



**SZENARIEN ZUR
HOLZBIOMASSE FÜR
DIE ENERGETISCHE
NUTZUNG IN
ÖSTERREICH**

SZENARIEN ZUR HOLZBIOMASSE FÜR DIE ENERGETISCHE NUTZUNG IN ÖSTERREICH

Peter Weiss
Theresa Boiger
Merlin Mayer
Carmen Schmid
Christoph Schürz
Peter Schwarzbauer
Tobias Stern

REPORT
REP-1019

WIEN 2026

Projektleitung Sigmund Böhmer

Autor:innen Peter Weiss
Theresa Boiger (Universität Graz, Institut für Umweltwissenschaften)
Merlin Mayer
Carmen Schmid
Christoph Schürz
Peter Schwarzbauer (Universität für Bodenkultur Wien, pensioniert)
Tobias Stern (Universität Graz, Institut für Umweltwissenschaften)

Layout Felix Eisenmenger

Umschlagfoto © Bernhard Gröger

Auftraggeber Klima- und Energiefonds

Dank an Wir bedanken uns beim Klima- und Energiefonds, der diese Studie auf Basis des Rahmenvertrags, "Studie Erneuerbaren Energiepotenziale in Österreich für 2030 und 2040" beauftragt hat.

Publikationen Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:
umweltbundesamt.at

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich
Tel.: +43-(0)1-313 04
office@umweltbundesamt.at

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf umweltbundesamt.at.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2026
ISBN 978-3-99004-866-5

Alle Rechte vorbehalten



INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	5
2	EINLEITUNG	7
3	METHODEN	9
4	DIE BETRACHTETEN SZENARIEN.....	14
4.1	Szenarien des Projekts Holzkette	15
4.2	Szenarien des Projekts CareforParis	19
4.3	Szenarien des Projekts CareforNetZero.....	24
5	ERGEBNISSE.....	29
6	LITERATUR.....	38

1 ZUSAMMENFASSUNG

Auf Basis von drei Projekten zur Treibhausgasbilanz des waldbasierten Sektors in Österreich (Holzkettenprojekt, CareforParis, CareforNetZero) wurde für insgesamt 16 Szenarien die bis zum Jahr 2050 verfügbare Holzbioenergie aus dem heimischen Wald, aus der sonstigen Landschaft (direkt und als Koppelprodukt der stofflichen Holznutzung, aus Altholz) und aus Koppelprodukten der stofflichen Nutzung von Importholz berechnet.

Diese 16 Szenarien simulieren u.a. unterschiedliche Nachfrage-Entwicklungen für Holz (mehr stoffliche Holznutzung oder mehr energetische Holznutzung), Holz-Nutzungsreduktionen im Wald, Holz-Importbeschränkungen, unterschiedliche Klimatrends und Klimawandelanpassungen im Wald (Verkürzung der Umtriebszeit, Baumartenwechsel), waldbauliche Maßnahmen zur Erhöhung der Senke, Maßnahmen zur Erhöhung der Anteile des genutzten Holzes in langlebigen Holzprodukten und/oder mehr Recycling von Altholz.

Die Berechnungen dienten als Input für die Ableitung von Szenarien der Bioenergieverfügbarkeit im Rahmen der „Studie Erneuerbaren Energiepotenziale in Österreich für 2030 und 2040“, beauftragt vom Klima- und Energiefonds.

Die Ergebnisse des verfügbaren energetisch genutzten Holzes sind über die 16 Szenarien mit im Mittel rd. 21 bis 25 Mio. m³ für die Periode 2025 bis 2050 ähnlicher als es aufgrund der deutlich unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich Maßnahmen in der Waldbewirtschaftung, Holz-nachfrage in Menge und Qualität und äußere Einflussfaktoren durch Klimawandel und Klimawandelanpassung zu erwarten wäre. Für diese Ähnlichkeit sind u. a. folgende Gründe verantwortlich:

1. Der überwiegende Anfall des energetisch genutzten Holzes in Österreich fällt als Koppelprodukte der stofflichen Holznutzung an (z. B. Sägenebenprodukte, Schwarzlauge).
2. Das komplexe Zusammenspiel zwischen heimischem Einschlag und Holz-Import, die sich gegenseitig bis zu einem gewissen Grad ausgleichen.

Vergleichsweise geringere verfügbare Holzmengen zeigten Szenarien mit unterstellter Holz-Nutzungsreduktion im österreichischen Wald, wodurch weniger Holz zur Verfügung steht. Die Abnahmen der energetisch genutzten Menge an Holz in diesen Szenarien werden offensichtlich auch nicht durch Importe vollständig kompensiert (in einem

Szenario jedoch auch aufgrund einer unterstellten geringeren Import-Verfügbarkeit).

Vergleichsweise höhere verfügbare Holzmengen zeigte jenes Szenario, wo eine Klimawandel-Anpassungs-/Notfallsmaßnahme unterstellt wurde, um gegen eine angenommene Zunahme der Sturmwürfe aufgrund des Klimawandels entgegenzuwirken. In diesem Szenario wurde im österreichischen Wald in den ersten Jahrzehnten eine jährliche Holz-nutzung „toleriert“, die höher als der jährliche Holz-Zuwachs ist, um überaltete Bestände rasch vor dem Eintreten von Sturmschäden zu nutzen.

In den meisten Szenarien zeigen sich bis 2050 leichte Zunahmen der Menge an energetisch genutztem Holz gegenüber 2025, im Mittel jener Szenarien mit Zunahmen um 5 %.

Leichte Abnahmen der Menge an energetisch genutztem Holz bis 2050 zeigten erwartungsgemäß Szenarien, in denen angenommen wurde, dass der Anteil an stofflich genutztem Holz und der Anteil der stofflichen Verwertung von Altholz bis 2050 steigt. Daher nimmt die Menge an energetisch genutztem Holz in diesen Szenarien ab, deshalb steht in diesen Szenarien auch weniger energetisch genutztes Holz zur Verfügung als in den vergleichbaren „Basis-Szenarien“.

Die stoffliche Holznutzung ist für die Treibhausgasbilanz, die Wertschöpfung und die Beschäftigung vorteilhafter als die sofortige energetische Nutzung geernteten Holzes, weshalb es von Interesse war, solche Szenarien zu simulieren. Da das gesamte Holz am Ende der Lebensdauer der Produkte und der Recycling-Möglichkeiten einer finalen energetischen Nutzung zugeführt wird und aufgrund der energetisch genutzten „Seitenströme“ der stofflichen Nutzung, sind die Abnahmen der verfügbaren Holzbioenergie in den Szenarien mit stärkerer stofflicher Nutzung und mehr Recycling aber sehr moderat.

2 EINLEITUNG

Derzeit gibt es keine verlässlichen Informationen darüber, in welchem Umfang und zu welchen Preisen verschiedene Holzströme aus der Waldbewirtschaftung, der Holzwirtschaft und dem Holzimport in Österreich (wie beispielsweise Industrierundholz, Sägenebenprodukte, Brennholz) zukünftig für die energetische Nutzung – sei es direkt oder als Koppelprodukt – zur Verfügung stehen können, und wie die unterschiedlichen Sortimente und Qualitäten (u.a. bedingt durch die jeweilige Preisentwicklung) letztlich auch Verwendung finden.

Bedeutung der Waldbiomasse

Waldbiomasse hat aber hinsichtlich Umwandlung in Wärme und Strom eine große Bedeutung für die Energiewende:

- Wärme: wichtige Technologie als erneuerbarer Energieträger in zentralen und dezentralen Heizungsanlagen sowie für Prozesswärme
- Strom: wichtig für das Erreichen der Ziele des EAG; Möglichkeit der flexiblen Produktion (inter-, intrasaisonale Flexibilität)

Komplexität der Holzströme

Die komplexen, gegenwärtigen Holzaufkommens-, -import, und -verwertungsströme in Österreich werden alljährlich im Holzstromdiagramm quantitativ zusammengeführt und dargestellt (z. B. Strimitzer et al. 2022). Diese Komplexität vermittelt auch, dass die energetische Holznutzung in Österreich von zahlreichen Rahmenbedingungen innerhalb und außerhalb des waldbasierten Sektors abhängig ist, die eine Voraussage der künftigen Verfügbarkeit von Holz für Energiedienstleistungen erschweren. Vermutlich auch deshalb gab es bisher keine Szenarien für zukünftige Entwicklungen der Verfügbarkeit und Nutzung von Holzbioenergie in Österreich.

Im Zuge der gültigen Rahmenvereinbarung „Studie Erneuerbaren Energiepotenziale in Österreich für 2030 und 2040“ ("Erneuerbaren Studie") mit dem Klima- und Energiefonds sollte jedoch auch die quantitativ bedeutende künftige Verfügbarkeit und Nutzung von Holzbioenergie in Österreich erarbeitet werden. Aus diesem Grund wurde dieses Zusatzvorhaben "Holzbiomasse für die energetische Nutzung in Österreich" zur übergeordneten "Erneuerbaren Studie" durch den Klima- und Energiefonds beauftragt.

Ziel: belastbare Daten zu energetischer Nutzung

Ziel dieses Zusatzvorhabens ist es, belastbare Daten hinsichtlich zukünftig (Zeitraum bis 2050) für die energetische Nutzung verfügbare Holzströme in Österreich zu ermitteln, entweder direkt aus dem österreichischen Wald oder aus Koppelprodukten der stofflichen Holznutzung (inkl. jener aus Importholz) und aus "Sonstigem Holzaufkommen" (Altholz,

Landschaftsholz) in Österreich. Da in der "Erneuerbaren Studie" lediglich das Aufkommen in Österreich von Interesse ist, wurde Holzimport für sofortige energetische Verwendung im gegenständlichen Zusatzvorhaben nicht betrachtet.

3 METHODEN

Basis der Berechnungen Die Berechnungen zur künftig verfügbaren Holzbiomasse für die energetische Nutzung in Österreich unter verschiedenen Szenarien beruhen auf Ergebnissen aus den Modellierungsprojekten zur THG-Bilanz des waldbasierten Sektors Österreichs: Holzkettenprojekt^{1,2} CareforParis-Projekt^{3,4} (beide bereits abgeschlossen); CareforNetZero-Projekt (in Fertigstellung). Eine Übersicht dieser Projekte zeigt Tabelle 1.

Holzströme aus Import Aus diesen Projekten liegen bereits Berechnungen zu den Mengen von energetisch genutztem Holz in unterschiedlichen Szenarien vor, allerdings nur für Holz aus dem österreichischen Wald. Der für Österreich wichtige Einfluss von Holzimport, auch für die energetische Holznutzung in Österreich als Koppelprodukt der stofflichen Nutzung von Importholz, wurde zwar bei den Modellierungen für diese Projekte berücksichtigt, die dabei anfallenden Holzströme mussten aber speziell für die Zwecke des gegenständlichen Zusatzvorhabens extra berechnet und ausgewertet werden. Dazu kam die Durchführung notwendiger Berechnungen des energetisch genutzten Holzes von "Sonstigem Holzaufkommen", worunter v. a. Altholz und Landschaftsholz fällt.

Anwendung von FOHOW2 Diese zusätzlichen Berechnungen wurden konsistent zu den bereits vorliegenden Ergebnissen der Holzbiomasse für die energetische Nutzung aus Österreichs Wald für alle Szenarien der erwähnten drei Projekte ebenfalls mit dem österreichspezifischen Holzmarktmodell FOHOW2 durchgeführt. Dabei wurden die Ergebnisse für alle Szenarien differenziert nach den unterschiedlichen Kategorien des energetisch genutzten Holzes (z. B. Brennholz aus dem Wald, Rinde, energetisch genutzte Sägenebenprodukte, Schwarzlauge) berechnet und ausgewertet.

¹ BFW 2015

² Braun et al. 2016

³ BFW 2020

⁴ Weiss et al. 2020

Tabelle 1: Übersicht zu den Projekten "Holzkette", "CareforParis" und "CareforNetZero".

Projektname	Inhalt und Ziel	Welche Ergebnisse wurden für das gegenständliche Zusatzvorhaben verwendet
<p>Holzkettenprojekt</p> <p>Durchgeführt von: BFW, BOKU, Umweltbundesamt, Wood-K-Plus</p> <p>Projektende: 01/2015</p> <p>BFW 2015, Braun et al. 2016</p>	<p>Die Treibhausgasbilanz des waldbasierten Sektors Österreichs unter fünf Szenarien unterschiedlicher Holznachfrage bis 2100. Dieses Projekt diente dem prinzipiellen Systemverständnis der Treibhausgasbilanz des waldbasierten Sektors Österreichs.</p>	<p>Die aus dem österreichischen Wald stammenden energetisch genutzten Holzmengen bis 2050 für die fünf Szenarien (siehe Szenarienbeschreibung in Kapitel 4).</p>
<p>CareforParis</p> <p>Durchgeführt von: BFW, BOKU, Umweltbundesamt, Wood-K-Plus</p> <p>Projektende: 11/2019</p> <p>BFW 2020, Weiss et al. 2020</p>	<p>Die Treibhausgasbilanz des waldbasierten Sektor Österreichs unter sechs Szenarien des Klimawandels und der Klimawandelanpassung des österreichischen Waldes bis 2150; methodische Weiterentwicklung des Holzkettenprojektes.</p>	<p>Die aus dem österreichischen Wald stammenden energetisch genutzten Holzmengen für die sechs Szenarien (siehe Szenarienbeschreibung in Kapitel 4).</p>
<p>CareforNetZero (in Fertigstellung)</p> <p>Durchgeführt von: BFW, Umweltbundesamt</p>	<p>Die Treibhausgasbilanz des waldbasierten Sektor Österreichs unter sechs Szenarien einer treibhausgas-optimierten Waldbewirtschaftung und Holznutzung bis 2150</p>	<p>Die aus dem österreichischen Wald stammenden energetisch genutzten Holzmengen bis 2050 für die sechs Szenarien (siehe Szenarienbeschreibung in Kapitel 4).</p>

Die drei in Tabelle 1 beschriebenen Projekte modellierten, ausgehend vom Waldzustand gemäß österreichischer Waldinventur der ÖWI Periode 2007/09, mit dem CALDIS2 Waldwachstums- und -nutzungsmodell und lieferten u.a. die Holznutzungsdaten aus dem österreichischen Wald für die einzelnen Szenarien.

Die Waldbewirtschaftung und Nachfrage nach Holz basierte jeweils auf Szenarienvorgaben (siehe Szenarienbeschreibungen in Kapitel 4), der Entwicklung der Holznachfrage gemäß Szenarienvorgaben und der Holzmarktmodellierung mit FOHOW2 unter Verwendung der für die Modellierung notwendigen Eingangsdaten.

Das Holzmarktmodell FOHOW2 basiert auf langjährigen Erfahrungen zur Funktionsweise des österreichischen und internationalen Holzmarktes und der Holzbranche und liefert Ergebnisse zu den einzelnen Strömen der Holzverwendung. Detaillierte Beschreibungen zur Interaktion der einzelnen Modellierungsschritte sind in den Zitaten in Tabelle 1 nachzulesen.

**Importholz und Holz-
aus „Sonstigem
Holzaufkommen“**

Als bedeutende Ergänzung zu den Ergebnissen des energetischen Einsatzes von Holz aus dem österreichischen Wald aus den drei Projekten in Tabelle 1 wurden am Institut für Umweltwissenschaften der Universität Graz für die einzelnen Szenarien die Holzmen gen des energetischen Einsatzes aus Koppelprodukten der stofflichen Verwertung von Importholz und aus "Sonstigem Holzaufkommen" (v. a. Altholz und Landschaftsholz) konsistent ebenfalls mit FOHOW2 berechnet, basierend auf den Rahmenvorgaben der Szenarien bzw. den Ergebnissen aus deren Vorprojekten (siehe Szenarienbeschreibung in Kapitel 4).

Für diese Berechnungen wurden die Ergebnisse aus den drei Projekten mittels FOHOW2 reproduziert und zusätzlich die Holzimporte und die Holzmen gen aus "Sonstigem Holzaufkommen" und deren Verwendung für alle Szenarien geschätzt. Dafür wurden die Holzeinschlagsdaten aus den jeweiligen Szenarien gemäß Vorprojekten als Eingangsdaten verwendet.

Holzmarkt bis 2050

Zusätzlich wurden für einzelne Szenarien Annahmen auf Basis der Szenariobeschreibung getroffen (z. B. Bruttoinlandsprodukt, Ölpreis oder Importbeschränkungen). Mit diesen Daten und Annahmen wurde die Entwicklung des österreichischen Holzmarkts bis zum Jahr 2050 berechnet. Sämtliche Annahmen der jeweiligen Szenarien wurden laut Szenariobeschreibung (Kapitel 4) umgesetzt und die Daten zu Holzsortimenten aus dem heimischen Wald mit bestehenden Daten verglichen.

Die Daten zum Import wurden aus dem Modell ausgelesen. Einige Holzströme (Altholz und Landschaftsholz) wurden zusätzlich außerhalb des Modells geschätzt. Der Altholz anfall als Äquivalent des inländischen Holz-Verbrauchs aus der FOHOW Modellierung mal Faktor 0,248, wovon 55 % als energetisch genutzt angenommen werden. Der Anfall von Landschaftsholz (zu 100 % energetisch genutzt angenommen) wurde in allen Szenarien gleich, beginnend mit 3,3 Mio. m³ in 2020 (konsistent zu Strimitzer et al. 2022) und einer Zunahme des Anfalls von 3 % alle zehn Jahre unterstellt.

Die Zunahme wurde auf Basis von Angaben der Wiener Stadtgärten (MA 42) zur Anzahl der gegenwärtig von der MA42 in Wien betreuten Bäume, der jährlichen Baumpflanzungen und -entfernungen (MA 42 2020, 2022 pers. Mitteilung) abgeleitet. Unterstellt wurde somit, dass der Anfall an Landschaftsholz mit der Zunahme des Baumbestandes korreliert. Ähnliche Initiativen zu zusätzlichen Baumpflanzungen als Klimawandelanpassung gibt es in vielen Gemeinden.

Die Ergebnisse der einzelnen Holzströme zu Beginn der Zeitreihe wurden mit den Ergebnissen zum Holzflussdiagramm Österreich (Strimitzer et al. 2022) verglichen und zeigten gute Übereinstimmung.

Das FOHOW2 Modell verfolgt einen systemdynamischen Ansatz, der besonders für Systeme mit Rückkopplungsstrukturen wie Märkte, die aus Beziehungen zwischen Nachfrage und Angebot bestehen, nützlich ist. Das Modell simuliert den österreichischen forstbasierten Sektor und wurde in früheren Studien entwickelt und verwendet (Schwarzbauer, 1990, 1993; Schwarzbauer und Rametsteiner, 2001; Schwarzbauer und Stern 2010). Es ist nicht für Prognosen, sondern für langfristige Szenarioanalysen konzipiert.

FOHOW2 FOHOW2 umfasst die Holz-Wertschöpfungskette vom Wald bis zu Zwischenprodukten. Die Systemgrenze umfasst die österreichische Wirtschaft, wobei der Handel mit dem Rest der Welt separat modelliert wird. Die allgemeine Marktgleichgewichtstheorie von Angebot und Nachfrage bildet die Grundlage für die Modellstruktur und die wirtschaftliche Dynamik. Das Modell ist mit statistischen Daten für die österreichischen Holz-Wertschöpfungsketten von 1965 bis 2010 kalibriert. Ab 2010 können die langfristigen Auswirkungen auf die Holzmärkte in die Zukunft simuliert und bewertet werden.

Produktionsmengen am Markt Die tatsächlichen Produktionsmengen am Markt werden beeinflusst durch das Holzangebot aus dem Wald, Nachfrage nach Holzprodukten und Holz für energetische Nutzung, Produktionskapazitäten sowie die Preisentwicklung einzelner Sortimenten. Als Ausgangsdaten werden Holz-mengen nach Sortimenten aus dem Modell ausgegeben: Nadelschnitt-holz, Laubschnittholz, Sägenebenprodukte, Papier & Pappe, Holzplatten und Brennholz.

Weiters wurden zusätzliche Holzströme wie Schwarzlauge und Abfälle der Holzverarbeitenden Industrie im Modell geschätzt. Zusätzliche Holzströme wie Rinde, Kappholz und Ernterückstände wurden auf Basis der Erntemenge aus dem heimischen Wald abgeschätzt, die im Modell berechnet wurden. Altholz wurde auf Basis des inländischen Verbrauchs, der ebenfalls im Modell abgeschätzt wurde, berechnet.

Einflussfaktoren bei Modellierung Die Modellierung über die Szenarien hat u.a. folgende Einflussfaktoren berücksichtigt:

- Zuwachs, Bewirtschaftung und Verfügbarkeit von Holz unterschiedlicher Qualitäten aus dem österreichischen Wald unter verschiedenen Szenarien der Waldbewirtschaftung
- Klimawandeleinflüsse auf den Wald und Klimawandelanpassungen im Wald

- stoffliche Nutzungspfade der Biomasse
- ggf. durch aktuelle Rahmenbedingungen geänderte Import-/Exportmöglichkeiten und Wechselwirkungen zwischen Verfügbarkeiten, Nachfrage, Preise, Import und Export
- maßgebliche ökonomische Einflussfaktoren (Holz- und Holzproduktepreis für die unterschiedlichen Holz-Sortimente und -produkte, Wirtschaftsentwicklung, Öl-Preis etc.)

4 DIE BETRACHTETEN SZENARIEN

Szenarien, nicht Prognosen

Es wird hervorgehoben, dass es sich bei den Ergebnissen in diesem Bericht um Szenarien und nicht um Prognosen handelt. Das heißt, es werden „was-wäre-wenn“ Quantitäten der Holzbioenergieverfügbarkeit in Österreich unter den unterschiedlichen Entwicklungen gemäß Szenariendefinitionen bis 2050 dargestellt. Die Szenarien geben keine Präferenzen oder Wertungen wieder.

Unterschiede der Treibhausgasbilanz- Projekte

Zwischen dem Holzkettenprojekt und den beiden Projekten CareforParis und CareforNetZero gibt es (neben den spezifischen Szenarienunterschieden – siehe Kapitel 4.1 bis 4.3) grundsätzliche Unterschiede, welche auch Auswirkungen auf die Ergebnisse haben. CareforParis und CareforNetZero sind diesbezüglich jedoch vergleichbar.

- Der Modellierungsansatz wurde nach dem Holzkettenprojekt verbessert, unterscheidet sich daher von den beiden Nachfolgeprojekten CareforParis und CareforNetZero und ist bei diesen beiden ident.
- Das unterstellte Klimaszenario war beim Holzkettenprojekt ein anderes als in den beiden Nachfolgeprojekten.
- Im Holzkettenprojekt wurden Holz-Importbeschränkungen unterstellt und als Folge davon mehr Holz im österreichischen Wald geschlägert; bei CareforParis und CareforNetZero wurden dagegen keine Importbeschränkungen unterstellt.
- Im Holzkettenprojekt wurde ein Ernteverlust von 17 % angenommen, in CareforParis und CareforNetZero flossen aktuellere Ergebnisse ein, sodass der Ernteverlust auf 25 % erhöht wurde. Daraus ergeben sich systematisch höhere verfügbare Biomassemengen in den Szenarien des Holzkettenprojekts im Vergleich zu den anderen beiden Projekten.
- Ein weiterer systematischer Unterschied zwischen den Projekten besteht darin, dass beim Holzkettenprojekt 45 % der Sägenebenprodukte als energetisch genutzt angenommen wurden, bei CareforParis und CareforNetZero aber 52 % (in Anlehnung an die vorliegenden Ergebnisse des Holzstromdiagramms zum Startjahr 2016 des CareforParis-Projekts).

Aufgrund dieser grundsätzlichen Unterschiede zwischen dem Projekt Holzkette und den Projekten CareforParis/CareforNetZero sind deren Ergebnisse keinesfalls allein mit den Unterschieden in den unterlegten Charakteristika der Szenarien in einen kausalen Zusammenhang zu bringen, darüber hinaus sind auch die Einflüsse dieser dargestellten

methodisch systematischen Unterschiede auf das Ergebnis zu berücksichtigen. CareforParis ist diesbezüglich jedoch konsistent mit Carefor-NetZero, sodass solche Schlussfolgerungen für unterschiedliche Ergebnisse zwischen diesen beiden Projekten möglich sind.

4.1 Szenarien des Projekts Holzkette

Tabelle 2: Charakteristika des Szenarios HKP_R (Referenzszenario HKP_R) des Holzkettenprojekts.

Kategorie	Szenario HKP_R Referenzszenario HKP_R
Beschreibung	Die weitere Nachfrage nach Holz (Menge und Zusammensetzung) und die entsprechende Waldbewirtschaftung folgt dem Trend der letzten Jahre und unterliegt den gleichen Rahmenbedingungen wie derzeit. In diesem Referenzszenario werden keine politischen Eingriffe hinsichtlich weiterer Forcierung von Holzbiomasse für energetische Nutzung wirksam. Die Produktion der Säge-, Platten- und Papierindustrie sowie die energetische Nutzung von Holz folgen den Marktgegebenheiten.
Charakteristika	<ul style="list-style-type: none"> keine Förderung der Nutzung von Waldbiomasse für energetische Zwecke moderate Wirtschaftsentwicklung keine weiteren politischen Eingriffe
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	<ul style="list-style-type: none"> jährliches Wirtschaftswachstum: 1.5 % in OECD und Österreich Ölpreis bis 2035 entsprechend Prognose der IEA, danach jährliche Steigerung von real +0,5 % Waldfläche bleibt konstant
Importe	limitiert auf <ul style="list-style-type: none"> Sägerundholz: -50 % gegenüber 2010 Industrieholz (Sägenebenprodukte): -30 bis -50 % gegenüber 2010 Altpapiernettoimporte werden auf einem Niveau von 1 Million Tonnen gehalten Brennholz: keine Exporte

Tabelle 3: Charakteristika des Szenarios HKP_1a (Verstärkte Bereitstellung von Energieholzsortimenten aus dem Wald) des Holzkettenprojekts.

Kategorie	Szenario HKP_1a
Beschreibung	<p data-bbox="486 383 1305 414">Verstärkte Bereitstellung von Energieholzsortimenten aus dem Wald.</p> <p data-bbox="486 427 1161 459">Der Renewable Energy Action Plan wird weiterentwickelt.</p> <p data-bbox="486 477 1225 508">Die Nachfrage nach Energieholz aus dem Wald nimmt stark zu</p> <ul data-bbox="496 526 1350 835" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 526 1297 591">• durch verstärkte Förderung der Nutzung von Waldbiomasse für energetische Nutzung <li data-bbox="496 609 1334 674">• durch entsprechenden weiteren Ausbau von Biomassekraftwerken bzw. Umstiege in der Energienutzung <li data-bbox="496 692 1350 757">• durch Preisrelationen Nutzholz/Brennholz zugunsten eines Anstiegs der Brennholznutzung <li data-bbox="496 775 1286 840">• u.a. auch aufgrund signifikanter Anstiege der Preise für andere Energieformen <p data-bbox="486 857 1361 922">Die Nachfrage nach Holz steigt über das Referenzszenario (langfristig Vorratsabbau zu erwarten).</p> <p data-bbox="486 940 1377 1032">Die Waldbewirtschaftung passt sich diesem Trend an (Zunahme der Durchforstungen, Verkürzung des Endnutzungsalters im Wald, entsprechende Sortiments- und Baumartenwahl).</p>
Charakteristika	<ul data-bbox="496 1055 1283 1167" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 1055 1283 1086">• Weiterentwicklung des National Renewable Energy Action Plan <li data-bbox="496 1104 1222 1167">• verstärkte Förderung der Nutzung von Waldbiomasse für energetische Zwecke
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	<p data-bbox="486 1189 1366 1283">Verschiebung der Nachfrage für Energieholz: bis 2100 kontinuierlicher Anstieg der Nachfrage nach Energieholz um 20 % gegenüber dem Szenario HKP_R</p>
Importe	<p data-bbox="486 1305 1326 1366">Wie im Szenario HKP_R, außer Energieholz (inkl. Pellets): Steigerung bis 2100 auf 2.500.000 t (zulässige Obergrenze), keine Exporte</p>

Szenarien zur Holzbiomasse für die Energetische Nutzung in Österreich – Die betrachteten Szenarien

Tabelle 4: Charakteristika des Szenarios HKP_1b (Intensivierung der stofflichen Holznutzung) des Holzkettenprojekts.

Kategorie	Szenario HKP_1b Intensivierung der stofflichen Holznutzung (kaskadische Nutzung).
Beschreibung	Der Bau mit Holz und der Einsatz von Holzprodukten werden gefördert (direkte Förderungen, Änderung der Bauordnungen, Entwicklungsarbeit in Richtung neuer Technologien). Technologische Entwicklungen erweitern den Einsatzspielraum von Holz in Produkten und Bau. Gleichzeitig geht die Förderung/Nachfrage der direkten Nutzung von Waldbiomasse für energetische Zwecke zurück. Die Nachfrage nach Holz steigt über das Referenzszenario (langfristig Vorratsabbau zu erwarten). Die Nutzholz/Brennholz-Preisrelation verschiebt sich in Richtung eines stärkeren Anreizes für eine Waldbewirtschaftung in Richtung höherwertiger Sortimente. Die Möglichkeiten der Altholzverwertung werden optimiert.
Charakteristika	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung der technologischen Weiterentwicklung des Holzbaus, von innovativen Anwendungsbereichen für Holz und von Produkten der Bioraffinerie (neue Technologien) • Altholzverwertung • Keine Förderung der Nutzung von Waldbiomasse für energetische Zwecke • Verkürzung des Endnutzungsalters im Wald
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Steigerung der stofflichen Nutzung (Säge- und Industrieholz) kontinuierlich bis 2100 um +20 % gegenüber dem Szenario HKP_R. Steigerung beim Export von weiterverarbeiteten Produkten Verschiebung der Holzsortimente und Baumarten, Recyclingholz; Steigerung der Effizienz im Forst -> Recyclinganteil (Altholz) gegenüber Referenzszenario erhöht sich in der Papier- und Plattenindustrie (ca. 3 Mio. Vfm äquiv.)
Importe	Wie im Szenario HKP_R

Tabelle 5: Charakteristika des Szenarios HKP_1c (Intensivierung der stofflichen Holznutzung unter günstigen Importbedingungen) des Holzkettenprojekts.

Kategorie	Szenario HKP_1c Intensivierung der stofflichen Holznutzung (kaskadische Nutzung) unter günstigen Importbedingungen
Beschreibung	Wie Szenario HKP_1b, allerdings stehen künftig weiterhin bessere Möglichkeiten für den Rohholzimport zur Verfügung
Charakteristika	<ul style="list-style-type: none"> • Wie Szenario HKP_1b • Einzugsgebiet für Rohholzimporte wird ausgeweitet
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Wie Szenario HKP_1b
Importe	Rohholzimporte bis maximal 150 % des derzeitigen Niveaus

Tabelle 6: Charakteristika des Szenarios HKP_2 (Vorratsaufbau im Wald) des Holzkettenprojekts.

Kategorie	Szenario HKP_2 Vorratsaufbau im Wald										
Beschreibung	Es werden Anreiz- und Fördersysteme sowie Rahmenbedingungen geschaffen, die zu einem Rückgang der Waldfläche in forstlicher Holznutzung und somit insgesamt zu einem Rückgang der Holznutzung führen. Derartige Systeme bzw. Rahmenbedingungen sind naturschutzrechtlichen Ursprungs mit entsprechenden Abgeltungen des Holz-Nutzungsentgangs und Förderungen bzw. Entgelte für den C-Vorratsaufbau in der Landschaft.										
Charakteristika	<ul style="list-style-type: none"> • weitere forstliche Holz-Nutzungseinschränkungen (begründet z. B. durch Natura 2000, EU-Biodiversitätsstrategie, vermehrte Naturwaldreservate, Biosphärenparks) • Förderung des anrechenbaren C im Wald • Abgeltung des Holz-Nutzungsentgangs • forstlicher Holz-Nutzungsverzicht z. B. durch Wildnisgebiete im Ertragswald • forstliche Holz-Nutzungseinschränkung durch Wiederbesiedelung bzw. Zuzug von Prädatoren 										
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragswaldfläche mit forstlicher Holz-Nutzungseinschränkung bzw. -Nutzungsverzicht nimmt zu • Reduktion der forstlichen Holznutzung im Ertragswald - nach Eigentumsarten und Waldgesellschaften • Forstlicher Holz-Nutzungsverzicht bis 2100: Anstieg von 1 % auf max. 5 % der Ertragswaldfläche • Zusätzliche forstliche Holz-Nutzungseinschränkung laut nachstehender Tabelle: <p>Tab: Reduktion der forstlichen Holznutzung auf Basis der Werte von 2010.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Schutzkategorie</th> <th>2020–2050</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nationalparks/Biosphärenparks (Kernzonen), Wildnisgebiet Dürrenstein, Naturwaldreservate</td> <td>Nutzungsverzicht – steigt von aktuell 1 % auf 5 % (bis 2100) an</td> </tr> <tr> <td>Nationalparks/Biosphärenparks (Außenzonen), Natura 2000</td> <td>-30 %</td> </tr> <tr> <td>Weitere Schutzgebiete (z. B. Landschaftsschutz) und Wanderkorridore</td> <td>-15 %</td> </tr> <tr> <td>Alle anderen Ertragswaldflächen</td> <td>-10 %</td> </tr> </tbody> </table>	Schutzkategorie	2020–2050	Nationalparks/Biosphärenparks (Kernzonen), Wildnisgebiet Dürrenstein, Naturwaldreservate	Nutzungsverzicht – steigt von aktuell 1 % auf 5 % (bis 2100) an	Nationalparks/Biosphärenparks (Außenzonen), Natura 2000	-30 %	Weitere Schutzgebiete (z. B. Landschaftsschutz) und Wanderkorridore	-15 %	Alle anderen Ertragswaldflächen	-10 %
Schutzkategorie	2020–2050										
Nationalparks/Biosphärenparks (Kernzonen), Wildnisgebiet Dürrenstein, Naturwaldreservate	Nutzungsverzicht – steigt von aktuell 1 % auf 5 % (bis 2100) an										
Nationalparks/Biosphärenparks (Außenzonen), Natura 2000	-30 %										
Weitere Schutzgebiete (z. B. Landschaftsschutz) und Wanderkorridore	-15 %										
Alle anderen Ertragswaldflächen	-10 %										
Importe	Wie im Szenario-HKP_R										

4.2 Szenarien des Projekts CareforParis

Tabelle 7: Charakteristika des Szenarios C4P_R8.5 (Referenzszenario C4P_R8.5) des Projekts CareforParis.

Szenario	Szenario C4P_R8.5 – Referenzszenario C4P_R8.5 Klimaszenario RCP 8.5, Variante 28 (MPI-ESM-LR / RCA)
Beschreibung	<p>Die weitere Nachfrage nach Holz (Menge und Zusammensetzung) und die entsprechende Waldbewirtschaftung folgt dem Trend der letzten Jahre und ist unterliegt den gleichen Rahmenbedingungen wie derzeit. In diesem Referenzszenario werden keine politischen Eingriffe hinsichtlich weiterer Forcierung von Holzbiomasse für energetische Nutzung mehr wirksam.</p> <p>Die Produktion der Säge-, Platten- und Papierindustrie sowie die energetische Nutzung von Holz folgen den Marktgegebenheiten. Der Rückgang der grafischen Papiere aufgrund der Zunahme elektronischer Medien wird durch die Zunahme bei Verpackungspapier kompensiert. Das Verhalten der übrigen Marktakteure bleibt sonst über den Zeitraum konstant.</p>
Charakteristika	<ul style="list-style-type: none"> • moderate Wirtschaftsentwicklung • keine weiteren politischen Eingriffe • Zuwachsentwicklung ergibt sich aus Waldwachstumsmodellierung unter Annahme einer bestimmten Klimaprojektion • Berücksichtigung des nicht-disponiblen Energieholzes für den Eigenbedarf
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	<ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftswachstum: für Österreich bis 2018 entsprechend Statistik Austria/WIFO, bis 2050 entsprechend OECD GDP long-term forecast; für Competitor (i.e. OECD) 2017–2050 OECD GDP long-term forecast • Ölpreis: bis 2050 entsprechend der EIA (EIA Annual Energy Outlook 2017) • Waldfläche bleibt konstant
Importe	<p>limitiert auf</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sägerundholz: folgt den Marktgegebenheiten. Die maximale Importverfügbarkeit (Obergrenze) entspricht dem Maximum der Importe 2000–2016 (FPP/FHP) – Obergrenze • Industrieholz (Sägenebenprodukte): folgt den Marktgegebenheiten. Die maximale Importverfügbarkeit (Obergrenze) folgt dem Maximum der Importe 2000–2016 (FPP/FHP) – Obergrenze • Altpapiernettoimporte werden wie in den letzten Jahren konstant auf einem Niveau von 1 Million Tonnen gehalten • Brennholz: Exporte bleiben konstant; Importe folgen den Marktgegebenheiten. Die maximale Importverfügbarkeit (Obergrenze) entspricht dem Maximum der Importe 2010–2016 (Eurostat). Holz-Importe werden endogen formuliert

Tabelle 8: Charakteristika des Szenarios C4P_R4.5 (Referenzszenario C4P_R4.5) des Projekts CareforParis.

Szenario	Szenario C4P_R4.5 – Referenzszenario C4P_R4.5 Klimaszenario RCP 4.5, Variante 14 (MPI-ESM-LR / RCA)
Beschreibung	Wie Szenario C4P_R8.5, aber mit Klimaszenario RCP 4.5
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R8.5
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R8.5
Importe	Siehe Szenario C4P_R8.5

Tabelle 9: Charakteristika des Szenarios C4P_Kal (Kalamitätenszenario) des Projekts CareforParis.

Szenario	Szenario C4P_Kal – Kalamitätenszenario Klimaszenario RCP 8.5, Variante 28 (MPI-ESM-LR / RCA)
Beschreibung	<p>Das Kalamitätenszenario simuliert eine Zunahme von Trockenheits- und Windwurf-Ereignissen sowie eine generelle Zunahme des Schadholtzanfalls.</p> <p>Im Waldwachstumsmodell CALDIS ist ein Modell implementiert, das die Zufallsholznutzungen, d. h. die Mortalität durch Sturm, Trockenheit und Borkenkäfer, in Abhängigkeit von Temperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit, Standorts- und Bestandesparametern abschätzt. Für die Umsetzung dieses Szenarios wird der prognostizierte Niederschlag des Szenarios um 20 % reduziert und die maximale Windgeschwindigkeit um 20 % erhöht.</p> <p>Zusätzlich wird die so geschätzte Mortalitätswahrscheinlichkeit für alle Baumarten um 10 % erhöht, um der steigenden Waldgefährdung, etwa durch steigende Waldbrandgefahr oder durch das Auftreten eines neuen Pathogens, Rechnung zu tragen. Bei der Fichte wird die Erhöhung der Mortalitätswahrscheinlichkeit mit 20 % festgesetzt, da Pathogene bei Baumarten, die häufig vorkommen und an ihrer natürlichen Verbreitungsgrenze künstlich eingebracht wurden, leichter virulent werden können. Nach den Schadholtznutzungen werden die gleichen Baumarten wie bisher angepflanzt.</p>
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R8.5
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R8.5
Importe	Siehe Szenario C4P_R8.5

Tabelle 10: Charakteristika des Szenarios C4P_BaW (Baumartenwechsel-Szenario) des Projekts CareforParis.

Szenario	Szenario C4P_BaW - Baumartenwechsel-Szenario Klimaszenario RCP 8.5, Variante 28 (MPI-ESM-LR / RCA)
Beschreibung	<p>Baumartenwahl als Klimawandelanpassungsmethode</p> <p>Orientiert sich an der natürlichen Waldgesellschaft, Ersatz von Fichte durch Laubholz (z. B. Buche, Eiche, Ahorn), fremdländische Baumarten werden nicht berücksichtigt, Tanne und Kiefer bleiben bestehen. Anpassung erfolgt auf Basis klimatischer Änderungen.</p> <p>Temperaturbereiche Jahresmitteltemperatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nadelholz: $\leq 8^{\circ}\text{C}$ • Ahorn: 6°C bis 12°C • Buche: 7°C bis 11°C • Eiche: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ (wenn Standort weder für Ahorn noch für Buche geeignet ist, dann $\geq 8^{\circ}\text{C}$) <p>Die Jahresmitteltemperatur und der lineare Temperaturtrend der letzten 30 Jahre werden laufend bestimmt. Sobald die in 50 Jahren erwartete Temperatur einer Baumart entspricht, wird diese schon heute zur Aufforstung herangezogen.</p> <p>Berücksichtigung des Bodentyps:</p> <p>Grundsätzlich jene Baumart, die schon auf der Probefläche war. Im Falle eines temperaturbedingten Baumartenwechsels wird Eiche auf allen Böden gepflanzt, im Ahorn-Bereich wird Ahorn auf sauren Standorten (Bodenvegetationstypen) ausgeschlossen, im Buchenbereich wird die Buche auf vergleyten bzw. pseudovergleyten Standorten ausgeschlossen.</p> <p>Wenn mehrere Baumarten möglich sind, wird ein Mischbestand aus diesen zu gleichen Anteilen begründet.</p>
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R8.5
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R8.5
Importe	Siehe Szenario C4P_R8.5

Tabelle 11: Charakteristika des Szenarios C4P_Utr (Umtriebszeitverkürzung-Szenario) des Projekts CareforParis.

Szenario	Szenario C4P_Utr - Umtriebszeitverkürzung-Szenario Klimaszenario RCP 8.5, Variante 28 (MPI-ESM-LR / RCA)
Beschreibung	<p>Verkürzung der Umtriebszeit als Klimawandelanpassungsmethode. Unterstellt wird, dass die Sturmschäden derart zunehmen, dass als Klimawandelanpassungsmethode eine rasche Umwandlung alter Bestände und eine Umtriebszeitverkürzung notwendig wird. Eine höhere jährliche Holznutzung als der jährliche Holz-Zuwachs in der Umwandlungsphase der ersten Jahrzehnte wird als Notfallmaßnahme in Kauf genommen.</p> <p>Das im CALDIS-Modell implementierte Kalamitätsnutzungsmodell sowie Sturmschadensanalysen im Zusammenhang mit dem Wintersturm Lothar haben gezeigt, dass ab einer Oberhöhe von 25-30m ein Bestand in eine kritische Phase der Sturmgefährdung eintritt. Dieses Szenario zielt nun darauf ab, das Endnutzungsalter im Wald abzusenken und Bestände vor dem Eintritt in diese kritische Phase zu nutzen. Dadurch werden große Schadholz-mengen vermieden und ein Baumartenwechsel in kürzeren Intervallen möglich. Ein mittleres Endnutzungsalter von 75 Jahren wird angestrebt.</p> <p>Dazu wird ein jährlich gleichbleibender Flächenhiebsatz ermittelt, indem die Waldfläche durch 75 dividiert wird. Beginnend bei den höchstbevorra-teten Beständen werden dann so lange Endnutzungen implementiert, bis der Flächenhiebsatz erreicht ist. Die Wiederaufforstung erfolgt mit jenen Baumarten, die auf der Probefläche vorhanden waren. Bei Durchforstungen werden die bisher verwendeten Stammzahlleitlinien um 25 % verringert, um die Bestandesdichte zu reduzieren und das Durchmesserwachstum zu fördern. Im Rahmen dieser Vorgaben ist es bei den besten Bonitäten teilweise erforderlich, diese noch im Zeitraum der Hiebsunreife zu nutzen, was im Szenario erlaubt wird.</p>
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R8.5
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R8.5
Importe	Siehe Szenario C4P_R8.5

Tabelle 12: Charakteristika des Szenarios C4P_Vor (Vorratsaufbau-Szenario) des Projekts CareforParis.

Szenario	Szenario C4P_Vor - Vorratsaufbau-Szenario Klimaszenario RCP 8.5, Variante 28 (MPI-ESM-LR / RCA)										
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragswaldfläche mit forstlicher Holz-Nutzungseinschränkung bzw. -Nutzungsverzicht nimmt zu • Reduktion der forstlichen Holz-Nutzung im Ertragswald - nach Eigentumsarten und Waldgesellschaften • Holz-Nutzungsverzicht im Wald bis 2100: Anstieg von 1 % auf max. 5 % der Ertragswaldfläche, wobei mit der Außer-Nutzung-Stellung bei den Flächen mit den besten Bonitäten begonnen wird • Zusätzliche Holz-Nutzungseinschränkung im Wald laut nachstehender Tabelle: <p>Tab: Reduktion der Holz-Nutzung auf Basis der Werte von 2010.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Schutzkategorie</th> <th>2020–2050</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nationalparks/Biosphärenparks (Kernzonen), Wildnisgebiet Dürrenstein, Naturwaldreservate</td> <td>Nutzungsverzicht – steigt von aktuell 1 % auf 5 % (bis 2100) an</td> </tr> <tr> <td>Nationalparks/Biosphärenparks (Außenzonen), Natura 2000</td> <td>-30 %</td> </tr> <tr> <td>Weitere Schutzgebiete (z. B. Landschaftsschutz) und Wanderkorridore</td> <td>-15 %</td> </tr> <tr> <td>Alle anderen Ertragswaldflächen</td> <td>-10 %</td> </tr> </tbody> </table>	Schutzkategorie	2020–2050	Nationalparks/Biosphärenparks (Kernzonen), Wildnisgebiet Dürrenstein, Naturwaldreservate	Nutzungsverzicht – steigt von aktuell 1 % auf 5 % (bis 2100) an	Nationalparks/Biosphärenparks (Außenzonen), Natura 2000	-30 %	Weitere Schutzgebiete (z. B. Landschaftsschutz) und Wanderkorridore	-15 %	Alle anderen Ertragswaldflächen	-10 %
Schutzkategorie	2020–2050										
Nationalparks/Biosphärenparks (Kernzonen), Wildnisgebiet Dürrenstein, Naturwaldreservate	Nutzungsverzicht – steigt von aktuell 1 % auf 5 % (bis 2100) an										
Nationalparks/Biosphärenparks (Außenzonen), Natura 2000	-30 %										
Weitere Schutzgebiete (z. B. Landschaftsschutz) und Wanderkorridore	-15 %										
Alle anderen Ertragswaldflächen	-10 %										
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R8.5										
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R8.5										
Importe	Siehe Szenario C4P_R8.5										

4.3 Szenarien des Projekts CareforNetZero

Das Szenario C4P_R4.5 des Projekt CareforParis (siehe in Kapitel 4.2) diente in diesem Projekt als Referenz-Szenario.

Tabelle 13: Charakteristika des Szenarios C4NZ_R4.5_HWP (Referenzszenario C4P_R4.5 mit anteilig höherer Holzprodukte-Produktion) des Projekts CareforNetZero.

Szenario	Szenario C4NZ_R4.5_HWP Klimaszenario RCP 4.5, Variante 14 (MPI-ESM-LR / RCA)																				
Beschreibung	<p>Waldbewirtschaftung: wie Szenario C4P_R4.5 des Projekt CareforParis (siehe in Kapitel 4.2)</p> <p>Holzprodukte (HWP), energetische Holznutzung:</p> <p>Die Annahmen betreffend Herstellung und Verwendung von Holzprodukten wurde auf Basis von Fragebogenantworten von 20 Expert:innen der Holzbranche angepasst. Es wurde ein Trend zu höheren Anteilen des Holzes in langlebigen Produkten berücksichtigt, wodurch sich zusätzlich auch die Halbwertszeit von Schnittholz und Platten erhöht und sich die HWP-Senke erhöht.</p> <p>Die Holzverwendung entwickelt sich gemäß der Übersichtstabelle. Demnach gehen künftig – im Vergleich zum Szenario C4P_R4.5 – höhere Anteile von Nadel- als auch Laub-Rundholz in die Schnittholz- und Plattenproduktion und geringere Anteile in die Papierproduktion und in die unmittelbare energetische Nutzung. Die Trendänderung entspricht in etwa der doppelten Zunahme/Abnahme des Szenarios C4P_R4.5.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Zunahme/Abnahme des Anteils am (jeweiligen) Holz-Einschlag in Prozentpunkten</th> <th>2030 vs. 2020</th> <th>2050 vs. 2030</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadelschnittholz</td> <td>2,4</td> <td>2,8</td> </tr> <tr> <td>Laubschnittholz</td> <td>0,4</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Platten (ohne Altholz zu Platte)</td> <td>0,4</td> <td>-1,7</td> </tr> <tr> <td>Papier</td> <td>-1,1</td> <td>-2,7</td> </tr> <tr> <td>Brennholz aus dem Wald</td> <td>-1,6</td> <td>-4,9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Bei Schnittholz und Platten steigen künftig auch die Anteile der Verwendung im Bau (v. a. Bau Konstruktion bei Nadelschnittholz) und es sinken jene bei den Waren (siehe nachfolgende Tabellen auf Basis der Fragebogenantworten). Bei der Papierverwendung steigen künftig die Anteile von Verpackungen gegenüber sinkenden Anteilen von anderen Waren.</p>			Zunahme/Abnahme des Anteils am (jeweiligen) Holz-Einschlag in Prozentpunkten	2030 vs. 2020	2050 vs. 2030	Nadelschnittholz	2,4	2,8	Laubschnittholz	0,4	1,6	Platten (ohne Altholz zu Platte)	0,4	-1,7	Papier	-1,1	-2,7	Brennholz aus dem Wald	-1,6	-4,9
Zunahme/Abnahme des Anteils am (jeweiligen) Holz-Einschlag in Prozentpunkten	2030 vs. 2020	2050 vs. 2030																			
Nadelschnittholz	2,4	2,8																			
Laubschnittholz	0,4	1,6																			
Platten (ohne Altholz zu Platte)	0,4	-1,7																			
Papier	-1,1	-2,7																			
Brennholz aus dem Wald	-1,6	-4,9																			

Szenarien zur Holzbiomasse für die Energetische Nutzung in Österreich – Die betrachteten Szenarien

Tabelle 13 Fortsetzung: Charakteristika des Szenarios C4NZ_R4.5_HWP (Referenzszenario C4P_R4.5 mit anteilig höherer Holzprodukte-Produktion) des Projekts CareforNetZero.

Beschreibung		vor 2030		Angabe in %					
		Herstellung von Waren	Möbel	Verpackung	andere Waren	Bau	Bau Konstruktion	Bau gestal-tend	Energetische Nutzung
Schnittholz	Nadel	13	1	27	73	87	17	83	0
Schnittholz	Laub	97	7	85	8	3	93	7	0
Holzplatten		98	97	3	0	2	100	0	0
Brennholz		0	0	0	0	0	0	0	100
SNP		48	0	0	0	0	0	0	52
Papier/Pappe		100	0	24	76	0	0	0	0
ab 2030									
Schnittholz	Nadel	11	0,6	26,9	72,5	89	22	78	0
Schnittholz	Laub	95	5	85	10	5	93	7	0
Holzplatten		96	97	3	0	4	100	0	0
Brennholz		0	0	0	0	0	0	0	100
SNP		48	0	0	0	0	0	0	52
Papier/Pappe		100	0	26	74	0	0	0	0

Dadurch ändert sich die Halbwertszeit von Schnittholz und Platten auf Basis von Auswertungen aus umfangreichen Literaturdaten gemäß nachstehender Tabelle:

Halbwertszeit-Änderung für neue Produkte gegenüber Default Werten (in Jahren)

	Schnittholz		Platten	Papier
	Nadel	Laub		
2031-40	3,2	0,7	1,1	0
2041-50	4,8	1,7	1,3	0

Recycling: Die Recyclingquote bleibt gleich wie bisher, wie Szenario C4P_R4.5. Die sonstigen Rahmenbedingungen folgen jenen in Szenario C4P_R4.5.

Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R4.5
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R4.5
Importe	Siehe Szenario C4P_R4.5

Tabelle 14: Charakteristika des Szenarios C4NZ_R4.5_HWP_R (Referenzszenario C4P_R4.5 mit anteilig höherer Holzprodukte-Produktion und Recycling-Quote) des Projekts CareforNetZero.

Szenario	Szenario C4NZ_R4.5_HWP_R Klimaszenario RCP 4.5, Variante 14 (MPI-ESM-LR / RCA)		
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Waldbewirtschaftung: wie Szenario C4P_R4.5 des Projektes CareforParis (siehe in Kapitel 4.2) • Holzprodukte, energetische Holznutzung: wie Szenario C4NZ_R4.5_HWP • Recycling: Die Recyclingquote steigt bei Vollholzprodukten bis 2050 gemäß den Fragebogenantworten an (siehe Tabelle). Der höhere Anteil an recycelten Vollholzprodukten geht vollständig in eine gesteigerte Plattenproduktion bzw. verringert entsprechend die energetische Nutzung von Altholz 		
	Prozentpunkte mehr Recycling als in Szenario R45	2030 vs. 2020	2050 vs. 2030
	Vollholzprodukte Recycling	5	10
	Die sonstigen Rahmenbedingungen folgen jenen in Szenario C4P_R4.5.		
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R4.5		
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R4.5		
Importe	Siehe Szenario C4P_R4.5		

Tabelle 15: Charakteristika des Szenarios C4NZ_W (Waldbau-Szenario) des Projekts CareforNetZero.

Szenario	Szenario C4NZ_W Klimaszenario RCP 4.5, Variante 14 (MPI-ESM-LR / RCA)		
Beschreibung	<p>Waldbewirtschaftung:</p> <p>Die Waldbewirtschaftung wird gegenüber dem business-as-usual (BaU) umgestellt, um größere Senkenleistungen im Wald zu erzielen. Folgende Maßnahmen werden in diesem Szenario implementiert:</p> <p>Zuwachsoptimierte Bewirtschaftung im Ertragswald. Umtriebszeiten werden so gewählt, dass die Bestände am Kulminationspunkt des durchschnittlichen Gesamtzuwachses (DGZ) endgenutzt werden (was in bringungsgünstigen und wüchsigen Lagen auch eine Verlängerung der Umtriebszeit gegenüber dem BaU bedeutet). Langfristig wird eine ausgeglichene Altersklassenverteilung angestrebt.</p> <p>Raschere Verjüngung: Der Zeitraum der Verjüngung der Bestände (derzeit durchschnittlich 4 Jahre) wird auf 0 Jahre verkürzt, um unproduktive Kahlfächen zu vermeiden.</p>		

Tabelle 15 (Fortsetzung): Charakteristika des Szenarios C4NZ_W (Waldbau-Szenario) des Projekts CareforNetZero.

Beschreibung	<p>Verjüngung lückiger Bestände: Bestände mit einer geringen Überschirmung (ohne unmittelbar vorangehende Durchforstung), also unterbestockte Bestände, die nicht ohnehin durch die Verjüngungsmaßnahmen betroffen sind, werden auf den unbestockten Flächen verjüngt, um den Zuwachs und den Vorrat zu erhöhen.</p> <p>Die Bestände werden an den Klimawandel angepasst: Auf Flächen bis max. 8°C Jahresmitteltemperatur wird an der bisherigen Baumartenzusammensetzung festgehalten. Auf Flächen mit einer Jahresmitteltemperatur von mehr als 8°C wird der Anbau von Tanne, Douglasie, Lärche, Buche, Ahorn und Eiche gefördert (siehe nachstehende Tabelle).</p> <p>Baumartenwahl für den klimafitten Waldumbau:</p> <table data-bbox="485 786 1358 1346"> <thead> <tr> <th data-bbox="485 786 639 846">Jahresmitteltemperatur</th> <th data-bbox="699 786 831 817">Baumarten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="555 898 624 929">< 8°C</td> <td data-bbox="699 869 1358 965">Alle Baumarten, die bisher auf den betreffenden Probe­flächen vorgekommen sind, Anteile nach Einwuchsmodell geschätzt</td> </tr> <tr> <td data-bbox="555 1016 624 1048">8–9°C</td> <td data-bbox="699 987 1358 1084">Fichte, Tanne, Lärche, Weißkiefer, Schwarzkiefer, Douglasie, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne und Douglasie doppelter Anteil)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 1115 624 1146">9–10°C</td> <td data-bbox="699 1099 1358 1167">Tanne, Lärche, Douglasie, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne und Douglasie doppelter Anteil)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 1198 624 1229">10–11°C</td> <td data-bbox="699 1182 1358 1249">Tanne, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne doppelter Anteil)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 1258 624 1290">11–12°C</td> <td data-bbox="699 1265 847 1296">Eiche, Ahorn</td> </tr> <tr> <td data-bbox="547 1305 624 1337">>12°C</td> <td data-bbox="699 1312 762 1344">Eiche</td> </tr> </tbody> </table> <p>Holzverwendung: wie Szenario C4P_R4.5.</p> <p>Recycling: Die Recyclingquote wird aus dem Szenario C4P_R4.5 übernommen.</p> <p>Die sonstigen Rahmenbedingungen folgen jenen in Szenario C4P_R4.5</p>	Jahresmitteltemperatur	Baumarten	< 8°C	Alle Baumarten, die bisher auf den betreffenden Probe­flächen vorgekommen sind, Anteile nach Einwuchsmodell geschätzt	8–9°C	Fichte, Tanne, Lärche, Weißkiefer, Schwarzkiefer, Douglasie, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne und Douglasie doppelter Anteil)	9–10°C	Tanne, Lärche, Douglasie, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne und Douglasie doppelter Anteil)	10–11°C	Tanne, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne doppelter Anteil)	11–12°C	Eiche, Ahorn	>12°C	Eiche
Jahresmitteltemperatur	Baumarten														
< 8°C	Alle Baumarten, die bisher auf den betreffenden Probe­flächen vorgekommen sind, Anteile nach Einwuchsmodell geschätzt														
8–9°C	Fichte, Tanne, Lärche, Weißkiefer, Schwarzkiefer, Douglasie, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne und Douglasie doppelter Anteil)														
9–10°C	Tanne, Lärche, Douglasie, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne und Douglasie doppelter Anteil)														
10–11°C	Tanne, Buche, Eiche, Ahorn (Anteile gleich verteilt, Tanne doppelter Anteil)														
11–12°C	Eiche, Ahorn														
>12°C	Eiche														
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R4.5														
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R4.5														
Importe	Siehe Szenario C4P_R4.5														

Tabelle 16: Charakteristika des Szenarios C4NZ_W_HWP (Waldbau-Szenario mit anteilig höherer Holzprodukte-Produktion) des Projekts CareforNetZero.

Szenario	Szenario C4NZ_W_HWP Klimaszenario RCP 4.5, Variante 14 (MPI-ESM-LR / RCA)
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Waldbewirtschaftung: wie Szenario C4NZ_W • Holzverwendung: wie Szenario C4NZ_R4.5_HWP • Recycling: Die Recyclingquote wird aus dem Szenario C4P_R4.5 übernommen. • Die sonstigen Rahmenbedingungen folgen jenen in Szenario C4P_R4.5.
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R4.5.
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R4.5.
Importe	Siehe Szenario C4P_R4.5.

Tabelle 17: Charakteristika des Szenarios C4NZ_W_HWP_R (Waldbau-Szenario mit anteilig höherer Holzprodukte-Produktion und Recycling-Quote) des Projekts CareforNetZero.

Szenario	Szenario C4NZ_W_HWP_R Klimaszenario RCP 4.5, Variante 14 (MPI-ESM-LR / RCA)
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Waldbewirtschaftung: wie Szenario C4NZ_W • Holzverwendung: wie Szenario C4NZ_R4.5_HWP • Recycling: wie Szenario C4NZ_R4.5_HWP_R, • Die sonstigen Rahmenbedingungen entsprechen jenen des Szenarios C4P_R4.5.
Charakteristika	Siehe Szenario C4P_R4.5
Stellgrößen und deren Quantifizierung zu Ist-Situation	Siehe Szenario C4P_R4.5
Importe	Siehe Szenario C4P_R4.5

5 ERGEBNISSE

Ähnliche Ergebnisse Die Ergebnisse zum verfügbaren energetisch genutzten Holz sind insgesamt über die 16 Szenarien mit im Mittel rd. 21 bis 25 Mio. m³ ähnlicher (Abbildung 1, Tabelle 18), als es aufgrund der deutlich unterschiedlichen Annahmen bezogen auf Maßnahmen in der Waldbewirtschaftung, Holznachfrage in Menge und Qualität und äußere Einflussfaktoren durch Klimawandel und Klimawandelanpassung in den Szenarien zu erwarten wäre (siehe Szenarien-Beschreibungen in Kapitel 4).

Unterschiedliche Trends Offensichtlich ist der gesamte waldbasierte Sektor ein träges System, das sich nur langsam verändert, was in der betrachteten Periode bis 2050 noch nicht zu stärkeren Abweichungen führt. Dennoch gibt es Unterschiede in den verfügbaren Mengen und Trends über die Zeit, diese und die Gründe dafür werden nachfolgend beschrieben.

Geringere verfügbare Mengen an energetisch genutztem Holz aus dem österreichischen Wald werden in einzelnen Szenarien durch höhere Anteile aus Import-Holz kompensiert und umgekehrt (Tabelle 19); vergleiche etwa in Tabelle 18. die ähnlichen Ergebnisse für Szenario „HKP_1b“ mit Importbeschränkungen und daher höheren Holznutzungen im österreichischen Wald und Szenario „HKP_1c“ ohne Importbeschränkungen und daher geringeren Nutzungen im Wald.

Der Vergleich der Mengen an energetisch genutztem Holz in den Szenarien im Jahr 2025 (siehe Tabelle 18) mit jenen der letzten Jahre gemäß Holzflussdiagramm Österreich zeigt eine gute Übereinstimmung. So lagen die Mengen an energetisch genutztem Holz gemäß Holzflussdiagramm Österreich ohne Importholz mit sofortiger energetischer Nutzung in den letzten Jahren bei etwa 23,2 Mio. m³ (2020, 2021) und 22,8 Mio. m³ im Jahr 2022 (Strimitzer et al. 2022, 2023, 2024).

Die energetisch genutzten Holz mengen der Szenarien des Holzkettenprojektes („HKP“ im Akronym) sind tendenziell höher als jene der Szenarien in den anderen beiden Projekten (Abbildung 1, Tabelle 18). Ursachen dafür sind:

1. Im Holzkettenprojekt wurde 17 % Ernteverlust unterstellt, in CareforParis („C4P“) und CareforNetZero („C4NZ“) aber 25 %. Somit steht bei gleicher Holznutzung im Wald im Holzkettenprojekt relativ mehr geerntete Biomasse zur Verfügung als in den Szenarien der beiden anderen Projekten. Mit einer Verringerung der Ernteverluste kann somit auch ein gewisses zusätzliches Potential einer energetisch nutzbaren Holzmenge erreicht werden.

2. Im Holzkettenprojekt wurden Holz-Importbeschränkungen unterstellt (siehe Szenarien-Beschreibungen in Kapitel 4.1). Dies führt laut den implementierten Annahmen dazu, dass vergleichsweise mehr Holz im österreichischen Wald geschlägert wurde, um die Nachfrage zu bedienen. Deshalb sind die Bioenergie-Anteile, die aus Importholz stammen, in den CareforParis- und CareforNetZero-Szenarien höher als bei den Szenarien im Holzkettenprojekt (Tabelle 19).

Mengenzunahme in Mehrzahl der Szenarien In den meisten Szenarien zeigen sich bis 2050 Zunahmen der Menge an energetisch genutztem Holz gegenüber 2025 (Abbildung 1, Tabelle 18). Die Zunahmen liegen zwischen 1 und 13 Prozent, im Mittel der Szenarien mit Zunahmen bei 5 % (Tabelle 18). Die stärkste Zunahme zeigt das Szenario „C4P_Utr“ aufgrund einer starken Zunahme der Holznutzung im österreichischen Wald aufgrund von Klimawandelanpassungsnotwendigkeiten.

Mengenabnahme in bestimmten Szenarien Die Szenarien „C4P_Vor“, „C4NZ_R45_HWP_R“, „C4NZ_W_HWP“ und „C4NZ_W_HWP_R“ weisen bis 2050 Abnahmen der Mengen an energetisch genutztem Holz gegenüber 2025 auf (Abbildung 1, Tabelle 18). Die Abnahmen über die Zeit liegen zwischen 0,4 % („C4NZ_W_HWP“) und 7,5 % („C4P_Vor“).

Beim Szenario „C4P_Vor“ ist die deutliche Abnahme auf Holz-Nutzungsreduktionen im Wald aus Naturschutzgründen zurückzuführen (siehe Szenario-Beschreibung in Tabelle 12 in Kapitel 4.2).

Bei den anderen drei Szenarien „C4NZ_R45_HWP_R“, „C4NZ_W_HWP“ und „C4NZ_W_HWP_R“ ist dies auf die Annahmen zurückzuführen, dass der Anteil an stofflich genutztem Holz bis 2050 steigt (die Szenarien mit „HWP“ im Akronym) und der Anteil der stofflichen Verwertung von Altholz ebenfalls bis 2050 steigt (die beiden Szenarien mit zusätzlich „R“ im Akronym; siehe Szenarien-Beschreibungen in Tabelle 14, Tabelle 16 und Tabelle 17 in Kapitel 4.3).

Daher nimmt die Menge an energetisch genutztem Holz in diesen Szenarien ab, und deshalb steht in diesen Szenarien auch weniger energetisch genutztes Holz zur Verfügung als in den vergleichbaren Basis-Szenarien „C4P_R45“ bzw. „C4NZ_W“ (Tabelle 18).

Vorteile stofflicher Nutzung Die Szenarien mit anteilmäßig höherer stofflicher Holznutzung („HWP“) und Recycling-Anteilen („R“) wurden im Projekt CareforNetZero aus Klimaschutzgründen definiert, da unter anderem im Holzketten-Projekt nachgewiesen werden konnte, dass eine stoffliche Holznutzung für die Treibhausgasbilanz vorteilhafter ist als die sofortige energetische Nutzung geernteten Holzes (Braun et al. 2016).

Die stoffliche Holznutzung weist gegenüber der sofortigen energetischen Holznutzung auch Vorteile für die Wertschöpfung und Beschäftigung auf (Carus et al. 2014). Insofern ist eine Abnahme des Anteils der energetischen Holznutzung zugunsten eines höheren Anteils der stofflichen Holznutzung aus Klimaschutz- und Volkswirtschafts-Sicht durchaus erstrebenswert. Der reale Trend der letzten Jahrzehnte zeigt laut Holzeinschlagsmeldungen jedoch eine stetige Zunahme des Anteils sofortiger energetischer Nutzung am Einschlag Österreichs (BMLUK 2025).

Da letztlich das gesamte Holz am Ende der Lebensdauer der Produkte und der Recycling-Möglichkeiten einer finalen energetischen Nutzung zugeführt wird, sind die Abnahmen der verfügbaren Holzbioenergie in den Szenarien mit stärkerer stofflicher Nutzung und mehr Recycling aber sehr moderat (Abbildung 1, Tabelle 18).

**Bemerkenswerte
Ergebnisse zweier
Szenarien**

Unter den Szenarien der Projekte CareforParis und CareforNetZero sind die Ergebnisse der Szenarien „C4P_Utr“ und „C4P_Vor“ hervorzuheben:

„C4P_Vor“ weist deutlich geringere Holzmengen für die energetische Nutzung im Vergleich zu den anderen Szenarien der Projekte CareforParis und CareforNetZero auf und ist eines der wenigen Szenarien mit einer Abnahme der verfügbaren Holzmengen für energetische Nutzung über die Zeit (Abbildung 1, Tabelle 18).

Grund dafür sind die in diesem Szenario unterstellten forstlichen Holz-Nutzungsreduktionen und Außer-Nutzung-Stellungen von Waldflächen aus Naturschutzgründen, die zu geringeren Mengen an geerntetem bzw. verfügbarem Holz führen (siehe Szenario-Beschreibung in Tabelle 12 in Kapitel 4.2).

Eine ähnliche Reduktion der energetisch genutzten Menge weist auch das Szenario „HKP_2“ innerhalb der vergleichbaren Szenarien des Holzkettenprojekts (Szenarien mit „HKP“ im Akronym) auf. Dieses hat ebenfalls forstliche Holz-Nutzungsreduktionen und Außer-Nutzung-Stellungen von Waldflächen über die Zeit aus Naturschutzgründen unterstellt, allerdings im Unterschied zu „C4P_Vor“ bei weniger wüchsigen Waldbeständen. Daher fällt die Reduktion bei „HKP_2“ im Vergleich zu den anderen „HKP“ Szenarien etwas geringer aus als beim „C4P_Vor“ im Vergleich zu den anderen „C4P“-Szenarien (Tabelle 18). Die Abnahmen der energetisch genutzten Menge an Holz in diesen beiden Szenarien durch Holz-Nutzungsreduktionen im österreichischen Wald wird nach den Modellergebnissen auch nicht durch Importe vollständig kompensiert: im Falle von Szenario „HKP_2“, weil Importrestriktionen unterstellt wurden (Kapitel 4.1); im Falle von „C4P_Vor“ ist der höhere Import-Anteil der energetischen Holznutzung im Vergleich zu den vergleichbaren anderen

„C4P“- und „C4NZ“-Szenarien zwar deutlich (Tabelle 19), er führt aber nicht zu einer vollständigen Kompensation jener Menge, die aus dem heimischen Wald fehlt.

Das zweite Szenario „C4P_Utr“ weist deutlich höhere Holzmengen für die energetische Nutzung und starke Zunahmen in den nächsten Jahrzehnten im Vergleich zu den anderen Szenarien der Projekte CareforParis und CareforNetZero auf (Abbildung 1, Tabelle 18).

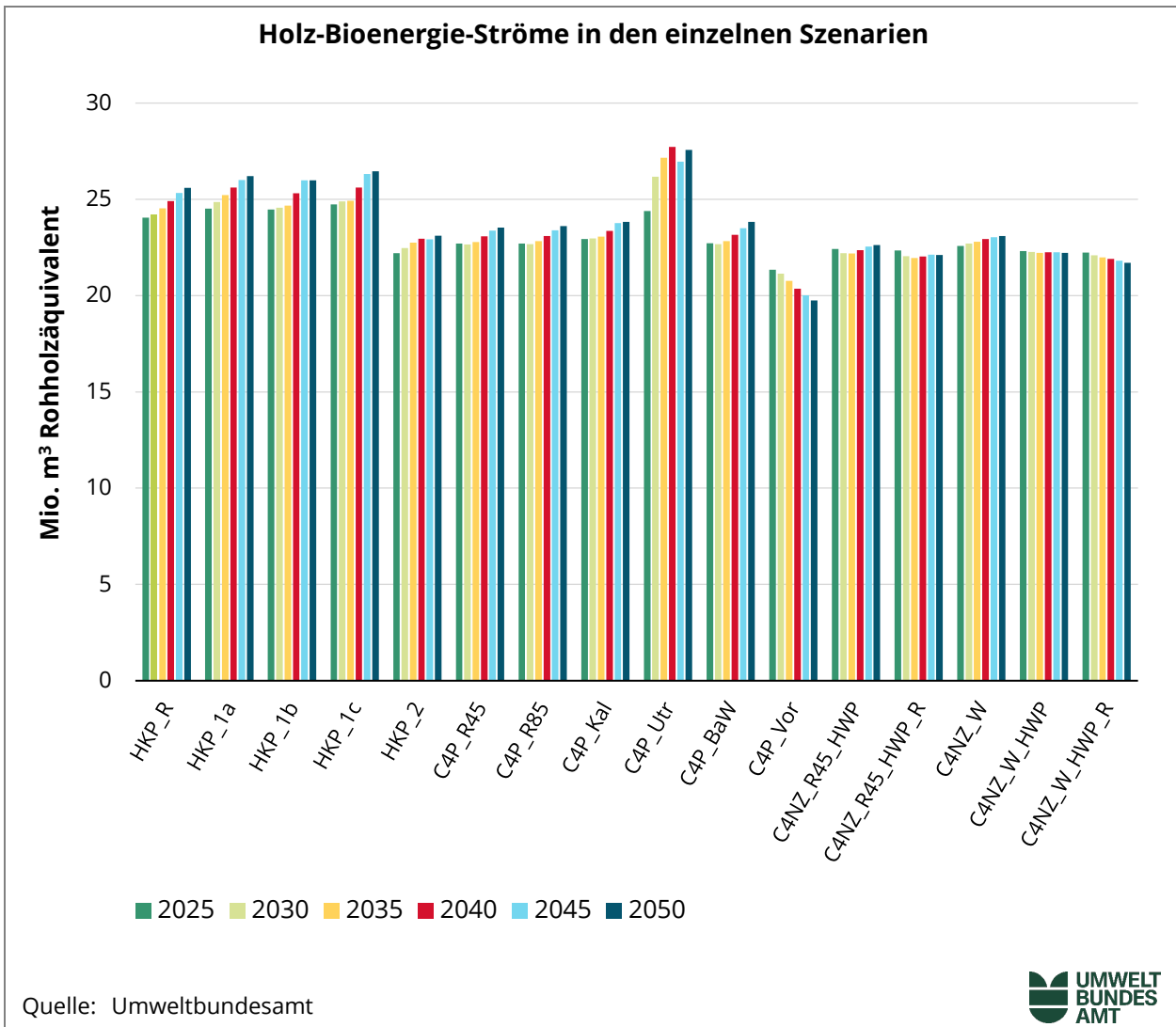
Grund dafür sind eine unterstellte Klimawandel-Anpassungs-/Notfallsmaßnahme: Es wurde angenommen, dass die Sturmwürfe durch Klimawandel derart zunehmen, dass eine rasche Umwandlung/Verjüngung alter Bestände erfolgt, bevor der Sturm diese Bestände wirft und zerstört (siehe Szenario-Beschreibung in Tabelle 11 in Kapitel 4.2).

Aus diesem Grund wurde auch eine höhere jährliche forstliche Holznutzung als der jährliche Holz-Zuwachs im österreichischen Wald in den ersten Jahrzehnten in diesem Szenario „toleriert“, um die Bestände rasch vor Sturmschäden zu nutzen. Bleibt zu hoffen, dass dieses Szenario nicht Realität wird, die letzten Jahre waren aber auch in der Realität von einer Zunahme der Holznutzungen im Wald durch Schadholz geprägt (BMLUK 2025).

Auffällig ist auch bei diesem Szenario, dass die Erhöhung der Holznutzung im österreichischen Wald verglichen zu den anderen Szenarien der Projekte CareforParis und CareforNetZero dazu führt, dass der Anteil energetisch genutzten Holzes aus Import in diesem Szenario vergleichsweise geringer ist (Tabelle 19).

Auch hier ist somit der inverse Zusammenhang zwischen Versorgung aus dem österreichischen Wald und Import gut sichtbar.

Abbildung 1: Mengen energetisch genutzten Holzes in den einzelnen Szenarien und Jahren



Szenarien zur Holzbiomasse für die Energetische Nutzung in Österreich – Ergebnisse

Tabelle 18: Mengen energetisch genutzten Holzes in den einzelnen Szenarien und Jahren und deren Änderung 2050 vs. 2025.

Mio. m ³ Rohholz- äquivalent	Szenario	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Mittel- wert	2050 vs. 2025
Holz- ketten- projekt	HKP_R	24,05	24,19	24,54	24,90	25,33	25,59	24,77	1,064
	HKP_1a	24,52	24,86	25,22	25,61	26,00	26,21	25,40	1,069
	HKP_1b	24,47	24,56	24,67	25,32	25,98	25,99	25,17	1,062
	HKP_1c	24,74	24,89	24,93	25,61	26,32	26,45	25,49	1,069
	HKP_2	22,21	22,48	22,75	22,96	22,92	23,12	22,74	1,041
Carefor- Paris Projekt	C4P_R45	22,70	22,65	22,79	23,08	23,37	23,53	23,02	1,037
	C4P_R85	22,71	22,67	22,82	23,09	23,39	23,60	23,05	1,039
	C4P_Kal	22,94	22,98	23,06	23,36	23,77	23,83	23,32	1,039
	C4P_Utr	24,39	26,17	27,17	27,73	26,96	27,56	26,66	1,130
	C4P_BaW	22,72	22,67	22,83	23,15	23,50	23,83	23,12	1,049
	C4P_Vor	21,35	21,13	20,76	20,35	20,01	19,74	20,56	0,925
Carefor- NetZero Projekt	C4NZ_R45_HWP	22,42	22,20	22,19	22,36	22,55	22,62	22,39	1,009
	C4NZ_R45_HWP_R	22,35	22,05	21,96	22,03	22,12	22,11	22,10	0,989
	C4NZ_W	22,58	22,70	22,79	22,93	23,03	23,10	22,86	1,023
	C4NZ_W_HWP	22,31	22,26	22,23	22,24	22,24	22,22	22,25	0,996
	C4NZ_W_HWP_R	22,23	22,10	21,98	21,91	21,81	21,70	21,96	0,976

Tabelle 19: Mittlere Anteile 2025–2050 des energetisch genutzten Holzes aus Österreichs Wald und Landschaft und aus Koppelprodukten der stofflichen Weiterverarbeitung von Importholz (Holz-Importe für eine direkte energetische Nutzung sind nicht berücksichtigt und inkludiert).

	Mittlerer Anteil 2025–2050 energetisch genutzten Holzes aus heimischem Einschlag (Wald und Flur- gehölze) und aus Koppelprodukten aus deren stofflicher Weiterverarbeitung	Mittlerer Anteil 2025–2050 energetisch genutzten Holzes aus Koppelprodukten der Weiterverarbeitung von Importholz
HKP_R	0,864	0,136
HKP_1a	0,869	0,131
HKP_1b	0,843	0,157
HKP_1c	0,817	0,183
HKP_2	0,852	0,148
C4P_R45	0,731	0,269
C4P_R85	0,731	0,269
C4P_Kal	0,733	0,267
C4P_Utr	0,766	0,234
C4P_BaW	0,732	0,268
C4P_Vor	0,709	0,291
C4NZ_R45_HWP	0,743	0,257
C4NZ_R45_HWP_R	0,741	0,259
C4NZ_W	0,729	0,271
C4NZ_W_HWP	0,740	0,260
C4NZ_W_HWP_R	0,741	0,259

Weitere Spezifika Nachfolgend werden noch ein paar weitere Spezifika der Ergebnisse einzelner Szenarien im Kontext der Szenarien-Definition bzw. Projekt-Ausrichtung diskutiert:

Innerhalb des Holzketten-Projektes („HKP“) wurde im Szenario „HKP_1a“ eine Zunahme der Nachfrage nach Energieholz um 20 % bis 2100 im Vergleich zu den anderen Szenarien simuliert (Tabelle 3). Dennoch ergeben sich nur unwesentlich höhere Energieholzmengen (plus 1 bis 3 % im Vergleich zu den Szenarien „HKP_R“ und „HKP_1b; (Tabelle 18). „HKP_R“ stellt das Referenzszenario des Holzkettenprojekts dar (Tabelle 2), und im Szenario „HKP 1b“ ist eine Zunahme der Nachfrage nach stofflicher Holznutzung um 20 % bis 2100 unterstellt (Tabelle 18).

Gegenüber dem Szenario „HKP_1c“, das eine Zunahme der Nachfrage nach stofflicher Holznutzung um 20 % bis 2100, aber ohne Importbeschränkung simulierte, zeigt Szenario „HKP_1a“ mit höherer Bioenergie-Nachfrage sogar marginal geringere verfügbare Mengen an energetisch genutztem Holz (Tabelle 18).

komplexe Einflussfaktoren Auch dieses Beispiel zeigt die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen im waldbasierten Sektor, wonach eine stärkere Orientierung in Richtung stoffliche Holznutzung nicht im selben Ausmaß weniger energetische Holznutzung bedeutet und umgekehrt. Die Ursachen dafür liegen u.a. in den automatisch anfallenden, energetisch genutzten Koppelprodukten bei stofflicher Holznutzung, in energetisch genutzten Altholz-Strömen und ganz maßgeblich auch an den ökonomischen Gesetzmäßigkeiten, wonach der bessere Holzpreis höherwertiger Sortimente immer noch dazu führt, dass solches Holz stofflich genutzt wird.

Bedeutung des Holzimports Auch der Einfluss von geringeren Verfügbarkeiten von Holz aus Holzimport, der in allen HKP-Szenarien außer in Szenario „HKP_1c“ unterstellt wurde, und das beste Ergebnis für die verfügbare Menge energetischen genutzten Holzes für dieses Szenario „HKP_1c“ im Vergleich zu den HKP-Szenarien (Tabelle 18) unterstreicht die Bedeutung des Imports von Holz für stoffliche Nutzung und der energetisch genutzten Holz-Seitenströme daraus für die Verfügbarkeit von Bioenergie in Österreich. Die Gründe für die deutlich geringeren Bioenergiemengen des Szenarios „HKP_2“ im Vergleich zu den anderen HKP-Szenarien wurden bereits weiter oben erörtert und sind auf die in diesem Szenario simulierten Holz-Nutzungsreduktionen im österreichischen Wald zurückzuführen.

Klimawandel verschlechtert Treibhausgasbilanz Interessant in Bezug auf die Mengen energetisch genutzten Holzes sind auch die Szenarien „C4P_R45“, „C4P_R85“ und „C4P_Kal“ des CareforParis Projektes. Von „C4P_R45“ nach „C4P_R85“ und weiter nach „C4P_Kal“ wurde eine Zunahme der Einflüsse des Klimawandels gegenüber

„C4P_R45“ durch höhere Temperaturen („C4P_R85“, „C4P_Kal“) und zusätzlich durch verstärkte Kalamitäten in „C4P_Kal“ unterstellt. Die Ergebnisse zeigen eine mit stärkerem Klimawandel einhergehende deutliche Verschlechterung der Treibhausgasbilanz des waldbasierten Sektors (BFW 2020, Weiss et al. 2020), während anhand Tabelle 18 ersichtlich ist, dass die verfügbare Bioenergie-Menge bei den Szenarien mit stärkerem Klimawandel aufgrund höherer Mengen an Schadholz bis 2050 sogar (wenn auch nur gering) ansteigt.

In Tabelle 20 sind exemplarisch die mittleren spezifischen Ströme 2025–2050 des energetisch genutzten Holzes für das Referenzszenario „C4P_R45“ dargestellt, das als „mittleres“ Szenario für die „Studie Erneuerbaren Energiepotenziale in Österreich für 2030 und 2040“ gewählt wurde.

Brennholz aus dem Wald

„Brennholz aus dem Wald“ stellt eine direkte und sofortige energetische Nutzung von Holz aus dem österreichischen Wald dar. Der vergleichsweise geringe Anteil dieses Stroms an der gesamten energetisch genutzten Holzmenge (Tabelle 20) zeigt, dass der überwiegende Teil der energetischen Nutzung von Holz in Österreich andere Ursachen hat als eine Schlägerung für diese Zwecke.

Die anderen dargestellten Ströme fallen etwa als Seitenstrom bei der Holznutzung für eine stoffliche Verarbeitung an (Kappholz) oder bei der Verarbeitung des Holzes für stoffliche Nutzungen (Rinde, Sägenebenprodukte, Abfälle der sonstigen holzverarbeitenden Industrie, Schwarzlauge). Der Beitrag von Altholz beträgt in Summe 7 % der gesamten energetisch genutzten Holzmenge. Das energetisch genutzte Flurholz, das im Zuge von Baumpflege- und Sicherungsmaßnahmen außerhalb des Waldes anfällt, macht etwa gleich viel aus wie das Brennholz aus dem Wald.

Diese Ergebnisse stehen größenordnungsmäßig in Einklang mit jenen des Holzstromdiagramms Österreich (Strimitzer et al. 2022-2024). Quantitative Unterschiede bei einzelnen Strömen sind auf abweichende Definitionen zurückzuführen. So fehlt im Modell FOHOW die Ausweisung des Postens „Hackgut aus dem Wald“ des Holzstrom-Diagramms, der in FOHOW in „Brennholz aus dem Wald“ (teilweise) integriert ist.

Die Quantitäten von „Brennholz aus dem Wald“ gemäß FOHOW-Modellierung ist mit 3,7 Mio. m³ 2025 geringer als die Summe der Posten „Brennholz aus dem Wald“ und „Hackgut aus dem Wald“ für 2022 lt. Holzstromdiagramm (Strimitzer et al. 2024). Trotz dieser definitions- und modellierungsbedingten Unterschiede wird festgehalten, dass die Gesamtmengen energetisch genutzten Holzes gemäß Modellierung und

aktuellen Ergebnissen des Holzstromdiagramms, wie am Anfang dieses Kapitels dargestellt, gut übereinstimmen.

Tabelle 20: Mittlere Ströme 2025–2050 energetisch genutzten Holzes im Szenario C4P_R45.

Mio. m³ Rohholzäquivalent Mittelwert 2025–2050	aus heimischer Holzherkunft	aus Verarbeitung von Importholz
Brennholz aus dem Wald	3,71	nicht berücksichtigt
Rinde	2,66	1,44
Kappholz	0,63	0,34
Sägenebenprodukte	2,26	1,16
Abfälle der sonstigen holzverarbeitenden Industrie	0,70	1,17
Altholz	1,09	0,56
Schwarzlauge	2,27	1,52
Brennholz, Hackgut aus heimischem Flurholz	3,51	
Summe	16,83	6,19
Summe		23,02
Anteil an Summe	0,73	0,27

6 LITERATUR

- BFW 2015: Treibhausgasbilanz der österreichischen Holzkette.
Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, Praxisinformation 38,
https://www.bfw.gv.at/wp-content/cms_stamm/500/PDF/BFW_praxisinformation38_treibhausgasbilanz.pdf
- BFW 2020: Klimakrise managen: Ausblick für Wald und Holznutzung.
Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, Praxisinformation 51.
<https://shop.bfw.ac.at/bfw-praxisinformation/bfw-praxisinfo-51-2020.html>
- BMLUK 2025: Holzeinschlag in Österreich – vergangene Jahre.
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und
Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft, Wien.
<https://www.bmluk.gv.at/themen/wald/wald-in-oesterreich/wald-und-zahlen/Holzeinschlag.html>
- Braun M., Fritz D., Weiss P., Braschel N., Büchsenmeister R., Freudenschuß A., Gschwantner T., Jandl R., Ledermann T., Neumann M., Pölz W., Schadauer K., Schmid C., Schwarzbauer P., Stern T. 2016: A holistic assessment of greenhouse gas dynamics from forests to the effects of wood products use in Austria. Carbon Management, DOI: 10.1080/17583004.2016.1230990, <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17583004.2016.1230990>
- Carus M., Raschka A., Fehrenbach H., Rettenmaier N., Dammer L., Köppen S., Thöne M., Dobroschke S., Diekmann L., Hermann A., Hennenberg K., Essel R., Piotrowski S., Detzel A., Keller H., Kauertz B., Gärtner S., Reinhardt J. 2014: Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse. Kurzfassung. Texte 02/2014, Umweltbundesamt Deutschland, Dessau-Roßlau, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekologische-innovationspolitik-mehr-0>
- MA42 2020: Noch mehr Bäume für die Stadt: Große Wiener Baumpflanz-Offensive im Herbst! MA42, Wiener Stadtgärten, https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20201107_OTS0012/noch-mehr-baeume-fuer-die-stadt-grosse-wiener-baumpflanz-offensive-im-herbst
- MA42, 2022: Angaben zu den jährlichen Pflanzungen und Entfernungen von Bäumen auf den von der MA42 betreuten Flächen in Wien. MA42, Wiener Stadtgärten, persönliche Mitteilung.

- Schwarzbauer P. (1990) Comparison of two models of the Austrian forest sector. IIASA Working Paper WP-90-23. IIASA, Laxenburg, Austria, S 58.
- Schwarzbauer P. (1993) Der österreichische Holzmarkt im Modell. EG - Waldsterben - Zellstoffmarkt. Univ. für Bodenkultur, Wien, S 111.
- Schwarzbauer P., Rametsteiner E. (2001) The impact of SFM-certification on forest product markets in Western Europe - an analysis using a forest sector simulation model. For. Policy Econ. 16, S 241–256.
- Schwarzbauer, P., Stern, T., 2010. Energy vs. material: Economic impacts of a “wood-for-energy scenario” on the forest-based sector in Austria—A simulation approach. For. Policy Econ. 12, 31–38.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2009.09.004>
- Strimitzer L., Bergamo A., Wlcek B., Nemestothy K. 2022: Holzströme in Österreich – Bezugsjahr 2020. Österreichische Energieagentur, Landwirtschaftskammer Österreich, Österreichische Energieagentur, LKÖ – Erstellt im Auftrag des BMK.
- Strimitzer L., Bergamo A., Wlcek B., Nemestothy K. 2023: Holzströme in Österreich – Bezugsjahr 2021. Österreichische Energieagentur, Landwirtschaftskammer Österreich, Österreichische Energieagentur, LKÖ – Erstellt im Auftrag des BMK.
- Strimitzer L., Bergamo A., Wlcek B., Nemestothy K. 2024: Holzströme in Österreich – Bezugsjahr 2022. Österreichische Energieagentur, Landwirtschaftskammer Österreich, Österreichische Energieagentur, LKÖ – Erstellt im Auftrag des BMK.
- 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,
https://www.researchgate.net/publication/356834653_Endbericht_zum_Projekt_CareforParis



www.umweltbundesamt.at