



Fraunhofer
ISI

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SYSTEM- UND INNOVATIONSFORSCHUNG ISI

TRANSFORMATIONSPFADE ZUR BIOÖKONOMIE
Zukunftsszenarien und politische Gestaltung



TRANSFORMATIONSPFADE ZUR BIOÖKONOMIE

Zukunftsszenarien und politische Gestaltung

Autorinnen und Autoren

Sven Wydra, Stephanie Daimer, Bärbel Hüsing, Jonathan Köhler,
Alexander Schwarz, Ariane Voglhuber-Slavinsky

unter Mitarbeit von

Nils Heyen, Ralf Lindner, Elna Schirmeister, Sarah Seus

INHALT

1	ZUSAMMENFASSUNG	6
2	UNSER BEITRAG	12
3	DER BISHERIGE STAND DES BIOÖKONOMISCHEN WANDELS	14
	Definition und Charakteristika	15
	Bisherige Entwicklung im Transformationsprozess	17
	Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Bioökonomie und den Verlauf des Transformationsprozesses	18
	Einflussfaktoren und Marktentwicklung bei bio-basiertem Plastik	20
4	WIE ES WEITERGEHEN KÖNNTE	22
	Entwicklung von vier Bioökonomie-Szenarien	23
	Vier Szenarien für das Jahr 2040	26
	Was in Zukunft wichtig ist	30

5 WAS DIE POLITIK BISHER TAT UND WAS SIE KÜNFTIG TUN SOLLTE	34
Eine zukunftsfeste Politik für die Bioökonomie – acht Handlungsempfehlungen	35
Die Grundlage zukunftsfester Politik: Stakeholder einbinden und Ziele formulieren	39
6 ANNEX	46
Das Projekt Transformation-Bio	47
Referenzen	48
Endnoten	49
Impressum	51



1

ZUSAMMENFASSUNG

Der Bioökonomie wird ein potenziell hoher Beitrag zur Bewältigung ökonomischer, gesellschaftlicher und ökologischer Herausforderungen zugeschrieben, wie zum Beispiel dem Klima- und Umweltschutz, der Ernährungssicherung oder der nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung.

Allerdings ist noch weitgehend offen, wie die Bioökonomie aussehen kann und müsste, um diese Potenziale zu realisieren und wie der Transformationsprozess dahin gestaltet werden kann. Der vorliegende Kurz-Bericht zum Projekt Transformation-Bio umfasst sowohl wichtige Beobachtungen über die bisherige Entwicklung des Transformationsprozesses als auch eine szenariogeleitete Vorausschau für die mögliche Entwicklung ausgewählter Segmente (bio-basiertes Plastik, Bio-Kraftstoffe für Flug- und Autoverkehr, sowie Bio-Schmierstoffe), anhand welcher zukünftig relevante Aspekte identifiziert und erörtert werden. Daraus ergeben sich handlungsweisende Aspekte und Optionen für die Koordinierung und Gestaltung des Transformationsprozesses.

Der bisherige Stand des bioökonomischen Wandels

Die Transformation zur Bioökonomie impliziert tiefgreifende Veränderungsprozesse in Technologie (zum Beispiel hin zu bio-basierten Materialien), Wirtschaft (zum Beispiel neue Wertschöpfungsketten und -netze, kreislauforientierte Konzepte) und Gesellschaft (zum Beispiel hin zu mehr Klimaschutz). Bislang steht der Transformationsprozess erst am Anfang. Während die Bioökonomie mit den traditionellen Sektoren (zum Beispiel Landwirtschaft, Nahrungs-/Futtermittel, Papier, Textil) zwar seit langer Zeit etabliert ist, ist die Verbreitung bio-basierter Produkte und Prozesse in anderen Sektoren bislang begrenzt. Dort sind in weiten Teilen maximal Drop-in-Lösungen – also Produkte, die funktional identisch mit fossil-basierten Produkten sind – in unterschiedlichen Segmenten am Markt. Diese können aber ökonomisch gegen etablierte Produkte und Anwendungen im Wettbewerb oftmals nicht bestehen. Daneben sind neuartige bio-basierte Anwendungen (Non-Drop-ins) noch in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Der „Tipping Point“, ab dem sich bio-basierte Produkte und Prozesse in großer Breite zu den gegebenen Rahmenbedingungen im System etablieren, ist bislang nicht erreicht. Es gibt eine Vielzahl von Faktoren, welche die Verbreitung bio-basierter Produkte und Prozesse hemmen und Pfadabhängigkeiten zementieren.

Die politischen Akteure haben zwar seit einigen Jahren die Bioökonomie als Querschnittsthema aufgegriffen, welches in verschiedenen Ressorts angesiedelt ist und auf unterschiedlichen Politikebenen gestaltet wird. Allerdings ergeben sich noch zahlreiche Herausforderungen für die aktuelle und zukünftige Gestaltung der Transformation, wie aus der Betrachtung möglicher Entwicklungspfade ersichtlich wird.

Was in Zukunft wichtig ist

In den im Rahmen von Transformation-Bio erarbeiteten Szenarien zeigen sich folgende Spezifika, welche die Transformation hin zur Bioökonomie prägen (werden):

- Großes Spektrum an möglichen Transformationspfaden hin zur Bioökonomie

Bei gleicher politischer Zielsetzung können sich aufgrund von Wechselwirkungen zwischen den Segmenten oder Unterschieden in der politischen Umsetzung unterschiedliche Transformationsmuster ergeben.

- Enge Zusammenhänge zwischen den bio-basierten Segmenten

Die verschiedenen Segmente der Bioökonomie sind über technologische Synergien, Wertschöpfungs- und Nutzungsketten, Nutzungskonkurrenzen bei Ressourcen (Biomasse, FuE-Budgets) oder politische Maßnahmen verbunden. Deshalb haben politische Entscheidungen für ein Segment häufig erhebliche Auswirkungen auf andere Segmente.

- Hohe Bedeutung der nachhaltigen Bereitstellung von Biomasse

Eine Transformation zur Bioökonomie, die zur Substitution fossiler Rohstoffe beitragen soll, wird aller Voraussicht nach mit einem erhöhten Biomassebedarf verbunden sein. Die Nachhaltigkeit der Bioökonomie hängt davon ab, ob es gelingt, mehr Biomasse nachhaltig zu produzieren und die Verwendung von Biomasse zu optimieren (zum Beispiel weniger Lebensmittelverschwendung, höhere Kaskadennutzung).

- Bedeutende wechselseitige Abhängigkeiten zu Transformationen in anderen Systemen

Wegen der großen Vielfalt bioökonomischer Produkte bestehen wechselseitige Abhängigkeiten zwischen der Transformation zur Bioökonomie und Transformationen in anderen Bereichen. Akteursentscheidungen in den Systemen Energie, Mobilität sowie in der Materialwirtschaft und Produktion haben erhebliche Auswirkungen auf die Entwicklung in der Bioökonomie.

- Zentrale Rolle der Politik als Transformationstreiber

Damit eine Transformation zur Bioökonomie überhaupt stattfindet, sind signifikante zusätzliche politische Maßnahmen nötig.

- Einstellungs- und Verhaltensänderungen in der Gesellschaft tragen Politikwandel zu mehr Bioökonomie

Änderungen in Einstellung und Verhaltensmustern von Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen beziehungsweise begünstigen die bioökonomische Transformation, indem sie Politik beeinflussen beziehungsweise mittragen.

- Auftreten von Verteilungs- und Zielkonflikten sowie Widerständen

Weil die Transformation zur Bioökonomie verschiedene Stakeholder unterschiedlich begünstigt oder benachteiligt, sind Konflikte und Widerstände absehbar, welche dem Transformationsprozess abträglich sein können. Daher muss die Antizipation dieser Konflikte und Widerstände sowie ihre adäquate Adressierung integraler Bestandteil einer Bioökonomiepolitik sein, um die angestrebte Transformation zu erreichen.

Was die Politik künftig tun sollte

Der Politik kommt eine zentrale Rolle in der Transformation zur Bioökonomie zu. Um die genannten zukunftsrelevanten Aspekte geeignet zu adressieren, ist eine Weiterentwicklung der bisherigen Politik wichtig.

Dabei ergeben sich folgende zentrale Handlungsfelder:

- Den verschiedenen Bioökonomie-Zukünften bei der Politikgestaltung Rechnung tragen, indem eine systematische Vorausschau erfolgt, die eine lernende Politik noch besser in die Lage versetzt, aktiv Richtungsentscheidungen für die Bioökonomie zu reflektieren.
- Eine kohärente Nachhaltigkeitsorientierung für die Bioökonomie anstreben, wobei eine stärkere strategische Verzahnung der Bioökonomiepolitik mit anderen Politikfeldern (zum Beispiel Politiken zu Nachhaltigkeit, Energiewende, Mobilitätskonzepten, Kreislaufwirtschaft, Rohstoffversorgung/-effizienz, Entwicklungspolitik) auf hohen politischen Ebenen voranzutreiben ist.
- Einen kohärenten Policy-Mix in der Bioökonomie etablieren, der für verschiedene Segmente ein ausgewogeneres Portfolio von Forschungs- und Innovationsförderung und auch nachfrageorientierter Politik sowie diskursorientierten und informierenden Ansätzen enthält und der experimentelle Vorgehensweisen einschließt.
- Die Legitimierung von Nachfragepolitiken durch Monitoring und Anpassung ihrer Ausrichtung auf Nachhaltigkeit sicherstellen.
- Dialogorientierte Maßnahmen systematisch nutzen, um die Zukunftsoptionen und Transformationspfade, und vor allem die inhärenten Zielkonflikte explizit aufzugreifen.
- Informationspolitik von anderen Politikfeldern aufgreifen, um in breiten Teilen der Gesellschaft schneller ein Umdenken anzustoßen.
- Ausgewogene Balance zwischen längerfristig verlässlicher Politik und experimentierender, lernender Politik finden.

- Nachhaltige Biomassebereitstellung nicht nur technologisch lösen, sondern auch Verhaltensänderungen adressieren (zum Beispiel bezüglich Vermeidung von Lebensmittelabfällen, Rückführung biogener Ressourcen in Kreisläufe, Konsumreduktion von Produkten mit hohem Flächenbedarf).

Diese Handlungsfelder beziehen sich nicht nur auf Politikinhalte, sondern zeigen auf, dass vor allem eine lernende Politik bedeutend ist, das heißt die regelmäßige Überprüfung, ob sich ein Bereich in eine vielversprechende Richtung entwickelt, und wie ggf. entgegengesteuert werden kann. Dabei spielen auch kommunikative Instrumente, die Einbindung von Stakeholdern und Zielsetzungen für die Nachhaltigkeits-Transformation eine große Rolle. Dies verdeutlicht die Bedeutung der Frage „wie Politikgestaltung ablaufen soll“. Hierfür kann die sogenannte reflexive Governance eine passende Vorgehensweise anbieten, das heißt ein inklusiver politischer Zielfindungsprozess, welcher sich kontinuierlich selbst überprüft, dadurch lernt und sich weiterentwickelt. Dazu gehört auch, dass Interdependenzen mit anderen (transformativen) Entwicklungen und Politikfeldern strategisch bedacht werden und experimentelle Herangehensweisen genutzt werden, um Maßnahmen zu erproben, deren Beitrag zur gewünschten transformativen Entwicklung vielversprechend erscheint, aber noch nicht sicher beurteilt werden kann.

Wir haben dieses Konzept auf die Weiterentwicklung und Ausgestaltung des transformativen Wandels der Bioökonomie übertragen und leiten daraus Schritte ab, wie eine höhere Reflexivität erreicht werden kann. Wir zeigen auf, wie die Formulierung konkreter Positionen und messbarer Ziele, Partizipationsprozesse, die glaubwürdig Zielkonflikte und Widerstände bearbeiten können, systematische Vorausschau-Aktivitäten und eine lernende Politik jeden Prozessschritt von der übergeordneten strategischen Zielformulierung bis hin zur Gestaltung von (Fach-)Politiken wirksam unterstützen können, um transformativen Wandel in der Bioökonomie zu erreichen.



2

UNSER BEITRAG

Weltwirtschaft und Gesellschaft stehen vor großen Herausforderungen: Hierzu zählen etwa die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, die Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen, der Schutz von Umwelt und Klima, die Gewährleistung der Ernährungssicherheit sowie die Generierung von Wirtschaftswachstum, insbesondere in ländlichen Regionen, und der Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Einen Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderungen kann der Transformationsprozess zur Bioökonomie leisten, einer nachhaltigen, bio-basierten, an natürlichen Kreisläufen orientierten Wirtschaft, die die heutige, auf fossilen Rohstoffen basierenden Wirtschaft ergänzt oder sogar ersetzt.

Vorstellungen jedoch, wie eine solche Bioökonomie aussehen und wie der Transformationsprozess dahin verlaufen und gestaltet werden sollte, sind bislang wenig konkret und divergieren erheblich zwischen Stakeholdergruppen.

In dieser Zusammenfassung stellen wir ausgewählte Ergebnisse des Projekts „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel – Reflexive Governance und dynamische Innovationssysteme am Beispiel der energetischen und stofflichen Nutzung biogener Rohstoffe“ (Transformation Bio) dar, welche anhand der Segmente bio-basiertem Plastik, bio-basierte Schmierstoffe und Bio-Kraftstoffe für den Straßen- beziehungsweise Flugverkehr folgende Fragen beantworten:

- Wie verliefen Transformationsprozesse in diesen Segmenten in der Vergangenheit, wie könnten sie zukünftig verlaufen?
- Welche Einflussfaktoren bestimm(t)en den jeweiligen Verlauf?
- Wie beeinflussen sich die Verläufe der Transformationsprozesse in den jeweiligen Segmenten gegenseitig? Unter welchen Bedingungen können sich die Segmente zukünftig synergetisch oder zu Lasten der jeweils anderen entwickeln?
- Welche Rolle spielte die Politik bisher und wie sollte eine zukunftsfeste Politik ausgestaltet sein?

Diese Broschüre richtet sich an Entscheidungsträgerinnen und -träger in der Bioökonomie und damit verschränkter (Politik-)Felder. Sie gibt Antworten auf die oben genannten Fragen und zeigt Handlungsoptionen für unterschiedlich akzentuierte Transformationspfade auf. Zudem spiegelt sie die Handlungsoptionen an der bisherigen Bioökonomiepolitik und gibt Empfehlungen für ihre künftige Ausgestaltung und Koordination.

3

DER BISHERIGE STAND DES BIOÖKONOMISCHEN WANDELS

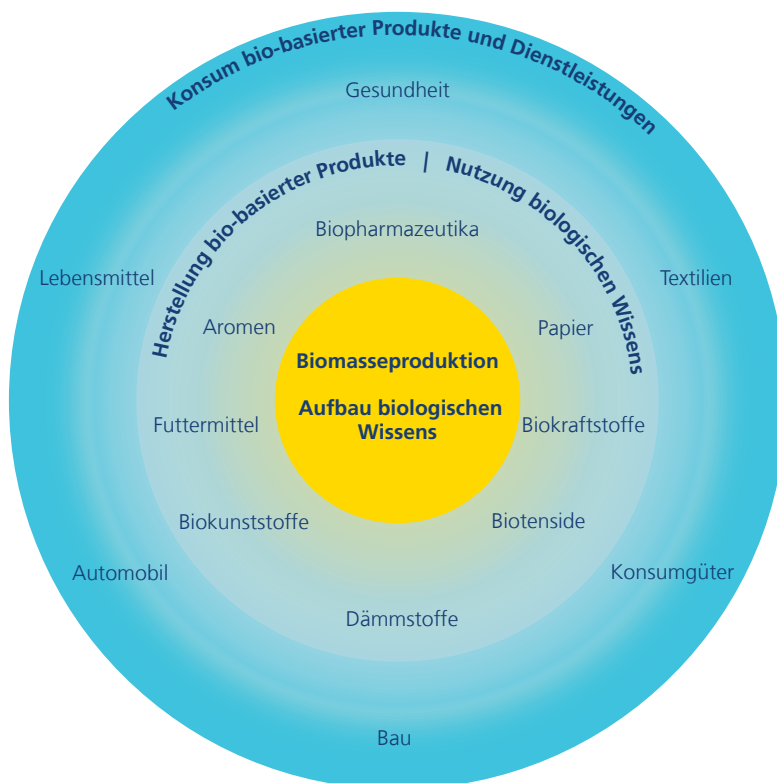
able  **Made from Plants**

Definition und Charakteristika

Um den zukünftigen, postulierten Transformationsprozess geeignet betrachten zu können, ist es zunächst wichtig herauszustellen, welche besonderen Charakteristika die Bioökonomie auszeichnen und wie ihre bisherige Entwicklung verlaufen ist.

Der von der Bundesregierung von 2009 bis 2019 eingesetzte Bioökonomierat definiert die Bioökonomie als „die wissensbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen“ (Bioökonomierat 2017). Die Bioökonomie erstreckt sich somit über eine Vielzahl von Wertschöpfungsketten und Anwendungsfeldern, die Biomasse beziehungsweise biologisches Wissen produzieren, diese nutzen oder fertige bio-basierte Produkte in ihre Produkte integrieren beziehungsweise konsumieren (Abbildung 1).

Abbildung 1: Ausgewählte Anwendungsfelder der Bioökonomie*



Quelle: Fraunhofer ISI in Anlehnung an Darstellungen des Bioökonomierats, siehe zum Beispiel Barben (2018)

* Einige Sektoren sind mehreren Ringen zurechenbar und wurden vereinfacht dargestellt.

Die Anwendungsfelder sind dabei sehr heterogen bezüglich ihrer zentralen Eigenschaften (zum Beispiel Volumina, Preise, Rohstoffbedarf, Bedeutung von Innovationen) und ihrem Bezug zur Bioökonomie. Zum einen umfasst die Bioökonomie die Sektoren Nahrungs- /Futtermittel, Papier, Textilien, Land- und Forstwirtschaft, die traditionell bio-basierte Rohstoffe produzieren beziehungsweise verarbeiten. Daneben gibt es in bislang vorrangig fossil-basierten Sektoren bio-basierte Drop-in-Lösungen, das heißt Produkte, die funktional identisch mit fossil-basierten Produkten sind, und die primär auf die Rohstoffsubstitution abzielen. Darüber hinaus gibt es sehr innovative Entwicklungen – häufig technologisch getrieben – bei denen neuartige Produkte, veränderte Funktionalitäten oder die Verwendung bisher kaum genutzter Rohstoffquellen (zum Beispiel Nutzung von CO₂) im Vordergrund stehen.

Definition von Systemtransformationen

Eine Systemtransformation liegt dann vor, wenn sich die Anforderungen an die Erfüllung bestimmter gesamtgesellschaftlicher Funktionen (zum Beispiel Ernährung) grundsätzlich verändern und mit ihnen die Formen der Funktionserfüllung. Systemtransformation ist in der Regel das Ergebnis einer Reihe von miteinander verschränkten Transformationen, das heißt technologische, instrumentelle, gesellschaftliche, ökonomische und politische Transformationen.

Der Transformationsprozess zur Bioökonomie – im Sinne einer Systemtransformation (siehe Box) – umfasst grundsätzlich alle diese skizzierten Bereiche und bedingt tiefgreifende Veränderungsprozesse in Technologie (zum Beispiel hin zu bio-basierten Materialien), Wirtschaft (zum Beispiel neue Wertschöpfungsketten und -netze, kreislauforientierte Konzepte) und Gesellschaft (zum Beispiel hin zu mehr Klimaschutz). Die Versorgung mit Energie, Mobilität aber auch der Konsum von lebensnotwendigen (zum Beispiel Nahrung) oder luxuriösen Gütern (zum Beispiel Kosmetika) erfolgt auf Grundlage einer anderen Rohstoffbasis und Wirtschaftsweise. Dieser Prozess weist im Vergleich zu anderen (sozio-technischen) Transformationen wie der Digitalisierung, Mobilitäts- oder Energiewende einige Besonderheiten auf. Diese sind unter anderem:

- Dass die im historischen Verlauf zunächst starke Technologieorientierung (Biotechnologie und Gentechnik) zunehmend durch eine Bedarfsorientierung abgelöst wurde und wird. Dieser Paradigmenwandel ist insbesondere dadurch bedingt, dass zunehmend gesellschaftliche Ziele (zum Beispiel Nachhaltigkeit, Substitution fossiler Ressourcen) mit der Bioökonomie erreicht werden sollen;
- Der Anspruch, fossile Rohstoffe zu ersetzen und Beiträge zu nachhaltigem Wirtschaften zu leisten als Teil anderer, umfassenderer Transformationsprozesse (zum Beispiel klimaneutrale Wirtschaft, zirkuläre Wirtschaftsweise);
- Die Nutzung von biologischen und biogenen Ressourcen, die zwar regenerierbar sind, letztlich aber auf nachhaltige Weise, das heißt die die planetaren Grenzen respektiert, nur

begrenzt verfügbar gemacht werden können. Es ist noch offen, ob beziehungsweise wie die Bioökonomie wirklich einen nennenswerten Anteil an der Wirtschaft ausmachen kann, wenn sie auf nachhaltig produzierter Biomasse beruhen soll.

Abbildung 2 (Seite 19) fasst die genannten Bereiche und Ziele der Transformation zur Bioökonomie zusammen.

Im Projekt „Transformation Bio“ liegt der Fokus auf Segmenten, bei denen vorrangig die Substitution fossiler Rohstoffe im Vordergrund steht (Bio-Kunststoffe, Bio-Kraftstoffe für Flug- und Autoverkehr, Bio-Schmierstoffe). Anhand dieser lassen sich sowohl ex-post als auch ex-ante Analysen des Transformationsprozesses durchführen und zentrale Entwicklungen (zum Beispiel Entwicklung des Biomassebedarfs, gesellschaftliche Konflikte, neue Wirtschaftsstrukturen) geeignet betrachten.

Bisherige Entwicklung im Transformationsprozess

Die Bioökonomie ist in ihren traditionellen Sektoren zwar seit langer Zeit etabliert. Der Transformationsprozess, der zusätzlich die Substitution fossiler Rohstoffe durch bio-basierte Ressourcen sowie neue Formen der Funktionserstellung umfasst, steht allerdings erst am Anfang. Zahlreiche neu- und einzigartige bio-basierte Anwendungen befinden sich aktuell noch in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Drop-in-Lösungen, die statt auf fossilen Rohstoffen auf Biomasse basieren, sind zwar in mehreren Segmenten am Markt, können im Wettbewerb mit fossil-basierten Anwendungen bislang aber nur in Einzelfällen ökonomisch bestehen. Somit ist der „Tipping Point“, ab dem sich aufkommende bio-basierte Produkte und Prozesse in großer Breite zu den gegebenen Rahmenbedingungen im System etablieren, bislang nicht erreicht. Vielmehr bedarf es der expliziten politischen Intervention, diese Produkte und Prozesse zu etablieren und ein Marktwachstum zu erreichen.

In den vergangenen Jahren haben die europäische und deutsche Politik Bioökonomie als Langfrist- und Querschnittsaufgabe identifiziert und zentrale Maßnahmen ergriffen (Abbildung 3, Seite 19). In Deutschland gehörten dazu insbesondere die Entwicklung der Nationalen Politikstrategie (2013) und der Nationalen Forschungsstrategie (2010) Bioökonomie (NFSB), die Ablösung des technologiegetriebenen Rahmenprogramms der Biotechnologie durch ein missionsorientiertes Rahmenprogramm für die Bioökonomie sowie das Einsetzen des Bioökonomierats als langjähriges Beratungsgremium der Bundesregierung. Bioökonomiepolitik ist heute eine Politik, die auf Bundesebene vor allem in den Ressorts Bildung und Forschung, Landwirtschaft, Wirtschaft und Umwelt angesiedelt ist und auf unterschiedlichen Politikebenen – EU, Bund, Bundesländer und Regionen – gestaltet wird.

Die Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Bioökonomie und die damit verbundenen Ziele haben sich in den letzten Jahren gewandelt: So verlor das ursprünglich prominente Ziel der Substitution fossiler Rohstoffe wegen des niedrigen Rohölpreises teils an Bedeutung.

Demgegenüber gewannen jedoch Klima- und Umweltschutzziele sowie die „Sustainable Development Goals“ der Vereinten Nationen als politische Ziele an Bedeutung, und somit an Legitimationskraft für die Bioökonomieförderung. Mögliche Beiträge zu nachhaltigem Wirtschaften sind dementsprechend ein dominantes Paradigma im Bioökonomie-Diskurs geworden.

Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Bioökonomie und den Verlauf des Transformationsprozesses

Die Transformation zur Bioökonomie und die Entwicklung ihrer verschiedenen Segmente werden von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Dazu gehören vor allem die folgenden:

- Wissenschaft und Technologie: Verfügbare Produktionstechnologien und -optionen, Drop-in oder neue oder einzigartige Qualität, Know-how, Technologietransfer, technische Performance und Passfähigkeit zum existierenden System
- Wirtschaft und Markt: Anwendungen, Nachfrage, Verbraucherbildung, Kosten- und Qualitätswettbewerb mit Konkurrenzprodukten und -verfahren, Verhalten von neuen und etablierten Akteuren, Ölpreis
- Umwelt: Problemlösungsbeitrag zu Umweltproblemen, auch im Vergleich zu konventionellen Alternativen; Wandel der Wahrnehmung bestimmter Umweltprobleme im Zeitverlauf
- Politik und Institutionen: Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE), markt- und nachfrageorientierte Innovationspolitik, Koordination Forschungs-/Wirtschafts-/Umwelt-/Agrarpolitik, gesetzliche Rahmenbedingungen, Standards
- Gesellschaft und Kultur: Werte, Akzeptanz, Wahrnehmung und Bewertung von Zielkonflikten (zum Beispiel Landnutzungsänderungen)

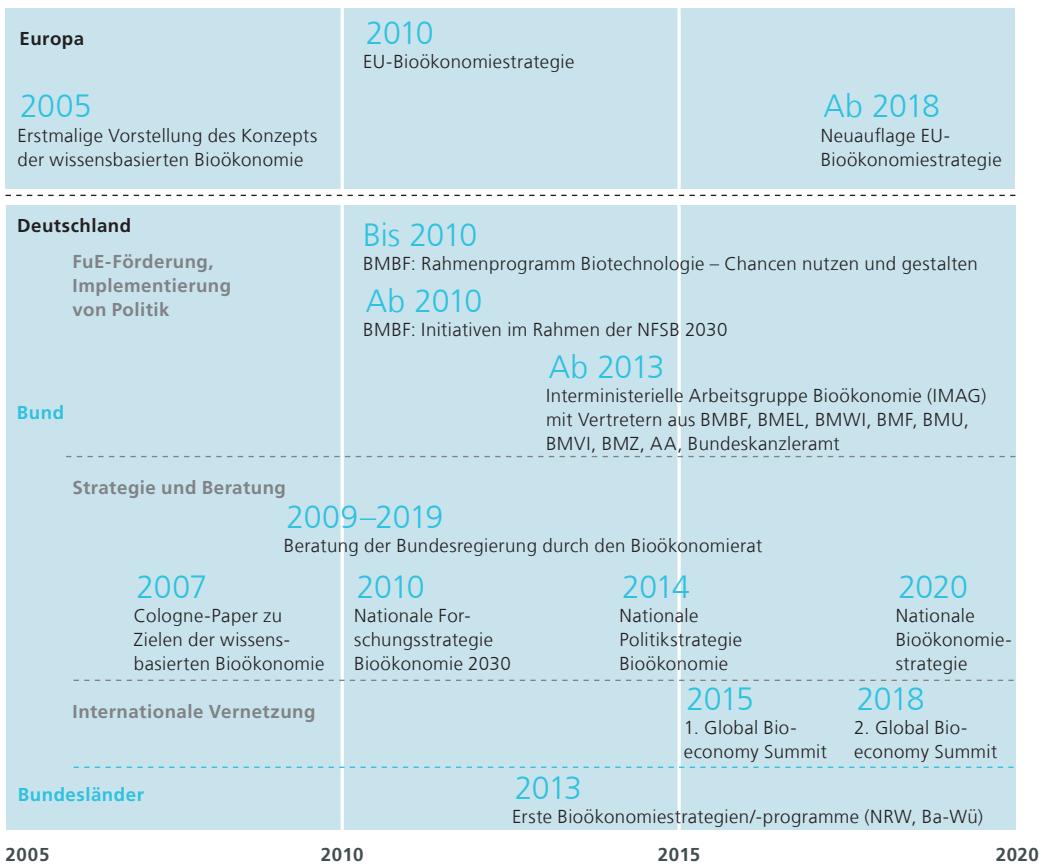
Jeder dieser Einflussfaktoren kann sich förderlich oder hemmend auswirken. Zudem können sich die Wirkrichtungen im Zeitverlauf ändern. Dies sei am Beispiel von bio-basiertem Plastik illustriert.¹

Abbildung 2: Bereiche und Ziele der Transformation zur Bioökonomie

	Rohstoffbezogen		Technologiebezogen
Bereiche	Traditionelle Bioökonomiesektoren Nahrung, Futtermittel Papier, Textil, etc.	(vorrangig) fossilbasierte Sektoren Chemie, Kunststoffe Schmierstoffe, Energie Kraftstoffe, etc.	Innovative Anwendungen neue biopharmazeutische Wirkstoffe, cultured meat, Nutzung von CO ₂ als Rohstoff etc.
Schwerpunkt Transformation Bioökonomie	Optimierung der Güterbereitstellung	Substitution fossiler Ressourcen durch bio-basierte Ressourcen	neue Form der Funktionserbringung
Ziele	Umwelt-/Klimaschutz nachhaltige Ernährungsversorgung Gesundheit		nachhaltige Rohstoffversorgung höhere Qualität für Konsumenten wirtschaftliche Entwicklung

Quelle: Fraunhofer ISI

Abbildung 3: Ausgewählte Meilensteine der Bioökonomiepolitik

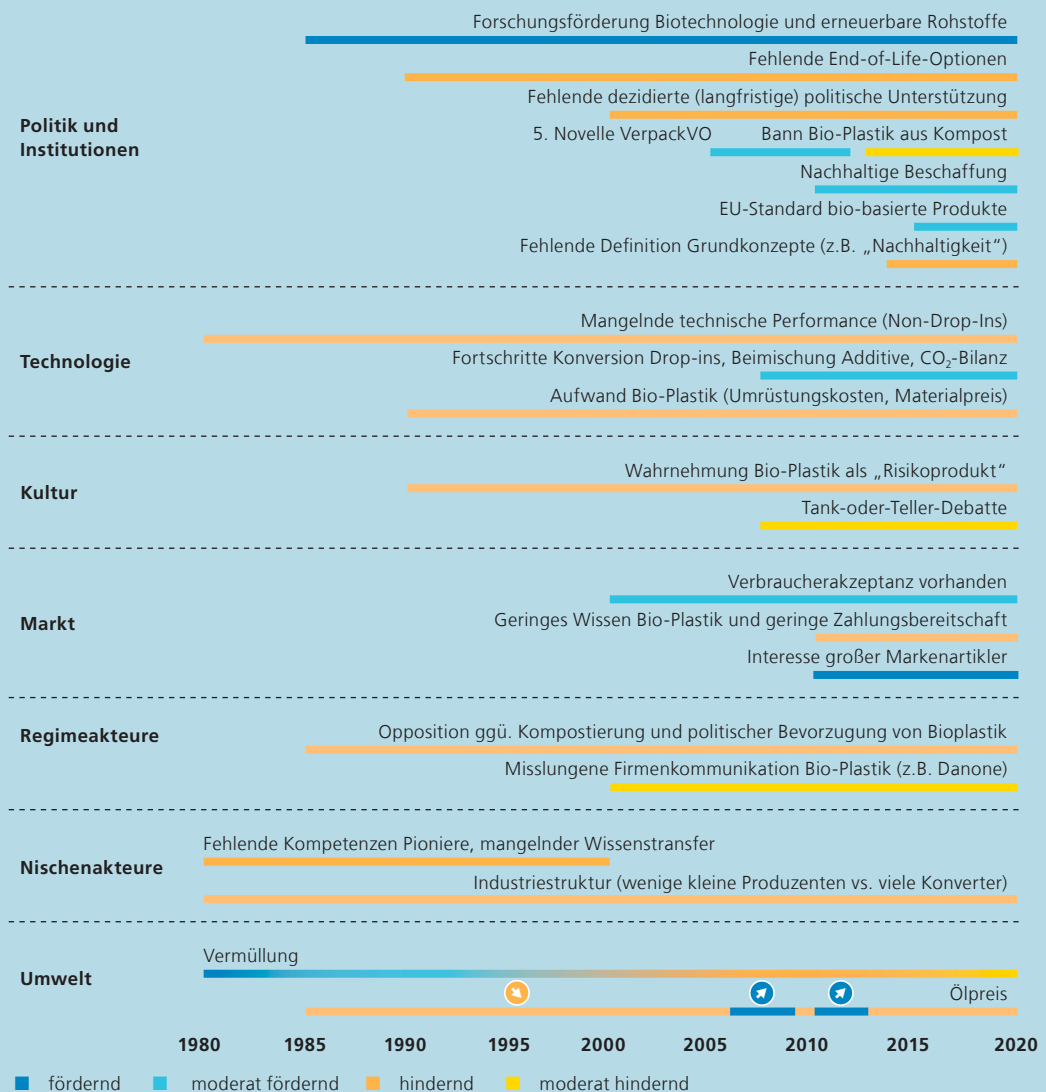


Quelle: Fraunhofer ISI an Anlehnung an Biocom (2015)

Einflussfaktoren und Marktentwicklung bei bio-basiertem Plastik

Anhand des Beispiels von bio-basiertem Plastik lassen sich Einflussfaktoren auf die Entwicklung bio-basierter Produkte, deren Wandel sowie ihr förrender beziehungsweise hemmender Einfluss im Zeitverlauf sehr gut veranschaulichen. Unter bio-basiertem Plastik werden im Folgenden Kunststoffprodukte verstanden, die zumindest teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Die folgende Abbildung fasst fördernde (dunkelblau/blau) und hindernde Faktoren (orange/gelb) für die Entwicklung von bio-basiertem Plastik zusammen.

Abbildung 4: Einflussfaktoren für bio-basiertes Plastik im Zeitverlauf



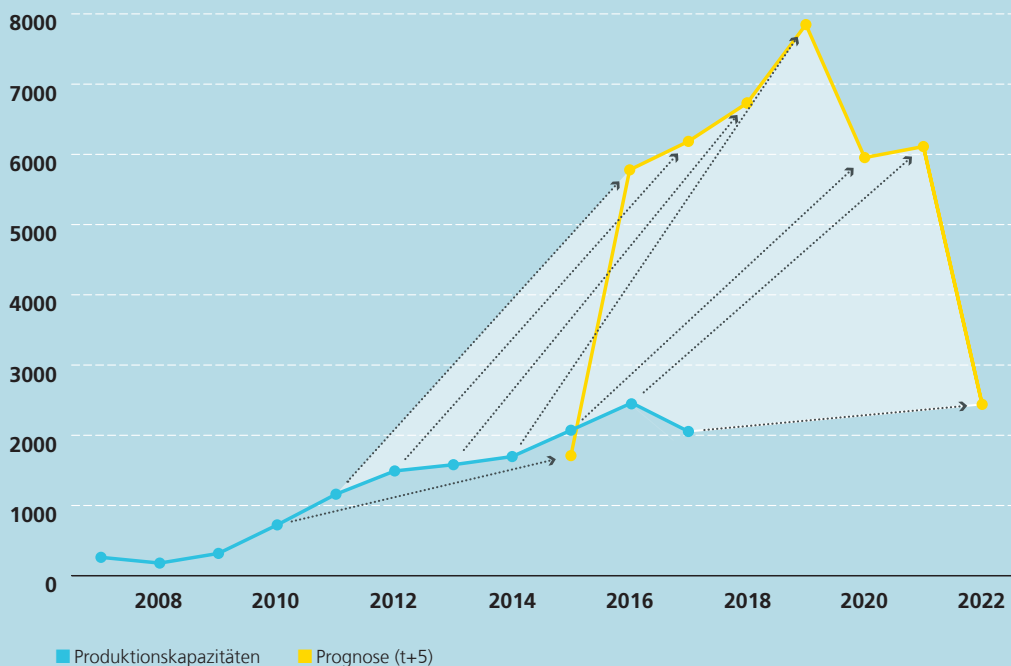
Quelle: Fraunhofer ISI

Zwar haben Probleme wie Plastikmüll in der Umwelt und der Anstieg von CO₂-Emissionen sowie die zeitweilige Steigerung des Ölpreises hohe Erwartungen geweckt, dass bio-basiertes Plastik Lösungsbeiträge liefert und sich daher am Markt etablieren würde. Jedoch reichten diese Treiber letztlich nicht aus, die bestehenden hindernden Faktoren (höhere Kosten, Zweifel bzgl. der ökologischen Vorteilhaftigkeit, geringes Wissen der Verbraucher) zu überwinden.

Dies führte dazu, dass das tatsächliche Marktwachstum stets hinter den geweckten Erwartungen zurückblieb, wie Abbildung 5 zeigt: Prognosen über Produktionskapazitäten für die nächsten fünf Jahre wurden stets deutlich verfehlt. Der Ölpreisanstieg und ambitionierte Pläne einiger Markenartikelhersteller hatten zwar zunächst zu Ankündigungen des Aufbaus neuer Produktionsanlagen geführt. Das erneuerte Absinken des Ölpreises und Unsicherheiten bezüglich der Nachhaltigkeitsbilanz von bio-basiertem Plastik sorgten jedoch dafür, dass diese letztendlich revidiert werden mussten.

Erwartungen über das zukünftige Wachstum des Marktes für bio-basiertes Plastik stützen sich auf dessen stärkere Integration in zirkuläre Wirtschaftskreisläufe, das Interesse großer Markenhersteller an der Etablierung nachhaltiger Lieferketten und der Entwicklung vielversprechender innovativer Materialien, die zum Beispiel auch in wässriger Umgebung biologisch abbaubar sind (PHA).

Abbildung 5: Entwicklung Produktionskapazitäten für Bio-Plastik und 5-Jahres-Prognosen (in Tausend Tonnen)²



Quelle: Zusammenstellung Fraunhofer ISI auf Basis jährlicher Daten von <https://www.european-bioplastics.org/market/>



4

WIE ES WEITERGEHEN KÖNNTE

Entwicklung von vier Bioökonomie-Szenarien

Bislang sind Vorstellungen, wie eine künftige Bioökonomie aussehen wird, wenig konkret, sie divergieren erheblich zwischen Stakeholdergruppen, und nehmen häufig nur eines oder wenige Segmente (zum Beispiel Bio-Kraftstoffe, bio-basiertem Plastik) in den Blick, ohne Wechselwirkungen zwischen den Segmenten und zwischen der Bioökonomie und angrenzenden Politikfeldern zu berücksichtigen.

Um diese Lücke zu schließen, wurden im Projekt Transformation-Bio für die Segmente bio-basiertem Plastik, Bio-Kraftstoffe für Flug- und Autoverkehr, sowie Bio-Schmierstoffe mit Hilfe von Expertenworkshops vier Zukunfts-Szenarien entwickelt. Die Szenarien stellen den möglichen Verlauf von Transformationsprozessen in der Bioökonomie dar. Sie berücksichtigen dabei die Wechselwirkungen zwischen Segmenten und illustrieren die damit verbundenen Politiken.

Um die Wechselwirkungen zwischen den Nischen³ zu erfassen, wurde die Methodik zur Szenarioerstellung folgendermaßen modifiziert: Zunächst wurden die wesentlichen Einflussfaktoren aus der historischen Entwicklung des jeweiligen Segments abgeleitet und mit Experteneinschätzungen abgeglichen. Diese Einflussfaktoren wurden dann verwendet, um mögliche, unterschiedliche Transformationspfade für jede der Nischen zu beschreiben, die auf Basis einer in der wissenschaftlichen Literatur verfügbaren Typologie für Transformationspfade (siehe Box) erarbeitet wurden.

Sozio-technischer Transformationsansatz

Die Entwicklung der Szenarien baut auf dem sozio-technischen Transformationsansatz von Geels (2005) auf. Demnach etablieren sich innovative Ansätze beziehungsweise Produktsegmente zunächst in kleinen Nischen, die mit dem existierenden Regime (zum Beispiel etablierte Akteure, Produkte, Infrastrukturen, Technologien) wenig kompatibel sind. Im Laufe der Transformation gewinnt die Nische selbst oder die mit ihr verbundenen Ideen zunehmend an Bedeutung. Wie sich eine Transformation aber genau vollzieht, ob zum Beispiel existierende Akteure verschwinden und durch neue ersetzt werden, Produkte und Technologien weitgehend ähnlich bleiben oder ob gesellschaftliche Bedürfnisse durch völlig neue Ansätze (zum Beispiel neue Mobilitätskonzepte) erfüllt werden, kann unterschiedlich sein. Hierzu wurden in der Literatur verschiedene Transformationspfade und -typologien entwickelt, wie eine Transformation ablaufen kann und mit historischen Fällen belegt.

So folgt die Energiewende beispielsweise einer „Substitution“, bei der die Nischen (alternative Energien) sich so stark entwickeln, dass sie das bisherige Regime (fossile Energieträger) weitgehend ablösen. Hingegen wird die Einführung der Abwassersysteme in den Niederlanden Ende des 19. Jahrhunderts als Beispiel für eine graduellere Veränderung („Transformation“) genannt, bei der die existierenden Akteure neue technologische Möglichkeiten aufgriffen, indem sie ihr Verhalten (Weiterentwicklung von Hygienestandards) und ihre Rolle (stärkere Bedeutung kommunaler Einrichtungen) veränderten.

Anschließend wurden Szenarien gebildet, welche die parallele Entwicklung aller vier Bioökonomie-Nischen abdecken. Hierfür wurden zunächst alle möglichen Kombinationen der nischenspezifischen Transformationspfade auf Konsistenz geprüft und nicht-plausible, das heißt inkonsistente, Kombinationen ausgeschlossen. Zudem wurden folgende Prämissen zur Szenariengenerierung und -auswahl getroffen:

- Die Szenarien sind so konzipiert, dass sie explorativ mögliche Entwicklungen darstellen, ohne dabei normativen Erwägungen zu folgen (zum Beispiel Erreichung einer möglichst hohen CO₂-Reduktion in einem bestimmten Zeitraum);
- Es wurden nur solche Szenarien gewählt, bei denen eine signifikante Transformation in einer oder mehreren Nischen stattfindet;
- Politikmaßnahmen dürfen nischenspezifisch unterschiedlich sein, müssen aber gleichzeitig nebeneinander plausibel sein;
- Eine Steigerung der Flächeninanspruchnahme und der Flächenerträge für die Biomassebereitstellung ist in Deutschland möglich, jedoch ist die jeweilige Zunahme begrenzt;
- Die Außenhandelsströme ändern sich nur bedingt (zum Beispiel kein „Biomasse-Import-Szenario“).

Im Ergebnis wurden mögliche Zukunftsbilder gewonnen, die eine konsistente Transformation mehrerer Nischen der Bioökonomie mit ihren jeweiligen Wechselwirkungen, Synergien oder Konflikten zwischen einzelnen Nischen widerspiegeln. Dabei ist die interne Konsistenz eines Szenarios das entscheidende Gütekriterium, nicht etwa die Wahrscheinlichkeit seines tatsächlichen Eintretens.

Die Szenarien spannen somit einen Möglichkeitsraum auf, der im Hinblick auf die folgenden Fragen analysiert wurde:

- Wie kann die Transformation in einer Nische aussehen, welche Entwicklungsmöglichkeiten ergeben sich daraus für andere Nischen?
- Unter welchen Bedingungen ist dies jeweils möglich, welches sind die jeweils wesentlichen Transformationsfaktoren?
- Welche Politikmaßnahmen tragen zu diesen Entwicklungen bei?
- Was lässt sich aus diesen Szenarien für die Ausgestaltung der heutigen und der künftigen Bioökonomiepolitik lernen?

Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick wie stark die einzelnen Nischen in den unterschiedlichen Szenarien wachsen.

Tabelle 1: Entwicklung der Nischen in den Szenarien

Bioökonomie-Nische	Szenario			
	Bio-Mobilität	Tech-Push	Bio-Flieger	Umwelt-Pull
Bio-Kraftstoffe im Straßenverkehr	++	++	0	+
Bio-Kraftstoffe im Luftverkehr	+	0	++	+
Bio-Schmierstoffe	0	+	0	+
Bio-basiertes Plastik	0	+	++	+

Vier Szenarien für das Jahr 2040



Bio-Mobilität

Um internationalen Klimaverpflichtungen und lauter werdenden Rufen der Zivilgesellschaft nach mehr Umweltschutz nachzukommen, darüber aber nicht der heimischen Wirtschaft zu schaden, entscheiden sich die EU und Deutschland für eine „industrieverträgliche Ökologisierung“. Diese sieht die sukzessive Implementierung von sektorspezifischen Klimaregelungen vor.

Den Anfang macht der Verkehrssektor, da hier bereits ein erprobtes Regelwerk besteht. Um die skandalgeplagte Autoindustrie nicht noch mit Forderungen nach neuen Antriebstechnologien zu belasten, wird der großflächige Umstieg auf Bio-Kraftstoffe durch nachfrageseitige Regulierung beschlossen. Da diese jedoch zunächst teurer sind als konventionelle Kraftstoffe, beschließt man aus Furcht vor öffentlichen Protesten und populistischen Parteien, zudem deren Preise zu subventionieren.

Während dadurch eine weitgehende Verbreitung von Bio-Kraftstoffen im Straßenverkehr erfolgt, gestaltet sich eine analoge Verbreitung im Luftfahrtsektor schwieriger, da hier globale Regelungen entscheidend sind. Ein internationales Luftfahrt-Klimaschutz-Abkommen lässt sich aber erst durchsetzen, als Fliegen weltweit zunehmend von Verbraucherinnen und Verbrauchern wegen dessen schlechter Umweltbilanz kritisiert wird und die Nachfrage nach Flügen abnimmt. Weil die Vertragsstaaten aber unterschiedliche Interessen verfolgen, fällt dieses wenig ambitioniert aus. Nichtsdestotrotz motiviert es Fluggesellschaften zur vermehrten Nutzung von Bio-Kraftstoffen. Zudem verteuert es Fliegen und drückt so die Nachfrage weiter. Besonders auf Strecken wie Inlandsreisen weichen Privatpersonen und Wirtschaft auf Verkehrsmittel wie die Bahn aus. Firmen investieren zudem in ihre Informations- und Kommunikations-Technik (IKT)-Ressourcen, um Dienstreisen zu vermeiden. Die Politik unterstützt dies alles, indem sie geplante Infrastrukturinvestitionen in Schiene und IKT vorzieht und dafür andere Maßnahmen aufschiebt. Das Mobilitätsverhalten bezüglich des Luftverkehrs ändert sich somit im Zeitverlauf deutlich.

Wegen der enormen Nachfrage aus dem Verkehrssektor, ist die Biomassenachfrage im Jahr 2040 in diesem Szenario am höchsten. Da Biomasse zudem nur begrenzt importier- und verfügbar ist, muss die europäische Landwirtschaft ihre Erträge umweltfreundlich steigern. Die EU gewährt daher hohe Zuwendungen für FuE-Vorhaben und großzügige Investitionsbeihilfen. Dennoch müssen Flächen umgewidmet werden, was die Mehrheit der Bürgerinnen und Bürger aber „als notwendiges Übel“ akzeptiert.

Wegen des politischen Fokus auf dem Verkehrssektor stehen für die stofflichen bio-basierten Nischen letztendlich weder ausreichend Ressourcen zur Verfügung noch werden zusätzliche Maßnahmen zu ihrer Förderung ergriffen. Bereiche wie bio-basiertes Plastik oder Bio-Schmierstoffe gewinnen daher nur langsam an Bedeutung. Teilweise wandern Firmen, deren Schwerpunkt auf diesen Nischen liegt, auch aus Europa ab.

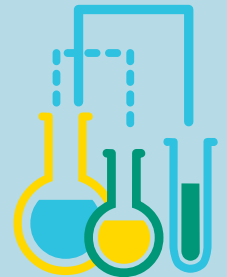
Tech-Push

Um höhere Beiträge zum Klimaschutz leisten zu können, wird politikseitig primär auf eine Innovationsförderung für bio-basierte Produkte in den verschiedenen Sektoren gesetzt.

Damit der Straßenverkehr weitgehend auf Bio-Kraftstoffe umsteigt, setzt man auf nachfrage- (zum Beispiel Quoten) und angebotsseitige (zum Beispiel FuE-Förderung zur Erschließung biogener Rohstoffe der zweiten bis vierten Generation) Politikinstrumente. Früh stellen sich so Erfolge ein, die die Bio-Treibstoff-Preise sinken lassen. Zudem begünstigen steigende Ölpreise die Nachfrage nach bio-basierten Produkten. Um die wiederaufkeimende Tank-oder-Teller-Debatte abzuschwächen, ruft die Bundesregierung die „Bundes-NaWaRo-Konferenz“ aus. Diese wird flankiert von zahlreichen Informationskampagnen sowie von Roundtables auf Gemeindeebene. Durch deren Erfolg bleibt Widerstand letztlich auf kleine, wenig einflussreiche Gruppen begrenzt.

Für eine flächendeckende Umstellung auf Bio-Kraftstoffe in der Luftfahrt wäre der Abschluss eines internationalen Abkommens nötig. Halbherzige Bemühungen der EU um ein solches scheitern jedoch letztendlich vor allem am Widerstand von Drittstaaten. Rein europäische Maßnahmen lassen sich ebenfalls nicht durchsetzen, weil einige Mitgliedstaaten darin eine wirtschaftliche Gefahr für ihre Luftfahrtindustrie sehen. Somit verändert sich insgesamt das Mobilitätsverhalten sowohl im Straßen- als auch im Luftverkehr kaum.

In den stofflichen bio-basierten Nischen profitieren Bio-Schmierstoffe und -Plastik von gestiegenen Ölpreisen, und können durch FuE-Förderung technische Fortschritte erzielen (zum Beispiel bei Bioraffinerien sowie durch Skalen- und Lerneffekte bei der Ausweitung der Produktion), die ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern. Die daraus resultierenden Preissenkungen und die zwischenzeitliche Flankierung durch nachfrageseitige Maßnahmen (zum Beispiel Abgaben auf fossilbasierte Kunststoffe und Schmierstoffe) bewegen Konsumentinnen und Konsumenten dazu, verstärkt auf bio-basierte Produkte umzusteigen, was insbesondere bei Schmierstoffen zu einer Abnahme von weitverbreiteten Produkt-Vorurteilen führt. Die zunehmende Nachfrage ermöglicht es Anbietern wiederum, ihre Produktion auszuweiten und dadurch weitere Skaleneffekte zu nutzen.





Bio-Flieger

Die EU und Deutschland versuchen Klimaziele durch möglichst branchenübergreifende, technologie neutrale Governance und nachfrageorientierte Politikinstrumente zu erreichen (vor allem durch verstärkten Emissionshandel).

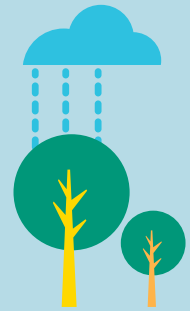
Ein Kernbaustein ist die „europäische Verkehrswende“, deren Ziel eine weitreichende Verminderung von Treibhausgasen in vielen Verkehrsbereichen ist. Beim Luftverkehr profitieren die europäischen Ambitionen vor allem von einer amerikanischen Tauwetter-Politik gegenüber China: Das US-amerikanische Angebot an die Volksrepublik, gemeinsam mit der EU den Klimawandel zu bekämpfen, sowie deren Einwilligung und geopolitischer Einfluss ermöglichen den Abschluss eines ambitionierten internationalen Klimaschutz-Abkommens, das einen strikten, von der IATA („International Air Transport Association“) verwalteten, Emissionshandel mit hohen Preisen für die Luftfahrt etabliert. Mangels einsatzbereiter technologischer Alternativen muss die Luftfahrt daraufhin auf Bio-Kraftstoffe umstellen, um die vereinbarten Ziele rechtzeitig zu erreichen.

Im Straßenverkehr vollzieht sich hingegen eine Transformation hin zu komplett neuen Antriebssystemen (zum Beispiel Brennstoff-Zellen) und alternativen Mobilitätskonzepten. Diese beginnt mit der großvolumigen Förderung der Erforschung und Entwicklung von Oberleitungsbussen und Oberleitungs-Lkws in Modellregionen. In Deutschland sind dies Städte, in denen die Deutsche Umwelthilfe Fahrverbote gerichtlich erzwungen hat. Zusätzlich dazu werden der ÖPNV sowie Car-Sharing-Angebote stark ausgebaut und besser auf die Mobilitätsbedürfnisse des Individualverkehrs abgestimmt. Zwar steigt zeitweilig auch das Produktionsvolumen von Bio-Kraftstoffen etwas an. Jedoch nimmt deren Bedeutung und Produktion im Zeitverlauf merklich ab. Gleiche Zielsetzungen und ähnliche Politikinstrumente führen somit zu einer sehr unterschiedlichen Verbreitung von Bio-Kraftstoffen im Straßen- und Luftverkehr.

Strikte Klimaschutzregeln werden auch auf die Kunststoffindustrie angewendet. Politikmaßnahmen (zum Beispiel verschärfter Emissionshandel) verteuern dort fossil-basiertes Plastik und setzen Anreize, vermehrt bio-basiertes Plastik nachzufragen. Zusätzlich reduziert sich die Produktion von Kunststoffen allgemein durch ein striktes Kunststoff-Kreislaufwirtschaftssystem und die Unterstützung von Mehrwegsystemen. Bio-Schmierstoffe verlieren an Bedeutung, weil sie in neuen Fahrzeugen (zum Beispiel mit wassergeschmierten Keramik-Elementen) kaum noch benötigt werden. Zudem stehen sie wegen der geringen absoluten Produktions- und Nachfragemengen nicht im Fokus der auf Dekarbonisierung ausgerichteten Politik.

Umwelt-Pull

Angesichts drängender Umweltprobleme sowie der Tatenlosigkeit der Politik setzt in der deutschen und europäischen Zivilgesellschaft ein tiefgreifender Wertewandel ein, der Nachhaltigkeit in den Mittelpunkt stellt. Durch ihr wachsendes Engagement für mehr Umweltschutz erreichen die Bürgerinnen und Bürger bis 2040 ein politisches Umdenken in allen betrachteten Nischen der Bioökonomie. Die Ausgestaltung erfolgt dabei sektorspezifisch unterschiedlich und jeweils in einem begrenzten Maße, da eine deutlich höhere Nutzung von Biomasse für industrielle Zwecke von der Bevölkerung als kritisch angesehen wird.



Um der Plastik-Ver Müllung entgegenzuwirken, investiert die EU massiv in den Aufbau eines europaweit einheitlichen Kunststoff-Kreislaufwirtschaftssystems. Ebenso werden Mehrweg-Verpackungssysteme gezielt implementiert und beworben. Der Aufbau fortschrittlicher Infrastrukturen wird flankiert durch weitere Maßnahmen wie etwa großzügige FuE-Förderung oder das weitreichende Verbot von Kunststoffen, die nicht biologisch abbaubar oder stofflich wiederverwertbar sind. Dies senkt die Gesamt-Plastiknachfrage und führt dazu, dass bestimmte „umweltfreundliche“ Plastiksarten, meist hochpreisige Non-Drop-Ins (zum Beispiel PHA, das in Wasser abbaubar ist), für bestimmte Anwendungen vermehrt nachgefragt werden. Obwohl Unternehmen der Kunststoffbranche diese Entwicklungen kritisch sehen, passen sie ihre Geschäftsmodelle und Produktportfolios letztendlich an. Diese Umstellung wird durch die FuE-Förderung zur Entwicklung von nachhaltigen Kunststoffen unterstützt.

Zusätzlich werden das Vorsorgeprinzip und die Umwelthaftung EU-weit signifikant verschärft. Dies begünstigt die Verbreitung von Bio-Schmierstoffen.

Im Bereich der Individualmobilität sinken die Autozahlen, weil die Politik alternative Mobilitätskonzepte wie den ÖPNV und Car-Sharing massiv fördert. Dies reduziert die Gesamt-Treibstoffnachfrage. Bio-Kraftstoffe können sich dennoch etablieren, weil einige Autoproduzenten sie bis zur Marktreife alternativer Antriebstechnologien als geeignete Übergangslösung nutzen und sie politisch über Quotenregelungen flankiert werden, die auf Treibhausgasminderungen durch Bio-Kraftstoffe abzielen.

Da Verhandlungen über ein internationales Abkommen zur Verminderung von Treibhausgasen im Luftverkehr ohne Aussicht auf Erfolg abgebrochen werden, bezieht die EU die Luftfahrt ins EU-Emissionshandlungssystem ein. Zum einen motiviert dies Fluggesellschaften zur vermehrten Nutzung von Bio-Kraftstoffen. Zum anderen lässt es kurzfristig die Flugpreise steigen, sodass die Nachfrage nach Flügen sinkt.

Was in Zukunft wichtig ist

Die erarbeiteten Szenarien stellen natürlich nur einen Auszug der möglichen Realität dar, einen zugespitzten Möglichkeitsraum des betrachteten Gegenstands. Zudem ist nur eine Auswahl an Nischen dargestellt. Da diese Nischen grundsätzliche Charakteristika der Bioökonomie aber gut abbilden und auch die Wechselwirkungen zwischen ihnen explizit betrachtet werden können, lassen sich anhand der Szenarien zentrale Aspekte verdeutlichen, die für die Transformation zur Bioökonomie prägend sein werden.

Großes Spektrum an möglichen Transformationspfaden hin zur Bioökonomie

Die Szenarien zeigen, dass sehr unterschiedliche Entwicklungen einzelner Bioökonomie-Nischen denkbar sind. Das Spektrum reicht von der Dominanz einzelner Nischen zu Lasten der anderen bis zur einer gewissen gleichzeitigen Entwicklung aller hier betrachteten Nischen. So dominieren in „Bio-Mobilität“ die Kraftstoffe für den Straßenverkehr und in „Bio-Flieger“ die für den Flugverkehr. In den Szenarien „Tech-Push“ und „Umwelt-Pull“ finden in mehreren der betrachteten Nischen signifikante Transformationen statt, wenngleich zumeist in einem limitierten Maße. Dies verdeutlicht, dass selbst wenn bestimmte Ziele wie etwa stärkere Klimaschutz- und Umweltpolitik ähnlich sein sollten, die Bioökonomie sich sehr unterschiedlich entwickeln kann, vor allem aufgrund bestimmter politischer Schwerpunktsetzungen und den Wechselwirkungen zwischen den bio-basierten Nischen.

Enge Zusammenhänge zwischen den bio-basierten Nischen

Die Nischen sind über technologische Synergien, Wertschöpfungs- und Nutzungsketten, Konkurrenz um die Nutzung knapper Ressourcen (zum Beispiel Biomasse, FuE-Budgets, Fachpersonal) oder politische Maßnahmen verbunden. Die politisch herbeigeführte Förderung einer Nische kann daher Pfadabhängigkeiten generieren. Diese können sich dann als problematisch erweisen, wenn über das Ziel, mit der Förderung dieser Nische die „Low-hanging Fruits“ zu ernten, die Gesamtsicht beziehungsweise strategische Entscheidung aus dem Fokus gerät. Dieses Risiko illustriert das Szenario „Bio-Mobilität“, bei dem durch den raschen Ausbau von Bio-Kraftstoffen für den Straßenverkehr die Entwicklungsmöglichkeiten für andere Nischen durch mangelnde Verfügbarkeit der Biomasse begrenzt werden.

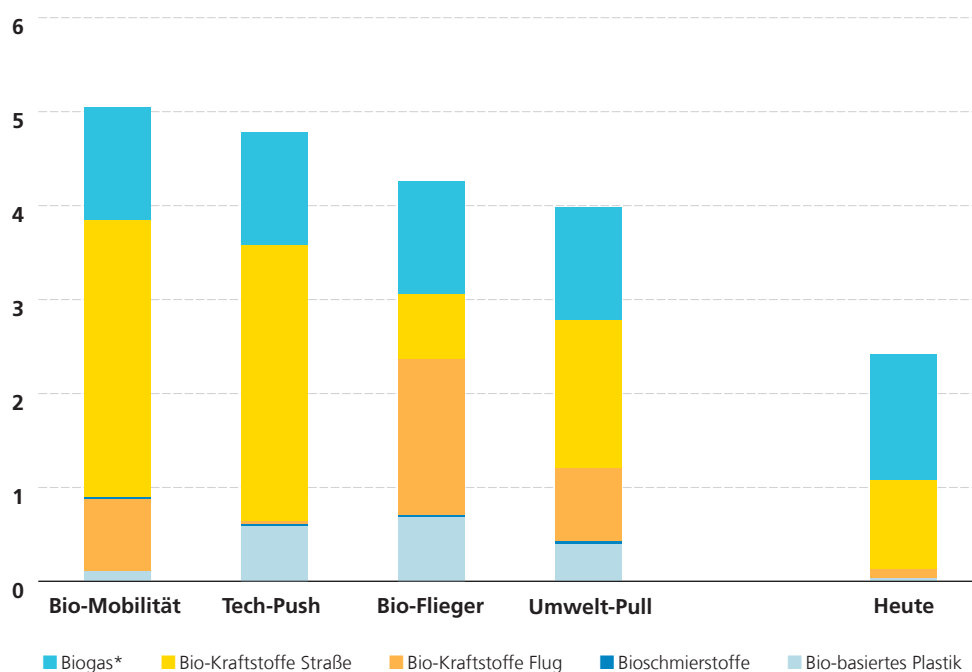
Nachhaltige Bereitstellung von Biomasse

Eine Transformation zur Bioökonomie, die zur Substitution fossiler Rohstoffe beitragen soll, wird aller Voraussicht nach mit einem erhöhten Biomassebedarf verbunden sein. Während – wie häufig angeführt – für die (weitgehende) Transformation einzelner Nischen der zusätzliche Bedarf begrenzt sein dürfte und ohne größere Veränderungen bereitgestellt werden könnte, kann dies anders aussehen, wenn sich viele Nischen zeitgleich entwickeln. Bei der Erstellung der Szenarien

wurden daher solche Varianten als inkonsistent ausgeschlossen, bei denen der Biomassebedarf in sämtlichen Anwendungsfeldern signifikant ansteigen würde. Dennoch verzeichnen auch die als konsistent eingestuften Szenarien eine Erhöhung des Biomassebedarfs. Am stärksten ist der resultierende zusätzliche Flächenbedarf dort, wo eine deutliche Ausweitung von Bio-Kraftstoffen im Straßenverkehr stattfindet („Bio-Mobilität“ und „Tech-Push“).

Eine Abschätzung des Flächenbedarfs in Deutschland im Jahr 2040 für die Szenarien zeigt Abbildung 6. Dabei wurde aufgrund des bereits heute hohen Flächenbedarfs von Biogas dieses Segment mit in die Grafik aufgenommen⁴:

Abbildung 6: Geschätzter Flächenbedarf in den Szenarien im Jahr 2040 in Mio. Hektar



Quelle: Fraunhofer ISI

* Biogas nicht in Zukunftsszenarien berücksichtigt

Unter den Annahmen, dass nur begrenzt zusätzlich Biomasse importiert wird und die zukünftigen Flächenerträge nur in einem begrenzten Maße steigen, kann der Mehrbedarf nur dann gedeckt werden, wenn für andere Verwendungen weniger Fläche eingesetzt wird. Dies ist grundsätzlich denkbar, wenn

- der Einsatz von Anbau-Biomasse für die energetische Nutzung verringert wird,
- die Verringerung von Lebensmittelabfällen erreicht wird, sowie
- die Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen zunimmt, oder
- der Fleischkonsum abnimmt,

so dass Agrarflächen für die Biomasseproduktion für die in den Szenarien skizzierten erhöhten Bedarfe genutzt werden könnten.

Wechselseitige Abhängigkeiten zu Transformationen in anderen Systemen

Die Transformation zur Bioökonomie ist sehr eng mit anderen Transformationen verknüpft und wird von dortigen Entwicklungen stark beeinflusst. Akteursentscheidungen beispielsweise in den Systemen Energie, Mobilität, Agro-Food sowie in vielen Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes (zum Beispiel Kunststoffindustrie, Maschinenbau) üben deshalb starke Wechselwirkungen auf die Entwicklungen in der Bioökonomie aus.

Dies gilt besonders für die Bio-Kraftstoff-Nische, deren Entwicklung in entscheidendem Maße davon abhängt, wie sich die Energie- und die Mobilitätswende entwickeln, zum Beispiel welche alternativen Lösungen sich in der Mobilität im Straßenverkehr etablieren und welche Rolle bio-basierte Produkte somit in der politischen Gestaltung der Mobilitätswende einnehmen werden. So illustrieren die Szenarien „Bio-Flieger“ und „Umwelt-Pull“ zukünftige Entwicklungen, in denen Bio-Kraftstoffe für den Straßenverkehr nur von marginaler oder moderater Bedeutung sind, da sich andere Mobilitätslösungen durchsetzen. Dies ist in diesen Szenarien nur deshalb möglich, weil erhebliche Infrastrukturinvestitionen außerhalb des Kernfeldes der Bioökonomie getätigt werden, etwa für die Verlagerung des Verkehrsaufkommens von der Straße auf andere Verkehrsträger (ÖPNV, Carsharing, Schiene).

Ähnliches gilt für die Entwicklung von bio-basiertem Plastik, die in den genannten Szenarien „Bio-Flieger“ und „Umwelt-Pull“ erheblich vom Aufbau einer umfassenden Kreislaufwirtschaft und somit von Veränderungen in der Abfall- und Recyclingwirtschaft abhängig ist.

Politik als zentraler Transformationstreiber

Alle Szenarien haben gemeinsam, dass sich die betrachteten Nischen überhaupt nur dann entwickeln, wenn eine verschärfte Klima- und Umweltgesetzgebung auf europäischer beziehungsweise internationaler Ebene implementiert wird (zum Beispiel Emissionshandel im Szenario „Bio-Flieger“). In Ergänzung spielen aber in allen Szenarien auch – unterschiedlich akzentuierte – Forschungs- und Innovationspolitik sowie in einigen Szenarien Kommunikation eine bedeutende Rolle. Dabei reichen einzelne Maßnahmen nicht aus, sondern das Zusammenspiel mehrerer Maßnahmen (Policy-Mix) und verschiedener Politikebenen (global, EU, national, regional) ist notwendig. Insbesondere nachfrageorientierte Politik ist für die Entwicklung der Nischen von zentraler Bedeutung. Besonders im Szenario „Umwelt-Pull“ haben zum Beispiel Quoten für die Nutzung von Bio-Kraftstoffen zur Treibhausgasminderung oder Verbote bei der Nutzung von konventionellem Plastik und Schmierstoffen eine hohe Bedeutung. Daneben wird in allen Szenarien insbesondere die Notwendigkeit deutlich, durch Forschungs- und Innovationspolitik gezielt Technologien zu fördern, die den Biomasse-Bedarf in den Anwendungen reduzieren, am besten durch Portfolios von Technologien, zum Beispiel alternative Antriebstechnologien (in „Bio-Flieger“, „Umwelt-Pull“). Deutlich wird auch, welche bedeutende Rolle der Kommunikation als politischem Instrument zukommt, einerseits um Widerstände und Konflikte im Transformationsprozess zu adressieren sowie andererseits um Impulse für notwendige Verhaltens- und Einstellungsänderungen zu setzen.

Einstellungs- und Verhaltensänderungen in der Gesellschaft tragen Politikwandel zu mehr Bioökonomie

Bereits heute zeichnen sich einige gesellschaftliche Trends ab, die prägend für die bioökonomische Transformation sein könnten und soziale Innovationen darstellen. Beispiele sind die Änderung der Ernährungsgewohnheiten zugunsten von Fleischalternativen (vor allem pflanzlich, zukünftig ggf. Insekten und „Cultured Meat“), veränderter Konsum und Entsorgung von Plastik oder die Veränderung des Mobilitätsverhaltens (unter anderem Verzicht auf eigenen Autobesitz). Daneben wird die Akzeptanz bio-basierter Lösungen und das Kaufverhalten von bio-basierten Produkten von hoher Bedeutung sein. Preisliche Anreize, Informationen zum nachhaltigen Konsumverhalten und Transparenz bzgl. der Nachhaltigkeitsbilanz bio-basierter Produkte dürften hierauf einen entscheidenden Einfluss haben.

Einstellungs- und Verhaltensänderungen (in Teilen) der Gesellschaft spielen für sämtliche dargestellte Transformationen eine Rolle, wenngleich in den verschiedenen Szenarien unterschiedlich explizit auf sie eingegangen wird. Zwar treibt nicht in jedem Szenario eine engagierte Zivilgesellschaft die Politik und begünstigt durch ihren Konsumverzicht auf Flüge oder herkömmliches Plastik nachhaltige Entwicklungen („Umwelt-Pull“). Dennoch sind gesellschaftliche Forderungen nach mehr Umwelt- beziehungsweise Klimaschutz stets einer der Trigger für den Politikwandel. Zudem ist in den stärker technologiegetriebenen Szenarien „Bio-Mobilität“ und „Tech-Push“ wichtig, unerwünschte Folgeeffekte der technologischen Entwicklung aufzugreifen (vor allem Folgen landwirtschaftlicher Intensivierung), um potenziellen Widerständen zu begegnen.

Widerstände, Verteilungs- und Zielkonflikte werden auftreten

Während des Transformationsprozesses zur Bioökonomie werden (Verteilungs-) Konflikte auftreten, weil die Veränderungen die große Zahl der heterogenen beteiligten Stakeholder in unterschiedlichem Maße begünstigen oder benachteiligen werden. Dies wiederum wird Widerstände hervorrufen, wie alle untersuchten Szenarien zeigen:

- Von Nationalstaaten bei der (Nicht-)Einigung auf ein internationales Abkommen im Flugverkehr („Bio-Mobilität“, „Umwelt-Pull“);
- Von etablierten (fossil-fokussierten) Unternehmen und Verbänden, falls Nischenprodukte gefördert und/oder ihre eigenen Produkte belastet werden („Umwelt-Pull“);
- Von Umweltaktivistinnen und -aktivisten, wenn ihnen der Wandel zu langsam oder zu wenig nachhaltig erscheint („Tech-Push“, „Umwelt-Pull“);
- Aus der Bevölkerung, wenn es darum geht sich auf neue Konsumgewohnheiten oder Lebensstile einzulassen, die mit Nachteilen für das Individuum verbunden sind („Umwelt-Pull“).

Daher wird die Antizipation dieser Konflikte und Widerstände sowie ihre adäquate Adressierung integraler Bestandteil einer Bioökonomiepolitik sein müssen, um die angestrebte Transformation zu erreichen.

5

WAS DIE POLITIK BISHER TAT UND
WAS SIE KÜNFTIG TUN SOLLTE



Eine zukunftsfeste Politik für die Bioökonomie – acht Handlungsempfehlungen

Die Szenarien zeigen, dass der Politik eine zentrale Rolle bei der Transformation zur Bioökonomie zukommt. Aus unserer Analyse ergeben sich Implikationen für Fachpolitiken und politische Prozesse, die über das hinausgehen, was die bisherige Politik im Themenfeld Bioökonomie ausmacht. Sie werden in acht Handlungsempfehlungen zusammengefasst:

1. Den verschiedenen Bioökonomie-Zukünften bei der Politikgestaltung Rechnung tragen – Systematische Vorausschau, in alternativen Zukünften denken

Die Vielzahl der potenziell möglichen Entwicklungspfade von Bioökonomie-Nischen sowie die Wechselwirkungen zwischen Bioökonomie und anderen Sektoren erfordern eine lernende Politik, die regelmäßig überprüft, welcher Stand aktuell erreicht ist und ob die eingeschlagenen Richtungen noch adäquat sind. Denn unsere Szenarien-Analyse hat gezeigt, wie schnell politische Entscheidungen Pfadabhängigkeiten schaffen können: zum Beispiel kann die Förderung einer Nische die Entwicklung von anderen Nischen ungewollt bremsen, oder Entwicklungen in anderen Sektoren haben signifikante Auswirkungen auf die Entwicklungsmöglichkeiten von Bioökonomie-Nischen.

Als wichtiges Element einer solchen lernenden Politik ist ein umfassendes Bioökonomie-Monitoring bereits in der Entwicklung und Implementierung. Die Förderlinie zur Erforschung des gesellschaftlichen Wandels in der Bioökonomie kann dazu hilfreiche Ansatzpunkte liefern. Wir empfehlen jedoch, die bisherige Politik um Vorausschau-Elemente zu ergänzen, die eine systematische Erfassung möglicher Entwicklungen in der Bioökonomie unterstützen. Hierzu zählen beispielsweise „Horizon Scanning“, „Visioning“, Szenarien und Roadmaps.

Eine lernende Politik würde durch eine solche systematische Vorausschau noch besser in die Lage versetzt, aktiv Richtungsentscheidungen für die Bioökonomie zu reflektieren. Dabei gilt es, regelmäßig zu überprüfen ob sich die Nischen, die versprechen, relevante Beiträge zu übergeordneten Nachhaltigkeitszielen zu leisten, in die intendierte Richtung entwickeln, und ggf. zeitnah nachzusteuern.

2. Kohärente Nachhaltigkeitsorientierung und Verzahnung mit anderen Politikfeldern für die Bioökonomie anstreben

Bisher stellen die Bioökonomie-Strategien einen Bezug zur Nachhaltigkeit her, ohne daraus umfassend operationalisierte Ziele (zum Beispiel in Form einer Missionsorientierung⁵) abzuleiten, die für die Gestaltung der Politik handlungsleitend sind. Eine Herausforderung besteht dabei darin, dass der Transformationsprozess zur Bioökonomie signifikante Berührungspunkte zu vielen Sektoren hat, die ihrerseits Transformationsprozesse durchlaufen (zum Beispiel die Energie- und Mobilitätswende). Über die heute stattfindende interministerielle Abstimmung zur Bioökonomie hinaus ist daher eine stärkere Einbettung der Bioökonomie in zusätzliche Politikfelder erforderlich. Diese übergreifende Verständigung zur Bioökonomie ist aufgrund der tiefgreifenden Wandlungsprozesse auf einer sehr hohen politischen Ebene notwendig (wie es zum Beispiel im „Klimakabinett“ der Bundesregierung derzeit zu anderen Politiken bereits geschieht). Dabei ist eine Kohärenz der verschiedenen Strategien herzustellen und systematisch herauszuarbeiten, welche Potenziale die Bioökonomie für diese anderen Transformationsprozesse bietet.

Durch eine stringente Integration der Nachhaltigkeitsziele des Bundes im Themenfeld Bioökonomie lassen sich erhebliche Wirkungen entfalten. Wird zudem eine aktive Vernetzung mit internationalen Vorreitern angestrebt, sind Wirkungen auch auf europäischer und globaler Ebene zu erwarten. Je klarer Nachhaltigkeitsziele definiert sind, umso klarer werden sich Implikationen nach dem Subsidiaritätsprinzip für die verschiedenen Ebenen – auch für Bundesländer und Kommunen – ableiten lassen.

3. Policy-Mix(es) für die Bioökonomie gestalten – Instrumenten-Portfolio erweitern

In jedem Fall zeigt die Erfahrung und unsere Szenarien-Analyse, dass der bisherige Instrumenten-Mix nicht ausreicht und weitere Instrumenten-Typen hinzukommen müssen, um tatsächlich ein Umdenken und Umlenken in der Bioökonomie zu realisieren. Bisher wurde die Bioökonomie vorrangig durch FuE-Förderung unterstützt, ergänzt um einige dialog- und gesellschaftsorientierte Maßnahmen oder vereinzelte Investitionsbeihilfen. Aus der Praxis anderer Ressort- beziehungsweise Fachpolitiken bieten sich weitere Politikinstrumente an, die das bisherige Portfolio an Instrumenten weiter ergänzen und es ermöglichen, kohärente Policy-Mixes für eine an Nachhaltigkeitszielen orientierte Bioökonomie zu gestalten. Dazu gehören insbesondere:

- Nachfrageseitige Politikmaßnahmen zur konkreten Unterstützung vielversprechender Nischen der Bioökonomie (Empfehlung Nr. 4);
- Dialogorientierte Maßnahmen, um die Zukunftsoptionen und Transformationspfade, und vor allem die inhärenten Zielkonflikte explizit aufzugreifen (Empfehlung Nr. 5);
- Informationspolitik, um in breiten Teilen der Gesellschaft schneller ein Umdenken anzustoßen (Empfehlung Nr. 6);

- Experimentelle Politik zum Einsatz bringen, aber begrenzt und transparent, um Planungssicherheit für die Akteure zu schaffen (Empfehlung Nr. 7).

Ein wichtiger inhaltlicher Akzent einer zukunftsfesten Bioökonomie-Politik ist die nachhaltige Bereitstellung von Biomasse, für die wir einen Policy-Mix skizzieren (Empfehlung Nr. 8).

4. Große Bedeutung nachfrageseitiger Politikmaßnahmen – Monitoring ihrer Ausrichtung auf Nachhaltigkeit

Nachfrageseitige Instrumente, die freiwillige Selbstverpflichtungen, Standards oder auch Instrumente mit größerer Bindungswirkung wie Emissionshandel, Quoten, Subventionen bis hin zu Verboten umfassen können, sind innerhalb einzelner (Bundes-) Ressorts bereits etabliert. Sie wurden bislang nur für die energetische Nutzung von Biomasse eingesetzt, allerdings im Laufe der Zeit mehrfach verändert und reduziert. Für stoffliche Produkte gibt es hingegen so gut wie keine ambitionierten nachfrageseitig orientierten Maßnahmen. Insgesamt zeigt sich, dass die aktuellen Instrumente für die stoffliche, aber auch die energetische Nutzung nicht ausreichen, um gewünschte Entwicklungspfade für Bioökonomie-Nischen zu erreichen. Die Nischen in der Bioökonomie können sich ohne nachfrageseitige Instrumente allerdings nicht am Markt durchsetzen und sollten daher gestärkt werden, sofern von ihnen ein relevanter Beitrag zu den übergeordneten Zielen erwartet wird.

Eine Herausforderung für die Legitimierung und Ausgestaltung nachfrageorientierter Politiken besteht darin, dass a priori unklar ist, welchen konkreten Beitrag eine Nische zu den formulierten Nachhaltigkeitszielen leisten wird. So besteht weitgehend Konsens darüber, dass bio-basierte Produkte und Prozesse nicht vollumfänglich nachhaltig sind. Den oftmals positiven Bilanzen zur CO₂-Minderung stehen zum Beispiel potenzielle negative Folgen möglicher landwirtschaftlicher Intensivierung entgegen wie etwa Monokulturen oder hoher Pestizideinsatz. Zudem hängt es von zahlreichen weiteren Faktoren (zum Beispiel Lieferketten, Rohstoffart, Produktionsskalierung) ab, wie die tatsächlichen Umweltwirkungen bioökonomischer Produktion in industriellen Maßstäben zu bewerten sind. Somit steht die Politik vor der Herausforderung, einerseits genug Anreize zu schaffen, damit ein signifikanter Umstieg auf bio-basierte Produkte und Prozesse erfolgt, andererseits aber deren Entwicklung so zu steuern, dass ein möglichst großer Beitrag zur Nachhaltigkeit erreicht wird. Beispielsweise könnten Standards realistisch erreichbare, aber dennoch ambitionierte Ziele beinhalten, vor allem bei Technologien mit hohem Nachhaltigkeitspotenzial (zum Beispiel zur Nutzung von Rest-/Abfallstoffen). Eine lernende Politik wie oben beschrieben, ist bei der Ausgestaltung der Instrumente wichtig.

5. Widerstände aufgreifen und im Diskurs nach Lösungen suchen

Bisherige Diskurse zur Bioökonomie wurden in verschiedenen Arenen geführt, und mögliche Verteilungs- und Zielkonflikte sowie Widerstände wurden, soweit für uns nachvollziehbar, dort auch benannt. Zu den Arenen gehört der vorwiegend interministeriell geführte Diskurs um die

bisherigen Strategien (Forschungsstrategie und Politikstrategie) und der expertenbasierte Diskurs im Bioökonomierat sowie in der Forschung über die Bioökonomie. Für die Entwicklung der Nationalen Bioökonomiestrategie fanden Agenda-Konferenzen statt, in deren Rahmen Stakeholder ihre Sichtweise einbringen konnten. In diesen Diskursen kam es jedoch zu keiner tatsächlichen Verständigung darüber, wie Konflikte im Bereich der Bioökonomie zu lösen sind. Für eine tatsächliche Zielformulierung, die auch eine Konkretisierung und Operationalisierung der Ziele nach sich ziehen soll, wäre dieser Schritt allerdings unabdingbar (gewesen).

6. Umdenken anstoßen durch Information

Nachfrageorientierte Politik, die bio-basierte Produkte preislich attraktiv machen kann, wird letztlich alleine nicht für eine Beförderung der Transformation zur Bioökonomie ausreichen, wenn nicht zugleich auch in breiteren Teilen der Gesellschaft und auch schneller ein Umdenken angestoßen wird. Bisher arbeitet die Bioökonomiepolitik noch wenig mit kommunikativen Instrumenten und Ansätzen, die Einstellungs- und Verhaltensänderungen in der Gesellschaft, zum Beispiel im Hinblick auf den Konsum bio-basierter Produkte, befördern könnten. In anderen Transformationsprozessen (zum Beispiel Nachhaltigkeit, Mobilität, Ernährung) werden solche Instrumente bereits in größerem Umfang erprobt und eingesetzt, und die dort gemachten Erfahrungen könnten fruchtbar auch auf die Bioökonomie übertragen werden.

7. Ausgewogene Balance zwischen längerfristig verlässlicher Politik und experimentierender, lernender Politik finden

Ein erfolgversprechendes und unterstützendes Element einer lernenden Politik stellen experimentelle Ansätze dar. Eine Möglichkeit wäre zum Beispiel das Austesten von regulatorischen Innovationszonen, wie sie in der Bioökonomiestrategie Baden-Württembergs formuliert sind. Dieses Instrument soll dazu dienen, spezifische Rahmenbedingungen räumlich und zeitlich begrenzt weiterzuentwickeln und zu testen. Auch das bereits im Zusammenhang mit lernender Politik erwähnte Instrument einer gezielten Förderung von Nischen gehört dazu, die unter dem Vorbehalt steht, dass im Laufe der Zeit positive Zielbeiträge generiert werden.

Insgesamt ist allerdings zu beachten, dass die potenziellen Vorteile einer Dynamisierung der Politik geringere Planungssicherheit für Stakeholder mit sich bringen. Verlässliche Rahmenbedingungen spielen jedoch in der Bioökonomie eine sehr große Rolle, da ohnehin hohe technologische und Marktunsicherheiten bestehen. Daher muss eine ausgewogene Balance zwischen längerfristig verlässlicher Politik und experimentierender, lernender Politik ein wichtiges Entscheidungskriterium bei der Ausgestaltung von Politikinstrumenten sein, die zudem transparent darstellen müssen, bis wann eine politische Regelung gelten soll und unter welchen Umständen sie sich ändern könnte.

8. Nachhaltige Biomassebereitstellung nicht nur Bioökonomieintern und technologisch lösen

Der Biomassebedarf wird bei einer fortschreitenden Transformation zur Bioökonomie aller Voraussicht nach steigen (siehe Kapitel „Was in Zukunft wichtig ist“). Um eine entsprechende nachhaltige Bereitstellung von Biomasse zu ermöglichen und Nutzungskonflikte zu vermeiden, sind technologische Lösungen (zum Beispiel höhere Ressourceneffizienz, landwirtschaftliche Ertragssteigerung, Nutzung alternativer Rohstoffquellen) zwar wichtig, werden aber allein nicht ausreichen. Zusätzlich wird ein stärkeres Umsteuern der Politik und Gesellschaft in Richtung Vermeidung von Lebensmittelabfällen, Rückführung biogener Ressourcen in Kreisläufe und die Konsumreduktion von Produkten mit hohem Flächenbedarf in der Herstellung (vor allem Fleisch) von hoher Bedeutung sein. Hierfür sind ein Bündel aus Anreizen (zum Beispiel einfache Möglichkeiten bei der Bioabfallentsorgung, Recyclingmöglichkeiten), aber auch Information und Lenkung, zum Beispiel durch Preissteuerung, und ggf. auch durch Verbote nötig. Im Rahmen der Zielformulierung könnte die nachhaltige Bereitstellung von Biomasse auch als konkrete Mission ausgestaltet werden.

Die Grundlage zukunftsfester Politik: Stakeholder einbinden und Ziele formulieren

Bisher wurde Bioökonomiepolitik vorrangig als koordinierte Summe verschiedener Fachpolitiken betrieben. Transformationspolitik ist aber mehr, sie erfordert grundsätzliche Änderungen im politischen Handeln: Die acht genannten Punkte, an welchen Stellen bisherige Politiken weiterzuentwickeln sind, beziehen sich nicht nur auf Politikinhalt, sondern zeigen auf, dass ein lernender Politikstil und systematische Vorausschau erforderlich sind. Auch kommunikative Instrumente und die Einbindung von Stakeholdern sind von Bedeutung. Zudem spielen Zielsetzungen, insbesondere konkrete Nachhaltigkeitsziele, eine entscheidende Rolle für die Transformation. Auch in unseren begleitenden Analysen und Interaktionen mit Stakeholdern zeigte sich, dass besonders der Frage, „wie Politikgestaltung ablaufen soll“, eine zentrale Bedeutung zukommt.

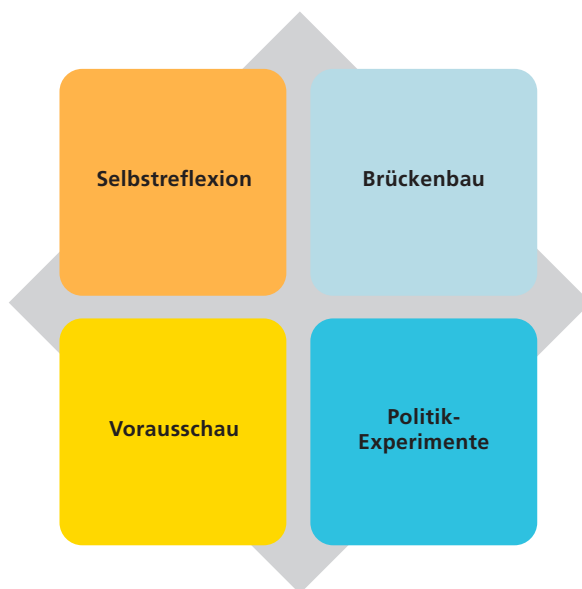
Bislang bieten die für die Bioökonomie postulierten Ziele in der Forschungs- und Politikstrategie wie zum Beispiel „Beiträge zur Nachhaltigkeit“ und „Ernährungssicherung“ sehr breite Interpretations- und Handlungsspielräume. Wie die Szenarien zeigen, sind auch bei der übereinstimmenden Zielsetzung eines stärkeren Klima- und Umweltschutzes sehr unterschiedliche Ausprägungen und Pfade denkbar und unbeabsichtigte Pfadabhängigkeiten können entstehen. Damit Ziele jedoch tatsächlich handlungsleitend wirken können, sind Konkretisierungen nötig, welche Sub- oder Zwischen-Ziele erreicht werden sollen. Zudem sind Operationalisierungen erforderlich, wie diese Ziele erreicht werden können. Dies kann über eine sogenannte Missionsorientierung erreicht werden.

Diese Anforderungen an die Politikgestaltung treffen nicht nur auf die Bioökonomie, sondern generell auf Nachhaltigkeitstransformationen zu. Hierfür kann das Konzept **reflexiver Governance** eine passende Vorgehensweise anbieten. Das Konzept wurde insbesondere für komplexe politische Zielfindungsprozesse entwickelt, in deren Rahmen übergeordnete Zielsetzungen so konkretisiert werden, dass sie in der Gestaltung von (Fach-)Politiken umsetzbar sind.

Unter reflexiver Governance⁶ verstehen wir einen inklusiven politischen Zielfindungsprozess, welcher sich kontinuierlich selbst überprüft, dadurch lernt und sich weiterentwickelt. Im Hinblick auf die zu gestaltende Politik bedeutet reflexive Governance, dass Zielkonflikte adressiert, alternative Zukunftsentwicklungen in den Blick genommen und Interdependenzen mit anderen (transformativen) Entwicklungen und Politikfeldern strategisch bedacht werden. Auch Raum für experimentelle Herangehensweisen, deren Beitrag zu einer transformativen Entwicklung zwar vielversprechend aber letztendlich unsicher ist, gehört dazu. Reflexive Governance könnte also helfen, die Besonderheiten der Transformation zur Bioökonomie zu adressieren und die zuvor diskutierten handlungsleitenden Prinzipien für die Politik, die aus unserer Analyse hervorgehen, umzusetzen.

Das Konzept der reflexiven Governance bietet ein Raster an, das für die Analyse der bestehenden Governance der Bioökonomie herangezogen werden kann und auch dazu dient, Akteure bei der Weiterentwicklung und Ausgestaltung des transformativen Wandels zu unterstützen.

Abbildung 7: Elemente reflexiver Governance



Quelle: Fraunhofer ISI

Vier Elemente machen eine Governance reflexiv, beziehungsweise reflexiver – denn meist macht nicht das Vorhandensein dieser Elemente den Unterschied, sondern ein Mehr davon.

- **Brückenbau** beinhaltet als zentrales Element mehrere Aspekte: *Inklusivität*, das heißt insbesondere die Einbeziehung nicht oder kaum berücksichtigter Interessengruppen oder

neuer Akteure wie zum Beispiel soziale Innovatoren, *responsive Mechanismen* zum Bearbeiten von Widerständen, Zielkonflikten und zur allgemeinen Verständigung beziehungsweise zum Lernen – im Gegensatz zur reinen Anhörung von Interessen – sowie die *Abstimmung verschiedener Fachpolitiken und strategischer Ansätze* der Regierung im Gegensatz zur Politikabgrenzung nach Ressortkompetenzen (negative Koordination). Brückenbau setzt *Partizipation* voraus, wobei diese entweder für alle Prozessschritte breit angelegt wird („Bottom-up“-Vorgehen) oder erst für nachgeordnete Prozessschritte ausgeweitet wird (verschiedene Varianten einer „Top-down“-Vorgehensweise).

- **Selbstreflexion** beschreibt die *Artikulation* von Positionen durch die Stakeholder, die (kollektive) *Kenntnis um mögliche Zielkonflikte* und Widerstände, sowie die Fähigkeit *gemeinsame Ziele zu formulieren*, insbesondere messbare und somit kontrollfähige.
- **Vorausschau** meint die systematische Auseinandersetzung mit möglichen zukünftigen Entwicklungen, die Ableitung von entsprechendem Gestaltungspotenzial und Strategien sowie der Umgang mit Unsicherheit.
- **Politik-Experimente**, bedeutet die Fähigkeit zu experimentellen Herangehensweisen und der Verfolgung mehrerer paralleler Lösungspfade sowie das *Lernen* aus diesen Vorgehensweisen und Ableiten möglicher Richtungsänderungen.

Wie eine **reflexive Governance** für die Bioökonomie aussehen könnte, soll Tabelle 2 verdeutlichen. Sie zeigt unsere Analyseergebnisse zur Reflexivität bisheriger Politikansätze und welche Schritte hin zu einem höheren Reflexivitätsniveau möglich wären.

Bisher gibt es in der Politikgestaltung für die Bioökonomie keine starke Verbindung zwischen übergeordneten, in Strategien festgeschriebenen Zielen und den tatsächlichen Bioökonomiepolitiken. Die Prozessschritte zur Adressierung von Zielkonflikten und die Ableitung von konkreten Zielen werden bislang nicht oder nur sehr unzureichend aktiv adressiert. Hierfür können bestehende Strukturen beziehungsweise Vorgehensweisen weiterentwickelt werden, zum Beispiel die für die Entwicklung der Nationalen Bioökonomiestrategie eingesetzten Agenda-Konferenzen, deren Partizipation und Diskurs sehr breit angelegt waren. Allerdings sollten diese um responsive Mechanismen ergänzt werden (Verständigung erzielen, Ergebnisse festhalten und in den Prozess einspeisen). Sollte ein Nachfolgegremium für den Bioökonomierat eingesetzt werden, böte dies die Chance, eine breitere Partizipation diverser Akteure und Betroffener zu ermöglichen. Eine Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages könnte, mit hoher Legitimation ausgestattet, wesentliche Beiträge zur Zieldefinition und Auflösung von Zielkonflikten leisten, wenngleich auch mit weniger breiten Partizipationsmöglichkeiten.

Ob bei der Zielbestimmung top-down vorgegangen werden soll oder der Prozess schon frühzeitig für eine breite Partizipation geöffnet werden soll – dafür gibt es keine eindeutige Empfehlung und bisher auch zu wenig Erfahrung mit solchen groß angelegten Prozessen. Ein hoher Grad der Partizipation hat den Vorteil, dass über kollektive Deliberations- und Aushandlungsprozesse alle relevanten Perspektiven artikuliert werden können und die Akteure im Idealfall ein gemeinsames Problem- und Zielverständnis entwickeln. Auf dieser Basis ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass

Tabelle 2: Governance der Zielformulierung in der Bioökonomie – Bisher und Schritte zu mehr Reflexivität*

Prozessschritte	Bisherige Governance	Schritte zu mehr Reflexivität
Postulierung übergeordneter Ziele	Sustainable Development Goals (SDGs) Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie (NFSB) 2010, sowie Politikstrategie 2013 Weitere Strategien mit Relevanz für Bioökonomie existieren daneben, auch auf anderen Ebenen (EU, Bundesländer)	Aufgreifen der übergeordneten Ziele und Zusammenführung in einem Prozess auf nationaler Ebene; existierende Interdependenzen mit anderen Systemtransformationen (Energie, Mobilität) aufgreifen und strategische Verbindung herstellen
	Bioökonomie-Strategien vorwiegend interministeriell abgestimmt; seit 2013 Interministerielle Arbeitsgruppe (IMAG) Bioökonomierat bis 2019 mit Sachverständigen Prozess zur Nationalen Bioökonomie-Strategie mit mehr Partizipation in Agenda-Konferenzen diskutiert (Wirtschaft, Forschung, Gesellschaft vertreten)	Abstimmung auf höchster Ebene (im oder analog zum Klimakabinett) – mit Schwerpunkt auf gemeinsamem Regierungsinteresse („whole-of-government action“) oder andere wirksame Steuerungsmechanismen (zum Beispiel einer spezifischen „Missionsagentur“ mit weitgehenden Kompetenzen)
		Systematische Vorausschau-Aktivitäten, zum Beispiel Szenarien, Visioning; Vorausschau-Kultur etablieren
		Lernende Politik: Reflexion über Feedback/-Abstimmungsprozess mit anderen Strategien
Adressierung von Zielkonflikten, Festlegen von Zielhierarchien / Prioritäten	Findet bisher nicht zentral auf nationaler Ebene statt	Explizite Ausgestaltung als Prozessschritt auf nationaler Ebene
	Ansätze/Leitlinien zum Beispiel durch „Standing Committee of Agricultural Research“ der Europäischen Union (SCAR 2015)	Prozessschritt top-down oder partizipativ konzipiert; in jedem Fall hohe methodische Anforderungen Austausch und Abstimmung mit anderen Ebenen (EU/global sowie Bundesländer und Kommunen)
		Ausleuchten des Möglichkeitsraums durch Arbeit mit alternativen Zukunftsentwürfen oder Horizon Scanning Methoden zur Bearbeitung von Zielkonflikten und Widerständen vorsehen (s.o. und s.u.)

Prozessschritte	Bisherige Governance	Schritte zu mehr Reflexivität
Adressierung von Zielkonflikten, Festlegen von Zielhierarchien/ Prioritäten		Reflexion über Partizipation: Zur Adressierung von Widerständen und Zielkonflikten muss u.U. methodisch Neuland betreten werden: Partizipations- und Inklusions-Experimente auf kleiner Ebene (zum Beispiel in Städten)
Ableitung von konkreten Zielen	Findet bisher für die Bioökonomie kaum statt.	Ableitung von konkreten Zielen und ggf. Zwischenzielen (messbar, zeitlich begrenzt, zum Beispiel durch Festlegung von Missionen)
		Idealerweise erfolgt dies abgeleitet aus der Zielhierarchie. In diesem Schritt sollten Akteure einbezogen sein, die an der Umsetzung wesentlich beteiligt sein werden
		Vorausschau/Technikfolgenabschätzung für Lösungspfade und ihre möglichen (Wechsel-) Wirkungen; auch ex-ante Impact Assessment möglich, s.u.
		Lernende Politik: s.o. beziehungsweise ex-ante Impact Assessment für Förderung bestimmter Nischen zum Verständnis von möglichen Wechselwirkungen mit anderen Nischen oder möglicher nicht-intendierter Folgewirkungen
Gestaltung, Steuerung und Begleitung der Ziele beziehungsweise Missionen	Bisher als Abstimmung von Ressortzuständigkeiten praktiziert	Arbeitsteilung festlegen, dennoch Verständnis als gemeinsame Vorgehensweise
Gestaltung von Fachpolitiken	IMAG	Sofern die vorherigen Prozessschritte top-down konzipiert waren: Akteure spätestens hier einbinden; für Missionen bieten sich dafür zum Beispiel Begleitgremien an
		Systematische Vorausschau-Aktivitäten zur Umsetzung sowie zur Wahrnehmung nicht-intendierter Effekte, zum Beispiel Roadmaps. oder 360° Scanning
	Arbeit an einem Bioökonomie-Monitoring	Lernende Politik: Experimentierräume für parallele Lösungsansätze öffnen; Beiträge zur Zielerfüllung verfolgen und ggf. Richtungsänderungen vornehmen (Monitoring, Evaluationen, Impact Assessment)

Quelle: Fraunhofer ISI

* Die Farben entsprechen den Elementen in Abbildung 7.

die Stakeholder ihre Aktivitäten an den gemeinsam ausgehandelten Zielen ausrichten und aktiv unterstützen. Ein Top-down-Ansatz ermöglicht unter Umständen weitreichendere Vereinbarungen jenseits des „kleinsten gemeinsamen Nenners“, benötigt aber einen glaubwürdigen und transparenten Prozess und viel Kommunikationsaufwand im Nachgang, um Stakeholder für die Umsetzung zu gewinnen.

Es bestehen hohe methodische Anforderungen an die Prozessschritte zur Adressierung von Konflikten und für die Ableitung konkreter Ziele: Widerstände und Zielkonflikte sollen glaubwürdig adressiert und Brücken gebaut werden beziehungsweise Instrumente gefunden werden, die dazu dienen können, unverhältnismäßige Belastungen zu kompensieren. Es gibt noch wenig Erfahrungen, wie dies auf nationaler Ebene gelingen kann. Methoden der Vorausschau könnten vermittelnd wirken.

Im Hinblick auf konkrete und messbare Ziele werden derzeit häufig missionsorientierte Politikansätze genannt, die eine vielversprechende Vorgehensweise für ambitionierte Ziele sein können. Daneben wird es vermutlich auch andere Ziele oder Zwischenziele geben, die nicht alle als Missionen formuliert und in der Umsetzung entsprechend über Begleitgremien ausgestaltet sein sollten.

Insgesamt wird in der Realität diese schematische Trennung der Prozessschritte nicht immer vorzufinden sein und muss zudem nicht in Reinform angestrebt werden. Idealerweise finden die Schritte mit Bezug aufeinander statt und es gibt Rückkopplungen im Prozess. Das Schema soll vor allem verdeutlichen, auf welchen Schritten mehr Augenmerk liegen sollte, und welche Aspekte jeweils wichtig sind, damit transformativer Wandel hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie gelingen kann.



6

ANNEX

Das Projekt Transformation-Bio

Diese Broschüre fasst zentrale Ergebnisse des Forschungsprojekts „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel – Reflexive Governance und dynamische Innovationssysteme am Beispiel der energetischen und stofflichen Nutzung biogener Rohstoffe (Transformation Bio)“ zusammen, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und von Januar 2017 bis Oktober 2019 vom Fraunhofer ISI durchgeführt wurde (Förderkennzeichen Förderkennzeichen 031B0237). Das Ziel des Vorhabens war, fundierte Ansatzpunkte für die zukünftige Ausgestaltung der Transformation zur Bioökonomie zu erarbeiten. Hierzu wurden vor allem zwei zentrale Arbeitsstränge verfolgt:

Zum einen wurde die Reflexionsfähigkeit des Innovationssystems in der Bioökonomie in Bezug auf Strategieentwicklungen untersucht, also inwieweit das System in der Lage ist, sich selbst mit seinem aktuellen Zustand, seinen Orientierungen, ökonomischen und gesellschaftlichen Zielen sowie Fortschritten in der Zielerreichung zu reflektieren und entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Hierzu wurde der Prozess zur Entwicklung der Forschungsstrategie und der Politikstrategie in Deutschland sowie der geplanten Entwicklung einer nationalen Bioökonomiestrategie analysiert. Dazu erfolgte eine intensive Literaturlauswertung und Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern verschiedener Stakeholdergruppen der Bioökonomie.

Wie oben genauer skizziert, erfolgte die empirische Analyse der Entwicklung von vier ausgewählten bio-basierten Nischen aus der stofflichen und energetischen Nutzung für die letzten drei Jahrzehnte. Nach der Bewertung der Bedeutung der Transformationsfaktoren wurden für jede Nische Transformationspfade⁷ entwickelt, die zentrale potenzielle Entwicklungen und Faktoren aufgreifen. Darauf aufbauend wurden Zukunftsszenarien erstellt, die mögliche alternative konsistente Zukunftsbilder zur Transformation der Bioökonomie darstellen und unterschiedliche Transformationspfade für die Nischen beinhalten. Im Mittelpunkt des Interesses standen dabei die Interaktionen zwischen den vier Nischen untereinander. Es wurden dabei insgesamt drei Workshops mit Stakeholdern, aus der Industrie, der technischen und sozioökonomischen Forschung, Politik, NGOs, und Verbänden durchgeführt, deren Impulse in die Ausgestaltung der Transformationspfade und Szenarien einfließen.

Es ist geplant, weitere Ergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften zu veröffentlichen. Die aktuellen Veröffentlichungen im Projekt sind auf der Internetseite <https://www.isi.fraunhofer.de/transformationbio> ersichtlich.

Referenzen

- Barben, D. (2018):** Bioökonomie in der politischen Umsetzung – Erfahrungen aus Deutschland. Konferenzvortrag bei Bioökonomie: nachhaltig und kreislaforientiert am 7.11.2018 in Wien
- Biocom (2015):** „Bioökonomie in Deutschland“ Im Internet unter https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Biooekonomie_in_Deutschland.pdf
- Bioökonomierat (2017):** Was ist Bioökonomie? Im Internet unter: <http://biooekonomierat.de/biooekonomie>
- Geels, F.W. (2005):** Technological Transitions and System Innovations. A Co-Evolutionary and Socio-Technical Analysis. Edward Elgar, Cheltenham
- Geels, F.W., Schot, J. (2007):** Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36 (3): 399–417
- Geels, F. W. et al. (2016):** The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Research Policy*, 45(4), 896–913
- SCAR (Standing Committee of Agricultural Research) (2015):** Sustainable agriculture, forestry and fisheries in the bioeconomy. A challenge for Europe: 4th SCAR foresight exercise. European Commission Publications Office, Brussels

Endnoten

- 1 Entsprechende Ausarbeitungen für die Segmente bio-basiertes Plastik, bio-basierte Schmierstoffe und Biokraftstoffe für den Auto- beziehungsweise Flugverkehr stehen auf <https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/neue-technologien/projekte/transformation-bio.html> zum kostenlosen Download bereit.
- 2 Für diese Zeitreihen wurden jährlich herausgegebene Daten von European Bioplastics verwendet (siehe <https://www.european-bioplastics.org/market/>). Die zugrundeliegenden Daten änderten sich mehrfach für ein gegebenes Jahr. Anhand der Nutzung der zuletzt für einen Zeitpunkt ausgewiesenen Daten und der Bereinigung von nur in manchen Jahren einbezogenen Plastikarten anhand detaillierter Zusatzinformationen wurde versucht, eine möglichst konsistente Zeitreihe zu schätzen. Fortfolgend wird im Text der akademische Begriff der Nische anstelle des allgemeineren Wortes Segment genutzt.
- 3 Abschätzungen von Flächenbedarfen beziehungsweise Biomassepotenzialen sind überaus komplex und ihre Ergebnisse sind somit entsprechend vorsichtig zu interpretieren. Es wurden vereinfachte Annahmen getroffen (vor allem geringe Zunahme des Flächenertrags, ähnlich bleibende Importquoten, etc.), um ein ungefähres Ausmaß der Wirkungen abschätzen zu können; Sensitivitätsanalysen zeigten, dass die Grundaussagen robust sind. Für Biogas wird angenommen, dass die Produktionsmenge sich im Jahr 2040 gegenüber heute nicht ändert.
- 4 Unter missionsorientierter Politik versteht man die Formulierung ambitionierter, inspirierender Ziele, die gesellschaftliche Herausforderungen adressieren beziehungsweise zu deren Lösung beitragen sollen. Missionen geben eine klare Richtung vor und werden zeitlich begrenzt und messbar, also kontrollfähig, festgelegt. Missionen erfordern das Zusammenwirken vieler Akteure. Eine missionsorientierte Politik fördert unterschiedliche (unsichere) Lösungswege, die auf Forschung und Innovation basieren, wobei dies weit definiert wird und über technologische Lösungen hinausgehen kann.
- 5 Governance im Allgemeinen beschreibt die Einbindung nicht-staatlicher Akteure in politische Prozesse und Strukturen, zum Beispiel im Rahmen von Entscheidungsprozessen, aber auch in der Ausführung politischer Aufgaben. Dies kann von einem sehr geringen Grad der Partizipation bis hin zur weitgehenden Aufgabendelegation (zum Beispiel Standardisierungsprozesse oder Beauftragung von Projektträgern) reichen.
- 6 Konzeptionelle Grundlage bietet Geels/Schot (2007) und Geels et al. (2016). Vereinfacht formuliert, etablieren sich in diesem Konzept innovative Ansätze zunächst in kleinen Nischen, die mit dem existierenden Regime (zum Beispiel Akteure, Produkte, Infrastrukturen) wenig kompatibel sind. Im Laufe der Transformation gewinnt die Nische zunehmend an Bedeutung; dabei gibt es prinzipiell verschiedene Transformationspfade, welche Interaktionen es zwischen Nische und zunächst vorherrschendem Regime gibt und wie diese Nischen – in Relation zum Regime – wachsen.

Impressum

Kontakt

Fraunhofer-Institut für System-
und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

Dr. Sven Wydra
sven.wydra@isi.fraunhofer.de

www.isi.fraunhofer.de

Autorinnen und Autoren

Sven Wydra, Stephanie Daimer,
Bärbel Hüsing, Jonathan Köhler,
Alexander Schwarz,
Ariane Voglhuber-Slavinsky

unter Mitarbeit von

Nils Heyen, Ralf Lindner, Elna Schirrmeister,
Sarah Seus

Grafische Gestaltung

Jeanette Braun, Sabine Wurst

Karlsruhe, Januar 2020

Bildnachweise

Cover

Grünalgen
[shutterstock.com/Chokniti Khongchum](https://www.shutterstock.com/Chokniti_Khongchum)

Seite 6

Öltropfen
[shutterstock.com/Comanicu Dan](https://www.shutterstock.com/Comanicu_Dan)

Seite 12

Bioschmierstoffe
[shutterstock.com/Dmitry Kalinovsky](https://www.shutterstock.com/Dmitry_Kalinovsky)

Seite 14

Biologisch abbaubare, kompostierbare Kunststoff-
freie Cups
Tim Gainey/Alamy Stock Foto

Seite 22

Photobioreaktor
[shutterstock.com/Chokniti Khongchum](https://www.shutterstock.com/Chokniti_Khongchum)

Seiten 26 bis 29

Icons
Fraunhofer ISI, [shutterstock.com/hipatbig](https://www.shutterstock.com/hipatbig),
whanwhan.ai

Seite 34

Biologisch abbaubare Kunststoffgranulate
[shutterstock.com/Arsenii Palivoda](https://www.shutterstock.com/Arsenii_Palivoda)

Seite 46

Bifidobakterien
[shutterstock.com/Liaskovskaia Ekaterina](https://www.shutterstock.com/Liaskovskaia_Ekaterina)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

