

TransitionLab White Paper – Szenarien, Perspektiven und Treiber

Abstract

Die Transformation der Textilbranche hin zu einer bioökonomischen und zirkulären Industrie stellt eine der zentralen Herausforderungen nachhaltiger Innovationspolitik dar. Im Rahmen des Innovationsraums BIOTEXFUTURE untersucht das Begleitforschungsprojekt TransitionLab, wie gesellschaftliche, technologische und politische Dynamiken diesen Wandel aktivieren oder behindern können. Auf Basis der *Multi-Relation-Perspective* (Schmitt et al. 2023) sowie in Anlehnung an Adams & Jeanrenaud (2016) werden drei zentrale Innovationsdimensionen – *Responsibility and Behavioral Change*, *Technological Innovations at the Material Level* sowie *System Change* – als analytischer Rahmen herangezogen. Entlang dieses Rahmens wurden zwei kontrastierende modulare Szenarien entwickelt, die unterschiedliche Entwicklungspfade der textilen Bioökonomie skizzieren. Die vergleichende Analyse zeigt, dass Transformation nicht linear verläuft, sondern als relationale Dynamik zu verstehen ist – an den Schnittstellen zwischen ausgewählten Identitäten, institutionellen Logiken und materiellen Innovationen. Aus den Ergebnissen lassen sich Handlungsempfehlungen für Politik, Forschung und Wirtschaft ableiten, die auf Kooperation, Transparenz und langfristige Lernprozesse zielen.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Szenarioentwicklung: Herleitung und Methodik	4
3	Vorstellung der Szenarien	8
3.1	Szenario 1	8
3.2	Szenario 2	15
3.3	Zusammenfassung	20
4	Analyse aktivierender und blockierender Potenziale in den Szenarien	21
5	Schlussfolgerungen und Ausblick	26
6	Literatur	28

1 Einleitung

Die Transformation der Textilbranche ist voraussetzungsreich. Insbesondere vor dem Hintergrund der nationalen Bioökonomiestrategie (BMBF 2020) kommt der Entwicklung biobasierter Materialien eine tragende Rolle zu. Die Herausforderungen sind von einer hohen Komplexität technischer Innovationen gekennzeichnet, die von der Substitution erdölbasierter

durch biobasierte Fasern bis hin zur Kreislauffähigkeit von neuen Materialien und Textilien reichen. Eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiche und skalierbare Innovationen ist, diese als Teil einer transformativen gesellschaftlichen Dynamik zu begreifen, welche es im Detail zu erforschen gilt. In ihrer Vernetzung sind Innovationen stets soziotechnisch vermittelt und müssen in ihrer je spezifischen Einbettung nachvollzogen werden.¹

Die Herausforderungen soziotechnischer Innovationen im Bereich der zirkulären biobasierten Textilindustrie als Teil der Transformation zu erfassen und schließlich analysieren zu können, kann mithilfe einer Szenarioanalyse gelingen. Welche Herausforderungen insbesondere im Fokus stehen, hängt nicht zuletzt auch von der Perspektive der Innovierenden, also von beteiligten Akteuren ab. Einflussgrößen, wie Produktion und Konsum, haben in ihren jeweiligen Wirkmächten eine je spezifische Relevanz und können unterstützende sowie blockierende Dynamiken zwischen beteiligten Identitäten² provozieren. Akteure, Prozesse, Materialien und somit eine weitaus größere Zahl an Entitäten gestalten und bestimmen die Transformation zu einer bioökonomischen, zirkulären Textilindustrie mit, was die Komplexität des gesamten Prozesses nochmals unterstreicht. Dafür braucht es eine methodische Herangehensweise, die die Prozessualität und Relationalität des Wandels berücksichtigt und den dynamischen Charakter von Transformationsprozessen adäquat abbildet.

In Anlehnung an die Multi-Relation-Perspective (MRP) nach Schmitt et al. (2023) haben wir im Begleitforschungsprojekt TransitionLab im Innovationsraum BIOTEXFUTURE, gefördert vom BMFTR³, Innovationsentwicklungen als Teil der bioökonomischen und zirkulären Transformation der Textilindustrie im Innovationsraum szenarioanalytisch untersucht. Ziel der Analyse ist es, jene Dynamiken und Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Identitäten in unterschiedlichen Innovationsdimensionen zu beleuchten. Dabei geht es um die skalenfreie Betrachtung nicht subjektiver soziotechnischer Dynamik, die Veränderung im Sinne Whites (2008) hin zu einer bioökonomischen zirkulären Textilbranche bewirken kann. Zudem sollen diese Dynamiken in ihrer Reichweite mithilfe verschiedener Innovationsdimensionen betrachtet werden. Der Fokus auf spezifische Akteursgruppen als Identitäten eröffnet die Möglichkeit, in der Ausgestaltung der einzelnen Szenarien als sogenannte Zukunft-Stories, die Rollenerwartungen an die Gruppen zu identifizieren und so den Einfluss der Erwartungen in unterschiedlichen Innovationsdimensionen sowie im dynamischen Zusammenwirken mit anderen Identitäten in ihren Auswirkungen aufzudecken.

Die daraus abgeleiteten Szenarien verfolgen nicht das Ziel, klassische Zukunftsbilder zu entwerfen, die mögliche oder wahrscheinliche Entwicklungen darstellen. Stattdessen basieren sie auf modularen Annahmen, die aus Faktorenanalysen, Prospektionsverfahren und iterativer Testung hervorgegangen sind. Durch deren gezielte Kombination wird sichtbar, wie unterschiedliche Einflussfaktoren im Wandel blockierend oder aktivierend wirken können. Ziel

¹ Entgegen „klassischer“ innovationstheoretischer und -analytischer Ansätze möchten wir Innovationen nicht als rein technische Phänomene betrachten, die sich zum Beispiel in Nischen entwickeln und möglicherweise in abstraktere gesellschaftliche Ebenen diffundieren. Stattdessen sehen wir diese in ihrer Vernetzung und jeweiligen Einbettung als soziotechnisch fundiert.

² Identitäten meint in Anlehnung an H. C. White jede beobachtbare Form und Quelle, von der Aktivität auszugehen scheint und die als solche wahrgenommen wird (vgl. Häußling 2012: 232). Identitäten können in unterschiedlichster Ausprägung und Skalierung Personen, bezogen auf die Untersuchungsbereich, Wissenschaftler:innen, Konsument:innen, aber eben auch Textilien, Maschinen oder Gesetzgebungen sein.

³ BMFTR ist die Abkürzung für das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt.

dieser Szenarioanalyse ist es, eben jene Dynamiken zu identifizieren und daraus handlungsleitende Impulse für eine gelingende Transformation abzuleiten.

Die beiden nachfolgend präsentierten modularen Szenariokonstruktionen basieren auf unterschiedlichen Narrativen, die im Transformationsprozess unter Expert:innen diskutiert wurden. Als sogenannte Zukunfts-Stories zeigen sie treibende Faktoren und Identitäten in verschiedenen Dimensionen soziotechnischer Innovationsentwicklung, die sich modular dynamisch zueinander verhalten und so ein spezifisch aktivierendes sowie blockierendes Potenzial in Anlehnung an das „getting und blocking action“ nach White (2008: 289) in der Transformation entfalten. Mit dem Blick auf das Transformationsziel werden im Folgenden Potenziale als *aktivierend* bezeichnet, wenn sie Transformationsprozesse fördern oder erleichtern, während *blockierende* Potenziale auf hemmende oder widersprüchliche Dynamiken verweisen. Die aktivierenden und blockierenden Potenziale konnten mithilfe von Expert:innen der Bioökonomie sowie Akteur:innen aus dem Innovationsraum identifiziert werden. Die hier zugrunde gelegte Szenarioanalyse unterscheidet sich in zweierlei Hinsicht von bisherigen Zukunftsperspektiven auf die Bioökonomie:

Erstens richtet sie den Fokus nicht auf klassische ökonomische oder politische Treiber, sondern auf materialbasierte Innovationen als Ausgangspunkt. Zweitens orientiert sie sich nicht an linearen, quantitativ gestützten Entwicklungspfaden, sondern verfolgt eine modulare, qualitative Ausgestaltung unterschiedlicher Transformationslogiken.

Die vorliegende Szenarioanalyse richtet ihren Blick auf Innovationen im Bereich der Materialentwicklung, wodurch diese zum Ausgangspunkt modularer Annahmen wird und der forschungsgeleiteten Perspektive auf Transformation Rechnung getragen wird. In der Konsequenz trägt diese Analyse damit der Forschungsperspektive im Innovationsraum BIOTEXFUTURE Rechnung. Dabei geht es um die Orientierung an der Forschung und Entwicklung biobasierter und kreislauffähiger Textilien, die sich angelehnt an die Wertschöpfungskettenlogik nach Richter et al. (2025) auch mit Fragen der Feedstocks auseinandersetzen. Im Vergleich dazu fokussieren andere Analysen zum Beispiel den Bereich der Landnahme bzw. Landnutzung und damit verbundene Modelle (vgl. Schaldach / Thrän 2019; u. a. Banse et al. 2020) sowie den Aspekt politischer Maßnahmen (Wydra et al. 2020) oder die Gegenüberstellung des Konsumverhaltens und einer Agrarflächennutzung (Kimpeler et al. 2018; u. a. auch Banse et al. 2020).

Richter et al. (2025) erweiterten in ihrer literaturbasierten Analyse bestehende Bioökonomie-Szenarien in Deutschland um den Aspekt der Zirkularität. Die darin identifizierten Treiber wurden entlang der Logik der Wertschöpfungskette systematisiert und eingeordnet. Im Anschluss daran, werden im Folgenden die methodische Herleitung und Grundlage der neuen modularen Szenarioanalyse ausgeführt (Kap. 2) und darauf aufbauend, die einzelnen Szenarien in ihren Dynamiken präsentiert (Kap. 3). Darauf folgend werden in einem Vergleich beider Szenarien die blockierenden und aktivierenden Potenziale verschiedener Identitäten in den drei Innovationsdimensionen vorgestellt. Abschließend folgen aus der Analyse abgeleitete Handlungsempfehlungen sowie ein Ausblick zum Potenzial der Methode (Kap. 4 und 5).

2 Szenarioentwicklung: Herleitung und Methodik

Aufbauend auf den in Kapitel 1 skizzierten Herausforderungen verfolgt das TransitionLab im Innovationsraum BIOTEXFUTURE einen methodisch-analytischen Zugang zur Transformation der Textilbranche. Ziel war es, ein vertieftes Verständnis möglicher Entwicklungspfade einer bioökonomischen Textilindustrie zu erarbeiten – insbesondere mit Blick auf die Frage, welche ausgewählten Identitäten mit welchen Potenzialen den transformativen Wandel aktiv vorantreiben oder behindern. Zur Untersuchung dieser Dynamiken wurden zwei kontrastierende Szenariokonstruktionen im Anschluss an Essia und Baudouin (2024) entwickelt, die als methodisches Analysewerkzeug fungieren.

Die entwickelten Szenarien stellen wie bereits benannt keine Zukunftsprognosen dar, sondern basieren auf einem modularen Aufbau mit kommunikationsgeleiteten, soziotechnisch orientierten Annahmen. Sie erlauben eine strukturierte Auseinandersetzung mit Verantwortlichkeiten, Transformationslogiken und Innovationsdynamiken – stets aus der Perspektive spezifischer Identitäten. Die Szenarien entfalten ihr Potenzial dabei nicht als klassische lineare Erzählungen, sondern als bewusst zugespitzte Konstruktionen, die typische Konfliktlinien und Handlungsspielräume in der bioökonomischen Textiltransformation sichtbar machen.

Dabei haben wir im Rahmen eines TransitionLab-internen Workshops verschiedene Spannungsfelder erarbeitet. Diese Spannungsfelder beinhalten gegensätzliche, aber plausible Entwicklungslinien, die zentrale Zielkonflikte und Ausrichtungsmöglichkeiten innerhalb der Transformation der Textilindustrie erfassen. In unserem methodischen Vorgehen wurden folgende übergeordnete Spannungsachsen identifiziert: (1) ein innovationsgetriebenes Verständnis biobasierter Materialien als „technological duplicate of nature“ versus (2) ein auf Herkunft und Natürlichkeit fokussierter Zugang als „origin in nature“, (3) eine produktionsnahe Designlogik mit Fokus auf Rezyklierbarkeit („design for recycling“ in Anlehnung an Hall 2021) versus (4) eine markt- und nutzungsgetriebene Perspektive mit Fokus auf Langlebigkeit und Abbaubarkeit, (5) ein ökonomischer Ansatz, in der Nachhaltigkeit sich rechnen muss, versus (6) eine normativ fundierte Nachhaltigkeitsorientierung, (7) Transformation durch politische Anreize versus (8) Transformation durch regulatorische Verbote, sowie (9) starke öffentliche Forschungsförderung mit entsprechender Steuerung versus (10) unternehmensgetriebene Forschung ohne direkte staatliche Einflussnahme. Diese Spannungsfelder bildeten den Rahmen für die weitere szenarioanalytische Ausgestaltung.

Aufbauend auf diesen Spannungsfeldern wurde die Szenarioentwicklung in einem mehrstufigen methodischen Verfahren umgesetzt, das im Folgenden entlang zentraler Arbeitsschritte erläutert wird:

Den Ausgangspunkt bildeten qualitative Interviews mit Expert:innen sowie erste Workshop-Ergebnisse aus dem Innovationsraum BIOTEXFUTURE. Auf dieser Grundlage wurden narrative Spannungsachsen identifiziert, die zentrale Gegensätze innerhalb des Innovationsfeldes sichtbar machten. In Anlehnung an Adams & Jeanrenaud (2016: 9) wurden drei zentrale Innovationsdimensionen unterschieden: *Responsibility and Behavioral Change*, *Technological Innovations at the Material Level* sowie *System Change*. Diese Dimensionen strukturieren die nachfolgende Szenarioanalyse und ermöglichen eine differenzierte Betrachtung der spezifischen Identitäten und Einflussfaktoren.

Darauf aufbauend erfolgte eine Bewertung dieser Spannungsfelder im Hinblick auf ihre Relevanz, Gestaltungsmacht und Plausibilität. Aus dieser Faktorenanalyse wurden zentrale Treiber für die weitere Szenarioentwicklung abgeleitet.

In einem nächsten Schritt wurden zwei kontrastierende Prospektionen entwickelt. Diese zeichnen sich durch ihren modularen Aufbau aus: Annahmen zu Politik, Design, Konsum, Forschung und Produktionslogik wurden systematisch variiert und einander gegenübergestellt, um mögliche Entwicklungspfade zu modellieren und Dynamiken sichtbar zu machen.

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht diesen modularen Aufbau. Ausgehend von den beiden Prospektionen zeigt sie, wie unterschiedliche Kombinationen von Annahmen miteinander verknüpft wurden und so die Grundlage für die beiden kontrastierenden Szenarien bilden.

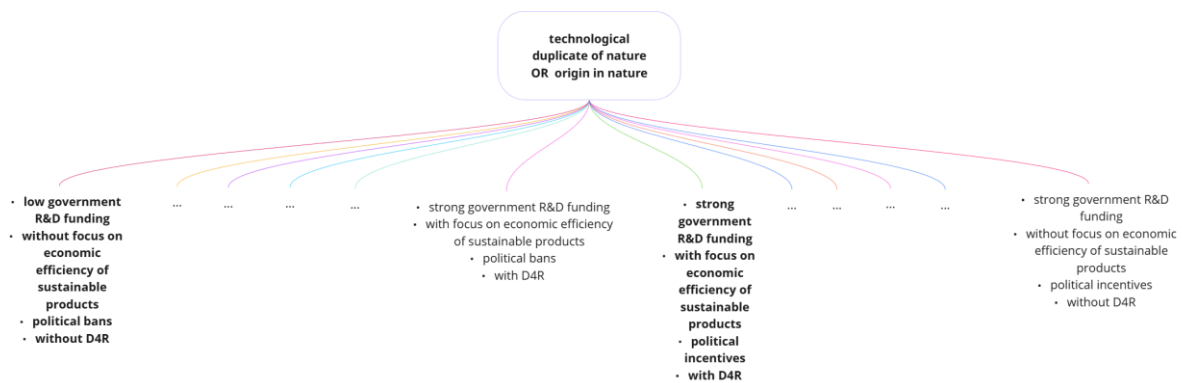


Abb. 1: Modularer Aufbau der Szenario-Annahmen

Zentral war hierbei die Arbeit mit kommunikationsgeleiteten, soziotechnisch orientierten Grundannahmen, die in zwei kontrastierenden Szenarien mündeten:

- *Szenario 1* basiert auf der Annahme, dass neue Materialien als technologische Duplikate der Natur konzipiert werden („duplicate of nature“). Transformation wird hier über soziotechnische Innovationen, staatliche Fördermaßnahmen und Design-for-Recycling-Strategien vorangetrieben.
- *Szenario 2* hingegen versteht unter biobasierten Materialien solche Materialien, bei denen die Fasern natürlichen Ursprungs sind („origin in nature“). Im Fokus stehen Abbaubarkeit, politisch verordnete Veränderungen und der Ausbau notwendiger Infrastrukturen – ohne direkte Rückbindung an wirtschaftliche Verwertungslogiken.

Die Modellierung der beiden Prospektionen erfolgte auf Basis dieser Grundannahmen. Unterstützend kamen dabei auch Large Language Models (LLMs) wie ChatGPT zum Einsatz, um narrative Varianten und Plausibilitätsräume systematisch auszuloten. In einem iterativen Verfahren wurden die entstandenen Szenarien auf ihre innere Konsistenz hin überprüft. Dabei flossen sowohl projektinterne Rückmeldungen als auch externe fachliche Einschätzungen in die Plausibilitätsprüfung und Verfeinerung ein.

Die finalisierten Szenarien wurden in Workshops mit Beteiligten aus dem Innovationsraum sowie in interdisziplinären externen Runden mit Akteur:innen aus Wissenschaft und Wirtschaft diskutiert. Hierbei wurden insbesondere konkrete gesellschaftliche Situationen betrachtet – etwa der Kleidungskauf, industrielle Produktion oder die Bereitstellung biobasierter Rohstoffe. Die Ergebnisse dieser Diskussionen sowie ergänzende Interviewaussagen wurden abschließend

ausgewertet, um aktivierende und blockierende Potenziale in beiden Szenarien zu identifizieren. Diese wurden entlang definierter Innovationsdimensionen und fokussierten Identitäten aufbereitet und miteinander verglichen. Zur besseren Nachvollziehbarkeit sind die bereits beschriebenen methodischen Schritte der Szenarioentwicklung in der folgenden Abbildung noch einmal visualisiert.

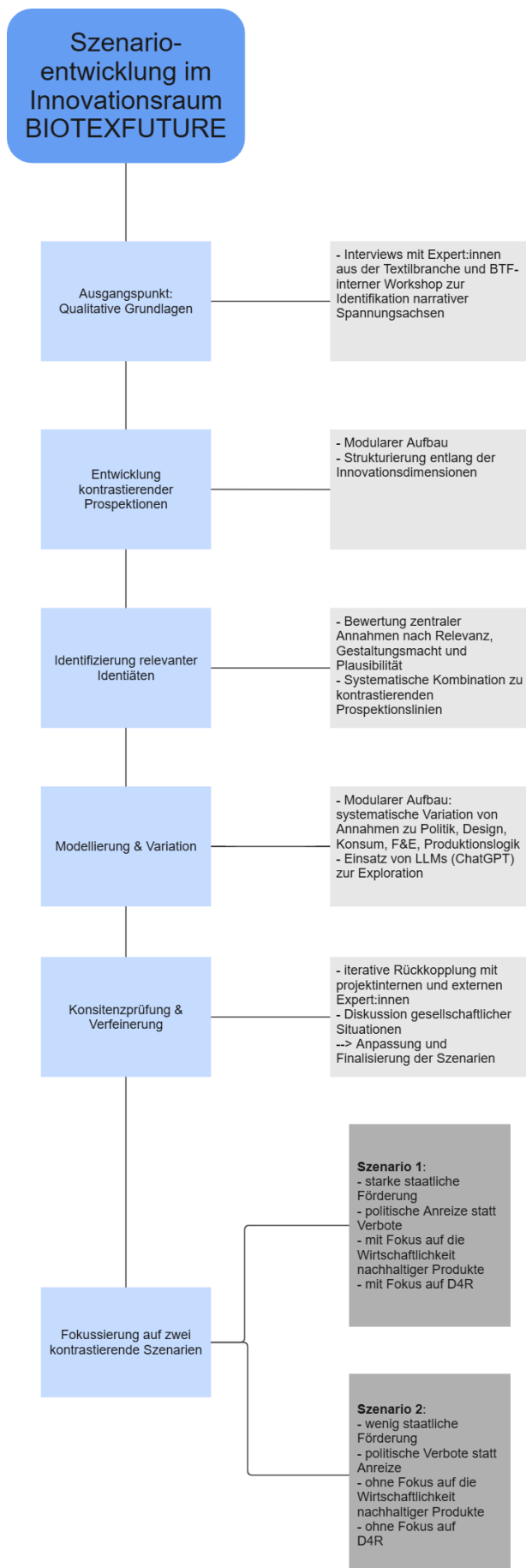


Abb. 2: Übersicht der Szenarioentwicklung im Innovationsraum BIOTEXFUTURE

Auf Grundlage dieser methodischen Szenarioentwicklung und der verorteten identifizierten Treiber folgt im nächsten Kapitel eine vertiefende Analyse der beiden Szenarien. Im Mittelpunkt stehen dabei spezifische Identitäten – wie Politik, Unternehmen, Forschung, Design oder Konsum – und ihre jeweiligen Verantwortlichkeiten, Einflussmöglichkeiten und Wechselwirkungen im Kontext der textilen Transformation.

3 Vorstellung der Szenarien

Ausgehend von den zuvor beschriebenen methodischen Schritten und identifizierten Spannungsfeldern widmet sich dieses Kapitel der vertiefenden Analyse der beiden entwickelten Szenarien. Dabei handelt es sich zum einen um ein Szenario, das den Transformationspfad einer bioökonomischen Textilbranche vor allem durch technologieorientierte Innovationen, staatliche Forschungsförderung und Designstrategien wie „Design for Recycling“ geprägt sieht. Zum anderen wird ein Szenario betrachtet, das Materialien mit Ursprung in der Natur („origin in nature“) fokussiert, politische Verbote in den Vordergrund rückt und Transformation primär über regulatorische Maßnahmen und infrastrukturellen Ausbau denkt – ohne direkte Rückbindung an wirtschaftliche Verwertungslogiken.

Im Fokus der Analyse stehen die gesellschaftlichen Identitäten, die durch die im Szenario zugrunde gelegten modularen Annahmen in unterschiedlicher Weise adressiert werden. Entlang der drei zentralen Innovationsdimensionen – *Responsibility and Behavioral Change*, *Technological Innovations at the Material Level* und *System Change* – wird untersucht, welche Potenziale sich im Hinblick auf eine nachhaltige Transformation ergeben.

Im Folgenden werden zwei modular entwickelte Szenarien analysiert, die unterschiedliche Entwicklungspfade für eine nachhaltige Textilwirtschaft aufzeigen. Während Szenario 1 stärker technologische Innovation, staatliche Förderung und Designstrategien fokussiert, liegt in Szenario 2 der Schwerpunkt auf politischer Regulierung, marktwirtschaftlicher Steuerung und Rückführungssystemen.

3.1 Szenario 1

Dem ersten Szenario liegen verschiedene Annahmen zugrunde, die die fokussierten Identitäten unter anderem in ihren verschiedenen Rollen maßgeblich beeinflussen. Die Ein- und Auswirkungen und ihr wechselseitiges Zusammenwirken sollen entlang des Szenarios, als modulares Annahmen-Konstrukt, genauer beleuchtet werden. Dabei werden insbesondere die aktivierenden und blockierenden Potenziale der verschiedenen Identitäten in den drei Dimensionen hinsichtlich der entstandenen Transformationsdynamik analysiert. Dieses Szenariokonstrukt kann wie folgt visualisiert werden⁴:

⁴ Diese visuelle Vorstellung ist KI-generiert. Sie wurde mit ChatGPT erstellt.



Bild 1: Szenario 1, Quelle ChatGPT

In diesem Szenario stehen materialbezogene Innovationen im Mittelpunkt, die auf der Idee eines *technologischen Duplikats der Natur* beruhen. Die zugrundeliegende Annahme lautet, dass neue Fasermaterialien gezielt so entwickelt werden, dass sie die funktionalen Eigenschaften natürlicher Materialien imitieren – jedoch unabhängig von biologischen Rohstoffen. Im Zentrum steht ein technologisch geprägtes Verständnis von Nachhaltigkeit, das nicht auf Natürlichkeit oder Herkunft, sondern auf Funktionalität und Ersetzbarkeit abzielt. Ziel dieser soziotechnischen Innovationen ist es, erdölbasierte Fasern durch leistungsfähige Alternativen zu ersetzen.

Neue Materialentwicklungen konsolidieren nicht nur soziotechnisch neue Technologien, wie beispielsweise Biotechnologien, sondern bedeuten auch neue Informations- und Wissensproduktionen sowie deren Verbreitung für zum Beispiel Konsument:innen oder Nutzer:innen. Diese Innovationsentwicklungen werden durch eine starke staatliche Förderung von Forschung und Entwicklung unterstützt. Als zweite bedeutende Annahme in diesem Gefüge richtet sich der Blick auf die verschiedenen Unterstützungsmöglichkeiten und Forschungsansätze, die von staatlicher Seite miteinbezogen werden. Daneben wird im modularen Konstrukt die Annahme zugrunde gelegt, dass politische Regulierungen als Anreize die Transformation beschleunigen sollen, statt Verbote einzusetzen. Die im Szenario zugrunde gelegten Annahmen beeinflussen somit maßgeblich die Rollen, in denen die verschiedenen Identitäten wirken. Die folgende Analyse knüpft direkt an diese Szenariostruktur an und legt dar, wie die jeweiligen Potenziale aktivierend oder blockierend auf den Transformationsprozess wirken können. Dabei wird eine bestimmte Art dynamischer Einflussnahme provoziert, die mit Blick auf die einzelnen Identitäten und deren Relationen zueinander relevant ist.

Ein bedeutender Faktor für eine Transformation der Textilindustrie zu einer bioökonomischeren, kreislauffähigeren Branche ist die vielbeachtete Wirtschaft und die entlang der gesamten Wertschöpfungskette beteiligten Unternehmen. Als Teil der transformativen Dynamik steht stets die Relation von (Produktions-)Kosten und Nachhaltigkeit im Vordergrund unternehmerischer Entscheidungsfindung. In diesem Szenariokonstrukt richtet sich ‚der‘

Unternehmensfokus auf eine eher an Wirtschaftlichkeit ausgerichtete Nachhaltigkeit in der Produktion von Textilien und den daraus entstehenden Produkten. Ein häufig eingesetztes Instrument für die Messung der prozessualen oder auch produktbezogenen Nachhaltigkeit in Unternehmen ist das life cycle assessment (LCA).⁵

Durch den Unternehmensfokus wird eine Dynamik mit Blick auf die Entwicklung neuer Materialien in zum Beispiel Forschungsprojektverbünden ausgelöst. Die letzte Annahme schließt an den Entwicklungs- und Produktionsprozess an. In der zugrunde gelegten Modularität wird in diesem Szenario auf ein „Design for Recycling“ (D4R) gesetzt. Der Einbezug von Designer:innen spielt hier eine entscheidende und wirkmächtige Rolle.

Aus diesen Annahmen ergibt sich folgende Entscheidungsmatrix:

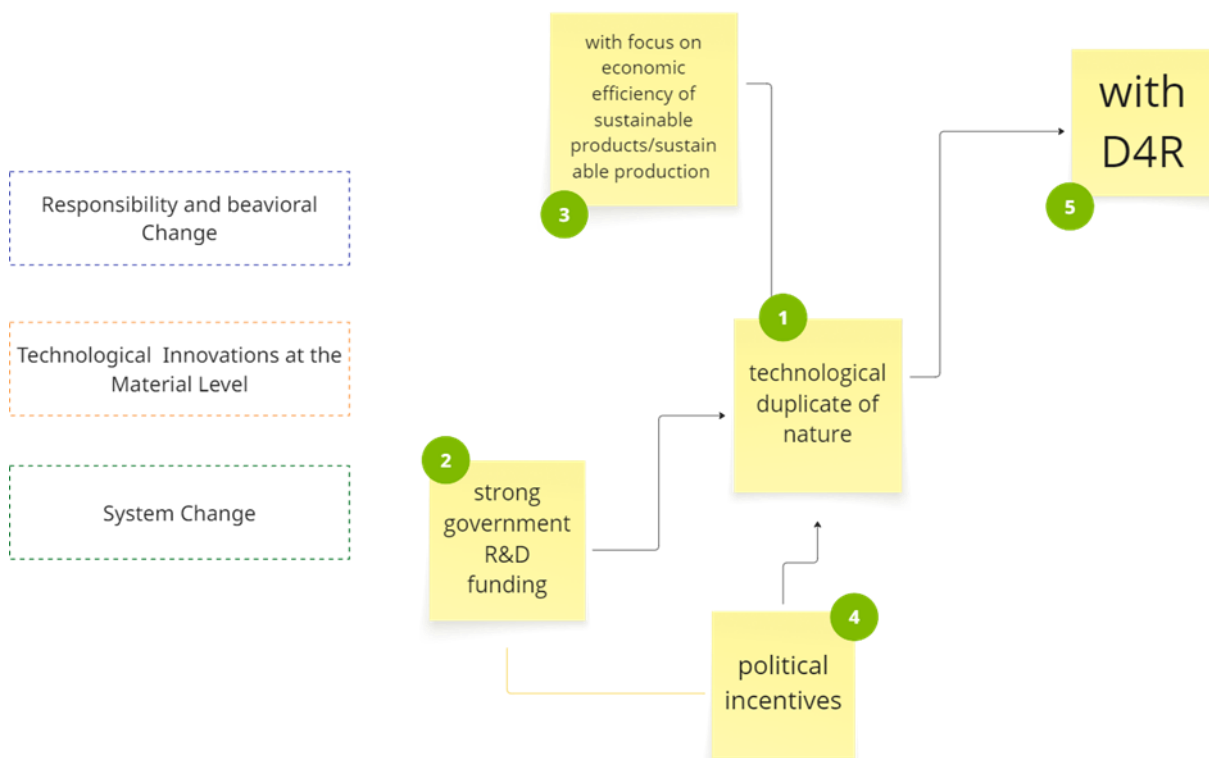


Abb. 3: modulare Annahmen - Szenario 1

Aus Sicht der befragten Expert:innen löst diese Konstruktion unterschiedliche Dynamiken aus, die sich bezogen auf die verschiedenen fokussierten Identitäten und vor dem Hintergrund der drei Innovationsdimensionen in ihrer soziotechnischen Ver- und Entkopplung ergeben. Daraus lassen sich unterschiedliche aktivierende und blockierende Dynamiken ableiten, welche im Folgenden kurz dargestellt werden.

Die Rolle der *Konsumierenden und Nutzenden* wird im ersten Szenario im Veränderungsprozess hin zu einer bioökonomischen Textilbranche als eher aktivierend wahrgenommen, jedoch zumeist in der Dimension *Responsibility and Behavioral Change* verortet. Sie werden als Wissens- und Gestaltungsträger:innen angesehen.

⁵ Diese Methode bedarf einer kritischen Würdigung und Analyse. Sie wurde auch im Innovationsraum BIOTEXFUTURE in verschiedenen Projekten angewendet. [Quelle zur Guideline](#)

Zum Beispiel liegt eine Katalysatoren-Wirkung bei Landwirt:innen, wenn sie über ein gewisses Materialwissen unter anderem zu der Degradierfähigkeit von Biovliesen im Vergleich zu herkömmlichen Agravliesen verfügen. Zugleich muss das Wissen dazu beitragen, Widersprüche zwischen Wiederverwendung und Degradierfähigkeit aufzulösen. Ein solches Wissen kann maßgeblich dazu führen, dass die Entscheidung für die neuen Materialien dieser User getroffen und so die Nachfrage angeregt wird (Projekt BioVlies).

Ein weiterer Aspekt in dieser Dimension betrifft das Design neuer Produkte. Dieses gilt als wichtige Schnittstelle zwischen der Forschung und Entwicklung sowie den Nutzenden und Konsumierenden. Es verbindet nicht nur die Forschung über die Wissenskommunikation mit der Öffentlichkeit, sondern kann auch die Neuerungen und Besonderheiten im Produkt materialisieren und so im besten Fall direkt erfahrbar machen.

Im Projekt GOLD spielt die Rolle des Designs eine elementare Übersetzungsfunktion von Forschung und Entwicklung, die in das Material und in dessen Gestaltung eingeflossen ist. Es bildet hier die Schnittstelle nicht nur zwischen Material und Forschung / Entwicklung, sondern auch zwischen materialisierter Innovation und Konsument:innen, im Vergleich zu herkömmlichen Textilien.

Innovationen bedeuten meist auch höhere Kosten in der Entwicklung, Produktion und schließlich auch im Vertrieb. Konsumierende und Nutzende, die über wenig Materialwissen verfügen, können dadurch verunsichert sein, insbesondere in Kombination mit höheren Preisen. Diese Unsicherheit kann die ursprünglich aktivierende Rolle im Transformationsprozess umkehren und blockierend auf das Netzwerk wirken. Zudem kann eine Überflutung mit Informationen eher zu einer Überforderung führen. In der Verbindung mit einer vom Staat ausgehenden starken Forschungsförderung zusammen mit kooperierenden Unternehmen, können Konsumierende und Nutzende jedoch als Katalysatoren der Transformation betrachtet werden.

Auch *Unternehmen* als Teil der Wirtschaft in ihrer engen Kopplung mit einer starken Forschungs- und Entwicklungsförderung werden für einen Wandel der Textilbranche als unterstützend wahrgenommen. Dies hängt insbesondere mit der Kopplung an die staatliche Förderung als Sicherung für Investitionen zusammen. Gerade in Bezug auf Informationsangebote wird ihnen eine bedeutende Rolle in ihrer Verantwortung für einen gelungenen Transfer von Innovationen für den Wandel zugeschrieben. Zudem werden Unternehmen in Ihrer Verantwortung, Innovationen im Bereich der Rückführungssysteme zu unterstützen, besonders hervorgehoben. Ebenfalls relevant sind Unternehmen für internationale Kooperationen. Damit verbunden können Unternehmen einen wichtigen Beitrag für die Verschiebung der Wertschöpfungsketten hin zu regionaleren, das heißt EU orientierteren Ketten beitragen. Dies adressiert einen systematischen Wandel der Textilindustrie.

Nachhaltigkeit wird in diesem Szenario eher nachgelagert betrachtet, bietet aber einen Mehrwert für Unternehmen. Herausforderungen und damit die Tendenz, eher blockierend auf die Transformationsprozesse zu wirken, sind die Kosten, die bei der Produktion neuer Materialien entstehen. Bei Innovationen im Bereich des Recyclings sind geringe Materialmassen ein Innovationshemmnis, was insbesondere die technologische Dimension im klassischen Sinne betrifft, die jedoch stets soziotechnisch konstruiert ist. Allgemein können sich komplexe Definitionen von Nachhaltigkeit hinderlich auswirken, weil sie zu wenig Orientierung bieten.

„Die“ *Politik* wirkt sich in diesem Szenario stark als aktivierende Identität durch Anreize und gezielte Kooperationen aus. Der Fokus liegt auf den Subventionen in bioökonomische, biobasierte und kreislauffähige Textilien und Innovationen. Die Unterstützung nationaler und europäischer Kooperationen wirkt sich eher aktivierend auf den Transformationsprozess aus. Auch eine aktive Anreizgestaltung wirkt sich aus Sicht der Expert:innen positiv auf den Prozess aus. Darin liegt zugleich auch eine Gefahr, denn eine produktive Anreizgestaltung reduziert zugleich den Druck auf eine stärkere Verantwortungsübernahme anderer Identitäten. Hier wird aus Sicht der Expert:innen im Innovationsraum und der Bioökonomie eine Kombination von Anreizen und Verbotsmechanismen von politischer Seite insbesondere für die Produktion von Textilien als wirkmächtiger eingeschätzt.

Ein wichtiges und aktivierendes Potenzial stellt der Bereich *Forschung und Entwicklung* dar. Gerade die Integration von Designer:innen in die Forschungs- und Entwicklungsprozesse im Bereich bioökonomischer, biobasierter und kreislauffähiger Textilien wirkt sich aktivierend auf den Transformationsprozess aus. Insbesondere die Gestaltung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Blick auf die Skalierbarkeit von Innovationen kann hier einen Impuls setzen. Dabei werden gerade die Materialtrennung und die Erforschung von Wiederverwertungsmöglichkeiten relevant. Im Sinne der bioökonomischen Kreislaufwirtschaft werden Grundlagenforschungsprojekte sowie Monomaterialforschung als besonders aktivierend betrachtet.

Im Projekt CircWool wurden in der Innovationsdimension *Technological Innovation at the Material Level* haltbare Wollfasern entwickelt. Die Naturfasern wurden mithilfe biotechnologischer Verfahren dahingehend verändert.

Im Projekt GOLD wurde in der gleichen Innovationsdimension Kollagen genutzt, um die Leistungs- und Recyclingfähigkeit von Materialien zu verbessern.

Die Einbindung herkömmlicher Materialien sollte zudem berücksichtigt werden. Zugleich werden digitale Tools und neue Produktions- sowie Infrastrukturlösungen als wichtige und aktivierende Beiträge wahrgenommen. Die Grundlagenforschung wird hier zwar als notwendig erachtet, kann aber bei einer einseitigen Fokussierung eher hemmend wirken, wenn wichtige Faktoren, wie zum Beispiel Skalierbarkeit, unberücksichtigt bleiben. Auch wirken sich Informationslücken bei neuen Materialien oder gegenüber ihrer Herstellung negativ auf die Akzeptanz der Produkte aus. Gerade wenn es um die Nachhaltigkeit technisch duplizierter Textilien geht, können sich Unsicherheiten gegenüber textilen Innovationen potenzieren.

Designer:innen werden in diesem Kontext als wichtige Treiber für eine zirkuläre bioökonomische Textilbranche betrachtet, wenn sie zum Beispiel systemische Konzepte wie „Design for Sustainability“ verfolgen. In diesem Sinn sind besondere Design-Faktoren, wie Modularität, Fokussierung auf Monomaterialien sowie neuen Recyclingtechnologien bedeutsam. Sie wirken sich aktivierend auf die transformativen Prozesse aus, weil sie das Einschreiben einer Recyclingfähigkeit in die Textilien selbst fokussieren und durch biotechnologische Verfahren unterstützen. Zudem geht es in Anlehnung an Hall (2021) um die soziotechnische proaktive Entwicklung von Textilien. Qualitätsverluste des Materials durch Textilrecycling werden von den Expert:innen jedoch auch wahrgenommen. Derartige Materialverluste können sich wiederum eher hemmend auswirken auf das transformative Netzwerk und damit auf den gesamten Prozess auswirken. Ein weiterer blockierender Faktor

im Transformationsprozess besteht darin, wenn ‚Design for Recycling‘ als Konzept zu eng gedacht wird. Es wurden im Projekt GOLD Designer:innen beteiligt, um den Transfer von Forschungsergebnissen zu praktischen D4R Produktstrategien zu leisten. Dies wirkt in der Reichweite sowohl in die Innovationsdimension *Technological Innovations at the Material Level* als auch in die Dimension *Responsibility and Behavioral Change* hinein und hat damit einen weitreichenden Einfluss. Die Verantwortung für zum Beispiel Verwertungs- und Recyclinginfrastrukturen muss von allen beteiligten Partnern getragen werden. Insbesondere von denjenigen Identitäten, die die Partner und Entitäten miteinander vernetzen. Ihnen kommt in dieser Hinsicht über alle Innovationsdimensionen hinweg eine bedeutende Rolle zu, so Expert:innen außerhalb des Innovationsraums.

Die entscheidende Schlüsselrolle nimmt aus Sicht der Expert:innen ‚die‘ *Politik* ein. Sie wird als zentraler Treiber im Wandel hin zu einer bioökonomischen Textilbranche betrachtet. Die Bedingungen und Weichen werden in dieser relational dynamischen Szenariokonstruktion durch ‚die‘ Politik und Verwaltung maßgeblich beeinflusst.

Direkt dahinter folgt die Bedeutung der Unternehmen als Teil der Wirtschaft im Transformationsprozess. Sie werden als kollaborativer Forschungspartner hervorgehoben, weil ihnen eine bedeutende Rolle in der Umsetzung sowohl in der Innovationsdimension *Responsibility and Behavioral Change* als auch innerhalb der Dimension der Materialinnovation zukommt und sie zudem eine distribuierende Funktion von Innovationen am Markt einnehmen, durch die Konsument:innen in ihren Entscheidungen gelenkt werden.

Daraus ergibt sich die folgende Beziehungsmatrix, welche die Dynamiken im Innovationsnetzwerk der Identitäten verdeutlicht:

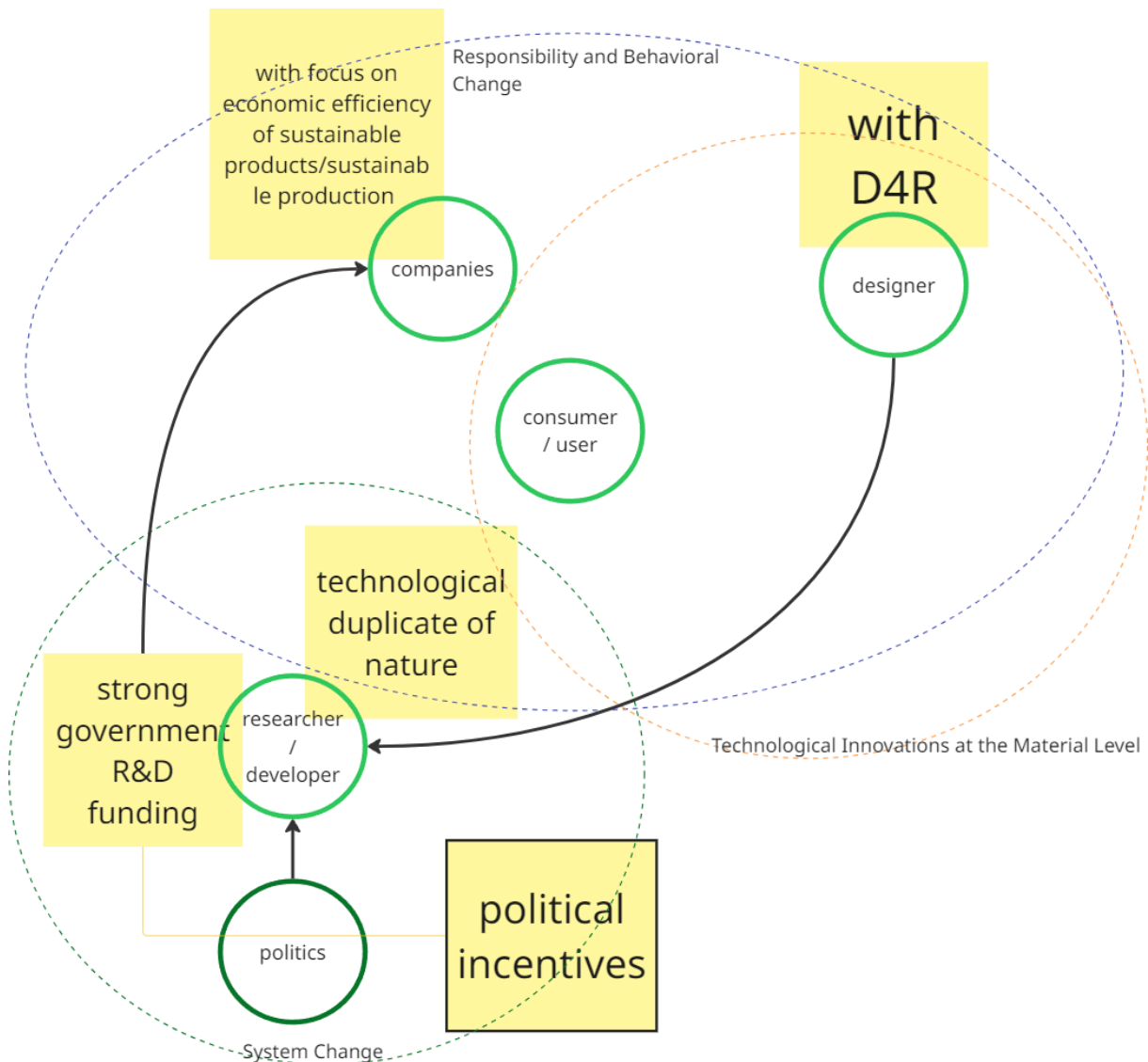


Abb. 4: Beziehungsmatrix Szenario 1

Die Matrix verdeutlicht die dynamisierende und damit aktivierende Rolle der Designer:innen sowohl in der Dimension des *Technological Innovations at the Material Level* als auch im Bereich der Verantwortungsübernahme (*Responsibility and Behavioral Change*). In der Beziehung zur Forschung und Entwicklung können so weitere auch auf den systemischen Wandel hin aktivierende dynamische Prozesse für den Wandel der Textilbranche provoziert werden. Diese sind in dieser Storyline abhängig von politischen Einflüssen durch eine starke Förderung von Forschung in der Kollaboration mit Unternehmen. Im zweiten Szenario werden andere modulare Annahmen zur Entwicklung einer spezifischen Story herangezogen. Die Dynamik und die wechselseitigen Abhängigkeiten der verschiedenen Annahmen werden in ihrem Potenzial aktivierend oder auch blockierend auf einen Wandel einzuwirken, im Folgenden vorgestellt.

3.2 Szenario 2

Die Analyse der identitätsbezogenen Potenziale erfolgt im Folgenden entlang der drei in Kapitel 2 eingeführten Innovationsdimensionen: *Responsibility and Behavioral Change*, *Technological Innovations at the Material Level* und *System Change*. Die jeweilige Zuordnung spiegelt die Einschätzungen aus Workshops und Expert:inneninterviews wider und dient dazu, die Komplexität der Transformationsdynamiken differenziert zu erfassen. Die Struktur folgt dabei – wie in Kapitel 3.1 – den identitätsbezogenen Rollen, wobei die drei Innovationsdimensionen systematisch in die Analyse eingeflochten werden.



Bild 2: Szenario 2, Quelle ChatGPT

Die dem Szenario zugrundeliegende Erzählung basiert auf der Annahme, dass Transformation über ein stärker reguliertes, politisch vorgegebenes System erfolgt. Der Fokus liegt auf verpflichtenden Rückführungsmechanismen, dem Rückbau staatlicher Innovationsförderung sowie einer stärkeren Marktorientierung. Während sich Konsumierende in gewohnten Routinen bewegen, werden Unternehmen, Politik und Forschung stärker in die Verantwortung genommen. Diese Rollenverlagerung verändert die Dynamiken im Relationsgefüge der Identitäten und beeinflusst ihre Wirksamkeit innerhalb der Transformation.

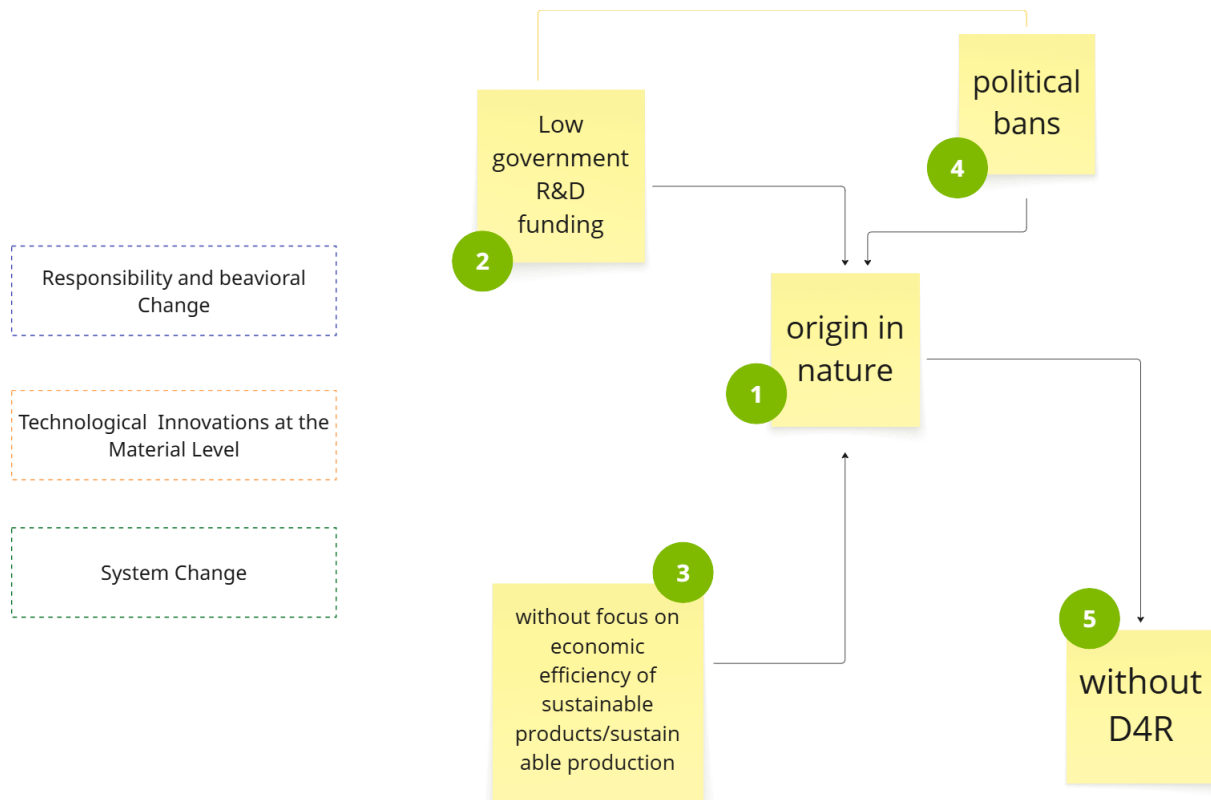


Abb. 5: modulare Annahmen - Szenario 2

Die Rolle der *Konsumierenden und Nutzenden* wird im zweiten Szenario differenziert beurteilt. Während sie aus interner Perspektive punktuell als aktivierbar gelten – etwa durch ihre Einbindung in Rückführungssysteme – überwiegt insgesamt die Einschätzung, dass ihre Rolle stark begrenzt bleibt. Externe Expert:innen sehen sie eher als beeinflussbare Gruppe, deren Entscheidungen von anderen Akteursgruppen wie Politik oder Unternehmen gelenkt werden. Auch fehlende Orientierungsmöglichkeiten, widersprüchliche Informationen und Unsicherheiten über Produktqualitäten wirken tendenziell blockierend. Hinzu kommen Zielkonflikte wie die eingeschränkte Farbvielfalt bei naturbasierten Produkten, Greenwashing-Risiken und unklare Aussagen zu Kompostierbarkeit, die eine informierte Kaufentscheidung erschweren. Design kann an dieser Stelle eine vermittelnde Rolle einnehmen, etwa durch verständliche Gestaltung von Produktinformationen oder modulare Produktkonzepte. Insgesamt bleibt das aktivierende Potenzial der Konsumierenden in diesem Szenario jedoch begrenzt. Ihre Rolle wird primär innerhalb der Dimension *Responsibility and Behavioral Change* verortet, zeigt jedoch klare Begrenzungen.

Designer:innen agieren ebenfalls innerhalb dieser Dimension, insbesondere an der Schnittstelle von Konsum, Gestaltung und Informationsvermittlung. Ihre Rolle umfasst die visuelle und funktionale Übersetzung nachhaltiger Innovationen. Herausforderungen wie begrenzte Individualisierbarkeit oder Verarbeitungsaufwand schränken jedoch die Wirksamkeit ein, vor allem, wenn keine begleitenden Standards und Rückführungssysteme bestehen. Eine potenzielle aktivierende Wirkung kann entstehen, wenn systemische Konzepte wie „Design for Sustainability“ stärker verankert werden – allerdings braucht es dafür entsprechende strukturelle Voraussetzungen. Wie in Kapitel 3.1 zeigt sich auch hier, dass Designer:innen über

Gestaltung und Kommunikation Brücken zwischen Forschung, Produkt und Konsum schlagen können.

Unternehmen stehen im zweiten Szenario unter starkem Veränderungsdruck. Politische Verbote erzeugen Innovationsdruck, allerdings fehlen gleichzeitig wirtschaftliche Anreize und langfristige Förderstrukturen. Dies führt zu Unsicherheiten in der Planung und Umsetzung. Insbesondere kleinere Unternehmen sehen sich mit finanziellen Risiken konfrontiert. Zwar können private Investoren punktuell Innovationen unterstützen, doch diese Mittel greifen oft selektiv und marktorientiert. Externe Expert:innen betonen, dass wirtschaftliche Zielsetzungen weiterhin handlungsleitend bleiben. Wenn diese nicht mit Nachhaltigkeitszielen verbunden werden, droht ein Rückzug aus transformativen Prozessen. Gleichzeitig zeigen sich jedoch auch aktivierende Potenziale: So wird etwa die Wiederbelebung regionaler Wertschöpfungsketten und alter Rohstoffpfade (z. B. Hanf, Flachs) als Chance verstanden, neue Geschäftsmodelle für regenerative Produkte zu etablieren. Unternehmen wird somit eine zentrale Rolle zugeschrieben, sowohl als Adressat politischer Lenkungsmaßnahmen als auch als potenzieller Innovationsträger.

Mit Blick auf die Dimension *Technological Innovations at the Material Level* wird deutlich, dass neue Materialien – insbesondere pflanzenbasierte Alternativen – häufig mit Unsicherheiten behaftet sind: Fragen zur Kompostierbarkeit, zur Nutzungskonkurrenz oder zur Recyclingfähigkeit (vgl. BioTurf, FungalFibers) stehen im Vordergrund. Auch technische Anforderungen an Verarbeitung, Lebensdauer und Leistungsfähigkeit sind nicht abschließend geklärt. Im Projekt FungalFibers etwa zeigt sich, dass biobasierte Herkunft allein nicht genügt und technische Leistungsfähigkeit durch geeignete biotechnologische Verfahren gewährleistet werden muss. Ebenso verdeutlicht BioTurf, dass Monomaterialien aus biobasierten Quellen in der Ökobilanz nicht zwangsläufig besser abschneiden als fossile Alternativen. Diese Beispiele belegen, dass technische Leistungsfähigkeit ein kritischer Faktor der Materialinnovation bleibt, auch wenn eine biobasierte Herkunft gegeben ist.

Politik und Verwaltung bilden den strukturellen Rahmen des Szenarios. Sie werden im Szenariokonstrukt als zentrale Treiber benannt, die durch klare Verbotsmechanismen Systemveränderungen beschleunigen können. Diese Lenkungswirkung kann durch wirtschaftlichen Druck aktivierend wirken – etwa, wenn Importverbote regionale Märkte stärken. Gleichzeitig bestehen Risiken: Fehlende oder inkohärente Steuerungsimpulse können technologische Entwicklungen blockieren oder die Verantwortung für Wandel auf andere Akteur:innen verschieben. Auch die alleinige Fokussierung auf Verbote wird kritisch gesehen, da durch sie langfristige Entwicklungsziele vernachlässigt werden können. In den Rückmeldungen der Expert:innen zeigt sich ein Spannungsfeld zwischen wirkmächtigen Verboten und dem Bedarf an unterstützenden Strukturen. Als positives Beispiel für innovationsfördernde Regulierung wurde die europäische Chemikalienverordnung REACH genannt. Diese Regelung verdeutlicht, dass klar definierte Rahmenbedingungen durchaus innovationsfördernd wirken können – ein Aspekt, der im Spannungsfeld zwischen Lenkung und Ermöglichung besonders relevant wird.

Forschung und Entwicklung (F & E) wird in diesem Szenario eine ambivalente Rolle zugeschrieben. Intern wird sie als grundlegender Motor technologischer Innovation betrachtet, insbesondere, wenn sie in enger Abstimmung mit Design, Politik und Marktinteressen erfolgt.

Gleichzeitig wird auf externe Einschränkungen verwiesen: Fehlende staatliche Förderung, unklare Zuständigkeiten und unflexible Strukturen können dazu führen, dass Innovationsprozesse ins Stocken geraten oder in die Privatwirtschaft ausgelagert werden. Neue Materialien, insbesondere pflanzenbasierte Alternativen, werfen zusätzliche Fragen auf – etwa hinsichtlich Kompostierbarkeit, Nutzungskonkurrenzen oder Recyclingfähigkeit. Auch technische Fragen, etwa zu Materialeigenschaften oder Verarbeitung, werden als Herausforderungen benannt. Dennoch zeigt sich: Wenn Forschung inter- und transdisziplinär gedacht wird und strukturelle Unterstützung erfährt, kann sie aktivierend auf die Gestaltung neuer, systemischer Lösungen wirken.

Forschung und Entwicklung – im Schnittpunkt von *Technological Innovations at the Material Level* und *System Change* – bleibt zentral, ist jedoch stärker als im ersten Szenario von strukturellen Bedingungen abhängig. Die Gefahr einer Auslagerung in die Privatwirtschaft oder eines Innovationsstaus ist präsent. Aktivierend wirkt F & E insbesondere dann, wenn sie interdisziplinär gedacht wird und eng mit Design, Politik und Unternehmen kooperiert. Im Projekt CircWool etwa wird durch die Nutzung von Abfällen aus der Faserentwicklung ein Beitrag zu zirkulären Systemlösungen geleistet. Auch AlgaeTex verweist auf Nutzungskonflikte im Faseranbau, die nur durch gezielte Forschung bewertet und aufgelöst werden können. Diese Beispiele zeigen, dass Systemveränderung auch materielle, infrastrukturelle und politische Rahmensetzungen voraussetzt – und in der Praxis vielfach nicht durch eine einzelne Akteursgruppe allein zu bewältigen ist.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Bereitstellung biobasierter Rohstoffe. *Landwirtschaftliche Akteure* werden hier als Schlüsselakteure benannt, insbesondere wenn es um die Integration von Anbauoptionen und die Entwicklung regionaler Kreisläufe geht. Die Projektbeispiele CircWool und AlgaeTex verdeutlichen, dass landwirtschaftliche Identitäten eng mit der Dimension System Change verbunden sind – sei es durch regionale Wertschöpfung oder durch die strukturelle Verankerung neuer Rohstoffe.

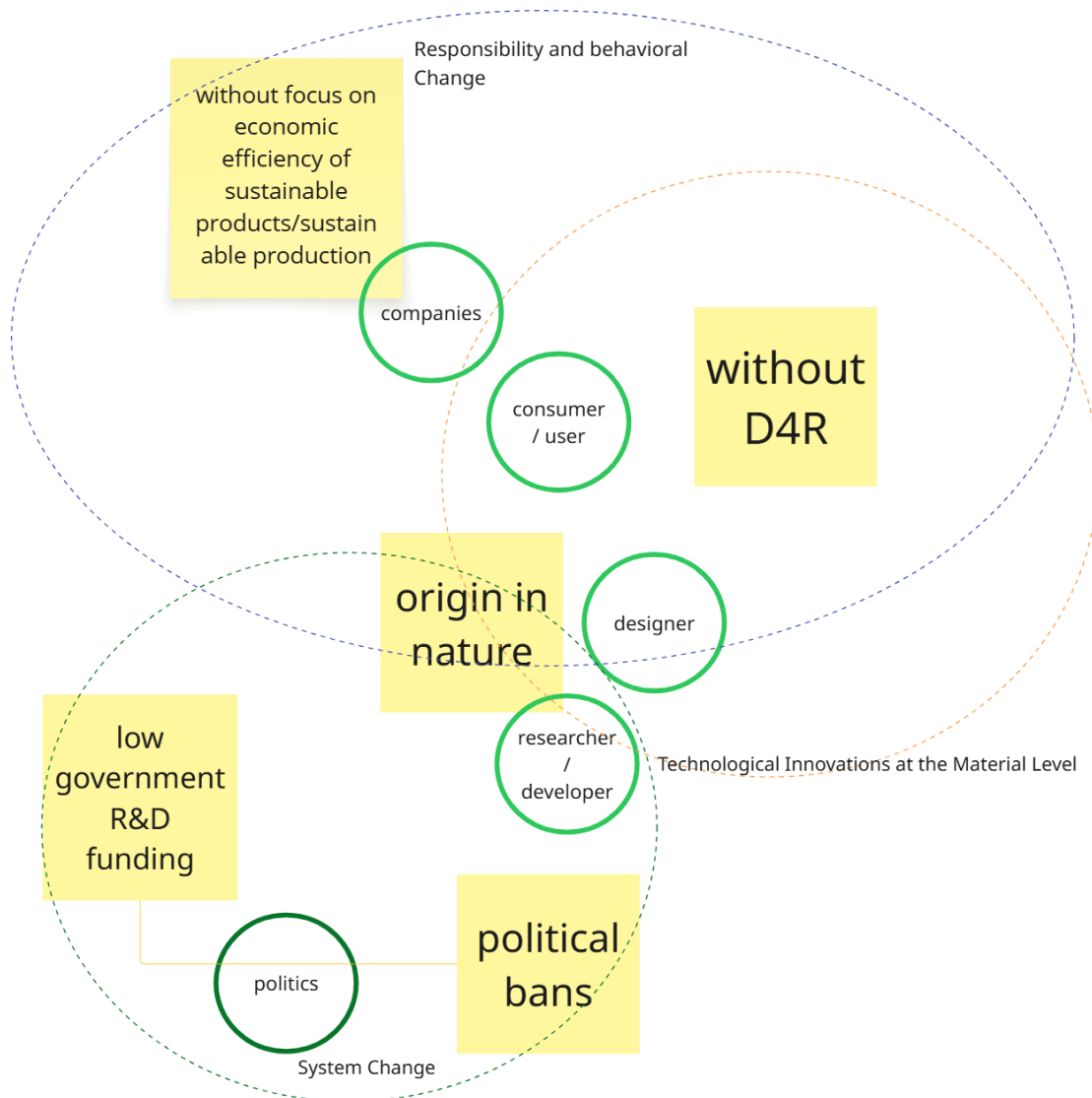


Abb. 6: Beziehungs-Matrix Szenario 2

In Abbildung 6 werden die zentralen Annahmen, Akteursgruppen und Innovationsdimensionen des zweiten Szenarios in ihrer wechselseitigen Verschränkung visualisiert. Die Darstellung dient als integrative Übersicht und macht sichtbar, welche Spannungsfelder und Rollenverschiebungen innerhalb des Szenarios wirksam werden.

Ausgehend von dieser Konstellation zeichnet sich ein Szenario ab, in dem Veränderungen weniger durch zivilgesellschaftliche Dynamiken, sondern primär durch politische Steuerung und wirtschaftliche Rahmensetzungen angestoßen werden. Verantwortung und Handlungsspielräume verschieben sich: Während auf der einen Seite staatliche Lenkung, Investitionen und regulatorische Maßnahmen als zentrale Hebel benannt werden, geraten andere Identitäten – wie kleinere Unternehmen, Konsumierende oder Designer:innen – unter Druck oder sind auf unterstützende Strukturen angewiesen.

Die Innovationsdimensionen verdeutlichen, dass Potenziale vor allem dort entstehen, wo sektorübergreifende Kooperationen, begleitende Förderstrukturen und Orientierungssicherheit gegeben sind. Forschung benötigt neue Fördermodelle, Designer:innen angewandte Lösungen und Konsumierende verlässliche Orientierung. Szenario 2 zeigt, dass Transformation durch Druck initiiert werden kann – jedoch nicht zwangsläufig zu kohärenten oder nachhaltigen Ergebnissen führt, wenn begleitende Strukturen fehlen. Entscheidend wird sein, ob es gelingt,

die unterschiedlichen Identitäten über funktionierende Rückführungs-, Bildungs- und Wertschöpfungssysteme so miteinander zu vernetzen, dass sie nicht nur reagieren, sondern selbst proaktiv zur Gestaltung einer biobasierten und zirkulären Textilwirtschaft beitragen können. Nur dann kann aus einer primär reaktiven Dynamik ein systemisch wirksamer Transformationspfad entstehen.

3.3 Zusammenfassung

Die Analyse beider Szenarien zeigt: Transformation ist kein linearer Prozess, sondern Ausdruck komplexer Aushandlungen zwischen politischen, wirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Akteursgruppen. Die modularen Szenarien verdeutlichen unterschiedliche Annahmen über Verantwortungsverteilungen, Dynamiken entlang der Wertschöpfungskette sowie notwendige Voraussetzungen für biobasierte Innovationen. Dabei wird sichtbar, dass einzelne Identitäten – etwa Konsumierende, Designer:innen oder landwirtschaftliche Akteure – je nach struktureller Rahmung und Innovationsdimension nicht nur aktiviert oder blockiert werden, sondern selbst auch aktivierend oder blockierend auf den Transformationsprozess einwirken können.

Ein zentrales Reflexionselement betrifft die Relevanz von Identitätsperspektiven innerhalb realer Projektkontexte. In Workshops wurde deutlich, dass Aussagen zu Konsumverhalten, Technologieakzeptanz oder politischen Rahmenbedingungen erst durch die Fokussierung auf verschiedene Identitätsperspektiven – z.B. aus Sicht eines Unternehmens, einer Forschungseinrichtung oder landwirtschaftlichen Akteurs – analytische Tiefe gewinnen. Diese Perspektivendifferenz bildet die Grundlage für eine differenzierte Bewertung von Innovationspotenzialen. Gleichzeitig zeigt sich, dass sich Identitäten häufig über mehrere Innovationsdimensionen hinweg überlagern – etwa, wenn Designer:innen sowohl Verantwortung für Informationsvermittlung (*Responsibility*) als auch für Materialgestaltung (*Technological Innovation*) übernehmen.

Die Markierung aktivierender und blockierender Potenziale erweist sich als hilfreiches Instrument, um die Wirkung einzelner Annahmen nachvollziehbar zu machen. Im Unterschied zu herkömmlichen Szenarien, die als konsistente Erzählungen möglicher Zukünfte konstruiert werden, versteht sich die modulare Szenarioanalyse in diesem Projekt als analytische Toolbox. Diese erlaubt eine reflektierte Beobachtung des Zusammenwirkens zentraler Treiber innerhalb der bioökonomischen und zirkulären Transformation der Textilbranche.

Ergänzend spielt die Einordnung durch die Expert:innen eine wichtige Rolle: Während interne Stimmen die Szenarien primär als Analyseinstrument nutzen, werden sie extern teilweise als Zukunftsbilder mit implizitem Realitätsanspruch gelesen. Besonders Szenario 1 wird in diesem Zusammenhang als vergleichsweise wahrscheinlicher eingeschätzt – insbesondere aufgrund seines Fokus auf Versorgungssicherheit und Rückführungssysteme.

Eine kritische Reflexion betrifft den Zeithorizont der Szenarien: Strukturveränderungen, wie sie in beiden Narrativen skizziert werden, benötigen nach Einschätzung vieler Expert:innen deutlich mehr Zeit als die angesetzten 5–10 Jahre. Ein realistisch wirksamer Wandel wird eher innerhalb von 20 Jahren verortet und erfordert generationenübergreifende Strategien. Kurzfristige Impulse allein – ob politisch, technologisch oder gesellschaftlich – reichen nicht aus, um systemische Veränderungen nachhaltig zu verankern.

4 Analyse aktivierender und blockierender Potenziale in den Szenarien

Die Bedeutung der Szenarien in ihrer jeweiligen Zusammenstellung von modularen Annahmen zeigt in den beiden beispielhaft dargestellten Analysen verschiedene Auswirkungen auf die fokussierten Identitäten im Transformationsprozess und eröffnet zudem die Betrachtung dynamischer Relationen.

Der modulare Ansatz der Szenarioentwicklung, wie er im Projekt TransitionLab im Innovationsraum BIOTEXFUTURE verfolgt wurde, zeigt nicht nur wichtige am Transformationsprozess der Textilbranche hin zu einer bioökonomischen und zirkulären Industrie beteiligte Identitäten, sondern ermöglicht zudem, deren aktivierendes oder auch blockierendes Potenzial in jeweiligen Relationen zueinander zu beobachten und daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die verschiedenen Perspektiven von Expert:innen innerhalb von BIOTEXFUTURE und Expert:innen der Bioökonomie außerhalb des Innovationsraumes ermöglichten umfangreiche Betrachtungen der beiden zuvor präsentierten Szenarien. Hier ergeben sich bestimmte Storylines, die sich aus der Arbeit mit den Sprachmodellen ergeben haben. Dabei sind ausgehend von den soziotechnischen Innovationen marketingorientierte Stories entstanden. In diesen unterschiedlichen Stories werden durch die verschiedenen modularen Annahmen und die Schwerpunktsetzung durch die Sprachmodelle unterschiedliche Ausprägungen je Identität hervorgehoben. Diese wurden in den Workshops mit den Expert:innen aus ihrer jeweiligen Perspektive heraus noch einmal interpretiert und entlang der drei Innovationsdimensionen angereichert.

Deutlich wurde dabei, welches aktivierende oder blockierende Potenzial den einzelnen Identitäten im Transformationsnetzwerk zugeschrieben wurde. Dabei verändern sich die Einflussnahmen ausgehend von ihrer Einbettung im Transformationsprozess und der Abhängigkeiten zu den anderen Faktoren deutlich. Im nachfolgenden Vergleich der beiden Analysen miteinander und in Ergänzung mit weiteren Prospektionen, die mithilfe der Sprachmodelle vorzeitig entwickelt wurden, können blockierende und aktivierende Dynamiken relational betrachtet und identifiziert werden.

Im Vergleich der zuvor dargestellten Ergebnisse wird der Fokus auf die Potenziale von Identitäten im Prozess deutlich und hebt noch einmal hervor, dass diese Szenarien nicht als Zukunftsbilder zu betrachten sind, die mehr oder weniger wahrscheinlich eintreten werden, also im klassischen Sinne einer Szenarioanalyse. Sie sollen auf eben die potenziellen Dynamiken zwischen den von der Transformation betroffenen Identitäten scharfstellen und dabei insbesondere die Entwicklung neuer Materialien fokussieren.

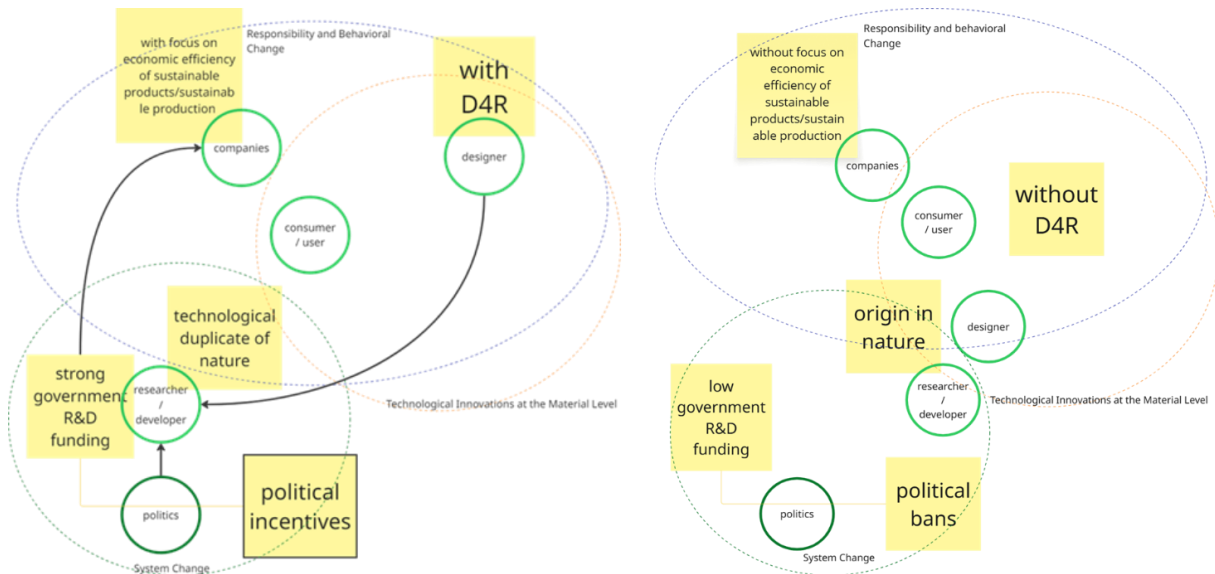


Abb. 6: Vergleich Beziehungs-Matrizen

Konsument:innen und Nutzer:innen als heterogene Gruppe werden je nach Szenariokonstruktion im Transformationsprozess diametral unterschiedlich verortet. Im ersten Szenario werden sie als Wissensträger und als Katalysatoren betrachtet, die aktivierend auf die Prozesse einwirken. Im zweiten Szenario werden sie hingegen als eine überforderte Akteursgruppe gerahmt, die eher durch andere Identitäten ‚bewegt‘ wird und durch ihre Haltung einen Wandel eher blockiert. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in Bezug auf die Konsumierenden und User adressiert wird, sind die Kosten für neue biobasierte und kreislauffähige Produkte. Die Kosten sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage für den Kauf von zum Beispiel biobasierter und kreislauffähiger Kleidung oder auch Agrarvliesen, wie im beispielhaft herangezogen Projekt BioVlies im ersten Szenario (Kap. 3.1.) beleuchtet wurde. Konsumierende werden in erster Linie in ihrer Verantwortungs- und Verhaltensorientierung betrachtet und selten in Bezug auf einen grundsätzlichen System Change. Die Zuschreibung, Konsumierende würden stark den Wandel steuern und damit eine enorme Verantwortungslast tragen, muss deshalb differenziert und in den verschiedenen Innovationsdimensionen betrachtet werden. Konsumierende können einerseits entsprechend informiert und befähigt, wichtige Pfadabhängigkeiten durch den Konsum bioökonomischer und kreislauffähiger Produkte kreieren, oder als ‚ausführende‘ heterogene Gruppe betrachtet werden. So oder so werden Informations- und Wissensvermittlung in dieser heterogenen Identität als Mittel des Empowerments wahrgenommen.

Wie bereits in Kapitel 3 gezeigt, variiert die Rolle der Konsumierenden deutlich zwischen den Szenarien. Während sie im ersten Szenario als aktive Wissens- und Entscheidungsträger:innen erscheinen, die Transformationsprozesse durch informierte Kaufentscheidungen und Feedbackmechanismen mitgestalten, bleiben sie im zweiten Szenario eher reaktiv und von äußeren Rahmenbedingungen geprägt. Entscheidend ist, ob Konsumierende frühzeitig in Innovationsprozesse einbezogen werden – etwa über transparente Informations- und Kommunikationsstrukturen –, da sich daraus ein potenziell aktivierender Einfluss auf die Entwicklungsrichtung neuer Materialien ergeben kann.

Unternehmen als Teil der Wirtschaft werden in den beiden Szenariokonstrukten in den drei verschiedenen Innovationsdimensionen betrachtet. Die Verantwortungsübernahme durch Unternehmen wird besonders in der Kopplung mit politisch distribuierte Verantwortungsverteilung dynamisiert. Operationalisiert, zum Beispiel in Gesetze gegossene Verbote oder über die Schaffung von Anreizen, wie Subventionen, wirken politische Identitäten auf die Verantwortungsübernahme von Unternehmen ein. Nicht überraschend spielt der dadurch erzeugte Druck durch politisch erlassene Verbote von zum Beispiel Elasthan eine wichtige Rolle bei der Aktivierung von Innovationen, die wiederum durch und mit Unternehmen entstehen. In der Kopplung von Unternehmen und Politik kann dieser Druck auch zu eher blockierenden Dynamiken führen, wenn trotz Chancen durch Investoren und regionale Strukturen wenig führende Unternehmensinitiativen entstehen.

Anreizstrukturen und eine starke staatliche Förderung scheinen in der Analyse hingegen eher eine produktivere und aktivierende Dynamik sowie Verantwortungsübernahme bei Unternehmen auszulösen. Verbote durch die Politik können zwar einen erhöhten Druck auf die Unternehmen ausüben, wie dieser jedoch angenommen oder weitergeleitet wird, hängt auch von anderen Identitäten im Netzwerk der Transformation ab, wie zum Beispiel die Förderung von Forschung und Entwicklung durch staatliche Institutionen oder privaten Stiftungen. Wichtig ist bei Verboten, die auch als stark innovationstreibend betrachtet werden können, wie zum Beispiel die REACH-Verordnung, „Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals“, der EU zur Verwendung von Chemikalien, dass sie durch bestimmte Fördermaßnahmen eingebettet und gelenkt werden. Mit dem Fokus auf Innovationen spielt die enge Kopplung von Forschungseinrichtungen und Unternehmen im bestehenden System über die Schnittstelle der staatlichen Förderung von Forschungsvorhaben nachvollziehbar eine bedeutende Rolle.

In beiden Szenarien spielen Unternehmen eine zentrale Rolle in ihrem blockierenden oder aktivierenden Potenzial im Transformationsprozess. Im ersten Szenario werden sie in ihrer Einbettung zwischen staatlich starker Förderung von Forschung und Entwicklung in ihrer Wirkung auf den Transformationsprozess eher aktivierend eingeordnet. Große Unternehmen scheinen potenziell zudem als Multiplikatoren zu fungieren.

Im zweiten Szenario werden Unternehmen im modularen Zusammenschnitt differenzierter betrachtet. Sie wirken einerseits potenziell aktivierend auf den Transformationsprozess der nationalen textilen Wertschöpfung. Andererseits besteht durch das Zusammenspiel aus Verboten durch politische Identitäten und einer geringen staatlichen Förderung von Forschung und Entwicklung auch ein erhöhtes Risiko der Abwanderung in andere Staaten, um zum Beispiel hohe Kosten zu vermeiden.

Dieses ambivalente Bild von Unternehmen und ihrer Rolle im Transformationsprozess adressiert verschiedene Innovationsdimensionen. Die Verantwortung von Unternehmen kann insbesondere durch politisch gesteuerte Wirtschaftlichkeit nachhaltiger Materialien und damit verbundenen Innovationen unterstützt werden, die durch gezielte Verbote befördert werden kann. Zudem müssten in der Verantwortung von Unternehmen auch neue Dienstleistungs- und Geschäftsmodelle entwickelt werden, die wiederum durch politische Identitäten unterstützt werden müssten. Letztere reichen in die Dimension des technologischen Wandels auf der Materialebene, die als innovationstreibend, aber auch blockierend wirken können.

Die Rolle ‚der‘ *Politik* und Verwaltung ist im Vergleich beider Szenarioanalysen zueinander ambivalent. Sie werden in beiden Szenarien als nicht so abhängig von anderen Identitäten gekennzeichnet, können aber deutlich aktivierend oder blockierend auf das Transformationsnetzwerk wirken. Während die Politik im ersten Szenario eine aktivierende Rolle über Anreize und Kooperationen sowie deren Stärkung übernimmt, wird die Rolle im zweiten Szenario als eher blockierend wahrgenommen. In diesem Szenario werden ambivalente Signale gesetzt. Einerseits werden Verbote als Treiber von Transformation aktiv, andererseits wird die Forschungs- und Entwicklungsförderung stark eingeschränkt. Der durch Verbote erzeugte Druck zur Verantwortungsübernahme anderer Identitäten kann zwar deutlich aktivieren, er kann aber auch zu Skepsis und Unsicherheit führen.

Verbote müssten deshalb strukturell eingebettet werden und zudem auch international wirkmächtig werden, um so eine Abwanderung von Unternehmen zu hemmen. Eine Durchsetzung derartiger Gesetzgebungen durch die Verwaltungsebene müsste zudem langfristig angelegt werden, um unter anderem Planungssicherheit zu gewährleisten. Politische Identitäten werden hier in ihrer Verantwortung, Orientierung zu geben und Impulse zu setzen, betrachtet. Importverbote werden beispielsweise als mögliche Maßnahme zur Stärkung europäischer Märkte gesehen. Ein weiterer wichtiger Aspekt politischer Orientierung ist die Klärung des Spannungsverhältnisses zwischen Langlebigkeit und Abbaubarkeit.

Damit zeigt sich im Vergleich beider Szenariokonstruktionen, dass ‚die‘ Politik eine Schlüsselrolle im Transformationsprozess einnimmt. Während diese im ersten Konstrukt deutlich breiter, in allen Dimensionen eine hohe Wirkmächtigkeit aufweist, ist ihre Rolle im zweiten Konstrukt stärker polarisiert.

Isoliert betrachtet ist der Bereich der *Forschung und Entwicklung* in seiner derzeitigen Aufstellung sehr abhängig von der staatlichen Unterstützung. Dies ist gerade aus der Perspektive des Innovationsraums heraus nicht überraschend. Spannend hingegen ist im Vergleich der Rollen in den so modularisierten Konstrukten die Ausrichtung der Forschung. Während im ersten Szenario eine breite unterstützende Forschungs- und Entwicklungslandschaft besteht und diese in dem Bereich der textilen Bioökonomie einen starken Fokus auf die Skalierung von neuen soziotechnischen Innovationen sowie auf die Infrastruktur legt, steht die heterogene Identität im zweiten Szenario unter hohem Druck. Sie ist unter anderem abhängig von privaten Investoren, die spezifische Ausrichtungen vorgeben können. Diese relationalen Dynamiken werden als hemmend im Transformationsprozess wahrgenommen. Grundlagenforschung kann so in den Hintergrund gelangen, die jedoch in beiden Szenarien als wichtiger Faktor im Transformationsprozess betrachtet wird. In ihrer Abhängigkeit können Forschung und Entwicklung durch ihre Netzwerke, ihre Innovationsimpulse, durch Bildung sowie ihren Einfluss auf Medien und damit bis in die Zivilgesellschaft hinein den Transformationsprozess aktivierend dynamisieren. Dahingegen ist ihre Rolle im zweiten Szenario stärker auf technologische Innovation und die Abstimmung mit Politik sowie Designer:innen fokussiert; was eine weniger breite gesellschaftliche Einbettung bedeute.

Designer:innen sind in beiden Szenarien stark an den jeweiligen Innovationsentwicklungen neuer Materialien ausgerichtet. Im ersten Szenario, in dem die Innovationen technologisch dupliziert entwickelt werden und weniger auf natürlichen Feedstocks beruhen müssen, werden

Designer:innen stärker als Gestalter:innen für kreislauffähige Produkte und systemische Ansätze eingebunden. Sie nehmen dabei eine wichtige Übersetzer:innen-Rolle ein, wenn es um das Verständnis und den Gebrauch von neuen Materialien geht. Beide Bereiche sollen direkt in das neue Material ‚eingewoben‘ werden. Im zweiten Szenario wird ihre Rolle weniger grundlegend interpretiert. Bei Materialien, die eher *origin in nature* sind, stehen Designer:innen vor der technischen Herausforderung, zum Beispiel heterogene Materialien modularisiert in Textilien zu verarbeiten und so zu entwickeln, dass sie gut voneinander getrennt werden können, also eher als eine Form des Designs für Cyclability gelten (vgl. Hall 2021). Damit setzen sie ein aktivierendes Potenzial für Innovationen im Bereich Infrastrukturen frei, die es in diesem Kontext zum Recycling oder Re-Use braucht. Designer:innen nehmen so im ersten Szenario eine indirekte Schlüsselrolle über den Bereich der Forschung und Entwicklung hinaus ein sowie im Kontext der Zirkularität auf der Materialebene. Über die Dimensionen *Technological Innovation at the Material Level* können sie ein systemveränderndes Potenzial entfalten. Im zweiten Szenario werden sie explizit in ihrer Verantwortung für die Lösungsfindung von spezifischen Materialeigenschaften und Grenzen von Naturfasern angesprochen. Die Integration von Designer:innen in den Transformationsprozess bereits auf der Ebene der Materialentwicklung ist in der modularen Verankerung der identifizierten Treiber in jeder Hinsicht aktivierend.

Die Gegenüberstellung der Identitäten entlang der drei Innovationsdimensionen verdeutlicht, dass aktivierende Potenziale häufig dort entstehen, wo Verantwortungsübernahme (*Responsibility*), technologische Innovation und systemische Verankerung zusammengedacht werden. Blockierende Effekte zeigen sich dagegen, wenn eine Dimension dominiert und andere vernachlässigt werden – etwa, wenn technische Lösungen fehlen, um politische Zielsetzungen umzusetzen.

Betrachtet man neben dem Vergleich der beiden Szenariokonstruktionen auch nicht getestete, mit einem LLM entwickelte Stories, so ergeben sich zusätzliche Einblicke in die Modularität der identifizierten Treiber als Variationsraum.

In der modularen Zusammensetzung von technological duplicate of nature mit einer starken staatlichen Förderung, aber ohne einen Fokus auf die Wirtschaftlichkeit nachhaltiger Produkte oder einer nachhaltigen Produktion sowie ohne den Fokus auf eine Form des Design for Recycling ergibt sich eine Prospektion, bei dem eine multidimensionale Transformation stark herausgestellt wird. In dieser werden sowohl die Qualität als auch die Langlebigkeit neuer Materialien besonders in den Vordergrund gerückt. Interessant ist hier, dass Design for Recycling nicht als Möglichkeit betrachtet wird, sondern der mangelnde Fokus auf D4R in der Konstruktion als Zwang zum Recycling umgedeutet wurde. Der so interpretierte Zwang wird in der Story schließlich abgelehnt, weil er sich hemmend auf textile Innovationen bezüglich ihrer Langlebigkeit und Kreislauffähigkeit auswirke.

In der Zusammensetzung der gleichen zuletzt genannten modularen Annahmen, aber mit dem Unterschied, dass die Innovationen origin in nature sein sollten und damit auf natürlichen Feedstocks beruhen, zeigt die vom LLM entwickelte Story eine dennoch sehr technologiegetriebene Transformation, die positiv konnotiert ist. Darin werden ökonomische und strukturelle Auswirkungen betont. In der modularen Zusammensetzung, also dem Einsatz starker staatlicher Förderung, dem Einsatz von politischen Anreizen statt Verboten und ohne einen Fokus auf die Wirtschaftlichkeit nachhaltiger Produkte oder eine nachhaltigere

Produktion sowie ohne einen Fokus auf ein Design for Recycling zu richten, fällt auf, dass Konsumierende keine explizite Rolle spielen.

Mit diesem Einblick in andere Prospektionen werden nicht nur die narrativen Schwerpunktsetzungen basierend auf der modularen Zusammensetzung deutlich, sondern auch die potenziellen Dynamiken der verschiedenen Treiber herausgestellt. Der Einsatz eines LLM macht es einerseits möglich, etablierte Vorstellungen in die Stories einfließen zu lassen und andererseits Beobachtungsräume zu kreieren, um die Dynamiken der Treiber zueinander auszuloten. Daraus abgeleitet, können allein aus der Analyse der beiden Beziehungs-Matrizen verschiedene Handlungsmöglichkeiten abgeleitet werden, die einen Aufschluss darüber geben, wie verschiedene Aktivitäten den Transformationsprozess dynamisch unterstützen können.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die im TransitionLab entwickelten modularen Szenarien zeigen, dass die Transformation der Textilbranche hin zu einer bioökonomischen und zirkulären Industrie kein geradliniger Prozess ist. Vielmehr wird sie von einer Vielzahl ineinandergreifender Dynamiken getragen, die von Akteur:innen, Institutionen und Technologien ausgehen. Wandel entsteht dort, wo unterschiedliche Identitäten miteinander in Beziehung treten, sich gegenseitig beeinflussen und neue Formen der Verantwortung und Kooperation aushandeln. Der Vergleich der beiden Szenarien macht deutlich, dass das transformative Potenzial weniger von einzelnen Maßnahmen abhängt, sondern davon, wie Politik, Wirtschaft, Forschung, Design und Konsum aufeinander abgestimmt sind – und ob es gelingt, zwischen Steuerung, Anreiz und Offenheit eine tragfähige Balance zu finden.

Besonders sichtbar wird, dass Transformation immer dann an Fahrt gewinnt, wenn soziale und soziotechnische Innovationen zusammenwirken. Neue Materialien spielen dabei eine zentrale Rolle. Sie verbinden wissenschaftliche Erkenntnis mit ökonomischer Umsetzung und gesellschaftlicher Aneignung. Ob sie letztlich aktivierend oder blockierend wirken, entscheidet sich weniger an ihren technologischen Eigenschaften als an den Strukturen, in die sie eingebettet sind. Hier kommt dem Design eine Schlüsselfunktion zu: Es übersetzt Forschung in Form, Anwendung und Kommunikation und kann so Vertrauen und Akzeptanz schaffen – vorausgesetzt, Transparenz und Nachvollziehbarkeit stehen im Mittelpunkt.

Die politische Rahmung wirkt in beiden Szenarien als wesentlicher Hebel für die Transformation. Während förderorientierte Ansätze die Entfaltung von Innovation begünstigen können, erzeugen stark regulative Maßnahmen zwar kurzfristig Veränderungsdruck, hinterlassen aber oft Unsicherheit. Vor allem kleinere Unternehmen und Forschungseinrichtungen benötigen Stabilität und Orientierung. Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, politische Instrumente so zu gestalten, dass sie Anreize und Regulierungen miteinander verbinden und Raum für Lernprozesse lassen. Programme, die Flexibilität erlauben und Wissenstransfer fördern, könnten dazu beitragen, Transformation als gemeinsamen Entwicklungsprozess zu begreifen.

Zudem zeigt sich, dass nachhaltiger Wandel nur gelingt, wenn Kooperationen über institutionelle Grenzen hinweg ermöglicht werden. Intermediäre Räume, wie sie im Innovationsraum BIOTEXFUTURE oder im TransitionLab geschaffen wurden, können solche Verbindungen herstellen. Sie sind nicht nur Orte der Erkenntnisproduktion, sondern selbst

Bestandteile der Transformation: Hier werden Perspektiven ausgehandelt, Vertrauen aufgebaut und neue Formen des Miteinanders erprobt. Die Erfahrungen legen nahe, dass es hilfreich sein könnte, solche Strukturen langfristig zu verstetigen, um den kontinuierlichen Austausch zwischen Wissenschaft, Politik und Wirtschaft zu sichern.

Darüber hinaus verdeutlichen die Ergebnisse, dass Transformation Zeit braucht. Strukturelle Veränderungen, wie sie in den Szenarien skizziert wurden, lassen sich kaum in wenigen Jahren realisieren. Sie erfordern langfristige, generationenübergreifende Strategien. Förderprogramme können wichtige Impulse geben, sollten aber durch dauerhafte institutionelle Begleitstrukturen ergänzt werden, die Reflexion, Anpassung und Evaluation ermöglichen. So ließe sich verhindern, dass einzelne Innovationsschübe verpuffen, ohne systemisch wirksam zu werden. Im Rückblick auf die Workshops und Expert:inneninterviews wurde deutlich, dass die gewählte Szenariomethodik teilweise auf Irritation stieß. Einige Beteiligte erwarteten stärker determinierte Zukunftsbilder mit klaren Eintrittswahrscheinlichkeiten, während die modulare Anlage explizit auf Offenheit und Reflexion zielte. Diese methodische Entscheidung hebt sich bewusst von klassischen, oft quantitativen Szenarioverfahren ab, die auf Zielbilder oder lineare Entwicklungspfade fokussieren. Stattdessen wurde ein flexibler Denkraum geschaffen, in dem sich narrative Elemente, Identitäten und Entscheidungsachsen kombinieren lassen, um das komplexe Zusammenspiel verschiedener Transformationsfaktoren sichtbar zu machen. Überraschend war dabei, dass bestimmte Aspekte – etwa soziale Fragen oder Machtasymmetrien – in den Rückmeldungen kaum benannt wurden. Dies wirft Fragen nach impliziten Erwartungen, disziplinären Perspektiven oder auch blinden Flecken in der kollektiven Vorstellungskraft zur Transformation auf.

Auch methodisch lassen sich aus den Szenarien Schlussfolgerungen ziehen. Sie sollten weniger als Zukunftsprognosen verstanden werden, sondern als Reflexionsräume, in denen Akteur:innen ihre eigenen Rollen und Handlungsmöglichkeiten erkennen und neu ausloten. Die modulare Szenarioanalyse bietet dafür ein geeignetes Instrument, da sie erlaubt, Annahmen und Beziehungen zwischen Akteuren zu variieren und so die Komplexität des Wandels sichtbar zu machen. Für die Forschung könnte es künftig lohnend sein, qualitative Szenarioarbeit mit quantitativen Methoden oder KI-gestützten Prospektionsverfahren zu kombinieren, um Wechselwirkungen noch präziser zu erfassen. Ebenso kann die kontinuierliche Beobachtung realer Transformationsprozesse dazu beitragen, die Annahmen empirisch zu überprüfen und das methodische Instrument weiterzuentwickeln.

Um Fortschritte in der Transformation messbarer zu machen, wäre es denkbar, neue Indikatoren zu entwickeln, die materielle, soziale und institutionelle Aspekte gleichermaßen berücksichtigen. Ein solcher Ansatz könnte helfen, die Qualität von Innovationen nicht nur an Effizienz oder Ressourceneinsatz, sondern auch an Kooperation und Lernfähigkeit zu bewerten. Damit würde der Blick von der rein technologischen Leistung hin zur Fähigkeit des Systems gerichtet sein, Veränderung dauerhaft zu gestalten.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Transformation der Textilbranche weder rein technologisch noch allein politisch gesteuert werden kann. Sie entsteht im Zusammenspiel von Wissen, Gestaltung und Verantwortung – und sie gelingt dort, wo Akteur:innen befähigt werden, diesen Prozess aktiv mitzugestalten. Politik kann dafür Orientierung bieten, Forschung neue Perspektiven eröffnen, und Design kann Innovationen erfahrbar machen. Transformation ist dabei kein Zustand, sondern ein andauernder Aushandlungsprozess, in dem Rollen, Ziele

und Mittel immer wieder neu bestimmt werden.

Transformation gelingt dort, wo materielle, soziale und politische Innovationen ineinandergreifen – und wo Szenarien nicht als Prognosen, sondern als gemeinsame Reflexionsräume verstanden werden, die Orientierung und Gestaltung zugleich ermöglichen. Damit kann die modulare Szenarioanalyse als Werkzeug einer lernenden Transformationspolitik verstanden werden, die weniger auf starre Zielbilder setzt, sondern auf die Qualität des Wandels selbst. Je nach Ausrichtung übernehmen Innovationen in der zirkulären Bioökonomie unterschiedliche Rollen: Sie fungieren teils als strategische Narrative zur Marktdifferenzierung, teils als Träger nachhaltiger Werte. Besonders relevant erscheint dabei die Differenz zwischen technologiegetriebenen Nachhaltigkeitsansätzen und einem stärker auf Natürlichkeit und Herkunft bezogenen Innovationsverständnis.

6 Literatur

- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D. & Overy, P., 2016. *Sustainability-oriented innovation: A systematic review*. International Journal of Management Reviews, 18(2), pp.180–205. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12068>
- Banse, M., Zander, K., Babayan, T., Bringezu, S., Dammer, L., Egenolf, V., Göpel, J., Haufe, H., Hempel, C., Hüfner, R., Millinger, M., Morland, C., Musonda, F., Partanen, A., Piotrowski, S., Schaldach, R., Schier, F., Schüngel, J., Sturm, V., Szarka, N., Thrän, D., Weimar, H., Wilde, A., Will, S. (2020): Eine biobasierte Zukunft in Deutschland – Szenarien und gesellschaftliche Herausforderungen. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- BMBF, BMEL. 2020. Nationale Bioökonomiestrategie Zusammenfassung. Zarbock GmbH & co.KG.
- Essia, U., Baudouin, A. (2024). Fundamentals of Scenario Analysis. Independently published.
- Hall, C. A. 2021: Design for Recycling Knitwear. A Framework for sorting, blending and cascading in the mechanical textile recycling industry. [Doctoral dissertation, University of the Arts London]. Chelsea College of Arts.
- Häußling, R. 2012. Design als soziotechnische Relation. Neue Herausforderungen der Gestaltung inter- und transaktiver Technik am Fallbeispiel humanoider Robotik. In: *Das Design der Gesellschaft. Zur Kulturosoziologie des Designs* S. Moebius, und S. Prinz (Hg.). Bielefeld: transcript, 273-298.
- Kimpeler, S., Schirrmeister, E., Hüsing, B., Voglhuber-Slavinsky, A. (2018). Zukunftsbilder aus dem Leben einer Bioökonomie. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.
- Richter, S., Szarka, N., Bezama, A., Thrän, D. (2025). Enhancing the circular bioeconomy transition in Germany: A systematic scenario analysis. Sustainable Production and Consumption 125–146. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.12.004>.

- Schaldach, R., Thrän, D. (2020). Szenarien und Modelle zur Gestaltung einer nachhaltigen Bioökonomie. In *Das System Bioökonomie* Thrän, D., Moesenfechtel, U. (Hg.). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-60730-5_19
- Schmitt, M., Häußling, R., Kaip, E. (2023). From analytical levels to range of relations – Applying a multi-relational approach to the multi-level perspective. *Urban Climate*, Volume 49, 101507. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101507>.
- White, H. C. 1992. *Identity and Control. A Structural Theory of Social Action*. Princeton: University Press.
- White, H. C. 2008. *Identity and Control. A Structural Theory of Social Action*. Princeton: University Press.
- Wydra, S., Daimer, S., Hüsing, B., Köhler, J., Schwarz, A., Voglhuber-Slavinsky, A., Heyen, N. B., Lindner, R., Schirrmeister, E., Seus, S. 2020. *Transformationspfade zur Bioökonomie. Zukunftsszenarien und politische Gestaltung*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

With funding from the:



Federal Ministry
of Research, Technology
and Space