

IEA Bioenergy Task 40: Bereitstellung von biobasierten Wertschöpfungsketten

Arbeitsperiode 2019 - 2021

F. Schipfer, L. Kranzl, M. Wild

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

64/2023

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Autorinnen und Autoren:

Dr. Fabian Schipfer, Dr. Lukas Kranzl, Mag. Michael Wild
Technische Universität Wien, Wild und Partner KG
Wien, 2023

IEA Bioenergy Task 40: Bereitstellung von biobasierten Wertschöpfungsketten

Arbeitsperiode 2019 - 2021

Dr. Fabian Schipfer, Dr. Lukas Kranzl, Mag. Michael Wild
Technische Universität Wien, Wild und Partner KG

Wien, Mai 2022

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 gewährleistet wird.

DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM
Leiter der Abt. Energie und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	8
2	Abstract.....	9
3	Ausgangslage.....	10
4	Projekthalt.....	12
5	Ergebnisse	15
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	25
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....	28

1 Kurzfassung

Das International Energy Agency (IEA) Bioenergy Technologiekollaborationsprogramm (Technology Collaboration Programme - TCP) ist ein inter-, transdisziplinäres und internationales Netzwerk. Forschungseinrichtungen, Industriepartner*innen und politische Entscheidungsträger*innen nutzen diese Plattform um eine gemeinsame Mission zu verfolgen;

die Entwicklung und den nachhaltigen Einsatz von biobasierten Technologien als Teilbeitrag zur Lösung der gesellschaftliche Kernherausforderungen

Seit 2008 entsendet das österreichische Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) die Technische Universität (TU) Wien zum IEA Bioenergy TCP Task 40. In den ersten 10 Jahren lag in diesem Task der Fokus auf Versorgungsketten und dem internationalen Handel von Bioenergieträgern für den Einsatz zur Stromproduktion, Raumwärmebereitstellung und Mobilität. Ab 2018 wurde der Systemblick ausgeweitet, auch um den österreichischen Anforderungen besser gerecht zu werden. Der Versorgungskettenschwerpunkt wurde beibehalten, allerdings unter einer breiteren Prämisse:

Errichtung von biobasierten Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige und faire Bioökonomie

Effiziente, ökonomisch realisierbare und technologiegestützte Wertschöpfungsketten stehen damit weiterhin im Fokus. Die Versorgungsketten stehen jedoch nicht mehr im alleinigen Auftrag fossile Brennstoffe zu substituieren. Vielmehr stellt sich der neue Task 40 der Herausforderung eine effiziente und stabile (resiliente) Kopplung zwischen der Bereitstellung von Nährstoffen, Materialien und Energie zu unterstützen.

In dem vorliegenden Bericht stellen wir die publizierten und internen Ergebnisse des IEA Bioenergy TCP Task 40 in der Task-Periode 2019-2021 vor. Aufgrund geänderter Rahmenbedingungen (siehe Kapitel 6) für das Projekt und die Forschung, stand in den letzten Jahren die Visions- und Strategieentwicklung der österreichischen Delegation, des Task 40 und damit auch indirekt des IEA Bioenergy TCP im Vordergrund.

Trotzdem konnte die österreichische Delegation zu sieben Publikationen beitragen bzw. auch teilweise Leitungsrollen übernehmen, und bei vier weiteren Forschungsthemen am Rande mitwirken. Die Publikationen sind in Tabelle 4 gelistet, deutsche Zusammenfassungen aller englischsprachigen Publikationen und deren Links zum freien Download können in Kapitel 5 nachgeschlagen werden. Kapitel 6 beschreibt weitere, nicht oder noch nicht publizierte Ergebnisse und erläutert deren Relevanz, Nutzen und Verwertung.

Die Rahmenschrift dieses Berichts, inklusive Ausgangslage (Kapitel 3), Projekthalt (Kapitel 4) und die Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen (Kapitel 7) argumentieren die aktuelle strategische Ausrichtung des Netzwerkes auf Basis der, in der Berichtsperiode gewonnen Erkenntnisse und Netzwerkzusammenarbeit. Zu der langfristigen Vision zählt die Biosphäre und Technosphäre nachhaltig zu koppeln und die daraus entstandene Flexibilität intelligent einzusetzen. Ressourcen können dadurch zeitlich und räumlich verschoben werden um gleichzeitig die Effizienz des Systems aber auch dessen Stabilität zu steigern.

2 Abstract

The International Energy Agency (IEA) Bioenergy Technology Collaboration Programme (TCP) is an inter-, transdisciplinary and international network. Research institutions, industry partners and policy makers use this platform to pursue a common mission;

the development and sustainable use of biobased technologies as a partial contribution to solving society's core challenges

Since 2008, the Austrian Ministry for Climate Protection, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) has sent the Vienna University of Technology (TU) to the IEA Bioenergy TCP Task 40. In the first 10 years, this task focused on supply chains and international trade of bioenergy sources for use in electricity production, space heating and mobility. Starting in 2018, the systems view was expanded, also to better meet Austrian requirements. The supply chain focus was maintained, but under a broader premise:

establishment of bio-based value chains for a sustainable and fair Bioeconomy

Efficient, economically feasible and technology-supported value chains thus remain the focus. However, the supply chains no longer have the sole mandate of substituting fossil fuels. Rather, the new Task 40 addresses the challenge of supporting an efficient and stable (resilient) coupling between the provision of nutrients, materials and energy.

In this report we present the published and internal results of the IEA Bioenergy TCP Task 40 in the task period 2019-2021. Numerous circumstances, some of them unforeseen (Chapter 6), have led to a focus on vision and strategy development for the Austrian delegation, Task 40 and thus indirectly the IEA Bioenergy TCP in recent years.

Nevertheless, the Austrian delegation was able to contribute to or take the lead role in seven publications, and to contribute marginally to four other research topics. The publications are listed in Tabelle 4, German summaries of all English-language publications and their links for free download can be looked up in Chapter 5. Chapter 6 describes further results that have not or not yet been published and explains their relevance, usefulness and exploitation.

The framework of this report, including the initial situation (Chapter 3), the project content (Chapter 4), and the conclusions, outlook, and recommendations (Chapter 7) argue the current strategic direction of the network based on the knowledge and network cooperation gained during the reporting period. The long-term vision includes sustainably coupling the biosphere and technosphere and intelligently using the resulting flexibility. Resources can be shifted in time and space to increase the efficiency of the system as well as its stability.

3 Ausgangslage

Das International Energy Agency (IEA) Bioenergy Technologiekollaborationsprogramm (Technology Collaboration Programme - TCP) ist ein inter-, transdisziplinäres und internationales Netzwerk. Forschungseinrichtungen, Industriepartner*innen und politische Entscheidungsträger*innen nutzen diese Plattform um eine gemeinsame Mission zu verfolgen;

die Entwicklung und den nachhaltigen Einsatz von biobasierten Technologien als Teilbeitrag zur Lösung der gesellschaftliche Kernherausforderungen

Im Vordergrund der IEA Bioenergy TCP Diskussionen steht dabei ein nachhaltiger und fairer Ressourceneinsatz. Treibhausgasbudget, Land, frisch geerntete und residuale Biomasse sind betrachtete natürliche Ressourcen, während Arbeitskraft, Kapital und Wissen anthropogene Ressourcen darstellen.

Rund um die Mission haben sich im Netzwerk historisch, unterschiedliche Themenschwerpunkte gebildet und in Tasks manifestiert. Die Tasknummerierung erfolgt eher erratisch, wobei technische Tasks mit 30er Zahlen gekennzeichnet sind und systemische Tasks mit 40er Zahlen. Die derzeit aktivierten Tasks sind in *Tabelle 1* gelistet:

Tabelle 1: Aktive Tasks im Triennium 2019-2021

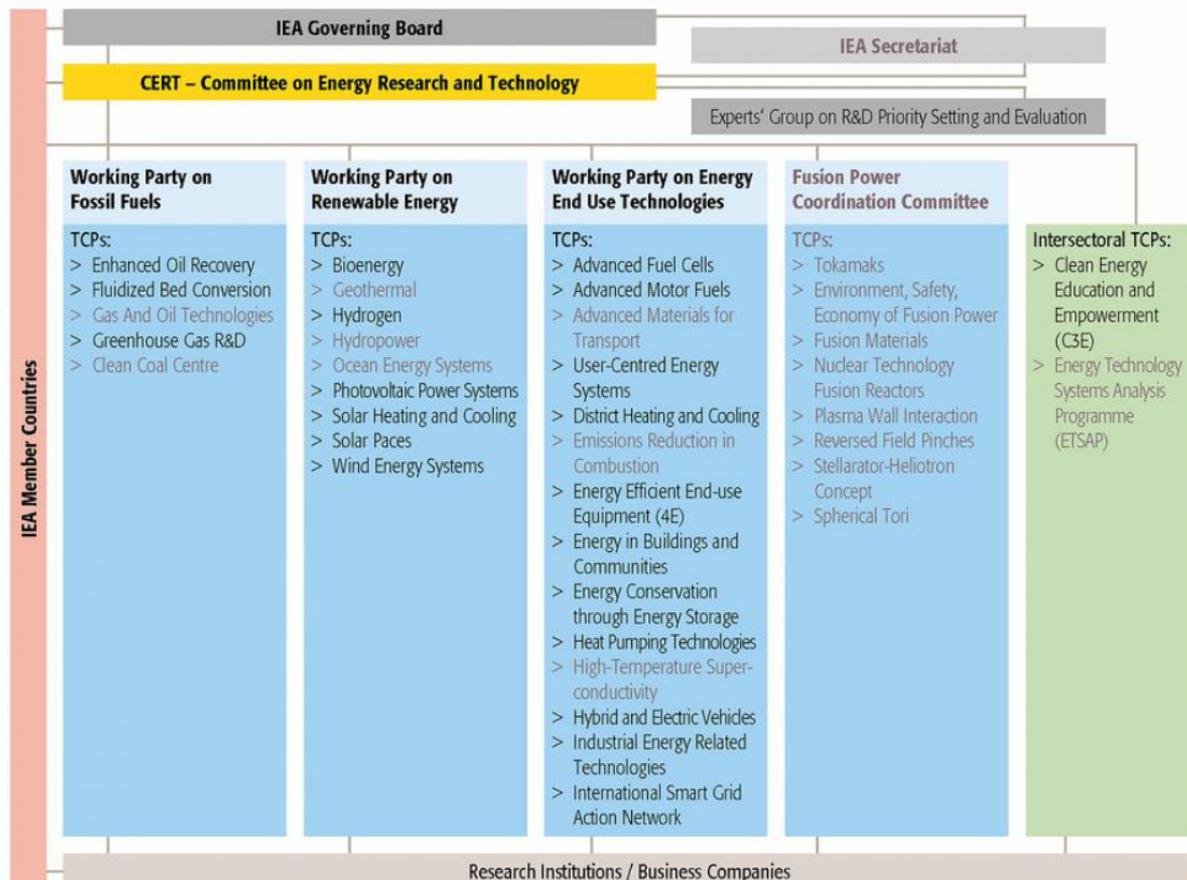
Task	Tasktitel
<i>Task 3-</i>	<i>Fokus auf einzeln Technologien</i>
Task 32	Emissionsreduktion bei der Verbrennung von Biomasse
Task 33	Thermische Vergasung von Biomasse
Task 34	Pyrolyse und Verflüssigung von Biomasse
Task 36	Kreislaufwirtschaft – Energie und Materialrückgewinnung
Task 37	Anaerobe Vergärung und Biogas
Task 39	Fortschrittliche, flüssige Biotreibstoffen
<i>Task 4-</i>	<i>Systemzusammenhänge</i>
Task 40	Bereitstellung von biobasierten Wertschöpfungsketten
Task 42	Bioraffinerien für eine umfassende Bioökonomie
Task 43	Nachhaltige Biomasseversorgung
Task 44	Flexible Bioenergie und Systemintegration
Task 45	Klimawandel und mehrdimensionale Nachhaltigkeit

In den Tasks werden regelmäßig und basisdemokratisch Themenschwerpunkte festgelegt, finanzielle und persönliche Ressourcen für deren Bearbeitung eingeplant, Projektfortschritte und Ergebnisse bei Tasktreffen diskutiert. Neben diesen Task internen Projekten kommt es in den letzten Jahren vermehrt auch zu Intertask-Projekten, in denen die gemeinsame Ausrichtung und Zusammenarbeit gefördert wird. Alle laufenden Projekte sowie Projektpublikationen stehen der allgemeinen Öffentlichkeit zum freien Download auf der IEA Bioenergy Homepage zur Verfügung.

<https://www.ieabioenergy.com/>

Das IEA Bioenergy TCP steht außerdem in einem breiteren Verbund mit ähnlichen Netzwerken und im Rahmen der IEA Kollaboration der Mitgliedsländer (siehe *Abbildung 1*). Aktive Zusammenarbeit findet zurzeit mit den TCPs zu den Themen Wasserstoff, Energietechnologiesystemanalyse (ETSAP), Fernwärme und -kälte, fortschrittliche Motortreibstoffe, Windenergie und Treibhausgasforschung statt.

Abbildung 1: Struktur des IEA Netzwerks und TCPs. TCPs ohne österreichische Beteiligung (in 2018) sind in grau dargestellt. Quelle: Projektfabrik Waldhör in (Egglar et al., 2018)



Durch die Teilnahme an den IEA Bioenergy TCPs können internationale Entwicklungen für die strategische Ausrichtung der österreichischen Forschungs-/Technologie und Innovations- (FTI) Politik frühzeitig wahrgenommen und neue Forschungsbereiche in Österreich durch internationale Unterstützung aufgebaut werden. Im Gegenzug erfolgt die Einbringung österreichischer Expertise und Erkenntnisse aus nationalen und EU Projekten in das IEA Forschungsnetzwerk.

Die Zielgruppen für das IEA Bioenergy TCP umfassen die Universitäten und wissenschaftlichen Einrichtungen sowie Unternehmen im Bereich der Bioökonomie aber auch politische Entscheidungsträger*innen, Interessensvertreter und Bürger*innen die um einen inklusiven, technologieunterstützten, gesellschaftlichen Fortschritt bemüht sind.

4 Projektinhalt

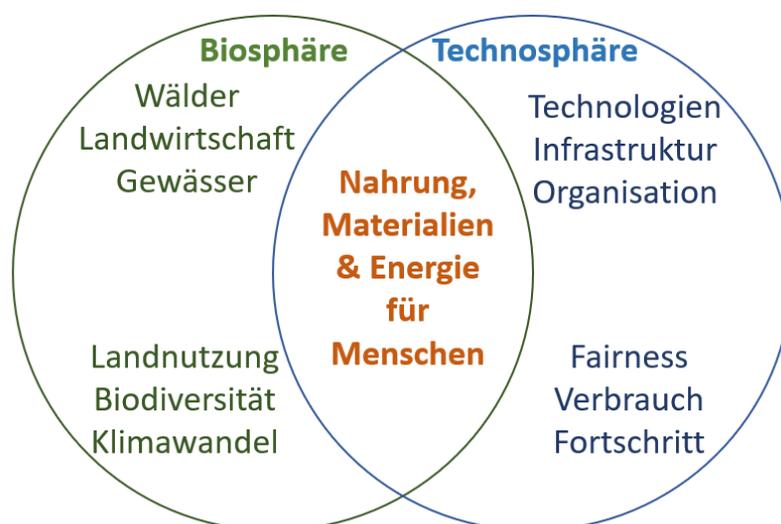
Seit 2008 entsendet das österreichische Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) die Technische Universität (TU) Wien zum IEA Bioenergy TCP Task 40. In den ersten 10 Jahren lag in diesem Task der Fokus auf Versorgungsketten und dem internationalen Handel von Bioenergieträgern für den Einsatz zur Stromproduktion, Raumwärmebereitstellung und Mobilität. Ab 2018 wurde der Systemblick ausgeweitet, auch um den österreichischen Anforderungen besser gerecht zu werden. Der Versorgungskettenschwerpunkt wurde beibehalten, allerdings unter einer breiteren Prämisse:

Errichtung von biobasierten Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige und faire Bioökonomie

Effiziente, ökonomisch realisierbare und technologiegestützte Wertschöpfungsketten stehen damit weiterhin im Fokus. Die Versorgungsketten stehen jedoch nicht mehr im alleinigen Auftrag fossile Brennstoffe zu substituieren. Vielmehr stellt sich der neue Task 40 der Herausforderung eine effiziente und stabile (resiliente) Kopplung zwischen der Bereitstellung von Nährstoffen, Materialien und Energie zu unterstützen.

Die Herausforderung ist dabei kognitiver und kollaborativer Natur: Die Betrachtung des gesellschaftlichen Mehrwerts für die derzeitigen und kommenden Generationen in einer sich dynamisch verändernden Umwelt und Gesellschaft ist entscheidend um Aussagen zur Resilienz von diskutierten Maßnahmen und Technologieimplementierungen treffen zu können. Andererseits birgt die ganzheitliche Untersuchung der Zusammenhänge vielfältige Chancen, Synergien zwischen den unterschiedlichen Aspekten der Schnittmenge Biosphäre und Technosphäre zu heben.

Abbildung 2: Ausgewählte Aspekte der Schnittmenge Biosphäre und Technosphäre. Quelle: eigene Darstellung



Vorbereitend zur Taskperiode 2019-2021 wurden Forschungs- und Kollaborationsschwerpunkte innerhalb des Task 40 aber auch gemeinsam mit anderen Tasks und TCPs definiert. Die tatsächliche Beteiligung an den Taskarbeiten konnte erst beim Task-Kickoff in 2019 festgestellt werden, da

üblicherweise erst beim Projektstart die finale Zusammenstellung des Konsortiums fixiert wird. Die Forschungsschwerpunkte für die Taskperiode 2019-2021 sind in *Tabelle 2* aufgelistet, die beteiligten Länder in *Tabelle 3*.

Tabelle 2: Projektplan für Task40 und die Taskperiode 2019-2021, unterteilt in drei Arbeitspakete (APs).

Projekttitle bzw. Arbeitspaketbezeichnung	Projektart
AP 1 Marktentwicklungen	
Regionale Bioökonomiemärkte und Ressourcendemokratie	Task-Projekt
Synergieeffekte zwischen Nahrungs-, Material- und Energienutzung	Task-Projekt
Marktentwicklung für Flug- und marine Treibstoffe	Intertask mit Task 39
AP 2 Großtechnische Wärme und Prozesse	
Transformationspfade zur industriellen Wärmebereitstellung	mit Task 32,33 und 34
Biobasierte Kohlenstoffsequenzierung und Speicherung	mit Industriepartnern
AP 3 Einsatzstrategien für Technologien	
Erneuerbare Gase – Biogas und Wasserstoff	mit Task 37,43,44 und 45 sowie TCP Wasserstoff
Die Rolle der Bioenergie in einer unter 2°C und SDG konformen Welt	mit Task 44,43 und 45

Methodisch und auch organisatorisch unterscheiden sich die unterschiedlichen Projekte stark:

Vor allem in den Task-Projekten in AP1 wurden erst Ideen basierend auf eigenen Publikationen und Forschungsbereichen gesammelt. Strukturierte interdisziplinäre Onlineworkshops mit den Task-Projektpartnern ergeben erste Projektskizzen die wiederum im gesamten Task 40 Konsortium zirkuliert werden. Die Projektskizzen werden so mit Stichwörtern, Konzepten und Referenzen der internationalen Expert*innen angereichert. Schlussendlich obliegt es dem/der Task-Projektleiter*in die Projektskizze zu einem Forschungsthema auszubauen, ausführlichere Beiträge von den Partnern einzuholen und selbst mittels Interviews, Literaturrecherche und eigenständigen Analysen Beiträge zu verfassen. Ergebnisse können als Zusammenfassungen, Berichte, wissenschaftliche Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Präsentationen oder Webinars veröffentlicht werden.

In den Intertask-Projekten verlagert sich der methodische Fokus auf das inklusive Erfassen und Zusammenführen der vielfältigen Expertisen und Blickwinkel. Den Projektleiter*innen kommt hierbei mehr eine Koordinationsrolle zu als in den Taskprojekten. Das inkludiert die Organisation von eigenen Konferenzen, Sammeln von Projektzusammenfassungen der vielen Partner und das Kuratieren und Editieren von wissenschaftlichen Sammelbänden.

Die beschriebene Herangehensweise hat sich im Task 40 als zielführend erwiesen. Flexibilität in der Methodik und Durchführung ist entscheidend um Inter- und Transdisziplinarität zu fördern. Projektlaufzeiten sind auf maximal drei Jahre (ein Triennium) beschränkt. Beiträge werden mit geringen Mitgliedsbeitragsrückflüssen belohnt. Dies erlaubt zwar keine ökonomische Profitabilität durch die Teilnahme am IEA Bioenergy TCP Task 40, indiziert jedoch einen gewissen Leistungsumfang pro Beitrag. Gemeinsames Kontextualisieren individueller Forschungsergebnisse aus nicht-TCP-Projekten und das Erproben von Theorien in einem hochrangigen, internationalen und interdisziplinären Netzwerk aus Wissenschaft, Industrie und Politik definieren den Projekterfolg.

Im Triennium 2019-2021 haben acht Länder und insgesamt 13 wissenschaftliche, staatliche und Industriepartner und 25 Expert*innen die Chance genutzt im Task 40 mitzuwirken und von der systemischen Betrachtung der Bioökonomieversorgungsketten aus das IEA Bioenergy TCP Netzwerk zu nützen (siehe *Tabelle 3*).

Wie auch in den vorherigen Task-Perioden entsendet das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) die Technische Universität Wien als österreichische Vertretung. Dr. Schipfer Fabian koordiniert die Netzwerk- und Forschungsaktivitäten im Zuge des IEA Bioenergy Task 40. Dr. Schipfer forscht seit 10 Jahren im Bereich Kopplung Biosphäre und Technosphäre und konnte bereits seine Dissertation auf Basis unterschiedlicher IEA Bioenergy TCP Arbeiten verfassen. Durch seine intensive Teilnahme am Task 40 sowie am Task 44 zur Systemflexibilisierung und auch in der, aktuellen und online erscheinenden IEA Bioenergy TCP Dekadenrezension, konnte er sich hier schon frühzeitig als Experte etablieren. Im TCP Netzwerk leitet er Task-Projekte und wissenschaftliche Publikationen und widmet sich technologieorientierten Systemwissenschaften, interdisziplinären Forschungskooperationen und internationalem und diplomatischen Beziehungsmanagement.

Tabelle 3: IEA Bioenergy TCP Task40 Mitglieder im Triennium 2019-2021

Land	Partner	Personen
Österreich	Technische Universität Wien, Wild & Partner KG	Fabian Schipfer, Lukas Kranzl, Michael Wild
Belgien	VITO NV: unabhängige Flämische Forschungseinrichtung im Bereich saubere Technologien und nachhaltige Entwicklung	Ruben Guisson
Dänemark	EA Energy Analyses: Beratungsunternehmen Energie und Klimawandel	Christian Bang, Mikael Pedersen
Japan	New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)	Shintaro Uda, Asano Hiroyuki, Kawame Yusuke
Deutschland	International Institute for Sustainability Analysis & Strategy (IINAS), Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)	Christiane Hennig, Daniela Thrän, Nora Lange, Uwe Fritsche, Birger Kerckow, Hans-Werner Gress, Alexandra Pfeiffer
Niederlande	RWE Essent und Utrecht University	Ric Hoefnagels, Mark Bouwmeester, Ronald Zwart
Schweden	Sveaskog und Stockholm Environmental Institute	Olle Olsson
Vereinigte Staaten von Amerika	Idaho National Laboratories (INL), U.S. Department of Energy (DOE)	Chenlin Li, Richard Hess, Pralhad Burli, Monique Williams, Quang Nguyen

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel berichten wir über die, vom IEA Bioenergy TCP Task 40 publizierten Projektergebnisse aus der Task-Periode 2019-2021. *Tabelle 4* gibt einen raschen Überblick über die vielfältigen und zahlreichen Publikationen und verlinkt diese zu den Originaldokumenten. Alle Publikationen des internationalen Netzwerkes sind in englischer Sprache verfasst und stehen zum freien Download zu Verfügung.

Tabelle 4: Ergebnisse des IEA Bioenergy TCP Task 40, aufgeteilt in Publikationen mit und ohne österreichische Beteiligung. Alle Publikationen stehen zum freien Download zu Verfügung. Downloadlinks sind den Publikationsmediumsbezeichnungen hinterlegt. Publikationen mit österreichischer Leitung sind mit einem Stern* markiert.

Beschreibung	Medium und Downloadlink
Publikationen mit österreichischer Beteiligung	
Synthese der Task 40 Arbeiten vor 2019	Biofuels, Bioproducts, Biorefining
Technoökonomischer Verdichtungstechnologienvergleich*	Applied Energy
Ökonometrische Pelletsmarktstudie*	Energy
Regionale Bioökonomiestrategien*	Energies
Holzpellets Gewinnmargenpotentialerhebung	Task 40 Homepage
Dekarbonisierung industrieller Prozesswärme	Task 40 Homepage
Bioenergie in einer unter 2°C und SDG konformen Welt	IEA Bioenergy Homepage
Publikationen ohne österreichische Beteiligung	
Biobasierte Kohlenstoffsequenzierung und Speicherung	IEA Bioenergy Homepage
Internationale Holzreststoffflüsse	Task 40 Homepage
Sozioökonomische Untersuchung von Versorgungsketten	Task 40 Homepage
Nachhaltige Bioenergie – Perspektiveninterviews	Energy, Sustainability and Society

Auf den folgenden Seiten bieten wir Kurzzusammenfassungen der einzelnen Task 40 Publikationen geordnet nach der Reihenfolge aus *Tabelle 4*. Vor allem zu den neueren Projektpublikationen gibt es weiterführende Aktivitäten im Task 40 und gemeinsam mit anderen Tasks und TCPs. Für aktuelle Informationen zu diesen Aktivitäten wenden Sie sich bitte an die aktuelle österreichische Vertretung:

Fabian Schipfer; Technische Universität Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften;
fabian.schipfer@tuwien.ac.at

Bettina Muster und Judith Buchmaier; AEE INTEC- Institut für Nachhaltige Technologien;
j.buchmaier@aee.at, b.muster@aee.at

Michael Wild; Wild und Partner KG;
michael@wild.or.at

Synthese der Task 40 Arbeiten vor 2019; veröffentlicht in Biofpr (Biofuels, Bioproducts, Biorefining); März 2019; (Junginger et al., 2019); <https://doi.org/10.1002/bbb.1993> – AT-Beitrag

Das aktuelle Biomassehandelsvolumen stellt nur einen kleinen Bruchteil dessen dar, was von vielen globalen Energie- und Klimaschutzszenarien mittel- und langfristig vorgeschlagen wird. Eine großflächige Biomassemobilisierung für Materialien und Energie verlangt nach einer inklusiven und systemorientierten Steuerung um dessen Nachhaltigkeit zu sichern. Grenzenüberschreitende Lieferketten und internationale Biomassemärkte und die Untersuchung des Biomassehandels zur Substitution von fossilen Brennstoffen im Kontext einer breiteren Bioökonomie stehen dabei in dieser Publikation im Vordergrund. Dafür wurden historische und aktuelle Handelsströme der wichtigsten Bioenergieprodukte dargestellt und die wichtigsten Treiber und Hemmnisse des Handels diskutiert. Basierend auf den untersuchten Dynamiken und deren Verlinkungen mit den Nachhaltigen Entwicklungszielen (SDGs) wird deutlich, dass es dringend zukunftsorientierte und biobasierte Wertschöpfungsketten bedarf; entsprechende Ketten müssen agil auf, sich ändernde Marktfaktoren reagieren können und simultan wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Vorteile bieten. Für die Folgearbeiten der Task 40 Gemeinschaft werden flexible, biogene Versorgungsnetze als Erweiterung der statischen Versorgungsketten definiert. Versorgungsnetze können dynamisch biogene Rohstoffe für die Nahrungs-, Material- und Energienutzung bereitstellen und dabei Risiken für involvierte Entscheidungsträger*innen reduzieren.

Technoökonomischer Verdichtungstechnologienvergleich; veröffentlicht in Applied Energy; April 2019; (Schipfer and Kranzl, 2019); <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.219> – AT-Leitung

Um Emissionen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern, plant die Europäische Union Teile ihrer Wirtschaft auf eine Bioökonomie umzustellen. Die physikalischen Eigenschaften von frischer Biomasse stellen dabei jedoch ein Problem dar; Biomasse weist eine niedrigere Kohlenstoffdichte und einen höheren Feuchtigkeitsgehalt auf und die biogene Rohstoffbasis ist im Vergleich zur heutigen Rohstoffbasis um einiges heterogener. Mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Computermodells simulieren wir in dieser Publikation Biomasseversorgungsketten, von ihrer Quelle (Wald/Feld) bis hin zur finalen Senke. Der Fokus liegt dabei auf dem technoökonomischen Vergleich von drei unterschiedlichen Vorbehandlungstechnologien. Basierend auf aktuellsten Daten aus Forschungs- und Demonstrationsprojekten wird die Verdichtung von Hackschnitzel und Stroh zu Pellets, torrefizierte (alias geröstete) Pellets und Pyrolyseöl berechnet. Für die verdichteten Biogenen Kohlenstoffträger werden verschiedene Vertriebsoptionen sowie die anschließende Konversion in Wärme, Strom und flüssige Kraftstoffe analysiert. Während für Pyrolyseöl unter den untersuchten Rahmenbedingungen keine wirtschaftlich realisierbare Anwendung identifiziert werden kann, ergeben sich für torrefizierte Pellets Wertschöpfungsoptionen; längere Transportdistanzen und höhere Steuern ergeben einen geringen wirtschaftlichen Vorteil, wenn die torrefizierten Pellets für die Bereitstellung von Raumwärme eingesetzt werden. Der deutlichste wirtschaftliche und gesellschaftliche Mehrwert der untersuchten Verdichtungstechnologien liegt jedoch nicht in der Ermöglichung längerer Transportdistanzen, sondern in der saisonalen und längerfristigen Speicherung von biogenem Kohlenstoff und Biomasse. Die Speicherung von verdichteter Biomasse zur Systemflexibilisierung wurde in dieser Publikation als Forschungslücke erkannt.

Ökonometrische Pelletsmarktstudie; veröffentlicht in Energy; Dezember 2020; (Schipfer et al., 2020); <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118636> – AT-Leitung

Wettbewerbsfähige internationale Märkte implizieren Anpassungen im Hinblick auf ein räumliches Wettbewerbsgleichgewicht, bei dem Überschüsse von einem Markt auf einen anderen übertragen werden und die Preise mit Ausnahme der verbleibenden Differenzen, die den Transferkosten zugerechnet werden können, ausgeglichen werden. Der europäische Markt für Holzpellets für kleine Heizungsanlagen ist in den letzten zehn Jahren stark gewachsen. Pelletheizungen im kleinen Maßstab sind bereits eine ausgereifte Technologie, aber ob der Markt ausgereift ist, ist eine andere Frage. In diesem Papier analysieren wir aktuelle Daten zu Handelsströmen und Preisentwicklungen zwischen Italien, Österreich, Deutschland und Frankreich, um die Entwicklungen der Markteffizienz von Holzpellets zu verstehen und Rückschlüsse auf die Marktfunktion zu ziehen. Ziel dieser Studie ist es, einen Rahmen zu schaffen, um den europäischen Holzpelletsmarkt auf wettbewerbliches räumliches Gleichgewicht unter Verwendung moderner Handelstheorien zu testen. Wir finden hauptsächlich ineffizient integrierte Märkte mit verbleibenden positiven Grenzgewinnen und nachweisbaren Arbitragen. Basierend auf einer gründlichen Diskussion dieser Ergebnisse und der zugrundeliegenden Daten skizzieren wir politische Empfehlungen, um den Zugang und die Erschwinglichkeit dieses erneuerbaren biogenen Kohlenstoffträgers langfristig zu sichern.

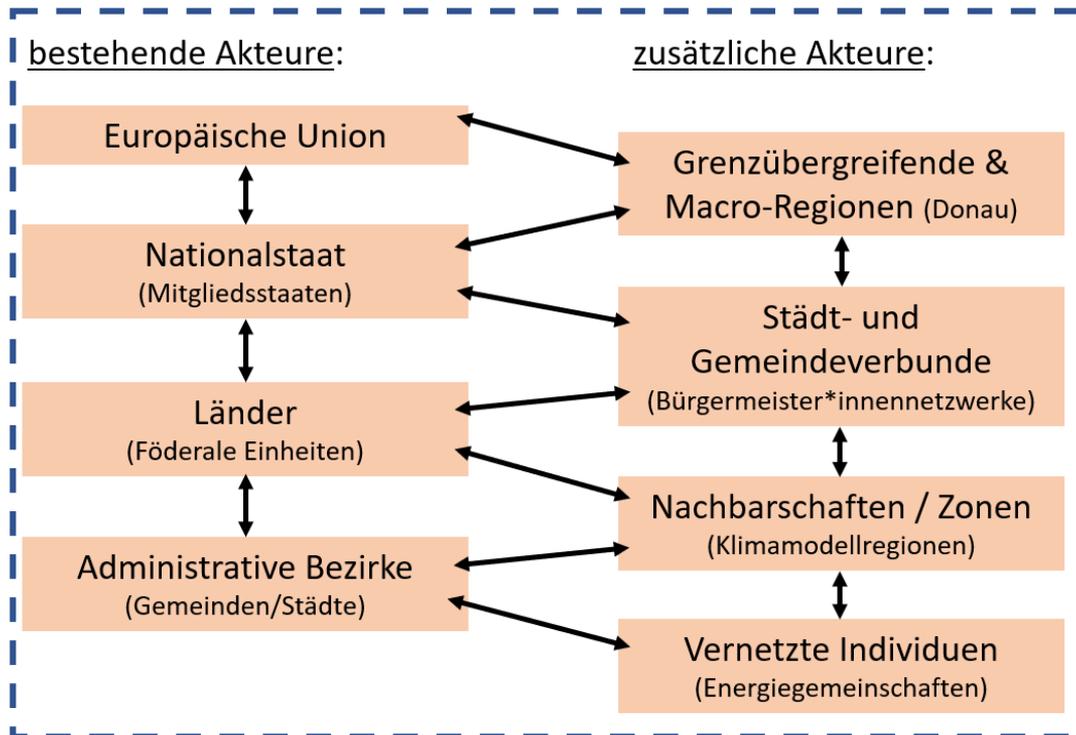
Regionale Bioökonomiestrategien; veröffentlicht in Energies; Dezember 2021; (Schipfer et al., 2022); <https://doi.org/10.3390/en15020433> – AT-Leitung

Die Europäische Bioökonomiestrategie hat das Ziel Sektoren im Querschnitt Biosphäre und Technosphäre zu stärken. Investitionen in und Märkte um biobasierte Wertschöpfungsketten spielen dabei eine zentrale Rolle, unter der Prämisse, ökologische und soziale Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Die derzeitigen, oft zentral orientierten Biomassebereitstellungsstrukturen sind jedoch der Vielfalt der Biomassereststoffe nicht gewachsen und können eine ökologische, soziale und ökonomische Versorgungssicherheit nicht garantieren. Diese Publikation stellt sich daher der Forschungsfrage, welche realisierbaren Strategien zur Mobilisierung und Nutzung lokaler, geringerwertiger und heterogener Biomasseressourcen existieren. Basierend auf den Arbeiten und Expertise des IEA Bioenergy TCP Task 40 Netzwerkes unterteilt die Publikation Mobilisierungsstrategien grob in drei Cluster; rechtliche Rahmenbedingungen, technologische Innovation und Marktorganisation. Die Herausforderungen und Chancen dieser drei Untersuchungsebenen weisen dabei auf einen gemeinsamen Nenner hin: Langfristig gesehen stellen die Forst- und Landwirtschaft sowie die Gewässerbewirtschaftung die letzten, verbleibenden primären Wirtschaftssektoren dar. Allerdings fehlen systemische Bewertungen und Verständnis des gesellschaftlichen Mehrwertes derselben Wirtschaftssektoren. Eine holistische Betrachtung hilft nicht nur Biomassereststoffe zu mobilisieren, sie zeigt auch auf, wie das enorme Dezentralisierungspotential der Bioökonomie genutzt werden kann um sinnvolle Arbeitsplätze und Aktivitäten in ländlichen Gebieten zu schaffen und ihre ressourcendemokratische Bedeutung zu stärken.

Abbildung 3 übersetzt den neuen, integrativen Aktionsraum für eine flexible Level-übergreifende Verwaltung und Organisation. Basierend auf den Erkenntnissen aus der Transformationsforschung wird empfohlen weitere Akteure in der Ressourcenraumplanung miteinzubeziehen um vor allem das enorme Dezentralisierungspotential der Bioökonomie bestmöglich zu nutzen.

Abbildung 3: Ein neuer, integrativer Aktionsraum für eine Level-übergreifende Verwaltung und Organisation. Quelle: eigene Darstellung basierend auf Dobravec et al., (2021)

Integrativer Aktionsraum für eine flexiblen und Level-übergreifende Verwaltung und Organisation



Holzpellets Gewinnmargenpotentialerhebung; veröffentlicht auf der Task 40 Homepage; Mai 2019, <https://task40.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/6/2019/05/Fritsche-et-al-2019-IEA-Bio-T40-Margin-Pellet-Study.pdf> - AT-Beteiligung

Die bestehenden Holzpelletsmärkte sehen sich einem zunehmenden Wettbewerb ausgesetzt: Die großflächige Nutzung für die Mitfeuerung in Kohlekraftwerken oder in der eigenständigen Biostromproduktion steht in Konkurrenz mit Photovoltaik und Windkraft und die Nutzung in der Raumwärmebereitstellung nimmt durch Effizienzsteigerungen, Fernwärmeausbau und Sektorkopplung ab. Gleichzeitig besteht die Hoffnung existierende Holzpelletsversorgungsketten für nicht-energie Bioökonomieanwendungen sowie zur Kohlenstoffsequenzierung, -speicherung und -nutzung (BECCUS) zu adaptieren. Der Bericht untersucht dafür potenzielle Kostenreduktionen in den Versorgungsketten durch Effizienzsteigerungen und bewertet die zukünftigen Marktaussichten in industrieller Niedrig- und Hochtemperaturwärme, inklusiver der Stahlerzeugung und für BECCUS. Holzabfälle, Bagasse, Stroh und Sträucher können durch neuartige Vorbehandlungstechnologien genauso mobilisiert werden wie zurzeit das Sägemehl der Holzverarbeitenden Industrie. Trotz diesem Fokus auf Reststoffe bleibt die ökologische und soziale Nachhaltigkeit der biogenen Kohlenstoffträger entscheidend und Kernthema der Task 40 Arbeiten. Basierend auf den Diskussionen zu diesem Bericht wurden die Intertask-Projekte, industrielle Prozesswärme, Erneuerbare Gase und Kohlenstoffabscheidung und -nutzung initiiert.

Dekarbonisierung industrieller Prozesswärme; veröffentlicht auf der Task 40 Homepage; Dezember 2021; <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2022/02/Role-of-biomass-in-industrial-heat.pdf> - AT-Beitrag

Der Industriesektor verursacht mehr als 30% der weltweiten CO₂-Emissionen. Laut dem „Net-Zero by 2050“ Szenario der International Energy Agency (IEA) müssen die Industrieemissionen bis 2050 um mehr als 90% sinken damit die Welt eine 50-prozentige Chance hat, die globale Erwärmung auf 1.5°C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen.

Ein wesentlicher Teil der industriellen Emissionen stammt aus der Nutzung fossiler Brennstoffe zur Erzeugung von Prozesswärme. Die Dekarbonisierung der industriellen Prozesswärme ist daher ein wesentlicher Bestandteil der Emissionsreduktionsstrategien.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass der Begriff „industrielle Prozesswärme“ ein breites Spektrum umfasst, inklusive unterschiedlicher Anwendungen variierender Prozesseigenschaften in Bezug auf, z.B.: Wärmeübertragung und Betriebstemperaturen. Diese Heterogenität stellt eine gewisse Herausforderung in der gemeinsamen Betrachtung des Problems dar.

Allgemein können Treibhausgasemissionen aus der Erzeugung industrieller Prozesswärme entweder durch die Abscheidung und dauerhafte Speicherung von CO₂ (CCS), oder durch den Umstieg auf nicht-fossile Ressourcen vermieden werden. Die Prozesselektifizierung, sowie die Nutzung von Wasserstoff und Biomasse stellen mögliche Alternativen dar. CCS ist eine, zurzeit oft diskutierte Option, sie verlängert jedoch vor allem die Vormachtstellung fossiler Brennstoffe und verhindert dadurch mittelfristig dringend notwendigen technologischen Fortschritt. Die direkte Elektrifizierung stellt für niedrigere Prozesstemperaturen eine wichtige Alternative dar, während Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen noch in zu geringen Mengen produziert wird. Mittelfristig spielt Wasserstoff als chemischer Rohstoff und Reduktionsmittel eine wichtige Rolle, während die kommerzielle Elektrifizierung für höhere Prozesstemperaturen (>800°C in der Eisen-, Stahl-, Stickstoff-, Zement- und Keramikproduktion) nicht absehbar ist.

Bioenergie ist hingegen derzeit die größte Quelle für nicht-fossile industrielle Prozesswärme. Das liegt vor allem daran, dass Holzreststoffe und Nebenprodukte genutzt werden um z. B. Schnittholz in Sägewerken zu trocknen. Auch Prozessdampf in Zellstoff- und Papierfabriken stammt meist von biogenen Reststoffen die sonst anderswertig entsorgt werden müssten.

Für den breiteren Einsatz von Biomasse für industrielle Prozesswärme ist es jedoch entscheidend die Heterogenität der verfügbaren Biomassereststoffe und ihrer jeweiligen Versorgungsketten anzuerkennen. Dafür bedarf es einer engen Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Akteuren. Langfristige Biomasselieferverträge, Forschung und Entwicklung in Demonstrations- und Flagship-Anlagen sowie das Bekanntnis zu ökologisch verträglicheren Materialien in öffentlichen Beschaffungsprozessen sind wichtige Optionen um emissionsarme, industrielle Prozesswärme zu fördern.

Bioenergie in einer unter 2°C und SDG konformen Welt; veröffentlicht auf der IEA Bioenergy Homepage; Juli 2020; <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2016/09/Roles-of-bioenergy-in-energy-system-pathways-towards-a-WB2-world-Workshop-Report.pdf> - AT Beteiligung

Das zentrale Ziel des Pariser Klimaabkommens ist es, den globalen Temperaturanstieg auf deutlich unter 2°C (well-below 2 degrees, WB2) zu beschränken. Viele Energieszenarien, die eine WB2-Welt beleuchten bauen auf eine gleichbleibende oder zunehmende Bedeutung der Biomasse in der Energieversorgung sowie oft auch in Kombination mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BECCS). Fortschrittliche Szenarien inkludieren auch andere Optionen für negative CO₂ Bilanzen wie zum Beispiel die Aufforstung und Wiederaufforstung oder die direkte Abscheidung von CO₂ aus der Luft (Direct Air Capture – DAC).

In diesem Intertask-Projekt wurden 17 Szenarien von 22 internationalen Forschungseinrichtungen in einem Workshop im Ministerium für Nahrung und Landwirtschaft in Berlin gemeinschaftlich diskutiert und ein interdisziplinärer Konsensus abgeleitet: eine Ausweitung der nachhaltigen Biomasseversorgung für die Bioenergieproduktion und eine ernsthafte Auseinandersetzung mit BECCS-Strategien sind dringend notwendig, gesetzliche Rahmenbedingungen müssen geschaffen und Synergieeffekte mit allen nachhaltigen Entwicklungszielen müssen erkannt und gehoben werden.

Der WB2-Bericht fasst die Workshop-Beiträge und Diskussionen zusammen und bewertet die Rolle der Bioenergie in den unterschiedlichen Szenarien. Bereits in der Berechnung der derzeitigen und viel mehr noch, der zukünftigen Biomassepotenziale muss sich die Forschungsgemeinschaft eine signifikante Variabilität eingestehen. Gemeinsame und öffentlich zugängliche (open-source) Datenbanken und transparente Erhebungsmethoden werden in den kommenden Jahren in diesem Forschungsbereich eine entscheidende Rolle spielen um den gesellschaftlichen Mehrwert der Forschungsergebnisse zu amplifizieren. Zur Berechnung der ökonomischen Potentiale ist dafür vor allem auch eine systemische Betrachtung, inklusive Ernährungstrends, Klimawandeleinfluss auf Ernteerträge, Anbauintensitäten, Flächen-, Nutzungseffizienz, Biodiversitätsschutz sowie die Synergien und Konkurrenz zwischen Lebensmittel-, Material- und Energienutzung wichtig. Nationale und auch regionale Unterschiede in politischen und marktorganisatorischen Rahmenbedingungen sind hier ebenso zu berücksichtigen wie Infrastrukturen (Industrie, Energie-, Verkehrsnetze), geologische CO₂ Speicherfähigkeit, Demographie, Arbeitskraft, Expertise und finanzielle Ressourcen.

Die Vorteile der Szenarienbetrachtung in den teilnehmenden Modellen (Integrated Assessment Models -IAMs) ergeben sich vor allem in der Möglichkeit quantitativ Dynamiken und Zusammenhänge im System Biosphäre/Technosphäre zu untersuchen. Sie unterstützen das Erkunden und Lernen über mögliche „Lösungsräume“ und die Bewertung der Auswirkungen und Unsicherheiten von unterschiedlichen technischen, soziökonomischen und politischen Maßnahmen. Dafür müssen jedoch signifikante Vereinfachungen in der Systemdarstellung in Kauf genommen werden. Diese Vereinfachungen resultieren in Mehrdeutigkeiten bezüglich Eingangsparameter, Elastizitäten und Systemgrenzen. Aus diesem Grund können quantitative Ergebnisse aus IAMs nie für sich alleine stehen und müssen immer an eine Interpretation und Kontextualisierung gekoppelt sein. Diese, oft qualitative Aufgabe erfordert ein breites Systemverständnis und eine ehrliche Kommunikation der Limitierungen der jeweiligen Modelle.

Biobasierte Kohlenstoffsequenzierung und Speicherung; Fünf Veröffentlichungen auf der IEA Bioenergy Homepage; 2020-2021; <https://www.ieabioenergy.com/blog/task/deployment-of-beccus-value-chains/>

Bioenergie in Kombination mit Kohlenstoffabscheidung und -nutzung oder -speicherung, auch bekannt als Bio-CCUS oder BECCUS, ist ein Konzept, das in der Klimaschutzforschung seit geraumer Zeit diskutiert wird. Die Umsetzung ist jedoch erst in den letzten fünf Jahren Gegenstand ernsthafter Überlegungen bei Regierungen und privaten Akteuren geworden. Die Gründe dafür hängen größtenteils mit vier, ineinander verflochtenen Faktoren zusammen

1. ein wachsendes Bewusstsein für die Notwendigkeit von BECCS und anderen Technologien für negative Emissionen, um das Pariser 1.5-°C-Ziel erreichen zu können
2. gestiegenes Interesse am Kauf von CO₂-negativen oder -neutralen Produkten
3. steigende CO₂-Preise und
4. die schnell sinkenden Kosten der Stromerzeugung aus Sonne und Wind (und Erwartungen ähnlicher Entwicklungen für Elektrolyseure), die BECCU-Optionen auf der Grundlage von Verstromungstechnologien ermöglichen

Vor diesem Hintergrund ist es daher wichtig, BECCUS Ansätze zu identifizieren und umzusetzen, die vor allem ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Mehrwert schaffen.

Während der Task-Periode 2019-2021 konnte zu dieser Thematik ein Intertask-Projekt zwischen dem Task 40, 36, 44 und 45 umgesetzt werden. Der Schwerpunkt lag auf dem Versuch, alle Faktoren, Vor- und Nachteile von BECCUS abzudecken die eine erfolgreiche Technologieintegration bestimmen könnten. Die untersuchten Faktoren inkludieren, die Technologiereife (Technology Readiness Level – TRL), Realisierbarkeit von Geschäftsmodellen und die Gestaltung von politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen.

Einige Schlussfolgerungen des Projektes, das in der kommenden Task-Periode weitergeführt werden soll, sind:

In Bioethanolproduktionsanlagen stehen hohen CO₂-Konzentrationen zur Abscheidung zu Verfügung. Auch Anwendungen in Zellstoff- und Papierfabriken sind dank erheblicher CO₂-Konzentrationen und der Verfügbarkeit von überschüssiger Wärme, die in den Abscheidungsprozessen verwendet werden kann, ebenfalls vielversprechend. Darüber hinaus befinden sich BECCS-Pilot- und Demonstrationsprojekte sowohl in Kraftwerken (mit Holzpellets) als auch in Abfall zu Energie Anlagen in der Entwicklung.

Der tatsächliche Einsatz von BECCS erfordert staatliche Eingriffe auf mehreren Ebenen. Es besteht Finanzierungsbedarf, um das Risiko industrielle Investitionen in groß angelegte Demonstrationsanlagen zu minimieren. Darüber hinaus muss die Systemdienstleistung der CO₂-Budgetaufbesserung auch einen Mehrwert für die beteiligten Akteure liefern.

Kohlenstoffabscheidungstechnologien bergen das Risiko die Vormachtstellung fossiler Brennstoffe zu verlängern. Ihre Förderung muss daher mit der Abschaffung staatlicher Unterstützung für fossile Brennstoffe und Versorgungsketten einhergehen, zwischen biogenen CO₂ und fossilem CO₂ unterscheiden und mögliche negative Auswirkungen mitbetrachten und diesen entgegenwirken.

**Internationale Holzreststoffflüsse; Veröffentlicht auf der Task 40 Homepage; Jänner 2019;
<https://task40.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/6/2019/01/IEA-Bioenergy-2019.-Wood-waste-trade-study-FINAL.pdf>**

Die Welt steht vor einem ihrer größten Abfallwirtschaftsprobleme im 21. Jahrhundert. Entsprechend der Internationalen Abfallstoffgesellschaft (International Solid Waste Association - ISWA) steigen die globalen städtischen Abfallerzeugungsniveaus jedes Jahr um 7 bis 10 Milliarden Tonnen. Städtische Abfallverwaltungssysteme unterscheiden sich erheblich zwischen verschiedenen Ländern, wobei einige Länder Abfälle gar nicht sammeln oder behandeln. Die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft steckt daher noch vielerorts in den Kinderschuhen. Materialien sollen hierbei so lange wie möglich in einem Kreislauf geführt werden, Verschwendung und Ausstoß reduziert werden und Versorgungsketten in Versorgungsschleifen umgewandelt werden. Das Kreislaufwirtschaftskonzept stellt die energetische Nutzung von gebrauchten Materialien hinten an. Bevor jedoch biogene Reststoffe auf einer Deponie landen und dort unkontrolliert Biomethan in die Atmosphäre ausstoßen und nicht-abbaubarer Plastik in der Natur desintegriert stellt die Müllverbrennung mit Energierückgewinnung nach wie vor eine wichtige Strategie dar.

Ein wichtiger Faktor in einem soliden und sicheren Abfallmanagementsystem ist die richtige Quantifizierung des Aufkommens, Handels und der Entsorgungswege der Abfälle. Die Basler Konvention verlangt von den Mitgliedsländern, jährliche nationale Berichte für die grenzüberschreitende Verlagerung von Abfällen. Trotzdem fehlt ein konsolidierter Ansatz für eine ganzheitliche Betrachtung. Vor allem Holzabfälle werden zunehmend auch als Abfall verwertet, wobei diese auch wichtige Rohstoffe für Energiezwecke darstellen. Der Bericht zielt daher darauf ab, die vorhandenen Daten zum grenzüberschreitenden Transport von Massivholz zwischen 2010 bis 2016 in der Form von Handelskarten zu quantifizieren und die zugrundeliegenden Treiber der Abfallverlagerungen zu identifizieren.

Der Bericht fokussiert auf die grenzüberschreitenden Abfallbewegungen fester Biomasseresiduen. Er unterscheidet zwischen gefährlichen (hazardous) und ungefährlichen (non-hazardous) Holzabfällen. Der allgemeine Trend für den ungefährlichen Abfalltyp zeigt ein wachsendes Handelsvolumen, während die gefährlichen seit 2010 aufgrund strengerer Rahmenbedingungen abnehmen. Die Bioenergienutzung, vor allem in großtechnischen Anlagen die weniger auf Qualitätsschwankungen anfällig sind hat zu den verstärkten Handelsvolumen beigetragen. Während die Handelsflüsse vor allem zwischen England als Exportland und Deutschland als Importland mehrere 100 Kilotonnen betragen können, so sind diese Ströme doch verschwindend im Vergleich zu den nationalen Bioenergiebilanzen und in der Größenordnung von 1-3%. Die Ausweitung der Bedeutung der internationalen Abfallströme zur Bioenergieproduktion wird laut Bericht nicht erwartet.

Sozioökonomische Untersuchung von Versorgungsketten; Veröffentlicht auf der Task 40 Homepage; März 2019; https://task40.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/6/2019/01/IEA-Bioenergy-Task_USA-final-January-2019.1.21-FINAL.pdf

Die Verbesserung der sozioökonomischen Bedingungen muss ein Hauptziel für die weitere Entwicklung der Biomasse- und Bioenergieerzeugung und der nachgelagerten Versorgungsketten sein. Mehrere Faktoren, einschließlich dem geografischen Standortes und lokale wirtschaftliche Bedingungen, beeinflussen die lokale Lebensqualität sowie die gesellschaftliche Entwicklung. Vor allem im ländlichen Raum lassen sich die Bedingungen in Anbetracht dessen nicht verallgemeinern, Entwicklungspfade ländlicher Regionen weisen daher eine bemerkenswerte Heterogenität auf.

Da die Bioenergie und insbesondere die Herstellung von Holzpellets stark von der Forstwirtschaft abhängt, ist es notwendig diese Sektoren zu betrachten um positiven Auswirkungen zu amplifizieren und die negativen Auswirkungen auf die Gesellschaft zu minimieren. Dazu zählt die Vulnerabilität, Verfremdung und Rückständigkeit ländlicher Gebiete zu verringern. Im Fall der USA wurde die Pelletproduktion für den Export in den letzten Jahren auf 7 Millionen Tonnen ausgeweitet, mit positiven sozioökonomischen Auswirkungen auf die Regionen, aber auch mit einigen sozioökonomische Aspekte, die weiter verbessert werden müssen.

Das Hauptziel dieses Berichts ist die Dynamik zwischen lokalen Entwicklungen und den forstwirtschaftlichen Aktivitäten im Zusammenhang mit der Produktion und dem Export von Pellets zu untersuchen. In diesem Bericht werden ausgewählte Themen und Indikatoren für die sozioökonomische Analyse bewertet; Schaffung von Arbeitsplätzen, Landbesitz, Index der menschlichen Entwicklung (Human Development Index – HDI), Einkommensverteilungsindex (Gini-Index), Arbeitsbedingungen, Geschlecht und Vielfalt, Auswirkungen auf die Gemeinschaft, nachhaltige Waldbewirtschaftung, Zertifizierung und Logistik.

Die Indikatoren wurden auf die südöstlichen Regionen der USA angewandt (insbesondere in den Bundesstaaten Georgia, Louisiana und Mississippi), wo es bereits einen etablierten Sektor für den Export von Pellets gibt. Die Ergebnisse, insbesondere die Abweichungen des HDI und des Gini-Koeffizienten über 15 Jahre, zeigen die Schwierigkeiten des Sektors und der beteiligten Humanressourcen. Es ist auffällig, dass diese ausgewählten Staaten die Staaten mit dem niedrigsten Einkommen und dem höchsten Gini-Index in den USA sind.

Die Beschäftigungsanalyse zeigt, dass die Schaffung von Arbeitsplätzen in der Rohstoffproduktion (Holz) in den USA im Zeitraum 2010-2014 nur sehr langsam gewachsen ist. Die wachsende Nachfrage nach Pellets kann sich möglicherweise auch auf die Rohstoffproduktion auswirken und die Nachfrage nach Arbeitskräften erhöhen. In Zukunft sollte jeder Arbeitsplatzzuwachs in der Pelletsproduktion und bei Bioenergieprojekten im Allgemeinen eine stärkere Beteiligung von Frauen an der Erwerbsbevölkerung sicherstellen.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Forstwirtschaft in den drei untersuchten Staaten einen Beitrag zur Schaffung von Arbeitsplätzen hat, wenn auch in bescheidenem Umfang. Wie einige der Befragten anmerkten, begrüßen manche diesen Beitrag, während sich andere von den Vorteilen und der Wertschöpfung ausgeschlossen fühlen, selbst wenn diese nicht direkt durch die Pelletsproduktion sondern durch andere, längere bestehende forstwirtschaftliche Aktivitäten verursacht werden.

Nachhaltige Bioenergie – Perspektiveninterviews; Veröffentlicht in Energy, Sustainability and Society; Dezember 2019; (Mai-Moulin et al., 2019); <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0225-0>

Der Standpunkt der Interessengruppen zur Nachhaltigkeit der Bioenergie ist für den Einsatz und den Beitrag der Bioenergie entscheidend. Bestehende Veröffentlichungen sind in der Regel auf bestimmte geografische Kontexte und Schwerpunkte beschränkt. Diese Publikation zielt darauf ab, die Position und die Vision einer breiteren Palette von Interessengruppen zur Bioenergie und ihrer Entwicklung auf globaler Ebene zu untersuchen.

Die angewandte Methodik umfasst sechs Schritte: (1) Identifizierung der Stakeholder, die einer von ausgewählten Gruppen angehören; (2) Beschreibung der Rolle jeder Gruppe in Bezug auf die Bioenergie; (3) Datenerhebung mittels eines Online-Fragebogens, Dialoge am runden Tisch und Interviews, um ihr Bewusstsein und ihre Meinungen zur Entwicklung der Bioenergie sowie die treibenden Kräfte und Hindernisse für diese Entwicklung zu untersuchen; (4) Datenanalyse; (5) Vergleich der Interessen und des Einflusses als Grundlage für die Formulierung von Positionen und Visionen; und (6) Empfehlungen für die Gewinnung von Unterstützung für die nachhaltige Entwicklung der Bioenergie.

Die Akteure geben an, dass sie sich der Entwicklung der Bioenergie bewusst sind und den Sektor im Allgemeinen positiv sehen. Sie teilen auch mit, dass die Öffentlichkeit weniger über die Entwicklung der Bioenergie informiert und nicht ausreichend daran beteiligt ist. Das Internet und die sozialen Medien sind die am häufigsten konsultierten, aber am wenigsten vertrauenswürdigen Informationsquellen, während wissenschaftliche Informationen am meisten Vertrauen genießen, aber am wenigsten genutzt werden. Landwirtschaftliche Reststoffe, Energiepflanzen, die auf marginalen oder degradierten Flächen angebaut werden, und forstwirtschaftliche Reststoffe werden weitgehend als Rohstoffe für die Bioenergieerzeugung akzeptiert, während die Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen kritisch gesehen wird. Die Akteure unterstützen im Allgemeinen die Entwicklung der Bioenergie, wenn die gemeinsam vereinbarten Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllt werden.

Die Interessenvertreter*innen erkennen die wichtige Rolle einer wirksamen Verbreitung wissenschaftlicher Informationen als Einflussfaktor für die Haltung gegenüber Bioenergie an. Sie sind auch der Meinung, dass eine stärkere Unterstützung des Bioenergiesektors von verbindlichen Nachhaltigkeitsanforderungen abhängt, die soziale, wirtschaftliche und ökologische Aspekte abdecken und für alle Arten von Biomasse unabhängig von der Endnutzung gelten. Einige betonen auch, dass alle relevanten Sektoren an den Marktbedingungen arbeiten sollten, um gleiche Wettbewerbsbedingungen zu schaffen, und dass dies von entscheidender Bedeutung ist, um die Haltung der Interessengruppen zu ändern und mehr gesellschaftliche Akzeptanz für Bioenergie zu erreichen. Transparenz beim Nachweis der Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien ist ebenfalls eine erwartete Voraussetzung, um die Unterstützung für Bioenergie und letztlich für die Bioökonomie langfristig zu verbessern.

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Die Zielgruppen für das IEA Bioenergy TCP umfassen die Universitäten und wissenschaftlichen Einrichtungen sowie Unternehmen im Bereich der Bioökonomie aber auch politische Entscheidungsträger*innen, Interessensvertreter*innen und Bürger*innen die um einen inklusiven, technologieunterstützten, gesellschaftlichen Fortschritt bemüht sind.

Anfang 2019 stand die Einbindung dieser Zielgruppen in den Task-Projekten und Intertask-Projekten im Vordergrund. Für die meisten, in *Tabelle 4* gelisteten Projekte waren Workshops, Konferenzen und Interviews von Entscheidungsträger*innen geplant. Diese transdisziplinäre Ausrichtung konnte jedoch während der Task-Periode nicht aufrechterhalten werden, die Projektpläne mussten den neuen Umständen angepasst werden. Im Folgenden berichten wir kurz über die Auslöser dieser Projektplanänderung bevor wir auf Relevanz, Nutzen und Verwertung der Projektergebnisse eingehen.

- Die Teilnahme des österreichischen Konsortiums an den Projektarbeiten konnte **erst Ende 2019 gestartet** werden. Dank Doppelentsendung zum Task 44 (Systemflexibilität) konnte der österreichischen Delegation trotzdem ein Vortrag in Berlin im Ministerium für Nahrung und Landwirtschaft und damit zumindest eine, wenn auch stark akademisch orientierte Konferenz ermöglicht werden.
- Mit der weltweiten **Ausbreitung von COVID-19 Anfang 2020** wurden alle weiteren Workshops und Konferenzen vorerst abgesagt. Im akademischen Umfeld und für wissenschaftliche Diskussionen kam es rasch zu einem Boom an Webinaren und online Meetings. Die Task 40 Treffen waren bereits vor 2020 größtenteils auf online Treffen umgestellt.
- Die neue strategische Ausrichtung des Task 40 musste während der Task-Periode noch verfeinert und **Zielgruppen neu definiert** werden. Die neue Ausrichtung passt nun vor allem auch besser in das Interessensgebiet des österreichischen Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).
- Schlussendlich führten erste Task-Projektergebnisse des, von der österreichischen Delegation geleiteten Bioökonomiesynergienprojektes zu einem Fulbright Schuman Stipendium und einem sieben monatigen **Aufenthalt von Dr. Schipfer in den USA in 2021** am Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL).

Erst retrospektiv und in dem vorliegenden Bericht lassen sich die Auswirkungen dieser Umstände auf die Projektergebnisse und auch auf deren Relevanz, Nutzen und Verwertung einschätzen. Während die Einbindung von Entscheidungsträger*innen, Interessensvertreter*innen und Bürger*innen in der Task-Periode stark abgenommen hat, kam es zu einem deutlichen Anstieg an interdisziplinären, wissenschaftlichen Diskussionen und Publikationen. Gleichzeitig konnten dem Visions- und Strategiefindung Ressourcen gewidmet werden. Zusätzlich überschneidet sich dieser Prozess mit dem akademischen Strategiefindungsprozess für eine mögliche Bioökonomiemodellierungsgruppe von Dr. Schipfer auf der TU Wien.

Die Verwertung der Projektergebnisse lässt, neben den Publikationen, daher vor allem auch anhand zwei zusätzlicher IEA Bioenergy TCP Projekten, die nicht in *Tabelle 4* gelistet sind, beschreiben:

**IEA Bioenergy TCP Task 40 Projekt, Bioökonomiesynergien, noch ohne Veröffentlichungen,
Leitung TU Wien, Dr. Fabian Schipfer**

Das Ziel dieses Projektes war es, das Task 40 Konzept der flexiblen Bioökonomieversorgungsnetze – im Kontrast zu den bisherig betrachteten Bioenergieversorgungsketten – zu erkunden. Dafür wurden Anfang 2020 drei Arbeitspaketen definiert:

1. Um die Bedeutung von Versorgungsnetzen für Biomasse zur Nahrungsmittel-, Material- und Energienutzung abschätzen zu können, war es wichtig eine gemeinsame Energie- und Materialflussdatenbank aufzubauen.
2. Eine qualitative Betrachtung von dem derzeitigen Vernetzungsgrad ausgewählter Biomasseflüsse (Holz, Proteine und biogene Abfallströme) soll Erkenntnisse liefern wo Nahrungsmittel-, Material- und Energienutzung konkurrieren und wo es Synergien zwischen den Nutzungsformen gibt.
3. Schlussendlich müssen Empfehlungen für (a) politische Maßnahmen, (b) die strategische Ausrichtung des Task 40 und (c) für die wissenschaftliche Modellierung von Versorgungsnetzen in der Bioökonomie abgeleitet werden.

Für das AP1 konnten öffentlich zugängliche Datensätze von Europäischen Material, Energie und Nahrungsmittelflüsse sowie kreislaufwirtschaftliche Indikatoren in einem gemeinsamen, interaktiven Flussbild (Sankey-Diagramm) zusammengeführt werden. Die Ergebnisse befinden sich zurzeit in Begutachtung in einer wissenschaftlichen Zeitschrift. Die daraus abgeleiteten Erkenntnisse betreffen vor allem die methodischen Herausforderungen die in AP3c breiter diskutiert werden.

In AP2 wurden Beiträge der Projektpartner gesammelt und diskutiert. Anhand der Beiträge konnte festgestellt werden, dass die gemeinsame (holistische) Betrachtung aller Bioökonomieflüsse etwas über die Gesamteffizienz und Stabilität der Technosphäre verrät. Zusätzliche, theoretische Arbeit ist notwendig, um entsprechende Systemeigenschaften und -dynamiken formulieren und eventuell funktionalisieren zu können.

Ein Großteil der Projektressourcen und zusätzliche Zeit wurden im Endeffekt AP3 gewidmet. Die Ausrichtung des Task 40 im laufenden Triennium (2022-2024) basiert auf den Ergebnissen und internen Diskussionsdokumenten des AP3b. Entscheidender für die österreichische Delegation selbst war jedoch ein, sich aus AP3c ergebendes Fulbright Schuman Stipendium. Während dem Aufenthalt von Dr.Schipfer am Lawrence Berkeley National Laboratory in 2021-2022 wurden die Projektideen und identifizierten Forschungslücken in einem Stipendiums Antrag verwertet.

Kurzgefasst ist der Plan an der TU Wien eine Bioökonomiemodellierungsgruppe aufzubauen. Der Grundsatz dieser Gruppe soll die fundamentale, mathematisch abstrakte, in Energiemodellen experimentelle und, in unterschiedlichen Forschungsnetzwerken partizipative Untersuchung von Systemflexibilität sein. Grundlegend ist die Erkenntnis, dass die Kopplung von Sektoren Flexibilität schafft. Wird diese Flexibilität intelligent genutzt, können Ressourcen zeitlich und räumlich verschoben werden, um gleichzeitig die Effizienz des Systems aber auch dessen Stabilität zu steigern. Mit dieser Betrachtung und möglicherweise dazu passenden Algorithmen kann ein neuer Zugang zur Entscheidungsfindung im Einfluss komplexer Systeme, Risiken und tiefer Unsicherheit gefunden werden.

IEA Bioenergy TCP Projekt, Dekadenrezension aller IEA Bioenergy TCP Beiträge, wird als eigene Homepage in der zweiten Hälfte 2022 veröffentlicht; Leitung BEST, Beiträge BEST, IIASA, TU Wien, Vera Djemelinskaia

Anfang 2020 konnte ein wichtiges Projekt eingeworben werden. In der Dekadenrezension sollen alle IEA Bioenergy TCP Beiträge, sowie die aktuellen strategischen Ausrichtungen der einzelnen Tasks in einem gemeinsamen Bericht und für eine breitere Leserschaft zusammengefasst werden. Der Zuschlag ging an ein österreichisch ansässiges Team und ein innovatives Kommunikationsprodukt.

Tabelle 5: Mitglieder und Schwerpunkte des österreichischen Teams für die neue, interaktive IEA Bioenergy TCP Vorzeigepublikation

Teammitglieder	Schwerpunkt
Bioenergie und nachhaltige Technologien GmbH (Bioenergy and Sustainable Technologies – BEST)	Projektleitung; Tasks mit Fokus auf einzelne Technologien Task 32, Task 33, Task 34, Task 36, Task 37, Task 39
Technische Universität Wien	Einleitung, Task 40, Task 42, Task 44
Internationalen Institut für Systemanalyse (International Institute for Systems Analysis – IIASA)	Task 43, Task 45
e.U. Vera Djemelinskaia	strategische Kommunikationsanalyse und Produktentwicklung

Ausgangslage der Bemühungen des Projektteams waren die Erkenntnisse, dass (1) sich unsere Zielgruppen und auch wir uns mittlerweile hauptsächlich über das Internet informieren und, dass (2) Sie eine Ausnahme sind, wenn Sie in dem vorliegenden 30 Seitigen PDF-Dokument und Task 40 Endbericht die aktuelle Seite 27 lesen, dafür danken Ihnen die Berichtsautoren.

Damit eine Zusammenfassung der gesammelten IEA Bioenergy TCP Projektergebnisse auch Relevanz und Nutzen für die heutige Gesellschaft schafft, mussten wir daher auch unsere Kommunikationsstrategie überdenken. Dabei half uns die Kommunikationsexpertin Vera Djemelinskaia, die bereits frühere IEA Bioenergy TCP Kommunikationen, vor allem für die sozialen Netzwerke aber vor allem auch zwischenstaatliche und wissenschaftliche Kommunikationsstrategien für die Europäische Union (EU), für die Organisation für Sicherheit und Kooperation in Europa (Organisation for Security and Co-operation in Europe – OSCE) und andere internationale Organisationen verfasst und ausgeführt hat.

Das Ergebnis, sobald veröffentlicht, sind zahlreiche, untereinander verlinkte und suchmaschinenoptimierte Internetseiten. Alle Informationen sind in einer möglichst einfachen Sprache gehalten, Absätze und Seiten haben einen vereinheitlichten Umfang und eine leicht zu navigierende Struktur. Trotzdem erfüllt diese Kommunikation die wissenschaftlichen Ansprüche der Autor*innen, referenziert transparent die dahinterstehenden IEA Bioenergy TCP und verwandte Publikationen und ermöglicht es interessierten Leser*innen bei den einzelnen Technologien und strategischen Themen mittels Ziehharmonikastruktur ins Detail einzutauchen und weiterführende Publikationen und Expert*innen für die Rücksprache in der jeweiligen Muttersprache und im Bezug auf den regionalen Kontext zu identifizieren.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

In dem vorliegenden Bericht stellen wir die publizierten und internen Ergebnisse des IEA Bioenergy TCP Task 40 in der Task-Periode 2019-2021 vor. Aufgrund geänderter Rahmenbedingungen für das Projekt und die Forschung (siehe Kapitel 6) stand in den letzten Jahren die Visions- und Strategieentwicklung der österreichischen Delegation, des Task 40 und damit auch indirekt des IEA Bioenergy TCP im Vordergrund.

Die Wissenschaft und allen voran inter-, transdisziplinäre und internationale Netzwerke wie das IEA Bioenergy TCP stehen im Auftrag der Gesellschaft. Die Entschärfung gemeinsamer Kernherausforderungen inklusive Klimawandel, Ungleichverteilung natürlicher und anthropogener Ressourcen und Chancen, Bevölkerungswachstum, Biodiversitätsverlust und Planungsunsicherheit müssen dabei den gleichen Stellenwert eingeräumt werden wie dem reinen Erkenntnisgewinn.

Das IEA Bioenergy TCP Netzwerk verfolgt in diesem Sinne die gemeinsame Mission, die *Entwicklung und den nachhaltigen Einsatz von biobasierten Technologien als Teilbeitrag zur Lösung der gesellschaftliche Kernherausforderungen* zu fördern. Rund um die Mission haben sich im Netzwerk historisch, unterschiedliche Themenschwerpunkte gebildet und in Tasks manifestiert. Als systemischer Task – im Kontrast zu den Tasks mit Fokus auf einzelne Technologien - beschäftigt sich nun der Task 40 mit der Errichtung von biobasierten Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige und faire Bioökonomie.

Eine Welt, in der die Wechselwirkungen zwischen Menschen und Natur verschwindend gering sind ist technisch möglich, aber nicht unbedingt erstrebenswert. Synthetische Produktionsprozesse für Energie durch Photovoltaik, Windenergie und Stromsektorkopplung, für Materialien und sogar Nahrungsmittel durch atmosphärische Kohlenstoffabscheidung werden in den kommenden Jahrzehnten entscheidende Beiträge zu den nachhaltigen Entwicklungspfaden liefern. Die Syntheseleistung der unfassbar diversen Prozesse der Natur darf dabei jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Versorgungsnetzwerke für biobasierte Nahrungsmittel, Materialien und Energie stellen langfristig die komplexeren und auch teureren Möglichkeiten zur Deckung der gesellschaftlichen Bedürfnisse dar.

Jedoch nur ein ausgewogener Mix zwischen synthetischen und biobasierten Technologien und Prozessen kann die vielfältigen Bedürfnisse einer sozialen und ökologisch resilienten Gesellschaft decken.

Die nachhaltige und wissensgestützte Bewirtschaftung von Wäldern, Feldern und Gewässern erfordert signifikante und, im Kontrast zu synthetischen Prozessen, fortlaufende monetäre Ressourcen. Allerdings fließen die Ressourcen wieder in die Gesellschaft zurück, schaffen sinnvolle Arbeitsplätze und Aktivitäten im ländlichen Raum und stärken seine ressourcendemokratische Bedeutung. Die Kopplung der Biosphäre und der Technosphäre schafft außerdem Flexibilität. Wird diese Flexibilität intelligent genutzt, können Ressourcen zeitlich und räumlich verschoben werden um gleichzeitig die Effizienz des Systems aber auch dessen Stabilität zu steigern. Im laufenden Triennium und in der TU Wien Bioökonomiemodellierungsgruppe soll dieser Grundsatz im Detail untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- Dobracev, V., Matak, N., Sakulin, C., Krajačić, G., 2021. Multilevel governance energy planning and policy: a view on local energy initiatives. *Energy, Sustainability and Society* 11, 2. <https://doi.org/10.1186/s13705-020-00277-y>
- Eggler, L., Indinger, A., Zwieb, L., 2018. Mapping of activities in Technology Collaboraiton Programmes (TCPs) in the Energy Technology Network of the International Energy Agency (IEA) 64.
- Junginger, H.M., Mai-Moulin, T., Daioglou, V., Fritsche, U., Guisson, R., Hennig, C., Thrän, D., Heinimö, J., Hess, J.R., Lamers, P., Li, C., Kwant, K., Olsson, O., Proskurina, S., Ranta, T., Schipfer, F., Wild, M., 2019. The future of biomass and bioenergy deployment and trade: a synthesis of 15 years IEA Bioenergy Task 40 on sustainable bioenergy trade. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 13, 247–266. <https://doi.org/10.1002/bbb.1993>
- Mai-Moulin, T., Fritsche, U.R., Junginger, M., 2019. Charting global position and vision of stakeholders towards sustainable bioenergy. *Energy, Sustainability and Society* 9, 48. <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0225-0>
- Schipfer, F., Kranzl, L., 2019. Techno-economic evaluation of biomass-to-end-use chains based on densified bioenergy carriers (dBECs). *Applied Energy* 239, 715–724. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.219>
- Schipfer, F., Kranzl, L., Olsson, O., Lamers, P., 2020. The European wood pellets for heating market - Price developments, trade and market efficiency. *Energy* 212, 118636. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118636>
- Schipfer, F., Pfeiffer, A., Hoefnagels, R., 2022. Strategies for the Mobilization and Deployment of Local Low-Value, Heterogeneous Biomass Resources for a Circular Bioeconomy. *Energies* 15, 433. <https://doi.org/10.3390/en15020433>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Struktur des IEA Netzwerks und TCPs. TCPs ohne österreichische Beteiligung (in 2018) sind in grau dargestellt. Quelle: Projektfabrik Waldhör in (Eggler et al., 2018)</i>	11
Abbildung 2: Ausgewählte Aspekte der Schnittmenge Biosphäre und Technosphäre. Quelle: eigene Darstellung	12
Abbildung 3: Ein neuer, integrativer Aktionsraum für eine Level-übergreifende Verwaltung und Organisation. Quelle: eigene Darstellung basierend auf Dobravec et al., 2021	18

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Aktive Tasks im Triennium 2019-2021</i>	10
Tabelle 2: Projektplan für Task40 und die Taskperiode 2019-2021, unterteilt in drei Arbeitspakete (APs).....	13
Tabelle 3: IEA Bioenergy TCP Task40 Mitglieder im Triennium 2019-2021	14
Tabelle 4: Ergebnisse des IEA Bioenergy TCP Task 40, aufgeteilt in Publikationen mit und ohne österreichische Beteiligung. Alle Publikationen stehen zum freien Download zur Verfügung (Downloadlinks sind den Publikationsmediumsbezeichnungen hinterlegt). Publikationen mit österreichischer Leitung sind mit einem Stern* markiert.....	15
Tabelle 5: Mitglieder und Schwerpunkte des österreichischen Teams für die neue, interaktive IEA Bioenergy TCP Vorzeigepublikation	27

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BECCUS	Biobasierte Kohlenstoffabscheidung, -verwendung und/oder -speicherung
BMK	österreichische Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
CCS	Kohlenstoffabscheidung und -speicherung
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DAC	Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Umgebungsluft
ETSAP	Energetechnologiesimulationsprogramm
EU	Europäische Union
FTI	Forschung, Technologie und Innovation
HDI	Gesellschaftliche Entwicklungsindex
IAM	Integrierte Systembewertungsmodelle
IEA	Internationale Energieagentur
IIASA	International Institut für angewandte Systemanalyse
OSCE	Organisation für Sicherheit und Kooperation in Europa
SDG	Nachhaltige Entwicklungsziele
TCP	Technologiekollaborationsprogramm
TRL	Technologieentwicklungslevel
TU Wien	Technische Universität Wien
USA	Vereinigte Staaten von Amerika

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at