

Leitung Wissens- und Technologietransfer WTT  
für das NFP 66 Ressource Holz

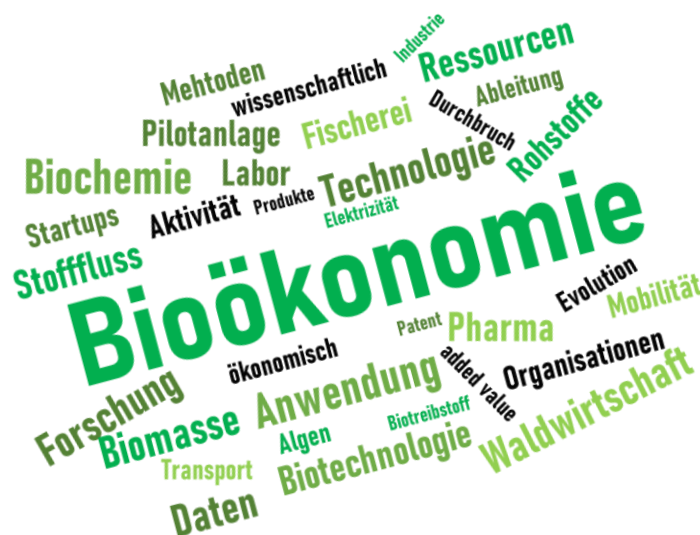
Patronat: Dr. sc. techn. Martin Riediker, Seltisberg/BL

Im Auftrag des Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen  
Forschung (SNF) und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

## BIOÖKONOMIE SCHWEIZ EXPERTENBERICHT I

# BIOÖKONOMIE SCHWEIZ HEUTE

Politischer Kontext, biogene Ressourcen, Marktpotenzial, Akteure, Kompetenzen,  
Initiativen



Bern, 25. September 2020

Bild Titelseite:

Wordcloud „Bioökonomie“, IC Infraconsult

#### AUFTRAGGEBER:

Schweizerischer Nationalfonds (SNF)

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wald, CH-3003 Bern. Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

#### AUFTRAGNEHMER

IC Infraconsult, Kasernenstrasse 27, 3013 Bern

#### AUTOREN UND AUTORINNEN

Enrico Bellini, Thomas Bernhard, Korintha Bärtsch, Claudia Bommer, Dominic Schorneck

#### BEGLEITUNG BAFU

Paul Steffen, Michael Reinhard, Alfred Kammerhofer, Claire-Lise Suter, Ulrike Krafft

#### SOUNDING BOARD:

Jan Lucht (sciencesindustries), Sandra Hermle (BFE), Roland Wohlgemuth (swiss biotech), Mascha Zurbriggen (SBFI), Vinzenz Jung (BLW), Alfred Kammerhofer (BAFU), Claire-Lise Suter (BAFU)

#### ZITIERVORSCHLAG:

IC Infraconsult, Bioökonomie Schweiz heute. Politischer Kontext, biogene Ressourcen, Marktpotenzial, Akteure, Kompetenzen, Initiativen. Expertenbericht I. Im Auftrag des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Bern, September 2020.

HINWEIS: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

#### BEZUGSADRESSE:

IC Infraconsult, Kasernenstrasse 27, 3013 Bern

Tel. 031 359 24 24, [ic@infraconsult.ch](mailto:ic@infraconsult.ch), [www.infraconsult.ch](http://www.infraconsult.ch)

Version	Datum	Status	Adressat	Bemerkungen
Version 1	27.5.2020	Entwurf 1	Projektteam Bioökonomie	Erste Dispo und Bausteine
Version 2	15.6.2020	Entwurf 2	Projektteam Bioökonomie	Entwurf zur internen Diskussion
Version 3	19.6.2020	Entwurf 3	Auftraggeber BAFU, Sounding-Board	Entwurf für externe Stellungnahme und Ergänzungen
Version 4	15.07.2020	Entwurf 4	Auftraggeber BAFU, Sounding-Board	Endfassung vor Schlussvalidierung
Version 5	25.09.2020	Definitive Version	Auftraggeber BAFU und SNF	Schlussversion

Bild Titelseite:

Wordcloud „Bioökonomie“, IC Infraconsult

#### AUFTRAGGEBER:

Schweizerischer Nationalfonds (SNF)

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wald, CH-3003 Bern. Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

#### AUFTRAGNEHMER

IC Infraconsult, Kasernenstrasse 27, 3013 Bern

#### AUTOREN UND AUTORINNEN

Enrico Bellini, Thomas Bernhard, Korintha Bärtsch, Claudia Bommer, Dominic Schorneck

#### BEGLEITUNG BAFU

Paul Steffen, Michael Reinhard, Alfred Kammerhofer, Claire-Lise Suter, Ulrike Krafft

#### SOUNDING BOARD:

Jan Lucht (sciencesindustries), Sandra Hermle (BFE), Roland Wohlgemuth (swiss biotech), Mascha Zurbriggen (SBFI), Vinzenz Jung (BLW), Alfred Kammerhofer (BAFU), Claire-Lise Suter (BAFU)

#### ZITIERVORSCHLAG:

IC Infraconsult, Bioökonomie Schweiz heute. Politischer Kontext, biogene Ressourcen, Marktpotenzial, Akteure, Kompetenzen, Initiativen. Expertenbericht I. Im Auftrag des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Bern, September 2020.

HINWEIS: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

#### BEZUGSADRESSE:

IC Infraconsult, Kasernenstrasse 27, 3013 Bern

Tel. 031 359 24 24, [ic@infraconsult.ch](mailto:ic@infraconsult.ch), [www.infraconsult.ch](http://www.infraconsult.ch)

Version	Datum	Status	Adressat	Bemerkungen
Version 1	27.5.2020	Entwurf 1	Projektteam Bioökonomie	Erste Dispo und Bausteine
Version 2	15.6.2020	Entwurf 2	Projektteam Bioökonomie	Entwurf zur internen Diskussion
Version 3	19.6.2020	Entwurf 3	Auftraggeber BAFU, Sounding-Board	Entwurf für externe Stellungnahme und Ergänzungen
Version 4	15.07.2020	Entwurf 4	Auftraggeber BAFU, Sounding-Board	Endfassung vor Schlussvalidierung
Version 5	25.09.2020	Definitive Version	Auftraggeber BAFU und SNF	Schlussversion



<b>1.</b>	<b>AUFTRAG, ZWECK DES DOKUMENTS</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>POLITISCHER KONTEXT</b>	<b>11</b>
3.1	Politiken des Bundes im Überblick	11
3.2	Strategien des Bundes im Überblick	12
3.2.1	Politik Nachhaltige Entwicklung	12
3.2.2	Landwirtschaftspolitik	12
3.2.3	Wirtschafts- und Regionalpolitik	13
3.2.4	Grüne Wirtschaft, Cleantech und Kreislaufwirtschaft	13
3.2.5	Energie- und Klimapolitik	14
3.2.6	Ressourcenpolitik	15
3.2.7	Biodiversitätspolitik	17
<b>4.</b>	<b>BIOGENE GÜTERFLÜSSE</b>	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>BIOBASIERTE WIRTSCHAFT IN DER SCHWEIZ</b>	<b>21</b>
5.1	Wirtschaftliches Potenzial der Bioökonomie in der Schweiz	21
5.2	Erwartetes Wachstum der Bioökonomie Schweiz	29
5.3	Case-Studies Schweiz: Biobasierte Chemische Industrie	30
5.3.1	Einleitung	30
5.3.2	Case 1: Extraktionsanlage zur Gewinnung von Inhaltsstoffen	33
5.3.3	Case 2: Bloom Biorenewables	37
5.3.4	Case 3: Weidmann Fiber Technology	39
5.3.5	Herausforderungen bei der Marktdurchsetzung	40
<b>6.</b>	<b>NETZWERK BIOÖKONOMIE SCHWEIZ</b>	<b>42</b>
6.1	Hochschulen und Fachhochschulen	42
6.2	Initiativen	44
6.3	Internationale Vernetzung	45
6.4	Leuchtturmprojekte Bioökonomie	46
<b>7.</b>	<b>KURZFAZIT UND AUSBLICK</b>	<b>48</b>
7.1	Kurzfasit	48
7.2	Ausblick	50
<b>8.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>51</b>





## ANHANG

Anhang 1: Biogene Güterflüsse	54
Anhang 2: Bedarfs- und Martanalyse	64
Anhang 3: Factsheets Leuchtturmprojekte	69

# 1. AUFTRAG, ZWECK DES DOKUMENTS

Vom NFP 66 zum Projekt  
„Bioökonomie Schweiz“

Ende März 2018 ist das Nationale Forschungsprogramm „NFP 66 Ressource Holz“ zu Ende gegangen. Die vom Bundesrat zur Kenntnis genommene Programmsynthese<sup>1</sup> enthält eine Reihe von Empfehlungen, die in zahlreichen Begleitveranstaltungen mit vielen Stimmen aus der Forschung, Wirtschaft und Politik erarbeitet worden sind.

Für die Mehrzahl der Empfehlungen konnten bei Programmende zu deren Umsetzung geeignete Partnerinstitutionen gefunden werden. Für zwei der zentralen Empfehlungen des NFP 66 waren nach Ansicht der Beteiligten jedoch weitere Abklärungen und Vorarbeiten nötig. Dies betraf die Empfehlungen zu

- „Ausarbeitung einer Schweizer Bioökonomiestrategie“ und
- „Aufbau eines Kompetenzzentrums Bioraffinerie (Bioproduktewerk)“.

In der Folge hat das WTT-Team des NFP 66 unter Leitung von Dr. Martin Riediker (ehem. Präsident Leitungsgruppe NFP 66) rund 30 Sondierungsgespräche mit Persönlichkeiten aus der Politik/Verwaltung, Wirtschaft und Forschung geführt, einen Workshop zur Umsetzung der beiden Empfehlungen veranstaltet und das Anliegen im Rahmen von vielen Anlässen schweizweit präsentiert und diskutiert.

Das Resultat dieser Sondierungsphase fiel einhellig aus: Die zwei Vorhaben „Ausarbeitung Bioökonomiestrategie“ und „Aufbau Kompetenzzentrum Bioproduktewerk“ sind aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen es Wert, mit der nötigen Intensität weiterverfolgt zu werden<sup>2</sup>. Und: Die beiden Teilvorhaben sollen aufgrund der vielen Schnittstellen fortan in einem gemeinsamen Dachprojekt „Bioökonomie Schweiz“ zusammengeführt und gesteuert werden.

Auftrag SNF/BAFU 2019

Gestützt auf diesen Erkenntnissen haben SNF und BAFU das WTT-Team von IC Infraconsult beauftragt, unter Leitung von Dr. Martin Riediker die Initiierung des Projekts „Bioökonomie Schweiz“ an die Hand zu nehmen und entsprechende Startaktivitäten auszulösen.

Für den bis Mitte 2020 angelegten Initiierungsprozess wurden u. a. folgende Ziele vereinbart:

- Erarbeitung eines Strategiekonzepts inkl. wichtiger Grundlagen dazu (wie Facts & Figures zu Biomasseflüssen);
- Erarbeitung eines Konzepts für ein Kompetenzzentrum Bioproduktewerk (neu: „Kompetenznetzwerk Bioökonomie“) inkl. erste Bedarfs- und Marktanalysen;
- Initiierung eines politischen Auftrags für die Erarbeitung und Umsetzung einer Bioökonomie-Strategie für die Schweiz;
- Mobilisierung und Aufbau einer breiten und verlässlichen Trägerschaft.

Ergebnisberichte

Die Resultate des in Auftrag gegebenen Initiierungsprozesses sind – nach Absprache mit der strategischen Projektleitung – in 3 Teilberichten der Exper-

<sup>1</sup> SNF, Holz ist mehr Wert – Programmsynthese des Nationalen Forschungsprogramm NFP 66 Ressource Holz, 2018

<sup>2</sup> Vgl. SNF/IC Infraconsult, Roadmapskeizze Bioökonomie Schweiz (projektinternes Dokument vom 4. April 2019)

(„Deliverables“)

ten zusammengefasst:

Expertenbericht I:

**Bioökonomie Schweiz heute: Politischer Kontext, biogene Ressourcen, Marktpotenzial, Akteure, Kompetenzen und Initiativen**  
Gegenstand/Zweck: vgl. unten die Einführung

Expertenbericht II:

**Konzept für die Erarbeitung einer Bioökonomiestrategie: Strategiekonzept**

Gegenstand/Zweck: Der Bericht II „Strategiekonzept für die Bioökonomie“ beschreibt den Pfad, welcher der künftigen Trägerschaft für das Ausarbeiten einer Schweizer Bioökonomiestrategie empfohlen wird. Die Empfehlungen basieren auf dem Erkenntnisstand vom Mai 2020. Selbstverständlich muss das Strategiedesign um die im Prozess neu gewonnenen Erfahrungen bei Bedarf ergänzt und angepasst werden.

Expertenbericht III:

**Roadmap Bioökonomie Schweiz: Trägerschaft/Finanzierung, Governance, Kommunikation, Projektmanagement**

Gegenstand/Zweck: Der Bericht III beschreibt das empfohlene Vorgehen („Pfad“) für die neue Trägerschaft, mit besonderem Augenmerk auf Aufbau-/Ablauforganisation, Governance- und Kommunikationsstrategie sowie Projektmanagement. Er berücksichtigt die Erkenntnisse des Berichts II und soll dazu dienen, aus dem Strategiekonzept in Bericht I eine tragfähige Strategie mit Handlungsfeldern und Massnahmenplan entstehen zu lassen.

Die drei Expertenberichte sollen der künftigen Trägerschaft als Richtschnur und Ideensammlung dafür dienen, wie sie das Projekt Bioökonomie Schweiz erfolgreich anpacken und weiterverfolgen kann.

Vieles was in den „Deliverables“ zu finden ist, geht auf die zahlreichen Gespräche und Inputs zurück, die in der bisherigen Sondierungs- und Initiierungsphase geführt bzw. gesammelt wurden. Respektive basieren sie auf den Erkenntnissen der Resultate aus dem NFP 66 sowie spezifischen Untersuchungen. Die Expertenberichte verfügen deshalb über eine hinreichende Abstützung bei den einbezogenen Kreisen aus Wirtschaft, Forschung und der Politik/Verwaltung.

Gegenstand/Zweck des Berichts I „Bioökonomie Schweiz heute“

Der vorliegende Expertenbericht definiert wichtige Begriffe im Kontext der Bioökonomie, die in die Berichte II und III aufgenommen werden. Es beschreibt den heutigen politischen Kontext in Bezug auf das Thema Bioökonomie in der Schweiz und beinhaltet einen aktuellen Überblick zu biogenen Güterflüssen in der Schweiz, eine Marktanalyse der aktuellen biobasierten Wirtschaft in der Schweiz, ein Inventar der Kompetenzen/Initiativen in Bioökonomie, und eine abschliessende Eruierung der Lücken/Chancen in der Schweiz. Diese erste Analyse dient als Grundlage für den Aufbau des Strategiekonzepts (vgl. Expertenbericht II) und für die Roadmap Bioökonomie Schweiz (vgl. Expertenbericht III).

## 2. EINFÜHRUNG

Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

Weltweiter Klimawandel und steigender Ressourcenbedarf machen die „De-karbonisierung“, d.h. das Umstellen auf eine Wirtschaftsweise mit stark reduziertem CO<sub>2</sub>-Ausstoss, zu den grossen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Im Zusammenhang mit der Klimaherausforderung und den begrenzten Ressourcen tauchen auch folgende Fragen und Probleme auf:

- Biodiversitätsverluste
- Globales Bevölkerungswachstum, fragliche Ernährungssicherheit
- Fortschreitende Globalisierung und als Gegentrend eine zunehmende Regionalisierung und lokale Identifikation
- Akzentuierung des wirtschaftlichen Wettbewerbs
- Hoher Druck zu Innovationsfähigkeit und Technologieführerschaft.

Von einer erdölbasierten zu einer biobasierten Wirtschaft

Mit dem Konzept der Bioökonomie soll der nötige Wandel von einer erdölbasierten zu einer nachhaltigen Wirtschaft der nachwachsenden Rohstoffe vorangetrieben werden. Aufgrund der COVID 19 Pandemie werden neue Geschäftsmodelle diskutiert und die lokale und biobasierte Wirtschaft wird eine wichtige Rolle spielen. Mit dem Green Deal der Europäischen Kommission<sup>3</sup> wird eine nachhaltige und zirkulare Bioökonomie hoch priorisiert.

Bioökonomie. Zustand und Konzept

Eine Recherchearbeit zu den Bioökonomiestrategien weltweit und in der EU wurden in diesem Projekt erarbeitet<sup>4</sup>. Diese zeigt den Zustand der Bestrebungen weltweit und in der EU eine Bioökonomie einzuführen, und die unterschiedlichen Ausprägungen der Bioökonomiestrategien.

### Bioeconomy Policies around the World

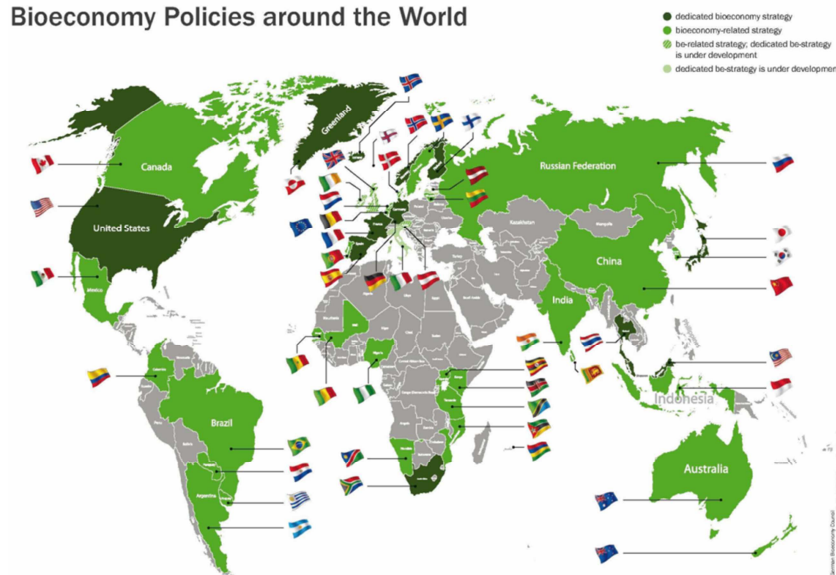


Abbildung 1: Bioökonomiestrategien weltweit. Quelle: The German Bioeconomy

<sup>3</sup> Der European Green Deal (Europäischer Grüner Deal) ist ein von der Europäischen Kommission unter Ursula von der Leyen am 11. Dezember 2019 vorgestelltes Konzept mit dem Ziel, bis 2050 in der Europäischen Union die Netto-Emissionen von Treibhausgasen auf null zu reduzieren und somit als erster Kontinent klimaneutral zu werden.

<sup>4</sup> IC Infraconsult AG, Recherchearbeiten zu den Bioökonomiestrategien. Arbeitspaket 1. Zwischenbericht zu den Grundlagenarbeiten (Ländervergleich). 19. November 2019.

Council, 04/2018

Was heisst „Bioökonomie“?

Weltweiter Klimawandel und steigender Ressourcenbedarf machen die Umstellung auf eine ressourceneffiziente Wirtschaftsweise mit stark reduziertem CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu einer der grossen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Mit dem Konzept der Bioökonomie soll der nötige Wandel von einer auf fossilen Rohstoffen basierten zu einer Wirtschaft der nachwachsenden Rohstoffe vorangetrieben werden.

Die EU definiert die Bioökonomie als „die nachhaltige Produktion von erneuerbaren biologischen Ressourcen sowie der Umwandlung dieser Ressourcen und Abfallströme in höherwertige Produkte wie Nahrungs-/Futtermittel, biobasierte Erzeugnisse und Bioenergie“<sup>5</sup>.

Neue Prozesse und innovative Technologien sollen sicherstellen, dass biogene Rohstoffe in Zukunft volkswirtschaftlich effizient und nachhaltig genutzt werden.

Bioökonomiestrategie in der EU

Die Europäische Kommission hat im Oktober 2018 ihre aktualisierte Bioökonomiestrategie mit einem Aktionsplan veröffentlicht. Im Fokus der Strategie stehen übergeordnete Zielsetzungen wie:

- Ausweitung und Stärkung der biobasierten Sektoren
- Mobilisierung von Investitionen und Märkten
- EU-weite Etablierung von Bioökonomien
- Anerkennung der ökologischen Grenzen der Bioökonomie



Abbildung 2: Darstellung Bioökonomie, Europäische Kommission. Quelle: Bioeconomy Graphic, European Commission, 2019

Bioökonomiestrategien in der

Viele Länder haben eine Bioökonomiestrategie erstellt. Zentrale Treiber der

<sup>5</sup> European Commission 2012: innovating for Sustainable Growth – A bioeconomy for Europe. Publications Office of the European Union. Luxembourg.

EU

Mehrdimensionalität  
der Bioökonomie

Strategien sind in der Regel die Rohstoffe, deren Nutzung und die Verfolgung der übergeordneten Klima- und Nachhaltigkeitsziele. Dementsprechend kommt der Forschung und Entwicklung meist eine sehr hohe Bedeutung zu.

Das Konzept der Bioökonomie ist mehrdimensional und ganzheitlich, sowohl bezüglich seiner Ziele auch als hinsichtlich der Handlungsansätze. Im Hinblick auf die Entwicklung einer Bioökonomiestrategie wurden in der Initiierungsphase immer wieder folgende Bezugspunkte erwähnt:



Abbildung 3: Ansätze einer Bioökonomiestrategie (IC Infraconsult)

Im Zentrum stehen die übergeordneten Ziele der Nachhaltigkeit. Im Bezug zur Bioökonomie rücken die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei ins Zentrum, die in erster Linie für die Produktion der biogenen Güter verantwortlich sind. Um die Rohstoffgewinnung herum sind die mit einer Bioökonomie verbundenen politischen und gesellschaftlichen Hauptthemen aufgebaut: Die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die Ernährungssicherheit, die Entwicklung neuer biobasierter Produkte und Dienstleistungen, die Kaskadennutzung und Kreislaufnutzung, die Koordination der Akteure und eine kohärente Politik.

## Definitionen verwandter Begriffe

Im Zusammenhang mit einer Bioökonomie werden verschiedene spezifische Begriffe wie „biobasiert“ oder „biogene Güter“ benutzt. Die Begriffe sind nicht in jedem Land / jeder Strategie gleich definiert. Mit der Erarbeitung der Bioökonomiestrategie sind diese Begriffe im Detail zu definieren<sup>6</sup>. Im Rahmen der vorliegenden Arbeiten werden folgende Begriffsdefinitionen verwendet:

- **Biobasierte Produkte:** Teilweise oder vollständig aus biologischen Rohstoffen (Biomasse) bestehende Produkte (einschließlich Pflanzen-, Tier- und Meeres- oder Waldmaterialien) oder mit Hilfe von biologischen Rohstoffen hergestellte Produkte.
- **Biogene Güter:** umfassen Produkte und Abfälle, welche biologischer oder organischen Ursprungs sind. Bei Mischprodukten, welche auch einen nicht biogenen Ursprung aufweisen, wird im entsprechenden Güterfluss nur der biogene Anteil berücksichtigt.
- **Biobasierte Wirtschaft:** umfasst alle Branchen, die in ihren Wertschöpfungsketten Bioprozesse verwenden, biobasierte Produkte herstellen, veredeln oder die veredelten Produkte an Endkunden verkaufen. Die genaue Definition ist bis heute unscharf, weil gewisse Datengrundlagen fehlen. Wir verwenden die Definition aus den aktuellsten Studien der EU. Details zur Definition und deren Herleitung befinden sich in Kapitel 5.

---

<sup>6</sup> Vgl. IC Infraconsult 2020, Bericht II. , Bioökonomie Schweiz. Konzept zur Erarbeitung einer Bioökonomiestrategie. Juni 2020.

### 3. POLITISCHER KONTEXT

#### 3.1 POLITIKEN DES BUNDES IM ÜBERBLICK

Bezug und Einordnung zu den  
Sektoralpolitiken

Die Bioökonomie mit ihrem Fokus auf Biomasse/Rohstoffe, Wertschöpfung und Innovation weist diverse Berührungspunkte mit bestehenden Politiken des Bundes auf. Die Abstimmung einer zukünftigen Bioökonomiestrategie mit diesen Politiken stellt eine wichtige Aufgabe im Erarbeitungsprozess der Strategie dar. Sie muss sich mit ihrem ressourcenorientierten Fokus in die vielfältige Strategie- und Programmlandschaft auf Bundesebene ergänzend und verknüpfend einfügen. Namentlich soll sie ihre Beiträge an die Nachhaltige Entwicklung und nahestehende Sektoralpolitiken in Land-, Forstwirtschaft, Umwelt, Energie, Bildung/Forschung/Innovation etc. deutlich machen.

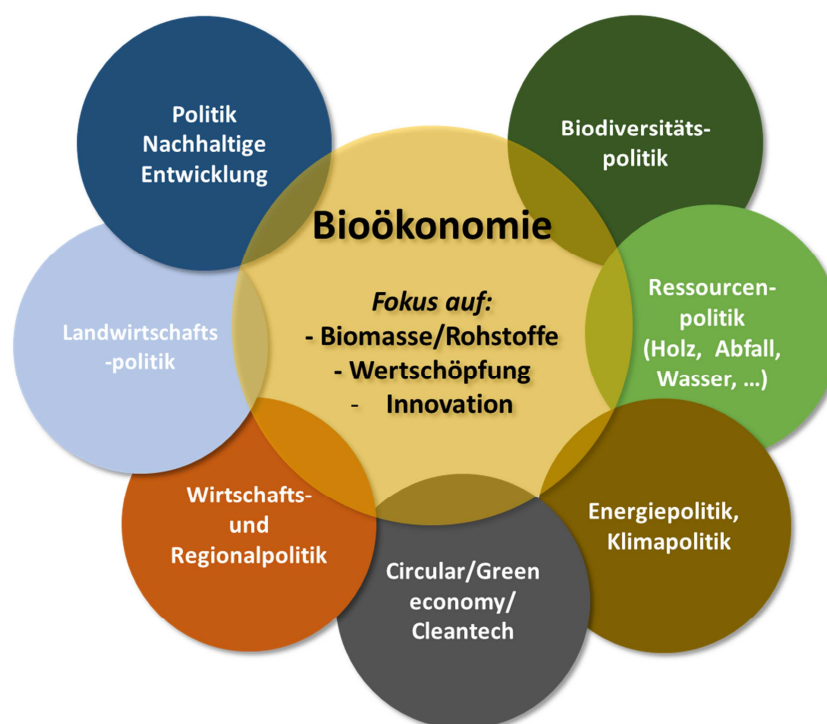


Abbildung 4: Schnittstellen zwischen der Bioökonomie und anderen Politikbereichen (IC Infraconsult)



## 3.2 STRATEGIEN DES BUNDES IM ÜBERBLICK

Schnittstellen zu den Strategien

Die Politiken des Bundes werden in diversen Strategien und Botschaften des Bundesrates konkretisiert. Diese dienen dem Bund als Steuerungsinstrument. Einige Strategien enthalten Aktions- oder Massnahmenpläne, welche bei Bedarf alle vier Jahre aktualisiert und angepasst werden.

### 3.2.1 POLITIK NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016-2019  
(federführendes Bundesamt: ARE)

Die Strategie für Nachhaltige Entwicklung 2016-2019<sup>7</sup> legt die politischen Schwerpunkte des Bundesrates für eine nachhaltige Entwicklung fest. Sie orientiert sich dabei an der «Brundtland-Definition». Diese definiert eine Entwicklung als nachhaltig, wenn sie gewährleistet, dass die Bedürfnisse der heutigen Generation in einem Ausmass befriedigt werden, welches die Befriedigung der Bedürfnisse von kommenden Generationen nicht beeinträchtigt.

Der Aktionsplan als Teil der Strategie umfasst 9 Handlungsfelder, bei welchen der Bundesrat den grössten Handlungsbedarf sieht. Thematisch überschneidend mit der Bioökonomie Strategie könnten vorrangig die Handlungsfelder Konsum und Produktion sowie natürliche Ressourcen sein. Diese greifen Themen wie Schliessung von Stoffkreisläufen, Food Waste, Ressourceneffizienz und ressourceneffiziente Lebensmittelketten auf.

Der Aktionsplan 2020-2023 sowie die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 werden voraussichtlich Ende 2020 vom Bundesrat verabschiedet.

### 3.2.2 LANDWIRTSCHAFTSPOLITIK

Agrarpolitik AP22+  
(federführendes Bundesamt: BLW)

Der Bundesrat hat im Rahmen der Botschaft AP22+ die strategischen Schwerpunkte für die Weiterentwicklung der Agrarpolitik bis 2025 festgelegt. Mit der AP22+ will der Bundesrat die agrarpolitischen Rahmenbedingungen in den Bereichen Markt, Betrieb und Umwelt verbessern. Die Land- und Ernährungswirtschaft soll die Wertschöpfung am Markt steigern, die betriebliche Effizienz erhöhen und die Umweltbelastung sowie den Verbrauch von nicht erneuerbaren Ressourcen weiter reduzieren. Die Überschneidungen zwischen der Agrarpolitik und einer Bioökonomiestrategie dürften vielfältig sein (Innovation fördern, Ressourceneffizienz steigern, Stoffkreisläufe schliesse, etc., Beitrag zur Verbesserung der Umweltziele), hängen aber auch von der Ausgestaltung der Bioökonomiestrategie ab.

<sup>7</sup> Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016-2019, 2016

### 3.2.3 WIRTSCHAFTS- UND REGIONALPOLITIK

Neue Regionalpolitik 2016-2023 (federführendes Bundesamt: SECO)

Die Neue Regionalpolitik (NRP)<sup>8</sup> des Bundes unterstützt die wirtschaftliche Entwicklung und die Wettbewerbsfähigkeit im ländlichen Raum, den Berggebieten und Grenzregionen. Unterstützt werden Projekte, Vernetzungsaktivitäten und Coaching-Angebote, welche die Wettbewerbsfähigkeit und die Wertschöpfung in der entsprechenden Region erhöhen. Im Rahmen des Förderschwerpunkts Industrie können, sofern die Förderkriterien erfüllt sind, Projekte unterstützt werden, welche biogene Ressourcen in Wert setzen (z.B. Stärkung der Wertschöpfungskette Holz).

### 3.2.4 GRÜNE WIRTSCHAFT, CLEANTECH UND KREISLAUFWIRTSCHAFT

Massnahmen zur Ressourcenschonung (UVEK, WBF, EFD)<sup>9</sup>

Der Bericht «Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz (Grüne Wirtschaft)» zieht eine Bilanz zur Umsetzung der Massnahmen 2016 – 2019. Der Bundesrat hat den Bericht am 19. Juni 2020 zur Kenntnis genommen. Der Bericht zeigt auf, dass es für eine deutliche Reduktion des Ressourcenverbrauchs – und der damit zusammenhängenden Umweltbelastung – vermehrt eine ganzheitliche Herangehensweise braucht; dies insbesondere bei den umweltrelevantesten Bereichen Ernährung, Wohnen und Mobilität.

Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 19. Juni 2020 entschieden, künftig einen Fokus auf die Verbesserung der Ressourceneffizienz und die Förderung der Kreislaufwirtschaft zu legen. Er hat das UVEK beauftragt, unter Einbezug des WBF und des EFD bis Ende 2022 Vorschläge für ein Massnahmenpaket zu unterbreiten. Diesbezüglich sollen unter anderem die laufenden Arbeiten der EU zur Umsetzung des neuen europäischen Green Deals und die Beschlüsse des Parlaments zu verschiedenen parlamentarischen Initiativen berücksichtigt werden.

Grüne Wirtschaft (federführendes Bundesamt: BAFU)

Im Zentrum der Grünen Wirtschaft<sup>10</sup> steht eine ressourcenschonende Volkswirtschaft. Die Knappheit der begrenzten Ressourcen soll berücksichtigt sowie die Ressourceneffizienz verbessert werden. Der Fokus der Grünen Wirtschaft liegt bei den Bereichen Konsum und Produktion, Abfälle und Rohstoffe sowie übergreifende Instrumente. Diese Bereiche enthalten diverse Massnahmen für die Jahre 2016-2019 (z.B. Verringerung von Food Waste, Optimierung der Ressourceneffizienz entlang von Wertschöpfungsketten), welche auch Themen einer Bioökonomie sein könnten.

Masterplan Cleantech Schweiz (federführendes Bundesamt: BBT<sup>11</sup>)

Die Vision der Masterplans Cleantech Schweiz<sup>12</sup> beinhaltet eine Verringerung des Ressourcenverbrauchs der Schweiz auf ein naturverträgliches Mass (Fussabdruck "eins"). Im Cleantech-Bereich soll die Schweiz als Wirtschafts-

<sup>8</sup> Botschaft zur Standortförderung 2020-2023, 2019

<sup>9</sup> Die Informationen zu dieser Referenz stammen aus der Medienmitteilung des Bundesrats vom 19.06.2020. Herausgeber: Der Bundesrat; <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-79501.html> (zuletzt abgerufen am 13.07.2020).

<sup>10</sup> Grüne Wirtschaft, Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz, 2016.

<sup>11</sup> Das Bundesamt für Berufsbildung und Technologie BBT ist heute in das SBFI integriert.

und Innovationsstandort eine führende Position einnehmen und damit weltweit Impulsgeberin für Ressourceneffizienz und Ressourcenökonomie werden. Zentrales Element des Masterplans ist die Stärkung der Wertschöpfungskette Forschung – Innovation – Markt. Der Bezug zur Bioökonomie ergibt sich demzufolge schwergewichtig hinsichtlich dem Fokus Innovation.

Kreislaufwirtschaft  
(federführendes Bundesamt:  
BAFU)

Das Ziel der Kreislaufwirtschaft ist eine effiziente und möglichst lange Nutzung von Rohstoffen. Dabei sollen Produkte und Materialien in Umlauf gehalten werden, indem die Produkte repariert, die Materialien wieder verwertet und als neuer Rohstoff aufbereitet werden. Innovationen und neue Technologien können die Kreislaufwirtschaft begünstigen und werden über das Instrument der Umwelttechnologieförderung unterstützt.

Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft werden oft in einem Atemzug genannt. Zum einen stehen sich – unabhängig der verschiedenen Definitionen, die im Umlauf sind, die beiden Konzepte sehr nah, zum anderen unterscheiden bzw. ergänzen sie sich. Gemeinsam steht bei ihnen die Ressourcenfrage im Zentrum und beide beabsichtigen ein nachhaltigeres und Ressourcen schonenderes Wirtschaften. Der Unterschied liegt im Wesentlichen innerhalb der Grenzen des betrachteten Systems. Die Differenzierung und Positionierung der beiden Konzepte sind im Bericht II präzisiert.

### 3.2.5 ENERGIE- UND KLIMAPOLITIK

Energiestrategie 2050  
(federführendes Bundesamt:  
BFE)

Mit der Energiestrategie 2050<sup>13</sup> soll die Schweiz unter anderem den Endenergie- und Stromverbrauch reduzieren, den Anteil an erneuerbaren Energien erhöhen sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen senken. Unter dem Dach der Energiestrategie 2050 werden verschiedene Förderinstrumente zusammengefasst, welche einen Einfluss auf die Verwertung von biogenen Gütern haben. So schafft beispielsweise die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) durch die finanzielle Unterstützung von Biogasanlagen in der Landwirtschaft einen Anreiz, vermehrt landwirtschaftliche und industrielle Reststoffe (z.B. Dünger) für die Energieproduktion einzusetzen. Mit dem Pilot- und Demonstrationsprogramm fördert das BFE die Entwicklung und Erprobung von neuen Technologien, Lösungen und Ansätzen im Bereich der sparsamen und effizienten Energienutzung, der Energieübertragung und -speicherung sowie der Nutzung erneuerbarer Energien.

---

<sup>12</sup> Vgl. Masterplan Cleantech Schweiz, 2011, S. 25ff.

<sup>13</sup> Vgl. Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 und zur Volksinitiative «Für einen geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)», 2013, S. 7565.

#### Forschungsprogramme und SWEET

Das Forschungsprogramm Bioenergie begleitet innovative und für die Schweiz relevante Themen, vor allem in den Bereichen Verbrennung, Vergasung und Vergärung. Das Programm koordiniert auch die anwendungsorientierte Forschung auf nationaler Ebene, nutzt Synergien und sorgt für die internationale Vernetzung.

Ab 2021 werden mit dem Förderprogramm SWEET „Swiss Energy Research for the Energy Transition“ konsortial organisierte Projekte, welche zur erfolgreichen Umsetzung der Energiestrategie 2050 und der Erreichung der Schweizer Klimaziele beitragen, gefördert. Es ist ein neues Förderprogramm des Bundesamts für Energie (BFE) für die Jahre 2021 bis 2032. SWEET deckt einen grossen Teil des Innovationszyklus ab – von der Grundlagenforschung über die anwendungsnahe Forschung bis hin zur Umsetzung. Ergänzend zu bestehenden Förderprogrammen richtet sich SWEET gezielt an Konsortien, die über mehrere Jahre an trans- und interdisziplinären Projekten arbeiten.

#### Klimastrategie 2050 (federführendes Bundesamt: BAFU)

Das Übereinkommen von Paris, welches die Schweiz im Oktober 2017 ratifiziert hat, beauftragt die Mitgliedstaaten eine langfristige Klimastrategie 2050 zu erarbeiten. Als Basis für die Klimastrategie 2050<sup>14</sup> dient das vom Bundesrat im August 2019 beschlossene Reduktionsziel, die Treibhausgasemissionen auf Netto-Null abzusenken. Die Strategie wird sich auf die Teilbereiche Verkehr, Gebäude, Industrie, Abfall, Landwirtschaft und Finanzmarkt fokussieren. Der Bezug der Klimastrategie 2050 zur Bioökonomie kann bei Vorliegen der Klimastrategie beurteilt werden.

### 3.2.6 RESSOURCENPOLITIK

#### Biomassestrategie Schweiz (Bundesämter: BFE, BAUF, BLW, ARE)

Die Vision der Biomassestrategie<sup>15</sup> ist die optimale Produktion, Verarbeitung und Nutzung der Biomasse, sowohl in stofflicher wie auch energetischer Hinsicht. Konkretisiert wird diese Vision im Rahmen von 8 strategischen Zielen. Die Biomassestrategie mit ihren Zielen weist einen starken Bezug zur Bioökonomie auf. So umfasst beispielsweise eines der 8 Ziele, dass die Biomasse eine hohe Wertschöpfung durch Kaskadennutzung generieren soll. Ein weiteres Ziel ist die Nutzung der Biomasse nach dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft (vollständige Verwertung der Biomasse).

#### Ressourcenpolitik Holz 2017-2020 (BAFU, BFE, SECO) und Ressourcenpolitik Holz 2030 (BAFU, BFE, SECO, ARE und evtl. weitere)

Der Bund verfolgt mit der Ressourcenpolitik Holz<sup>16</sup> das Ziel einer nachhaltigen und ressourceneffizienter Bereitstellung, Verarbeitung und Verwertung von Holz aus Schweizer Wäldern. Die Konkretisierung dieses Zieles erfolgt in vier Unterzielen, welche unter anderem eine Zunahme der Nachfrage nach stofflichen Holzprodukten wie auch eine Stärkung der Innovationskraft der Wertschöpfungskette Wald und Holz beinhalten. Die Ressourcenpolitik Holz wie auch der dazugehörige Aktionsplan befinden sich zurzeit in Überarbeitung und werden für die Jahre 2021-2030 (Ressourcenpolitik Holz) sowie für die Jahre 2021-2026 (Aktionsplan Holz) erneuert. Das Ziel der Ressourcenpolitik Holz 2030 ist die Steigerung der

<sup>14</sup> Vgl. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimaziel-2050/langfristige-klimastrategie.html>

<sup>15</sup> Vgl. Biomassenstrategie Schweiz, 2009.

<sup>16</sup> Vgl. Ressourcenpolitik Holz, Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz, 2017

holzbasierten Wertschöpfung.

Die Bioökonomiestrategie soll einen Beitrag zur Steigerung der holzbasierten Wertschöpfung (>1% des BIP der Schweiz) leisten. Dabei steht die ganzheitliche Nutzung von Holz im Zentrum. Nebst der Kaskadennutzung (hochwertiger vor niederwertiger, bzw. energetischer Nutzung) ist die Fraktionierung von Bedeutung. Diese umfasst High-Tech Anwendungen mit neuartigen holzbasierten Materialien und Chemikalien, welche durch eine Aufspaltung des Holzes eine hochwertige Nutzung ermöglicht. Diese Verbindung der Holzindustrie mit der chemischen Industrie hat bereits begonnen und erschliesst für den Rohstoff Holz neue innovative Märkte.

Ein weiterer Aspekt der ganzheitlichen Nutzung von Holz ist die Kreislaufführung. Die Produkte sollen möglichst so gestaltet sein, dass eine Zerlegung und eine Wiederverwendung der einzelnen Bestandteile möglich sind. Aufgrund des Klimawandels werden sich zudem die Holzqualitäten und Holzarten ändern und es gilt für diese Sortimente neue Verwertungspfade zu erschliessen.

Waldpolitik 2020 / 2030  
(federführendes Bundesamt:  
BAFU)

Die Waldpolitik 2020<sup>17</sup> stimmt die ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Interessen und Ansprüche aufeinander ab. Mit der Waldpolitik schafft der Bund Rahmenbedingungen für eine effiziente und innovative Wald- und Holzwirtschaft. Die Waldpolitik umfasst 11 Ziele. Eines dieser 11 Ziele beinhaltet die Ausschöpfung des Potenzials von nachhaltig nutzbarem Holz. Dieses Ziel weist eine thematische Überschneidung mit der Bioökonomie auf, welche die Nutzung der Biomasse in den Fokus stellt.

Ressource Fische  
(federführendes Bundesamt:  
BAFU)

Der Schutz und die Nutzung der Fischbestände und der Gewässerlebensräume sind auf Bundesebene im Bundesgesetz über die Fischerei, im Gewässerschutzgesetz und dem Tierschutzgesetz sowie den dazugehörigen Verordnungen geregelt. Basierend auf dem Fischereigesetz hat der Bund die Möglichkeit, Projekte im Bereich der aquatischen Lebensräume, der Förderung von gefährdeten Arten und der Artenvielfalt (Massnahmen, angewandten Forschung sowie Information der Bevölkerung) zu unterstützen. Diese Finanzhilfen schliessen allerdings explizit Projekte aus, die vorwiegend der fischereilichen Nutzung dienen.

Gesunde Fischbestände und ihre nachhaltige Nutzung thematisiert die Publikation des BAFU „Nachhaltiger Fischbesatz in Fliessgewässern“. Sie führt aus, wie der Besatz mit Fischen gemäss der Bundesgesetzgebung über die Fischerei umgesetzt werden kann.

Ressource Wasser  
(federführendes Bundesamt:  
BAFU)

Der fortschreitende Klimawandel und Landnutzungsänderungen stellen die Schweizer Wasserwirtschaft vor neue Herausforderungen. Das BAFU stellt drei Praxisgrundlagen zum Umgang mit Wasserknappheitsproblemen zur Verfügung, welche auf dem Leitbild Einzugsgebietsmanagement basieren. Ziel ist, Wasserknappheitssituation zu vermeiden, indem die Wasserressourcen regional langfristig bewirtschaftet werden. Die Ressource Wasser stellt für die Produktion von Biomasse eine wichtige Grundlage dar.

---

<sup>17</sup> Vgl. Waldpolitik 2020, 2013

Extreme Trockenheit kann einen negativen Einfluss auf die Produktion der Biomasse haben.

### 3.2.7 BIODIVERSITÄTSPOLITIK

Biodiversitätsstrategie  
(federführendes Bundesamt:  
BAFU)

Mit der Biodiversitätsstrategie<sup>18</sup> soll die Reichhaltigkeit der Biodiversität gestärkt sowie die Ökosystemleistungen langfristig erhalten werden. Die Strategie umfasst 10 strategische Ziele, an welchen sich die Akteure bis 2020 orientieren können. Unter anderen ist ein Ziel die natürlichen Ressourcen nachhaltig zu nutzen, so dass die Erhaltung der Ökosysteme und ihre Leistungen sowie die Arten und ihre genetische Vielfalt sichergestellt sind. Die Nutzung der natürlichen Ressourcen ist auch Gegenstand der Bioökonomie und weist in diesem Sinne eine Überschneidung mit der Biodiversitätsstrategie auf.

---

<sup>18</sup> Vgl. Strategie Biodiversität Schweiz, 2012.

## 4. BIOGENE GÜTERFLÜSSE

Grundlage der Analyse	<p>Die Güterflüsse in der Schweiz sind in der Studie Biogene Güterflüsse - update 2014 (Massenflussanalyse der Biomasseflüsse der Schweiz)<sup>19</sup> umfassend dargestellt. Die Studie stellt die Güterflüsse in einem Gesamtmodell dar (siehe Anhang 1), welches sich entlang der Sektoren Produktion, Verarbeitung und Nutzung/Entsorgung erstreckt. Sie erfasst alle relevanten biogenen Güterflüsse in der Schweiz basierend auf Daten von 2014.</p> <p>Die Struktur dieses Gesamtmodells wird als Basis für die vorliegende Analyse gewählt.</p>
Ziel der Analyse	<p>Diese Analyse hat zum Ziel, Güterflüsse aus diesem Gesamtmodell auszuwählen, für welche nebst der aktuellen Verwertung auch alternative Verwertungspfade denkbar wären. Im Zentrum der Analyse steht der Überblick, welche alternativen Verwertungspfade einen Beitrag zur Bioökonomie leisten könnten. Unter einem alternativen Verwertungspfad kann einerseits eine Verwertung verstanden werden, welche heute schon technisch etabliert ist, jedoch in Zukunft verstärkt genutzt werden könnte (z. B. verstärkte Nutzung von Holz als Bau- und Konstruktionsholz). Andererseits kann ein alternativer Verwertungspfad neue technologische Anwendungen umfassen, bei welchem sich die Technologie noch in Entwicklung befindet (z. B. Verwertung von Ernterückständen aus dem Pflanzenbau für die Spanplattenproduktion).</p>
Vorgehen	<p>In einem ersten Schritt wurden eine Literaturanalyse (siehe Literaturverzeichnis) sowie ein Expertengespräch mit Herrn Prof. Dr. Urs Baier (ZAHW) durchgeführt. Basierend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen wurde eine erste Auswahl an Güterflüssen getroffen, welche einem alternativen Verwertungspfad zugeführt werden könnte. Im Rahmen eines Expertenworkshops mit Vertretern und Vertreterinnen aus der Forschung und der Verwaltung ist diese erste Auswahl konkretisiert und erweitert worden. Zur erweiterten Auswahl gemäss den Diskussionen im Workshop konnten sich alle Teilnehmenden nochmals abschliessend äussern.</p>
Güterflüsse im Fokus: ein Überblick	<p>Die ausgewählten Güterflüsse werden gemäss der Gliederung des Gesamtmodells von Mosberger L. et al. strukturiert sowie den drei Sektoren Produktion, Verarbeitung und Nutzung/Entsorgung zugeordnet. Für die nachfolgend aufgeführten Güterflüsse sind alternative Verwertungspfade denkbar. Die detaillierte Analyse, wohin die betroffenen Güter heute fliessen und wohin sie in Zukunft im Rahmen einer alternativen Verwertung fliessen könnten, sind im Anhang 1 zusammengestellt.</p> <p>Bei den meisten der ausgewählten Güterflüsse ist es nicht das Ziel, dass die heutige Verwertung vollständig durch eine alternative Verwertung ersetzt wird. In den meisten Fällen ist eine sorgfältige Abwägung zwischen den verschiedenen möglichen Verwertungen vorzunehmen. Wie hoch der Anteil des biogenen Gutes ist, welcher einer alternativen Verwertung sinnvollerweise zugeführt werden könnte, ist im Einzelfall zu analysieren.</p>

<sup>19</sup> Biogene Güterflüsse - update 2014 (Massenflussanalyse der Biomasseflüsse der Schweiz), 2018

Die nachfolgend ausgewählten Beispiele zeigen hauptsächlich auf, wie breit die Bioökonomie zu verstehen ist. Einerseits erstreckt sie sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette (von der Produktion bis zur Entsorgung), andererseits betrifft sie diverse Wirtschaftszweige (z. B. Land- und Forstwirtschaft, Lebensmittelindustrie, Abfallwirtschaft, Holzindustrie).

**Sektor Produktion:**

- Prozess Pflanzenbau: Güterfluss Ernterückstände
- Prozess Tierhaltung: Güterfluss Hofdünger
- Prozess Waldwirtschaft: Güterflüsse Laubholz/Nadelholz, welches in den Holzvorrat fließt sowie Rinde

**Sektor Verarbeitung:**

- Prozess Holz- und Papierindustrie: Güterfluss Altholz und Restholz, welches in den Export fließt
- Prozess Lebensmittelindustrie: Güterflüsse Produktionsreste und Nebenzeugnisse
- Prozess Fleischverarbeitung: Güterflüsse Tierische Nebenprodukte, Tiermehl und Extraktionsfett

**Sektor Nutzung und Entsorgung:**

- Prozess Warenkonsum: Güterflüsse Nahrungsmittel sowie Nahrungsmittelabfälle im Hauskehricht und im Grüngut
- Prozess Abwasserreinigung und Vergärung: Güterflüsse Roh- und Klärschlamm

Grenzen der Analyse

Die vorliegende Auswahl liefert einen ersten Überblick zu biogenen Güterflüssen, welche mittels eines alternativen Verwertungspfadens einen Beitrag zur Zielerreichung der Bioökonomie leisten können.

Das System der Güterflüsse ist jedoch komplex und vernetzt. Es braucht noch vertiefte Abklärungen zu den einzelnen ausgewählten Güterflüssen, um deren Vernetzung im System besser zu verstehen und mögliche alternative Verwertungspfade im Detail aufzuzeigen. Dies ist insbesondere wichtig für die Erfassung der Folgen, die entstehen, wenn die ausgewählten Güter für die aktuelle Verwertung in einem geringeren Umfang zur Verfügung stehen.

Eine Bewertung im Sinne einer Priorisierung der ausgewählten Güterflüsse erwies sich im Rahmen des Expertenworkshops als anspruchsvoll, da teilweise nicht genügend genaue Informationen vorliegen.

Robuster als eine umfassende Bewertung erwies sich das Kriterium des Technologie-Reifegrads. Der Stand der Technik kann auch als Indiz dienen, wie unmittelbar eine mögliche alternative Verwertung überhaupt umgesetzt werden könnte (Informationen zum Stand der Technik: siehe Anhang 1).



#### Ausblick und Handlungsbedarf

In einem nächsten Schritt braucht es vertiefte Analysen zu den einzelnen ausgewählten Güterflüssen um detailliert aufzuzeigen, ob und in welchem Ausmass eine alternative Verwertung die Bestrebungen der Bioökonomie tatsächlich unterstützen würde.

Zusätzlich sind auch die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen massgebend. Die Preise und damit verbunden die Wirtschaftlichkeit haben einen starken Einfluss auf die Verwertung der Güter. Es ist zu prüfen, welche Politiken und Förderinstrumente für die einzelnen Güterflüsse bereits vorhanden sind und wie diese die Bestrebungen der Bioökonomie unterstützen könnten.

Diese weiteren Schritte tragen dazu bei, den Überblick zu den Güterflüssen soweit zu konkretisieren, dass daraus der konkrete Handlungsbedarf mit entsprechenden Massnahmen zur Umsetzung der Bioökonomie abgeleitet werden kann.

## 5. BIOBASIERTE WIRTSCHAFT IN DER SCHWEIZ

### 5.1 WIRTSCHAFTLICHES POTENZIAL DER BIOÖKONOMIE IN DER SCHWEIZ

Einleitung	<p>Das Konzept der Bioökonomie spannt sich über alle Wirtschaftssektoren und ihre zugehörigen Dienstleistungsbereiche, welche biobasierte Produkte (Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen sowie deren Produkte) herstellen, verarbeiten, nutzen und handeln<sup>20</sup>. Die Bioökonomie erstreckt sich somit über alle drei Wirtschaftssektoren<sup>21</sup>, allerdings in unterschiedlichem Ausmass.</p>
Datengrundlage	<p>Die statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Schweiz (NOGA) ordnet die geleisteten Tätigkeiten nach Sektoren (primärer, sekundärer und tertiärer Sektor), Abschnitte (z.B. verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren) und Abteilungen (z.B. Getränkeherstellung, Herstellung von Futtermittel)<sup>22</sup>. Die Abteilungen werden nachfolgend als Branchen bezeichnet. Die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung gliedert die verschiedenen Kennzahlen gemäss dieser NOGA Struktur.</p> <p>Für die Analyse wurden die Grundlagen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Bundesamtes für Statistik verwendet (Produktion, Wertschöpfung und Vollzeitäquivalente). Die Bruttowertschöpfung weist die generierte Wertschöpfung der Wirtschaftsakteure nach der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige (NOGA) auf. Die Wertschöpfung aller Branchen bzw. aller wirtschaftlichen Sektoren ergibt die Wertschöpfung der gesamten Volkswirtschaft.</p>
Ziel und Methodik der Analyse	<p>Ziel der vorliegenden Analyse ist es, den Anteil der biobasierten Wirtschaft in der Schweiz abzuschätzen. Konkret sollen wirtschaftliche Kennzahlen der Bioökonomie wie Bruttowertschöpfung, Umsatz oder Beschäftigtenzahlen eruiert werden. Zentrale Schwierigkeit ist, geeignete Datenquellen zu identifizieren, die biobasierte Anteile an Wertschöpfungsketten erfassen. In den NOGA-Daten liegen keine hinreichend aufgegliederten Daten vor. Nach der Verarbeitung biobasierter Roh- oder Reststoffe (Inputfaktoren der produzierenden Industrie 2. Sektor), ist bei deren Weiterverarbeitung oft nicht mehr feststellbar, ob die verarbeiteten Stoffe aus biologischen oder fossilen Quellen stammen.</p> <p>Welche Branchen und Industrien der Bioökonomie anzurechnen sind, wird von Land zu Land unterschiedlich definiert. Lier et al (2018) zeigen eine Übersicht der verschiedenen Klassierungen in EU-Ländern (vgl. Anhang). Zudem wird in der aktuellen wissenschaftlichen Literatur der biobasierte Teil mit</p>

<sup>20</sup> Nationale Politikstrategie Bioökonomie, 2014, Bundesamt für Ernährung und Landwirtschaft, Deutschland

<sup>21</sup> Vgl. Fisher, 1939 für Definition der Wirtschaftssektoren

<sup>22</sup> NOGA 2008, Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige, 2008

unterschiedlichen Methoden geschätzt<sup>23</sup>. Für die Schätzung der Bioökonomie in der Schweiz verwenden wir dieselbe Methodologie wie die EU<sup>24</sup>: Für jede Branche wird der Anteil von biobasierten Inputs abgeschätzt, der für die Produktion verwendet wird. Als biobasierter Input wird entweder die Rohstoffgewinnung oder die Verwendung von biobasiertem Rohstoff verstanden. Die Branchen lassen sich damit in drei Kategorien einteilen:

- Vollständig biobasiert: Branchen mit einem Anteil an biobasiertem Input von 100%;
- Teilweise biobasiert (hybride Branchen): Branchen, welche einen biobasierten Input aufweisen von 1% bis 99%;
- Nicht biobasiert: Branchen mit einem Anteil an biobasiertem Input von 0%.

Kategorisierung der Branchen Für die Beurteilung der biobasierten Wirtschaft der Schweiz wurden alle Branchen den drei Kategorien zugeteilt.

*Vollständig biobasierte Branchen:*

- Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei<sup>25</sup>
- Herstellung von Nahrungsmitteln und Tabakerzeugnissen
- Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)
- Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
- Gastronomie

*Teilweise biobasierte (hybride) Branchen:*

- Herstellung von Textilien und Bekleidung
- Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung
- Kokerei, Mineralölverarbeitung und Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
- Herstellung von Möbeln
- Energieversorgung (Bioenergie)
- Baugewerbe/Bau (Holzbau/Gartenbau)
- Detailhandel
- Beherbergung
- Forschung und Entwicklung

Alle anderen Branchen wurden als „restliche Branchen“ klassiert ohne biobasierte Inputfaktoren. Die Klassierung aller Branchen der Schweiz ist in einer

<sup>23</sup> Vgl. Bracco et. Al 2018, Rozon et al. 2015, Lier et al. 2018 oder Kuosmanen et al. 2020 für einen Überblick.

<sup>24</sup> Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service. Die Methodik basiert auf der sogenannten „Nova-JRC-Methode“ gemäss Rozon et al. 2017 und Rozon and M'Barek (2018). Die Messmethoden zur Wertschöpfung der Bioökonomie werden laufend verbessert. Anfang 2020 wurde von Kuosmanen et al. eine alternative Methode basierend auf einem Input-Output-Modell publiziert, die ggf. genauere Resultate liefern kann. Für unsere Analyse wurde diese Methodik noch nicht verwendet.

<sup>25</sup> Die Branchen im 1. Wirtschaftssektor werden wie in Rozon et al. (2015) als 100% biobasiert angenommen. Dies führt zu einer leichten Überschätzung des biobasierten Anteils, weil bei einigen Aktivitäten im 1. Sektor auch nicht-biobasierte Inputfaktoren verwendet werden (wie z.B. mineralölbasierter Dünger bei der landwirtschaftlichen Produktion oder fossile Treibstoffe). Da der gesamte 1. Wirtschaftssektor jedoch weniger als 1% des BIP produziert, ist der entstehende Fehler klein.

Tabelle im Anhang zusammengestellt.

#### Grenzen der Branchenanalyse

Für die Messung der Bioökonomie sind die vorhandenen Datengrundlagen aus den volkswirtschaftlichen Statistiken nur bedingt geeignet: Die Zuteilung der Branchen erfolgt nach Produktionssektor/Firma und nicht nach verwendeten Ressourcen für die Produktion. Die biobasierten Input-Anteile der Branchen können mit den vorliegenden Daten nur grob geschätzt werden. Dies führt beispielsweise dazu, dass neue biotechnologische Prozesse und Produkte verschiedenen Industriezweigen angerechnet werden (z. Bsp. Pharma, Chemie, Healthcare, Cleantech, Textil u.a).

Die Entwicklung einer genauen Messmethode für die Bioökonomie wird wissenschaftlich rege diskutiert. Kuosmanen et al. (2020) entwickelten eine Methode basierend auf einem Input-Output-Modell, die relativ genaue Resultate liefern kann. Dafür braucht es jedoch eine Anpassung der etablierten Erhebungsmethoden. Es dürfte noch einige Jahre dauern bis eine exakte Messmethode für die Bioökonomie etabliert ist.

#### Bruttowertschöpfung nach Branchenklassierung

Nachfolgende Grafik zeigt die Entwicklung der Bruttowertschöpfung in der Schweiz nach Branchenklassierung von 1997 bis 2017. Die Wertschöpfung der „vollständig biobasierten“ Branchen ist über die Zeit sehr konstant (jährliches Wachstum kleiner als 1%). Die „teilweise biobasierten“ Branchen weisen im Durchschnitt über die 20 Jahre ein jährliches Wachstum von rund 2.4% auf.

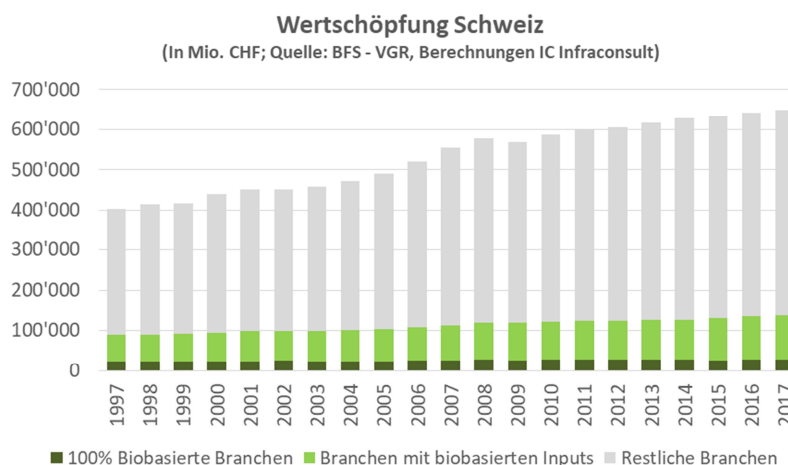


Abbildung 5: Schätzung Wertschöpfung in der Schweiz der Branchen mit biobasierten Inputs (Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

## Anteil biobasierte Inputs in den „hybriden“ Branchen

Für die Schätzung der biobasierten Anteile der Wertschöpfung, der Arbeitsplätze und der Betriebe von teilweise biobasierten Branchen liegen in der Schweiz keine Datengrundlagen vor. In der EU liegen erste Studien vor mit Schätzungen der biobasierten Input-Anteile aller Branchen<sup>26</sup>. Die Werte für die Schweiz wurden auf Basis der Ergebnisse aus Deutschland und Finnland abgeschätzt. Die Wertschöpfung der teilweise biobasierten Branchen wird unterteilt in einen biobasierten und einen nicht-biobasierten Anteil. Nachfolgende Grafik zeigt die Schätzung der biobasierten Input-Anteile aller Branchen, inkl. der „hybriden“ Branchen mit biobasierten Input-Anteilen unter 100%.

**Anteil biobasierte Inputfaktoren nach Branche**  
(Schätzung für die Schweiz auf Basis der europäischen Studienergebnissen)

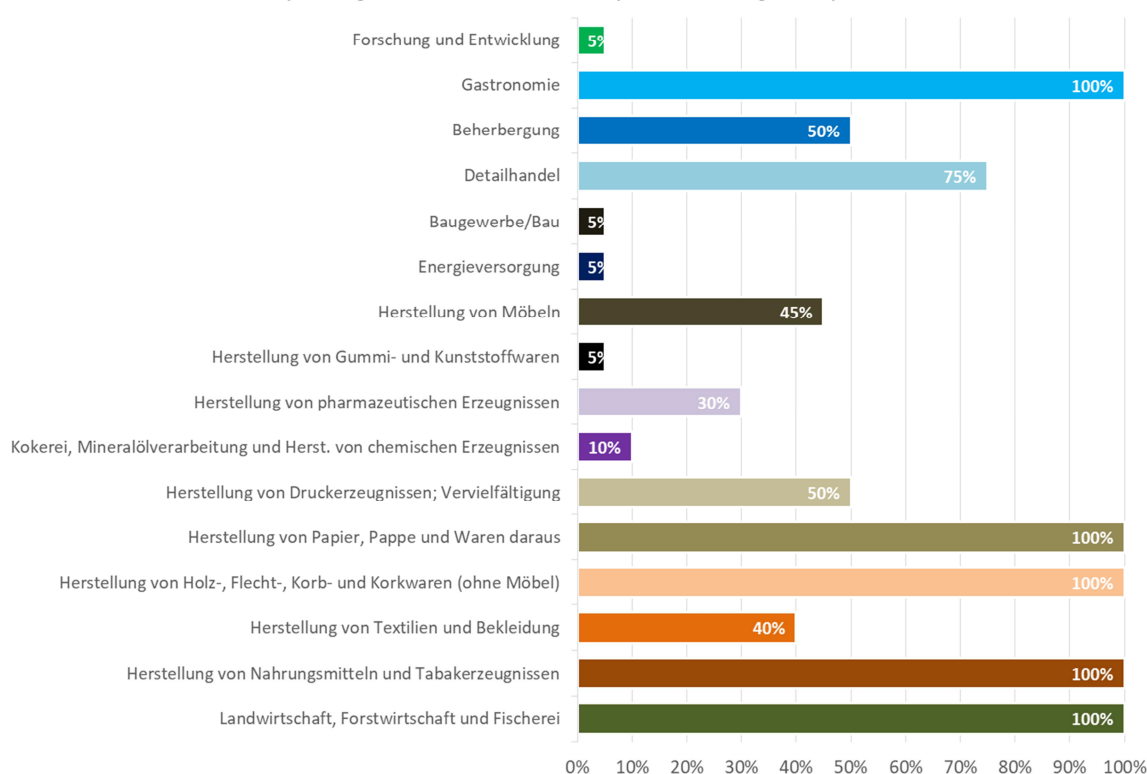


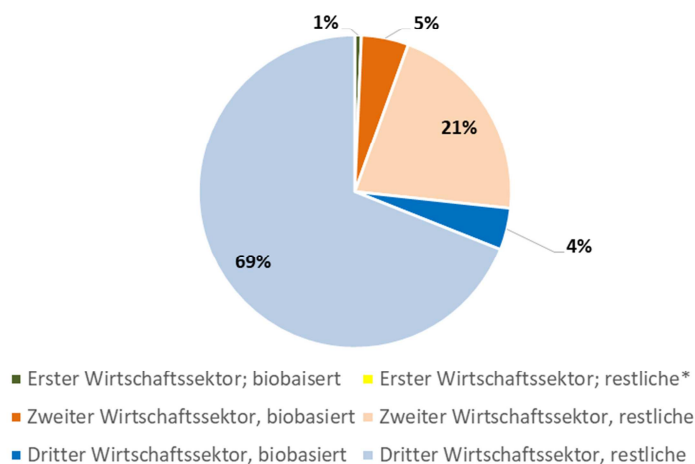
Abbildung 6: Schätzung Anteil biobasierte Inputfaktoren nach Branche. Die Anteile wurden abgeschätzt unter der Annahme, dass die Anteile in der Schweiz gleich hoch sind wie in der EU. (Berechnungen IC Infraconsult).

## Biobasierte Wertschöpfungsanteile nach Wirtschaftssektoren

Die Schätzung der biobasierten Wertschöpfung der hybriden Branchen erfolgt indem der Anteil an biobasierten Inputfaktoren mit der Gesamtwertschöpfung der Branche multipliziert wird. Nachfolgende Abbildung zeigt die biobasierten Wertschöpfungsanteile in der Schweiz nach Wirtschaftssektoren für das Jahr 2017. Eine Liste mit den Wertschöpfungsanteilen aller Branchen für die Jahre 1997 bis 2017 befindet sich im Anhang.

<sup>26</sup> Vgl. Iost et al (2019) und Luke (2017). Die Annahmen sind auf Stufe Branche noch recht grob. Die Methodologie wird laufend weiterentwickelt und präzisiert.

**Biobasierte Wertschöpfung Schweiz 2017**  
(In Mio. CHF; Quelle: BFS - VGR, Berechnungen IC Infraconsult)



\* Der 1. Wirtschaftssektor ist 100% biobasiert und hat keine „restlichen“ Branchen.

Abbildung 5: Schätzung biobasierte Wertschöpfung in der Schweiz, nach Wirtschaftssektoren (Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

## Entwicklung der biobasierten Wertschöpfung

Die biobasierte Wertschöpfung ist in den Jahren 1997 bis 2017 jährlich um durchschnittlich 2.2% gestiegen (vgl. nachfolgende Grafik). Insgesamt hat die biobasierte Wertschöpfung von rund 48 Mrd. CHF auf rund 62 Mrd. CHF zugenommen. Das Wachstum basiert vor allem auf den hohen Wachstumsraten in den Branchen Detailhandel, Herstellung von Nahrungsmitteln und Tabakerzeugnissen sowie Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen. Eine detaillierte Aufstellung der biobasierten Wachstumsraten befindet sich im Anhang.

**Biobasierte Wertschöpfung Schweiz**  
(In Mio. CHF; Quelle: BFS - VGR, Berechnungen IC Infraconsult)

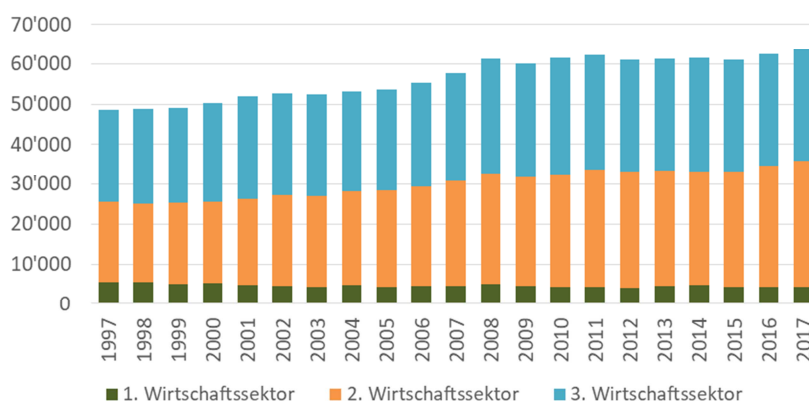


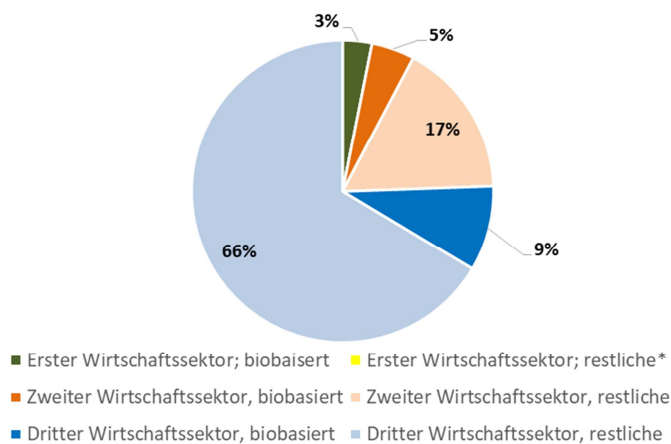
Abbildung 7: Schätzung Entwicklung biobasierte Wertschöpfung in der Schweiz, nach Wirtschaftssektoren (Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

## Arbeitsplätze in biobasierten Branchen

Analog zu der Wertschöpfung wurden auch die Arbeitsplätze und die Anzahl Betriebe der Bioökonomie geschätzt. Nachfolgende Abbildung 8 zeigt die Arbeitsplätze in biobasierten Branchen in der Schweiz nach Wirtschaftssektoren für das Jahr 2017<sup>27</sup>. Die Grafik zeigt, dass 2017 rund 17% der Arbeitsplätze in der Schweiz den biobasierten Branchen zuzurechnen sind. Rund die Hälfte der Arbeitsplätze sind in Branchen aus dem dritten Wirtschaftssektor. Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der Arbeitsplätze in biobasierten Branchen von 2005 bis 2017. Die Arbeitsplätze in den biobasierten Branchen sind über die Zeit zurückgegangen von rund 908'000 auf 860'000 Arbeitsplätze. Insbesondere im 1. und im 2. Wirtschaftssektor ist die Anzahl der Arbeitsplätze von biobasierten Branchen gesunken.

### Biobasierte Arbeitsplätze Schweiz 2017

(Quelle: BFS - STATENT, Berechnung IC Infraconsult)



\* Der 1. Wirtschaftssektor ist 100% biobasiert und hat keine „restlichen“ Branchen.

Abbildung 8: Schätzung biobasierte Arbeitsplätze in der Schweiz, nach Wirtschaftssektoren (Quelle: STATENT, BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

### Biobasierte Arbeitsplätze Schweiz

(Quelle: BFS - STATENT, Berechnung IC Infraconsult)

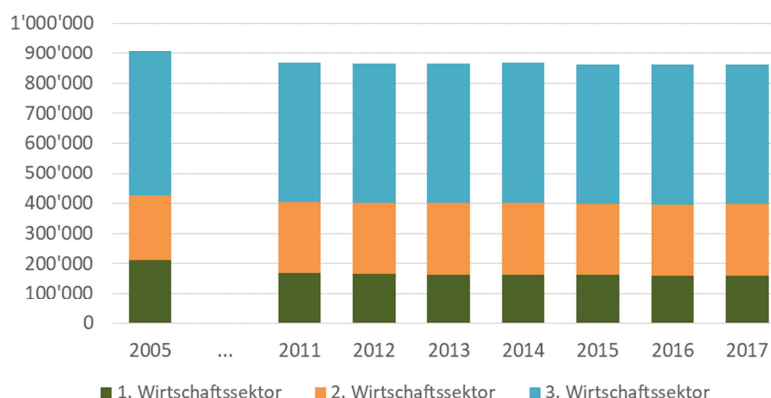


Abbildung 9: Schätzung Entwicklung biobasierte Arbeitsplätze in der Schweiz, nach Wirtschaftssektoren (Quelle: STATENT, BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

<sup>27</sup> Arbeitsplätze = Anzahl Beschäftigte, nicht die Vollzeitäquivalente.

## Betriebe in biobasierten Branchen

Nachfolgende Abbildung 10 zeigt die Anzahl Betriebe in biobasierten Branchen in der Schweiz nach Wirtschaftssektoren für das Jahr 2017. Rund 21% der Betriebe in der Schweiz sind biobasierten Branchen zuzurechnen. Ein Grossteil der Betrieben sind aus dem 1. Wirtschaftssektor. Abbildung 11 zeigt die Entwicklung der Betriebe in biobasierten Branchen von 2005 bis 2017. Die Betriebe in den biobasierten Branchen sind über die Zeit zurückgegangen von rund 164'000 auf 126'000 Betriebe. Insbesondere im 1. Wirtschaftssektor ist die Anzahl Arbeitsplätze gesunken.

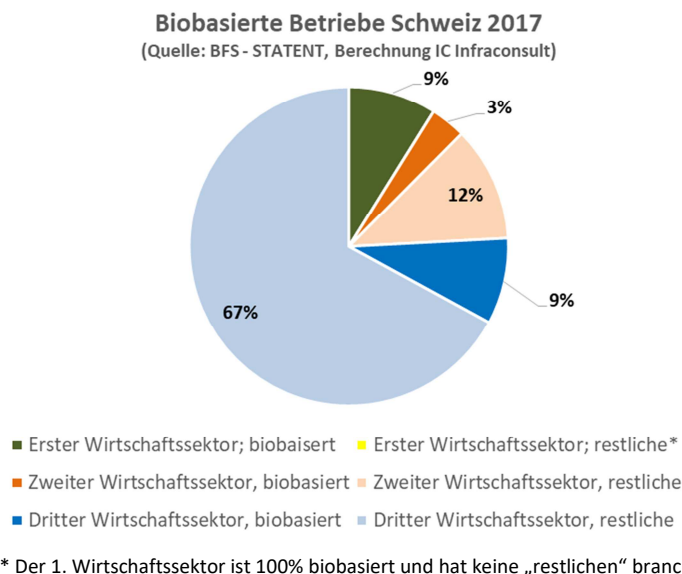


Abbildung 10: Schätzung biobasierte Betriebe in der Schweiz, nach Wirtschaftssektoren (Quelle: STATENT, BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

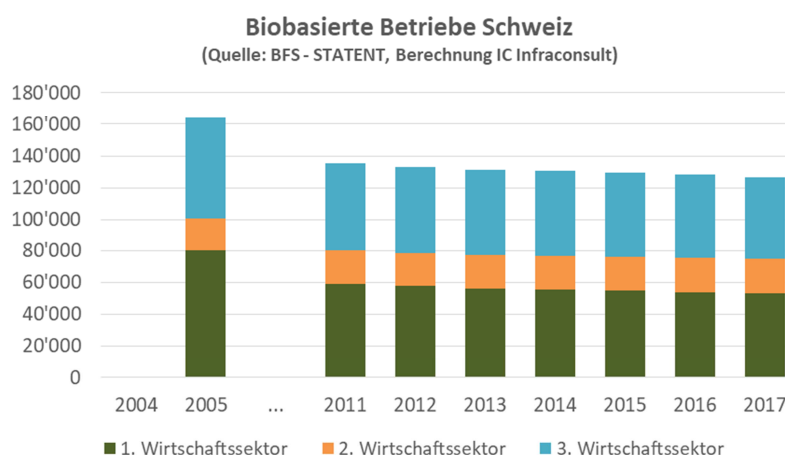


Abbildung 11: Schätzung Entwicklung biobasierte Betriebe in der Schweiz, nach Wirtschaftssektoren (Quelle: STATENT, BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

## Zusammenfassung biobasierte Wirtschaft Schweiz

Gemäss unseren Schätzungen sind 2017 rund 126'000 Betriebe (21% aller Betriebe) und 860'000 Arbeitsplätze (17% aller Arbeitsplätze) der Bioökonomie anzurechnen. Rund 28 Mia. CHF jährlich, oder 4 % der Schweizer Wertschöpfung, stammt aus Branchen deren Inputfaktoren vollständig biobasiert



sind.<sup>28</sup> Die hybriden Branchen, die teilweise mit biobasierten Inputs arbeiten, erwirtschaften jährlich rund 110 Mia. CHF (17% der Bruttowertschöpfung).

Der biobasierte Anteil dieser hybriden Branchen ist nur schwer abzuschätzen. Eine konservative Schätzung basierend auf Daten aus der EU ergibt, dass rund 32% der Wertschöpfung dieser Branchen auf biobasierten Inputfaktoren beruht. Unter Einbezug der biobasierten Wertschöpfung der „hybriden“ Branchen ist 2017 insgesamt eine Wertschöpfung von rund 63 Mia. CHF der Bioökonomie anzurechnen (entspricht etwa 10% der Bruttowertschöpfung).

	Beschäftigte	Unternehmen	Bruttowertschöpfung
Branchen Bioökonomie	860'300	126'600	63'800 Mio.
Restliche Branchen	4'249'600	469'800	584'800 Mio.

Abbildung 12: Zusammenfassung Bioökonomie, 2017 (Quelle: Wertschöpfungsstatistik BFS; Berechnungen IC Infraconsult)

Das Wachstum der „vollständig biobasierten“ Branchen war in den letzten Jahren mit weniger als jährlich 1 % unterdurchschnittlich. Die hybriden Branchen, die teilweise mit biobasierten Inputs arbeiten, weisen mit durchschnittlich 2.4% ein höheres jährliches Wachstum auf. Die Anzahl Betriebe und die Arbeitsplätze in vollständig biobasierten Branchen sind in den letzten Jahren gesunken. In den hybriden Branchen sind Anzahl Betriebe und Arbeitsplätze insgesamt recht konstant geblieben.

Länder mit nationalen Strategien anderen Ländern voraus

Die Analyse der biobasierten Wirtschaft in Europa zeigt, dass Länder, die stark von biobasierten Rohstoffen abhängig sind und (unter anderem auch deshalb) früh eine nationale Bioökonomiestrategie eingeführt haben, den anderen Ländern ohne Strategie in der Tendenz voraus sind beim Anteil Bioökonomie und bei den biobasierten Startups sowie den Investitionen in die biobasierte Industrie. Führend sind insbesondere Länder, die nationale Förderprogramme für biobasierte Entwicklungen umgesetzt haben, wie beispielsweise Holland, Belgien, Finnland und in letzter Zeit auch Deutschland.

Grenzen der Wertschöpfungsanalyse

In der wissenschaftlichen Literatur wird der Anteil von biobasierten Inputs für die teilweise biobasierten Branchen nur geschätzt. Insbesondere in den Branchen des 3. Wirtschaftssektors und in der Verarbeitungsindustrie der 2. Verarbeitungsstufe sind die Daten unvollständig und ungenau. Um die biobasierte Wirtschaft vollständig darzustellen, müssten die Anteile von biobasierten Inputfaktoren für alle Branchen systematisch erfasst und ausgewertet werden. Diese Markt- und Produktionsdaten sind jedoch oft geistiges Eigentum der Firmen und daher nicht zugänglich.

<sup>28</sup> Die Vorleistungen (inkl. Subventionen), die zu einem grossen Teil in diese Branchen fließen, sind bei der Berechnung der Bruttowertschöpfung bereits abgezogen.

#### Verbesserung der Messmethode

Die neueste Studie des „Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission“<sup>29</sup> hat unterschiedliche Messmethoden für die biobasierte Wertschöpfung verglichen und Vorschläge für exaktere Methoden zur Messung der Bioökonomie ausgearbeitet<sup>30</sup>. Die Analyse zeigt, dass in einem Input-Output Modell und einem 2-Sektoren-Modell der Volkswirtschaft genauere Schätzungen der Bioökonomie-Anteile der Branchen und Industrien möglich sind. Die Schwierigkeit dabei ist das neuartige 2-Sektoren Modell, das nicht direkt mit der Branchenkategorisierung nach NOGA / NACE korrespondiert. Es empfiehlt sich für künftige Marktanalysen diese neue Methodik anzuwenden, weil sie deutlich bessere Resultate liefern kann. Im Zusammenhang mit der biobasierten Wirtschaft ist bei der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu prüfen, ob das herkömmliche 3-Sektoren-Modell ersetzt werden kann durch das 2-Sektoren-Modell nach Heijman / Kuosmanen.

In der aktuell laufenden Revision der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung wird das 3-Sektoren-Modell beibehalten. Die Anliegen zur Messung der biobasierten Wirtschaft sind demnach für die nächste Revision der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung auszuarbeiten und frühzeitig einzubringen.

#### Messung und Monitoring der Bioökonomie in Entwicklung

Begleitend zu einer Politikstrategie soll ein Monitoringssystem aufgebaut werden, dass zuverlässige und genauere Zahlen zu der Bioökonomie und deren Wachstumsraten liefern kann. Mögliche Methoden für ein Monitoring sind in der Forschungsliteratur aktuell in Diskussion.<sup>31</sup> Die Implementation bei Statistikämtern und in der wirtschaftlichen Berichterstattung werden voraussichtlich noch etwas Zeit in Anspruch nehmen. Hinweise zur Ausarbeitung eines Monitorings der Bioökonomie für die Schweiz befinden sich im Bericht 3.

## 5.2 ERWARTETES WACHSTUM DER BIOÖKONOMIE SCHWEIZ

#### Wachstumspotenzial in einigen Branchen hoch

Unsere Analyse in Kapitel 5.1 zeigt einzelne Branchen mit biobasierten Inputfaktoren mit sehr hohen Wachstumsraten in den letzten Jahren. Zwischen 1997 und 2017 stark gewachsen sind insbesondere die Branchen „Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen“, „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“, „Herstellung von Nahrungsmitteln und Tabakerzeugnissen“ sowie „Baugewerbe“ und „Detailhandel“. Eine Studie der EU, die nach innovativen biobasierten Produkten sucht, lokalisiert ein hohes Potenzial in der Nutzung von Pflanzenfasern, erneuerbaren Ölen und Fetten, Lignin, Terpenen, Polyelektrolyten und biogenen Abfällen.<sup>32</sup> Hohes Potenzial haben demnach insbesondere die Branchen „Chemie“ und „pharmazeutische Erzeugnisse“ im 2. Wirtschaftssektor, die durch innovative Prozesse neue bio-

<sup>29</sup> Vgl. Kuosmanen et al., 2020

<sup>30</sup> Neue Methodologie basierend auf einem Input-Output Modell aller Branchen. Das Framework bedient sich einem Zwei-Sektor-Modell der Volkswirtschaft (im Gegensatz zum herkömmlichen 3-Sektoren Modell der NOGA-Klassierung) und den nachweisbaren biobasierten Massenströmen (vgl. Heijman et al. 2016 und Kuosmanen et al. 2020 für weitere Infos).

<sup>31</sup> Vgl. M'barek, R.; Parisi, C.; Ronzon, T. (editors), Getting (some) numbers right – derived economic indicators for the bioeconomy, 2018.

<sup>32</sup> Vgl. European Commission: „Top 20 innovative bio-based products“, University of Bologna and Fraunhofer ISI, 2018.

basierte Produkte auf den Markt bringen können.

Lange Innovationsprozesse  
führen zu hohen  
Investitionsrisiken

Die Entwicklung der biobasierten Industrie braucht Zeit. Die Zeitfenster für neue Entwicklungen sind in der Regel grösser als bei herkömmlichen Produkten. Gemäss Experten sind der Schritt von der Pilot- zur Demonstrationsanlage und das „upscaling“ auf grossindustrielle Prozesse das grösste Hindernis für eine schnelle Entwicklung. PET-Flaschen-Hersteller Avantium hat beispielsweise die Pilotphase für den Ersatz von PET durch das biobasierte und für die Anwendung besser geeignete PEF um drei Jahre verlängert<sup>33</sup>.

Die langen Innovationsprozesse führen zu höheren Investitionsrisiken. Banken und Geldgeber haben zudem eher wenig Erfahrung mit derart langen Investitionsprozessen und investieren lieber in kurzfristig angelegte Projekte. Wirtschaftsvertreter gehen dennoch davon aus, dass die Investitionen in nachhaltige Produktionsprozesse und Produkte über die nächsten Jahre steigen werden.<sup>34</sup> Zudem sei eine Transformation hin zu höheren Anteilen von biobasierten Inputs festzustellen. Es ist zu erwarten, dass die Bedeutung der Bioökonomie in Europa weiter ansteigt, insbesondere in der chemischen Industrie sowie in den Holz- und Zellstoffindustrien. Mit dem Anstieg der biobasierten Input-Anteile in der Produktionsindustrie profitiert langfristig auch der (biobasierte) erste Sektor durch die erhöhte Nachfrage von biobasierten Rohstoffen.

## 5.3 CASE-STUDIES SCHWEIZ: BIOBASIERTE CHEMISCHE INDUSTRIE

### 5.3.1 EINLEITUNG

Potenzial für biobasierte Inputs in der chemischen Industrie ist hoch

Die Marktanalyse der Schweiz zeigte, dass die Branchen „Erzeugung von pharmazeutischen Erzeugnissen“ und „Erzeugung von Chemischen Erzeugnissen“ stark gewachsen sind. Auch in Studien der EU wird diesen Branchen ein hohes Potenzial für biobasierte Inputstoffe attestiert<sup>35</sup>. In einer explorativen Studie im Rahmen der europäischen Initiative „Road to Bio“ wurden die Potenziale für biobasierte Substitute für verschiedene chemische Produktgruppen abgeschätzt<sup>36</sup>. Für die untersuchten Chemikalien wurde eruiert, wo im Produktionsprozess biobasierte Rohstoffe eingesetzt werden können. Weiter wurde untersucht, ob es biobasierte Substitute für ölbasierte Chemikalien mit derselben chemischen Funktionalität gibt (vgl. nachfolgende Schemagrafik).

<sup>33</sup> Vgl. Beispiel aus der Tagung der Europäischen Kommission: „Outcome Report: Sustainable and circular bioeconomy, the European way“ in Brüssel 2018, S 13ff.

<sup>34</sup> Vgl. 2050 Roadmap to a low-carbon bioeconomy; Confederation of European Paper Industries, 2017.

<sup>35</sup> Vgl. Spekrijse, J., Lammens, T., Parisi, C., Ronzon, T., Vis, M., Insights into the European market of bio-based chemicals. Analysis based on ten key product categories, 2019

<sup>36</sup> Vgl. Crnomarkovic et al. 2018

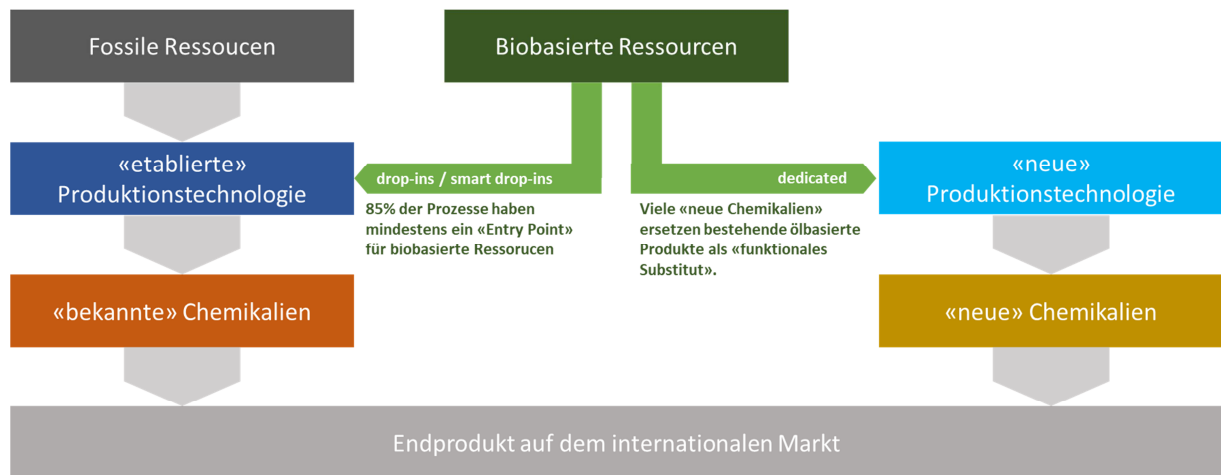


Abbildung 13: Schemagrafik zur Integration biobasierter Ressourcen in der chemischen Industrie (Darstellung IC Infraconsult)

Rund 85% der untersuchten petrochemischen Produkte könnten biobasiert sein

Die Studie zeigt, dass es für rund 85% der untersuchten petrochemischen Produkte mindestens einen Ansatzpunkt für biobasierte Chemikalien gibt, die den ölbasierten Inputfaktor durch sogenannte „drop-ins“ oder „smart drop-ins“ teilweise oder vollständig ersetzen können. Zudem wurde aufgezeigt, dass es für diverse ölbasierte Endprodukte biobasierte Substitute gibt, die vollständig auf biobasierten Ressourcen basieren (sogenannte „dedicated biochemicals“).

Übersicht Prozesse

Die Prozesse werden – wo möglich – veranschaulicht in stark vereinfachten Prozessmodellen vom Rohstoff (links) bis zum Endprodukt, das an den Endkunden verkauft wird (rechts). Abbildung 14 stellt ein Beispiel für ein solches Prozessmodell dar. In jedem Prozessschritt werden verschiedene Inputfaktoren verarbeitet zu Outputprodukten. Ein 100% biobasierter Prozessschritt ist zum Beispiel die Herstellung von Zellstoffen aus Holz, Bioenergie und Wasser. Der biobasierte Anteil der Input-Faktoren nimmt in der Regel mit jedem Prozessschritt ab (Mit zunehmender Veredelung werden vermehrt auch andere Rohstoffe verwendet, wie z.B. ölbasierte Verbundstoffe in der Holzverarbeitung).

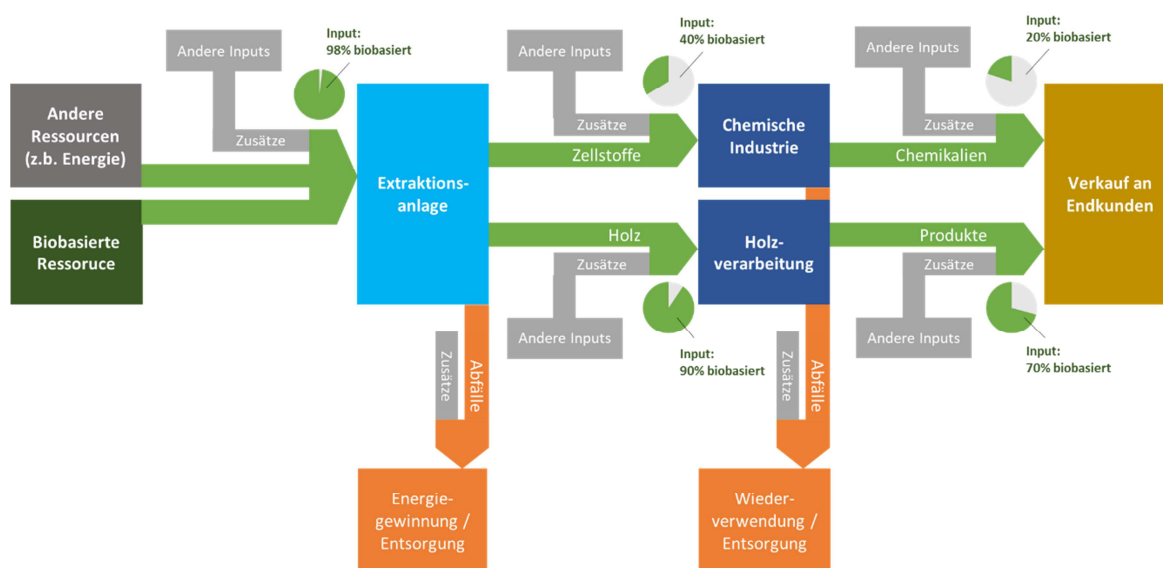


Abbildung 14: Schemagraphik Beispielsprozess vom Rohstoff bis zum Endprodukt (Darstellung IC Infraconsult)

## Übersicht und Fokus der Fallstudien

Das überdurchschnittliche Wachstum und das nachgewiesene hohe Potenzial für biobasierte Inputfaktoren in den Chemie- und Pharma-Branchen ist eine Chance für die Bioökonomie der Schweiz. Mit drei Schweizer Case-Studies zeigen wir Beispiele auf, wie mögliche Prozesse vom biobasierten Rohstoff bis zum Endprodukt ablaufen können.

Die drei ausgewählten Fallstudien zeigen Projekte und Prozesse mit drei unterschiedlichen Fokusthemen auf:

- **Fokus Forschung und Entwicklung:** Die Berner Fachhochschule BFH in Biel entwickelt neue Prozesse und Produkte auf Basis von Holz als Biomasse im Labor- und Pilotmassstab und setzt diese mit Industriepartnern um. Aufgezeigt werden drei Prozesse im Pilotmassstab zur Gewinnung und Anwendung von Inhaltsstoffen aus forstlicher Biomasse, die entwickelt wurden durch die Berner Fachhochschule BFH in Biel in Zusammenarbeit mit der Schilliger Holz AG.
- **Fokus Startup und Pilotphase:** Bloom Biorenewables Ltd. hat eine neue Methode entwickelt, um Biomassefraktionen zu trennen und in Feinchemikalien umzuwandeln. Diese „neuen Chemikalien“ bieten biologisch erneuerbare Substitute für ölbasierte Inhaltsstoffe in verschiedensten Produkten. Die Technologie hat das Potenzial, auf globaler Ebene einen grossen Teil der ölbasierten Chemikalien durch nachhaltige Alternativen zu ersetzen. Das Startup beschäftigt sich aktuell mit der Hochskalierung der Produktionsprozesse.
- **Fokus industrielle Produktion:** Die Weidmann Gruppe ist seit über 140 Jahren ein führendes, weltweit tätiges Technologie-Unternehmen. Die Weidmann Gruppe mit Hauptsitz in Rapperswil-Jona, Schweiz, ist weltweit an rund 30 Standorten tätig, beschäftigt ca. 2'800 Mitarbeitende und erarbeitete 2019 einen Umsatz von 351 MCHF. Der Unternehmensbereich Weidmann Electrical Technology entwickelt und fertigt Hochspannungsisolationsmaterial, Isolationskomponenten und –systeme auf der Basis von Holz- und Pflanzenfasern. Jährlich werden so in der Schweiz ca.

16'000 t Zellstoff verarbeitet.

Diverse andere Projekte  
in Arbeit

Die hier aufgeführten Fallstudien sind nur drei Einzelbeispiele zum vorliegenden Thema. In der Schweiz bestehen diverse Forschungs- und Entwicklungsinitiativen von Industrie und Hochschulen mit ähnlichen Zielen (vgl. Kapitel 6 für weitere Initiativen). Im Rahmen der Weiterbearbeitung ist ein Austausch und eine Vernetzung der verschiedenen Initiativen anzustreben.

### 5.3.2 CASE 1: EXTRAKTIONSANLAGE ZUR GEWINNUNG VON INHALTSSTOFFEN



Mit einer Pilotanlage zur Gewinnung von Extrakten aus heimischer forstlicher Biomasse setzen die Berner Fachhochschule BFH in Biel und die Schilliger Holz AG einen Meilenstein auf dem Weg zu einer neuen Wertschöpfungskette für die Forst- und Holzwirtschaft in der Schweiz: Erstmals können Extrakte in ausreichender Menge und Qualität zur Applikationsentwicklung mit hohem Technologiereifegrad erzeugt werden. Die Extraktionsprozesse werden überdies auf Pilotstufe überprüft. Ziel ist das Hochskalieren der Prozesse vom Labor- in den Industriemassstab. Das Projekt wird realisiert mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) im Rahmen des Aktionsplans Holz.

In bevorzugt wässrigen Extraktionsprozessen werden vor allem phenolische Inhaltsstoffe<sup>37</sup> aus der Rinde und dem Holz heimischer Nadelhölzer<sup>38</sup> oder Laubhölzer wie Edelkastanie und Eiche gewonnen. Mit den nachhaltig gewonnenen Extrakten und den darin enthaltenen Inhaltsstoffen können eine Reihe synthetischer ölbasierter Verbindungen in unterschiedlichen Anwendungen substituiert bzw. neue voll biobasierte Systemformulierungen bereitgestellt werden:

- Substitution von Phenol in Phenol-Formaldehyd-Harzen,
- Tannin-basierte und Formaldehyd-freie duroplastische Bindemittel für die Holzwerkstoffherstellung und weitere Anwendungsbereiche – Substitution von Polyolen in Polyurethan-Systemen,
- Tannin-basierte Harze für Composite Materials mit hohem Brandwiderstand,
- Substitution synthetischer Biozide oder Biostatika in unterschiedlichen Anwendungen durch bioaktive phenolische Extrakte,
- Einsatz der Extrakte als bioaktive Additive in der Tierfütterung.

Prozess „Bindemittel“

Abbildung 15 zeigt den Prozess in einer vereinfachten Form. Die forstliche Biomasse oder Reststoffe aus der Sägereiwirtschaft (z.B. zerkleinerte Rindenpartikel) werden im Rahmen einer Heisswasserextraktion nach dem Perkolaionsprinzip extrahiert. Dabei werden in Abhängigkeit von der eingesetzten Biomasse spezifische Mischungen an phenolischen Inhaltsstoffen und weitere Verbindungen als Rohextrakt gewonnen, welches aufkonzentriert oder getrocknet für die Weiterverarbeitung bereitgestellt wird (ca. 10% der einge-

<sup>37</sup> Phenolische Monomere sowie kondensierte oligomere Polyphenole, sog. Tannine

<sup>38</sup> Z.B. Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche.

setzten Biomasse). Die extrahierte Biomasse kann entweder entwässert und energetisch verwertet werden oder einer weiteren etablierten stofflichen Verwertung (im Falle von Rinde z.B. für die Herstellung von Mulch) zugeführt werden.

Aus dem Extraktionsprozess bleiben neben Wasser keine zusätzlichen Stoffe in der extrahierten Biomasse zurück. Bei Kopplung der Extraktionsanlage mit einer auf Biomasse basierenden Energieerzeugung werden ausschliesslich biobasierte Ressourcen für die Erzeugung des Rohextraktes eingesetzt. Das zur Extraktion benötigte Wasser kann nach Rückgewinnung wieder für neue Extraktionsprozesse eingesetzt werden.

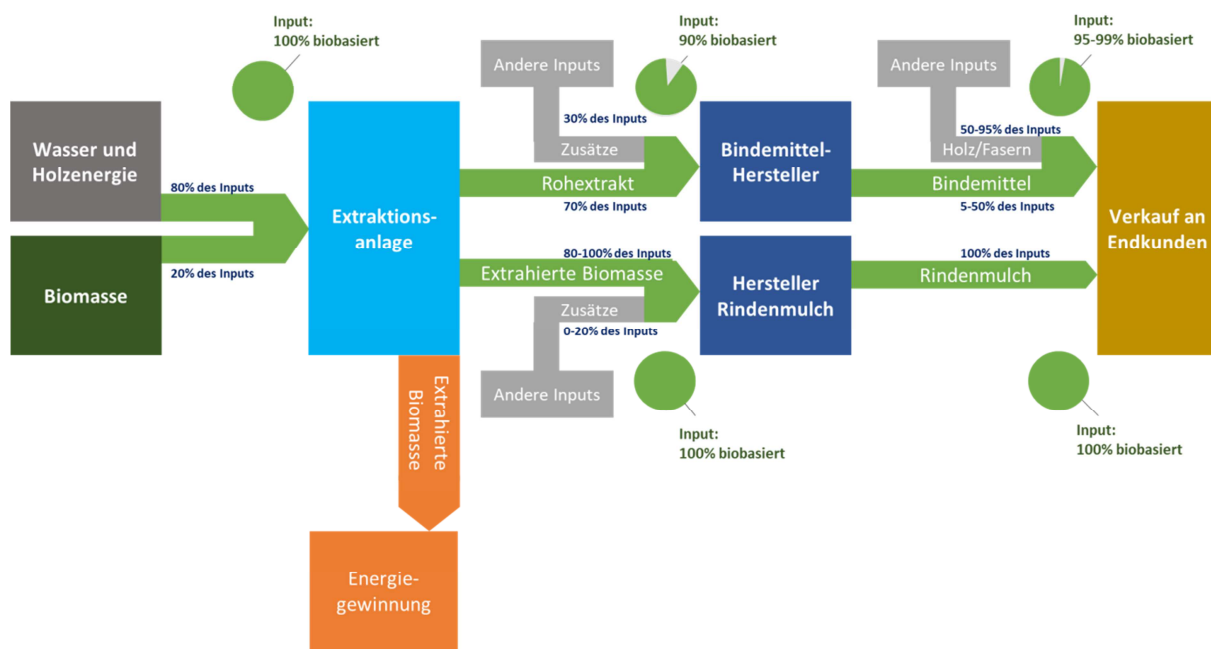


Abbildung 15: Vereinfachtes Prozessdiagramm „Bindemittel“ (Darstellung IC Infraconsult auf Basis Angaben BFH)

Produkte Prozess „Bindemittel“

Der Rohextrakt kann im Weiteren zu unterschiedlichen Bindemittelprodukten weiterverarbeitet werden. Dabei sind insbesondere Formulierungen von temperaturohärthenden oder reaktiven duroplastischen Systemen herstellbar, die z.B. für die Erzeugung von Holzwerkstoffen, Faserverbundwerkstoffen bis hin zu vielfältigen Composite-Materials eingesetzt werden können. Dabei besteht die Möglichkeit, Bindemittel mit einem Bindemittelanteil von 80-100% zu erzeugen, die ohne Formaldehyd auskommen, einen hohen Brandwiderstand besitzen und eine hohe Feuchtebeständigkeit aufweisen. Je nach Endprodukt und eingesetzten Faser- bzw. Partikelrohstoff lassen sich Endprodukte mit nahezu 100% biobasierten Ressourcen erzeugen.

Prozess „Antibakterielle Produkte“

Abbildung 16 zeigt den Prozess für antibakterielle Produkte in einer vereinfachten Form. Identisch mit dem vorangegangenen Prozessschema wird hier das Rohextrakt mit Hilfe einer Heisswasserextraktion gewonnen. Auch hier kann die extrahierte Biomasse entweder stofflich weiterverwertet oder energetisch entsorgt werden (abgebildet). Der Rohextrakt wird anschliessend auf Basis der vielfältigen bioaktiven Eigenschaften der Inhaltsstoffe, insbesondere aufgrund der antibakteriellen und bakteriostatischen Eigenschaften

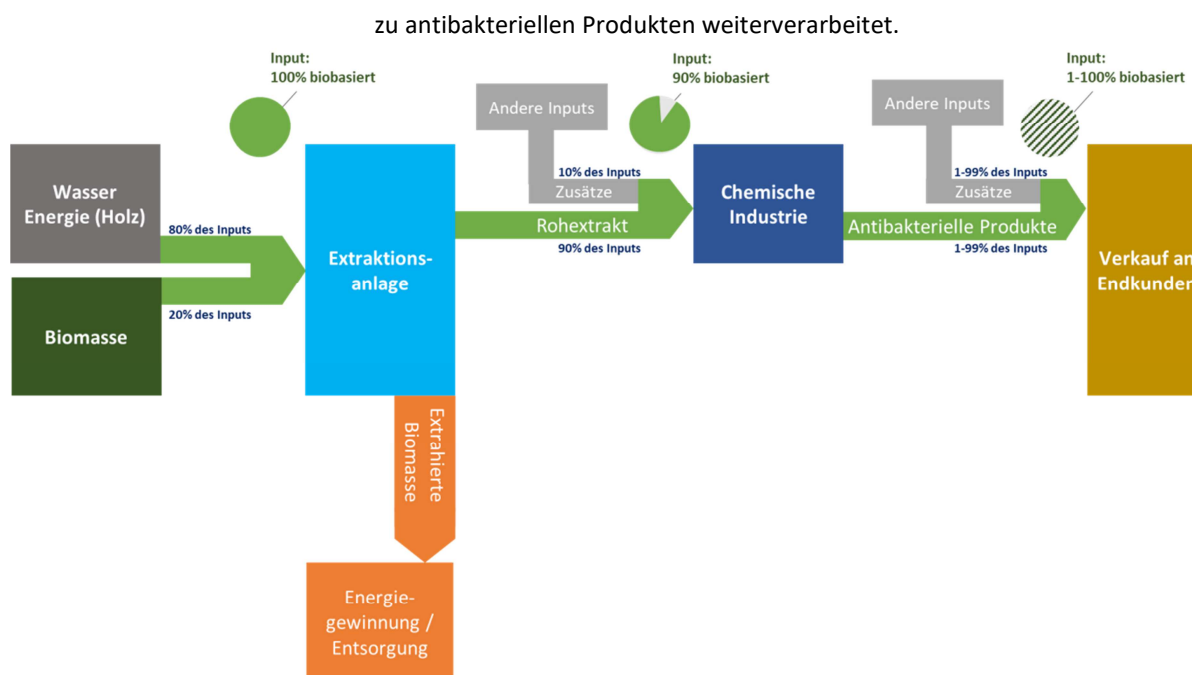


Abbildung 16: Vereinfachtes Prozessdiagramm „antibakterielle Produkte“ (Darstellung IC Infraconsult auf Basis Angaben BFH)

Produkte Prozess „Antibakterielle Produkte“

Die Bandbreite der hierbei möglichen Einsatzgebiete ist gross. Einsatzgebiete in der Tierzucht beinhalten Futtermitteladditive und oberflächenwirksame Produkte zur Bakterienkontrolle. Im Baustoffbereich können die extraktbasierten antibakteriellen Produkte zum Ersatz herkömmlicher synthetischer Bakterizide eingesetzt werden. Auch im Bereich Kunststoffe und Consumer goods besteht ein grosses Anwendungspotential zur Substitution der hier eingesetzten Bakteriostatika. Der Anteil biobasierter Ressourcen am Endprodukt ist hier in erster Linie von der Art des eigentlichen Endproduktes abhängig, da die extraktbasierten antibakteriellen Produkte lediglich als Additive zugesetzt werden.

Grosse Mengen von Rohstoffen liegen in der Schweiz vor

Sekundäre pflanzliche Inhaltsstoffe (sog. Extraktstoffe) können in einer Vielzahl von Applikationen ölbasierte Grundstoffe oder Wirkstoffe ersetzen. Dazu gehören unter anderem Anwendungen in den Bereichen Bindemittel, Dispergierhilfsmittel, Flammenschutzmittel, Antioxidantien, Biopestizide, Fungizide und Bakteriostatika.

Mögliche Rohstoffe für die Extraktion und Gewinnung geeigneter Inhaltsstoffe liegen in der Schweiz in grossen Mengen vor. Bei der Holzernte im Jahr 2017 fielen in der Schweiz circa 506'300 Fm<sup>39</sup> Industrieholz, 1'801'000 Fm Energieholz und circa 357'000 m<sup>3</sup> Rinde sowie zusätzliche circa 695'600 m<sup>3</sup> Restholz in Sägereien an. Diese Sortimente kommen grundsätzlich für eine Extraktion in Frage. Von Bedeutung sind insbesondere die phenolischen Verbindungen, welche mittels Heisswasserextraktion gewonnen werden können. Zu den besonders interessanten Biomasse-Sortimenten zählen Rinden aller

<sup>39</sup> Die Abkürzung Fm steht für „Festmeter“. Der Festmeter (Fm) ist das Holz, das nach der Holzernte tatsächlich verkauft werden kann. Der Erntefestmeter fällt im Vergleich mit dem Vorratsfestmeter etwas geringer aus, da Teile des Holzes nach der Ernte im Wald verbleiben.



	Baumarten sowie Holz von Eiche, Kastanie, Waldkiefer, Lärche und Arve.
Mögliches Geschäftsmodell für eine Extraktionsanlage	Ein mögliches Geschäftsmodell für eine Extraktionsanlage umfasst die Nutzung der in Sägewerken anfallenden Rinde durch Extraktion der Inhaltsstoffe bevor die Rinde wie bislang auch für den Gartenbau oder zur Energieerzeugung weiterverwendet werden kann. Grundsätzlich gilt für ein solches Geschäftsmodell, dass eine Extraktion von Holzinhaltsstoffen ein zusätzlicher Schritt in etablierten Wertschöpfungsketten darstellen kann und keine Konkurrenzsituation mit etablierten Prozessen entstehen muss. Vielmehr stellt die Extraktion die Möglichkeit einer zusätzlichen Wertschöpfung dar.
Möglicher Prozess für eine Extraktionsanlage	Die gezielte Gewinnung holz- oder rindenbasierter Extrakte könnte im industriellen Massstab sinnvoll über eine optimierte Heisswasserextraktion erfolgen. Hierbei werden alle wasserlöslichen Verbindungen (insbesondere Tannine und weitere phenolische Verbindungen, aber auch Zuckerverbindungen) weitgehend aus der zu extrahierenden Biomasse herausgelöst. In der Regel wird das Ausgangsmaterial mit Hilfe von Mühlen zu Partikeln mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 1-4 mm zermahlen und anschliessend in Extraktionsgefässe («Extrakteure») gefüllt. Üblicherweise wird mit einem Flottenverhältnis von 5:1 und höher gearbeitet und die Partikel während einer Extraktionsdauer von 30 - 60 min bei Temperaturen von 60 - 90°C mittels Heisswasser extrahiert. Das Extrakt besitzt nach der Extraktion einen Feststoffgehalt von 1-5 %, wird anschliessend durch einen Filtrationschritt von den Partikeln getrennt und mit Hilfe von Verdampfern auf einen Feststoffgehalt von 20-30 % eingeeengt und in dieser Form im Endprodukt eingesetzt, oder weiter zu wasserfreiem Pulver mittels Sprüh- oder Vakuumtrocknung verarbeitet.
Herausforderungen	<p>Für die weitere Entwicklung optimierter Extraktionsprozesse und von Anwendungen der Extrakte bis hin zur Industriereife bedarf es neuer Pilotanlageninfrastruktur, die Extrakte aus Schweizer Holz in ausreichender Menge, unter geeigneten Prozessbedingungen und unter Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Konversionsschritte erzeugen kann.</p> <p>Die neu erstellte Pilotextraktionsanlage an der Berner Fachhochschule in Biel schliesst diese Lücke und soll einen entscheidenden Beitrag für die Absenkung der bestehenden Hürden auf dem Weg zu einer grossmassstäblichen Umsetzung von Extraktionsprozessen leisten können.</p>

### 5.3.3 CASE 2: BLOOM BIORENEWABLES



Bloom Biorenewables Ltd. hat die weltweit erste Methode entwickelt, um die wichtigsten Biomassefraktionen - Zellulose, Hemizellulose und Lignin - zu trennen und effizient in Feinchemikalien umzuwandeln. Die Feinchemikalien können mit dieser Methode fast vollständig nachhaltig hergestellt werden. Diese Moleküle werden als nachhaltige Alternative an die petrochemische Industrie verkauft.

#### Herstellungsprozess

Nachfolgende Grafik zeigt die Prozesse vom Rohstoff zu den Endprodukten auf. Als Rohstoff werden Holzspäne verwendet. Das Holz wird vorbehandelt (pre-treatment) und aufgetrennt in Zellulose und Lignin. Diese Zwischenprodukte werden in weiteren Prozessschritten weiter aufgetrennt, gewaschen, getrocknet und konzentriert. Als Endprodukte werden nachhaltige Zellulose, Lignin und C5 Zucker verkauft (mehr zu den Produkten im nächsten Abschnitt).

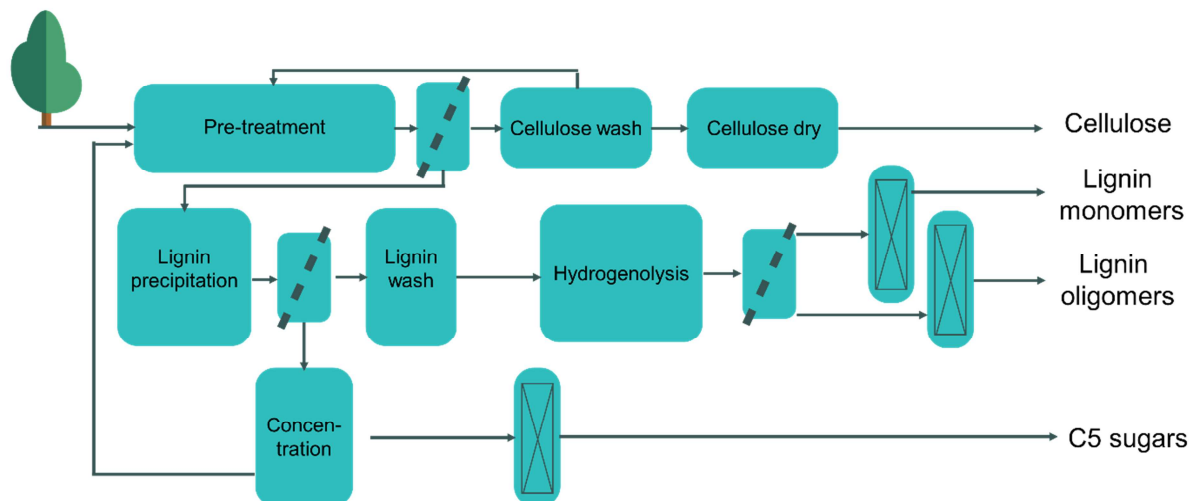


Abbildung 17: Vereinfachte Darstellung Herstellungsprozesse Bloom (Quelle: Bloom Biorenewables)

#### Produkte

- **Zellulose für Textilfasern (Dissolving Pulp):** Bloom produziert eine äusserst wettbewerbsfähige Zellulosefaser. Im Markt für Fasern ist eine Trendwende feststellbar, die zu einem starken Wachstum des Weltmarkts führt. Es wird erwartet, dass der Weltmarkt für künstliche Zellulosefasern ein durchschnittliches Wachstum von 4.8% aufweisen wird und bis 2024 ein Volumen von rund 14.5 Mia. Euro erreicht.
- **Lignin-Monomere für Duftstoffe:** Bloom stellt hochwertiges Lignin her, das in eine Vielzahl von aromatischen Chemikalien umgewandelt werden kann. Der Prozess ermöglicht eine neue Palette von Inhaltsstoffen, die bis zu 100% aus erneuerbaren Ressourcen hergestellt werden – dies mit vergleichsweise kurzen Synthesewegen. Die ersten Inhaltsstoffe sind erst der Anfang einer langen Reise: Bloom identifizierte über 70 potenzielle Moleküle, die in nur sechs Syntheseschritten aus den Lignin-Bausteinen hergestellt werden können. Dies öffnet Tür und Tor für unzählige neue, nachhaltige Riechstoffe.

- **Lignin-Oligomere für Pharmazeutika, Nutrazeutika, Verbundwerkstoffe<sup>40</sup> und Druckfarben:** Die oligomeren Ligninderivate von Bloom haben eine ganze Reihe von Anwendungsmöglichkeiten. Mit ihrer Bioaktivität können die Produkte als Pharmazeutika oder Nutrazeutika verwendet werden. Werden die neu entwickelten Chemikalien polymerisiert, zeigen diese nachhaltig hergestellten Produkte zudem eine ausgezeichnete Leistung in Verbundwerkstoffen und Druckfarben.
- **C5-Zucker für PET-ähnliche Kunststoffe:** Mit der Einführung eines neuen Polyesters, das zu 100% biobasiert, biologisch abbaubar und recycelt ist und in einem Prozessschritt direkt aus der Biomasse hergestellt wird, erwartet Bloom die Förderung einer neuen Generation von Biokunststoffmaterialien mit vielen Anwendungsmöglichkeiten.

Verwendung lokaler, nachhaltiger Ressourcen

Bloom Biorenewables kann grundsätzlich jede Art von Biomasse in Chemikalien umwandeln. Für die Schweiz ist dies von Bedeutung, weil es in der Schweiz eine beträchtliche Waldfläche gibt. Bloom kann zudem als Rohstoff auch Hartholz – eine in der Schweiz bisher wenig genutzte Holzart – für die Produktion verwenden.

Schliesslich zwingt die zunehmende Bedeutung der lokalen Beschaffung und die angestrebte Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen die Unternehmen neue Lösungen zu finden, die den Materialtransport reduzieren und nachhaltige Ressourcen verwenden. Die Umwandlung lokaler Forstressourcen bietet eine attraktive Lösung für dieses Problem.

Herausforderungen

Bloom hat als Startup die chemischen Prozesse im kleinen Massstab entwickelt und optimiert. Die Prozesse müssen schrittweise hochskaliert werden, um die notwendigen Produktmengen für die Grossindustrie zu erreichen. Mögliche Risiken wurden eruiert und Strategien zu deren Minimierung ausgearbeitet:

- **Die Investitions- und Produktionskosten sind höher als erwartet (geringes Risiko):** Die techno-ökonomische Analyse der Märkte wird laufend aktualisiert. Strategien zur Senkung der Betriebskosten werden im Hochskalierungsprozess erarbeitet und umgesetzt.
- **Mangelnde Investitionen für die Industrialisierung der Prozesse (mittleres Risiko):** Bloom ist zuversichtlich, dass die Investoren genügend motiviert sind in die Technologie zu investieren, wenn die Demonstrationsanlage die Erwartungen erfüllt.
- **Die Effektivität des Prozesses wird durch instabile Katalysatoren verschlechtert (geringes Risiko):** Die Entwicklung von robusteren Katalysatoren soll die Prozesslebensdauer verlängern – andernfalls müssen die Katalysatoren häufiger ausgetauscht werden.
- **Produkt stellt Kunden nicht zufrieden (geringes Risiko):** Preis, Qualität und Menge der Produkte werden im Voraus mit den Kunden vereinbart. Der Kunde wird eng begleitet und laufend informiert, um eine Abweichung von den Erwartungen so gering wie möglich zu halten.

<sup>40</sup> Ein Verbundwerkstoff oder Kompositwerkstoff (kurz Komposit, englisch composite [material]) ist ein Werkstoff aus zwei oder mehr verbundenen Materialien, der andere Werkstoffeigenschaften besitzt als seine einzelnen Komponenten. Hier angewandt in der pharmazeutischen Produktion.

- **Ölpreis (mittleres Risiko):** Das Risiko ist zugleich eine Chance: Die hohe Volatilität des Ölpreises ist mit ein Grund dafür, dass potenzielle Kunden preislich zuverlässigere Substitute für die Produktion suchen.

### 5.3.4 CASE 3: WEIDMANN FIBER TECHNOLOGY

## WEIDMANN

Der Unternehmensbereich Weidmann Electrical Technology entwickelt und fertigt Hochspannungsisolationsmaterial, Isolationskomponenten und -systeme. Diese Materialien werden z.B. am Standort Rapperswil/SG ausschliesslich auf der Basis von Holz- und Pflanzenfasern, hergestellt. Jährlich werden so in der Schweiz ca. 16'000 t Zellstoff verarbeitet.

Zelluloseherstellung aus 100%  
nachwachsendem Rohstoff

Weidmann Fiber Technology ist ein neu gegründeter Unternehmensbereich der Weidmann Electrical Technology AG mit Sitz in Rapperswil/SG. Der Bereich wurde 2016 gegründet und beschäftigt sich mit der Produktion und Anwendung von mikrofibrillierter Cellulose (MFC). Seit der Gründung wurden am Standort Rapperswil 10 neue Arbeitsplätze geschaffen.

MFC wird zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz oder Einjahrespflanzen ohne Zusatz von chemischen Hilfsmitteln erzeugt. Anwendung finden die Produkte in Märkten wie z.B. der Papier-, Kosmetik-, Bau- oder Lebensmittelindustrie.

Herstellungsprozess

Für die Herstellung von MFC ist lediglich Zellstoff und Wasser notwendig. Durch mechanische Zerkleinerungsprozesse werden die Strukturen der Pflanzenfasern voneinander getrennt. Somit entstehen Produkte mit einer sehr hohen spezifischen Oberfläche. Die Kunden von Fiber Technology können durch den Einsatz der Produkte z.B. synthetische Polymere ersetzen, die Effizienz ihrer Prozesse steigern oder die Produkteigenschaften optimieren. So kann z.B. die Festigkeit von Papier erhöht werden. Dadurch ist es möglich, mit einem leichteren Papier die gleichen Anforderungen zu erfüllen.

Herausforderungen

Ziel des Unternehmens ist es, in den kommenden Jahren die Kapazität am Standort Rapperswil von derzeit 150 t/a auf 1'000 t/a zu steigern. Dieses Ziel ist ambitioniert, da die Erfahrung der letzten Jahre zeigt, dass nicht nur das Angebot eines nachhaltigen Produktes im Fokus stehen darf, sondern insbesondere die Entwicklung der Anwendung mit und beim Kunden eine entscheidende Rolle spielt. Für ein junges Unternehmen ist es jedoch von existenzieller Notwendigkeit, erfolgreiche Anwendungen in der Industrie umsetzen zu können. Dabei spielen nicht nur (kapitalkräftige) Mitbewerber eine Rolle, sondern auch die seit Jahrzehnten im Markt etablierten Produkte, welche es zu substituieren gilt. Erschwerend kommt hinzu, dass im Vergleich zum europäischen Ausland, mit direkten finanziellen Zuschüssen an Unternehmen, die indirekte schweizerische Industrieförderstrategie den Wettbewerb zunehmend verzerrt.

### 5.3.5 HERAUSFORDERUNGEN BEI DER MARKTDURCHSETZUNG

#### Einleitung

Obschon viele Forschungsprojekte und private Initiativen zur Weiterentwicklung der biobasierten Wirtschaft bestehen, scheinen sich insbesondere „neue biobasierte Produkte“ eher langsam im Markt durchzusetzen.

IC Infraconsult führte im Zusammenhang mit den Case Studies explorative Interviews mit Firmenvertretern und Forschern durch, um Hinweise für mögliche Herausforderungen und Hindernisse von biobasierten chemischen Produkten zu ermitteln. Hierzu ist anzumerken, dass die Gespräche mit Vertretungen aus den drei Case-Studies sicherlich keine allgemeinen Schlüsse auf die Gegebenheiten im Markt zulassen – insbesondere auch, weil die Case-Studies nur eine einzelne Branche der Bioökonomie betreffen. Trotzdem wurden gemeinsame Herausforderungen festgestellt, die bei allen Stakeholdern auftreten. Die Wichtigsten fassen wir nachfolgend in fünf Punkten zusammen.

#### Internationale Betrachtung zentral

Stakeholder aus Forschung und Unternehmen weisen stark darauf hin, dass eine isolierte Betrachtung der biobasierten Wirtschaft bezüglich Ressourcen und Produktion in der Schweiz zu kurz tritt. Wenn ein biobasiertes Produkt auf dem internationalen Markt bestehen will, dann müssen Preise und Produktionsmengen globaler Skala betrachtet werden. Dies bedingt die Nutzung von importierten Ressourcen oder Produktionsstätten im Ausland. Die Produktion in der Schweiz rechnet sich wirtschaftlich immer weniger, was dazu führt, dass immer mehr Produktionsstätten ins Ausland verlegt werden.

#### Markt orientiert sich immer mehr international und EU-zentriert

Momentan bleiben Forschungs- und Entwicklungsabteilungen oft noch in der Schweiz. Im Bezug zur biobasierten Wirtschaft ist jedoch eine stark wachsende Orientierung an Europa festzustellen: Europäische Förderprogramme sind vorhanden. In den letzten Jahren sind in der EU ganze Forschungsinstitute zum Thema der biobasierten Chemie aufgebaut worden. Es bestehen Demonstrationsanlagen mit Zugang zu öffentlicher Mitfinanzierung in Public Private Partnerships. Für die Schweiz besteht die Gefahr, dass erfolgreiche Forschungsprojekte im Labormassstab für die Weiterentwicklung auf industrielle Skalen ins Ausland abwandern, weil dort die Anschubfinanzierung und Forschungsunterstützung einfacher zugänglich ist.

#### Schliessen von technologischen Lücken bedingt Anlagenfinanzierung

Für die Weiterentwicklung von erfolgreichen Forschungsprojekten im Labormassstab braucht es insbesondere Pilot- und Demonstrationsanlagen, um die Prozesse auf den industriellen Massstab hoch zu skalieren. Erst wenn die Konkurrenzfähigkeit von Produkten auf dem industriellen Massstab nachgewiesen ist, sind grössere private Investitionen in eine neue Technologie in der Schweiz zu erwarten.

#### Marktwirtschaftliche Nachteile gegenüber ölbasierter Konkurrenz

Der Verkauf von Erdöl als Ausgangsstoff für Produkte der Chemische Industrie stellt ein weiteres zentrales Problem dar: Alternativen – z. B. Holzbasierte Chemikalien – haben einen enormen marktwirtschaftlichen Nachteil: Die Rohstoffgewinnung und -aufbereitung ist massiv teurer als beim „Konkur-

renzprodukt“ Erdöl. Erdöl ist als Rohstoff fast gratis<sup>41</sup> und hat aufgrund der chemischen Struktur oft auch Vorteile bei den Verarbeitungsprozessen. Auch sind die Prozesse aufgrund der langjährigen Erfahrungen und sehr grosser Skalierung im Gegensatz zu neuen Alternativen stark optimiert. Dies führt dazu, dass teilweise bereits der Input für die Herstellung von biobasierten Chemikalien teurer ist, als bei ölbasierten Chemikalien das Endprodukt. Mögliche Lösungen für dieses Problem sind klassische politische Eingriffe via Lenkungsabgaben auf Erdölbasierte Produkte oder Subventionen für biobasierte Produkte. Alternative Massnahmen mit weniger direktem Markteingriff könnten auch Massnahmen sein, die eine Preisprämie auf biobasierte Produkte begründen – wie z.B. ein Label mit Mindestanforderungen.

Vermarktung beim Endkunden erschwert

Die biobasierten Produkte haben aufgrund der langen Produktionsprozesse zusätzlich einen schwierigen Stand hinsichtlich der Vermarktung beim Endkunden: Vom Rohstoff bis zum Endprodukt sind oft viele Veredelungsschritte durch diverse Firmen nötig. Der Endkunde und die Endkundin haben häufig keine Möglichkeit, die genaue Zusammensetzung oder die Herkunft der Rohstoffe eines Produkts nachzuverfolgen.

Weitere Herausforderungen

Nebst diesen fünf Hauptthemen gibt es diverse andere Herausforderungen, die von einzelnen Stakeholdern im Zusammenhang mit biobasierten Chemikalien erwähnt wurden. Auf die Erwähnung von Einzelmeldungen wird in diesem Bericht verzichtet. Zudem wurden in den vorliegenden Case-Studies nur einzelne Firmen der Branche „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ behandelt. Für eine umfassende Analyse von Marktpotenzialen oder möglichen Massnahmen zur Förderung der biobasierten Wirtschaft sind weitere Studien notwendig, die tiefer ins Detail gehen und spezifische Fragestellungen zu allen Branchen umfassen.

<sup>41</sup> Im Ersten Quartal 2020 kostete ein Barrel West Texas Intermediate (WTI) im Durchschnitt rund 46 Dollar. Am 20. April 2020, zur Zeit der Corona-Krise, fiel der Preis für amerikanisches Öl (WTI) sogar ins Negative (vgl. Ölpreis von West Texas Intermediate bis 2020; Veröffentlichung von M. Hohmann, 24.04.2020)

## 6. NETZWERK BIOÖKONOMIE SCHWEIZ

### Einleitung

Dieses Kapitel soll einen Überblick geben über das bereits initiierte „Netzwerk Bioökonomie Schweiz“. Bereits heute bestehen viele Initiativen und Kompetenzzentren mit Bezug zur Bioökonomie: von Firmen, von Hochschulen, von nationalen und internationalen Vereinen / Verbänden und von Seiten der Verwaltung.

Das Erstellen einer vollständigen Liste aller Kompetenzen und Initiativen ist kaum möglich, da viele (teilweise vertrauliche) Initiativen nicht bekannt sind. Wir beschreiben in diesem Kapitel uns bereits bekannte Akteure, die in der aktuellen Projektphase aktiv mitgewirkt haben. Ziel ist, das Netzwerk im Verlauf der weiteren Bearbeitung des Projekts auszubauen und möglichst alle Akteure einzubinden (vgl. dazu Bericht III, Roadmap Bioökonomie Schweiz: Trägerschaft/Finanzierung, Governance, Kommunikation, Projektmanagement).

### 6.1 HOCHSCHULEN UND FACHHOCHSCHULEN

#### Suchcat

Mit dem Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) «Suchcat» sollen wissenschaftliche und technologische Grundlagen geschaffen werden, um chemische Prozesse und Produkte, aber auch die chemische Industrie als Ganzes, nachhaltiger, ressourceneffizienter und CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten. Mittels neuartiger katalytischer Prozesse will der NFS «Suchcat» innovative chemische Wertschöpfungsketten entwickeln. Der NFS wird zur Herstellung chemischer Produkte aus reichlich vorhandenen und erneuerbaren Rohstoffen und zur Etablierung der sogenannten nachhaltigen Chemie beitragen. Für dieses interdisziplinäre Vorhaben vereint der NFS Forschungsgruppen aus den Bereichen der Chemie sowie den Material-, Ingenieur- und Computerwissenschaften. Involvierte Akteure:

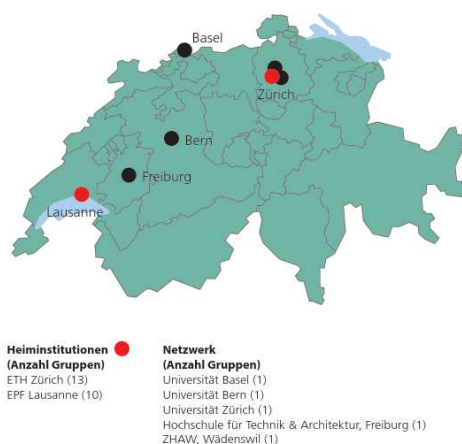


Abbildung 18: Involvierte Akteure Suchcat (Weitere Informationen: [www.suchcat.ch](http://www.suchcat.ch))

## SCCER BIOSWEET

Im Rahmen des Aktionsplanes «Koordinierte Energieforschung Schweiz» steuert und finanziert Innosuisse gemeinsam mit dem Schweizerischen Nationalfonds SNF und dem Bundesamt für Energie BFE den Aufbau und Betrieb von interuniversitär vernetzten Forschungskompetenzzentren, den Swiss Competence Centers for Energy Research (SCCER). Das SCCER BIOSWEET entwickelt und implementiert Technologien zur Verwertung von Biomasse, um die Ziele der Energiestrategie 2050 zu ermöglichen. Für 2050 sieht das SCCER BIOSWEET einen Beitrag von 100 Petajoule aus Bioenergie zum Endenergieverbrauch vor. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, muss der derzeitige Energieverbrauch aus Biomasse verdoppelt werden. Darauf sind die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des SCCER BIOSWEET ausgerichtet.

Involvierte Akteure:



Abbildung 19: Involvierte Akteure SCCER Biosweet (Weitere Informationen: <https://www.sccer-biosweet.ch/de/portrait/>)

## Projekt BIOMAT

Das Projekt BIOMAT «Integrated Bio-based Materials Value Chains» wird von Prof. Dr. Selçuk Yildirim der ZHAW geleitet. Ziel des Projektes ist die Entwicklung von nachhaltigen biobasierten Materialien und mit diesen fossilbasierte Pendanten zu ersetzen. Dabei sollen Biomaterialien aus Nebenprodukten der Agrar- und Lebensmittelindustrie hergestellt werden.

## Aufbau eines Industrie-Konsortiums

Ein weiteres Projekt von Prof. Dr. Selçuk Yildirim der ZHAW beschäftigt sich mit dem Aufbau eines Industrie-Konsortiums. Dieses soll die Lebensmittelverluste in der verarbeitenden Lebensmittelindustrie reduzieren. Ziel des Projekts ist die Analyse, welche vermeidbaren Lebensmittelabfälle in der verarbeitenden Industrie in relevanten Mengen anfallen und wie diese mittels innovativer Prozesslösungen verringert werden können. Bei unvermeidbaren Abfällen soll eruiert werden, welche Inhaltsstoffe durch geeignete Weiterverarbeitung der Lebensmittel- oder Verpackungskette zurückgeführt werden können.



## Initiative in der Aus- und Weiterbildung

Sind Entwicklungen derart umfassend und weitreichend wie die Bioökonomie, sind auch neue Aus- und Weiterbildungsangebote für Wirtschaft und öffentliche Hand notwendig. Vor diesem Hintergrund lanciert die Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau einen neuen Master of Advanced Studies („MAS in BioÖkonomie“).

Bioökonomie ist vielschichtig, komplex und kann ihre Wirkung nur im interdisziplinären Zusammenspiel aller Akteure entwickeln. Das neue Weiterbildungsangebot hat als Hauptziel die gesamte Wertschöpfungs-, Prozess- und Stoffkette von der Bereitstellung (Wald, Landwirtschaft), Transformation der Biomasse (Faser- und Zellstoffchemie) über die Innovation und Entwicklung (EcoDesign) neuer biobasierten Stoffe und Produkte bis hin zur Entsorgung als Kreislaufwirtschaft zu verstehen und zu vermitteln.

Angesprochen sind Berufstätige, welche biobasierte Produkte im Sinne der Kreislaufwirtschaft interdisziplinär und visionär verstehen und in ihrem Einflussbereich verantwortungsvoll implementieren und umsetzen wollen. Der „MAS in BioÖkonomie“ sollte vernetzend wirken.

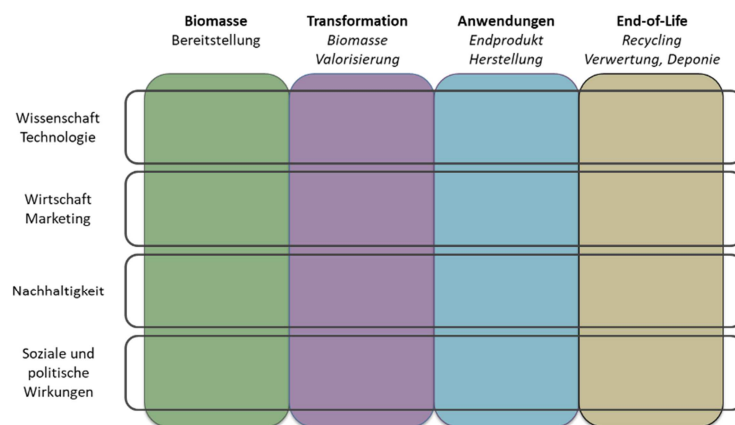


Abbildung 20: Schema Studiengang BFH: Master of Advanced Studies MAS in BioÖkonomie (Quelle: BFH)

## 6.2 INITIATIVEN

### Nur wenige Aktivitäten sind öffentlich bekannt

Initiativen der Privatwirtschaft mit Bezug zur Bioökonomie gibt es viele. Es ist möglich, dass Forschungs- und Entwicklungsinitiativen der Privatwirtschaft in Arbeit sind, die uns nicht bekannt sind oder aus unternehmensstrategischen Gründen nicht öffentlich kommuniziert werden.<sup>42</sup> Zu privaten Initiativen bestehen daher nur wenige Beispiele, die wir kurz erwähnen.

### Pilot- und Demonstrationsanlagen

Kommerzielle Pilot- und Demonstrationsanlagen im Sinne von Bioproduktwerken oder anderen biobasierten Raffinerien gibt es in der Schweiz noch

<sup>42</sup> Wir denken insbesondere auch an die hybriden Branchen „Chemie, Pharma, Biotech, Foodscience, Detailhandel, Bioenergie und die Textilindustrie.“

(Bioproduktewerke)	nicht – beziehungsweise nicht mehr <sup>43</sup> . Der Schlussbericht zum NFP 66 „Resource Holz“ <sup>44</sup> nennt Bestrebungen der Privatwirtschaft zur Errichtung solcher Anlagen, teilweise in Zusammenarbeit mit Hochschulen oder Forschungsinstituten. In der Zwischenzeit sind einzelne Projekte einen Schritt weiter: Beispielsweise sind die Projekte zur Erstellung einer Extraktionsanlage an der BFH Biel sowie die Entwicklung von Weidmann Fiber Technologies und Bloom Biorenewables einen Schritt weiter (vgl. dazu die Case-Studies in Kapitel 5.3). Einzelne Projekte werden zudem auch im Rahmen des P&D-Programms des BFE mitfinanziert, wenn die Anforderungen dazu erfüllt sind (z.B. Pilotanlage zur katalytischen hydrothermalen Vergasung nasser Biomasse, HTC Innovationscampus Rheinmühle - Pilotanlage zur Hydrothermalen Karbonisierung).
Schweizer Koordinationsausschuss für Biotechnologie SKB	Der SKB ist eine Dachorganisation führender Biotechnologie-Organisationen der Schweiz und setzt sich für die Entwicklung eines nach-haltigen Biotechnologiesektors in der Schweiz ein. Zu diesem Zweck initiiert und koordiniert der SKB die folgenden Aktivitäten in Forschung, Entwicklung und Innovation, Public Relations und Networking: (1) Monitoring der Forschung und Entwicklung auf nationaler und internationalem Level und Erstellen von Empfehlungen an Akademie, Industrie und Behördenorganisationen. Dadurch erbringt SKB Beiträge zum wissenschaftlichen Agenda-Setting in der Biotechnologie; (2) Kommunikation, auf einem nationalen und internationalen Level, der Benefits der Biotechnologie für die Gesellschaft und dadurch Stärkung der wissenschaftsbasierten öffentlichen Wahrnehmung der Biotechnologie; (3) Förderung der Kontakte und gemeinsamer Interessen mit Partner- Organisationen, sowohl national als auch international. Dabei ist die Bioökonomie von grosser Bedeutung.
Biotech-Industrie	In der Biotech Industrie der Schweiz gibt es zahlreiche gute Beispiele die aufzeigen, dass Firmen im Sinne des Umweltschutzes, der Steigerung der Bioökonomie, des Schutzes der natürlichen Ressourcen oder der effizienten Nutzung von Energieressourcen Projekte in eigener Initiative umgesetzt haben. <sup>45</sup>

## 6.3 INTERNATIONALE VERNETZUNG

Globale Vernetzung Bioökonomie Schweiz	Sowohl die Schweizer Hochschulen als auch die Industrie sind im Zusammenhang mit Forschungs- und Entwicklungsprojekten international gut vernetzt.
---	--

<sup>43</sup> Bis 2008 bestand noch eine Produktionsanlage von Attisholz/Borregaard, die 2008 stillgelegt wurde.

<sup>44</sup> Vgl. Studer, M. und D. Poldervaart (2017); Neue Wege zur Holzbasierten Bioraffinerie, Thematische Synthese im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 66 „Ressource Holz“, Schweizerischer Nationalfonds SNF, Bern.

<sup>45</sup> Unter anderen sind uns z.B. Projekte von Debiopharm, Helsinn, oder CSL Behring bekannt.

Biobased Industries Joint Undertaking (BBI-JU)	Auch wenn der Begriff der "Bioökonomie" in der Schweiz noch wenig bekannt ist, beteiligen sich schon mehrere Partner aus der Schweiz an gemeinsamen Bioökonomie-Forschungsprojekten im Rahmen des Biobased Industries Joint Undertaking (BBI-JU). Von den aktuell 101 BBI-JU Projekten haben 18 Projekte laut der BBI-JU project database auch beteiligte Partner aus der Schweiz. Darunter sind auch namhafte Mitglieder von scienceindustries aus der chemischen Industrie.
IEA Bioenergy TCP	IEA Bioenergy wurde im Jahr 1978 von der internationalen Energieagentur (IEA) mit dem Ziel gegründet, eine internationale Informations- und Kooperationsplattform für Länder mit nationalen Bioenergieforschungs- und entwicklungsprogrammen zu bieten. Aktuell sind 25 Länder (über alle Kontinente verteilt) und die Europäische Kommission Mitglieder in IEA Bioenergy. In insgesamt 11 sog. Tasks (Arbeitsgruppen) wird die ganze Bioenergie-wertschöpfungskette bezüglich technischen, ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten betrachtet. Das BFE vertritt die Schweiz im Executive Committee und koordiniert den jeweiligen Schweizer Einsatz in die verschiedenen für die Schweiz relevanten Tasks.
Swiss Member of the Bio-based Industries State Representative Group (BBI-JU SRG)	Das „Bio-based Industries Joint Undertaking“ (BBI JU) ist eine öffentlich-private Partnerschaft zwischen der EU und einem Konsortium der biobasierten Industrie. Das EU-Gremium investiert im Rahmen von Horizon 2020 in biobasierte Innovationsprojekte mit dem Ziel in Europa eine starke biobasierte Industrie aufzubauen und die Abhängigkeit von fossilen Ressourcen zu reduzieren. Diverse der durch das BBI JU mitfinanzierten Projekte haben eine Schweizer Beteiligung. Die Schweiz hat Einsitz im beratenden Gremium der Staatenvertreter, das Informationen prüft und Stellungnahmen verfasst.

## 6.4 LEUCHTTURMPROJEKTE BIOÖKONOMIE

Drei Leuchtturmprojekte in der Schweiz	Im Verlauf der Erarbeitung des Projekts Bioökonomie Schweiz wurden drei Leuchtturmprojekte bestimmt mit einem hohen Technologiereifegrad, die Einblicke in mögliche Anwendungen von biobasierten Materialien und Produkten aufzeigen. Die Leuchtturmprojekte sind in Kapitel 5.3 bei den Case-Studies zur biobasierten Wirtschaft genauer erläutert. Für jeden Leuchtturm ist ein Factsheet erstellt worden mit zentralen Informationen, die für die weiteren Arbeiten als Kommunikationsmittel verfügbar sind (vgl. Anhang).
Berner Fachhochschule	Mit der Pilotanlage und weiteren Infrastrukturen an der Berner Fachhochschule können erstmalig Extrakte aus heimischer Biomasse in ausreichender Menge und Qualität erzeugt werden um Applikationen mit hohem Technologiereifegrad zu erhalten.
Bloom Biorenewables	Um Erdölprodukte mit einer hohen Wertschöpfung mit biobasierten Inputstoffen ersetzen zu können, hat sich die Firma Bloom Biorenewables Ltd. auf die Extraktion von Lignin spezialisiert. Mit ihrem Verfahren liefert sie einen wichtigen Beitrag zur biobasierten Industrie und damit zur Schweizer Bioökonomie.



**Weidmann Fiber Technology**

Weidmann Fiber Technology beschäftigt sich mit der Produktion und Anwendung von mikrofibrillierter Cellulose (MFC) aus zu 100 % nachwachsenden Rohstoffen wie Holz oder Einjahrespflanzen ohne Zusatz von chemischen Hilfsmitteln.

## 7. KURZFAZIT UND AUSBLICK

### 7.1 KURZFAZIT

#### Einleitung

Im Mandat für die Initiierung eines Projekts „Bioökonomie Schweiz“ wurden erste Analysen erstellt zur Bioökonomie Schweiz und Sondierungsgespräche mit relevanten Akteuren durchgeführt.

IC Infraconsult erlaubt sich im Folgenden auf Grundlage der Vorgespräche eine SWOT-Analyse zu erstellen zum heutigen Zustand der Bioökonomie Schweiz. Diese erste qualitative Zusammenfassung soll als Diskussionsgrundlage dienen für die vorgesehene Situations- und Umfeldanalyse im Rahmen der Erarbeitung der Bioökonomiestrategie (vgl. dazu Bericht II: Strategiekonzept für die Bioökonomie Schweiz).

#### Stärken

- **Die Bioökonomie existiert bereits:** Heute sind rund 10% der Bruttowertschöpfung sowie rund 16% der Beschäftigten und Unternehmen in der Schweiz der Bioökonomie anzurechnen. Insbesondere „hybride“ Branchen im 2. Wirtschaftssektor, die teilweise mit biobasierten Inputfaktoren arbeiten, weisen vergleichsweise hohe Wachstumsraten auf.
- **Bioökonomie liefert wesentlichen Beitrag zu den Klima- und Nachhaltigkeitszielen:** Durch effizienten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und einer vermehrt nachhaltigen Nutzung wird die CO<sub>2</sub>-Bindung erhöht. Zusätzlich liefert die Bioökonomie einen nachweislichen Beitrag an die Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung.
- **Schweiz hat an sich gute Standortvoraussetzungen:** Die Schweiz ist ein ausgezeichneter F+E-Standort und verfügt über eine starke Pharma, Chemie- und Lebensmittelindustrie. Zudem hat die lokale Land-, Forst- und Holzwirtschaft grosses Know-how in der nachhaltigen Bewirtschaftung nachwachsender Rohstoffe.
- **Schweizer Forschung und Industrie sind international gut vernetzt:** Rund ein Viertel der internationalen Forschungsprojekte der „biobased Industries“ haben Schweizer Beteiligungen. Mit den NCCR Suchcat, SCCER Biosweet, NCCR Bioinspired Materials sind Schweizer Hochschulen untereinander und international gut vernetzt.

#### Schwächen

- **Fehlende Dachstrategie:** Es bestehen zwar viele einzelne unternehmerische Initiativen und Förderprogramme, eine umfassende Strategie und/oder Förderprogramme fehlen jedoch. Die Schweiz verliert gegenüber ambitionierten Volkswirtschaften an Terrain.
- **Industriecenter für biobasierte Industrien und Startups fehlt:** Bis heute bestehen in der Schweiz – im Gegensatz zum Europäischen Ausland – keine etablierten Industriecenter für biobasierte Industrien und Startups und keine direkten finanziellen Zuschüsse an Unternehmen. Schweizer Startups und Forschungsteams stossen im Ausland auf deutlich bessere Voraussetzungen, um die Forschungsergebnisse in die industrielle Produktion zu überführen.
- **Messung der Bioökonomie ist lückenhaft:** Die etablierten Methoden der Messung der Wirtschaftsleistungen sind nicht darauf ausgelegt, die Res-

## Chancen

- sourcenseite mit zu berücksichtigen. Es fehlt ein umfassendes Monitoring der Bioökonomie mit Berücksichtigung aller Güter- und Stoffflüsse.
- **Markteintritt für biobasierte Produkte ist erschwert:** Ausgereifte Technologien auf Basis fossiler Rohstoffe haben bei der Prozesseffizienz und Skalierungseffekten grossen Vorsprung gegenüber biobasierten Produkten. Zusätzlich haben biobasierte Produkte bei tiefem Ölpreis einen schweren Stand am Markt.
- **Schweizer Biomasse hat Optimierungspotenziale:** Die Schweiz hat bei der Biomassenutzung Optimierungspotenzial. In den Bereichen Food, Feed, Waste und Energie bestehen Potenziale insbesondere bei der Nutzung von Hofdünger/Gülle, Verwertung von Abfällen (Foodwaste), Ernterückständen und der erweiterten (stofflichen) Nutzung von Holz.
- **Technologie bereits weit entwickelt:** Im Labormassstab bestehen heute für viele Chemikalien biobasierte Alternativen und die industriellen Voraussetzungen für vielfältige biobasierte Alternativen und Bioprozesse sind in der Schweiz hervorragend<sup>46</sup>. Es bestehen gute Chancen durch ein koordiniertes Agieren von Politik und Verwaltung, der Unternehmen sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen in die Richtung einer Bioökonomie zu steuern.
- **Synergien zu anderen Strategien:** Die Bioökonomiestrategie konkurriert andere wichtige Strategien nicht, sondern ergänzt diese durch ihren ressourcenorientierten Fokus und ist wo nötig mit diesen verknüpft. Von einer erstarkenden Bioökonomie sind auch in der Schweiz massgebliche Beiträge an die Nachhaltige Entwicklung sowie an die Klima- und Energiepolitik und die Kreislaufwirtschaft zu erwarten.
- **Konsumentinnen und Konsumenten wünschen vermehrt nachhaltige Produkte und Produktionsweisen:** Die Konsumentinnen und Konsumenten sind bezüglich Herstellung, Verpackung, etc. von Produkten sensibler geworden. Alternativen zu ölbasierten Produkten werden am Markt vermehrt nachgefragt.

## Risiken

- **Ziele werden aufgrund fehlender Koordination verfehlt:** Ungesteuerte dezentrale Initiativen und private Aktivitäten führen dazu, dass sich die Thematik aufgrund der fehlenden Koordination mit der Zeit in unkoordinierten Einzelaktionen verliert. Es besteht die Gefahr, dass Bestehende Initiativen aus Forschung und Industrie aufgrund fehlender Vernetzung und mangelhafter Synergien langfristig scheitern.
- **Zielkonflikte unter anderem zwischen energetischer und stofflicher Nutzung sowie bei Nutzungs- und Schutzinteressen:** Fehlende industrielle Verwertungsmöglichkeiten führen dazu, dass das Potenzial einer höherwertigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe nicht genutzt wird. Die Bioökonomie trägt inhärent ein gewisses Risiko, dass mit vermehrter Nutzung nachwachsender Rohstoffe die Ökosysteme zu stark belastet werden.
- **Brain-Drain ins Ausland:** Startups im Bereich Bioökonomie haben in der Schweiz aufgrund fehlender finanzieller Unterstützung bei neuen techno-

<sup>46</sup> Meyer, H. P., Eichhorn, E., Hanlon, S., Lütz, S., Schürmann, M., Wohlgemuth, R., & Coppolecchia, R. (2013). The use of enzymes in organic synthesis and the life sciences: perspectives from the Swiss Industrial Biocatalysis Consortium (SIBC). *Catalysis Science & Technology*, 3(1), 29-40.).

logischen Entwicklungen sowie fehlender Demonstrationsanlagen sehr starke Anreize, ihre Firmen im Ausland zu gründen. Das international hochqualifizierte Wissen und die Forschungsergebnisse von Schweizer Forschungsinstitutionen geht mit der Umsetzung im Markt ans Ausland verloren.

- **Übergeordnete Klima- und Nachhaltigkeitsziele werden verfehlt:** Wenn die Bioökonomie als Thema weiterhin unterschätzt wird, wird der nötige Umbau der Wirtschaft auf nachwachsende Rohstoffe / erneuerbare Ressourcen verpasst. Es droht, dass die Ziele der Klima- und Energiepolitik verfehlt werden.

## 7.2 AUSBLICK

### Lancierung Phase 2

Die Erarbeitung des Projekts „Bioökonomie Schweiz“ verläuft gemäss einer Roadmap in drei Phasen. Die Phase 1b ist aber noch nicht abgeschlossen und sollte voraussichtlich bis Ende 2020 verlängert werden.



Abbildung 21: Auszug Roadmap Bioökonomie Schweiz (IC Infraconsult)

Im Rahmen von Phase 1a und 1b wurde die Roadmap auf Basis der Resultate für die weitere Bearbeitung in Phase 2 und 3 konkretisiert. Das weitere Vorgehen sieht eine koordinierende Geschäftsstelle und eine modulare Roadmap vor, die verschiedene Themen behandelt. Alle Details zum Vorgehen und der neuen Roadmap befinden sich in Bericht III (Roadmap Bioökonomie Schweiz: Trägerschaft/Finanzierung, Governance, Kommunikation, Projektmanagement).

### Schlusswort

Eine umfassende Bioökonomiestrategie sensibilisiert die Akteure aus Forschung, Politik und Wirtschaft für das Thema im Kontext einer Kreislaufwirtschaft und den übergeordneten Nachhaltigkeitszielen. Sie bringt vertiefte Kenntnisse der Stoffflüsse und benennt das Potenzial für biobasierte Güter und Dienstleistungen in der Schweiz. Eine übergeordnete Dachstrategie fördert eine kohärente Ressourcenpolitik über die Bedürfnisse einzelner Stakeholder hinaus und ergänzt, bzw. verknüpft bestehende Strategien unter dem Dach der nachhaltigen Entwicklung. Beispielsweise eröffnet eine Bioökonomiestrategie neue Wertschöpfungsketten und –netzwerke für die heimische Ressource Holz und fördert die Nutzung des noch vorhandenen Potenzials. Eine biobasierte Wirtschaft bringt ausserdem eine bessere Planungs- und Investitionssicherheit für die Wirtschaftsakteure, insbesondere im Hinblick auf die zuverlässige Verfügbarkeit von nachwachsenden Rohstoffen.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

**Beretta, C & Hellweg, S** (2019): Lebensmittelverluste in der Schweiz: Mengen und Umweltbelastung. Wissenschaftlicher Schlussbericht, Oktober 2019. ETH Zürich

**Bericht an den Bundesrat**, Grüne Wirtschaft Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz, 20. April 2016.

**Biomassenstrategie Schweiz**, Strategie für die Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse in der Schweiz, 23. März 2009.

**Botschaft zu einem Bundesbeschluss über die finanziellen Mittel für die Landwirtschaft in den Jahren 2018-2021**, 18. Mai 2016.

**Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050** (Revision des Energierechts) und zur Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)», 4. September 2013.

**Botschaft zur Standortförderung 2020-2023**, 20. Februar 2019.

Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) (2013): **Waldpolitik 2020**. Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes.

Bundesamt für Umwelt, Bundesamt für Energie, Staatssekretariat für Wirtschaft (Hrsg.) (2017): **Ressourcenpolitik Holz**. Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz.

Bundesamt für Statistik (2008): **NOGA 2008**, Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige.

**Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)** (2014): Nationale Politikstrategie Bioökonomie, Berlin

**Bernath, Karin, Nana von Felten, Benjamin Buser**; Inländische Wertschöpfung bei der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz, Schlussbericht; EBP; Dezember 2013

**Bracco, S., O. Calicioglu, M. Gomez San Juan and A. Flammini** (2018) Assessing the Contribution of Bioeconomy to the Total Economy: A Review of National Frameworks, Sustainability 10, 1-17.

**Bracco S, Tani A, Çalicioğlu Ö, Gomez San Juan M, Bogdanski A**. Indicators to monitor and evaluate the sustainability of bioeconomy. Overview and a proposed way forward. Rome: FAO; 2019. Available online at (accessed 07.04.2020) <http://www.fao.org/3/ca6048en/ca6048en.pdf>.

**Crnomarković, Mladen, Yamini Panchaksharam, Jurjen Spekreijse, Christopher vom Berg, Ángel Puente, Raj Chinthapalli**, 2018; Roadmap for the Chemical Industry in Europe towards a Bioeconomy; Business cases: Case studies on potentially attractive opportunities for bio-based chemicals in Europe, 2018.

**Confederation of European Paper Industries**; 2050 Roadmap to a low-carbon bioeconomy, 2017.

**Dammer L, M. Carus, K. Iffland, Dr. S. Piotrowski, L. Sarmento, R. Chinthapalli, A. Raschka**, Study on current situation and trends of the bio-based industries in Europe - Full version (pdf). Pilot Study for BBI JU, nova-Institute June 2017



**Delaunay-Driquet, Lucile**, Tarek Mohamed, Stefan Truniger, Dr. Tobias Wolfinger; Weidmann Ludwig Lehner; Machbarkeitsstudie zum Einsatz von Schweizer Buche bei der Herstellung von mikrofibrillierter Cellulose - Mögliche Anwendung für Buchenhalbstoffe aus einem Schweizer Bioproduktewerk, Schlussbericht; bwc, Weidmann; 2019.

**European Commission**, Sustainable & circular bioeconomy, the European way, Brussels, 22. October 2018, Outcome report, edited by David Burrows. Directorate-General for Research and Innovation, 2018.

**European Commission**, Top 20 innovative bio-based products, Task 3 of “Study on Support to R&I Policy on the Area of Bio-based Products and Services”, Written by University of Bologna and Fraunhofer ISI, Directorate-General for Research and Innovation, December 2018.

Efken J., W. Dirksmeyer, P. Kreins, M. Knecht; Measuring the importance of the bioeconomy in Germany: Concept and illustration, NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences 77 (2016) 9 – 17, 2016.

**Fisher, A.G.B.** (1939) Production, primary, secondary and tertiary, Economic Record 15(1), 24-38.

**Gurria, P.**, Ronzon, T., Tamosiunas, S., Lopez, R., Condado, S.G., Guillen, J., Cazzaniga, N., Jonsson, R., Banja, M., Fiore, G. and A. Camia (2017) Biomass flows in the European Union: The Sankey biomass diagram-towards a cross-set integration of biomass (No. JRC106502). Joint Research Centre. Available online at: (accessed 17.1.2020); <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106502>

**Heijman, W.** (2016) How big is the bio-business? Notes on measuring the size of the Dutch bio-economy. NJAS-Wageningen, Journal of Life Sciences 77, 5-8.

**Iost, S.**, Labonte, N., Banse, M., Geng, N., Jochem, D., Schweinle, J., Weber, S. and H. Weimar (2019) German Bioeconomy: Economic Importance and Concept of Measurement. German Journal of Agricultural Economics 68 (4), 275-288. Available online at (accessed 5.2.2020): <https://www.gjae-online.de/articles/german-bioeconomy-economic-importance-and-concept-of-measurement/>.

**Lehner, L.**; Kinnunen, H.; Weidner, U.; Lehner, J., 2015 (?) Branchenanalyse (Analyse und Synthese der Wertschöpfungskette Wald und Holz in der Schweiz) bwc management consulting GmbH

**Lehner Ludwig**, Bioproduktewerk Schweiz, Übersicht zu Anforderungen und Voraussetzungen für eine Machbarkeitsprüfung, Schlussbericht, bwc, 2019.

**Lier, M.**, Aarne, M., Kärkkäinen, L., Korhonen, K.T., Yli-Viikari, A. and T. Packalen (2018) Synthesis on bioeconomy monitoring systems in the EU Member States. Natural resources and bioeconomy studies 38, pp. 44.

**Masterplan Cleantech**. Eine Strategie des Bundes für Ressourceneffizienz und erneuerbare Energien, 2011.

**Mayer Ingo et. al.**; ExtraValBois: Geschäftsmodelle zur Extraktion und Valorisation von Holzinhaltsstoffen aus Schweizer Holz, Schlussbericht; Berner Fachhochschule BFH, IWH, Dezember 2019.

**Mayer, Ingo et. al.**; Bedarfserhebung in der Schweizer Holzwirtschaft zu einem Holztechnikum in der Schweiz, Berner Fachhochschulen BFH, 2018

**M'Barek, R.**, G. Philippidis, C. Suta, C. Vinyes, A. Caivano, E. Ferrari et al. (2014) Observing and analysing the Bioeconomy in the EU—Adapting data and tools to new questions and challenges. Bio-based and Applied Economics 3(1), 83-91.

**M'barek, R.; Parisi, C.; Ronzon, T.** (editors), Getting (some) numbers right – derived economic indicators for the bioeconomy, EUR 29353 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-93907-5, doi:10.2760/2037, JRC113252.

**Mosberger L.**, Gröbly D., Baum S., Baier U. (2018). Biogene Güterflüsse – update 2014 (Massenflussanalyse der Biomasseflüsse der Schweiz) Schlussbericht ZHAW

**Mosberger L.**, Gröbly D., Buchli J., Müller, C., Baier U. (2016). Schlussbericht Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz - Massenflussanalyse nach Branchen und Beurteilung von Vermeidung / Verwertung ZAHW

**Ronzon, T.**, and A.I. Sanjuan, (2020) Friends or foes? A compatibility assessment of bioeconomy-related Sustainable Development Goals for European policy coherence. Journal of Cleaner Production 254: 119832.

**Ronzon, T.**, and R. M'Barek (2018) Socioeconomic indicators to monitor the EU's bioeconomy in transition. Sustainability 10(6), 1745.

**Ronzon, T.**, Lusser, M., Klinkenberg, M., Landa, L., Sanchez Lopez, J., M'Barek, R., Hadjamu, G., Belward, A., Camia, A., Giuntoli, J. and J. Cristobal (2017) Bioeconomy Report 2016, JRC Science for Policy Report. EUR 28468 EN; Publications Office of the European Union: Luxembourg. 2017: 124. 10.2760, 379319.

**Schweizerischer Bundesrat (27. Januar 2016)**, Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016–2019.

**Schweizerischer Bundesrat (25. April 2012)**, Strategie Biodiversität Schweiz.

**Spekreijse, J., Lammens, T., Parisi, C., Ronzon, T.**, Vis, M., Insights into the European market of bio-based chemicals. Analysis based on ten key product categories, EUR 29581 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-79-98420-4, doi:10.2760/549564, JRC112989.

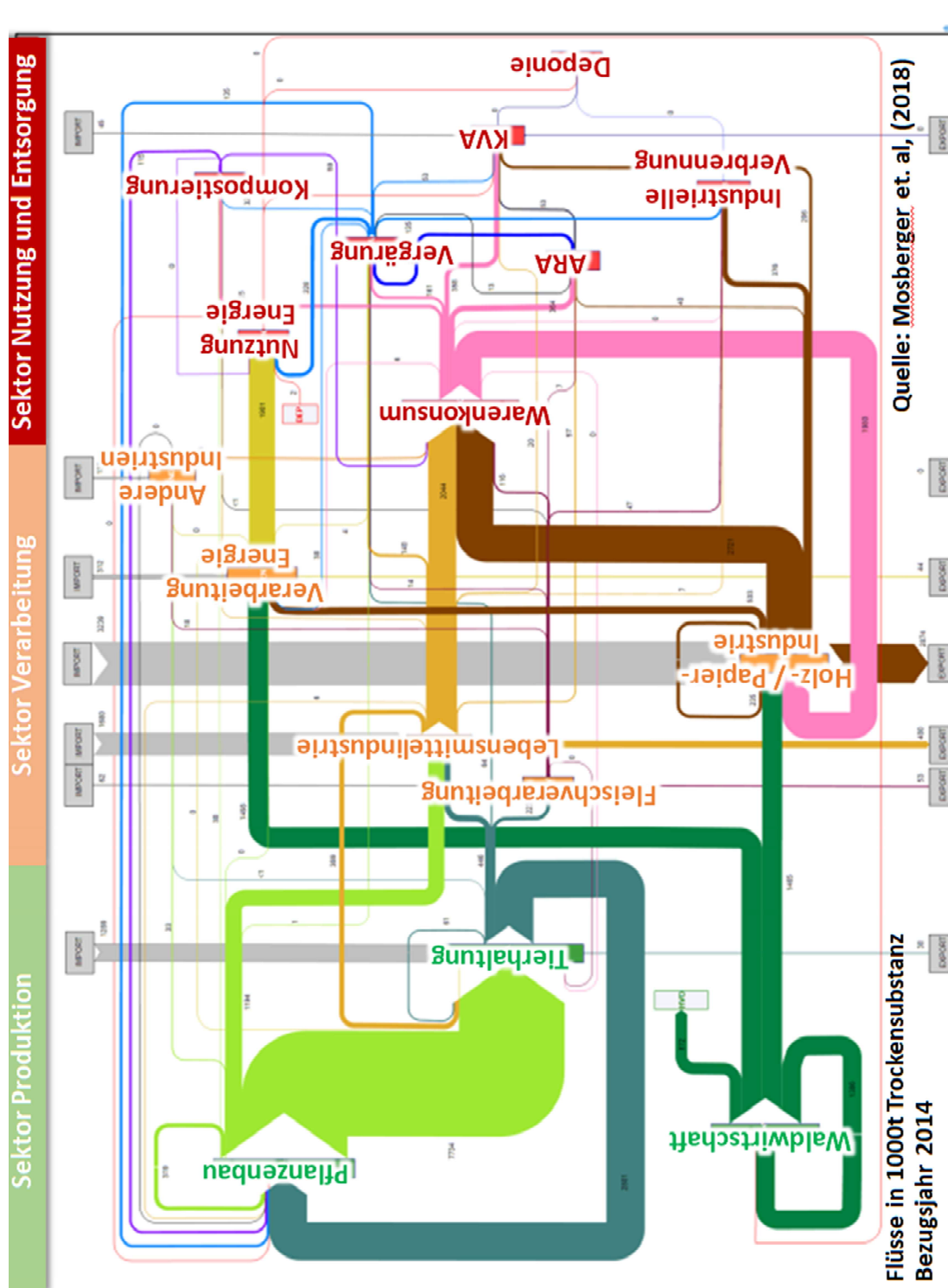
**Studer, M. und D. Poldervaart** (2017); Neue Wege zur Holzbasierten Bioraffinerie, Thematische Synthese im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 66 „Ressource Holz“, Schweizerischer Nationalfonds SNF, Bern

**Thees O.**, Burg V., Erni M., Bowman G., Lemm R., (2017) Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung, Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET

**Van Berkel, J.** and R. Delahaye (2019) Material Flow Monitor 2016 – technical report. Available online at (accessed 17.1.2020): <https://www.cbs.nl/en-gb/background/2019/10/material-flow-monitor-2016-technical-report>

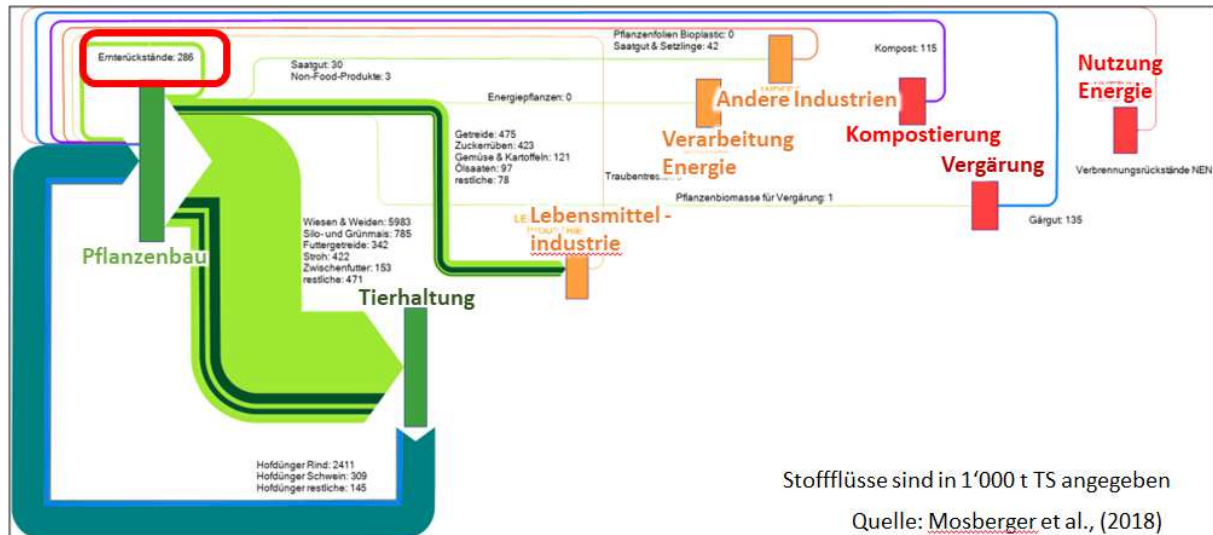
## ANHANG 1: BIOGENE GÜTERFLÜSSE

Gesamtdarstellung der biogenen Massenflüsse aller 16 Prozesse



## Sektor Produktion

### Pflanzenbau



Ernterückstände aus dem Pflanzenbau

Verwertung status quo:

- gehen zurück in den Pflanzenbau;

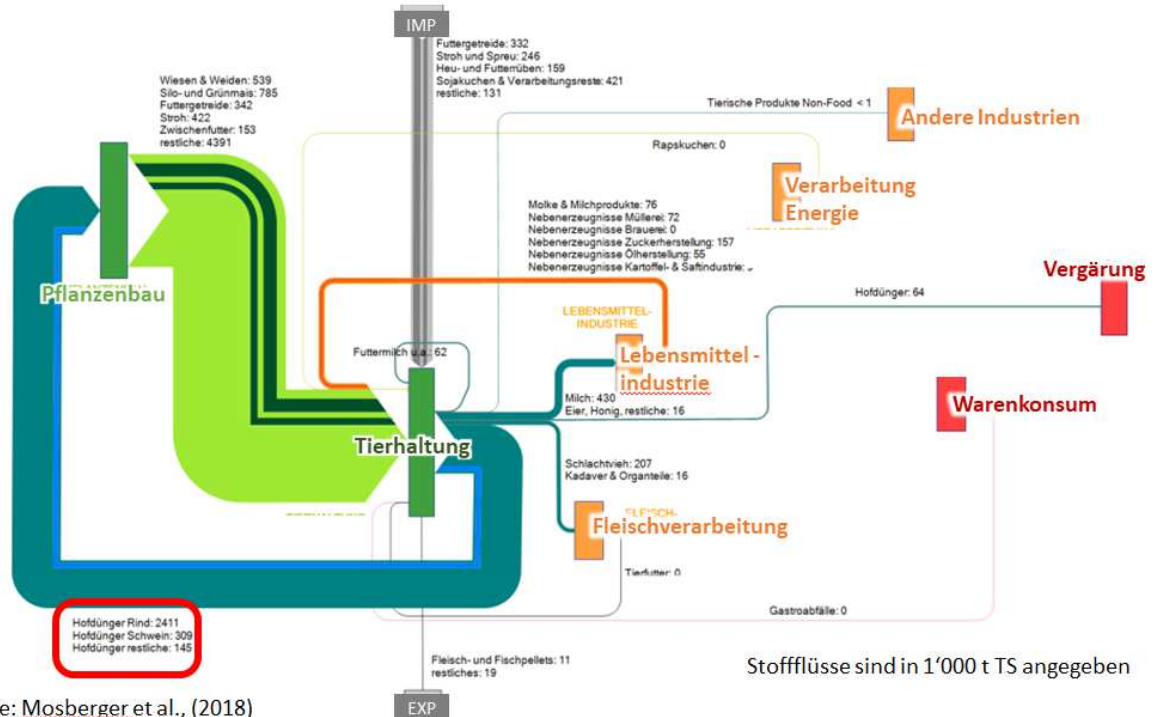
Verwertung alternativ:

- Spannplatten und Beimischkomponente Baustoff (Technologie ist in fortgeschrittener Entwicklung),
- Energieträger (Technologie ist etabliert),
- Basischemikalien (Technologie ist in fortgeschrittener Entwicklung).

zu beachten:

- Nährstoff- und Kohlestoffkreislauf (zusätzliche Analyse notwendig);
- Nährstoffe aus Pflanzenbau können Mineraldünger substituieren;
- Klimawandel hat einen Einfluss auf den Pflanzenbau;
- Bei der Entnahme von Ernterückständen aus dem Prozess des Pflanzenbaus muss sichergestellt werden, dass im Prozess Pflanzenbau genügend Nährstoffe und humusbildende Kohlestoffverbindungen bleiben;
- Teilweise können Nährstoffe dem Pflanzenbau zurück geführt werden, nachdem die Ernterückstände einer energetischen Verwertung zugeführt wurden.

## Tierhaltung



Quelle: Mosberger et al., (2018)

### Hofdünger aus der Tierhaltung

#### Verwertung status quo:

- geht grösstenteils in den Pflanzenbau;

#### Verwertung alternativ:

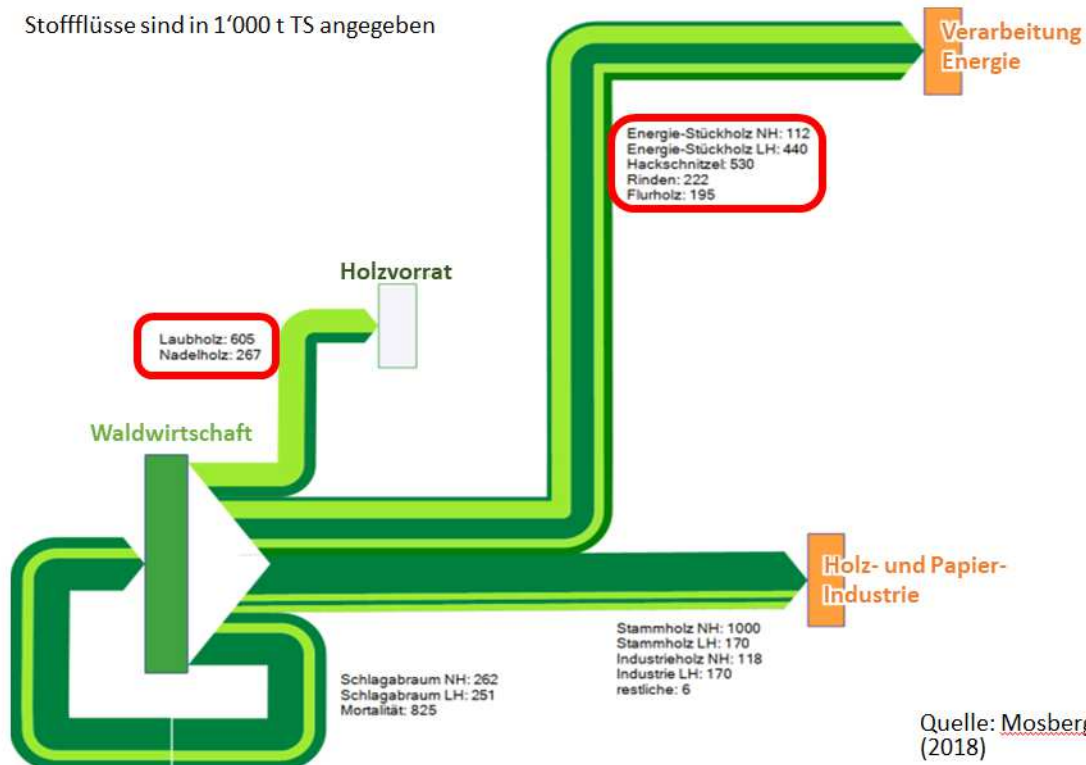
- Energieträger (Technologie ist etabliert);

#### zu beachten:

- Nährstoff- und Kohlestoffkreislauf (zusätzliche Analyse notwendig);
- Nährstoffe aus Hofdünger können Mineraldünger substituieren;
- Überdüngung der Böden ist zu vermeiden;
- Dünger von Rind und Pferd haben höheren Anteil an Fasern als Dünger von Schwein und Huhn;
- Antibiotikarückstände im Dünger;
- Nutzung als Energieträger: Herausforderung Logistik (dezentrales System, Transport) sowie Wirtschaftlichkeit ist abhängig von der KEV resp. Nachfolgemodell;
- Gärsubstrat kann im Pflanzenbau verwendet werden.

## Waldwirtschaft

Stoffflüsse sind in 1'000 t TS angegeben



Quelle: Mosberger et al., (2018)

Laubholz, Nadelholz aus der Waldwirtschaft

*Verwertung status quo:*

- geht teilweise in den Holzvorrat;

*Verwertung alternativ:*

- Stamm- und Industrieholz für Bau- und Konstruktionsholz (Technologie ist etabliert),
- Stamm- und Industrieholz für Faserstoffe, Viskose, Modal, Tencel/Lyocel, chemische Stoffe (technisches Verfahren zur Gewinnung der genannten Komponenten ist in fortgeschrittener Entwicklung),
- Energieträger (Technologie ist etabliert);

*zu beachten:*

- Holzbestand ändert sich mit dem Klimawandel;
- Herstellung von chemischen Stoffen braucht hoher Energieinput.

Rinde aus der Waldwirtschaft

*Verwertung status quo:*

- geht in die Verarbeitung Energie;

*Verwertung alternativ:*

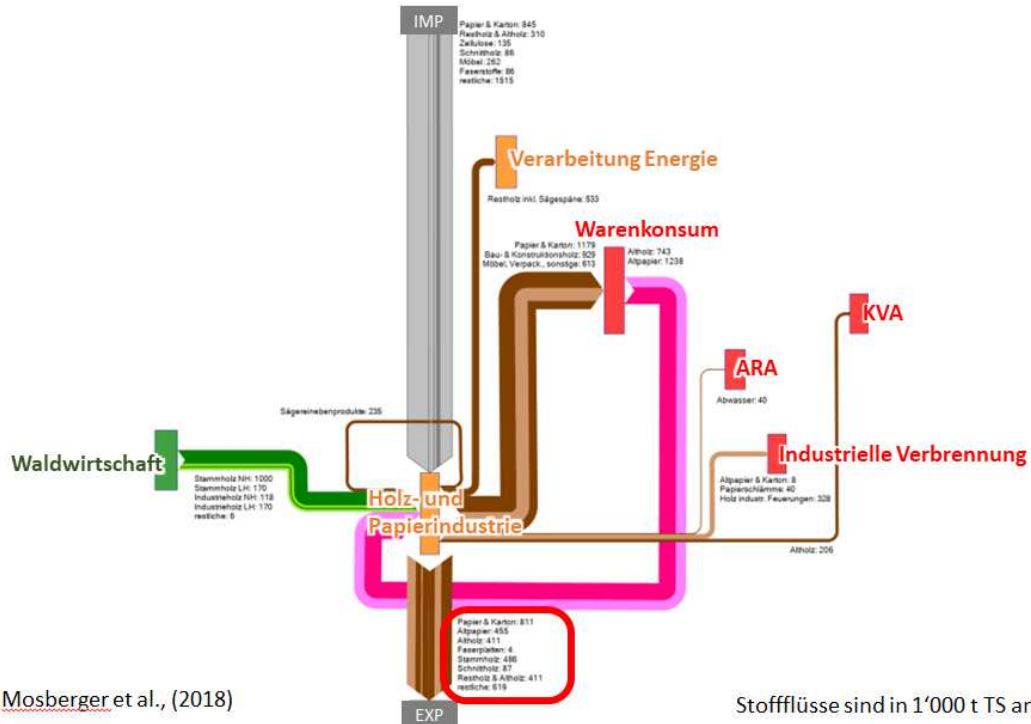
- chemische Stoffe (technisches Verfahren ist in fortgeschrittener Entwicklung);

*zu beachten:*

- Herstellung von chemischen Stoffen braucht hoher Energieinput.

## Sektor Verarbeitung

### Holz- und Papierindustrie



Quelle: Mosberger et al., (2018)

Stoffflüsse sind in 1'000 t TS angegeben

#### Altholz aus der Holz- und Papierindustrie

##### Verwertung status quo:

- geht teilweise in den Export;

##### Verwertung alternativ:

- Spanplatten, Faserstoffe, Tannine, Lignin Derivate, Insektenproduktion (technisches Verfahren ist in fortgeschrittener Entwicklung),
- Energieträger (Technologie ist etabliert);

##### zu beachten:

- Altholz hat unterschiedliche Qualitäten, je nach Qualitätsklasse sind die Verwertungsmöglichkeiten verschieden;
- Für optimale Kaskadennutzung: belastetes Altholz vermeiden (z.B. herkömmliche Leime durch biobasierte Leime ersetzen).

#### Restholz aus der Holz- und Papierindustrie

##### Verwertung status quo:

- geht teilweise in den Export;

##### Verwertung alternativ:

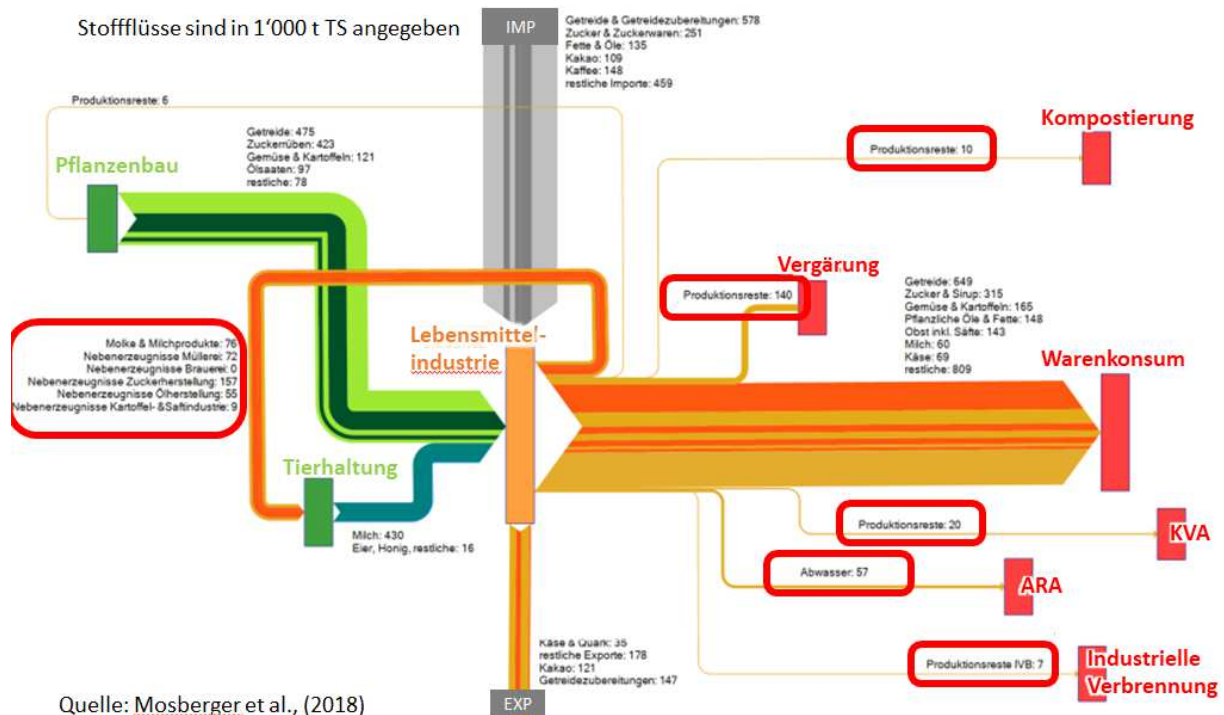
- Spanplatten, Faserstoffe, Tannine, Lignin Derivate, Insektenproduktion (technisches Verfahren ist in fortgeschrittener Entwicklung),
- Energieträger (Technologie ist etabliert);

##### zu beachten:

- Restholz aus Sägereien ist in der Regel hochwertig (unbelastet).



## Lebensmittelindustrie



Molke und Milchprodukte aus der Lebensmittelindustrie

*Verwertung status quo:*

- geht in die Tierhaltung;

*Verwertung alternativ:*

- z. B. Babynahrung, Proteinpulver (Technologie ist etabliert);

*zu beachten:*

- Auswirkung der fehlenden Nebenprodukte (Molke, Milchprodukte) für die Tierhaltung berücksichtigen.

Nebenerzeugnis Müllerei aus der Lebensmittelindustrie

*Verwertung status quo:*

- geht in die Tierhaltung;

*Verwertung alternativ:*

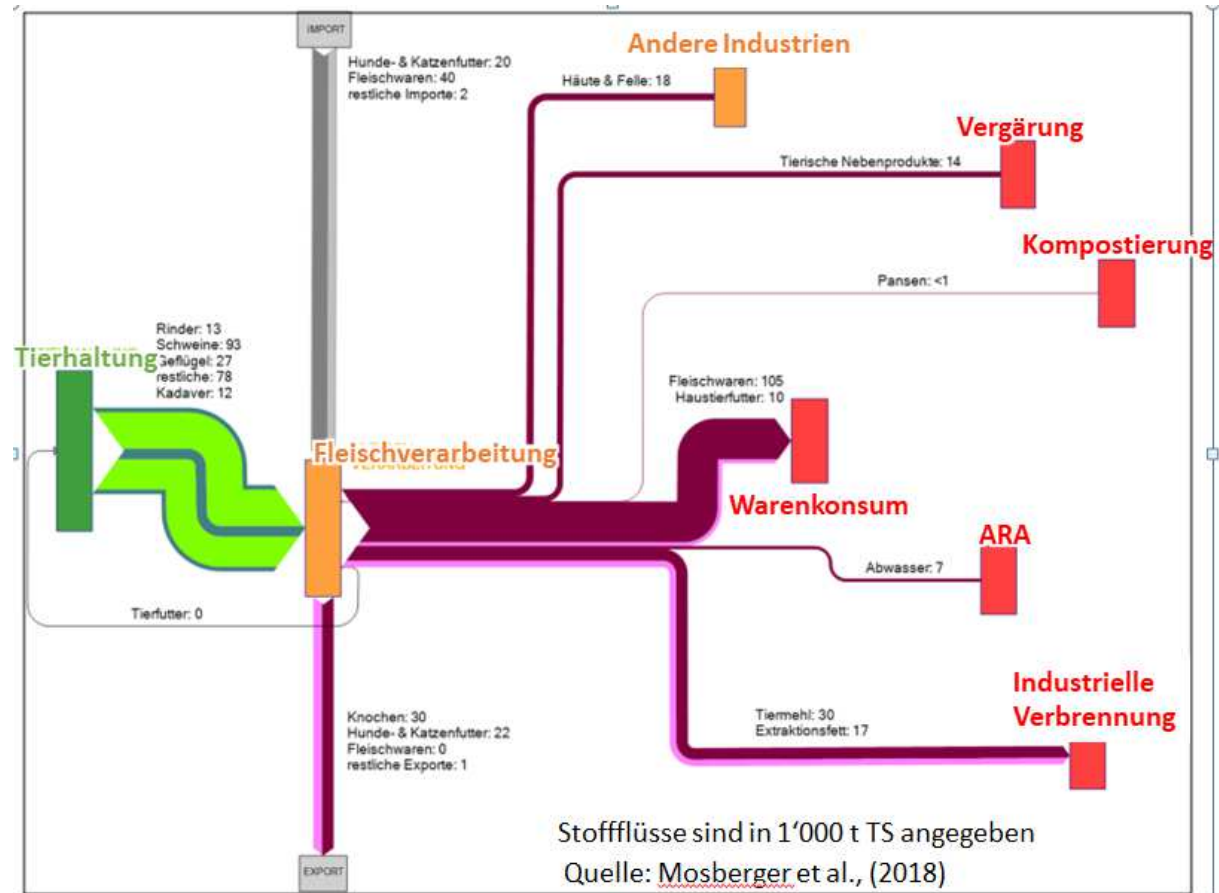
- Convenience Nahrung (technisches Verfahren ist in fortgeschrittener Entwicklung),

*zu beachten:*

- Veränderung des Konsumverhaltens hat eine grosse Wirkung (z.B. Konsum von Vollkornbrot anstelle von Weissbrot).



## Fleischverarbeitung



Tierische Nebenprodukte aus der Fleischverarbeitung

Verwertung status quo:

- geht in die Vergärung;

Verwertung alternativ:

- Warenkonsum.

Tiermehl, Extraktionsfett aus der Fleischverarbeitung

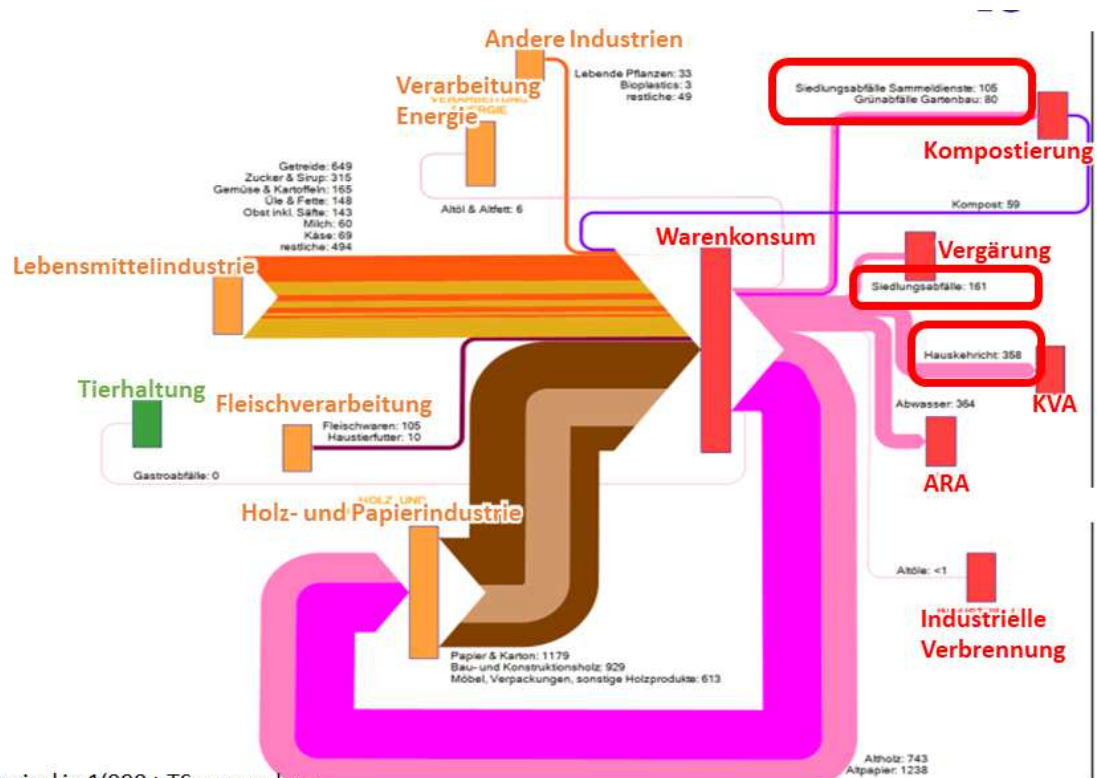
Verwertung status quo:

- geht in die industrielle Verbrennung;

Verwertung alternativ:

- Tierhaltung (Tierfutter).

## Warenkonsum



Stoffflüsse sind in 1'000 t TS angegeben

Quelle: Mosberger et al., (2018)

### Geniessbare Nahrungsmittel

#### Verwertung status quo:

- teilweise gelangen sie in den Siedlungsabfall und gehen in die Vergärung, Kompostierung oder KVA;

#### Verwertung alternativ:

- Warenkonsum;

#### zu beachten:

- an den vermeidbaren Abfällen sind Haushalte, der Detailhandel sowie die Gastronomie beteiligt;
- Evt. Überprüfung von Verbot der essbaren Abfällen der Gastronomie zugunsten der Tierhaltung.

### Ungeniessbare Nahrungsmittel im Siedlungsabfall

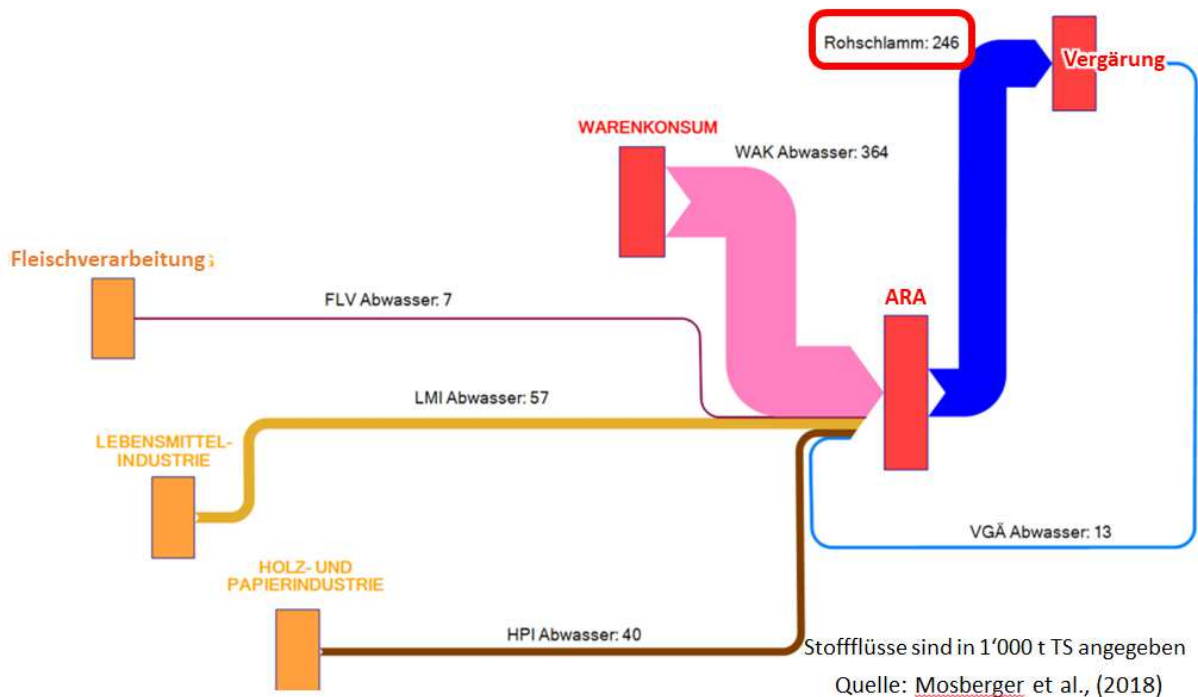
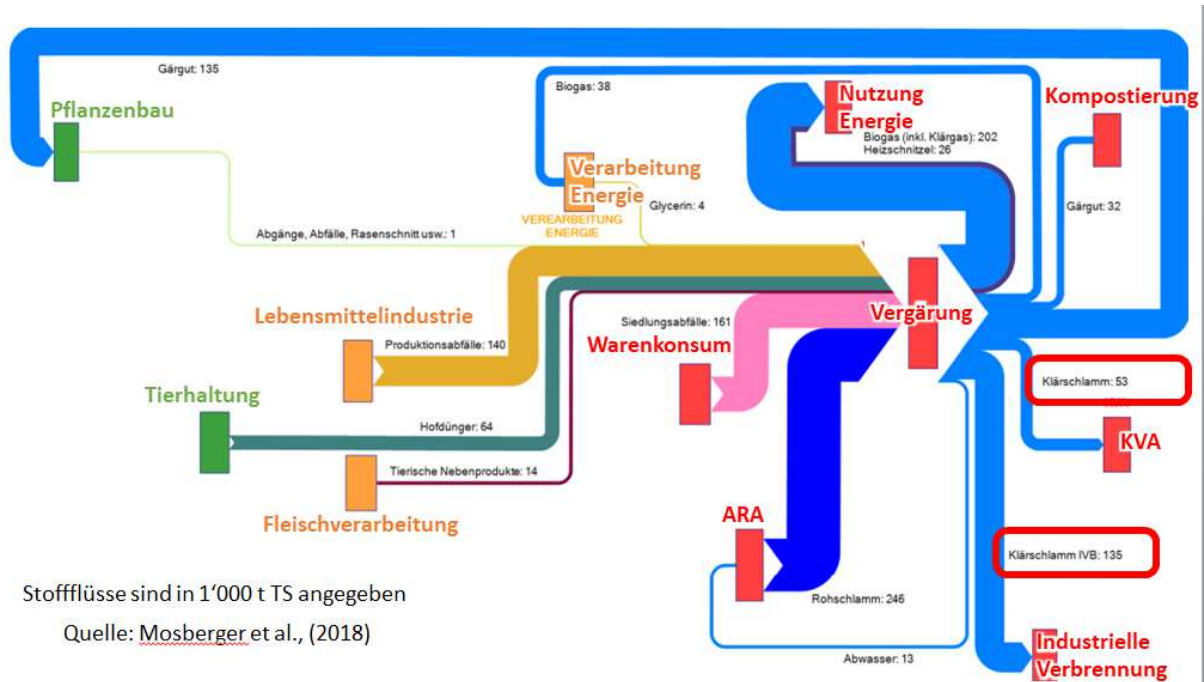
#### Verwertung status quo:

- geht teilweise in die KVA;

#### Verwertung alternativ:

- Extraktion der Nährstoffe bei der Vergärung, Kompostierung (Technologie ist etabliert).

## ARA/Vergärung



Phosphor, Stickstoff und Kohlestoff im Rohschlamm und Klärschlamm

### Verwertung status quo:

- geht in die Vergärung, KVA oder industrielle Verbrennung

### Verwertung alternativ:

- Phosphor (technisches Verfahren ist in fortgeschrittener Entwicklung) und Stickstoff (Technologie ist im Anfangsstadium) könnten im Pflanzenbau verwerten werden, Kohlestoff (technisches Verfahren ist in fortgeschrittener Entwicklung) könnte in den



Warenkonsum fließen.

*zu beachten:*

- Ab 2026 wird Phosphor aus Abwasser und Klärschlamm zurückgewonnen (Gesetzesanpassung ist bereits erfolgt).

## ANHANG 2: BEDARFS- UND MARTANALYSE

Zusammenstellung der Branchenzusammensetzung der „Bioökonomie“ nach analysierte Ländern (Quelle: Lier, M., Aarne, M., Kärkkäinen, L., Korhonen, K.T., Yli-Viikari, A. and T. Packalen (2018) Synthesis on bioeconomy monitoring systems in the EU Member States. Natural resources and bioeconomy studies 38, pp. 44.).

**Table 4.** Industries and activities according to the *European Classification of Economic Activities (NACE, Rev. 2)* (included= “++” / partly included = “+” /not included = “-“) in the bioeconomy sector at national level.

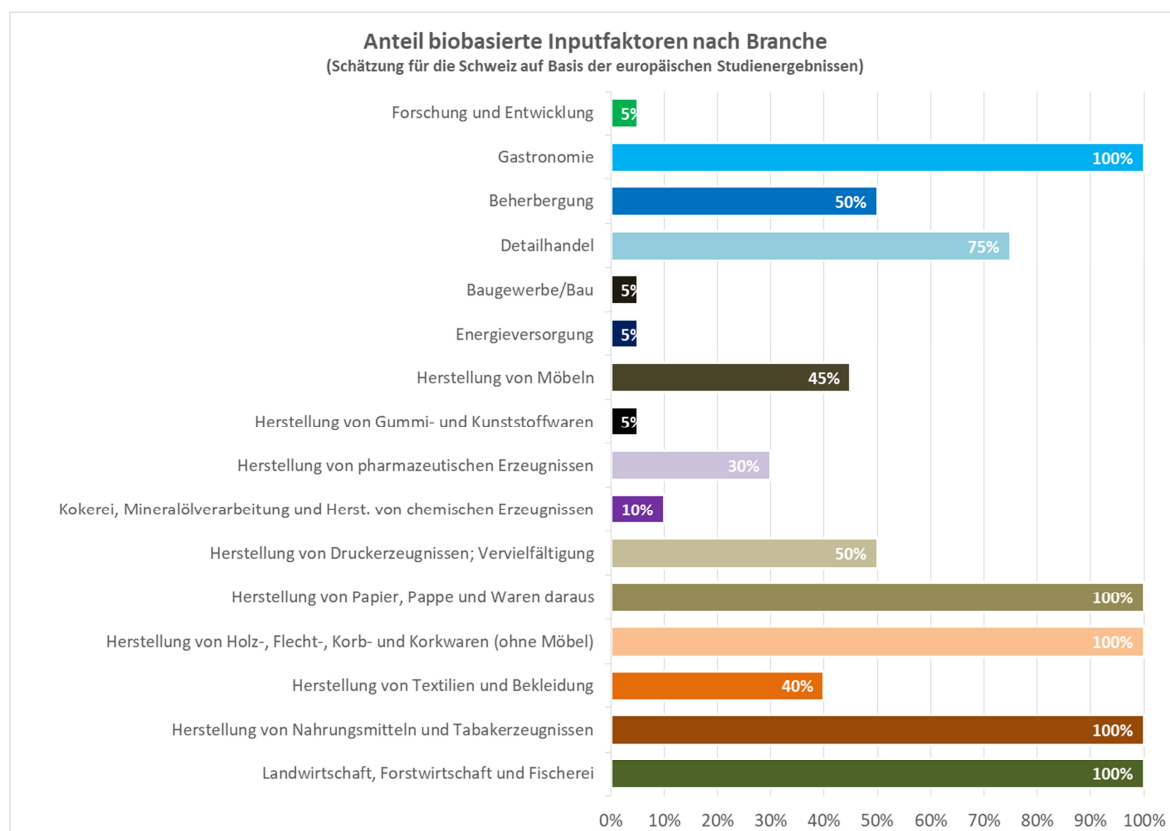
NACE category	DENMARK	ESTONIA	FINLAND	FRANCE	GERMANY	ITALY	LATVIA	NETHERLANDS	NORWAY	SLOVAKIA	SPAIN	TURKEY	UK
Agriculture	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Aquaculture	++	++	++	++	++	++	++	+	++	+	++	++	++
Chemical industry	+	+	++	+	+	++	+	+	+	+	++	++	++
Construction	+	-	++	+	+	-	+	-	+	-	+	++	+
Fisheries	++	++	++	++	++	++	++	+	++	+	++	++	+
Food industry	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Forestry	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Hunting	+	++	++	-	+	-	++	-	++	+	-	++	-
Nature tourism, green care and recreation	+	++	++	+	-	-	+	-	+	-	+	++	-
Pharmaceutical industry	+	+	++	+	+	++	+	++	+	+	+	++	++
Pulp and paper industry	++	++	++	+	++	++	-	++	++	+	++	++	+
Renewable energy	+	++	++	+	+	++	++	++	++	++	++	++	+
Transportation of bio-based raw materials and products	+	++	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	+
Water purification and distribution	+	-	++	+	+	++	++	++	++	+	+	++	+
Wood products industry	++	++	++	++	++	++	++	+	++	+	++	+	++



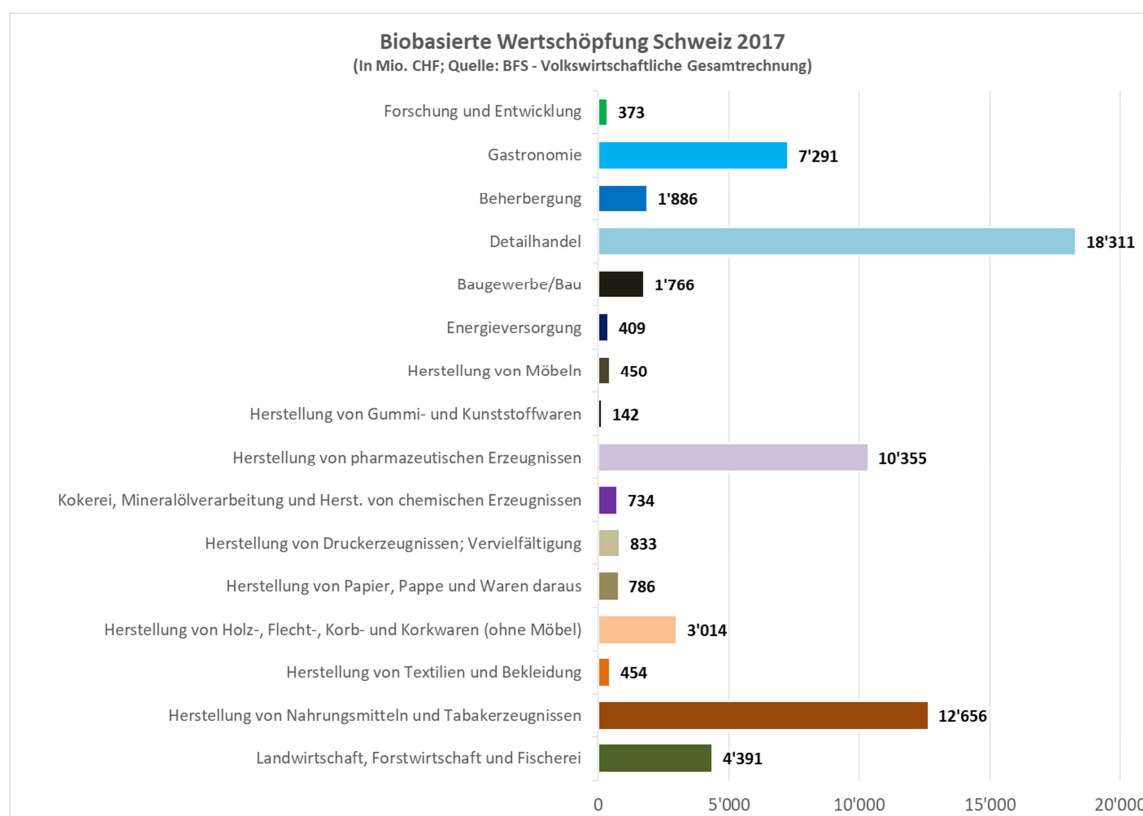
NOGA-Nr.	Bezeichnung	Sektor	Klassifizierung	Anteil biobasierte Inputfaktoren*
01 - 03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	1	vollständig biobasiert	100%
05 - 09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	2	restliche	
10 - 12	Herstellung von Nahrungsmitteln und Tabakerzeugnissen	2	vollständig biobasiert	100%
13 - 15	Herstellung von Textilien und Bekleidung	2	teilweise biobasiert	40%
16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	2	vollständig biobasiert	100%
17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	2	vollständig biobasiert	100%
18	Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung	2	teilweise biobasiert	50%
19 - 20	Kokerei, Mineralölverarbeitung und Herstellung von chemischen Erzeugnissen	2	teilweise biobasiert	10%
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	2	teilweise biobasiert	30%
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	2	teilweise biobasiert	5%
23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	2	restliche	
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	2	restliche	
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	2	restliche	
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und Uhren	2	restliche	
27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	2	restliche	
28	Maschinenbau	2	restliche	
29	Herstellung von Automobilen und Automobilteilen	2	restliche	
30	Sonstiger Fahrzeugbau	2	restliche	
31	Herstellung von Möbeln	2	teilweise biobasiert	45%
32	Herstellung von sonstigen Waren	2	restliche	
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	2	restliche	
35	Energieversorgung	2	teilweise biobasiert	5%
36 - 39	Wasserversorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	2	restliche	
41 - 43	Baugewerbe/Bau	2	teilweise biobasiert	5%
45	Handel und Reparatur von Motorfahrzeugen	3	restliche	
46	Grosshandel	3	restliche	
47	Detailhandel	3	teilweise biobasiert	75%
49 - 51	Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen, Schifffahrt, Luftfahrt	3	restliche	
52	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	3	restliche	
53	Post-, Kurier- und Expressdienste	3	restliche	
55	Beherbergung	3	teilweise biobasiert	50%
56	Gastronomie	3	vollständig biobasiert	100%
58 - 60	Verlagswesen, audiovisuelle Medien und Rundfunk	3	restliche	
61	Telekommunikation	3	restliche	
62 - 63	Informationstechnologische und Informationsdienstleistungen	3	restliche	
64	Erbringung von Finanzdienstleistungen	3	restliche	
65	Versicherungen	3	restliche	
68	Grundstücks- und Wohnungswesen	3	restliche	
69 - 71	Erbringung von freiberuflichen und technischen Dienstleistungen	3	restliche	
72	Forschung und Entwicklung	3	teilweise biobasiert	5%
73 - 75	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten	3	restliche	
77 - 82	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	3	restliche	
84	Öffentliche Verwaltung	3	restliche	
85	Erziehung und Unterricht	3	restliche	
86	Gesundheitswesen	3	restliche	
87 - 88	Heime und Sozialwesen	3	restliche	
90 - 93	Kunst, Unterhaltung und Erholung	3	restliche	
94 - 96	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	3	restliche	
97	Private Haushalte mit Hauspersonal	3	restliche	
98	Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch private Haushalte	3	restliche	

\* : Schätzung des biobasierten Input-Anteils basiert auf den Erhebungen in der EU, insb. Deutschland, Holland, Spanien und Finnland

#### Liste Schätzung der biobasierten Anteile an den Inputfaktoren, nach Branchen



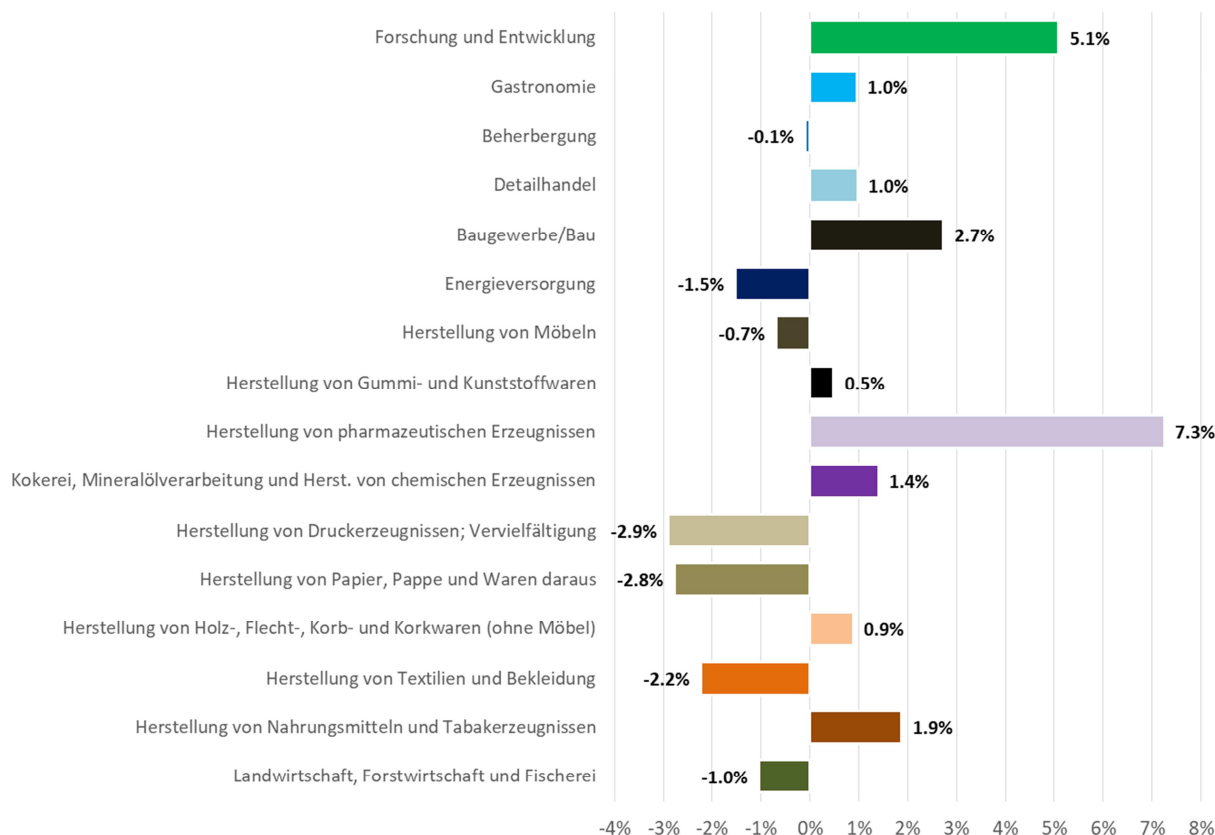
Liste „Anteil biobasierte Inputfaktoren nach Branche“ für Branchen mit biobasierten Input-Anteilen



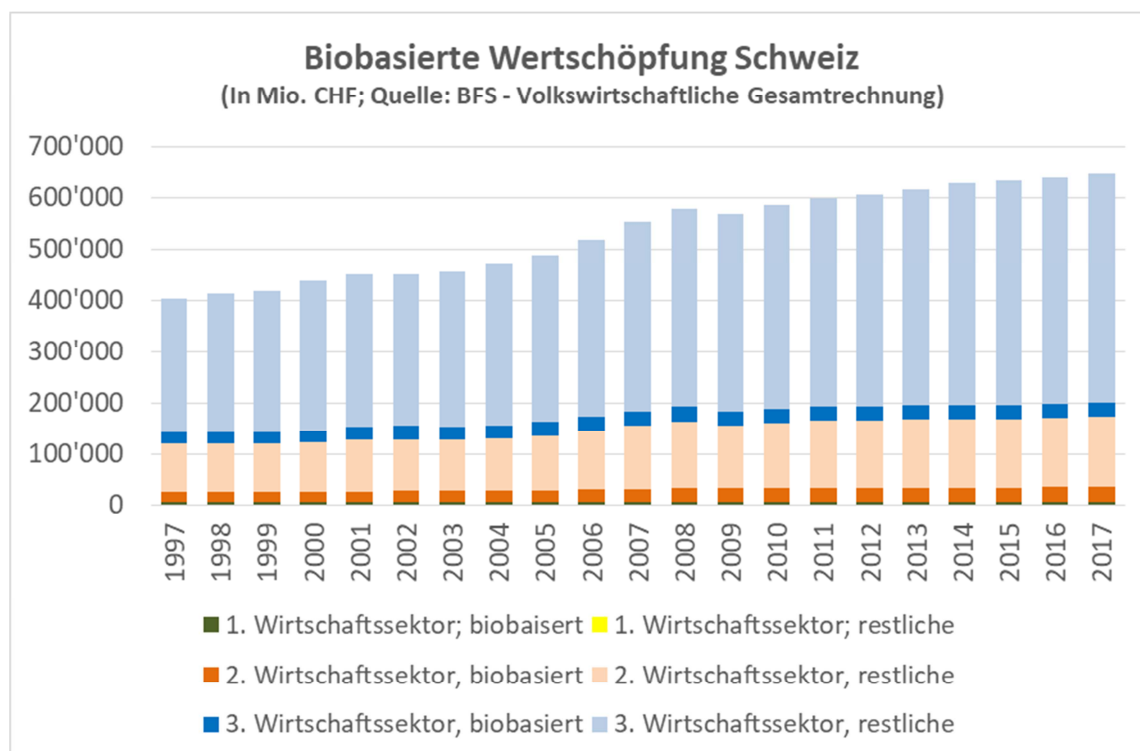
Liste „biobasierte Wertschöpfung nach Branche“ für Branchen mit biobasierten Input-Anteilen

### Durchschnittliche Wachstumsraten biobasierte / teilweise biobasierte Branchen 1997 - 2017

(Quelle: BFS - VGR, Berechnungen IC Infraconsult)

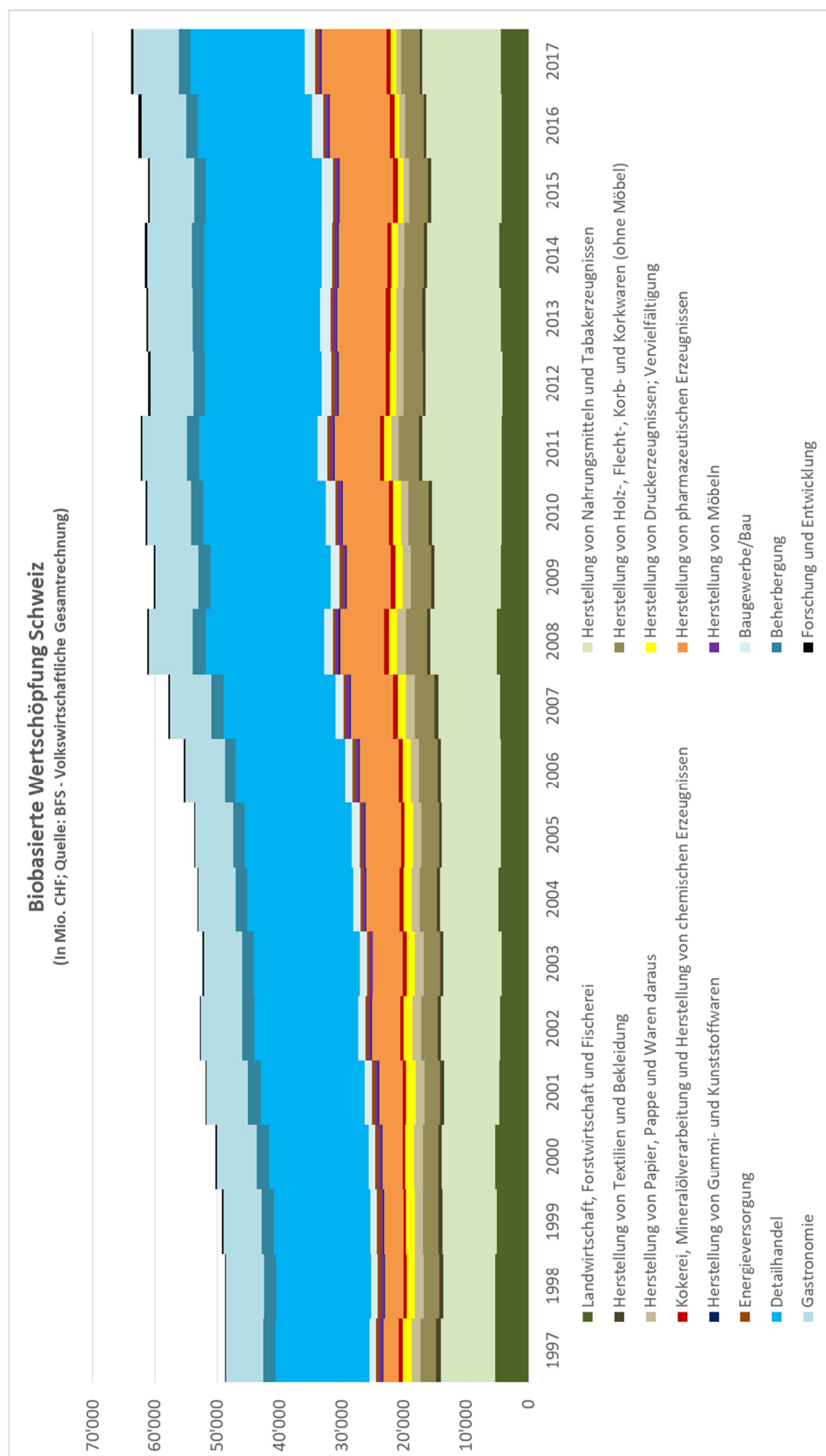


### Durchschnittliche Wachstumsraten der Branchen mit biobasierten Input-Anteilen 1997-2017, nach Branchen





# Verlauf der biobasierte Wertschöpfung der Schweiz nach Wirtschaftssektoren 1997-2017



## ANHANG 3: FACTSHEETS LEUCHTURMPROJEKTE

# Ein Schritt in Richtung grüne Chemie

**Institution:** Bloom Biorenewables Ltd  
**Leitung:** Rémy Buser

Um Erdölprodukte mit einer hohen Wertschöpfung mit biobasierten Inputsstoffen zu ersetzen, hat sich die Firma Bloom Biorenewables Ltd auf die Extraktion von Lignin spezialisiert. Mit ihrem Verfahren liefert sie einen wichtigen Beitrag zur biobasierten Industrie und damit zur Schweizer Bioökonomie.

## PROJEKTBSCHRIEB

Bloom ist das erste Unternehmen, das es geschafft hat, das im Holz reichlich vorhandene Biopolymer Lignin in seiner ursprünglichen Struktur zu isolieren. Diese Ligninmoleküle können als Bausteine zur Herstellung von vielen Chemikalien verwendet werden. Mit ihrer Aldehyd-Vorbehandlungsmethode kann die Firma Bloom die Polysaccharidfraktion (Cellulose und Hemicellulose) effizient trennen und gleichzeitig Ligninpolymere in einer nahezu nativen Struktur stabilisieren. Dadurch bleiben fast alle Etherbindungen erhalten. Diese stabilisierte Struktur ermöglicht es erstmals, Lignin auf sein volles Potenzial zu bringen. Die entstandenen Feinchemikalien können in der petrochemischen Industrie als nachhaltige, biobasierte Alternativen eingesetzt werden. Damit kann das Erdöl in der Herstellung von Duftstoffen, Tinten und Pharmazeutika ersetzt werden.

Die Firma Bloom Biorenewables ist ein Start-up Unternehmen, welches sein Verfahren zurzeit in einer Pilotanlage aufskalieren will. Längerfristig plant sie aber eine Anlage, um die Machbarkeit des Verfahrens im industriellen Massstab zu demonstrieren und beabsichtigt, Lizenzen zur Nutzung ihrer Technologie an die chemische Industrie zu verkaufen. Bloom richtet sich insbesondere an die Kosmetik-, Aroma- und Duftstoff- sowie die pharmazeutische Industrie. Neben dem Hauptbestandteil Lignin wird der Cellulosemarkt berücksichtigt, da er nach wie vor die am häufigsten vorkommende Fraktion in jeder Art von Biomasse ist. Das Verfahren der Firma Bloom nutzt Holz, Nussschalen und Fruchtkerne als Ausgangsstoffe.

## PROJEKTECKPUNKTE

### Marktpotential

Feinchemikalien als Bausteine für Druckfarben, Duftstoffe und Arzneimittel haben eine hohe Wertschöpfung und werden stark nachgefragt. Es ist ein Marktpreis von mehr als 100 Euro/kg Lignin zu erwarten und ein Zugang zu globalen Märkten mit Umsätzen in Milliardenhöhe.

### Entwicklungsstand

1. LABOR



2. PILOT



3. INDUSTRIE



Die Firma Bloom Biorenewables ist daran, ihr Verfahren in eine Pilotanlage auf zu skalieren. Längerfristig ist beabsichtigt, die Machbarkeit des Verfahrens im industriellen Massstab zu demonstrieren.

### Budgetrahmen

CHF 3'500'000.- (Pilotphase)

### Produkte und Anwendungsmöglichkeiten



Duftstoffe



Tinten



Pharmazeutika

### Genutzte Rohstoffe



Forstliche Biomasse



Nussschalen/Fruchtkerne

### Beteiligte Partner



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg  
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

# Microfibrillierte Cellulose als nachhaltige Innovation

**Institution:** Weidmann Fiber Technology**Leitung:** Stefan Truniger, General Manager und Tobias Wolfinger, Technical Director

Mit ihrem Verfahren kann die Weidmann Gruppe kleinste Kunststoffteile durch Holz- und Pflanzenfasern ersetzen: Sie stellt aus Zellstoff und Wasser microfibrillierte Cellulose her. Diese weist eine sehr hohe spezifische Oberfläche auf und ersetzt unter anderem synthetische Polymere (Kunststoffe) in verschiedensten Produkten. Durch diese Substitution leistet die microfibrillierte Cellulose einen wichtigen Beitrag zur Bioökonomie der Schweiz.

## PROJEKTBECHRIEB

Die Ausgangsmaterialien für die Herstellung von microfibrillierter Cellulose sind Wasser und Zellstoff, welcher z.B. aus Holz oder Fasern mehrjähriger Pflanzen gewonnen wird. Die Weidmann Gruppe stellt microfibrillierte Cellulose auf Basis von hochwertigem Zellstoff her, durch sorgfältiges Auftrennen der Cellulosefasern in ihre fibrilläre Struktur mit sehr hoher Oberfläche und enger Partikelgrößenverteilung. Der Produktionsprozess läuft in einem zweistufigen mechanischen Zerkleinerungsverfahren ab. Dadurch werden die natürlich vorkommenden Strukturen (Fibrillen) der Pflanzenfasern voneinander getrennt und ein neues Material entsteht. Der Prozess kommt dabei vollständig ohne die Zuhilfenahme von Additiven aus. Somit ist microfibrillierte Cellulose frei von chemischen Seitengruppen und zeigt einen neutralen pH-Wert auf.

Der Einsatz von microfibrillierter Cellulose weist zukunftssträchtige Wertschöpfungspotentiale für die Schweizer Holzwirtschaft auf. Microfibrillierte Cellulose kann als Additiv in vielen Produkten wie Papiere und Karton, Vliese, Farben, Putz, Beton oder z.B. Kosmetika verwendet werden. Die Eigenschaften von microfibrillierter Cellulose müssen auf die jeweilige Anwendung abgestimmt und neben den gewählten Prozessparametern im Fibrillierungsprozess auch über die Rohstoffauswahl gesteuert werden. Dadurch können Eigenschaften wie beispielsweise die Oberfläche, die Fasermorphologie oder die Viskosität auf die Bedürfnisse der jeweiligen Anwendung zugeschnitten werden.

## PROJEKTECKPUNKTE

### Marktpotential

Die Stärke von microfibrillierter Cellulose liegt in der steigenden Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten weltweit. Für die bis anhin eher wertschöpfungsschwache Nutzung von Holz erschliesst sich somit ein Zugang für eine stoffliche Nutzung mit hohem Wertschöpfungspotential.

### Entwicklungsstand

1. LABOR



2. PILOT



3. INDUSTRIE



Die erste Ausbaustufe des neuen Naturfaserwerks hat zurzeit eine Kapazität von 150 t/a. Der Ausbau dieses Werkes auf 1'000 t/a hängt insbesondere von der Entwicklung der Anwendungen und der Marktakzeptanz der microfibrillierten Cellulose ab.

### Budgetrahmen

&gt; CHF 8'000'000.-

### Dauer

3 Jahre

### Produkte und Anwendungsmöglichkeiten



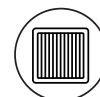
Papier



Verpackung/Karton



Farben



Filtermaterialien



Kosmetik

### Genutzte Rohstoffe



Forstliche Biomasse



Mehrjahrespflanzen

### Beteiligte Partner

Berner  
Fachhochschule**ETH** zürich

Materials Science and Technology



# Extraktionen aus Biomasse Holz

**Institution:** Berner Fachhochschule BFH, Departement für Architektur, Holz und Bau  
**Leitung:** Prof. Dr. Ingo Mayer

Natürliche Kleb- und Verbundstoffe auf Basis von Holz statt Öl, die ohne das gesundheitsschädliche Formaldehyd auskommen: Die Berner Fachhochschule BFH am Standort Biel hat eine Pilotanlage entwickelt, mit der sie aus heimischen Holzrinden Tannine als Ausgangsstoff für weitere Anwendungen gewinnen kann. Die Bieler F+E-Gruppe arbeitet daran, Biomasse und insbesondere Nebenprodukte von Sägereien wie Holzrinden und Sägespäne zur Herstellung chemischer Ausgangsstoffe im grossen Massstab nutzen zu können und damit gängige Produkte auf Erdölbasis zu substituieren.

## PROJEKT BESCHREIB

Die Bieler Pilotanlage kann in einem zweistufigen wässrigen und lösungsmittelbasierten Verfahren phenolische Inhaltsstoffe (u.a. Tannine) aus hiesiger Fichtenrinde extrahieren.

Mit den Extrakten aus Fichtenrinde lassen sich unter Zugabe von Wasser Klebstoffe mischen, die zur Plattenherstellung geeignet sind. Zudem kommen die im Technikumsmassstab gefertigten Plattenmuster ohne Zusatz von Formaldehyd aus, das in verleimten Holzwerkstoffen üblicherweise vorkommt und wegen seiner schädlichen Wirkung verpönt ist.

Des Weiteren ist der Einsatz von nachhaltig gewonnenen Extrakten und den darin enthaltenen phenolischen Verbindungen auch in anderen, gegenwärtig ölbasierten, Anwendungen möglich. Dies bei Harzen (für Verbundwerkstoffe mit hohem Brandschutzwiderstand), bei Bindemittel für die Holzwerkstoffherstellung, beim

3D-Druck (Entwicklung von Verbundstoffen), bei der Ledergerbung (pflanzliche Gerbstoffe), im Automobilbau (zur Hinterschauung von Automobilteilen), bei der Tierfütterung (Einsatz als Additive), bei Dispergierhilfsmitteln (für Farben und Lacke) sowie als Substitution synthetischer Biozide in Pflanzenschutzmitteln.

Die Anlage ermöglicht die Herstellung von Extrakten im Kilogramm-Massstab, die für die Entwicklung von Applikationen mit hoher Technologiereife erforderlich sind. Damit leistet sie wertvolle Hilfestellung bei künftigen Investitionsentscheiden.

Zum anderen können interessierte Unternehmen unterschiedliche Verfahren zur Gewinnung von Extrakten aus forstlicher Biomasse im Pilotmassstab testen, bevor sie diese in den eigenen Industrieanlagen umsetzen.

## PROJEKTECKPUNKTE

### Marktpotential

Das jährliche Wertschöpfungspotential wird im EU-Raum auf mindestens 5 Milliarden Euro geschätzt. Bei weiterer Entwicklung von Anwendungen, die auf der bioaktiven Wirkung der Extraktstoffe beruhen, kann ein deutlich grösseres Marktpotential erwartet werden.

### Entwicklungsstand

1. LABOR



2. PILOT



3. INDUSTRIE



Die Validierung der Applikationen im Pilotmassstab scheitert bislang an der Menge und Qualität der Extrakte aus geeigneten Prozessen. Die Pilot-Extraktionsanlage schliesst diese Lücke.

### Budgetrahmen

CHF 700'000.- Investitionskosten für den Aufbau und die Inbetriebnahme der Pilotanlage.

### Produkte und Anwendungsmöglichkeiten



Holzbau



Futterzusatz



Farben



Brandschutz



3D-Druck

### Genutzte Rohstoffe



Forstliche Biomasse



Sägespäne



Einjahrespflanzen

### Beteiligte Partner



Das Projekt wird realisiert mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) im Rahmen des Aktionsplans Holz.