



# Fraunhofer

## ISI

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SYSTEM- UND INNOVATIONSFORSCHUNG ISI

## ZUKUNFTSBILDER AUS DEM LEBEN IN EINER BIOÖKONOMIE

Simone Kimpeler, Elna Schirrmeister, Bärbel Hüsing, Ariane Voglhuber-Slavinsky



Bio  
Kompass



# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT</b> .....	<b>2</b>
<b>1</b> <b>Das Projekt BioKompass</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b> <b>Die BioKompass Zukunftsbilder</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b> <b>Fazit – Keine Bioökonomie oder Veränderung des Konsums?</b> .....	<b>20</b>
<b>4</b> <b>Wie geht es in BioKompass weiter?</b> .....	<b>21</b>
<b>ANHANG</b> .....	<b>22</b>

## VORWORT

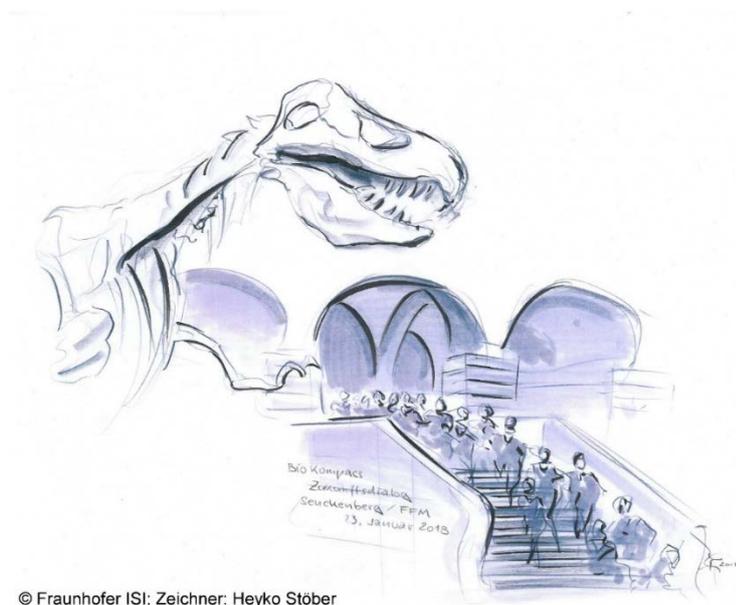
Die Umstellung von fossilen auf biobasierte Rohstoffe ist ein bedeutender Baustein für die Erreichung von Klimaschutz- und Nachhaltigkeitszielen. Das wird unsere Lebenswelt weitreichend verändern. Wie diese Veränderungen aussehen, ist in vielen Bereichen noch nicht absehbar: Wie und was produzieren wir mit welchen biogenen Rohstoffen? Welche Produkte nutzen wir zukünftig, und wie verändert sich unser Konsumverhalten? Ist eine Bioökonomie nachhaltiger als unsere heutige Wirtschaft? Gibt es Unterschiede in der Nachhaltigkeit zwischen verschiedenen Formen von Bioökonomie? Und in welcher Bioökonomie wollen wir leben? Angesichts von Klimawandel, Ressourcenknappheit, Umweltverschmutzung und Digitalisierung ist ein Umdenken in allen Teilbereichen der Gesellschaft notwendig.

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt „BioKompass – Kommunikation und Partizipation für die gesellschaftliche Transformation zur Bioökonomie“ setzen sich Expertinnen und Experten zusammen mit Schülerinnen und Schülern und der interessierten Öffentlichkeit mit alternativen Zukunftsvorstellungen für Bioökonomie auseinander. Die bisher durchgeführten BioKompass Zukunftsdialoge haben gezeigt, dass eine nachhaltige Bioökonomie Veränderungen in vielen verschiedenen Bereichen gleichzeitig erfordern wird. So werden einzelne Entwicklungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit oft kritisch bewertet. Das Zusammenspiel unterschiedlicher Technologien und gesellschaftlicher Entwicklungen birgt Potenziale ebenso wie Risiken. Es lohnt daher ein Blick in alternative Zukünfte, um sich der Auswirkungen von Bioökonomie auf unseren Alltag sowie der Auswirkungen unseres Konsumverhaltens auf Bioökonomie bewusst zu werden. Keines der im Rahmen von BioKompass erstellten Zukunftsbilder erfüllt die Zukunftswünsche aller Beteiligten – Vorteile in einigen Bereichen gehen mit Einschränkungen in anderen Bereichen einher.

Im Folgenden wird das Projekt BioKompass, die erarbeiteten Zukunftsbilder im Überblick sowie eine kurze Zusammenfassung der vier ausgearbeiteten Szenarien vorgestellt. Im Anhang befindet sich die Beschreibung des methodischen Vorgehens bei der Szenarioentwicklung.

Mehr Informationen auf der Projektwebseite: [BioKompass](#)

**Abbildung 1: Zukunft zwischen Dinos – die Zukunftsdialoge BioKompass wurden vom Zeichner Heyko Stöber begleitet.**



© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber

# 1 Das Projekt BioKompass

Im Projekt BioKompass, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), wird die gesellschaftliche Beteiligung an dieser Transformation hin zur Bioökonomie mit unterschiedlichen partizipativen Methoden und Formaten angeregt. Dazu gehören eine partizipative Szenarioentwicklung, interaktive Ausstellungsformate im Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt sowie Seminarkurse für Oberstufenschülerinnen und -schüler in Baden-Württemberg. Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI ist verantwortlich für die Gesamtkoordination und leitet das Teilprojekt „Zukunftsvorstellungen Bioökonomie“. Die Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN) wird die Ergebnisse der Zukunftsdialoge im Projektverlauf für den Museumsbereich in diversen Medienformaten, Ausstellungsexponaten und Unterrichtsmaterialien weiterentwickeln. Zudem entstehen zusammen mit Expertinnen und Experten des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung IGD eine Augmented Reality App und Webinhalte. Das Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE führt eine begleitende Evaluierung durch.

Im Januar 2018 wurden im Rahmen eines ersten Zukunftsdialogs mit über 60 Teilnehmenden thematische Schwerpunkte identifiziert, die im weiteren Projektverlauf im Fokus stehen sollen. Zu diesen Themenschwerpunkten hat das Fraunhofer ISI gemeinsam mit dem Projektteam und weiteren Expertinnen und Experten alternative Zukunftsszenarien entwickelt. Diese wurden beim zweiten BioKompass Zukunftsdialog im September 2018 im Senckenberg Naturmuseum der Öffentlichkeit vorgestellt. Dabei haben über 50 Teilnehmende mithilfe der Storytelling-Methode unterschiedliche Alltagswelten aus der Sicht fiktiver Personen ausgearbeitet. Die so entstandenen Zukunftsgeschichten werden demnächst in einer Themenausstellung zur Bioökonomie im Senckenberg Naturmuseum gezeigt und dienen als Anregung, sich selbst ein Bild von alternativen Formen der Bioökonomie zu machen. Die Ausstellung wird zeigen, wie unterschiedlich die Bioökonomie ausgestaltet werden kann und wie sehr eigene Konsum- und Lebensweisen das beeinflussen können. Da keines der Zukunftsbilder eine idealtypische Bioökonomie beschreibt, gibt es in jedem Szenario auch Annahmen, die kritisch diskutiert werden sollten.



**Abbildungen 2: Zweiter Zukunftsdialog im Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt**

## Was ist Bioökonomie?

Bioökonomie umfasst das Wirtschaften mit **biologischen Rohstoffen** (anstatt fossiler werden biogene Rohstoffe verwendet, wie Pflanzen, Tiere, Bakterien und Algen) und **biologischen Verfahren** (technische Nutzung von Lebewesen, beispielsweise Enzyme in der Biotechnologie und Integration biologischer Funktionen in technische Systeme wie Prothesen). **Zur Bioökonomie gehören alle Wirtschaftsbereiche, die Pflanzen, Tiere oder Mikroorganismen produzieren, verarbeiten oder nutzen.** Dies sind zum Beispiel Land- und Forstwirtschaft, Pflanzen- und Tierzucht, Lebensmittelindustrie, Chemie- und Pharmaindustrie, Papier-, Leder- und Textilherstellung. Künftig könnten auch Maschinenbau, Automobilbau, Bauwirtschaft dazugerechnet werden.

## Warum reden wir über Bioökonomie?

Die Verknappung der Ressourcen und der Klimawandel verlangen nach ressourcenschonenden und klimaneutralen Materialien, Produkten und Verfahren. Es geht um eine nachhaltigere Wirtschaftsweise. Die Energiegewinnung und die Produktion von Gütern (Kunststoffe, Textilien, Arzneimittel, Farben, Lacke etc.) basiert immer noch zu einem großen Teil auf der Nutzung fossiler Rohstoffe wie Erdöl, Kohle und Erdgas. Das führt dazu, dass Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird, der nicht in gleichem Maße wieder von Pflanzen aufgenommen werden kann. Dies trägt zur Klimaerwärmung bei und begünstigt das vermehrte Auftreten von Extremwetterereignissen wie Dürren, Stürme und Überflutungen. Zugleich sind fossile Rohstoffe nicht unbegrenzt verfügbar, und ein Land wie Deutschland ist in vielen Wirtschaftsbereichen auf den Import dieser Rohstoffe angewiesen.

Die Nutzung nicht-fossiler Rohstoffe hingegen schont die Ressourcen der Erde und verfolgt das Ziel, möglichst wenig Energie oder Treibhausgase freizusetzen. Nachwachsende Rohstoffe enthalten nur Kohlenstoff, der beim Wachstum aus der Luft aufgenommen wurde. In einer Bioökonomie sollen fossile durch biogene Rohstoffe ersetzt werden und intelligente Verfahren dazu beitragen, dass vorhandene Ressourcen effizienter genutzt werden können.

## Was passiert im Projekt BioKompass genau?

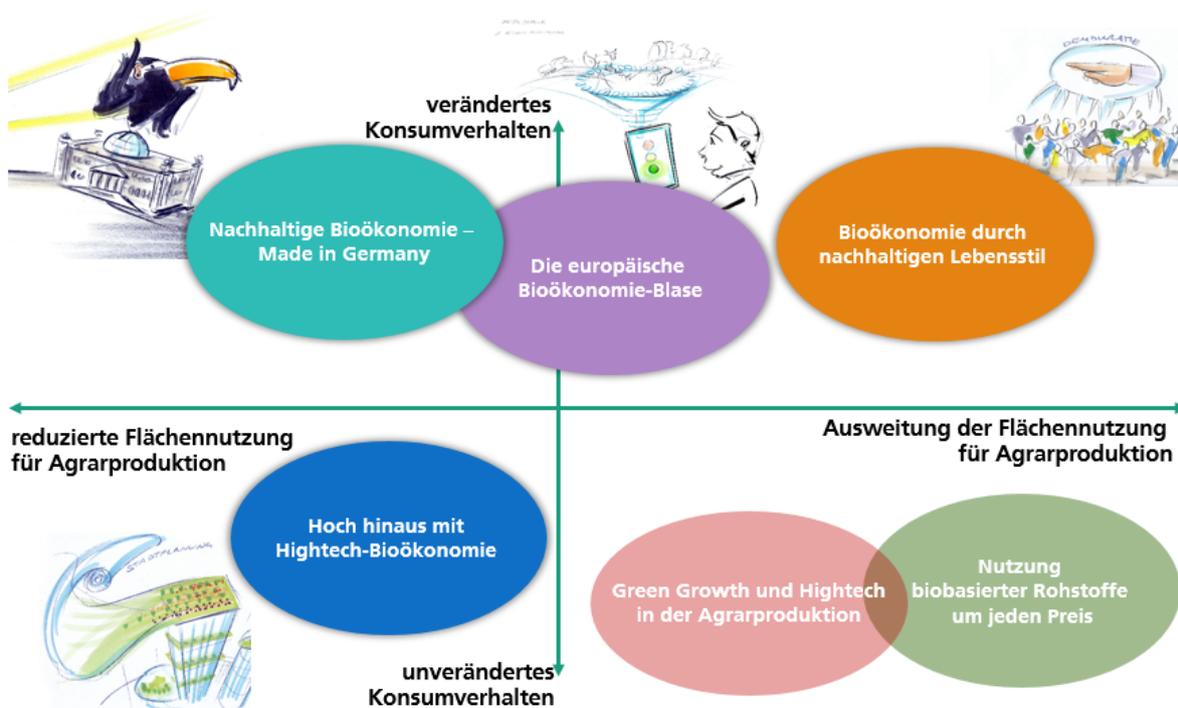
Das Forschungsprojekt BioKompass unterstützt den gesellschaftlichen Transformationsprozess hin zu einer Bioökonomie durch passende Informations- und Kommunikationsformate, mit denen Expertinnen und Experten genauso wie Bürgerinnen und Bürger sowie junge Menschen sich gemeinsam über Chancen und Herausforderungen der Bioökonomie austauschen und ein breites Verständnis einer biobasierten Wirtschaft entwickeln. Ausgangsbasis dafür bilden alternative, d. h. unterschiedliche Zukunftsbilder zur Bioökonomie. Diese wurden in den letzten 10 Monaten unter Einbindung von Expertinnen und Experten, Schülerinnen und Schülern und der interessierten Öffentlichkeit im Rahmen von zwei Zukunftsdialogen und Expertenworkshops zusammen entwickelt. Beim zweiten Zukunftsdialog im September 2018 wurden sie nun erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Über 50 Teilnehmende hatten dabei die Gelegenheit, mithilfe der Storytelling-Methode konkrete Geschichten aus der Zukunft zu entwickeln. Für jedes Zukunftsbild sind so Alltagsgeschichten für fiktive Personen entstanden, die jeweils unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen ein Leben in der Bioökonomie veranschaulichen. Die Zukunftsbilder beziehen sich auf Deutschland, berücksichtigen aber international verflochtene Wertschöpfungsketten. Die Zukunftsbilder und Geschichten werden demnächst im Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt im Evolving Lab BioKompass ausgestellt und laden das Museumspublikum ein, aktiv an der Gestaltung ihrer eigenen Bioökonomie-Zukunft mitzuwirken. Viele neue Ideen der Besucherinnen und Besucher werden dort gesammelt und wiederum in Veranstaltungen mit Menschen aus der Wissenschaft, Wirtschaft und Politik weiter diskutiert. Zudem finden im Schuljahr 2018/19 BioKompass Wochen, 2-tägige Talent Schools und Seminarkurse mit Schülerinnen und Schülern in Frankfurt und Karlsruhe statt, um ihnen die Bioökonomie in all ihren Facetten nahezubringen. Eine Augmented Reality App im Senckenberg Naturmuseum wird eine weitere Ebene der Auseinandersetzung mit dem Thema Bioökonomie hinzufügen. Alle Formate werden im Rahmen einer begleitenden Evaluation hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf andere Fragestellungen untersucht. Ein externer Beirat begleitet das Projekt mit fachlicher Expertise und dem wertvollen Blick von außen.

## 2 Die BioKompass Zukunftsbilder

Die im Prozess entstandenen Zukunftsbilder unterscheiden sich in vielen Aspekten und lassen sich nur stark vereinfacht in einer Übersicht darstellen. Für die erste Vorstellung der Szenarien wurden die beiden Aspekte *Konsumverhalten* und *Nutzung von Agrarflächen* als zwei zentrale Aspekte herausgegriffen. Im weiteren Projektverlauf werden noch andere Aspekte genauer analysiert.

Im Folgenden werden alle sechs entstandenen Zukunftsbilder bezogen auf ihre Positionierung hinsichtlich *Konsumverhalten* und *Nutzung von Agrarflächen* beschrieben (Abb.3). Zwei der sechs Szenarien (rot und grün) haben eine negative Wirkung auf die Biodiversität. Da der Erhalt von Biodiversität eine Grundvoraussetzung von Bioökonomie wäre, sind diese beiden Szenarien nicht vertiefend analysiert worden. Die anderen vier Szenarien wurden für die nächste Phase im Projekt detailliert ausgearbeitet und mit Alltagsgeschichten illustriert.

**Abbildung 3: BioKompass Szenarien im Spannungsfeld von Konsumverhalten und Flächennutzung**



© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber

Drei der vier für die weitere Analyse ausgewählten Szenarien gehen mit einem veränderten Konsumverhalten einher (Türkis, Lila, Orange). Nur das blaue Szenario stellt eine Variante der Bioökonomie dar, in der das Konsumverhalten unverändert bleibt – ohne dass es zu einer Ausweitung der Fläche kommt.

Bezogen auf den Nutzungsumfang der Agrarfläche, der zwangsläufig im Kontext der Umstellung auf biobasierte Produkte betrachtet werden muss, decken die vier für den weiteren Prozess ausgewählten Szenarien den gesamten Möglichkeitsraum ab. In Szenario Türkis und Blau kommt es zu einer Reduzierung der Agrarfläche, wohingegen es in Szenario Lila zu keiner Flächenveränderung und in Szenario Orange sogar zu einer Ausweitung kommt. Dies verdeutlicht auch, dass die Art und Weise, wie die Fläche genutzt wird, entscheidend für die Wirkung auf die Nachhaltigkeit ist. So wird zwar in drei Szenarien die Agrarfläche ausgeweitet, aber nur im orangefarbenen Szenario wird bedingt durch den integrierten Anbau eine positive Wirkung auf die Biodiversität erwartet.

## Ausprägungen der Szenarien im Überblick

Für die Entwicklung der alternativen Zukunftsszenarien wurden zehn Einflussfaktoren unterschieden, die in den Szenarien jeweils unterschiedliche Zukunftsausprägungen aufweisen.

**Abbildung 4: Ausprägungen der vier BioKompass Szenarien**

Einflussfaktor	Hoch hinaus mit Hightech-Bioökonomie	Bioökonomie durch ökologisch bewussten Lebensstil	Die europäische Bioökonomie-Blase	Nachhaltige Bioökonomie – Made in Germany
Konsumverhalten (DE)	Mehr Nachhaltigkeit ohne verändertes Konsumverhalten	Gesetzliche Rahmenbedingungen und Selbstverpflichtung der Industrie	Nachhaltiger Konsum gewinnt kontinuierlich in der Breite an Bedeutung.	Gesetzliche Rahmenbedingungen und Selbstverpflichtung der Industrie
Herkunft der biobasierten Rohstoffe und Wirtschaftsstruktur	Deutschland importiert noch umfangreicher biobasierte Rohstoffe.	Biobasierte Rohstoffe werden verstärkt in Europa angebaut.	Biobasierte Produkte werden importiert.	Deutschland importiert biobasierte Plattformchemikalien.
Herkunft Lebensmittel	Lebensmittel regional, Futtermittel importiert	Regionalität ist treibende Kraft.	Regionalität ist treibende Kraft.	Globaler Handel, internationale Arbeitsteilung
Nutzung biobasierter Rohstoffe	Innovative Ansätze bei der Nutzung von biobasierten Rohstoffen	Durchbrüche bei der Nutzung von biobasierten Rohstoffen	Weiterentwicklung bisher bekannter Technologieansätze	Durchbrüche bei der Nutzung von biobasierten Rohstoffen
Nutzung fossiler Rohstoffe und Energiemix	Fossile Rohstoffe werden vom Markt verdrängt.	Fossile Rohstoffe werden vom Markt verdrängt.	Staatliche Maßnahmen begünstigen Umstellung auf biobasierte Rohstoffe.	Staatliche Maßnahmen begünstigen Umstellung auf biobasierte Rohstoffe.
Flächennutzung quantitativ (DE)	Reduzierung der Fläche	Ausweitung der Fläche	Beibehaltung der Anbaufläche	Reduzierung der Fläche
Flächennutzung qualitativ (DE)	Künstliche Produktionssysteme	Integrierte Agrarflächennutzung	Intensivierung Ökolandbau	Intensivierung der konventionellen Landwirtschaft
Biodiversität	Bonus für Biodiversität durch nachhaltige Landwirtschaft	Biodiversität durch Ausweitung der Fläche	Schutzgebiete für Biodiversität	Schutzgebiete für Biodiversität
Wirtschaftsmodell	Status quo bleibt erhalten.	Anfänge eines Post-Wachstums-Wirtschaftsmodells	Anfänge eines Post-Wachstums-Wirtschaftsmodells	Green Economy
Kreislaufansätze	Schwerpunkt auf Recyclingindustrie	Schwerpunkt auf Reduzierung und Produktauslegung	Schwerpunkt auf Reduzierung und Produktauslegung	Schwerpunkt auf Recyclingindustrie

## Szenario 1

# Hoch hinaus mit Hightech-Bioökonomie

Bis zum Jahr 2040 hat sich die deutsche Wirtschaft grundlegend in Richtung einer Hightech-Bioökonomie verändert. Industrie, Politik und Gesellschaft haben diesen Wandel gemeinsam eingeleitet. Deutschland importiert nur wenig Erdöl und erdölbasierte Produkte und dafür mehr Biomasse.

Die Chemische Industrie nutzt Biomasse aus europäischen Anbaugeländen als Rohstoff. Zusätzlich werden neuartige Rohstoffe z.B. auf Basis von Holz, Algen und Gräsern aus aller Welt importiert. Im Inland sind die Land- und Forstwirtschaft intensiviert worden. Um die negativen Umweltwirkungen der intensiven Landwirtschaft zu begrenzen, setzt man auf moderne, hoch automatisierte und digitalisierte Produktionsprozesse, in denen Dünger und Pestizide bedarfsgerecht aufgebracht werden und die teilweise in mehrstöckigen Gewächshäusern stattfinden. Landwirte erhalten Prämien für eine ressourcenschonende Bewirtschaftung ihrer Flächen.

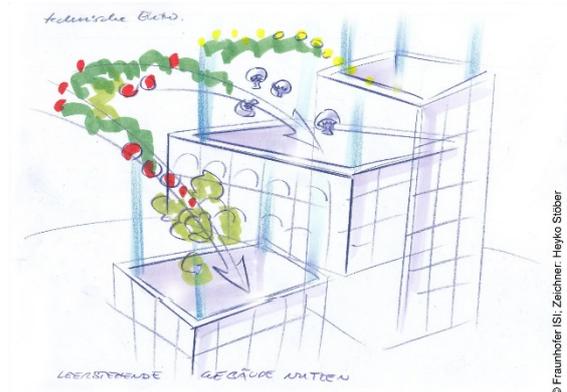
Biotechnologische Produktionsprozesse sind hoch automatisiert: Genoptimierte Pflanzen und Reststoffe werden in geschlossenen Prozessen in automatisierten Bio-Fabrikhallen verarbeitet.

Das Recycling von Produkten ist wichtiger als die Verlängerung der Produkt-Lebensdauer.

Deutschland ist ein Leitmarkt für Produkte, die auf der Basis von Biomasse hergestellt werden oder Recycling-Rohstoffe nutzen. Die Marke „Made in Germany“ steht für innovative „Non-fossil Products“, die weltweit exportiert werden. In vielen Ländern besteht im Vergleich zu Deutschland Nachholbedarf in der nachhaltigen Biomasse-Produktion und Kreislaufwirtschaft.

Viele Menschen leben in „Smart-Eco-Homes“, für deren Bau nur biobasierte Kunststoffe verwendet wurden. Instabile Herstellungskosten haben die Nachfrage verändert, langlebige Produkte haben den Konsum nachhaltiger gemacht. Lebensmittel ähneln traditionellen Produkten aus dem Jahr 2020, erfordern aber in deutlich geringerem Umfang Tierhaltung (z.B. ersetzen Algen in vielen Nahrungsmitteln Butter und Eier).

Junge Menschen fahren weniger Auto und mehr Fahrrad als im Jahr 2020, viele wollen aber nicht auf ein eigenes Fahrzeug verzichten - auch wenn diese alternativ angetrieben sind und man dafür etwas mehr zahlen muss.



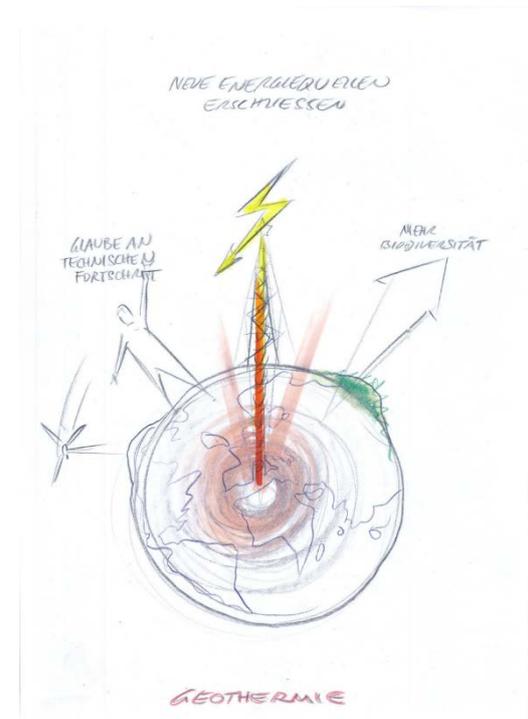
## Hightech-versierte, umweltbewusste Selbstversorgerin

„Was für eine Hitze – und das schon am frühen Morgen“, denkt Beate (50) und nimmt erst mal eine Regenwasserdusche in ihrer Balkonkabine. Mit dem Duschwasser gießt sie anschließend ihre Topfblumen und das hängende Gemüse am Küchenfenster. Dann reinigt sie noch den Fermenter. Mit diesem Heimbioreaktor, ihrer neuesten Errungenschaft, kann sie jetzt die auf ihren Körper abgestimmten Mikroorganismen selbst züchten. Nach ersten Experimenten zuhause will sie den Bioreaktor bald in ihrem Unterricht einsetzen. Bei ihren Schülerinnen und Schülern ist sie schon dafür bekannt, gern mit neuen Technologien herumexperimentieren. Die Experimentierfreude kann man auch an ihrer Einrichtung erkennen, einer wilden Mischung aus digitalem Hightech und Holz sowie unterschiedlichen biobasierten Materialien.

Beate ist es wichtig, dass alles recycel- oder kompostierbar ist – und dennoch möglichst langlebig. Eine Wohnzimmerwand ist mit einem dünnen Algenreaktor – einer Tapete ähnlich – verkleidet, den Beate mitentwickelt und so programmiert hat, dass er je nach Tageslicht den Farbton wechselt. Jetzt steht Beate in der Mitte des Wohnzimmers und schaut besorgt auf die blinkenden Luftsensoren an der Decke. Die Haustechnologie ist sehr fehleranfällig. Oft kann Beate Kleinigkeiten selbst reparieren, aber in diesem Fall muss sie sich an die Hausverwaltung wenden und ihr Problem über die Hotline einem Algorithmus schildern.

Dann frühstückt Beate. Heute gibt es ausnahmsweise Vollkornbrot vom Biobäcker in traditioneller Qualität, was eine echte Rarität ist – gebacken mit gentechnikfreien Zutaten („frei von CRISPR Cas“). Hier tickt Beate etwas anders als ihre Freunde, die der Meinung sind, dass Gentechnik sogar nachhaltig ist. Schließlich wachsen zum Beispiel genetisch veränderte Pflanzen auch auf kargen Böden, benötigen wenig Dünger und belasten dadurch weniger die Umwelt. Das leuchtet Beate zwar ein, aber sie erfreut sich trotzdem an ihrem traditionell gebackenen Vollkornbrot und belegt dieses mit selbstgemachter Fleischwurst. Dafür reichert sie die im Bioreaktor selbstgezüchteten Mikroorganismen mit Sojaprotein und Kräuteraromen an und bringt sie mit dem 3-D-Drucker in Form. Sie genießt die große Auswahl und die persönlichen

Gestaltungsmöglichkeiten ihrer Nahrungsmittel. Fast alles kann sie selbst herstellen. Geschirr und Besteck sind aus leicht abbaubarem Biokunststoff, ihre Kaffeebohnen werden in Deutschland angebaut, eine Züchtung auf Basis von Spitzenkaffee aus Ecuador, Jahrgang 2025.



© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber

Beim Frühstück hören sie Nachrichten. Ein Beitrag thematisiert die Schwierigkeiten, wie eine für Palmöl abgeholzte, ehemalige Regenwaldfläche wieder neu bewaldet werden soll. Dies macht sie betroffen. Sie unterschreibt eine Online-Petition gegen Rohstoffe aus bedrohten Gebieten.

Während sie zur Garage geht und in ihr Auto steigt, nimmt sie sich vor, die komplexe Thematik im Unterricht mit ihren Schülerinnen und Schülern aufzuarbeiten. Sie fährt mit Biosprit, der jedoch wegen der El-Nino-Ernteauffälle in Lateinamerika sehr teuer geworden ist. Darum möchte sie sich demnächst ein Elektroauto mit eingebauten Sonnenkollektoren anschaffen.

## Freiberufliche Online-Lehrerin und Waldliebhaberin

Barbara (35) wohnt mit ihrer Partnerin in einer 2-Zimmer-Wohnung in einem voll digitalisierten Passivhaus. Die Sprachsteuerung der Haustechnik und Haushaltsgeräte sowie eine sehr

gute Internetanbindung waren wichtige Entscheidungskriterien beim Hauskauf. Aus Kostengründen entschieden sich die beiden Frauen für eine Wohnung auf dem Land. Die Gegend ist sehr karg und von Monokulturen geprägt, allorts sieht man zudem Windräder und Solaranlagen stehen.

Die Entfernung zum Arbeitgeber, einer Schule in der Nachbarstadt, ist kein Problem, da der Unterricht meistens online stattfindet. Nur zu Prüfungen und besonderen Anlässen müssen Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler noch physisch anwesend sein. Heute wird ein Kurs Projektergebnisse vorstellen. Die Aufgabe lautete, Bioökonomie-Start-ups zu konzipieren, die biobasierte Produkte wie etwa neue Pflanzenzüchtungen, einen Pfliegeroboter aus Bambus oder eine digitale Katze entwickeln. Barbara unterrichtet dieses Jahr an einer „Aussteiger“-Schule, entstanden als Gegenbewegung zum Hightech-Mainstream im Schulsystem. Die Schule wurde von einer Elterninitiative gegründet, die lieber als Selbstversorger auf dem Land wohnen und ihren Kindern alternative Werte in der Schule vermitteln wollen.

Barbara ist mit dem Lehrplan etwas unzufrieden, da sie nicht hinter allen Lehrinhalten steht. Zu einigen Unterrichtsthemen hat sie eine andere Meinung. Zum Beispiel würde die Aussteigerschule gar nicht ohne Hightech funktionieren, denn ohne schnelles Internet keine Online-Kurse! Da sie nicht fest angestellt ist, sondern als selbständige Lehrerin arbeitet, sucht sie sich für jedes Schuljahr eine neue Aufgabe. Dafür nutzt sie eine Jobplattform, die mithilfe eines KI-Algorithmus die passende Schule für ihr Qualifikationsprofil aussucht. Auch ihre Ernährung steuert Barbara mithilfe von Algorithmen: Sie nutzt eine App, die ihren Speiseplan an die aktuellen Gesundheitswerte anpasst. So hat sie ihren Blutdruck und ihre Allergien gut im Griff. Die passenden Lebensmittel werden über die App bestellt und in Bioplastik verpackt ins Haus geliefert. Fleisch aus der Petrischale, Algengelee und Fischsuppe stehen zum Beispiel heute auf dem Speiseplan. Das Meer ist zum wichtigsten Nahrungslieferanten geworden.

Echter Wald ist ein attraktives Ausflugsziel und Waldschutzgebiete locken die Besucherinnen und Besucher mit Apps, die virtuelle Inhalte mit echtem Walderlebnis verbinden. Die App hilft bei der Bestimmung von Tieren oder informiert

über Allergene in Pflanzen. Auch Barbara geht so häufig wie möglich in den Wald.



### Kommentare aus dem Zukunftsdialog

In der Diskussion der Szenarien wurde deutlich, dass sich in diesem Szenario die Definition, was ein "Bio-Lebensmittel" ist, stark verändern könnte. Denn auch gentechnisch veränderte Pflanzen und Tiere werden in dieser Zukunftswelt als biobasierte Nahrungsbestandteile verstanden, solange sie zum Erhalt der Biodiversität beitragen.

Die Implikationen der Globalisierung auf die Bioökonomie bleiben im Szenario unklar.

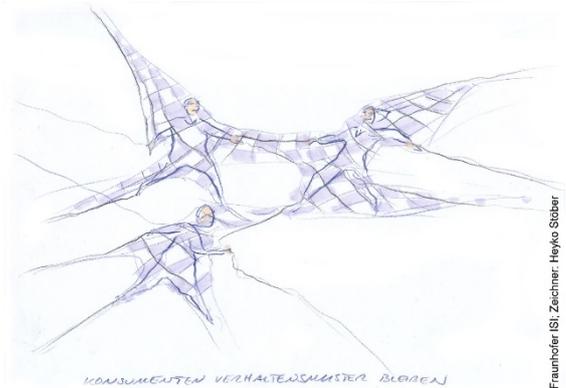
Das Szenario macht deutlich, dass Innovationen für Nachhaltigkeit notwendig sind. Eine nachhaltige Bioökonomie mithilfe der Ressource Wissen scheint der richtige Weg zu sein.

### „Das Szenario ist wünschenswert, weil...“:

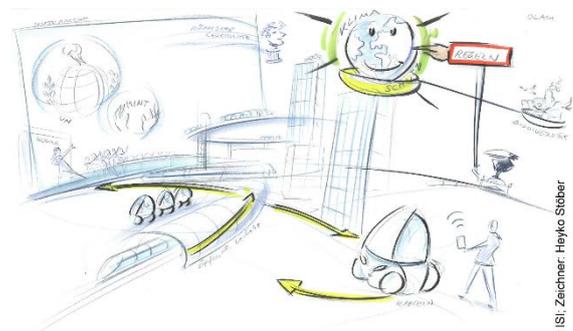
- verbessertes Klima
- komfortables Leben
- hoher Lebensstandard
- viel Technikbegeisterung
- Menschheit akzeptiert, dass es keine unberührte Natur gibt.
- keine Einschränkung im Konsum?
- kein postmoderner Zwang zur Selbstoptimierung
- kein schlechtes Gewissen

### „Das Szenario ist *nicht* wünschenswert, weil...“:

- Ressourcenproblem besteht nach wie vor, verstärkt durch Konsumverhalten.
- zu großer Eingriff in die Natur
- wenig Hightech in dieser Welt
- Bioökonomie ist vor allem industrielle Biotechnologie
- Technologiefreundlichkeit als Voraussetzung
- Technik liefert nicht die Lösung für alle Probleme.
- Wachstums-Credo wird in dieser Welt nicht hinterfragt.
- immer noch viel Individualverkehr
- Das Menschliche wird Maschinellen untergeordnet?
- zu individualistisch, wenig persönlicher Kontakt zu anderen Menschen
- Einsamkeit (Technologie kann persönliche Beziehung nicht ersetzen.)
- Staat wirkt unsozial und liberalistisch.
- Grundlagen für Energie und Freiheit sind unklar.
- Die globale Ungleichheit nimmt zu.
- Gefahr des „Green-washing“ ohne wirkliche Nachhaltigkeit
- ... Kriege drohen könnten.



© Fraunhofer ISI, Zeichner: Heyko Stöber



© Fraunhofer ISI, Zeichner: Heyko Stöber

## Szenario 2

# Bioökonomie durch ökologisch bewussten Lebensstil

Die Mehrheit der Menschen möchte nachhaltiger leben und ist dafür zu Einschränkungen bereit. Dies spiegelt sich auch in der Gesetzgebung wider: Fleisch ist aufgrund der ressourcenintensiven Produktion mit einer Steuer belastet. „Coffee-to-go“-Becher gibt es nicht mehr. Wohnflächen über 20m<sup>2</sup> je Haushaltsmitglied müssen eine zusätzliche Abgabe leisten. Kunststoffe sind nur noch für bestimmte Lebensmittelverpackungen zugelassen. Plastikspielzeug auf Erdölbasis ist verboten. Damit ging die Verwendung von Nicht-Bio-Plastik stark zurück, und viele Produkte sind teurer, aber auch langlebiger geworden.

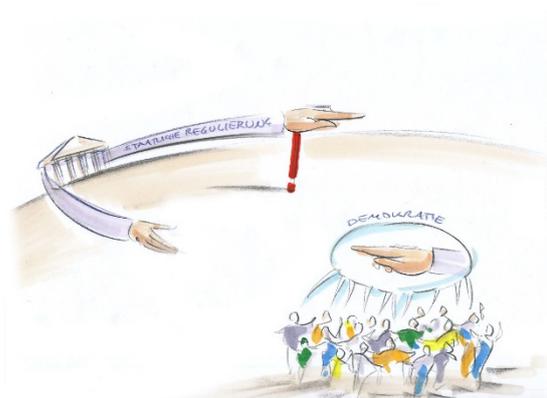
Die Bioökonomie-Industrie in Deutschland produziert vielfältige Produkte und erlebte ein starkes Wachstum, das jedoch die Einbußen in anderen Wirtschaftsbereichen nicht voll kompensieren konnte. Deutschland ist kein Export-Weltmeister mehr. Biogene Rohstoffe aus dem Inland werden vorwiegend für den inländischen Markt verarbeitet, was sich positiv auf die Wertschöpfungstiefe auswirkt.

Bei Lebensmitteln vertrauen die Menschen auf regionale Produkte, da die internationalen Zertifikate für nachhaltige Produktion nicht transparent sind.

Es wird nur noch wenig Fleisch produziert und konsumiert. Abfallvermeidung ist in der Industrie, der Landwirtschaft und auch im privaten Konsum ein großes Thema. Die wenigen verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen müssen hocheffizient genutzt werden. Rasante technologische Fortschritte bei der Nutzung von Holz und Reststoffen erlauben die Herstellung einer großen Vielfalt biobasierter Materialien, was 2020 noch kaum vorstellbar war.

Die Forst- und Landwirtschaft in Deutschland und Europa ist nicht nur deutlich effizienter, sondern auch diversifizierter und nachhaltiger geworden. Das basiert auf einer intelligenten Kombination von Ansätzen aus der Permakultur und innovativer Automatisierung (Smart Farming).

Die gestiegene Nachfrage nach Biomasse erfordert mittlerweile eine deutliche Ausweitung der Anbauflächen. Um den Artenschutz zu verbessern sind daher Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität ein integraler Bestandteil der Agrar- und Forstflächennutzung und gesetzlich vorgeschrieben.



## Umweltbewusst und sparsam aus Überzeugung

„So also lebt unsere Oda jetzt“, denkt ihre Mutter, als Oda (23) ihr die Fotos vom neuen Zuhause zeigt. Sie ist froh, dass mit der ersten eigenen Wohnung der Tochter alles so gut geklappt hat. Schließlich ging doch alles recht schnell. Zunächst die erste feste Stelle als Lehrerin. Anschließend Wohnungssuche und Umzug in die Großstadt, in diese 25 m<sup>2</sup>-Wohnung im 2. Stock. Die Möbel sind für die Mutter gewöhnungsbedürftig – eine Mischung aus alt und neu. Der Schrank des staatlichen Herstellers war zwar sehr teuer, hat aber eine lebenslange Garantie. Der Rest der Einrichtung ist selbst gezimmert oder vom Flohmarkt.

„Passend zu ihrer Kleidung“, lacht Odas Mutter, „alles selbstgestrickt oder vom Secondhand-Laden“.

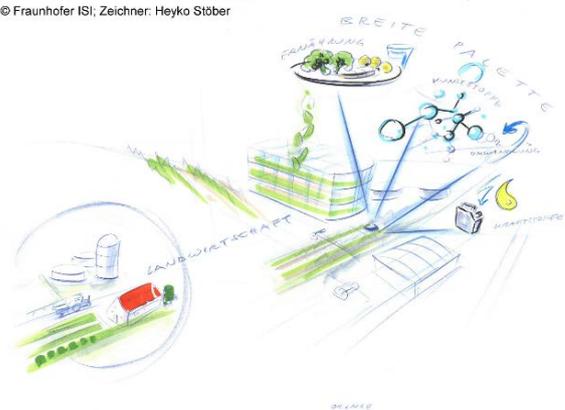
Auf dem Foto fällt Odas Schreibtisch besonders ins Auge: vom Tischler gefertigt und ein Geschenk zum 18. Geburtstag. Auch die damals als Familienaktion selbst gebastelten Sessel aus Paletten hat Oda noch, ebenso wie die vielen Wolldecken, um möglichst auf das Heizen verzichten zu können. „Gibt es einen Supermarkt bei dir in der Nähe?“, fragt die Mutter weiter. Oda erzählt, dass es wie in vielen Wohnsiedlungen einen kleinen Laden für die Dinge des täglichen Bedarfs gibt, in dem auch Bio-Kisten direkt vom Bauern verkauft werden. Dort bekommt Oda auch Milch und Käse aus ihrem „Kuh-Sharing“ – einem Projekt, bei dem sie über einen Mitgliedsbeitrag und solidarische Verkaufspreise für Milchprodukte und Fleisch am Geschäftsrisiko des Landwirts beteiligt ist. Damit kauft Oda fast ausschließlich Lebensmittel aus der Region. Import-Früchte wie Mangos und Bananen sind extrem teuer, aber aus Klimaschutzgründen auch gar nicht auf Odas Speisekarte. Sie isst keine Dosenananas, kennt aber dafür zahlreiche alte Apfelsorten, die nach der Ernte direkt verarbeitet und ganzjährig als Mus, Saft oder getrocknet konsumiert werden.

Was sie nicht von „ihrem“ Bauern erhält, bezieht Oda vom Vertical-Farming-Anbieter im Nachbarquartier. Dort werden in energiesparender Bauweise zum Beispiel Produkte wie Obst und Salate angebaut, die besonders kurze Lieferketten benötigen. Voller Stolz erzählt Oda ihrer Mutter, dass sie mit ihren Nachbarn einen

Bienenstock auf dem Dachgarten hält und auf ihrem Balkon Tomaten anbauen will.

„Erzähl mal von der Schule!“ – Oda lacht, den Satz hört sie seit 20 Jahren von ihrer Mutter. Sie berichtet dann, dass sie nur in Projekten unterrichtet und Inhalte aus mehreren Fachbereichen kombiniert. Wichtige Schwerpunkte sind Naturwissenschaften, Hauswirtschaft inkl. Schulgarten und Reparaturkunde. Nächste Woche macht sie mit ihrem Projektkurs eine Exkursion in das Landwirtschaftsministerium und zur Vertical Farm. Oda hofft, dass ihre Schülerinnen und Schüler dort auch Anregungen für die Berufswahl bekommen.

© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber



„Wirst du mit deinem Geld gut auskommen?“, will Odas Mutter wissen. „Klar, Mama“, versichert Oda, „mein Einkommen basiert ja nicht nur auf der Lehrtätigkeit, sondern ich arbeite auch ein paar Stunden in der Woche im *Share & Repair-Lab*. Sparsam wie ich bin, kann ich mir dadurch sogar mehrmals im Jahr eine Zugfahrt zu euch nach Hause gönnen.“

## Erfolgreicher Ökolandwirt

Oskar ist stolzer Besitzer einer der wenigen komplett energieautarken Höfe in seinem Dorf. Mithilfe von Solar- und Bioenergie sowie zusätzlichen Effizienzmaßnahmen wie Kraft-Wärme-Kopplung kann er seine Felder und Gewächshäuser nachhaltig und ökonomisch bewirtschaften. Er bietet für zahlreiche Abnehmer ein breites Produktspektrum – von Gemüse und Obst über Mais und Getreide bis zu CO<sub>2</sub> aus der Biogasproduktion, das in chemischen Industrie genutzt wird.

Oskar sieht sich selbst mehr als Unternehmer denn als Landwirt, der auf Augenhöhe mit seinen Partnern und Abnehmern verhandelt. Er kennt sich nicht nur in Gemüse- und Getreideanbau aus, sondern hat auch Betriebswirtschaft mit den Schwerpunkten Marketing und digitale Landwirtschaft studiert.

Sein oberstes Ziel besteht neben der Ertragsmaximierung auch in einer bestmöglichen Ressourcennutzung. Auch das Vertrauen der Konsumenten in die Qualität seiner Produkte liegt ihm sehr am Herzen.



So hat er zum Beispiel zusammen mit seinem Nachbarn, der sich auf Heilpflanzenanbau spezialisiert hat, den wöchentlichen „Bürgerlandarbeitstag“ eingeführt. Dabei helfen Menschen bei der Arbeit am Hof mit und erfahren so, wie nachhaltig sein Betrieb ist. Auch bei Geräten und Maschinen setzt er auf ressourcenschonende Produkte, z.B. Löwenzahnkautschuk- anstatt Gummireifen und Recyclingbauteile. Das hat sowohl die Wertschätzung seiner Öko-Landwirtschaft als auch die Nachfrage nach seinen Bioprodukten gefördert.

„Heute“, denkt Oskar, „werde ich den Leuten erklären, wie wichtig auch in Zukunft Subventionen für die hiesige ökologische Landwirtschaft sind“. Oskar versteht sich als moderner Öko-Landwirt, der nicht nur innovative Technologien einsetzt, sondern auch im Vertrieb mitmischt. Seiner starken Verhandlungsposition ist er sich dabei durchaus bewusst – und dass diese ein wichtiger Bestandteil der modernen Bioökonomie ist.

## Kommentare aus dem Zukunftsdialog

In der Diskussion der Szenarien kam die Frage auf, ob es Widerstand gegen die staatlichen Regularien gäbe? Es wurde dann davon ausgegangen, dass diese gesellschaftlich akzeptiert und legitimiert sind. Das würde jedoch die Handlungsfreiheit der Menschen stark einschränken.

Ein Teilnehmer merkte an, dass man das Szenario gut noch im Hinblick auf verschiedene Technologien sowie die Industrie-Perspektive weiterentwickeln könnte. Denn das alles sei nicht ohne Wachstum zu realisieren.

Das Szenario könnte auch als Versöhnung der Technologie mit der Gesellschaft verstanden werden.

Bei gesellschaftlichem Konsens in Richtung Nachhaltigkeit sind staatliche Anreize für die Kreislaufwirtschaft sinnvoll.

### „Das Szenario ist wünschenswert, weil...“:

- Fokus auf Suffizienz und Umdenken in der Gesellschaft
- Nachhaltigkeit gelingt durch Effizienz und Innovationsfreundlichkeit.
- Lokale Produktion fördert Ökobilanz.
- Chance auf nachhaltige und ausreichende Nahrungsmittelproduktion
- Idee einer Post-Wachstums-Ökonomie

### „Das Szenario ist nicht wünschenswert, weil...“:

- Produktionsseite dieses Szenarios kann noch weiter ausformuliert werden.
- Diese Welt ist mir zu eng.
- Gesellschaftlicher Zwang zum Selbstverzicht entspricht nicht meinem Wunsch; hohe staatliche Regulierung.
- kleinere Produktpalette aus dem Ausland

### Szenario 3

## Die europäische Bioökonomie-Blase

Im Konsumgüterbereich gab es große Umwälzungen: 2040 stehen selbst restaurierte Flohmarkt-Möbel hoch im Kurs. Die Esszimmer-ecke aus den 1970er-Jahren mit neuen Tencel-Bezügen aus Restholz wird zum Statussymbol und würdigt den Besitzer als exzellenten Handwerker, Flohmarktjäger und Designer.

In Innenstädten ist der öffentliche Verkehr stark ausgebaut. Verkehrsberuhigte Zonen sowie Fahrverbote für Autos mit Verbrennungsmotor tragen zu sauberer Luft und lebenswerter Wohnumgebung bei.

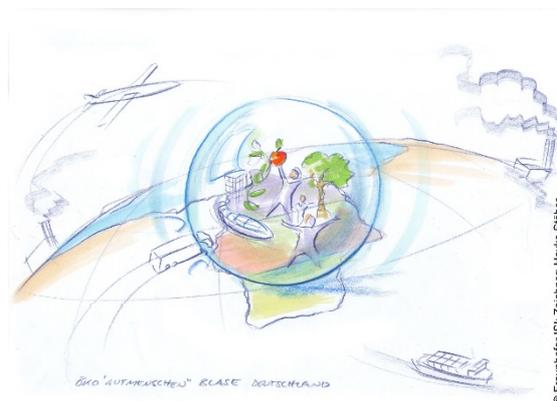
Der Anbau von Rohstoffen, ihre Weiterverarbeitung zu Basischemikalien sowie Herstellung von Produkten wurde ins Ausland verlagert - einzig die Forschung und Entwicklung erfolgt noch in Deutschland. Die Verlagerung dieser Industriezweige hatte zusätzlich zur Automatisierung dazu beigetragen, dass es hierzulande deutlich weniger Arbeitsplätze in der Chemieindustrie und dem verarbeitenden Gewerbe gibt.

Die Produktionsbedingungen im Ausland hinsichtlich sozialer, ethischer und ökologischer Standards sind nicht transparent. Die starke Abhängigkeit von ausländischer Produktion beunruhigt die Menschen zunehmend.

Dieser virtuelle „Flächenimport“, d.h. die Verlagerung von Anbauflächen ins Ausland, erlaubt es, hierzulande die vorhandenen Flächen für den Erhalt der Biodiversität zu nutzen. Regionale und nationale Umweltschutzmaßnahmen sind den Menschen sehr wichtig. Der Ökolandbau wurde nicht nur ausgeweitet, sondern durch technische Innovationen wie Smart Farming auch ertragsstärker.

Biokonsum ist weit verbreitet. Biologisch angebaute Lebensmittel aus regionaler Landwirtschaft sind gleichberechtigt zu konventionellen Produkten in allen Supermärkten erhältlich. Der Konsum von Produkten mit schlechter Ökobilanz ist verpöht.

Lebensmittelproduzenten haben sich für die Direktvermarktung in großen, bundeslandübergreifenden Kooperativen zusammengeschlossen. Franchise Unternehmen bieten neben regionalen Bio-Lebensmitteln auch Führungen, Anbau- und Kochkurse an.



## Engagiert beim Tauschen, Teilen und Selbermachen

„Das Frühstück ist fertig!“, ruft Lili (32) und stellt die drei Teller mit Müsli und die Schale mit den Erdbeeren auf den Tisch. Wie immer sieht der Tisch sehr bunt aus. Das Geschirr ist ein Sammel-surium aus geerbtem Familienporzellan und Selbstgetöpferem. Kleine Macken und Gebrauchsspuren stören Lili nicht. Tim, der schon bald in die Schule kommt, erkundigt sich gleich, wo die Erdbeeren gekauft wurden. Als er hört, dass sie Teil der Obst- und Gemüsebox ihrer „SolaWi“ (Solidarische Landwirtschaft) waren, die sie gestern nach der Kita im Kiezkaufhaus am Naturmuseum abgeholt haben, ist er beruhigt.

Lili gießt den Morgentee auf und bittet ihren jüngeren Sohn Sam, ihr noch ein paar Minzblätter vom Balkon zu holen. Sie genießt die halbe Stunde Frühstück mit den Kindern sehr – es ist eine der wenigen Gelegenheiten, mit ihnen allein zu sein. Als Alleinerziehende arbeitet sie in Vollzeit als Biologielehrerin am Gymnasium „Blauer Planet“. Dadurch kann sie sich weiterhin die Wohnung leisten, deren zentrale Lage sie sehr schätzt. Das Stadtteilzentrum samt Kita ist gleich um die Ecke, genau wie das Kiezkaufhaus „Tauschrausch“, der Gemeinschaftsgarten, ein Repair-Café und ein Lernlabor. Alle Wege und Besorgungen lassen sich locker mit ihrem E-Lastenfahrrad erledigen.

Klar, sie muss sich finanziell sehr einschränken. Der Großteil ihres Einkommens fließt in die Bio-Lebensmittel sowie den Kredit für die Wohnung. Mit viel Glück hat sie vor zwei Jahren die Mini-Wohnung in der CO<sub>2</sub>-neutralen Wohnanlage ergattert und gehört damit zu den Pionieren, die in einem Zero-Eco-Footprint-Haus aus Holz in der Stadt wohnen. Nach dem Frühstück spült sie ab, packt noch rasch den Abfall in den Bioplastikeimer und diesen in ihr Lastenfahrrad, um ihn gleich auf dem Weg in der zentralen Bioabfalltonne zu entsorgen.

Sie bringt die Kinder zur Kita und bespricht mit den Erziehern den Essensplan ihrer Söhne für die Woche. Beide werden, wie die meisten Kinder hier, vegetarisch ernährt. Die Ernährung basiert zwar auf Gemüse und Getreide, wird aber durch pflanzliche Proteine und Milchprodukte ergänzt. Die genaue Kontrolle der Inhalts- und Zusatzstoffe ist Lili sehr wichtig. Die Kita wird zur

Hälfte von Ehrenamtlichen betrieben – genau wie die anderen sozialen Einrichtungen im Stadtteil.

Kurz vor der Schule wäre sie beinahe mit dem E-Van von Bäcker Lars zusammengestoßen, der auch das Repair-Café – ein Relikt aus dem 2010er Jahren – betreibt. Sie kennen sich gut, da Lili an den Wochenenden bei Veranstaltungen dort aushilft und Lars' Sohn regelmäßig Nachhilfe in Bioethik gibt.

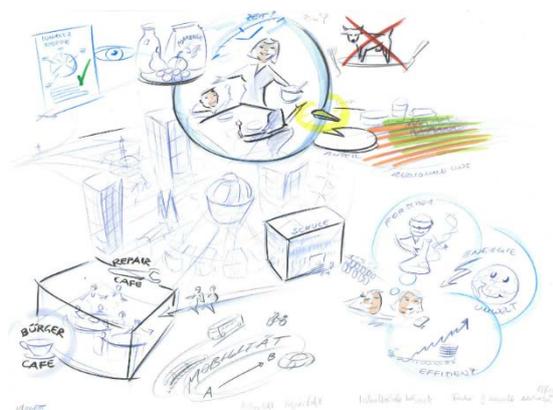
An der Schule angekommen, parkt sie im überdachten Fahrradparkhaus und erinnert sich dabei an die Zeit, als es weder genügend Stellplätze für Räder noch Ladestationen für E-Bikes gab. Zum Glück hat die Stadt hier vor einigen Jahren reagiert und Stellplätze eingerichtet – nicht zuletzt wegen einer Protestaktion ihrer Schulnachhaltigkeits-AG, die darauf abzielte, den Sportplatz in einen großen Nutz- und Abenteuergarten umzuwandeln. „Ohne unser gemeinsames Engagement wäre hier nicht viel passiert“, denkt sie.

Ihre erste Klasse heute Morgen ist ein Bioökonomie-Seminarkurs, Stufe 11, mit 30 Schülerinnen und Schülern. Thema der Woche ist Anbautechnik für Obst und Gemüse und der Zusammenhang zwischen Anbautechnik und Nährstoffgehalt sowie Effekte auf Biodiversität. recherchieren lassen. Am Nachmittag, in der freiwilligen Garten-AG, werden die Recherchen um praktische Übungen ergänzt. Immerhin wird mittlerweile ein kleiner Teil der Lebensmittel für die Schulkantine selbst angebaut und deren Qualität und Nährwerte mit den im NWT-Unterricht selbst entwickelten Sensoren kontrolliert. Während die Schülerinnen und Schüler den Reifegrad von Kirschen analysieren, entwickelt Lili den Unterrichtsplan für die nächste Woche. Auf vielfachen Wunsch der Jugendlichen wird sich der Unterricht dann um Möglichkeiten der Effizienzmaximierung im Bio-Obstanbau drehen. Nach Schulende, gegen 16 Uhr, fährt Lili zurück ins Stadtteilzentrum. Bevor sie ihre Kinder beim gemeinsamen Abendessen im Repair-Café wiedersehen wird, bleiben ihr noch ca. zwei Stunden Freizeit. Diese nutzt sie, um zunächst eine halbe Stunde Nachhilfe zu geben, und trifft dann ihre Freundin Uli in der Tauschecke. Dort findet sie endlich eine passende neue Jeans für sich, die sie nur noch kurz im Werkraum nebenan kürzen muss.

## Gemüse aus dem Naschgarten oder doch In-vitro-Gen-Fleisch?

Luis (45) arbeitet als Fachkraft in einem großen Chemiekonzern. Seine Frau und er sind beide in Vollzeit berufstätig, sodass sie mit ihrem Einkommen der gehobenen Mittelschicht angehören. Sie haben zwei Kinder im Schulalter und wohnen im urbanen Speckgürtel in ihrer eigenen Wohnung. Eine Stadtwohnung wäre für die vierköpfige Familie viel zu teuer. Zum Glück haben sie damals beim Hausbau in eine Photovoltaikanlage investiert und können so ihre Energieausgaben niedrig halten. Denn der Stromverbrauch ist leider in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen.

Den Großteil ihres Haushaltseinkommens geben sie für Lebensmittel aus. Das liegt zum einen an hohen Preisen für regionale Bioprodukte und zum anderen an den sehr unterschiedlichen Ernährungsweisen in ihrer Familie – den gemeinsamen Esstisch teilen sich ein Veganer, ein Vegetarier, ein Fleischfan und eine Allergikerin. Überhaupt achten sie beim Konsum sehr auf Nachhaltigkeit, was oft Konflikte in der Familie auslöst. Dann kommt es zu Streitigkeiten mit und zwischen den Kindern zu Themen wie Essen, Urlaubsreisen, Elektronikspielzeug etc. Aktuell werden die Diskussionen zuhause zusätzlich angeheizt, weil der Vater immer wieder Probierpackungen neuer gentechnisch veränderter In-vitro-Fleischprodukte seines Arbeitgebers mit nach Hause bringt. Das passt seiner Frau und dem älteren Sohn gar nicht, die großen Wert auf den Anbau alter Gemüsesorten im eigenen „Naschgarten“ legen. Wenn es nach den beiden ginge, würde die Familie auch dort ihren Urlaub verbringen.



© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber



## Das Szenario ist wünschenswert, weil...“:

- Leben bewusster weniger auf Kosten der Umwelt
- Schulsystem hat sich hin zu Lebenswichtigem gewandelt
- weniger Quantität, mehr Qualität
- weniger materialistische Gesellschaft
- bei Mobilität und ÖPNV absolute (digitale) Vernetzung, d.h. Internetbasierte Vermittlung von. Mitfahrgelegenheit und Carsharing massiv ausgebaut.
- großer sozialer Zusammenhalt

## „Das Szenario ist *nicht* wünschenswert, weil...“:

- Individualismus fehlt.
- mehr Zeit für Familie und Freunde
- Ausklammerung der Effekte im Ausland
- Alltagsbewältigung erfordert viel Planung.
- schlechte Work-Life Balance
- Platz für individuelle Erfüllung?
- zu perfekt, sehr sinnvoll, es fehlt das Verrückte
- Durch die Verschiebung von Produktionen ins Ausland wird keine nachhaltige Lösung getroffen, sondern nur eine Verschiebung der Probleme.
- Nice... leider wie heute: auf Kosten der Restwelt
- Überforderung der privilegierten Individuen
- Globale Ungleichheit nimmt zu.

## Szenario 4

# Nachhaltige Bioökonomie – Made in Germany

Klimaschutz genießt 2040 hohe Priorität und soll mit Wirtschaftswachstum in Einklang stehen. Dies ist die Grundlage vieler politischer Entscheidungen. Durch das Bewusstsein, dass das eigene Verhalten maßgebend für Veränderungsprozesse ist, findet in der breiten Bevölkerung ein Umdenken statt. Daraus resultierende Einschränkungen im privaten Konsum werden akzeptiert.

Die Politik setzt auf positive Anreize für klimafreundliches Verhalten und das Erschweren bzw. Verteuern von Konsum- und Verhaltensmustern mit besonders negativen Folgen für Umwelt und Klima. Beispiele sind Aufklärungskampagnen zu Mikroplastik in Gewässern oder steuerliche Begünstigung von Dienstfahrrädern. In bestimmten Bereichen werden auch Verbote eingeführt, z.B. um Einwegverpackungen aus erdölbasiertem Plastik abzuschaffen. Der gut ausgebaute öffentliche Nahverkehr in Städten und Verkehrsnetze im ländlichen Raum sind klimaneutral.

Die landwirtschaftliche Erzeugung kommt durch intelligente, automatisierte Produktionsmethoden (Smart Farming) mit geringeren Flächen aus. Dadurch frei gewordene Areale ermöglichen Maßnahmen für eine höhere Biodiversität. Aufgrund reduzierter Anbauflächen in Deutschland wird ein großer Teil der landwirtschaftlichen Produkte in Bioqualität aus dem Ausland importiert.

Materialien auf Basis biologischer Rohstoffe sind weit verbreitet, insbesondere Bioplastik für Verpackungen und Konsumprodukte. Die nachhaltige Erzeugung der einzelnen Ausgangsmaterialien erfolgt im Sinne internationaler Arbeitsteilung mit Partnerländern dort, wo es wirtschaftlich und ökologisch am sinnvollsten ist.

Biobasierte Basischemikalien werden von Deutschland importiert und in einer breit aufgestellten Industrie zu hochwertigen und nachhaltigen „Made-in-Germany“-Produkten weiterverarbeitet.

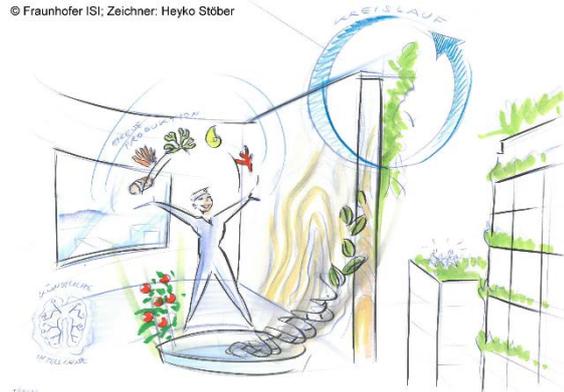


© Fraunhofer ISI, Zeichner: Heyko Stöber

## Leben in Gemeinschaft und mit nachhaltigen Alternativ-Produkten

Taira (19) lebt in einem Gemeinschaftshaus am Rande von Frankfurt. Das Haus wurde erst vor wenigen Jahren auf Holzbasis gebaut und ermöglicht den begehrten „Minus-10-CO<sub>2</sub>-Fußabdruck“. Ihr gefällt das gemeinschaftliche Wohnen sehr, und es stört sie nicht, dass sie nur 12 m<sup>2</sup> für sich alleine hat.

© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber



Das Gemeinschaftshaus erlaubt die Selbstversorgung der Bewohner durch den Dachgarten, der von jedem genutzt werden darf. So gibt es bereits eingebaute Bienenstöcke für den Insektenschutz und Gemüsebeete. Taira mag den eigenen Honig viel lieber als die industriellen Zucker-Alternativen. Sie hofft, dass sie bei den anderen Bewohnern ihren Vorschlag durchsetzen kann, demnächst auch Tabak auf dem Dach anzubauen. Leider ist der Kaffeeanbau in dieser Region noch nicht möglich, aber vielleicht stehen ja schon bald neue genetisch modifizierte Kaffeesorten zur Verfügung. Dann wird Kaffeetrinken endlich wieder bezahlbar.

Heute fährt sie zu ihrer Freundin aufs Land. Sie bringt ihr ein Glas Honig mit, um sie zu überzeugen, wie lecker der Stadt-Honig sein kann. Im Gegenzug wird Taira bei ihrer Freundin frische Kuhmilch zum Löwenzahn-Kaffee bekommen. In der Stadt bekommt sie leider ausschließlich nicht-tierische Alternativ-Milch.

Taira ist unentschlossen, ob sie mit dem Fahrrad oder mit dem Bus fahren soll, und entscheidet sich dann für eine Kombination. Sie leiht sich Recycling-Funktionskleidung für die Radtour aus der Gemeinschaftswäscherei aus und wirft noch eine Waschmaschine für ihre Privatkleidung an – alle waschen hier mit Biotech-Waschmitteln im geschlossenen Wasserkreislauf. Schnell noch ein

frisches T-Shirt aus Recycling-Baumwolle überziehen und auf geht's zu Tinas Bauernhof!

## Bio-Landwirtschaft – komplex und in Echtzeit autonom gesteuert

Tina (28) freut sich auf den Besuch ihrer Freundin Taira und bereitet den Löwenzahn-Kaffee zu – wie immer mit etwas Koffeinpulver verfeinert. Es ist etwas schwierig für Tina, sich mit Freunden zu treffen. Schließlich kann sie ihren Biohof – trotz hochautomatisierter Steuerung – nicht unbeaufsichtigt lassen.

Zum Beispiel sind die Wetterprognosen nicht 100 % zuverlässig, und viel zu oft muss Tina dann eingreifen und bei Starkregen die Bewässerung umsteuern. Das Managen ihres landwirtschaftlichen Betriebs ist durch die vorgegebene integrierte Diversifizierung sehr komplex geworden. Jede Änderung in einer Produktgruppe wirkt sich gleich auf alle anderen Bereiche aus.



Für heute ist Tina optimistisch, sie kann alles über das Display im Blick behalten. Dabei beobachtet sie zum Beispiel ihre Drohnen, wie sie Unkraut entfernen und es an die Hasen verfüttern. Bisher musste Tina nur ein einziges Mal biologisch abbaubare Fungizide einsetzen, weil die Feuchtigkeit über Wochen viel zu hoch war.

Da kommt Taira angeradelt, und die beiden setzen sich in den Garten, um ihren nächsten Urlaub zu planen. Sie haben CO<sub>2</sub>-Gutscheine gespart und wollen mal wieder nach Südeuropa fliegen.

## Kommentare aus dem Zukunftsdialog

Das Szenario wurde sehr kontrovers diskutiert. Einige sahen hier ihre Freiheit begrenzt, es fallen Begriffe wie Diktatur und Kommunismus. Andere hatten eine positivere Vorstellung begrüßten die staatlichen Eingriffe als nötig.

Für einige ist der Zeitraum bis 2040 zu kurz für massive Änderungen, bis dahin würde es schwer, die Veränderungen umzusetzen, die Ideen greifen sehr weit.

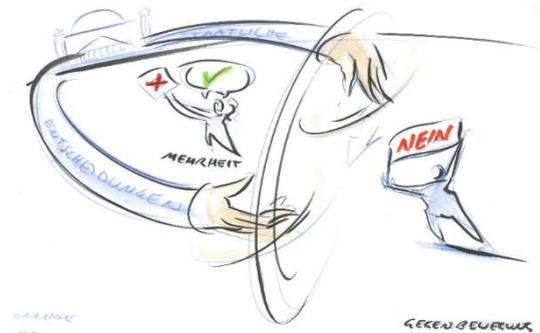
## Das Szenario ist wünschenswert, weil...“:

- Versuch Interessen auszugleichen
- nicht wünschenswert aber notwendig
- Kaffee muss subventioniert werden
- keine Rücksicht auf "Klimaskeptiker"
- Klimaaufgaben nach Person, nicht nach Kaufkraft > soziale Klimagerechtigkeit
- Wirtschaftliches Wachstum und Klimaregulation gleichwertig.
- Staat erzwingt Verhaltensänderung für besseres Klima
- .. trifft eher zu, da das Verhalten des Verbrauchers, sein Konsumdenken durch gesetzliche/ staatliche Vorgaben reglementiert werden muss.
- breite Akzeptanz Bioökonomie in Gesellschaft wird in kurzer Zeit erreicht
- Klimafreundlichkeit ist ein Plus.

## „Das Szenario ist *nicht* wünschenswert, weil...“:

- Verlust von Freiheit, auch zur Diskussion über Werte
- Die wirtschaftlichen und psychologischen Bedürfnisse der Individualität werden vernachlässigt.
- erhöhte Nutzung von gentechnisch veränderten Pflanzen
- zu starker Eingriff in die Marktwirtschaft
- starke staatliche Intervention
- Bedenken bzgl. Gentechnik
- zu viel staatliche Eingriffe
- wenig Freiheiten im Privaten (Urlaub)

© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber



### 3 Fazit – Keine Bioökonomie oder Veränderung des Konsums?

Die Vielfalt der dargestellten Zukunftsbilder verdeutlicht, wie unterschiedlich die Bioökonomie ausgestaltet werden kann und wie sehr eigene Konsum- und Lebensweisen dies beeinflussen oder auch umgekehrt beeinflusst werden durch eine Umstellung. Keines der Zukunftsbilder beschreibt eine Bioökonomie die ausschließlich positiv beurteilt wird. Es gibt in jedem Szenario auch Annahmen, die von den Teilnehmenden kritisch diskutiert wurden. Während des Zukunftsdialogs wurde deutlich, dass sich die individuellen Bewertungen, wie wünschenswert ein Zukunftsbild ist, erheblich unterscheiden. Bioökonomie ist daher nicht ohne Einschränkungen eine Lösung für alle Probleme und auch nicht für alle Menschen im gleichen Umfang.

Während der Entstehung der Szenarien wurde immer wieder hinterfragt: Warum oder wofür wollen wir denn eine Bioökonomie? Um diese Frage zu beantworten, reicht es nicht aus, von einer nachhaltigen Bioökonomie zu sprechen. Im Rahmen von BioKompass wurde definiert, dass die umfangreiche Umstellung von fossilen auf nachwachsende Rohstoffe als Grundannahme gesetzt ist. Diese schließt zunächst Zukunftsbilder einer Bioökonomie, die mit negativen Auswirkungen auf die Biodiversität einhergehen, noch nicht aus. Zwei Zukunftsbilder, die mit klar erkennbaren negativen Folgen für die Biodiversität einhergehen, werden jedoch im Rahmen von BioKompass nicht vertieft diskutiert. Sie sind ein wichtiges Instrument, um auf mögliche, aber nicht wünschenswerte Ausprägungen einer Biodiversität hinzuweisen, werden aber nicht in den nächsten Arbeitspaketen aufgegriffen werden. Der Möglichkeitsraum auch der verbliebenen vier Zukunftsbilder ist jedoch weiterhin sehr groß.



Die Zukunftsbilder zeigen, dass eine nachhaltige Bioökonomie Veränderungen in vielen verschiedenen Bereichen gleichzeitig erfordern wird. Einzelne Entwicklungen gilt es, kritisch zu hinterfragen, aber auch das Zusammenspiel verschiedenartiger Elemente ist im Hinblick auf die Auswirkungen auf einzelne Aspekte der Nachhaltigkeit zu prüfen.

Während des ersten Zukunftsdialogs zu Beginn des Projekts haben die Teilnehmenden kaum kontrovers diskutiert. Die Vorstellungen zur Bioökonomie waren zu dem Zeitpunkt bei vielen noch eher vage und ließen einen umfangreichen individuellen Interpretationsspielraum zu. Durch die explizit ausgearbeiteten Zukunftsbilder und das „Eintauchen“ in diese alternativen Zukünfte wurden die Unterschiede zwischen heute und verschiedenen zukünftigen Bioökonomie-Welten für die Teilnehmenden klarer, und es kamen auch sehr kontroverse aber dennoch konstruktive Diskussionen auf. Diese Diskussionen beim zweiten Zukunftsdialog haben gezeigt, dass einzelne Entwicklungen individuell ganz unterschiedlich bewertet werden. Wo sich die einen eingeschränkt fühlen, sehen die anderen große Chancen und umgekehrt. Oft werden die gleichen Punkte sowohl als positive wie auch als negative Argumente aufgeführt.

Diese Ambivalenz der Meinungen zeigt deutlich, wie wichtig es ist, die Öffentlichkeit in den Veränderungsprozess hin zu einer Bioökonomie einzubeziehen und frühzeitig einen Diskurs darüber anzustoßen, welche Bioökonomie gesellschaftlich getragen wird.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich ein Blick auf alternative Zukünfte der Bioökonomie lohnt, um sich der Auswirkungen auf unseren Alltag bewusst zu werden und einen Diskurs anzustoßen, der einerseits eine bewusste Auseinandersetzung mit kritischen Punkten unterstützt und gleichzeitig die Pluralität der Bedürfnisse aufgreift.

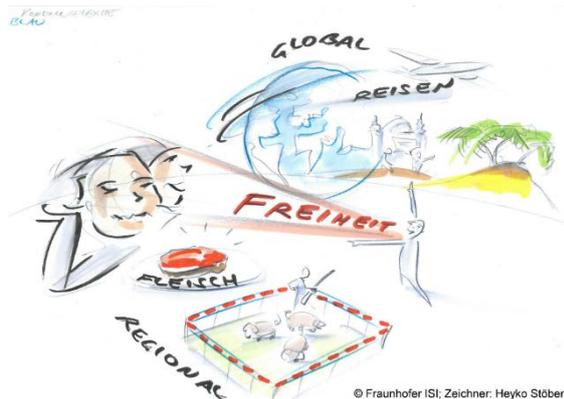
## 4 Wie geht es in BioKompass weiter?

Die hier vorgestellten Zukunftsbilder werden nun als nächstes im Senckenberg Naturmuseum als Sonderausstellung im BioKompass Evolving Lab präsentiert. Es wird eine Augmented Reality App in der Ausstellung zur Verfügung gestellt, die den Besucherinnen und Besuchern die Möglichkeit gibt, spezifische Inhalte zur Bioökonomie in Verbindung mit realen Exponaten des Museums zu nutzen und diese interaktiv zu ergänzen. Rund um das Evolving Lab werden weitere Veranstaltungen für Museumsbesuchende, Schulklassen und Jugendliche stattfinden, in denen die Zukunftsbilder weiter diskutiert und mit Experimenten und Aktionen vertieft werden können.

Parallel dazu wird im Schuljahr 2018/19 ein Seminarkurs an einem Karlsruher Gymnasium angeboten. Hier setzen sich die Schülerinnen und Schüler aktiv mit den Chancen und Risiken der Bioökonomie auseinander und erkunden den Wandel auch im Hinblick auf eigene Berufsmöglichkeiten und Auswirkungen auf den Alltag der Zukunft. Es wird auch ein Brettspiel zum Thema Bioökonomie von den Teilnehmenden entwickelt, das später im Evolving Lab und im Schulunterricht zum Einsatz kommt.

Weitaus intensiver können sich Schülerinnen und Schüler höherer Jahrgangsstufen in den von Fraunhofer initiierten Talent Schools mit dem Thema beschäftigen. Für dieses mehrtägige Format werden in einem Bewerbungsverfahren besonders interessierte Teilnehmende akquiriert.

Zusätzlich bieten Experience Days des Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT Lehrkräften in Baden-Württemberg die Möglichkeit, Formate und Inhalte kennenzulernen, mit denen das Thema Bioökonomie in den Unterricht integriert werden kann.



Sie sind daher herzlich eingeladen, im Rahmen des Evolving Labs am Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt sowie den angekündigten Schulaktivitäten und weiteren Veranstaltungen verschiedene Zukünfte der Bioökonomie zu erkunden und den Wandel hin zur Bioökonomie mit zu gestalten.

Karlsruhe, 20. Oktober 2018

# ANHANG

## Methodik

Die Entwicklung von Zukunftsbildern mithilfe der Szenariomethode ermöglicht es, dass Expertinnen und Experten zusammen mit Bürgerinnen und Bürgern gemeinsam die unterschiedlichen Entwicklungspfade im Bereich der Bioökonomie kennenlernen. Noch offene Fragen und Weichenstellungen der zukünftigen Ausgestaltung einer biobasierten Wirtschaft werden sichtbar und können breiter diskutiert werden. Eine große Frage und viele kleine Fragen.

Unsere übergreifende Frage zu Beginn des Projekts BioKompass lautete: In welcher Bioökonomie wollen wir 2040 leben? Im ersten Zukunftsdialog im Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt wurden dann mit über 60 Teilnehmenden aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft die wichtigsten Themenfelder im Bereich Bioökonomie definiert und viele Fragen dazu formuliert, die dann in der Szenarientwicklung aufgegriffen wurden. Anhand der Fragen wurde ein Set von 10 Schlüsselfaktoren für die zukünftig möglichen Ausprägungen einer Bioökonomie erarbeitet.

### Viele mögliche Antworten

Für die eigentliche Szenarioentwicklung wurden in einem Expertenworkshop für jeden Faktor Ausprägungen bzw. Zukunftsannahmen definiert. Beispielsweise wurde Konsumverhalten als relevanter Faktor eingestuft, der im Weiteren über die folgenden plausibel erscheinenden Entwicklungen ausdifferenziert wurde: „Nachhaltiger Konsum gewinnt kontinuierlich in der Breite an Bedeutung“, „Mehr Nachhaltigkeit ohne verändertes Konsumverhalten“ und „Gesetzliche Rahmenbedingungen und Selbstverpflichtung der Industrie“. Durch die Einbindung von sehr unterschiedlichen Expertinnen und Experten wurde gewährleistet, dass Entwicklungen in vielfältige Richtungen aufgegriffen wurden.

### Was passt zusammen?

In einer darauf aufbauenden Konsistenzanalyse wurde das Zusammenspiel der Ausprägungen in unterschiedlichen Kombinationen auf einer Skala von sich gegenseitig begünstigenden bis sich gegenseitig ausschließenden Ausprägungen beurteilt. So wurden alle Ausprägungen einander in einer Matrix gegenübergestellt.

### Szenarientwicklung und Validierung der Rohszenarien

Für die Matrix aller Ausprägungen wurden mithilfe eines computergestützten Tools mögliche, plausible und in sich schlüssige Varianten einer zukünftigen Bioökonomie erarbeitet. In diesem Prozess entstanden sechs Szenarien, die den Möglichkeitsraum aufzeigen. In einem weiteren Expertenworkshop wurden die durch die Software berechneten Szenarien auf ihre Gültigkeit geprüft, ergänzt und in geringem Umfang angepasst.

### Ausarbeitung der Zukunftsbilder und -geschichten

Im zweiten Zukunftsdialog im Senckenberg Naturmuseum wurden vier ausgewählte Szenarien in einem kreativen Storytelling-Prozess von über 50 Teilnehmenden ausformuliert und erlebbar gemacht. Anhand des Tagesablaufs fiktiver Person wurden die Charakteristika der Zukunftsvorstellungen gut nachvollziehbar und verständlich dargestellt.

## Fadendiagramme der BioKompass Szenarien

Die Verortung der Szenarien entlang wichtiger Einflussbereiche wird in der folgenden Übersicht dargestellt. Im Fadendiagramm sind alle sechs Szenarien gezeigt, die im Prozess erarbeitet worden sind. Davon wurden vier Szenarien mit der breiten Öffentlichkeit im Rahmen des Zukunftsdialogs im September 2018 diskutiert und weiter ausgearbeitet. Szenario Rot und Grün sind aufgrund ihrer negativen Wirkung auf die Biodiversität nicht weiter ausgearbeitet worden, sind aber dennoch Szenarien, die den Möglichkeitsraum aufspannen.

- Szenario Blau: Hoch hinaus mit Hightech-Bioökonomie
- Szenario Orange: Bioökonomie durch ökologisch bewussten Lebensstil
- Szenario Lila: Die europäische Bioökonomie-Blase
- Szenario Türkis: Nachhaltige Bioökonomie – Made in Germany

Einflussfaktor	Ausprägung A	Ausprägung B	Ausprägung C	Ausprägung D
Konsumverhalten (DE)	Nachhaltiger Konsum gewinnt kontinuierlich in der Breite an Bedeutung.	mehr Nachhaltigkeit ohne verändertes Konsumverhalten	gesetzl. Rahmenbedingungen u. Selbstverpflichtung der Industrie	
Herkunft der biobasierten Rohstoffe und Wirtschaftsstruktur	Deutschland importiert noch umfangreicher biobasierte Rohstoffe	Deutschland importiert biobasierte Plattformchemikalien.	Biobasierte Rohstoffe werden verstärkt in Europa angebaut.	Biobasierte Produkte werden importiert.
Herkunft Lebensmittel	Regionalität ist treibende Kraft.	Lebensmittel regional, Futtermittel importiert	globaler Handel, internationale Arbeitsteilung	
Nutzung biobasierter Rohstoffe	Weiterentwicklung bisher bekannter Technologieansätze	Durchbrüche bei der Nutzung von biobasierten Rohstoffen	Innovative Ansätze bei der Nutzung von biobasierten Rohstoffen	
Nutzung fossiler Rohstoffe und Energiemix	Staatl. Maßnahmen begünstigen Umstellung auf biobasierte Rohstoffe.	Fossile Rohstoffe werden vom Markt verdrängt.	stoffliche Nutzung: fossile Rohstoffe, energetische Nutzung: Biomasse	
Flächennutzung quantitativ (DE)	Ausweitung der Fläche	Beibehaltung der Anbaufläche	Reduzierung der Fläche	
Flächennutzung qualitativ (DE)	Intensivierung konventionelle Ldw.	Intensivierung Ökolandbau	integrierte Agrarflächennutzung	künstliche Produktionssysteme
Biodiversität	Bonus für Biodiversität durch nachhaltige Landwirtschaft	Biodiversität durch Ausweitung der Fläche	Schutzgebiete für Biodiversität	negative Wirkung auf Biodiversität
Wirtschaftsmodell	Status quo bleibt erhalten.	Green Economy	Anfänge eines Post-Wachstums-Wirtschaftsmodells	
Kreislaufansätze	Kreislaufwirtschaft: Schwerpunkt auf Recyclingindustrie	Kreislaufwirtschaft: Schwerp. auf Reduzierung u. Produktauslegung		

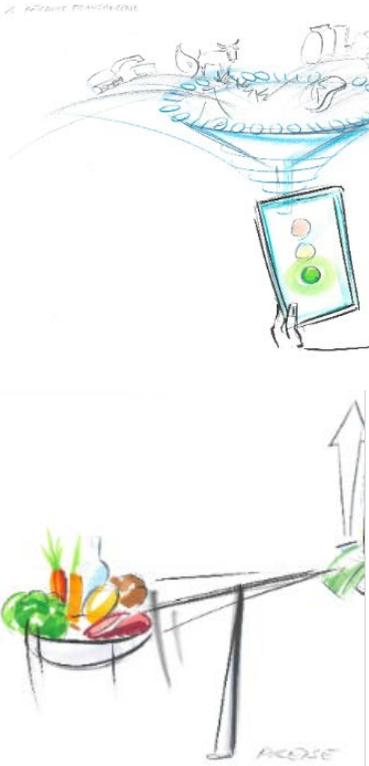
## Faktoren und Annahmen

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<b>Konsumverhalten</b>				
<p><b>1 Nachhaltigkeitsbewusstsein und Konsumverhalten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsumstimmung (DE) auf hohem Niveau</li> <li>• Viele billige Produkte werden unter schlechten Umwelt- und Arbeitsbedingungen im Ausland produziert und importiert.</li> <li>• Bewusstsein zur Kunststoffproblematik ist vorhanden.</li> <li>• Die Bereitschaft, auf Konsum zu verzichten, ist zunehmend vorhanden, die Abnahme der Bedeutung von Konsum wird von der Mehrheit positiv bewertet.</li> <li>• Trend in Richtung Sharing, Dinge weiter nutzen, schenken, reparieren</li> </ul> <p><u>Ernährung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Preis spielt bei der Kaufentscheidung die größte Rolle.</li> </ul>	<p><b>Nachhaltiger Konsum gewinnt kontinuierlich in der Breite an Bedeutung.</b>  <i>Der Konsument hat Wahlfreiheit und ist bereit aus Nachhaltigkeitsaspekten seinen Konsum einzuschränken und zu verändern.</i>  <i>Coffee to go nur noch aus der Thermoskanne, aber lieber Pfefferminztee, Tinyhouse</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Status von persönlichem Besitz nimmt ab – die nachhaltige Nutzung steht im Vordergrund, und Einschränkungen bzgl. der kurzfristigen Verfügbarkeit werden in Kauf genommen.</li> <li>• Es hat sich ein Sekundärmarkt entwickelt, der auf die längere Nutzung von Produkten ausgerichtet ist (Upgrading,</li> </ul>	<p><b>Mehr Nachhaltigkeit ohne verändertes Konsumverhalten</b>  <i>Der Konsument möchte nachhaltiger konsumieren, ohne sein Konsumverhalten grundlegend zu verändern.</i>  <i>Coffee to go aus Recyclingmaterial, mit höheren Kosten</i>  <i>Passivhaus, Smart-Home-Ausrüstung...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Persönlicher Besitz bleibt sehr wichtig, der Konsument will jederzeit Zugriff auf seine Güter und deren Verwendung haben. Einschränkungen bei der Nutzung und Qualitäts-/Quantitätsreduktion durch die Nutzung vieler (Teilen) wird nicht in Kauf genommen.</li> <li>• Beispielsweise möchte der Konsument nicht auf die Vorzüge von Kunststoffen verzichten.</li> </ul>	<p><b>Gesetzliche Rahmenbedingungen und Selbstverpflichtung der Industrie unterstützen verändertes Konsumverhalten.</b>  <i>Umweltschädliches und gesundheitsschädliches Verhalten wird durch Regulierung erschwert, verteuert oder eingeschränkt.</i>  <i>Zuckerbesteuerung, Coffeeto-go-Verbot auf Bahnhöfen, Raststätten und in Fußgängerzonen</i>  <i>Besteuerung von Wohnfläche über 20qm pro Kopf und Flächenversiegelung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffe werden, politisch getrieben, aus einigen Bereichen des täglichen Lebens verbannt (z.B. Besteuerung von Kunststoffverpackungen, Verbot von Einweg-Kunststoffflaschen, höhere Standards für alle</li> </ul>	

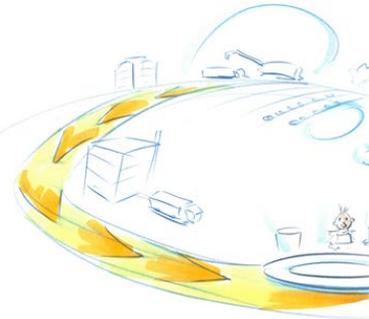
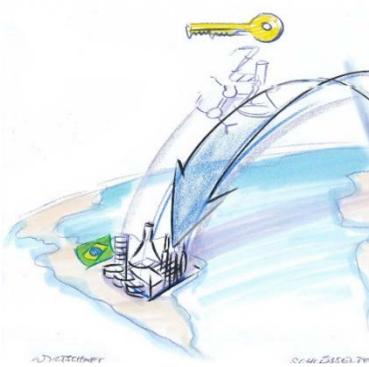
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fairtrade- und Bio-Produkte sind Nischenprodukte.</li> <li>• Es gibt ein kleines, ökoaffines Segment, das ausschließlich Bioprodukte kauft; die große Mehrheit kauft nur einzelne Produkte in Bioqualität (z.B. Eier, Milch).</li> <li>• Lebensmittelpreise in Deutschland sehr niedrig; daher Biolebensmittel in Relation überdurchschnittlich teuer</li> <li>• Verschwendung von Lebensmitteln rückt stärker ins Bewusstsein der Konsumenten (auch getrieben durch persönliche finanzielle Vorteile).</li> <li>• Wandel bei der jungen Generation hin zu weniger Fleischkonsum (internationale Küche oft mit Fleischalternativen verbunden)</li> <li>• Milchkonsum wird oft nicht im Zusammenhang mit intensiver Tierhaltung gesehen.</li> <li>• Konsum von Fairtrade- und Bio-Produkten hat in den letzten Jahren</li> </ul>	<p>Reparatur, Weiter- und Wiederverwendung).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verpackungen, Wegwerfartikel und große Teile der Kinderspielzeuge werden aus Kunststoff von großen Teilen der Bevölkerung abgelehnt, Alternativen treten in den Vordergrund.</li> <li>• Nachhaltigkeitsstandards werden auf die globalen Wertschöpfungsketten angewendet.</li> <li>• Verbraucher haben Wahlfreiheit durch vertrauenswürdige Produktkennzeichnung und Nachhaltigkeitsstandards.</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-App</li> <li>• Die Information erfolgt sowohl durch neutrale als auch industriegeführte Beratungseinrichtungen.</li> <li>• Bildung und Aufklärung haben einen hohen Stellenwert, um Konsumentensouveränität (= informierte Entscheidungen beim Konsum) zu ermöglichen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um den gestiegenen Nachhaltigkeitsanforderungen Rechnung zu tragen, werden aber vermehrt Produkte angeboten, die einen kleineren ökologischen Fußabdruck haben oder die automatisch ressourcenschonend funktionieren (Default-Energiespareinstellungen, Recyclingfähigkeit...). Beispielsweise werden biobasierte Materialien verwendet, die aufgrund von technologischen Durchbrüchen günstiger produziert werden können und einen kleineren ökologischen Fußabdruck haben.</li> <li>• Die Abfallmenge wird durch optimiertes Recycling verringert.</li> <li>• Gesetzliche Rahmenbedingungen fördern biobasierte Produkt- und Prozessinnovationen.</li> </ul>	<p>Kunststoffe, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen, Kunststoffverarbeiter müssen eine Recyclingquote nachweisen,...) – Kunststoffprodukte werden signifikant teurer.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obsoleszenz wird durch politischen Eingriff beschränkt – Produkte sind länger nutzbar und können leichter in Fachgeschäften repariert werden.</li> <li>• Nachhaltigkeitsstandards werden nur innerhalb Europas angewendet, globale Produktionsbedingungen sind nicht vollständig transparent.</li> <li>• Ressourcenschonendes Konsumverhalten wird schon in Kindergärten und Schulen vermittelt.</li> </ul>	

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>zugenommen, aber diese Produkte haben nur einen marginalen Anteil am Gesamtumsatz (2016: Fairtrade 0,6 % Umsatzanteil und Bioprodukte 5 %).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wichtigste Kriterien sind Geschmack und Gesundheit, die schnelle Zubereitung wird immer wichtiger.</li> </ul> <p><u>Mobilität und Transport</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>große Skepsis in der Bevölkerung bzgl. der Nachhaltigkeit von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben</li> <li>Biokraftstoffe werden skeptisch gesehen, da sie als bedenklich für den Motor eingestuft werden und es in der Vergangenheit unerwünschte Effekte auf die Nahrungs- und Futtermittelversorgung gab ("Tank-Trog-Teller"-Diskussion).</li> <li>Pkw-Bestand (in den letzten 10 Jahren) in DE vor allem</li> </ul>	<p><u>„Nur-Bio“ und „Verzicht-auf-Fleisch-Konsumenten“ haben einen größeren Anteil.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Prozentsatz der Menschen, die ausschließlich Bio-Produkte kaufen, steigt signifikant.</li> <li>Der Fleischkonsum sinkt aufgrund mehrerer Faktoren: <ul style="list-style-type: none"> <li>demografische Entwicklung (Ältere essen weniger Fleisch)</li> <li>viele Menschen sind internationaler Küche gegenüber aufgeschlossen, die oft Alternativen zu Fleisch beinhaltet (z.B. Tofu).</li> <li>Es bilden sich in größeren Teilen der Bevölkerung Lebensstile heraus, bei denen Fleisch weitgehend oder vollständig durch Proteinalternativen ersetzt wird (z.B. durch Algen, Insekten, Hülsenfrüchte). Treiber sind der geringere Ressourcenverbrauch,</li> </ul> </li> </ul>	<p><u>„Bio“ und „Fleischersatz“ für Jedermann gewinnt an Anteil.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es gibt mehr Produkte, die in Bioqualität angeboten werden.</li> <li>Gruppe derer, die ausschließlich Bio-Produkte kaufen, stagniert.</li> <li>Die Preise für konventionelle Lebensmittel sind gestiegen, sodass Bio-Produkte im Vergleich nur geringfügig teurer sind.</li> <li>Da konventionelle Lebensmittel teurer sind, achten Konsumenten darauf, weniger Lebensmittel wegzuwerfen.</li> <li>Traditionelle, regionale Gerichte mit Fleisch als Hauptkomponente haben weiterhin Bestand.</li> <li>Demographische Entwicklung führt zu geringerem Fleischkonsum.</li> <li>Algen werden in deutlich größerem Umfang bei der Zubereitung von Lebensmitteln eingesetzt. (Sie können beispielsweise Butter und Eier ersetzen.)</li> </ul>	<p><u>Gesetzliche Rahmenbedingungen und Selbstverpflichtungen der Industrie unterstützen verändertes Ernährungsverhalten.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulierungen (z.B. gesetzliche Verbote, Anreizsysteme, Selbstverpflichtung der Industrie, Strategien der Wirtschaft) sind in Richtung Umweltschutz, Tierschutz, CO<sub>2</sub>-Reduktion und Gesundheit ausgerichtet (Analogie zur Einführung des Rauchverbots). Ziel ist es, die externen Kosten zu internalisieren (z.B. Umweltverschmutzung durch intensive Tierhaltung, Gesundheitssystemkosten durch übermäßigen Zuckerkonsum etc.).</li> <li>Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> <li>Es wird eine höhere Steuer auf Fleisch erhoben, da der Ressourceneinsatz sehr hoch ist.</li> <li>Tierschutz wird verschärft.</li> </ul> </li> </ul>	

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>aufgrund neuer Diesel-Pkw gestiegen, zwar hoher Zuwachs bei Elektro- und Hybridantrieben, jedoch nur marginaler Anteil am Pkw-Bestand in DE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pkw hat höchsten Anteil am Fahraufkommen (DE) mit leicht steigender Tendenz.</li> <li>• Car-Sharing – derzeit über 2 Millionen Nutzer (jedoch weiterhin ein Nischenmarkt)</li> </ul> 	<p>geringere Kosten, Tierschutz- und Gesundheitsgründe.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Algen als wichtiger Bestandteil der veganen Ernährung etabliert („Algen statt Spinat“)</li> <li>○ Algen als Functional Food genutzt</li> <li>○ Insekten als Proteinlieferant mit relevantem Anteil</li> </ul> <p><u>ÖPNV günstige Alternative in Städten, auf dem Land Verbrennungsmotoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Autonutzung in Innenstädten wird größtenteils unterbunden. Innerstädtischer Lieferverkehr erfolgt mit E-Fahrzeugen.</li> <li>• Viele Menschen steigen in Innenstädten auf ÖPNV und E-Fahrräder um.</li> <li>• Fahrradwege werden umfangreich ausgebaut.</li> <li>• Aufgrund der schlechten CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stromproduktion in</li> </ul>	<p><u>Individualverkehr bleibt dominant (Alternative Antriebstechnologien und Biokraftstoffe).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Auto ist nach wie vor ein Statussymbol, aber die Antriebstechnik wird stärker auf Nachhaltigkeit ausgerichtet: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Umstieg auf Alternative Antriebstechnologien erfolgt Schritt für Schritt staatlich unterstützt.</li> <li>○ E-Mobilität auch für den Lieferverkehr</li> <li>○ Biokraftstoffe als Ergänzung zur E-Mobilität</li> </ul> </li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Zucker wird besteuert.</li> <li>○ Grenzwerte bei Lebensmitteln (Chemikalien) werden verschärft (konventionelle Landwirtschaft nähert sich dem Biolandbau an).</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemgastronomie und Außerhausverzehr (McDonalds, Kantinen,...) setzen zunehmend auf einen geringeren Fleischanteil.</li> <li>• kostengünstige Alternativen der Proteinzufuhr über Insekten</li> <li>• Nudging (Beeinflussung des Verhaltens auf vorhersagbare Weise)</li> </ul> <p><u>Neue Infrastruktur – ÖPNV flächendeckend günstige Alternative</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÖPNV wird vermehrt genutzt, da staatlich umfangreich bezuschusst und auch auf dem Land ausgebaut.</li> <li>• Autos werden vermehrt für besondere Anlässe</li> </ul>	

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>2016/10/20/2016            Fraunhofer IPA/2016/10/20/2016</p>  <p>ACQUA</p>	<p>Deutschland werden E-Autos kaum genutzt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>außerhalb der Städte weiterhin Pkw mit Verbrennungsmotor</li> </ul>		<p>gemietet und mehr als Spaßfaktor gesehen, denn als Fortbewegung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verlagerung von Transporten auf die Schiene</li> <li>Fahrradwege werden ausgebaut.</li> </ul>  <p>© Fraunhofer IS</p>	

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<b>Varianten einer Rohstoffbasis</b>				
<p><b>2 Herkunft der biobasierten Rohstoffe (ohne Lebensmittelimporte) und Wirtschaftsstruktur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Starke Forstwirtschaft, der Holzanbau nimmt weiter zu.</li> <li>• 60 % der nachwachsenden Rohstoffe für die Verarbeitung importiert (DE)</li> <li>• Im Jahr 2015 Nettoimport landwirtschaftliche Ackerfläche für den Sojabedarf 2,24 Mio. ha (dies entspricht in etwa der gesamten Anbaufläche für Energiepflanzen im Jahr 2017 in Deutschland [2,35 Mio. ha]).</li> <li>• Auf 16 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in DE wurden nachwachsende Rohstoffe angebaut (2016).</li> <li>• über klassische Anwendungen hinausgehende Nutzung biologischer Rohstoffe im verarbeitenden Gewerbe gering (40 % der</li> </ul>	<p><b>Deutschland importiert noch umfangreicher biobasierte Rohstoffe aus der ganzen Welt, um sie über Plattformchemikalien zu Produkten zu verarbeiten.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umstellung auf nicht-fossile Rohstoffe bzw. Recycling von Rohstoffen hat einen hohen Stellenwert in Deutschland. In Deutschland wird CO<sub>2</sub> recycelt und als Rohstoff für biobasierte Produkte verwendet.</li> <li>• Deutschland deckt seinen Bedarf an biobasierten Rohstoffen überwiegend durch Import aus Übersee: Über 60 % der biobasierten Rohstoffe werden von außerhalb der EU importiert.</li> <li>• Lateinamerika (Brasilien) und Asien führen die globale Rohstoffindustrie an; sie produzieren v.a. Lignocellulose, Zucker, Palmöl, Holz etc.</li> <li>• Deutschland und Europa verfügen über</li> </ul>	<p><b>Deutschland importiert biobasierte Plattformchemikalien aus der ganzen Welt, um sie zu Produkten zu verarbeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umstellung auf nicht-fossile Rohstoffe bzw. Recycling von Rohstoffen hat einen hohen Stellenwert in Deutschland.</li> <li>• Regionen, die früher nur Rohstoffe lieferten (z. B. Lateinamerika, Brasilien, Asien), haben sich dank ausländischer Investitionen zu Chemiestandorten weiterentwickelt und Bioraffinerien für die heimischen Rohstoffe (z. B. Zuckerrohr, Palmöl, Holz) aufgebaut.</li> <li>• Deutschland importiert nur in geringem Maße Agrarrohstoffe, sondern importiert vor allem biobasierte Plattformchemikalien.</li> <li>• Da in Deutschland kaum Agrarrohstoffe zu Plattformchemikalien verarbeitet werden, gibt es</li> </ul>	<p><b>Deutschland baut noch umfangreicher biobasierte Rohstoffe an bzw. importiert zertifizierte, fair produzierte Rohstoffe aus aller Welt, um sie über Plattformchemikalien zu Produkten zu verarbeiten.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umstellung auf nicht-fossile Rohstoffe bzw. Recycling von Rohstoffen hat einen hohen Stellenwert in Deutschland. In Deutschland wird CO<sub>2</sub> recycelt und als Rohstoff für biobasierte Produkte verwendet.</li> <li>• Deutschland deckt seinen Bedarf an biobasierten Rohstoffen überwiegend durch Anbau im eigenen Land und durch zertifizierte Importe.</li> <li>• Deutschland und Europa verfügen über Lignocellulose-Bioraffinerien und verarbeiten dort die importierten Rohstoffe zu Plattformchemikalien. Es gibt auch regional verteilte</li> </ul>	<p><b>Deutschland baut keine eigene Bioökonomie-Industrie auf. Der (geringe) Bedarf an biobasierten Produkten wird über Importe gedeckt.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Industrie und weiterverarbeitende Industrie werden in den Anbauregionen biobasierter Rohstoffe (z.B. Lateinamerika, Asien) aufgebaut. Sie exportieren biobasierte Rohstoffe, Plattformchemikalien und biobasierte Produkte.</li> <li>• Wegen geringer Nachfrage in Deutschland und Europa werden nur wenig biobasierte Rohstoffe für die inländische Weiterverarbeitung importiert. Der Bedarf nach biobasierten Produkten wird überwiegend über Importe gedeckt.</li> <li>• Teile der ursprünglich in Deutschland ansässigen chemischen Industrie und der weiterverarbeitenden Industrie werden in andere</li> </ul>

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>stofflichen Nutzung für Papierherstellung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark diversifizierte verarbeitende Industrie deckt mehrere (bis alle) Stufen der Wertschöpfungsketten ab.</li> <li>• Sektoren meist getrennt (keine Sektorkopplung)</li> <li>• In der Bioökonomie sind in DE 5 Mio. Mitarbeiter (12 % aller Beschäftigten) beschäftigt, und sie trug 8 % zur Wertschöpfung Deutschlands bei.<sup>1</sup></li> </ul> 	<p>Lignocellulose-Bioraffinerien und verarbeiten dort die importierten Rohstoffe zu Plattformchemikalien. Es gibt auch regional verteilte Kleinanlagen und mittelständische Betriebe.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auch die weiterverarbeitende Industrie ist in Deutschland ansässig und stellt eine Vielzahl biobasierter Produkte her.</li> <li>• Die weiterverarbeitende Industrie ist insgesamt vielfältig und in mehreren Wertschöpfungsstufen aktiv.</li> <li>• Sektorkopplung schreitet voran, Land- und Forstwirtschaft sowie die zellstoffproduzierende Industrie ist Zulieferer für Chemieindustrie und produzierendes Gewerbe.</li> <li>• Die inländische Beschäftigung und Wertschöpfung, die der</li> </ul>	<p>in DE kaum große Bioraffinerien.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dies erfolgt, wenn überhaupt, vorwiegend in regional verteilten Kleinanlagen und mittelständischen Betrieben.</li> <li>• Die weiterverarbeitende Industrie ist in Deutschland ansässig und stellt eine Vielzahl biobasierter Produkte her.</li> <li>• Die weiterverarbeitende Industrie ist insgesamt vielfältig und in mehreren Wertschöpfungsstufen aktiv.</li> <li>• Die inländische Beschäftigung und Wertschöpfung, die der Bioökonomie zuzurechnen ist, ist auf mittlerem Niveau.</li> </ul>	<p>Kleinanlagen und mittelständische Betriebe.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auch die weiterverarbeitende Industrie ist in Deutschland ansässig und stellt eine Vielzahl biobasierter Produkte her.</li> <li>• Die weiterverarbeitende Industrie ist insgesamt vielfältig und in mehreren Wertschöpfungsstufen aktiv.</li> <li>• Sektorkopplung schreitet voran, Land- und Forstwirtschaft sowie die zellstoffproduzierende Industrie sind Zulieferer für Chemieindustrie und produzierendes Gewerbe.</li> <li>• Die inländische Beschäftigung und Wertschöpfung, die der Bioökonomie zuzurechnen ist, ist hoch.</li> <li>• Deutschland vereinbart Handelsabkommen mit allen wichtigen Lieferländern für biobasierte</li> </ul>	<p>Regionen der Welt verlagert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Folge gehen Arbeitsplätze und Wirtschaftskraft in Deutschland verloren.</li> </ul> 

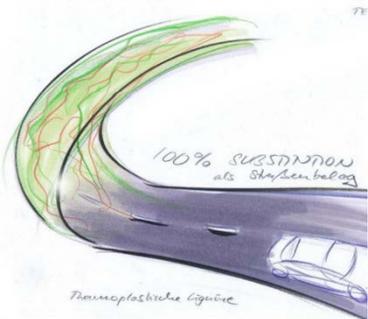
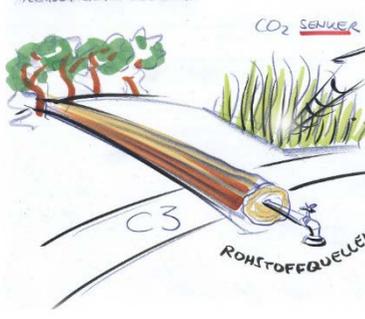
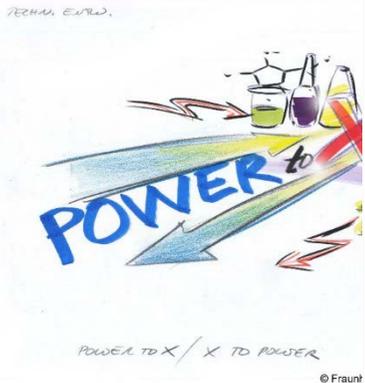
<sup>1</sup> Zur biobasierten Wirtschaft zählen „[...] alle wirtschaftlichen Sektoren und ihre dazugehörigen Dienstleistungen, die biologische Ressourcen produzieren, be- und verarbeiten oder in irgendeiner Form nutzen.“ Werden alle Aktivitäten von der Primärproduktion über die Verarbeitung und Vermarktung bis zu den Dienstleistungen berücksichtigt, so sind diesen Berechnungen zu Folge knapp 5 Millionen Beschäftigte (Volkswirtschaftliche Bedeutung der biobasierten Wirtschaft in Deutschland, von Thünen Institute)

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
	<p>Bioökonomie zuzurechnen ist, ist hoch.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mit welchen Ländern Deutschland Handelsbeziehungen für den Import von biobasierten Rohstoffen eingeht, richtet sich primär nach Preis und Verfügbarkeit. Die ökologischen und sozialen Bedingungen, unter denen die Rohstoffe in den Anbauländern produziert werden, spielen eine untergeordnete Rolle.</li> </ul>		<p>Rohstoffe, bei denen neben wirtschaftlichen Aspekten auch die ökologischen und sozialen Bedingungen eine wichtige Rolle spielen, unter denen die Rohstoffe in den Anbauländern produziert werden. Dies wird durch Zertifizierungen gewährleistet.</p> 	
<p><b>3 Herkunft Lebens- und Futtermittel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Agrarprodukten verfügt Deutschland über ein Handelsdefizit (2016: 67,9 Mrd. € Exporte, 77,1 Mrd. € Importe).</li> <li>Die meisten Lebensmittel bezieht Deutschland über den EU-Binnenmarkt.</li> </ul>	<p><b>Regional produzierte Agrarprodukte werden bevorzugt.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Zuge einer Reduzierung der Transportwege für Lebensmittel kommt es zu einer Diversifizierung des Anbaus in Europa.</li> <li>Futtermittel werden ebenfalls verstärkt national/europaweit angebaut.</li> </ul>	<p><b>Lebensmittel regional, Futtermittel importiert aus den jeweiligen Rohstoffherkunftsländern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Zuge einer Reduzierung der Transportwege für Lebensmittel kommt es zu einer Diversifizierung des Anbaus in Europa.</li> <li>Futtermittel werden überwiegend importiert.</li> </ul>	<p><b>Globaler Handel, internationale Arbeitsteilung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lebens- und Futtermittel werden dort angebaut, wo die Kultivierung unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten am besten möglich ist.</li> <li>Die nachhaltige Produktion wird durch Zertifizierungen und Siegel transparent gemacht.</li> </ul>	

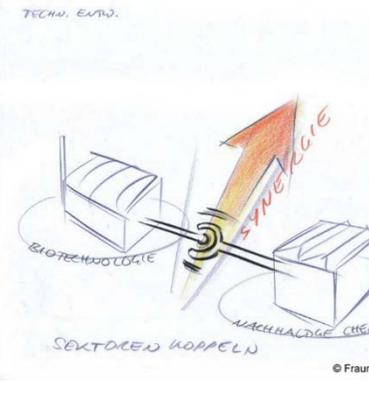
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die EU verzeichnet bei Lebensmitteln<sup>2</sup> und Agrarprodukten einen Exportüberschuss.</li> <li>Deutschland verbraucht jährlich 10 Mio. t Proteinfuttermittel (65 % davon müssen in Form von Soja importiert werden).</li> <li>Rapsschrot hat einen Anteil von 80 % an deutscher Selbstversorgung mit Eiweißfuttermitteln.</li> </ul> 			<ul style="list-style-type: none"> <li>Regionalität spielt untergeordnete Rolle.</li> </ul>	

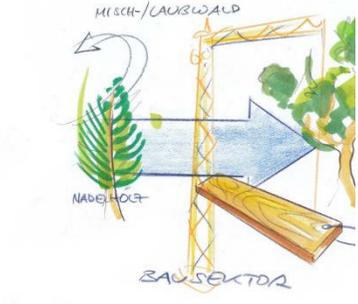
<sup>2</sup> Als Lebensmittel gelten laut der EU Verordnung alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind, dass sie in verarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand von Menschen aufgenommen werden. Im Unterschied zur landwirtschaftlichen Produktion sind u.a. Futtermittel, Pflanzen vor dem Ernten, lebende Tiere, die nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind, keine Lebensmittel.

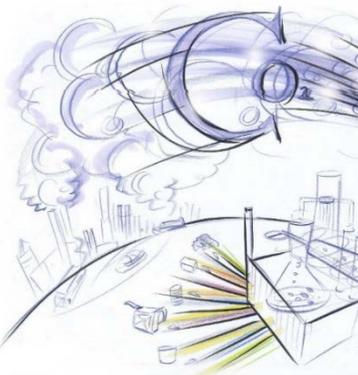
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p><b>4 Nutzung biobasierter Rohstoffe – Technologische Entwicklung, Rohstoffflexibilität und Vielfalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Deutschland werden 3,6 Mio. t nachwachsende Rohstoffe stofflich genutzt, 64 Mio. t werden einer energetischen Verwendung zugeführt, wobei die Rohstoffe aus dem In- und Ausland stammen (2016).</li> <li>• Industriell werden vor allem Agrarrohstoffe verarbeitet.</li> <li>• Es ist Gegenstand der Forschung und Entwicklung, Non-Food/Feed-Rohstoffe für industrielle Anwendungen zu erschließen. Dies sind beispielsweise Holz (Lignocellulose), CO<sub>2</sub> und Algen.</li> <li>• Die stoffliche oder energetische Nutzung bisher ungenutzter Reststoffe bezogen auf den deutschen Primärenergiebedarf 2013 (13.908 PJ [AGEB 2014]) entspricht einem theoretischen Beitrag in</li> </ul>	<p><b>Weiterentwicklung bisher bekannter Technologieansätze, Konkurrenz zu Nahrungsmitteln bleibt teilweise bestehen.</b></p> <p>Zusätzlich zu den etablierten Anwendungen erfolgt die Nutzung von biobasierten Rohstoffen in spezifischen neuen Anwendungsbereichen, z.B. für Nebenströme aus der Zellstoffherstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Thermoplastisches Lignin → Straßenbeläge aus nachwachsenden Rohstoffen („Bioasphalt“)</li> <li>○ Carbonfaser aus Lignin</li> <li>○ Tannine ersetzen Chromatgerbung.</li> <li>• Nebenströme und Reststoffe werden aber nicht vollständig verarbeitet.</li> <li>• weiterhin unter 20 % an Neubauten in Holzbauweise</li> </ul>	<p><b>Durchbrüche bei der Nutzung von biobasierten Rohstoffen, insbesondere Nutzung von Holz und CO<sub>2</sub>, sodass Konkurrenz zu Lebensmitteln nicht besteht.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielfalt an biobasierten Rohstoffen wird genutzt, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lignocellulose-Bioraffinerien sind flächendeckend etabliert.</li> <li>○ CO<sub>2</sub> wird industriell genutzt.</li> </ul> </li> <li>• Reststoffe und Nebenströme werden fast vollständig genutzt.</li> <li>• Über 20 % der Neubauten in Holzbauweise, zusätzlich Dämmstoffe etc. auf Biobasis</li> </ul>	<p><b>Innovative Ansätze bei der Nutzung von biobasierten Rohstoffen, neue Rohstoffquellen wie Algen und Gräser werden genutzt und ergänzen Holz, CO<sub>2</sub></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Vielfalt an biobasierten Rohstoffen inkl. Algen wird genutzt.</li> <li>• Reststoffe und Nebenströme werden fast vollständig genutzt.</li> <li>• Lignocellulose-Bioraffinerien sind etabliert und können eine Vielzahl unterschiedlicher Holzarten (Laubholz, Nadelholz) und -qualitäten verarbeiten.</li> <li>• Zahlreiche innovative Verwendungsmöglichkeiten sind erschlossen.</li> <li>• Algen als Ausgangsstoff für zahlreiche Anwendungen</li> <li>• Kurzumtriebsplantagen (Pappelplantagen etc.)</li> <li>• vermehrter Anbau und Nutzung von C4-Pflanzen in Europa für die stoffliche Verwertung</li> <li>• CO<sub>2</sub> wird industriell genutzt.</li> <li>• Über 20 % der Neubauten werden in Holzbauweise</li> </ul>	

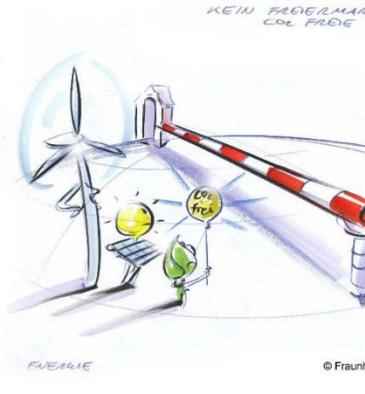
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>Höhe von 3,2 % (FNR 2015).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zurzeit wird Holz vor allem in traditionellen Anwendungen genutzt (als Heizmaterial, als Baumaterial, Papierherstellung). Nur 2,2 % des stofflich genutzten Holzes wird für innovative Anwendungen (z. B. Chemikalienherstellung, Verbundwerkstoffe) verwendet.</li> <li>Intensiver Holzeinschlag (DE), 98 % des Zuwachses werden genutzt (Bundeswaldinventur 2016).</li> <li>Potenziale für innovative Holznutzungen liegen noch in der Erschließung von Altholz, Resten und Abfällen der Holzverarbeitenden Industrie (z.B. Sägespäne) oder aus der Wald- und Landschaftspflege (z.B. Baumschnitt), aus Kurzumtriebsplantagen, und aus Wäldern im Privatbesitz sowie in der</li> </ul>	 <p>100% SUBSTITUTION als Straßenbelag</p> <p>Plasticfreie Asphalt</p> <p>© Fraunhofer ISI</p>	 <p>TECHN. ENTWICKLUNG</p> <p>CO<sub>2</sub> SENKER</p> <p>C3</p> <p>ROHSTOFFQUELLE!</p> <p>© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber</p>	<p>ausgeführt; außerdem innovative Holzbauweisen, z.B. Holz-Hochhäuser.</p>  <p>TECHN. ENTWICKLUNG</p> <p>ALGEN</p> <p>PROTEINE</p> <p>POLYMERE</p> <p>DELE</p> <p>© Fraunhofer ISI; Zeichner: Heyko Stöber</p>  <p>TECHN. ENTWICKLUNG</p> <p>POWER to</p> <p>POWER TO X / X TO POWER</p> <p>© Fraunhofer ISI</p>	

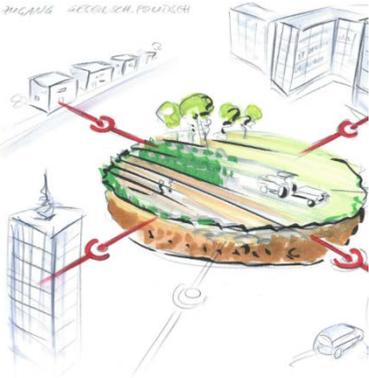
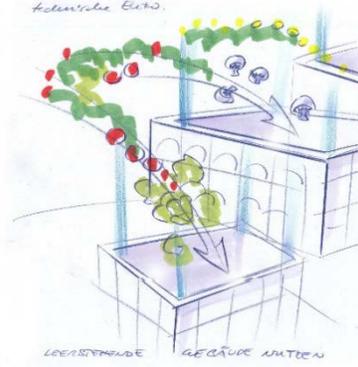
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>Etablierung von Nutzungskaskaden (Hagemann 2016). Es gibt aber vielfältige Hemmnisse, diese Potenziale zu erschließen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellstoffwerke (insbesondere in Skandinavien) sind sehr aktiv im Bereich Bioökonomie. Sie werden zu Lignocellulose-Bioraffinerien ausgebaut, in denen Abfälle und Nebenströme nicht mehr nur zur Energie- bzw. Wärmeerzeugung genutzt werden, sondern daraus außerdem höherwertige Materialien und Chemikalien hergestellt werden.</li> <li>• 16 % der Neubauten (DE) in Holzbauweise errichtet</li> </ul>				

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
 <p>TECHN. ENTW. BIOTECHNOLOGIE WACHSAMEDIE SEKTOREN WAPPELN © Fraun</p>				
<p><b>5 Nutzung fossiler Rohstoffe Anteil fossiler Rohstoffe (stoffliche Nutzung und energetische Nutzung)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteile fossiler Rohstoffe stofflich: Ca. 4 % entfallen auf die Chemie (2018).</li> <li>• Anteile <u>fossiler Rohstoffe</u> energetisch: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 57 % der Stromerzeugung (2018)</li> <li>○ 87 % der Wärmeerzeugung (2017)</li> <li>○ 94 % im Verkehrssektor (2016)</li> </ul> </li> <li>• Anteile <u>Erneuerbarer Energien</u> nach Sektoren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 36,2 % der Stromerzeugung (2017)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Staatliche Maßnahmen begünstigen die Umstellung im stofflichen Bereich von fossilen auf biobasierte Rohstoffe – Biomasse als Energieträger nicht relevant.</b>  <b>Stoffliche Nutzung: Biomasse gestiegen</b>  <b>Energetische Nutzung: regenerative Energien</b>  <b>Energieverbrauch insgesamt: weiterhin hoch, durch regenerativen Ausbau gedeckt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die stoffliche von fossilen Rohstoffen ist zu einem relevanten Anteil auf biologische Rohstoffe umgestellt.</li> </ul>	<p><b>Fossile Rohstoffe werden vom Markt verdrängt – gestiegene Nachfrage nach biobasierten Rohstoffen – Reststoffe als Energieträger.</b>  <b>Stoffliche Nutzung: Biomasse gestiegen</b>  <b>Energetische Nutzung: Biomasse aus Reststoffen</b>  <b>Energieverbrauch insgesamt: gesunken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Europa werden von den Kunden in deutlich größerem Umfang biobasierte Rohstoffe nachgefragt.</li> <li>• Stoffliche Nutzung wird daher zunehmend auf biobasierte Rohstoffe umgestellt, energetische</li> </ul>	<p><b>Stoffliche Nutzung basiert weiterhin auf fossilen Rohstoffen – Biomasse als Energieträger.</b>  <b>Stoffliche Nutzung: fossil, keine Biomasse</b>  <b>Energetische Nutzung: umfangreiche Nutzung von Biomasse</b>  <b>Energieverbrauch insgesamt: weiterhin hoch, durch regenerativen Ausbau und energetische Biomassenutzung gedeckt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Umstellung bei der stofflichen Nutzung – es werden weiterhin fossile Rohstoffe genutzt, da diese nur einen geringen Anteil haben (4 % im Jahr 2018).</li> </ul>	<p><b>Statt D jetzt B</b></p>

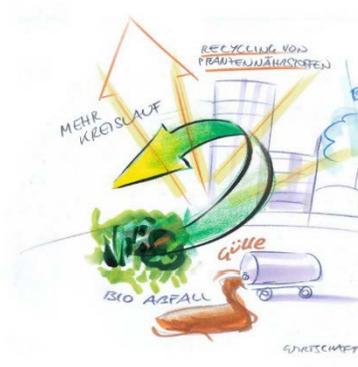
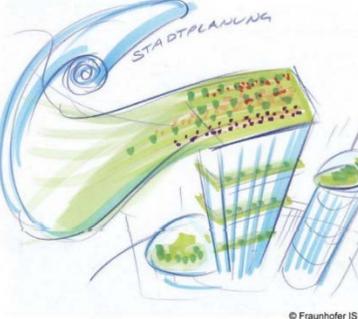
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 12,9 % der Wärmeerzeugung (2017)</li> <li>○ 5,2 % im Verkehrssektor (2017)</li> <li>● <u>Biomasseanteil</u> am Energiebedarf nach Sektoren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 8,5 % der Stromerzeugung (2017)</li> <li>○ 11,4 % der Wärmeerzeugung (2016)</li> <li>○ 4,64 % im Verkehrssektor (2016)</li> </ul> </li> <li>● Primärenergiebedarf 2017 zu <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 6,2 % durch Biomasse (fest, gasförmig) und</li> <li>○ 0,9 % durch Biokraftstoffe gedeckt</li> </ul> </li> <li>● Anteil der Erneuerbaren Energien am deutschen Gesamtenergieverbrauch 13,1 % (2017)</li> <li>● Erneuerbare Energien sind meist volatil, Stromspeicher fehlen.</li> <li>● Stromverbrauch (DE) seit 1990 um 10 % gestiegen, weitere Zunahme durch Elektromobilität erwartet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Die energetische Nutzung von fossilen Rohstoffen ist zu einem relevanten Anteil auf erneuerbare Energien umgestellt.</li> <li>● Die Verfügbarkeit von fossilen Rohstoffen ist durch staatliche Regulierung in Europa stark eingeschränkt.</li> <li>● Der Staat nutzt verschiedene Steuerungsinstrumente, z.B. Quoten, CO<sub>2</sub>-Zertifikate, Verbote für bestimmte Einsatzgebiete und Investitionszuschüsse, für die Umstellung.</li> <li>● Biomasse nur in geringem Umfang als Energieträger genutzt</li> <li>● Umfangreicher Ausbau von Solar-, Wind- und/oder Kernenergie deckt den Energiebedarf überwiegend ab.</li> <li>● geringer Restanteil fossiler Energieträger, insbesondere für mobile Nutzung</li> <li>● Energieproduktion im privaten Bereich und dezentral weit verbreitet</li> </ul>	<p>Nutzung wird nur langsam umgestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Investitionsgesellschaften investieren bevorzugt in biobasierte Vorhaben.</li> <li>● Ca. 20 % des Energiebedarfs werden aus Biomasse gedeckt, indem vor allem biogene Reststoffe vollständig zur Energiegewinnung genutzt werden. Der Energiepflanzenanbau stagniert.</li> <li>● Stromverbrauch insgesamt deutlich gesunken</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>MISCH-/LAUBWALD NADELWALD BAUSEKTOR WERTSCHÖPFUNG</p> <p>© Fraun</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bereits etablierte Prozesse und Produkte zur stofflichen Nutzung von fossilen Rohstoffen bleiben überwiegend bestehen.</li> <li>● Energiebereitstellung fast ausschließlich auf Basis von erneuerbaren Energiequellen</li> <li>● Fossile Rohstoffe, die 2018 energetisch genutzt werden (97 %), sind durch Solar, Wind, Biomasse, evtl. Kernenergie etc. ersetzt.</li> <li>● Biomasse umfangreich als Energieträger genutzt (ca. 30 %), Anbau von Energiepflanzen</li> <li>● Starke Agrarlobby in Europa setzt sich für Förderung von Biomasse-Nutzung ein.</li> <li>● Biomasse ist konkurrenzfähig durch staatliche Förderung bzw. staatliche Maßnahmen zur verringerten Nutzung fossiler Energieträger (siehe 5A).</li> </ul>	

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wasser-, Wind-, Solar- und Kernenergie haben den geringsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß, der deutlich geringer ist als Kohle (höchster CO<sub>2</sub>-Ausstoß), Gas und Biomasse.</li> <li>Entwicklung der Emissionskosten: Im April 2018 beträgt der Preis für eine Tonne CO<sub>2</sub> um die 13 € (2016: 5 €); um die Erderwärmung auf 2°C zu begrenzen, müssten 27 € erzielt werden.</li> <li>Überschuss an Emissionszertifikaten in Europa</li> </ul>  <p>© Fraunhofer ISI, Zeichner: Heyko Sibber WIRTSCHAFT     ATMOSPHERE</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Speichermöglichkeit in Form von Wasserstoff und Methan vorhanden und ausgebaute Stromleitungen zur Verteilung des Stroms</li> <li>Innovative Technologien kommen zunehmend mit volatilem Stromangebot zurecht.</li> </ul> 			

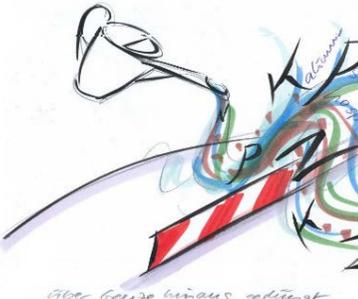
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
				
<b>Nachhaltige Flächennutzung und Biodiversität</b>				
<p><b>6 Flächennutzung quantitativ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis 2050 müssen laut FAO 60 % mehr Nahrungsmittel produziert werden.</li> <li>• Landwirtschaftliche Nutzfläche ist weltweit von 1960 bis 2025 von 0,44 ha/Kopf auf 0,17 ha/Kopf gesunken (Gründe: wachsende Weltbevölkerung, Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche).</li> <li>• Agrarfläche in Deutschland (2015) Rund 17 Mio. ha</li> </ul>	<p><b>Ausweitung der Fläche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungenutzte Flächen und marginale/ertragsschwache Standorte werden zusätzlich erschlossen. Dies ist in Deutschland nur noch in geringem Umfang möglich (Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche liegt deutlich über 50 %).</li> <li>• Meere werden zunehmend als Nutzfläche erschlossen; für Deutschland ist hier insbesondere die Ostsee relevant.</li> </ul>	<p><b>Beibehaltung der Anbaufläche, aber Optimierung der Flächennutzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfang der Wald- und Agrarfläche in Deutschland bleibt konstant (80 %), aber es kommt zu Verschiebungen in der Flächennutzung, um eine optimale Nutzung zu ermöglichen.</li> <li>• Gute Böden werden verstärkt für Agrarwirtschaft genutzt und schlechte Böden</li> </ul>	<p><b>Reduzierung der Fläche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anbaufläche in Deutschland wird reduziert und liegt deutlich unter 50 %.</li> <li>• Schutzflächen werden im gleichen Umfang ausgeweitet.</li> </ul>	

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>entsprechen 47 % der Gesamtfläche.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Waldfläche in Deutschland (2015) Rund 11,4 Mio. ha entsprechen 32% der Gesamtfläche.</li> <li>Intensiver Holzeinschlag (DE), 98 % des Zuwachses werden genutzt (Bundeswaldinventur 2016).</li> </ul> 		<p>zunehmend für Siedlungen und Industrie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Fläche der Schutzgebiete wird konstant gehalten.</li> </ul>		
<p><b>7 Flächennutzung qualitativ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Weltweit gibt es ca. 1,8 Mrd. ha nicht genutzte Ackerfläche (FAO) (zu 90 % in Südamerika und Subsahara-Afrika).</li> <li>Agrarfläche in Deutschland (2015) rund 17 Mio. ha</li> </ul>	<p><b>Intensivierung konventionelle Land- und Forstwirtschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monokulturen gewinnen noch mehr an Bedeutung.</li> <li>Düngung und Bewässerung werden erheblich weiterentwickelt in</li> </ul>	<p><b>Intensivierung Ökolandbau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ökolandbau wird deutlich ausgebaut und ersetzt jedes Jahr einen Teil des konventionellen Landbaus.</li> <li>Natürlicher/integrierter Pflanzenschutz wird genutzt, um</li> </ul>	<p><b>Integrierte Agrarflächennutzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Bewirtschaftung von Agrarflächen erfolgt angelehnt an die Prinzipien der Permakultur.</li> <li>Biodiversitätsmaßnahmen sind integraler Bestandteil</li> </ul>	<p><b>Künstliche Produktionssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es werden zunehmend geschlossene künstliche Produktionssysteme in verschiedenen Varianten aufgebaut (z.B. Algen, Aquaponik, Vertikal</li> </ul>

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>entsprechen 47 % der Gesamtfläche. Davon werden 58 % für Futtermittel, 26 % für Nahrungsmittel und 13 % für Energiepflanzen genutzt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016 betrug der Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland 7,5 %.</li> </ul>  <p>DRUCK AUF FLÄCHEN C HOCHWÄRDIGEN/ NATURLICHEN</p> <p>© Fra</p>	<p>Richtung Precision/Smart Farming, sodass mit geringerem Eintrag und Wasserverbrauch die gleiche Wirkung erzielt wird. Diese Entwicklung geht mit großen Investitionen einher.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anorganische Stoffe (Phosphor) werden umfangreich rückgewonnen (überwiegend aus Kläranlagen), sodass die Importe für Dünger reduziert werden können.</li> <li>• Konventioneller Pflanzenschutz wird weiterentwickelt, sodass die schädlichen Wirkungen reduziert werden.</li> <li>• GMO und deren umfangreiche Weiterentwicklung werden zur Ertragssteigerung und zur Nutzung marginaler Böden eingesetzt. Gendatenbanken werden aufgebaut und kommerziell genutzt.</li> <li>• Ocean-based Cultivation gewinnt an Bedeutung und ergänzt die Landnutzung in</li> </ul>	<p>konventionellen Pflanzenschutz zu ersetzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Technologien (Precision/Smart Farming) werden genutzt, um mit geringeren Wassermengen arbeiten zu können und eine bessere Überwachung der Felder zu ermöglichen. Umfangreiche Investitionen sind erforderlich.</li> <li>• Anorganische Stoffe (Phosphor) werden umfangreich rückgewonnen (überwiegend aus Kläranlagen), sodass die Importe für Dünger reduziert werden können.</li> <li>• Gendatenbanken werden aufgebaut und als Wissensbasis öffentlich gefördert.</li> <li>• In der Bewirtschaftung von Forsten wird zunehmend auf standortangepasste und altersgemischte Mischwälder umgestellt. Die Holzentnahme erfolgt gezielt und selektiv.</li> </ul>	<p>der Agrar- und Forstflächennutzung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jedes Jahr werden mehr Flächen von der konventionellen in eine integrierte Nutzung überführt.</li> <li>• Die integrierte Agrarflächennutzung ermöglicht einen integrierten Pflanzenschutz, Düngung und einen geringeren Wasserverbrauch.</li> <li>• Gendatenbanken werden aufgebaut und öffentlich gefördert zur Verfügung gestellt.</li> <li>• Neue Technologien (Precision/Smart Farming) werden genutzt, um mit geringeren Wassermengen arbeiten zu können und eine bessere Überwachung der Felder zu ermöglichen. Umfangreiche Investitionen sind erforderlich.</li> </ul>	<p>Farming, In-vitro-Fleisch), sodass es zu einer Entkopplung des Outputs von der Bodenfläche kommt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viele Naturstoffe, die früher aus Nutz- und Wildpflanzen und -tieren gewonnen wurden, werden jetzt in biotechnologischen Produktionsprozessen statt durch Wildsammlungen, Jagd/Fischerei, Ackerbau und Tierproduktion erzeugt (z.B. Artemisinin).</li> <li>• Konventioneller Pflanzenschutz und natürlicher Pflanzenschutz werden sowohl in der Fläche als auch bei künstlichen Produktionssystemen parallel genutzt.</li> <li>• Vertical Farming und Aquaponik sind weiterentwickelt worden, aber sind nur in bestimmten Regionen und Anwendungsbereichen vorteilhaft.</li> <li>• GMO werden umfangreich genutzt, und es werden kommerzielle</li> </ul>

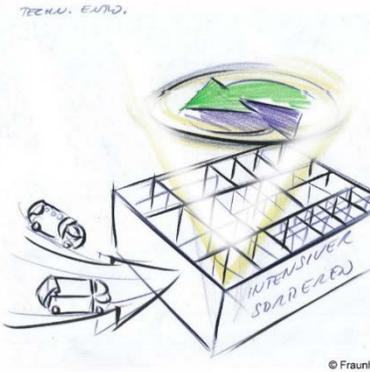
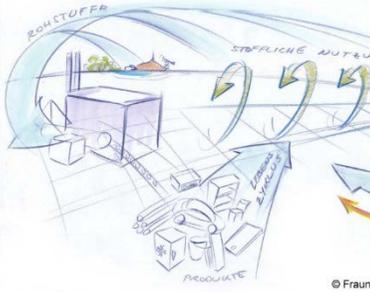
Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
 <p>ENTWICKELUNG DER DIGITALEN SICHERUNG</p>	<p>relevantem Umfang auch in Deutschland.</p> 			<p>Gendatenbanken aufgebaut.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anorganische Rohstoffe (Phosphor) werden in den künstlichen Systemen optimal im Kreis geführt und der Wasserverbrauch ist gering.</li> <li>• Nährstoffeintrag in die Böden konnte durch geschlossene künstliche Produktionssysteme erheblich reduziert werden.</li> </ul>  <p>© Fraunhofer ISI</p>

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p><b>8 Biodiversität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menschliche Aktivitäten verursachen ein um den Faktor 1000 höheres Artensterben, als es natürlich zu beobachten wäre, 11.000 bis 58.000 Arten sterben jährlich aus.</li> <li>• Bei der Biodiversität sind die planetaren Grenzen überschritten.</li> <li>• 8743 Naturschutzgebiete (DE) (60 % kleiner als 50 ha), seit 2004 ca. 1500 Naturschutzgebiete zusätzlich</li> <li>• Die Agrarfläche ist ca. 13-mal größer als die Fläche für Naturschutzgebiete (2015): Naturschutzgebietsfläche 13.826,73 km<sup>2</sup> (3,9 % der Gesamtfläche)</li> <li>• Agrarfläche: 184.332 km<sup>2</sup> (51,6 % der Gesamtfläche) (2015)</li> </ul>	<p><b>Bonus für Biodiversität durch nachhaltige Landwirtschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weniger Dünger bzw. Pflanzenschutzmittel bei gleichem Ertrag realisiert durch Smart Farming</li> <li>• Ausgestaltung der konventionellen Landwirtschaft mit komplexen Fruchtfolgen, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit etc.</li> <li>• Bonus für Biodiversität auf nationaler Ebene, aber nicht international – hier eher negativ durch Ausweitung der Agrarflächen und intensivierte Bewirtschaftung</li> <li>• Ergänzend werden auch inselhafte Schutzgebiete errichtet.</li> <li>• Die Bewirtschaftung von Forsten erfolgt nach wie vor intensiv, jedoch werden Kahlschläge und Aufforstungen mit nicht an den Standort angepassten Monokulturen vermieden. Fichtenwälder werden zunehmend durch Mischwälder ersetzt. Durch</li> </ul>	<p><b>Biodiversität durch Ausweitung der Fläche mit integrierter Agrarflächennutzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Ausweitung der Flächen, auf denen Land- und Forstwirtschaft mit Biodiversitätsmaßnahmen kombiniert werden (= integrierte Agrar- und Forstflächennutzung), wird eine höhere Agro- und Waldbiodiversität erreicht.</li> </ul>	<p><b>Schutzgebiete für Biodiversität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Intensivierung der Land- und Forstwirtschaft ist die Agrobiodiversität reduziert.</li> <li>• Die allgemeine Biodiversität steigt durch sehr große, miteinander vernetzte Schutzgebiete.</li> </ul>	<p><b>Negative Wirkung auf Biodiversität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die konventionelle Landwirtschaft wird weiter intensiviert und die intensiv genutzte Anbaufläche ausgeweitet.</li> <li>• Die Forstwirtschaft wird weiter intensiviert und die intensiv genutzte Forstfläche ausgeweitet. Monokulturen dominieren. Dabei handelt es sich teilweise um Monokulturen, die nicht an den Standort bzw. an den Klimawandel angepasst sind. Praktisch alle Holznebenströme (abgestorbenes Holz, Durchforstungsmaterial...) werden ebenfalls aus dem Wald entfernt und genutzt.</li> <li>• Konsum ist konstant auf hohem Niveau.</li> <li>• Künstliche Agrarproduktionssysteme stellen eine eindimensionale Optimierung dar und wirken negativ auf die Agrobiodiversität.</li> </ul>

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
	<p>den Klimawandel wird es notwendig, auch ausländische, besser an das Klima angepasste Baumarten anzupflanzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gleichzeitig wird die allgemeine Biodiversität gefördert durch den Wegfall „schädlicher Technologien durch Technologiesprünge“: Nur durch einen großen Sprung im technischen Fortschritt im Bereich erneuerbare Energiequellen (Wasserstoffreaktor, Geothermie etc.) und den gleichzeitigen Wegfall von beispielsweise Windrädern und Biogasanlagen kann die Biodiversität gesteigert werden.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Gendatenbanken für Agrobiodiversität werden aufgebaut.</li> </ul> <p><small>NACHH. &amp; BIODIVERS.</small></p> 
<b>Veränderte Wirtschaft</b>				
<p><b>9 Wirtschaftsmodell</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wachstumsorientierte Marktwirtschaft, die durch das BIP gemessen wird</li> <li>Nachhaltigkeit nur innerhalb wirtschaftlicher Grenzen</li> </ul>	<p><b>Status Quo bleibt erhalten.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wachstumsorientierte, auf kurzfristigen Profit ausgerichtete Marktwirtschaft</li> <li>Nachhaltigkeit innerhalb wirtschaftlicher Grenzen</li> </ul>	<p><b>Green Economy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklungen hin zu nachhaltigem oder „Grünem Wachstum“</li> <li>Technischer Fortschritt und Rahmenbedingungen ermöglichen, dass sich die</li> </ul>	<p><b>Anfänge eines Post-Wachstums-Wirtschaftsmodells</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesellschaftlicher Wandel findet statt: Die nächste Generation fordert ein neues, nachhaltigeres</li> </ul>	

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exportnation Deutschland (Technologie, Hightech-Produkte)</li> <li>• Die Idee des Postwachstums, nach der das Wirtschaftswachstum auf null und der Konsum auf das Lebensnotwendige (Suffizienzniveau) reduziert werden muss, um die Belastbarkeits-grenzen der Erde nicht zu überschreiten, ist Gegenstand akademischer Diskussionen und wird von kleinen Gruppen in der Bevölkerung gelebt.</li> </ul>	<p>(Großunternehmen), eher bei Mittelständlern stärkere Orientierung auf nachhaltige Unternehmensführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten</li> <li>• BIP dominiert als Wirtschaftsindikator.</li> </ul>	<p>Umstellung auf nachhaltige Produktionsweisen deutlich früher rechnet als heute.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Folge werden Nachhaltigkeitsaspekte deutlich stärker berücksichtigt als heute: Wirtschaftswachstum von Ressourcenverbrauch entkoppelt</li> <li>• BIP ergänzt durch Umweltindikatoren</li> </ul>	<p>Wirtschaftsmodell. Der Anteil der Bevölkerung, der bewusst seinen Konsum stark einschränkt, steigt nennenswert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suffizienzziel ersetzt in Teilbereichen das Wachstumsziel.</li> <li>• BIP wird durch umfassende Nachhaltigkeits-Indikatoren ergänzt, z.B. Zufriedenheit, Ökologischer Fußabdruck pro Person, Planetare Grenzen...</li> </ul>	
<p><b>10 Kreislaufansätze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunehmendes Bewusstsein, dass Ressourcen begrenzt sind und daher Rohstoffe effizienter genutzt werden müssen.</li> <li>• Prinzipiell sind wichtige Ansatzpunkte bekannt, aber bislang kaum umgesetzt: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rohstoffverbrauch generell reduzieren, Verschwendung</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Bei der Implementierung einer Kreislaufwirtschaft Schwerpunkt auf Recyclingindustrie, unveränderte Abfallmenge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfallmenge bleibt unverändert, aber die Verwertung von Abfällen durch eine wachsende Recyclingindustrie wird intensiviert: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sammlung, Sortierung und Recycling von Abfällen wird</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Bei der Implementierung einer Kreislaufwirtschaft Schwerpunkt auf Reduzierung, Produktauslegung und sozialen Innovationen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material- und Produktdesign wird auf Kreislaufwirtschaft ausgelegt, zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vielfalt der Materialien wird reduziert.</li> <li>○ Bionische Ansätze für das Material- und</li> </ul> </li> </ul>		

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>vermeiden, Rohstoffe effizienter nutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ bei Produkten Auslegung des Designs auf Kreislaufwirtschaft, Nutzungsintensivierung, Nutzungsdauerverlängerung</li> <li>○ teilen statt besitzen</li> <li>○ Verwendung biologisch abbaubarer Materialien, weniger umweltschädlicher Materialien</li> <li>○ Kaskadenprinzip: u.a. stoffliche Verwertung VOR energetischer Verwertung</li> <li>○ Abfälle reduzieren</li> <li>○ Abfälle als Rohstoff nutzen: Recycling intensivieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele: Das Ziel einer Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) wird seit 2012 in mehreren EU-Strategien verfolgt (EU Forest Strategy, EU Bioeconomy Strategy, EU Circular Economy). Die EU plant bis 2030 die Kommunalabfälle um 65 %, die</li> </ul>	<p>technologisch optimiert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ deutlicher Ausbau der Kaskadennutzung</li> <li>○ deutlich gesteigener Anteil an wiederverwendeten Materialien bei der Industrie</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weiterhin große Vielfalt an Materialien</li> <li>• Biologisch abbaubare Kunststoffe und nicht biologisch abbaubare Kunststoffe können durch deutlich verbesserte Sortierung getrennt und jeweils optimal in industriellen Anlagen verwertet werden.</li> </ul>	<p>Produktdesign werden ausgebaut, (z.B. Muschelkalk als Verbundwerkstoff aus natürlich vorkommenden Stoffen, der vollständig zu diesen Stoffen recycelt werden kann [cradle to cradle]).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biobasierte und mineralische Materialien haben einen deutlich gestiegenen, großen Anteil und sind überwiegend biologisch abbaubar bzw. unkritisch für die Umwelt. Die Haltbarkeit ist jeweils an die Nutzungsdauer angepasst.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deutliche Reduzierung der Abfallmenge <ul style="list-style-type: none"> <li>○ modularer Aufbau der Produkte</li> <li>○ Reparaturfähigkeit deutlich verbessert</li> <li>○ Lebensdauer der Produkte wird extrem verlängert.</li> <li>○ Kaskadennutzung</li> </ul> </li> </ul>		

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>Verpackungsabfälle um 75 % und die Deponien um 10 % zu reduzieren. 2015 Aktionsplan Kreislaufwirtschaft der EU, um Recyclingquoten zu erhöhen, bei Produkten und Produktionsprozessen Ressourceneffizienz und Langlebigkeit zu fördern sowie den Markt für Sekundärrohstoffe zu verbessern und ihre Verwertung zu fördern (Innovationsanreize verbessern)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die praktische Umsetzung ist vergleichsweise gering: In der EU werden 40 % der Abfälle von Privathaushalten recycelt (Deutschland: 67 %). Recyclingquote von Kunststoffabfällen (EU) 25 %. Der Einsatz von wiederverwertbaren Materialien in der Industrie ist marginal – nur 15 % aller verwendeten Materialien sind recycelbar.</li> <li>Deutschland hat eine vergleichsweise große Recycling- und</li> </ul>	 <p>TECHN. ENTW. INTENSIVER SPAREFF © Fraunf</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfache Sortierung von Abfällen für die Verwertung ist ausreichend.</li> <li>teilen statt besitzen</li> </ul>  <p>ROHSTOFFE STÄRKERE NUTZU LANGELEBIGKEIT PRODUKTE © Fraunf</p>		

Ist-Situation	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
<p>Entsorgungsindustrie, die Potenziale für die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft birgt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beim Recycling gibt es teilweise noch technische Probleme, teilweise sind Technologien z.B. für die automatisierte Sortierung von Kunststoffen in Teilbereichen (nicht alle Thermoplaste können identifiziert werden) vorhanden, werden aber nicht breit eingesetzt.</li> </ul>				



## IMPRESSUM

### Kontakt

Dr. Simone Kimpeler

[simone.kimpeler@isi.fraunhofer.de](mailto:simone.kimpeler@isi.fraunhofer.de)

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

[www.isi.fraunhofer.de](http://www.isi.fraunhofer.de)

Karlsruhe, Oktober 2018

### Autoren

Simone Kimpeler, Elna Schirrmeister,  
Bärbel Hüsing, Ariane Voglhuber-Slavinsky

### Grafik

Heyko Stöber

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

### Partner

 **Fraunhofer**

Fraunhofer-Institut für System- und  
Innovationsforschung ISI

Fraunhofer-Institut für Chemische  
Technologie ICT

Fraunhofer-Institut für Graphische  
Datenverarbeitung IGD

**SENCKENBERG**  
world of biodiversity

Institut für  
sozial-ökologische  
Forschung 