

# Biodiversitätsverträgliche Mobilisierung von Biomasse zur Energieerzeugung

## Autor:innen

Nina Weber<sup>1</sup>, Jana S. Petermann<sup>2</sup>, Karlheinz Erb<sup>3</sup>,  
Georg Gratzner<sup>3</sup>, Nicolas Roux<sup>3</sup>, Ulrike Tappeiner<sup>4,5</sup>,  
Erich Tasser<sup>5</sup>, Andreas Tribsch<sup>2</sup>

<sup>1</sup> RMW - Ingenieurbüro für Landschaftsplanung

<sup>2</sup> Paris Lodron Universität Salzburg

<sup>3</sup> Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>4</sup> Universität Innsbruck

<sup>5</sup> Eurac Research

1. Auflage, 05/2025

## Grundlagen

Die Europäische Union hat sich das Ziel gesetzt, bis 2050 klimaneutral zu werden (Regulation 2021/1119). In Österreich soll Energie aus Biomasse einen Beitrag zum Ausstieg aus fossilen Energieträgern und somit zur Erreichung der Klimaneutralität leisten, indem z. B. der Rohstoff Holz weiterhin zur **Wärmeerzeugung** eingesetzt wird. Darüber hinaus leistet Energie aus Biomasse auch einen Beitrag zur Erzeugung von **Biokraftstoffen**, zur **Stromproduktion** und zur **Erzeugung erneuerbarer Gase**. Übliche Rohstoffe zur Bioenergieproduktion sind in Abbildung 1 dargestellt. Insgesamt hatten biogene Energien im Jahr 2023 in Österreich, mit steigender Tendenz, einen Anteil von 18,8 % am gesamten energetischen Bruttoinlandsverbrauch (BMK, 2024a).

Das „WAM-Szenario“ geht von einem Anstieg des energetischen Endverbrauchs aus Biomasse (einschließlich Biomethan) von 153 PJ im Jahr 2023 (14 % des Endverbrauchs) auf 199 PJ im Jahr 2040 (21 % des Endverbrauchs) aus. Der höhere Endenergieverbrauch würde dabei zu einem großen Teil von flüssigen Biogenen im Verkehrssektor (von 18 auf 36 PJ) getrieben. Weitere maßgebliche Beiträge zum Anstieg ergeben sich durch den Einsatz von Biomethan und Energie aus Holz. Zusätzlich zur Steigerung des Endenergieverbrauchs auf 199 PJ wird in dem Szenario bis 2040 ein Zuwachs im Einsatz von Biomasse (Nutzenergie) in der Stromerzeugung von 17 PJ auf 20 PJ sowie in der Fernwärmeerzeugung von 44 PJ auf 63 PJ angestrebt. Dabei wird angenommen, dass dieser Zuwachs an Bioenergie besonders durch eine verstärkte Nutzung von Biomethan (ein Anstieg von 7 auf 35 PJ) getrieben wird. Das „WAM-Szenario“ geht davon aus, dass bis 2040 Biomethan auch zunehmend ins Gasnetz eingespeist wird (Krutzler et al. 2024). Außerdem wird angenommen, dass der Einsatz von Scheitholz um 25 % zurückgeht, wobei ein Teil davon zu Hackschnitzeln verarbeitet, und zur Fernwärmeerzeugung genutzt werden soll (Umweltbundesamt, 2023 / 2025). Der gesamte Holzeinsatz wird im „WAM-Szenario“ nicht modelliert, dennoch lässt sich aus Abbildung 1 und den Ergebnissen zur Steigerung des Biomasse Einsatzes im Verkehrssektor ableiten, dass für die Energieerzeugung aus Biomasse voraussichtlich auch 2040 Holz die mit Abstand wichtigste Rohstoffquelle darstellen wird.

## Bruttoinlandsverbrauch Bioenergie 2023

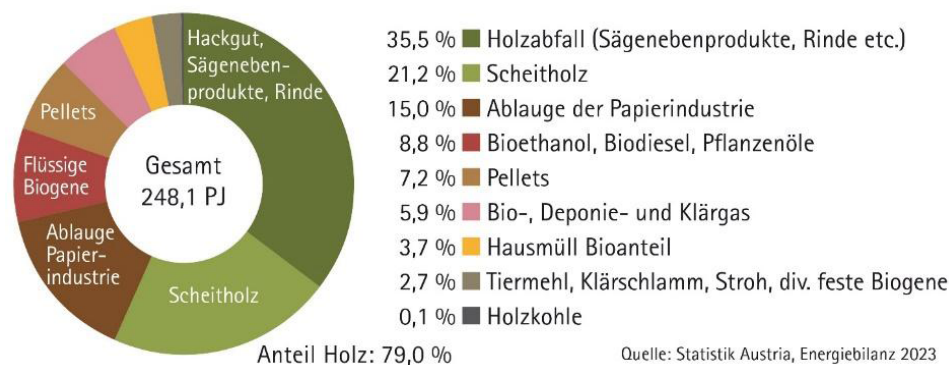


Abbildung 1: Bruttoinlandsverbrauch von Bioenergie nach Rohstoffen,  
Quelle: Österreichischer Biomasse-Verband 2025 mit Daten der Statistik Austria, 2023.

## Strategische Planung für Bioenergie in Österreich bis 2040

Für Österreich stellt der NEKP (Nationaler Energie- und Klimaplan; BMK, 2024b) eine nationale strategische Planung zum Gesamtausbau für die Erneuerbaren Energien und zur Annäherung an die Klimaneutralität, bis 2040 dar. Das dem NEKP zugrundeliegende „WAM-Szenario“ („with additional measures“, Krutzler et al. 2024) bildet neben bereits umgesetzten und rechtlich verankerten Maßnahmen auch zusätzliche, zukünftig umzusetzende Maßnahmen aus dem NEKP ab und stellt Energieverbrauchsprognosen bis 2050 dar. Das „WAM-Szenario“ gibt somit Hinweise auf die Größenordnung des von der Regierung angestrebten Bioenergieausbaus.

## Wirkungen von Biomasse-Mobilisierung auf Biodiversität

Die Biodiversität für verschiedene Artengruppen von Pflanzen, Tieren und Pilzen unterscheidet sich entsprechend in den verschiedenen Entwicklungsstadien von Wäldern (Abbildung 2). Die Entwicklungsphasen mit der höchsten Biodiversität finden sich nach Hilmers et al. (2018) generell außerhalb des Ertragswaldes, entweder nach Störungen im Wald (wie z. B. Windwurf oder Waldbrand mit anschließender Naturverjüngung) oder in sehr alten Waldbeständen. Neben einer maximalen Artendiversität sind diese späten Phasen durch eine sehr hohe funktionelle und strukturelle Diversität gekennzeichnet und weisen einen hohen Anteil an spezialisierten Arten auf (z. B. Totholzspezialisten). Viele dieser Pflanzen-, Tier- und Pilzarten sind in Mitteleuropa gefährdet und stehen auf der Roten Liste.

## Biodiversitätsverträgliche Mobilisierung von Biomasse zur Energieerzeugung

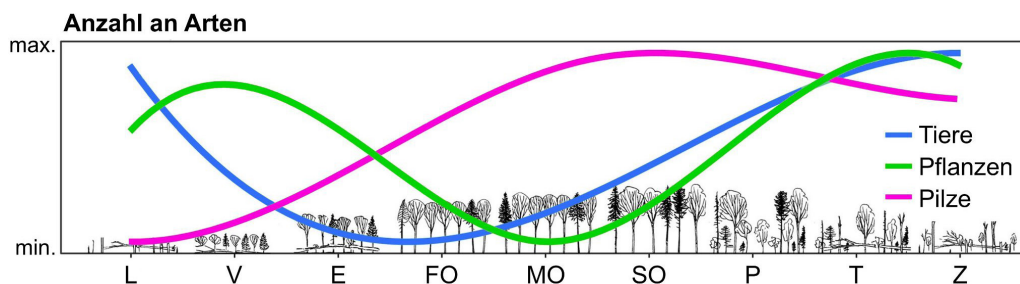


Abbildung 2: Waldentwicklungsphasen mit hoher Biodiversität befinden sich in frühen Phasen und nach der späten Optimalphase, während die Forstwirtschaft in der Regel zwischen diesen beiden Bereichen operiert (Y-Achse ist zwischen Minimum und Maximum normalisiert und gibt keine Absolutwerte wieder). L, Lücke; V, Verjüngung; E, Etablierung; FO, frühes Optimum; MO, mittleres Optimum; SO, spätes Optimum; P, Plenter; T, Terminal; Z, Zerfall. Quelle: geändert nach Hilmers et al. (2018).

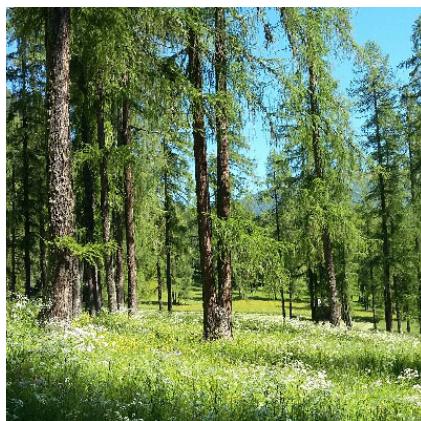


Abbildung 3: Traditionelle Waldbewirtschaftungssysteme, wie Lärchwiesen, sind für Biodiversität förderlich. Foto: Erich Tasser.

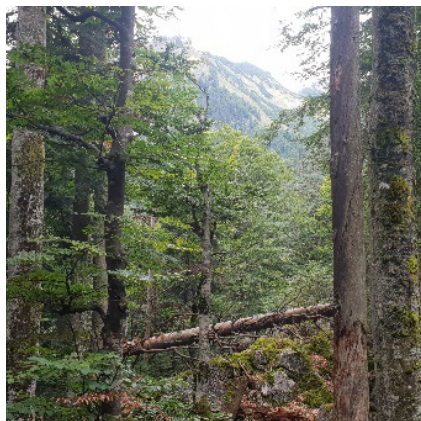


Abbildung 4: Alte Waldbestände sind reich an Diversität und weisen einen hohen Anteil an Totholz und spezialisierten Arten auf. Foto: Rothwald, Sebastian Pichlhofer

Die Forstwirtschaft operiert in der Regel von der Verjüngungsphase bis zur Optimalphase. Sie trägt durch die Art der Bewirtschaftung Verantwortung dafür, dass nach der späten Optimalphase im Wald ein Biodiversitätsmaximum erreicht werden kann. Sie bedient allerdings die beiden Gipfel in der Biodiversitätsentwicklung durch ihre forstwirtschaftliche Tätigkeit nicht, da sie eine schnelle Wiederbewaldung bewerkstelligen muss und Wälder nutzt, bevor sie die späten biodiversitätsreichen Entwicklungsphasen erreicht. Da der größte Teil des österreichischen Waldes Ertragswald ist (BFW, 2016-2021 bzw. 2018-2023), ist es für Biodiversität generell förderlich, wenn Waldbewirtschaftungspraktiken, Nutzungsstrategien und Besitzstrukturen möglichst vielfältig ausgerichtet sind. Hierbei spielen auch traditionelle Waldbewirtschaftungssysteme wie Niederwald, Lärchwiesen oder Weidewald eine Rolle (z. B. Vacik et al., 2009). Biodiversitätsfördernd wirken insbesondere standortangepasste Wälder mit vielfältiger Altersstruktur, hoher Baumartenvielfalt, Naturverjüngung, ausreichend Totholz, Habitatbäumen, Veteranenbäumen und Altholzinseln (z. B. Vacik et al. s.a.). Neben der Art und Weise der Bewirtschaftung des Waldes beeinflussen auch die Fragmentierung der Landschaft und Waldbestände das Vorkommen von Arten und Populationen (z. B. Kirchmeir et al., 2020). Naturwaldinseln erlauben zusätzlich evolutive Prozesse in diesen Populationen.

Unter Berücksichtigung der Effekte unterschiedlicher Waldentwicklungsphasen (Abbildung 2) beinhalten nationale Empfehlungen zur Stärkung der Biodiversität im Wald die Außer-Nutzung-Stellung von Waldflächen als Naturwaldinseln im Ausmaß von ca. 10 % innerhalb der bisher forstwirtschaftlich genutzten Waldfläche (z. B. Horvath et al. s.a.). Einer strategischen räumlichen Verteilung von Naturwaldinseln kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu. In nicht genutzten Urwäldern sind Synergien zwischen Biodiversität und Klimaschutz vorhanden. So wurde z. B. für Buchenurwälder in der Slowakei ein höherer

Ökosystemkohlenstoffvorrat im Vergleich zu angrenzenden Wirtschaftswäldern festgestellt (Glatthorn, et al. 2017). Generell stellen Wälder dann eine Treibhausgassenke dar, wenn die jährliche Holznutzung niedriger als der jährliche Biomassezuwachs (Holz, Totholz, Humus) ist oder die Waldfläche zunimmt (z. B. APCC 2024). Im österreichischen Ertragswald lag die Nutzung im Vergleich zum Zuwachs bis 2021 bei ca. 89 % (BFW, 2016-2021), bis 2023 hat sich die Nutzung im Vergleich zum Zuwachs jedoch auf ca. 96 % erhöht (BFW 2018-2023). Mit einer stärkeren Nutzung, insbesondere von älteren Waldbeständen, reduziert sich gleichzeitig die flächige Ausdehnung von Waldbeständen mit hoher / maximaler Biodiversität, sowie auch die Fähigkeit des Waldes, Treibhausgase zu speichern. Eine weiterführende Mobilisierung des Holzeinschlags zum Zweck der **Biomassenutzung aus Holz** scheint in Bezug auf die aktuell hohen Nutzungsraten im Ertragswald, aus Biodiversitätsperspektive und unter Berücksichtigung der Synergien zur Treibhausgassenkenwirkung von Wäldern, nicht zielführend. Hingegen kann eine schonende Mobilisierung von Durchforstungsreserven in der Verjüngung dazu beitragen, Waldphasen mit höherer Biodiversität zu etablieren, indem die vergleichsweise artenarme Dickungsphase verkürzt wird (Abbildung 2). Durchforstungsreserven lassen sich z. B. sinnvoll energetisch als Hackgut nutzen. Zu Möglichkeiten einer biodiversitätsverträglichen Holzmobilisierung im Wald zum Zweck der energetischen Nutzung von Biomasse besteht auf nationaler Ebene weiterhin Forschungsbedarf.

Neben der Biomassenutzung aus Holz gewinnt voraussichtlich auch die **Biogasnutzung** bis 2040 an Bedeutung (Krutzler et al. 2024). Biogas wird z. B. aus Energiepflanzen und Grassilage, jedoch auch aus Reststoffen wie z. B. tierischen Reststoffen, Stroh, biogenen Abfällen (Biotonne) und Grünschnitt gewonnen. Eine Mobilisierung von Energiepflanzen (z. B. Mais, Raps) und Grassilage für die Biogasproduktion, zusätzlich zur bereits bestehenden landwirtschaftlichen Produktion, erzeugt ge-

## Biodiversitätsverträgliche Mobilisierung von Biomasse zur Energieerzeugung



Abbildung 5: Alpenbock und smaragdgrüner Regenwurm - scheue Gesellen totholzreicher Buchenwälder. Fotos: Valentin Rakos, Nina Weber

nerell vermehrte Nutzungskonkurrenz, eine zusätzliche Lebensraumbeanspruchung und einen erhöhten Nutzungsdruck (sowohl auf Ackerbauflächen, als auch auf Grünland- oder Bracheflächen: z. B. Steininger et al. 2024). In Fällen, bei denen es zu keiner zusätzlichen Flächeninanspruchnahme kommt und stattdessen strukturlose Ackerflächen z. B. durch Kurzumtriebswälder ersetzt werden, kann dies zu einer höheren Biodiversität führen. Die Hauptursache für den fortschreitenden Biodiversitätsverlust ist in der nicht-nachhaltige Landnutzung zu finden: Ein großer Anteil der heute stark gefährdeten oder sogar ausgestorbenen Pflanzen- und Tierarten sind der landwirtschaftlichen Intensivierung zum Opfer gefallen (Schrott-Ehrendorfer et al. 2022; Umweltbundesamt 2022). Eine weitere Flächeninanspruchnahme bzw. zusätzliche Erhöhung des Nutzungsdrucks durch vermehrte Energiepflanzenproduktion auf landwirtschaftlichen Flächen sollte daher vermieden werden. Die Biogasproduktion aus Reststoffen fällt im Vergleich zur Energiepflanzenproduktion zwar mengenmäßig relativ gering aus, steht jedoch nicht in direkter Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion. Die Biogasproduktion aus Reststoffen ist potenziell mit geringen, bis keinen negativen Biodiversitätseffekten verbunden und könnte punktuell sogar positiv auf die Biodiversität wirken (z. B. Nutzung von Biomasse aus verwaldenden Feuchtgebieten oder Gülleüberschüssen) und sollte somit für die Biogasproduktion priorisiert werden.

Bis 2040 gewinnt voraussichtlich auch die Produktion von **Biokraftstoffen** (Biodiesel & Bioethanol) für den Sektor Verkehr an Bedeutung (NEKP, BMK 2024b). Zur Produktion von Biodiesel werden in erster Linie Reststoffe (Altfette) herangezogen (BMK 2024c). Somit scheinen für die Produktion von Biodiesel bis 2040 keine deutlich negative Biodiversitäts-

auswirkungen vorhanden zu sein. Zur Bioethanolproduktion hingegen werden sowohl Energiepflanzen als auch Reststoffe (Braunlauge und Stärkeschlämme aus Reststoffen) verwendet (BMK 2024c). Eine mögliche erhöhte Energiepflanzenmobilisierung bis 2040 hat in den meisten Fällen eine zusätzliche Lebensraumbeanspruchung bzw. einen erhöhten Nutzungsdruck auf landwirtschaftlichen Flächen zur Folge und müsste sorgfältig mit den Biodiversitätszielen in Einklang gebracht werden.

### Empfehlungen zur Biomassenutzung aus Biodiversitätsperspektive

Insgesamt ist Biomasse für die Energiewende ein knappes Gut. Mobilisierung in größerem Umfang zusätzlich zur bereits bestehender Nutzung lässt im Allgemeinen eine Erhöhung von Landnutzungsdruck, den Verlust von natürlichen Kohlenstoffsenken und vermehrte Nutzungskonkurrenz erwarten, was wiederum den fortschreitenden Biodiversitätsverlust in der Kulturlandschaft beschleunigen würde. Somit sollten jedenfalls **Energiesparen und Energieeffizienzmaßnahmen** (siehe auch z. B. Erb et al., 2023), sowie die **Nutzung von Umweltwärme und Wärmespeicher** und auch **Elektrifizierung durch Windkraft oder Photovoltaik**, vor Biomassenmobilisierung priorisiert werden.

Durch die voraussichtlich erhöhten Energiepflanzenbedarfe für **Biokraftstoffe** wird im Fall zusätzlicher Flächenbedarfe der Nutzungsdruck auf die landwirtschaftliche Nutzfläche erhöht und der darin fortschreitende Biodiversitätsrückgang erneut beschleunigt. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, sollte der öffentliche Verkehr und die Fahrradmobilität ausgebaut und der PKW-Besetzungsgrad erhöht werden. Für den Ausstieg aus fossilen Brennstoffen im Verkehr ist es aufgrund einer höheren Effizienz sinnvoll, die Elektrifizierung vor der Biomassenutzung zu priorisieren. Ferner sollten jene Biokraftstoffe priorisiert werden, welche hauptsächlich aus Reststoffen und nicht aus Energiepflanzen erzeugt werden (z. B. Biodiesel vor Bioethanol). Schlussendlich kann auch eine Ernährungsumstellung hin zu mehr pflanzenbasierter Ernährung, insbesondere durch die großflächige Reduktion von Ackerfutterflächen, den Nutzungsdruck auf landwirtschaftliche Fläche reduzieren (z. B. Hundscheid et al., ohne Datum).

Im Fall einer notwendigen Mobilisierung von Rohstoffen für die **Biogasproduktion** sollte auch die Biogasproduktion aus Reststoffen, (Gülle, Altfette, etc.) vor der Nutzung von Energiepflanzen, oder Grassilage priorisiert werden. Insgesamt sollten folgende generelle Empfehlungen für eine Förderung der Biodiversität in der Landnutzung, berücksichtigt werden:



Abbildung 6: Erhöhter Nutzungsdruck aufgrund vermehrter Energiepflanzenproduktion kann den Verlust von naturschutzfachlich sensiblen Standorten und geschützten Arten im Grünland beschleunigen. Von links nach rechts: Borstgrasrasen, Weisses Breitskölbchen (*Platanthera bifolia*), geflecktes Knabenkraut (*Dactylorhiza maculata*); Fotos: Nina Weber

## Biodiversitätsverträgliche Mobilisierung von Biomasse zur Energieerzeugung

- Aktuell ist Österreich netto-Exporteur in Bezug auf Fleisch und Milchprodukte (BML, 2024). Der Konsum von tierischen Erzeugnissen ist in Österreich im 10-Jahresvergleich jedoch bereits um 11 kg pro Kopf und Jahr gesunken (Statistik Austria 2024). Eine Beschleunigung des anhaltenden Trends hin zu pflanzenbasierter Ernährung und / oder die Reduktion von Exporten tierischer Produkte und Futtermittel verringert den Nutzungsdruck auf landwirtschaftliche Flächen insbesondere in Gunstlagen (vgl. z. B., Le Noe 2023, Steininger et al. 2024).
- Eine strategische Flächenplanung zur Biomassenutzung durch Energiepflanzen, Grassilage und Holz kann negative Biodiversitätseffekte abschwächen (z. B. Festlegung von Ausschlussflächen auf naturschutzfachlich sensiblen Standorten) und fallweise auch potenziell positive Wirkungen auf den Biodiversitätserhalt haben (z. B. im Fall von „blühender Biomasse“ bzw. Energieholzproduktion in intensiven Ackerbauregionen) (z. B. Steininger et al. 2024).
- Im Fall, dass es zu keiner zusätzlichen Flächenbeanspruchung kommt und stattdessen vorhandene Ackerflächen zur Biogasproduktion herangezogen werden, können geplante Bioenergieflächen auch Restaurierungsflächen mit positiven Biodiversitätseffekten im Agrarbereich darstellen. Möglichkeiten bieten sich z. B. durch die Nutzung von vormaligen Acker- und Grünlandflächen als Kurzumtriebswälder, Agro-Forst-Systeme, oder wenn auf Äckern vermehrt Hecken oder kleine Waldinseln eingebettet werden.

Bezüglich der **Biomassenutzung aus Holz** gilt es aus Biodiversitätsperspektive und auf Basis der aktuellen Nutzung des Zuwachses (BFW, 2018-2023) primär Holzeinschlag zum Zweck der energetischen Nutzung möglichst zu vermeiden und Naturwaldinseln zu fördern. Insgesamt sollte bis 2040 durch Gebäudesanierung der Raumwärmebedarf reduziert werden und die Raumwärmeverwendung durch Energieeffizienzmaßnahmen optimiert werden. Zur Bereitstellung von klimaneutraler Wärme sollte vordringlich die Nutzung von Umweltwärme (z. B. Wärmepumpen inkl. Wärmespeicher) bzw. die Elektrifizierung durch Windkraft und Photovoltaik (z. B. Elektrodenheizkessel) forciert werden. Sollte nach erfolgten Sanierungs-, Umstellungs-, Effizienz-, und Sparmaßnahmen aus energiewirtschaftlicher Perspektive eine weitere energetische Nutzung von Holz notwendig erscheinen, sollte die Nutzung von Holzreststoffen priorisiert werden (z. B. Sägenebenprodukte, Ablagen und Altholz), solange diese nicht für die stoffliche Nutzung verwendbar sind. Bei fehlenden Holzressourcen sollte vermehrt die Nutzung von Durchforstungsreserven im Altersklassenwald in der Dickungsphase herangezogen werden. In der meist artenärmeren Dickungsphase können durch Durchforstung sogar positive Biodiversitätseffekte erreicht werden. Aus der Perspektive des nationalen Ziels zur Klimaneutralität (BMK, 2024b), lässt sich ergänzend festhalten, dass generell die stoffliche Nutzung von Holzbiomasse vor der energetischen Nutzung von Holzbiomasse favorisiert werden sollte (APCC 2024).

### Referenzen

APCC (2024). Technische Zusammenfassung. In: APCC Special Report: Landnutzung und Klimawandel in Österreich. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-67864-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-67864-0_2). BFW (2016-2021 bzw. 2018-2023). Österreichische Waldinventur 2016-2021 (Hauptauswertung) und 2018-2023 (Zwischenauswertung). <https://www.waldinventur.at/#/>. BMK (2024a). Energie in Österreich. Zahlen, Daten, Fakten. <https://www.bmaw.gv.at/Services/Publikationen/publikationen-energie/zahlen.html>. BMK (2024b). Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich. BMK. [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/klimaschutz/nat\\_klimapolitik/energie\\_klimaplan.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/energie_klimaplan.html). BMK (2024c). Erneuerbare Kraftstoffe und Energieträger im Verkehrssektor in Österreich 2022. BMK. Wien. BML (2024). Grüner Bericht 2024 – die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. BML. <https://gruenerbericht.at/cm4/jdownload/download/2-gr-bericht-terreich/2591-gb2024>. Erb K., et al. (2023). Klimawandel, Vermeidung und Anpassung - Energie aus Biomasse: begrenzte Klimaschutz-Potenziale. [https://ccca.ac.at/fileadmin/00\\_DokumenteHauptmenue/02\\_Klimawissen/FactSheets/41\\_FS\\_holzbiomasse\\_202303.pdf](https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/FactSheets/41_FS_holzbiomasse_202303.pdf). Glatthorn J., et al. (2017). Effects of forest management on stand leaf area: Comparing beech production and primeval forests in Slovakia. Forest Ecology and Management, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.12.025>. Hilmers T. et al. (2018). Biodiversity along temperate forest succession. In: Journal of applied ecology. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13238>. Horvath S., et al. (s.a.). Rettungsinselfür die Natur: Ökoflächen in der Land- und Forstwirtschaft zur Bewältigung der Biodiversitätskrise. [https://www.uninetz.at/optionenbericht\\_downloads/SDG\\_15\\_Option\\_15\\_02.pdf](https://www.uninetz.at/optionenbericht_downloads/SDG_15_Option_15_02.pdf). Hundscheid L., et al. (s.a.). Protein Transition: Deutliche Reduktion des Fleischkonsums, gleichzeitig gesteigerter Konsum von pflanzlichen Proteinen. [https://www.uninetz.at/optionenbericht\\_downloads/SDG\\_02\\_Option\\_02\\_01.pdf](https://www.uninetz.at/optionenbericht_downloads/SDG_02_Option_02_01.pdf). Kirchmeier H., et al. (2020). Wald in der Krise. Erster unabhängiger Waldbericht für Österreich 2020. [https://www.wvf.at/wp-content/cms\\_documents/2020-wwf\\_waldbericht\\_final.pdf](https://www.wvf.at/wp-content/cms_documents/2020-wwf_waldbericht_final.pdf). Krutzler T. et al. (2024). Energie- und Treibhausgasszenarien zum nationalen Energie- und Klimaplan 2024 – WEM 2024 und WAM 2024 mit Zeitreihen

von 2020 bis 2050. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0951.pdf>. Le Noe J., et al. (2023). Combining biophysical modeling and Polanyian theory pleads for a reembedding of the agricultural system in 2050 in Austria. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.11.006>. Österreichischer Biomasse-Verband (2025). Bruttoinlandsverbrauch Bioenergie 2023 - Graphik. Schriftliche Mitteilungen: Biomasse-Verband. Schratl-Ehrendorfer L., et al. (2022). Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs. [https://www.zobodat.at/publikation\\_volumes.php?id=69999](https://www.zobodat.at/publikation_volumes.php?id=69999). Statistik Austria (2023). Energiebilanz Österreich 1970-2023. <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>. Statistik Austria (2024). Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch 2023 weiter rückläufig – im Zehnjahresverbrauch ist der Verbrauch um 10,9 kg gesunken. <https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2024/08/20240902VersorgungsbilanzentierischeProdukte2023.pdf>. Steininger K.W., et al. (2024). Nationaler Energie- und Klimaplan (NEKP) für Österreich – Wissenschaftliche Bewertung der in der Konsultation 2023 vorgeschlagenen Maßnahmen. [https://ccca.ac.at/fileadmin/00\\_DokumenteHauptmenue/02\\_Klimawissen/RefNEKP/Bericht/NEKP\\_Wissenschaftliche\\_Bewertung\\_der\\_Maassnahmen\\_der\\_Stellungnahmen\\_Februar2024.pdf](https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/RefNEKP/Bericht/NEKP_Wissenschaftliche_Bewertung_der_Maassnahmen_der_Stellungnahmen_Februar2024.pdf). Umweltbundesamt (2022). Dreizehnter Umweltkontrollbericht - Unterkapitel Biologische Vielfalt. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0821.pdf>. Umweltbundesamt (2023 / 2025). Schriftliche Mitteilungen zu den Energie- und Treibhausgasszenarien zum Nationalen Energie- und Klimaplan 2024. Regulation (EU) 2021/1119 of the European parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 (European Climate Law). Vacik H., et al. (s.a.). Nachhaltige Waldbewirtschaftung – Naturschutzelemente im Wirtschaftswald. [https://www.uninetz.at/optionenbericht\\_downloads/SDG\\_15\\_Option\\_15\\_04.pdf](https://www.uninetz.at/optionenbericht_downloads/SDG_15_Option_15_04.pdf). Vacik H., et al. (2009). Role of coppice forests in maintaining forest biodiversity. [https://www.researchgate.net/publication/285667129\\_Role\\_of\\_coppice\\_forests\\_in\\_maintaining\\_forest\\_biodiversity](https://www.researchgate.net/publication/285667129_Role_of_coppice_forests_in_maintaining_forest_biodiversity).