



Holz im Bau und als Rohstoff für Kraftstoffe

Szenarien für die österreichische Volkswirtschaft

Franz Sinabell, Gerhard Streicher

Wissenschaftliche Assistenz:
Dietmar Weinberger

März 2021

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Holz im Bau und als Rohstoff für Kraftstoffe

Szenarien für die österreichische Volkswirtschaft

Franz Sinabell, Gerhard Streicher

März 2021

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Begutachtung: Ina Meyer

Wissenschaftliche Assistenz: Dietmar Weinberger

Der Cluster Forst- und Holzwirtschaft ist von hoher volkswirtschaftlicher und regionalökonomischer Bedeutung, wie statistische Auswertungen zu Wertschöpfung und Beschäftigung zeigen. Er nimmt außerdem eine zentrale Rolle in der Energiewende und der Transformation zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaft ein. Die österreichische Bundesregierung strebt die Klimaneutralität im Jahr 2040 an. Der Cluster kann dazu auf mehrfache Weise beitragen. Holz als Baustoff kann der Atmosphäre langfristig erhebliche Mengen von Kohlendioxid entziehen und somit die raschere Erreichung einer klimaneutralen Wirtschaft unterstützen. Durch erneuerbare Kraftstoffe und andere Stoffe aus Holz können zudem Verbrauchsgüter bereitgestellt werden, die bisher aus fossilen Rohstoffen gewonnen wurden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass der vermehrte Einsatz von Holz trotz Verdrängungseffekten mit einer Steigerung der Wertschöpfung und einer Ausweitung der Beschäftigung einhergehen kann. Die Transformation des Wirtschaftssystems in Richtung erneuerbare Rohstoffe und Klimaneutralität wirkt sich unmittelbar positiv auf Wertschöpfung und Beschäftigung aus und verbessert die Treibhausgasbilanz Österreichs.

2021/065-4/S/WIFO-Projektnummer: 7619

© 2021 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,
1030 Wien, Arsenal, Objekt 20 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 • <https://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 20 € • Kostenloser Download: <https://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/66985>

Holz im Bau und als Rohstoff für Kraftstoffe – Szenarien für die österreichische Volkswirtschaft

Franz Sinabell und Gerhard Streicher

Abstract

Der Cluster Forst- und Holzwirtschaft ist von hoher volkswirtschaftlicher und regionalökonomischer Bedeutung, wie statistische Auswertungen zu Wertschöpfung und Beschäftigung zeigen. Dieser Cluster nimmt außerdem eine zentrale Rolle in der Energiewende und der Transformation zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaft ein. Die österreichische Bundesregierung strebt die Klimaneutralität im Jahr 2040 an. Der Cluster Forst- und Holzwirtschaft kann dazu Beiträge in mehreren Dimensionen leisten. Holz als Baustoff kann der Atmosphäre erhebliche Mengen von Kohlendioxid langfristig entziehen und somit beitragen, eine klimaneutrale Wirtschaft rascher zu erreichen. Durch erneuerbare Kraftstoffe und andere Stoffe aus Holz können zudem Verbrauchsgüter bereitgestellt werden, die bisher aus fossilen Rohstoffen gewonnen wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass der vermehrte Einsatz von Holz mit höherer Wertschöpfung und größerem Beschäftigungsvolumen einhergehen kann, obwohl es zu Verdrängungseffekten kommt. Die Transformation des Wirtschaftssystems in Richtung erneuerbare Rohstoffe und Klimaneutralität hat unmittelbar positive Auswirkungen auf Wertschöpfung und Beschäftigung und vorteilhafte Auswirkungen auf die Treibhausgasbilanz Österreichs.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung	3
2. Volkswirtschaftliche Effekte eines Szenarios "mehr Holz im Bau"	7
2.1 Volkswirtschaftliche Effekte eines Szenarios "Kraftstoff aus Holz"	10
3. Schlussfolgerungen und Ausblick	14
Literatur	16
Anhang I: Modellbeschreibung ADAGIO	19
Anhang II: Ergänzende Übersichten	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Holzströme in Österreich im Jahr 2018	3
Abbildung 2: Modellstruktur ADAGIO	20

Tabellenverzeichnis

Übersicht 1: Die Ergebnisse des Szenarios "mehr Holz im Bau" im Überblick	9
Übersicht 2: Vorleistungsstruktur im Szenario "Kraftstoff aus Holz"	12
Übersicht 3: Die Effekte des Szenarios "Kraftstoffe aus Holz" im laufenden Betrieb im Überblick	13
Übersicht 4: Die Effekte des Szenarios "Kraftstoffe aus Holz" durch die Investition	13
Übersicht 5: Entwicklung und Prognose der Zahl der Privathaushalte und der Bevölkerung, 2020 und 2030	22
Übersicht 6: Trendentwicklung Anzahl der Gebäude und der Wohngebäude, 2020 und 2030	23
Übersicht 7: Investitionsbewertung der Holzdiesel – Prozessroute	24
Übersicht 8: LCOP-Berechnung der Holzdiesel – Prozessroute	25

Executive Summary

Unter den Stichworten "stoffliche und konstruktive Nutzung" wird eine Fülle von Produkten diskutiert, die derzeit am Markt noch nicht etabliert ist, für die aber bereits ein Potential absehbar ist oder sogar schon besteht. Sie fallen in drei Kategorien:

- a) bisher thermisch oder anderwärtig genutzte Holzfraktionen oder Nebenprodukte, die nach weiteren Verarbeitungsschritten als marktfähige Produkte angeboten werden können;
- b) Güter, die aus Holz gewonnen werden und Produkte ersetzen, die geringere Qualität haben oder mit anderen Nachteilen behaftet sind (z.B. Ersatz von fossilem Dieseltreibstoff durch zumindest gleichwertigen aus Holz gewonnenem Kraftstoff);
- c) völlig neue Güter, die bisher am Markt noch gar nicht verfügbar sind, die aber durch ihre spezifischen Eigenschaften neue Einsatzfelder ermöglichen.

Unter Einbeziehung von Stakeholdern aus dem Cluster Forst-Holz wurden zwei Szenarien entwickelt, in denen der vermehrte Einsatz von Holz in der österreichischen Volkswirtschaft untersucht wurde. In beiden Szenarien wird eine geringe Ausweitung der derzeit geernteten Holzmenge im Umfang von 1 Mio. fm Holz pro Jahr analysiert. Diese Menge liegt deutlich unter dem Wert des derzeit jährlich aufgebauten, zusätzlichen Holzvorrats von annähernd 3 Mio. Vfm.

Im Szenario **mehr Holz in der Bauwirtschaft** wird davon ausgegangen, dass **1 Mio. fm Holz zusätzlich** geerntet wird, und dieses im Bauwesen eingesetzt wird. Unterstellt wird, dass Holz anstelle des Baustoffs Beton zum Einsatz kommt. Die Simulation soll abschätzen, ob und wie sich diese Umschichtung von Baustoffen auf die österreichische Wirtschaft auswirken könnte, konkret auf Wertschöpfung und Beschäftigung. Als eine wichtige Datengrundlage wird die aktuellste Input-Output-Statistik herangezogen. Die untersuchte Situation ist also nicht ein in die Zukunft projiziertes Szenario, sondern bildet eine vorgestellte Situation in der Gegenwart ab.

Das Interesse an diesem Szenario ist eine Abschätzung, welche volkswirtschaftlichen Auswirkungen mit einer veränderten Nachfragesituation einhergehen, wenn die Errichter von Gebäuden vermehrt auf Holz als Baustoff setzen. Die Folge davon ist nicht, dass Beton und andere Baustoffe zur Gänze ersetzt werden, sondern nur zu einem bestimmten Anteil. Die nicht im Bau eingesetzten Holzkomponenten der zusätzlich geernteten Mengen werden stofflich in der Papierindustrie verwertet.

Das Modell ADAGIO wurde herangezogen, um die volkswirtschaftlichen Effekte dieses Szenarios zu bestimmen. Gemäß den Ergebnissen zu **mehr Holz im Bau ist eine zusätzliche Wertschöpfung von nominell fast 80 Mio. € pro Jahr** zu erwarten. Damit werden rund 1.400 zusätzliche Beschäftigungsverhältnisse in Österreich ausgelastet. In diesen Effekten sind die Zuwächse mit den Rückgängen gegengerechnet, es handelt sich also um einen Netto-Effekt. Die hier ausgewiesenen Ergebnisse hängen in Bezug auf die genaue Größe von den getroffenen Annahmen über Preise und Mengen der eingesetzten Güter ab, aber nicht in Bezug auf die grundlegenden Zusammenhänge.

In dem Szenario **Kraftstoff aus Holz** wird ebenfalls davon ausgegangen, dass jährlich eine **zusätzliche Menge von 1 Mio. fm Holz** in Österreich geerntet wird. In diesem Szenario wird

unterstellt, dass diese Holzmenge in der chemischen Industrie verwendet wird, um daraus einen Kraftstoff herzustellen, der fossilen Diesel ersetzen kann und um weitere holzbasierte Nebenprodukte herzustellen.

Die zentralen Annahmen in dem vorliegenden Szenario basieren auf Berechnungen einer 2020 veröffentlichten Studie von *Hofbauer et al. (2020)* zu technischen Produktionsanlagen. In dieser Untersuchung werden Investitionskosten, Mengengerüste und Preise für Anlagen zur Holzverwertung in unterschiedlicher Größe und mit verschiedenen Output-Mix ausgewiesen. Aufgrund der Detailliertheit und Aktualität der Daten ist diese Quelle für eine Impact-Analyse mit dem Modell ASCANIO besonders gut geeignet. Dabei werden zwei Effekte unterschieden:

- die Substitution eines fossilen Kraftstoffs durch einen erneuerbaren und
- die Auswirkungen der Investitionen zur Errichtung der Anlagen zur Kraftstoffproduktion.

Um die Anlagen zu errichten, die 1 Mio. fm Holz zu Kraftstoff verarbeiten können, sind Investitionen notwendig, die sich auf rund 566 Mio. € belaufen. Damit können knapp 90 Mio. l Kraftstoff pro Jahr erzeugt werden (dies entspricht etwas mehr als 1% des im Jahr 2019 im Inland abgesetzten Diesels. Neben Holz entstehen als Kuppelprodukte Naphta und Fernwärme.

Die notwendigen Preise pro Liter Kraftstoff aus Holz, um den Betrieb wirtschaftlich zu gestalten, belaufen sich auf 1,27 € (ohne MWSt) und sind damit merklich höher als die Netto-Dieselpreise. In dem untersuchten Szenario wird unterstellt, dass der erneuerbare Kraftstoff fossilem Diesel beigemischt wird. Somit können Biokraftstoffe der zweiten Generation die Treibhausgasbelastung des Verkehrssektors verringern. Eine Folge sind etwas geringere (Rohöl- und Diesel-)Importe. Weitere Folgen sind, dass sich die Produktionsstruktur zwischen den Sektoren etwas verlagert und die Dieseltreibstoffe sich leicht verteuern, weil die höheren Kosten des erneuerbaren Kraftstoffes auf die Verbraucher überwältzt werden.

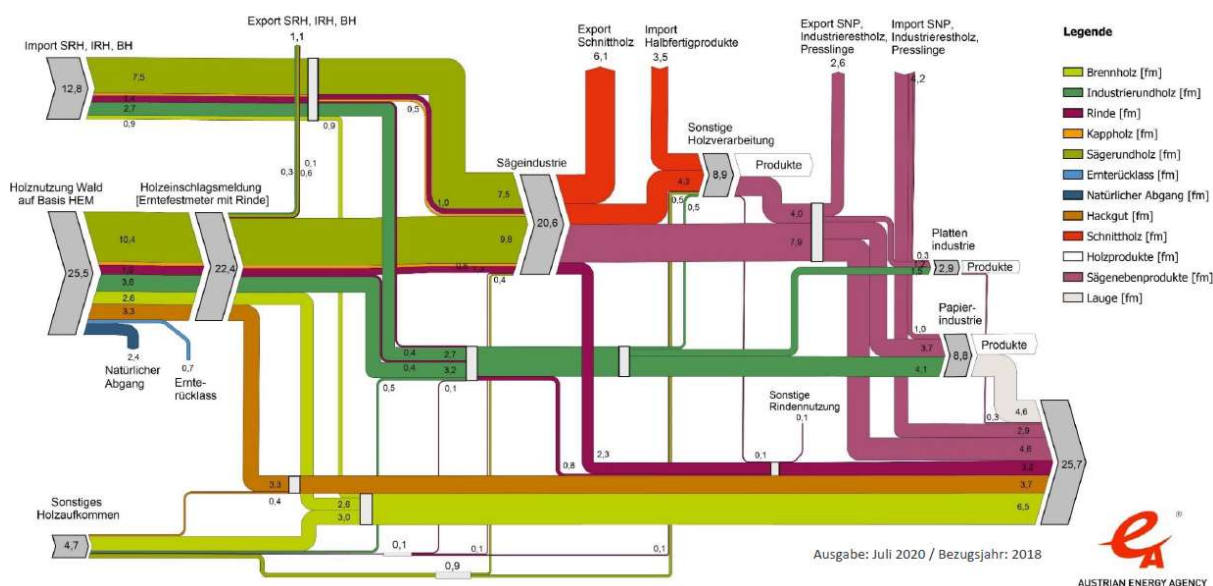
Die Modellsimulation zur Substitution des fossilen Kraftstoffs zeigt das Netto-Resultat von teilweise entgegengesetzten Einzelwirkungen: Das **nominelle BIP durch die Kraftstoffherzeugung** wird im neuen Gleichgewicht **um nahezu 100 Mio. € höher** geschätzt, die Auswirkungen auf das reale BIP sind mit etwa 20 Mio. € aber merklich geringer, und zwar wegen der Wirkungen im Preissystem. Im neuen Gleichgewicht werden ebenfalls etwa 1.400 zusätzliche Beschäftigungsverhältnisse geschätzt. Auch im Szenario "Kraftstoffe aus Holz" ergibt sich somit eine Steigerung der Realwirtschaft, trotz der (geringen) Preisauftriebstendenz, die sich durch die Annahme einer kostendeckenden Holz-diesel-Beimischung ergibt.

Eine zweite Simulation wurde durchgeführt zur Bestimmung der **Auswirkungen der Investition** in die Verarbeitungsanlagen. Die zeitliche Struktur der Investitionen, also die Geschwindigkeit der Umsetzung wurde dabei nicht abgeschätzt, sondern nur ein Gesamteffekt. Dieser ergibt sich zu etwa **450 Mio. € an heimischer Wertschöpfung** (der Effekt auf das heimische BIP ist mit 480 Mio. € ähnlich groß), wodurch 5.300 Jahres-Beschäftigungsverhältnisse ausgelastet werden. Während die Auswirkungen der Substitution des fossilen Kraftstoffes die angeführten Auswirkungen auf Dauer haben, sind die Effekte der Investition einmalig.

1. Einleitung und Problemstellung

Gemäß der Holzstromanalyse (Strimitzer, Höher, Nemestothy, 2020) wurden im Jahr 2018 in Österreich 25,5 Mio. Erntefestmeter (Efm) Holz geerntet, 12,8 Mio. Festmeter (fm) wurde importiert und das sonstige Holzaufkommen betrug 4,7 Mio. fm. Auf verschlungenen Wegen (siehe **Abbildung 1**) wurde es über mehrere Zwischenschritte verarbeitet und zu Produkten der Holzindustrie, der Plattenindustrie und der Papierindustrie verarbeitet. Eine annähernd der Erntemenge entsprechende Menge von Holz einschließlich Nebenprodukte (z.B. Lauge) wurde energetisch verwertet. In den einleitenden Abschnitten dieses Berichts wird der Blick aus der Perspektive der Volkswirtschaft auf den Cluster Forst- und Holzwirtschaft gelenkt, während in **Abbildung 1** der Blick auf die stoffliche Verwertung gerichtet ist.

Abbildung 1: Holzströme in Österreich im Jahr 2018



Q: Strimitzer, Höher, Nemestothy, 2020.

Ins Auge springt die große Menge Holz, die energetisch verwertet wird (25,7 Mio. fm). Diese Menge entspricht praktisch der Menge des geernteten Holzes im Jahr 2018. Nur ein Teil davon wird für die Marktproduktion von Energie (Strom aus Kraftwerken und KWK-Anlagen und Wärme aus Fernwärmanlagen) verwendet – lediglich dieser Anteil wird in den direkten volkswirtschaftlichen Effekten zu Beschäftigung und Wertschöpfung sichtbar. Die große Menge von Holz, die in Haushalten zur Energiegewinnung eingesetzt wird, bewirkt auch Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte, aber nur im vorgelagerten Bereich etwa im Holzhandel, der Pelletsherstellung und bei Herstellern von Heizanlagen und Installateuren.

Es stellt sich nun die Frage, ob nicht zusätzlich zu den im Schaubild dargestellten Produkten weitere Produktkategorien denkbar und auch möglich sind, die das Portfolio erweitern. Voraussetzung dafür sind technologische und organisatorische Prozesse, die in die Stoffströme eingreifen und neue Produkte ermöglichen.

Holzpellets sind ein gutes Beispiel dafür. Bevor sie als Produkt auf den Markt gekommen sind wurde der Rohstoff anders und aus heutiger Sicht inferior verwertet. Bis zur Marktreife von genormten und standardisierten Produkten mussten viele Innovationen in die Realität umgesetzt werden und es waren (und sind noch) erhebliche Investitionen in komplementäre Güter notwendig, um schließlich den Zweck zu erfüllen, nämlich die Dienstleistung Wärme bereitzustellen. Aufgrund der zahlreichen notwendigen Anpassungen (z.B. Logistik, Lagerräume, Feuerungsanlagen, etc.) dauert es lange Zeit bis sich ein neues Produkt dieser Art am Markt etablieren kann. In Österreich etwa wurden 443.000 t Pellets im Jahr 2005 produziert und mittlerweile beträgt die Produktion 1.441.000 t.¹

Unter dem Stichwort "stoffliche Nutzung" werden eine Fülle von Produkten in der Literatur diskutiert, die derzeit am Markt noch nicht etabliert sind für die aber bereits ein gewisses Potential absehbar ist oder schon besteht. Sie fallen in drei Kategorien:

- a) bisher thermisch oder anderwärtig genutzte Komponenten oder Nebenprodukte, die in der Holzverarbeitung anfallen und nach weiteren Verarbeitungsschritten als marktfähige Produkte angeboten werden können (z.B. Ethanol, das aus den Zuckerkomponenten in der Ablauge im Zuge der Papierherstellung gewonnen wird);²
- b) Güter, die aus Holz gewonnen werden können und bestimmte günstige Eigenschaften aufweisen und dadurch andere ersetzen können, die geringere Qualität haben oder mit anderen Nachteilen behaftet sind (z.B. Ersatz von fossilem Dieseltreibstoff durch zumindest gleichwertigen aus Holz gewonnenem Treibstoff);
- c) völlig neue Güter, die bisher am Markt noch gar nicht verfügbar sind und durch ihre spezifischen Eigenschaften neue Einsatzfelder ermöglichen (z.B. konstruktive Teile im Fahrzeugbau, Inhaltsstoffe für Kosmetikprodukte).

Es stellt sich nun die Frage, warum diese Produkte nicht schon am Markt verfügbar sind, wenn sie doch Vorteile aufweisen. Dies hängt vor allem mit den erzielbaren Preisen zusammen und mit der Notwendigkeit, komplementäre Prozesse und Abläufe simultan umzusetzen. Viele Güter, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, stehen in Konkurrenz zu Produkten auf fossiler Basis. Diese können sich vor allem deshalb am Markt behaupten, weil die Kosten zum Teil auf die Gesellschaft abgewälzt werden und/oder weil komplementäre Prozesse und Investitionen spezifische maßgeschneiderte Produkthanforderungen voraussetzen. So wurde die Erzeugung von Ethanol aus Nebenprodukten der Papierherstellung bisher nicht umgesetzt, weil die erforderlichen Investitionen sich nicht rechneten. Nach Anpassung der Rechtslage, die eine Beimischung von pflanzenbasierten Kraftstoffen der zweiten Generation zum fossilen Benzin erforderlich macht, ist nun ein Markt eröffnet, für den sich die Investitionen rechtfertigen lassen.

¹ vgl. <https://www.propellets.at/> (abgerufen 25. Okt. 2020).

² siehe <https://austrocel.com/bio-ethanol/> (abgerufen 25. Okt. 2020)

Aus einem bisher als nahezu wertlos erachteten Reststoff wird nun ein marktfähiges Produkt erzeugt. Das Ethanol aus Ablauge hat genau die gleichen Eigenschaften wie Ethanol, das derzeit aus Zucker oder Stärke gewonnen wird, aber als pflanzenbasierter Kraftstoff der ersten Generation kategorisiert ist, weil als Rohstoff Güter eingesetzt werden, die prinzipiell für die menschliche Ernährung geeignet sind.

Holz als Basis für Produkte, die solche ersetzen, bei deren Erzeugung oder Einsatz erhebliche Treibhausgasmengen entstehen, sind der Gegenstand der Fallstudien, die im folgenden Abschnitt vorgestellt wird. Im ersten Kapitel wird der vermehrte Einsatz von Holz in der Bauwirtschaft untersucht. Dabei geht es um die Frage, welche volkswirtschaftlichen Effekte aus dem Mehrereinsatz zu erwarten sind. Motiviert wird diese Untersuchung vor allem durch die steigende Nachfrage nach Wohnraum. Die Bevölkerung in Österreich wächst gemäß den aktuellen Prognosen von Statistik Austria und bis 2030 wird ein Anstieg um über 300.000 Personen erwartet (siehe **Übersicht 5**). Die Anzahl der Haushalte wird um über 200.000 zunehmen und somit wird auch der Bedarf an Wohnungen steigen. Schreibt man den bisherigen Zusammenhang von Bevölkerungsentwicklung und Wohnungsanzahl fort, so ist damit zu rechnen, dass der Wohngebäudebestand bis 2030 um 220.000 Einheiten zunehmen könnte (siehe **Übersicht 6** im Anhang). Diese Zahl basiert nicht auf einer Prognose in welcher Weise Einkommen, Wirtschaftsentwicklung und Maßnahmen der Raumordnungs- und Wohnpolitik als erklärende Faktoren betrachtet werden, sondern ausschließlich auf der zeitlichen Dynamik. Sie dient folglich lediglich zur Orientierung der Größenordnung einer ungebremsen Fortsetzung der bisherigen Entwicklung.

Die Zahl der Wohnungen dürfte rascher zunehmen als die Zahl der Haushalte, da in Österreich vermehrt Single-Wohnungen nachgefragt werden und die Zahl der Nebenwohnsitze zunimmt. Generell wird auch mehr Wohnraum pro Person angeboten und somit ist absehbar, dass der Bedarf nach Bauten signifikant steigen wird, da die Personen ja auch versorgt werden müssen (Schulen, Geschäfte etc.). In diesem Umfeld stellt sich die Frage, welche Folgewirkungen zu erwarten sind, je nachdem, ob die eine oder andere Bauform (Holz verglichen mit den Alternativen auf mineralischer Basis) überwiegt.

Die Fallstudie konzentriert sich auf die volkswirtschaftlichen Effekte. Ein Aspekt, der in diesem Zusammenhang beachtet werden muss ist, dass das in Gebäuden verbaute Holz über eine lange Dauer Kohlendioxid, das der Atmosphäre entnommen wurde, festlegt und somit speichert. Dieser Festlegung kommt also die gleiche Bedeutung zu wie Kohlenstoff, der im Boden oder im Bestand von Bäumen festgelegt ist (LULUCF – land use change and forestry). Während LULUCF in die Treibhausbilanz bereits Eingang gefunden hat, wird das in Bauwerken gespeicherte Holz derzeit (noch) nicht explizit berücksichtigt. Das in Gebäuden verbaute Holz wird derzeit in der Position "harvested wood products" in der Treibhausgasinventur berücksichtigt aber nicht gesondert ausgewiesen.

In den beiden Szenarien, die in den folgenden Abschnitten vorgestellten werden, wird unterstellt, dass eine Million Erntefestmeter pro Jahr im heimischen Wald zusätzlich geerntet wird und entweder der Verwendung "neue Stoffe" (konkret Kraftstoffe) zugeführt wird oder im Hochbau eingesetzt wird. Dabei stellt sich die Frage, ob diese Menge an zusätzlichem Holz überhaupt verfügbar und in nachhaltiger Weise bereitgestellt werden kann, ohne andere

Ökosystemdienstleistungen einzuschränken oder zu gefährden. Dies ist eine besondere Herausforderung. Aufgrund der vergleichsweise dichten Besiedelung fast aller Räume in Österreich sind die gesellschaftlichen Ansprüche (Schutzwirkung, Freizeitwirkung, Biodiversität, Wasserspeicherung, Festlegung von Kohlenstoff im Holzbestand und im Boden usw.) und die Bewirtschaftung eng verzahnt. Auf diesen Sachverhalt wird auch in einer aktuellen Bewertung der österreichischen Waldstrategie hingewiesen in der festgehalten wird, dass "die Nutzung von Naturräumen und der Erhalt unserer Artenvielfalt [...] sich nicht widersprechen [müssen]" (Kirchmeir, et al., 2020). Da wir in einer intensiv bewirtschafteten Kulturlandschaft leben, erwachsen aus den nationalen und internationalen Zielstellungen zum Klimaschutz und zur Biodiversität neue Anforderungen. Es muss folglich das Ziel sein, durch angepasstes Management den Zustand der Wälder zu verbessern. Gleichzeitig müssen Maßnahmen zur Anpassung an die absehbaren Klimabedingungen umgesetzt werden.

Ob und unter welchen Voraussetzungen dies möglich ist und ob eine vermehrte Holznutzung damit verträglich ist, wurde in einer 2019 vorgestellten Studie (Weiss, et al., 2019) untersucht. Hier ist nicht der Platz, um die vollständigen Ergebnisse dieses umfangreichen interdisziplinären Projekts zu präsentieren. Es geht darum, zentrale Aussagen festzuhalten, die für die hier getroffenen Annahmen relevant sind. In dieser Untersuchung wurden zwei Szenarien einer weitgehend unveränderten Nutzung unter verschiedenen Klimabedingungen untersucht und darüber hinaus wurde auch ein Kalamitäts-, ein Vorratsaufbau-, ein Baumartenwechsel- und ein Umtriebsverkürzungsszenario analysiert. Im Blickpunkt des Interesses stand neben der Speicherung von Kohlenstoff im Wald (Biomasse im Holzbestand und Humus im Boden) auch das zur wirtschaftlichen Nutzung verfügbare Holzangebot und seine Verwertung als Schnittholz und zur Produktion von Papier und Pappe. Ein zentrales Ergebnis der Studie (Weiss, et al., 2019, S. 24) ist, dass

"die Strategie einer Reduktion der Nutzung gegenüber dem business-as-usual [...] der notwendigen Dekarbonisierung zur Erreichung der Paris-Agreement Ziele nicht förderlich" sei.

Mit Ausnahme des Szenarios Vorratsaufbau wird in allen Szenarien eine deutlich höhere Holzproduktion über mehrere Jahrzehnte ausgewiesen, die im Kalamitätsszenario nicht gewünscht, sondern Folge von Schadereignissen ist.

In den beiden folgenden Abschnitten werden Szenarien vorgestellt, in denen eine um 1 Mio. fm erhöhte Erntemenge angenommen wird, die stofflich bzw. im Bau verwertet wird. Die beiden Szenarien sind kompatibel mit den Aussagen im Abschnitt "Analyse der Lebenszyklus-THG-Emissionen von Holz- und Ersatzprodukten" in der Untersuchung von Weiss et al. (2019). In einem Fall geht es um den Ersatz von Treibstoffen, die bisher auf fossilen Rohstoffen basieren und somit die Treibhausgasemission verringern, wobei das im Holz gespeicherte Kohlendioxid nach der Nutzung gleich wieder in die Atmosphäre abgegeben wird. Im zweiten Fall geht es um die Speicherung von Kohlenstoff in Gebäuden mit dem Potential einer kaskadischen Nutzung. Somit kann über lange Zeiträume ein hoher Vorrat aufgebaut werden. Die hier vorgestellten Szenarien sind konsistent mit einer Kernaussage der Untersuchungen von Weiss, et al. (2019, S. 18):

"Für sämtliche Einsatzbereiche weisen die Holzprodukte geringere THG-Emissionen über den Lebenszyklus auf als die Ersatzprodukte aus anderen Materialien, es werden durch Holzprodukte durchwegs Emissionen vermieden [...]".

2. Volkswirtschaftliche Effekte eines Szenarios "mehr Holz im Bau"

Zahlreiche Untersuchungen (z.B. Hesser, 2012) zeigen, dass Holz im Bau signifikante Klimavorteile bieten kann. Mit der Verwendung von Holz in der Bauwirtschaft beschäftigen sich auch viele internationale Studien, jedoch jeweils mit spezifischen Zielstellungen. Gustavsson *et al.* (2006) untersuchten die Rolle des Baustoffs mit dem Ziel, die Treibhausgasemissionen zu verringern. Auch Studien neueren Datums beschäftigen sich mit der Fragestellung und präsentieren dazu aktuelleres Zahlenmaterial (z.B. Mata *et al.*, 2020, Korosuo *et al.*, 2020). Heräjärvi (2019) stellte für Finnland und auf globaler Ebene Schätzungen vor, wie viel Kohlenstoff in Gebäuden festgelegt wird bzw. festgelegt werden kann.

Hafner *et al.* (2017a, b) legten detaillierte Untersuchungen zum Lebenszyklus von Holzgebäuden im Vergleich zu anderen Haustypen vor. Jasinevičius *et al.* (2015) zeigen die Methoden auf, die verwendet werden, um die Position "harvested wood products" in den nationalen Treibhausgasinventuren zu ermitteln. Kalcher, Praxmarer und Teischinger (2017) beschäftigten sich mit der Frage der Zweitnutzung von Holz, das nach dem Ende der Nutzungsphase anfällt. Kalt (2018) stellt Berechnungen für Österreich vor in denen eine Methode angewandt wird, die von jener, die in der österreichischen Inventur verwendet wird abweicht.

Außer Zweifel steht, dass die Herstellung von Beton mit erheblichen Emissionen verbunden ist, da neben den energiebezogenen auch prozessbedingten Emissionen anfallen. Durch das Brennen von Kalk zu Zementklinker wird mineralisch gebundenes CO₂ frei. Mehr als die Hälfte der Gesamtemissionen bei der Zementherstellung ist durch diese chemische Reaktion bedingt. In Österreich wird allerdings pro Tonne Zement besonders wenig CO₂ freigesetzt. Während in der EU-28 der Ausstoß im 0,62 t CO₂ je t Zement im Jahr 2014 betrug, war er nur 0,55 t CO₂ je t Zement in Österreich (vöz, 2016). Dies war unter anderem auf den geringen Klinkeranteil und geringen Einsatz fossiler Energieträger zurückzuführen.

In dem hier vorgestellten Szenario wird davon ausgegangen, dass 1 Mio. fm Holz zusätzlich geerntet wird, und dieses im Bauwesen eingesetzt wird. Unterstellt wird, dass Holz anstelle des Baustoffs Beton zum Einsatz kommt. Die Simulation soll abschätzen, ob und wie sich diese Umschichtung von Baustoffen auf die österreichische Wirtschaft auswirken könnte, konkret auf Wertschöpfung und Beschäftigung.

Die Wirkungsrichtung einer Umstellung des Input-Mix in der Bauwirtschaft auf das Wirtschaftssystem ist a priori nicht ganz klar. Dies ist typischerweise der Fall, da sich der Wirtschaftskreislauf komplex darstellt und nicht alle Folgewirkungen von vornherein immer klar sind. In welcher Weise veränderte Annahmen zu Ergebnissen beitragen kann eigentlich erst beurteilt werden, wenn die ein Szenario analysiert ist.

Im konkreten Fall wird aber von einem tendenziell positiven Effekt ausgegangen, und zwar in erster Linie aufgrund der Vorleistungsbeziehungen: Bei der Herstellung von 100 € an Baustoffen werden rund 38 € an heimischer Wertschöpfung generiert. Fast 20 € an Vorleistungen werden importiert (davon etwa ein Fünftel an Bergbau- und Mineralölprodukten). Bei forstlichen Produkten ist diese Bilanz deutlich günstiger für die heimische Wirtschaft. Hier werden pro 100 € Umsatz fast 50€ an (heimischer) Wertschöpfung geschaffen, nur 3 € werden direkt an Vorleistungen importiert. Zusätzliche Wirkungen kommen über indirekte Kanäle zustande – auch Vorleistungen müssen produziert werden. Da der Importgehalt der forstlichen Vorleistungen deutlich geringer ist als bei Baustoffen, wird auch daraus ein positiver Impuls für die heimische Wirtschaft erwartet.

Bezüglich der Eingangsdaten sind mehrere ergänzende Annahmen notwendig, um die Ausgangssituation "1 Mio. fm an zusätzlichem Holz" in ein Zahlenwerk zu transformieren, das in einer Modellsimulation analysiert werden kann. Ganz wesentlich dabei sind Preise, und zwar vor allem jene für Bauholz bzw. Beton, da diese – neben den physischen Mengen - die Auswirkungen des Ersatzes von Beton durch Holz auf die Baukosten (und damit die Baupreise) bestimmen. Gemäß den hier getroffenen Annahmen wird für Bauholz ein Preis von rund 170 € und für Fertigbeton (inkl. Stahlbewehrung) von 120 € jeweils pro Kubikmeter angenommen.

Die für Österreich ausgewiesenen Holzströme (*Strimitzer, Höher und Nemestothy, 2020*) liefern Anhaltspunkte über die durchschnittliche Holzverwendung in Österreich. Insgesamt verarbeitete die österreichische Sägeindustrie 20,6 Mio. fm Holz zu 10,4 Mio. fm Schnittholz. Von 7,9 Mio. fm Sägenebenprodukten aus heimischem Aufkommen wurden 3,7 Mio. fm in der Papierindustrie eingesetzt. Der Rest wurde neben der Papierindustrie für die Energieerzeugung herangezogen (2,3 Mio. fm). Aus dem Ausland werden 1 Mio. fm Sägenebenprodukte ebenfalls für die Papierindustrie bezogen. Im untersuchten Szenario wird die Annahme getroffen, dass 50% der zusätzlich geernteten Holzmenge von 1 Mio. fm als Schnittholz im Baubereich verwendet werden können. Die übrige Menge wird in dem untersuchten Szenario als Rohstoff in der Papiererzeugung eingesetzt. Als Preis werden 30€/Schüttraummeter angesetzt. Im Szenario wird angenommen, dass das daraus erzeugte Papier Importe substituiert.

Das physische Substitutionsverhältnis – also welche Menge an Beton kann durch eine bestimmte Menge an Bauholz ersetzt werden – wird aus *Pölzl, Braschel und Fritz (2015, S. 5)* entnommen. Dabei zeigt sich ein Mengenverhältnis von rund 2:3, also 1 m³ Holz ersetzt rund 1,5 m³ Beton. Damit ergibt sich als Näherung eine fast kostenneutrale Substitution von Beton durch Holz:

- Holz: 1 m³ x 170 €/m³ = 170 €
- Beton: 1,5 m³ x 120 €/ m³ = 180 €

Die Auswirkungen auf die Baukosten und -preise sind damit vernachlässigbar gering. Der Umstand, dass am Markt sowohl Bauten mit hohem als auch geringem Holzanteil abgesetzt werden, wie die Daten der Baubewilligungen zeigen, legt nahe, dass für viele Nachfrager beide Typen gleichermaßen attraktiv sind. Dies ist ein Indiz, dass die Preisunterschiede nicht allzu groß sind.

Übersicht 1: **Die Ergebnisse des Szenarios "mehr Holz im Bau" im Überblick**

Kenngroße	Einheit	Effekt
nominelles BIP	Mio. €	+79
reales BIP	Mio. €	+66
Beschäftigung	Beschäftigungsverhältnisse	+1.380

Q: WIFO-Berechnungen.

Gemäß den oben getroffenen Angaben ergibt das Szenario in dem Beton durch zusätzliche geerntete Holzprodukte im Ausmaß von 1 Mio. fm ersetzt wird mit dem Modell ADAGIO eine zusätzliche Wertschöpfung von fast 80 Mio. € (bzw. real 66 Mio. €) pro Jahr. Damit werden rund 1.400 zusätzliche Beschäftigungsverhältnisse in Österreich ausgelastet.

Die hier ausgewiesenen Ergebnisse hängen in Bezug auf die genaue Größe von den getroffenen Annahmen über Preise und Mengen ab, aber nicht in Bezug auf die grundlegenden Zusammenhänge. Auch bei deutlich anderen Annahmen bleibt die expansive Richtung im Wesentlichen erhalten, da die Effekte vor allem von der unterschiedlichen Vorleistungsstruktur determiniert werden.

Die Simulationsberechnungen beziehen sich auf die gleiche Baseline, die auch im Kapitel 7 verwendet wurde. Es wurde hier also nicht ein Szenario untersucht, das eine Situation in der Zukunft beschreibt, wie die in den Care-For-Paris angestellten Berechnungen (Weiss, et al., 2019), sondern eine Was-wäre-wenn-Situation in der Gegenwart. Eine wie hier beschriebene Verdrängung von Beton durch Holz in der Bauwirtschaft hätte natürlich auch Jobverlust und Verlust von Wertschöpfung in den betroffenen Branchen und den vorgelagerten Zulieferbetrieben zur Folge. In den oben vorgestellten Effekten sind die Zuwächse mit den Rückgängen gegengerechnet, es handelt sich also um einen Netto-Effekt auf der Ebene der Volkswirtschaft. Für die betroffenen Branchen würde ein solches Szenario erheblichen Anpassungsbedarf erfordern. Dieser ist allerdings abgemildert in einer Situation, in der der Markt insgesamt wächst.

Im vorigen Abschnitt wurde argumentiert, dass aufgrund der Zunahme der Bevölkerung ein beträchtlicher Bedarf an neuen Wohnungen besteht. Gleichzeitig besteht weiterhin ein großer Bedarf an Erneuerung und Sanierung, da viele Gebäude noch nicht ausreichend gut den Anforderungen genügen, die notwendig sind, um die für 2030 ins Auge gefassten Klimaziele zu erreichen.

Der vermehrte Einsatz von Holz im Bau ist eine wirksame und für die Volkswirtschaft insgesamt mit Vorteilen verbundene Option zur Erreichung dieses Ziels. Selbst 2040, dem Jahr in dem gemäß der Bundesregierung Österreich netto-klimaneutral sein soll (Bundeskanzleramt, 2020), wird man auf Beton nicht verzichten können, da er für die Fundierung und strukturelle Kernelemente von Bauten weiterhin notwendig sein wird. Herauszufinden ob und wie es gelingen kann, die Netto-Klimaneutralität von Gebäuden durch geschickte Kombination von Holz und mineralischen Baustoffen zu erreichen, ist eine immer drängender werdende Herausforderung. Erreichbar scheint dies etwa, wenn die Gebäude eine lange Haltbarkeit und Nutzungsdauer haben und der in den Gebäuden gespeicherte Kohlenstoff den Emissionen von CO₂ im Herstellungsprozess gegengerechnet werden kann.

2.1 Volkswirtschaftliche Effekte eines Szenarios "Kraftstoff aus Holz"

In diesem Szenario wird ebenfalls davon ausgegangen, dass eine zusätzliche Menge von 1 Mio. fm Holz in Österreich geerntet wird. Auch diesmal wird die gleiche Baseline verwendet wie in den Modellanalysen der vorigen Abschnitte. In diesem Szenario wird unterstellt, dass diese Holzmenge in der Chemieindustrie Verwendung findet, um daraus einen Kraftstoff herzustellen, der fossilen Diesel ersetzen kann, und um weitere holzbasierte Nebenprodukte herzustellen. Diese sind Naphta und Fernwärme als Kuppelprodukte.

Die Anzahl der Produkte, die aus Holz hergestellt werden können, aber am Markt noch nicht etabliert sind, sind sehr zahlreich. In diesem Szenario wird eine Stoffgruppe gewählt, die aufgrund bereits bestehender komplementärer Investitionen unmittelbar eingesetzt werden kann (konkret in Dieselmotoren) und bei der keine neuen Logistiksysteme entwickelt werden müssen. Gleichzeitig besteht dringender Handlungsbedarf. Der Verkehrssektor ist jener Bereich in Österreich, der in Bezug auf das Erreichen der Klimaziele den größten Anpassungsbedarf hat.

Der öffentliche Verkehr Österreichs ist zu einem großen Teil bereits klimaneutral und für PKWs gibt es neuerdings am Markt verfügbare Antriebe, die im Betrieb emissionsfrei betrieben werden können (wenn der passende Strommix gewählt wird). Für Flugzeuge, Baumaschinen, Fernreisebusse, LKWs, Traktoren und dieselbetriebene Loks sind vergleichbare Alternativen (abgesehen von Biofuels der ersten Generation) derzeit noch nicht praktikabel. Um einen Beitrag für die 2030 und 2040 (Bundeskanzleramt, 2020) angestrebten Ziele der Emissionsminderung zu leisten, bieten sich folglich Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen (darunter Holz) an.

Die zentralen Annahmen in dem vorliegenden Szenario basieren auf Berechnungen von *Hofbauer et al. (2020)*. In dieser Untersuchung werden Investitionskosten, Mengengerüste und Preise für Anlagen zur Holzverwertung in unterschiedlicher Größe und mit verschiedenen Output-Mix ausgewiesen. Aufgrund der Detailliertheit und Aktualität der Daten ist diese Quelle für eine Impact-Analyse mit dem Modell ASCANIO besonders gut geeignet.

Schlüsselergebnisse dieser Studie, die für die vorliegenden Berechnungen grundlegend sind, werden im Anhang II in **Übersicht 7** und **Übersicht 8** wiedergegeben. Von den in *Hofbauer et al. (2020)* untersuchten alternativen Vorhaben wird die Variante 1 Option 2 ausgewählt. Dabei wird ein mittlerer Holzpreis unterstellt und als Hauptprodukt Kraftstoff untersucht. In den übrigen Varianten werden andere Preisszenarien, Anlagengrößen und ein anderer Outputmix untersucht. Die in *Hofbauer et al. (2020)* vorgestellten Technologien sind in kleineren Anlagen bereits erprobt. Für Anlagen im großen Maßstab fehlen aber teils noch Erfahrungswerte. Somit sind die damit verbundenen Investitionen mit einem Risiko verbunden und die Verwirklichung dürfte schwieriger sein als ein Szenario wie es vorhin beschrieben wurde.

Um die Anlagen zu errichten, die 1 Mio. fm Holz zu Kraftstoff verarbeiten können, sind Investitionen notwendig, die sich auf rund 566 Mio. € belaufen. Auf der Grundlage von Erfahrungswerten mit vergleichbaren Vorhaben wird die Annahme getroffen, dass die Kosten im Wesentlichen aus Bauleistungen (im Ausmaß von 170 Mio. €) und aus maschinellen Anlagen mit den entsprechenden Planungsdienstleistungen bestehen. Betreffend Maschinenausstattung wird angenommen, dass diese zu 50% heimisch und importiert wird. Für die Menge von 1 Mio. fm

Holz sind 2,8 Anlagen von jenem Typ nötig, die in *Hofbauer et al. (2020)* vorgestellt wurden. Damit können knapp 90 Mio. l Kraftstoff pro Jahr erzeugt werden (dies entspricht etwas mehr als 1% des im Jahr 2019 im Inland abgesetzten Diesels; vgl. *BMK, 2020, S. 31*). Neben Holz entstehen als Kuppelprodukte Naphta und Fernwärme. Die Anlagen müssen somit in der Nähe von entsprechend großen Wärmeverbrauchern angesiedelt sein.

Die notwendigen Preise pro Liter Holzdiesel, um den Betrieb wirtschaftlich zu gestalten, belaufen sich auf 1,27 € (ohne MWSt). Das ist merklich höher als der in den Kalkulationen unterstellt Netto-Dieselpreis von 1,03 €/l (ohne MWSt, aber inklusive MÖSt). Da Holzdiesel nicht mineralischen Ursprungs ist, unterliegt er nicht der MÖSt. In dieser Berechnungsvariante wird ein massenbezogener Energiepreis für Holz von 75 €/t_{atro} unterstellt, das sind 15,68 €/MWh (*Hofbauer, et al., 2020*).

Zu Kosten von 1,27€/l ab Fabrik ist Kraftstoff aus Holz derzeit nicht konkurrenzfähig. Unter veränderten Rahmenbedingungen könnte sich die Situation aber zugunsten des weitgehend klimaneutralen Treibstoffs wenden. Die Differenz könnte gedeckt werden

- durch Subventionen (entweder der Investition oder des Gutes),
- durch höhere Besteuerung der Emissionen aus fossilen Treibstoffen,
- durch die Verwendungen des teureren Kraftstoffes ausschließlich für bestimmte Zwecke (z.B. zertifizierte klimaneutrale Transportdienstleistungen), oder
- durch eine Verteuerung der Kraftstoffe, die an Tankstellen abgegeben werden, indem der erneuerbare Kraftstoff dem mineralischen beigemischt wird.

Im hier vorgestellten Szenario wird von der zuletzt genannten Option ausgegangen, also einer Beimischung von Holzdiesel zu fossilem Diesel. Voraussetzung ist eine entsprechende Qualität des erneuerbaren Kraftstoffes. Diese Option wurde gewählt, weil damit die Möglichkeit besteht, den Anteil erneuerbarer Kraftstoffe für die Gesamtflotte zu erhöhen und die Treibhausgasemission zu senken, ohne dass dadurch das Volumen von Biokraftstoffen der ersten Generation ausgeweitet werden muss. Die Beimischung des erneuerbaren Kraftstoffes und Reduktion des fossilen Kraftstoffes im gleichen Umfang führt zu einer Verteuerung der Kraftstoffe um 21 Mio. Euro, was etwa 0,1% der Treibstoffkosten entspricht. Verkehrsdienstleistungen werden in der Volkswirtschaft somit etwas teurer, Verbrauchern steht etwas weniger Geld für andere Güter zur Verfügung.

Übersicht 2: Vorleistungsstruktur im Szenario "Kraftstoff aus Holz"

Kostenposition	Einheit	1 Anlage	Anlagen für 1 Mio. fm	I-O Position
Holz	Euro/Jahr	11.100.000	31.121.000	A02
Wartung	Euro/Jahr	4.070.000	11.411.000	C33
Versicherung	Euro/Jahr	3.030.000	8.495.000	K65
Wasser	Euro/Jahr	882.000	2.472.000	E36
Bettmaterial: Olivin und Kalk	Euro/Jahr	143.437	402.000	B08
andere chemische Betriebsmittel	Euro/Jahr	5.624.562	15.769.000	C20
Strom	Euro/Jahr	4.800.000	13.457.000	D35
Entsorgung Abwasser	Euro/Jahr	950.000	2.664.000	E37
Deponie Asche	Euro/Jahr	250.000	701.000	E37
Personal in der Anlage	Euro/Jahr	450.000	1.262.000	Wages
Abschreibung	Euro/Jahr	10.100.000	28.318.000	Depreciation
Zinsen	Euro/Jahr	12.120.000	33.981.000	Profits

Q: Hofbauer et al. (2020); eigene Berechnungen.

In der Modellsimulation stellt sich dieses Szenario damit etwas komplexer dar als das Szenario "mehr Holz im Bau", da hier auch (wenn auch recht geringe) Preiseffekte auftreten. Die Verteuerung des Verkehrs erhöht das heimische Preisniveau und verschlechtert damit (geringfügig) die Terms-of-Trade und somit die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Wirtschaft. Importe werden daher (ceteris paribus) steigen und die Exporte fallen, da gemäß den getroffenen Annahmen nicht davon ausgegangen wird, dass vergleichbare Vorhaben in den übrigen Ländern umgesetzt werden.

Der produzierte Holzdiesel ersetzt konventionellen Kraftstoff im Umfang von rund 90 Mio. l. Ohne MWSt (aber inkl. MÖSt) entspricht dies rund 92 Mio. €, die der Mineralölwirtschaft als Absatzmenge verloren gehen. Dieser Sektor ist importintensiv: ein Großteil des Rohöls wird aus dem Ausland zugekauft. Der Rohstoff für den Holzdiesel ist hingegen definitionsgemäß heimischer Provenienz, er stammt aus der österreichischen Forstwirtschaft. Damit ist ein positiver Effekt für die heimische Wertschöpfung zu erwarten.

Mögliche negative Effekte auf Wertschöpfung und Beschäftigung resultieren aus zwei Kanälen: zum einen ist der oben bereits erwähnte – geringe – Preisauftrieb zu nennen; zum anderen bewirkt der Ausfall der MÖSt (für Holzdiesel wird keine MÖSt angenommen) einen relativ hohen Entfall von Steuereinnahmen. Diesbezüglich wird die Annahme getroffen, dass es zu einem entsprechenden Rückgang der öffentlichen Ausgaben kommt. Der private Konsum ändert sich ebenfalls in seiner Struktur, wenn auch geringfügig: Da nun für Treibstoffe etwas mehr ausgegeben werden muss, sinken die Ausgaben für die übrigen Konsumgüter. Dies hat ebenfalls dämpfende Wirkung auf die Wirtschaftsleistung.

Übersicht 3: Die Effekte des Szenarios "Kraftstoffe aus Holz" im laufenden Betrieb im Überblick

Kenngröße	Einheit	Effekt
nominelles BIP	Mio. €	+95
reales BIP	Mio. €	+20
Preisindex	PP	0,001
Beschäftigung	Beschäftigungsverhältnisse	+1.400
Importe	Mio. €	75
Exporte	Mio. €	2

Q: WIFO-Berechnungen.

Die Modellsimulation zeigt das Netto-Resultat dieser (teilweise) entgegengesetzten Singulärwirkungen: Das nominelle BIP wird im neuen Gleichgewicht um nahezu 100 Mio. € höher geschätzt, die Auswirkungen auf das reale BIP sind mit etwa 20 Mio. € aber merklich geringer. Im neuen Gleichgewicht werden etwa 1.400 zusätzliche Beschäftigungsverhältnisse geschätzt. Auch im Szenario "Kraftstoffe aus Holz" ergibt sich aber eine Steigerung auch der Realwirtschaft, trotz der (geringen) Preisauftriebstendenz, die sich durch die Annahme einer kostendeckenden Holzdiesel-Beimischung ergibt. Die (nominellen) Exporte bleiben praktisch konstant. Die Importe steigen, trotz der Substitution von (importiertem) Rohöl durch (heimisches) Holz. Ein Grund dafür ist, dass die direkten Auswirkungen auf die Rohölimporte relativ gering ausfallen. Die per Saldo expansive Wirkung führt zu einer erhöhten Nachfrage nach Importen.

Neben den Wirkungen durch den laufenden Betrieb und die Substitution von Mineralöl sind auch mit den notwendigen Investitionen von 566 Mio. € merkliche Wirkungen verbunden. Diese Investitionssumme ist für Anlagen nötig, um 1 Mio. fm Holz pro Jahr verarbeiten zu können.

Die zeitliche Struktur dieser Investitionen (also die Geschwindigkeit der Umsetzung und der Skalierung) ist allerdings nicht abschätzbar. In der Analyse wurde daher nur ein Gesamteffekt abgeschätzt. Dieser ergibt sich zu etwa 450 Mio. € an heimischer Wertschöpfung (der Effekt auf das heimische BIP ist mit 480 Mio. € ähnlich groß), wodurch 5.300 Jahres-Beschäftigungsverhältnisse ausgelastet werden.

Übersicht 4: Die Effekte des Szenarios "Kraftstoffe aus Holz" durch die Investition

Kenngröße	Einheit	Effekt
nominelles BIP	Mio. €	+480
Beschäftigung	Beschäftigungsverhältnisse	+5.300

Q: WIFO-Berechnungen.

Das hier vorgestellte Szenario ist nur eines von mehreren denkbaren. Es wurde gewählt, weil im Transportsektor im Gegensatz zu allen anderen Bereichen eine eklatante Fehlentwicklung in Bezug auf die Treibhausgasemissionen sichtbar ist. Es müssen daher viele Maßnahmen ineinandergreifen und alle wirtschaftlich verfügbaren Technologien eingesetzt werden, um die angepeilten Ziele zu erreichen. Der Anlagentyp, der hier unterstellt wurde, ist spezifisch im Hinblick auf hohe Treibstoffausbeute konzipiert. In *Hofbauer et al. (2020)* werden auch andere Verfahren vorgestellt. Mit den anderen Anlagen können z.B. Gase oder feste Kohlenwasserstoffverbindungen produziert werden, die Grundlage für eine Vielzahl von anderen Produkten sein

können. Mit diesen Technologien kann es gelingen die Transformation der Wirtschaft in Richtung Klimaneutralität und Nachhaltigkeit in die Tat umzusetzen.

3. Schlussfolgerungen und Ausblick

In der vorliegenden Studie wurden die volkswirtschaftlichen Auswirkungen von zwei Szenarien untersucht in denen jeweils 1 Mio. fm Holz zusätzlich in den Wirtschaftskreislauf eingebracht werden. Dabei geht es nicht um die Evaluierung einer konkreten Politik, sondern um die explorative Analyse von Situationen, die derzeit zur Diskussion stehen. Die österreichische Bundesregierung sieht vor, dass Österreich im Jahr 2040 klimaneutral sein soll (Bundeskanzleramt, 2020) und der Europäische Rat hat kürzlich beschlossen, dass die Treibhausgasemission der EU bis 2030 um 55% gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden sollen (Europäischer Rat, 2020). Dies ist eine große Herausforderung für Österreich angesichts der Tatsache, dass die Emission von Treibhausgasen im Jahr 2019 den Wert von 1990 um 1,4 Mio. t überschritten haben (Umweltbundesamt, 2021).

Die Forst- und Holzwirtschaft kann wichtige Beiträge dazu leisten, dass die angestrebten Ziele auch erreicht werden können. Dazu bietet sie zweierlei Lösungszugänge an: zum Einen können aus Holz Güter hergestellt werden, die Produkte auf fossiler Basis ersetzen können und zum Anderen kann das im Holz festgelegte Kohlendioxid, wenn es zu dauerhaften Holzprodukten verarbeitet wird, lange gespeichert werden und somit aus der Atmosphäre entzogen werden.

In den beiden Untersuchungsszenarien wurden die Möglichkeiten ausgelotet, diese beiden Lösungsansätze zu verwirklichen. Dabei steht nicht im Vordergrund wie genau dies bewerkstelligt werden kann, sondern welche wirtschaftlichen Folgen zu erwarten sind. In beiden Untersuchungsszenarien wird unterstellt, dass Holz andere Stoffe substituiert, dass es also zu einer Umverlagerung der Material- und Stoffströme kommt. Dies hat zur Folge, dass einzelne Branchen Marktanteile verlieren und somit Wertschöpfung und Beschäftigung verloren gehen. Im Szenario zum erneuerbaren Kraftstoff wird zudem auch ein Preiseffekt berücksichtigt, da der zu ersetzende fossile Diesel billiger ist als der erneuerbare Ersatz. Selbst unter diesen Annahmen zeigt sich in beiden Szenarien ein Zuwachs an Wertschöpfung und Beschäftigung für die österreichische Volkswirtschaft.

Dies bedeutet, dass weniger ökonomische Faktoren einem vermehrten Einsatz von Holz entgegenstehen, sondern andere Gründe. Die Erleichterung des Einsatzes von Biokraftstoffen der zweiten Generation kann ein wirksamer Schritt sein, um den Umstieg von fossilen zu klimaneutralen Treibstoffen zu ermöglichen. Selbst wenn die Elektrifizierung des Individualverkehrs rasch gelingen sollte, verbleiben Anwendungsbereiche, in denen kohlenstoffbasierte Kraftstoffe weiterhin notwendig sein werden, bevor Technologien auf Wasserstoffbasis auch diesen Umstieg in noch umweltfreundlichere Technologien ermöglichen. Für Baugeräte oder landwirtschaftliche Fahrzeuge gibt es derzeit und auf absehbare Zeit keine praktikablen Alternativen zu Dieselmotoren am Markt. Die untersuchten Anlagen sind in der Lage, einen solchen Kraftstoff zu erzeugen.

Die vorliegende Untersuchung hat sich auf die wirtschaftlichen Folgewirkungen konzentriert. Waldbauliche Aspekte wurden ausgeklammert indem auf rezente Literatur verwiesen wird

aufgrund der sich schlüssig argumentieren lässt, dass die hier untersuchten Mengen die Grenzen einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung nicht sprengen werden. Die Klimawirkungen eines vermehrten Einsatzes von Holz in der österreichischen Volkswirtschaft sind ebenfalls in der Analyse nicht betrachtet worden. Wie die zitierte Literatur zeigt, sind dazu Lebenszyklusanalysen nötig, in denen die jeweiligen Prozesse in großer Detailliertheit untersucht werden müssen. Die Untersuchung liefert aber zumindest Anhaltspunkte dazu, welche Auswirkungen auf die Klimabilanz Österreichs zu erwarten sein dürften. Sieht man von den Wechselwirkungen in den vor- und nachgelagerten Sektoren ab und konzentriert man sich nur auf die direkten Aspekte, die untersucht wurden, also die Einsparung von fossilem Treibstoff und die dauerhafte Festlegung von Kohlendioxid in Baukörpern, so kann eine erste grobe Abschätzung vorgelegt werden. Durch den Kraftstoff, der aus 1 Mio. fm gewonnen wird, können pro Jahr 232.500 t Kohlendioxid eingespart werden, da 90 Mio. l Diesel aus fossilen Rohstoffen ersetzt werden. Über die Laufzeit der Investition in die Produktionsanlagen ergibt sich daraus die 20-fache Menge von eingespartem CO₂.

Die Festlegung der Treibhausgase durch die Verwendung von mehr Holz im Bau wird in der Position "harvested wood products" in der Treibhausgasbilanz berücksichtigt. Dort quantifiziert eine Modellberechnung die Ersparnis in dem eine Halbwertszeit von mehreren Jahrzehnten berücksichtigt wird, während welcher das in den Produkten gebundene Kohlendioxid dauerhaft der Atmosphäre entzogen ist. In dem untersuchten Szenario wird 1 Mio. fm Holz betrachtet, das für die Herstellung von dauerhaften Produkten verwendet wird, nämlich Bauholz und Papier. Wendet man die von der *Hagauer et al. (2009)* empfohlene Umrechnung von Volumen in Gewicht an, so beträgt das Trockengewicht von 1 fm Holz (Nadel- und Laubholz gemischt) 417 kg. Unter der Annahme, dass der C-Anteil 50% ist errechnet sich ein CO₂-Äquivalent von 0,765 t je fm. Ob es tatsächlich gelingt, aus 1 Mio. fm zusätzlich geerntetem Holz 0,765 Mio. t CO₂ in dauerhaften Produkten festzulegen, muss in weiteren Analysen untersucht werden. Gelingt es zumindest die Hälfte, also 0,38 Mio. t, über das im Schnittholz gebundene CO₂ dauerhaft in Bauwerken festzulegen, ist schon viel gewonnen, da diese Menge Jahr für Jahr der Atmosphäre zusätzlich entzogen werden kann. Dies ist eine beachtenswerte Menge, da die Emissionen Österreichs im Jahr 2019 mit 79,8 Mio. t beziffert wurden. Somit könnte nahezu ein halbes Prozent der Emissionen durch eine vermehrte Holzverwendung im Bau ausgeglichen werden.

Literatur

- BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2020, Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2020, Eigenverlag, Wien.
- Bundeskanzleramt, 2020, Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020 – 2024. Eigenverlag, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/die-bundesregierung/regierungsdokumente.html> (abgerufen 3. März 2020).
- Europäischen Rat, 2020, Tagung des Europäischen Rates (10. und 11. Dezember 2020) – Schlussfolgerungen. EUCO 22/20 CO EUR 17 CONCL 8. Online verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/media/47346/1011-12-20-euco-conclusions-de.pdf> (abgerufen 12. Dez. 2020).
- Gustavsson, L., Madlener, R., Hoen, H.-F., Jungmeier, G., Karjalainen, T., Klöhn, S., Mahapatra, K., Pohjola, J., Solberg, B., Spelter, H., 2006, The Role of Wood Material for Greenhouse Gas Mitigation, *Mitig Adapt Strat Glob Change*, 11(5–6), pp. 1097–1127.
- Hafner, A., Rüter, S., Ebert, S., S., S., Holger, K., L., C., S., D., Kleinhenz, M., Krechel, M., 2017a, Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden - Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau), 2017.
- Hafner, A., Schäfer, S., 2017b, Comparative LCA study of different timber and mineral buildings and calculation method for substitution factors on building level, *Journal of Cleaner Production*, 167, pp. 630–642.
- Hafner, A., Schäfer, S., 2017c, Comparative LCA study of different timber and mineral buildings and calculation method for substitution factors on building level, *Journal of Cleaner Production*, , 167, pp. 630–642.
- Hagauer, D., B. Lang, C. Pasteriner und K. Nemesthoty, 2009, Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente bei Holz- bzw. Energiebilanzberechnungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung V/10 – Energie und Umweltökonomie, Eigenverlag, Wien.
- Heräjärvi, H., "Wooden buildings as carbon storages – Mitigation or oration?", *Wood Material Science & Engineering*, Taylor & Francis, 2019, 14(5), pp. 291–297.
- Hesser, F., 2012, "Ökologischer Rucksack", "CO₂-Fußabdruck" und "Kumulierter Energieaufwand" einer Vollholzbauweise im Vergleich mit einer mineralischen Bauweise am Beispiel: Feuerwehrhaus Steinbach am Ziehberg, Oberösterreich. Diplomarbeit / Masterarbeit - Institut für Marketing und Innovation (MI), 97; Universität für Bodenkultur Wien.
- Hetemäki, L. (Hrsg.), 2014, *Future of the European Forst-Based Sector: Structural Changes Towards Bioeconomy*. European Forest Institute. Selbstverlag, o.O.
- Hofbauer, H. A. Mauerhofer, F. Benedikt, M. Hammerschmid, A. Bartik, M. Veress, R. Haas, M. Siebenhofer und G. Resch, 2020, Reallabor zur Herstellung von HolzdieSEL und Holzgas aus Biomasse und biogenen Reststoffen für die Land- und Forstwirtschaft" ausgeführt vom

- Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften unter Mitarbeit vom Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe (TASK 5). Eigenverlag, Technische Universität Wien, Wien.
- Jasinevičius, G., Lindner, M., Pingoud, K., Tykkylainen, M., "Review of models for carbon accounting in harvested wood products", *International Wood Products Journal*, Taylor & Francis, 2015, 6(4), pp. 198–212.
- Kalcher, J., Praxmarer, G., Teischinger, A., "Quantification of future availabilities of recovered wood from Austrian residential buildings", *Resources, Conservation and Recycling*, 2017, 123, pp. 143–152.
- Kalt, G., 2018, Carbon dynamics and GHG implications of increasing wood construction: long-term scenarios for residential buildings in Austria, *Carbon Management*, Taylor & Francis, 9(3), pp. 265–275.
- Korosuo, A., Vizzarri, M., Pilli, R., Fiorese, G., Colditz, R., Abad Viniáz, R., Rossi, S., Grassi, G., 2020, Forest reference levels under Regulation (EU) 2018/841 for the period 2021–2025: overview and main findings of the technical assessment., Publications Office, LU, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/27529>.
- Mata, É., Korpál, A. K., Cheng, S. H., Navarro, J. P. J., Filippidou, F., Reyna, J., Wang, R., 2020, A map of roadmaps for zero and low energy and carbon buildings worldwide, *Environ. Res. Lett.*, IOP Publishing, 2020, 15(11), p. 113003.
- Pözl, W., N. Braschel und D. Fritz, 2015, Treibhausgasemissionen des stofflichen und energetischen Einsatzes von Holz in Österreich im Vergleich zu Substitutionsstoffen. Eigenverlag, Umweltbundesamt, Wien.
- proHolz, 2016, Zahlen – Daten – Fakten. Forst- und Holzwirtschaft in der Steiermark. Eigenverlag, o.O.
- Purkus A, Lüdtkke J, Becher G, Dieter M, Jochem DI, Lehnen R, Liesebach M, Polley H, Rüter S, Schweinle J, Weimar H, Welling J, 2019, Evaluation der Charta für Holz 2.0: Methodische Grundlagen und Evaluationskonzept. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 68 p, Thünen Rep 68. Eigenverlag, Braunschweig.
- Seebacher, E., 2012, Regionale Wertschöpfung durch die Holzbauweise im Vergleich zu konventioneller Bauweise am Beispiel des Feuerwehrhauses in Steinbach am Ziehberg, Oberösterreich. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, Wien.
- Seintsch, B., 2010, Entwicklungen des Clusters Forst und Holz zwischen 2000 und 2007. Ergebnisse und Tabellen für das Bundesgebiet und die Länder. Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft. Report Nr. 02/2010. Zentrum Holzwirtschaft, Universität Hamburg. Eigenverlag, Hamburg.
- Strimitzer, Höher, Nemestothy, 2020, Holzströme in Österreich im Jahr 2018. Online verfügbar unter: https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz/holzstr_oesterr.html.

Teischinger, A., 2011, Holzbauanteil in Österreich - Statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. Zuschnitt Attachment – Sonderthemen im Bereich Holz, Holzwerkstoff und Holzbau, September 2011, proHolz Austria.

Umweltbundesamt, 2021, Treibhausgase. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase> (abgerufen am 3. März 2021).

vöz (Verband Österreichischer Zementhersteller), 2016, Zement schafft Werte. Nachhaltigkeitsbericht 2016 der österreichischen Zementindustrie. Eigenverlag, Wien.

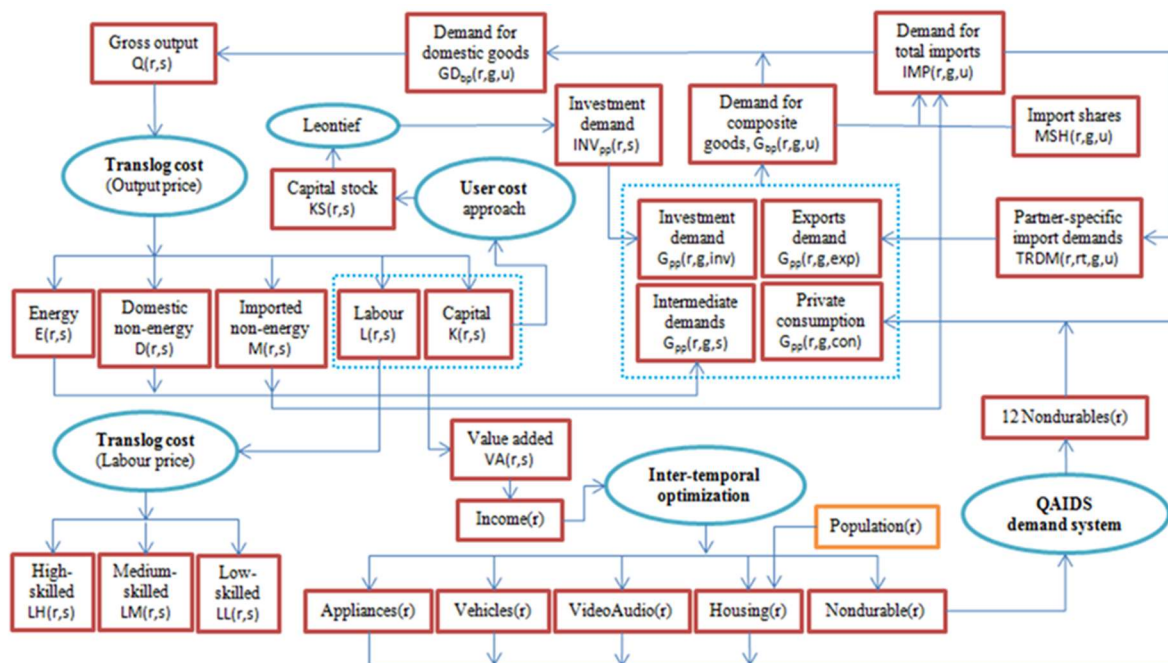
Weiss P., Braun M., Fritz D., Gschwantner T., Hesser F., Jandl R., Kindermann G., Koller T., Ledermann T., Ludvig A., Pölz W., Schadauer K., Schmid B.F., Schmid C., Schwarzbauer P., Weiss G., 2020, Endbericht zum Projekt CareforParis. Klima- und Energiefonds Wien.

Anhang I: Modellbeschreibung ADAGIO

ADAGIO („A Dynamic Global Input-Output Model for the EU27“) ist ein ökonometrisches Input-Output-Modell der EU28 plus 14 weiterer Staaten (Australien, Brasilien, China, Indien, Indonesien, Japan, Kanada, Korea, Norwegen, Russland, Schweiz, Taiwan, Türkei, USA). Kern des Modells sind Aufkommens- und Verwendungstabellen nach 64 Sektoren bzw. Gütern (2-Steller nach NACE Rev.2) sowie 6 Endnachfragekategorien (privater Konsum, öffentlicher Konsum, private Dienste ohne Erwerbscharakter, Investition, Lagerveränderungen sowie Exporte), sowie eine Handelsmatrix, die die Modellregionen auf Güterebene verbindet. Wesentliche Verhaltensgleichungen sind ökonometrisch geschätzt: Die Faktornachfrage in der Produktion wird gemeinsam mit den Outputpreisen über ein Translog-Modell determiniert; die Lohnsetzung folgt einem wage-bargaining-Ansatz. In der privaten Konsumnachfrage werden 2 dauerhafte (Fahrzeuge, Wohnraum) und 13 nicht-dauerhafte Konsumgütern unterschieden (die in einem quadratischen AIDS-Modell bestimmt werden). Die Exportströme der 64 Gütern sind zum Teil modellen- (aus den gespiegelten Importen der anderen Modell-Regionen), zum anderen sind sie modellexogen (Exporte in den im Modell nicht abgedeckten „Rest der Welt“).

Im privaten wie im öffentliche Konsum ist eine dynamische Vermögensbildung implementiert, wobei im privaten Konsum zusätzlich zwischen 5 Einkommensgruppen (Quintilen) unterschieden wird: vereinfacht dargestellt ergibt die Differenz aus laufenden Einnahmen und Ausgaben die Netto-Verschuldung (bzw. Ersparnis), die gemeinsam mit dem letztjährigen den aktuellen Schulden- bzw. Vermögensstand ergibt; Schulden- bzw. Vermögensstände gehen mit (positiven oder negativen) Zinszahlungen in die laufenden Einnahmen bzw. Ausgaben ein. Zwischen den Gebärungen der privaten und öffentlichen Haushalte bestehen vielfältige Verbindungen – Steuern auf Einkommen und Vermögen oder Sozialversicherungsabgaben fließen von den Haushalten zum Staat; Transferleistungen (Pensionen, Arbeitslosenunterstützung, sonstige Transfers) fließen vom Staat zu den Haushalten. Ähnlich, wenn auch in geringerem Umfang, besteht eine Verbindung zwischen dem Unternehmenssektor und dem Staat (über Produktionssteuern, Subventionen, Körperschaftssteuern etc.).

Abbildung 2: **Modellstruktur ADAGIO**



Q: WIFO, IPTS (The Institute for Prospective Technological Studies)

Eine zusätzliche Eigenschaft, die FIDELIO für Simulationen wie die vorliegende prädestiniert, ist ein konsistenter Preisbildungsmechanismus: ausgehend von den endogenen sektoralen Outputpreisen (die gemeinsam mit den Produktionsfaktoren bestimmt werden) werden die Güterpreise zu Herstellungspreisen („Preis am Fabrikstor“) bestimmt. Zusammen mit Handels- und Transportmargen sowie Gütersteuern (die Mehrwertsteuer sei als nur die wichtigste davon genannt) ergeben sich die Anschaffungspreise (jene Preise, die von den verschiedenen Verbrauchern bezahlt werden). Im Außenhandel setzt sich diese Preistransmission fort: die Exporte, die an der Grenze des exportierenden Landes zu fob-Preisen („free on board“) bewertet sind, werden, nach Beaufschlagung mit internationalen Handels- und Transportspanne, zu cif-bewerteten Importen an der Grenze des Importlandes (cif= „cost, insurance, freight“) . Änderungen in (nationalen wie internationalen) Handels- und Transportmargen sowie in den Gütersteuern, zu denen im Außenhandel auch Zölle gehören können, lassen sich somit auf sehr direkte (und treffgenaue) Weise im Modell implementieren.

Literaturhinweise

- ECORYS, WIFO und National Institute of Economic and Social Research (NIESR) for the Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (European Commission), 2018: Competitiveness of the European cement and lime sectors; Contribution G. STREICHER: Modelling chapter; <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/07d18924-07ce-11e8-b8f5-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-65040600>
- Kratena, K., Streicher, G., Salotti, S., Sommer, M., Valderas Jaramillo, J. M., 2017, FIDELIO 2: Overview and theoretical foundations of the second version of the Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output model for the EU-27, Publications Office of the European Union 2017.
- Kratena, K., G. Streicher, (2017), Fiscal Policy Multipliers and Spillovers in a Multi-Regional Macroeconomic Input-Output Model, WIFO Working Papers, 2017
- de Swart, L, Gille, J., Streicher, G., Schönfelder, S., Troskiy, F., 2016, Danube+20: More Jobs Due to Better Inland Water Transport?. *Transportation Research Procedia*. 14. 163-172. 10.1016/j.trpro.2016.05.052.
- Schmid, E., M. Kirchner, D. Leclere, G. Streicher, F. Schipfer, J. Schmidt, L. Kranzl, A. Deppermann, P. Havlik, M. Schönhart, 2016, Vulnerability of a bio- based economy to global climate change impacts (CC2BBE) (Final Report No. KR12AC5K01355).
- Streicher, G. und R. Stehrer, 2015, Whither Panama? Constructing a consistent and balanced world SUT system including international trade and transport margins; *Economic Systems Research*, Vol 27/2 (2015), p 213-237
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R. and de Vries, G. J., 2015, "An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production", *Review of International Economics*, 23: 575-605

Anhang II: Ergänzende Übersichten

Übersicht 5: Entwicklung und Prognose der Zahl der Privathaushalte und der Bevölkerung, 2020 und 2030

	2015	2020	Prognose		2020/2019	2020/2015	Prognose	
			2025	2030			2025/2020	2030/2020
Bundesland	Anzahl Privathaushalte insgesamt				Veränderung in %			
Österreich	3.800.322	3.981.281	4.098.010	4.192.835	+0,8	+4,8	+2,9	+5,3
Burgenland	120.133	124.739	128.820	132.713	+0,7	+3,8	+3,3	+6,4
Kärnten	246.489	252.560	255.325	257.261	+0,4	+2,5	+1,1	+1,9
Niederösterreich	702.772	732.816	758.223	780.339	+0,8	+4,3	+3,5	+6,5
Oberösterreich	612.422	642.094	662.872	680.185	+0,8	+4,8	+3,2	+5,9
Salzburg	232.616	244.443	251.520	256.501	+0,8	+5,1	+2,9	+4,9
Steiermark	527.257	544.475	554.893	563.047	+0,5	+3,3	+1,9	+3,4
Tirol	311.957	329.862	340.921	349.551	+0,9	+5,7	+3,4	+6,0
Vorarlberg	159.578	169.910	176.157	180.989	+1,0	+6,5	+3,7	+6,5
Wien	887.098	940.382	969.279	992.249	+0,9	+6,0	+3,1	+5,5
	Bevölkerung zum Jahresanfang (Hauptszenario)				Veränderung in %			
Österreich	8.584.926	8.901.064	9.073.416	9.212.525	+0,5	+3,7	+1,9	+3,5
Burgenland	288.356	294.436	299.983	305.470	+0,3	+2,1	+1,9	+3,7
Kärnten	557.641	561.293	558.532	555.526	+0,1	+0,7	-0,5	-1,0
Niederösterreich	1.636.778	1.684.287	1.720.799	1.754.465	+0,4	+2,9	+2,2	+4,2
Oberösterreich	1.437.251	1.490.279	1.520.741	1.547.285	+0,6	+3,7	+2,0	+3,8
Salzburg	538.575	558.410	566.387	572.338	+0,6	+3,7	+1,4	+2,5
Steiermark	1.221.570	1.246.395	1.257.757	1.266.273	+0,3	+2,0	+0,9	+1,6
Tirol	728.826	757.634	773.433	785.602	+0,4	+4,0	+2,1	+3,7
Vorarlberg	378.592	397.139	405.458	411.707	+0,7	+4,9	+2,1	+3,7
Wien	1.797.337	1.911.191	1.970.326	2.013.859	+0,7	+6,3	+3,1	+5,4

Q: Statistik Austria, Haushaltsprognose 2020. Verfügbar unter: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/haushaltsprognosen/index.html; Statistik Austria, Bevölkerungsprognose 2020. Verfügbar unter: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html

Übersicht 6: Trendentwicklung Anzahl der Gebäude und der Wohngebäude, 2020 und 2030

Bundesland	Gebäude- und Wohnungsregister (Stand 1.1.)		Trendentwicklung					
	2015	2020	2025	2030	2020/2019	2020/2015	2025/2020	2030/2020
	Anzahl der Gebäude insgesamt				Veränderung in %			
Österreich	2.408.932	2.574.659	2.714.000	2.848.000	+1,4	+6,9	+5,4	+10,6
Burgenland	134.190	143.270	150.000	160.000	+1,3	+6,8	+4,7	+11,7
Kärnten	185.988	196.851	205.000	215.000	+1,2	+5,8	+4,1	+9,2
Niederösterreich	653.101	695.504	735.000	775.000	+1,5	+6,5	+5,7	+11,4
Oberösterreich	432.692	478.915	520.000	560.000	+2,3	+10,7	+8,6	+16,9
Salzburg	139.971	149.251	155.000	160.000	+1,4	+6,6	+3,9	+7,2
Steiermark	384.476	411.224	435.000	450.000	+1,3	+7,0	+5,8	+9,4
Tirol	194.798	206.169	214.000	220.000	+1,2	+5,8	+3,8	+6,7
Vorarlberg	106.729	112.315	115.000	118.000	+1,1	+5,2	+2,4	+5,1
Wien	176.987	181.160	185.000	190.000	+0,3	+2,4	+2,1	+4,9
	Anzahl der Wohngebäude				Veränderung in %			
Österreich	2.020.456	2.107.323	2.222.000	2.329.000	+0,8	+4,3	+5,4	+10,5
Burgenland	117.030	122.925	129.000	137.000	+1,0	+5,0	+4,9	+11,5
Kärnten	156.364	162.888	170.000	178.000	+0,8	+4,2	+4,4	+9,3
Niederösterreich	550.347	572.876	605.000	638.000	+0,9	+4,1	+5,6	+11,4
Oberösterreich	358.418	376.403	410.000	440.000	+0,9	+5,0	+8,9	+16,9
Salzburg	115.240	120.021	125.000	129.000	+0,8	+4,1	+4,1	+7,5
Steiermark	324.042	338.314	358.000	370.000	+0,9	+4,4	+5,8	+9,4
Tirol	158.115	165.703	172.000	177.000	+0,9	+4,8	+3,8	+6,8
Vorarlberg	91.140	94.961	97.000	100.000	+0,8	+4,2	+2,1	+5,3
Wien	149.760	153.232	156.000	160.000	+0,3	+2,3	+1,8	+4,4

Q: Statistik Austria, Paket Gebäude- und Wohnungsregister ab 2014 - Gemeinden, Politische Bezirke und Bundesländer. Verfügbar unter: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/gebaeude_und_wohnungsregister/bestandsdaten/index.html; WIFO-Berechnungen unter Zuhilfenahme der Haushalts- und Bevölkerungsprognose von Statistik Austria (Statistik Austria, Haushaltsprognose 2020. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/haushaltsprognosen/index.html) und Statistik Austria, Bevölkerungsprognose 2020. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html).

Übersicht 7: Investitionsbewertung der Holzdiesel – Prozessroute

Parameter	Einheit	Holzdiesel Variante 1 (PK100)	
		Option 2	
Randbedingungen			
Thermische Brennstoffleistung	MW _{th}	100,0	
Output Biokraftstoffe gesamt	MW	47,8	
Output Holzdiesel (Hauptprodukt)	MW	40,6	
Output Naphtha (Nebenprodukt)	MW	7,2	
Output Wachs (Nebenprodukt)	MW	-	
Output Fernwärme (Nebenprodukt)	MW	20,0	
Brennstoffbedarf (Holz)	MWh/a	708.000	
Strombedarf	MWh/a	51.000	
Investitionskosten der Anlage	Mio. €	202	
Jährliche Ausgaben			
Brennstoffkosten (Holz)	Mio. €/a	11,10	
Kosten für Wartung, Versicherung, etc.	Mio. €/a	7,10	
Personalkosten	Mio. €/a	0,45	
Betriebsmittelkosten (ohne Stromkosten)	Mio. €/a	6,65	
Stromkosten	Mio. €/a	4,80	
Entsorgungskosten Abwasser	Mio. €/a	0,95	
Aschedeponierungskosten	Mio. €/a	0,25	
Betriebs- und Wartungskosten	Mio. €/a	20,20	
Summe Jährliche Ausgaben	Mio. €/a	31,30	
Jährliche Einnahmen			
Einnahmen Holzdiesel	Mio. €/a	32,75	
Einnahmen Fernwärme	Mio. €/a	3,50	
Einnahmen Nebenprodukte (Naphtha, Wachs)	Mio. €/a	4,75	
Summe Jährliche Einnahmen	Mio. €/a	41,00	
Absolute Barwertberechnung			
Investitionskosten der Anlage	Mio. €	202,00	
Jährlicher Einnahmenüberschuss	Mio. €/a	9,70	
Diskontierte Einnahmen (BWSF = 11,47)	Mio. €	470,50	
Diskontierte Ausgaben (BWSF = 11,47)	Mio. €	560,00	
Absoluter Barwert (BWSF = 11,47)	Mio. €	-90,00	

Q: Hofbauer, H., et.al, 2020, Reallabor zur Herstellung von Holzdiesel und Holzgas aus Biomasse und biogenen Reststoffen für die Land- und Forstwirtschaft. Technische Universität Wien, Juli 2020. Tabelle 29.

Übersicht 8: LCOP-Berechnung der Holzdiesel – Prozessroute

Spezifische Parameter	Einheit	Holzdiesel Variante 1
		(PK100) Option 2
Produktionskosten LCOP inkl. Mehrwertsteuer		
Basis	Mio. l Holzdiesel/a	32,00
Investitionskosten	€/l Holzdiesel	0,55
Betriebs- und Wartungskosten	€/l Holzdiesel	0,63
Brennstoffkosten	€/l Holzdiesel	0,35
Produktionskosten (LCOE)	€/l Holzdiesel	1,53
Einnahmen Fernwärme	€/l Holzdiesel	-0,11
Einnahmen Nebenprodukte (Naphtha, Wachs)	€/l Holzdiesel	-0,15
Produktionskosten (LCOP)	€/l Holzdiesel	1,27
Mehrwertsteuer Holzdiesel (20%)	€/l Holzdiesel	0,25
Produktionskosten (LCOP) inkl. MwSt.	€/l Holzdiesel	1,53
Marktpreis fossiler Diesel		
Energiepreis	€/l Diesel	0,629
Mineralölsteuer (MöSt.)	€/l Diesel	0,397
Mehrwertsteuer (MwSt.)	€/l Diesel	0,210
Marktpreis fossiler Diesel	€/l Diesel	1,236
Notwendige CO₂-Steuer bei fossilem Diesel		
Emittingtes CO ₂ bei fossilem Diesel (bezogen auf Basis Holzdiesel/Jahr)	† CO ₂ ,eq/a	81.000
Differenz LCOP Holzdiesel inkl. MwSt. und Marktpreis fossiler Diesel	€/l	0,29
Notwendige CO ₂ -Steuer	€/t CO ₂ ,eq	114

Q: Hofbauer, H., et.al, 2020, Reallabor zur Herstellung von Holzdiesel und Holzgas aus Biomasse und biogenen Reststoffen für die Land- und Forstwirtschaft. Technische Universität Wien, Juli 2020. Tabelle 31.