg. Uni Stuttgart (IER) & ifeu



## Entwicklung quantitativer Ziele für eine nachhaltige Bioökonomie

Der AK 3 empfiehlt, eigene, quantitative Ziele für eine nachhaltige Bioökonomie zu entwickeln und diese – hinterlegt mit quantifizierbaren Indikatoren – im Jahr 2019 in die Überarbeitung der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes zu integrieren.



In diesem Zusammenhang soll der Beitrag der Bioökonomie zu den bestehenden Nachhaltigkeitszielen des Landes dargestellt und ein Vorschlag erarbeitet werden, wie die Bioöko-

nomie mit eigenen Zielen und mit quantifizierbaren Indikatoren in der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes verankert werden kann. Vorschläge des AK 3 für die Entwicklung von Zielen zu bioökonomie relevanten Leitsätzen finden sich in der folgenden Tabelle 1. Darüber hinaus empfiehlt der AK 3, entsprechende Grundlagen-Studien in Auftrag zu geben:

- für die Entwicklung eines Systems zur Berechnung der Beiträge der Bioökonomie zu verschiedenen Nachhaltigkeitszielen
- für die Entwicklung eines holistischen Indikatorensystems.



Tabelle 1: Leitsätze der Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg mit SDG-Bezug<sup>38</sup> und Denkanstöße für neue Bioökonomie-Ziele

Leitsatz/SDG-Bezug	Brainstorming zu möglichen Zielen – Erklärung/Formulierungsvorschlag
<p><b>Leitsatz 1</b> ... die Energiewende zügig, sicher und bezahlbar unter Einbindung der Zivilgesellschaft umzusetzen.</p> 	<p>Die energetische Biomassennutzung (Bioenergie) muss in ein Gesamtkonzept der Biomassennutzung eingebunden sein. Ziel muss es sein, primäre Biomasse (Anbaubiomasse aus der Landwirtschaft sowie Waldholz) zukünftig zunächst stofflich zu nutzen und erst am Ende einer Nutzungskaskade energetisch zu verwerten. Das heißt, die Bioenergienutzung muss sich qualitativ verändern. Insofern wäre ein undifferenziertes Ziel für die Bioenergie wie „Bioenergie soll im Jahr 2030/2050 x % des Endenergiebedarfs in Baden-Württemberg decken“ aus Nachhaltigkeitssicht eher ungeeignet.</p> <p>Produkte und Maßnahmen der Bioökonomie sollen einen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz/Reduzierung des Endenergieverbrauchs leisten (z.B. durch Dämmung, Leichtbau oder biologische Entfettung/ Green Clean):</p> <p><b>Vorschlag Zielformulierung:</b> „Die Bioökonomie soll x %-Punkte zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg beitragen“.</p>
<p><b>Leitsatz 2</b> ... Klimaschutz als Querschnittsaufgabe wahrzunehmen und umweltbezogene Gefahren infolge des Klimawandels zu minimieren.</p> 	<p>Eine nachhaltige Bioökonomie muss messbar zu den Klimaschutz-Zielen des Landes beitragen.</p> <p><b>Vorschlag Zielformulierung:</b> „Die Bioökonomie soll x %-Punkte zur Reduktion der Treibhausgasemissionen aus Baden-Württemberg beitragen.“</p>

<sup>38</sup> [sustainabledevelopment.un.org/sdgs](https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs)

**Leitsatz 3**

... innovative, umweltgerechte und soziale Mobilität zu fördern und umzusetzen.

kein SDG-Bezug

**Vorschlag Zielformulierung:**

„Erhöhung des Einsatzes biobasierter Werkstoffe im Fahrzeugbau auf x % aller eingesetzten Werkstoffe.“

**Vorschlag Zielformulierung:**

„Erhöhung des Anteils nachhaltiger, fortschrittlicher Biokraftstoffe (umfasst auch erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs sowie recycled carbon fuels) mit messbaren Netto-Beiträgen zur Dekarbonisierung um x %.“

**Leitsatz 4**

... eine zukunftsgerechte Stadt- und Raumentwicklung umzusetzen.



Die Bioökonomie kann einen Beitrag zur Begrenzung des Flächenverbrauchs leisten, welcher oft auf Kosten wertvoller landwirtschaftlicher Flächen geht (und damit zu einer Zunahme von Flächenkonkurrenzen führt), beispielsweise durch Bioreaktortechnik oder Ultraeffizienzfabriken. Die Bioökonomie kann sowohl zu einer zukunftsgerechten Stadt- und Raumentwicklung beitragen, beispielsweise durch die Erschließung neuer Märkte im Bereich urbaner Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwirtschaft und Abfallwirtschaft (mit gleichzeitiger Erhöhung der Lebensqualität) oder durch die Erhöhung der Wertschöpfung in ländlichen Räumen, z. B. durch dezentrale Bioraffinerie-Konzepte.

**Leitsatz 5**

... den Einsatz von Ressourcen zu optimieren und das Wirtschaftswachstum vom Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen zu entkoppeln.

**Vorschlag Zielformulierung:**

„Bis zum Jahr 2030/2050 soll der Anteil erneuerbarer Ressourcen am Gesamt-Ressourcenverbrauch x % betragen.“

Alternativ bzw. konkreter auf die nachhaltige Bioökonomie zugeschnitten:

**Vorschlag Zielformulierung:**

„Bis zum Jahr 2030/2050 sollen im Bereich der stofflichen Nutzung x % fossile Ressourcen durch biologisch erzeugte oder durch biotechnologische, biologische und/oder bioinspirierte Prozesse bereitgestellte Ressourcen ersetzt werden.“

**Vorschlag Zielformulierung:**

„Durch Kreislaufwirtschaft der organischen Substanz soll bis zum Jahr 2030/2050 der Bedarf an primärer Biomasse um x % und der Bedarf an fossilen/nicht-erneuerbaren Ressourcen um y % verringert werden.“

**Leitsatz 6**

... die Lebensgrundlagen und die vielfältige Natur sowie die einzigartigen Kulturlandschaften des Landes zu schützen und zu erhalten sowie Belastungen für Mensch, Natur und Umwelt auch über das Land hinaus möglichst gering zu halten.



Potenzielle Zielkonflikte zwischen Bioökonomie-Zielen und anderen Nachhaltigkeitszielen des Landes in den Bereichen Biodiversitäts-, Boden- und Wasserressourcen-Schutz sollen minimiert und synergetische Effekte gefördert werden. Hier ist insbesondere die potenzielle Zunahme/Ver-schärfung von Flächenkonkurrenzen zu nennen. Zu diesem Thema bedarf es eines gesellschaftlichen Diskurses, an dessen Ende Zielkorridore für die Flächenbelegung durch unterschiedliche Ansprüche wie (u. a.) Landwirtschaft (sowohl für food & feed als auch für fiber & fuel) und Naturschutz festgelegt werden sollten.

**Leitsatz 7**

... den Wandel der Wirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit in globaler Verantwortung unter Berücksichtigung der Interessen der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer und unter Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit sowie der Stärkung der Anpassungsfähigkeit voranzutreiben.

**Vorschlag Zielformulierung:**

„Die nachhaltige Bioökonomie soll gesunde und sinnvolle Arbeitsplätze in Baden-Württemberg sichern und den Strukturwandel im ländlichen Raum und in anderen Industrien in der baden-württembergischen Wirtschaft abfedern.“





**Leitsatz 8**

... verantwortungsbewusste Konsumstile und fairen Handel zu fördern.



**Vorschlag Zielformulierung:**

„Der globale THG-, Flächen- und Wasserfußabdruck des Wirtschaftens und des Konsums in Baden-Württemberg soll sich auf dem Weg zu einer nachhaltigen Bioökonomie nicht vergrößern, sondern idealerweise verringern.“

**Leitsatz 10**

... im Rahmen der Globalisierung Verantwortung für eine faire Entwicklung zu übernehmen, die Stärken Baden-Württembergs international einzubringen und die verschiedenen Akteursgruppen in ihrem entwicklungs-politischen Engagement zu unterstützen.



**Vorschlag Zielformulierung:**

„Die Stärken Baden-Württembergs im Bereich Bioökonomie sollen auf drängende Probleme der Entwicklungsländer im Rahmen von x Vorhaben angewandt werden (Ressourceneffizienz, lokale Wertschöpfung, ...)“

**Vorschlag Zielformulierung:**

„Baden-Württemberg wird x Initiativen zu (echten) Nachhaltigkeits- und Fair(trade)-Labels fördern, um die Auswirkungen importierter Bioökonomie-Güter (Rohstoffe und Produkte) in den Herkunftsländern zu minimieren.“

**Leitsatz 11**

... eine leistungsfähige Wissenschaft und Forschung zu fördern, um Spitzenleistungen zu ermöglichen sowie Innovationen zu unterstützen.



**Vorschlag Zielformulierung:**

„Die Bioökonomie-Forschung in BW soll Spitzenleistungen hervorbringen...

... in Form einer Weiterentwicklung integrativer Indikatoren, die im Gegensatz zum BIP nicht nur wirtschaftliche, sondern auch soziologische und ökologische Aspekte berücksichtigen.

... in Bezug auf Ressourcen- und Prozesseffizienz, Kreislaufwirtschaft biogener Rohstoffe:

- die Entwicklung neuartiger biobasierter Produkte und Werkstoffe, z. B. für die Automobilindustrie oder das Bauwesen;
- die wirtschaftliche Nutzung biogener Reststoffe;
- die Entwicklung neuer Wirtschaftsmodelle (business models) und Marktorganisationen für eine bessere Nutzung vielfältiger biologischer Rohstoffe.

... durch Förderung von Bioökonomie-Themen, insbesondere in der angewandten Forschung, die Beiträge zur Nachhaltigkeitspolitik des Landes leisten könnten.“

**Leitsatz 16**

... eine gesundheitsförderliche Lebenswelt zu ermöglichen.



Bei der Entwicklung der Bioökonomie sollen Verfahren und Prozessen Vorrang eingeräumt werden, von denen eine direkte oder indirekte positive Auswirkung auf die Lebensumwelt des Bürgers erwartet werden kann.

## Sicherstellen der Kohärenz der Landesstrategien in Baden-Württemberg.

Bei der Formulierung von Bioökonomie-Zielen und -Indikatoren ist auf eine größtmögliche Kohärenz der einzelnen Landesstrategien zu achten, z. B. mit den in Arbeit befindlichen Indikatorensätzen für die Naturschutzstrategie des Landes oder die Landesstrategie Ressourceneffizienz. Synergien und potenzielle Zielkonflikte sind dabei gleichermaßen zu berücksichtigen.

Dazu empfiehlt der AK 3 sowohl eine enge ressortübergreifende Abstimmung auf Landesebene, beispielsweise durch die Einrichtung einer Interministeriellen Arbeitsgruppe Bioökonomie (IMA Bioökonomie), als auch eine enge ressortinterne Abstimmung.

Weiterhin empfiehlt der AK 3 in diesem Zusammenhang, das Thema Zunahme/Verschärfung von Flächenkonkurrenzen in einem gesellschaftlichen Diskurs zu erörtern und Zielkorridore für die unterschiedlichen Ansprüche an die Fläche (Siedlungen und Verkehrs-, Land- und Forstwirtschaft, Freizeit/Erholung, Naturschutz etc.) festzulegen.

## Entwicklung eines Monitoringsystems für eine nachhaltige Bioökonomie

Um einen positiven Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen des Landes sicherzustellen, muss darüber hinaus ein langfristiges Monitoringsystem für die Bioökonomie in Baden-Württemberg aufgebaut werden. Hierzu empfiehlt der AK 3, eine Grundlagen-Studie in Auftrag zu geben und das Statistische Landesamt (StaLa) mit Ressourcen auszustatten, um geeignete Methoden zum kontinuierlichen Monitoring der Bioökonomie zu prüfen (z.B. die Methode eines BÖ-Produktkorbes<sup>39</sup>).

## Enge Abstimmung auf ministerieller und behördlicher Ebene (national/EU)

Sowohl auf nationaler als auch auf europäischer und internationaler Ebene gibt es zahlreiche Bestrebungen und Projekte, Indikatorensätze zur (Nachhaltigkeits-)Bewertung und zum Monitoring der Bioökonomie abzuleiten.

Der AK 3 empfiehlt auf ministerieller und behördlicher Ebene eine enge Abstimmung

- mit anderen Bundesländern (z.B. im Rahmen des Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder (AK UGRdL)),
- mit dem Bund (z.B. im Rahmen der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie“ des BMEL, der länderoffenen Arbeitsgruppe Ressourceneffizienz (LAGRE) der Umweltministerkonferenz, der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit (BLAG KliNa) der Umweltministerien oder der Länderinitiative Kernindikatoren – LIKI) und
- idealerweise mit der EU (JRC), damit die zu entwickelnden Indikatoren auf den unterschiedlichen Skalierungsebenen und in den unterschiedlichen Sektoren konsistent angewendet werden können.

In diesem Zusammenhang empfiehlt der AK 3, Studien in Auftrag zu geben:

- für die Überprüfung der Ansätze und Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte (z. B. der drei nationalen Bioökonomie-Monitoring-Projekte<sup>40,41,42</sup>) auf ihre Übertragbarkeit auf Baden-Württemberg

39 Eltrop, L. et al. (2018): BÖE-Index BW – Ein Konzept für einen Bioökonomie-Entwicklungsindex für Baden-Württemberg. Uni Stuttgart (IER) & ifeu

40 BMBF: Systemisches Monitoring und Modellierung der Bioökonomie (SYMObIO), <https://symobio.de/>

41 BMEL: Aufbau eines systematischen Monitorings der Bioökonomie, [www.thuenen.de/de/institutsuebergreifende-projekte/biooekonomie-monitoring/](http://www.thuenen.de/de/institutsuebergreifende-projekte/biooekonomie-monitoring/)

42 BMWi: Ermittlung wirtschaftlicher Kennzahlen und Indikatoren für ein Monitoring des Voranschreitens der Bioökonomie, [www.cesifo-group.de/de/ifoHome/research/Projects/Archive/Projects\\_EUR/2019/proj\\_Biooekonomie\\_ekr.html](http://www.cesifo-group.de/de/ifoHome/research/Projects/Archive/Projects_EUR/2019/proj_Biooekonomie_ekr.html)

- für die Weiterverfolgung und Entwicklung methodischer Ansätze für eine integrative Bewertung der Bioökonomie auf der Makroebene (durch integrative Indikatoren wie dem Wohlstandsindikator<sup>443</sup>, die im Gegensatz zum BIP nicht nur wirtschaftliche, sondern auch soziologische und ökologische Aspekte berücksichtigen).

### **Verbesserung der statistischen Datengrundlage für Planung, Bewertung und Monitoring einer nachhaltigen Bioökonomie**

Für eine indikatorengestützte Bewertung der Umsetzung einer nachhaltigen Bioökonomie auf Landesebene ist eine Quantifizierung durch belastbare statistische Daten erforderlich, z. B. durch die Bilanzierung von Rohstoff-, Güter- und Warenströmen nicht nur in das und aus dem Ausland, sondern auch national über Bundeslandgrenzen hinweg.

Der AK 3 empfiehlt die Ausstattung des Statistischen Landesamts mit Ressourcen zur kontinuierlichen Datenerhebung und -berechnung für die Messung und Auswertung der (noch zu definierenden) Bioökonomie-Indikatoren. Hierzu zählt insbesondere die Aufnahme der Erstellung von Input-/Output-Tabellen (I/O-Tabellen) im Rahmen der volkswirtschaftlichen und umweltökonomischen Gesamtrechnung (VGR/UGR).

Auch die Aufnahme und Verarbeitung von Daten zur Koppel- und Kaskadennutzung sind für die Bewertung einer nachhaltigen Bioökonomie notwendig. Diese Daten können über die Bioökonomie hinausgehend für weitere wirtschaftspolitische Analysen auf Landesebene vor dem Hintergrund der Beiträge verschiedenster Maßnahmen und Strategien zur Nachhaltigkeit als kohärentes Instrument genutzt werden (z. B. Landesstrategie Ressourceneffizienz).

### **Verwendung einheitlicher Methoden zur Bewertung von Bioökonomie-Produkten**

Für die ökologische Bewertung von Bioökonomie-Produkten steht das seit vielen Jahren bewährte und standardisierte Instrument der Produkt-Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) zur Verfügung, mit welchem die potenziellen Wirkungen auf definierte Schutzgüter quantifiziert werden können.<sup>44</sup> In aller Regel handelt es sich dabei um vergleichende Ökobilanzen, sodass zu allermeist neben dem Bioökonomie-Produkt auch immer ein nutzenäquivalentes (konventionelles) Referenzprodukt mitbilanziert werden muss.

Der AK 3 empfiehlt, für eine ökologische Bewertung auf der Produktebene den Indikatorensatz (sogenannte Wirkungsindikatoren, die 17 Wirkungskategorien zugeordnet wer-

Auf regionaler bzw. Bundesländerebene ist die **Input-Output-Rechnung** nicht in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder (VGRdL) integriert. So werden manche Daten, die z.B. auf europäischer Ebene tabellarisch gefordert werden, regional nicht erhoben. Deshalb muss auf aufwendige Schätzverfahren zurückgegriffen werden, die Teile der I/O-Tabellen durch Schlüsselungsverfahren aus den nationalen Daten ableiten. Schwierigkeiten ergeben sich aus der Datenverfügbarkeit bzw. aus anderen methodischen Konzepten bei Statistiken, die notwendige Daten liefern könnten (z. B. Anschaffungspreise anstatt Herstellungspreise). Zum Problem können auch verschiedene Gliederungstiefen werden. **Ein zentrales Problem** jedoch stellen die regionalen Exporte und Importe dar, da im Regelfall nur der Handel mit dem Ausland statistisch erfasst wird, nicht aber der Handel mit anderen Bundesländern bzw. Regionen innerhalb des übergeordneten Staates. Dabei ist dies für die Input-Output-Analyse eine sehr relevante Größe. (aus: Valentin Vogt, Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 2/2011)

<sup>43</sup> [www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag\\_de/publikationen/reader/Reader-Jahreswohlstandsbericht.pdf](http://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/publikationen/reader/Reader-Jahreswohlstandsbericht.pdf)

<sup>44</sup> Speziell für biobasierte Produkte wurde die EN 16760 (Bio-based products – Life Cycle Assessment) entwickelt. Weitere Kriterien und Indikatoren für eine umfassende Bewertung weiterer Nachhaltigkeitsaspekte finden sich in EN 16751 (Bio-based products – Sustainability criteria). Daneben gibt es mit dem Life Cycle Costing (LCC) und dem Social Life Cycle Assessment (S-LCA) auch Instrumente zur Quantifizierung ökonomischer bzw. sozialer Aspekte bzw. Auswirkungen von Produkten.



den) der Produkt-Ökobilanz heranzuziehen (ILCD-Handbook (2010)<sup>45</sup>).

Aufgrund der potenziell großen Anzahl von Bioökonomie-Produkten (und damit auch von konventionellen Referenzprodukten) empfiehlt der AK 3 durch Studien zu prüfen, ob für bestimmte Zwecke (z.B. für statistische Auswertung auf übergeordneter Ebene) auch konservative Standardwerte für ganze Produktkategorien (statt für Einzelprodukte) sachgerecht ermittelt werden können.

Auf europäischer Ebene wird der Product Environmental Footprint (PEF, 2013) für die Anwendung gemeinsamer (Ökobilanz-)Methoden zur Messung und Offenlegung der Umweltleistungen von Produkten und Organisationen entwickelt. Der AK 3 empfiehlt, die Entwicklungen zum Product Environmental Footprint zu beobachten und durch begleitende Studien zu prüfen, u. a. im Hinblick auf die Anwendbarkeit für das Monitoring der Bioökonomie.

### **Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit nachhaltiger Bioökonomie-Produkte und -Verfahren**

Der AK 3 empfiehlt, Hemmnisse und Hinderungsgründe bei der wettbewerbsfähigen Einführung und Etablierung von Produkten und Verfahren der Bioökonomie zu identifizieren und – ggf. auch ordnungspolitisch – Hemmnisse abzubauen. Hier diskutierte der AK 3 vor allem den Abbau von Subventionen für fossile Ressourcen und insbesondere die Einführung eines Fonds für Verfahren und Produkte der Bioökonomie, um die nicht bewerteten externen Kosten zu kompensieren und damit für diese Produkte die Rahmenbedingungen für die Wettbewerbsfähigkeit anzugleichen.

### **Ermittlung der Potenziale einer nachhaltigen Bioökonomie in den Wertschöpfungsnetzen**

Die Bioökonomie erfordert eine Transformation ganzer Wertschöpfungsnetze. Der Wandel kann nur gelingen,

wenn das Potenzial von Branchen und Wertschöpfungsnetzen unter Berücksichtigung der zeitlichen Dimension (z. B. der Verfügbarkeit) und der Technologieoffenheit bekannt ist und der Beitrag zu den verschiedenen politischen Nachhaltigkeitszielen abgeleitet werden kann. Der AK 3 empfiehlt, Studien zu Potenzialen und Beiträgen von Branchen und Wertschöpfungsnetzen zu den Zielen einer nachhaltigen Bioökonomie unter Berücksichtigung der zeitlichen Dimension (z.B. der Verfügbarkeit) und der Technologieoffenheit in Auftrag zu geben.

### **Verbindliche Anforderungen bei der Vergabe von öffentlichen Mitteln für die Bioökonomie**

Der AK 3 empfiehlt, bei der Vergabe von Forschungsgeldern für F&E-Projekte der Bioökonomie Berechnungen und Aussagen zu ökologischen und sozioökonomischen Wirkungen einzufordern. Hierfür steht das seit vielen Jahren bewährte und standardisierte Instrument der Produkt-Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) zur Verfügung. Auch die Einschätzung der Umsetzbarkeit und Marktfähigkeit bei der Umsetzung soll stärker eingefordert werden.

Der AK 3 empfiehlt, bei der Vergabe von Fördergeldern (z.B. Investitionszuschüsse) Aussagen zu erwarteten ökologischen und sozioökonomischen Wirkungen stärker einzubeziehen. Die Entwicklung und Erweiterung eines quantitativen Bewertungs- und Evaluierungskonzepts auf Basis des qualitativen N!-Checks<sup>46</sup> könnte hier zielführend sein. Der AK 3 empfiehlt in diesem Zusammenhang die Erarbeitung eines „Shortcut“-Indikatorensystems für die Nachhaltigkeitsbereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales.

### **Verankerung der Bioökonomie in der Bildung**

Der AK 3 empfiehlt, Nachhaltigkeits- und Bioökonomie-Themen in der schulischen, beruflichen und akademischen Bildung zu verankern.

<sup>45</sup> [eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf](http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf)

<sup>46</sup> [www.nachhaltigkeitsstrategie.de/fileadmin/Downloads/informieren/Landesverwaltung/N\\_\\_Check.pdf](http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/fileadmin/Downloads/informieren/Landesverwaltung/N__Check.pdf)

# 7

## Arbeitskreis 4 „Vernetzung und Kommunikation“

Damit die Potenziale der Bioökonomie genutzt werden können, bedarf es technologischer Innovationen ebenso wie einer Transformation auf politischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Ebene. Die wissensbasierte Bioökonomie als Leitprinzip nachhaltigen Wirtschaftens setzt voraus, dass alle potenziellen Stakeholder identifiziert und einbezogen werden. Die Einbindung aller betroffenen Gruppen ist notwendig, um Transparenz herzustellen, zwischen verschiedenen Interessen auszugleichen und Legitimation für politische Entscheidungen zu erhalten.<sup>47</sup> Für eine wissensbasierte Bioökonomie ist zudem der konkrete Bezug zur Nachhaltigkeit als Anforderung an die Bioökonomie von Anfang an in diese Kommunikation einzubeziehen.

Die zentrale Aufgabe im Bereich Vernetzung und Kommunikation ist es daher, die für die Bioökonomie interessanten Branchen und Unternehmen anzusprechen, ihre Vernetzung in die Wege zu leiten und zu unterstützen. Dies ist notwendig, um die Diffusion und Weiterentwicklung von technologischem Wissen zu befördern und gleichzeitig ein gemeinsames Verständnis für Ziele und Wege des notwendigen Transformationsprozesses zu entwickeln.

Ziel des Arbeitskreises 4 ist es, Empfehlungen für die Vernetzung relevanter Akteure in Baden-Württemberg und die Kommunikation mit und zwischen ihnen zu formulieren, um damit das bioökonomische Innovationspotenzial zu steigern. Da eine nachhaltige Bioökonomie Veränderungen in nahezu allen Industrien sowie in Politik, Wissenschaft und in der Zivilgesellschaft erfordert, ist ein kollektiver Innovationsprozess notwendig, bei dem branchen- und akteursübergreifend zusammengearbeitet werden muss.

## 7.1 Akteure

Bioökonomie bedeutet tiefgreifende Veränderungen für Gesellschaft, Wirtschaft und Innovation. Die starken Branchen in Baden-Württemberg wie Anlagen- und Maschinenbau, die zunächst einmal nur wenig Bezug zur Bioökonomie aufzuweisen scheinen, müssen miteinbezogen werden und können wichtige Partner einer wissensbasierten Bioökonomie werden. Die zentrale Aufgabe des AKs war es daher, ein Vorgehen für Baden-Württemberg zu entwickeln, wie die für die Bioökonomie interessanten Unternehmen in ihrer ganzen Breite angesprochen und vernetzt werden können. Dazu ist es im ersten Schritt wichtig, ein gemeinsames Verständnis für die spezifischen Inhalte und regionalen Ziele der Bioökonomie in Baden-Württemberg zu entwickeln. Kommunikationsfehler der Vergangenheit sollen vermieden werden. In der Gesellschaft hat das Thema Bioökonomie in den letzten Jahren teilweise eine negative Konnotation bekommen, z. B. durch die Tank-oder-Teller-Debatte in Zusammenhang mit der Kraftstoffproduktion durch nachwachsende Rohstoffe. Es ist daher unabdingbar, in sozialen, ökologischen und ethischen Fragen eine breite und verbreitete Wissensbasis herzustellen. Dazu müssen überzeugende Botschaften erarbeitet und die richtigen Zielgruppen und Multiplikatoren identifiziert werden, die mit diesen Botschaften angesprochen werden sollen.

<sup>47</sup> Bekanntmachung des BMBF „Neue Formate der Kommunikation und Partizipation in der Bioökonomie“, Bundesanzeiger vom 20.09.2016

## Darstellung der Akteure des AK 4

Die Akteure des AK 4 haben sich aus sehr unterschiedlichen Branchen zusammengesetzt. Es waren Unternehmen aus den Branchen Textilindustrie, Biokunststoffe, Umwelttechnik sowie verschiedene Forschungseinrichtungen vertreten (Abb. 12). Insgesamt haben sich 18 Akteure am AK 4 beteiligt; im Schnitt waren 10 bis 15 Teilnehmer in den Sitzungen anwesend. Die meisten Akteure haben bereits Erfahrungen mit der Bioökonomie gemacht oder schon marktfähige, biobasierte Produkte hergestellt.

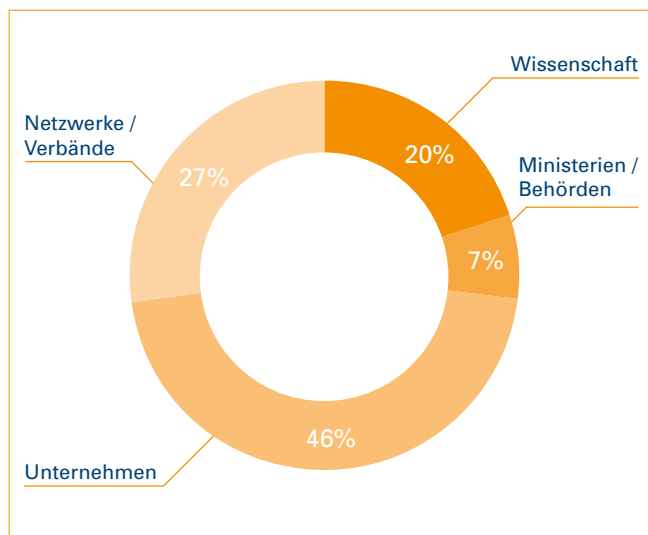


Abbildung 12: Zusammensetzung der Akteure, aufgeschlüsselt nach Bereichen

## 7.2

### Positionen der Akteure

Bei den Akteuren im AK 4 ist das Thema Bioökonomie sehr präsent. Nach deren Einschätzung jedoch mangelt es in der Öffentlichkeit immer noch substanziell an Kenntnis über das Konzept. Hier ist nach Meinung der Akteure noch viel Arbeit zu leisten. Als erster Schritt wurde vorgeschlagen, den Begriff der Bioökonomie zu vereinfachen und ihn für die Gesellschaft so verständlich wie möglich zu erklären. Es wurde zudem für diesen Zweck als unbedingt notwendig erachtet, die Bioökonomie mit dem

Begriff der Nachhaltigkeit zu verknüpfen. Ebenso sind Wechselbeziehungen zu anderen gesellschaftlichen Transformationen wie zum Beispiel zur Digitalisierung hervorzuheben, damit eine zukunftsorientierte Gesamtstrategie für Baden-Württemberg sichtbar wird.

Wichtig war den Akteuren, dass für die Kommunikation mit der Gesellschaft der bioökonomische Wandel nicht ausschließlich mit dem technischen Wandel gleichgesetzt werden kann. Die nachhaltige Bioökonomie soll als gesellschaftliche und zukunftsorientierte Lösungsstrategie beworben werden. Die Akteure der Bioökonomie werden dauerhaft an ihrer Akzeptanz arbeiten müssen, was eine auch für Laien verständliche Kommunikation erfordert. Ansätze, um eine Akzeptanz zu erreichen, wären beispielsweise eine koordinierte Logistik oder ein gemeinsames Marketing. Dazu könnten etwa Plattformen zu Markt- und Produktinformationen beitragen.

Neben der Akzeptanz wird es noch andere Herausforderungen wie Regulierung, Finanzierung, Ökologie, Energiewende, Agrarinnovationen, Ressourceneffizienz und Kohärenz der Einzelstrategien geben.

### Begleitung der Transformation durch Kommunikation

Die Transformation zu einer nachhaltigen wissensbasierten Bioökonomie wird mit einem technologischen und wirtschaftlichen Paradigmenwechsel von einer erdölbasierten zu einer biobasierten Wirtschaftsweise in der Produktion wie auch im Konsum in Verbindung gebracht. Daher erfordert die Etablierung einer Bioökonomie auch wagemutige Unternehmer (Entrepreneure), welche die traditionellen, fossil-basierten Industrien durch die Entwicklung biobasierter Produkte und Prozesse herausfordern und mittel- bis langfristig ersetzen. Hierfür müssen Anreize für Unternehmen geschaffen (bzw. immanente Vorteile erläutert), Lösungen angeboten und/oder der



passende Handlungsdruck aufgebaut werden. Dieser Prozess wird nicht ohne Widerstände vonstattengehen und wird, wie jeder Strukturwandel, Gewinner wie auch Verlierer hervorbringen.

Um die Transformation sozialverträglich und nachhaltig zu gestalten, den „Verlierern“ die Möglichkeit zur Neuorientierung zu geben und die Gesellschaft mitzunehmen, ist der Wandel nach Ansicht der Akteure als langfristiger Prozess zu planen. Dabei kann der sogenannte Sailing-Ship-Effekt<sup>48</sup> eine wichtige Rolle spielen: Während sich die Umweltverträglichkeit und Effizienz etablierter

(fossil-basierter) Technologien unter dem neuen Innovationsdruck kurzfristig verbessern, gewinnen die Entwickler neuer (biobasierter) Technologien Zeit, um neue Produkte und Verfahren zur Reife zu bringen. Es wird also keine abrupte Substitution der fossil-basierten Wirtschaft durch die Bioökonomie, sondern eine Konvergenz von beiden Wirtschaftsformen geben. Dabei wird die besondere Herausforderung sein, dass an alten Lösungen nicht zu lange festgehalten wird und gleichzeitig innovative Ideen nicht zu früh verworfen werden (Erhaltungs-/Anpassungspolitik). Die Akteure vom AK 4 waren sich einig, dass dieser Paradigmenwechsel stattfinden muss, damit aus Inventionen

<sup>48</sup> Der Sailing-Ship-Effekt beschreibt ein Phänomen, das oft beobachtet werden kann, wenn eine neue Technologie Innovationsdruck auf eine etablierte Technologie ausübt und dadurch dort weitere technologische Veränderungen initiiert. Segelschiffbauer starteten nach einer über hundertjährigen Innovationspause Mitte des 19. Jhd. wieder mit intensiven Innovationsprozessen, nachdem Dampfschiffe an Bedeutung gewonnen hatten und die Segelschiffbauer erkannten, dass sie vom Markt verdrängt werden könnten.



schlussendlich Innovationen werden, die positive Wirkungen für die Einkommensentwicklung und Arbeitsplätze entfalten können. Eine große Anzahl an Entrepreneuren und Clusterinitiativen beschleunigen den Wandel und erleichtern den Übergang zur biobasierten Wirtschaft.

Insbesondere die Einbeziehung von Verbrauchern und innovativen Start-ups hilft, eventuell vorhandenen Beharrungstendenzen und Vorbehalten entgegenzuwirken. Erfolgreiche Umsetzungsstrategien erfordern die Betrachtung ganzer Innovationssysteme, die neben den üblichen Adressaten der Innovationspolitik auch die übrigen genannten Akteure mit ihren eigenen Interessen und Wertvorstellungen einbeziehen. Nur so wird die Bioökonomie zu einem qualitativen Wirtschaftswachstum beitragen können, welches bei vermindertem Ressourcenverbrauch die Lebensumstände der Menschen verbessert.

Leuchtturmprojekte können die Basis für den Paradigmenwechsel im B2B-Bereich bilden und starke Eckpfeiler für die weitere Kommunikation begleitend zur Transformation werden. Für ein solches radikales Umdenken muss die gesamte Gesellschaft bereit sein und durch Kommunikation vorbereitet werden. Im Beteiligungsprozess wurde der Paradigmenwechsel bereits konzeptuell vorbereitet, indem verschiedene Branchen miteinbezogen wurden.

Im Laufe einer erfolgreichen Transformation sinkt für Unternehmen die Schwelle für den Einstieg in die Bioökonomie, wodurch der Prozess sich von selbst beschleunigt. Dabei stehen sich Strukturhaltung und Strukturangepasstung konkurrierend gegenüber. Der Handlungsdruck in den meisten Unternehmen ist derzeit noch nicht besonders hoch. Objektiv gesehen ist das erstaunlich, da die weltweiten Herausforderungen durch den Klimawandel und das Bevölkerungswachstum unbestreitbar sind und die nachhaltige Bioökonomie zu deren Lösung beitragen kann.

Eigentlich sollte die Motivation zur Verhaltensänderung bei allen Beteiligten bereits vorhanden sein, da der Erhalt unseres Lebensraums auf dem Spiel steht. Aus verschiedenen Gründen löst das Wissen um die fehlende Nachhaltigkeit in unseren Produktions- und Konsumroutinen allerdings keine nennenswerte Verhaltensänderung sowohl bei den Unternehmen als auch bei den Verbrauchern aus. Handlungsdruck könnte zwar durch den Mangel an Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe ausgelöst werden, da dieser das Wirtschaften direkt betrifft; die ausreichende Rohstoffverfügbarkeit wird derzeit in weiteren Teilen noch als selbstverständlich gesehen. Dissens herrschte zwischen den Akteuren des AKs, ob die Rohstoffknappheit als Kommunikationsaufhänger geeignet ist. Einige Mitglieder befürchteten, wenn die Rohstoffe wegen mangelnder Verfügbarkeit teurer werden, sei es zu spät, die Transformation hin zu mehr Bioökonomie zu beschleunigen. In diesem Fall könnten die Lösungen einer nachhaltigen Bioökonomie gegebenenfalls nicht mehr schnell genug entwickelt werden. Die Akteure waren sich einig, dass ein Ziel der Kommunikationsstrategie sein muss, der Gesellschaft die Dringlichkeit des Wandels zu erläutern und so den Druck spürbar zu erhöhen. Dies könnte beispielsweise in Form von höheren Preisen für die erdölbasierten Produkte geschehen, um gewünschte Verhaltensänderungen in Gesellschaft/Unternehmen und Wirtschaft zu beschleunigen, bzw. indirekt durch eine Bevorteilung bioökonomischer Prozesse und Verfahren beispielsweise bei öffentlichen Ausschreibungen.

## Zielgruppen

Für eine Kommunikationsstrategie ist es wichtig, die Zielgruppen genau zu definieren und die Kommunikationsziele jeweils an die Zielgruppe anzupassen. Die Akteure nannten als wichtige Zielgruppen

- Politik (BW-, Bundes- und EU-Ebene),
- Unternehmen,
- breite Öffentlichkeit und
- Wissenschaft.

Jede einzelne dieser Gruppen ist in sich wiederum heterogen. Das macht es besonders schwierig, die Bioökonomie umfassend zu adressieren. Wichtig war den Akteuren, dass die Maßnahmen zur Transformation hin zu mehr Bioökonomie möglichst einfach dargestellt werden und dennoch deren wissensbasierte Grundlage dabei nicht verloren geht. Gerade die Betonung der Wissensbasierung ist für die Herausbildung eines positiven Images bei allen genannten Zielgruppen notwendig (z. B. weil damit die Entstehung von gut bezahlten Arbeitsplätzen verbunden wird). Zwischen den einzelnen Zielgruppen kommt es zu Anknüpfungspunkten und Überschneidungen in der Kommunikation.

### **Begriffsbelegung für die Kommunikation**

Der Begriff der Bioökonomie sollte nicht mit dem schon klassischen Thema „nachwachsende Rohstoffe“ gleichgesetzt werden. Nach Ansicht der Akteure wurde aufgrund der Entwicklungen Ende des letzten/Anfang dieses Jahrhunderts dieser Begriff in der Gesellschaft mit Flächenverbrauch (Teller-Tank-Diskussion) und Reduktion von Biodiversität assoziiert und besitzt daher immer noch ein negatives Image. Diese Herausforderungen finden jedoch in der Entwicklung der neuen Strategie von Anfang an hinreichend Berücksichtigung. Darüber hinaus verbindet man mit dem Begriff nachwachsende Rohstoffe insbesondere Pflanzenanbau, während die Bioökonomie neben Pflanzen auch die anderen Bereiche der Biologie wie Tiere, Pilze und insbesondere Mikroorganismen (Biotechnologie) einbezieht.

Deshalb spricht sich der Arbeitskreis dafür aus, in der Kommunikation statt Biomasse den Begriff „biobasierte Rohstoffe“ zu verwenden. Des Weiteren berücksichtigt dieser Terminus funktionale Aspekte der Biologie wie Strukturen, Stoffwechselleistungen, bioinspiriertes Verfahren und Stoffsenken (biologische Ressourcen). Diese besonderen Eigenschaften dieser Rohstoffe gehen weit über den Aspekt „nachwachsend“ hinaus. Die nachhaltige

Bioökonomie macht sich insbesondere die Fähigkeit von Organismen zunutze, komplexe biochemische Prozesse durchzuführen bzw. zu katalysieren und bezieht auch die Einzelkomponenten, wie z. B. Enzyme in der Biotechnologie, mit ein. Ein Beispiel dafür ist die Fotosynthese, die auch von bestimmten einzelligen Organismen (z. B. Bakterien) effizient durchgeführt werden kann. Für die nachhaltige Bioökonomie sind solche Leistungen von großer Bedeutung.

Im Kontext der Bioökonomie sollen darüber hinaus nicht nur die biologisch-technologischen Aspekte, sondern auch die ökonomischen Themen kommuniziert werden. Dazu zählen zum Beispiel Qualitätsstandards, das Aufzeigen der Bedeutung von sogenannten „Enabler“-Technologien und die Sensibilisierung von Anwenderbranchen sowie kollektive Innovationsprozesse. Auch eine stärkere Wertschöpfung vor Ort, Wechselwirkungen in den Preisgefügen bei Rohstoffen sowie effiziente Transportwege wurden im AK 4 als wichtige ökonomische Prinzipien genannt.

### **Vernetzung**

In Bezug auf die Unternehmen wurde Wert darauf gelegt, dass deren Vernetzung branchenübergreifend erfolgen soll. Die nachhaltige Bioökonomie muss man sich als vernetztes System vorstellen: Verschiedene Sektoren müssen über unterschiedliche Stufen der Wertschöpfung zusammenarbeiten und sich austauschen. Branchen, die vorher nie miteinander kommuniziert haben, sollen in Baden-Württemberg dabei unterstützt werden, miteinander zu kommunizieren und voneinander zu profitieren, wie zum Beispiel die Forstwirtschaft und die Textilbranche. Dafür sollen geeignete Netzwerkstrukturen geschaffen werden. Dieser Austausch auf technologischer Ebene kann momentan noch einfacher als in anderen Bereichen erfolgen, da wettbewerbliche Gesichtspunkte eine noch untergeordnete Rolle spielen. Netzwerke zwischen Unternehmen (Markt) und Forschungseinrichtungen können helfen, Wissen zu-

sammenzubringen und zu verbinden und so in der Kommunikation mit der Gesellschaft gemeinsam präsent zu sein.

Im Rahmen des Beteiligungsprozesses wurden erste Schritte in Richtung Vernetzung getan. Die Akteure wünschen sich, dass dies eine Fortsetzung findet und es im Nachgang zur Strategie eine Nachbeteiligung beispielsweise in Form von Veranstaltungen gibt.

### **Koexistenz der Technologien**

Nachhaltige Bioökonomie steht für eine wissensbasierte, innovative und zukunftsfähige Ökonomie. Dennoch wird die Bioökonomie nach Einschätzung der Akteure mittelfristig keine Einschränkung für bestehende Technologien und Märkte und für ein Wirtschaftswachstum darstellen. Man wird über Jahrzehnte eine Koexistenz von bioökonomischer und fossiler Wertschöpfung sehen. Diese Koexistenz

kann ein wichtiger Treiber für biobasierte Entwicklungen sein und damit auch einen Innovationsschub für nicht-bioökonomische Entwicklungen bringen (Sailing-Ship-Effekt). Innovationen für die Bioökonomie werden nicht nur im Agrarbereich stattfinden, sondern auch in anderen Branchen. Hier wird es vor allem um radikale Innovationen gehen, die einzelne Produkte oder Prozesse nicht nur verbessern, sondern vollkommen neu denken. In der Kommunikation soll die Reputation von etablierten Unternehmen genutzt werden, um anhand von neuen Ideen aufzuzeigen, dass eine nachhaltige biobasierte Wirtschaft möglich ist, ohne auf Wachstum und Wohlstand zu verzichten.

In Bezug auf das Wirtschaftswachstum wurde qualitatives Wachstum von den Akteuren als Schlüsselbegriff für Transformationsprozesse gesehen und soll daher für die Kommunikation zur Bioökonomie konkretisiert werden.





Qualitatives Wachstum wird nach der Theorie der Innovationsökonomik vor allem durch sogenannte radikale Innovationen angestoßen, die häufig einen Strukturwandel nach sich ziehen, der möglicherweise für dieselbe Leistung ressourcenschonendere Verfahren ermöglicht (beispielsweise mobile Kommunikationstechnologie, die flexibles Carsharing ermöglicht und so die individuelle Mobilität verbessert, ohne die Autoflotte zu vergrößern). Mit der Betonung des qualitativen Wachstums kann die Verwendung des Begriffs Bioökonomie in eine positive Richtung gelenkt werden, die in einem Kontrast zu Verzichts- und Schrumpfungsoberlegungen wachstumskritischer Lösungsansätze für das Nachhaltigkeitsproblem steht. Der Transformationsprozess selbst soll in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen/Umsetzungen/Innovationen eingeteilt werden.

Start-ups stehen für neue Technologien und Innovationen. Traditionelle Unternehmen können mit ihrem Know-how und ihrer finanziellen Stärke Start-ups unterstützen, diese Technologien zur Marktreife zu entwickeln oder sie auf den Markt zu bringen. Daher war in Deutschland das Zusammenspiel von traditionellen Unternehmen und Start-ups bereits häufig ein Erfolgsrezept. Zum Beispiel hat die Pharmaindustrie durch kleine wissensbasierte Biotech-Unternehmen, häufig Universitätsausgründungen, ihr Wissen erweitert. Diese kooperativen Strukturen (Innovationsnetzwerke) in der Pharmaindustrie haben sich als persistent erwiesen und bestehen bis heute als erfolgreiche Organisationsform im Innovationsprozess. Daher sollte die Kommunikationsstrategie auch ein kooperatives Miteinander zwischen Start-ups und etablierten Unternehmen adressieren.

### Label

Die Akteure des AK 4 waren sich nicht einig, ob die Einführung eines Labels die Transformation hin zu mehr Bioökonomie beschleunigen und zur besseren Vermarktbarkeit von biobasierten Produkten oder biotechnologischen

Verfahren entscheidend beitragen kann. Die Akteure, die ein Label befürworten, glauben, dass die Gesellschaft bei Kennzeichnung von biobasierten Produkten bereit ist, für die Nutzung biobasierter Rohstoffe zur Herstellung dieser Produkte einen höheren Produktpreis zu bezahlen. Andere Akteure sind der Meinung, dass es schwierig sei, die Richtlinien für ein solches Label genau zu definieren. Es gebe schon sehr viele Labels und es sei nicht sinnvoll, ein neues in Assoziation mit dem Begriff Bioökonomie einzuführen, mit dem viele Menschen nichts anfangen können. Auch die Sinnhaftigkeit eines Labels nur in Baden-Württemberg wurde bezweifelt. Baden-Württemberg könnte sich aber auf Bundes- oder EU-Ebene für ein solches Label einsetzen.

## 7.3

### Handlungsempfehlungen und Maßnahmen

Auf Basis der intensiven Diskussionen in den Arbeitskreissitzungen wurden von den Akteuren konkrete Handlungsempfehlungen für die Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ formuliert.

#### Pilotprojekte als Kommunikationsanker

Die Akteure des AK 4 empfehlen zu prüfen, welche Möglichkeiten es gibt, Unternehmen/Forschungseinrichtungen für das Thema nachhaltige Bioökonomie zu gewinnen und dies in attraktive Förderungsanträge für Unternehmen/Forschungseinrichtungen umzusetzen. Dabei sollen zum Beispiel bestehende Strukturen in der Förderung ergänzt und unter dem Begriff „Nachhaltige Bioökonomie“ bestimmte Themen anerkannt werden.

Aus innovationsökonomischer Sicht geht es um die Entwicklung neuer innovationspolitischer Designs, die helfen, Kooperation und gemeinsame Entwicklungsprojekte anzustoßen.



Die Förderung von Unternehmertum und Gründungen ist für die Weiterentwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg essenziell und weiterhin zu unterstützen. Neue Programme sollten auch eine speziell auf die Bioökonomie-Transformation (im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie) zugeschnittene Förderung enthalten und sowohl Start-ups wie auch etablierte Unternehmen beim Aufbau neuer Geschäftsfelder unterstützen.

Es wurde vorgeschlagen, produktbezogene oder technologiebezogene Beispielanwendungen zu identifizieren und diese im Rahmen von Pilotprojekten in Baden-Württemberg umzusetzen. Um die Wirtschaftlichkeit und die Nachhaltigkeit der einzelnen Verfahren zu steigern, ist eine Vernetzung neuer biobasierter oder bioinspirierter Verfahren zu Gesamtnutzungen (Beispiel Bioraffinerie) anzustreben. Denn eine Technologie allein kann kaum die vielfältigen Herausforderungen bewältigen und die Lösung bieten. Diese Pilotprojekte könnten dazu genutzt werden, die Außenwirkung einer nachhaltigen Bioökonomie in der Gesellschaft zu verbessern.

## **Vernetzung**

Bioökonomie als Innovationsstrategie wird in der Regel nicht nur isoliert in einem Unternehmen funktionieren, sondern entlang von Wertschöpfungsketten. Diese Organisation und Vernetzung zu unterstützen, ist ebenfalls eine Aufgabe für das Land Baden-Württemberg. Interessant wird es immer dann, wenn Unternehmen voneinander lernen können. Erfahrungen haben gezeigt, dass Unternehmen nicht gerne Informationen austauschen, wenn Kernprozesse, die ihre zentralen Wettbewerbsvorteile ausmachen, betroffen sind. Dies gilt nach Einschätzung der Akteure des AK 4 aber nicht für die die Bioökonomie betreffenden Informationen und auch nicht in Bezug zu Hilfsprozessen. Die Empfehlung lautete daher, ein BW-Netzwerk aufzubauen mit dem Ziel, eine verbesserte Kommunikation zwischen den wichtigsten Stakeholdern zu ermöglichen.

Außerdem sollen die Strukturen für Kommunikation und Vernetzung im Bereich Bioökonomie besser entwickelt werden.

## **Zielgerichtete Kommunikation/Kampagne**

Des Weiteren wird vorgeschlagen, eine Kampagne für die Bioökonomie zu starten. Ziel soll sein, die nachhaltige Bioökonomie für die Allgemeinheit greifbar zu machen, sie dem Verbraucher näherzubringen und auch Unternehmen auf das Thema Bioökonomie aufmerksam zu machen. Aufgrund der Komplexität des Themas wird empfohlen, eine professionelle Agentur mit dieser Maßnahme zu beauftragen. Erste Ideen aus dem Arbeitskreis sind, die Akzeptanz von Bioökonomie-Produkten durch eine Kopplung von nachhaltigem Umgang mit Ressourcen und Lifestyle zu steigern, Influencer einzubinden und die Sozialen Medien zu nutzen, eine mobile, interaktive Ausstellung zu konzipieren oder eine App als Guidance-Tool für Verbraucher zu programmieren.

Eine weitere wichtige Zielgruppe für die Kommunikation ist aus Sicht der Akteure des AK 4 die Landesregierung von Baden-Württemberg. Es wurde empfohlen, den Begriff der Bioökonomie und den Bezug der Bioökonomie zur Nachhaltigkeit dort ressortübergreifend besser bekannt zu machen. Bioökonomie ist ein Querschnittsthema, bei dem aber – anders als beispielsweise bei der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) – der Querschnittscharakter schwerer zu verstehen ist. Zur Bioökonomie gehören nicht nur die Produktion und Nutzung biologischer Ressourcen, sondern auch die Biotechnologie sowie beispielsweise Zulieferindustrien. Die BW-Definition von Bioökonomie sowie die Kommunikation in Richtung Politik soll dies berücksichtigen: Es geht darum, die Chancen der nachhaltigen Bioökonomie für das Land aufzuzeigen. Gleichzeitig muss verstanden werden, dass die Politik, um Fortschritte zu erreichen, eine generelle Unsicherheit im Innovationsprozess akzeptieren muss.

### **Botschafter gewinnen**

Das Thema Bioökonomie muss nach Einschätzung der Akteure des AK 4 die Gesellschaft und unsere Lebensweise komplett durchdringen. Deshalb wird vorgeschlagen, schon in der schulischen und universitären Aus- und Weiterbildung den Gedanken der nachhaltigen Bioökonomie zu verankern und zu festigen. Denn wichtige gesellschaftliche Diskussionen nehmen häufig ihren Ausgangspunkt in Schulen und Universitäten und werden von dort in einen breiteren Kontext transferiert. Es ist darüber hinaus grundsätzlich dafür zu sorgen, dass transformatives Wissen als Grundlage innovativ-kreativen Denkens in jeden Studiengang eingebaut wird, beispielsweise auch in den Ingenieurwissenschaften oder anderen technologischen Studiengängen. Wissenschaftliche Karrieren für Bioökonom\*innen sollen gefördert werden. Durch einen fächer- und fakultätsübergreifenden Ansatz soll eine Vernetzung der Karrierewege ermöglicht werden.

Außerdem sollen fachspezifische Schulungen zum Thema Bioökonomie eingeführt werden, um diese auch in den Bereichen der Wirtschaft bekannt zu machen, in denen bislang noch kein Bezug zur Bioökonomie zu sehen ist. Als Beispiel hierfür wurde das Handwerk genannt.

Ein weiterer Vorschlag der Akteure lautet, bei Ausschreibungen explizit das Netzwerken als Kriterium miteinzubeziehen, um eine kritische Masse an Mitwirkenden zu erreichen. Das heißt, dass z. B. eine höhere Förderung möglich ist, wenn mehrere Einrichtungen zusammenarbeiten.

Sinnvoll wäre auch, ein Modul Öffentlichkeitsarbeit in die Projektausschreibungen einzubinden. Dabei sollten sämtliche oben genannten Zielgruppen adressiert werden.

### **Zielgruppe Politik**

Die Akteure dieses Arbeitskreises empfehlen eine Kohärenz im Politikdesign. Dies erfordert eine permanente und ressortübergreifende Abstimmung aller Ministerien, die an dem Transformationsprozess zur wissensbasierten Bioökonomie beteiligt oder davon betroffen sind. Aufgabe der Politik ist es, Rahmenbedingungen für die Bioökonomie festzulegen und bei bestehenden Rahmenbedingungen eventuell Vereinfachungen oder Erlässe zu erreichen.





# 8

## Übersicht über die Handlungsempfehlungen

Im Rahmen des Beteiligungsprozesses „Plan B – Bioökonomie für urbane und industrielle Räume“ unter der Federführung des Umweltministeriums und organisiert und durchgeführt von der BIOPRO Baden-Württemberg haben Akteure im Rahmen von vier Arbeitskreisen Handlungsempfehlungen und Maßnahmen formuliert, die als Basis für die Formulierung der Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ herangezogen werden sollen. Diese lassen sich den folgenden Themen zuordnen:

- Politikdesign
- Rahmenbedingungen
- Analysen/Studien

- Technologieentwicklung
- Digitale Plattformen
- Ökonomie
- Netzwerk/Kommunikation
- Aus- und Weiterbildung

Die Handlungsempfehlungen sind in der folgenden Tabelle 2 gegliedert nach Themen dargestellt und wurden den von UM und MLR verabschiedeten Handlungsfeldern (siehe Kapitel 2) zugeordnet. Des Weiteren liefert die Tabelle Querverweise zu den ausführlichen Darstellungen der Ergebnisse der Arbeitskreise in den jeweiligen Kapiteln.

Tabelle 2: Handlungsempfehlungen, gegliedert nach Themen.

THEMA	EMPFEHLUNG	VERWEIS
<b>POLITIKDESIGN</b>		
<b>Politikdesign</b>	Bei der Formulierung der Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie“ ist auf eine größtmögliche Kohärenz zu anderen Landesstrategien zu achten.	AK3, S. 69 AK4, S. 81
<b>Politikdesign</b>	Die Einrichtung einer Interministeriellen Arbeitsgruppe Bioökonomie (IMA Bioökonomie) auf Landesebene und darüber hinaus eine enge ressortinterne Abstimmung der Referate wird empfohlen. Damit soll auch der Begriff der Bioökonomie in der Landesregierung ressortübergreifend besser bekannt gemacht werden.	AK3, S. 69 AK4, S. 81
<b>Politikdesign/ Indikatoren</b>	Damit die zu entwickelnden Indikatoren auf den unterschiedlichen Skalierungsebenen und in den unterschiedlichen Sektoren konsistent angewendet werden können, wird eine enge Abstimmung auf ministerieller und behördlicher Ebene gefordert <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit anderen Landesstrategien</li> <li>• mit anderen Bundesländern (z. B. im Rahmen des Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder (AK UGRdL)),</li> <li>• mit dem Bund (z.B. im Rahmen der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie“ des BMEL, der länderoffenen Arbeitsgruppe Ressourceneffizienz (LAGRE) der Umweltministerkonferenz, der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa) der Umweltministerien oder der Länderinitiative Kernindikatoren – LIKI) und</li> <li>• mit der EU (JRC).</li> </ul>	AK3, S. 69
<b>Politikdesign</b>	Eine Flankierung durch gesetzliche Rahmenbedingungen ist für den Aufbau einer Bioökonomie notwendig. Es wird empfohlen, diese so verlässlich auszugestalten, dass sich die Industrie längerfristig darauf einstellen kann.	AK2, S. 52
<b>Politikdesign</b>	Die Politikstrategie „Nachhaltige Bioökonomie“ soll durch eine technologieoffene Forschungsförderung im Land flankiert werden. Dabei sind sowohl die Optimierung von bestehenden wie auch die Erforschung von neuen Verfahren relevant.	AK2, S. 55



THEMA	EMPFEHLUNG	VERWEIS
<b>RAHMENBEDINGUNGEN</b>		
<b>Marktordnung</b>	Internalisierung externer Effekte (Kosten): Es soll untersucht werden, wie Umweltkosten in die Effekte/Kosten für konventionelle und biobasierte/ bioinspirierte Materialien und Verfahren integriert werden können. Damit wird eine Vergleichsmöglichkeit im Hinblick auf volkswirtschaftliche Effekte ermöglicht. Der Nachweis, dass die neuen biobasierten und bioinspirierten Verfahren geringere Umweltkosten verursachen als konventionelle Verfahren, ist hierbei von größter Bedeutung (z.B. CO <sub>2</sub> -Footprint, N-Footprint). Hierfür müssen gleichzeitig die bestehenden Verfahren einer Umweltanalyse unterzogen und im Vergleich mit den neuen Verfahren bewertet werden.	AK1, S. 41
<b>Marktordnung</b>	Qualitätsniveaus kennzeichnen: Produkte und Prozesse müssen qualifiziert werden (Zertifizierung, Label, Blockchain). Beispielsweise müssen die Verfügbarkeit und Qualität der Rohstoffe bekannt sein. Hierzu sollten Qualitätsstandards entwickelt werden. Viele Hersteller bieten eigene Verfahren an, die einer einheitlichen Bewertung unterzogen werden sollten.	AK1, S. 41
<b>Marktordnung</b>	Es werden Nachhaltigkeitskriterien zur Verwendung in Beschaffungsprozessen benötigt, die auch im Hinblick auf die Bioökonomie implementiert werden sollten. Diese Kriterien sollten für die öffentliche Hand verbindlich sein und für die Unternehmen zur Selbstverpflichtung empfohlen werden.	AK1, S. 40
<b>Marktordnung</b>	Eine Lenkung hin zu mehr Bioökonomie durch Verbote ist als eine Möglichkeit zu prüfen.	AK2, S. 52
<b>Marktordnung</b>	Hemmnisse und Hinderungsgründe bei der wettbewerbsfähigen Einführung und Etablierung von Produkten und Verfahren der Bioökonomie sollen identifiziert und – ggf. auch ordnungspolitisch – Hemmnisse abgebaut werden. Konkret wird der Abbau von Subventionen für fossile Ressourcen empfohlen und insbesondere die Einführung eines Fonds für Verfahren und Produkte der Bioökonomie, um die nicht bewerteten externen Kosten zu kompensieren und damit für diese Produkte die Rahmenbedingungen für die Wettbewerbsfähigkeit anzugleichen.	AK3, S. 71
<b>Marktordnung</b>	Politische und gesetzliche Hemmnisse und Hinderungsgründe bei der Marktetablierung und Diffusion von offensichtlich wirtschaftlichen biobasierten oder bioinspirierten Verfahren sollten identifiziert und geprüft werden. Ziel ist es, diese Hemmnisse zu beheben.	AK1, S. 34
<b>Marktordnung</b>	Prozesse werden nicht eingeführt, wenn keine geeigneten Rahmenbedingungen vorliegen. Deshalb müssen die politischen Rahmenbedingungen für bereits vorhandene und funktionierende Verfahren geschaffen werden. Denn die Verfahren zur Wertstoffrückgewinnung (insbesondere Phosphor) müssen auch in kleinem Maßstab regionalökonomisch funktionieren.	AK1, S. 40/41
<b>Rahmenbedingungen/ Genehmigung</b>	Für Stoffströme, an denen ein Weiterverwertungsinteresse als Ausgangsbasis für höherwertige Produkte besteht, soll geprüft werden, ob ein Ende der Abfalleigenschaft erreicht werden kann, damit diese genutzt werden können. Für dieses Vorgehen sind Kommunikationswege aufzuzeigen und Ansprechpartner im Land zu benennen.	AK2, S. 47
<b>Rahmenbedingungen/ Genehmigung</b>	Sogenannte „Clearingstellen“ sollen bei unklaren Zuständigkeiten in der Genehmigung von innovativen Anlagen beim Behördenmanagement helfen und können aus Sicht der Akteure ein entscheidender Standortvorteil sein.	AK2, S. 55



THEMA	EMPFEHLUNG	VERWEIS
Rahmen- bedingungen/ Genehmigung	Demo-Anlagen sollen auf die Expertise von Umweltrechtsexperten zugreifen können, die die Genehmigungsfähigkeit von Anlagen und den möglichen Einsatz von Rohstoffen rechtssicher prüfen können, um ggf. frühzeitig handeln zu können.	AK2, S. 54
Rahmen- bedingungen/ Genehmigung	Die Nutzung der nach der derzeitigen Rechtsprechung nicht als Biomasse anerkannten Stoffe wie Klärschlamm, Papierschlamm oder Ablaugen der Zellstoffherstellung führt nicht dazu, dass die entstehenden Produkte als biobasiert eingestuft und vermarktet werden dürfen. Hier wird eine Änderung vorgeschlagen, da die bisherige Sichtweise die Entwicklung der Bioökonomie einschränkt.	AK2, S. 50
Rahmen- bedingungen/ Genehmigung	Um in den interessanten Markt der Insektennutzung einsteigen zu können, sollten die diesbezüglich geltenden Fütterungsvorschriften der EU überarbeitet werden. Die Landesregierung soll sich hierfür einsetzen.	AK2, S. 53
<b>MONITORING</b>		
Monitoring	Um einen positiven Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen des Landes sicherzustellen, muss ein langfristiges Monitoringsystem für die Bioökonomie in Baden-Württemberg aufgebaut werden.	AK3, S. 69
Monitoring	Die Ausstattung des Statistischen Landesamtes (StaLa) mit Ressourcen, um geeignete Methoden zum kontinuierlichen Monitoring der Bioökonomie (z. B. die Methode eines BÖ-Produktkorbes) zu entwickeln, soll geprüft werden.	AK3, S. 70
Monitoring	Es wird empfohlen, die Entwicklungen zum Product Environmental Footprint zu beobachten und durch begleitende Studien zu prüfen, u.a. im Hinblick auf die Anwendbarkeit für das Monitoring der Bioökonomie.	AK3, S. 71
<b>INDIKATORIK/NACHHALTIGKEIT</b>		
Indikatoren	Es muss geprüft werden, wie vorhandene Instrumente wie eine LCC und LCA bei der Vergabe von Aufträgen implementiert werden können. Darüber hinaus sollten die vorhandenen Instrumente hinsichtlich einer Bioökonomie-Bewertung standardisiert werden. Dabei ist die Sicherung der Qualität erforderlich.	AK1, S. 36
Indikatoren	Die Umweltwirkungen von Bioökonomie sollen betrachtet werden: Als Umweltwirkungen wurden THG-Emissionen, Materialeinsparungen, Energiebedarf, Wasser- und Bodenschutz sowie Biodiversität benannt sowie die Einbeziehung von Transportwegen und Lagerung empfohlen.	AK2, S. 46
Indikatoren	Entwicklung von eigenen, quantitativen Zielen für eine nachhaltige Bioökonomie und Integration dieser – hinterlegt mit quantifizierbaren Indikatoren – in die Überarbeitung der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes (2019).	AK3, S. 63
Indikatoren	Ausstattung des Statistischen Landesamtes (StaLa) mit Ressourcen zur kontinuierlichen Datenerhebung und -berechnung für die Messung und Auswertung der (noch zu definierenden) Bioökonomie-Indikatoren. Hierzu zählt insbesondere die Aufnahme der Erstellung von Input-/Output-Tabellen im Rahmen der volkswirtschaftlichen und umweltökonomischen Gesamtrechnung (VGR/UGR). Auch die Aufnahme und Verarbeitung von Daten zur Koppel- und Kaskadennutzung sind für die Bewertung einer nachhaltigen Bioökonomie notwendig.	AK3, S. 70

THEMA	EMPFEHLUNG	VERWEIS
<b>Indikatoren</b>	Für eine ökologische Bewertung auf der Produktebene soll der Indikatorensatz (sogenannte Wirkungsindikatoren, die 17 Wirkungskategorien zugeordnet werden) der Produkt-Ökobilanz herangezogen (ILCD-Handbook (2010)) werden.	AK3, S. 70
<b>Indikatoren</b>	Die Erarbeitung eines „Shortcut“-Indikatorensystems für die Nachhaltigkeitsbereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales wird empfohlen.	AK3, S. 71
<b>Nachhaltigkeit</b>	Bei der Entwicklung neuer Produkte soll in Baden-Württemberg darauf Wert gelegt werden, dass diese in die Kreislaufwirtschaft integrierbar sind.	AK2, S. 55
<b>ANALYSEN/STUDIEN</b>		
<b>Potenzialanalyse</b>	Es muss ermittelt werden, in welchen Branchen und in welchem Zeitrahmen die politischen Ziele mithilfe der Bioökonomie erreicht werden können. Eine Studie zur Analyse der Industrien und deren Potenziale soll in Auftrag gegeben werden.	AK1, S. 41
<b>Potenzialanalyse</b>	Durchführung einer Untersuchung über die quantitativen Effekte von biobasierten und bioinspirierten Verfahren, Prozessen und Systemen in den Wirtschaftszweigen.	AK1, S. 36
<b>Potenzialanalyse</b>	Durchführung einer Studie darüber, welchen quantifizierbaren Beitrag die genannten Technologien in den für Baden-Württemberg (bzw. für Deutschland) prioritären Wirtschaftszweigen leisten.	AK1, S. 36
<b>Potenzialanalyse</b>	Es wird empfohlen, Studien zu Potenzialen und Beiträgen von Branchen und Wertschöpfungsnetzen zu den Zielen einer nachhaltigen Bioökonomie unter Berücksichtigung der zeitlichen Dimension (z. B. der Verfügbarkeit) und der Technologieoffenheit in Auftrag zu geben.	AK3, S. 71
<b>Potenzialanalyse</b>	Ein Gremium soll die Möglichkeiten prüfen, wie Unternehmen/Forschungseinrichtungen für das Thema nachhaltige Bioökonomie zu gewinnen sind. Ziel sind attraktive Förderungsanträge für Unternehmen/Forschungseinrichtungen. Dabei sollen zum Beispiel bestehende Strukturen in der Förderung ergänzt und unter dem Begriff nachhaltige Bioökonomie bestimmte Themen anerkannt werden.	AK4, S. 79
<b>Marktanalyse</b>	Damit Unternehmen eine Planungssicherheit beim Einkauf von „Bio“-Rohstoffen erhalten, sollte untersucht werden, welche Einflussgrößen auf die Verfügbarkeit, Qualität und Preise von Rohstoffen wirken.	AK1, S. 39
<b>Marktanalyse</b>	Marktstudien zu Absatz- und Verwertungsmöglichkeiten neuer Produkte aus Bioabfall- und Reststoffen sind sinnvoll.	AK1, S. 39
<b>Analyse zur Indikatorik</b>	Die Beauftragung von Grundlagen-Studien für die Entwicklung eines Systems zur Berechnung der Beiträge der Bioökonomie zu verschiedenen Nachhaltigkeitszielen für die Entwicklung eines holistischen Indikatorensystems und für ein Monitoringsystem wurde empfohlen.	AK3, S. 63

THEMA	EMPFEHLUNG	VERWEIS
<b>Analyse zur Indikatorik</b>	Die Beauftragung von folgenden Studien wurde empfohlen: für die Überprüfung der Ansätze und Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte (z. B. der drei nationalen Bioökonomie-Projekte) auf ihre Übertragbarkeit auf Baden-Württemberg für die Weiterverfolgung und Entwicklung methodischer Ansätze für eine integrative Bewertung der Bioökonomie auf der Makroebene (durch integrative Indikatoren wie den Wohlstandsindikator, die im Gegensatz zum BIP nicht nur wirtschaftliche, sondern auch soziologische und ökologische Aspekte berücksichtigen).	AK3, S. 69
<b>Analyse zur Indikatorik</b>	Aufgrund der potenziell großen Anzahl von Bioökonomie-Produkten (und damit auch von konventionellen Referenzprodukten) soll durch Studien geprüft werden, ob für bestimmte Zwecke (z. B. für die statistische Auswertung auf übergeordneter Ebene) auch konservative Standardwerte für ganze Produktkategorien (statt für Einzelprodukte) sachgerecht ermittelt werden können.	AK3, S. 71
<b>TECHNOLOGIEENTWICKLUNG</b>		
<b>Förderrahmen</b>	Eine dezentrale Wertschöpfung soll in BW bevorzugt werden, um die Transportwege kurz zu halten.	AK2, S. 55
<b>Förderrahmen</b>	Im Rahmen der Forschungsförderung soll in BW darauf Wert gelegt werden, dass die Prozesse in bestehende Wertschöpfungsketten integriert werden können, Skalierbarkeit und Down-Scaling möglich sind, die Prozesse schnell und dynamisch an veränderte Rohstoffe angepasst werden können.	AK2, S. 55
<b>Förderrahmen</b>	Es wird empfohlen, bei der Vergabe von Fördergeldern (z.B. Investitionszuschüsse) Aussagen zu erwarteten ökologischen und sozioökonomischen Wirkungen stärker einzubeziehen. Hierfür steht das seit vielen Jahren bewährte und standardisierte Instrument der Produkt-Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) zur Verfügung. Auch die Einschätzung der Umsetzbarkeit und Marktfähigkeit bei der Umsetzung soll stärker eingefordert werden. Die Entwicklung und Erweiterung eines quantitativen Bewertungs- und Evaluierungskonzepts auf Basis des qualitativen N!-Checks könnte hier zielführend sein.	AK3, S. 70
<b>Förderrahmen</b>	Bei Ausschreibungen soll explizit das Netzwerken als Kriterium einbezogen werden, um eine kritische Masse an Mitwirkenden zu erreichen. Das heißt, dass z. B. eine höhere Förderung möglich ist, wenn mehrere Einrichtungen, insbesondere unterschiedlicher Disziplinen, zusammenarbeiten.	AK4, S. 81
<b>Pilotanlagen</b>	Forschungsanlagen im Pilot-Maßstab (Demo-Anlagen) sollen in BW gefördert und aufgebaut werden, um die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Anwendung zu beschleunigen und das Zusammenspiel von Forschung und Unternehmen zu verbessern. Davon würden insbesondere KMUs profitieren.	AK2, S. 54
<b>Leuchtturmprojekt/ Wertschöpfungsnetz</b>	Produktbezogene oder technologiebezogene Beispielanwendungen identifizieren und im Rahmen von Pilotprojekten umsetzen, wobei eine Vernetzung von Verfahren berücksichtigt werden soll, um die Nachhaltigkeit der einzelnen Verfahren zu steigern. Keine Technologie kann allein die vielfältigen Herausforderungen bewältigen und eine Lösung bieten. Die Effektivität und Wirtschaftlichkeit der neuen Verfahren können dadurch besser nachgewiesen und die neuen Verfahren gegenüber den etablierten (häufig ineffizienten und ineffektiven) Konkurrenzverfahren umgesetzt werden.	AK4, AK1, S. 40

THEMA	EMPFEHLUNG	VERWEIS
<b>Förderschwerpunkt</b>	Entwicklung von Fördermaßnahmen für die verstärkte Entwicklung von „biobasierten und bioinspirierten Verfahren, Prozessen und Systemen“.	AK1, S. 40
<b>Förderschwerpunkt</b>	Förderung der Entwicklung und Einführung von skalierbaren „Enabling-Technologien“ – also solchen Technologien, die einen wirtschaftlichen und nachhaltigen Einsatz von „biobasierten und bioinspirierten Verfahren, Prozessen und Systemen“ erst ermöglichen.	AK1, S. 40
<b>Förderschwerpunkt</b>	Im Rahmen der Bioökonomie soll auch die biotechnologische Störstoffentfernung aus kontaminiertem Mutterboden gefördert werden, auch wenn diese Störstoffe nicht zwingend als Rohstoff wiederverwertet werden können.	AK2, S. 52
<b>Förderschwerpunkt</b>	Ein Fokus beim Aufbau einer Bioökonomie in BW soll auf die Schließung von Nährstoffkreisläufen gelegt werden.	AK2, S. 54
<b>Förderschwerpunkt</b>	Die Förderung von Maßnahmen zum Repowering von Biogasanlagen mit Verbesserungen bei der Vor- und Nachbehandlung von Substraten sowie von Maßnahmen zur Emissionsminderung wird als ein Technologieschwerpunkt für BW empfohlen.	AK2, S. 52
<b>Förderschwerpunkt</b>	Die Forschung an neuen Lebensmittelverpackungen unter Berücksichtigung der Entsorgung wird vor dem Hintergrund der Mikroplastik-Problematik empfohlen.	AK2, S. 52
<b>Förderschwerpunkt</b>	Als technologisch interessantes Gebiet für BW wird die Schaffung von CO <sub>2</sub> -Senken gesehen. Hier ist beispielsweise die biotechnologische CO <sub>2</sub> -Nutzung aus Rauchgasen zu nennen.	AK2, S. 53
<b>Förderschwerpunkt</b>	Der Aufbau von dezentralen Insektenraffinerien als Lieferant von Fetten und Ölen für die chemische Industrie ist aufgrund der KMU-Industriestruktur als Technologieschwerpunkt für BW von Interesse.	AK2, S. 47
<b>DIGITALE PLATTFORMEN</b>		
<b>Tech- und Rohstoffportal</b>	Datenbankaufbau,-pflege und Nachhaltigkeitspotenzial: Zugang zu Informationen (Technologien, Rohstoffe inklusive der Erfassung von Abfallströmen/Überschussenergien und Märkte), bezogen auf neue Prozesse oder Prozessänderungen, vor allem um KMU zu stärken. Daraus lassen sich Potenzialanalysen für die Nutzung von Sekundärrohstoffen ableiten.	AK1, S. 40
<b>Rohstoffportal</b>	Baden-Württemberg soll den Aufbau eines Reststoffmarktes mit geeigneten Maßnahmen wie z. B. der Initiierung und dem Betrieb einer Rohstoffplattform unterstützen.	AK2, S. 53
<b>Rohstoffportal Einkaufsgenossenschaften</b>	Zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit baden-württembergischer Unternehmen bei der Einführung der Bioökonomie ist die Einführung von Rohstoffportalen (Rohstoffbörse) oder Einkaufsgenossenschaften auf Landesebene eine probate Maßnahme. Eine Ausweitung auf die Nachbarländer (Rheinland-Pfalz, Hessen und Bayern) sollte in einem zweiten Schritt geprüft werden.	AK1, S. 40



THEMA	EMPFEHLUNG	VERWEIS
<b>ÖKONOMIE</b>		
<b>Geschäftsmodelle</b>	Die Entwicklung und Einführung tragfähiger Geschäftsmodelle muss durch geeignete Rahmenbedingungen unterstützt werden. Tragfähige Geschäftsmodelle müssen z. B. mit Volatilitäten umgehen können.	AK1, S. 39 AK2
<b>Start-up-Förderung</b>	Förderung von Unternehmertum und Gründungen: Auflegen von neuen Programmen, die eine speziell auf die Transformation zu einer nachhaltigen Bioökonomie zugeschnittene Förderung enthalten und sowohl Start-ups wie auch etablierte Unternehmen beim Aufbau neuer Geschäftsfelder unterstützen.	AK4, S. 80 AK2, S. 54
<b>NETZWERK/KOMMUNIKATION</b>		
<b>Netzwerkbildung</b>	Der Aufbau und der Betrieb des BW-Netzwerkes sollen vom Land unterstützt werden mit dem Ziel, eine verbesserte Kommunikation zwischen den wichtigsten Stakeholdern zu ermöglichen und die durch den Beteiligungsprozess angestoßene Vernetzung zu verstetigen.	AK4, S. 80
<b>Netzwerkbildung</b>	Die Strukturen für Kommunikation und Vernetzung im Bereich Bioökonomie sollen besser entwickelt werden. Aus innovationsökonomischer Sicht geht es um die Entwicklung neuer innovationspolitischer Designs, die helfen, Kooperation und gemeinsame Entwicklungsprojekte anzustoßen.	AK4, S. 80
<b>Netzwerk/ Stoffströme</b>	Die Abfallentsorgungsbetriebe sowie die Recyclingbetriebe sollten für die Bioökonomie in BW als Partner gewonnen werden. Dies ist vor allem mit Blick auf das Stoffstrom-Management interessant.	AK2, S. 55
<b>Bürgerdialog</b>	Durchführung eines gesellschaftlichen Diskurses zum Thema Zunahme/ Verschärfung von Flächenkonkurrenzen und Festlegung von Zielkorridoren für die unterschiedlichen Ansprüche an die Fläche (Siedlungen und Verkehrs-, Land- und Forstwirtschaft, Freizeit/Erholung, Naturschutz etc.).	AK3, S. 65
<b>Bürgerdialog</b>	Durchführung einer Bioökonomie-Kampagne mit dem Ziel, das Thema für die Allgemeinheit greifbarer zu machen und es sowohl den Verbrauchern als auch Unternehmen näherzubringen. Es wird empfohlen, eine professionelle Agentur für diese Maßnahme zu beauftragen.	AK4, S. 80
<b>AUS- UND WEITERBILDUNG</b>		
<b>Aus- und Weiterbildung</b>	Unterstützung, Förderung und Entwicklung von Konzepten zur betrieblichen, akademischen und schulischen Bildung, Ausbildung sowie Weiter- und Fortbildung in Zusammenarbeit mit dem Wissenschafts- und Kultusministerium.	AK1, S. 41 AK3, S. 71 AK4, S. 81
<b>Aus- und Weiterbildung</b>	Transformatives Wissen soll in jedem Studiengang eingebaut werden, beispielsweise auch in den Ingenieurwissenschaften oder anderen technologischen Studiengängen.	AK4, S. 81
<b>Aus- und Weiterbildung</b>	Wissenschaftliche Karrieren für Bioökonom*innen sollen gefördert werden. Durch einen fächerübergreifenden und fakultätsübergreifenden Ansatz soll eine Vernetzung der Karrierewege ermöglicht werden.	AK4, S. 81

# Anhang

## Begriffsverwendungen und Definitionen

### **biobasiert**

- teilweise oder vollständig aus Biomasse hergestellt (in Anlehnung an DIN CEN/TR 16208) (Anmerkung: Der Begriff bezieht sich nicht in erster Linie auf den Herstellungsprozess, sondern auf das Vorhandensein von Biomasse im Produkt.)
- abgeleitet von Biomasse (Anmerkung: Die Biomasse kann physikalischen, chemischen Behandlungen unterzogen worden sein. (DIN EN 16575). Auch hier geht es um das Vorhandensein von Biomasse/biogenem Kohlenstoff.

### **biogen**

biologischen Ursprungs (Fauna, Flora) mit Ausnahme von Material aus fossilen und/oder geologischen Quellen (VDI 6310 Blatt 1)

### **bioinspiriert**

Oberbegriff für alle Prozesse und Produkte, die von Organismen und Ökosystemen, der Evolution oder der Natur im Allgemeinen inspiriert wurden. (Der Begriff ist nicht eindeutig definiert und wenig konkret. Er beinhaltet Verfahren der Bionik, Biotechnologie, Umweltverfahrenstechnik etc.)

### **Bionik**

Bionik verbindet in interdisziplinärer Zusammenarbeit Biologie und Technik mit dem Ziel, durch Abstraktion, Übertragung und Anwendung von Erkenntnissen, die an biologischen Vorbildern (= biologisches Wissen) gewonnen werden, technische Fragestellungen zu lösen (DIN ISO 18458:2016-08, VDI 6220 Blatt 1). Ein bionisches Produkt/ein bionischer Prozess ist nicht zwangsweise biobasiert und/oder biotechnologisch.

### **Bioökonomie**

Die Landesregierung Baden-Württemberg versteht unter der nachhaltigen Bioökonomie die wissenschaftsbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Prinzipien, um Produkte und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschafts- und Gesellschaftssystems bereitzustellen.

## **Biotechnologie**

Die Anwendung von Wissenschaft und Technik auf lebende Organismen, Teile von ihnen, Produkte oder Modelle von ihnen zur Veränderung von lebender und nichtlebender Materie zur Erweiterung des Wissenstandes, zur Herstellung von Gütern und zur Bereitstellung von Dienstleistungen (nach OECD und VDI-Positionspapier Biotechnologie, 11/2015)

## **Biologische Transformation** (der industriellen Wertschöpfung)

Sie beschreibt die systematische Anwendung des Wissens über natürliche Prozesse bzw. die Natur zum Zweck der Optimierung der Wertschöpfung im Hinblick auf essenzielle Herausforderungen der Gesellschaft durch die Nutzung sämtlicher technologischer Möglichkeiten, um die Bio- und Technosphäre zu verbinden. Als solche dient sie als Prozess auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen industriellen Wertschöpfung (Definition nach BIOTRAIN-Definition)<sup>49</sup>

---

<sup>49</sup> Der Prozess der biologischen Transformation dient dem Zweck, die Bedürfnisse der Menschheit auch zukünftig vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen und steigender Nachfrage befriedigen zu können. Hierbei können drei Entwicklungsmodi unterschieden werden, die final zu einer absoluten Verschmelzung der Technosphäre mit der Biosphäre führen. Zunächst erlaubt ein der Bionik entstammender Ansatz, die Inspiration, über Jahrtausende evolutionär entstandener biologischer Phänomene auf die Wertschöpfungssysteme zu übertragen. In einer weiteren Stufe findet das Wissen über die Biologie in Form einer tatsächlichen Integration biologischer Systeme in Wertschöpfungsprozesse Anwendung. Die umfassende Interaktion zwischen technischen und biologischen Systemen unter Nutzung moderner Datenverarbeitungssysteme besitzt das disruptive Potenzial, um die bestehenden Produktionstechnologien und -strukturen grundlegend zu verändern und zu einer sogenannten biointelligenten Wertschöpfung zu transferieren. Entscheidend für den Erfolg einer biologischen Transformation ist die Schaffung sozialer Akzeptanz für mögliche Lösungen innerhalb der Entwicklungsmodi. Hierfür ist ein intensiver Austausch zwischen allen beteiligten Akteuren erforderlich.

# Technologiematrix mit Beispielen

Ifd. Nummer	Zuordnung zur Wertschöpfungskette*	Beschreibung der Vorgehensweise/des Prozesses/des Systems		Hemmnisse	Zeithorizont	TRL	Rohstoffreduktion	Reduktion Energieaufwand	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Schadstoffreduktion
		benötigter Input	kurze Beschreibung der Technologie/des Prozesses (ca. 400 Zeichen)							
1 (Beispiel aus AK 2 Plan B)	3	Abwasser-sammlung	Abwasserreinigung: biologische, anaerobe Reinigung;	gereinigtes Wasser, Nährstoffe N und P, Schlamm, Biogas	im kommunalen Bereich eher unüblich (keine Tradition), aerobe Nachreinigung notwendig zur Einhaltung der Grenzwerte	2			1	
		Bakterien, Proteine	Bakterien stellen aus einer Proteinlösung Biopolymere her, die dem Vorbild der Spinnseide entsprechen. Möglicher Einsatz ist bei der Wundheilung in der Medizintechnik oder als reißfester Bestandteil für technische Textilien	Künstliche Spinnseide-Proteine	Laborkapazitäten, Kosten	1	9	ja	Methanverwertung reduziert THG	3
2 (Beispiel aus AK 1 Plan B)										

**Bewertung des Potenzials:**

0	keines
1	gering
2	mittel
3	hoch
frei lassen	keine Bewertung möglich/ich weiß nicht

Die Potenzialbewertung erfolgt unter Berücksichtigung bereits umgesetztes Potentiale - also großes Potenzial und hiervon schon viel erschlossen führt zu einer reduzierten Potenzialbewertung

Einsatzmöglichkeit in Wirtschaftszweigen

	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln			
3	Getränkeherstellung			
2	Tabakverarbeitung			
1	Herstellung von Textilien	2		
	Herstellung von Bekleidung	2		
1	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	2		
	H. v. Holz-, Flecht-, Korb- u. Korkwaren (ohne Möbel)			
	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus			
2	H. v. Druckerz., Vervielf. v. Ton-, Bild-, Datenträgern			
3	Kokerei und Mineralölverarbeitung			
	Herstellung von chemischen Erzeugnissen			
	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	2		
	Herstellung von Medizinprodukten und Medizintechnik	3		
	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	1		
	H.v.Glaswaren,Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden			
	Metallerzeugung und -bearbeitung			
	Herstellung von Metallerzeugnissen			
	H. v. DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugnissen			
	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen			
	Maschinenbau			
	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen			
	Sonstiger Fahrzeugbau			
	Herstellung von Möbeln			
	Herstellung von sonstigen Waren			
	Reparatur u.Installation von Masch. u. Ausrüstungen			
	Hochbau			
	Tiefbau			
	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe			
	Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen			
	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)			
	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)			

Bewertung des Zeithorizonts:

- 1
- 2
- 3
- frei lassen

- kurzfristig
- mittelfristig
- langfristig
- keine Bewertung möglich/ich weiß nicht

- (sofort bis kleiner 5 Jahre)
- (in 5-10 Jahren)
- (in über 10 Jahren)



# Potenzial/Zeithorizont verschiedener Wirtschaftszweige

Kürzel	Wirtschaftszweig	Substitution fossiler oder primärer Energieträger		Substitution fossiler oder primärer Materialien	
		Potenzial	Zeithorizont	Potenzial	Zeithorizont
WZ08-10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln				
WZ08-11	Getränkeherstellung				
WZ08-12	Tabakverarbeitung				
WZ08-13	Herstellung von Textilien				
WZ08-14	Herstellung von Bekleidung				
WZ08-15	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen				
WZ08-16	H. v. Holz-, Flecht-, Korb -u. Korkwaren (ohne Möbel)				
WZ08-17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus				
WZ08-18	H. v. Druckerz., Vervielf. v. Ton-, Bild-, Datenträgern				
WZ08-19	Kokerei und Mineralölverarbeitung				
WZ08-20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen				
WZ08-21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen Herstellung von Medizinprodukten und Medizintechnik				
WZ08-22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren				
WZ08-23	H. v. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden				
WZ08-24	Metallerzeugung und -bearbeitung				
WZ08-25	Herstellung von Metallerzeugnissen				
WZ08-26	H. v. DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugnissen				
WZ08-27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen				
WZ08-28	Maschinenbau				
WZ08-29	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen				
WZ08-30	Sonstiger Fahrzeugbau				
WZ08-31	Herstellung von Möbeln				
WZ08-32	Herstellung von sonstigen Waren				
WZ08-33	Reparatur u. Installation von Masch. u. Ausrüstungen				
WZ08-41	Hochbau				
WZ08-42	Tiefbau				
WZ08-43	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe				
WZ08-45	Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen				
WZ08-46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)				
WZ08-47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)				







# Impressum

**Koordinatorin im Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft:**

Dr. Elisabeth Saken-Braunstein

**Projektleitung:**

Dr. Barbara Jonischkeit, BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

**Autoren:**

Dr. Barbara Jonischkeit, BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Vanessa Kelsch, BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Dr. Anke Niebaum, VDI Technologiezentrum GmbH, Kapitel 6

Prof. Dr. Andreas Pyka, Universität Hohenheim, Kapitel 7

Nils Rettenmaier, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Kapitel 6

Prof. Dr. Alexander Sauer, Fraunhofer IPA, Kapitel 4

Dr. Heike Seitz, VDI Technologiezentrum GmbH, Kapitel 4

Dr.-Ing. Ursula Schließmann, Fraunhofer IGB, Kapitel 5

**Lektorat:**

Maria Fleischmann-Greissing, BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

**Titelgrafik/Layout:**

mees & zacke & naumann gbr

**Druck:**

Offizin Scheufele, Druck und Medien GmbH + Co.KG

**Papier:**

VIVUS silk, 100% RC hochweiß, FSC® recycled credit

**Bildnachweis:**

Titelgrafik Biotonne: Animaflora PicsStock/Fotolia (auch Seite 42), Grüngut: Sergey Sosnitsky/Shutterstock, Kläranlage: Belish/Shutterstock (auch Seite 12), CO2: oraziopuccio/Fotolia (auch Seite 19), Algenbioreaktor: Yosefer/Shutterstock (auch Seite 6), Bakterien: Raycat/iStockphoto (auch Seite 30), Kristalline Cellulose: France Graphique (auch Seite 26), Algen: Bey/Fotolia (Seite 21), Grüne Zahnräder: dayves/Adobe Stock (Seite 23), Netzwerk: kiss/Shutterstock (Seite 25), Zucker-Raffinerie: doin/shutterstock (Seite 37), Soziale Netzwerke: Kenishirotie/Adobe Stock (Seite 72), Kommunikation: vegefox/Fotolia (Seite 75), Balkendiagramm: NicoElNino/Fotolia (Seite 78), Recycling: EtiAmos/Adobe Stock (Seite 82)

Porträt Alexander Sauer: EEP, Universität Stuttgart (Seite 18), Porträt Ursula Schließmann: Ursula Schließmann privat (Seite 20), Porträt Jens Rettenmaier: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Seite 22), Porträt Andreas Pyka: Universität Hohenheim (S. 24)

BIOPRO Baden-Württemberg, Dezember 2018





[www.bio-pro.de](http://www.bio-pro.de)



[www.biooekonomie-bw.de](http://www.biooekonomie-bw.de)



BIOPRO Baden-Württemberg GmbH • Alexanderstraße 5 • 70184 Stuttgart/Germany  
Phone: +49 (0) 711 21 81 85 00 • Fax: +49 (0) 711 21 81 85 02 • E-mail: [info@bio-pro.de](mailto:info@bio-pro.de)