

# IEA Bioenergie Task 42: Bioraffinerien in der Kreislaufwirtschaft

Arbeitsperiode 2016 - 2018

M. Mandl,  
F. Hesser,  
J. Lindorfer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**16/2020**

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe  
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

### **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in  
dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik  
Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:  
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

# IEA Bioenergie Task 42: Bioraffinerien in der Kreislaufwirtschaft

Arbeitsperiode 2016 - 2018

DI Michael Mandl  
tbw research GesmbH

DI Dr. Franziska Hesser  
Kompetenzzentrum Holz GmbH

DI Johannes Lindorfer  
Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz

Wien, Mai 2019

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## **Vorbemerkung**

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage [www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at) gewährleistet wird.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>9</b>
3.1.	IEA Bioenergie (TCP) .....	9
<b>4</b>	<b>Projekthinhalte</b> .....	<b>11</b>
4.1.	Inhalte und Aufgabenstellung des IEA Bioenergy Task 42 .....	11
4.2.	Bewertung von Bioraffinerien .....	12
4.2.1.	Klassifizierung der Bioraffinerie .....	14
4.2.2.	Ökonomische Bewertung .....	15
4.2.3.	Ökologische Bewertung .....	15
4.2.4.	TEE-Bewertung .....	16
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>17</b>
5.1.	Die Highlights der Task 42 Arbeit .....	17
5.2.	Beschreibung der durchgeführten Arbeiten und Ergebnisse im Triennium 2016 – 2018 .....	17
5.2.1.	Themenfeld Biorefinery Systems - Characterisation, Analysis and Assessment .....	17
5.2.2.	Themenfeld Product Quality – Standardisation of bio-based products/energy .....	18
5.2.3.	Aktivitäten im Themenfeld Evolving BioEconomy .....	19
5.2.4.	Themenspezifische Berichte zu Bioraffinerien und Implementierung .....	21
5.2.5.	Die Task 42 Arbeitstreffen (Progress Meetings) .....	23
5.3.	Fallstudien verschiedener Bioraffinerien .....	24
5.3.1.	Fact Sheet 1 – 2-Plattform-Bioraffinerie (C5&C6-Zucker, Lignin) zur Herstellung von Bioethanol, Strom und Wärme aus Maisstroh .....	25
5.3.2.	Factsheet 2 – 2-Plattformen-Bioraffinerie (C5&C6-Zucker, Biogas) zur Herstellung des Biopolymers Polyhydroxybutyrat (PHB), Strom und Wärme aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr .....	32
5.3.3.	Factsheet 3 – 3-Plattformen-Bioraffinerie (C6-Zucker, Tierfutter, Lipide) zur Herstellung des Biopolymers PLA, Tierfutter, Lipide aus Lebensmittelabfällen .....	37
5.3.4.	Factsheet 4 – 3-Plattformen-Bioraffinerie (Zellstoff, Lignin, Energie) zur Herstellung von Zellstoff, Lignin und Energie aus Hackschnitzeln .....	43
<b>6</b>	<b>Vernetzung und Ergebnistransfer</b> .....	<b>50</b>
6.1.	Vernetzungsaktivitäten .....	50
6.2.	Dissemination und Ergebnistransfer .....	52
6.3.	Auswirkungen der IEA Bioenergy Task 42 Aktivitäten auf nationale Politiken und Rahmenbedingungen .....	52
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen</b> .....	<b>53</b>
7.1.	Zu welchen fachlichen Schlussfolgerungen kommt das Projektteam? .....	53
7.2.	Ausblick auf die neue Arbeitsperiode (2019-2021) .....	54
7.3.	Empfehlungen aus der Sicht von Experten .....	55
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>58</b>

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>61</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>62</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>63</b>

# 1 Kurzfassung

Der IEA Bioenergie Task 42 „Bioraffinerien in der Kreislaufwirtschaft“ verfolgt das strategische Ziel, die Etablierung von Bioraffinerien voranzutreiben. Bioraffinerien sind Produktionsverfahren, die Biomasse durch Prozessintegration zu einem Spektrum an marktfähigen biobasierten Produkten und Energie verarbeiten. Diese kombinierte Herstellung von Produkten und Energie aus Biomasse stellt eine nachhaltige Systemlösung dar, die nicht auf fossilen Rohstoffen beruht und die Kreislaufwirtschaft unterstützt. Daher kann der Betrieb von Bioraffinerien den Ausstoß klimarelevanter Emissionen wesentlich reduzieren und einen aktiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten.

In der Arbeitsperiode 2016-2018 haben im IEA Bioenergie Task 42 folgende Länder teilgenommen, um durch internationale Vernetzung das Thema „Etablierung von Bioraffinerien“ weiter voranzutreiben: Australien, Dänemark, Deutschland, Irland, Italien, Kanada, Niederlande, USA und Österreich.

Auf nationaler Ebene wurde der Task 42 durch ein Konsortium bestehend aus tbw research GesmbH, dem Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz und Wood K-plus (Kompetenzzentrum Holz GmbH) koordiniert. Die Vernetzung der österreichischen Akteure und Akteurinnen im Themenbereich Bioraffinerie, sowie die Initiierung eines Informationsaustauschs auf nationaler und internationaler Ebene waren wesentliche Anliegen der nationalen Taskarbeit.

Durch das österreichische Konsortium wurden auch wesentliche Beiträge zu den Inhalten des Tasks 42 geleistet. Es wurde ein open-access Tool für die Bewertung von Bioraffinerien entwickelt, welches eine TEE-Analyse (Technical/Economic/Environmental Assessment) von Bioraffinerieprozessen systematisch unterstützt. Die Ergebnisse der Analyse von Bioraffinerieprozessen in Form von Fallstudien wurden anhand von sogenannten „Biorefinery Factsheets“ zusammengefasst. Zu den ausgesuchten Produktsegmenten (i) Protein, (ii) biobasierte Fasern & Materialien sowie (iii) biobasierte Chemikalien wurden spezifische Markt- und Technologieberichte erstellt, die Potentiale dieser Produkte für die Etablierung von Bioraffinerien darstellen sowie wichtige Informationen zum Marktumfeld zusammenfassen.

Der jeweilige nationale Status der Teilnehmerländer im Themenfeld Bioraffinerien wurde in Biorefinery Country Reports zusammengefasst und veröffentlicht.

Zur Biobased Economy, insbesondere zu den existierenden nationalen Bioökonomie-Strategien wurde gemeinsam mit anderen internationalen Institutionen eine Erhebung auf Basis einer Umfrage initiiert und die Ergebnisse in Berichten und auf einer Online-Plattformen veröffentlicht.

Die Dissemination der Ergebnisse, Berichte und Veröffentlichungen erfolgt primär über die internationale Homepage des IEA Bioenergie Task 42 Biorefining (<http://task42.ieabioenergy.com/>) sowie über die nationale Plattform der IEA Bioenergie Forschungskoooperation (<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea>).

Kontakt: **DI Michael Mandl** (m.mandl@tbwresearch.org), **DI Johannes Lindorfer** (lindorfer@energieinstitut-linz.at) und **Dr. Franziska Hesser** (f.hesser@wood-kplus.at), welche als Ansprechpersonen für den Task 42 zur Verfügung stehen.

## 2 Abstract

The IEA Bioenergy Task 42 "Biorefining in a Circular Economy" pursues the strategic goal of establishing biorefineries. Biorefineries are production processes that process biomass through process integration into a spectrum of marketable biobased products and energy. This combined production of products and energy from biomass represents a sustainable system solution that is not based on fossil raw materials and supports the circular economy. Therefore, the operation of biorefineries can significantly reduce the emission of climate-relevant emissions and make an active contribution to sustainable development.

In the working period 2016-2018, the following countries participated in the IEA Bioenergy Task 42 in order to further advance the topic "Establishment of biorefineries" through international networking: Australia, Austria, Canada, Denmark, Germany, Ireland, Italy, the Netherlands and the USA.

At the national level, Task 42 was coordinated by a consortium consisting of tbw research GesmbH, the Energy Institute at the Johannes Kepler University Linz and Wood K-plus (Kompetenzzentrum Holz GmbH). The networking of the Austrian actors in the field of biorefinery and the initiation of an exchange of information at national and international level were essential concerns of the national task work.

The Austrian consortium also made significant contributions to the contents of Task 42. An open-access tool for the evaluation of biorefineries was developed, which systematically supports a TEE analysis (Technical/Economic/Environmental Assessment) of biorefinery processes. The results of the analysis of biorefinery processes in the form of case studies were summarized on the basis of so-called "Biorefinery Factsheets".

For the selected product segments (i) protein, (ii) biobased fibers & materials and (iii) biobased chemicals, specific market and technology reports were prepared that show the potential of these products for the establishment of biorefineries and summarize important information on the market environment.

The respective national status of the participating countries in the field of biorefineries was summarised and published in Biorefinery Country Reports.

A status report on the existing standards and guidelines as well as those in development was prepared on the subject of bio-based products in general.

A survey on the Biobased Economy, in particular on the existing national bio-economy strategies, was initiated together with other international institutions and the results were published in reports and on an online platform.

The dissemination of the results, reports and publications is carried out primarily via the international homepage of the IEA Bioenergy Task 42 Biorefining (<http://task42.ieabioenergy.com/>) and additionally via the national platform of the IEA Bioenergy Research Cooperation (<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea>).

Contact: **DI Michael Mandl** ([m.mandl@tbwresearch.org](mailto:m.mandl@tbwresearch.org)), **DI Johannes Lindorfer** ([lindorfer@energieinstitut-linz.at](mailto:lindorfer@energieinstitut-linz.at)) and **Dr. Franziska Hesser** ([f.hesser@wood-kplus.at](mailto:f.hesser@wood-kplus.at))

# 3 Ausgangslage

Österreich hat auf nationaler Ebene die Entscheidung getroffen am IEA Bioenergie (TCP) mitzuarbeiten. Die Aufgaben und Ziele der IEA Forschungsk Kooperation sind unter <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/bioenergie/> abrufbar werden im Folgenden hier zitiert:

## 3.1. IEA Bioenergie (TCP)

**„Das Ziel von IEA Bioenergy ist die Förderung des Einsatzes umweltverträglicher und konkurrenzfähiger Bioenergie auf der Basis einer nachhaltigen Nutzung von Biomasse zur Bereitstellung eines substanziellen Beitrags für eine zukunftsfähige Energieversorgung.“**

Aufgabe von IEA Bioenergy ist es, einen Beitrag zur Beseitigung von umweltbezogenen, institutionellen, technologischen und finanziellen Barrieren für den Einsatz von Bioenergie-technologien in der Zukunft zu leisten. Im Zentrum stehen dabei die Initiierung, Koordinierung und Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekten durch internationale Zusammenarbeit und der gezielte Informationsaustausch zwischen Experten aus Forschung, Industrie und Politik in den teilnehmenden Ländern. Diese Strategie soll dazu beitragen, die Entwicklung und Vermarktung von umweltfreundlichen, effizienten und kostengünstigen Bioenergie-technologien voranzutreiben.

Derzeit nehmen ExpertInnen aus Forschung, Verwaltung und Unternehmen aus 24 Ländern weltweit sowie die Europäische Kommission an IEA Bioenergy teil. Die Kooperation ermöglicht damit einen weltweiten Informationstransfer und die Koordination nationaler Programme und Forschungsarbeiten im Bereich der Bioenergienutzung.

Die Mitarbeit Österreichs an IEA Bioenergy unterstützt und fördert:

- die österreichischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durch den internationalen Wissensaustausch
- die internationale Verbreitung der Ergebnisse der österreichischen Arbeiten
- die österreichische Vernetzung mit relevanten Stakeholdern
- die Anbahnung internationaler F&E-Projekte und wissenschaftlicher Austauschprogramme
- den Aufbau von neuen Geschäftsbeziehungen österreichischer Unternehmen.

Zudem stellt die aktive Mitarbeit Österreichs an IEA Bioenergy eine Anlaufstelle für alle nationalen Task-Beteiligten im Technologieprogramm dar und sorgt für eine reibungslose Koordination innerhalb der nationalen Tasks.

Das aktuelle **Strategiepapier**<sup>1</sup> baut auf vorhergehenden Strategien auf und verfolgt diese unter Berücksichtigung auf aktuelle Entwicklungen für die nächsten 5 Jahre konsequent weiter.

Ein Ziel ist es, die Kommerzialisierung umweltverträglicher, gesellschaftlich akzeptierter und wettbewerbsfähiger Bioenergiesysteme zu unterstützen und damit zur Verbreitung von Bioenergie und Bioenergie-technologien auf allen Energiemärkten beizutragen.“

---

<sup>1</sup>Strategic Plan 2015 – 2020 <https://www.ieabioenergy.com/publications/iea-bioenergy-strategic-plan-2015-2020-brochure/>

**Österreich arbeitet aktuell an folgenden IEA BIOENERGY Tasks mit:**

Tabelle 1 IEA Bioenergy Tasks an denen Österreich mitarbeitet

IEA Bioenergy Task 32	Biomass Combustion and Co-firing	Biomasseverbrennung und -mitverbrennung
IEA Bioenergy Task 33	Gasification of Biomass and Waste	Thermische Vergasung von Biomasse
IEA Bioenergy Task 37	Energy from Biogas	Energie aus Biogas und Deponiegas
IEA Bioenergy Task 39	Commercialising Conventional and Advanced Transport Biofuels from Biomass and Other Renewable Feedstocks	Markteinführung konventioneller und fortgeschrittener flüssiger Biotreibstoffe aus Biomasse
<b>IEA Bioenergy Task 42</b>	<b>Biorefining in a Circular Economy</b>	<b>Bioraffinerien in der Kreislaufwirtschaft</b>

# 4 Projektinhalt

## 4.1. Inhalte und Aufgabenstellung des IEA Bioenergy Task 42

Der IEA Bioenergy Task 42 „Bioraffinerien in der Kreislaufwirtschaft“ verfolgt das strategische Ziel die Etablierung von Bioraffinerien voranzutreiben (Kommerzialisierung und Markteinführung) sowie politische und industrielle Entscheidungsträger entsprechend zu beraten. Der Task 42 bietet eine internationale Plattform für Zusammenarbeit und Informationsaustausch.

Bioraffinerien sind Produktionsverfahren, die durch Prozessintegration Biomasse zu einem Spektrum an marktfähigen biobasierten Produkten verarbeiten und Energie bereitstellen. Diese kombinierte Produktion von Produkten und Energie aus Biomasse stellt eine nachhaltige Systemlösung dar, die nicht auf fossilen Rohstoffen beruht und die Kreislaufwirtschaft unterstützt. Daher können die erfolgreiche Umsetzung und der Betrieb von Bioraffinerien zu wesentlichen Reduktionen im Ausstoß klimarelevanter Emission führen und somit einen aktiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten.

Österreich unterstützt das Technologieprogramm IEA Bioenergy und nimmt aktiv am Task 42 teil. Durch die internationale Vernetzung der Partnerländer innerhalb des Tasks 42 sowie durch das Einbringen wichtiger auf nationaler Ebene generierten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, werden Bioraffinerien gemeinsam vorangetrieben.

Für **das Triennium 2016-2018 wurde ein Konsortium**, bestehend aus

- tbw research GesmbH,
- Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz und
- Wood k plus (Kompetenzzentrum Holz GmbH)

mit dem Taskmanagement beauftragt. DI Michael Mandl vertritt als National Task Leader Österreich in der IEA Bioenergy Task 42. Das Konsortium möchte vor allem auch auf technologischer Ebene die Entwicklung von Bioraffinerien stimulieren und essentielle Erfahrungen und Expertise sowie Diskussionsbeiträge dazu auf internationaler Taskebene einbringen.

Eine zusätzliche wesentliche Aufgabe des Taskmanagements ist es, die Kommunikation zwischen dem IEA Task auf internationaler Ebene und den nationalen AkteurlInnen zu diesem Themenbereich sicherzustellen und nationale Erfahrungen und Interessen einzubringen.

Der IEA Bioenergy Task 42 „Biorefining in a Circular Economy“ verfolgt zusätzlich folgende Ziele:

- (1) Das Forcieren von Bioraffinerien als nachhaltige Produktionsweise für die Bereitstellung einer Vielzahl von Produkten (biobasierte Produkte, Bulk-Chemikalien, Werkstoffe, Lebensmittel und Futtermittel, Treibstoffe und Energie...). Dabei kommt der Überführung von Technologien aus der Phase der Forschung und Entwicklung in Richtung der betrieblichen Anwendung eine besondere Bedeutung zu.
- (2) Die Vernetzung und Abstimmung von AkteurlInnen im Themenbereich Biorefining auf internationalem und nationalem Niveau.
- (3) Bereitstellen und Abstimmen von Expertenwissen zu Bioraffinerien und/oder die Unterstützung und Beratung der Beitrittsländer betreffend nationaler Strategien oder Umsetzungspläne (policy advice).

Der Task 42 verfolgt die genannten Ziele auf einer langfristigen Ebene. Die Entwicklung des Tasks im Allgemeinen sowie die konkreten Ergebnisse, lassen sich anhand der Summe der Detailergebnisse in den spezifischen Themenebenen erkennen.

Basierend auf dem Informationsaustausch bzw. der Diskussion und Abstimmung auf internationaler Ebene entsteht sowohl für den Task 42, als auch für die daran teilnehmenden Partnerländer ein wertvoller Zusatznutzen.

Die Arbeiten im Task 42 erfolgen im Wesentlichen auf folgenden Aktivitätsebenen:

1. Vernetzung der Partnerländer und des verfügbaren Wissens mittels Experten
2. Analyse, Beurteilung und Klassifizierung von Bioraffinerien (betreffend Technologie, Produkte, Qualität, Marktfähigkeit und Bewertung der Nachhaltigkeit (LCA))
3. Strategien zur Entwicklung bzw. Umsetzung von Bioraffinerien bzw. einer Circular Economy
4. Die breite Dissemination der Ergebnisse und Interaktion aller StakeholderInnen

## **4.2. Bewertung von Bioraffinerien**

Vor der ökonomischen und ökologischen Bewertung einer Bioraffinerie ist die Wahl der Allokation, Systemgrenzen und der funktionellen Einheit entscheidend für die spätere Ökobilanz. (Heijungs und Guinée 2007; Ahlgren et al. 2015; Saraiva 2017)

Eine Einschränkung vieler LCA-Studien, insbesondere bei der Bewertung neuer Technologien oder Produkte, besteht darin, dass die funktionale Einheit oft nicht durch die Funktion (z.B. Heizwert), sondern durch die Referenzmaterialströme (z.B. Leistungsmenge) reflektiert wird. Dies ist vor allem auf hohe Unsicherheiten der tatsächlichen Funktion und der kontinuierlichen Produktentwicklung zurückzuführen. (Lettner et al. 2018) Im Bereich der Bioraffinerien finden sich in der Literatur verschiedene Ansätze zur Definition der Funktionseinheiten. Zum Beispiel der angestrebte Output (González-García et al. 2011) oder der gesamte jährliche Input an Biomasse (Cherubini und Ulgiati 2010). Die Betrachtung von Bioraffinerien, die mehrere Outputs produzieren, erhöht die Schwierigkeit, eine Hauptfunktion zu identifizieren. (Ahlgren et al. 2013) Die Multifunktionalität von Bioraffineriekonzepten führt auch zu der gemeinsamen Herausforderung, die Umweltauswirkungen auf verschiedene Leistungen aufzuteilen. Unterschiedliche Ergebnisse einer Bioraffinerie können tatsächlich unterschiedliche Funktionseinheiten und physikalische Eigenschaften aufweisen, was zu einer Kernfrage in der Ökobilanz für Bioraffinerien führt. (Cherubini und Strømman 2011; Ekvall und Finnveden 2001; Heijungs und Guinée 2007; Weidema 2000)

Die Partitionierungsmethode basiert auf der künstlichen Aufteilung von multifunktionalen Prozessen in mehrere unabhängig voneinander arbeitende monofunktionale Prozesse (Heijungs und Guinée 2007) und verteilt die Auswirkungen auf die Nebenprodukte anhand eines bestimmten Kriteriums, wie in Abbildung 1 dargestellt. Bei Bioraffineriesystemen ist zwischen Prozessen mit und ohne zugrundeliegendem physikalischen Zusammenhang zwischen den Outputs und den Emissionen zu unterscheiden (siehe auch ISO 14040 Abschnitt 4.3.4.2).

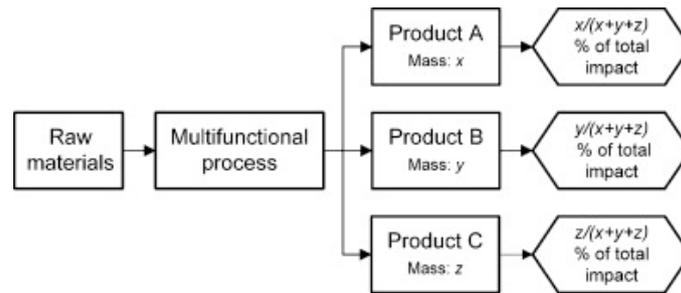


Abbildung 1: Grafische Darstellung zur Grundlage der Massenzuteilung (Cherubini et al. 2011)

Mit der Verteilungsmethode der Allokationen können die im Rahmen der Bewertung berechneten Emissionen (z.B. CO<sub>2</sub>-Äquivalente) auf die verschiedenen Faktoren verteilt werden. Dazu wird die Gleichung 1 verwendet:

$$w_i = \alpha_i \cdot W_{tot}$$

[Gleichung 1]

mit  $w_i$  als faktorspezifischen Emissionen,  $\alpha_i$  als faktorspezifische Zuteilung und  $W_{tot}$  als Gesamtemissionen. (Cherubini und Strømman 2011) Die Partitionierungsmethode wurde als am nützlichsten für die vorgestellte Bewertung verschiedener Fallstudien angesehen. Dennoch ist keine allgemeine Empfehlung zu diesem Thema zu erwarten.

Anhand von Qualitätskriterien lässt sich feststellen, ob und inwieweit eine Bioraffinerie im Vergleich zu herkömmlichen fossilbasierten Verarbeitungs- und Produktportfolios als vorteilhaft angesehen werden kann. Die Wahl der Systemgrenzen (oder des Bilanzausgleichs) beeinflusst das Ergebnis der wertorientierten Qualitätsbewertung von Bioraffinerien stark. (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016) So ist beispielsweise die Qualität einer Bioraffinerie abhängig von den wirtschaftlichen Werten, Umweltwerten und soziale Werten.

Saraiva (2017) führte eine Überprüfung des Einflusses von Systemgrenzeinstellungen in den LCA's von Bioraffinerien und der Notwendigkeit weiterer Untersuchungen durch. (Saraiva 2017) Es wird empfohlen, den gesamten Lebenszyklus von der Wiege bis zur Bahre zu betrachten. (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016) Aus praktischer Sicht folgen die Bewertungen jedoch aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit, insbesondere in Bezug auf die Nutzung und das Ende der Lebensphase, oft einem *Cradle-to-Gate*- oder *Gate-to-Gate*-Konzept. Zu den betrachteten Lebenszyklusphasen, wie in Abbildung 2 dargestellt, gehören:

- Biomasseanbau,
- Prozessschritte vor und innerhalb der Bioraffinerie,
- Verbraucherverwendung von Bioraffinerieprodukten und
- Produktentsorgung.

Obwohl zwischen biobasierten und nichtbiobasierten Wertschöpfungsketten unterschieden wird, ist anzumerken, dass eine rein biobasierte Wertschöpfungskette Verbindungen/Interaktionen mit nicht biobasierten Wertschöpfungsketten gemeinsam haben kann. (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016)

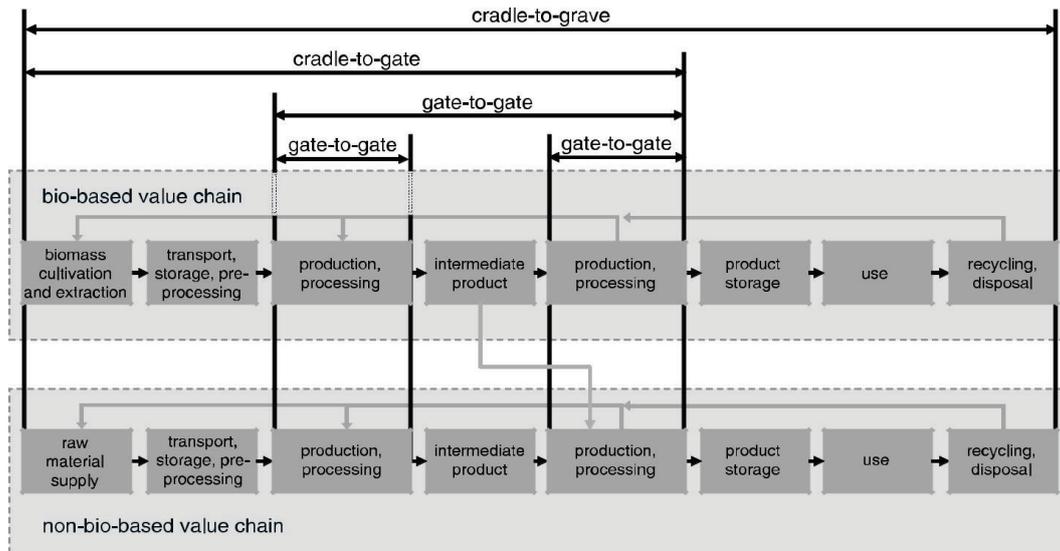


Abbildung 2: Definition von Systemgrenzen biobasierter und nicht biobasierter Wertschöpfungsketten (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016)

Die Systemgrenzen der Fallstudien in diesem Bericht sind Cradle-to-Gate.

#### 4.2.1. Klassifizierung der Bioraffinerie

Wie (Cherubini et al. 2009) hervorhoben, besteht Bedarf an einem gemeinsamen Klassifikationsansatz für Bioraffineriesysteme. Das Problem der Klassifizierung wurde in der Literatur häufig diskutiert (z.B. Kamm & Kamm 2005, van Ree & Annevelink 2007, Axegard et al. 2007). Die Idee des IEA Task 42 Klassifizierungssystems besteht darin, jedes Bioraffineriesystem nach vier Hauptmerkmalen zu klassifizieren: Plattformen, Produkte, Rohstoffe und Prozesse (in der Reihenfolge ihrer Bedeutung). Jedes der Merkmale besteht aus mehreren möglichen Untergruppen, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Merkmale und Untergruppen für das Klassifizierungssystem (Cherubini et al. 2009)

<b>Plattform</b>		C5-Zucker; C6-Zucker; Öle; Biogas; Syngas; Wasserstoff; Organischer Saft; Pyrolyseflüssigkeit; Lignin; Strom und Wärme
<b>Produkte</b>	Energieprodukte	Biodiesel; Bioethanol; Biomethan; Synthetische Biokraftstoffe; Synthetische Biokraftstoffe; Strom und Wärme
	Wesentliche Produkte	Lebensmittel; Tierfutter; Düngemittel; Glycerin; Biomaterialien; Chemikalien und Bausteine; Polymere und Harze; Bio-Wasserstoff
<b>Rohmaterialien</b>	Dedizierte Pflanzen	Ölpflanzen; Zuckerpflanzen; Stärkekulturen; Lignocellulosekulturen; Gräser; Marine Biomasse
	Rückstände	Lignocellulose-Rückstände; Organische Rückstände & andere
<b>Prozesse (ausgewählt)</b>	Thermochemisch	Verbrennung; Vergasung; Hydrothermale Veredelung; Pyrolyse; Überkritische Stoffe
	Biochemisch	Fermentation; Anaerobe Verdauung; Aerobe Verdauung; Aerobe Umwandlung; Enzymatische Prozesse
	Chemische Prozesse	Katalytische Prozesse, Zellstoffaufbereitung, Veresterung; Hydrierung; Methanisierung; Dampfreformierung; Wasserelektrolyse
	Mechanisch/physikalisch	Extraktion; Fasertrennung; Mechanische Fraktionierung; Pressen/DZerfaserer; Vorbehandlung; Separation

### 4.2.2. Ökonomische Bewertung

Wie bereits erwähnt, ist die wirtschaftliche Bewertung ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Qualität der Bioraffineriesysteme. Sie hilft, vielversprechende Prozesse zu identifizieren, Investitionsprojekte zu bewerten und die Finanzierung zu sichern. (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016)

Tabelle 15 fasst Parameter und Werte für die wirtschaftliche Bewertung von Bioraffinerien kurz zusammen. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Parameter finden Sie in der VDI 6310. Wenn möglich (d.h. je nach Datenverfügbarkeit) wird die Barwertmethode angewendet, um zeitlich variierende Werte zu berücksichtigen. Alle Kosten und Erlöse werden dann mit einem zum Entscheidungszeitpunkt festgelegten Diskontsatz nach oben oder unten abgezinst. Eine Investition kann als vorteilhaft angesehen werden, wenn der Nettobarwert positiv ist. Die Berechnungsmethode des Barwerts für Bioraffineriesysteme ist in der VDI 6310 zu finden. Eine Tabelle mit den Parametern und Werten für die wirtschaftliche Bewertung von Bioraffinerien befindet sich im Anhang. Methoden und Instrumente zur dynamischen Bewertung von Investitionsgütern und Anlagen können der VDI 6025 entnommen werden.

Für eine detaillierte Bewertung werden die Produktionskostenfaktoren für jeden Teil des Systems ideal bereitgestellt, z.B. Rohstoffbeschaffung, Vorbehandlung/Konditionierung und Umstellung der Bioraffinerie auf Mehrproduktproduktion. Wenn aufgrund von Vertraulichkeitsbeschränkungen und Datenverfügbarkeit eine detaillierte Bewertung nicht möglich ist, können aggregierte Werte in Bezug auf die relevanten physikalischen Inputs und Outputs der Bioraffinerie verwendet werden, um eine Bewertung mit geringerer Granularität zu ermöglichen.

### 4.2.3. Ökologische Bewertung

Die Nachhaltigkeitsbewertung im Kontext von Bioraffinerien und ihren vielfältigen Leistungen ist nicht einfach. (Lamers et al. 2016) Dennoch sind die Bioraffinerien für eine Reihe von direkten und indirekten Umweltauswirkungen verantwortlich und erfordern eine systematische Bewertung der Auswirkungen. (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016) Bei der durchgeführten Umweltbewertung stehen die Treibhausgasemissionen (THG) und der kumulierte Energiebedarf (CED) als Schlüsselindikatoren im Vordergrund. Andere Umweltwirkungskategorien wie Eutrophierung, Versauerung, Ozonabbaupotenzial usw. sind derzeit aufgrund der großen Vielfalt der Charakterisierungsmodelle und fehlender internationaler Harmonisierung in der Bewertung ausgeschlossen.

Die Methode der Wahl für die Ableitung von Umweltindikatoren für Bioraffinerien ist die Ökobilanz (LCA) auf der Grundlage der ISO 14040-Methodik, die die vier Schritte umfasst: Ziel- und Umfangsdefinition, Bestandsanalyse, Folgenabschätzung sowie Interpretation. Dieser Vorgang ist nicht streng aufeinander folgend. Zwischen den einzelnen Schritten bestehen Zusammenhänge. Das bedeutet, dass jeder Schritt von den anderen mitbestimmt wird. Dementsprechend handelt es sich um einen iterativen Prozess. Können im Rahmen der Sachbilanz aus Mangel an validen Daten nicht alle notwendigen Ein- und Ausgangsströme erfasst werden, kann dies zu einer rückwirkenden Neudefinition der Systemgrenzen führen. Die Sensitivitätsanalyse kann auch die Notwendigkeit aufzeigen, die Systemgrenzen zu verfeinern. Andererseits kann im Rahmen der Bewertung und Interpretation festgestellt werden, dass zusätzliche Daten generiert werden müssen, um zu

repräsentativen Ergebnissen zu gelangen. Daher sind die für die Sachbilanz erforderlichen Daten innerhalb der Ökobilanz von besonderer Bedeutung. Wie bereits erwähnt, muss die Repräsentativität von Daten und Faktordaten für jede Bewertung des Bioraffinerieweges auf fallbezogene Weise überprüft werden.

#### 4.2.4. TEE-Bewertung

Ein Beitrag zur Entwicklung und Verbreitung von Bioraffinerien ist die Analyse und Bewertung von Wertschöpfungsketten. Österreich hat zur Bewertung von Bioraffinerien, federführend, eine „Technical, Economic and Environmental (TEE)“ Bewertungsmethode entwickelt, die von einem allgemeingültigen Ansatz ausgeht und eine quantitative Bewertung ökologischer und ökonomischer Effekte ermöglicht. Dazu wurde eine Open Access Datenplattform, welche die Bewertungsmethodik und die Herkunft der Primärdaten beinhaltet, eingerichtet. Der strukturierte Ansatz dieser Vorgehensweise ist in Abbildung 3 dargestellt.

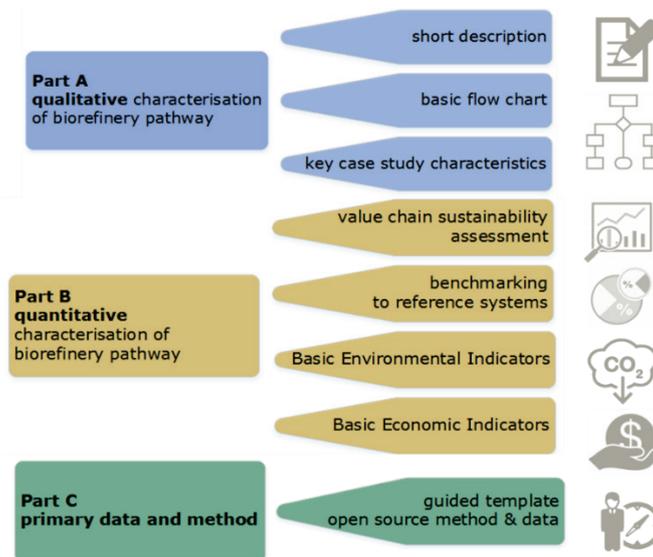


Abbildung 3: Grafische Darstellung des TEE-Assessment Ansatz des IEA Bioenergy Task 42. Wie in Abbildung 3 dargestellt, besteht die TEE-Methode aus einer qualitativen und quantitativen Charakterisierung und einem Datenteil. Die Ergebnisse werden in einer Standardform präsentiert. Herausforderungen bei der Methodenentwicklung und bei der Anwendung waren die Reifegrade unterschiedlicher Bioraffineriekonzepte, die Vertraulichkeit von Informationen, Interessenskonflikte und in besonderem Maß der Zugang zu Daten.

# 5 Ergebnisse

## 5.1. Die Highlights der Task 42 Arbeit

Betreffend der österreichischen Beiträge in der Taskarbeit können für die Arbeitsperiode 2016-2018 folgende Highlights genannt werden:

- Die durchgeführten nationalen Vernetzungstreffen relevanter AkteurInnen insbesondere der Austrian Biorefinery Stakeholder Workshop (23.10.2017) mit internationaler Beteiligung (den NTL des Tasks 42) im Festsaal der TU Wien.
- Die federführende Erstellung des Tasks 42 Berichts „*Natural Fibers and Fiber based Materials in Biorefineries*“ (Federführung Uni Graz).
- Die Entwicklung des open-access Bewertungstools (TEE- Technical/ Economic/ Environmental assessment) für Bioraffinerie Prozesspfade sowie die Anwendung auf vier Fallbeispiele.
- Erstellung und Veröffentlichung der Ergebnisse der durchgeführten Bioraffinerie Bewertungen anhand von Biorefinery Factsheets.
- Die Initiierung einer Kooperation mit anderen IEA Bioenergy Tasks und anderen TCPs (IETS) im Bereich „Bewertung von Bioraffinerien“ mittels eines -Collaborative Inter Task Project (CITP) „Technical, economic and environmental (TEE) assessment of integrated biorefineries“.

## 5.2. Beschreibung der durchgeführten Arbeiten und Ergebnisse im Triennium 2016 – 2018

### 5.2.1. Themenfeld Biorefinery Systems - Characterisation, Analysis and Assessment

In diesem Arbeitspaket hatte Österreich eine federführende und koordinierende Rolle. Die ARGE hat Arbeiten in folgenden Themenbereichen durchgeführt:

- Klassifizierung von Bioraffinerien
- Bewertung der Nachhaltigkeit von Bioraffinerien mittels LCA und technoökonomischen Methoden
- Erstellung von „Biorefinery Factsheets“, gemäß der in der Task 42 etablierten und von der ARGE weiterentwickelten Methodik (Bewertungstool)
- Erstellung einer „Database“ bzw. Bewertungstool, welche Detailinformationen ausgesuchter Bioraffinerie Nutzungspfade systematisch gliedert, dokumentiert und zusammenfasst.

Das entwickelte Bewertungstool für die Erstellung und Verwendung der Biorefinery-Factsheets soll allen beteiligten oder interessierten AkteurInnen zur Verfügung stehen. Dies kann eine sehr große und vielfältige Öffentlichkeit abdecken. Aus diesem Grund wurde Excel zum Einrichten des Tools verwendet. Es enthält verschiedene Berechnungssheets, die helfen sollen, die genaue und

umfassende Methodik und die relevanten Datenquellen zu charakterisieren.

Das Werkzeug ist in mehreren Excel-Tabellen organisiert.

- Das erste Blatt erklärt Umfang, allgemeine Prozessinformationen, Haftungsausschluss und Glossar.
- Das zweite Blatt enthält eine Inhaltsübersicht und Hyperlinks zu den Excel-Tabellen mit den einzelnen Bioraffineriewegen.
- Der Benutzer findet dann die Berechnungsblätter für die spezifischen Bioraffineriedaten. Diese Blätter enthalten die Eingabewerte und Ergebnisse für alle Pfade welche im Rahmen des Tools transparent dargestellt werden.
- Die letzten Blätter enthalten die generischen Daten, die auf die Berechnungen und Standardwerte sowie benutzerdefinierte Werte angewendet wurden.

Das Tool bietet eine einfache und nachvollziehbare Anpassung bestehender Bioraffinerie-Pfade durch Stakeholder. Darüber hinaus ist es möglich, einen ganz neuen Pfad innerhalb des Werkzeugs zu erstellen. Einige Ratschläge und Unterlagen, wie dies zu tun ist, werden gegeben.

Als konkrete liegen die TEE- Bewertungsergebnisse von 4 Bioraffinerietechnologiepfaden vor, welche in übersichtlicher Weise zu Fact-Sheets zusammengefasst wurden.

Der methodische Zugang sowie weitere Details zu den Arbeiten im Themenfeld Bewertung von Bioraffinerien sind in dem **Bericht „Technical, Economic and Environmental Assessment of Biorefinery Concepts - Developing a practical approach for characterisation“** zusammengefasst.

Der Bericht wurde am 4. Juli 2019 veröffentlicht und ist unter folgendem Link als Download verfügbar: <http://task42.ieabioenergy.com/publications/tee-2019/>

### **5.2.2. Themenfeld Product Quality – Standardisation of bio-based products/energy**

Die Arbeiten in AP2 wurden federführend von Deutschland durchgeführt. Die Standardisierung und Zertifizierung für Bioenergie und Biokraftstoffe wurde bereits von anderen IEA-Bioenergie-Tasks durchgeführt, z.B. "Monitoring Sustainability Certification of Bioenergy" durch Task 40 im Jahr 2013. Ein Überblick über die Standardisierung biobasierter Produkte fehlte jedoch noch.

Ziel dieses Berichts ist es, relevante Informationen über bestehende Standardisierungsansätze für biobasierte Produkte zu sammeln und relevante Aktivitäten vor und während des Trienniums (2016-2018) zu überwachen. Der Schwerpunkt dieser Tätigkeit liegt auf Produkten. Nationale und/oder innerbetriebliche Berichte zu diesem Thema überschreiten in der Regel den Rahmen des Tasks 42 Berichts. Das geplante Ergebnis war die Beobachtung der Entwicklungen im Bereich biobasierte Labels und Standards und die Darstellung des Status in einem „Slide-Deck“. Neben dem Slide-Deck ist eine kurze Beschreibung des Hintergrunds, der aktuellen Normen und Labels sowie drei Tabellen mit den aktuellen Normen für biobasierte Produkte, Normen für Kunststoffprodukte und Holz-Kunststoff-Verbundstoffe (WPC) in Europa sowie der laufenden und zukünftigen Normenentwicklung für biobasierte Produkte enthalten. Sowohl diese Kurzbeschreibung als auch das „Slide-Deck“ sind in dem Bericht integriert.

**[Download Link](#)**

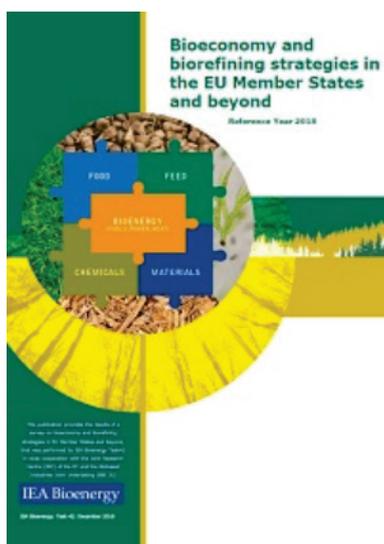
### 5.2.3. Aktivitäten im Themenfeld Evolving BioEconomy

Die Arbeiten zum Thema Evolving BioEconomy wurden innerhalb des Tasks 42 hauptsächlich von Italien durchgeführt. Italien ist auch in die Aktivitäten des Joint Research Center (JRC) eingebunden. Seitens des JRC wird das **EU Bioeconomy Observatory** Projekt durchgeführt (<https://biobs.jrc.ec.europa.eu/>), welches ein Bioeconomy Knowledge Center aufbaut bzw. betreibt. Die Aktivitäten am JRC im Themenfeld Bioeconomy sind umfassend und haben folgende Ziele:

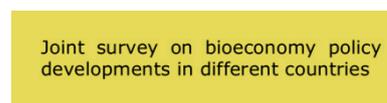
- Erhebung von Informationen und Daten zur Bioeconomy
- Analyse verschiedener nationaler Politiken und Strategien im Themenfeld
- Erstellung von spezifischen Datensets (open data catalogue) für verschiedene Segmente der Bioeconomy
- Etablieren und Betreiben eines Netzwerkknotens zur Bioeconomy

Die Aktivitäten des IEA Bioenergy Task 42 wurden mit den Aktivitäten zum Thema Bioökonomie des JRC verschnitten. Gemeinsam wurde ein Bioeconomy Survey durchgeführt. Fokus der Umfrage war die **Erhebung länderspezifischer Informationen zum jeweiligen nationalen Stand im Bereich Bioökonomie**, z.B. bestehender Rahmenbedingungen oder Politiken (z.B. Bioökonomie-Strategie), der Stand zu Bioraffinerien (Demo, Pilot und kommerzielle Bioraffinerien), Technologieschwerpunkte, Stakeholder und AkteurInnen. Die Aktivitäten wurden in zwei Berichten zusammengefasst, welche einerseits die angewandte Methodik sowie die erzielten Resultate zusammenfassend präsentieren. Diese Veröffentlichungen enthalten die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage zu Bioökonomie- und Bioraffineriestrategien in den EU-Mitgliedstaaten (sowie darüber hinaus).

Tabelle 3 Übersicht der zwei Publikationen zum Thema "Nationaler Stand im Bereich Bioökonomie in der EU"



[Download](#)



[Download](#)

Die gesammelten Informationen zur nationalen Bioökonomie umfassen insbesondere:

- Institutionen, die an der Entwicklung der Bioökonomie auf nationaler Ebene beteiligt sind;
- Status der nationalen bioökonomischen Strategien und Definitionen der Bioökonomie;

- Informationen über spezifische nationale Strategien, wie z.B. Ziele und Sektoren (Landwirtschaft; Aquakultur; biobasierte Chemikalien und Materialien; biobasierte Elektrizität; biobasierte Textilien; Biokraftstoffe; Biotechnologie; Fischerei; Lebensmittel; Forstwirtschaft; organische Abfälle; Zellstoff und Papier; Holz, Holzprodukte und Möbel...;
- beteiligte Interessengruppen;
- andere bioökonomische Strategien oder Bioökonomie-Strategien auf regionaler Ebene;
- relevante bioökonomische Informationen (z.B. Förder- und Bildungsprogramme);
- Zertifizierungssysteme und Anreize für biobasierte Produkte, etc.;

Die Beiträge der österreichischen IEA Bioenergy T42 ARGE in diesem Arbeitspaket waren von Beginn an auf eine allgemeine Unterstützung der Arbeiten sowie auf die Diskussion und Analyse der Ergebnisse innerhalb des Tasks 42 beschränkt.

### Online Dashbord zur Bioökonomie

Für die Online Dissemination der Umfrageergebnisse wurden sogenannte länderspezifische Online-Dashboards geschaffen. Durch die Verfügbarkeit der nationalen Ergebnisse in den Online-Dashboards soll versucht werden einen gewissen Pull-Faktor zu erzeugen. Somit besteht die Erwartung, dass sich in Zukunft eine größere Anzahl an AkteurlInnen verschiedenster Länder in ein Update „einklinken“.

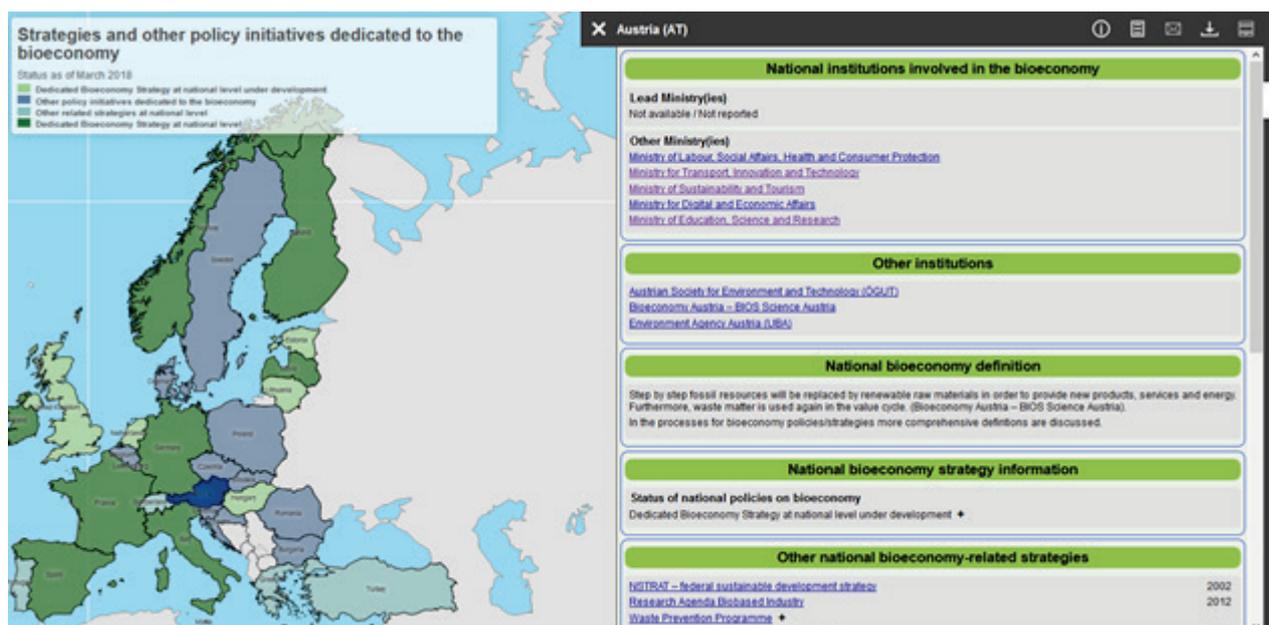


Abbildung 4 Screenshot des Online Dashboards zur Bioökonomie für Österreich

Dashboard verfügbar unter:

[https://ec.europa.eu/knowledge4policy/bioeconomy/topic/policy\\_en#bioeconomy](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/bioeconomy/topic/policy_en#bioeconomy)

Diese Monitoringaktivität im Bereich der Bioökonomie Strategien spiegelt allerdings nur den Status zu einem spezifischen Stichtag wider. Somit ist eine Aktualisierung der Daten und Informationen eine wesentliche und erforderliche Aufgabe.

Eine erforderliche Ergänzung im konkreten nationalen Kontext ist, dass die **Bioökonomiestrategie**, welche am 13. März 2019 im Ministerrat beschlossen wurde, im „nationalen Dashboard“ noch nicht erfasst ist. Die Bioökonomiestrategie Österreichs folgte der „Mission2030“, die im Mai 2018 von der österreichischen Bundesregierung beschlossen wurde. Die Erarbeitung der Bioökonomiestrategie war ein ressortübergreifendes Projekt zwischen dem Bundesministerium für Nachhaltigkeit und

Tourismus, dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie und dem Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung.

Das übergeordnete Ziel der Bioökonomiestrategie ist den fossilen Material- und Energieverbrauch zu reduzieren und diesen durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen. Es werden relevante AkteurInnen der Rohstoffbereitstellung (Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Abfälle) und der Ressourcennutzung (Chemikalien, Energie und Lebens- sowie Futtermittel) angesprochen. Auch die Änderung der Konsumgewohnheiten sowie die Stärkung der Kreislaufwirtschaft werden angestrebt. Die Bioökonomiestrategie zeigt konkrete Maßnahmen zur weiteren Etablierung der biobasierten Wirtschaft in Österreich auf und des Weiteren sollen Handlungsfelder in einem Aktionsplan zusammengefasst werden.

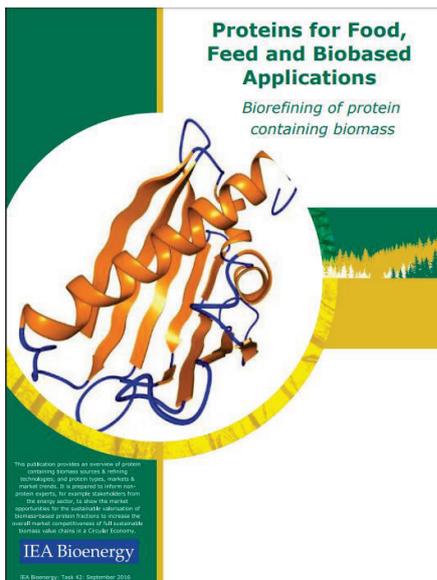
#### **Download Bioökonomie Strategie**

In diesem Zusammenhang wird erwähnt, dass zum Zeitpunkt der Berichtslegungen noch keine konkreten Maßnahmen und Kontrollmechanismen zur Umsetzung der Bioökonomiestrategie definiert wurden bzw. vorliegen. Somit ist die Strategie gegenwärtig noch eine politische Willenserklärung und Richtungsbestimmung. Seit Anfang 2019 wurde mit der Erstellung eines Aktionsplans für Bioökonomie begonnen.

#### **5.2.4. Themenspezifische Berichte zu Bioraffinerien und Implementierung**

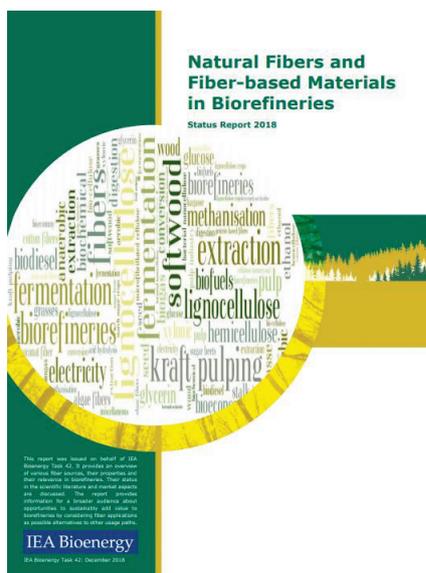
Der IEA Bioenergy Task 42 erstellt in den Arbeitsperioden jeweils zu ausgesuchten Themenfeldern fachspezifische Berichte, die sich auf spezifische Bioraffinerie Produkte bzw. -klassen oder Technologien fokussieren. Die Zielgruppe dieser Publikationen ist NICHT die jeweilige Experten-Riege des Fachbereiches, sondern der/die allgemein interessierte Leser/Leserin, welche/r im Themenfeld relevante Informationen sucht. Gerade im thematisch sehr breiten Fachgebiet der Bioraffinerien stellen fachspezifische Berichte eine wertvolle Bereicherung und Ergänzung dar, um eigenes Expertenwissen in neue relevante Themenbereiche zu erweitern. Leider sind die Berichte nur in englischer Sprache verfügbar, ein Umstand der eine gewisse Hürde für den national interessierten Leser und Leserin darstellt.

Die Auswahl der Themen erfolgt auf Basis einer internen Evaluierung im Task 42 mit dem Ziel über die Jahre ein möglichst breites Themenfeld abzudecken. In den Berichten wird insbesondere auf die jeweilige Relevanz des Themas für die Implementierung von Bioraffinerien eingegangen. Somit spiegelt der Bericht auch einen jeweiligen Status zu Technologien oder möglichen Produktgruppen wider. Dies bedeutet auch, dass Updates zu diesen Themen sinnvoll und nötig sind.



Zum [Download des Berichts](#).

**Protein Bericht:** Der IEA Task 42 hat einen thematischen Bericht mit dem Titel „*Proteins for Food, Feed and Biobased Applications – Biorefining of protein containing biomass*“ im September 2016 veröffentlicht. Der Bericht ist sowohl als Download über die Website sowie als Hardcopy auf Anfrage bei tbw research GesmbH verfügbar bzw. ist/wird bei Task 42 Aktivitäten und Netzwerktreffen aufgelegt. Der Bericht gibt einen Überblick zum Thema Protein. Er umfasst sowohl die Rohstoffpalette proteinreicher Früchte, die etablierten Verarbeitungstechniken als auch Koppelnutzungen und die möglichen Anwendungsbereiche. Auch mögliche Nutzungsszenarios werden dargestellt.



Zum [Download Faser Bericht](#).

**Faser Bericht:** Der Bericht „*Natural Fibers and Fiber-based Materials in Biorefineries*“ wurde unter österr. Federführung erstellt. Prof. Tobias Stern, Julia Wenger und Josef P. Schögl von der Karl Franzens Universität in Graz bildet das Kernteam für diesen Bericht. Die Veröffentlichung erfolgte im Dezember 2018. Der Bericht wendet sich an die Zielgruppe allgemein interessierter Leser zum Thema Bioraffinerie und bedarf zum Verständnis kein explizites Faser-ExpertInnen-Wissen. Diese Veröffentlichung zeigt vor allem Potentiale auf, welche in Produktion von Fasern bzw. Faserprodukte mittels eines Bioraffinerieprozesses liegen. Neben den biobasierten Fasern bzw. -produkten werden auch klassische nicht erneuerbare Fasern (z.B. Glasfaser, synthetische Fasern) hinsichtlich ihre Eigenschaften und Märkte kurz beschrieben. Dies ermöglicht eine bessere Einordnung der biobasierten Produkte am Markt betreffend üblicher Fasererlöse, Fasereigenschaften sowie existierender Märkte.

Der „*Bio-based Chemicals Report – Value Added Products from Biorefineries*“ (Update) existiert zum Zeitpunkt der Berichtslegung erst als Überarbeitungskonzept und soll 2019 fertiggestellt werden. Die Federführung der Berichtsaktualisierung liegt bei den Niederlanden. Die österr. Partner haben den neuen inhaltlichen Fokus mitgestaltet sowie Feedback zu den bisherigen Texten und Entwurf gegeben.

„Die chemische Industrie benötigt derzeit 11% der Weltproduktion von Erdöl, 90% ihrer Rohstoffe sind fossilen Ursprungs. Bis 2050 wird sich der Markt für Plastik vervierfachen und 15% des Kohlenstoffbudgets beanspruchen. Plastik aus erneuerbaren Quellen spielt heute mit einem Anteil von 1 bis 2% eine untergeordnete Rolle. Langfristig kann Bioplastik zur Bekämpfung des Klimawandels beitragen.“

Derzeit benötigt die chemische Industrie 330 Mio. Tonnen fossile Rohstoffe; wichtigste Moleküle sind Methanol, Ethylen, Propylen, Butadien, Benzen, Toluol und Xylen. Wichtigste biobasierte Moleküle sind Stärke, Zellulosefasern, Tallöl und Fettsäuren.

Treiber der Entwicklung sind die Politik, Fortschritte der Technologie und die Konsumenten, gesetzliche Regelungen für eine nachhaltige Entwicklung, der Kampf gegen die Erderwärmung und die Sicherung der Versorgung. Die Technologieentwickler stehen vor der Herausforderung, Konzepte in marktaugliche Produkte zu überführen. Am Markt entscheiden dann die Kunden, deren Interesse durch Branding beeinflusst werden kann. Viele Firmen wie Apple, Lego oder Ford haben die Chancen biobasierter Alternativen erkannt und setzen auf den Werbeeffect. Betriebe der chemischen Industrie suchen die Diversifizierung ihres Produktportfolios<sup>2</sup>.

- Die Märkte zeigen Interesse an Biochemikalien und weiten sich in bescheidenem Maß aus.
- In Einzelfällen sind heute schon Produkte auch ohne Subventionen wettbewerbsfähig.
- Chancen haben sowohl „Drop-In“ Produkte als auch Produkte mit neuen Funktionen<sup>2</sup>

### 5.2.5. Die Task 42 Arbeitstreffen (Progress Meetings)

Die Teilnahme an den Task Progress Meetings sind ein wesentlicher Arbeitsschwerpunkt der Taskarbeit. Im Triennium 2016-2018 fanden in Summe 6 Progress Meetings des Tasks 42 statt. Die Festlegung der Termine erfolgt so, dass Synergien mit anderen Veranstaltungen der IEA Bioenergy oder mit Konferenzen oder Meetings anderer Tasks etc. entstehen können. Der Veranstaltungsort unterliegt einem Rotationsprinzip, sodass die Meetings immer in einem anderen Teilnehmerland stattfinden.

Tabelle 4 Übersicht der Task 42 Progress Meetings 2016-2018

Meeting und Datum Ort, Land	Österr. Teilnahme	Anmerkung
20 <sup>th</sup> Progress Meeting, 18.-19.4.2016 Dublin, Irland	Michael Mandl	Dies war das Kick-off Meeting für das Triennium 2016-18. Am 19.4.2016 nachmittags wurde ein <b>Irish Biorefining Stakeholder-Dialog</b> (Workshop) mit nationalen Akteuren durchgeführt. Insgesamt gab es sechs thematische Präsentationen (jeweils 3 wurden vom Task 42 und 3 von irischen Akteuren beigesteuert). Michael Mandl gab im Workshop eine Keynote zum Thema <i>Green Biorefining - grass for generating products and energy</i> , da das Thema der Grasverwertung für Irland besonders relevant ist.
21 <sup>st</sup> Progress Meeting; 16.-18.11.2016 Brisbane und MacKay, (AUS)	Michael Mandl	Das Progress Meeting wurde so geplant, dass eine Teilnahme (14.und15.Nov) an der <b>Bioenergy Australia 2016 Conference</b> möglich war. Am 14. Nov. gestaltete der Task42 eine eigene Session „Biorefining in a Future BioEconomy“. Das Progress Meeting wurde am 16. Und 18. Nov durchgeführt. Am 17. Nov gab es eine Exkursion in der Region MacKay. Es wurde der Dialog mit der Zuckerindustrie vor Ort geführt und Standorte besichtigt.
22 <sup>nd</sup> Progress Meeting, 15.05.2017 Göteborg (SE)	Michael Mandl, Johannes Lindorfer	Das Progress Meeting wurde am 15. Mai 2017 durchgeführt. Am 16. Mai fand der Workshop „ <b>The role of industrial biorefineries in a low carbon economy</b> “ statt, welcher seitens der IEA Bioenergy und IETS organisiert wurde.
23 <sup>rd</sup> Progress Meeting, 24.- 25.10.2017	Michael Mandl,	Dies war ein wichtiges 2-tägiges Arbeitsmeeting, um Fortschritte in der Task Arbeit sicherzustellen und die Inhalte des neuen Trienniums zu

<sup>2</sup> <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Task-42-Biobased-Chemicals-value-added-products-from-biorefineries.pdf>

Wien, (AT)	Johannes Lindorfer, Franziska Hesser	planen. Am 23.Okt.17 wurde der <b>Österreichische Bioraffinerie Stakeholder Workshop im Festsaal der TU Wien</b> durchgeführt. Bei der dieser ganztägigen Veranstaltung nahmen die NTL's der Task 42 ebenso teil bzw. lieferten wertvolle internationale Beiträge (USA, CAN) zur nationalen Diskussion.
24 <sup>st</sup> Progress Meeting 05.02.2018 Montreal (CAN)	Franziska Hesser	Da der NTL erkrankte wurde Österreich bei diesem Treffen durch Franziska Hesser (Wood K plus) vertreten. Das Meeting wurde so gelegt, das eine Teilnahme an der <b>BIOFOR Conference 2018</b> (6.- 8.2.2018) möglich war.
25 <sup>st</sup> Progress Meeting 5.-6.11.2018 San Francisco (USA)	Michael Mandl, Johannes Lindorfer	Im Rahmen des Abschlussmeetings des Trienniums (am 5. und 6. Nov.18) wurde die im Triennium erzielten Ergebnisse nochmals diskutiert sowie das Arbeitsprogramm für das nächste Triennium abgestimmt. Am 7.-9.11.2018 fand die Advanced Bioeconomy Leadership Conference <b>ABCL GLOBAL Conference 2018</b> statt. Dazu wurden auch seitens der Task 42 Beiträge geliefert. Johannes Lindorfer stellte in einem Vortrag das „Biorefineries Assessment“, welches in der Task 42 durchgeführt wird, vor.

Das 23<sup>rd</sup> Progress Meeting in Wien wurde seitens der österr. Arbeitsgemeinschaft ausgerichtet und fand in den Räumlichkeiten von tbw research GesmbH in der Schönbrunner Str. 297 statt.

Das „Vienna Meeting“ wurde mit einem Austrian Biorefinery Workshop kombiniert sowie mit einer Exkursion am 25. Oktober nachmittags abgerundet. Die Exkursion führte zur ecoduna AG in Bruck a.d. Leitha, welche vor einigen Jahren einen Photobioreaktor im Pilotmaßstab errichtete.

Der „**Austrian Biorefining Stakeholder Workshop 2017**“ (Oktober 2017) wurde im Festsaal der TU Wien veranstaltet und gemeinsam mit der TU Wien beworben und organisiert. Neben der nationalen Vernetzung, der Präsentation von aktuellen österreichischen Bioraffinerie Projekten, wurde auch ein internationaler Informationsaustausch mit den NTL's des Tasks 42 durchgeführt, welche ebenso am Workshop teilnahmen bzw. wertvolle internationale Beiträge (z.B. USA, Kanada etc.) lieferten.

Zwischen den Fachpräsentationen eingebettet war ein interaktiver Teil zum Thema „How to boost biorefining?“. In Kleingruppen bis zu acht TeilnehmerInnen wurden spezifische Fragen bearbeitet und in einer Ergebnisdokumentation zusammengefasst. In einer eigenen „Matchmaking Session“ hatten die TeilnehmerInnen ein Zeitfenster zur Verfügung, um auf persönlicher Ebene einen informellen Austausch an Themen, Interessen und Möglichkeiten der Zusammenarbeit zu diskutieren. Die Unterlagen und Vorträge des **Austrian Biorefining Stakeholder Workshops** wurden auch international disseminiert.

**Eine Übersicht der Publikationen und Dokumente und Dissemination** finden Sie in der *Tabelle 14 Übersicht der Dokumente und Dissemination betreffend IEA Bioenergy Task 42 - Biorefining in a Circular Economy* im Anhang 9.

### 5.3. Fallstudien verschiedener Bioraffinerien

In diesem Kapitel werden folgende vier Fallstudien vorgestellt:

- Fallstudie 1:** 2-Plattformen-Bioraffinerie (C<sub>5</sub>&C<sub>6</sub>-Zucker, Lignin) zur Herstellung von Bioethanol, Strom und Wärme aus Maiskellereien
- Fallstudie 2:** 2-Plattform (C<sub>5</sub>&C<sub>6</sub> Zucker, Biogas) Bioraffinerie zur Herstellung des Biopolymers PHB, Strom & Wärme aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr
- Fallstudie 3:** 3-Plattformen-Bioraffinerie (C<sub>6</sub>-Zucker, Tierfutter, Lipide) zur Herstellung des Biopolymers PLA, Tierfutter & Lipide aus Lebensmittelabfällen
- Fallstudie 4:** 3-Plattformen-Bioraffinerie (Zellstoff, Lignin, Energie) zur Herstellung von Zellstoff, Lignin und Energie aus Hackschnitzeln

Die Ergebnisse werden in der Struktur von Factsheets der jeweiligen Bioraffinerien dargestellt und anschließend bewertet. Die Factsheets bestehen aus zwei Teilen:

- Teil A – Bioraffinerieanlage: die wichtigsten Merkmale der Bioraffinerie, einschließlich einer kurzen Beschreibung, Massen- und Energiebilanzen, Informationen über Kosten und Erträge und das Klassifizierungsschema.
- Teil B – Wertschöpfungskettenbewertung: einschließlich Informationen über Systemgrenzen, Referenzsystem, kumulierten Energiebedarf, Treibhausgasemissionen sowie Kosten und Erträge.

### **5.3.1. Fact Sheet 1 – 2-Plattform-Bioraffinerie (C<sub>5</sub>&C<sub>6</sub>-Zucker, Lignin) zur Herstellung von Bioethanol, Strom und Wärme aus Maisstroh**

Diese Fallstudie charakterisiert eine Lignozellulosebioraffinerie, die Maisstroh zur Herstellung von Ethanol als Ersatz für fossile Brennstoffe (oder alternativ zur Materialsynthese) nutzt. Die Energieerzeugung erfolgt vor Ort durch Ligninverbrennung in einem Kessel und die Stromerzeugung mit Dampf aus der Brennkammer. Zusätzlich wird vor Ort durch die anaerobe Vergärung von Abwasser Biogas erzeugt. Es wird keine externe Energieversorgung benötigt, je nach Betriebsart wird überschüssiger Strom erzeugt. Die Lignozellulosebioraffinerie verfügt über eine eigene Cellulase-Enzymproduktion. Die Fallstudie ist literaturbasiert, aber sehr relevant auf der Grundlage der internationalen Förderung von Biokraftstoffen aus Rückständen. Das Bioraffineriesystem wird als "Cradle-to-Gate" bezeichnet (Abbildung 7).

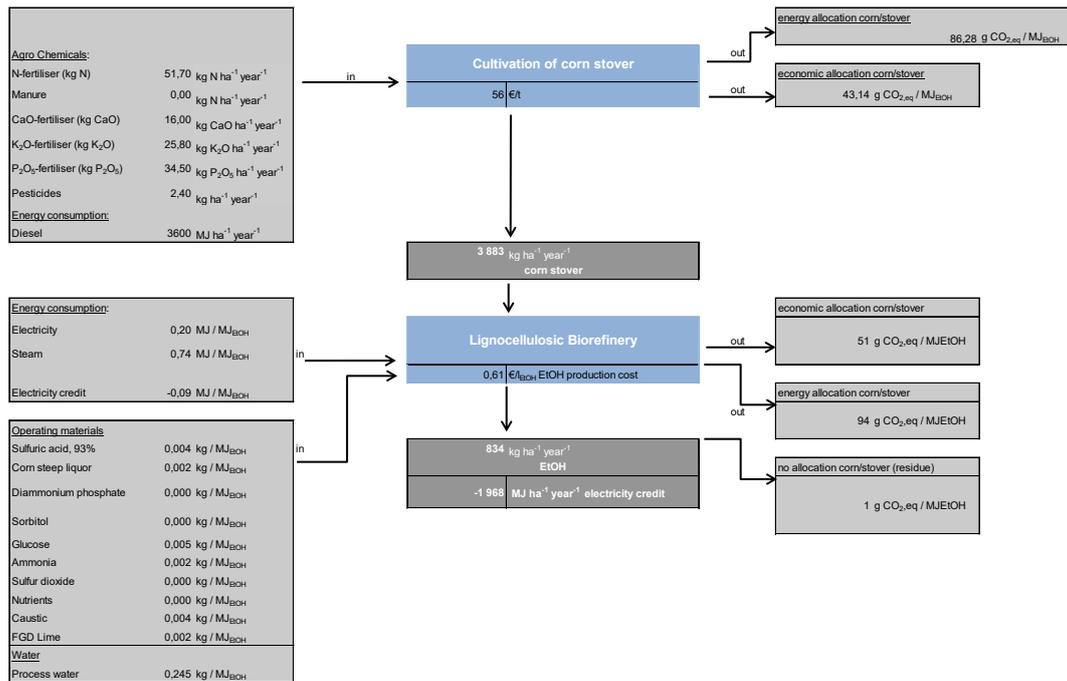


Abbildung 5: Übersicht TEE-Bewertung – Prozesswege Ethanolsynthese aus Maisstroh

Der im folgenden Abschnitt beschriebene Bioraffinerieprozess ist für eine Kapazität von ca. 104 t<sub>TM</sub>/h Maisstroh bei einem 24-Stunden-Betrieb an 6 Tagen in der Woche ausgelegt. Dies entspricht ca. 7.500 Anlagenbetriebsstunden pro Jahr. Die Ethanolproduktionskapazität der Bioraffinerie beträgt rund 164.000 t/a. Humbird et al. (2011) bietet eine valide und transparente Datenbasis für die technisch-ökonomische Analyse einer Lignozellulose-Bioraffinerie im kommerziellen Maßstab. (Humbird et al. 2011) Die Daten aus der techno-ökonomischen Analyse sind eine Simulation, die alle CAPEX und OPEX im Detail auflistet und öffentlich zugänglich ist. Daher wurde diese Arbeit als Grundlage für das Factsheet des Lignozellulose-Bioraffinerieprozesses in dieser Fallstudie gewählt, da sie ein realistisches, technisch und wirtschaftlich machbares Prozessmodell darstellt.

## Teil A: Bioraffinerieanlage

Ethanol wird auf Basis von Maiskeimen hergestellt. Der Prozessweg entspricht dem von Humbird et al., 2011, beschriebenen Ethanol-Bioraffinerieprozess auf Maisstärkebasis. (Humbird et al. 2011) Das gemahlene Maisstroh wird in einem Verdünnungssäure-Vorbehandlungsprozess (18 mg<sub>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></sub>/g<sub>TBM</sub>) vorbehandelt. Der gemahlene Maisstabilisator wird in einem Vorbehandlungsprozess mit verdünnter Säure vorbehandelt. Durch enzymatische Hydrolyse wird die Hemicellulose und Cellulose in monomere C<sub>5</sub>- und C<sub>6</sub>-Zucker und Lignin umgewandelt, die die Plattform in der beschriebenen Ethanol-Bioraffinerie bilden. Die Cellulase wird vor Ort produziert. Die C<sub>5</sub>- und C<sub>6</sub>-Zucker werden in Gärtanks eingebracht. Die Fermentation erfolgt mit metabolisch veränderten Stämmen von *Saccharomyces cerevisiae* Mikroorganismen, die in der Lage sind, Xylose und Glukose in Ethanol zu co-fermentieren, während ein separater Hydrolyse- und Fermentationsprozess (SHF-Prozess) angewendet wird. Abschließend wird die Fermentationsbrühe einem Destillationsprozess zugeführt. Destillationskolonnen und Molekularsiebe werden zur Herstellung von 99,5 % Ethanol eingesetzt. In diesem Bioraffineriekonzept gibt es zwei Hauptnebenprodukte: Lignin zur

Energieerzeugung und Schlempe zur Energieerzeugung durch anaerobe Vergärung und als Düngemittel. Das Lignin wird in ein Heizkraftwerk eingespeist, um thermische Energie und Strom zu erzeugen, der als Prozessenergie für den Bioraffinerieprozess genutzt wird. Zusätzlich wird das Schlempe-Nebenprodukt aus dem Destillationsprozess als landwirtschaftlicher Dünger verwendet. Wird die Schlempe getrocknet, kann sie auch als Energieträger verwendet werden. Der Anbau von Maiskeller wurde für den ökologischen Teil der Fallstudie berücksichtigt, wobei drei verschiedene Allokationsansätze gewählt werden (energetische Allokation, wirtschaftliche Allokation und keine Allokation an Maiskeller, da es sich um einen Rest handelt). Der grundlegende Prozessablauf ist in Abbildung 6 dargestellt.

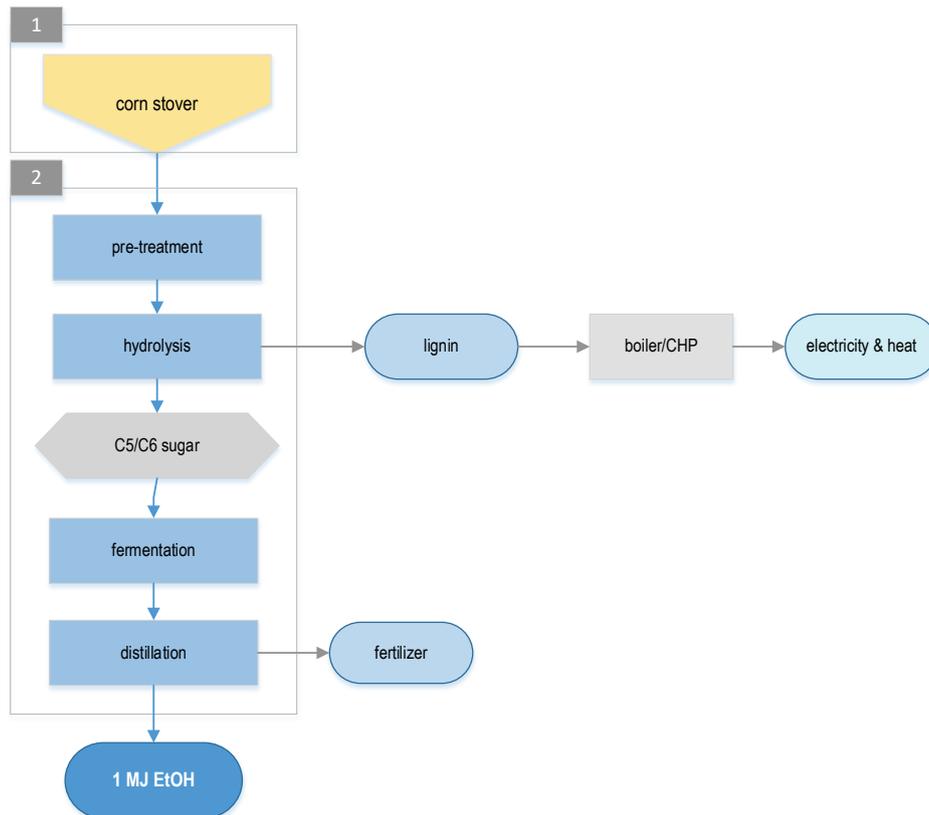


Abbildung 6: Lignocellulose-Ethanol-Bioraffineriepfad

Darüber hinaus fasst Tabelle 5 die wichtigsten Merkmale der betrachteten Fallstudie zusammen.

Tabelle 5: Wichtigste Merkmale von Factsheet 1

2-Plattformen-Bioraffinerie (C5&C6-Zucker, Lignin) zur Herstellung von Bioethanol. Strom und Wärme aus Maisstroh						
<b>Stand der Technik</b>	industriell / konzeptionell					
<b>Systemgrenze</b>	USA, EU 27					
<b>Hauptdatenquelle</b>	Literatur (Fachbericht Humbird et al., 2011)					
<b>Produkte</b>	Ethanol	4,400	TJ/a	<b>Hilfsstoffe</b>	Wärme	3,273 TJ
	Elektrizität	387	TJ/a		Chemikalieneinträge	82,727 t/a
<b>Kosten</b>	Investitionskosten	422	Mio.	<b>Ausgangsmaterial</b>	Maisstroh	1,535 TJ/a
	Rohstoffkosten	48	Mio.			764 kt/a
	operative Kosten	26	Mio.	<b>Umwandlungsraten (Effizienzen)</b>		
	Lohnkosten	3	Mio.	Getreidestroh zu Ethanol	0.35	MJ <sub>EtOH</sub> /MJ
				Nebenprodukte zur KWK	0.46	MJ <sub>EtOH</sub> /MJ

Die Massenbilanz (Abbildung 7) für den betrachteten Prozessweg veranschaulicht die Rohstoffintensität der Lignozellulose-Bioraffinerie. Im Feld kommen verschiedene Vorbehandlungsverfahren zum Einsatz. Typisch für alle biochemischen Umwandlungswege ist der hohe Wasserumsatz in diesen Prozessen, der besondere Aufmerksamkeit und ein optimales Design verdient. Basierend auf dem Ausgangsmaterial variiert der Anteil von Lignin und seine Verwendung ist ein wichtiger Aspekt, der die Umweltleistung der Wertschöpfungskette beeinflusst.

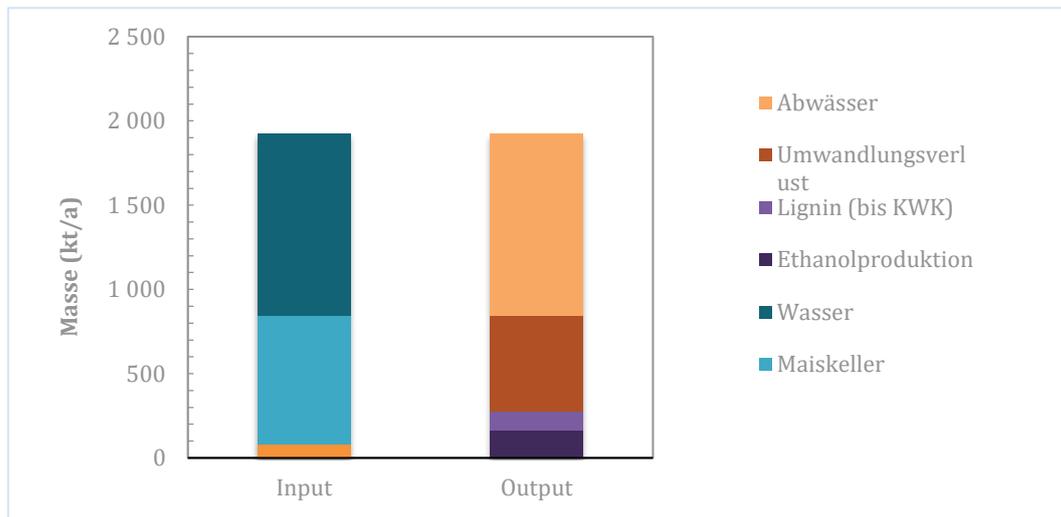


Abbildung 7: Massenbilanz Factsheet 1

Die Daten zur Prozessökonomie basieren ebenfalls auf (Humbird et al. 2011). Die in Tabelle 5 dargestellten CAPEX und OPEX spiegeln die aggregierte Prozessökonomie für den Prozessweg und die Anlagenkapazität der Fallstudie wider. Um die wirtschaftliche Machbarkeit der Bioraffinerie im Rahmen der TEE-Bewertung zu analysieren, wurden detailliertere ökonomische Daten wie in Tabelle 5 dargestellt verwendet. Mit diesen Daten war es möglich, die fixen und variablen Produktionskosten der Ethanol-Bioraffinerie der zweiten Generation zu berechnen. Basierend auf dieser Auswertung bieten die variablen Kosten einen höheren Anteil an den Gesamtkosten als die Fixkosten. Dieser Effekt entsteht durch die hohe Rohstoffversorgung, die für den Prozess benötigt wird. Die Rohstoffversorgungskosten haben einen signifikanten Einfluss auf die techno-ökonomische Analyse und deren Ergebnisse.

Die Ergebnisse der wirtschaftlichen Analyse als Verteilung der jährlichen Gesamtkosten sind in Abbildung 8 dargestellt. Es zeigt sich, dass die variablen Kosten (Rohstoffversorgung, Hilfs- und Betriebsstoffe, Entsorgungskosten und Wasserversorgungskosten) einen höheren Anteil an den Gesamtkosten haben als die Fixkosten (Abschreibungen, kalkulatorische Zinsen, Instandhaltung und Versicherung). Dieser Effekt entsteht durch die hohe Rohstoffversorgung, die für den Prozess benötigt wird. Die Kostenstruktur der Rohstofflieferketten, die sich in den geografischen Regionen nach den Rohstoffversorgungskosten stark unterscheidet, hat einen wesentlichen Einfluss auf die technoökonomische Performance einer Lignozellulose-Bioraffinerie. Weitere wesentliche Kostentreiber in dieser Fallstudie sind Hilfs- und Betriebsstoffe sowie kalkulatorische Zinsen, die auf dem erheblichen Investitionsbedarf basieren. Diese Interpretation wird durch die durchgeführte Sensitivitätsanalyse in Abbildung 9 bestätigt - mit bis zu 200% produktspezifischen Kostenschwankungen basierend auf der Variation der Rohstoffeinsatzkosten, gefolgt von den gesamten Investitionskosten - mit bis zu 100% Kostenschwankungen. Bitte beachten Sie, dass die Kosten für Energie und Verwaltung eine Abweichung von 0% aufweisen. Die autarke

Energieversorgung der Bioraffinerie über die Nebenprodukte bringt Vorteile für die ökologische und wirtschaftliche Perspektive.

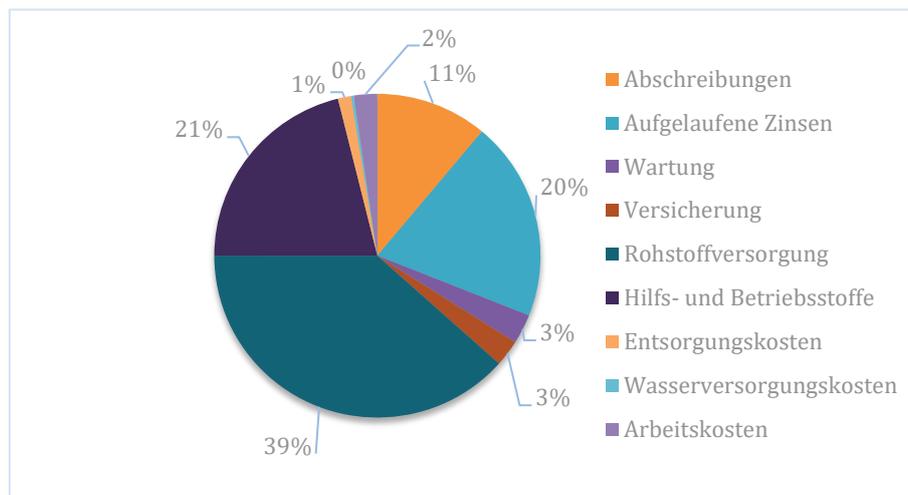


Abbildung 8: Kostenanteil Factsheet 1

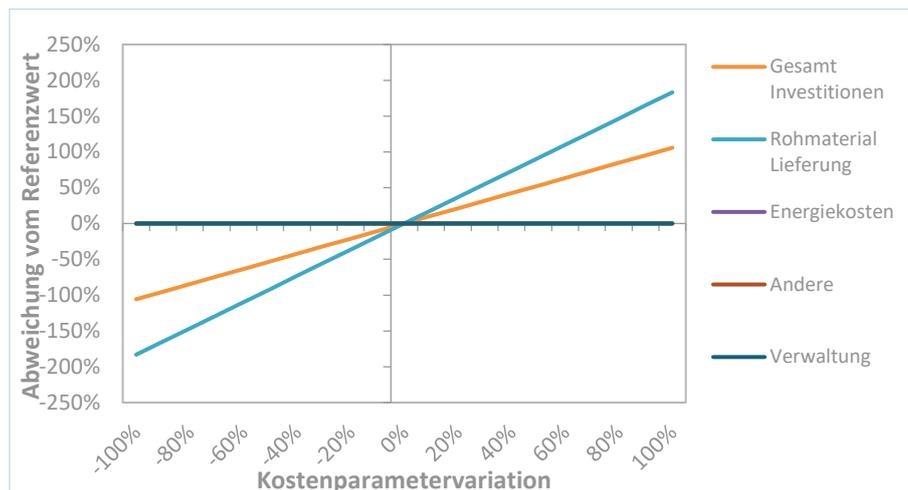


Abbildung 9: Sensitivitätsanalyse der Kostenstruktur in Factsheet 1

## Teil B: Wertschöpfungskette Umweltbewertung

Die Umweltauswirkungen der Ethanol-Biokraftstoffproduktion der zweiten Generation werden in der Literatur gut untersucht. Die meisten Studien wenden einen Ökobilanzansatz an (Wang et al. 2012; Spatari et al. 2010; Uihlein und Schebek 2009; Slade et al. 2009; Karlsson et al. 2014; Koponen et al. 2013; González-García et al. 2009). Derzeit wird die LCA-Methode in unterschiedlicher Form zur Bewertung der Umweltauswirkungen der Biokraftstoffproduktion eingesetzt. Insbesondere in einem europäischen Kontext ist die in der ROT definierte Methodik hervorzuheben, die auf eine einheitliche lebenszyklusbasierte Berechnung der Treibhausgaseinsparungen von Biokraftstoffen im Vergleich zu ihren fossilen Anhängern abzielt (Whittaker et al. 2011) und auch in diesem Vergleich der lignocellulosischen Bioraffinerie mit dem fossilen Referenzproduktionssystem angewendet wird. Die Systeme werden basierend auf der Systemgrenze Cradle-to-Gate (auch Well-to-Tank genannt) und der Funktionseinheit des erzeugten MJ-Kraftstoffs analysiert (Abbildung 10).

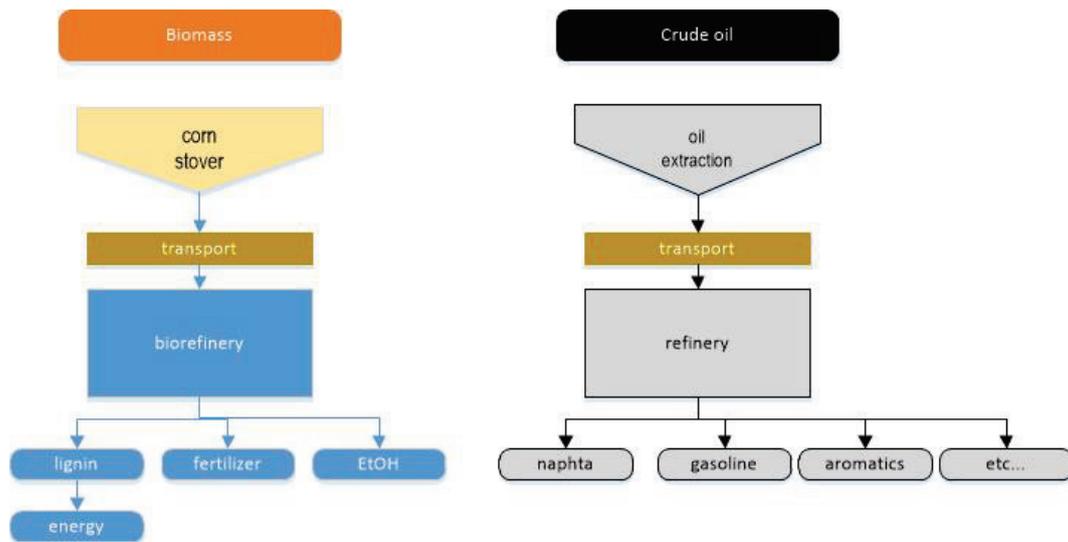


Abbildung 10: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette Factsheet 1 (Cradle-to-Gate)

Tabelle 6 fasst die wichtigsten Ergebnisse der TEE-Bewertung zusammen. Wenn der Rohstoff Maisstroh als landwirtschaftliches Restnebenprodukt ohne Zuteilung von Treibhausgasemissionen aus großen landwirtschaftlichen Betrieben definiert ist, dann haben die Bioraffinerien den größten Einfluss auf die Ergebnisse. Wenn Gutschriften für überschüssige Energie in anderen Produktsystemen verwendet werden, können die Treibhausgasemissionen aus dem Betrieb von Bioraffinerien kompensiert werden, und der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Produktsystems nimmt stark ab, und die starken Vorteile der Implementierung eines Bioraffinerieansatzes treten in Kraft. Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen den Vergleich von Treibhausgasemissionen und CED mit fossilen Referenzsystemen der Factsheet 1.

Tabelle 6: Übersicht der TEE-Bewertungsergebnisse Factsheet 1

<b>Treibhausgasemissionen</b>		
Rohstoffbeschaffung (Maisstroh)	2,651	tCO <sub>2,eq</sub>
Bioraffinerie	35,017	tCO <sub>2,eq</sub>
Referenzsystem	368,751	tCO <sub>2,eq</sub>
Einsparungen	331,083	tCO <sub>2,eq</sub>
<b>Kumulierter Energiebedarf</b>		
Fossilien (Materialtransporte,...)	30	TJ
Erneuerbar (Getreidestrohininput, ....)	12,609	TJ
Referenzsystem	5,302	TJ
Differenz	+ 7,337	TJ
<b>Kosten</b>		
Jährliche Gesamtkosten	127	Mio. € €.
Spezifische Kosten	0.61	€/EtOH
Investitionskosten	422.5	Mio. € €.
<b>Umsatzerlöse</b>		
Umsatzerlöse Ethanol	140.7	Mio. € €.
Spezifische Erlöse	0.68	€/EtOH

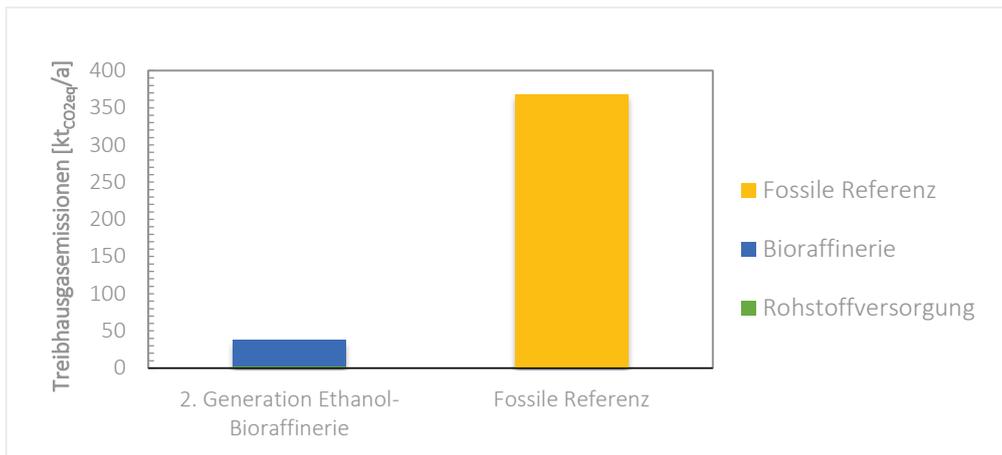


Abbildung 11: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz - Factsheet 1

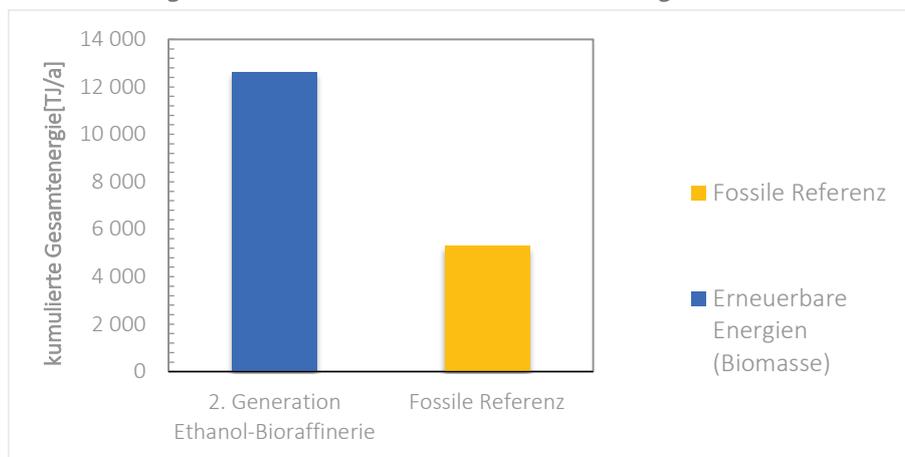


Abbildung 12: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz - Factsheet 1

Wie bereits erwähnt, folgt die Bewertung einem Cradle-to-Gate-Ansatz. Die Bewertung der Treibhausgasemissionen berücksichtigt den detaillierten Chemikalieneinsatz im Maisstap-basierten Ethanol-Bioraffinerieprozess, die Nutzung von Strom und Dampf aus der Verwertung von Nebenprodukten (Lignin und Biogas aus der anaeroben Vergärung von Abwasser vor Ort) und die direkten Emissionen des Produktsystems. Im Vergleich zum Referenzsystem unter der gegebenen Annahme in der Factsheet 1 sind der kumulierte fossile Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen für die Bioraffineriebetriebe deutlich geringer als für das Referenzsystem. Dennoch ist der kumulierte Gesamtenergiebedarf der Bioraffineriebetriebe deutlich höher als bei der fossilen Referenz, die auf der Grundlage von Rohstoffeinsatz und Umwandlungswirkungsgrad berechnet wird. Effizienzsteigerungen in dieser Hinsicht können den Einsatz des Bioraffineriebetriebs potenziell fördern. Die Treibhausgasemissionen und der kumulierte (fossile) Energiebedarf sind stark abhängig vom Primärenergieeinsatz für den Umwandlungsprozess. Wird z.B. Erdgas für thermische Energie und Strom aus lokalen Netzen anstelle von Nebenprodukten verwendet, nimmt die Umweltverträglichkeit des Bioethanols in der Regel deutlich ab. Beim Rohstoffeinsatz ist Maisstroh ein landwirtschaftlicher Rest, während die wichtigsten landwirtschaftlichen Betriebe dem Hauptprodukt Mais zugeordnet werden, wenn alternativ der Mais anstelle des Reststalls in Ethanol umgewandelt wird, entsteht ein erheblicher Teil der Umweltauswirkungen der Bioraffinerien aus diesen landwirtschaftlichen Betriebsmitteln (z.B. Düngemittel, Bodenbearbeitung, etc.).

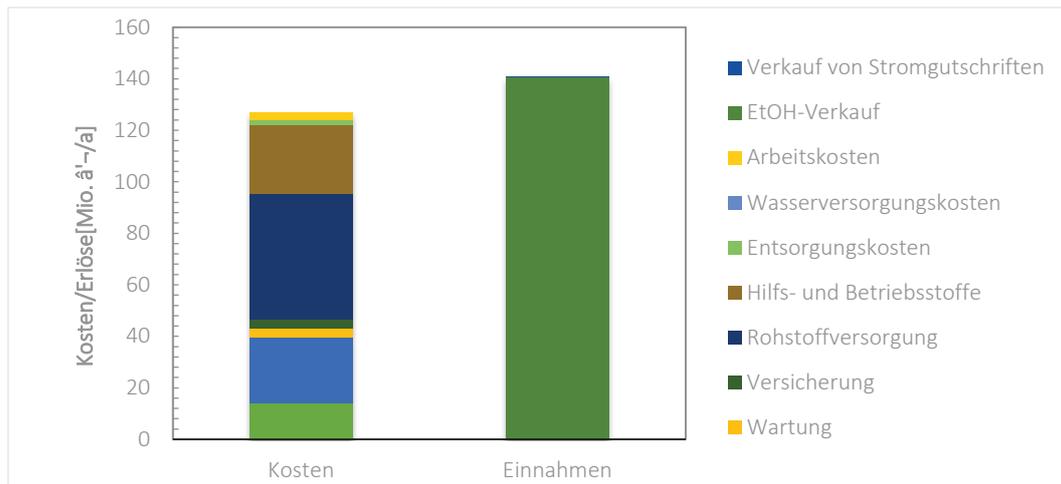


Abbildung 13: Kosten und Erlöse - Factsheet 1

Die Beurteilung von Kosten und Erträgen (Abbildung 13) wird durch die nicht erreichbare fallbezogene Repräsentativität generischer Daten stark in Frage gestellt. Unter den gegebenen Annahmen werden die Umsätze ausschließlich durch den Bioethanolabsatz bestimmt, der stark von der internationalen Biokraftstoffpolitik, den Förder- und Preisvolatilitäten auf dem Weltmarkt bestimmt wird. Das Nebenprodukt Lignin wird nicht ausgewiesen, da es im Rahmen des integrierten Bioraffinerieansatzes in der Energieversorgung berücksichtigt wird. Wenn das Lignin als Produkt vermarktet werden könnte, ändert sich die Kosten- und Erlösstruktur, so dass eine alternative Energieversorgung unvermeidlich ist. Zusätzliche wirtschaftliche Auswirkungen auf z.B. die Düngemittelversorgung aus anaeroben Gärresten werden aufgrund der begrenzten Datenverfügbarkeit nicht berücksichtigt. Detaillierte Annahmen finden sich in den ergänzenden Daten der Fallstudie.

### 5.3.2. Factsheet 2 – 2-Plattformen-Bioraffinerie (C5&C6-Zucker, Biogas) zur Herstellung des Biopolymers Polyhydroxybutyrat (PHB), Strom und Wärme aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr

PHB ist ein Produkt auf Basis von Zuckerrohr über den biochemischen Fermentationsweg. Das Biopolymer PHB (andere Begriffe: Polyhydroxybuttersäure, Poly-(R)-3-hydroxybutyrat, P(3HB)) ist ein Polyhydroxyalkanoat (PHA). Der Polyolester PHB ist isotaktisch und absolut linear. Es gehört zur Gruppe der thermoplastischen Polyester und kann daher unter Wärmeeinwirkung gebildet werden, die Anwendungen ersetzen kann, die derzeit über fossile Kunststoffe (z.B. Polypropylen) bedient werden. Zucker der <sup>ersten</sup> Generation ist der Rohstoff der Bioraffinerie, Nebenprodukte der Rohstoffverarbeitung sind Zuckerrohr-Bagasse und Biogas aus der PHB-Fermentation. Eine Übersicht ist in Abbildung 14 dargestellt.

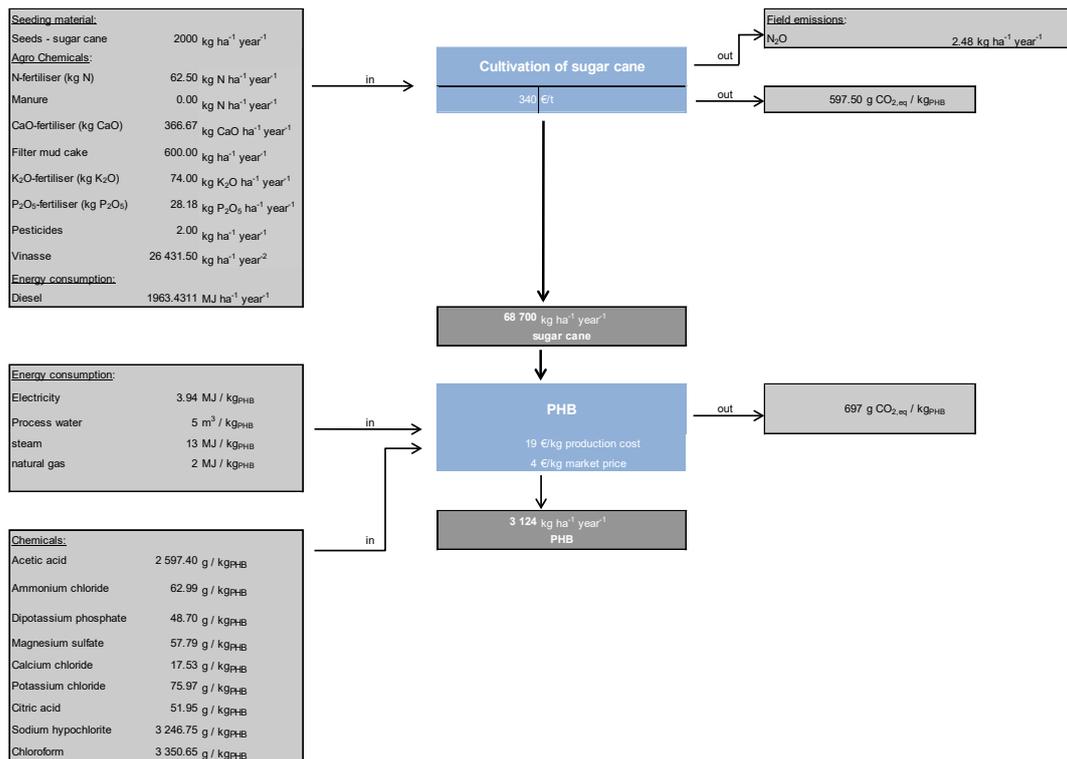


Abbildung 14: Übersicht TEE-Bewertung: Prozessweg PHB aus Zuckerrohr

Die Massen- und Energieströme sowie die Prozessökonomie basieren auf der verfügbaren Literatur. Die Daten zu Massen- und Energieströmen basieren überwiegend auf (Mudliar et al. 2008; Harding et al. 2007; Haddad et al. 2018; Align biofuel GHG emission calculations in Europe (BIOGRACE) 2018) und die Prozessökonomie basiert auf (Mudliar et al. 2008; Thrän und Pfeiffer 2015; Harding et al. 2007; BIOGRACE 2018; Levett et al. 2016; Compressed Air Solutions LTD 2018) in den ergänzenden Daten der Fallstudie enthalten. Die Daten für den Zuckerrohranbau basieren auf dem Tool BIOGRACE I. Die EU genehmigt diese Datenbank für die harmonisierte Berechnung der Treibhausgasemissionen von Biokraftstoffen. Der beschriebene PHB-Bioraffinerieprozess ist für eine Kapazität von 100 m<sup>3</sup> Fermentationsbrühe pro Tag mit einer PHB-Ausbeute von 44 % ausgelegt - ein Up-Scaling von klein auf industriell ist für zukünftige Bewertungen erforderlich. Die Zuckergewinnung aus Zuckerrohr ist ein hochmodernes Verfahren. Der Umwandlungswirkungsgrad von Zucker zu PHB wird mit 2,68 kg<sub>Saccharose</sub>/kg<sub>PHB</sub> angenommen. (Haddad et al. 2018) Die nachfolgende Verarbeitung von Zucker erfolgt als Batch-Fermentationsprozess - die Chargenzeit beträgt 96 h - unter Verwendung von vier Gärtanks, um einen kontinuierlichen Betrieb zu gewährleisten. Die Fermentationsbrühe wird in einen Trennprozess eingebracht, in dem die PHB-reiche Biomasse geerntet wird. Für den Erntevorgang wird eine Dekanterzentrifuge eingesetzt und der entstehende Biomassekuchen in einen Lysetank gebracht, wo der Biomassekuchen mit einem Lösungsmittel zum Spalten der Zellwände behandelt wird. Der PHB wird dann aus dem Biomassekuchen extrahiert. Nach einem Filtrations- und Verdampfungsschritt ist der PHB lagerfähig. (Mudliar et al. 2008) Nebenprodukte des Bioraffinerieprozesses wie Bagasse aus der Zuckerextraktion sowie die restliche Biomasse werden zur Prozessenergiegewinnung genutzt. Bagasse wird zur Strom- und Wärmeerzeugung in ein Heizkraftwerk eingespeist und die restliche Biomasse aus der PHB-Extraktion wird in einer anaeroben Vergärungsanlage aufgewertet.

## Teil A: Bioraffinerieanlage

Der im folgenden Merkblatt beschriebene PHB-Bioraffinerieprozess ist für eine Kapazität von 100 m<sup>3</sup> Fermentationsbrühe pro Tag mit einer PHB-Ausbeute von 44 % ausgelegt.

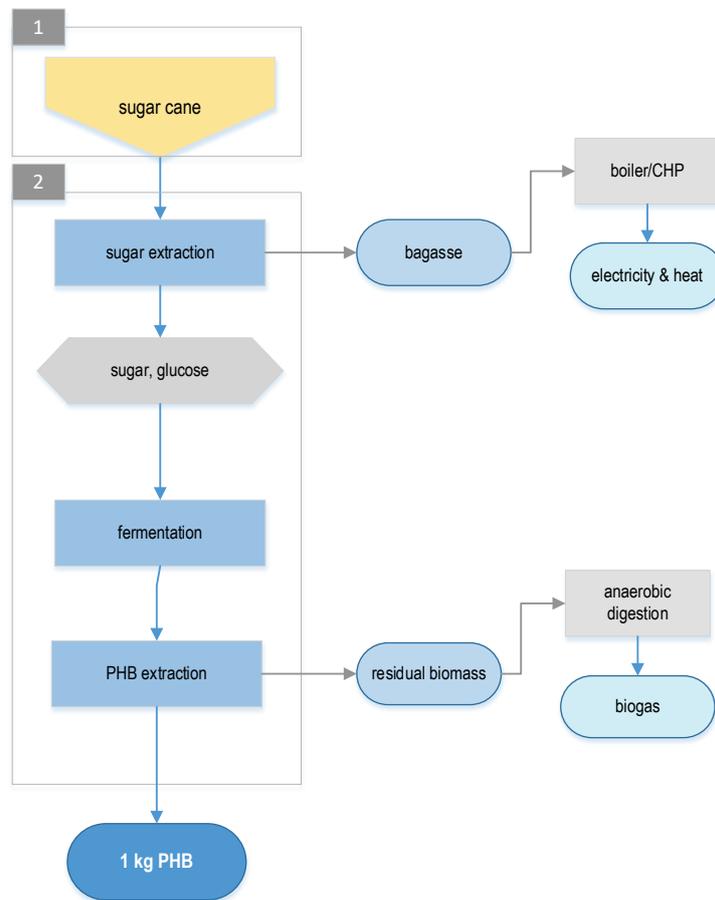


Abbildung 15: Polyhydroxybutyrat (PHB) Bioraffinerieweg

Tabelle 7 Wichtigste Merkmale von Factsheet 2

2-Plattformen-Bioraffinerie (C <sub>5</sub> &C <sub>6</sub> Zucker, Biogas) zur Herstellung des Biopolymers PHB, Strom & Wärme aus Zuckerrohr			
Stand der Technik	Demonstration		
Land	EU 27		
Datengrundlage	Literatur		
Produkte	PHB	46.200	kg/a
	Hilfsstoffe	Energie	309.007 MJ
Ausgangsmaterial	Zuckerrohr	1.015.938	kg/a
	Costs	Chemikalien	407.668 kg/a
PHB extraktionsrate		Investmentkosten	606.673 €
		Materialkosten	345.419 €/a
	Effizienz	Zuckerrohr to PHB	22 kg/kg
			5%

Betrachtet man einen Vergleich zwischen dem Mindestverkaufspreis und dem Marktpreis, so erscheinen die Ergebnisse der Analyse des konventionellen Prozesses günstig. Der Mindestverkaufspreis der Bioraffinerie ist ~5 mal höher als der Marktpreis. Die PHB-Produktion ist im Vergleich zu den fossil basierten Referenzsystemen auf einer einfachen Kostenkalkulationsbasis

für die bewertete kleinmaßstäbliche Fallstudie derzeit nicht wirtschaftlich durchführbar. Ein auf Bioraffinerie basierendes PHB-Produktionssystem ist daher abhängig von der Bereitschaft, eine „grüne Prämie“ vom Markt oder öffentliche Zuschüsse zu erhalten. Es ist zu erwähnen, dass die ökonomische Analyse der PHB-Produktion auf einem Scale-up-Prozess basiert. Die Produktionskosten sinken mit zunehmender Anlagenkapazität (Skaleneffekte) und zunehmender PHB-Ausbeute (Lerneffekte). Die niedrigsten PHB-Produktionskosten werden bei einer Fermentationskapazität von 1.000 m<sup>3</sup> und einer PHB-Ausbeute von 70 % mit 5,40 €/kg angegeben. (Mudliar et al. 2008) Die technische und wirtschaftliche Prozessentwicklung scheint ein erhebliches Verbesserungspotenzial in Richtung einer breiten Marktdurchdringung von biobasierten Polymeren wie PHB zu haben.

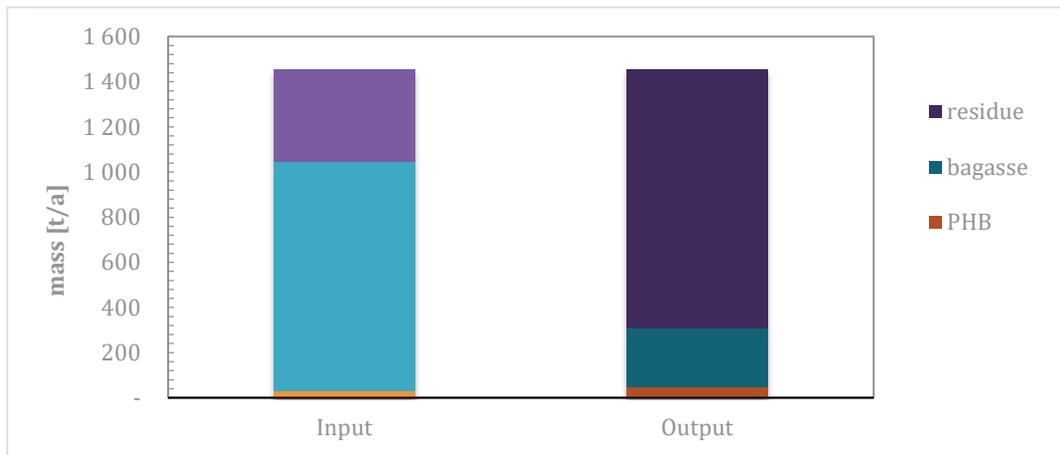


Abbildung 16: Massenbilanz - Factsheet 2

Die Ergebnisse der techno-ökonomischen Schätzungen sind in Abbildung 19 dargestellt. Es zeigt sich, dass die variablen Kosten einen höheren Anteil an den Gesamtkosten haben als die fixen Kosten. Dieser Effekt entsteht durch die Menge an Rohmaterial, die für den Prozess benötigt wird. Weitere wesentliche Kostentreiber in dieser Fallstudie sind Hilfs- und Betriebsstoffe sowie kalkulatorische Zinsen, die auf dem erheblichen Investitionsbedarf basieren.

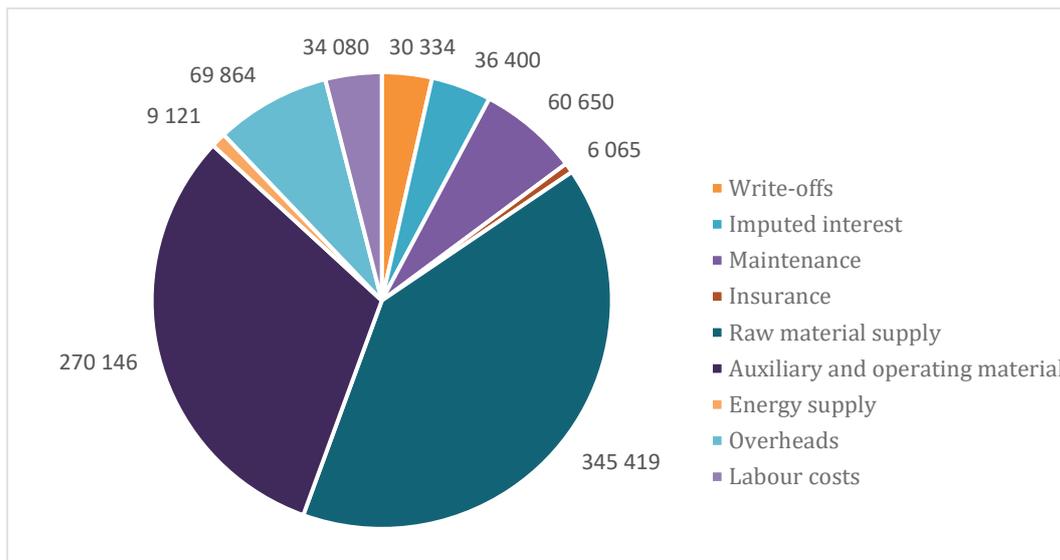


Abbildung 17: Kostenanteil - Factsheet 2

## Teil B: Wertschöpfungskette Umweltbewertung

Abbildung 18 gibt einen Überblick über das betrachtete Referenzsystem, das einem Cradle-to-Gate-Konzept folgt. Basierend darauf trug die TEE-Bewertung dazu bei, den kumulierten Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zum Referenzmodell, wie in Abbildung 19 dargestellt, und die Treibhausgasemissionen wie in Abbildung 20 dargestellt zu identifizieren.

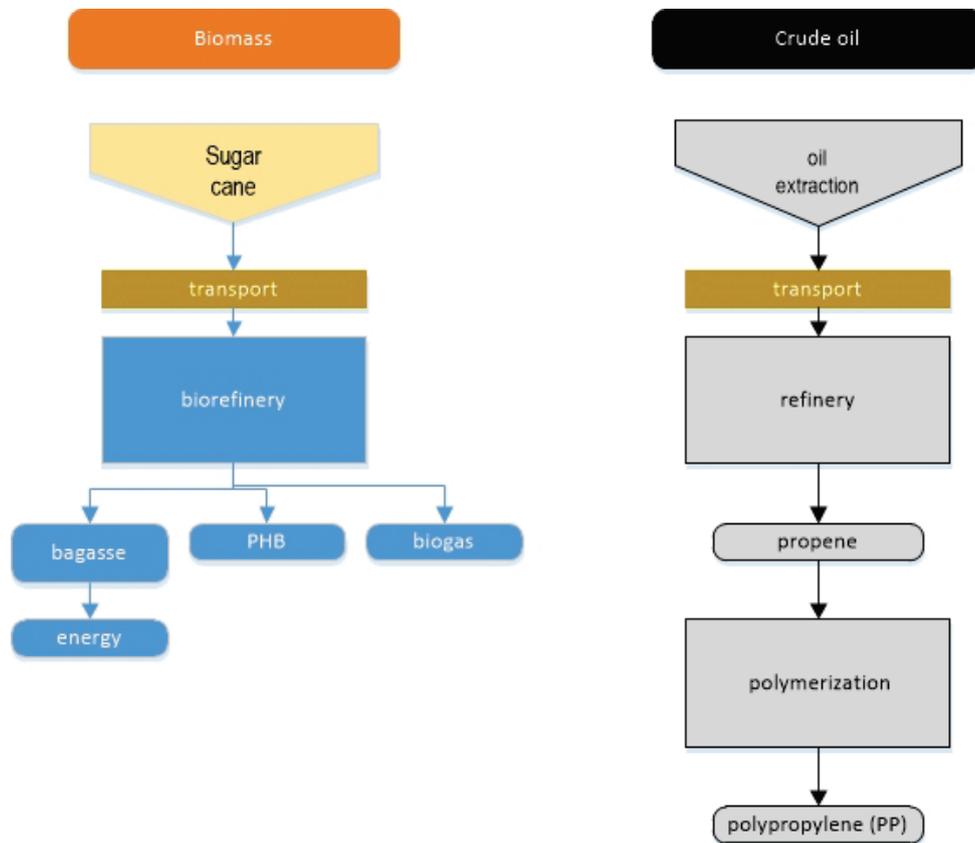


Abbildung 18: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette Factsheet 2 (Cradle to Gate)

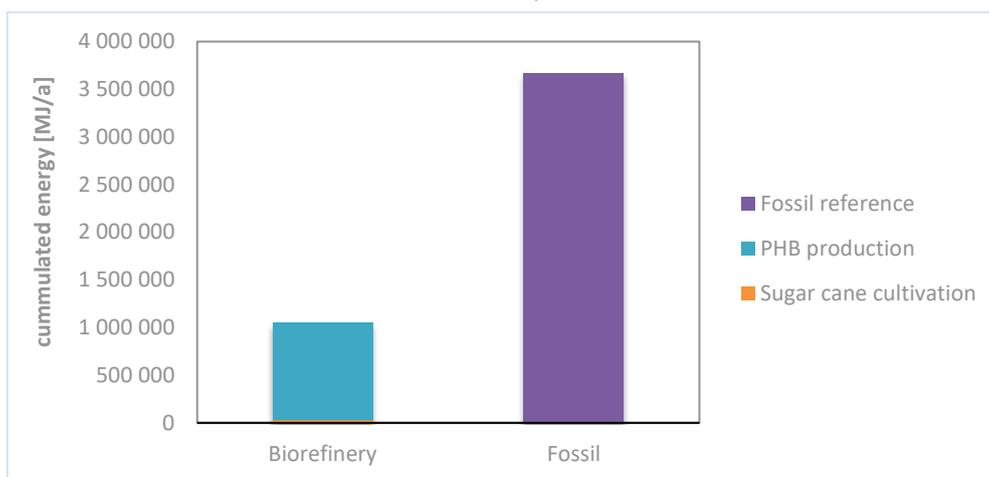


Abbildung 19: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Factsheet 2

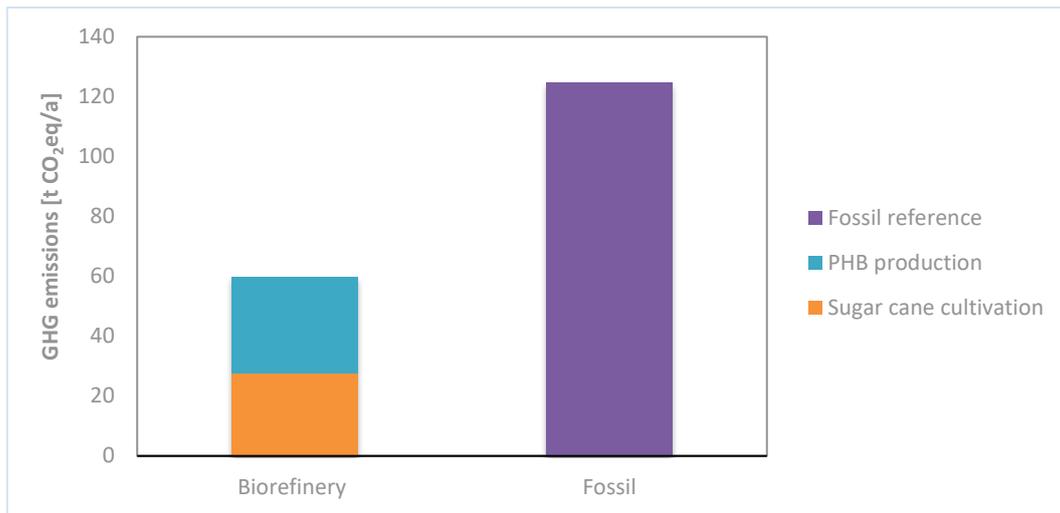


Abbildung 20: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Factsheet 2

Die Gesamtergebnisse der Factsheet 2 sind in Tabelle 8 zu finden.

Tabelle 8: Übersicht der TEE-Bewertungsergebnisse - Factsheet 2

2-Plattformen-Bioraffinerie (C5&C6 Zucker, Biogas) zur Herstellung des Biopolymers PHB, Strom & Wärme aus Zuckerrohr							
<b>Stand der Technik</b>		Demonstration					
<b>Systemgrenze</b>		EU 27					
<b>Datengrundlage</b>		Literatur					
<b>Produkte</b>		PHB	46.200	kg/a	<b>Hilfsstoffe</b>		
					Energie	309.007	MJ
					Chemikalien	407.668	kg/a
<b>Ausgangsmaterial</b>		Zuckerrohr	1.015.938	kg/a	<b>Costs</b>		
					Investmentkosten	606.673	€
					Materialkosten	345.419	€/a
<b>PHB extraktionsrate</b>		5%			<b>Effizienz</b>		
					Zuckerrohr to PHB	22	kg/kg

### 5.3.3. Factsheet 3 – 3-Plattformen-Bioraffinerie (C6-Zucker, Tierfutter, Lipide) zur Herstellung des Biopolymers PLA, Tierfutter, Lipide aus Lebensmittelabfällen

Die Factsheet 3 basiert auf einer Studie zur Valorisierung von gemischten Lebensmittelabfällen aus dem heimischen Sektor. Das heißt, den C6-Zucker nach der Vorbehandlung zu Milchsäure zu fermentieren und die verbleibenden Feststoffe zu einer lipidangereicherten Fraktion und Tierfutter zu valorisieren. Polylactide, auch Polymilchsäure (PLA) genannt, sind synthetische Polymere, die zur Gruppe der Polyester gehören. Sie bestehen aus vielen chemisch gebundenen Milchsäuremolekülen und sind vielversprechende biobasierte Bausteine. Abbildung 21 zeigt den Bioraffinerieweg für die Produktion von Polymilchsäure (PLA).

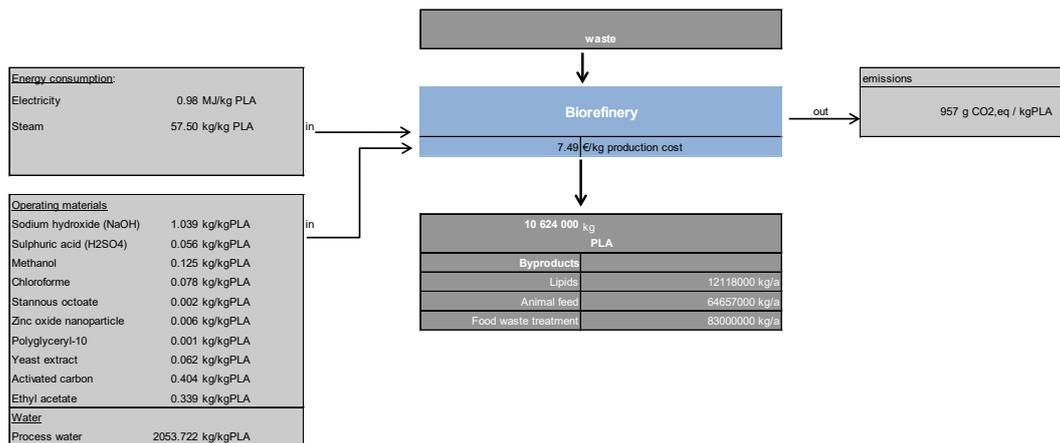


Abbildung 21: Übersicht TEE-Bewertung: Prozessweg Polymilchsäure (PLA)

## Teil A: Bio Raffinerieanlage

Lebensmittelabfälle sind das Ausgangsmaterial für die PLA-Produktion, wie in Abbildung 22 dargestellt. Dementsprechend wird kein vorgeschalteter Prozess zur Rohstoffversorgung berücksichtigt. Das Factsheet für die PLA-Bioraffinerie basiert auf Literaturdaten. (Kwan et al. 2018) Die angenommene Bio Raffinerieanlage hat die Kapazität, 10 t Lebensmittelabfallpulver pro Stunde zu verarbeiten. Bei 8.300 Betriebsstunden pro Jahr verarbeitet die Bio Raffinerie bis zu 83.000 t Lebensmittelabfallpulver pro Jahr. Die Plattform für die Bio Raffinerie ist Glukose, die aus den kohlenhydratreichen Speiseresten gewonnen wird. Die Glukoseausbeute liegt bei 0,32 g<sub>glucose</sub>/g<sub>TM</sub>Nahrungsmittelabfall. Der Rohstoff ist das Ergebnis einer Vorbehandlung mit einer gewerblichen Lebensmittelabfallbehandlungsanlage. Nach der Vorbehandlung folgt die biotechnologische Hydrolyse, um den Zucker aus den Nahrungsmittelresten zu gewinnen. Für den Hydrolyseschritt werden *Aspergillus awamori* und *Aspergillus oryzae* verwendet. Die Hydrolyse dauert 36 Stunden in einem Bioreaktor. Die Pilzbiomasse wird vor Ort in einem Feststoff-Fermentationsschritt hergestellt. Hydrolyse, gefolgt von einem Fermentationsschritt von 36 h unter Einsatz eines *Lactobacillus* Stammes. Nach einem Extraktionsprozess wird Milchsäure aus der Fermentationsbrühe gewonnen. Milchsäure ist ein wichtiges Zwischenprodukt der marktreifen PLA-Bio Raffinerie. Die nachfolgende Verarbeitung von Milchsäure umfasst die Lactidsynthese, bei der Milchsäure mit einer Zinkoxid-Nanopartikel-Dispersion vermischt wird. Lactid ist das zweite Zwischenprodukt des Bio Raffinerieprozesses, das möglicherweise auf dem Markt verkauft werden könnte. Das Lactid wird polymerisiert, um PLA zu erhalten. Die restlichen Feststoffe werden als Tierfutter verwertet, da sie wertvolle Kohlenhydrate, Proteine und Lipide enthalten. Lipide sind ein weiteres Nebenprodukt der PLA-Bio Raffinerie. (Kwan et al. 2018) Diese Lipide können als Plattform für weitere Bio Raffinerieprodukte genutzt werden (z.B.: Fettsäuren für die Polymerisation und Biokunststoffproduktion; Biodieselproduktion). Dementsprechend konzentriert sich das aktuelle Prozessmodell der PLA-Bio Raffinerie mehr auf die Materialproduktion als auf die Herstellung von Energieträgern.

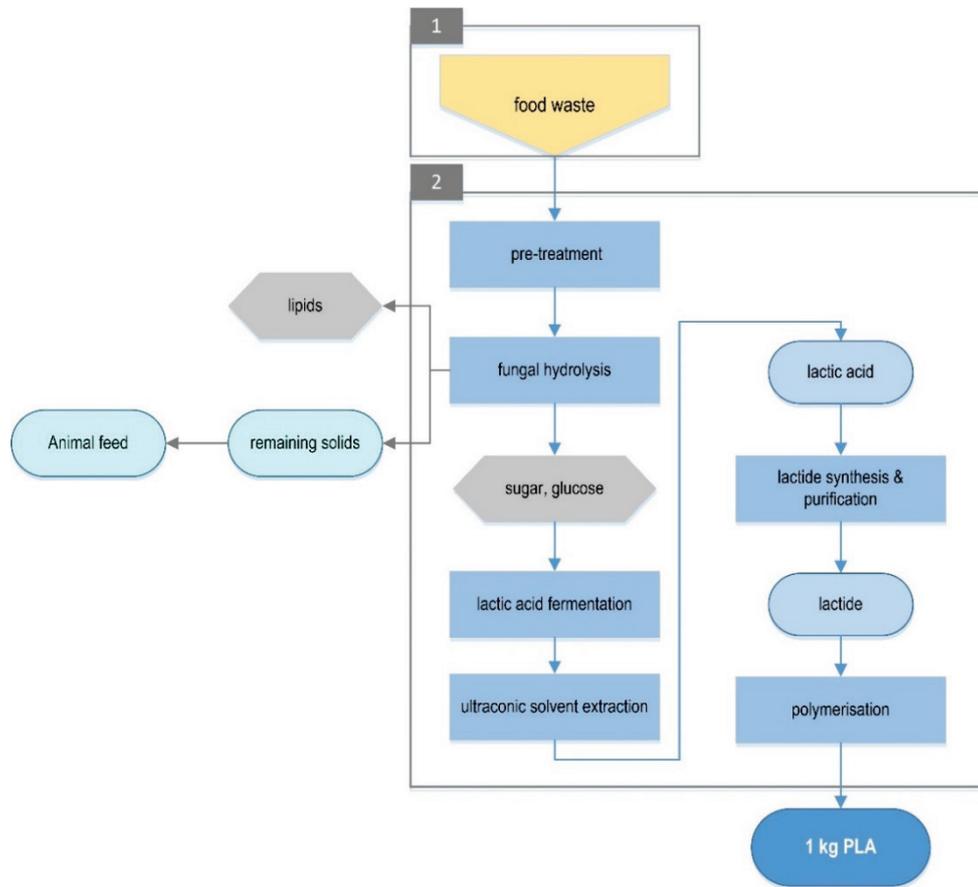


Abbildung 22: Prozessweg für PLA aus Abfall

Der Biomwandlungsprozess von Lebensmittelabfällen zu hochwertigem PLA wurde im Labormaßstab entwickelt und für eine technische Machbarkeit simuliert (Tabelle 9).

Tabelle 9: Hauptmerkmale zu Factsheet 3

3-Plattformen (C6-Zucker, Tierfutter, Lipide) Bioraffinerie zur Herstellung des Biopolymers PLA, Tierfutter, Lipide aus Lebensmittelabfällen.			
<b>Stand der Technik</b>		konzeptionell	
<b>Land</b>		China	
<b>Hauptdatenquelle</b>		Literatur	
<b>Produkte</b>	PLA	10.624	t/a
	Lipide	12.118	t/a
	Tierfutter	64.657	t/a
<b>Hilfsstoffe</b>	Elektrizität	10.439	GJ
	Chemikalieneinträge	22.438	t/a
<b>Ausgangsmaterial</b>	Lebensmittelabfälle	83.000	t/a
<b>Kosten</b>	Investitionskosten	116,5	Mio.
	Rohstoffkosten	16,2	Mio.

Aus einem Input von 83.000 Tonnen pro Jahr an Lebensmittelabfällen aus der häuslichen Sammlung wie Küchenabfällen, Molke, ... werden 10.624 t PLA, 12.118 t Lipid und 64.657 t Futtermittelfraktion produziert (Abbildung 23).

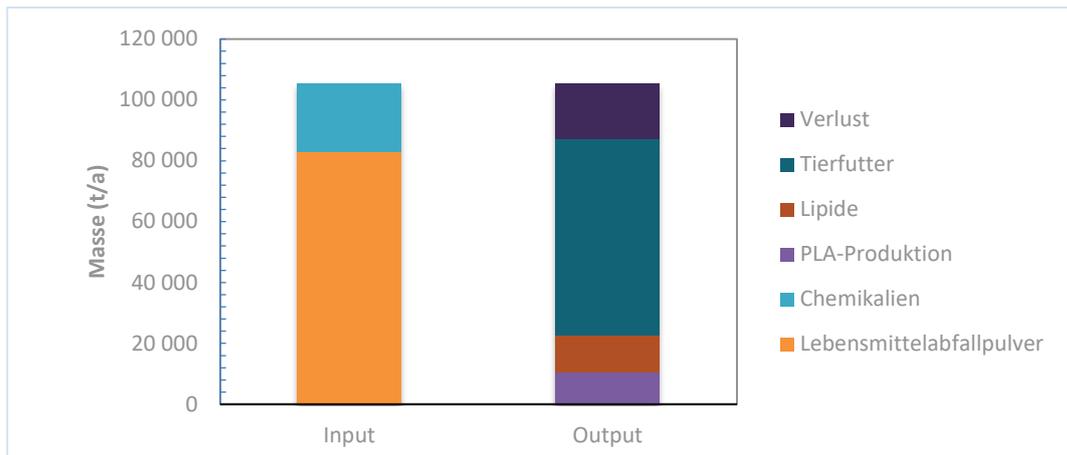


Abbildung 23: Massenbilanz - Factsheet 3

Die Gesamtinvestitionskosten errechneten sich aus der Addition von Sachinvestitionen und Betriebskapitalkosten. Die geschätzten Betriebskosten umfassen die gesamten variablen Produktionskosten, Fixkosten, Betriebsgemeinkosten und allgemeine Kosten (Abbildung 24).

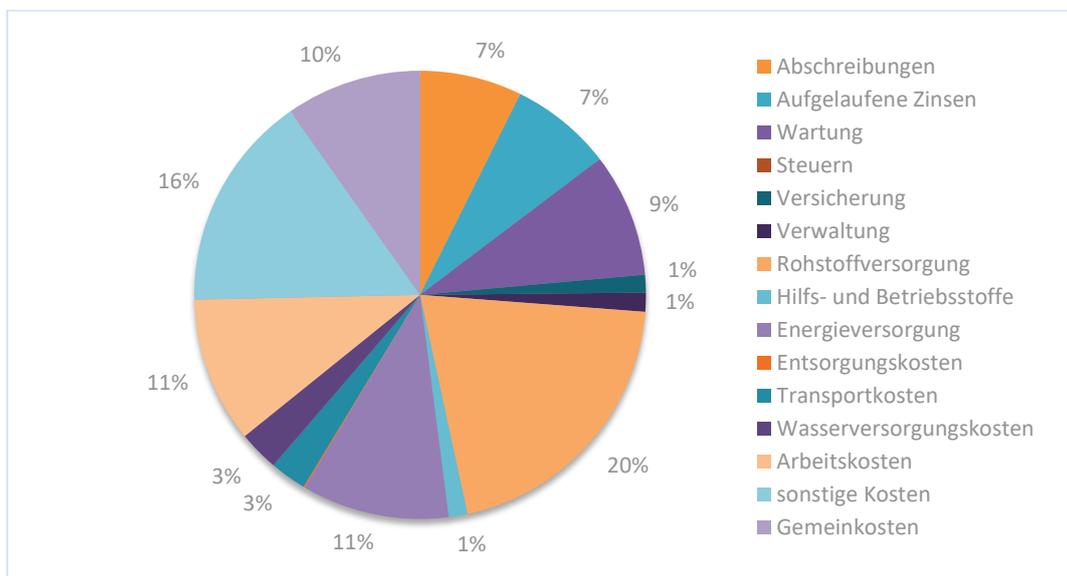


Abbildung 24: Kostenanteil - Factsheet 3

PLA ist im Vergleich zu PET am besten geeignet und kann grundsätzlich mit vergleichbaren Techniken (z.B. Blasformen, Thermoformen, etc.) verarbeitet werden. Höhere Qualitäten sind auch für Spritzgussanwendungen erhältlich und können als Alternative zu Polystyrol (PS) eingesetzt werden. Dieses Biopolymer eignet sich auch für die Faserextrusion, wo es als Ersatz für Polypropylen (PP) verwendet werden kann, das in dieser Fallstudie als Referenzsystem ausgewählt wird (Abbildung 25).

## Teil B: Wertschöpfungskette Umweltbewertung

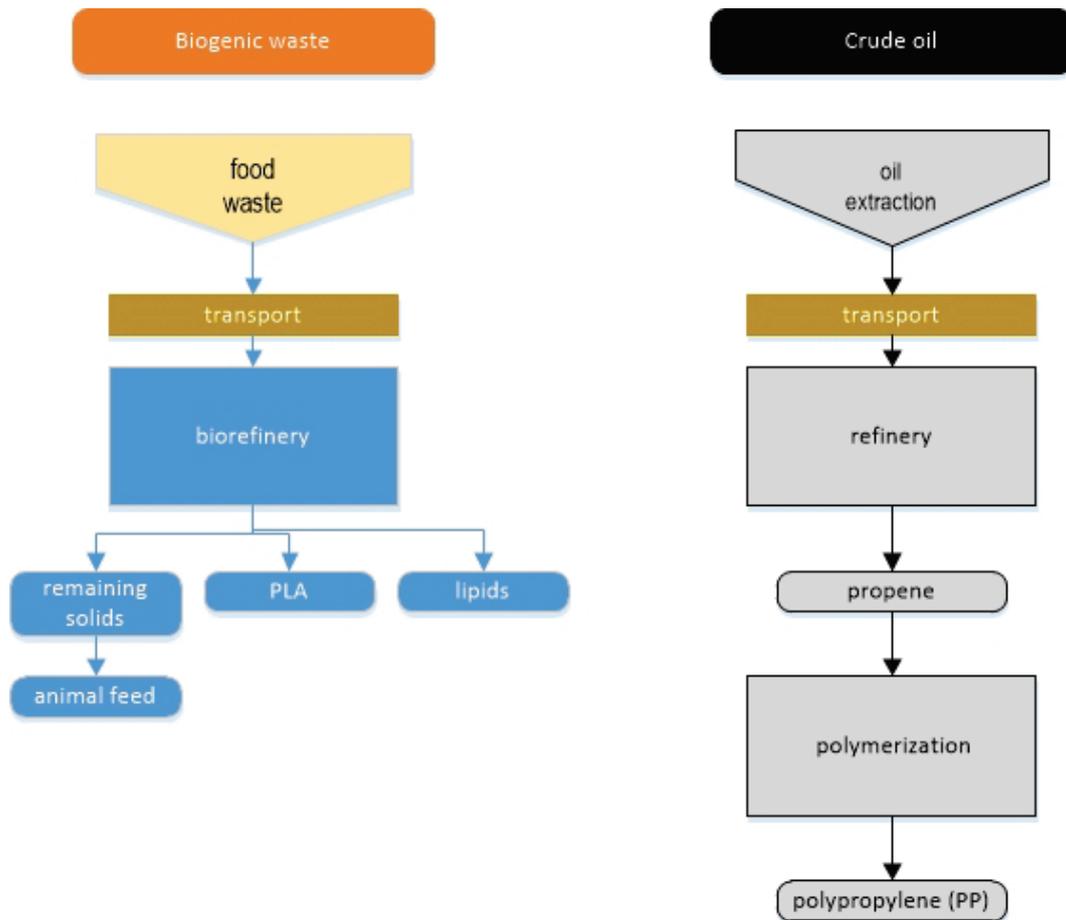


Abbildung 25: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette Factsheet 3 (Cradle to Gate)

Die Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse der TEE-Bewertung ist in Tabelle 10 enthalten.

Tabelle 10: Übersicht TEE-Bewertungsergebnisse - Factsheet 3

<b>Treibhausgasemissionen</b>		
Bioraffinerie	10,164	tCO <sub>2,eq</sub>
Referenzsystem	28,685	tCO <sub>2,eq</sub>
Einsparungen	- 18,521	tCO <sub>2,eq</sub>
<b>Kumulierter Energiebedarf</b>		
Bioraffinerie	10,439	GJ
Referenzsystem	844,077	GJ
Einsparungen	- 833,638	GJ
<b>Kosten</b>		
Jährliche Kosten	79.5	Mio. US\$
Spezifische Kosten	7.49	US\$/kgPLA
Investitionskosten	116.5	Mio. US\$
<b>Umsatzerlöse</b>		
Umsatz PLA	55.4	Mio. US\$
Umsatz Lipide	6.1	Mio. US\$
Umsatzerlöse Tierfutter	29.1	Mio. US\$
Behandlung von Lebensmittelabfällen	6.4	Mio. US\$
Spezifische Erlöse	9.13	US\$/kgPLA

Die Ergebnisse einer Umweltbewertung, die auf Treibhausgasemissionen und dem kumulierten Energiebedarf basiert, werden vorgestellt. Ein Vergleich der auf Lebensmittelabfällen basierenden Bioraffinerie mit der Produktion von PLA und wertschöpfenden Massenanteilen von Lipiden und Tierfutter zeigt eine deutlich bessere Leistung im Vergleich zum fossilen Referenzsystem basierend auf den Inputdaten der Fallstudie (Abbildung 26 und Abbildung 27).

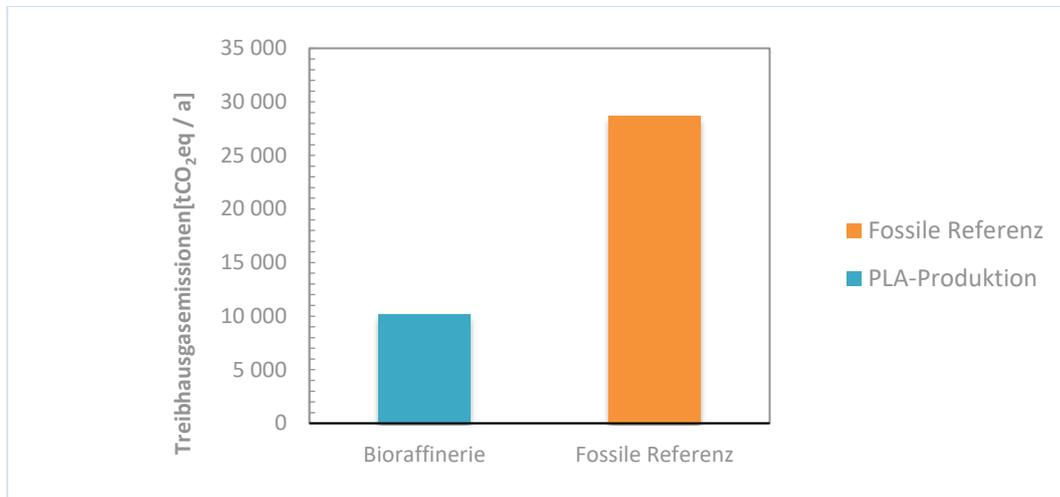


Abbildung 26: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zum Referenzsystem - Factsheet 3

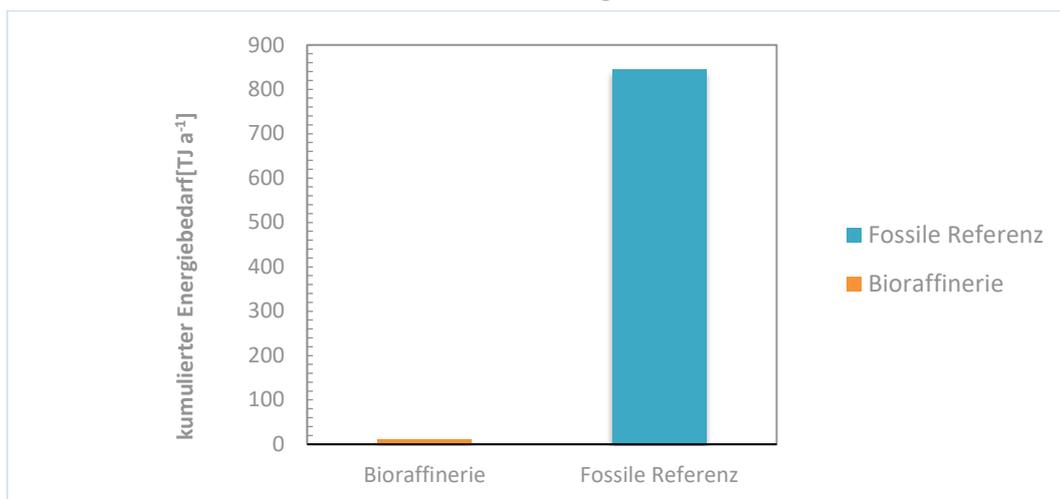


Abbildung 27: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zum Referenzsystem - Factsheet 3

Der Kosten- und Erlösvergleich (Abbildung 28) und die Sensitivitätsanalyse deuten darauf hin, dass die Preise von PLA die wirtschaftliche Leistung des Bioraffineriesystems in der Fallstudie signifikant beeinflussen. Der erzielbare Preis wiederum hängt stark von der erreichbaren Reinheit der Milchsäure und der damit verbundenen Eignung für Lebensmittel, Arzneimittel und andere Anwendungen ab, während diese Fallstudie davon ausgeht, dass ein technischer Polymertyp hergestellt wird. Zusätzlich wird die Lipidfraktion als Rohstoff für die Biodieselproduktion eingesetzt.

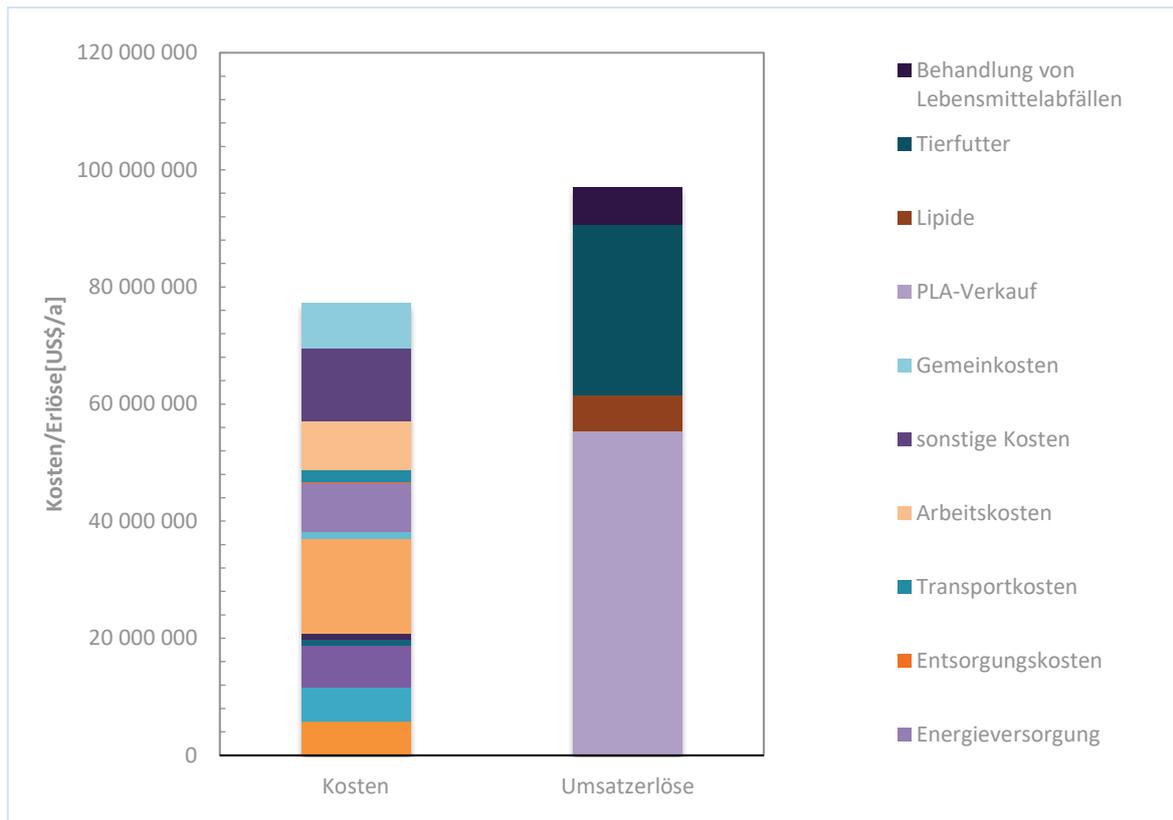


Abbildung 28: Kosten und Erlöse - Factsheet 3

#### 5.3.4. Factsheet 4 – 3-Plattformen-Bioraffinerie (Zellstoff, Lignin, Energie) zur Herstellung von Zellstoff, Lignin und Energie aus Hackschnitzeln

Generell kann eine Lignocellulose-Bioraffinerie jede Art von ein- und mehrjährigem Gras, Rückstände aus der Landwirtschaft sowie Holz und holzähnlicher Biomasse verarbeiten. Die Primärveredelung besteht aus mechanischen Vorbehandlungsschritten sowie dem physikalisch-chemischen Aufschluss der Lignocellulose, gefolgt von Fraktionierungsschritten. Die Sekundärveredelung beinhaltet weitere Verarbeitungsschritte für die Rohprodukte Cellulose, Hemicellulose und Lignin. Je nach Art der Verarbeitung können Mischungen von Roh- und Nebenprodukten erzeugt werden. (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016) Fallstudie 4 bezieht sich auf eine Lignocellulose-Bioraffinerie, die sich auf die Bereitstellung von Kraft-Lignin als Nebenprodukt eines Kraftzellstoffprozesses konzentriert. Die Bewertung umfasst die Produktion von Zellstoff (aus Fichten- & Kiefernholz) und den LignoBoost-Prozess (Abbildung 29). Es wird davon ausgegangen, dass alle Prozesse in Europa stattfinden.

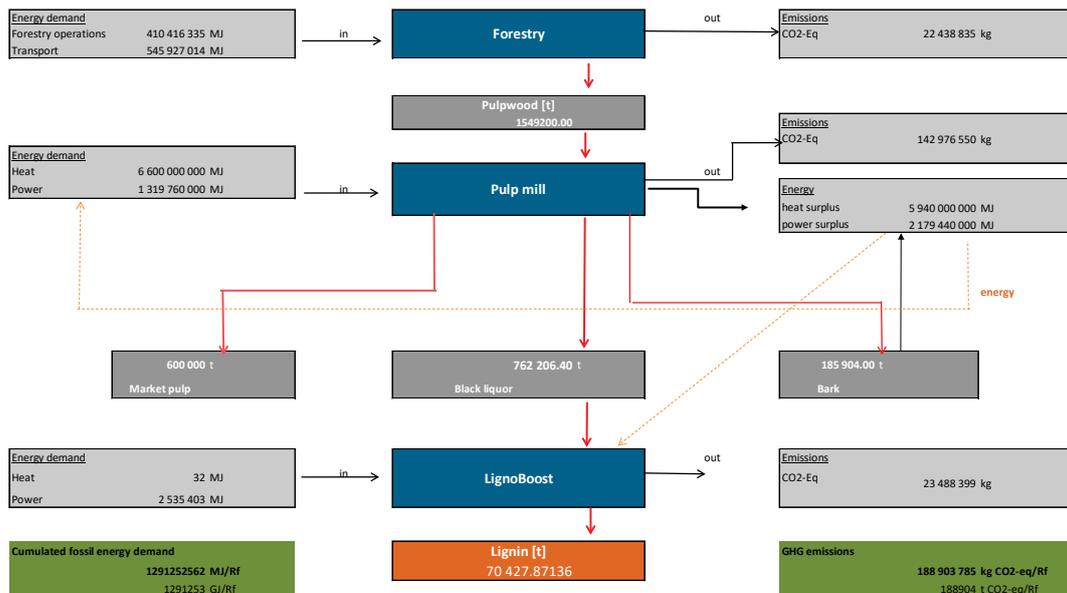


Abbildung 29: Übersicht TEE-Bewertung: Prozesswege Lignin aus Hackschnitzeln

### Teil A: Bioraffinerieanlage

Die Verwendung von Holz (Rundholz) in einem Sulfat-Zellstoffwerk im kommerziellen Maßstab liefert Zellstoff, Sulfatlignin und Energie, wie in Abbildung 30 dargestellt. Die Systemgrenzen werden als Cradle-to-Gate festgelegt, beginnend bei den Waldbetrieben (inkl. Pflanzung, Durchforstung, Ernte etc.), dem Aufschlußprozess und der Ligningewinnung über den LignoBoost-Prozess. Als Produkte gelten: Zellstoff als Hauptprodukt und Referenzstrom, Lignin als Nebenprodukt und ein Energieüberschuss (Strom ins Netz). Die Annahmen basieren auf einem hochmodernen Kraftzellstoffwerk mit einer Jahreskapazität von 600.000 Adt Zellstoff. Die Ligningewinnung wird mit 15 % angenommen, um noch genügend Energie zur Deckung des Energiebedarfs der Fabrik bereitstellen zu können. Als Hilfsbrennstoff wird Erdgas angenommen. Die Systemgrenzen werden als Cradle-to-Gate gesetzt und der Entwicklungsstand der Bioraffinerie liegt (je nach Einzelfall) zwischen TRL 6 und TRL 9.

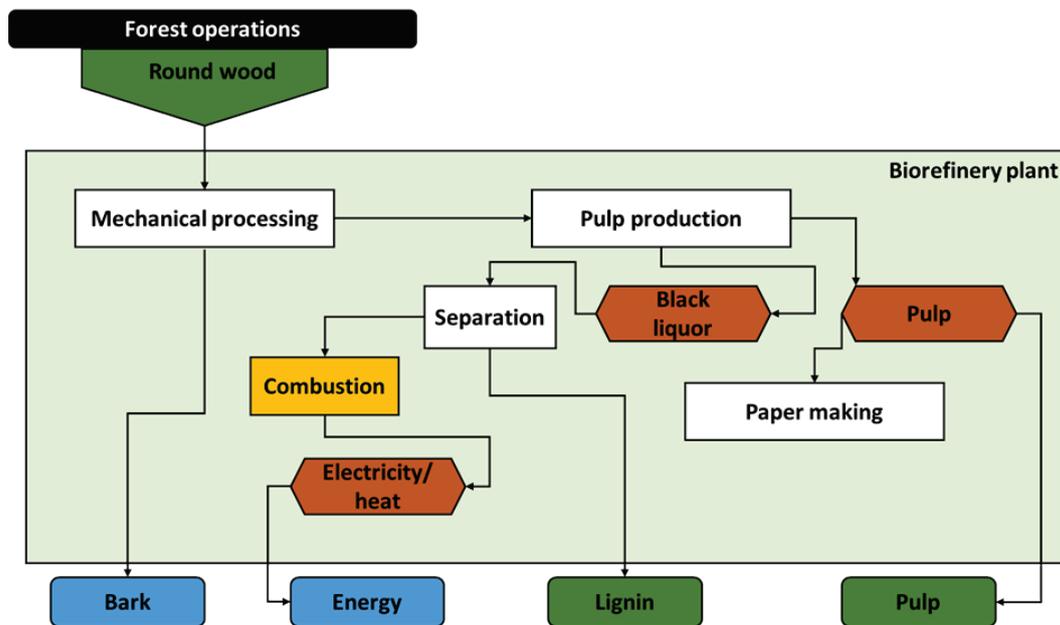


Abbildung 30: Lignocellulose-Bioraffinerieweg zur Bereitstellung von Zellstoff, Lignin und Energie aus Nadelholz

Die Forstarbeiten umfassen die Beschaffung von Fichten- und Kiefernholz und den Transport zur Zellstofffabrik. Die Inputs bestehen aus 80 % Fichte und 20 % Kiefer. Die Bioraffinerie selbst besteht aus der Herstellung von Sulfat-Lignin als Nebenprodukt der Zellstoffproduktion aus einer hochmodernen Sulfatzellstofffabrik. Die Zellstofffabrik ist unterteilt in die Faserlinie, die Ablaugenaufbereitung und den Ligninrückgewinnungsprozess. Als Multi-Output-Prozess wird dieses System typischerweise durch das erforderliche Allokationsverfahren bestimmt. Die Bewertung geht davon aus, dass der Energiebedarf des LignoBoost-Verfahrens ( $31,5 \text{ MJ/kg}_{\text{extrahiertes Lignin}}$ ) durch den Energieüberschuss der Zellstofffabrik gedeckt werden kann.

Tabelle 11 fasst die wichtigsten Merkmale der betrachteten Bioraffinerie zusammen. Bei der Betrachtung der Produktion von  $600.000 \text{ ADt}^3$  Sulfatzellstoff/a wird davon ausgegangen, dass etwa  $70.000 \text{ t}$  Lignin über den LignoBoost-Prozess getrennt werden können, ohne die Energieautarkie zu beeinträchtigen. Zusätzlicher Energieaufwand ist nur für die Chemikalienbereitstellung (Erdgas) erforderlich. Generell gilt der Chemikalieneinsatz als hoch, jedoch werden bis zu 99 % der Aufschlusschemikalien zurückgewonnen. Die angenommenen Investitionskosten beziehen sich auf die Integration des LignoBoost-Prozesses. Die Anzahl der Mitarbeiter wird auf der Grundlage einer hochmodernen Sulfatzellstofffabrik mit einer Produktionskapazität von  $600.000 \text{ ADt}_{\text{Zellstoff/a}}$  geschätzt. Die Gesamtmenge an Schwarzlauge wurde auf rund  $760.000 \text{ t/a}$  berechnet. Alle Hintergrunddaten basieren auf Literaturwerten sowie auf Daten aus den LCA-Datenbanken ecoinvent 3.2 und ProBas-Datenbank. Bei der Primärdatenerhebung wurden neben den numerischen Daten auch beschreibende Daten erhoben, wie etwa mögliche Upscaling-Effekte und Fragen der Chemikalienrückgewinnung.

<sup>3</sup> AD ... air dry

Tabelle 11: Wichtigste Merkmale der Fallstudie 4

3-Plattformen-Bioraffinerie (Zellstoff, Lignin, Energie) unter Verwendung von Hackschnitzel zur Herstellung von Kraftzellstoff, Kraftlignin und Energie					
Stand der Technik	industriell				
Land	EU 27				
Hauptdatenquelle	Literatur, Wood K plus				
Produkte			Hilfsmittel (extern)		
Zellstoff	600,000	t	Energie	780.000	GJ
Lignin	70,427	t	Chemikalieneinträge	139.453	t
Wärme	1,478,632	GJ			
Ausgangsmaterial			Kosten		
Nadelholz	1,549,200	t	Investitionskosten	11	Mio €
			Rohstoffkosten	1,5	Mio €/a
Lignin-Extraktionsrate	15	%	Anzahl der Mitarbeiter	135	#
Effizienz					
Zellstoff zu Lignin	8,5	t/t Lignin	Referenzdurchfluss	600.000	t Zellstoff
Schwarzlauge zu Lignin	10,8	t/t Lignin			

Die in Abbildung 31 dargestellten Massenbilanzen zeigen, dass der Haupteinsatzstoff das Ausgangsmaterial ist (d.h. das Zellstoffholz selbst, gefolgt vom chemischen Bedarf für die Zellstoffherstellung und dem LignoBoost-Verfahren). Zu beachten ist, dass in diesem Fallbeispiel der Wassereintrag exkludiert wurde. Die Hauptoutputs sind Zellstoff und Schwarzlauge. Darüber hinaus wurde Rinde als ein Output betrachtet, der vor Ort zur Energieerzeugung für den Prozess genutzt werden kann. Wie bereits erwähnt, wird davon ausgegangen, dass die Zellstofffabrik nach dem Stand der Technik energieautark ist. Hilfsenergie wird nur für die Chemikalienbereitstellung benötigt. Je nach Umwandlungsprozess steht entweder Wärme und/oder Stromüberschuss zur Verfügung. Die Energiebilanzen sowie die Aufteilung der Kosten sind in Abbildung 32 bzw. Abbildung 33 dargestellt.

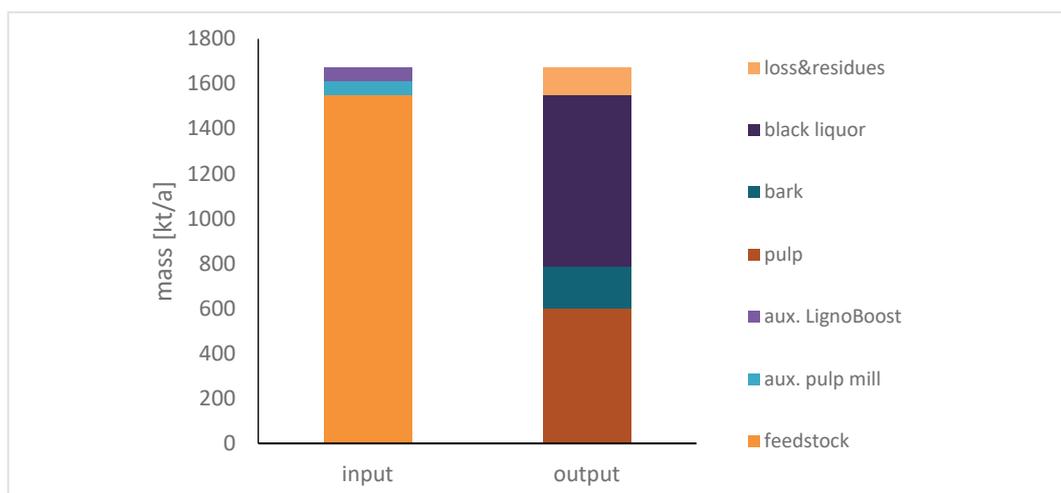


Abbildung 31: Massenbilanz - Fallstudie 4

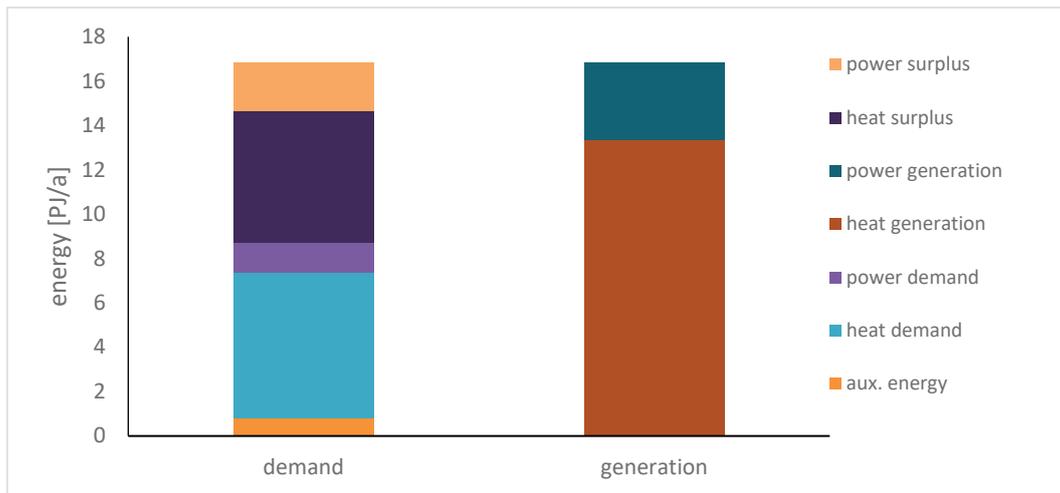


Abbildung 32: Energiebilanz - Fallstudie 4

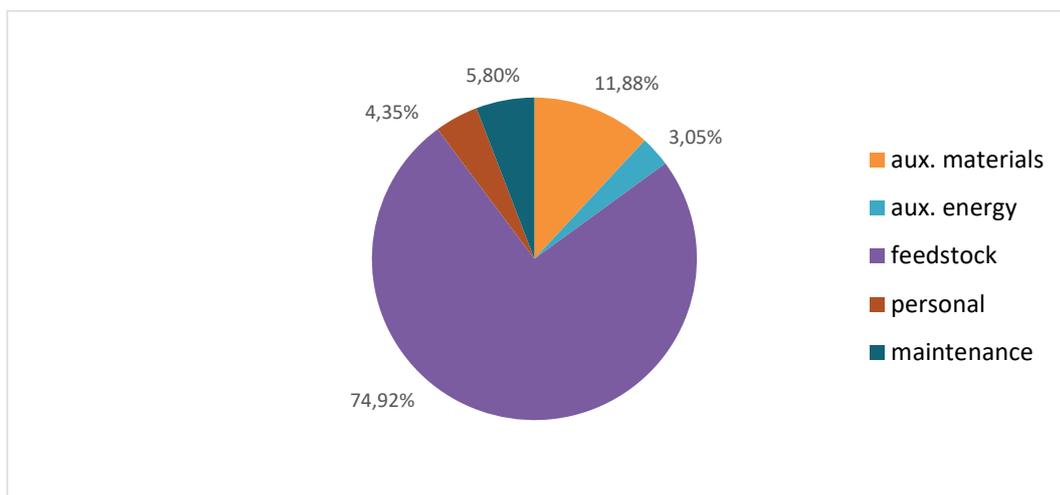


Abbildung 33: Kostenanteile - Fallstudie 4

Die Hauptkosten entfallen auf die Rohstoffe (z.B. Fichten- und Kiefernholz), gefolgt von Hilfsstoffen wie Aufschluss- und Bleichchemikalien. Das Ausgangsmaterial ist auch mengenmäßig der wichtigste Input. Die Einschätzung der Umsätze ist in Abbildung 37 dargestellt.

### Teil B: Wertschöpfungskette Umweltbewertung

Wie in verschiedenen Studien gezeigt wurde (Ghorbani et al. 2018; Kalami et al. 2017; Lettner et al. 2018; Solt et al. 2018), könnte Lignin eine interessante Alternative zu aktuellen Klebstoffen-Additiven auf fossiler Basis sein, insbesondere als Ersatz für Phenol in Phenolformaldehyd-(PF)-Harzen. Das Referenzsystem ist in Abbildung 34 dargestellt.

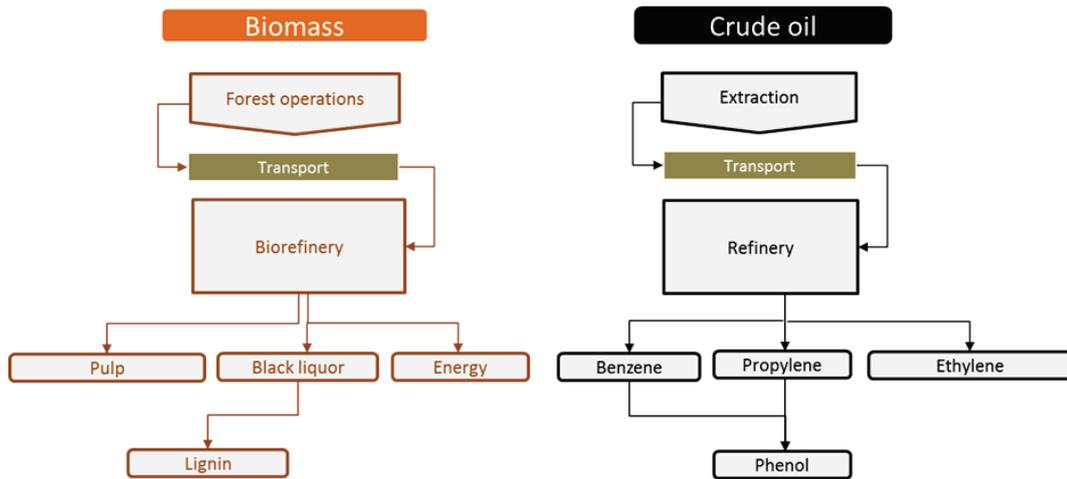


Abbildung 34: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette (Cradle to Gate)

Tabelle 12 gibt einen Überblick über die für die Fallstudie durchgeführte Umwelt- und Wirtschaftlichkeitsprüfung.

Tabelle 12: Übersicht TEE-Bewertungsergebnisse - Fallstudie 4

<b>Treibhausgasemissionen</b>		
Forstwirtschaft	22,438	t CO <sub>2</sub> -eq
Bioraffinerie	142,976	t CO <sub>2</sub> -eq
Ligningewinnung	23,488	t CO <sub>2</sub> -eq
Referenzsystem	309,882	t CO <sub>2</sub> -eq
Einsparung	-120,978	t CO <sub>2</sub> -eq
<b>Kumulierter Energiebedarf</b>		
Fossil		
Forstwirtschaft	956	TJ
Bioraffinerie	0,0014	TJ
Ligningextraktion	334	TJ
Referenzsystem	8,240	TJ
Einsparungen	-6,948,808	TJ
<b>Kosten</b>		
Jährliche Kosten	207	Mio €
Investitionskosten	11	Mio €
<b>Erlöse</b>		
spezifische Erlöse	633	€/t Referenzmenge

Wie bereits erwähnt, folgt die Bewertung einem Cradle-to-Gate-Ansatz. Die Bewertung der Treibhausgasemissionen berücksichtigt den Einsatz von Erdgas in der Chemikalienbereitstellung, die wichtigsten Chemikalieneinträge und die direkten Emissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O) der Zellstofffabrik. Im Vergleich zum Referenzsystem unter den gegebenen Annahmen der Fallstudie 4 sind der kumulierte fossile Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen für die Bioraffineriesysteme niedriger als für das Referenzsystem (Abbildung 35 und Abbildung 36).

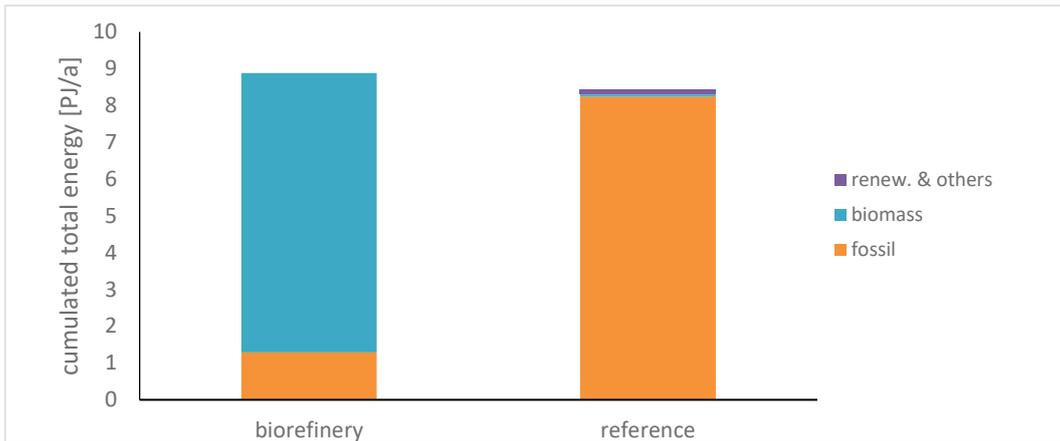


Abbildung 35: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Fallstudie 4

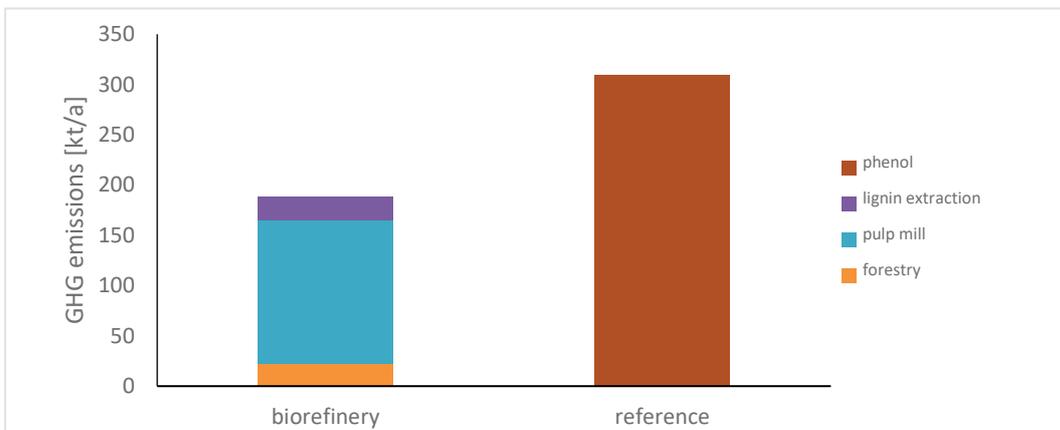


Abbildung 36: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Fallstudie 4

Die Beurteilung von Kosten und Erträgen wird durch die begrenzte Datenverfügbarkeit stark gefordert. Detaillierte Annahmen finden sich in den ergänzenden Daten der Fallstudie. Unter den gegebenen Annahmen wird aufgrund der Mengenunterschiede und der Unsicherheiten des tatsächlichen Ligninpreises der Umsatz hauptsächlich durch den Zellstoff bestimmt.

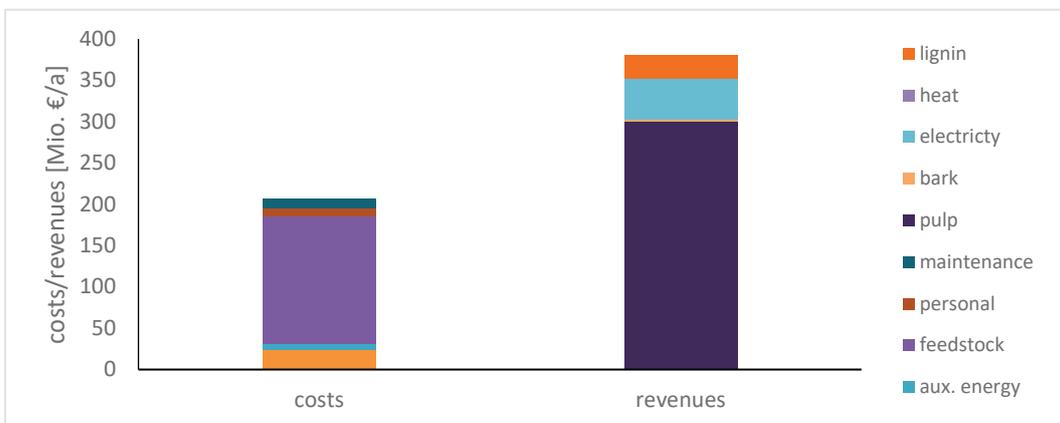


Abbildung 37: Kosten und Erlöse - Fallstudie 4

# 6 Vernetzung und Ergebnistransfer

## 6.1. Vernetzungsaktivitäten

Ein wesentliches Ziel der IEA Bioenergy Task 42 Arbeiten ist die Interaktion mit nationalen AkteurInnen. Mittels **Newsletter** wurde die Zielgruppe „*österreichische AkteurInnen im Bereich Bioraffinerie*“ 3-mal jährlich angesprochen, um über laufende Aktivitäten des IEA Bioenergy Task 42 zu berichten sowie interessante zusätzlicher Bioraffinerie Informationen beizustellen. Die Newsletter wurden auf der nationalen Webseite der IEA-Forschungskooperation hochgeladen und stehen somit auch nachträglich als Informationsbasis zur Verfügung.

Einmal jährlich stattfindende **Vernetzungstreffen** boten den TeilnehmerInnen die Möglichkeit ihr Projekt oder laufende Forschungsaktivitäten einem Fachpublikum vorzustellen.

Alle Beiträge der Workshops und Vernetzungsveranstaltungen sowie die Newsletter, fachliche Reports und Task 42 Publikationen sind auch nachträglich als **Download** verfügbar.



Copyright © tbw research GesmbH

Das erste nationale Vernetzungstreffen des Trienniums fand am **22. September 2016** an der JKU Linz statt. Um den Akteurskreis zu erhöhen wurde die Vernetzungsveranstaltung an das Forum Econogy 2016 (veranstaltet durch den Partner Energieinstitut JKU) „angedockt“. Als Gastreferent gab Prof. Dr. Johan Sanders, emeritierter Professor für Biobasierte Chemie und Technologie an der Wageningen Universität in NL, eine Key-Note zum Thema "Bioraffinerie, die Brücke zwischen Landwirtschaft und Chemie". Er stellte eine breite Palette von Bioraffinerie Nutzungskaskaden vor. Im Anschluss wurde den nationalen AkteurInnen im Biorefinery Open Forum eine Bühne geboten, um ihre Bioraffinerie-Aktivitäten zu präsentieren. Zum Abschluss gab es eine Führung durch das neue Technikum der Kompetenzzentrum Holz GmbH (Wood K plus) am Standort Linz.



Copyright © tbw research GesmbH

Am **23. Oktober 2017** fand die 2. nationale Vernetzungsaktivität statt. Der „Austrian Biorefining Stakeholder Workshop 2017“ wurde im Festsaal der TU Wien veranstaltet und gemeinsam mit der TU Wien beworben und organisiert. Neben der nationalen Vernetzung, der Präsentation von aktuellen österr. Bioraffinerie Projekten, wurde vor auch ein internationale Informationsaustausch mit den NTL's der Task 42 durchgeführt, welche ebenso am Workshop teilnahmen bzw. wertvolle internationale Beiträge (z.B. USA, Kanada etc.) lieferten.



Copyright © tbw research GesmbH

Zwischen den Fachpräsentationen eingebettet war ein interaktiver Teil zum Thema „How to boost biorefining?“. In Kleingruppen bis zu acht TeilnehmerInnen wurden spezifische Fragen bearbeitet und in einer Ergebnisdokumentation zusammengefasst.

In einer eigenen „Matching Session“ hatten die TeilnehmerInnen ein Zeitfenster zur Verfügung, um auf persönlicher Ebene einen informellen Austausch an Themen, Interessen sind und Möglichkeiten der Zusammenarbeit zu diskutieren.



Copyright © tbw research GesmbH

Sowohl in der Diskussion in den Kleingruppen als auch beim Match Making wurde auch ein Rotationsprinzip angewandt, um den Informationsaustausch und den Kontakt zwischen den nationalen Akteuren untereinander sowie auch mit den internationalen Gästen (Vertreter des Tasks 42) zu stimulieren. Nach der Veranstaltung bot sich die Gelegenheit auch die Technika der TU Wien zu besuchen.

Am 22. November 2018 fand auf der Universität für Bodenkultur das Vernetzungstreffen 2018 statt. Bei diesem Treffen wurden den Teilnehmern wesentliche Inhalte der österr. Taskarbeit präsentiert. So gab es eine ausführliche Präsentation von J. Wenger (Uni Graz) über den Task 42 Bericht „*Natural Fibers and Fiber-based Materials in Biorefineries*“.



Copyright © tbw research GesmbH

Zusätzlich wurde dem Auditorium die Bewertungsmethodik bzw. das Bewertungstool für die TEE (technical, economic, environmental) Bewertung von Bioraffinerien vorgestellt (Präsentation J. Lindorfer und F. Hesser). Im Bioraffinerie Open Forum kamen die nationalen AkteurInnen zu Wort. Es wurden neue Ansätze zur Gewinnung von organischen Säuren mittels flüssig/flüssig Extraktion (Prof. Kienberger, TU Graz), sowie das Biorefinery Student Camp im Februar 2018, welches Kompetenzzentrum Holz organisiert wurde, vorgestellt.

### **Abstimmungsmeetings innerhalb der IEA Bioenergy Tasks und dem Auftraggeber BMVIT**

Die Vernetzungsaktivitäten sowie der Informationsabgleich zwischen dem österr. Task 42 Management und dem Auftraggeber BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Technologie und Innovation) sowie der FFG erfolgte im Rahmen von regelmäßigen, einmal pro Jahr stattfindenden Diskussions- und Vernetzungsveranstaltungen. In diesen Steuerungsmeetings für die IEA Bioenergie Tasks wurde die weitere inhaltliche Ausrichtung sowie Impulse für die nationale F&E-Strategie gemeinsam mit den Vertretern der Arbeitsgemeinschaft diskutiert und abgestimmt.

## **6.2. Dissemination und Ergebnistransfer**

Die Erstellung spezifischer Disseminationen und der Transfer an insbesondere nationale Akteurinnen und Akteure ist eine wesentliche Aufgabenstellung der Taskarbeit auf nationalem Niveau. Die thematischen Berichte wurden bereits zuvor beschrieben allerdings gibt es eine Vielzahl weitere Disseminationsmaßnahmen.

Damit eine leichtere Orientierung für den interessierten Leser möglich wird, wurde eine zusammenfassende Übersicht der Publikationen, relevanten Dokumente sowie Disseminationsmaßnahmen erstellt, welche als Tabelle im Anhang 9 des Berichtes beigefügt ist.

Siehe dazu *Tabelle 14 Übersicht der Dokumente und Dissemination betreffend IEA Bioenergy Task 42 - Biorefining in a Circular Economy*.

## **6.3. Auswirkungen der IEA Bioenergy Task 42 Aktivitäten auf nationale Politiken und Rahmenbedingungen.**

Die Arbeit der IEA Bioenergy sowie die Aktivitäten der jeweiligen IEA Bioenergy Tasks verfolgen auch das Ziel Expertenwissen zu strukturieren und strategische Informationen als Policy advice bereitzustellen. In der Arbeitsperiode 2016-18 kann aus den Aktivitäten des IEA Bioenergy Task 42 kein unmittelbarer nationaler „Impact“ oder konkrete Auswirkungen beispielsweise im Bereich der Ausrichtung der FTI-Politik oder einer konkreten Anpassung der nationalen Gesetzgebungen, Normen, Standards etc. argumentiert werden.

# 7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

## 7.1. Zu welchen fachlichen Schlussfolgerungen kommt das Projektteam?

### **Internationaler Informationsaustausch und Kooperation**

Der IEA Bioenergy Task 42 ist eine gute Möglichkeit die konkreten nationalen Interessen und Schwerpunkte im Bereich Biorefining und deren Entwicklung in den Beitrittsländern zu verfolgen. Insbesondere die regelmäßigen Arbeitstreffen führen zu einer raschen Aktualisierung der Informationen. Innerhalb des Tasks kann somit auch ein kleineres Land wie Österreich eine bessere Schlagkraft in der Umsetzung neuer nachhaltiger Strategie entwickeln. Ein Benchmarking kann/könnte in der Ausrichtung nationaler Politiken helfen.

Das nationale Interesse der jeweiligen Beitrittsländer sich aktiv an der Arbeit im Task einzubringen ist sehr unterschiedlich. Österreich und die Niederlande spielen eine sehr aktive Rolle im Task 42. Die Bestrebungen den Reigen der Beitrittsländer des IEA Bioenergy Task 42 zu erweitern, um auch international mehr Gewicht und Impact zu erzielen, zeigen leider wenig Wirkung. Wichtige Volkswirtschaften wie China, Indien, Japan etc. haben zwar grundsätzlich Interesse am Thema allerdings ist eine aktive Mitarbeit im Task 42 mittelfristig nicht zu erwarten. In der neuen Arbeitsperiode (2019-21) haben sich wichtige Länder wie USA und Kanada aus dem Task 42 zurückgezogen, somit ist die Vernetzungsarbeit zunehmend fokussiert auf Europa.

### **Generierung von Wissen und Dissemination**

Der IEA Bioenergy Task ist aufgrund des Budgets nicht in der Lage neues Wissen oder Erkenntnisse insbesondere im Bereich F&E und Technologieentwicklung zu Bioraffinerien bereitzustellen. Allerdings kann der Task aktuelle Erkenntnisse und den Stand der Entwicklungen aufgreifen und für andere Zielgruppen, die interessierte Öffentlichkeit, in einen verständlichen Kontext bringen. Diese Aufgabe wird in Zukunft noch größere Bedeutung haben. Für die Publikation und Dissemination der Ergebnisse des Tasks 42 wären „neue“ Kommunikationskanäle (z.B. social media) sinnvoll, da das Bereitstellen als Download auf der Webpage alleine nicht ausreicht.

Die Interaktion des Tasks 42 mit nationalen AkteurlInnen stellt für beide Seiten eine wertvolle Bereicherung dar und sollte ausgebaut werden. Diese konkrete Erfahrung konnte z.B. direkt beim nationalen Vernetzungsworkshop 2017 an der TU Wien, bei dem auch der Task 42 teilnahm, gemacht werden.

### **Fachlicher Beitrag Österreichs**

Die praktischen Erfahrungen in der Taskarbeit in der Arbeitsperiode 2016-2108 haben klar aufgezeigt, dass Österreich ein verlässlicher Partner und eine Stütze in der Generierung von Resultaten im Task 42 ist. Die Arbeiten und Resultate zur Entwicklung und Anwendung des TEE.-Bewertungstools sind ausschließlich durch österreichische Expertise und Finanzierung generiert worden.

## Wirtschaftliche und wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse

Eine direkte wirtschaftliche Verwertung der Ergebnisse im klassischen Kontext ist auf einer betrieblichen Ebene nicht darstellbar. Die Vernetzung und die regelmäßige Kommunikation mit den verschiedenen österreichischen AkteurInnen untereinander und international trägt zum Wissens- und Technologietransfer bei, was die Entwicklung nachhaltiger Produktionssysteme unterstützt und die Politikberatung ermöglicht.

Seitens der ARGE wurde eine qualitative Bewertung möglicher Nutzen für verschiedene Akteursgruppen durchgeführt. Diese Bewertungsmatrix entstand durch Feedback von AkteurInnen im unmittelbaren Umfeld der ARGE, die mit den Aktivitäten des IEA Bioenergy Tasks 42 vertraut sind.

Tabelle 13 Bewertungsmatrix möglicher Nutzen der Ergebnisse aus der ARGE 2016 - 2018

Nutzen für Akteursgruppen	Politik & Verwaltung	Wirtschaft	F&E
Bereitstellung von Expertenwissen und internationale Vernetzung	groß	klein	mittel
Benchmarking und Best Practice Beispiele zu spezifischen Themen/ Fragestellungen	mittel	mittel	mittel
Hilfestellung/ Orientierung bei der Festlegung spez. Strategien oder Ziele	mittel	klein	mittel
Regelmäßige internationale Updates im Themenbereich Biorefining (Forschung, Strategien, Normung, ...)	mittel	klein	mittel
Bereitstellung/ Aufbereitung von Informationen: z.B. Status, Benchmarks, Technologiebewertung	mittel	mittel	mittel
Erhöhung Bekanntheitsgrad durch Nennung ausgesuchter nationaler Akteure & Pioniere	klein	groß	groß
Darstellung nationaler Expertise & Know-how auch auf internationaler Ebene	mittel	mittel	mittel
Darstellung von Technologievorsprung und Front-Runner Proposition	klein	groß	mittel
Kommunikation (Sprachrohr) von nationaler Ebene auf eine internationale Fachebene	mittel	klein	groß
Unterstützung in der Partnersuche für transnationale Projekte	klein	mittel	groß

Schlüssel: groß  mittel  klein 

## 7.2. Ausblick auf die neue Arbeitsperiode (2019-2021)

Für den IEA Task 42 wurde das neue Arbeitsprogramm (Triennium 2019-2021) erstellt und die inhaltlichen Schwerpunkte definiert. Das nationale Taskmanagement wird in den nächsten drei Jahren wieder durch die ARGE (tbw research GesmbH, Johannes Kepler Universität Linz und Kompetenzzentrum Holz GmbH - Wood k-plus) vertreten sein. Die laufende Taskarbeit im Bereich

der Bewertung von Bioraffinerien hat sehr deutlich gezeigt, dass die tatsächliche Beschaffung relevanter und belastbarer Input-Daten für Bioraffinerie Prozesspfade eine echte Hürde darstellt. Im Arbeitsprogramm 2019-21 wird daher ein veränderter Ansatz für das Biorefinery Assessment verfolgt. Es wurde das **Collaborative Inter Task Project (CITP) Technical, Economic and Environmental (TEE) assessment of integrated biorefineries** definiert, welches verstärkt auf die Einbeziehung anderer IEA Bioenergy Tasks setzt und auch eine Kooperation mit IETS in dem Themenbereich *Bewertung von Bioraffinerien* anstrebt.

Es besteht die Hoffnung, dass durch dieses CITP der Informationsaustausch zwischen den IEA Bioenergie Tasks verbessert wird. Auf diese Weise und durch direkte Ansprache potentieller AkteurInnen (aus der Wirtschaft) soll die Motivation für Bereitstellung relevanter Daten für die Bewertung gesteigert werden. Zusätzlich wird die neue Bewertungsmethodik bzw. das Bewertungstool in einem Webinar einem größeren Publikum/ Interessentenkreis vorgestellt.

### 7.3. Empfehlungen aus der Sicht von Experten

Die nachfolgenden Empfehlungen stammen aus dem ExCo 79 Bericht „Industrielle Bioraffinerien“ Göteborg<sup>4</sup>. Sie fassen die Ergebnisse eines Workshops zusammen, welcher gemeinsam durch die IEA Bioenergy - insbesondere durch den Task 42- und durch das IEA Technology Collaboration Programme- IETS (Industrial Energy-Related technologies and Systems) veranstaltet wurde. Die Empfehlungen werden hier auszugsweise zitiert, da sie in besonderer Weise die Handlungsempfehlungen einer multidisziplinären Expertengruppe an die verschiedenen AkteurInnen in den Segmenten Wirtschaft, Forschung und Politik und Verwaltung adressieren.

#### „Empfehlungen an Industrie und Wirtschaft:

- Austausch von Informationen zwischen den einzelnen Sektoren
- Bereitschaft für offene Kontakte zur akademischen Welt und den NGOs
- Pro-aktiver Zugang zu Bioraffinerien
- Berücksichtigung künftiger CO<sub>2</sub>-Preise bei Investitionsentscheidungen
- Entwicklung von Geschäftsmodellen, Zusammenarbeit von Betrieben entlang der Wertschöpfungsketten
- Konsequente Nutzung bestehender Fördersysteme“

#### „Empfehlungen an Forschung und Bildung:

- Bioökonomie, Bioökonomietechnologien und Kreislaufwirtschaft in Bildungsprogramme aufnehmen.
- Bewusstsein für die Vorteile der Bioökonomie schaffen.
- Belastbare Informationen über Bioökonomie erarbeiten und an die Politik herantragen, dabei
- eine klare und allgemein verständliche Sprache benutzen.
- Komplexen Systeme und multidisziplinäre Ansätze erforschen.
- Zur Standardisierung (einschließlich Zertifizierung und Definitionen) beitragen.
- Die Fortschritte in der Entwicklung beobachten und darstellen.

---

4

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea\\_pdf/reports/iea\\_bioenergy\\_exco79\\_goetborg\\_2017\\_bericht\\_industrielle\\_bioraffinerien.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/reports/iea_bioenergy_exco79_goetborg_2017_bericht_industrielle_bioraffinerien.pdf)

- Mit Industrie, Wirtschaft und Verwaltung zusammen arbeiten“.

#### **„Empfehlungen an die Politik:**

- Entwicklung von Visionen und daraus abgeleitet konkrete Aktionen (auch) für die Industrie.
- Koordinierung relevanter Politikbereiche: Wirtschaft, Energie, Soziales, Finanzierung, regionale Entwicklung und Raumplanung, Land- und Forstwirtschaft
- Monitoring der Entwicklung.
- Chancen der Kohlenstoffspeicherung in der Land- und Forstwirtschaft nutzen.
- Finanzielle Förderung von F&E, nach Stand der Entwicklung abgestuft.
- Wirtschaftliche Unterstützung von Pionieranlagen zur Überwindung des „Valley of Death“.
- Strenge, europäisch abgestimmte Nachhaltigkeitskriterien als Grundlage für wirtschaftliche Unterstützung.
- Übernahme der externen Kosten nach dem „Polluters Pay Principles“ durch Steuern (ausreichend hohe CO<sub>2</sub>-Preise!).
- Gewährleistung einer kohärenten, konsistenten und berechenbaren Politik“.<sup>5</sup>

---

5

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea\\_pdf/reports/iea\\_bioenergy\\_exco79\\_goeteborg\\_2017\\_bericht\\_industrielle\\_bioraffinerien.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/reports/iea_bioenergy_exco79_goeteborg_2017_bericht_industrielle_bioraffinerien.pdf)

## Online Referenz der Download-Links mit Datum und Uhrzeit

<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/bioenergie/> (abgerufen am 03.06.2019; 10:39)

(<https://www.ieabioenergy.com/publications/iea-bioenergy-strategic-plan-2015-2020-brochure/>) (abgerufen am 03.06.2019; 10:40)

<http://task42.ieabioenergy.com/publications/standards-and-labels-related-to-biobased-products/> (abgerufen am 03.06.2019; 10:41)

<http://task42.ieabioenergy.com/publications/bioeconomy-and-biorefining-strategies-in-the-eu-member-states-and-beyond/> (abgerufen am 03.06.2019; 10:42)

<http://task42.ieabioenergy.com/publications/joint-survey-on-bioeconomy-policy-developments-in-different-countries/> (abgerufen am 03.06.2019; 10:43)

<https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Task-42-Biobased-Chemicals-value-added-products-from-biorefineries.pdf> (abgerufen am 03.06.2019; 10:44)

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea\\_pdf/reports/iea\\_bioenergy\\_exco79\\_goeteborg\\_2017\\_bericht\\_industrielle\\_bioraffinerien.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/reports/iea_bioenergy_exco79_goeteborg_2017_bericht_industrielle_bioraffinerien.pdf) (abgerufen am 03.06.2019; 10:45)

[https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/innovation/downloads/biooekonomiestrategie\\_wai.pdf](https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/innovation/downloads/biooekonomiestrategie_wai.pdf) (abgerufen am 26.06.2019; 11:00)

# Literaturverzeichnis

Ahlgren, Serina; Björklund, Anna; Ekman, Anna; Karlsson, Hanna; Berlin, Johanna; Börjesson, Pål et al. (2013): LCA of biorefineries-identification of key issues and methodological recommendations: f3 The Swedish Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels.

Ahlgren, Serina; Björklund, Anna; Ekman, Anna; Karlsson, Hanna; Berlin, Johanna; Börjesson, Pål et al. (2015): Review of methodological choices in LCA of biorefinery systems-key issues and recommendations. In: *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 9 (5), S. 606–619.

Align biofuel GHG emission calculations in Europe (BIOGRACE) (2018): Biograce - Harmonised Calculations of Biofuel Greenhouse Gas Emissions in Europe. Hg. v. Align biofuel GHG emission calculations in Europe (BIOGRACE). Online verfügbar unter <https://biograce.net/>, zuletzt geprüft am 2018.

Cherubini, Francesco; Jungmeier, Gerfried; Wellisch, Maria; Willke, Thomas; Skiadas, Ioannis; van Ree, René; Jong, Ed de (2009): Toward a common classification approach for biorefinery systems. In: *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 3 (5), S. 534–546.

Cherubini, Francesco; Strømman, Anders Hammer (2011): Life cycle assessment of bioenergy systems: state of the art and future challenges. In: *Bioresource technology* 102 (2), S. 437–451.

Cherubini, Francesco; Strømman, Anders Hammer; Ulgiati, Sergio (2011): Influence of allocation methods on the environmental performance of biorefinery products—A case study. In: *Resources, Conservation and Recycling* 55 (11), S. 1070–1077.

Cherubini, Francesco; Ulgiati, Sergio (2010): Crop residues as raw materials for biorefinery systems—A LCA case study. In: *Applied Energy* 87 (1), S. 47–57.

Compressed Air Solutions LTD (2018): Cost of Compressed Air. Online verfügbar unter <http://www.compressedairsolutions.co.uk/knowledge-bank/cost-of-compressed-air/>, zuletzt geprüft am 01.2018.

Ekvall, Tomas; Finnveden, Göran (2001): Allocation in ISO 14041—a critical review. In: *Journal of cleaner production* 9 (3), S. 197–208.

Ghorbani, Masoumeh; Liebner, Falk; van Herwijnen, Hendrikus W. G.; Solt, Pia; Konnerth, Johannes (2018): Lignin resole adhesives for exterior-grade plywood. In: *European Journal of Wood and Wood Products* 76 (1), S. 251–258. DOI: 10.1007/s00107-017-1249-9.

González-García, Sara; Luo, Lin; Moreira, Ma Teresa; Feijoo, Gumersindo; Huppes, Gjalt (2009): Life cycle assessment of flax shives derived second generation ethanol fueled automobiles in Spain. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (8), S. 1922–1933.

González-García, Sara; Hospido, Almudena; Agnemo, Roland; Svensson, Patrik; Selling, Eva; Moreira, Ma Teresa; Feijoo, Gumersindo (2011): Environmental life cycle assessment of a Swedish dissolving pulp mill integrated biorefinery. In: *Journal of industrial ecology* 15 (4), S. 568–583.

Haddad, S.; Escobar, N.; Britz, W. (2018): Economic and environmental implications of a target for bioplastics consumption: A CGE analysis.

Harding, K. G.; Dennis, J. S.; Blottnitz, H. von; Harrison, S. T.L. (2007): Environmental analysis of plastic production processes: comparing petroleum-based polypropylene and polyethylene with biologically-based poly- $\beta$ -hydroxybutyric acid using life cycle analysis. In: *Journal of biotechnology* 130 (1), S. 57–66.

Heijungs, Reinout; Guinée, Jeroen B. (2007): Allocation and 'what-if' scenarios in life cycle assessment of waste management systems. In: *Waste management* 27 (8), S. 997–1005.

Humbird, D.; Davis, R.; Tao, L.; Kinchin, C.; Hsu, D.; Aden, A. et al. (2011): Process design and economics for biochemical conversion of lignocellulosic biomass to ethanol. In: *National Renewable Energy Laboratory* 1.

Kalami, Somayyeh; Arefmanesh, Maryam; Master, Emma; Nejad, Mojgan (2017): Replacing 100% of phenol in phenolic adhesive formulations with lignin. In: *Journal of Applied Polymer Science* 134 (30), S. 45124.

Karlsson, Hanna; Börjesson, Pål; Hansson, Per-Anders; Ahlgren, Serina (2014): Ethanol production in biorefineries using lignocellulosic feedstock—GHG performance, energy balance and implications of life cycle calculation methodology. In: *Journal of cleaner production* 83, S. 420–427.

Koponen, Kati; Soimakallio, Sampo; Tsupari, Eemeli; Thun, Rabbe; Antikainen, Riina (2013): GHG emission performance of various liquid transportation biofuels in Finland in accordance with the EU sustainability criteria. In: *Applied Energy* 102, S. 440–448.

Kwan, Tsz Him; Hu, Yunzi; Lin, Carol Sze Ki (2018): Techno-economic analysis of a food waste valorisation process for lactic acid, lactide and poly (lactic acid) production. In: *Journal of cleaner production* 181, S. 72–87.

Lamers, Patrick; Searcy, Erin; Hess, J. Richard; Stichnothe, Heinz (2016): Developing the global bioeconomy: technical, market, and environmental lessons from bioenergy: Academic Press.

Lettner, Miriam; Solt, Pia; Rößiger, Björn; Pufky-Heinrich, Daniela; Jääskeläinen, Anna-Stiina; Schwarzbauer, Peter; Hesser, Franziska (2018): From Wood to Resin—Identifying Sustainability Levers through Hotspotting Lignin Valorisation Pathways. In: *Sustainability* 10 (8), S. 2745.

Levett, Ian; Birkett, Greg; Davies, Nick; Bell, Aidan; Langford, Alexandra; Laycock, Bronwyn et al. (2016): Techno-economic assessment of Poly-3-Hydroxybutyrate (PHB) production from methane—the case for thermophilic bioprocessing. In: *Journal of Environmental Chemical Engineering* 4 (4), S. 3724–3733.

Mudliar, S. N.; Vaidya, A. N.; Kumar, M. Suresh; Dahikar, S.; Chakrabarti, T. (2008): Techno-economic evaluation of PHB production from activated sludge. In: *Clean Technologies and Environmental Policy* 10 (3), S. 255.

Saraiva, A. Bernstad (2017): System boundary setting in life cycle assessment of biorefineries: a review. In: *International journal of environmental science and technology* 14 (2), S. 435–452.

Slade, Raphael; Bauen, Ausilio; Shah, Nilay (2009): The greenhouse gas emissions performance of cellulosic ethanol supply chains in Europe. In: *Biotechnology for Biofuels* 2 (1), S. 15.

Solt, Pia; Rößiger, Björn; Konnerth, Johannes; van Herwijnen, Hendrikus (2018): Lignin Phenol Formaldehyde Resoles Using Base-Catalysed Depolymerized Kraft Lignin. In: *Polymers* 10 (10), S. 1162.

Spatari, Sabrina; Bagley, David M.; MacLean, Heather L. (2010): Life cycle evaluation of emerging lignocellulosic ethanol conversion technologies. In: *Bioresource technology* 101 (2), S. 654–667.

Thrän, D.; Pfeiffer, D. (2015): Method handbook—material flow-oriented assessment of greenhouse gas effects. In: *Series of the funding programme "Biomass energy use* 4.

Uihlein, Andreas; Schebek, Liselotte (2009): Environmental impacts of a lignocellulose feedstock biorefinery system: an assessment. In: *Biomass and Bioenergy* 33 (5), S. 793–802.

Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2016): VDI 6310: Classification and quality criteria of biorefineries. Hg. v. Verein Deutscher Ingenieure.

Wang, Michael; Han, Jeongwoo; Dunn, Jennifer B.; Cai, Hao; Elgowainy, Amgad (2012): Well-to-wheels energy use and greenhouse gas emissions of ethanol from corn, sugarcane and cellulosic biomass for US use. In: *Environmental research letters* 7 (4), S. 45905.

Weidema, Bo (2000): Avoiding co-product allocation in life-cycle assessment. In: *Journal of industrial ecology* 4 (3), S. 11–33.

Whittaker, Carly; McManus, Marcelle C.; Hammond, Geoffrey P. (2011): Greenhouse gas reporting for biofuels: a comparison between the RED, RTFO and PAS2050 methodologies. In: *Energy Policy* 39 (10), S. 5950–5960.

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 IEA Bioenergy Tasks an denen Österreich mitarbeitet .....	10
Tabelle 2: Merkmale und Untergruppen für das Klassifizierungssystem (Cherubini et al. 2009) .....	14
Tabelle 3 Übersicht der zwei Publikationen zum Thema "Nationaler Stand im Bereich Bioökonomie in der EU" .....	19
Tabelle 4 Übersicht der Task 42 Progress Meetings 2016-2018 .....	23
Tabelle 5: Wichtigste Merkmale von Factsheet 1 .....	27
Tabelle 6: Übersicht der TEE-Bewertungsergebnisse Factsheet 1 .....	30
Tabelle 7 Wichtigste Merkmale von Factsheet 2 .....	34
Tabelle 8: Übersicht der TEE-Bewertungsergebnisse - Factsheet 2 .....	37
Tabelle 9: Hauptmerkmale zu Factsheet 3 .....	39
Tabelle 10: Übersicht TEE-Bewertungsergebnisse - Factsheet 3 .....	41
Tabelle 11: Wichtigste Merkmale der Fallstudie 4 .....	46
Tabelle 12: Übersicht TEE-Bewertungsergebnisse - Fallstudie 4 .....	48
Tabelle 13 Bewertungsmatrix möglicher Nutzen der Ergebnisse aus der ARGE 2016 - 2018 .....	54
Tabelle 14 Übersicht der Dokumente und Dissemination betreffend IEA Bioenergy Task 42 - Biorefining in a Circular Economy .....	63
Tabelle 15: Parameter und Werte für die wirtschaftliche Bewertung von Bioraffinerien .....	65

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grafische Darstellung zur Grundlage der Massenzuteilung (Cherubini et al. 2011) .....	13
Abbildung 2: Definition von Systemgrenzen biobasierter und nicht biobasierter Wertschöpfungsketten (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016).....	14
Abbildung 3: Grafische Darstellung des TEE-Assessment Ansatz des IEA Bioenergy Task 42 .....	16
Abbildung 4 Screenshot des Online Dashboards zur Bioökonomie für Österreich .....	20
Abbildung 5: Übersicht TEE-Bewertung – Prozesswege Ethanol synthese aus Maisstroh .....	26
Abbildung 6: Lignocellulose-Ethanol-Bioraffineriepfad .....	27
Abbildung 7: Massenbilanz Factsheet 1.....	28
Abbildung 8: Kostenanteil Factsheet 1.....	29
Abbildung 9: Sensitivitätsanalyse der Kostenstruktur in Factsheet 1.....	29
Abbildung 10: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette Factsheet 1 (Cradle-to-Gate) .....	30
Abbildung 11: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz - Factsheet 1.....	31
Abbildung 12: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz - Factsheet 1 .....	31
Abbildung 13: Kosten und Erlöse - Factsheet 1.....	32
Abbildung 14: Übersicht TEE-Bewertung: Prozessweg PHB aus Zuckerrohr .....	33
Abbildung 15: Polyhydroxybutyrat (PHB) Bioraffinerieweg.....	34
Abbildung 16: Massenbilanz - Factsheet 2 .....	35
Abbildung 17: Kostenanteil - Factsheet 2 .....	35
Abbildung 18: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette Factsheet 2 (Cradle to Gate) .....	36
Abbildung 19: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Factsheet 2 .....	36
Abbildung 20: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Factsheet 2 .....	37
Abbildung 21: Übersicht TEE-Bewertung: Prozessweg Polymilchsäure (PLA) .....	38
Abbildung 22: Prozessweg für PLA aus Abfall .....	39
Abbildung 23: Massenbilanz - Factsheet 3 .....	40
Abbildung 24: Kostenanteil - Factsheet 3.....	40
Abbildung 25: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette Factsheet 3 (Cradle to Gate) .....	41
Abbildung 26: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zum Referenzsystem - Factsheet 3 .....	42
Abbildung 27: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zum Referenzsystem - Factsheet 3 .....	42
Abbildung 28: Kosten und Erlöse - Factsheet 3 .....	43
Abbildung 29: Übersicht TEE-Bewertung: Prozesswege Lignin aus Hackschnitzeln .....	44
Abbildung 30: Lignocellulose-Bioraffinerieweg zur Bereitstellung von Zellstoff, Lignin und Energie aus Nadelholz .....	45
Abbildung 31: Massenbilanz - Fallstudie 4.....	46
Abbildung 32: Energiebilanz - Fallstudie 4 .....	47
Abbildung 33: Kostenanteile - Fallstudie 4 .....	47
Abbildung 34: Bioraffinerie und Referenzsystem - Wertschöpfungskette (Cradle to Gate).....	48
Abbildung 35: Kumulierter Energiebedarf der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Fallstudie 4 .....	49
Abbildung 36: Treibhausgasemissionen der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenzanlage - Fallstudie 4.....	49
Abbildung 37: Kosten und Erlöse - Fallstudie 4.....	49

# Anhang

Tabelle 14 Übersicht der Dokumente und Dissemination betreffend IEA Bioenergy Task 42 - Biorefining in a Circular Economy

Beschreibung	Titel	Weblink/ Referenz
Progress Meetings	<ul style="list-style-type: none"> <li>20<sup>th</sup> Progress Meeting Dublin (2016)</li> <li>21<sup>st</sup> Progress Meeting Brisbane (2016)</li> <li>22<sup>nd</sup> Progress Meeting Göteborg (2017)</li> <li>23<sup>rd</sup> Progress Meeting Vienna (2017)</li> <li>24<sup>th</sup> Progress Meeting Montreal (2018)</li> <li>25<sup>th</sup> Progress Meeting San Francisco (2018)</li> </ul>	<a href="http://task42.ieabioenergy.com/document-category/progress/">http://task42.ieabioenergy.com/document-category/progress/</a>
Thematische Reports	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteins for Food, Feed and Biobased Applications- Biorefining of protein containing biomass (2016)</li> <li>Natural Fibers and Bio-based Fibrous Materials in Biorefineries (2018)</li> <li>Bioeconomy and biorefining strategies in the EU Member States and beyond</li> <li>Standards and Labels related to Biobased Products Developments in the 2016-2018 triennium</li> <li>Technical, Economic and Environmental Assessment of Biorefinery Concepts- Developing a practical approach for characterisation</li> </ul>	<a href="https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/bioenergy-task-42-proteins-for-food-2016.php">https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/bioenergy-task-42-proteins-for-food-2016.php</a> <a href="http://task42.ieabioenergy.com/publications/natural-fibers-and-fiber-based-materials-in-biorefineries-status-report-2018/">http://task42.ieabioenergy.com/publications/natural-fibers-and-fiber-based-materials-in-biorefineries-status-report-2018/</a> <a href="http://task42.ieabioenergy.com/publications/bioeconomy-and-biorefining-strategies-in-the-eu-member-states-and-beyond/">http://task42.ieabioenergy.com/publications/bioeconomy-and-biorefining-strategies-in-the-eu-member-states-and-beyond/</a> <a href="http://task42.ieabioenergy.com/publications/standards-and-labels-related-to-biobased-products/">http://task42.ieabioenergy.com/publications/standards-and-labels-related-to-biobased-products/</a> <a href="http://task42.ieabioenergy.com/publications/tee-2019/">http://task42.ieabioenergy.com/publications/tee-2019/</a>
Factsheets	<ul style="list-style-type: none"> <li>TEE-Factsheets zu 4 Fallstudien verschiedener Bioraffinerien</li> </ul>	sind über die IEA Bioenergy Task 42 Homepage abrufbar <a href="http://task42.ieabioenergy.com">http://task42.ieabioenergy.com</a>
Webinar	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEA Bioenergy WEBINAR - Technical, Economic and Environmental Assessment of Biorefineries - Developing a practical approach for characterisation</li> </ul>	<a href="https://www.ieabioenergy.com/publications/iea-bioenergy-webinar-technical-economic-and-environmental-assessment-of-biorefineries/">https://www.ieabioenergy.com/publications/iea-bioenergy-webinar-technical-economic-and-environmental-assessment-of-biorefineries/</a>
Country reports Austria	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEA Bioenergy Countries' Report-Austria 2018 update</li> <li>IEA Task 42 Biorefining Country Report Austria (2019)</li> </ul>	<a href="https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/iea-bioenergy-countries-report-austria-2018.php">https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/iea-bioenergy-countries-report-austria-2018.php</a> <a href="http://task42.ieabioenergy.com/publications/iea-country-report-2019/">http://task42.ieabioenergy.com/publications/iea-country-report-2019/</a>
Annual report	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEA Bioenergy Annual Report 2017</li> </ul>	<a href="http://task42.ieabioenergy.com/publications/iea-bioenergy-annual-report-2017/">http://task42.ieabioenergy.com/publications/iea-bioenergy-annual-report-2017/</a>
<b>Dissemination/ Newsletters</b>		
Nationale Newsletter	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">IEA Bioenergy Task 42 Newsletter 03/2018</a></li> <li><a href="#">IEA Bioenergy Task 42 Newsletter 02/2018</a></li> <li><a href="#">IEA Bioenergy Task 42 Newsletter 01/2018</a></li> <li><a href="#">IEA Bioenergy Task 42 Newsletter 03/2017</a></li> <li><a href="#">IEA Bioenergy Task 42 Newsletter 02/2017</a></li> <li><a href="#">IEA Bioenergy Task 42 Newsletter 01/2017</a></li> <li><a href="#">IEA Bioenergy Task 42 Newsletter 12/2016</a></li> </ul>	<a href="https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/bioenergie/iea-bioenergy-task-42-arbeitsperiode-2016-2018.php">https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/bioenergie/iea-bioenergy-task-42-arbeitsperiode-2016-2018.php</a>
Internationale Newsletter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Newsletter Number 3, December 2017</li> <li>Newsletter Number 2, August 2017</li> <li>Newsletter Number 1, May 2016</li> </ul>	<a href="http://task42.ieabioenergy.com/document-category/newsletters/">http://task42.ieabioenergy.com/document-category/newsletters/</a>
Biobased Future Mitteilungsblatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mitteilungsblatt "Biobased Future" Nr. 5 (2016) bis Nr. 10 (2018)</li> </ul>	<a href="https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/news/2012/20120627-mitteilungsblatt-biobased-future.php">https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/news/2012/20120627-mitteilungsblatt-biobased-future.php</a>

Aktivitäten zur Vernetzung der Akteure / Networking / Workshops		
<b>Nationale Stakeholder Vernetzungsveranstaltungen</b>	2016: Bioraffinerie Vernetzungstreffen 22.Sep.2016; an der JKU-Linz 2017: Bioraffinerie Vernetzungstreffen mit intern. IEA Task 42 Beteiligung 22. Okt. 2017, TU- Wien 2018: Vernetzungstreffen 22.Nov. 2018; BOKU Wien	Ankündigung sowie die Nachlese zu den nationalen vernetzungstreffen erfolgte mittels Newslettern; sowie <a href="https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2017/20171025-fachtagung-iea-bioenergy-task-42-meeting-wien.php">https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2017/20171025-fachtagung-iea-bioenergy-task-42-meeting-wien.php</a>
<b>Nationaler Stakeholder Workshop 2017</b>	IEA Bioenergy Task 42 Meeting: Austrian Biorefining Stakeholder Workshop Oktober 2017, TU Wien	<a href="https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2017/20171025-fachtagung-iea-bioenergy-task-42-meeting-wien.php">https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2017/20171025-fachtagung-iea-bioenergy-task-42-meeting-wien.php</a>
<b>IEA Bioenergy Task 42 international interaction/ Workshop</b>	Workshop organized by the TCP IEA Bioenergy and IEA IETS; Mai 2017; Göteborg, Schweden  ExCo79 Workshop publication "The role of industrial biorefineries in a low-carbon economy-Summary and Conclusions"	<a href="http://task42.ieabioenergy.com/news/exco79-workshop-publication-role-industrial-biorefineries-low-carbon-economy-summary-conclusions/">http://task42.ieabioenergy.com/news/exco79-workshop-publication-role-industrial-biorefineries-low-carbon-economy-summary-conclusions/</a>
Beiträge zu Konferenzen und wissenschaftlicher Output		
<b>Konferenzbeiträge</b>	Task 42 Biorefineries in a future BioEconomy-Activities and current results Mandl, van Ree	Central European Biomass Conference, 18.Jänner 2017, Graz, Austria
	Scenario-based eco-efficiency analysis of lignin valorization pathways	5th PTF BPI International Conference (Freising) 2018
	Utilization of side streams from wood pulping processing for the production of bio-aromatics	ACHEMA – Weltforum und Internationale Leitmesse der Prozessindustrie; 2018
	On the pathway towards transparency – The case of an open-access platform for biorefinery assessment and characterization Hesser, Lettner, Lindorfer	SETAC Europe 24th LCA Symposium. The role of LCA in Shaping the Future: Food, Fibre, Feed, Fertiliser, Fuel and Other Resources; 2018
	Task 42 Biorefineries Assessment in a future BioEconomy Lindorfer, Hesser, Mandl	Advanced Bioeconomy Leadership Conference (ABLGlobal), 07. – 09. November 2018, San Francisco, USA
<b>PhD Thesis</b>	Rethinking Technology and Product Development in the Context of the Emerging Bioeconomy: The Concept of Sustainable Innovation Readiness Level (SIRL), Lettner Miriam	<a href="https://abstracts.boku.ac.at/search_abstract.php?palD=3&amp;paLIST=0&amp;paSID=16795">https://abstracts.boku.ac.at/search_abstract.php?palD=3&amp;paLIST=0&amp;paSID=16795</a>
<b>Scientific Papers</b>	From wood to resin – identifying sustainability levers through hotspotting lignin valorization pathways Lettner, Solt, Rößiger, Pufky-Heinrich, Jääskeläinen, Schwarzbauer, Hesser	Journal: Sustainability; 2018; DOI 10.3390/su10082745

Tabelle 15: Parameter und Werte für die wirtschaftliche Bewertung von Bioraffinerien

Nein	Parameter	Beschreibung	Einheit
<b>1</b>	<b>Investitionen*</b>		
<b>1.1</b>	Investitionssumme	Summe der Anlageninvestitionen einschließlich Nebenanlagen, Nebenkosten (z.B. Finanzierung, Grundstücksgebühren) sowie Erweiterung oder Optimierung.	€
<b>2</b>	<b>Investitionskosten**</b>		
<b>2.1</b>	Abschreibungen	Unter Berücksichtigung der jeweiligen technischen Nutzungsdauer	€/a
<b>2.2</b>	Aufgelaufene Zinsen	Kapitalrendite	€/a
<b>2.3</b>	Wartung	Kosten für Service und Wartung sowie eine Instandhaltungsreserve für die Bioraffinerien.	€/a
<b>2.4</b>	Steuern	Grundsteuern im Zusammenhang mit der Investition	€/a
<b>2.5</b>	Versicherung	Versicherungskosten für Bioraffinerieanlagen	€/a
<b>2.6</b>	Verwaltung	Verwaltungskosten im Zusammenhang mit der Investition	€/a
<b>3</b>	<b>Material- und Energiekosten</b>		
<b>3.1</b>	Rohstoffversorgung	Summe der Rohstoffkosten, einschließlich Lieferung, Lagerung und eventuell notwendiger Vorbehandlung.	€/a
<b>3.2</b>	Hilfs- und Betriebsstoffe	Summe der Neben- und Betriebskosten, einschließlich Lieferung, Lagerung und eventuell notwendiger Vorbehandlung.	€/a
<b>3.3</b>	Energieversorgung	Kosten für den eigenen Stromverbrauch in der Bioraffinerie	€/a
<b>3.4</b>	Entsorgungskosten	Entsorgung von Reststoffen	€/a
<b>3.5</b>	Transportkosten	Eventuell anfallende zusätzliche Transportkosten	€/a
<b>4</b>	<b>Material- und Energiekosten</b>		
<b>4.1</b>	Material (Produkte)	Erlöse aus dem Verkauf von wesentlichen Produkten (gasförmig, flüssig, fest) und Energieträgern	€/a
<b>4.2</b>	Elektrizität	Erzielbare Gewinne aus dem Verkauf von Strom	€/a
<b>4.3</b>	Wärme	Berechnet auf Basis der gelieferten Wärmemenge und des Verkaufspreises.	€/a
<b>5</b>	Arbeitskosten	Personalkosten für Betrieb, Wartung und Management	€/a
<b>6</b>	Sonstige Kosten	Sonstige Kosten, die nicht an anderer Stelle erfasst wurden	€/a
<b>7</b>	Gemeinkosten	Zusätzliche Kosten für Gemeinkosten	
<b>8</b>	<b>Gesamtbewertung</b>		
<b>8.1</b>	Operative Ergebnisse	Erlöse abzüglich Kosten (ggf. unter Berücksichtigung anderer kalkulierter Kosten)	€/a
<b>8.2</b>	Barwert	Summe aller abgezinsten Nettoszahungen (Erträge abzüglich Aufwendungen), die der Investition zu diesem Zeitpunkt zuzurechnen sind.	€

\* siehe Investitionen ..... Investitionen

\*\* siehe OPEX.... Betriebsausgaben im Zusammenhang mit platzierten Investitionen.

A large, light blue geometric shape, resembling a right-angled triangle or a trapezoid, is positioned on the right side of the page. It has a vertical right edge and a horizontal top edge, with a diagonal line connecting the top-left corner to the bottom-right corner.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)