



WALD IN DER KRISE

Erster unabhängiger Waldbericht für Österreich 2020

Herausgeber:

WWF Österreich
Ottakringer Str. 114-116
1160 Wien

Projektleitung:

Karin Enzenhofer

Inhaltliche Bearbeitung:

Dr. Hanns Kirchmeir
DI Michael Huber
Vanessa Berger, MSc.
DI Daniel Wuttej
Maxim Grigull, MSc.

Lektorat:

Dr. Christina Pichler-Koban
Mag. Romana Piiraja

Grafische Bearbeitung:

DI Anna Kovarovics
Vanessa Berger, MSc.

**Kontakt:**

Karin Enzenhofer,
WWF Österreich,
karin.enzenhofer@wwf.at

Hanns Kirchmeir,
E.C.O. Institut für Ökologie
kirchmeir@e-c-o.at

Layout:

Andreas Zednicek, Direct Mind

Zitiervorschlag:

Kirchmeir, H., Huber, M., Berger, V., Wuttej, D., Grigull, M. (2020): Wald in der Krise. Erster unabhängiger Waldbericht für Österreich 2020. Eine Studie von E.C.O. Institut für Ökologie im Auftrag des WWF Österreich, Klagenfurt, 100 S.

Coverfoto: © Karin Enzenhofer / WWF Österreich

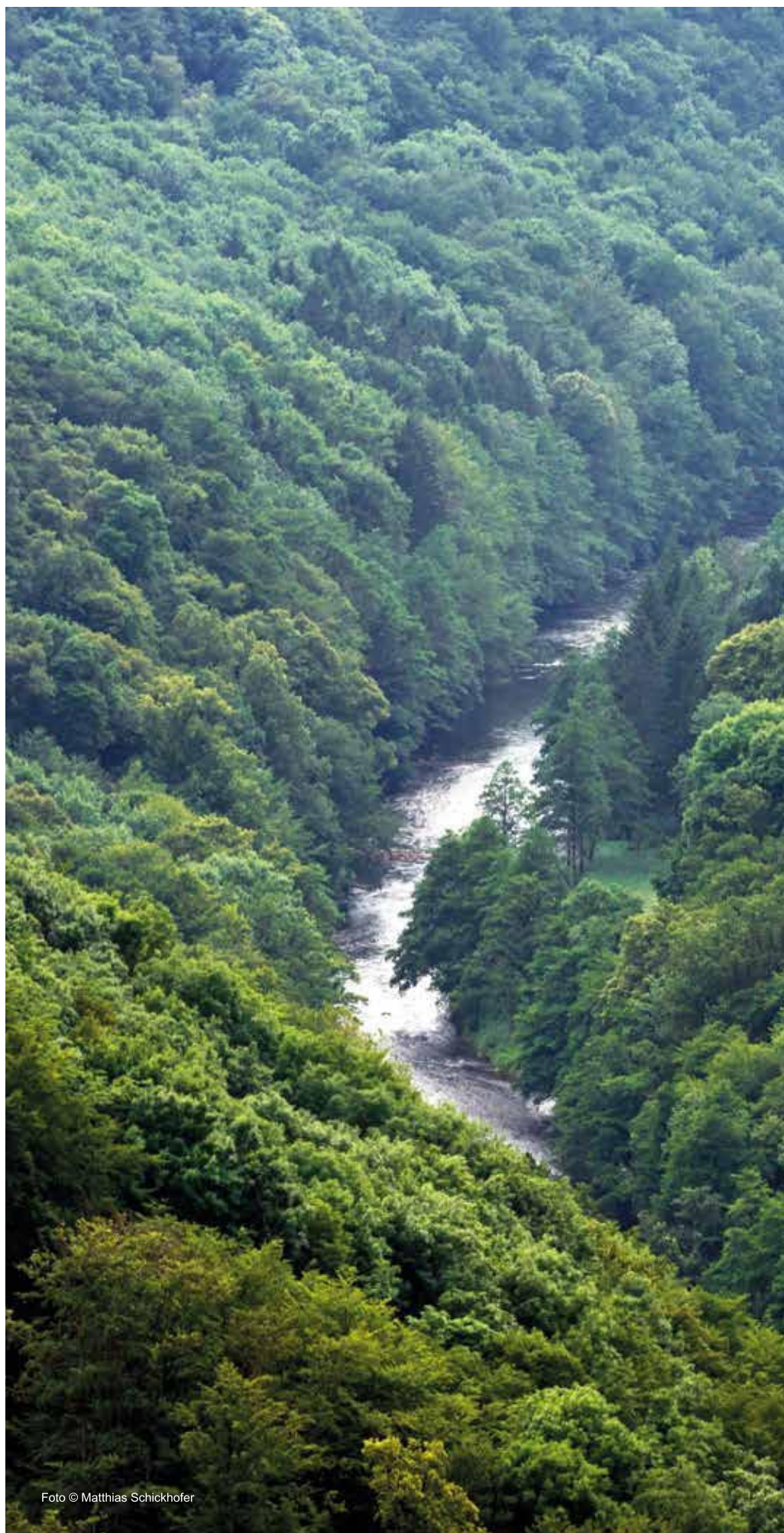


Foto © Matthias Schickhofer

INHALT

VORWORT	6	3.4 Klimawandel und Ökosystemleistungen	64
EINLEITUNG	8	4 POLITISCHER RAHMEN	66
1 GESCHICHTE DES ÖSTERREICHISCHEN WALDES	9	4.1 Die Waldstrategie 2020+	66
1.1 Entwicklung des Waldes seit der Eiszeit	10	4.1.1 Handlungsfeld 1: Klimaschutz	66
1.1.1 Industrielle Revolution	13	4.1.2 Handlungsfeld 2: Gesundheit und Vitalität	67
1.1.2 Moderne Forstwirtschaft	13	4.1.3 Handlungsfeld 3: Produktivität	68
1.1.3 Beispiel der Waldentwicklung: Die Nutzung der Wälder rund um den Nationalpark Kalkalpen	14	4.1.4 Handlungsfeld 4: Biologische Vielfalt	68
2 WIE GEHT ES DEM WALD DERZEIT?	16	4.1.5 Handlungsfeld 5: Schutzfunktion	73
2.1 Wesentliche Definitionen	16	4.1.6 Handlungsfeld 6: gesellschaftliche und volkswirtschaftliche Funktion	73
2.2 Nachhaltigkeit im Wald	19	4.1.7 Handlungsfeld 7: internationale Ebene	75
2.3 Wie messe ich die Qualität des Waldes? Forstliche und ökologische Indikatoren	22	4.1.8 Zusammenfassung	76
2.3.1 Das Kriterienset der Hemerobieerhebung	25	4.2 Derzeitige Förderpolitik	76
2.4 Der Wald heute	26	4.3 Internationale rechtliche Verpflichtungen	80
2.5 Der menschliche Einfluss auf den Wald	26	4.3.1 Alpenkonvention	80
2.5.1 Naturnähe des Österreichischen Waldes	29	4.3.2 CBD – UN-Biodiversitätskonvention	81
2.5.2 Forstliche Nutzung	31	4.3.3 FFH-Richtlinie – Natura 2000	81
2.5.3 Zerschneidung	35	4.3.4 UNESCO Welterbekonvention	82
2.5.4 Bodenverdichtung	37	4.4 Europäische Vorgaben und Zielsetzungen	82
2.5.5 Pestizideinsatz im Wald	38	4.4.1 Forstpolitik der EU	82
2.5.6 Der Einfluss von Wildtieren auf den Wald	39	4.4.2 EU-Biodiversitätsstrategie	83
2.6 Auswirkung der Waldbewirtschaftung auf die Biodiversität	41	4.4.3 Erreichung der EU-Zielsetzungen im Bereich Wald und Biodiversität	83
2.7 Wald und Schutzgebiete	44	4.5 Internationale Vorgaben und Zielsetzungen	84
2.7.1 Wald und Natura 2000	45	5 NOTWENDIGE SCHRITTE FÜR EINEN WALD IN DER ZUKUNFT	86
2.8 Die wirtschaftliche Bedeutung der Forstwirtschaft	48	5.1 KLIMASCHUTZ	86
2.9 Die Ökosystemleistungen des Waldes	52	5.2 Gesundheit und Vitalität	86
3 WALD IM WANDEL – WIE GEHT ES DEM WALD IN DER KLIMAKRISE?	54	5.3 Produktivität	86
3.1 Störungen im Wald – Wald und Umwelt im Wandel	58	5.4 Biologische Vielfalt	86
3.2 Schädlinge aktuell und in Zukunft	59	5.5 Schutzfunktion	87
3.3 Wald und Kohlenstoffspeicherung	62	5.6 Gesellschaftliche Funktion	87
3.3.1 Energie aus Biomasse	63	5.7 Internationale Ebene	87
		6 LITERATURVERZEICHNIS	88
		ANHANG	96

VORWORT

In Österreich ist der Wald ein besonders wichtiges Ökosystem, die Landesfläche ist zu fast 48 Prozent mit Wald bedeckt. Unser Wald ist, wenn er umfassend nachhaltig bewirtschaftet wird, ein echter Tausendsassa: Er ist ein Ort zur Erholung und für sportliche Aktivitäten. Wir finden dort Pilze und andere Waldfrüchte. Der Wald ist Arbeitsplatz und liefert den wertvollen Rohstoff Holz. Der Wald speichert unglaublich viel Kohlenstoff und reguliert zusätzlich das Klima, was besonders in siedlungsnahen Bereichen sehr wertvoll ist. Und vor allem ist der Wald Lebensraum – für unzählige Tiere, Pflanzen, Pilze und andere Organismen. All diese vielfältigen Leistungen kann der Wald allerdings nur dann erbringen, wenn wir ihn mit unseren zahlreichen Ansprüchen nicht überfordern. Angesichts der Biodiversitäts- und Klimakrise ist ein sorgsamer Umgang mit dem Ökosystem Wald wichtiger denn je: Damit wir ihn langfristig schützen und erhalten können, für unsere Artenvielfalt, für unser Klima und nicht zuletzt als unsere Lebensgrundlage.

Die komplexen Zusammenhänge im Ökosystem Wald stellen uns vor vielfältige Fragen und Herausforderungen: Wie wirken sich unterschiedliche Formen der Waldnutzung auf die Artenvielfalt aus? Wie reagiert der Wald auf die Klimakrise und ihre Folgen? Wie kann nachhaltige Waldbewirtschaftung gelingen im Angesicht vermehrter Wetterextreme, höheren Temperaturen und Borkenkäfer-Schäden? Um sich ein informiertes Bild über den Zustand des Waldes in Österreich machen zu können, wäre der Waldbericht des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) eine wichtige Quelle. Allerdings wurde dieser zuletzt 2015 herausgegeben und konnte leider auch damals kein umfassendes Bild bieten, da die vorhandenen Daten entweder gar nicht oder nur sehr spärlich miteinander in Zusammenhang gesetzt und ausreichend interpretiert wurden.

Gerade in Zeiten der immer stärker spürbaren Auswirkungen der Klima- und Biodiversitätskrise, die auch vor unseren Wäldern nicht Halt macht, ist eine umfassende Bestandsaufnahme wichtiger als je zuvor. Der WWF Österreich hat daher das E.C.O. Institut für Ökologie beauftragt, relevante Wald-Daten zusammenzutragen, zu analysieren, in Zusammenhang zu setzen und dabei erstmals in einem Waldbericht einen besonderen Fokus auf Naturschutz im Wald zu legen. Das Ergebnis ist der vorliegende Lagebericht mit zahlreichen aktuellen Zahlen und Daten zum Wald in Österreich, um eine fundierte Basis für den Themenbereich **Naturschutz im Wald** zu bieten.

Die Nutzung von Naturräumen und der Erhalt unserer Artenvielfalt müssen sich nicht widersprechen. Doch um langfristig ein ausgewogenes Verhältnis zu schaffen, dürfen wir nicht so weitermachen wie bisher. Eine nachhaltige Bewirtschaftung heißt nicht nur, dass weniger Holz genutzt wird als zuwächst. Ausreichend Totholz, verschiedene Baumarten unterschiedlichen Alters und ein gesunder Waldboden müssen eine genauso große Rolle spielen. Struktur- und Artenvielfalt sind jene Faktoren, die unsere Wälder zukunftsfit machen und sie gegen die Auswirkungen der Klimakrise wappnen. Klar ist auch: Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer müssen fair entlohnt werden, wenn sie Maßnahmen setzen, um für die Artenvielfalt wichtigen Pilzen und Käfern in ihrem Wald ein Überleben zu sichern und damit einzelne Bäume oder Flächen aus der Nutzung ausnehmen.

Naturschutz ist auch im Wirtschaftswald möglich. Mit neuen innovativen Ideen und angepassten Rahmenbedingungen schaffen wir noch mehr – eine umfassend nachhaltige Bewirtschaftung bei gleichzeitigem Schutz der Waldartenvielfalt.



Andrea Johanides

ANDREA JOHANIDES
GESCHÄFTSFÜHRERIN, WWF ÖSTERREICH



Foto © Karin Enzenhofer

EINLEITUNG

Österreich ist ein Wald-Land. Wälder sind ein wichtiger Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen. Ihre Bedeutung geht über eine rein forstwirtschaftliche Rolle weit hinaus. Sie speichern und filtern Wasser. Sie sind Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten und Erholungsraum für uns Menschen. Sie schützen uns vor Naturgefahren. Wälder wandeln Kohlendioxid in Sauerstoff um und binden ihn in Blättern, Ästen, Stamm und Wurzeln. Sie beeinflussen damit das Klima und bilden durch ihr Kronendach ihr eigenes Waldinnenklima, dessen ausgleichende Wirkung schon jeder einmal erfahren hat, der an einem Sommertag aus dem heißen Offenland in den kühlen Wald gewandert ist. Wälder produzieren Holz, das wir als nachwachsenden Rohstoff nutzen, sind Arbeitsplatz und bieten für Platz zum Entspannen.

Der Zugang der Menschen zum Wald wandelt sich, so wie sich auch die Gesellschaft, ihre Wertmaßstäbe und damit auch ihrer Regeln des Zusammenlebens laufend ändern. Dazu müssen wir den Blick auf Sachverhalte aus immer neuen Perspektiven werfen.

Wir versuchen, in diesem Bericht das Objekt Wald in Österreich näher zu beleuchten. Dabei konnten wir auf einen großen Literatur- und Datenschatz zurückgreifen, der im Laufe der Jahre von einzelnen Personen, Arbeitsgruppen und Institutionen gesammelt, geordnet, interpretiert und zusammengefasst wurde.

Ausgehend von einem Blick zurück auf die Waldgeschichte setzen wir uns intensiv mit dem aktuellen Zustand und den aktuellen Trends auseinander. Wir wollen die Rolle des Waldes und seine Nutzung im Zusammenhang des Klimawandels diskutieren und stellen uns die Frage, ob die eingeschlagenen Wege den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts gewachsen sind.

Der Bericht soll den Leserinnen und Lesern auch aufzeigen, wie kontrovers manche Herangehensweisen und die Bewertung unterschiedlicher Funktionen, wie zum Beispiel Holzproduktion und Lebensraumschutz diskutiert und ihren Prioritäten gereiht werden.

Dabei versuchen wir hier Positionen aus der Naturschutzperspektive aufzuzeigen und damit auch Argumente für alternative Überlegungen zu Nutzung und Schutz des Waldes zu liefern.

Dabei war es uns wichtig, unsere Argumente auf Daten und wissenschaftliche Studien aufzubauen und damit auch eine Literaturzusammenschau des aktuellen Wissenstandes zu liefern.

Wir hoffen damit einen Beitrag zu einer wissensbasierten Diskussion zu liefern, wie in Zukunft mit diesem, nicht nur in der Fläche größtem, sondern auch hinsichtlich seiner wohlfahrtsökonomischen Leistungen bedeutendsten Ökosystem Österreichs umgegangen wird.

1 GESCHICHTE DES ÖSTERREICHISCHEN WALDES

Derzeit gibt es rund 3,4 Milliarden Bäume und 65 verschiedene Baumarten in Österreichs Wäldern (Bundesforschungszentrum für Wald (BFW 2012). Über 47,9 % der Fläche Österreichs sind derzeit von Wald bedeckt (BFW 2018). Der Anteil wächst: Seit Bestehen der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) im Jahr 1961 hat der Wald eine Fläche von 300.000 ha dazugewonnen (BFW 2012). Heute sind rund 82 % in privatem und 18 % in öffentlichem Besitz.

Der heutigen Waldbedeckung, Waldzusammensetzung und den Waldbesitzverhältnissen liegt aber eine lange, von natürlichen und menschlichen Einflüssen geprägte, historische Entwicklung zu Grunde.

Der Wald ist dynamisch. Seit Jahrtausenden verschieben sich Pflanzenareale, Vegetationszonen und Verbreitungsgebiete

einzelner Arten zusammen mit zyklischen großklimatischen Veränderungen wie den Eis- und Warmzeiten (Gugerli et al. 2010, Magri et al. 2006).

Im Wechselspiel sich ausdehnender und zurückziehender Gletscher starb eine Reihe von Baumarten aus. Ganz anders als am nordamerikanischen Kontinent, der keine Gebirgsbarrieren zwischen Nord und Süd aufweist, blockierten die Alpen den Weg nach Süden. Die Artenvielfalt an Gehölzen ist daher in Nordamerika und auch in Ostasien bei ähnlichen Klimabedingungen um ein Vielfaches höher als in Europa. Seit mit dem Ende des Pleistozäns vor rund 12000 Jahren, als die letzte Eiszeit endete, befinden wir uns nun in einer Warmzeit, dem Holozän. Mit dem Menschen betrat ein wesentlicher, neuer Akteur das Parkett, der diese Dynamik seither mitgestaltet.



Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie
 Auftraggeber: WWF Österreich
 Quelle: Refuge Areas / Colonisation Routes: Magri et al. 2006; Background: ESRI Topographic Baselayer,

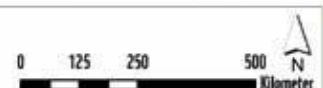


Abbildung 1: Routen der Rückwanderung der Rotbuche nach der letzten Eiszeit (verändert nach Magri et al. 2006).

1.1 ENTWICKLUNG DES WALDES SEIT DER EISZEIT

Die Waldentwicklung seit Ende der letzten Eiszeit kann von der Wissenschaft über die Analyse fossiler Pollenfunde und Pollendiagramme nachgezeichnet werden. Dazu kommen laufend neue Möglichkeiten wie etwa über die Molekulargenetik (Gugerli et al. 2010).

Nach dem Rückzug der Gletscher nach der letzten Eiszeit breiteten sich ab rund 7.500 v. Chr. zu allererst Pionierbaumarten wie etwa Kiefer und Birke aus (Waldentwicklungstypen nach Firbas, Kral 1995), während sich weitere Baumarten aus ihren Rückzugsgebieten in Süd- und Südosteuropa schrittweise weiter Richtung Norden verbreiteten.

Die Eiche überdauerte vor allem in Iberien, Italien und am Ostbalkan (Petit et al. 2002 in Gugerli et al. 2010).

Aus den genetischen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Beständen einzelner Baumarten schließt die Forschung, dass die heute im Alpenraum heimischen Buchen und Fichten hauptsächlich aus Rückzugsgebieten im Illyricum (Slowenien, Kroatien) am Ostalpenrand stammen (Magri et al. 2006). Mit der Erwärmung des Klimas besiedelten sie von dort aus die zentralen Alpenregionen. Untersuchungen zeigen, dass auch die Fichte von den Ostalpen in die Westalpen wanderte. Fichten, die in den Westalpen wachsen, sind genetisch deutlich weniger vielfältig als ihre Verwandten in den Ostalpen (Gugerli et al. 2010).

Die Alpen nehmen in der Wiederbesiedlung eine besondere Rolle ein. Ausbreitungswellen ausgehend von den verschiedenen Refugialgebieten in Süd- und Südosteuropa trafen hier zusammen. Dies führte zu einer insgesamt erhöhten genetischen Vielfalt in den Alpen (Comps et al. 2001, Petit et al. 2003 in Gugerli et al. 2010).

In der Altsteinzeit (ca. 12.400–9.500 v. Chr.) spielten verschiedene Pionierbaumarten wie Weidenarten, Birken und Kiefern eine große Rolle. Mit der weiteren Erwärmung verbreitete sich zunehmend die Hasel, die unter den Kiefernbeständen günstige Wachstumsbedingungen vorfand. Mit Beginn des wärmeren Atlantikums (Mittlere Steinzeit) verbreiteten sich Eichen und Ulmen rasch. Die konkurrenzschwachen Kiefern wurden auf weniger günstige Standorte verdrängt, wo sie auch heute noch zu finden sind. Mit zunehmend ozeanischem Klima verdrängte seit dem Altholozän (ca. 6.000 v. Chr.) die Fichte die Zirbe in höhere Lagen (Furrer 1955 in Gugerli et al. 2010). Ab diesem Zeitpunkt dominierten Eichenmischwälder die tiefen Lagen Mitteleuropas.

Während der Jungsteinzeit (ca. 5.000–2.500 v. Chr.) wanderten weitere Arten aus ihren Refugien zurück nach Mitteleuropa (z. B. Ahorn oder Esche, Flaumeiche). Die sich

bereits seit 3.000–4.000 v. Chr. rasch ausbreitende Rotbuche breitete sich ab 1.000 v. Chr. durch das humide ozeanische Klima besonders rasch aus und wurde zur dominierenden Baumart in Mitteleuropa (Magri et al. 2006, Kral 1995). An trockeneren Standorten breitete sich die Hainbuche aus. In Mittelgebirgen wuchsen ausgedehnte Bergmischwälder mit Fichten, Tannen und Buchen.

Tabelle 1: Waldentwicklungstypen nach Firbas (Kral 1995)

Phasen	Dominante Baumarten
1. Phase (ca. 7.500 v. Chr.)	Kiefer und Birke
2. Phase (ca. 6.000 v. Chr.)	Eichenmischwald, Hasel
3. Phase (ca. 4.000 v. Chr.)	Eichenmischwald
4. Phase (ca. 1.500 v. Chr.)	Eichenmischwald, Buche
5. Phase (ca. 1.000 n. Chr.)	Buche

Vergleicht man die Analyse von Bohn et al. (2004) zur potenziell natürlichen Vegetation in Europa mit der derzeitigen Waldbedeckung und -zusammensetzung lassen sich Rückschlüsse auf die ursprüngliche Waldbedeckung ziehen.

Pichler et al. (2011) zeigen aber Widersprüche in der historischen Waldbedeckung auf. Während das zyklische Modell von Korpel (1989) und das Wood-Pasture-Modell (Vera 2000) von einer weitgehend geschlossenen Waldbedeckung ausgehen, ist es wahrscheinlicher, dass die Vegetation aus einem Mosaik von Gras- und Buschland und geschlossenen Wäldern, ähnlich den heutigen Agro-Forstsystemen, bestand (Pichler et al. 2011). Dies wurde etwa durch Bodentypen, Ausgangsgesteine oder durch Naturkatastrophen wie Stürme, Brände, Überschwemmungen oder Lawinen beeinflusst. Die vieldiskutierte Megaherbivorenhypothese (Bunzel-Drüke et al. 1994) geht etwa davon aus, dass in Mitteleuropa große Pflanzenfresser wie Mammuts, Wisente oder Waldelefanten die Landschaft aktiv gestalteten, bevor der Mensch diese ausrottete oder sie durch klimatische Änderungen verschwanden. Die Hypothese geht davon aus, dass in weiten Teilen Europas auch ohne den Einfluss des Menschen nicht geschlossene Waldlandschaften, sondern ein Mosaik aus Offenlandflächen und Wäldern in unterschiedlichen Sukzessionsstadien vorherrschen würde.

Die Entwicklung in den Alpen

Während die Wiederbesiedlung der tiefen und mittleren Lagen vor allem von Laubbaumarten dominiert wurde, verlief die Besiedlung der Alpen gänzlich anders (Kral 1995). In der inneralpinen Nadelwaldzone haben etwa Laubbaumarten im Postglazial niemals eine dominante Rolle gespielt. Seit jeher dominierten hier Fichten- und Tannenwälder (Piceetum, Abietetum, Abieti-Fagetum).

In der montanen Stufe (700–1.500 m Seehöhe) wurde die Kiefer in den Ostalpen bereits in der frühen Nacheiszeit von der Fichte verdrängt. Zeitweise taucht die Tanne auf. In den Westalpen hingegen wanderte die Tanne in die Kiefernwälder ein, die Fichte tritt erst zu einem späteren Zeitpunkt auf. Es wird vermutet, dass dies teilweise anthropogen beeinflusst wurde.

Je nach topografischer Lage verlief die Besiedlungsgeschichte unterschiedlich. Beim illyrischen Typus wurden die Kiefern und Fichtenwälder schrittweise von Tanne und Buche verdrängt, die schlussendlich Fichten-Tannen-Buchenwälder formten. Im mediterraner geprägten Oberitalienischen Typus wurden die Kiefernwälder von Eichenmischwäldern und teilweise von Fichten-Tannen-Buchenwäldern abgelöst.

Im nördlichen Alpenvorland wurde die Kiefer in Hochlagen von der Fichte, in tieferen Lagen von Eichenmischwäldern abgelöst. In submontanen bis kollinen Höhenstufen (unterhalb von 700 m Seehöhe) dominierten Eichenmischwälder bis zur expansiven Ausbreitung der Buche ab etwa 3.000–4.000 v. Chr. (Magri et al. 2006).

Der frühe Einfluss des Menschen

Ab welchem Zeitpunkt in der Geschichte der Einfluss des Menschen auf den Wald sichtbar wurde, ist nicht eindeutig feststellbar und lässt sich vor allem in der ersten Hälfte des Holozäns nur schwer von klimatischen Einflüssen abgrenzen (Sadori et al. 2011).

Obwohl der Mensch auch in der Spät- und Mittelsteinzeit bereits über einfache Werkzeuge wie Steinäxte verfügte, war die Bevölkerungsdichte zu gering, um sichtbare Spuren zu hinterlassen (Sims 1973 in Pichler et al. 2011).

Erst ab rund 5.000–2.500 v. Chr. (Jungsteinzeit), als der Mensch erste Siedlungen gründete, nahm sein Einfluss spürbar zu (Azuara et al. 2015). Ab rund 3.000–4.000 v. Chr. finden großflächigere Urbarmachungen und erste großflächigere Brandrodungen statt (Bradshaw 2004 in Pichler et al. 2011, Küster 1998). Ab etwa 6.000–4.000 v. Chr. lässt sich aus den Pollendaten eine durch landwirtschaftliche Prozesse bedingte Veränderung der Waldbedeckung hin zu einer offeneren Vegetation ablesen (Ruddiman et al. 2016). Diese erste frühe Phase wird auch als neolithische Revolution bezeichnet und ist der erste größere Eingriff des Menschen in die natürlichen Ökosysteme Europas. Diese Eingriffe nahmen ab ca. 2.000 v. Chr. weiter zu (Brawenz 2012). Zudem stieg der Bedarf an Holz für die Bronze- und Eisengewinnung (Brawenz 2012).

„Mit der Rodung der Wälder beginnt unsere Kultur.“
(Hafner 1979, S. 1).

Zur Zeit des Römischen Reiches erfolgte eine großflächige Intensivierung der Agrarnutzung und eine Blütezeit für viele holzintensive Wirtschaftszweige wie Holzarchitektur, Schiffsbau,



Abbildung 2: Aufgrund des hohen Nährwertes wurde die Edelkastanie oder Maroni (*Castanea sativa*) bereits in der Antike kultiviert. (Foto: H. Kirchmeir)

Städtebau, Ziegeleien oder Eisenverhüttung. In dieser Zeit wurden vermutlich auch die Walnuss und die Edelkastanie in das Gebiet des heutigen Österreichs eingeführt (BFW 2012). Beträchtliche Holz Mengen wurden auch für die Errichtung des Grenzwalls Limes benötigt. Gebiete Deutschlands und Österreichs, die Teil des Römischen Reiches waren, wurden wesentlich intensiver genutzt als jene Teile, in denen die germanischen und slawischen Stämme Wanderfeldbau betrieben und nur wenige permanente Siedlungen gründeten.

Pollenanalysen zeigen vor allem einen Rückgang der Tanne zu dieser Zeit, da deren Holz für Haus-, Brücken- und Bootsbau sehr geschätzt wurde. Viele Wälder wurden so zu dieser Zeit entmischt (Küster 1994, Küster 1998). Die römische Kolonisierung war ein einschneidender Eingriff in die Waldgesellschaften Mitteleuropas: Es verblieben waldfreie Zonen, das Artengefüge wurde durch selektive Nutzung, Rodungen und die Einführung neuer Baumarten nachhaltig verändert. Nach dem Zerfall des Römischen Reiches erobert der Wald jedoch weite Gebiete, vor allem im Alpenraum, wieder zurück. Auch während der Völkerwanderung waren die Alpen für den Menschen weitgehend unattraktiv (Brawenz 2012).

Frühe Forstwirtschaft

Firbas (1949) nimmt an, dass der ursprüngliche Bewaldungsgrad in Mitteleuropa von 90–95 % bis etwa 1.000 n. Chr. auf 75 % zurückgegangen ist und im 18./19. Jahrhundert seinen Tiefststand mit 20–25 % erreichte.

Ab dem 6. Jahrhundert besiedeln die Bajuwaren und Alemannen bzw. die Slawen von Süden her den Alpenraum und die Nutzung intensiviert sich wieder. Wald wird zurückgedrängt.

Um Siedlungsgebiet zu gewinnen, wurden Wälder seit dem frühen Mittelalter systematisch gerodet. Viele heutige Ortsnamen weisen noch auf diese Entwicklung hin (-schlag, -reith, -schwend) (Brawenz 2012). So geht zum Beispiel der Ortsname Reutte auf ‚riuten‘, das althochdeutsche Wort für ‚roden‘, der Ortsname Zwettl auf ‚svetla‘, das slawische Wort für ‚Lichtung‘ zurück.



Abbildung 3: Die Abtei Seckau in der Steiermark wurde im 12. Jahrhundert gegründet und ist ein Beispiel für die mittelalterliche Besiedlungswelle im Alpenraum. (Foto: H. Kirchmeir)

Ab dem Jahr 800 gehört der Wald grundsätzlich dem König, rund um die Dörfer aber den Siedlern, die diesen nutzen konnten. Die Verwaltung erfolgte auf Basis des römischen Rechts – der Wald war mit einem „Bann“ belegt und nur der König konnte Nutzungsrechte weitergeben (Regalien). Dies umfasste nicht nur Wald-, sondern auch andere Bereiche wie etwa Fischerei- oder Jagdrecht. Zu dieser Zeit galt Wald als unerschöpfliche Ressource.

Die massive Nutzung von Waldflächen beginnt etwa ab dem 11. Jahrhundert. Waren es davor rund 20 Prozent, so griffen die Menschen im Laufe des Mittelalters in ca. 80 Prozent von Österreichs Wäldern verändernd ein. Dies wirkte sich massiv auf die Dichte und Zusammensetzung der Waldbestände sowie deren Ausdehnung aus (Drescher-Schneider 2003). Die großflächige, teilweise intensive Nutzung als Waldweide, das „Ausräumen“ des Waldes durch Streuentnahme sowie die flächendeckend intensive Nutzung zur Holzkohleproduktion führten zu einer nachhaltigen Veränderung des Waldes.

Ab 1156 erhalten die Markgrafen in Österreich das Forstregal, aus dem sich in weiterer Folge Grundherrschaften und schlussendlich Waldeigentum entwickelten (Brawenz 2012). Zwischen dem 11. und 14. Jahrhundert entstanden zudem eine Vielzahl von Klöstern und Stiften (z. B. Stift Admont oder Seckau), die mit großzügigen Landschenkungen bedacht wurden. Diese „kultivierten“ das Land: Im Auftrag der

Klöster wurden Urwälder gerodet, Sümpfe ausgetrocknet sowie Straßen und Brücken erbaut (Hafner 1979).

In der vorindustriellen Zeit wurde der Wald der Großgrundbesitzer vor allem für Bauholz und Energieholz, meist in Form von Holzkohle, für die Salz- und Eisengewinnung oder die Glasherstellung und die damit verbundenen verarbeitenden Gewerbe genutzt. Technische Innovationen ab dem Frühmittelalter führten zu einem frühen Boom der Eisenindustrie und einem steigenden Bedarf an Holzkohle.

Für die Landbevölkerung war der Wald ebenso von grundlegender Bedeutung: Während Bau-, Brenn- und Nutzholz vor allem rund um die Siedlungen entnommen wurde, wurden weiter entfernte Waldflächen als Waldweide, zur Jagd (Wilderei) oder zum Reisig sammeln genutzt.

Im Vergleich zum Hausbrand (Heizen und Kochen) wurden für die Salzgewinnung (z. B. im Salzkammergut) und den Erzabbau wesentlich größere Holz Mengen benötigt, die Holzbringung war jedoch eng an die Flusssysteme gekoppelt. Mit der zunehmenden Nutzung des Waldes – besonders als Brennstoff für Salinen und den Bergbau – wurden ab dem 13. Jahrhundert erste gesetzliche Bestimmungen eingeführt, um den Wald zu schützen und als lebenswichtige Ressource zu erhalten (Wald- und Forstordnungen). Riesige und ausgedehnte Holztriften, Riesen und Klausen wurden angelegt, um das geschlagene Holz aus dem Wald über die Flüsse zu den Köhlereien oder Endverbrauchern zu bringen. Seit dem 15. Jahrhundert wurde auch die sogenannte „Waldbeschau“ als Vorläufer der Waldinventur „zur Identifizierung bringbarer Bestände“ (Premm & Embleton-Hamann, 2014) eingeführt.

Städtische Siedlungen, die Nutzung durch die Landbevölkerung und intensiver Bergbau erforderten immer mehr Holz, wodurch ab dem 16. Jahrhundert zunehmend ein massiver Mangel auftrat (BFW 2012).

Nur durch Zufälle, glückliche Fügungen oder außergewöhnliche Situationen blieben einzelne Urwaldreste, die niemals menschlichem Einfluss unterworfen waren, erhalten (Gratzer et al. 2012).

Tabelle 2: Haupteinflüsse der Landbevölkerung auf den Wald in der vorindustriellen Zeit (Premm 2012)

Einflussfaktor	Beschreibung
Plenterung	Entnahme von Einzelbäumen
Brandwirtschaft, Branden, Schlagbrennen, Gereutbrennen	Urbarmachung des Bodens, Rodung von Beständen bis etwa 40 Jahre, Abbrennen der Reste, Nutzung als landwirtschaftliche Fläche
Schwenden, Erdkohlen	Säubern von Weide- und Ackerflächen von Verbuschung, Ausweitung der Almflächen, Verbrennen des Schwendgutes
Waldweide, Almwirtschaft	Beweidung (lockerer Waldflächen), Holznutzung umliegender Wälder auf Almen, Problem Ziegenweide
Grassen, Schneiteln, Rechstreu, Hackstreu	Entnahme von Ästen von gefälltten Bäumen (Grassen) oder von stehenden Bäumen (Schneiteln) sowie Sammeln von Totholz und Laub im Wald (Rechstreu).
Nutz- und Brennholzentnahme	Vor allem in Siedlungsnähe

1.1.1 INDUSTRIELLE REVOLUTION

Ab der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts nahm die industrielle Revolution an Fahrt auf. Bis zu seiner Substitution durch fossile Brennstoffe war Holz als Wärme-, Kraft- und Energiequelle sowie als Rohstoff für den privaten Gebrauch dominierend. In Österreich war der Bedarf an Montan- und Salinenwäldern enorm. Vor allem die eisenverarbeitende Industrie war immer wieder mit Holzknappeit konfrontiert. So waren etwa die Gebiete rund um den Erzberg von Kohlemeilern zur Holzkohleherstellung durchzogen. Aus dieser Zeit stammen auch erste Überlegungen zur Nachhaltigkeit (Carl von Carlowitz 1713), die sich zunächst auf ökonomische Aspekte der Nachhaltigkeit konzentrierten.

Zwischen 1750 und 1850 waren schlussendlich weite Teile Österreichs entwaldet. Als Reaktion darauf wurde versucht, Holz teilweise durch Torf zu ersetzen. Erste Überlegungen zu Alternativen kamen auf Steinkohle, die sich in Großbritannien als Alternative zu Holzkohle bereits früh durchgesetzt hatte, in Österreich aber bis ins 19. Jahrhundert keine Rolle spielte.

Im 18. und 19. Jahrhundert wurden Wälder aufgrund des Bedarfs an Bau- und Brennholz sowie der Streunutzung derart überbeansprucht, dass sich Katastrophen durch Lawinen und Überschwemmungen häuften. Durch die intensive Nutzung degradierten oder versauerten viele Böden, auf denen oft nur noch anspruchslose Nadelbäume wuchsen.

Als Reaktion darauf trat 1852 das 1. Österreichische Forstgesetz in Kraft, das bis 1975 in dieser Form Gültigkeit hatte (Brawenz 2012) und die Nutzung des Waldes regelte. Dem Schutz des Gebirgswaldes wurde aufgrund der Vielzahl an Katastrophen besondere Bedeutung beigemessen, der Zugang durch Straßen erleichtert und die Ausbildung für Waldarbeiter professionalisiert. Dies bildete die Grundlage für die Bewirtschaftung der österreichischen Wälder und ist bis heute sichtbar. Nachhaltigkeit wurde darin zwar nicht direkt adressiert, aber durch Wiederbewaldungspflicht, Waldschutz und Regelungen zu Rodungen indirekt berücksichtigt. Als oberste Maxime galt dabei, dass die Waldfläche Österreichs in vollem Umfang erhalten bleiben soll, aber auch, dass für größere Forstbetriebe speziell geschultes Personal eingesetzt werden muss (Bestellungspflicht). Nicht genutzte Wälder waren nicht vorgesehen.

Intensive Kulturmaßnahmen ab Beginn des 19. Jahrhunderts brachten eine bis heute steigende Zunahme der Waldfläche mit sich, die zu einer Bevorzugung der Nadelbaumarten Fichte und Föhre führten (BFW Österreichs Wald 2012). Mit dem Ausbau der Eisenbahn (Waldbahnen) und der zunehmenden Nutzung von Steinkohle und in weiterer Folge Erdöl kamen die Köhlerei und die damit verbundene intensive Waldnutzung mit Beginn des 20. Jahrhunderts zu einem relativ raschen Ende.



Abbildung 4: Mit Waldeisenbahnen wurde das Holz aus den Gebirgen in die Täler zur Verarbeitung transportiert (Reste einer Waldeisenbahn aus der Ost-Slowakei, (Foto H. Kirchmeir).

1.1.2 MODERNE FORSTWIRTSCHAFT

Nach der Ablöse des Holzkohlezeitalters durch das Zeitalter fossiler Brennstoffe wurden die Wälder zunehmend in die moderne Forstwirtschaft – geprägt vom Gedanken der Ertragsnachhaltigkeit – übergeführt und gemäß dem Forstgesetz bewirtschaftet. Der Altersklassenwald setzte sich als dominierende Bewirtschaftungsform durch. Dabei stehen auf homogenen Flächeneinheiten gleichaltrige – meist nur wenige bis eine – Baumart(en), die einheitlich bis zum Ende der Umtriebszeit bewirtschaftet werden. Dies ist eng mit dem Begriff der Massennachhaltigkeit bzw. Ertragsnachhaltigkeit und der Forcierung der Fichte als Hauptbaumart verknüpft.

Die Walddeckung in Österreich vergrößert sich seither laufend, wird aber vom Menschen gestaltet, was sich in einem hohen Fichtenanteil niederschlägt. Dieser Wandel lag auch in der besseren Flößbarkeit des Nadelholzes gegenüber dem schwereren Buchenholz begründet. Auch waren die Brenneigenschaften des Nadelholzes günstiger. Daher wurden die im 18. und 19. Jahrhundert großflächigen Kahlschläge auf besseren Böden weitgehend mit Fichte, auf ärmeren Böden vielfach mit der Kiefer aufgeforstet. Diese Baumarten kommen mit schwierigen ökologischen Bedingungen auf Kahlschlagflächen sehr gut zurecht und liefern zudem relativ hohe Holzerträge.

Der Wald wurde also in den letzten 500 Jahren sehr stark von einer Natur- in eine Kulturlandschaft umgewandelt. Die im Mittelalter prägenden jahrhundertealten Buchen und Eichen sind verschwunden. Wie die Wälder ohne den Menschen aussehen würden, lässt sich nur noch an wenigen Urwaldresten wie im Rothwald oder den abgelegenen Gräben der Kalkalpen erkennen.

Das Bild, das wir heute vom österreichischen Wald haben, wurde also im Laufe der Geschichte sehr stark vom Menschen und dessen forstlicher Tätigkeit geformt, insbesondere im Laufe der letzten 250 Jahre.

1.1.3 BEISPIEL DER WALDENTWICKLUNG: DIE NUTZUNG DER WÄLDER RUND UM DEN NATIONALPARK KALKALPEN

Gerade das Gebiet rund um den Nationalpark Kalkalpen, das Reichraminger Hintergebirge und das Gebiet der Eisenwurzten unterstreichen die eingangs beschriebene Nutzungsgeschichte sehr gut (Kammleitner 2020).

Hier lässt sich die Holznutzung weit zurückverfolgen. Im Zuge des Eisenerzabbaus rund um den Erzberg entwickelte sich eine wirtschaftsbezogene Nutzung der Wälder. Durch den wachsenden Bedarf an Eisen, und damit verbunden an Holz, erstreckten sich die Rodungen kontinuierlich immer weiter in immer unzugänglichere Waldteile. Der Transport des Holzes erfolgte meist auf dem Wasserweg und über ein ausgeklügeltes System von Holzriesen, Klausen und Rechenanlagen, die zum Teil heute noch sichtbar sind. Die Rodungen erfolgten immer vom Hangfuß Richtung Bergrücken.

Bereits um 1500 wurde der Wald im Weißenbach nahe Reichraming erstmals mittels Kahlschlägen genutzt. Die Schlagflächen wurden der Naturverjüngung überlassen. Dadurch konnten sich wieder weitgehend naturnahe Waldgesellschaften mit standortsgerechten Baumarten etablieren. 1575 war rund ein Drittel des Großweißenbachtals abgeholzt. 250 Jahre später erfolgte die nächste Nutzungswelle. 1846 waren im Großen Weißenbachtal nur 10 % der Wälder zwischen 60 und 90 Jahre alt. Ältere Wälder – meist reich strukturierte und artenreiche Fichten-Tannen-Buchenwälder – waren verschwunden. Schlagflächen wurden trotz Verbotes oftmals von Holzknechten abgebrannt und als Viehweide oder für Ackerbau genutzt.

Ab etwa 1750 war die Holzknappheit so groß, dass ab 1765 erstmals auch sehr entlegene Wälder wie etwa im Jörglgraben südlich von Reichraming genutzt wurden. Bereits rund 30 Jahre später wurden rund 80 % des Jörglgrabens forstwirtschaftlich genutzt und die Hälfte wurde als Blöße bezeichnet. Die Wälder damals wurden als „starke Tannenwaldungen“ mit „großen Fichten, Tannen, Buchen, Eichen und anderen Gattungen von Holz“ beschrieben. 1846 waren 40 % der Wälder jünger als 30 Jahre und nur rund 20 % älter als 90 Jahre. Die natürliche Verjüngung wurde durch Weideaktivitäten und Getreideanbau nach Brandrodung beeinträchtigt.

Im Winter 1916/17 führten schwere Stürme zu großflächigen Windbrüchen und in weiterer Folge zu sehr starkem Borkenkäferbefall quer über das gesamte Gebiet. Die entstandenen Schlagflächen wurden aber erneut mit Fichten wiederaufgeforstet.

Mit der Substitution der Holzkohle durch Stein- und Braunkohle als Energieträger, höheren Anforderungen an die Holzqualität und der großen „Borkenkäferkatastrophe“ in den 1920er Jahren wurde schlussendlich vom Transportmittel „Wasser“ abgegangen und eine 30 km lange Waldeisenbahn im Reichraminger Hintergebirge errichtet, die bis in die 1970er Jahre genutzt wurde. Mit der zunehmenden Bedeutung des LKW-Transports und der Weiterentwicklung im Forststraßenbau wurde diese ab den 1970ern von einem dichten Forststraßennetz abgelöst.

Die Wälder wurden intensiv durch die Österreichischen Bundesforste bewirtschaftet. Vor der Gründung des Nationalpark Kalkalpen setzten sich die Wälder des Hintergebirges zu rund zwei Dritteln aus Nadelhölzern zusammen. Neben Tanne, Lärche und Kiefer war die Fichte die dominierende Hauptbaumart. Die wichtigste Laubbaumart war die Buche. Bis zu 50.000 Festmeter Holz wurden jährlich im Gebiet des heutigen Nationalpark Kalkalpen geerntet.

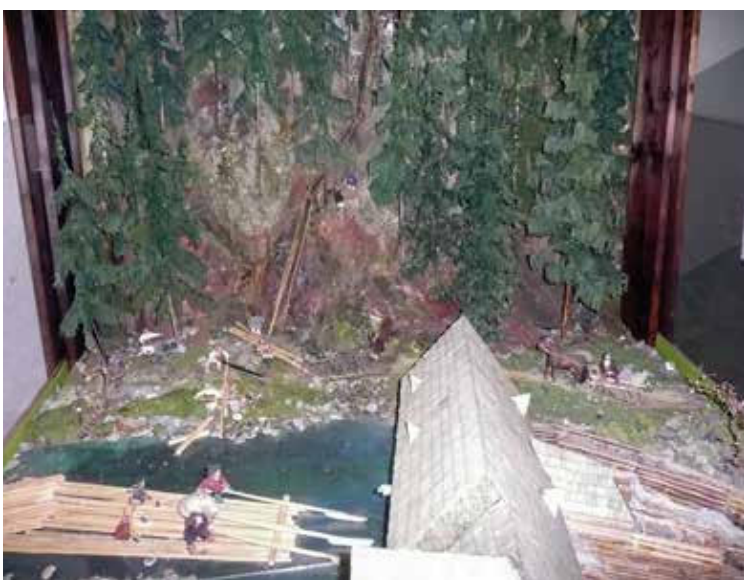


Abbildung 5: Darstellung des Flöss-Betriebs als Diorama (Rakhiv, Ukraine; Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 6: Aufgrund der schwierigen Erschließbarkeit sind in Reichraminger Hintergebirge einige Naturwälder erhalten geblieben. (Foto: H. Kirchmeir)

Erst mit der Gründung des Nationalparks im Jahr 1997 endete die wirtschaftliche Nutzung der Flächen. Der Fichtenanteil wird seither einerseits durch aktiven Waldumbau, aber im Wesentlichen durch natürliche dynamische Entwicklungsprozesse (Borkenkäfer, Windwürfe, Lawinen u. ä.) zurückgedrängt und die Buche breitet sich wieder zunehmend aus.

Die Naturrauminventur des Nationalparks belegt, dass der Rückzug des Menschen seither spürbar wird. Die Naturnähe steigt. Der Anteil der Buche hat sich in nur 30 Jahren um 22 % vergrößert, jener der Fichte um 10 % verringert und der Holzvorrat stieg um 12 %. Offene Flächen vergrößerten sich infolge von dynamischen Prozessen wie Windwurf und Lawinen. Dies drängt vor allem die Fichte weiter zurück und zeigt eine langsame Angleichung an natürliche Verhältnisse.



Abbildung 7: In Fichtenreinbeständen kann eine Borkenkäferkalamität zum großflächigen Absterben der Baumschicht führen. (Foto: H. Kirchmeir)

2 WIE GEHT ES DEM WALD DERZEIT?

Zirka 48 % der österreichischen Staatsfläche sind mit Wald bedeckt und damit die größte Ökosystemformation des Landes. Alpine Rasen und Felsformationen umfassen ca. 17 %, Gewässer und Moore ca. 1 % und landwirtschaftliche Nutzflächen und Siedlungsgebiete ca. 34 % der Landesfläche.

Der Zustand des Waldes hat daher für die Wirtschaft, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, für Erholung und Bildung, den Schutz vor Naturgefahren oder die Bereitstellung hochwertiger Trinkwassers und vieler weiterer Funktionen eine große Bedeutung.

Dieses Kapitel setzt sich damit auseinander, wie man den Zustand des Waldes beschreiben und zu welchem Befund man darauf aufbauend kommen kann.

2.1 WESENTLICHE DEFINITIONEN

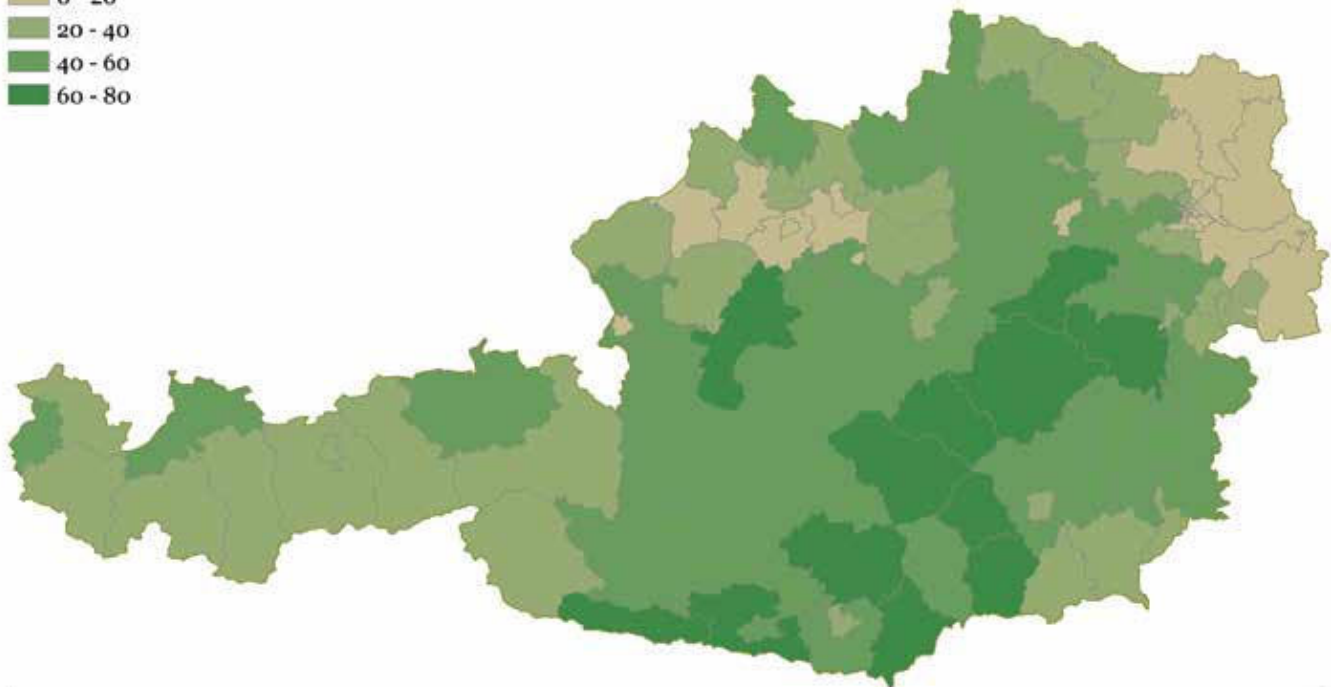
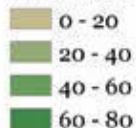
Wann ist ein Wald ein Wald? Hierzu gibt es eine Reihe von Begrifflichkeiten wie etwa Wald, Forst, Urwald, Naturwald, Plantage und vieles mehr.

Das Österreichische Forstgesetz (1975) definiert Wald gemäß § 1 wie folgt:

- Wald im Sinne dieses Bundesgesetzes sind mit Holzgewächsen der im Anhang angeführten Arten (forstlicher Bewuchs) bestockte Grundflächen, soweit die Bestockung mindestens eine Fläche von 1.000 m² und eine durchschnittliche Breite von 10 m erreicht.

Waldanteil der Bezirke in Österreich

Waldanteil in %



Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie

Auftraggeber: WWF Österreich

Quelle: Waldböschung (Corine Land Cover (CLC) 2018, European Environment Agency (EEA)); Bezirke (Statistik Austria - data.statistik.gov.at)



Abbildung 8: Karte des Waldanteils in Österreich je politischem Bezirk. (Datenquelle: Corine Landcover 2018)

Gemäß der Global Land Cover Classes der FAO (1998) spricht man von Wald, wenn

- Land eine Baumkronenbedeckung (Verhältnis der durch Baumkronen überdachten Fläche zur Gesamtfläche) von mehr als 10 Prozent und eine Mindestfläche von 0,5 Hektar besitzt.

In Anlehnung an die FAO-Definition fordert die Verordnung Nr. 2152/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 für das Monitoring von Wäldern und Umweltwechselwirkungen in der Gemeinschaft von Wald, wenn Flächen größer als 0,5 Hektar sind und eine Baumkronenbedeckung von mehr als 10 Prozent aufweisen.

Während also die internationalen Definitionen den Begriff Wald etwas weiter fassen, ist die Definition gemäß des Forstgesetzes stärker auf die forstliche Nutzung (z. B. „forstlicher Bewuchs“) ausgerichtet.

Naturwald und Urwald

Immer wieder wird von Naturwäldern und Urwäldern gesprochen. Die Karpatenkonvention (2011) (Kapitel II, Artikel 7 des Protocol on Sustainable Forest Management to the Framework Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians) definiert diese wie folgt:

- **Natural forests** are forests composed of tree species indigenous to the area with most of the principal characteristics and key elements of native ecosystems, such as complexity, structure and diversity.
- **Virgin forests** means natural forests which have not been influenced directly by human activities in their development.

Folglich sind Naturwälder Wälder, die aus standorttypischen Baumarten bestehen und im Hinblick auf Struktur, Komplexität und Artenvielfalt den Charakter des ursprünglichen Ökosystems aufweisen. Urwälder sind Naturwälder, die in ihrer Entwicklung nicht durch menschliche Aktivitäten beeinflusst wurden.

Auch die **Biodiversitätskonvention**¹ (CBD) definiert „primary forests“ als Wälder, die niemals geschlägert wurden und sich begleitet von natürlichen Störungen und Prozessen entwickelt haben. Dabei spielt das Alter der Bestände keine bedeutende Rolle. Sogenannte „Old Growth Forests“ können laut CBD hingegen primäre und sekundäre (von Menschen gepflanzte oder durch Nutzung stark überformte) Wälder sein, in denen sich Waldstrukturen und Arten entwickelt haben, die weitgehend ähnliche ökologische Funktionen erfüllen wie „primary forests“.

Die Schweizer Forschungsgruppe Nagel et al. (2013) formuliert zwei fundierte und hilfreiche Definitionen von Urwäldern (im englischen Original “old growth forest”) für die hier im Bericht verwendeten Begrifflichkeiten (aus dem englischen Original zusammengefasst):

Definition anhand der natürlichen Prozesse:

Wälder, die unter dem Einfluss natürlicher Störungen entstanden sind und sich unter minimalem menschlichen Einfluss entwickelt haben. Wie praktisch alle Wälder stehen Naturwälder unter indirektem menschlichen Einfluss, wie beispielsweise dem menschlich verursachten Klimawandel, Luftverschmutzung oder menschlich beeinflussten Wilddichten. Nichtsdestotrotz werden nach dieser Definition Wälder als Naturwälder eingestuft, solange sie sich in Folge eines natürlichen Störungsereignisses entwickelt haben und ihre Entwicklung nicht durch gezielte menschliche Eingriffe (z. B. Durchforstung) gesteuert wurden. Diese Wälder werden oft als Primär- oder Urwälder bezeichnet.

Definition anhand der Strukturen: Wälder in späten Entwicklungsstadien, die durch das Vorhandensein von alten Bäumen nahe ihrer natürlichen Altersgrenze, große Mengen an stehendem und liegendem Totholz sowie durch heterogene horizontale und vertikale Bestandsstrukturen gekennzeichnet sind.

Nagel et al. (2013) weisen darauf hin, dass die Definitionen von Naturwäldern generell für unterschiedliche Waldtypen gelten, auch wenn diese sich bezüglich der Störungsregime und der Strukturmerkmale auch deutlich unterscheiden können. So sind zwar hohe alte Bäume mit großem Stammdurchmesser und große Totholzmengen für nährstoffreiche und gut niederschlagsversorgte Gebiete typisch, aber auch auf trockenen, nährstoffarmen Standorten können sich Naturwälder ausbilden, die davon abweichende Merkmale aufweisen.

Die **Europäische Kommission** verwendet in ihrem Technischen Bericht „Natura 2000 and Forest“ (2015) folgende Definition für „old growth forest“:

„Old growth forest stands are stands in primary or secondary forests that have developed the structures and species normally associated with old primary forest of that type (...).“

Diese Definition ist für Österreich als EU-Mitgliedstaat besonders bedeutend, da wesentliche Grundlagendokumente wie die Europäische Biodiversitätsstrategie 2030 aber auch die Europäische Forststrategie darauf Bezug nehmen.

1 Convention on Biological Diversity - definitions from the report of the ad hoc technical expert group on forest <https://www.cbd.int/forest/definitions.shtml#:~:text=Old%20growth%20forest,from%20any%20younger%20age%20class>

In der deutschsprachigen Literatur werden „old growth forests“ oder „ancient forests“ als „Alte Wälder“ oder „Naturwälder“ übersetzt. Der Definition der EU-Kommission folgend wird in diesem Bericht der Begriff „Naturwälder“ verwendet:

„Naturwälder umfassen Waldbestände in primären oder sekundären Wäldern, die Strukturen und eine Artenzusammensetzung entwickelt haben, die natürlich in Urwäldern desselben Walddtyps zu finden wären“.

Naturwälder sind demnach jene Wälder, die den Urwäldern, die nie einer menschlichen, forstwirtschaftlichen Nutzung ausgesetzt waren, am nächsten kommen.

Wald und Forst

Im Allgemeinen werden die Begriffe Wald und Forst oft synonym verwendet. Historisch gesehen bezeichnete man Wald als den bäuerlichen Siedlungswald und Forst als Wald mit besonderer öffentlich-rechtlicher Stellung. Forste waren meist größer und ergaben sich aus der königlichen Banngewalt, also Wälder, deren Nutzung dem jeweiligen Landherren vorbehalten war (Johann in Forstverein 1994). So entstanden königliche, herrschaftliche und später landesherrliche Forste. Daneben existierten der Gemeinschaftliche Wald (Allmendwald, Silva Communis) und der Privatwald (Silva Alienus). Mit dem Untergang der alten Waldherrschaftsordnung verlor das Wort Forst im Laufe der Zeit seinen ursprünglichen Sinn. Zum Teil wurde es wie das Wort Wald für alle größeren Waldungen verwendet.

In der Ökologie wird seit Mitte des 20. Jahrhunderts zwischen Wald- und Forstökosystemen unterschieden

(Schubert 1991). Dabei bezieht sich nach Kowarik (1995) Forst im Wesentlichen auf eine künstliche Begründung eines Gehölzbestandes durch Ansaat oder Anpflanzung und oft eine Gleichaltrigkeit der obersten Baumschicht, die durch Pflege aufrecht erhalten wird, während im Wald unterschiedliche Phasen der Vegetationsentwicklung (Sukzession) ablaufen.

In der österreichischen Roten Liste der gefährdeten Waldbiototypen (UBA 2002) wird bei der Abgrenzung der Forstbiototypen von den Waldbiototypen die klassische Definition nach Tüxen (in Meisel-Jahn 1955) für Forste herangezogen:

„Bestände künstlich begründeter gebiets- und gesellschaftsfremder Holzarten, die unmittelbar oder nach Einschaltung anderer Ersatzgesellschaften an die Stelle der natürlichen Waldgesellschaften getreten sind.“

Während bei einer gleichaltrigen Monokultur (Plantage) die Abgrenzung recht einfach ist, verschwimmt diese Grenze aber etwa bei bewirtschafteten Mischwäldern. Im Biotypenkatalog des Umweltbundesamtes (2002) werden Bestände, auch wenn sie künstlich begründet wurden, einem Waldbiotyp (und damit keinem Forstbiotyp) zugeordnet, wenn gesellschaftsfremde (Baum-) Arten weniger als 30 % Deckungsanteil haben.

Diese Definition möchten wir für diesen Bericht insofern erweitern, dass auch das Fehlen der natürlichen, gesellschaftstypischen Baumarten zu einem Ausmaß von über 60 % Deckungsanteil zu einer Ausweisung als Forstbiotyp führt. Damit wird zum Beispiel ein Fichten-Tannen-Buchenwald, der zu mehr als 60 % von Fichten dominiert wird als Fichtenforst klassifiziert, obwohl die Fichte eine gesellschaftstypische Art ist, aber die obligatorisch beigemischten oder subdominanten Arten Buche und Tanne fehlen oder nur marginal vorkommen.

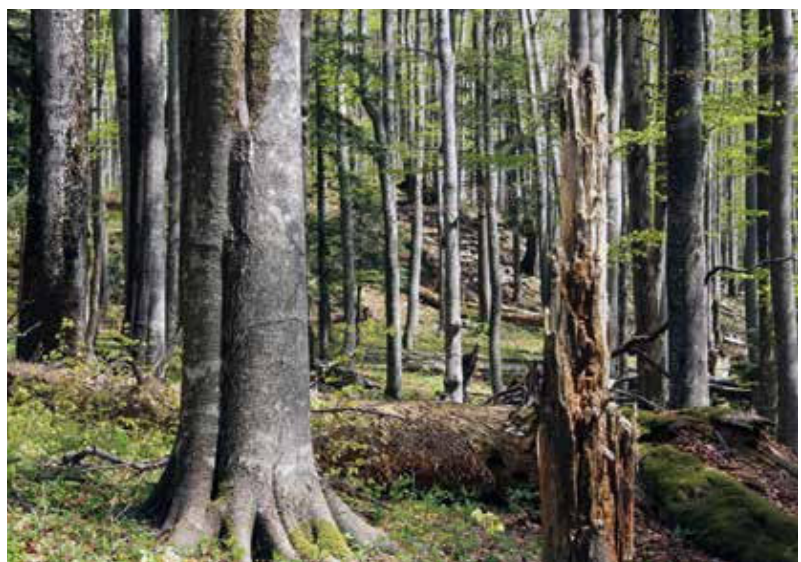


Abbildung 9: Forste (links) unterscheiden sich von Natur- oder Urwäldern (rechts) durch ihr geringeres Strukturangebot (Altersverteilung, Schichtung, Totholz). (Fotos: H. Kirchmeir).

2.2 NACHHALTIGKEIT IM WALD

Der Begriff der Nachhaltigkeit hat seine Ursprünge in der Forstwirtschaft, hat sich in seiner Bedeutung aber über die Jahrhunderte gewandelt. Vor über 300 Jahren verfasste der sächsische Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz mit seinem Werk „*Sylvicultura oeconomica, oder Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht*“ (1713) ein erstes geschlossenes Werk über die Forstwirtschaft. Im Kontext der damaligen Holznot forderte er darin erstmalig eine nachhaltige Waldbewirtschaftung, bei der nicht mehr geerntet wird, als auch wieder nachwächst:

„Wird derhalben die größte Kunst/Wissenschaft/Fleiß und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen / wie eine sothane Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen / daß es eine kontinuierliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe / weils es eine unentberliche Sache ist / ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag.“

Von Carlowitz gilt damit als Schöpfer des Nachhaltigkeitsbegriffs. Nachhaltige Holzerzeugung, also der ständige Ablauf des biologischen Wachstums, ist eine unbedingte Voraussetzung für jegliche Form von forstlicher Nachhaltigkeit. Auch wenn es unterschiedliche Interpretationen von Nachhaltigkeit auch innerhalb der Forstwirtschaft gab (z. B. Wiederbewaldungspflicht und damit Erhalt einer gleichbleibenden Waldfläche oder gleichmäßiger Erhalt des Holzvorrates durch die Entnahme des jährlichen Zuwachses), so stand immer die Sicherung eines dauernden und regelmäßigen Holzertrages im Mittelpunkt des forstwirtschaftlich geprägten Nachhaltigkeitsbegriffes. Die Auseinandersetzung mit der Thematik unterstreicht allerdings die Erkenntnis der begrenzten Ressourcen auf der einen und die Verantwortlichkeit gegenüber zukünftigen Generationen auf der anderen Seite. Es ist vermutlich kein Zufall, dass diese Überlegungen zur Nachhaltigkeit gerade dem Bereich der Forstwirtschaft erwachsen, da in keinem anderen Bereich derart lange generationenübergreifende Produktionszyklen üblich sind.

Im Laufe der Zeit wurde außerdem erkannt, dass sich der Begriff der Nachhaltigkeit im Wald über den gesamten Beziehungskomplex zwischen Mensch und Wald erstreckt. Der Wald erfüllt nicht nur eine Produktionsfunktion, sondern stellt dem Menschen weitere Nützlichkeiten bereit (Johann 1994). Dies spiegelt sich in der Wohlfahrts- und Schutzfunktion des Waldes bzw. den Ökosystemleistungen des Waldes wider. Ein durch Bodendegradation (Streunutzung, Monokulturen, Erosion des Oberbodens u. a.) verursachter Rückgang der Produktionskraft rückte bereits vor dem Ersten Weltkrieg die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldbodens und eine dementsprechende Waldbewirtschaftung (Naturverjüngung, Förderung von Mischwäldern, Berücksichtigung der

Hangneigung bei Nutzungseingriffen, Wald-Weidetrennung etc.) in das Bewusstsein der Bewirtschafter. Die Sicherung der Nachhaltigkeit im Wald wurde damit auf die natürliche Lebensgemeinschaft Wald ausgedehnt und stellte die Basis der seit den 1950ern aufstrebenden „Naturnahen Waldwirtschaft“ dar. Damit wurden erstmalig wirtschaftliche Aspekte mit ökologischen Erkenntnissen verbunden. Im Laufe des 20. Jahrhunderts gewannen im Kontext der Entwicklung des modernen Nachhaltigkeitsbegriffes neben der Nutzfunktion auch zunehmend die Wohlfahrts- und Sozialfunktion des Waldes an Bedeutung (Johann 1983). Dies findet in den Waldentwicklungsplänen (WEP) Niederschlag, die den Wäldern gemäß §§ 1 und 6 des Österreichischen Forstgesetzes neben einer Nutzfunktion auch eine Erholungs-, Schutz- und Wohlfahrtsfunktion zuweisen. Dieses Instrument der forstlichen Raumplanung wurde im Forstgesetz 1975 verankert.

Eine umfassendere Definition des Nachhaltigkeitsbegriffs im Forstgesetz erfolgte erst im Zuge von dessen Novellierung im Jahr 2002. In § 1 des Forstgesetzes wird das Thema Nachhaltigkeit behandelt und seine Wirkung auf den Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen festgehalten. Es werden die ökologische, ökonomische und soziale Komponente der Nachhaltigkeit benannt und multifunktionelle Wirkungen des Waldes hinsichtlich Nutzung, Schutz, Wohlfahrt und Erholung angeführt. In direktem Zusammenhang mit dem Thema Nachhaltigkeit sind die Ziele des Forstgesetzes angeführt:

1. die Erhaltung des Waldes und des Waldbodens,
2. die Erhaltung und nachhaltige Sicherung der Produktionskraft des Bodens und seiner Wirkungen entsprechend der Festlegung in der forstlichen Raumplanung
3. die Sicherstellung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung.

Dabei wird im selben Paragraphen die nachhaltige Waldbewirtschaftung so definiert, dass die Pflege und Nutzung der Wälder auf eine Art und in einem Umfang zu erfolgen hat, sodass deren biologische Vielfalt, Produktivität, Regenerationsvermögen, Vitalität sowie Potenzial dauerhaft erhalten wird. Dies ist in einen umfassenden zeitlichen („derzeit und in Zukunft“) und räumlichen Horizont („auf lokaler, nationaler und globaler Ebene“) eingebettet und inkludiert auch die Vermeidung von negativen Wirkungen auf andere Ökosysteme außerhalb des Waldes.

Im Rahmen der Novellierung wurde zudem erstmals die Möglichkeit geschaffen, Wälder mit besonderem Lebensraum (§ 32a) (Biotopschutzwälder) einzurichten und diese Gebiete aus naturschutzfachlichen Gründen etwa von der Wiederbewaldungspflicht oder Borkenkäferbekämpfung auszunehmen. Dies ist insbesondere zum Schutz natürlich ablaufender Prozesse von besonderer Bedeutung. Abseits hiervon fanden jedoch keine weiteren Konkretisierungen des unter § 1 eingeführten Nachhaltigkeitsbegriffs Eingang in die Novellierung des Forstgesetzes. Weiterführende



Abbildung 10: Die Erholungsfunktion des Waldes wird von immer mehr Menschen genutzt. (Foto H. Kirchmeir)



Abbildung 11: Struktur des Indikatorensets für nachhaltige Waldbewirtschaftung des Österreichischen Walddialogs (verändert nach Linser 2017)

Anpassungen etwa hinsichtlich ökologischer Vorgaben zur Waldbewirtschaftung wurden nicht gemacht.

Die Perspektive auf Nachhaltigkeit im Wald hat sich gewandelt. An die Stelle einer rein wirtschaftlichen Betrachtungsweise tritt ein umfassenderes Verständnis, das die Leistungsvielfalt (Multifunktionalität) des Waldes anerkennt. Der Wald erfüllt neben der Produktionsfunktion wesentliche Funktionen für Mensch, Natur und Umwelt. Er ist Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Klimaregulator, Schutzwald in Steillagen, Trinkwasser- und Luftfilter und Erholungsraum.

In Anlehnung an die waldrelevanten Entscheidungen der UN-Umweltkonferenz in Rio de Janeiro (1992) entwickelte die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE - Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) ein gesamteuropäisches Kriterienset für eine moderne, nachhaltige Waldbewirtschaftung.

Von diesen Kriterien ausgehend erarbeitete der Österreichische Walddialog von 2004 bis 2017 ein umfassendes Indikatorenset mit 65 Indikatoren für eine nachhaltige

Waldbewirtschaftung (Linser 2017). Dieses Indikatorenset wurde 2017 vom Österreichischen Waldforum angenommen und bildet den integralen Bestandteil der Österreichischen Waldstrategie 2020+. Es dient zur Festlegung geeigneter Umsetzungsmaßnahmen und zur Beurteilung der Zielerreichung durch die Festlegung von Ist- und Sollgrößen.

Das Indikatorenset beinhaltet zwar Soll- und Ist-Größen, blickt man jedoch genauer auf diese Zielsetzungen, wird auch deutlich, dass diese verhandelt wurden bzw. auf politischen Entscheidungen basieren. Entscheidungen über Soll-Größen liegen nicht nur fachlicher Expertise, sondern auch ein politischer Verhandlungsprozess zu Grunde. Eine Reihe von Zielsetzungen wurden so formuliert, dass diese bereits vorab erreicht waren bzw. deren Erreichung vergleichsweise leicht möglich ist. Wesentliche Zielgrößen von Indikatoren der Biodiversität (z. B. Naturnähe, Gefährdungsstatus von Rote Liste-Arten bzw. Erhaltungszustand von Natura 2000 Gebieten) wurden dabei beispielsweise aber nicht erfüllt. Dennoch ist dieses Indikatorenset ein umfassender Katalog, der alle relevanten Indikatoren inkludiert und der derzeit umfassendste Ansatz, Nachhaltigkeit im Wald zu messen.

Tabelle 3: Die sechs gesamteuropäischen Kriterien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung als Basis des Indikatorensets des Österreichischen Walddialogs (MCPFE, 1995)

	MCPFE-Kriterien
1	Erhaltung und angemessene Verbesserung der Waldressourcen und ihr Beitrag zu globalen Kohlenstoffkreisläufen
2	Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Waldökosystemen
3	Erhaltung und Stärkung der produktiven Funktion der Wälder
4	Erhaltung, Schutz und angemessene Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen
5	Erhaltung und angemessene Verbesserung der Schutzfunktionen in der Waldbewirtschaftung
6	Erhaltung anderer sozioökonomischer Funktionen und Bedingungen



2.3 WIE MESSE ICH DIE QUALITÄT DES WALDES? FORSTLICHE UND ÖKOLOGISCHE INDIKATOREN

Mit der steigenden Bedeutung des Waldes als Energiequelle entstand seit dem 16. Jahrhundert der Bedarf, die Qualität der Waldflächen zu beschreiben. Ursprünglich ging es maßgeblich darum, die Ertragsleistung abzuschätzen, um einerseits die Verfügbarkeit von Holz für die Erzverarbeitung und Salzgewinnung ermitteln zu können und andererseits um den ökonomischen Wert und eventuell damit verbunden Steuern und Abgaben festzusetzen.

Um Wald in seiner Qualität zu beschreiben, werden in der Forstwirtschaft traditionell folgende Indikatoren verwendet:

- Die Baumartenanteile
- Das Bestandesalter
- Die Bestandesgrundfläche (Bestockung)

Dabei gibt die Bestandesgrundfläche die Summe aller Kreisflächen der Stammquerschnitte in 1,3 m Höhe (Brusthöhe) auf einem Hektar Waldfläche wieder. Die Baumartenanteile werden meist in Zehntel Anteilen angegeben und das Alter in Altersklassen. Bei den Altersklassen sind 20 Jahressprünge üblich:

- Altersklasse I: 1–20 Jahre
- Altersklasse II: 21–40 Jahre
- Altersklasse III: 41–60 Jahre
- Altersklasse IV: 61–80 Jahre
- Altersklasse V: 81–100 Jahre
- Altersklasse VI: über 101 Jahre

In manchen Fällen wird noch zusätzlich die Altersklasse VII (bis 120 Jahre) und die Altersklasse VIII (bis 140 Jahre) ausgewiesen.

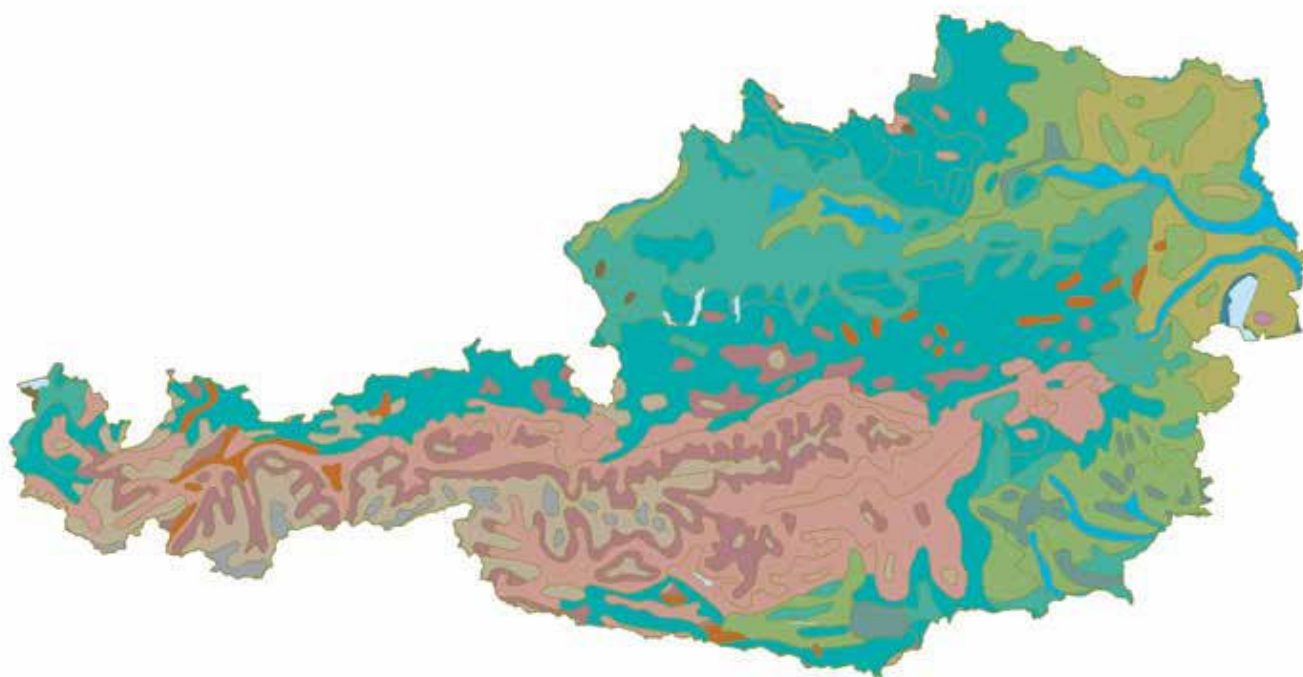
Obwohl unsere Hauptbaumarten deutlich älter als 100 Jahre werden können (Buche und Fichte 200–400 Jahre, Tanne 600 Jahre, Eiche 800 Jahre, individuell noch deutlich darüber), erreichen sie in den Wirtschaftswäldern nur selten mehr als 80–140 (Eiche bis 200) Jahre, da ihr Lebenszyklus durch die sogenannten Umtriebszeiten im Altersklassenwald vom Menschen begrenzt wird.

Altersklassenwald

Das Bewirtschaftungskonzept der kahlschlagsweisen Nutzung entsprang der Nutzungsweise im 18. Jahrhundert. Dabei ging es vor allem darum, große Flächen der Naturwälder als Energielieferanten für die Eisen- und Salzherstellung bereitstellen zu können. Einen theoretischen Hintergrund dazu lieferte Max Preßler (1858) mit der von ihm entwickelten Bodenreinertragslehre, die allerdings auf einem sehr wirtschaftsorientierten, mechanistischen Ansatz basierte. Das Konzept der forstlichen Bodenreinertragslehre besagt, dass der höchste (wirtschaftliche) Ertrag durch eine Kahlschlagbewirtschaftung von Reinbeständen (Fichte, Kiefer) zu erzielen sei. Die daraus resultierenden Altersklassenwälder mit nur einer Baumart vereinfachten die Berechnungen von Zuwachs und Erntezeitpunkt. Daher genügten nur wenige Indikatoren, um Waldbestände aus forstwirtschaftlicher Sicht zu beschreiben. Auch wenn das Bewusstsein über die Bedeutung von Mischbaumarten inzwischen gestiegen ist und die Schlaggrößen gesetzlich geregelt sind, werden große Teile des Wirtschaftswaldes noch immer als Altersklassenwälder bewirtschaftet.

Neben der Baumart, dem Alter und der Grundfläche war nur noch die Produktivität des Standorts (Bonität) anzusprechen, um den (Holzertrags-)Wert und die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Standorts zu ermitteln.

Bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts dominierte das Konzept der Reinertragslehre und führte damit zu einer weiten Verbreitung von monodominanten Altersklassenwäldern in Mitteleuropa.



Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie

Auftraggeber: WWF Österreich

Quelle: BOHN, U. et al. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas / Map of the Natural Vegetation of Europe, Maßstab/Scale 1:2.500.000.655 S, Landwirtschaftsverlag: Münster.



- Subnival-nivale Vegetation der Hochgebirge in der borealen und nemoralen Zone
- Alpine Vegetation (Alpine Rasen, Spalier-, Zwergstrauch- und Strauchvegetation, Fels- und Schuttfuren) in der borealen, nemoralen und mediterranen Zone
- Subalpine und oromediterrane Vegetation (Wälder, Krummholzgebüsche und Zwergstrauchgesellschaften im Komplex mit Rasen und Hochstaudenfluren)
- Montane z.T. submontane oder hochmontane Tannen- und Tannenmischwälder
- Hochmontane, z.T. montane Fichtenwälder und -mischwälder
- Hemiboreale und nemorale Kiefernwälder z.T. mit Laubbäumen (planare bis submontane Ausbildungen)
- Artenarme azidophile Eichen- und Eichenmischwälder (planare bis submontane Ausbildungen)
- Eichen-Hainbuchenmischwälder
- Buchen und Buchenmischwälder (planare bis submontane Ausbildungen)
- Buchen und Buchenmischwälder (montane bis hochmontane Ausbildungen)
- Pannonische, planare Stieleichenmischwälder
- Italisch-pannonisch-zentralbalkanische kollin-submontane (bis montane) Traubeneichen-(Stieleichen-) Zerreichenwälder
- Waldkiefernwälder, überwiegend in der nemoralen Zone
- Submediterrane und oromediterrane Schwarzkiefern- und Panzerkiefernwälder
- Binnenländische Salzvegetation
- Süßwasser- Röhrichte und Riedsümpfe
- Sphagnum magellanicum-Hochmoorkomplexe in der hemiborealen und nemoralen Zone
- Großseggenried
- Erlenbruch- und -sumpfwälder
- Hartholzauen im Komplex mit Weichholzauen und feuchten Niederungswäldern der Strom- und großen Flußtätern
- Erlen-Eschenwälder und Erlen-Stieleichenwälder der kleinen Flußtätern und nassen Niederungen im Komplex mit feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern und Erlenbrüchen, z.T. Grauerlenwälder und Bergahorn-Eschenwälder
- Süßwassersee

Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie

Auftraggeber: WWF Österreich

Quelle: BOHN, U. et al. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas, 655 S. Landwirtschaftsverlag: Münster.

Abbildung 12: Karte der natürlichen Vegetation Österreichs (verändert nach BFW 2019)



Abbildung 13: Nur auf bestimmten Totholzqualitäten ist der seltene Ästige Stachelbart (*Hericium coralloides*) zu finden. (Foto: H. Kirchmeir)

In der Mitte des 20. Jahrhunderts wurde der Wald Schritt für Schritt stärker als Ökosystem wahrgenommen und neben der reinen Holzproduktion gewannen andere Wohlfahrts- und Sozialfunktionen an Bedeutung.

Die Standortskunde und die Auseinandersetzung mit den (potenziell) natürlichen Waldgesellschaften rückten stärker in den Vordergrund und spielten zunehmend auch bei waldbaulichen Entscheidungen eine Rolle.

Tüxen (1956) führte erstmalig das Konzept der potenziellen natürlichen Vegetation (PNV) ein, das von Kowarik (1987) kritisch überarbeitet wurde. Hannes Mayer und Kurt Zukrigl prägten eine neue Waldbaugeneration, die sich stärker an den natürlichen dynamischen Waldprozessen orientiert. Die Bedeutung von Ur- und Naturwäldern als Referenzsystem für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung wurde erkannt. Seit den 1970er Jahren wurden zunehmend Naturwaldzellen und Naturwaldreservate aus der Nutzung genommen.

Damit stiegen jedoch auch die Komplexität und die Anzahl der Indikatoren, wie Wald beschrieben und dokumentiert werden kann.

Neben der Baumschicht wurde zunehmend auch die Krautschicht hinsichtlich ihrer Zeigerfunktion für Wuchsbedingungen und zur Klassifikation der potenziell natürlichen Waldgesellschaft herangezogen. Dies erforderte auch andere Expertinnen und Experten, die nicht mehr ausschließlich an Forstuniversitäten zu finden waren. Die

Fachbereiche Botanik, Pflanzensoziologie und Ökologie gewannen an Bedeutung und wurden stärker miteinbezogen.

Es wurde stärkeres Augenmerk auf die Waldstruktur, den Aufbau der Bestände in unterschiedliche vertikale Schichten gelegt, insbesondere wenn man wie etwa beim Dauerwald- oder Plenterwaldkonzept (vgl. Möller 1922) mit ungleichartigen Beständen arbeitet. Man begann bislang wirtschaftlich irrelevante Parameter wie etwa Totholzvolumen oder Totholzqualitäten aufzunehmen, Spechtbäume zu erfassen und man erkannte, dass sogenannte Mikrohabitate für die Artenvielfalt im Wald eine wichtige Rolle spielen.

Das Waldsterben, das vor allem in den 1970er und 80er Jahren für Aufmerksamkeit sorgte, führte zur Einrichtung unterschiedlicher Indikatoren und Beobachtungssysteme, um immissionsbedingte Waldschäden zu dokumentieren.

In der Österreichischen Waldinventur wurden Indikatoren für den Kronenzustand ergänzt und ein Waldschaden-Beobachtungssystem sowie eine Waldbodenzustandsinventur eingeführt. Das Feldversuchslabor Zöbelboden wurde im Nationalpark Kalkalpen etabliert. Es wird vom Österreichischen Umweltbundesamt betrieben, um systemische Zusammenhänge zwischen Immissionen und Ökosystemfunktionen besser zu verstehen.

Basierend auf den Indikatoren und den im Rahmen der Waldinventur gesammelten Daten entwickelte das Bundesforschungszentrum für Wald einen Biodiversitätsindex für den Wald (Geburek et al. 2015, Geburek et al. 2010), der auch in das Indikatorenset des Österreichischen Walddialogs Eingang fand. Dieser basiert auf sogenannten Proxy-Indikatoren (i. e. Kennzahlen, die einen Einfluss nicht direkt, sondern indirekt messen) und umfasst Zustandsindikatoren (natürliche Baumartenzusammensetzung, natürliche Waldstrukturelemente, genetische Diversität und Wald-Landschaftsmosaik) sowie Einflussindikatoren (Verbiss- und Weideinfluss) und Maßnahmenindikatoren (z. B. Naturwaldreservate, Generhaltungswälder). Die Gewichtung der einzelnen Indikatoren basiert auf einem Expertinnen- und Expertenbefragungsprozess und wurde gemeinschaftlich festgelegt, um so mathematisch einen Gesamtwert (BIW-Wert) zu errechnen (Geburek et al. 2010).

Tabelle 4: Stärken und Schwächen des Biodiversitätsindex Wald (BIW) des BFW (Geburek et al. 2015)

Stärken	Schwächen
Waldbiodiversität auf allen Ebenen (Gene, Arten, Ökosysteme) berücksichtigt	Referenzwerte basierend auf wenigen wissenschaftlichen Grundlagen (Datenlücken)
Basierend auf vorhandenen Daten (v. a. ÖWI)	Artendiversität wird nur für Baumarten erhoben, andere Organismen werden nur indirekt berücksichtigt
Repräsentative Aussagen zu Biodiversität im Wald	Genetische Diversität mit Ausnahme einer Baumart (Fichte) nur indirekt ermittelt
Lernfähiges System (Anpassung über Gewichtung und Referenzwerte möglich)	Daten, für die keine Referenzwerte ableitbar bzw. nicht bundesweit verfügbar sind, können nicht berücksichtigt werden
Retrospektive Auswertungen möglich	
Gut kommunizierbar	

Der für Österreich 2015 ermittelte BIW-Wert von 60 Punkten (von insgesamt 100) wird vom BFW als (sehr) hoch angesehen. Besonders in den Rand- und Inneralpen wurde ein hoher BIW-Wert festgestellt, im Wald- und Mühlviertel relativ geringe Werte, während für das restliche Österreich mittlere Werte ermittelt wurden (Geburek et al. 2015).

2.3.1 DAS KRITERIENSET DER HEMEROBIEERHEBUNG

Einen sehr umfassenden Indikatorenkatalog entwickelten Koch und Kirchmeir (Koch 1998) im Rahmen des Projektes „Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme“, ein von der österreichischen Akademie der Wissenschaften finanziertes Projekt des UNESCO-Programms „Man and the Biosphere (MaB)“. Die darin vorgestellten Indikatoren sind:

Vegetationsdaten

- Vegetationsaufnahme inkl. Krautschicht

Strukturdaten

- Anzahl der Schichten
- Deckungsanteil und Höhen der Schichten
- Bestandesschluss
- Durchmesser der 5 stärksten Stämme

Altersstruktur

- Altersspanne in 3 Klassen (1–50, 51–100, >100 Jahre)

Baumartenanteile

- Aktuelle und potenzielle Baumartenanteile in Dominanzklassen

Entwicklungsphasen/Wuchsklassen

- Jungwuchsphase, Initialphase
- Optimalphase, Terminalphase
- Zerfallphase, Verjüngungsphase
- Naturnahe Waldbauphase
- Wuchsklassen (im Altersklassenwald)

Verjüngung

- Verjüngungsart (Natur-/Kulturverjüngung)
- Wildverbiss
- Baumarten der Verjüngung
- Fläche der Freiverjüngung

Totholzdaten

- Liegendes und stehendes Totholz in unterschiedlichen Durchmesserklassen
- Zersetzungsgrad
- Anteil des Totholzes unter 10 cm Durchmesser

Nutzungsintensität und -geschichte

- Forstliche Vor- und Endnutzung
- Waldweide
- Touristische Nutzung
- Bodenbearbeitung (inkl. Wege)
- Streunutzung und Schneitelung
- Erholungsnutzung
- Wildschäden

Waldgesellschaften

- Aktuelle und potenziell natürliche Waldgesellschaft

Standortsdaten

- Seehöhe
- Exposition
- Hangneigung
- Großrelief
- Kleinrelief
- Geologie
- Bodentyp
- Humustyp
- Skelettanteil / Korngröße
- Felsanteil
- Bodenart
- Bodenwasserhaushalt
- Lokalklima
- Anmerkungen zum Standort

Für die Naturrauminventur im Nationalpark Kalkalpen wurde das Datenset noch erweitert. Bei den Erhebungen der Einzelbäume wurden detailliert Mikrohabitate und Baumanomalien sowie Informationen zur Vitalität erhoben. Auf der Probestfläche wurden zahlreiche Parameter zur Abschätzung der Habitatqualität für das Schalenwild ermittelt.

Aus diesen erweiterten Aufnahmedaten lassen sich der menschliche Einfluss und die Naturnähe der Waldbestände ableiten. Damit im Zusammenhang stehen die Wirkungen des Ökosystems Wald auf die Biodiversität, aber auch auf den Erholungswert für den Menschen.

Die Rolle des Waldes im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung führte dazu, dass zusätzliche Indikatoren beobachtet werden, die Aufschluss über die Menge und Verweildauer des im Boden und im Ökosystem gespeicherten Kohlenstoffs Aufschluss geben, aber auch die ausgleichende Wirkung des Waldes auf das Innen- und Außenklima beschreiben.

Dabei spielen neue technische Hilfsmittel wie Laserscan, Fernerkundung mit unterschiedlichster Sensorik (z. B. aus dem Copernicus-Programm der EU) und technische Messhilfen (Temperatur-, Feuchtemessfühler, volldigitale Instrumente zur Zuwachs- oder Saftflussanalyse etc.) eine immer wichtigere Rolle.

2.4 DER WALD HEUTE

Die Daten der Österreichischen Waldinventur ermöglichen es, einige Aspekte der Waldentwicklung seit der Mitte des 20. Jahrhunderts zu verfolgen. Derzeit läuft gerade die Erhebungsperiode 2016–2021, deren Ergebnisse 2022 erwartet werden. Allerdings wurden vom BFW bereits 2019 Zwischenergebnisse veröffentlicht, die auf der Hälfte der Stichprobenpunkte basieren.

Wurde in der ersten Inventurperiode 1961–1970 eine Waldfläche von 3,69 Mio. ha ermittelt, so ist die Waldfläche in Österreich nach den aktuellen Daten auf 4,02 Mio. ha angewachsen. Der Großteil der neu hinzugekommenen Waldflächen findet sich auf Weiden, Almen und Mähwiesen aber auch Felsen, Rutschflächen, Zwergstrauchheiden oder Röhrichtern (Russ 2019). Die deutlichsten Nettozuwächse sind in den Hochlagen über 1.800 m Seehöhe zu verzeichnen.

Insgesamt verlangsamt sich jedoch die durchschnittliche jährliche Zunahme der Waldfläche kontinuierlich. Im Vergleich zur Erhebungsperiode 1992/96 (7.700 ha/a) hat sich der Wert bis zur aktuellen Periode (3.400 ha/a) mehr als halbiert.

Der Wald in Österreich gehört zu 82 Prozent privaten Eigentümern (145.000 Personen), die eine Fläche von knapp drei Millionen Hektar besitzen.

Der private Waldbesitz teilt sich in Österreich folgendermaßen auf: 53 Prozent der beforsteten Waldflächen sind kleiner als 200 Hektar („Kleinwald“), 22 Prozent haben eine Waldfläche von mehr als 200 Hektar („Großwald“). Weitere zehn Prozent sind Gemeinschaftswälder, wie sie zum Beispiel von Agrargemeinschaften genutzt werden. Die Summe an öffentlichen Wäldern beträgt 18 Prozent. Insgesamt werden zirka 15 Prozent von der Österreichischen Bundesforste AG bewirtschaftet. (BFW 2012)

2.5 DER MENSCHLICHE EINFLUSS AUF DEN WALD

Natürliche Waldökosysteme sind in ihrer räumlichen Struktur, den Energie- und Materialflüssen die komplexesten Ökosysteme der Erde. Sie sind in ihrem Bestehen, im Unterschied zu den Systemen der Kulturlandschaft, auf keine menschliche Bewirtschaftung oder Pflege angewiesen. Im Gegenteil, menschliche Einflüsse haben in der Regel zu einer Destabilisierung und somit zu einer Degradation der Funktionsfähigkeit der Waldökosysteme geführt.

Waldökosysteme unterscheiden sich von anderen Ökosystemen wie Steppen, Tundren, Grassavannen, Halb- und Vollwüsten, Mooren und Sümpfen, Süß- und Salzwasserökosystemen durch die hohe Biomasse, die in lebenden und toten Pflanzenteilen gespeichert ist. Die besondere Lebensform der Bäume speichert Kohlenstoff im langlebigen Holzkörper und ermöglicht es damit, die photosynthetisch aktiven Gewebe der Blätter über die Krautschicht anzuheben. Im Zuge Jahrmillionen dauernder Selektionsprozesse konnten sich im Laufe der Evolution verholzte baumförmige Pflanzen gegenüber Krautartigen und Gräsern überall dort durchsetzen, wo genügend Nährstoffe und Feuchtigkeit zur Verfügung standen und die Vegetationsperioden ausreichend lang waren. Durch die Entwicklung einer Baumschicht verändert der Wald die Windgeschwindigkeit und die Bestrahlungsintensität am Boden und schafft damit sein eigenes Mikroklima. Durch die Erschließung des Raums kann das Sonnenlicht in mehreren Schichten wesentlich effizienter gefiltert werden, als es reine Gras- oder Krautbestände können. Die effektive Blattfläche kann in gemäßigten Wäldern 5–6 Mal der Grundfläche, auf der der Wald stockt, entsprechen. Das bedeutet, dass ein Hektar Wald eine Blattfläche von 6 Hektar aufweisen kann. Dadurch wird das Sonnenlicht optimal energetisch genutzt und Kohlendioxid aus der Luft durch die Photosynthese in

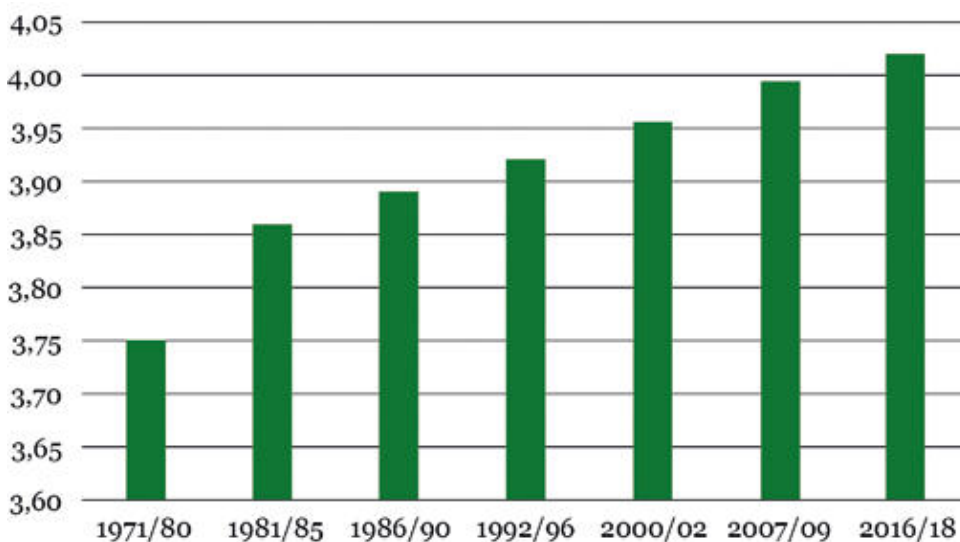


Abbildung 14: Zunahme der Waldfläche seit 1971 in Millionen Hektar (Quelle: ÖWI, BFW 2019).



Abbildung 15: Beim Schirmschlag-Verfahren bleiben Samenbäume erhalten, bis sich Verjüngung etabliert hat. Erst dann werden sie geerntet. (Foto: H. Kirchmeir)

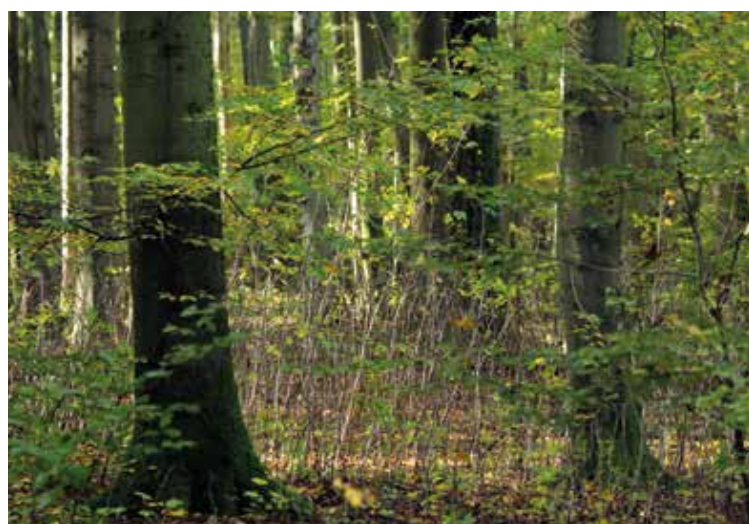


Abbildung 16: Waldbestände haben sich durch Naturverjüngung seit Jahrtausenden natürlich regeneriert. (Foto: H. Kirchmeir)

organische Substanzen, in Pflanzenbiomasse gebunden. Ein großer Teil (ca. 70 %, Walter & Breckle 1999) davon wird langfristig, in Urwäldern über mehrere hundert Jahre, im Holz der Stämme, Äste und Wurzeln gebunden. Ein anderer Teil (ca. 30 %) wird in kurzlebigen Geweben der Blätter, Stängel und Feinwurzeln gespeichert). Während die kurzlebigen Gewebe nach 1–3 Jahren absterben und zur Streuauflage werden bzw. sich direkt im Boden zu totem organischem Material akkumulieren, summiert sich Holzbiomasse der Stämme über Jahrzehnte und Jahrhunderte. Nach dem Absterben bleibt sie noch viele Jahre als Totholz erhalten, das sich Schritt für Schritt zu Humus zersetzt. Dieser Zersetzungsprozess erfolgt vorwiegend durch Insekten, Pilze und Bakterien. Im Laufe der Zeit wird ein großer Teil des im Holz gebundenen Kohlenstoffs von diesen Organismen veratmet und an die Atmosphäre abgegeben. In den Wäldern der gemäßigten Breiten, zu denen auch Österreich zählt, bleibt aber ein Teil der organischen Kohlenstoffverbindungen im Boden langfristig erhalten. Seit der letzten Eiszeit hat sich in den Waldböden eine Kohlenstoffmenge akkumuliert, die in etwa dem Doppelten der im Wald gespeicherten Biomasse entspricht.

Dieser grobe Einblick in das Ökosystem Wald soll helfen, die unterschiedlichen menschlichen Eingriffe in Waldökosysteme hinsichtlich ihrer Bedeutung zu reihen.

Die Entnahme von Stämmen stellt den wesentlichsten und langfristigsten Eingriff in das Ökosystem dar, insbesondere wenn er flächenhaft in Form von Kahlschlägen oder Schirmschlägen erfolgt. Je größer der Anteil der Nutzung am gesamten Holzvorrat ist, desto bedeutender der Einfluss auf das Ökosystem. Im Materialfluss bedeutet die Holzentnahme, dass dem System die durch Photosynthese fixierte Menge an organischem Kohlenstoff entzogen wird. Die Österreichische Forstinventur dokumentiert für die Erhebungsperiode 2016/2018, dass ca. 88 % des Zuwachses durch forstliche Nutzungen entnommen wird (Gschwantner 2019). Gegenüber der vorangegangenen Inventurperiode 2007–2009 bedeutet das einen Anstieg der Nutzungsintensität um 3 %.

Damit wird dem Ökosystem der größte Teil der Energie, die durch Photosynthese in chemischer Energie der Kohlenstoffverbindungen gebunden wurde, entzogen. 70 % der in Biomasse gebundenen Energie wird im Holz gespeichert. Die Stöcke samt Wurzeln und ein Teil des Astmaterials bleiben als sogenannte Ernteverluste zurück (ca. 20 % der Holzmasse). Bei einem Nutzungsanteil von 88 % des Zuwachses werden dem Ökosystem somit 50 % der verfügbaren Energie entzogen. Diese Energie fehlt weiteren Stufen der Nahrungskette, insbesondere den Zersettern – den Insekten, Pilzen und Bakterien – und in weiterer Folge den Konsumenten, die von diesen Zersettern leben.

Neben dieser massiven Einflussnahme in den Material- und Energiefluss stellt die Holzernte auch einen maßgeblichen Eingriff in die Struktur des Waldökosystems dar. Die komplexe vertikale Struktur, die sich aus Kraut-, Strauch- und einer bis zu mehreren Baumschichten zusammensetzt, wird durch die Holznutzung deutlich reduziert. Dabei spielt die flächige Größe des Eingriffs eine besondere Rolle. Spittlehouse et al. (2004) konnten nachweisen, dass sich das Mikroklima auf Lücken im Wald, die kleiner als eine Baumhöhe sind, vom Waldinnenklima nur geringfügig unterscheidet. Größere Öffnungen des Kronendaches führen jedoch durch eine stärkere Besonnung und Windexposition zu höheren Temperaturen und einer niedrigeren Luftfeuchtigkeit. Das führt zu einer signifikanten Veränderung der Wuchsbedingungen, unmittelbar erkennbar an der Ausbildung einer Schlagvegetation. Dadurch verschieben sich auch die ökologischen Verhältnisse für das Aufkommen der Naturverjüngung.

Neben dem Eingriff in die Biomasse und die Bestandesstruktur wirken sich auch die mit der Holzernte einhergehenden Einflüsse nachhaltig auf den Standort aus. Das Befahren des Waldbodens mit immer schwereren Maschinen, die immer noch zunehmende Erschließung durch Rückewege und Forststraßen führen zu einem Verlust an biologischer Aktivität, Lebens- und damit Produktionsraum.



Abbildung 17: Schwere Holzerntemaschinen verursachen Bodenverdichtung und führen damit zu verringertem Wurzelwachstum. (Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 19: Die Tannenvorjüngung wird durch Wildverbiss oft stark dezimiert. (Foto: H. Kirchmeir).

An zweiter Stelle der bedeutendsten menschlichen Einflüsse auf das Ökosystem Wald steht die Veränderung der Baumartenkombination gegenüber ihrer natürlichen Zusammensetzung. Baumarten prägen durch ihre spezifische Wuchsform, die Erschließung des Kronenraums, die Art der Belaubung und damit die Qualität der Laubstreu aber auch durch ihre artspezifischen Wurzelformen und weitere Faktoren ihren eigenen Lebensraum. Die Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften haben sich in einem jahrtausendelangen evolutionären Selektionsvorgang in ihren Mischungsverhältnissen entwickelt. Diese werden nicht nur durch Standortbedingungen wie Temperatur- und Niederschlagsverteilung, Früh- und Spätfrostwahrscheinlichkeit oder die verfügbaren Nährstoffe, Basenhaushalt, Staunässe und viele weitere Faktoren beeinflusst, sondern auch durch die zwischenartliche Konkurrenz und das Zusammenspiel mit einer ausgeprägten Pilzlebensgemeinschaft, der Mykorrhiza. Seit der letzten Eiszeit vor ungefähr 10.000 Jahren haben sich die Waldökosysteme durch einen iterativen Prozess von Baumgeneration zu

Baumgeneration entwickelt und die für Stabilität und Produktivität optimalen Baumartenmischungen entwickelt. Nur jene Baumarten, die konkurrenzkräftiger waren als ihre Mitbewerber und mit Stressfaktoren wie Dürre, Überschwemmung, Schneedruck, Insektenfraß oder Pilzschädlingen zurechtkamen, konnten sich im Laufe der Zeit etablieren.

Was wir heute auf großer Fläche beobachten können, ist, dass durch forstliche Eingriffe veränderte Baumartenzusammensetzungen, insbesondere die von einer oder wenigen Baumarten dominierten Altersklassenwälder zu instabilen, risikofälligen Sekundärwäldern geführt haben. Die daraus resultierenden Probleme betreffen nicht nur die ökonomischen Leistungen des Waldes, sondern auch alle anderen Wohlfahrtsleistungen.

Wenn auch weitaus geringer als die forstliche Nutzung hat auch ein überhöhter Wildstand durch die selektive Auswahl von Baumarten in der Verjüngung durch Verbiss



Abbildung 18: Durch Borkenkäferbefall fällt die Fichte in diesem Bestand aus. Buche und Tanne haben einen Selektionsvorteil. (Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 20: Das Forstgesetz schränkt das Sammeln von Pilzen in Österreich auf max. 2kg pro Person und Tag ein. Zusätzliche Schutzbestimmungen werden durch die Landes-Naturschutzgesetze geregelt. (Foto: H. Kirchmeir)

einen Einfluss auf das Waldökosystem. Ein über Jahrzehnte andauernder hoher Verbissdruck kann zur Reduktion der Baumartenvielfalt und damit zu einem erhöhten Risiko gegenüber Störungen führen. In Österreich ist das stark bei Tanne, Eibe und manchen Laubhölzern zu erkennen. Allerdings ist dieser Einfluss leichter reversibel als der Entzug des Holzes. Wird der Wildstand über 1–2 Dekaden durch natürliche Prädatoren, Krankheit, veränderte Fütterungspraktiken oder stärkere Bejagung auf ein natürliches Maß gesenkt, kann eine Verjüngung von verbissempfindlichen Baumarten wieder erfolgreich erfolgen.

Waldweide hat einen ähnlichen Einfluss auf das Ökosystem des Waldes wie der Wildverbiss, spielt aber flächig eine zunehmend geringere Rolle, da in den österreichischen Wäldern weitgehend eine Wald-Weidetrennung erfolgt ist und auch eine Streunutzung oder die Schneitelnutzung praktisch vollständig zum Erliegen gekommen sind.

Der Einfluss durch Erholungssuchende oder auch das Sammeln von Pilzen und Beeren betrifft einerseits nur sehr geringe Flächenanteile (Bodenverdichtung durch Betritt auf Wanderwegen) oder auch nur einen äußerst geringen Entzug von Biomasse.

In den folgenden Kapiteln werden die unterschiedlichen Einflüsse verschiedener Nutzungen des Waldes im Detail qualitativ und quantitativ erläutert.

2.5.1 NATURNÄHE DES ÖSTERREICHISCHEN WALDES

In Rahmen der Hemerobiestudie der Akademie der Wissenschaften (Grabherr et al. 1998, Koch et al. 1999) wurden zwischen 1993 und 1997 auf knapp 5.000 Probeflächen der Österreichischen Waldinventur Indikatoren zur Naturnähe erhoben.

Der daraus ermittelte Hemerobiewert misst den Einfluss des Menschen und wird mit einer ursprünglich neunstufigen Skala von 1 (künstlich) bis 9 (natürlich) angegeben. Die Bewertungsfaktoren für die 11 Kriterien werden durch Messungen zahlreicher Unterkriterien im Gelände ermittelt. Eine Übersicht über die erfassten Kriterien ist in Kapitel 2.3.1 auf Seite 23 zu finden.

Die Berechnungsmethode ist ausführlich bei Koch 1998 beschrieben.

Inzwischen ist der Datensatz 25 Jahre alt. Es gab zwar – durchgeführt vom Bundesamt und Forschungszentrum für Wald in den Jahren 2008 bis 2011 – eine Machbarkeitsstudie, die sich damit befasste, das Hemerobiebewertungsverfahren in die Österreichische Waldinventur zu integrieren, es kam allerdings zu keiner Umsetzung, wenngleich Hemerobie als solche bzw. Bausteine davon Eingang in aktuelle Indices fanden (z. B. Geburek 2015).

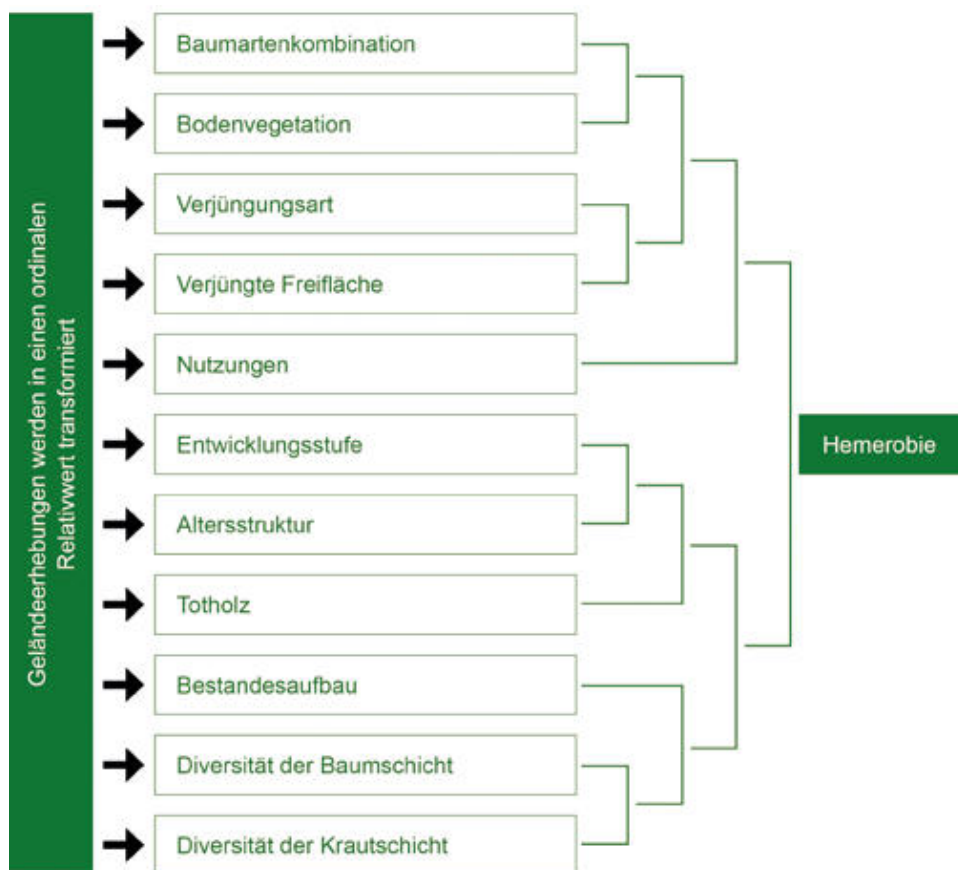


Abbildung 21: Verknüpfungsbaum der Hemerobiewertberechnung Die Pfeile kennzeichnen die Transformation der Geländedaten in die Relativwerte der Einzelkriterien. Die elf Einzelkriterien werden anschließend dichotom zu einem Hemerobiewert verknüpft. (Quelle: Eigene Darstellung nach Koch 1998).

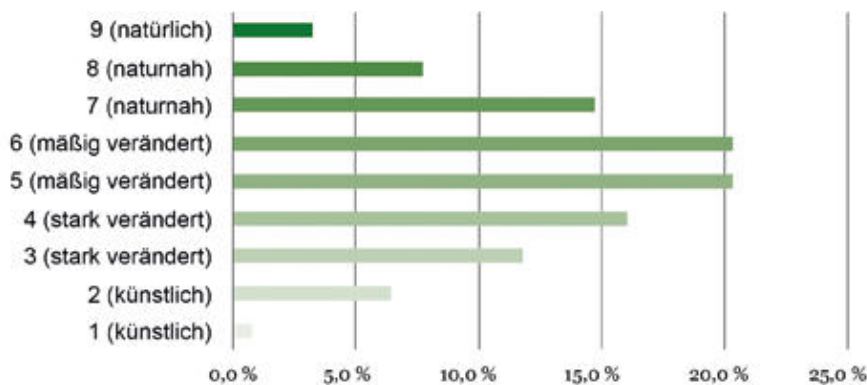


Abbildung 22: Anteil der österreichischen Waldfläche je Hemerobiewert bzw. Naturnähestufe (Datenquelle: Grabherr et al. 1998).

Dennoch bleibt dieser Datensatz aus den 1990er-Jahren nach wie vor der einzige Datensatz, der bundesweite Aussagen zu Naturnähe und Häufigkeit von Waldgesellschaften (basierend auf Vegetationsaufnahmen) ermöglicht.

Nur 3 % des Waldes in Österreich sind als natürlich (ahemerob) und knapp 8 % als sehr naturnah einzustufen. Nur dieser Anteil kann als „old-growth“ oder als Naturwald eingestuft werden. Obwohl Österreich ein Gebirgsland ist und viele Waldflächen in steilen, abgelegenen Berghängen liegen, ist dieser Anteil an erhaltenen Naturwäldern überraschend gering. Die jahrhundertlange Nutzungstradition, der hohe Holzbedarf für die Eisen- und Salzgewinnung ab dem 16. und bis ins 19. Jahrhundert und massive Unterstützung der Walderschließung durch die öffentliche Hand haben Österreich zu einem Gebirgsland mit überdurchschnittlich intensiver Waldnutzung gemacht. Vergleicht man die Alpen mit den Karpaten oder den Gebirgen am Balkan, so sind dort weitaus größere Anteile an Naturwäldern erhalten geblieben.

Der menschliche Nutzungseinfluss hat zu einer weitreichenden Veränderung der Waldökosysteme geführt. Natürliche Waldgesellschaften wurden durch Agrar- und Siedlungsflächen oder sekundäre Forsttypen ersetzt. Hannes Mayer hat in den „Wäldern der Ostalpen“ eine Karte der natürlichen Vegetation erstellt.

Mayer (1977) geht davon aus, dass ohne menschliche Einflussnahme 93 % der Landesfläche Österreichs von Wald bedeckt wären. Nur ca. 7 % wären natürlich waldfrei, wovon der größte Anteil auf die alpinen Rasen, Schutt- & Felsregionen und die Gletscherflächen entfällt, ein kleiner Teil die Gewässer und Moore umfasst.

Die Waldfläche beträgt derzeit rund 40.200 km² in Österreich, was einer Fläche von 48 % des Landes entspricht. Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern befindet sich Österreich damit im Spitzenfeld. Im Vergleich zu vorangegangenen Waldinventuren konnte man einen Zuwachs des Waldes feststellen. Trotzdem ergibt sich ein geschätzter Verlust von rund 40.000 km² bzw. 48 % der Waldfläche gegenüber der potenziell natürlichen Vegetation Österreichs.

Neben dem Flächenverlust, der besonders die Tieflagenwälder betroffen hat, wurden die Wälder maßgeblich durch Nutzungseingriffe überformt. Alle Waldtypen haben zwischen 32 % und 65 % ihrer natürlichen Fläche verloren. Besonders die Eichen-Hainbuchenwälder und die Buchenwälder sind überproportional vom Flächenverlust (Umwandlung in Agrar-, Siedlungs- und Infrastrukturflächen) betroffen. Bei den inner- und subalpinen Fichtenwäldern und den subalpinen Latschen-, Lärchen- und Zirbenwäldern ist der Flächenverlust dafür geringer.

Berücksichtigt man jedoch, dass es sich bei ca. einem Drittel der aktuellen Waldfläche um sekundäre Ersatzgesellschaften handelt (Hemerobiestufe 1–4) und nur ein Viertel der Waldflächen als natürlich und naturnah einzustufen sind (Hemerobiestufe 7–9), so wird der Flächenverlust intakter Waldökosysteme in Österreich noch deutlicher.

Es lässt sich aus diesen Zahlen ableiten, dass von einer potenziell natürlichen Ausstattung von Waldbiotopen von 7,8 Mio. Hektar derzeit nur noch 4 Mio. an Wald verbleiben sind und von diesen nur 1,03 Mio. Hektar als naturnahe oder natürliche Waldbiotope anzusprechen sind. Das entspricht nur 13 % des potenziellen Waldlebensraums.



Abbildung 23: Beispiel eines Buchenurwaldes im Naturwaldreservat Kyjovský prales, Ostslowakei. (Foto: H. Kirchmeir)

Wälder der Ostalpen Mayer 1977

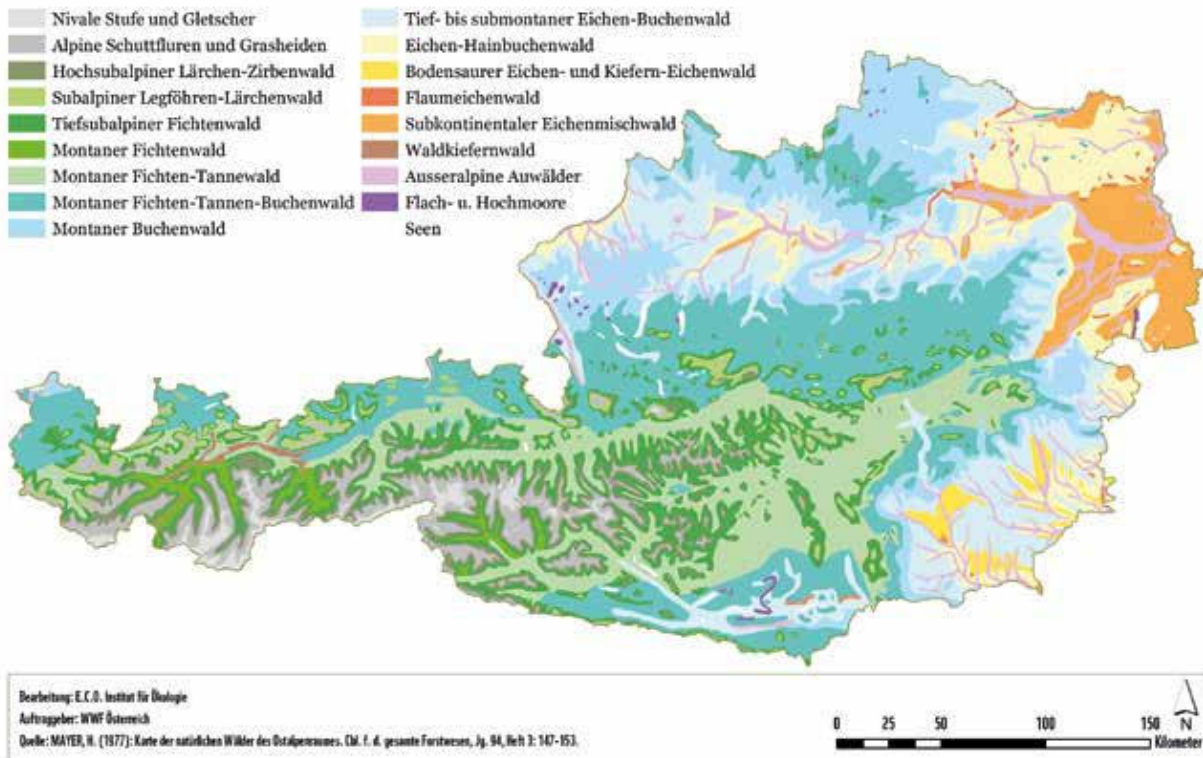


Abbildung 24: Karte der natürlichen Wälder des Ostalpenraums, Ausschnitt Österreich (verändert nach Mayer, 1977)

Aktuelle Entwicklungstrends

Erfreulicherweise weist die Österreichische Waldinventur in den vergangenen Dekaden einen Trend zu mehr Laub- und Mischholzbeständen nach.

Allerdings hat sich dieser Trend seit 1981 deutlich abgeschwächt. Hat der Laubholz- und Mischwaldanteil von 1992/96 bis 2000/02 noch um 3 % zugenommen, lag die Zunahme von 2000/02 bis 2007/09 nur noch bei 2 % und schrumpfte in der aktuellen Periode auf 1 %. Der Anteil der Fichtenreinbestände ist in der letzten Beobachtungsperiode konstant geblieben. Hinsichtlich der steigenden Sensibilisierung der Gesellschaft gegenüber der Klimaveränderung und deren Auswirkungen und dem steigenden Informationsangebot über das erhöhte Risiko von Nadelreinbeständen ist das überraschend. Offensichtlich reichen die gesetzten rechtlichen und fördertechnischen Maßnahmen noch nicht aus, die Entwicklung hin zu stabileren, artenreichen Mischbeständen zu beschleunigen.

2.5.2 FORSTLICHE NUTZUNG

Eine ähnliche Entwicklung lässt sich auch für die forstliche Nutzungsintensität erkennen.

Die Österreichische Waldinventur erfasst auch die jeweilige Nutzungsart auf der Fläche. Dabei wird erfasst, auf welche Weise ein Baum seit der vorangegangenen Inventur entnommen wurde bzw. ob er natürlich gestorben ist.

Nur jeder 13. Baum (8 %) stirbt aufgrund natürlicher Ursachen und wird nicht genutzt. 15 % entfallen auf Entnahmen nach Kalamitäten (z. B. Borkenkäferschäden). Ein Fünftel der Bäume wird durch kleinflächige Nutzungen (Einzelstammentnahmen, Plenterungen) entnommen, 42 % entfallen auf Kahl- und Schirmschläge, die wieder zu gleichaltrigen Waldbeständen führen.

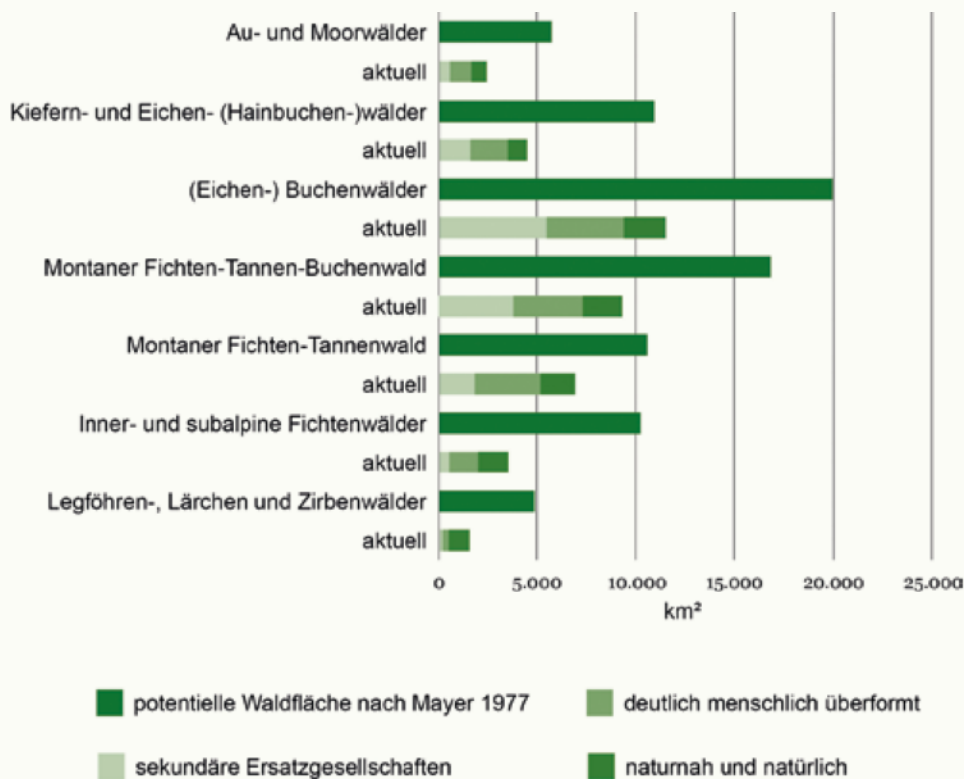


Abbildung 25: Fläche je übergeordnetem Waldtyp nach Mayer (1977) im Vergleich mit der aktuellen Fläche, differenziert nach Naturmähstufen basierend auf Grabherr et al. (1998).



Abbildung 26: Nutzungsarten laut österreichischer Waldinventur (Gschwantner 2019).

Holzernte

Wie bereits angeführt ist die Holzernte, also die Entnahme des Holzes aus dem Ökosystem Wald, sowohl in Bezug auf die Fläche als auch in Bezug auf die Auswirkungen auf das Ökosystem der größte menschliche Einfluss im Wald. Insgesamt findet man nur auf 3 % der österreichischen Waldfläche keine Hinweise einer aktuellen oder historischen Nutzung (Koch et al. 1999, Grabherr et al. 1998).

Nur 0,8 % der österreichischen Waldfläche sind aufgrund von naturschutzrechtlichen Einschränkungen von der Holzernte ausgenommen. Weitere Einschränkungen der Holznutzung ergeben sich durch Schutzwälder oder Flächen, in denen eine Nutzung aufgrund von Steilheit oder Entlegenheit nicht praktikabel ist.

Die Holzernte in Österreich betrug im Jahr 2019 etwa 18,9 Mio. Efm (Erntefestmeter, ohne Rinde) und lag damit rund 5 % höher als im 5-Jahresmittel. Insgesamt entfielen 16 Mio. Efm (85 %) auf Nadelholz und 2,9 Mio. Efm (15 %) auf Laubholz (BMLRT 2020).

Der Schadholzanteil betrug 2019 mit rund 11,7 Mio. Efm etwa 62 % der gesamten Holznutzung. Im Vergleich mit den langjährigen Durchschnitts lag der Schadholzanfall im Jahr 2019 um rund 43 % über dem 5-Jahresmittel (8,18 Mio. Efm) und sogar um knapp 93 % über dem 10-Jahresmittel (6,09 Mio. Efm). Diese Zahlen zeigen eine Tendenz, dass die Waldbewirtschaftung zunehmend mit Problemen wie Windwurf, Borkenkäfern oder Schneebruch zu kämpfen hat. Hier spielen verschiedene Faktoren zusammen. Die österreichischen Wälder sind durch die gewählte Form der Waldbewirtschaftung wie



Abbildung 27: Windwurffläche mit Schadholz-Polder im Lesachtal, Kärnten.
(Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 28: Der Einsatz von schweren Erntemaschinen („Harvester“) reduziert deutlich den Arbeitsaufwand der Holzernte, führt aber zu Verlust von Arbeitsplätzen und stärkerer Bodenverdichtung. (Foto: H. Kirchmeir)

beispielsweise Fichtenmonokulturen auf wenig geeigneten Standorten instabil und anfällig für Windwürfe oder Borkenkäferbefall. Gleichzeitig nehmen durch den Klimawandel Wetterextreme wie Stürme, Dürren oder lange Hitzeperioden zu und Schadinsekten wie der Borkenkäfer finden zunehmend günstigere Reproduktionsbedingungen. Das Zusammenwirken dieser direkt oder indirekt anthropogen beeinflussten Faktoren erklärt den steigenden Schadholzanteil am österreichischen Holzeinschlag.

Die aktuellen Zahlen der Holzeinschlagsmeldung (BMLRT 2020) zeigen darüber hinaus einen anhaltenden Trend zu großen und schweren Forstmaschinen. Im Jahr 2019 wurden bereits 4,2 Mio. Efm mit Harvestern (Holzernte-Maschinen) genutzt. Dies entspricht einer knapp 30%igen Steigerung im Vergleich zum 10-Jahresmittel. Eine ähnliche Tendenz ist bei der Bringung, also dem Transport des Holzes vom Ort der Entnahme bis zur Forststraße, feststellbar. Hier sind Bodenzug und Seilgeräte rückläufig, während im Jahr 2019 Sortimentschlepper (Forwarder) im Vergleich zum 10-Jahresmittel einen 26%igen Zuwachs verzeichnen.

Die Nutzungsintensität unterscheidet sich auch signifikant hinsichtlich der Eigentumsarten. Während die

Kleinwaldbetriebe (< 200 ha) im Zeitraum 2007–2018 im Schnitt 85,4 % ihres Holzzuwachses genutzt haben und damit der Nutzungsanteil deutlich über dem der Vorperiode 2000–2009 (73,7 %) lag, ist der Nutzungsanteil am Zuwachs bei den Betrieben mit über 200 ha bei 100,2 % (Vorperiode 103,4 %) und bei der Österreichischen Bundesforste AG bei 75,6 % (Vorperiode 110,8 %) leicht gesunken, jedoch immer noch auf relative hohem Niveau (bei den Großbetrieben über 200 ha sogar noch immer über 100 % des Zuwachses!).

In Summe zeigt der Entwicklungstrend also in Richtung einer gefährlichen Intensivierung der Holzentnahme. Damit wird sowohl das Kohlenstoff-Speicherpotenzial als auch die Naturnähe und damit das Biodiversitätspotenzial der Wälder verringert.

Da aber das Nutzungsprozent in Summe nach wie vor unter 100 % liegt, hat der Holzvorrat nach der starken Übernutzung während der Kriegszeiten in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts im Schnitt über die Jahre zugenommen. Derzeit liegt der Holzvorrat bei 351 Vorratsfestmeter pro Hektar Wald und damit bei ca. der Hälfte des möglichen Holzvorrates, der in Naturwäldern vorhanden ist (siehe Mittelwert in Tabelle 5).

Tabelle 5: Vorratsvolumen in Ur- und Naturwäldern in Mitteleuropa.

Autor	Land	Gebiet	Vfm/ha
Steiner et al.	AT	Neuwald	745
Commarmot et al. 2013	UA	Karpatischer Urwald Unolka-Shyrokyi Luh	767
Lábusová et al. 2019	CZ	Jizera Mountains Beech Forest Reserve, Tschechien	679
Piovesan et al.2010	IT	Lateis - Karnische Alpen	496
Piovesan et al.2010	IT	Trelli - Karnische Alpen	302
Piovesan et al.2010	IT	Timau - Karnische Alpen	601
Piovesan et al.2010	IT	Gracco - Karnische Alpen	272
Piovesan et al.2010	IT	Cleulis - Karnische Alpen	355
Piovesan et al.2010	IT	Val Cervara - Appennin	506
Piovesan et al.2010	IT	Coppo del Principe - Appennin	725
Piovesan et al.2010	IT	Fonte Regna - Appennin	524
Piovesan et al.2010	IT	Monte Cimino - Appennin	653
Piovesan et al.2011	IT	Monte Raschio	595
Calamini et a. 2011	IT	Cozzo Ferriero	1245
Calamini et a. 2011	IT	Sasso Fratino	1070
Turcu	RO	Izvoarele Nerei - Rumänien	1080
Jaworski et al. 1991, 2002	PL	Bieszczady	794
Gehlar & Knapp. 2015	DE	Insel Vilm - Deutschland	420
Ruprecht et al. 2012	AT	Goldeck	725
Ruprecht et al. 2012	AT	Hutterwald 1	362
Ruprecht et al. 2012	AT	Kronawettgrube	478
Ruprecht et al. 2012	AT	Laser Berg	538
Lamedica et al. 2011	RO	Codrul Secular Giumalau Forest Reserve	534
Lamedica et al. 2011	IT	Valbona Forest Reserve	1009
		Mittel	645

Bei den Wäldern in Österreich besteht also noch ein enormes Potenzial, den Vorrat und damit den gespeicherten Kohlenstoff zu erhöhen.

Wozu wird das Holz verwendet?

In der Holzeinschlagsmeldung wird der Holzeinschlag in die stoffliche und die energetische Nutzung unterteilt. Im Jahr 2019 entfielen rund 70 % auf die stoffliche Nutzung und 30 % auf die energetische Nutzung (BMLRT 2020). Die Holzstromanalyse für Österreich zeigt, dass der effektive Anteil der thermischen Nutzung am Ende der Verarbeitungskette jedoch wesentlich höher liegt. Auf Basis der Daten der österreichischen Holzstromanalyse für das Jahr 2015 (Strimitzer et al. 2017) wurde ermittelt, wie hoch die jeweiligen Anteile der unterschiedlichen Produktkategorien Schnittholz, Spanplatten, Pappe/Papier sowie Holz für die thermische Verwertung am Gesamtholzaufkommen sind (vgl. Getzner et al. 2018).

Demzufolge wird Sägerundholz zu 56 % zu Schnittholz und zu jeweils 5 % zu Platten und Papier/Pappe verarbeitet, 35 % werden schlussendlich jedoch ebenfalls thermisch verwertet. In der Sortimentskategorie Industrierundholz werden von der gesamten Rohstoffmenge 5 % zu Schnittholz, 24 % zu Platten, und 32 % zu Papier/Pappe verarbeitet; 40 % werden thermisch verwertet. Für die Sortimentskategorie „Brennholz“ wurde eine 100%ige thermische Verwertung angenommen.

Das Aufsummieren dieser Teilströme zeigt, dass nach allen Verarbeitungskaskaden insgesamt nur etwa ein Drittel des in Österreich eingeschlagenen Holzes zu Schnittholz und Halbfertigprodukten verarbeitet wird. Rund 15 % des Holzes wird in der Platten- und Papierindustrie verarbeitet. Dabei werden ca. 4 % zu mehr oder weniger langlebigen Produkten aus Holzplatten und 11 % zu kurzlebigen Produkten aus Papier und Pappe weiterverarbeitet. Mehr als die Hälfte des Holzes wird thermisch verwertet, also verbrannt, womit insbesondere auch der im Holz gebundene Kohlenstoff sehr rasch wieder in die Atmosphäre gelangt.

2.5.3 ZERSCHNEIDUNG

Durch menschliche Aktivitäten wie die Umwandlung von Wald in Agrarflächen und Siedlungsgebiete oder den Bau von Infrastrukturen kommt es zu einer Zerschneidung der ursprünglichen Waldlebensräume. Die Fragmentierung der Waldlebensräume durch übergeordnete Verkehrsinfrastrukturen gefährdet maßgeblich die mittleren und größeren Säugetiere des Waldes. Neben Kollisionen werden Populationen auch genetisch isoliert, was zu einer Erhöhung der Aussterberate führt. (Umweltbundesamt 2019)

In der Pilotstudie des Umweltbundesamtes konnten im Jahr 2008 insgesamt 1,2 Laufmeter (lfm) an übergeordneten Straßen pro Hektar Waldfläche festgestellt werden (Autobahn, Schnell- und Bundesstraßen). Dies führt zu einer schwerwiegenden Zerschneidung der Gesamtwaldfläche. So wurde etwa ein 847.100 Hektar großes, zusammenhängendes Waldgebiet, das sich ursprünglich vom Dachstein bis zum Wiener und Grazer Becken erstreckte, in sieben maximal 200.000 Hektar große Waldflächen und in fünfzehn 1.000 bis 50.000 Hektar große Waldflächen zerteilt (Umweltbundesamt 2009b).

Zusätzlich zu den übergeordneten Straßen stellt vor allem die Groberschließung der Wälder durch Forststraßen eine Barriere für kleine, immobile Arten dar. Obwohl Forststraßen in Österreich als Waldboden gelten, können sie Lebensräume von Waldbewohnern zerschneiden und Ausbreitungslinien für Neobiota darstellen.

Im Rahmen der Waldinventur 1992/96 konnten 35 lfm/ha Lkw-Straßenanlagen im Ertragswald erhoben werden. Dies stellte zur Waldinventur von 1986/90 eine Zunahme von 3 % dar. Aktuell wird der LKW-befahrbare Anteil auf 45 lfm/ha geschätzt (Greutter 2019).

Forststraßen können erhebliche, negative Auswirkungen auf Waldökosysteme haben. Prinzipiell handelt es sich beim Bau von Forststraßen um einen Eingriff in den Waldboden, welcher zusätzlich zur verursachten Bodenveränderung auch den Wasserhaushalt maßgeblich beeinflusst.

Die Breite der LKW-Straßenanlagen (inkl. Böschung) variierte 1992/96 zwischen 2–3 m (54 %), 3–5 m (41 %) und > 5 m (5 %). Daraus ergibt sich eine mittlere Breite von ca.

3,5 m. Es ist anzunehmen, dass die Forststraßenbreite in den vergangenen 25 Jahren sukzessive an die größer gewordenen Fahrzeuge angepasst wurde. Im Vergleich zur Waldinventur von 1986/90 wurden 2 % der 2–3 m breiten Fahrbahnen auf 3–5 m erweitert. Der Fahrstreifen war in der Waldinventur von 1992/96 zu 50 % nicht bewachsen. Leider wird die Erfassung des Forststraßennetzes seit 1996 nicht mehr durchgeführt und daher fehlen aktuelle präzise Daten über die Entwicklung der letzten 25 Jahre.

Nicht nur Straßen, auch Freiflächen beeinflussen den Waldlebensraum. Unter Freiflächen werden temporär unbestockte Blößen (>500 m²), Lücken (30–499 m²) sowie freistehende Jungwüchse und Strauchflächen verstanden. Hinzu kommen noch Forststraßen, Lagerplätze und Leitungstrassen. Insgesamt konnte in der Österreichischen Waldinventur 2007/09 festgestellt werden, dass 2.690 km², umgerechnet 15 %, der Waldfläche als Freiflächen gelten, wovon 66 % anthropogen verursacht wurden. Durch das Vorhandensein von Freiflächen kommt es zu einer Beeinflussung der Lichtintensität (Hauk 2013) sowie des Lokalklimas. Auch kommt es zur Unterbrechung des Bestandesinnenklimas, wodurch Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst werden (Spittlehouse et al. 2004, Ritter et al. 2004). Diese Randeffekte wirken 50–100 m tief in das Waldinnere. Rasche Öffnungen des Kronendaches können zu Sonnenschäden an südexponierten Bestandesrändern führen und zu deutlichen Veränderungen der Bodenvegetation. Oft dringen invasive Arten entlang von Straßen und Waldrändern in die Waldbestände ein. Aber es können sich auch wertvolle sekundäre Lebensräume an Forststraßen im Wald entwickeln (Brunner 2020). Ungedüngte und extensiv bewirtschaftete Offenlandbiotope sind in der intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft selten geworden. Damit gewinnen Straßenböschungen als Rückzugsräume für Tier- und Pflanzenarten aus der extensiven Kulturlandschaft an Bedeutung. Demgegenüber gingen durch Forststraßen und ihre Böschungen in Österreich insgesamt ca. 60.000 ha intakte Böden und produktive Waldfläche verloren. Diese Fläche steht als Waldlebensraum nicht mehr zur Verfügung. Wäre diese Fläche mit Bäumen bestockt, könnten darin über 20 Mio. Tonnen CO₂ gespeichert werden.



Abbildung 29: Holzverwendung in Österreich gemäß Holzstromanalyse. (Eigene Darstellung auf Grundlage von Strimitzer et al. 2017)

Erfassung und Darstellung von Ökosystemleistungen in Österreich B4 - Grad der Fragmentierung von biodiversitätsrelevanten Biotoptypen

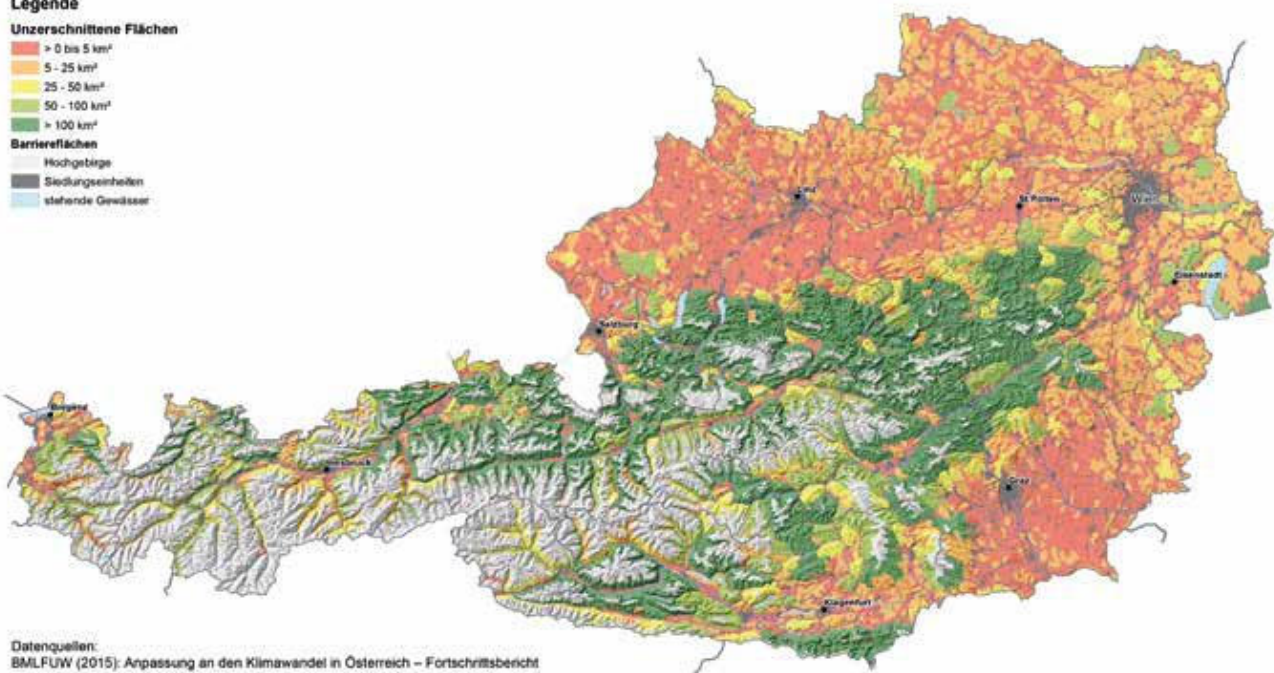
Legende

Unzerschnittene Flächen

- > 0 bis 5 km²
- 5 - 25 km²
- 25 - 50 km²
- 50 - 100 km²
- > 100 km²

Barriereflächen

- Hochgebirge
- Siedlungseinheiten
- stehende Gewässer



Datenquellen:
BMLFUW (2015): Anpassung an den Klimawandel in Österreich – Fortschrittsbericht

Kartografische Datengrundlagen:
Verwaltungsgrenzen, Gewässer, Schumierung: BMNT

Auswertung/Grafik: Umweltbundesamt GmbH, 2018

umweltbundesamt

Bundesministerium
Natur, Umwelt und
Tourismus

LE 14-20



Abbildung 30: Unzerschnittene Waldlebensräume sind weitgehend nur noch in den Alpen zu finden (Quelle: Umweltbundesamt, Ämter der Landesregierungen, Bundesamt für Wald (BFW)).

Es gibt auch einen direkten Zusammenhang zwischen Naturnähe der Waldbestände und Erschließungsgrad. In der Hemerobiestudie (Grabherr et al. 1998) wurde die Anzahl der Wegschnittpunkte auf dem 200 x 200 m Erhebungstrakt erhoben und mit den Probeflächen in den Takteckpunkten in Bezug gesetzt. Erkennbar wird ein negativer Zusammenhang zwischen dem Erschließungsgrad und der Naturnähe: natürliche und naturnahe Probeflächen (Hemerobiegrad 7–9) weisen eine deutlich geringere mittlere Anzahl an Wegschnittpunkten auf als künstliche und stark veränderte Waldstandorte (Hemerobiegrad 1–3) (siehe Abbildung 31). Da die Anzahl der Wegschnittpunkte nicht in die Berechnung des Hemerobiewertes einbezogen wird, ist eine methodisch bedingte Korrelation ausgeschlossen. Es zeigt sich ein kausaler Zusammenhang zwischen der Erschließung des Waldes und einer intensiveren Nutzung.

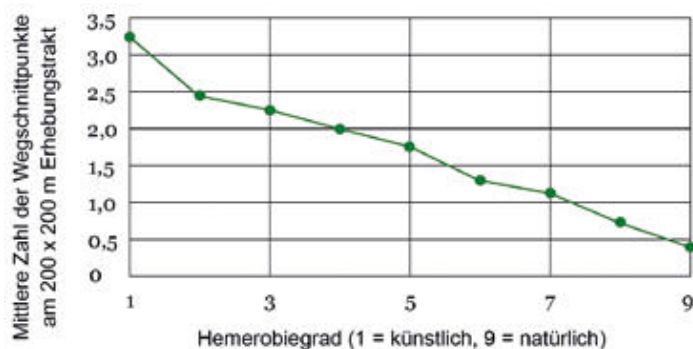


Abbildung 31: Zusammenhang zwischen Erschließung und Naturnähe. Je geringer die Anzahl der Wegschnittpunkte, desto höher die Naturnähe (verändert nach Grabherr et al. 1998)

Forststraßen sind für eine Waldbewirtschaftung notwendig, doch sollte auch hier die Kielwasser-Theorie, nach der die positiven Wohlfahrtswirkungen erst durch die Bewirtschaftung des Waldes erreicht werden, in Frage gestellt werden. Forststraßen greifen maßgeblich in den Wasserhaushalt von Berghängen ein und führen zu einer punktuellen Konzentration von Oberflächenabflüssen. Bei Starkregenereignissen kommt es punktuell zu extremen Wassermengen, was die Wahrscheinlichkeit von Murenabgängen und die Verstärkung von Wildbachereignissen zur Folge hat.

Auch wenn Brunner et al. (2020) positive Effekte von Forststraßen auf die Biodiversität darlegt, sollte man dabei nicht vergessen, dass an Wegböschungen nur Ersatzbiotope für Arten der offenen Kulturlandschaft oder anderer Offenlandlebensräume angeboten werden. Sie können die Artenvielfalt im Wald nicht ersetzen. Eine große Zahl der in Österreich und Europa gefährdeten Waldarten ist an natürliche Wälder und deren vielfältiges Strukturangebot gebunden (Winter et al. 2016, Flade et al. 2004, Enzenhofer & Schrank 2019). Da mit einem höheren Erschließungsgrad weniger Naturnähe einhergeht, muss daher davon ausgegangen werden, dass mit höherer Erschließungsdichte auch eine Verringerung der Biodiversität verbunden ist.

2.5.4 BODENVERDICHUNG

Der Waldboden ist ein wesentlicher Teil des Ökosystems Wald. Während vor allem fruchtbare Böden früh für die Landwirtschaft gerodet wurden, sind Waldböden generell gesehen nährstoffärmer, trockener, feuchter oder flachgründiger. Im Vergleich zu jährlich bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen wird der Waldboden wenig bis gar nicht gedüngt. Aufgrund der langen Umtriebszeit kann sich der Boden auch zwischen den forstlichen Bewirtschaftungsschritten naturnah entwickeln. Durch sich zersetzendes Totholz sowie Laub- und Nadelfall wird der Nährstoffkreislauf im Wald weitestgehend geschlossen. Ein gesunder Waldboden ist Lebensraum für eine Vielzahl an Bodenlebewesen und Pilzen. Auch für die forstliche Nutzung des Waldes ist der Boden essenziell und bestimmt maßgeblich die Wuchsbedingungen mit.

Aufgrund seiner Beschaffenheit erfüllt der Waldboden zahlreiche ökologische Funktionen. Durch seine Fähigkeit, große Mengen an Wasser aufzunehmen, dient er als Hochwasserschutz, gleichzeitig stellt er durch seine effiziente Puffer- und Filterwirkung eine hohe Wasserqualität sicher und ist zudem einer der größten Kohlenstoffspeicher (BFW 2015).

Durch eine zunehmende Mechanisierung der Forstwirtschaft und den damit verbundenen Aufbau eines dichten Forststraßennetzes spielt die Verdichtung des Bodens eine zunehmende Rolle – mit großen Auswirkungen (Landwirtschaft und Wald (lawa) 2005). Verdichtungsschäden sind oft nicht sichtbar. Böden haben jedoch ein „Gedächtnis“ und so können verdichtete Böden das Baumwachstum jahrzehntelang beeinflussen (Nemestothy 2015). Je höher der Luftraum im Boden, umso stärker wirkt die Verdichtung. Studien zeigten, dass beispielsweise Verdichtungen in sandreichen Böden irreversibel sind (Schäffer 2002 in Nemestothy 2015).



Abbildung 32: Bodenverletzung und -verdichtung durch das Befahren mit schweren Erntemaschinen. (Foto: H. Kirchmeir)

Was passiert bei einer Bodenverdichtung?

Böden bestehen neben organischem Material aus plättchenartigen, schichtweise aufgebauten Tonmineralien. Zwischen diesen befinden sich Poren, die bis zu 60 % Luft enthalten (Nemestothy 2015). Diese spielen eine besondere Bedeutung für die Bodenorganismen und die Durchwurzelung. Durch mechanische Beanspruchung werden diese zusammengedrückt. Der Luftanteil sinkt.

Wodurch wird eine Bodenverdichtung verursacht?

Neben dem Forststraßenbau tragen vor allem forstliche Maschinen zur Bodenverdichtung im Wald bei. Als Reaktion auf den Preisverfall beim Holzpreis wurde zur Kostensenkung eine stärkere Mechanisierung vorangetrieben. Die Forstmaschinen wurden schwerer und größer. Mit der technischen Weiterentwicklung (z. B. Gebirgharvester) eröffneten sich neue Möglichkeiten. Seit 1990 werden Harvester und Forwarder eingesetzt, mit Traktionshilfswinden mittlerweile auch in Hängen mit mehr als 60 % Neigung.

Eine entscheidende Rolle in der Bodenverdichtung kommt dabei dem Maschinengewicht zu. So bewegen sich zur Holzernte Maschinen mit einem Einsatzgewicht von bis zu 30 Tonnen auf 4–8 Rädern (oder 2–4 Raupenketten) durch das Gelände. Zudem kommen schwere Traktoren zum Einsatz. Konkret bedeutet dies, dass bei einem 7 Tonnen schweren Traktor mit einem mittleren Druck von 3,6 Bar an der Oberfläche, auf Sand in einer Tiefe von 20 cm noch immer 3,3 Bar Druck wirken (Nemestothy 2015).

Welche Auswirkungen hat Bodenverdichtung auf den Wald?

Die Verdichtung des Waldbodens hat vielfältige Auswirkungen. Marganne (1997 in Nemestothy 2015) gibt ab einer Zunahme der Bodendichte um rund 10 % Zuwachsverluste von 13–69 % (bei Douglasien und Pinus ponderosa-Beständen) an. Dies ist vor allem auf schwierigere Durchwurzelung verdichteter Böden zurückzuführen (Landwirtschaft und Wald (lawa) 2005). Allerdings gibt es für die mitteleuropäischen Hauptbaumarten keine vergleichbaren Untersuchungen. Generell wird eine Naturverjüngung durch Waldbodenverdichtung gehemmt oder verunmöglicht. Böden können undurchlässiger werden und dadurch vernässen. Die Durchlüftung des Bodens wird beeinträchtigt. All dies kann zu den oben erwähnten Zuwachsverlusten oder sogar zum Absterben von Bäumen führen. Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Beeinträchtigung der Bodenorganismen, die eine wesentliche Rolle im Abbau von organischen Substanzen, im Humusaufbau, in der Vermischung von organischer und mineralischer Substanz spielen. Dadurch werden der Nährstoffhaushalt, die Struktur und auch die Qualität der Böden langfristig verändert (Landwirtschaft und Wald (lawa) 2005). Anhand des Vorkommens von Zeigerpflanzen wie der Flatterbinse (*Juncus effusus*) können auch alte Rückewege aufgrund der vorangehenden Bodenverdichtung erkannt werden (Leitgeb 2009).

Neben den direkten Effekten auf die Bodenorganismen und das Waldwachstum hat die Bodenveränderung aber noch weitreichendere Auswirkungen. So können verdichtete Böden bei Starkregenereignissen weniger Wasser speichern. Nicht gespeichertes Wasser fließt oberflächlich ab und kann neben Hochwasser auch Muren und Bodenerosion auslösen (Zemke 2016).

Wodurch kann Bodenverdichtung vermindert werden?

Obwohl sie in forstlichen Merkblättern als Verminderungsmaßnahme empfohlen werden und durchaus einen gewissen Wurzelschutz bieten ((Landwirtschaft und Wald (law) 2005), helfen Reisigauflagen am Boden, bevor sie mit Maschinen befahren werden, nur minimal gegen Bodenverdichtung (Nemestothy 2015).

Für die Forstwirtschaft sind Bodenbelastungen durch Rad- und Raupenmaschinen unvermeidbar, da diese wirtschaftlich unerlässlich sind, auch wenn durchaus anerkannt wird, dass dies die Waldfunktionen, insbesondere die Ertragsfunktion, negativ beeinflussen kann (Nemestothy 2015). Empfehlungen zielen vor allem auf die gezielte Befahrung von Feinerschließungslinien und die bodenschonende Ernte mit Seilgeräten auf sensiblen Standorten (Feuchtstandorte, steilere Lagen) ab.

Wie ist der aktuelle Verdichtungsgrad der Waldböden in Österreich?

Das österreichische Forstwegenetz ist mit etwa 45 Laufmetern pro Hektar relativ hoch entwickelt. Trotzdem stehen keine aktuellen Daten über Gesamtlänge und technischen Zustand zur Verfügung. Die letzte statistische Erfassung im Rahmen der Österreichischen Waldinventur wurde 1996 abgeschlossen, allerdings ohne Verortung der Forstwege. 1996 waren die österreichischen Wälder bereits von rund 118.500 km LKW-befahrbarer Forststraßen durchzogen, was einer Dichte von 34,5 Laufmeter je Hektar Wald entsprach.

Neuere Daten konnten nicht ermittelt werden, jedoch zeigt dieser Wert, dass die österreichischen Wälder vor rund 25 Jahren bereits dicht erschlossen waren und schweres Gerät Zugang zu einem Großteil der Wälder hatte. In dieser Waldinventurperiode wurde auch die Feinerschließung mit Rückewegen erhoben. Diese betrug 38,4 lfm/ha.

Der Aufschließungsgrad wird aktuell auf 45 Laufmeter befahrene Straßen pro Hektar geschätzt. Allein im Jahr 2018 wurden um die 300 km an Neubauten gefördert (Greutter 2019).

Eingriffe in den Nährstoffhaushalt

Neben der Waldbodenverdichtung hat auch die Nutzung des Waldes Auswirkungen auf seinen Nährstoffhaushalt. Bereits historische Nutzungen wie Schneitelung oder Streurechen veränderten das Nährstoffangebot. Der Stickstoff ging in die landwirtschaftliche Produktion ein. Dies führte zu einer Versauerung und Podsolisierung, damit zu einer Degradation der Böden, auf denen in Folge nur noch

anspruchslöse Nadelbäume gedeihen. Weitere Eingriffe stellen etwa Meliorationen wie etwa die Kalkung, vor allem in der Böhmisches Masse, Teilen der Zentralalpen und im nördlichen und südlichen Alpenvorland dar (Leitgeb 2015).

2.5.5 PESTIZIDEINSATZ IM WALD

Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Wald ist durch § 46 des Forstgesetzes geregelt. Gemäß diesem dürfen nur Pflanzenschutzmittel verwendet werden, die nach dem Pflanzenschutzmittelgesetz 2011 (BGBl. I Nr. 10/2011 idgF) zugelassen sind. In österreichischen Wäldern wird so gut wie möglich ohne Pestizideinsatz gearbeitet. Sondersituationen wie Schadinsekten machen einen punktuellen Einsatz notwendig (Gugganig 2012), gelten aber als „ultima ratio“.

Auch wenn Pestizide und Insektizide in der österreichischen Forstwirtschaft nur eine vergleichsweise geringe Rolle spielen und vorwiegend gegen den Borkenkäfer bzw. andere rindenbrütende Insekten eingesetzt werden, sind viele Mittel sogenannte „Breitbandinsektizide“, die auch auf andere Insekten tödlich wirken. So stellten etwa John und Zeilhofer (2012) beim Borkenkäfer-Fangsystem TriNet fest, dass damit nur 30 % der Borkenkäfer abgeschöpft werden konnten. Allerdings wirkte das Mittel auch auf größere Arthropoden und den Ameisenbunkäfer, der sich von Borkenkäfern ernährt. Ein großflächiger Einsatz von Insektiziden zeigte in der Vergangenheit zudem Auswirkungen auf den Bruterfolg insektenfressender Vögel und auf Arthropoden (Höllrigl-Rosta und Wieck 2012).



Abbildung 33: In den Borkenkäferfallen befinden sich ein Duftstoff, der die Käfer anlockt. Dadurch kann man die lokale Populationsgröße abschätzen, nicht aber den Bestand signifikant reduzieren. (Foto: H. Kirchmeir)

Mit Stand April 2020 sind Pflanzenschutzmittel zur Verwendung im Forst für folgende Zwecke zugelassen (BFW 2020):

- Bekämpfung von Insekten und anderen Arthropoden
- Bekämpfung von Nagetieren
- Bekämpfung von Pilzkrankheiten
- Bekämpfung von Pflanzen in Forstkulturen
- Regulation des Pflanzenwachstums
- Verhütung von Wildschäden

Da Bäume im Zuge ihrer Transpiration täglich bis zu 40.000 Liter Wasser pro Hektar aus dem Boden pumpen können (Leitgeb 2015), kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Wald ausgebrachte Pestizide – entweder direkt oder durch Auswaschung ins Grundwasser – durch Pflanzen wieder aufgenommen werden.

Eine Aussage zur Quantifizierung der in Österreichs Wäldern tatsächlich ausgebrachten Pestizide ist wegen unzureichender Datengrundlage kaum möglich. Einen Hinweis und damit die Möglichkeit, Rückschlüsse für das gesamte Bundesgebiet zu ziehen, bietet Gugganig (2012), welcher für die Österreichischen Bundesforste im Jahr 2010 einen unternehmensweiten Höhepunkt der Bekämpfungsmaßnahmen sah. Dieser Spitzenwert hängt vermutlich mit der Windwurfkatastrophe von 2007/2008 und dem in Folge rapide ansteigenden Borkenkäferbestand zusammen.

So wurden im Jahr 2010 innerhalb der ÖBf 81 Liter „Fastac Forst“ und 1.227 Liter „Karate Forst flüssig“ eingekauft. Diese Mittel werden zur Bekämpfung von Borken- und Rüsselkäfer eingesetzt. Im Folgejahr reduzierte sich dieser Wert auf 94 Liter „Fastac Forst“ und 860 Liter „Karate Forst flüssig“. Anzunehmen ist, dass bei der Zunahme großer Kalamitäten die aufgewendeten Insektizidmengen weiter steigen werden.

2.5.6 DER EINFLUSS VON WILDTIEREN AUF DEN WALD

Die Populationen einheimischer Wildtiere, insbesondere der Schalenwildarten (Reh-, Rot- und Gamswild) üben starken Einfluss auf Waldökosysteme aus. Das Schalenwild gestaltet den Lebensraum Wald aktiv mit (Ecosystem Engineers, vergl. Jones et al. 1994). Der Einfluss auf die Waldökosysteme erfolgt vor allem über den Verbiss, das Abbeißen junger Triebe und das Schälen, also das Abschälen der Rinde meist jüngerer Bäume, sodass diese dann absterben. Dadurch verändert das Schalenwild die Baumartenzusammensetzung und kann die Naturverjüngung beeinträchtigen und so die Stabilität von Waldgesellschaften gefährden (Wildburger und Lebenits 1995).

Die Regulierung des Schalenwilds erfolgte früher durch Beutegreifer wie etwa Wolf und Luchs oder durch die begrenzte Verfügbarkeit von Nahrung, Krankheit oder extreme Winterbedingungen. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die Beutegreifer ausgerottet und die jagdliche Nutzung gewann an Bedeutung. Durch Fütterungen konnte mehr Wild den Winter überleben, gleichzeitig verringerte sich der Druck durch Beutegreifer. Dadurch vermehrten sich die Bestände von einem niedrigen Niveau aus seit dem 2. Weltkrieg rasant und übten zunehmend Druck auf Waldökosysteme aus.

Heutzutage werden die Wilddichten vor allem über die Jagd bzw. Wildtiermanagement reguliert. Da die Auswirkungen (und Schäden) auch für die Forstwirtschaft massiv sind, erfolgt in Österreich ein engmaschiges Verbißsmonitoring (Wildeinflussmonitoring WEM) und eine wildökologische Raumplanung (WÖR), um erforderliche Abschussquoten und Wildtiermanagementmaßnahmen festzulegen.

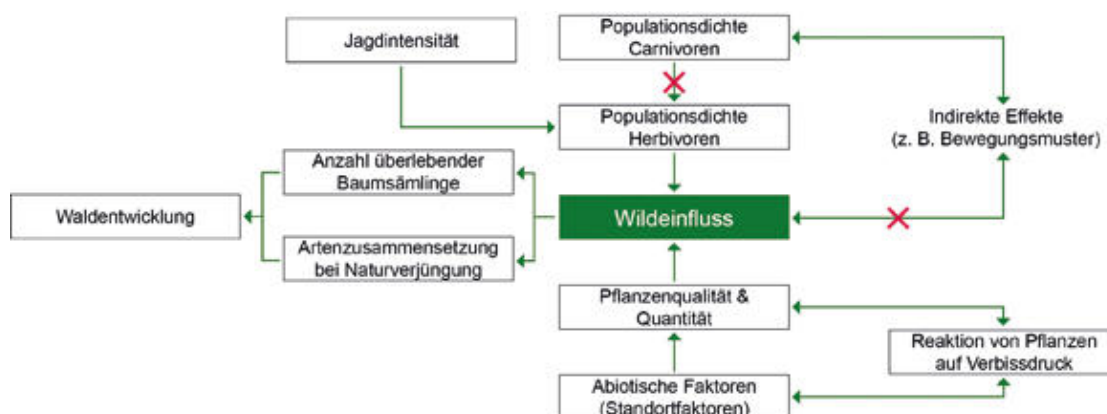


Abbildung 34: Wald-Wild-Wirkungsgefüge (verändert nach Kuiper 2011)

Kuijper et al. (2011) beschreiben sehr detailliert die ökologischen Mechanismen in natürlichen mitteleuropäischen Ökosystemen. Sie zeigen auch, dass im Wesentlichen vier Faktoren auf den Wildeinfluss wirken: Die Populationsdichte der Herbivoren, indirekte Effekte von natürlichen Beutegreifern, die Pflanzenqualität und -quantität und die Reaktion von Pflanzen auf Verbissdruck. Miller et al. (2019) bestätigen, dass funktionelle Verhaltensänderungen durch das Vorhandensein von Prädatoren Einfluss auf lokalen Verbiss haben, auch wenn in Österreich dies durch die kurze Präsenz von Prädatoren noch nicht im Feld bestätigt werden konnte (Miller et al. 2019).

Das Modell von Kuijper et al. (2011) zeigt auch, dass das natürliche Gleichgewicht allein durch die Regulierung der Populationsdichte des Wildes (etwa durch Jagd) nicht vollständig erreicht werden kann. Zudem spielen räumliche Faktoren (wann ist das Wild wo), die Nahrungsverfügbarkeit im Winter (Fütterungen) und genetische Faktoren (Geschlecht, Alter des Wildes, das entnommen wird) eine wichtige Rolle.

Wildtierdichten in Österreich

Bis Mitte des 20. Jahrhunderts war Rot- und Schwarzwild in Österreich in freier Wildbahn kaum verbreitet (Spitzenberger 2001). Seit dem 2. Weltkrieg steigen die Populations- und damit auch die Abschusszahlen stark an. Dies erfolgte vor allem durch beim Rotwild geringen Entnahmeraten (vor allem bei Hirschkühen), einer künstlichen Erhöhung der Winterlebensraumtragfähigkeit durch Fütterungen und aktive Wiedereinbürgerungen (Apollonio et al. 2010). Der Klimawandel führte zudem zu mildereren Wintern und damit einer höheren Nahrungsverfügbarkeit und damit auch einer Zunahme des Schwarzwildes. Über Jahrzehnte lag die Entnahmerate unter der Zuwachsrate. Mittlerweile sind die Bestände aber in vielen Teilen Europas deutlich über der ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Tragfähigkeit unserer Kulturlandschaft (Hackländer 2013).

Europaweit weist Österreich mitunter die höchsten Schalenwildichten auf (15 Stück/ha) und beherbergt rund 200.000 Stück Rotwild (Hackländer 2013; Apollonio et al. 2010).

Die Gesamtzahl der Abschüsse in Österreich im Jagdjahr 2018/2019 lag laut Statistik Austria bei 736.000, darunter 395.000 Stück Schalenwild (Statistik Austria 2019). 285.000 Stück Rehwild und 55.000 Stück Rotwild wurden erlegt. Zusammen mit dem dokumentierten Fallwild von 40.000 Rehen und knapp 4.000 Rothirschen (Statistik Austria 2019) ergibt diese Gesamtreduktion dennoch keine Reduktion der Populationen. Genaue Populationsdichten sind österreichweit nicht verfügbar.

Die Populationsgröße der natürlichen Beutegreifer ist dagegen vergleichsweise gering. Der Luchs kommt derzeit nur im Bereich des Nationalparks Kalkalpen (aufgrund

eines Wiederansiedelungsprogrammes) und im Bereich des Böhmerwaldes (als Teil des tschechischen Vorkommens) vor. Der Gesamtbestand wird auf maximal 20 Tiere geschätzt. Der Wolf wandert nach langer Zeit seit 2009 von selbst aus Italien, der Schweiz, Slowenien und der Slowakei wieder ein und taucht zunehmend in ganz Österreich auf. 2016 bildete sich das erste Rudel am Truppenübungsplatz Allentsteig in Niederösterreich seit über 100 Jahren. Der derzeitige Bestand wird auf rund 30 Tiere in Österreich geschätzt, wobei allerdings immer wieder Wölfe das Land durchstreifen. Mittelfristig ist jedenfalls mit einer dauerhaften Etablierung des Wolfes als Element des heimischen Ökosystems in Österreich zu rechnen (Hackländer 2019). Damit werden auch Konflikte und Aushandlungsprozesse zum Umgang mit diesen Tieren verbunden sein (Miller et al. 2019).

Verbissituation

Ungeachtet der tatsächlichen Wilddichten und einer kurzfristigen Verbesserung der Situation übt das Wild einen (zu) starken Einfluss auf den Wald aus (BMNT 2019a). Der Einfluss wird über das nationale Wildeinflussmonitoring (WEM) des Bundesforschungszentrums für Wald detailliert erhoben. Im Wildschadensbericht 2016-2018 (BFW 2019) zeigt im Detail den Einfluss des Wildes: Der WEM-Bericht stellt in der letzten Erhebungsperiode 2016-2018 fest, dass vor allem Eiche und Tanne stark verbissen werden. Obwohl diese Baumarten in 90 % der Regionen dokumentiert wurden, konnten sich die Tanne in 47 % und die Eiche in 65 % der Bezirke nicht oder kaum über 1,3 m Höhe hinaus entwickeln. Der Verbiss wird hier als wesentlicher Faktor festgestellt. Gemäß dem Bericht könnte dies mittelfristig zu einer Entmischung der Waldzusammensetzung in vielen Regionen führen.

Vor allem Regionen mit einem höheren Anteil an Mischwäldern weisen einen höheren Wildeinfluss auf als Regionen mit Nadel- oder Buchenwäldern. In zwei Dritteln der Bezirke wurde eine Verringerung des Wildeinflusses festgestellt, in rund einem Viertel der Bezirke stieg er. Der Bericht erläutert aber auch, dass sich eine nachhaltige Verbesserung nur einstellen kann, wenn der Wildeinfluss über mehrere Perioden hinweg deutlich sinkt. Hier stellt sich die Frage, inwiefern dies ausschließlich über Wildtiermanagement bzw. Jagd erfolgen kann.

Es noch zu klären, welche zusätzlichen positiven Effekte zusätzlich zur Jagd etwa über höhere Beutegreiferdichten erzielt werden könnten (etwa Gesundheitseffekte durch selektive Jagd wie beim Wolf, vgl. Mech 1998, Miller et al. 2019). Beutegreifer sind nur einer von vielen Einflussfaktoren im komplexem Wald-Wildsystem und eindeutige Aussagen zu positiven oder negativen Effekten auf den Verbissdruck können noch nicht getätigt werden (Miller et al. 2019). Jedenfalls werden Beutegreifer zukünftig ein ständiger Einflussfaktor bleiben (Miller et al. 2019).



Abbildung 35: Eine natürliche Tannenverjüngung ohne Verbiss ist nur noch selten zu beobachten (Foto: M. Huber)

2.6 AUSWIRKUNG DER WALDBEWIRTSCHAFTUNG AUF DIE BIODIVERSITÄT

Wie bereits mehrfach angedeutet hat die forstliche Nutzung immense Auswirkungen auf die Artenvielfalt im Wald. Da 88 % des Holzvorrates durch forstliche Eingriffe entnommen werden, wird dem Ökosystem ein erheblicher Anteil von Biomasse und Energie entzogen. Während in Naturwäldern eine typische Abfolge von sogenannten Entwicklungsphasen in einem für gemäßigte Wälder typischerweise kleinräumigen Mosaik erfolgt, entstehen durch die schlagweise forstliche Nutzung gleichaltrige Bestände mit einem recht homogenen und eingeschränkten Set an Strukturen und Kleinlebensräumen.

Durch die Entnahme der Bäume nach einer Umtriebszeit von 80–140 Jahren erreichen 92 % der Bäume im österreichischen Wald nie ihre natürliche Altersgrenze und können nichts zu einem natürlichen Totholzangebot beitragen. Bäume sterben oft nicht schlagartig. Einzelne Äste sterben ab und hinterlassen Astlöcher und sogenannte Mulmhöhlen. Pilze befallen die Bäume. Ihre Fruchtkörper bilden einerseits Nahrung für andere Tierarten und andererseits auch selbst Mikrohabitate aus, die als Brut- und Nistplatz genutzt werden können.

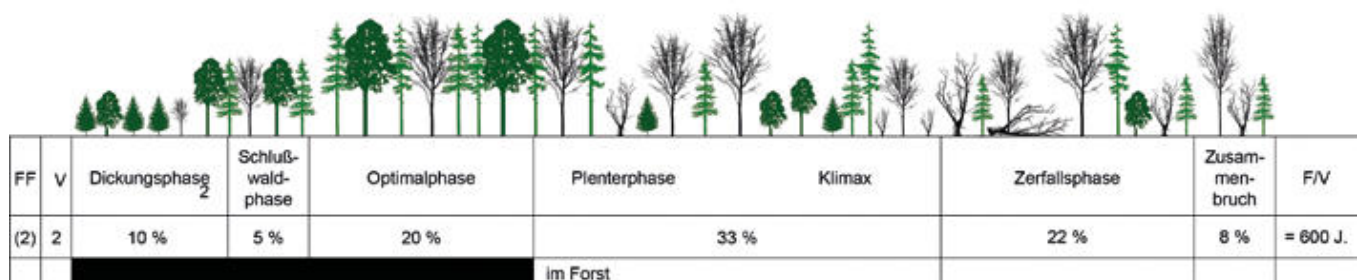


Abbildung 36: Waldentwicklungsphasen in einem Urwald (verändert nach Scherzinger 1996).

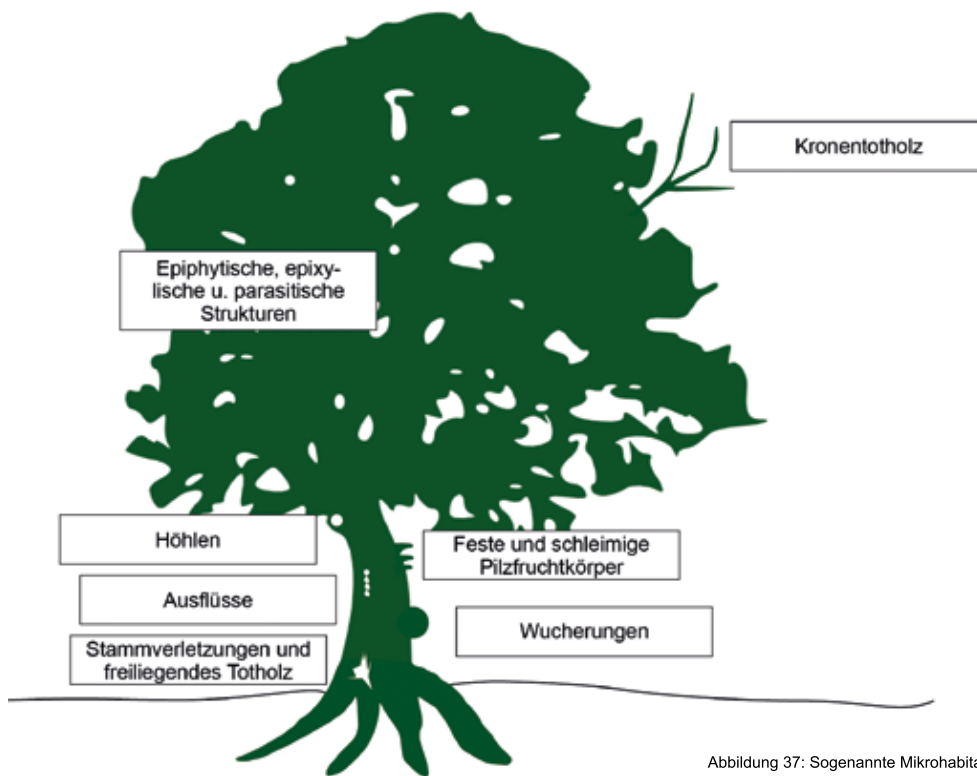


Abbildung 37: Sogenannte Mikrohabitate an einem alten Baum (verändert nach Leicht 1996 in Walter & Breckle 1999 und Bütler et al. 2020).

Totholz und Biotop- oder Habitatbäume sind Schlüsselstrukturen in natürlichen Wäldern, die für eine natürliche Artenzusammensetzung im Wald essenziell sind (Enzenhofer & Schrank 2019). So ist von den mitteleuropäischen Waldarten ungefähr ein Fünftel direkt oder indirekt von Alt- und Totholz abhängig (Bütler et al. 2005). Es handelt sich um äußerst komplexe und vielschichtige Nahrungsketten. An ihrer Basis stehen die Primärproduzenten (die Pflanzen), die mit Hilfe von Sonnenlicht in der Lage sind, CO₂ aus der Atmosphäre zu entnehmen und daraus Wasser und organische Kohlenstoffverbindungen wie Zucker oder Zellulose aufzubauen. Ein Teil der so erzeugten pflanzlichen Biomasse – in erster Linie ein Teil der Blätter sowie jüngere Zweigachsen – werden von Konsumenten erster Ordnung, also Pflanzenfressern, konsumiert. Dieser Anteil macht aber in mitteleuropäischen Waldökosystemen nur einen geringen Teil aus (oft weniger als 1 %, vgl. Walter & Breckle 1999, S. 366).

In natürlichen Waldökosystemen bilden abfallende Blätter, Nadeln und Äste die Streuschicht. Der Großteil dieser Biomasse wird durch Zersetzer und Destruenten abgebaut. Dabei wird auch eine große Menge an im Holz gespeicherten organischen Kohlenstoffverbindungen wieder abgebaut. Streu wird durch Insekten aber auch durch Würmer zerkleinert und in mehreren Schritten zu Humus verarbeitet und in die tieferen Bodenschichten eingearbeitet. Pilze sind in der Lage, die langen Kohlenstoffketten der Zellulose im Holz aufzubrechen und dadurch die Energie darin zu nutzen.

Die Pilze ihrerseits sind Nahrungsbasis für andere Tiere. Räuberische Insekten wie manche Laufkäfer oder auch Tausendfüßler, aber auch Vögel und Fleder- und Spitzmäuse leben von den Pflanzenfressern oder eben auch den Raubinsekten. Die Nahrungsketten und ihre Verflechtungen sind so komplex, dass sie noch für kein Ökosystem vollständig abgebildet werden konnten.

Das Alter von Waldbeständen und damit das Angebot an alten Habitatbäumen oder Totholz spielt somit für die Biodiversität eine bedeutende Rolle.

Doch nicht nur das Alter der Bestände und die Verfügbarkeit von Totholz spielt eine entscheidende Rolle für die Artenvielfalt, sondern auch die Zusammensetzung der Baumarten. Unterschiedliche Baumarten bieten unterschiedlichen Tier- und Pilzarten Lebensraum. Der Streuanfall hat unterschiedliche jahreszeitliche Rhythmen, verursacht unterschiedliche Besonnungssituationen am Waldboden, und bietet unterschiedlichen Tier- und Pilzarten Nahrung.

Wenn standortsfremde Baumarten oder exotische Arten aus anderen Regionen eingebracht werden, fehlen jedoch oftmals die für diese Arten typischen Konsumenten und Destruenten. Die Pilzwelt ist nicht an diese Baumarten und ihre Laubstreu angepasst und die neuen Arten sind nicht so tief in das bestehende Nahrungskettennetz eingebettet wie die natürlichen Baumarten.

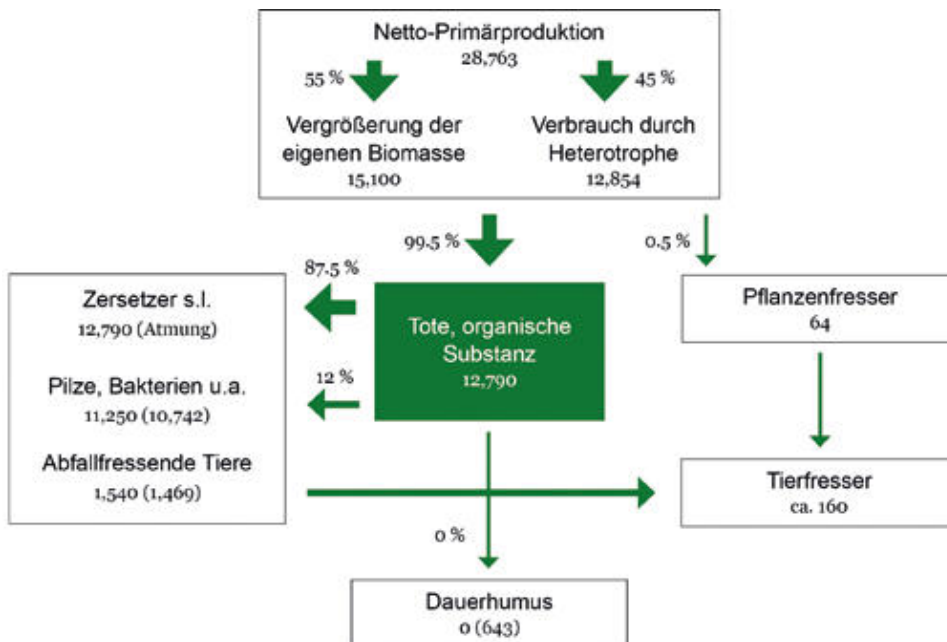


Abbildung 38: Energieflüsse in einem Buchenwald (Eigene Darstellung nach Ellenberg et al. 1986 in Walter & Breckle 1999).

Ein weiteres Problem für die Artenvielfalt im Wald und das Aussterben von Waldarten ist die Fragmentierung der Landschaft und der Waldbestände. Künstliche und natürliche Barrieren verhindern den genetischen Austausch zwischen Teilpopulationen, was zur genetischen Verarmung und zum Verschwinden von Populationen führen kann (vgl. Kap 2_5_3). Daher spielt nicht nur der Erhalt von Naturwäldern in Naturwaldreservaten und strengen Waldschutzgebieten wie Nationalparks und Wildnisgebieten eine wichtige Rolle. Auch der Wirtschaftswald zwischen den strengen Schutzgebieten muss durchgängig für die Naturwaldarten sein. Naturwaldzellen und Altholzinseln spielen ebenso eine wichtige Rolle für diese Korridorfunktion wie das konsequente Belassen von Tot- und Altbäumen im Wirtschaftswald.



Abbildung 39: Spechtbäume sind wichtige Lebensräume nicht nur für Spechte, sondern eine Vielzahl von Lebewesen (Foto: M. Huber)

2.7 WALD UND SCHUTZGEBIETE

Wie bereits mehrfach erwähnt haben sich nur sehr kleinflächige Naturwälder in Österreich erhalten, die in Summe nur 11 % der Waldfläche ausmachen. Nur ein sehr kleiner Anteil davon liegt in strengen Schutzgebieten.

Um Naturwälder zu erhalten, muss vor allem die forstliche Nutzung vollständig eingestellt werden oder sehr naturnah erfolgen.

Bis zur Novellierung des Forstgesetzes im Jahr 2002 war es selbst in Nationalparks und anderen strengen Schutzgebieten schwierig, die natürlichen Alterungs- und Absterbeprozesse der Bäume zuzulassen, weil das Forstgesetz den Grundbesitzer verpflichtete, gewisse Maßnahmen zum Erhalt von Standortschutzwald, der aktiven Wiederbewaldung oder zur Bekämpfung von Schädlingskalamitäten zu setzen. Mit der Novellierung ist es zumindest in gesetzlich verankerten Schutzgebieten für sogenannte Biotopschutzwälder möglich Ausnahmen entsprechend dem § 32a für solche Maßnahmen bei der Behörde zu beantragen. Bislang wurde aber nur für wenige Waldflächen eine solche Ausnahme beantragt.

In Österreich gibt es zahlreiche unterschiedliche nationale und internationale Schutzgebietskategorien. Naturschutz liegt in der Rechtsverantwortung der Bundesländer und diese haben in ihren Naturschutzgesetzen entsprechend Schutzgebietskategorien wie Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebiete oder Naturdenkmäler definiert. Teilweise sind aber auch internationale Schutzgebietskategorien wie Natura 2000 Gebiete (Europaschutzgebiete), Biosphären- und Nationalparks in den Landesgesetzen verankert. Aufgrund der föderalen Struktur sind jedoch die Definitionen, Regelungen und Einschränkungen in den neun Landesgesetzen für die unterschiedlichen Kategorien sehr variabel. So ist in manchen Bundesländern in Naturschutzgebieten die „traditionelle“ Land- und Forstwirtschaft von den Einschränkungen ausgenommen, in anderen sind diese Nutzungsarten untersagt.

Um einen einheitlichen Überblick über den Schutzstatus von Waldflächen in Österreich zu erhalten, hat das Umweltbundesamt im Jahr 2004 einen Bericht zu Wald in Schutzgebieten verfasst (Schwarzl & Aubrecht 2004). Die zugrundeliegende Statistik wird laufend angepasst. Eine aktualisierte Version wurde im Waldbericht 2015 (BMLFUW 2015) veröffentlicht.

Auf internationaler Ebene wurde von FOREST EUROPE eine Klassifikationsrichtlinie für Schutzgebiete erarbeitet. Dieser Katalog unterscheidet Kategorie 1 Schutzgebiete mit dem vorrangigen Managementziel „Biologische Vielfalt“ und Kategorie 2 Schutzgebiete mit dem vorrangigen Ziel „Schutz von Landschaften und spezifischen Naturelementen“.

Innerhalb der ersten Kategorie gibt es drei Unterkategorien:

- 1.1 Gebiete ohne aktiven Eingriff
- 1.2 Gebiete mit minimalem Eingriff
- 1.3 Gebiete, in denen Schutz durch aktive Bewirtschaftung umgesetzt wird

Nach den im Waldbericht 2015 veröffentlichten Zahlen fallen 21,5 % der österreichischen Waldfläche in eine der angeführten Schutzgebietskategorien. Dabei gibt es keine einzige Fläche der Kategorie 1.1 (ohne aktive Eingriffe), da in keinem der österreichischen Schutzgebiete die Jagd bzw. das Wildtiermanagement ausgenommen sind bzw. zumindest eine andere Form des aktiven menschlichen Eingriffs erfolgt.

Kategorie 1.2 bildet jene Gebiete ab, in denen zumindest die forstwirtschaftliche Nutzung unterbleibt und somit ein Prozessschutz weitestgehend gewährleistet ist. Sie umfassen 0,8 % der österreichischen Waldfläche.

Die größten Waldschutzgebiete in Österreich sind der Nationalpark Kalkalpen, der Nationalpark Gesäuse und der Nationalpark Donau-Auen sowie das Wildnisgebiet Dürrenstein. Kleinere Waldgebiete mit strengem Schutz sind in den Flächen des österreichischen Naturwaldreservate-Programms des Bundes (ca. 8.350 ha in knapp 200 Gebieten) und den über 30 Kernzonen des Biosphärenparks Wienerwald zu finden.

Da in den genannten Gebieten auch große Flächen von Waldflächen inkludiert sind, die bis in die 1980er und 1990er bewirtschaftet wurden, muss davon ausgegangen werden, dass rechtlich von den 3 % an natürlichen bzw. insgesamt 11 % Naturwäldern in Österreich aktuell nur ein Bruchteil im Erhalt geschützt ist.

Eine räumliche Verortung der letzten Naturwälder in Österreich wäre notwendig, um diese letzten Fragmente eines ursprünglich dominierenden Ökosystems für folgende Generationen zu sichern (auch als Beitrag zu den Zielsetzungen der EU-Biodiversitätsstrategie 2030, vgl. Kapitel 4_4_2).

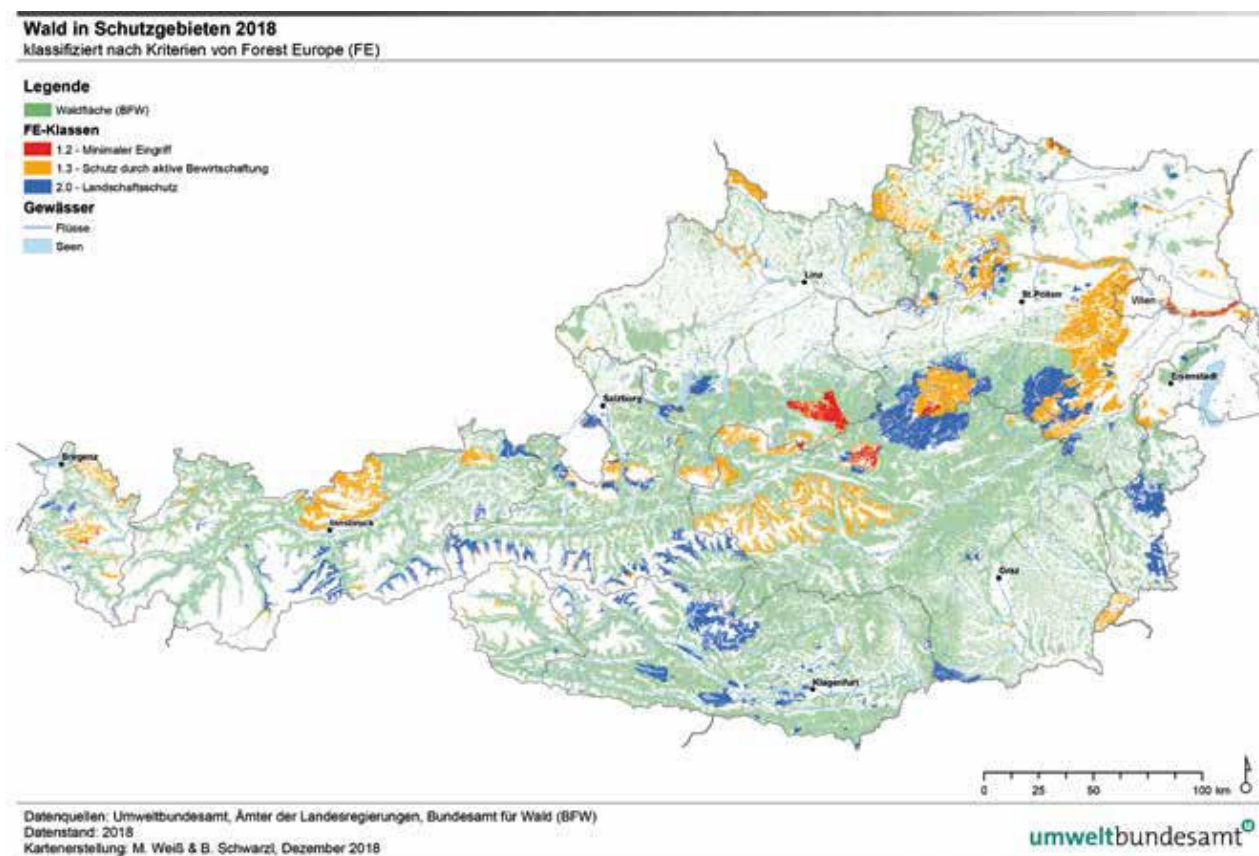


Abbildung 40: Karte der Waldflächen in Schutzgebieten in Österreich aus dem Waldbericht 2015 (Umweltbundesamt, Ämter der Landesregierungen, Bundesamt für Wald (BFW)).

2.7.1 WALD UND NATURA 2000

Innerhalb der Schutzgebietskategorien spielen die Natura 2000 Gebiete aufgrund ihrer großen Flächenausdehnung und ihrer internationalen starken Verbindlichkeit eine besondere Rolle.

Für den Waldschutz ist insbesondere die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (kurz Habitat-Richtlinie) von Relevanz, weniger bzw. nur indirekt die Vogelschutzrichtlinie. Im Anhang II der Habitat-Richtlinie der EU sind insgesamt 86 Waldlebensräume genannt, von denen 21 auch in österreichischen Natura 2000 Gebieten nominiert wurden (Natura 2000-Datenbank der Europäischen Umweltagentur, Stand Ende 2019).

Von den insgesamt 305 Natura 2000 Gebieten in Österreich, die nach der Habitat-Richtlinie ausgewiesen sind, sind für 220 Gebiete mit einer Gesamtfläche von 1,16 Mio. ha auch Waldlebensraumtypen im Standarddatenbogen angeführt. Die Gesamtfläche der Waldlebensraumtypen in diesen 220 Gebieten wird mit insgesamt 204.768 ha angegeben. Jedoch liegen für 38 Gebiete keine Flächenangaben zu den Waldlebensraumtypen im Standarddatenbogen vor. Damit ist die tatsächliche Waldfläche etwas höher. Insgesamt liegen laut der Corine Land Cover 2018 14 % der österreichischen Waldfläche in Natura 2000 Gebieten. Damit liegen 40 % des Natura 2000 Netzwerk im Wald (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Anteil der Waldfläche am Natura 2000 Netzwerk. Die Waldfläche wurde anhand der Corine Landcover 2018 (CLC18) berechnet. Der Anteil an Natura 2000 Gebieten wurde mittels Natura 2000 Datenbank der Europäischen Umweltagentur (Stand Ende 2019) ermittelt.

	CLC18 km ²	Natura-2000 km	%
Laubwälder	4.440	1.469	33 %
Mischwälder	9.985	1.253	13 %
Nadelwälder	22.182	2.375	11 %
Wald/Strauch Übergangsstadien	533	62	12 %
Natura 2000 Waldfläche gesamt	37.140	5.159	14 %
Natura 2000 Gesamt- flächen in Österreich		12.895	

Der Schutz beziehungsweise die Bewirtschaftung von Waldlebensraumtypen in Natura 2000 Gebieten ist in Österreich rechtlich nicht einheitlich geregelt. Die Natura 2000 Gebiete werden nach den Naturschutzgesetzen der neun Bundesländer verordnet. Nach wie vor liegen nicht für alle Gebiete entsprechende Verordnungen vor und der Inhalt der Verordnungen ist, obwohl sie dieselbe EU-Richtlinie umsetzen sollen und in vielen Fällen dieselben Lebensraumtypen betreffen, sehr unterschiedlich, was an zwei Beispielen dargestellt werden soll:

Beispiel 1 Europaschutzgebiet Ötscher-Dürrenstein (NÖ)

Das Europaschutzgebiet Ötscher-Dürrenstein in Niederösterreich listet die Verordnung, die betroffenen Grundstücke in den Gemeinden und die Behörden auf, wo die Verordnung eingesehen werden kann.

In der Liste der Schutzgüter sind insgesamt 33 Lebensraumtypen (davon 8 Waldlebensraumtypen) sowie 14 Tier- und Pflanzenarten angeführt.

Unter Lit. 3 sind die Erhaltungsziele für die unterschiedlichen Großlebensräume angeführt. Für die Waldlebensraumtypen sind folgende zwei Erhaltungsziele relevant:

- großflächige, standortheimische Waldbestände mit naturnaher bzw. natürlicher Alterszusammensetzung und einem charakteristischen Struktur- und Totholzreichtum sowie Alters- und Zerfallsphasen
- repräsentativ, großflächig zusammenhängende Waldbestände mit geringem Erschließungs- und Störungsgrad

Wie dieser günstige Erhaltungszustand erreicht werden soll, ist in Lit. 4 ausgeführt:

„(4) Die Erreichung eines günstigen Erhaltungszustandes (§ 9 Abs. 4 NÖ NSchG 2000) der in Abs. 2 genannten natürlichen Lebensraumtypen und Tier- und Pflanzenarten wird im Europaschutzgebiet vor allem durch privatrechtliche Verträge gewährleistet.“

Es erfolgen durch die Verordnung keine expliziten Einschränkungen der Nutzungseingriffe, sondern es wird nur das Instrument der Umsetzung angeführt. Damit bleibt für die Landnutzer die Rechtsunsicherheit, was erlaubt oder verboten ist.

Beispiel 2 Europaschutzgebiet Mittagskogel Westteil (Ktn)

Die Verordnung des Europaschutzgebiets „Mittagskogel-Karawanken Westteil“ (Bezirk Villach Land und Klagenfurt Land) ist wesentlich detaillierter wie das Beispiel aus Niederösterreich.

Im § 1 der Verordnung wird die räumliche Abgrenzung beschrieben.

§ 2 definiert die Erhaltungsziele wie folgt:

(1) Diese Verordnung dient der Bewahrung oder der einvernehmlichen Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes der im Gebiet in der Anlage B genannten Schutzgüter.

(2) Im Speziellen soll damit gesichert werden:

- 1. die Erhaltung und Förderung der kulturlandschaftsbezogenen Lebensräume in ihrer Ausprägung und Verbreitung,*
- 2. die Erhaltung und Förderung von natürlichen Lebensräumen und*
- 3. die maßgebliche Förderung der wirtschaftlichen (z. B. Land- und Forstwirtschaft, Tourismus u. ä.) und innovativen Entwicklung der Region.*

Unter Anlage B sind für das Gebiet 77 Tier- und Pflanzenarten sowie 15 Lebensraumtypen (davon 5 Waldlebensraumtypen) als Schutzgüter angeführt.

Im 2.700 ha großen Gebiet wurden weniger als 1% als kulturlandschaftsbezogenen Lebensraumtypen (22 ha Bergmähder) ausgewiesen, die einer Bewirtschaftung bzw. Pflege bedürfen. Der weitaus überwiegende Teil der Fläche wird von natürlichen Lebensraumtypen dominiert, deren Erhalt keinen menschlichen Eingriff benötigt (1630 ha Wälder, ca. 300 ha Schutt- und Felsflächen, alpine Rasen). Es überrascht daher, dass in der Verordnung eine maßgebliche Förderung der wirtschaftlichen und innovativen Entwicklung der Region gefordert wird. Konkret werden die Land- und Forstwirtschaft sowie der Tourismus genannt.

§ 3 definiert die zulässige Art der Nutzung wie folgt:

„Im Europaschutzgebiet sind sämtliche Maßnahmen, die im Rahmen der zeitgemäßen land- und forstwirtschaftlichen Bewirtschaftung erfolgen, die Ausübung von Nebennutzungen sowie die Herstellung und Erhaltung der dafür notwendigen Infrastrukturen erlaubt.“

Die generelle Zulässigkeit jeglicher Nutzungen ist aus naturschutzfachlicher Sicht schwer nachvollziehbar.

Darauf folgt eine Auflistung der explizit erlaubten Maßnahmen:

„Konkret sind daher insbesondere folgende Maßnahmen unter Berücksichtigung des § 8 erlaubt:

- a) die Beibehaltung der durch die einschlägigen Gesetzesmaterien geregelten Bewirtschaftung;*
- b) die zeitgemäßen, dem Stand der Technik entsprechenden land- und forstwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen, dazu zählen beispielsweise:*

1. *Kalamitätenschäden (z. B. Borkenkäfer, Schneebruch u. ä.) aufzuarbeiten,*
 2. *Forstschutzmaßnahmen durchzuführen,*
 3. *Naturverjüngungsmaßnahmen einzuleiten, die Wiederaufforstung unter Verwendung von autochthonen oder standorttauglichen Baumarten sowie Pflege-, Durchforstungs- und Hiebsmaßnahmen entsprechend den forstrechtlichen Bestimmungen zu tätigen,*
 4. *die standortangepasste Bewirtschaftung von Grünland (z. B. Bergmähwiesen, Borstgrasrasen, Kalkrasen) beizubehalten,*
 5. *die Ausübung der Alm- und Weidenutzung (z. B. Bewirtschaftung nach den Wirtschaftsvorschriften des Generalaktes bei Agrargemeinschaften, Regulierungsurkunden, Pflege der Weideflächen durch Schwendmaßnahmen),*
 6. *das Aufstellen von Bienenstöcken,*
- c) *die rechtmäßige Ausübung der Jagd und Fischerei;*
- d) *die Errichtung, Nutzung, Pflege, Wartung, Instandhaltung und Erneuerung von Infrastrukturanlagen (z. B. Wasserversorgungsanlagen, Wasserentsorgungsanlagen, Energieversorgungsanlagen, Wege, Steige, Güterwege und Straßen, Seilbahnen, Gebäude, wie Almhütten, Viehunterstände u. ä., Wildbach- und Lawinenverbauungen etc.) und der Abbau von Stein, Lehm, Sand und Schotter für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung;*
- e) *die Entnahme von Wasser aus Wasserversorgungsanlagen, deren Instandhaltung sowie deren Erneuerung;*
- f) *die Nutzung und Instandhaltung von Quellfassungen und zugehöriger Wasserleitungen sowie deren Erneuerung und Erweiterung;*
- g) *Versorgungs- und Entsorgungsflüge;*
- h) *Maßnahmen zur Abwehr einer unmittelbar drohenden Gefahr für das Leben oder die Gesundheit von Menschen und Nutztieren;*
- i) *Schäden durch höhere Gewalt zu beheben sowie damit zusammenhängende Präventionsmaßnahmen;*
- j) *Maßnahmen im Rahmen von Einsätzen der Organe der öffentlichen Sicherheit und von Rettungsorganisationen einschließlich der Maßnahmen zur Vorbereitung solcher;*
- k) *sämtliche Maßnahmen der gewerblichen und touristischen Nutzung und Erschließung sowie Hochwasserschutzmaßnahmen und Wildbach- und Lawinenverbauung, sofern sie zu keiner wesentlichen Verschlechterung des Erhaltungszustandes der Schutzgüter im gesamten Gebiet führen;*
- l) *gegebenenfalls können Problemflächen durch Ersatzflächen getauscht werden.“*

Um eine, den Naturschutzzielen entsprechende Entwicklung von Wäldern in Schutzgebieten zu ermöglichen, sieht das Forstgesetz im § 32a gewisse Ausnahmemöglichkeiten betreffend die Behandlung von Kalamitäten oder der Fristen für die Wiederbewaldung vor, um natürlichen Prozessen mehr Raum zugeben. Dieser naturschutzgemäßen Möglichkeit widersprechen jedoch die oben angeführten Punkte (insbesondere Punkt a im §3).

§ 4 der Verordnung regelt die Erstellung von Managementplänen, die nur auf schriftliches Verlangen der Mehrheit der Grundeigentümer zu erstellen sind. Sollte zukünftig ein Managementplan erstellt werden, ist zudem eine Studie zu den Buchenwald-Lebensraumtypen gemeinsam vom Land Kärnten mit der Landwirtschaftskammer Kärnten zu beauftragen (wobei die Kosten nach Lit. 6 nur vom Land Kärnten zu tragen sind).

§ 5 „Vertragsnaturschutz“ und § 6 „Entschädigungen“ stellen sicher, dass die Umsetzung von Maßnahmen zur Gewährleistung eines günstigen Erhaltungszustandes der Schutzgüter sowie Verbesserungsmaßnahmen nur über privatrechtliche Verträge zu erfolgen haben und alle vermögensrechtlichen Nachteile oder Wirtschafterschwerenisse zu entgelten sind.

§ 7 definiert die intensiv genutzten Teilflächen im Natura 2000 Gebiet als sogenannte „Garantief Flächen“, deren tiefere Bedeutung sich aus der Verordnung nicht direkt erschließt.

Abgesehen von der rechtlichen Komponente steht die generelle Ausnahme jeglicher forstwirtschaftlichen Nutzung von einer Regulierung im klaren Widerspruch zur Erhaltung bzw. Förderung eines günstigen Erhaltungszustandes von Waldlebensräumen.

Wie an diesen beiden konkreten Beispiel aufgezeigt, erfolgt die Umsetzung der FFH-Richtlinie teilweise flexibel.

Der Zustand der Natura 2000 Schutzgüter (Arten und Lebensräume) wird alle 6 Jahre von den Mitgliedsstaaten an die EU-Kommission berichtet. Aktuell werden laut EU-Natura 2000 Dashboard (<https://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/state-of-nature-in-the-eu/article-17-national-summary-dashboards/conservation-status-and-trends>) Daten für die

Berichtsperioden 2007-2012 und 2013-2018 ausgewiesen. Demnach sind Österreich weit ca. 79% der Lebensraumtypen in einem unzureichenden Erhaltungszustand. Für die Wald-Lebensraumtypen sind es sogar 85%, die mit einem unzureichenden Erhaltungszustand ausgewiesen wurden. Diese Bewertung signalisiert, dass die aktuelle Bewirtschaftungsweise in den Natura 2000 Gebieten geändert werden muss, um einen günstigen Erhaltungszustand zu erreichen. Dazu bedarf es konkreter Erhaltungsziele und Maßnahmen, die in Managementplänen oder den Verordnungen festgelegt werden müssen.

Die Naturverträglichkeitsprüfung in Natura 2000 Gebieten

Die obigen beispielhaften Ausführungen zeigen auf, dass die Verordnungen noch sehr viel Interpretationsspielraum betreffend der Maßnahmen offen lassen, die für den Erhalt oder die Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustandes notwendig sind oder mit diesem im Widerspruch stehen und dadurch große Unsicherheit verursachen.

Die DG-Umwelt der EU-Kommission hat einen Leitfaden für die Prüfung der Verträglichkeit von Plänen und Projekten mit erheblichen Auswirkungen auf Natura 2000 Gebiete entsprechend dem Artikels 6 Absätze 3 und 4 der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG herausgegeben (https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/natura_2000_assess_de.pdf).

Demnach hat eine Prüfung in mehreren Phasen zu erfolgen:

Phase 1: Screening - der Prozess der Ermittlung der Auswirkungen, die ein Plan oder ein Projekt einzeln oder in Zusammenwirkung mit anderen Projekten und Plänen auf ein Natura 2000 Gebiet haben könnte, und die Untersuchung der Frage, ob diese Auswirkungen erheblich sein könnten.

Phase 2: Prüfung auf Verträglichkeit - die Befassung mit den Auswirkungen auf das Natura 2000 Gebiet als solches, entweder einzeln oder in Zusammenwirkung mit anderen Plänen und Projekten, im Hinblick auf die Struktur und die Funktionen des betreffenden Gebiets und seine Erhaltungsziele. Hinzu kommt im Falle beeinträchtigender Auswirkungen die Prüfung möglicher Maßnahmen zur Begrenzung dieser Auswirkungen;

Phase 3: Prüfung von Alternativlösungen - der Prozess der Untersuchung alternativer Möglichkeiten für die Erfüllung der Projekt- oder Planziele ohne nachteilige Auswirkungen auf das Natura 2000 Gebiet als solches;

Phase 4: Prüfung im Falle verbleibender nachteiliger Auswirkungen - Prüfung von Ausgleichsmaßnahmen, wenn

ausgehend von einer Beurteilung der zwingenden Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses die Ansicht besteht, dass das Projekt oder der Plan durchgeführt werden sollte (dabei ist unbedingt darauf hinzuweisen, dass sich diese Leitlinien nicht mit der Bewertung solcher zwingender Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses befassen).

Gerade für die Phase 1 (Screening) ist es wichtig, dass im Managementplan des Gebietes die fachlichen Details zur Eingriffsregelung vorliegen oder zumindest Pflichtenhefte, Weißbücher (wie z.B. in der Steiermark) oder Plan- und Projektprüfbücher den Projektwerbern oder Bewirtschafterinnen und Bewirtschaftern zur Verfügung stehen, um abzuschätzen, welche Eingriffe als unbedenklich eingestuft werden können und welche nicht. Leider sind solche Unterlagen nicht österreichweit einheitlich verfügbar. Das Land Steiermark hat „Weißbücher“ für etliche Natura 2000 Gebiete entwickelt, um vorprüfungspflichtige Vorhaben beurteilen zu können (<https://www.natura2000.steiermark.at/cms/ziel/138816712/DE/>). Die Plan- und Projektbücher, auf die in der Website des Landes Niederösterreich verwiesen werden, sind zurzeit online nicht öffentlich verfügbar. Da die Naturverträglichkeitsprüfungen von den Landesnaturschutzbehörden bzw. von den entsprechenden Bezirksbehörden abgewickelt werden, ist es schwer zu beurteilen, für welche Eingriffe in den Wald bereits Vorprüfungen (Einzelfallprüfungen) oder Naturverträglichkeitsprüfungen durchgeführt wurden. Eine Zusammenschau der bestehenden Entscheidungen und Handreichung für Standorteingriffe im Wald (Forststraßenbau, Nutzungsverfahren, Schlaggrößen, Einsatz von Geräten zur mechanisierten Holzernte, Verjüngungsverfahren etc.) wäre dabei sehr hilfreich.

2.8 DIE WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG DER FORSTWIRTSCHAFT

Die Forst- und Holzwirtschaft wird oft als besonders bedeutsamer Wirtschaftsfaktor, insbesondere als wichtiger Devisenbringer für Österreich dargestellt. Bei einer gesamtheitlichen Betrachtung relativiert sich diese Bedeutung. Es werden zwar insgesamt 172.000 Betriebe und Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette Forst-Holz-Papier im Grünen Bericht 2019 (BMNT 2019) angeführt, im Schnitt haben diese jedoch nur 1,7 Beschäftigte pro Betrieb. Den Großteil machen die kleinbäuerlichen Landwirtschaftsbetriebe aus, die meist nur einen (Teilzeit-) Arbeitsplatz sichern. Der gesamte primäre Sektor (Land- und Forstwirtschaft) trug 2018 rund 1,3 % zur Bruttowertschöpfung der Volkswirtschaft bei. Der Produktionswert der heimischen Forst- und Holzwirtschaft betrug 2018 rund 2,4 Milliarden Euro (0,3 % der Bruttowertschöpfung).

Und der aktuelle Trend der letzten Jahre zeigt in der

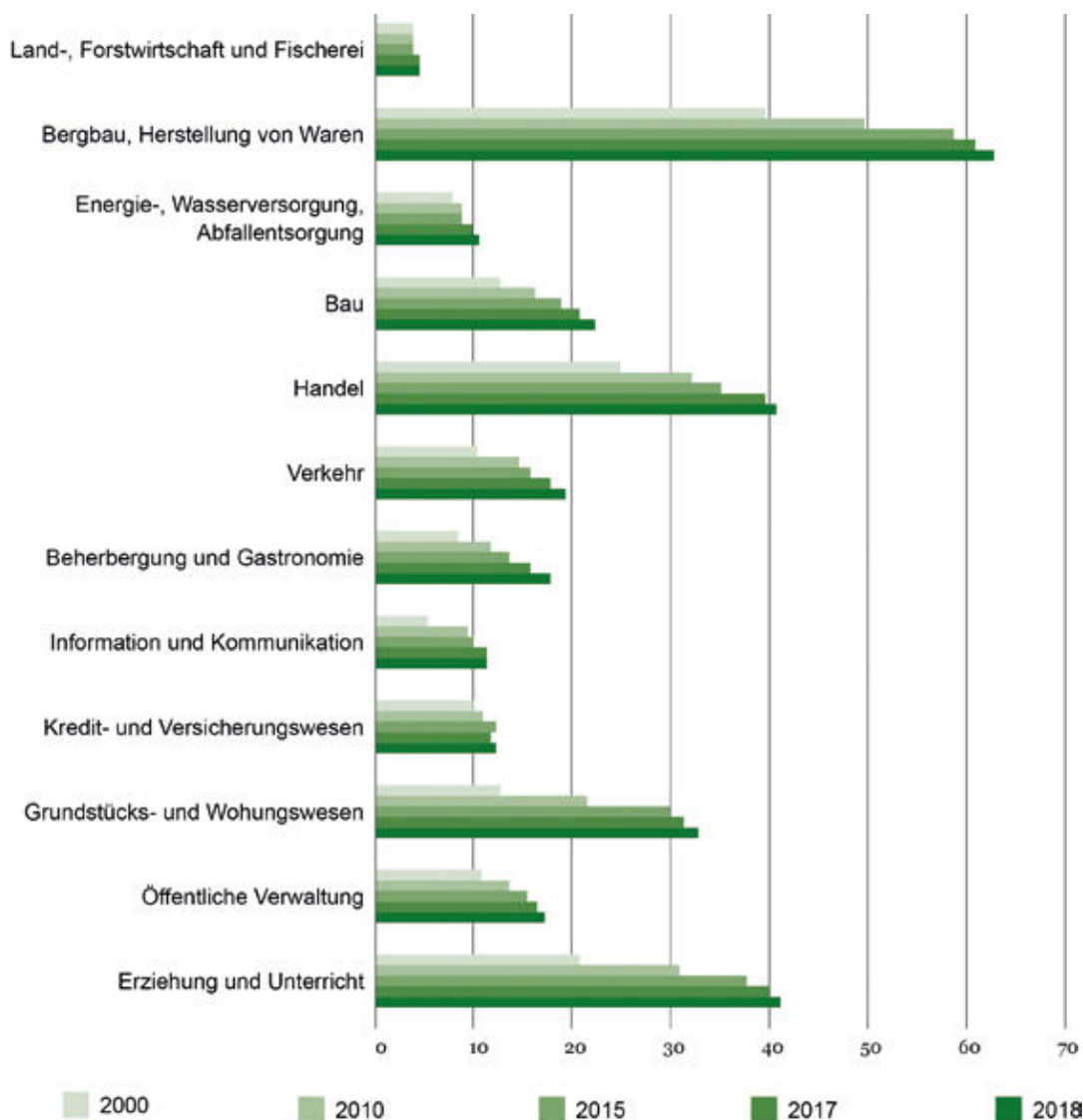


Abbildung 41: Entwicklung des Beitrags einzelner Sektoren zum österreichischen Bruttoinlandsprodukt (BIP) (verändert nach WKÖ 2019)

Forstwirtschaft nach unten. Das durchschnittliche Faktoreinkommen je land- und forstwirtschaftlicher Arbeitskraft sank von 2017 auf 2018 nominell um 2,2 % bzw. real um 3,7 %.

Der Anteil an der Bruttowertschöpfung Österreichs war bereits im 20. Jahrhundert stark rückläufig. Dies setzte sich bis 2005 fort. Derzeit hat sich der Anteil auf niedrigem Niveau stabilisiert. Von 4,5 % 1976 sank der Anteil bis 2005 auf 1,0–1,2. 2018 betrug der Anteil 1,3 %.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist der spezifische Beitrag der Land- und Forstwirtschaft sehr gering. Bemerkenswert in der Analyse der Jahre 2000 bis 2018 ist aber insbesondere die Tatsache, dass der Beitrag anderer Wirtschaftssektoren zum BIP konstant steigt, während der Beitrag der Land- und Forstwirtschaft auf sehr niedrigem Niveau stagniert und daher auch relativ an (wirtschaftlicher) Bedeutung verliert.

Die Wertschöpfungskette Holz

Die Wertschöpfungskette Holz umfasst nicht nur die Forstwirtschaft als solche, sondern inkludiert auch eine ganze Reihe weiterverarbeitender Betriebe.

Im Kontext der Forstwirtschaft ist entlang der Wertschöpfungskette zwischen den eigentlichen forstwirtschaftlichen Betrieben und den weiterverarbeitenden Betrieben (Holzwirtschaft) zu unterscheiden. Neben den österreichischen Bundesforsten (ÖBF), den Landesforsten und großen Forstbetrieben ist die Forstwirtschaft vor allem klein strukturiert. 70 % der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe in Österreich verfügen jeweils über landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen (112.836 von insgesamt 162.018 Betrieben). 26.747 sind dabei rein forstwirtschaftliche Betriebe (Agrarstrukturerhebung 2016, Statistik Austria 2018).

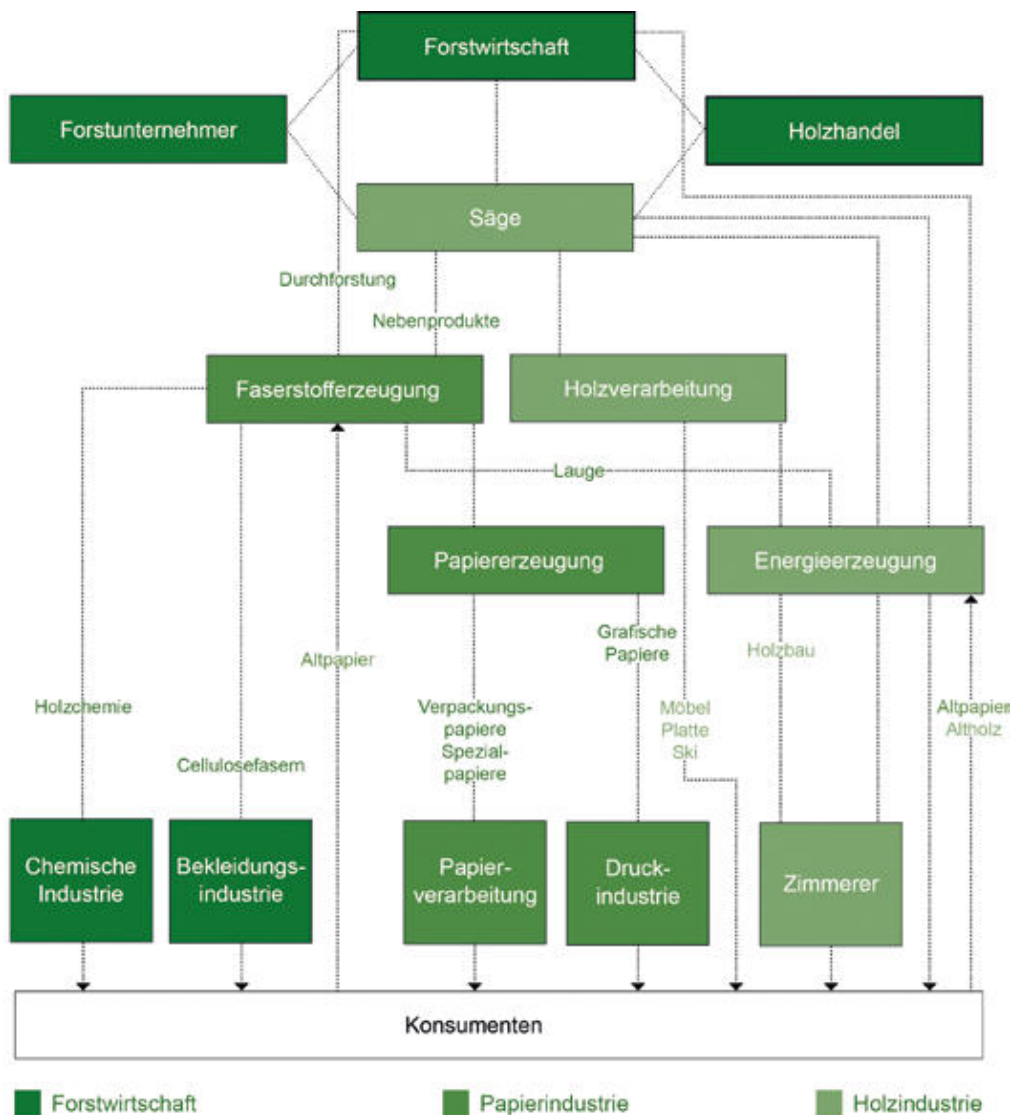


Abbildung 42: Die gesamte Wertschöpfungskette Holz (verändert nach FHP 2020)

Arbeitsplatzentwicklung

Blickt man gezielt auf die Entwicklung der Arbeitsplätze in der land- und forstwirtschaftlichen Produktion, zeigt sich nach einem starken Rückgang im Laufe des 20. Jahrhunderts seither ein leichter Rückgang auf relativ niedrigem Niveau (Statistik Austria 2018).

Holzverarbeitende Betriebe

Erst die holzverarbeitenden Betriebe (Sägewerke, Platten- und Papierindustrie) stellen einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor mit einem Produktionsvolumen von 8,33 Mrd. Euro im Jahr 2018 (Grüner Bericht 2019) dar. Dieses Volumen wurde in 1.224 Betrieben mit rund 26.000 Beschäftigten erwirtschaftet. Diese Betriebe sind Großteils familiengeführte Klein- und Mittelbetriebe und stellen den wichtigsten Abnehmer für Rundholz dar. Im Grünen Bericht (2019) wird die Bedeutung der einzelnen holzverarbeitenden Betriebe genauer aufgeschlüsselt: Diese Betriebe gliedern sich in folgende Bereiche:

- **Sägeindustrie** (1.000 Betriebe, ca. 6.000 Beschäftigte): Die Sägeindustrie verarbeitete 2018 rund 17,7 Millionen Festmeter Holz, wovon 7,3 Millionen fm importiert

wurden. 60 % des heimischen Nadelholzeinschnittes gingen in den Export. Die Sägeindustrie repräsentierte 2018 einen Produktionswert von 2,38 Mrd. Euro.

- **Plattenindustrie** (rund 3.000 Beschäftigte): Die Plattenindustrie verfügt über eine hohe Exportquote. 2018 wurden 1,33 Mio. fm zu Plattenholz, 1,39 Mio. fm zu Sägenebenprodukten verarbeitet.
- **Papierindustrie** (24 Betriebe, rund 7.900 Beschäftigte): Die Papierindustrie produzierte 2018 1,9 Mio. Tonnen Papier, wovon 88 % in den Export gingen. Insgesamt wurde mit einem Holzeinsatz von 8,8 Mio. fm ein Umsatz von rund 4,3 Mrd. Euro erzielt.

Außenhandel

Vom österreichischen Einschlag gelangt 95 % zur Verarbeitung in Österreich. Holz und Holzprodukte im Wert von 4,15 Mrd. Euro wurden 2018 exportiert, während Holz im Wert von 2,48 Mrd. Euro importiert wurde (Grüner Bericht 2019). Es bleibt eine netto Außenhandelsbilanz von + 1,67 Mrd. Euro. Der Anteil an Holz und Holzprodukten hatte

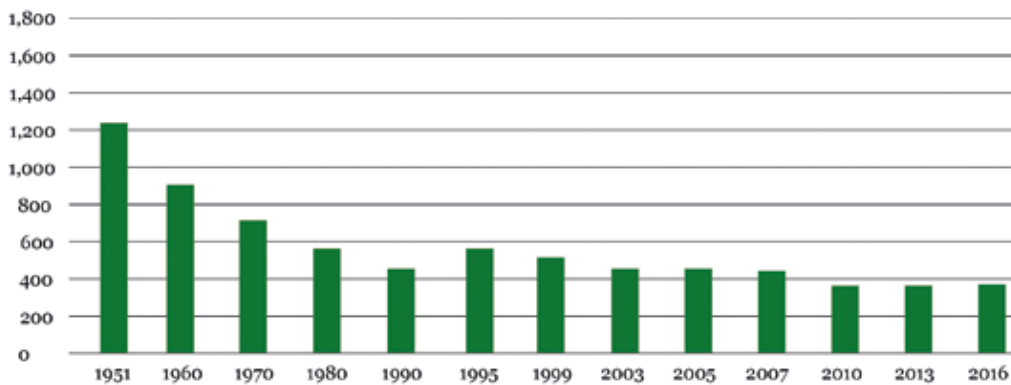


Abbildung 43: Entwicklung der land- und forstwirtschaftlichen Arbeitskräfte 1951-2016 gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (verändert nach Statistik Austria 2018)

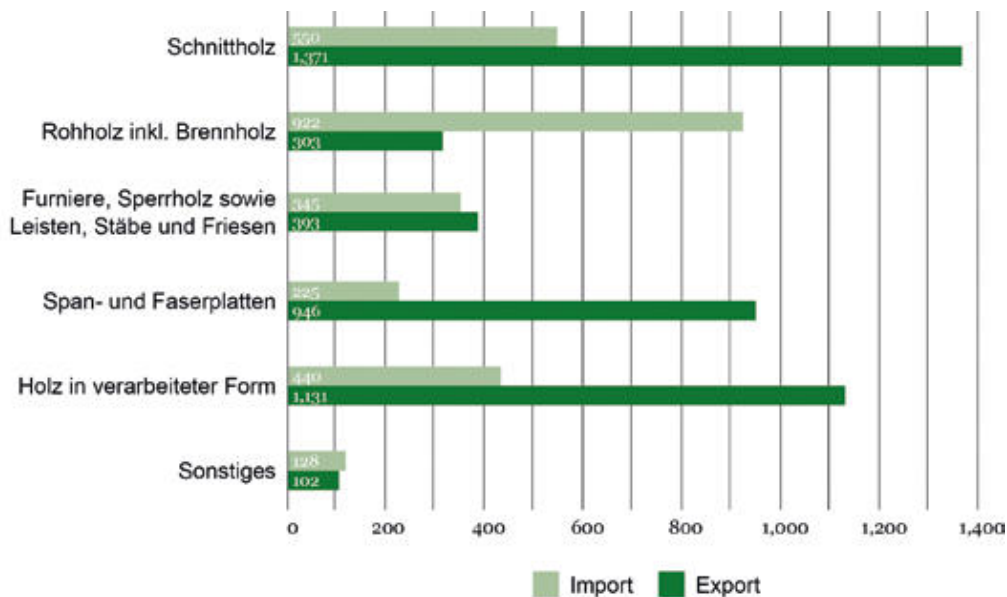


Abbildung 44: Der Außenhandel mit Holz 2018 (nach kombinierter Nomenklatur, verändert nach Statistik Austria 2019)

somit im Jahr 2018 einen Anteil von 2,7 % am gesamten österreichischen Exportvolumen von 150,01 Mrd. Euro (Außenhandelsstatistik der Statistik Austria in WKÖ 2019).

Einkünfte aus der Forstwirtschaft

Der Grüne Bericht 2019 zeigt, dass sich die Einkünfte der Forstbetriebe von 2017 auf 2018 um 10 % vermindert haben, obwohl der Einschlag in der letzten Dekade laut Österreichischer Waldinventur den höchsten Wert seit 1961 erreicht hatte. Auch von 2018 auf 2019 hat der Produktionswert des forstwirtschaftlichen Wirtschaftsbereiches um 11 % abgenommen.

Dies zeigt insbesondere die Anfälligkeit gegenüber Schadereignissen. Gerade 2018 war geprägt von Trockenheit und schwerwiegenden Kalamitäten (massenhafte Borkenkäfervermehrung).

Holzpreis und Erntemengen

Der Holzpreis ist eng an die Qualität und verfügbare Menge gekoppelt.

Laut Grünem Bericht betrug der Holzeinschlag 2018 in Summe 19,19 Mio. Efm. Dies lag mehr als 8 % über dem 10-jährigen und fast 9 % über dem 5-jährigen Durchschnitt. Der Anteil von Nadelholz ist leicht gestiegen (von 82,76 auf 83,6 %). Der Anteil von Schadholz durch Windwurf und Borkenkäfer ist stark gestiegen: Fast 52 % vom Jahreseinschlag war Schadholz. Insgesamt wurden 11,34 Mio. Efm im Kleinwald, 6,34 Mio. Efm in Forstbetrieben ab 200 ha Größe und 1,62 Mio. Efm auf ÖBf-Flächen eingeschlagen. Von der gesamten Erntemenge stellten 54 % Sägerundholz, 18,5 % Industrierundholz, 27 % Rohholz für die energetische Nutzung dar (12 % Brennholz, 15 % Waldhackgut).

Die Preise im Jahresdurchschnitt sind dabei von 2017 auf 2018 um 1,4 % gesunken. Sämtliche Blochholzsortimente mit Ausnahme der Fichte/Tanne (+0,3 %) und Buche (+6,5 %) verzeichneten Preisrückgänge. Die Preise für Brennholz stiegen leicht (0,8 % für weiches Brennholz, 0,6 % für hartes Brennholz). Mittelfristig gesehen wurde ein Preisindex von 107,1 ermittelt (Ausgangswert 100 im Jahr 2015). Insgesamt sinkt jedoch der Nettoerzeugerpreis seit 2014 kontinuierlich, während der Holzeinschlag stabil bis steigend ist.

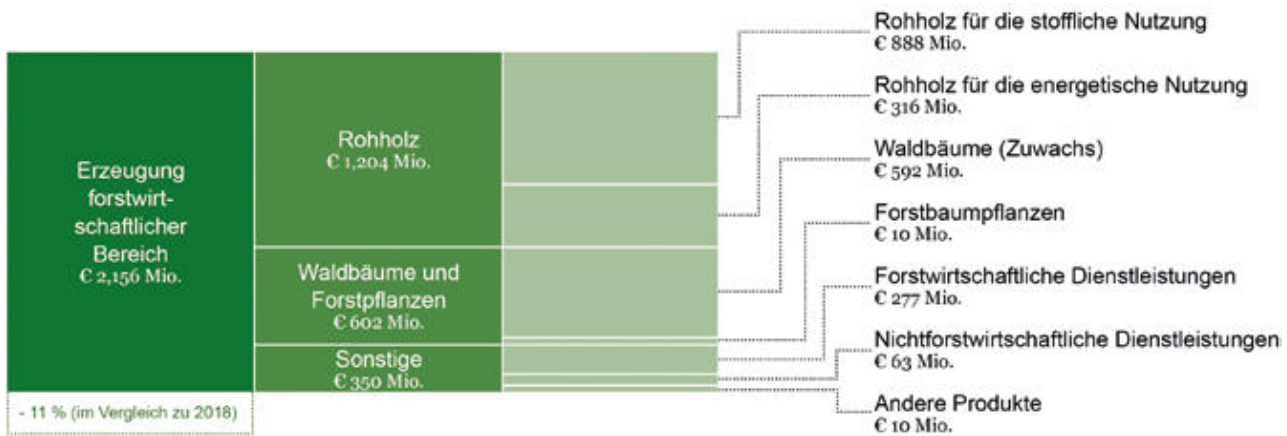


Abbildung 45: Zusammensetzung der forstwirtschaftlichen Produktion 2019 (verändert nach Statistik Austria 2020)

2.9 DIE ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN DES WALDES

Ökosystemleistungen werden als direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen angesehen, sie bringen als Leistungen und Güter dem Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen. Ökosystemleistungen beruhen auf ökologischen Prozessen und ökologischen Funktionen der verschiedenen Ökosysteme, wie beispielsweise Wälder. Diese Dienstleistungen der Natur befriedigen vielfältige menschliche Bedürfnisse.

Sie werden nach der international gebräuchlichen Klassifikation (vgl. MEA 2005, CICES 2019) in „versorgende“ Ökosystemleistungen (z. B. Nutzung von Biomasse wie Holz, Bereitstellung von Trinkwasser etc.), „regulierende“ Ökosystemleistungen (z. B. Schutz vor Lawinen durch Schutzwälder oder Speicherung von Kohlenstoff für den Klimaschutz), und „kulturelle“ Ökosystemleistungen (Erholungs- und Freizeiträume, Tourismus) eingeteilt.

Der ökonomische Wert dieser Ökosystemleistungen ist jedoch nicht einfach zu bestimmen, da es sich vielfach um „nicht-marktliche“ Leistungen handelt. Dies bedeutet, dass etliche Ökosystemleistungen nicht auf angebots- und nachfrageorientierten Märkten gekauft werden können. Daher haben sie auch keinen Marktpreis, der über den Wert und die

Knaptheit des Gutes Auskunft geben könnte. Der Wert der Ökosystemleistungen wird daher über andere Methoden, wie kostenbasierte Verfahren oder Zahlungsbereitschaft, ermittelt. So kann der Wert der Schutzwirkung eines Waldes vor Lawinen über die Kosten der Errichtung künstlicher Schutzbauten, welche dieselbe Funktion erfüllen würde, abgebildet werden. Die Ergebnisse dieser Bewertungen sind als „Wertschätzungen“ für den Erhalt oder die Weiterentwicklung der Leistungen von Ökosystemen zu bezeichnen und werden in Geldeinheiten ausgedrückt, um sie sichtbar und vergleichbar zu machen und in ihrer Größenordnung darzustellen.

Für den österreichischen Wald wurde ein Inventar an relevanten Ökosystemleistungen erstellt (vgl. Götzl et al. 2015). Der österreichische Wald trägt mit folgenden Leistungen zur allgemeinen Wohlfahrt bei:

- Erhalt der Biodiversität auf Ebene von Arten, Lebensräumen und Landschaften insbesondere in Wäldern, die durch eine hohe Naturnähe, einen hohen Totholzanteil oder eine geringe Fragmentierung charakterisiert sind
- Unterstützung der Bestäubung von forst- und landwirtschaftlichen Kulturen durch Wälder, die Bestäuberorganismen als Habitat dienen
- Verbesserung der Wasserqualität und der Wasserverfügbarkeit bei nutzbarem Grundwasser
- Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und der Bodenfunktionen durch (naturnahe) Waldgesellschaften
- Speicherung von Kohlenstoff in lebender Waldbiomasse, Totholz sowie im Boden und damit einhergehende Reduktion der Treibhausgasemissionen
- Regulierung des Mikroklimas durch Temperatur- und Feuchtigkeitsausgleich, insbesondere in stadtnahen Gebieten wie dem Wienerwald
- Verbesserung der Luftqualität durch Filter- und Senkenfunktion für Luftschadstoffe
- Schutzleistung vor gravitativen Naturgefahren wie Lawinen, Muren und Steinschlag durch intakte Wälder

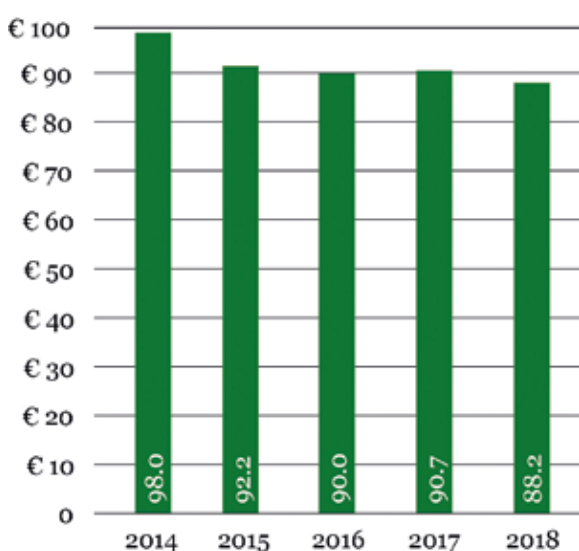


Abbildung 46: Entwicklung des Holzpreises (Erzeugermettelpreis in Euro je Festmeter) am Beispiel der Fichte und Tanne der Stärkeklasse 2b (verändert nach Statistik Austria 2020)

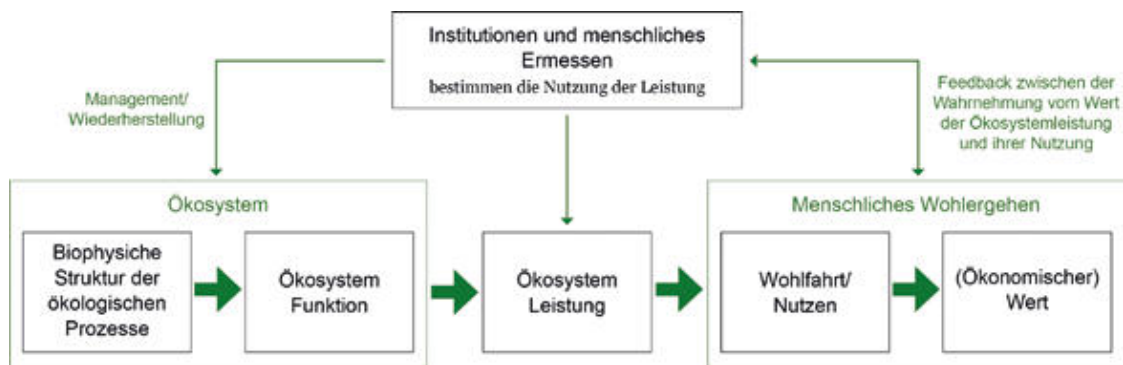


Abbildung 47: Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen (Quelle: Getzner & Schneider (2019 [eigene Darstellung nach de Groot et al. (2010) sowie Haines-Young & Potschin (2010)]).

- Schutz vor Hochwässern durch überflutbare Waldflächen (Retentionsräume) sowie durch Reduktion des Oberflächenabflusses
- Bereitstellung von Holz als Baustoff, Energieträger und Grundstoff für weiterverarbeitende Industrie
- Jagdwirtschaftliche Nutzung von Wildtieren zur Versorgung mit Wildbret
- Beitrag des Waldes zur touristischen Nutzung und Wertschöpfung
- Beitrag des Waldes zur Steigerung des Wohlbefindens (Erholungsnutzung), etwa durch Naturbeobachtung oder die Ruhe im Wald

Die Wasserversorgung der Bundeshauptstadt Wien ist ein Beispiel, bei dem die Bedeutung der Ökosystemleistungen des Waldes sichtbar wird. Der Wasserbedarf Wiens wird großteils über Hochquellleitungen aus niederösterreichischen und steirischen Kalkgebirgen (Hochschwab, Rax, Schneeberg und Schneealpe) gedeckt. Im Einzugsgebiet der Hochquellleitungen wird alles darangesetzt, den Quellschutz durch naturnahe Waldbewirtschaftung zu gewährleisten. In diesen Wäldern hat die Ökosystemleistung des Erhalts und der Verbesserung der Wasserqualität und

Wasserverfügbarkeit Vorrang, während der Holzertrag in diesem Bereich in den Hintergrund tritt.

In einer Studie über die Ökosystemleistungen der Wälder der Österreichischen Bundesforste (ÖBf) wurden drei Bewirtschaftungsszenarien analysiert (Getzner et al. 2019). Die Studienergebnisse zeigen, dass die monetär relevantesten Ökosystemleistungen für die Wälder der ÖBf der Schutz der Biodiversität, die Naherholung, die Bereitstellung von Naturlandschaft für den Tourismus, die Holzproduktion und der Schutz vor gravitativen Naturgefahren sind. Die Studie zeigt, dass sich bei Szenarien mit naturnäherer Bewirtschaftung und Intensivierung der Naturschutzanstrengungen der ökonomische Wert der Holzproduktion zwar verringert, dies aber um ein Vielfaches durch den Wohlfahrtsgewinn bei anderen Ökosystemleistungen (insbesondere Schutz der Biodiversität, Erholungsleistungen, Erosionsschutz, Speicherung von Kohlenstoff) aufgewogen wird. Somit sind Managementmaßnahmen, die den Naturschutz und eine naturnahe Waldbewirtschaftung forcieren, auch unter Einbeziehung der Reduktion der Holzproduktion, mit wesentlichen volkswirtschaftlichen Nutzeneffekten (Wohlfahrtsgewinnen) verbunden. Die Studie belegt somit anhand des Konzepts der Ökosystemleistungen die Vorteile einer naturnahen Waldbewirtschaftung¹.

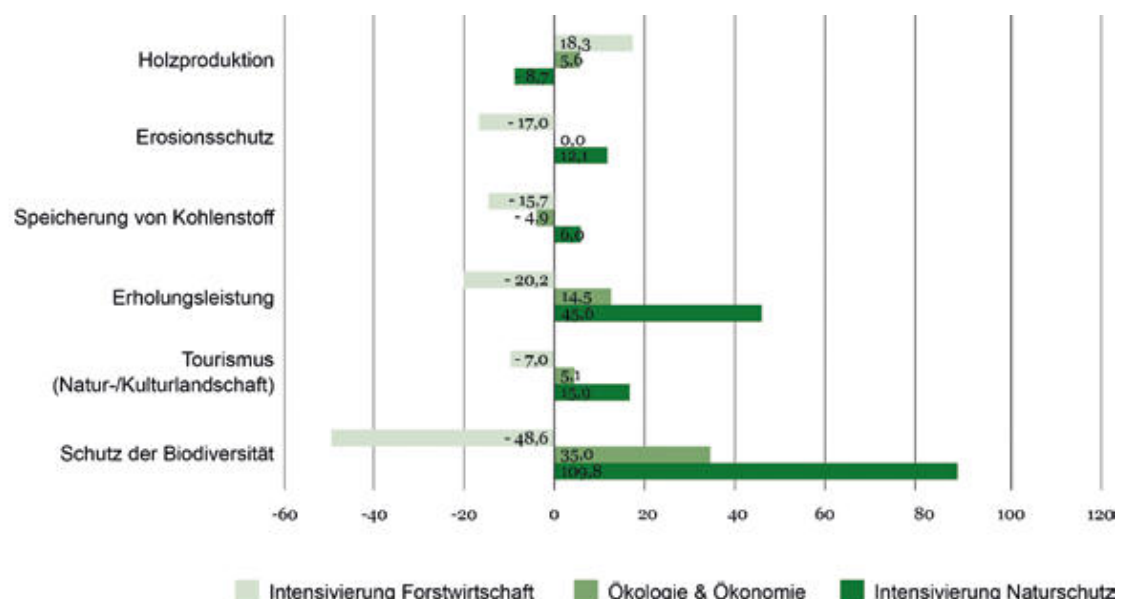


Abbildung 48: Änderung der Ökosystemleistungen von drei möglichen Bewirtschaftungsszenarien gegenüber dem Status Quo für die Österreichische Bundesforste AG. (verändert nach Getzner & Kirchmeir 2020)

¹ Zu beachten ist, dass eine einfache Übertragung der Studienergebnissen auf andere Flächen nicht möglich ist, da das Studiendesign ausschließlich auf die ÖBf-Flächen fokussiert.

3 WALD IM WANDEL – WIE GEHT ES DEM WALD IN DER KLIMAKRISE?

Der Wald verändert sich laufend und hat sich auch während der Abfolgen von Warm- und Eiszeiten kontinuierlich verändert. Der gegenwärtige rasche Klimawandel bedeutet vermutlich große Veränderungen für den Wald in Österreich. Die mitteleuropäischen Waldökosysteme sind aufgrund ihres langen Entwicklungszyklus grundsätzlich anfällig für die Folgen des Klimawandels. Der Wald spielt in der Entwicklung der Klimakrise allerdings auch eine aktive Rolle: durch Übernutzung kann er zur Kohlenstoffquelle, aber bei entsprechendem Schutz auch zur Kohlenstoffs Senke werden.

Klimawandelszenarien

Der Klimawandel wirkt sich massiv auf Gesellschaft und Umwelt aus. Die regionalen Effekte sind jedoch höchst unterschiedlich. In den letzten Jahren wurden daher vielfältige Modelle und Szenarien berechnet, um die Bandbreite der möglichen Veränderungen abzubilden.

Die Ergebnisse des Projekts „ÖKS 15, Klimaszenarien für Österreich“ das gemeinsam von der ZAMG, des Wegener Center für Klima und Globalen Wandel und der Universität Salzburg durchgeführt wurde, umfassen verschiedene Szenarien und Klimamodelle für die österreichischen Bundesländer bis zum Jahr 20100 (ÖKS 2016). Die Ergebnisse zeigen wahrscheinliche Veränderungen anhand eines „business-as-usual“ Szenarios (RCP 8.5) und eines Klimaschutz-Szenarios (RCP 4.5) in einem österreichischen Kontext auf (ÖKS 2016). Alle Modelle prognostizieren signifikante Anstiege der saisonalen und jährlichen Mitteltemperaturen (zwischen 1,3 und 4,0 °C). Die erwartete Erwärmung ist im Westen und Süden sowie im Winter am höchsten. Zudem wird eine Erhöhung der Hitze- und Sommertage vor allem im Alpenvorland, dem Flach- und Hügelland, der Südoststeiermark, in Vorarlberg sowie dem Klagenfurter Becken erwartet. Analog dazu nehmen die Heiz- und Frost- und Eistage, vor allem im Alpenraum, ab. Die Szenarien sehen dies als relativ kurzfristigen Effekt. Auch die Anzahl der Frost-Tau-Wechseltage wird sich, regional unterschiedlich, stark verändern.

Die Modelle, die in der Ermittlung der Klimaszenarien erstellt wurden, rechnen mittel- bis langfristig mit einer

Verlängerung der Vegetationsperiode in Gesamtösterreich von durchschnittlich 20 Tagen. Besonders spürbar wird dies entlang des Alpenhauptkamms und des nördlichen Alpenvorlandes. Der Frühling beginnt also früher, der Winter später.

Niederschläge weisen eine sehr hohe räumliche und zeitliche Variabilität auf und sind wesentlich schwieriger zu prognostizieren. Während generell mit einer Zunahme an Extremereignissen und starken regionalen Veränderungen in der Niederschlagsmenge und Verteilung gerechnet wird (APCC 2014), gibt es hier nach wie vor Unklarheiten. Gesichert ist nur, dass es Veränderungen gibt.

Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation und den Wald

Die durch den Klimawandel verursachte Erwärmung und die Veränderung der Niederschlagsmengen und Verteilungen wird auch an den Wäldern Österreichs nicht spurlos vorübergehen. Die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität sind aber generell schwer zu prognostizieren (APCC 2014).

Veränderung der Wuchsbedingungen

Simulationen legen nahe, dass artenreiche Laubwaldtypen ihr potenzielles Verbreitungsgebiet vergrößern werden (Kienast et al., 1998; Lexer et al. 2002) und ein wärmeres und trockeneres Klima die Biomasseproduktivität der Wälder beeinflusst (APCC 2014). Vor allem in den Berglagen und in Regionen, in denen der Niederschlag zunehmen wird, wird mit verbesserten Wuchsbedingungen gerechnet, während in den östlichen und nordöstlichen Tieflagen sowie inneralpinen Becken die Produktivität aufgrund von Trockenstress rückläufig sein wird (APCC 2014). Schon ab einer Temperaturerhöhung von nur einem 1°C werden Laubbäume gegenüber Nadelbäumen konkurrenzfähiger. Dies spielt vor allem in fichtendominierten Lagen eine Rolle und wird vermutlich auch zu einer deutlichen Erhöhung des Laubwaldanteils in Höhenlagen über 1.000 m Seehöhe führen (APCC 2014).

Vor allem in Gebirgslagen wird mit erhöhter Biomasseproduktivität durch höhere Temperaturen und damit verbunden längeren Vegetationsperioden gerechnet. Bereits der Hitzesommer 2003 zeigte, dass Hochlagen im Zuwachs profitieren, aber in Mittel- und Tieflagen aufgrund von Hitze- und Trockenstress Wachstumsrückgänge auftraten (Jolly et al. 2005 in APCC 2014). Da durch erhöhte Temperaturen auch mehr Wasser durch Evapotranspiration verdunstet, steigt gleichzeitig das Risiko von Trockenstress, wenn zu höheren Temperaturen auch gleichbleibende oder rückläufige Niederschlagsmengen hinzukommen (Rebetez, Dobertin 2004, in APCC 2014). Studien stellten aber ebenso fest, dass es bei der Biomasseproduktion von Ökosystemen ein Maximum gibt: Das Brutto-Photosyntheseoptimum liegt bei unter 30 °C. Darüber stellen die meisten europäischen Baumarten ihr Wachstum ein (APCC 2014).

Zeitlich begrenzt kann ein höherer CO₂-Gehalt durch CO₂-Düngung das Baumwachstum sogar beschleunigen. Nach einer gewissen Zeit passen sich die Bäume jedoch daran an und zeigen keinen verstärkten Zuwachs mehr (Bader et al. 2013).

Reaktionsgeschwindigkeit

Baumarten sind aufgrund ihrer langen Generationszyklen besonders anfällig für Klimawandelfolgen. Ökosysteme wie Moore und altholzreiche Wälder sind aufgrund ihrer langen

Entwicklungsdauer demnach ebenso gefährdet wie die Lebensräume oberhalb der Waldgrenze. Durch die Verschiebung der Waldgrenze werden die alpinen Rasengesellschaften in höhere Zonen gedrängt, wo jedoch die Bodenentwicklung noch nicht weit fortgeschritten ist oder überhaupt die verfügbaren Flächen fehlen, da die Berggipfel schon erreicht werden. Allgemein wird im heute nadelholzdominierten Bergwald durch die zunehmende Konkurrenzkraft von Laubböhlern, wie z. B. Buche und Bergahorn, die Baumartenvielfalt vergrößert. Ein weiterer Faktor sind Neobiota, die sich beim prognostizierten Temperaturanstieg verstärkt ausbreiten und sich dadurch nicht abschätzbare Veränderungen in den bestehenden Lebensgemeinschaften ergeben können (APCC 2014). Im Waldbereich sind hier Baumarten wie Götterbaum, Eschen-Ahorn oder Robinie relevant.

Verschiebung von Arten

Eine Vielzahl von Studien und Simulationen prognostiziert eine generelle Verschiebung der natürlichen Baumartenkombination von Nadelbäumen hin zu Laub(misch)wäldern. Die Buche breitet sich weiter aus, während zugleich vor allem die Fichte, die derzeit häufigste Baumart der Forstwirtschaft, massiv unter Stress kommt. Voraussichtlich werden weite Gebiete Oberösterreichs, Niederösterreichs, der Steiermark und des Burgenlandes für die Fichte vollkommen ungeeignet (siehe Abbildung 49). Die Fichte wird somit von den Standorten

Fichte: Veränderung von Stress im Klimawandel unter Berücksichtigung von Störungen durch Borkenkäfer

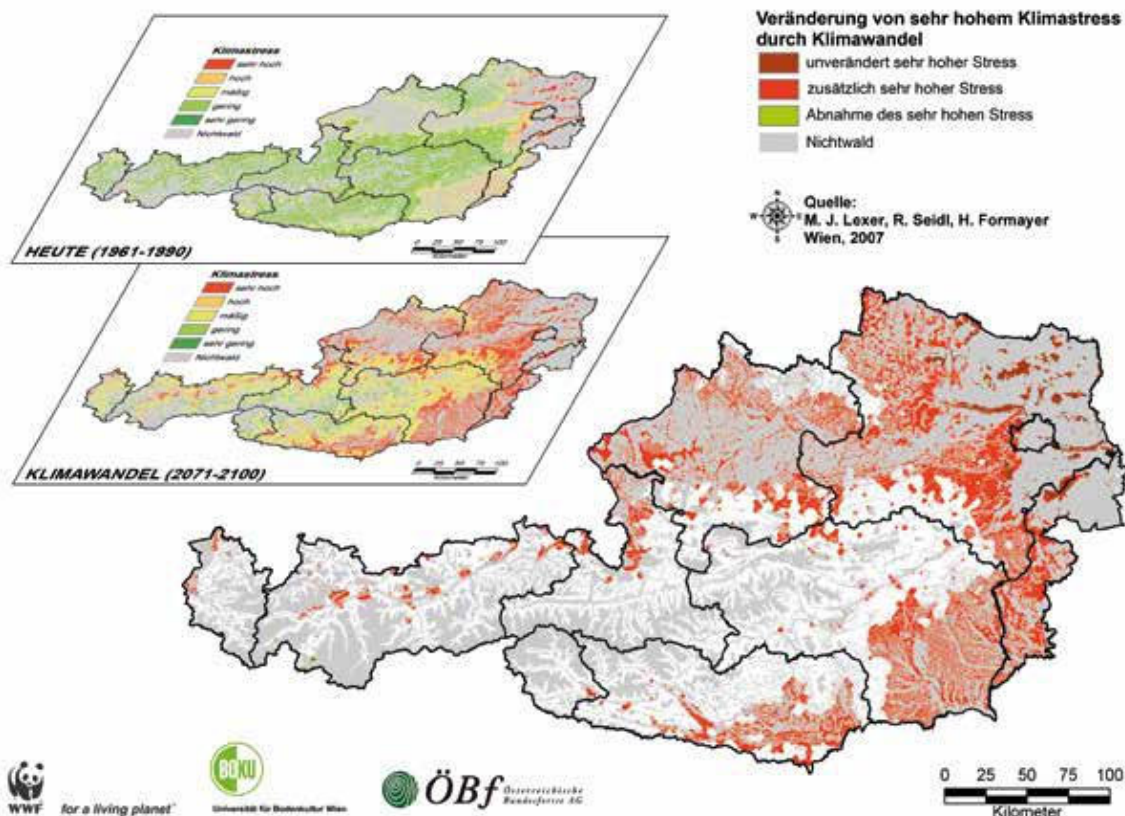


Abbildung 49: Klimastresskarte für die Fichte unter Berücksichtigung von Klimaänderungsszenarien und Fichtenborkenkäfer (Lexner et al. 2007)

verdrängt, an die sie der Mensch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes gebracht hat. Die waldbaulichen Fehler der vergangenen Jahrzehnte rächen sich zunehmend. Die Baum- und Waldgrenze wird sich nach oben verschieben.

Diese Verschiebung wird bereits sichtbar: Waldschäden durch Wind und Borkenkäfer haben in Europa in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen (Schelhaas et al. 2003). Schmalz und Weiß 2020 haben einen deutlichen Zusammenhang zwischen sekundären Nadelwaldbeständen und einer gesteigerten Schadenshäufigkeit für den Südkärntner Raum nachgewiesen.

Waldbewirtschaftung im Klimawandel: CAREFORPARIS

Wald, Waldbewirtschaftung und Klimawandel sind untrennbar miteinander verbunden. Um Klimaveränderungen und mögliche Anpassungsstrategien abschätzen zu können, wurden im Projekt CAREFORPARIS in Zusammenarbeit von BFW, BOKU, Wood K plus und dem Umweltbundesamt verschiedene Szenarien und Entwicklungen bis ins Jahr 2150 untersucht (BFW 2020a). Schwerpunkte des Projektes sind die Treibhausgasbilanz des Waldes, die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) von Holzprodukten und die Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Holzprodukten. Untersucht wurde, was passiert, wenn die Temperatur moderat ansteigt (Szenario 1), stark ansteigt (Szenario 2) und wenn die Temperatur stark ansteigt und gehäuft Schadereignisse im Wald auftreten (Szenario 3).

Die Ergebnisse für Szenario 1 zeigen, dass der Wald bei einer moderaten Erwärmung und unveränderter Waldbewirtschaftung verstärkt Kohlenstoff speichert, während in den Szenarien 2 und 3 der Wald durch verschlechterte Wuchsbedingungen und Schadereignisse sogar zur Kohlenstoffquelle werden würde. Bleibt der Klimawandel in einem geringen Bereich, in dem die Waldbestände sich anpassen und stabil bleiben, kann der Wald weiterhin eine Kohlenstoffsänke darstellen. Werden aber die globalen Klimaziele verfehlt und verändern sich die Bewirtschaftungsweise, droht dieser Studie zufolge sogar eine weitere Verstärkung des Klimawandels.

Daher untersuchte CAREFORPARIS verschiedene Anpassungsstrategien:

- Umtriebszeitverkürzung: Dies würde den Holzvorrat und den damit gespeicherten Kohlenstoffvorrat verringern.
- Baumartenwechsel: Die Studie geht davon aus, dass bei einer Forcierung von Laubwaldarten der Holzvorrat zwar gleichbleibt, aber die Nutzung von Holzprodukten, die stark auf Nadelhölzern basiert, zurückgeht. Dadurch

könnte der Anteil, des in langlebigen Holzprodukten gespeicherten Kohlenstoffes sinken.

- Nutzungsreduktion: Die stärksten Effekte zeigen sich bei einem moderaten Aufbau des Holzvorrates durch geringere Nutzung. Wird allerdings weniger Holz genutzt, kommt es zu einem Rückgang der Substitution von fossilen Energieträgern bzw. es kommt zu einem stärkeren Einsatz von Stoffen mit hohem Treibhausgasemissionseffekten (z.B. mehr Beton oder Aluminium statt Holz als Baustoff).

Der österreichische Wald, dessen Bewirtschaftung und die Holzprodukte daraus spielen eine wichtige Rolle in der Treibhausgasbilanz, die Senkenwirkung, also die Speicherung von Kohlenstoff, ist jedoch zeitlich begrenzt. Basierend auf den Ergebnissen der Modellierung entlang der Zeitachse bis 2150 wird in der Studie angenommen, dass bei einer Klimaerwärmung der Wald in jedem Szenario früher oder später zur Nettoquelle wird und somit mehr Kohlenstoff in die Atmosphäre abgibt als er speichert.

Die Holzverwendung leistet durch einen geringeren ökologischen Fußabdruck einen positiven Beitrag zur Klimabilanz. Eine wesentlicher Einflussfaktor ist dabei die jeweilige Nutzungsdauer der Holzprodukte. Durch eine geringere Holznutzung würden aber verstärkt Ersatzprodukte, die auf fossilen Rohstoffen basieren, nachgefragt werden und so wiederum kontraproduktiv wirken.

Die Studie kommt zum Schluss, dass ein verstärkter Klimawandel und erforderliche Klimawandelanpassungen, die Treibhausgase-Wirkung des waldbasierten Sektors unweigerlich verschlechtern und daher Klimaschutz und die Einhaltung der Pariser Klimaziele die „beste Maßnahme zur Klimawandelanpassung“ sind.

Zwei Rahmenbedingungen, die in der CAREFORPARIS Studie herangezogen werden, sollten inhaltlich noch einmal zur Diskussion gestellt werden:

1. Es wird immer davon ausgegangen, dass der Wald langfristig keine Kohlenstoffsänke darstellt. Das mag stimmen, wenn dem Wald ein Großteil des im Holz gespeicherten Kohlenstoff durch die Nutzung entzogen wird. Ellenberg (1995) hat aber für den Buchenwald in seiner Ökosystemstudie die Annahme entwickelt, dass bis zu 5% des gebundenen Kohlenstoffes in Form von Dauerhumus im Boden langfristig gespeichert wird. Das wird durch die Tatsache belegt, dass Waldböden höhere Kohlenstoffanteile speichern als die lebende Waldbiomasse. Diese Kohlenstoffmengen im Boden haben sich in relativer kurzer Zeit seit der letzten Eiszeit angereichert.
2. Der Ressourcenbedarf an Energie und stofflichen Produkten (Möbel, Baustoffe etc.) wird als gleich bleibend/konstant angenommen. Durch eine Steigerung

der Lebensdauer von stofflichen Holzprodukten oder der Senkung des Energiebedarfes durch Effizienzsteigerungen und Verhaltensänderungen könnte (und sollte) der Bedarf gesenkt werden. Ebenso könnte

Holz sowohl im energetischen als auch im stofflichen Bereich durch Alternativen ersetzt werden, die einen noch niedrigeren Treibhausgasemissionen haben als Holz (z.B. Solar-, Windenergie, Stein).

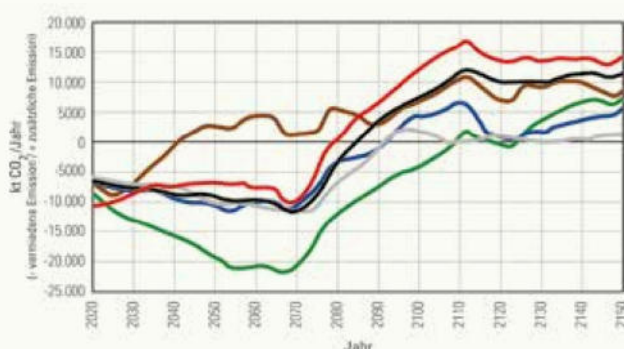


Abbildung 50: Jährliche Emission (+) oder Senke (-) durch Wald unter Berücksichtigung des Holzprodukteteils in den Szenarien (Weiß et al. 2020 in BFW 2020a)

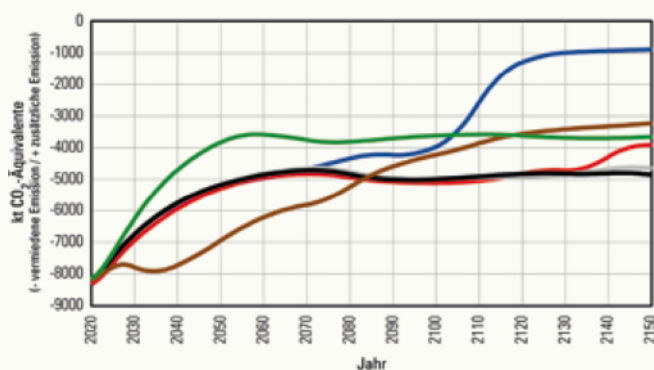


Abbildung 51: Jährlich vermiedene Treibhausgas-Emissionen der stofflichen Holznutzung in den Szenarien (Fritz & Pölz 2020 in BFW 2020a)

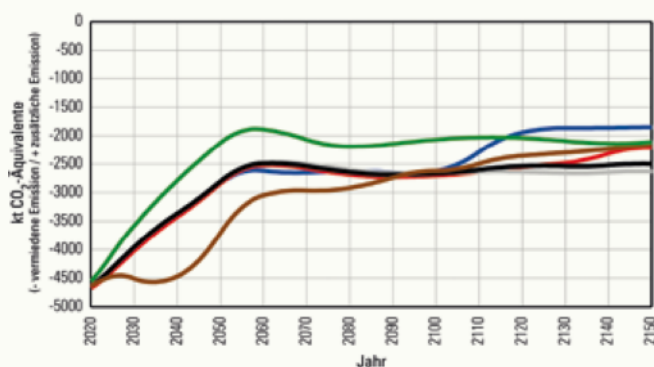


Abbildung 52: Jährlich vermiedene Treibhausgas-Emissionen der energetischen Holznutzung in den Szenarien (Fritz & Pölz 2020 in BFW 2020a)

Blick auf die Schlüsselergebnisse der CareforParis Studie

Die Ergebnisse der CAREFORPARIS Studie (BFW 2020a) zeigen, dass im Wald und in Holzprodukten große Mengen an Kohlenstoff gebunden werden. Die erste Abbildung zeigt, dass bis circa zum Jahr 2110 das Szenario „Vorratsaufbau“ den stärksten Senkeneffekt aufweist, bevor der Wald zur Nettoquelle wird. Die stärksten stofflichen und energetischen Substitutionseffekte hingegen treten im Szenario „Umtriebszeitverkürzung“ auf. Selbst wenn im Szenario „Vorratsaufbau“ die zusätzlichen Substitutionseffekte für energetische (Abbildung 51) und stoffliche (Abbildung 52) Nutzung, mitberücksichtigt werden, weist dieses Szenario den höchsten Gesamtsenkenwert für die nächsten 20-90 Jahre auf. Im Szenario „Vorratsaufbau“ ergibt sich eine Senkenwirkung unter Berücksichtigung der Waldbiomasse, der Holzprodukte sowie der energetischen und stofflichen Substitution von rund -24.000 kt CO_{2-eq}/Jahr im Jahr 2040, rund -27,000 kt CO_{2-eq}/Jahr im Jahr 2070 und noch immer knapp -10,000 kt CO_{2-eq}/Jahr im Jahr 2100. Im Vergleich dazu ist die Senkenwirkung im Szenario Umtriebszeitverkürzung deutlich geringer (2040: ca. -12.500 kt CO_{2-eq}/Jahr; 2070: ca. -8.000 kt CO_{2-eq}/Jahr und 2100: ca. +500 kt CO_{2-eq}/Jahr). Die anderen Szenarien liegen zwischen diesen beiden Extremen. Die stärksten Senkeneffekte treten also bis zum Jahr 2100 auf, bevor sich die Kurven angleichen. Dies ist insbesondere von Bedeutung, da im Hinblick auf den Klimawandel gerade die nächsten 20-50 Jahre entscheidend sind.

3.1 STÖRUNGEN IM WALD - WALD UND UMWELT IM WANDEL

Durch den Klimawandel wird ein intensiver werdendes Störungsregime aus abiotischen und biotischen Störungsfaktoren prognostiziert (APCC 2014, Thom & Seidl 2016): Stürme, Spät- und Frühfröste, Nassschneeeignisse, regional konzentrierte Niederschlagsereignisse, aber auch Waldbrände in Folge langer Trockenperioden dürften höhere Schäden in den Wäldern verursachen als bisher. Bei den biotischen Störungsfaktoren wird eine Zunahme wärmeabhängiger Arten vorausgesagt, wodurch Massenvermehrungen von forstlichen Schadinsekten (Borkenkäfer) vor allem die Fichtenbestände reduzieren dürften. Studien über den Einfluss von Störungsereignissen auf den Wald finden sich in Nordamerika zwar zahlreicher als in Europa. Die Zahl der Studien steigt aber auch in Europa, was die Erwartung widerspiegelt, dass Störungen zunehmend eine Rolle spielen werden. Während in Nordamerika Borkenkäfer (70 %) und Feuer (69 %) die häufigsten Schadereignisse in Wäldern sind (sie kommen auch oft in Kombination vor), zählen in Europa in der borealen und gemäßigten Zone Windwürfe zu den häufigsten Störungsereignissen, oft gefolgt von Borkenkäferkalamitäten. Thom & Seidl (2016) haben in einer breiten Literaturarbeit über 800 Störungsereignisse und ihre Auswirkung auf Biodiversität und Ökosystemleistungen (Holzproduktion, Primärproduktion, Trinkwasserbereitstellung, Schutzfunktion, Erholung, Kohlenstoffspeicherung, Albedo, Jagdbares Wild) durchgeführt. Zirka ein Fünftel ihrer Fallbeispiele stammen aus Europa (190 Fälle), die allermeisten zum Thema Feuer, obwohl dieses in den Laubwäldern Mitteleuropas nur eine untergeordnete Rolle als Störung spielt.

In der Studie konnte ein eindeutig positiver Zusammenhang zwischen Störungsereignissen und der Zunahme von Biodiversität aus den ausgewerteten Studien abgeleitet werden, während eine negative Korrelation mit den meisten Ökosystemleistungen vorliegt. Wird das Schadholz nach Windwürfen, Feuer oder Käferkalamitäten aufgearbeitet, ist die positive Wirkung auf die Biodiversität etwas geringer. Es ließ sich aus den ausgewerteten Studien aber kein statistisch signifikanter Trend ableiten. Die Autoren sprechen daher von einem Störungsparadox: einerseits hat die Störung positive Auswirkungen auf die Biodiversität, andererseits ergeben sich aus den Störungen negative Auswirkungen auf die meisten Ökosystemleistungen. Etliche Langzeitstudien weisen auch darauf hin, dass sich insbesondere die Wirkung auf die Ökosystemleistungen nach der Störung im Laufe der Zeit deutlich ändert. So zeigt das Beispiel eines borealen Nadelwalds in Ontario eine deutliche Erhöhung des gesamten gespeicherten Kohlenstoffs zwischen 29–140 Jahre nach dem Störungsereignis gegenüber dem ungestörten Referenzstandort.

Während in den borealen Nadelwäldern großflächige Störungen typisch sind, überwiegen in mitteleuropäischen

Laub(Misch-)wäldern kleinflächige Störungen. Zahlreiche Studien belegen, dass in Buchenwäldern vorwiegend kleine Störungsereignisse (<200 m²) auftreten und für die natürliche Entwicklungsdynamik in Buchenurwäldern typisch sind (Rugani et al. 2013; Tabaku & Meyer 1999; Zeibig et al. 2005). Große Lücken (>1.000 m²) sind selten, können aber durchaus auftreten (Pontailier et al. 2007), Lücken über 5.000 m² fehlen praktisch (Hobi et al. 2015). Durch dieses kleinflächige Störungsmuster sind im Buchenurwald die unterschiedlichen Entwicklungsstadien sehr eng nebeneinander zu finden (Piovesan et al. 2005).

In Urwäldern der gemäßigten Zone liegt die Störungsrate bei 0,5–2 % der Fläche (Picket & White 1985), bei Buchenwäldern eher im unteren Bereich der Schwankungsbreite (0,5–1 % Henbo et al. 2004).

Diese Ergebnisse aus der Urwaldforschung belegen, dass menschliche Nutzungseingriffe, die über 0,2 ha liegen, keineswegs dem natürlichen Störungsregime in Buchenwäldern entsprechen. Zudem verbleibt bei einer natürlichen Störung, selbst bei Waldbränden, ein großer Teil der Biomasse als Totholz vor Ort, während es bei der Holznutzung entfernt wird und durch den Transport Verletzungen des Oberbodens und Bodenverdichtungen auftreten, die bei natürlichen Störungen seltener oder auf kleine Flächen (z. B. auf die Wurzelteller geworfener Bäume) beschränkt sind.

Bei der Aufarbeitung von Windwürfen kann aufgrund der ungeordnet und unter Spannungen stehenden liegenden Bäume oft kein waldbodenschonender Abtransport gewährleistet werden und Fahrspuren von Schleppern, Forwardern oder Harvestern führen zu einem verstärkten Risiko der Bodenerosion. Das Holz eines aufgearbeiteten Windwurfs ist meist geringwertig, da gebrochen oder gesplittet, und die Erntekosten sind extrem hoch. Oft braucht es die Unterstützung der öffentlichen Hand, und trotzdem können mit den geringen Erlösen oft nicht einmal die Aufforstungskosten abgedeckt werden. Würde man das geworfene Holz zumindest in Laub- und Laubmischwäldern mit geringem Borkenkäferisiko auf der Fläche belassen, hätte dies positive Effekte für die Biodiversität: es gewährleistet einen Schutz gegen Erosion und Schneedruck und bietet oft eine natürliche Barriere gegen den Wildverbissdruck. Durch die Beschattungseffekte der geworfenen Bäume trocknet der Oberboden weniger aus und bildet bessere Keimbedingungen für die Verjüngung als eine geräumte Kahlfläche.

Ein Problem beim Belassen des Holzes auf den Windwurfflächen ist die potenzielle Ausbreitung von Borkenkäfern. Der Effekt, dass sich der Borkenkäfer nach Windwurfereignissen stark ausbreitet, war bei den großen Sturmschäden der letzten Jahre deutlich erkennbar. Besonders davon betroffen sind künstliche Fichtenreinbestände in den Tieflagen. Durch die Klimaerwärmung sind zunehmend auch Nadelbestände in den Hochlagen einem erhöhten Risiko ausgesetzt.

3.2 SCHÄDLINGE AKTUELL UND IN ZUKUNFT

Durch den Klimawandel wird es zu tiefgreifenden Veränderungen der Waldökosysteme kommen, insbesondere dort, wo Arten in Wechselbeziehungen zueinanderstehen, wie z. B. Waldbäume und die an ihnen vorkommenden Schadorganismen (Petercord et al. 2009). Zu diesen als „Forstschädlinge“ bezeichneten Arten zählen Insekten wie verschiedene Borkenkäfer- und Schmetterlingsarten, aber auch Milben, Pilze, Viren oder Bakterien. Besonders große Auswirkungen auf den Zustand und die Entwicklung der heimischen Wälder hat die Gruppe der Borkenkäfer. Es gibt viele Borkenkäferarten, welche verschiedene Baumarten befallen, wie etwa den Großen zwölzfährigen Kiefernborkekäfer (*Ips sexdentatus*) oder den Großen achtzährigen Lärchenborkekäfer (*Ips cembrae*). Aufgrund der weiten Verbreitung der Fichte sind in Österreich der Buchdrucker (*Ips typographus*) und der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*), die beide an der Fichte vorkommen, die Arten mit dem größten Schadpotenzial.

In natürlichen Ökosystemen gibt es zwischen den Schadorganismen und den Bäumen ein dynamisches Gleichgewicht. Durch falsche Standortwahl bei Aufforstungen, aber auch durch die rasche Klimaänderung, gerät dieses Gleichgewicht jedoch zunehmend ins Wanken.

Ein Blick auf die Schadstatistik zeigt, dass die Borkenkäferkalamitäten sich seit Anfang der 1990er Jahre deutlich erhöht haben. Im Jahr 2017 wurde mit bundesweit 3,5 Mio. Festmetern an Schadholzanfall durch Borkenkäfer ein neuer Höchstwert erreicht (Hoch & Perny 2018). Im Folgejahr verschärfte sich die Situation erneut, weshalb im Jahr 2018 insgesamt über 5 Mio. Festmeter an Borkenkäfer-Schadholz zu verzeichnen waren (Hoch & Perny 2019), was etwa einem Viertel der gesamten Holzernte in Österreich entspricht.

Doch warum kommt es zu derart hohen Schäden und zu solch hohen Steigerungen? Ist dieser Schadensanstieg bereits ein Vorbote von künftigen Entwicklungen? Untersuchungen zeigen, dass der Borkenkäfer mit hoher Wahrscheinlichkeit vom Klimawandel profitieren wird. Höhere Temperaturen ermöglichen Borkenkäfern nämlich eine schnellere Entwicklung. So kann der Buchdrucker bereits heute in tieferen Lagen drei Generationen und in höheren Lagen häufig noch zwei Generationen pro Jahr ausbilden, wodurch das Vermehrungspotenzial dieser Art massiv erhöht wird und folglich der Befallsdruck auf die Fichtenbestände deutlich steigt (Hoch & Perny 2019; Hoch, Putz & Krehan 2017). Insbesondere in der kollinen bis submontanen Höhenstufe ist deshalb mit großen Ausfällen bei der Fichte zu rechnen (APCC 2014). Während sich die Bedingungen für den Buchdrucker durch den Klimawandel verbessern dürften, wird die Abwehrfähigkeit der Fichte durch Trockenstress zusehends geschwächt.

Die Klimamodelle prognostizieren nämlich steigende Evapotranspiration bei höheren Temperaturen und



Abbildung 53: Aufgearbeitete Windwurfflächen weisen ein erhöhtes Erosionsrisiko auf und bieten oft kein geeignetes Mikroklima für Naturverjüngung. (Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 54: Bleiben die geworfenen Bäume vor Ort, wird der Boden zumindest auf Teilflächen beschattet und es bildet sich ein natürlicher Schutz gegen Schneeschub und Wildverbiss. (Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 55: Ein Borkenkäfernest im Nationalpark Gesäuse (Foto: M. Huber)

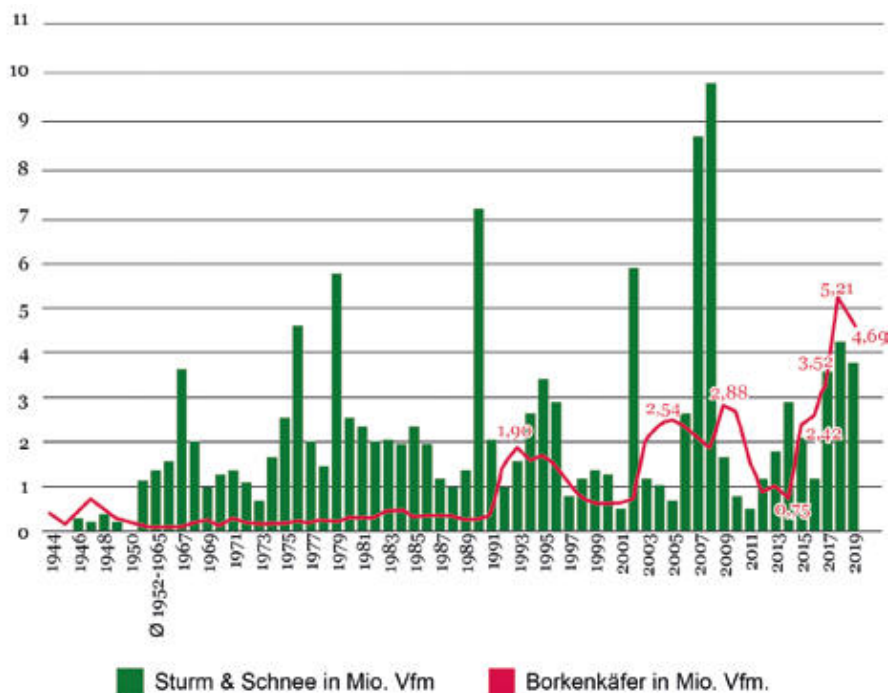


Abbildung 56: Schadh Holz mengen durch Sturm, Schnee und Borkenkäferbefall in Österreich 1944 – 2019 (verändert nach Steyrer et al. 2019)

Konzentration auf Starkniederschlagsereignisse, was zu mehr Trockenstress für diese Baumart führen dürfte.

Ein Vergleich europaweiter Schadh Holz statistiken und Klimadaten bestätigt den Zusammenhang zwischen Niederschlagsdefiziten, hohen Temperaturen in der Vegetationsperiode und erhöhten Borkenkäfervermehrungen (Marini et al. 2017). Die Borkenkäferschäden in Österreich seit 2015 konzentrieren sich zu rund 50 % auf das Mühl- und Waldviertel. Ein Vergleich der Wachstumsraten der Borkenkäferschäden mit dem Jahresniederschlag und der Mitteltemperatur für diese beiden Regionen im Norden Österreichs zeigt, dass die Schäden in warmen und trockenen Jahren steigen, während sie in kühlen und niederschlagsreichen Jahren sinken (Hoch & Perny 2019).

Eine Modellierung für den Nationalpark Kalkalpen (Seidl & Rammer 2017) zeigt, dass die mitteleuropäischen Bergwälder mit einem erhöhten Störungsregime zu kämpfen haben werden. Bei einem Extremszenario mit einer Erhöhung der Temperatur von +4 °C, einem Anstieg der Windspitzengeschwindigkeit um 10 % und einem Niederschlagsrückgang um 33 % stiegen im Modell die von Windwurf und Borkenkäferkalamitäten betroffenen Flächen im Nationalpark Kalkalpen um 482 %. Die Forscher betonen, dass diese Steigerung insbesondere den Interaktionen zwischen Windwürfen und Borkenkäferkalamitäten geschuldet ist. Hierbei ist jedoch festzuhalten, dass solche Störungen die Naturschutzziele von Schutzgebieten wie dem Nationalpark Kalkalpen nicht zwingend gefährden, weil Störungsereignisse die Baumartenvielfalt und die natürlichen Prozesse im Ökosystem fördern können (Seidl & Rammer 2017). Im Nationalpark Bayerischer Wald wurde nach einem großen Borkenkäferbefall das Arteninventar von Borkenkäferflächen mit dem von vergleichbaren, nicht befallenen Lebensräumen verglichen. Dabei konnte bei knapp der Hälfte der untersuchten Artengruppen eine deutlich

höhere Artenvielfalt in den Borkenkäferflächen festgestellt werden, insbesondere für die gefährdeten „Rote-Liste“-Arten (Beudert et al. 2015).

Ein wesentlicher Teil des Borkenkäferproblems ist zudem auf die Art der Waldbewirtschaftung in den vergangenen Jahrzehnten zurückzuführen. Hier sind die Aufforstung von Fichten an wenig geeigneten Standorten außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes und die Förderung von gleichaltrigen Fichtenmonobeständen zu nennen. Naturnahe Bestände, in denen mehrere Baumarten gemischt auftreten und diese auch in unterschiedlichen Altersklassen zu finden sind, sind gegenüber Schadinsektenbefall weniger empfindlich als Fichtenreinbestände.

Neben der Baumartenkombination spielt auch das Bewirtschaftungskonzept eine wichtige Rolle. Ungleichaltrige Bestände, die durch Einzelstammentnahmen oder Entnahme von kleineren Baumgruppen (Plenterung) bewirtschaftet werden, setzen sich aus Bäumen unterschiedlichen Alters zusammen. Junge Bäumchen der Verjüngung kommen neben Individuen der Strauchschicht und der unteren Baumschicht neben Individuen der oberen Baumschicht vor. Wird die Baumschicht durch ein Windereignis geworfen oder durch Schneedruck gestört, existiert bereits eine neue Generation, die rasch in eine neue Baumschicht durchwachsen kann. In klassischen, und in Österreich weit verbreiteten Altersklassenwäldern fehlen im Altholz in der Regel junge Bäumchen der Verjüngung oder in der Strauchschicht. In solchen Wäldern gleichen Windwurfflächen einem Kahlschlag. Wird dann noch das Bruchholz entfernt, entsteht ein Freiflächenklima mit hoher Sonneneinstrahlung und stärkerer Austrocknung des Oberbodens, als das im Waldbestand der Fall wäre. Vergrasung oder eine üppige Schlagvegetation verzögern zusätzlich einen natürlichen Verjüngungsprozess und die Wiederbewaldung erfolgt wesentlich später als auf den naturverjüngten Dauerwaldflächen.

Der Klimawandel verstärkt die Auswirkungen einer nicht standortgerechten Waldbewirtschaftung, denn Bäume haben aufgrund ihrer Ortsgebundenheit und Langlebigkeit keine Möglichkeit, durch Migration geeignetere Standorte zu erreichen, im Gegensatz zu ihren natürlichen Gegenspielern. Ein Baum, der heute gepflanzt wird, muss somit an die Klimabedingungen für viele Jahrzehnte angepasst sein. Waldstrukturen und Artenzusammensetzung sind nur sehr langfristig veränderbar, weshalb für die Zukunft zu erwarten ist, dass sich der Trend von höheren Borkenkäferschäden weiter fortsetzen dürfte und Massenvermehrungen von forstlichen Schadinsekten (Borkenkäfer) vor allem die Fichtenbestände reduzieren dürften (APCC 2014). Bei einer moderaten Erwärmung von $+2,4^{\circ}\text{C}$ erwarten Seidl et al. (2009) eine Vervierfachung der Borkenkäferschäden und gehen davon aus, dass 40 % der ÖBf-Flächen bei derzeitiger Bewirtschaftung in der 2. Hälfte des Jahrhunderts vulnerabel sind (Störungen/Borkenkäfer, negative Zuwachstrends v. a. auf flachgründigen Kalkstandorten) (Seidl et al. 2011).

Diese Prognose sollte jedoch nicht nur als Bedrohung, sondern vor allem als Chance gesehen werden, um die oft fichtendominierten Forste zwischen Boden- und Neusiedlersee möglichst rasch in standortangepasste Waldgesellschaften umzuwandeln.

Der Effekt des Klimawandels auf die Wechselwirkungen zwischen Wirtsbäumen und Schadorganismen wird in Zukunft zudem von einem weiteren Faktor überlagert, nämlich der Etablierung von bisher nicht einheimischen forstlichen Schadorganismen. So können Arten, die bisher bei uns keine geeigneten Klimabedingungen vorgefunden haben, sich künftig auch in den heimischen Wäldern ausbreiten. Als Beispiel kann der Pinienprozessionsspinner genannt werden, eine Schmetterlingsart aus dem Mittelmeerraum, die sich in den vergangenen Jahrzehnten bis nach Österreich ausgebreitet hat. Nachdem sich Massenvermehrungen dieser Schmetterlingsart im Friaul weit nach Norden ausgedehnt haben, konnte im Jahr 2017 eine Massenvermehrung in den wärmegetönten Südabhängen des Dobratsch (Kärnten) an Schwarzkiefern verzeichnet werden (Hoch & Perny 2019). Der frisch eingewanderte Pinienprozessionsspinner scheint demnach ein Profiteur des Klimawandels zu sein, weitere dürften ihm folgen.

Doch nicht nur Arten, die von selbst einwandern, werden künftig unsere Wälder neu besiedeln. Als direkte Folge von globalen Warenströmen ist die Einschleppung von Schadorganismen eine neue Bedrohung für unsere Wälder. Durch Holzimporte werden laufend neue Schadorganismen importiert. So wurde z. B. der Nordische Fichtenborkenkäfer (*Ips duplicatus*) vorerst nur in der Nähe von Holzlageplätzen gefunden, inzwischen werden aber bereits entfernte Waldbestände von dieser Art befallen (Steyrer 2019).

Ein anderes Beispiel, das den heimischen Wäldern derzeit zusetzt, ist das Eschentriebsterben, das durch den aus Asien stammenden Mikropilz „Falsches Weißes Stengelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*) verursacht wird. Diese



Abbildung 57: Im Dauerwald kommen alte und junge Bäume im kleinräumigen Mosaik nebeneinander vor. (Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 58: Kommt es in einem Dauerwald zu einem Windwurf, kann die bestehende Verjüngung rasch einen neuen Bestand aufbauen. (Foto: H. Kirchmeir)



Abbildung 59: Bei Windwürfen im Altersklassenwald fehlt eine Verjüngung meist auf der gesamten Fläche. (Foto: H. Kirchmeir)

Krankheit hat sich in den vergangenen 15 Jahren sehr rasch in ganz Österreich ausgebreitet. Der Befall führt zum Absterben von Trieben und in weiterer Folge von ganzen Ästen und Kronenteilen und letztendlich oft zum Tod des Baumes. Um diese sowohl ökologisch als auch ökonomisch relevante Baumart zu retten, wurde die österreichische Erhaltungsinitiative „Esche in Not“ gegründet (www.esche-in-not.at). Solchen bislang in Europa unbekannten Schadorganismen könnte künftig eine bedeutende Rolle zukommen. Durch die Erwärmung werden hierbei vor allem Arten aus wärmeren Erdteilen künftig auch in unseren Breiten ein geeignetes Klima vorfinden und sich etablieren können. Durch fehlende Koevolution steigt der Stress durch solche pathogenen Pilze für die österreichischen Wälder (APCC 2014).

Das artspezifische Potenzial zur Anpassung an die Klimaveränderungen lässt sich weder für die einzelnen Waldbaumarten noch für die Schadorganismen genau prognostizieren. Zusätzlich ist mit weiteren Schadorganismen zu rechnen, die entweder durch den Menschen importiert oder aus südlichen Regionen einwandern werden. Eine genauere Prognose der künftigen Entwicklung dieser Wechselwirkungen und des Einflusses auf unsere Wälder ist somit nur sehr eingeschränkt möglich.

3.3 WALD UND KOHLENSTOFFSPEICHERUNG

Auch der Kohlenstoff in den fossilen Brennstoffen wurde ursprünglich aus der Atmosphäre durch die Photosynthese von Pflanzen in Biomasse gebunden. Durch geochemische Prozesse kam es damals vor Millionen Jahren jedoch nicht zu einem vollständigen Abbau der Biomasse, sondern der Kohlenstoff blieb in organischen Verbindungen, oft unter Sauerstoffabschluss, in geologischen Lagerstätten als Erdöl, Erdgas oder Kohle erhalten. Durch die Verbrennung dieser fossilen Energieträger setzen wir den über Jahrmillionen gebundenen Kohlenstoff sehr rasch wieder frei, was zu einem Anstieg des Kohlendioxids in der Atmosphäre und damit zum Treibhauseffekt und zur Klimaerwärmung führt.

Kohlenstoff wird auf der Erde in unterschiedlichen Reservoirs mit verschiedener Speicherkapazität gelagert: in der Lithosphäre (Gesteinsschichten), Hydrosphäre (Gewässer und Meere), Atmosphäre, Biosphäre (lebende Organismen) und Pedosphäre (Boden). Mit ca. 99,8 % des gesamten Kohlenstoffs speichert die Lithosphäre (insbesondere im Kalk- und Dolomitmäulen) den größten Anteil des Kohlenstoffs der Erde (Campbell & Reece 2009). Dieser Speicher ist sehr stabil und verändert sich kaum, da nur durch Verwitterung der Kohlenstoff in geringen Mengen freigesetzt wird.

Die Kohlenstoffspeicher der Hydrosphäre sind hingegen im ständigen Austausch mit der Atmosphäre und müssen als ein gemeinsames System gesehen werden. Derzeit macht Kohlendioxid ca. 0,04 % Luft in der Atmosphäre aus. Aus der Atmosphäre wird laufend Kohlendioxid von Pflanzen

aufgenommen. Durch diesen Prozess der Photosynthese in den grünen Zellen der Blätter werden mit Hilfe der Sonnenenergie organische Kohlenstoffverbindungen, wie z. B. Zucker oder Zellulose, aus dem Kohlendioxid der Luft synthetisiert. Ein Teil dieser Energie wird durch den Energiebedarf der Pflanzen selbst wieder veratmet und an die Atmosphäre freigegeben, ein großer Teil wird aber in Biomasse gebunden. Die pflanzliche Biomasse wird zu einem kleinen Teil von Pflanzenfressern konsumiert, der größte Teil stirbt aber ab und im Zersetzungsprozess wird die Energie der Kohlenstoffverbindungen von Insekten, Bakterien und Pilzen genutzt, dabei Schritt für Schritt auch veratmet und wieder als Kohlendioxid in die Atmosphäre freigesetzt. Doch ein kleiner Teil des organischen Kohlenstoffs verbleibt als solcher langfristig im Boden und bildet dort eine Kohlenstoffsänke. Über diesen Anreicherungsprozess weiß man noch wenig. In Naturwäldern der gemäßigten Zone wird angenommen, dass etwa 5 % des von den Pflanzen gebundenen Kohlenstoffs in sogenannten „Dauerhumus“ übergeht (Ellenberg et al. 1986 in Walter & Breckle 1999, S. 366).

Damit leisten auch ungenutzte Urwälder, selbst wenn ihr Vorrat an lebender Biomasse nicht mehr zunimmt, einen Beitrag als Kohlenstoffsänke. Nur durch diesen Dauerhumuseffekt konnte sich der Kohlenstoff in den Böden nach der Eiszeit anreichern und nur dadurch finden wir in den heutigen Waldböden etwas mehr Kohlenstoff gespeichert als in der lebenden Biomasse (Jandl et al. 2015).

Doch während die Anreicherung von Kohlenstoff im Dauerhumus ein langfristiger Prozess ist, können die österreichischen Wälder auch kurzfristig einen enormen Beitrag zur Netto-Treibhausgasemission in Österreich beitragen.

Auf 97 % der österreichischen Waldfläche wird oder wurde Holzbiomasse entzogen. Seit mehreren Jahrhunderten sammelt sich dadurch auch kein Totholz in den Waldbeständen an. Das ist leicht nachvollziehbar, da durch die Altersklassenbewirtschaftung bei der Ernte fast der gesamte Holzvorrat entnommen wird und sich dann erst langsam ein neuer Waldbestand entwickelt, der sich über 100 Jahre aufbaut.

Die aktuelle Auswertung der österreichischen Waldinventur (Gschwantner 2019) liefert einen Gesamtvorrat von 1.173 Mio. Vorratsfestmeter auf 4,02 Mio. Hektar Waldfläche. Das ergibt einen durchschnittlichen Vorrat von 292 Vorratsfestmeter pro Hektar. Verglichen mit den Vorräten von Urwäldern (siehe dazu Tabelle 5, Seite 40) weisen die bewirtschafteten Wälder weniger als die Hälfte des Holzvolumens von Naturwäldern auf.

Damit zeigt sich, dass die Wälder in Österreich ein enormes Potenzial haben, zusätzlich Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen und in Holzbiomasse zu speichern.

Die österreichische Waldinventur weist einen jährlichen Zuwachs von ca. 30 Mio. Vorratsfestmeter pro Jahr aus. Dem steht eine Holznutzung von 26,2 Mio. Vorratsfestmeter gegenüber und es akkumuliert daher nur ein geringer Teil

(ca. 4 Mio. Vfm) des im Holz gebundenen Kohlenstoffs im Wald. Dieser Wert entspricht auch dem durchschnittlichen Vorratzzuwachs, der von 2008 (1.135 Mio. Vfm) bis 2017 (1.173 Mio. Vfm) um 38 Mio. Vfm in 9 Jahren zugenommen hat.

Im Projekt KLIEN wurden unterschiedliche Waldbewirtschaftungskonzepte in fünf Szenarien miteinander verglichen (Weiss et al. 2015):

- R: Referenzszenario – Waldbewirtschaftung und Holznachfrage folgen dem Trend der letzten Jahre
- 1a: gesteigerter Einschlag wegen forcierter energetischer Nutzung
- 1b: gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung
- 1c: gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung unter günstigen Importbedingungen (Steigerung des Rohholzimporte bis maximal 150 % des derzeitigen Niveaus)
- 2: reduzierte Nutzung (Nutzungseinschränkungen und Außernutzungsstellung von Waldflächen aus Naturschutzvorgaben)

Die Studie zeigt, dass Szenario 2 (reduzierte Nutzung) für die nächsten Jahrzehnte zu einem deutlichen Vorratsaufbau im Wald führt (Ledermann, Jandl & Schadauer 2015). Dies wird auch durch die Ergebnisse von CAREFORPARIS bestätigt (BFW 2020) (vgl. Abbildung 50).

Der Anreicherung der Biomasse im Wald wird die Speicherung im Holzproduktpool und der stofflichen und energetischen Substitution (also der Ersatz von fossilen Energieträgern oder stofflichen Baumaterialien (Beton, Stahl, Aluminium) durch Holz) gegenübergestellt.

Für die stoffliche Substitution wurde im KLIEN-Projekt von Nutzungsdauern von Bau- und Konstruktionsholz, Möbeln und anderen Waren von 50 Jahren ausgegangen, bei Holz in gestaltenden Konstruktionen und Verpackung von 25 bzw. 20 Jahren (Pölz et al. 2015).

Diese Annahmen scheinen deutlich zu optimistisch zu sein. So geben Braun et al. (2016) eine Halbwertszeit für Möbel in Österreich mit 8,5 Jahren an, die Halbwertszeit für Verpackung wird mit nur 1,4 Jahren angegeben. Bei Häusern wird in der genannten Studie eine Halbwertszeit von 33,9 Jahren angeführt. In der KLIEN-Studie wird davon ausgegangen, dass jährlich 7.490.000 m³ Nadelholz, 110.000 m³ Laubholz und 2.690.000 m³ Holzplatten für die stoffliche Substitution wirksam werden.

Für den Zeitraum von 2002 – 2011 errechneten Braun et al. (2016) eine Erhöhung des Holzprodukt pools (i.e. in Holzprodukten gespeicherter Kohlenstoff) um insgesamt 1.022 gt Kohlenstoff. Dies entspricht einer jährlichen Steigerung des Holzprodukt pools um 102.000 t Kohlenstoff bzw. 375.000 t Kohlendioxid-Äquivalenten (CO₂-eq). Nimmt man einen durchschnittlichen Kohlenstoffgehalt von 0,233 t C/Vfm (0,89 t CO₂/Vfm) bedeutet dies eine Volumensänderung

im Holzprodukt pool von rund 400-450.000 m³. Allerdings darf für die Berechnung der Substitutionsleistung nicht das verarbeitete Holzvolumen (10,29 Mio. m³) herangezogen werden, sondern nur die Nettoveränderung des tatsächlichen Bestandes an Holzprodukten (0,4 Mio. m³). Berücksichtigt man dies, würde sich der Faktor für die stoffliche Substitution der KLIEN-Studie (Pölz et al. 2015) von 1,3 Mio. t CO₂-eq massiv auf 50.000 t CO₂-eq reduzieren. Bei der Herstellung von Holzprodukten landet in der Regel ein Großteil des verarbeiteten Holzes vorzeitig wieder in der Atmosphäre (z.B. durch Sägeabfall oder Verschnitt).

3.3.1 ENERGIE AUS BIOMASSE

Große Mengen von Kohlenstoff sind in fossilen Brennstoffen wie Erdöl, Erdgas und Kohle gebunden und wurden und werden durch deren Verbrennung vom Menschen wieder in die Atmosphäre freigesetzt, was den Treibhauseffekt und die globale Klimaerwärmung maßgeblich verstärkt.

Demgegenüber wird die Nutzung von Energie aus Biomasse als erneuerbare Energie eingestuft. Das Prinzip geht davon aus, dass z. B. Holz aus einem Wald zur energetischen Nutzung entnommen und verbrannt wird, der im Holz gebundene Kohlenstoff dabei zwar in die Atmosphäre freigesetzt wird, aber auf der Waldfläche durch die nachwachsende Holzmenge im gleichen Volumen, dieselbe Menge Kohlenstoff wieder gebunden wird.

Berücksichtigt man die Menge Kohlenstoff nicht, die durch die Ernte und den Transport sowie die Aufbereitung vor der Verbrennung (Häckseln, Trocknen) freigesetzt wird, ist dieses Kreislaufkonzept grundsätzlich richtig und die Biomassenutzung kann einen Teil des vom Menschen benötigten Energiebedarfs langfristig decken.

In der augenblicklichen Situation, in der man innerhalb kurzer Zeit die Konzentration von Kohlenstoff in der Atmosphäre reduzieren oder zumindest den Konzentrationsanstieg verringern muss, um das globale Klimaziel von 2 °C zu erreichen, ist die Biomassenutzung für Österreich ein sinnvolles Instrument, das aber gewissen Einschränkungen unterliegt.

Die Wirkungsgrade für die Umwandlung von Biomasse in Nutzenergie liegen bei 34 % bei Strom und bei 88 % bei Wärme (Böhmer et al. 2014). Von dem energetisch genutzten Holz in Österreich werden ca. 8 % zur Stromgewinnung und 92 % zur Wärme Gewinnung genutzt (BMLFUW 2016).

Pro Gigawatt Energie aus Holzbiomasse werden ca. 365–388 t CO₂ freigesetzt, während im durchschnittlichen österreichischen aktuellen Energiemix nur 305 t CO₂ pro GWh für Strom- und 195,3 t CO₂ pro GWh für Wärme Gewinnung freigesetzt werden. Das bedeutet, dass für die Herstellung derselben Menge Energie, die Biomasse mehr

Kohlenstoff in die Atmosphäre freisetzt als im Durchschnitt der anderen in Österreich genutzten Energiequellen. Dieser Effekt wird größtenteils dadurch kompensiert, dass auf der Waldfläche die geerntete und verbrannte Holzmenge in Laufe der folgenden Jahrzehnte wieder nachwächst und in etwa die gleiche Menge Kohlenstoff wieder aus der Atmosphäre aufnimmt. Nur die zusätzliche Energie die für Holzernte, Aufbereitung (Herstellung der Hackschnitzel, Pellets oder Scheitholz) sowie für Transport aufgewendet wird, kann nicht durch das Nachwachsen des Holzes kompensiert werden.

Durch diesen langfristigen Ausgleich des nachwachsenden Rohstoffes Holz werden nach Pölz et al. (2015) jährlich 11 Mio. t CO₂-eq durch die Substitution fossiler Brennstoffe eingespart.

Solange die Kapazitäten der Österreichischen Wälder zur Aufnahme von CO₂ nicht erschöpft sind, ist es in der Netto-Treibhausgasbilanz sehr effektiv, das Holz und damit den Kohlenstoff im Wald zu belassen, als (vor allem energetische) Substitutionseffekte zu lukrieren. Die bioenergetische Nutzung sollte sich daher maßgeblich auf eine kaskadische Verwertung von Säge-, Holz- oder Ernteabfällen, die nicht stofflich genutzt werden können, konzentrieren. Der Ausstieg aus den fossilen Energieträgern ist extrem wichtig, sollte aber vor allem durch Effizienzsteigerungen und Bereitstellung anderer kohlenstoffarmer Energiequellen wie Sonnen- oder Windenergie und nicht einfach durch Ersatz durch Holzbiomasse erreicht werden.

Denn bei einer Reduktion des aktuellen Nutzungsprozents von 88 % auf 50 % könnte die Anreicherungsphase von Kohlenstoff im Wald, gerechnet auf eine Periode von 80–100 Jahren, jährlich ca. 13 Mio. t CO₂-eq in Waldökosystemen binden, bis die Speicherkapazitäten im Wald erreicht wären und der Vorrat von den derzeit 292 Vfm/ha Werte von 600–700 Vfm erreicht hat, wie wir sie in Naturwäldern finden (vgl. Tabelle 5 auf Seite 33). Das entspricht immerhin in etwa 16% der jährlichen österreichischen Treibhausgasemission. Eine Anreicherung der Holzvorräte im Wald hätte zudem auch einen sehr positiven Effekt auf die Biodiversität.

3.4 KLIMAWANDEL UND ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN

Der Klimawandel wird einen mitunter erheblichen Einfluss auf die künftige Erbringung von Ökosystemleistungen durch den österreichischen Wald haben. Nach einer Studie zu Wirtschaftswäldern der Österreichischen Bundesforste werden in der 2. Hälfte des 21. Jahrhunderts etwa 40 % der Waldfläche als hoch vulnerabel in Bezug auf die Erbringung von Ökosystemleistungen bewertet (Seidl et al. 2011). Im folgenden Kapitel werden einige der wichtigsten Ökosystemleistungen des Waldes und die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels darauf zusammengefasst.

Holzproduktion

Die Holzeinschlagsmenge wird zwar prinzipiell von den Waldbewirtschaftern festgelegt und folgt normalerweise forstwirtschaftlichen Entscheidungen. Ein Blick auf die Statistik zeigt jedoch, dass der Holzeinschlag in einzelnen Jahren sehr stark von externen Ereignissen (insbesondere Windwürfe, Borkenkäferbefall) beeinflusst wird. Der Schadholzanteil am österreichischen Holzeinschlag betrug im Jahr 2019 rund 62 % (BMLRT 2020).

Durch den Klimawandel wird ein intensiver werdendes Störungsregime aus abiotischen und biotischen Störungsfaktoren prognostiziert (APCC 2014): Stürme, Spät- und Frühfröste, Nassschneeeignisse und Waldbrände, aber auch biotische Faktoren wie Borkenkäferkalamitäten dürften höhere Schäden in den Wäldern verursachen als bisher. Größere Schwankungen der jährlichen Entnahme sowie ein höherer Anteil außerplanmäßiger Nutzung infolge von großen Schadereignissen sind demnach in Zukunft wahrscheinlich. Gleichzeitig wird durch wärmeres und trockeneres Klima auch die Biomasseproduktivität der Wälder beeinflusst (APCC 2014): Die Produktivität soll in Berglagen und Regionen mit ausreichend Niederschlag in Zukunft zunehmen, während sie in den Tieflagen im Osten und Nordosten, in inneralpinen Beckenlagen und über seichtgründigen Böden wegen häufigerer Trockenperioden abnehmen soll.

Insgesamt wird es unter der Annahme eines moderaten Klimawandels infolge von verringerten Niederschlagsmengen während der Vegetationsperiode sowie infolge von steigenden Temperaturen zu einer Verringerung der Produktivität von Wäldern und damit auch Verringerung der Ökosystemleistung der Holzproduktion kommen (Lexer et al. 2014). Stärkere Schwankungen durch den steigenden Schadholzanfall werden zu stärkeren Diskontinuitäten bei der Holzproduktion zwischen den einzelnen Jahren führen.

Objektschutz

Da weite Teile des österreichischen Staatsgebiets zum Alpenbogen zählen, hat die Schutzfunktion vor gravitativen Naturgefahren wie Lawinen, Muren und Steinschlag in Österreich eine besondere Bedeutung. Durch den Klimawandel und die Intensivierung der Störungsregime wird die Wichtigkeit der Wälder als Schutz gegen Bedrohungen wie Steinschlag und Lawinen zunehmen (APCC 2014). Der Klimawandel könnte durch eine zunehmend schlechtere Anpasstheit der Baumarten an den jeweiligen Standort in manchen Bereichen zur Destabilisierung der Schutzwälder beitragen (Lexer und Seidl 2007). Dadurch würden sich die von den Wäldern erbrachten Ökosystemleistungen im Bereich der gravitativen Naturgefahren verringern. Es ist damit zu rechnen, dass Windwürfe und andere Kalamitäten in Zukunft häufiger auftreten und somit die Schutzwirkung des Waldes

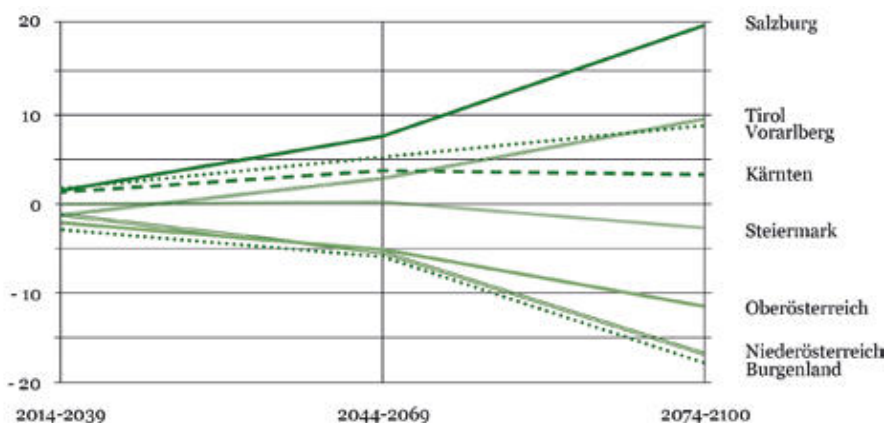


Abbildung 60: Produktivitätsveränderung bis 2100 in Prozent (verändert nach Lexer et al. 2015)

(kleinräumig), vor allem wenn die Windwurfflächen geräumt werden, massiv beeinträchtigt wird. Ein naturnaher Wald mit einer naturnahen Baumartendurchmischung ist stabiler und wird die Schutzwirkung künftig tendenziell besser erfüllen als monodominante Altersklassenwälder. Die Fichte ist als Flachwurzler und als im Winter beliebte Baumart (Winterstürme) besonders anfällig für Windwürfe. Ebenso wirkt sich die durch den Klimawandel zusätzlich erhöhte Gefahr von Borkenkäferkalamitäten negativ auf die Schutzwirkung von Wäldern mit hohem Fichtenanteil aus. Um Schäden an Infrastrukturen zu minimieren, müssten zusätzliche Schutzbauten wie Lawinen- und Wildbachverbauungen errichtet und instandgehalten werden, um die entfallenen Ökosystemleistungen auszugleichen, was mit erheblichen Kosten verbunden wäre.

Hochwasserschutz

Der Wald trägt durch überflutbare Waldflächen (Retentionsräume) sowie durch Reduktion des Oberflächenabflusses zum Hochwasserschutz bei. Künftig könnten Hochwasserereignisse zunehmen, wodurch auch die Bedeutung dieser Ökosystemleistung steigen dürfte. Laut dem Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (BMLFUW 2017) haben sich die Hochwasserereignisse (vor allem Winterhochwässer) innerhalb der letzten 30 Jahre um circa 20 % gesteigert. Ein Einflussfaktor ist laut Hochwasserrisikomanagementplan der Klimawandel, welcher zum jetzigen Zeitpunkt aber einen geringeren Einfluss aufweist als die natürliche Variabilität. Prognosen skizzieren eine regionale Änderung der Abflussmenge bei Hochwässern von 4 % bis 10 %. Es könnte in Zukunft zu einer Zunahme der Intensität von Hochwasserereignissen kommen. Die Unsicherheiten der Auswirkungen des Klimawandels auf Extremereignisse sind jedoch relativ groß, besonders in kleinen Einzugsgebieten (BMLFUW, 2017). Das Befahren von Waldflächen führt zu Bodenverdichtung und damit zu einem erhöhten Oberflächenabfluss. Gleiches gilt für Forststraßen und Rückwege, die eine geringe Wasseraufnahmekapazität aufweisen und zudem zu einer Konzentration des Oberflächenabflusses führen, was verstärkt zu Murenabgängen führen kann.

Lokale Klimaregulation

Obwohl lokal begrenzt besitzt die Klimaregulationsleistung des Waldes eine hohe Bedeutung. Insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel ist es wahrscheinlich, dass die Klimaregulationsfunktion vor allem in (peri-) urbanen Bereichen an Bedeutung gewinnt. Temperaturextreme haben sich markant verändert, so sind z. B. kalte Nächte seltener, heiße Tage aber häufiger geworden. Diese Entwicklung wird sich verstärkt fortsetzen und damit wird auch die Häufigkeit von Hitzewellen zunehmen (APCC 2014). Tropennächte, Sommer- und Hitzetage werden insbesondere in städtischen Gebieten zunehmen. Dies kann durch den Effekt der urbanen Wärmeinselbildung zusätzlich verstärkt werden. Dadurch kann der Klimawandel direkt oder indirekt Probleme für die menschliche Gesundheit verursachen. Hitzewellen können insbesondere bei älteren Personen, aber auch bei Kleinkindern oder chronisch Kranken zu Herz-Kreislauf-Problemen führen. Aus diesem Grund ist zukünftig von einer zunehmenden Bedeutung der klimaregulativen Wirkung von Wäldern im direkten Umfeld von urbanen Räumen, wie etwa im Großraum Wien vom Wienerwald oder der Lobau, auszugehen.

Je höher die Biomasse (der Vorrat) von Wäldern ist, desto höher ist auch ihre ausgleichende Wirkung auf das Klima. Eine Intensivierung der Holznutzung ist daher besonders kontraproduktiv gegenüber den regulatorischen Leistungen des Waldes auf das Mikro- und Lokalklima.

Bestäubungsleistung

Durch den Klimawandel wird es zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung bei den Bestäuberinsekten kommen, wobei spezialisierte Arten besonders betroffen sein dürften (Sedy und Götzl 2015). Für die kommenden Jahrzehnte wird in Bezug auf den Klimawandel mit einer geringfügigen Reduktion der Bestäubungsleistung durch Bienen und andere bestäubende Insekten gerechnet (Sedy und Götzl 2015). Der Beitrag der Wildbestäuber zur Bestäubung der Kulturen könnte im Hinblick auf die unsichere Entwicklung der Honigbienenbestände und die zunehmend extremen und variablen Witterungsverhältnisse noch zunehmen (Sutter et al. 2017). Insgesamt dürfte die Bedeutung der Wälder als Lebensraum für Wildbienen und andere Bestäubergruppen leicht steigen.

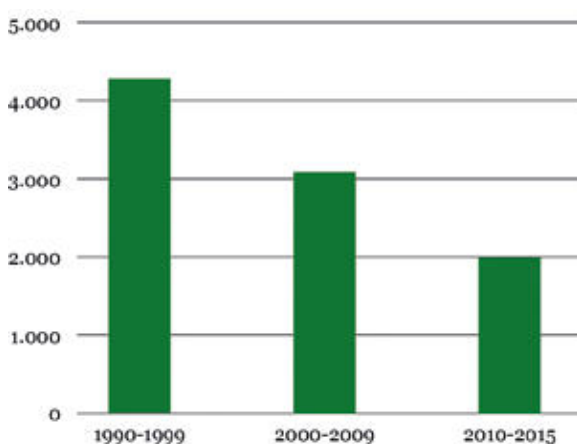
4 POLITISCHER RAHMEN

4.1 DIE WALDSTRATEGIE 2020+

Der aktuelle forstpolitische Rahmen wird weitgehend in der Österreichischen Waldstrategie 2020+ (BMNT 2018) abgebildet. Sie wurde 2016 im Rahmen des Österreichischen Walddialogs gemeinsam mit waldrelevanten und waldinteressierten Akteuren erarbeitet und soll als waldpolitischer Eckpfeiler zur Sicherstellung und Optimierung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung in Österreich dienen. Sie stellt eine Leitlinie für das kurz-, mittel- und langfristige forstpolitische Geschehen in Österreich dar.

Das Hauptziel der Strategie ist dabei die Sicherstellung und Optimierung der multifunktionalen Leistungen des Waldes. Die sieben Handlungsfelder orientieren sich an den MCPFE-Kriterien für eine nachhaltige Forstwirtschaft (vgl. Kapitel 2_2). Der aktuelle Bericht aus dem Österreichischen Walddialog (ÖWAD) (angenommen im Mai 2017) liefert ein Indikatoren-Set für nachhaltige Waldbewirtschaftung mit Ist- und Soll-Größen (Linser 2017). Dieses Indikatorenset basiert eben auf den sieben Handlungsfeldern (Klimaschutz, Gesundheit und Vitalität, Produktivität, Biologische Vielfalt, Schutzfunktion, gesellschaftliche Funktion, internationale Verantwortung) und liefert Zielgrößen, um die Zielerreichung überprüfen zu können.

Gemäß der Vision steht die nachhaltige Waldbewirtschaftung zur Sicherung der multifunktionellen Wirkungen im Sinne des Forstgesetzes der Strategie voran. Sie unterstreicht die Einbindung der Waldbesitzer/innen und Interessensvertretungen und verpflichtet sich zu einem fairen Interessenausgleich.



4.1.1 HANDLUNGSFELD 1: KLIMASCHUTZ

Im Bereich **Klimaschutz** wird das Ziel resilienter Wälder (Standortgerechte Wälder, Potenziell natürliche Waldgesellschaft (PNWG) als Basis, Waldumbau in Richtung klimafitter Wälder) die Forcierung von Holz(-produkten) als Ersatz für fossile Produkte und die Ausweitung von Waldflächen in Regionen mit geringer Waldbedeckung verfolgt. Zudem soll verstärkt in Klimafolgenforschung sowie in Bewusstseinsbildung und Klimaschutzmaßnahmen investiert werden. Die Waldökosysteme und deren Funktionen sollen durch gezielte Maßnahmen auch in Zeiten des Klimawandels langfristig erhalten werden und der Kohlenstoffvorrat und die Kohlenstoffspeicherkapazität sollen erhalten bzw. verbessert werden.

4.1.1.1 Befund Klimaschutz

ÖWAD-Indikatoren (Linser 2017)

- 1.1. Keine Abnahme der Gesamtfläche: erreicht; Waldflächenzunahme in Regionen mit geringer Waldbedeckung: nicht erreicht
- 1.2. Holzvorrat nicht verringert: erreicht;
- 1.3. Altersstruktur und Durchmesserverteilung: Flächenanteil älterer Wälder > 100 Jahre: nicht erreicht (von 2002 bis 2009 um 29.000 ha gesunken); 2,5 % der Gesamtstammzahl > 50 cm Durchmesser: noch nicht erreicht, aber positiver Trend.
- 1.4. Keine Verringerung des Kohlenstoffvorrates, durchschnittliche Senke von 691 kt/Jahr: mehr als das 10-fache erreicht

Die Zunahme der Waldfläche liegt weitgehend an der fehlenden ökonomischen Rentabilität zur landwirtschaftlichen Nutzung von Grenzertragsflächen der Tieflagen und von

Abbildung 61: Seit den 1990er Jahren nimmt die Steigerungsquote der Waldbiomasse (kt C/a) laufend ab (verändert nach ÖWAD 2017).

Almflächen und ist nicht das Ergebnis einer erfolgreich umgesetzten Waldstrategie. Seit 1961 hat sich der Holzvorrat nicht verringert, sondern ist stetig gestiegen. Allerdings war das Nutzungsprozent, also der Anteil der Erntemenge im Vergleich zum Zuwachs noch nie so hoch wie in der letzten Beobachtungsperiode der Österreichischen Waldinventur (2009-2018, Gschwantner 2019). Eigentlich sollte die Zielsetzung im Indikator 1.4 neu formuliert werden: Es sollte der Kohlenstoffvorrat im Wald nicht nur nicht abnehmen, sondern zunehmen, weil er in der Waldbiomasse viel langfristiger gebunden bleibt als in den derzeit kurzen Verweilzeiten unserer Holzprodukte. Wenn wir mit den Holzprodukten verantwortungsvoll umgehen und sie eine lange Lebensdauer erreichen, dann sinkt gleichzeitig der Bedarf, weil die Holzprodukte dann nicht so rasch durch neue ersetzt werden müssen.

Das Thema Klimaschutz wird immer dringlicher und rückt auch stärker ins öffentliche Bewusstsein. Gleichzeitig nimmt die Steigerung der Waldbiomasse laufend ab – ein Zeichen dafür, dass die Bedeutung des Waldes für die CO₂-Speicherung nicht ausreichend erkannt wurde. Die im Indikatorenset angeführten 691 kt CO₂-eq pro Jahr entspricht etwa der Kohlenstoffmenge, die durch die Waldfläche des Bezirkes Spittal an der Drau (Kärnten) in einem Jahr aus der Atmosphäre gebunden und in Holz gespeichert wird. Zu dieser minimalen jährlichen Steigerung des Speicherwertes im Holzvorrat hat sich Österreich im Kyoto-Protokoll verpflichtet. Da der Wert so niedrig ist, kann er trotz des ständigen Sinkens der Vorratssteigerungsquote (siehe Abbildung 59) noch immer um das 10-fache überschritten werden. Die Zielsetzung scheint zu wenig ambitioniert, um die die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen.

Zur Erläuterung: In einem Hektar Wald werden pro Jahr im Schnitt rund 6,3 t Kohlenstoffdioxid im Holz gebunden. Die Zielsetzung von 691 kt CO₂-eq entspricht also nur etwa der Speicherleistung von rund 110.000 ha Wald im Jahr und entsprechen nur einem Anteil von rund 0,8 % der gesamten jährlichen Treibhausgasemission in Österreich. Allein der Verkehr trägt mit rund 23.390 kt CO₂-eq zur Kohlenstoffbilanz und nur die Steigerung von 2017 auf 2018 der im Verkehr verursachten Treibhausgasemissionen fällt mit 635 kt CO₂-eq (Umweltbundesamt 2019) fast ebenso hoch aus, wie die gesamte Speicher-Zielsetzung für den Wald. Dies unterstreicht, wie niedrig die Zielsetzung für den Bereich Wald eigentlich ist, insbesondere wenn man das zusätzliche Senkenpotential des Waldes bedenkt. Umgerechnet auf die österreichische Waldfläche bedeutet dies 170 kg CO₂-eq pro Hektar und Jahr. Würde man die Holzernte nur um 10% senken, könnten pro Hektar über 500 kg CO₂ gespeichert werden. Aus gesamtösterreichischer Sicht kann der Wald als Kohlenstoffsénke zur Erreichung der nationalen Klimaziele mit vergleichsweise geringem Aufwand eine stärkere Rolle spielen.

4.1.2 HANDLUNGSFELD 2: GESUNDHEIT UND VITALITÄT

Im Bereich **Gesundheit und Vitalität** steht die Ausgewogenheit zwischen Beweidung, Schalenwildliche, Waldmanagement sowie öffentlicher und privater Interessen im Vordergrund. Zudem wird eine Verringerung der Immissionen von Luftschadstoffen angestrebt. Eine Naturverjüngung ohne weitere Schutzmaßnahmen soll durch effizientes Wildtiermanagement gesichert werden und eine hohe – standortangepasste – Diversität zur Erhöhung der Vitalität und Widerstandsfähigkeit gegen „Forstschädlinge“ und Waldbrände soll gesichert werden. Der Bekämpfung invasiver Neobiota, der Vitalität von Wäldern an sensiblen Standorten (Schutzwald) sowie der Erhaltung der Funktion des Waldbodens sind eigene strategische Ziele gewidmet.

Zwar ist das Thema Waldbodenschutz angeführt, eine einschneidende Regelung oder Zielsetzung hinsichtlich des Forststraßenbaus fehlt allerdings. Neben der Bodenzerstörung führt der weitere Ausbau des Forststraßennetzes laufend zu einem Verlust an produktiver Waldfläche, auf der Kohlenstoff gebunden werden könnte. Der Ausbau immer breiterer Forststraßen führt zu einer Verstärkung der Randeffekte und damit zu einer kritischen Störung des Bestandesklimas, was eine weitere Destabilisierung der Bestände zur Folge hat.

4.1.2.1 Befund Gesundheit und Vitalität

- ÖWAD-Indikatoren (Linser 2017): Sollwerte weitgehend nicht erreicht.

Schäden durch Wild oder Holzernte bleiben in den letzten beiden Dekaden der ÖWI konstant gleich hoch (20 % der Stämme). Besonders die Zunahme von Schälsschäden im Schutzwald unterstreicht die Notwendigkeit, hier rechtliche Schritte zu setzen, um das öffentliche Interesse an funktionierenden Schutzwäldern zu wahren. Auf diese seit Jahrzehnten bekannte Problematik hat die Forstpolitik bislang keine wirksame Antwort gefunden. Die Festlegung der Wildstände allein nach jagdlichen Überlegungen ist kritisch zu sehen. Vielmehr sollte sich die Festlegung an den natürlichen Bestandesdichten von Naturwäldern orientieren. Referenzwerte können in den standörtlich sehr ähnlichen Urwaldbeständen der Karpaten gewonnen werden. Die Bedeutung von natürlichen Prädatoren wie Luchs, Wolf oder Bär für gesunde, an natürliche Gegebenheiten angepasste Wildbestände wurde mehrfach nachgewiesen (z.B. Mech 1998), wird aber auch nach wie vor kontroversiell diskutiert (Miller et al. 2019).

Die Abnahme der Geschwindigkeit, mit der sekundäre, instabile Nadelwälder in Misch- und Laubwälder umgewandelt werden und der annähernd unverändert hohe Anteil von Fichtenreinbeständen, wie er durch die ÖWI (Russ

2019) nachgewiesen wurde, sind alarmierende Signale, dass auch hier entweder die Anreizsysteme oder die rechtlichen Vorgaben nicht geeignet sind, die aus forstwirtschaftlichen Überlegungen erhöhten Nadelholzbestände rasch in stabilere Misch- oder Laubbestände umzuwandeln. Das ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Sägeindustrie vor allem auf die Verarbeitung von Nadelholz ausgerichtet ist und die Nachfrage nach Laubholz vergleichsweise gering ist.

Der Markt regelt diesen Prozess zu stabileren Wäldern offensichtlich nicht, da die Zahlen im Grünen Bericht 2018 zeigten, dass die Säge-, Platten- und Papierindustrie von den hohen Schadholzaufkommen sogar profitieren und ihre Gewinne steigern konnten, während die Einnahmen der Waldeigentümer und Holzproduzenten trotz gesteigerten Einschlags sanken.

4.1.3 HANDLUNGSFELD 3: PRODUKTIVITÄT

Dem Handlungsfeld **Produktivität** ist voranzustellen, dass der österreichische wald- und holzbasierte Sektor international wettbewerbsfähig, wertschöpfende Stütze der Volkswirtschaft und zentraler Entwicklungsgarant im ländlichen Raum ist. Hierzu wird eine Erhöhung der öffentlichen Akzeptanz der wirtschaftlichen Nutzung des Waldes und die gesellschaftliche Anerkennung der wirtschaftlichen Bedeutung angestrebt. Gemäß der Strategie soll die vermehrte Verwendung von Holz als klimafreundlicher Rohstoff und Energieträger forciert werden und eine verbesserte Ausschöpfung des Holznutzungspotenzials unterstützt werden. Die Strategie sieht eine Optimierung der Holzverwertung und die Maximierung der Ressourceneffizienz entlang der Wertschöpfungskette sowie Weiterbildung und Forschung im holzbasierten Sektor vor. Zudem sollen Instrumente zur Erhöhung der ökologischen und ökonomischen Krisenresistenz von Wäldern und Betrieben umgesetzt werden.

4.1.3.1 Befund Produktivität

ÖWAD-Indikatoren (Linser 2017):

- ÖWAD-Indikatoren: Sollwerte weitgehend erreicht

Die wirtschaftliche Bedeutung der Holzproduktion aus Forstwirtschaft beträgt nur etwa 0,3 % der Gesamtbruttowertschöpfung in Österreich.

Aufgrund seines Waldreichtums, der langen forstwirtschaftlichen Tradition und seiner Rolle als großer Holzproduzent innerhalb Europas, besitzt die österreichische Forstwirtschaft, besonders im ländlichen Raum, dennoch eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung.

Die mit öffentlichen Geldern forcierte Holzmobilisierung durch Förderung von Forststraßenbau und Seilnutzungen, die Mechanisierung der Holzernte und des Transports haben aber zu einem Verlust von Arbeitsplätzen (durch stärkere Mechanisierung), zu einem Überangebot der Ressource Holz und damit zu einem Preisverfall geführt, der die ökonomische Nachhaltigkeit der Forstwirtschaft in Frage stellt.

4.1.4 HANDLUNGSFELD 4: BIOLOGISCHE VIELFALT

Das Handlungsfeld **Biologische Vielfalt** ist eng mit der Biodiversitätsstrategie verbunden. Im Kontext Natura 2000, soll der Anteil von Waldlebensräumen und waldgebundener Art in einem günstigen Erhaltungszustand erhöht werden, wenn möglich auf freiwilliger Basis und in enger Kooperation zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz. Naturwaldreservate sollen ausgebaut werden. Die Waldbiodiversität soll auf der gesamten österreichischen Waldfläche erhalten bzw. verbessert werden. Unter Ziel 3 wird die freie Entwicklung des Waldes (Prozessschutz) auf ausgewählten Waldflächen avisiert. Zudem sollen durch traditionelle Bewirtschaftungsformen entstandene Wälder erhalten werden und eine optimierte Waldlebensraumausstattung zur Sicherung einer langfristigen Habitatkontinuität sichergestellt werden und ein Biotopverbund gefördert werden.

4.1.4.1 Befund Biologische Vielfalt

ÖWAD-Indikatoren (Linser 2017):

- 4.1 Baumartenzusammensetzung (Laubholzanteil, seltene Baumarten, Strauchbestand, Latschen und Grünerlenbestand: alle Sollvorgaben erreicht)
- 4.2 Verjüngung (weitgehend nicht erreicht bzw. nicht beurteilbar)
- 4.3 Natürlichkeitsgrad (nicht beurteilbar, künstliche Bestände haben sich aber verringert)
- 4.4 Neobiota (Verhinderung der Etablierung neuer invasiver Baumarten: erreicht; in der Strauch- und Krautschicht: nicht erreicht)
- 4.5 Totholz (Ziel: 3 Vfm/ha im Wirtschaftswald: erreicht mit 4,5 Vfm)
- 4.6 Genetische Ressourcen (nicht beurteilbar)
- 4.7 Fragmentierung des Waldes (nicht beurteilbar)
- 4.8 Gefährdete Waldarten (keine Verschlechterung des Gefährdungszustandes: nicht erreicht)
- 4.9 Geschützte Wälder (Erhöhung der Flächenanteile: erreicht)
- 4.10 Natürlichkeit der Baumartenzusammensetzung (noch nicht erreicht, positiver Trend)
- 4.11 Biodiversitätsindex Wald (Sollwert einer

- Stabilisierung auf derzeit hohem Niveau: erreicht)
- 4.12 Natura 2000 (alle Sollwerte nicht erreicht)
- 4.13 Vertragsnaturschutz (Sollwerterweiterung der Vertragsnaturschutzflächen: erreicht)
- 4.14 Naturwaldreservate (nicht erreicht; Ziel: 10.000 ha)
- 4.15 Traditionelle Waldbewirtschaftungsformen (kein Rückgang der Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung: erreicht)

Eine zentrale Herausforderung in diesem Handlungsfeld ist die Trennung der rechtlichen und politischen Kompetenzfelder von Forstwirtschaft und Naturschutz zwischen Bund und Ländern. Auf der operativen Ebene hatte das zur Folge, dass über Jahrzehnte die Umsetzung der Naturschutzbelange in den meisten Bundesländern durch die Forstbehörde und nicht durch die Sachverständigen der Naturschutzbehörde erfolgten und weiterhin erfolgen. Im Verständnis der sogenannten Kielwassertheorie wird in Forstkreisen bis heute angenommen, dass ein bewirtschafteter Wald alle Funktionen, inklusive Arten- und Lebensraumschutz, am besten erfüllen kann. Dass die signifikante Entnahme von Holz einen fundamentalen Einfluss auf das Ökosystem Wald und seinen Nährstoffkreislauf und damit auf die Nahrungsnetze und (Mikro-)Habitats hat, scheint bis heute weitgehend keine Beachtung zu finden. Das spiegelt sich ebenso in den Verordnungen der Natura 2000 (Europaschutz-)Gebiete wider. In den Verordnungen sind nur wenige bzw. keine Einschränkungen der Holzernte oder der Erschließung angeführt. Die erwähnte Kielwassertheorie scheint sich in Forstkreisen nach wie vor zu halten, wenngleich sie seit Jahrzehnten wissenschaftlich widerlegt ist. (Glück 1981, Sonderegger & Enzenhofer 1994, Brunner 2012, Getzner & Kirchmeir 2020). Paradox erscheint dabei, dass die Europaschutzgebietsverordnungen, die in entsprechend den Naturschutzgesetzen der Länder erfolgen und nicht im Forstgesetz, nicht auf den zumindest teilweisen Widerspruch zwischen forstwirtschaftlicher Nutzung und Biodiversitätserhalt eingehen.

Dies deutet darauf hin, dass die Naturschutzkompetenz der Länder im Wald nicht wahrgenommen wird und das Handlungsfeld den Forstbehörden überlassen wird, deren rechtliche Grundlage jedoch nicht das Naturschutzgesetz, sondern das Forstgesetz ist.

Der Bund hat dieses Dilemma bei der Novellierung des Forstgesetzes im Jahr 2002 folgendermaßen gelöst: Im Paragraph 1 des Forstgesetzes wurde die Nachhaltigkeit für die Forstwirtschaft definiert, die, entsprechend internationaler Konventionen, auch den Erhalt der biologischen Vielfalt umfasst. In der Zielsetzung dieses Bundesgesetzes wird im § 1 Abs. 2 nach der Erhaltung des Waldes und des Waldbodens (1), der Erhaltung der Produktionskraft des Bodens (2) auch eine nachhaltige Waldbewirtschaftung angeführt.

In der Definition einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung (Abs. 3 in § 1) wird dann auch die biologische Vielfalt an erster Stelle angeführt, wird aber im Forstgesetz in

weiterer Folge kein zweites Mal erwähnt. § 1 erweckt zwar den Eindruck, dass sich das Forstgesetz um den Erhalt der biologischen Vielfalt kümmert, das Thema biologische Vielfalt findet sich jedoch in keinem weiteren, die Umsetzung und den Regelungsbedarf betreffenden Paragraphen des Forstgesetzes. So wurde auch in der Novellierung 2002 keine „Lebensraumfunktion“ in die forstliche Raumplanung integriert, wie wir es z. B. aus Slowenien und anderen europäischen Staaten kennen, obwohl die Ausweisung von Natura 2000 Gebieten im Wald genauso eine raumplanerische und integrierte Herangehensweise erforderlich machen würde. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass so eine Verschiebung zwischen Länder- und Bundeskompetenz nicht möglich ist und zeigt somit das grundlegende Dilemma auf, dass Naturschutz Länderkompetenz, das Forstrecht aber in der Kompetenz des Bundes liegt. Das Resultat war und ist eine unzureichende und nicht systematische Ausweisung von Natura 2000 Gebieten im Wald, eine zahnlose Verordnung solcher Gebiete und eine fehlende Integration in der forstlichen Raumplanung, auf deren Basis die Forstbehörden eine Handhabe in Bewilligungsverfahren gehabt hätten. Es besteht aber durchaus die Möglichkeit, im Forstgesetz den Bezug zur Naturverträglichkeitsprüfung in Natura 2000 Gebieten entsprechend zu integrieren und damit sicherzustellen, dass im forstlichen Behördenverfahren in entsprechenden Gebieten die Naturschutzbehörde beizuziehen ist und auch den anerkannten Umweltorganisationen in Natura 2000 Gebieten aufgrund der Aarhus-Konvention eine Parteienstellung einzuräumen ist (Entscheidung des Österreichischen Verwaltungsgerichtshof 20. Dez. 2019).

Ein zweites Paradox liegt in der Tatsache, dass die Landesnaturschutzbehörden und ihre politischen Vertreter sich seit ihrem Entstehen Ende der achtziger, Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts konsequent nicht in Waldagenden eingemischt haben. Mit Ausnahme des Landes Salzburg hat kein Bundesland den Waldzustand flächenhaft in einer Biotopkartierung erfasst und kaum ein Bundesland überhaupt einen flächendeckenden, aktuellen Biotopkartierungsdatenstand.

Die fehlende Erfassung von Waldlebensräumen in Biotopkartierungen, die ohnehin nur in sehr langen Zyklen (Wiederholung alle 20 oder mehr Jahre) durch die Naturschutzabteilungen der Länder erfolgt, wird meist damit begründet, dass der Wald eine Bundeskompetenz darstellt und daher vom Bund, z. B. der Österreichischen Waldinventur, beobachtet und dokumentiert wird.

Zwar hat es eine bundesweite Erhebung zur Naturnähe des österreichischen Waldes gegeben (1992–1997, Grabherr et al. 1998), diese wurde jedoch von der Universität Wien im Auftrag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt. Eine Machbarkeitsstudie, die Naturnäheindikatoren in die Österreichische Waldinventur zu übernehmen, wurde 2008–2011 vom Bundesamt und Forschungszentrum für Wald durchgeführt. Das Ergebnis war, dass dies mit überschaubarem Aufwand möglich wäre,

da einige Indikatoren ohnehin erhoben werden und man das bestehende Set an Erhebungskriterien nur um einige ökologische Aspekte ergänzen müsste. Zu einer Umsetzung ist es bis heute nicht gekommen.

Eine Folge aus den überlappenden Kompetenzen zwischen Bund (Forst) und Ländern (Naturschutz) ist, dass derzeit keine Daten über die Veränderung der Waldbiodiversität oder den ökologischen Zustand des Waldes vorliegen. Das zeigt sich auch in der Evaluierung der ÖWAD-Indikatoren, da für etliche Bereiche (Natürlichkeitsgrad, Verjüngung, Neobiota, genetische Ressourcen, Fragmentierung) keine geeigneten Monitoringdaten zur Verfügung stehen. Für andere Indikatoren sind die Schwellwerte derart gering angesetzt, dass sie ohnehin den Status quo darstellen. So ist der Zielwert für Totholz mit 3 Vorratsfestmetern stehendem Totholz > 20 cm BHD (Brusthöhendurchmesser) pro Hektar zu gering angesetzt, um die Biodiversität signifikant zu erhöhen. Derzeit kommt nur ein Totholzbaum mit einem Durchmesser über 50 cm auf 3 Hektar Wirtschaftswald (Gschwantner 2019). Zudem hat die Entnahme von Dürrlingen im Vergleich zur Vorperiode von 0,7 auf 1,1 Mio. m³ pro Jahr zugenommen. Dass die Gesamtmenge des stehenden Totholzes gegenüber der Vorperiode annähernd gleichgeblieben ist, liegt nicht in einer naturnäheren Waldbewirtschaftung, sondern dem gesteigerten Schadholzaufkommen in den sekundären Fichtenbeständen und ist demnach nicht als Erfolg einer zielgerichteten Forst- oder Naturschutzpolitik zu bewerten.

Für den Indikator „Fragmentierung“ wird in der ÖWAD-Indikatorenliste 2017 auf Studiendaten (UBA 2010) Bezug genommen, die eine hohen Zerschneidungsgrad ausweisen, obwohl darin nur das übergeordnete Straßennetz und nicht die Landesstraßen, Güter- und Forststraßen berücksichtigt wurden. Die Werte für den Anteil unzerschnittener Waldflächen in dieser Baseline liegen deutlich unter den Zielwerten (Linser 2017). In der Interpretation wird dann zwar davon ausgegangen, die Straßendichte in den vergangenen Jahren eher zu als abgenommen hat. Überraschend ist dann, dass die Beurteilung aufgrund fehlender, aktueller Vergleichsinformationen zu eventuellen Rückbaumaßnahmen derzeit nicht möglich sei. Es gibt nach Linser 2017 keine Hinweise dafür, dass in den letzten Jahrzehnten übergeordneten Straßenverbindungen rückgebaut wurden und die überschaubare Anzahl von Grünbrücken, die im Vergleichszeitraum am Altbestand errichtet wurden, ließe sich einfach ermitteln. Das Thema der zunehmenden Fragmentierung von Waldlandschaften weist auf das Fehlen einer naturschutzfachlichen Raumplanung hin. Es gibt für Österreich kein nationales Planungsdokument, das ökologische Korridore ausweist. Damit fehlt ein rechtliches Planungsinstrument, das auf der einen Seite die Entwicklung von Infrastrukturen und Siedlungsflächen unter Berücksichtigung der bundesländerübergreifenden Konnektivität von Wald- und Naturlandschaften reguliert und andererseits die Ausweisung von neuen Schutzgebieten (wie z. B. Natura 2000 Gebieten) in einen sinnvollen

ökologischen Landschaftskontext setzt, und damit tatsächlich die Entwicklung eines Schutzgebietsnetzwerks unterstützen würde.

Für die Beurteilung des Indikators 4.6 „Gefährdete Waldarten“ ist der Ansatz, den Rote-Liste-Status für ausgewählte Artengruppen heranzuziehen grundsätzlich geeignet, jedoch fehlen repräsentative empirische Datengrundlagen. Es besteht die Gefahr, dass durch Änderungen der methodischen Herangehensweise für die Beurteilung des Gefährdungsgrades weitaus größere Verschiebungen in den Klassen auftreten, als es der realen Veränderung der Populationsgrößen entspricht.

Bedingt durch die Intensivierung der forstwirtschaftlichen Nutzungseingriffe, den Ausbau des Forststraßennetzes und den Einfluss von Immissionen gibt es keinen Rückgang der Gefährdungssituation für Waldarten. Es fehlen jedoch aussagekräftige Monitoringinstrumente dazu. Über zahlreiche Artengruppen, wie z. B. die Zweiflügler (Dipteren, „Fliegen“) gibt es für Österreich weder ausreichend Expert*innen noch Grundlagenstudien aus dem Wald und keinen Ansatz eines Waldmonitoringsystems.

Die zweite Sollgröße des Indikators „wo möglich, Verbesserung“ ist wohl als österreichisches Kuriosum einzustufen und würde einen SMART-Test für Zieldefinitionen (spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch, terminiert) nicht bestehen (einzig der Punkt „akzeptiert“ dürfte als erreicht gelten).

Während Österreich bei der Zielsetzung von Indikator 4.9 „geschützte Wälder“ um den Faktor 10 hinter den europaweit gesetzten Zielen liegt, wurde auf europäischer Ebene erkannt, dass die Biodiversitätsziele ohne massive Ausdehnung der Schutzgebiete nicht erreicht werden können. Damit reagiert man auf das Versagen marktwirtschaftlicher Selbstregulierungsmechanismen, um den global anhaltenden Biodiversitätsverlust zu verlangsamen. Die Erkenntnis, dass Allgemeingüter (Allmenden) nur durch verbindliche Regulation erhalten werden können, reicht bereits in 19. Jahrhundert zurück, wurde aber durch neo-liberale Strömungen im 20. Jahrhundert wieder in den Hintergrund gedrängt (vgl. G. Hardin 1968 „Tragedy of the Commons“).

Daher erfolgte für die Europäische Biodiversitätsstrategie die Zielsetzung für die Abdeckung von Schutzgebieten auf der europäischen Landfläche mit 30 %. Ein Drittel davon (10 %) sollen strenge Schutzgebiete umfassen, in denen natürliche Prozesse ungestört ablaufen können. Die ÖWAD-Indikatoranalyse 2017 weist aus, dass es in Österreich keine Waldschutzgebiete gibt, in denen es keinen aktiven Eingriff gibt. Nur 0,8 % der Waldfläche liegen in Schutzgebieten mit minimalem Eingriff (Kernzonen von National- und Biosphärenparks, Naturwaldreservate). Die Zielsetzung muss aufgrund der internationalen Vorgaben hier nicht bei 1 %, sondern 10 % liegen. Für die Kategorie 1.3 „Schutz durch aktive Bewirtschaftung“ (auch wenn diese Bezeichnung wie angeführt ein Paradoxon ist und eigentlich „Schutz



Foto © Karin Enzenhofer

mit angepasster Bewirtschaftung“ lauten sollte) sollte die Zielvorgabe bei 30 % liegen.

Diese neun Zielvorgaben sind noch als äußerst konservativ einzuschätzen. Da strenge Schutzgebiete in Österreich kaum in landwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaften oder Siedlungsgebieten auszuweisen sind, werden sie ihren Schwerpunkt im Wald und der alpinen Zone finden müssen. Um österreichweit das Ziel von 10 % strenger Schutzgebietsfläche bis 2030 zu erreichen, müssen die Flächen im Wald voraussichtlich deutlich über 10 % liegen.

Der Indikator 4.10 „Natürlichkeit der Baumartenzusammensetzung“ ist als aussagekräftiges Proxy-Maß für die Biodiversität einzustufen. Die aktuelle Baumartenkombination wird durch die Österreichische Waldinventur im 10-Jahresrhythmus erhoben. Die potenzielle natürliche Waldgesellschaft wurde jedoch nur für ca. 1/3 der Inventurpunkte im Rahmen der Hemerobiestudie (Grabherr et al. 1998) anhand von Vegetationsaufnahmen im Gelände angesprochen. Daher erfolgt der Vergleich der aktuellen zur potenziell natürlichen Waldgesellschaft rein auf einer Interpretation der Standortdaten durch Expertinnen und Experten und weist somit eine gewisse Unsicherheit auf. Die Zeithorizonte der Sollgrößen sind für 2020 und 2050 festgelegt und waren bei der letzten Evaluierung der ÖWAD-Indikatoren 2017 noch nicht erreicht. So wurde nur ein positiver Trend in die richtige Richtung festgestellt.

Die aktuellen Zwischenergebnisse der ÖWI zeigen jedoch, dass sich der Trend zu mehr Mischbeständen in den letzten Dekaden signifikant abschwächt: Hat der Laub- und Mischwaldanteil zwischen den ÖWI-Perioden 1992/96 und 2000–02 (7 Jahre) noch um 3 % zugenommen, war es in der Periode 2007/9 bis 2016/18 (10 Jahre) nur noch 1 % und die Fichtenreinbestände sind im Vergleich zur Vorperiode unverändert hoch geblieben (Russ 2019). Die Trendentwicklung ist daher kritisch zu sehen und eine Zielerreichung unter diesen Voraussetzungen unwahrscheinlich.

Abgesehen davon, dass der für den Indikator 4.11 herangezogene Biodiversitätsindex Wald (Geburek 2010) ausschließlich auf Proxy-Indikatoren (d.h. Indikatoren, die einen Zustand nur indirekt ableiten) und nicht auf empirischen Artenzahlen, genetischer Variabilität oder Landschaftsdiversität beruht, entspricht die Sollgröße „Stabilisierung des BIW auf dem bereits hohen Niveau und Erhöhung in solchen Naturräumen, welche vergleichsweise unterdurchschnittliche Werte aufweisen“ weder den österreichischen Erfordernissen noch den Zielsetzungen der internationalen Konventionen und Strategien. Da die meisten Eingangsindikatoren des BIW bereits in eigenen Indikatoren des ÖWAD abgebildet sind (Totholz, Naturnähe der Baumartenkombination, Neophyten, Fragmentierung etc.) und dort mit teilweise durchaus ambitionierten Zielvorgaben verknüpft wurden, scheint der BIW in dieser Form nicht als geeignetes Maß. Vielmehr bedarf es neuer Grundlagenstudien und eines empirischen Biodiversitätsmonitoringsystems,

dass zumindest den tatsächlichen Zusammenhang zwischen Artenvielfalt und den Proxy-Indikatoren quantifiziert lässt und zumindest auf einem weitmaschigen Stichprobennetz eine reale Veränderung der Biodiversität auf Dauerbeobachtungsflächen monitort.

Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt und auch in der ÖWAD-Indikatorenevaluierung 2017 dargestellt, sind die Ziele für das Natura 2000 Schutzgebietsnetzwerk in Österreich gerade im Wald nicht erfüllt. Dem Indikator 4.12 ist besondere Aussagekraft beizumessen, weil er einer der wenigen Indikatoren ist, der auf empirischen Felderhebungen und einem ökologischen Bewertungssystem beruht. Die Defizite liegen nicht nur in den bereits diskutierten unzureichenden Regulierungen in den Verordnungen, sondern auch in den fehlenden oder unzureichend definierten Erhaltungszielen (mit Flächen- und Qualitätsangaben) für die in den Verordnungen angeführten Schutzgüter. Managementpläne, sofern vorhanden, beschränken sich weitgehend auf ein Inventar von Schutzgütern, aus dem für die zoologischen Schutzgüter oft nur das Vorhandensein oder Fehlen von Arten abzuleiten ist, nicht jedoch deren Populationsgrößen. Bei den Maßnahmen im Wald werden oft nur sehr allgemeine Empfehlungen wie „Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung“ oder „Naturnahe Waldbewirtschaftung“ genannt, ohne konkrete Vorgaben für Baumartenzusammensetzung, Totholzvolumen, maximale Erschließungsdichte, maximale Schlaggrößen, Verjüngungsmethoden etc. für einen Erhalt oder die Erreichung eines günstigen Erhaltungszustandes zu definieren.

Anders als im ÖWAD-Indikatorbericht 2017 kann der Indikator 4.13 „Vertragsnaturschutz“ mit den Sollgrößen

1) Sicherung der bestehenden Vertragsnaturschutzflächen, auch über die laufenden Vertrags- und Förderperioden hinaus und

2) Erweiterung der Vertragsnaturschutzflächen als Beitrag der Forstwirtschaft zur Erhaltung und Verbesserung der Lebensräume und Arten der Wälder entsprechend der „EU-Biodiversitätsstrategie 2020“,

für beide Messgrößen als „nicht erfüllt“ bewertet werden.

Bei Naturwaldreservaten wurde zwischen 2011 und 2015 ein leichter Flächenrückgang festgestellt. Insgesamt kommt die Evaluierung auf knapp 69.000 ha Wald, die unter Vertragsnaturschutz stehen oder für die eine Entschädigung geleistet wird. Das entspricht weniger als 2 % der Waldfläche. Auch hier müsste die Zielformulierung sich an den 30 % Schutzgebietsanteil bis 2030 der Europäischen Biodiversitätsstrategie orientieren.

Wie schon beim vorangehenden Indikator angedeutet, wurde das Ziel für den Indikator 4.14 „Naturwaldreservate“ nicht erreicht. Hier sollte bis 2020 eine Fläche von 10.000 ha im Österreichischen Naturwaldreservateprogramm gesichert

werden. Die aktuelle Zahl (www.naturwaldreservate.at, Stand August 2020) weist gegenüber 2011 einen Rückgang von 250 ha aus und steht somit bei 8.355 ha.

Das in den neunziger Jahren ambitioniert gestartete und für diese Zeit wegweisende Naturwaldreservateprogramm stagniert damit seit fast zwei Jahrzehnten und deutet mitunter auf ein seither fehlendes politisches Interesse an Naturschutz im Wald hin.

4.1.5 HANDLUNGSFELD 5: SCHUTZFUNKTION

Im Handlungsfeld Schutzfunktion steht die Erhaltung bzw. der Aufbau resilienter Wälder im Vordergrund, um langfristig Puffer-, Speicher- und Filterkapazitäten zu sichern (naturnahe, standortgerechte, klimafitte Wälder). Hierzu sollen Rahmenbedingungen für eine standortgerechte Naturverjüngung (z. B. durch Wildtiermanagement, Besucherlenkung) geschaffen werden. Durch die Umsetzung der Auenstrategie 2020+ (BMFLUW 2015a) und des Bergwaldprotokolls sollen die Schutzwaldbewirtschaftung und der Objektschutz langfristig sichergestellt werden. Bedeutend sind auch die Sicherstellung von Rahmenbedingungen für eine Sicherung des Wasserdargebotes (etwa über Wasserschutz-/schongebiete bzw. Bewaldungsprozente) und die Weiterentwicklung und Anwendung von Planungs- und Managementinstrumenten zum Schutz vor Naturgefahren. Hierzu ist auch die Stärkung von Risiko-Governance-Ansätzen und eine verstärkte Sensibilisierung der Gesellschaft notwendig.

4.1.5.1 Befund Schutzfunktion

ÖWAD-Indikatoren (Linser 2017):

- 5.1 Keine Bodenbewegung im Schutzwald im Ertrag auf 77 % der Flächen (aufgrund ausstehender ÖWI-Daten nicht ausgewertet)
- 5.2 Kein Handlungsbedarf bei 45 % der objektschutzwirksamen Wälder (2017 noch nicht beurteilt, da Zielhorizont 2020)
- 5.3 Fördermittel sollen nicht sinken, Fördertopf ausgeschöpft (erreicht)
- 5.4 Wasserschongebiete im Wald (wurde als ungeeigneter Indikator eingestuft)
- 5.5 Verstärkte Neugründung von Wassergenossenschaften oder Wasserverbänden (nicht beurteilt)

Nur die ersten beiden Indikatoren scheinen einen direkten Bezug zum Zustand des Schutzwaldes und seiner Funktionsfähigkeit zu haben. Auch zum Schutzwald liefert die ÖWI aktuelle Daten: Freudenschuss et al. (2019) berichten von einer Zunahme der Schältschäden im Schutzwald im Ertrag (für

den Schutzwald außer Ertrag sind keine Zahlen verfügbar). Die Bereitstellung der Mittel indiziert eigentlich, dass trotz anhaltend hohem finanziellen Mitteleinsatz (2015: 13 Mio. Euro für flächenwirtschaftliche Projekte der Wildbach- und Lawinenverbauung) die Ziele nicht erreicht werden können. Die beträchtlichen Gelder, die für die Schutzwaldsanierung zur Verfügung stehen, werden zu einem großen Teil in den Forststraßenbau und die Hochauflagenforstung investiert, der Erfolg bleibt aus. Demgegenüber besteht breiter fachlicher Konsens, dass ohne eine effektive Senkung der überhöhten Wildbestände eine Sicherung der Verjüngung der Schutzwaldbestände nicht möglich ist. Hier sollte die Anpassung des Wildstandes als Indikator gewählt werden (das Thema wurde bereits bei der Vitalität der Waldbestände erläutert). Trotz der in den letzten Jahrzehnten rund 150-200 Millionen Euro, die in die Schutzwaldsanierung investiert wurde, stellt die ÖWI seit Jahrzehnten einen gleichbleibenden bzw. leicht rückläufigen Anteil stabiler Schutzwaldbestände in ihrer Auswertung fest (1992/96: 58 %, 2000/02 und 2007/09 57 %). Dies wirft die Frage auf, inwiefern diese Mittel ergebnisorientiert eingesetzt wurden.

Der Rechnungshofbericht (Rechnungshof 2019) über den Zustand der Schutzwälder der ÖBf-AG hat sicherlich nicht nur für Wälder im Staatsbesitz Relevanz. Die Forderungen nach strukturierten, stufig aufgebauten Waldbeständen und die Diagnose, dass die durch Wild verursachten Schäden ein wesentliches Hemmnis für Waldwachstum und ausreichende Verjüngung darstellen, lassen sich für den gesamten österreichischen Schutzwald verallgemeinern.

Die im Gutachten genannte Zielsetzung eines angepassten Wildstandes lässt sich weniger durch den Ausbau des Forststraßennetzes erreichen als durch einen Verzicht auf Fütterungen und die Wiedereinbürgerung von natürlichen Prädatoren, die gerade in den schwer zugänglichen Wildeinständen der Steilhänge erfolgreicher zu einer Wildstandsregulierung beitragen als herkömmliche Jagdmethoden, die seit über dreißig Jahren keine signifikante Verbesserung des Wildverbisses und der Schältschäden erreichen konnten.

4.1.6 HANDLUNGSFELD 6: GESELLSCHAFTLICHE UND VOLKSWIRTSCHAFTLICHE FUNKTION

Dieses Handlungsfeld umfasst Aktivitäten, in denen die Gesellschaft gezielt über die Funktionen des Walds und die vielfältigen Leistungen der Forst- und Holzwirtschaft informiert werden und deren Beitrag zur Wertschöpfung im ländlichen Raum durch einen Ausbau der Angebotspalette erhöht werden soll. Dies umfasst insbesondere die Themen Bildung, Forschung, Wissenstransfer und Arbeitsplätze und soll auch durch Innovation und Stärkung der Forschung und eines dementsprechenden Ausbildungsangebots erreicht werden. Das Thema Wald soll in die gesamte Aus-



und Weiterbildung einfließen. Besondere Bedeutung wird dem Interessensausgleich (etwa über den Walddialog) beigemessen. Zudem soll die Gesellschaft für die gesundheitliche Bedeutung der Wälder sensibilisiert werden.

4.1.6.1 Befund gesellschaftliche Funktion

In diesem Handlungsfeld wurden über 20 Indikatoren im ÖWAD festgelegt, die sich zum Teil mit den zuvor genannten Indikatoren überlappen.

Der wirtschaftliche Beitrag der Forstwirtschaft (ohne Holzwirtschaft) bleibt seit Jahrzehnten auf niedrigem Niveau (0,3–0,4 %). Unter den gegebenen Rahmenbedingungen ist derzeit auch mit keiner Steigerung zu rechnen. Die weitere Mechanisierung der Holzernte und -verarbeitung lässt eher einen weiteren Verlust an Arbeitsplätzen erwarten, was sich auch in Indikator 6.5 (ArbeitnehmerInnen im Waldsektor) widerspiegelt.

Die Zielerreichung von einer Wirtschaftsleistung von 9 Mrd. Euro in der Forst- und Holzwirtschaft bis 2020 ist durch die Steigerung der Erntemengen nicht nachhaltig zu erreichen und muss kritisch hinterfragt werden. Die Steigerung der wirtschaftlichen Erträge aus der Holzernte stehen im Widerspruch zu einer gesamtheitlichen volkswirtschaftlichen Betrachtung, in die Wohlfahrtswerte und andere Ökosystemleistungen des Waldes ebenso zu berücksichtigen sind. Dabei stehen Leistungen wie Erholungsnutzung, Biodiversität, Schutzfunktion, Kohlenstoffspeicherung in indirektem Zusammenhang mit der Holzernte (Getzner und Kirchmeir 2020).

Zur Bewertung der Ökosystemdienstleistungen sollten diese anhand geeigneter Beobachtungsverfahren abgebildet werden, anstatt nur die Ausgaben für Dienstleistungen zum Erhalt von Ökosystemleistungen durch öffentliche Mittel (Indikator 6.4) dafür heranzuziehen.

Eine weitere Zielsetzung, der hinsichtlich der Nachhaltigkeit und der Erreichung der Biodiversitäts- und Klimaziele mit Nachdruck widersprochen werden muss, ist die Steigerung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Holz und Holzprodukten. Nur eine Reduktion des Ressourcenverbrauchs wird eine nachhaltige Gesamtentwicklung unterstützen. Eine reine Substitution von fossilen Energieträgern oder Baustoffen durch Holzprodukte durch die österreichische Waldfläche ist de facto nicht für die Gesamtbevölkerung machbar.

Gleiches gilt für die Steigerung des Holzverbrauchs für die energetische Nutzung. Bei derzeitigem Stand der Technik und dem österreichischen Energiemix wird mehr CO₂ bei der Verbrennung von Holz an die Atmosphäre abgegeben, als für dieselbe Energiemenge durch die anderen am Energiemix beteiligten Energiequellen freigesetzt wird. Eine Stabilisierung des Holzanteils am Gesamtenergieverbrauch kann auch nur als Ziel festgesetzt werden, wenn der

Gesamtenergieverbrauch insgesamt sinkt, was derzeit nicht der Fall ist.

Der Indikator der Forschung, Aus- und Weiterbildung zeigt zwar eine stabile Basisfinanzierung des Bundesamts und Forschungszentrums für Wald (15 Mio. jährlich, keine Inflationsanpassung zwischen 2010 und 2015), und der Anteil an forstlicher Drittmittelforschung hat eine Mio. Euro im Jahr 2015 knapp überstiegen, es fehlen jedoch maßgeblich Forschungsprojekte im grünen Bereich (Kohlenstoffspeicherung, Biodiversitätsforschung) sowie Studien und Monitoringverfahren zur Beobachtung der Entwicklungstrends (Naturnähe und Ökosystemleistungen).

4.1.7 HANDLUNGSFELD 7: INTERNATIONALE EBENE

Auf internationaler Ebene sollen breit abgestimmte und klare Positionen zu waldrelevanten Themen vertreten werden und proaktiv in europäische und internationale Prozesse und Bestrebungen zur Schaffung von Instrumenten für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung eingebracht werden. Zudem sollen die Kräfte der AkteurInnen gebündelt werden und in bi- und multilaterale Kooperationen münden. Partnerschaften zwischen Unternehmen, öffentlichen und privaten Organisationen sollen gezielt ausgebaut werden. Das österreichische Know-How soll in entwicklungspolitische Prozesse und Vorhaben eingebunden und verstärkt genutzt werden. Der institutionelle Rahmen zur Umsetzung von waldrelevanten Projekten der internationalen Zusammenarbeit soll weiterentwickelt werden.

4.1.7.1 Befund internationale Ebene

ÖWAD-Indikatoren 2017:

- 7.1 Erhöhung der Ausgaben für die Entwicklungszusammenarbeit im Waldbereich (erreicht)
- 7.2 Kontinuierliche Schwerpunktsetzung der österreichischen Politik für eine globale nachhaltige Waldbewirtschaftung (erreicht)
- 7.3 Gleichbleibende oder steigende Mittel für öffentliche Mittel für waldrelevante, international tätige Organisationen und für die Teilnahme von österreichischen Expert*innen in waldbezogenen internationalen Gremien (teilweise erreicht)
- 7.4 Österreichischer Beitrag zur Bekämpfung des illegalen Holzeinschlags (erfüllt)
- 7.5 Unterfertigte sektorrelevante bi- und multilaterale Kooperationsabkommen (noch nicht beurteilbar)
- 7.6 International im Forst- und Holzsektor aktive Organisationen des Runden Tisches des Österreichischen Walddialogs (noch nicht beurteilbar)

Als mit rund 5 Mio. m³/Jahr sechstgrößter

Nadelschnittholzexporteur der Welt (BMNT 2018), als viertgrößter Rohholzimporteur, und einer Exportquote von 68% in der Holz- und 87% in der Papierindustrie, ist Österreich ein Global Player auf dem Weltmarkt. Damit geht auch eine internationale Verantwortung einher.

Um das Potenzial der Kohlenstoffsенke in Europa aber auch weltweit zu nutzen, braucht es internationale Vereinbarungen, um einen negativen Leakage-Effekt durch Holzimporte zu vermeiden. Ein nachhaltiger Vorratsaufbau in Wäldern kann nur durch einen reduzierten Holzeinschlag erreicht werden. Wird der Import von Holz nach Österreich oder Europa nicht gleichzeitig reguliert, kann es sehr leicht geschehen, dass die Holzindustrie auf Importe aus dem Ausland zurückgreift und Wälder in anderen Regionen exploitiert werden, während bei uns ein Vorratsaufbau erfolgt. Durch längere Transportwege kann es dadurch zu einem negativen Gesamteffekt kommen und zudem der Nutzungsdruck auf die letzten Urwälder der Erde erhöht werden. Daher braucht es internationale Vereinbarungen und Zielsetzungen, um insgesamt den Ressourcenverbrauch zu reduzieren.

Eine weitere Herausforderung liegt in der Abstimmung von ökologischen Korridoren auf europäischer Ebene, insbesondere mit den Nachbarländern Österreichs. Waldökosysteme stellen die wichtigsten natürlichen Lebensraumtypen in Europa dar und der Verbund von Waldflächen ist eine wichtige Herausforderung. Österreich stellt mit den Alpen einen wichtigen West-Ost-Korridor und könnte sich zu einem wichtigen Link zu den großen natürlichen Waldflächen in den Karpaten entwickeln (Huber et al. 2018; ADC 2016). Aber auch Nord-Süd-Achsen mit Verbindungen von der apenninischen Gebirgskette und dem Balkan Richtung Norden könnten als wichtige Korridore etabliert werden (siehe auch Europäische Green Infrastructure Strategy, European Commission 2013). Dazu bedarf es einer Verankerung solcher Korridore in der österreichischen Raumplanung in enger Zusammenarbeit mit den entsprechenden Behörden der Nachbarländer.

4.1.8 ZUSAMMENFASSUNG

Die Ziele und Zielwerte der Waldstrategie basieren nicht allein auf fachlicher Expertise, sondern stellen vielmehr das Verhandlungsergebnis der ÖWAD-Arbeitsgruppe dar (vgl. Kapitel 2_2). Die Maßnahmen basieren sehr stark auf bestehenden Projekten und Vorhaben, die den Zielen zugeordnet wurden, während hingegen nur in sehr geringem Umfang konkrete zusätzliche Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele formuliert wurden. Die Ziele werden über den ÖWAD-Kriterienkatalog evaluiert und sollen von den Akteuren des Walddialogs umgesetzt werden. Die Strategie ist sehr wirtschaftsorientiert. Die vielfältigen Zielsetzungen sind zum Teil in sich widersprüchlich (z. B. Erhöhung der biologischen Vielfalt bei gleichzeitig stärkerer

Nutzung und Forcierung von Holzprodukten) bzw. Erhalt des C-Speicherungspotenzials bei gleichzeitiger Erhöhung des Einschlags). Durchgängig ist jedoch die Entwicklung der Wälder hin zu standortgerechten Waldbaumarten und die Umsetzung einer naturnahen Waldbewirtschaftung. Vor allem die Zielsetzungen im Bereich Biologische Vielfalt bleiben eher vage und beinhalten oft nur „Prüfungen von Optionen“, „ausgewählte Flächen“, „in Kooperation“. Eine Zielerreichung aller formulierten Ziele scheint sehr ambitioniert. Eine Zielkonfliktanalyse erfolgte ebenso wenig wie die Darstellung konkret formulierter Ziele und Finanzierungs- und Umsetzungsinstrumente.

4.2 DERZEITIGE FÖRDERPOLITIK

Die forstliche Förderung in Österreich findet vorwiegend im Rahmen des EU-Programms für die Entwicklung des ländlichen Raumes (LE 14-20) oder über Landesförderungen statt.

Für LE-Förderungen standen in Österreich bis 2020 jährlich für alle landwirtschaftlichen Maßnahmen 1,1 Milliarden Euro zur Verfügung, mehr als die Hälfte davon wird von der EU finanziert. Im Bereich Forstförderung stehen für die gesamte Förderperiode von 2014–2020 insgesamt 280 Mio. Euro zur Verfügung (ca. 3,6 % des Gesamtvolumens).

Hierfür sind Förderungen in unterschiedlichem Ausmaß für beispielsweise folgende Maßnahmen möglich:

- Errichtung von Forststraßen
- Waldbauliche Maßnahmen im Wirtschafts- und Schutzwald
 - Misch- und Laubwaldaufforstungsmaßnahmen nach Katastrophen oder für Bestandesumwandlungen
 - Pflegemaßnahmen bis 10 bzw. 20 Meter Oberhöhe
 - Pflegemaßnahmen bis 20 Meter mit Seilkran
 - Einleitung der Naturverjüngung mit Seilkran
- Forstschutzmaßnahmen (Fangbäume, Mulchen und Hacken von befallstauglichem Material, Entrindung, Rüsselkäferbekämpfung)
- Zäune zur Kontrolle von Wildverbiss (bis 100 ha Waldfläche)
- Erstellung von betrieblichen und überbetrieblichen Plänen
- Ökologische Maßnahmen (z. B. Einzelbaumförderung für Totholz und Höhlenbäume, Ameisen- und Vogel- und Fledermausschutz, Waldränder, Kopfweiden, Pflege von Mittel- und Niederwald, Einbringung und Schutz von seltenen Baumarten, bestandesschonende Bringung mit Pferd und Logline)
- Saatgutbeerntung und Geräte für Forstgärten
- Kooperation von Forstwirtschaft und Holzwirtschaft, Innovationen, Zusammenarbeit

Je nach Bundesland sind zudem zusätzliche Maßnahmen

(etwa für touristische Maßnahmen im Wald in Tirol) möglich und spezifische Landesförderungen mit zusätzlichen Fördermöglichkeiten.

Für alle Maßnahmen gibt es österreichweite Standardkostensätze, von denen sich die Förderung mit 60 % im Wirtschaftswald beziehungsweise mit 80 % in Wäldern mit mittlerer und hoher Schutzfunktion berechnet.

Die genauen Fördergegenstände, Zielsetzungen und Grundlagen sind in der Sonderrahmenrichtlinie des Bundes zur Umsetzung des LE-14-20 Programms definiert. Hier sind auch etwaige naturschutzfachliche Fördervoraussetzungen bzw. Auflagen bei den jeweiligen Vorhaben definiert. Für den Bereich Wald, Forstwirtschaft und Biodiversitätsschutz sind dabei folgende Maßnahmen relevant:

- **Investitionen in die Infrastruktur für die Entwicklung, Modernisierung und Anpassung der Forstwirtschaft (4.3.2)**

Ziele sind die Anpassung der Wälder an den Klimawandel, Aufrechterhaltung und Verbesserung von Nutz-, Schutz-, Wohlfahrts- und ökologischen Wirkungen, schonende, raschere und effizientere Leistungserbringung in der Waldbewirtschaftung und bei Windwurf und Waldbrand sowie Verringerung biotischer Folgeschäden, Steigerung der Produktivität, Holzqualität und des Arbeitseinkommens und der Versorgungssicherheit mit Holz sowie die Mobilisierung der nachhaltigen Holznutzungsreserven.

- Fördergegenstand: Errichtung und Verbesserung von Infrastruktur (Forststraßen, Wasserstellen, Lager, Aufarbeitungsplätze, Planung und Bauaufsicht) zur Erhaltung, Verbesserung und zum Wiederaufbau der Funktionen von Wäldern
- Keine naturschutzfachlichen Aspekte und Vorgaben

- **Pläne und Entwicklungskonzepte zur Erhaltung des natürlichen Erbes (7.1.1) sowie Studien und Investitionen zur Erhaltung, Wiederherstellung und Verbesserung des natürlichen Erbes (7.6.1)**

Ziele sind die Erhaltung, Verbesserung und Wiederherstellung von naturschutzfachlich wertvollen Flächen, die schützenswerte Lebensraumtypen oder Arten aufweisen. Ein Beitrag zur Zielerreichung der FFH-Richtlinie, Vogelschutzrichtlinie, nationalen Biodiversitätsstrategie, nationalen und internationalen rechtlichen Verpflichtungen muss geleistet werden.

- Fördergegenstand: wissenschaftliche und praktische Grundlagenerstellung, Kompetenzen für Naturraummanagement, Bewusstseinsbildung, Management von Schutzgebieten, Bewirtschaftungs- und Nutzungspläne, Naturschutzpläne, Entwicklungskonzepte.
- Auflage: Außerhalb des Forstbereichs (7.6.1.) bzw. waldbezogene Pläne werden nicht gefördert (7.1.1.), Übereinstimmung mit Naturschutzzielsetzungen

- **Aufforstung und Anlage von Wäldern (8.1.1)**

Ziele sind die Erhaltung und Verbesserung der biologischen Vielfalt und des Lebensraumes von Tieren und Pflanzen, die Verbesserung der Wohlfahrts-, Schutz-, Nutz- und Erholungswirkung im ländlichen Raum und die Steigerung der Kohlenstoffbindung durch Waldflächenzunahme.

- Fördergegenstand: Anlage von Wäldern auf land- und nichtlandwirtschaftlichen Flächen (Waldverjüngung, Vorbereitung, Bodenbearbeitung, Aufforstung, Nachbesserung)
- Keine naturschutzfachlichen Widersprüche, Baumartenzusammensetzung in Anlehnung an die Potenziell Natürliche Waldgesellschaft (PNWG), nur in Katastralgemeinden mit unter 20 % Waldanteil.

Anmerkung: Solche Maßnahmen zeigen erst nach Jahrzehnten positive Auswirkungen auf die Biodiversität und können bei Aufforstungen von Grenzertragsflächen kurz- und mittelfristig negative Auswirkungen haben.

- **Vorbeugung von Schäden und Wiederherstellung von Wäldern nach Naturkatastrophen und Katastrophenereignissen – Forstschutz (8.4.1).**

Ziele sind Reduktion von Waldschäden durch abiotische und biotische Schadfaktoren und naturnahe, widerstandsfähige Waldbestände

- Fördergegenstand: Schadensvorbeugung und Überwachung, Aufräumarbeiten, Waldwiederherstellung nach Katastrophen, Maßnahmen für Schutzinfrastrukturen
- 75 % der aufgeforsteten Pflanzen müssen sich an der natürlichen Waldgesellschaft orientieren. Sonst keine Vorgaben.

Anmerkung: Die Erschließung von Waldflächen durch Forststraßen und die Räumung von Schadholzflächen sowie deren künstliche Aufforstung sind gegenüber dem Zulassen einer natürlichen Sukzession nach Störungsereignissen sowohl aus Sicht der Kohlenstoffspeicherung, des Biodiversitätserhalts, der genetischen Vielfalt als auch der Angepasstheit von Baumarten und der Bodenverwundung negativ zu beurteilen.

- **Investitionen zur Stärkung von Resistenz und ökologischem Wert des Waldes – Öffentlicher Wert & Schutz vor Naturgefahren (8.5.1).**

Ziele sind die Verbesserung der schutzwirksamen, ökologischen und gesellschaftlichen Wirkungen des Waldes, Schutz vor Naturgefahren und Erhaltung, Verbesserung und Gestaltung von Trinkwasserressourcen des Waldes.

- Fördergegenstand: Vorhaben zur „Stabilisierung und Verbesserung des Waldzustandes/Standortes sowie Vorhaben zur Verminderung von Auswirkungen durch externe forstschädliche Umweltbelastungen“ (etwa Waldverjüngung, Bestandesumbau, Pflege, Verjüngungseinleitung inkl. Bringung bzw. Rückung etc.)
 - Mehr als 75 % der aufgeforsteten Pflanzen müssen sich an der natürlichen Waldgesellschaft orientieren.
- **Investitionen zur Stärkung von Resistenz und ökologischem Wert des Waldes – Genetische Ressourcen (8.5.2)**
Ziele sind die Erhaltung und Verbesserung der genetischen Ressourcen des Waldes, die Produktion von autochthonem forstlichen Vermehrungsgut, die Verbesserung der Versorgung mit genetisch hochwertigem, standortangepasstem Saatgut und die Verbesserung der genetischen Erkenntnisse und Grundlagen.
 - Fördergegenstand: Investitionen für wertvolles forstliches Vermehrungsgut zur Sicherung waldgenetischer Ressourcen: Spezialgeräte, Beerntung von Samenbäumen, Saatgutplantagen, Gendatenbanken etc.)
 - Keine spezifischen Auflagen
 - **Investitionen zur Stärkung des ökologischen Werts der Waldökosysteme – Waldökologie-Programm (8.5.3)**
Ziele sind die Erhaltung, Verbesserung oder Wiederherstellung der Waldbiodiversität in all ihren Dimensionen (Arten, Lebensraum, Genetik, Evolutionsfähigkeit), Erhalt und Verbesserung von wertvollen/seltenen Waldflächen, Schutz von seltenen/gefährdeten Arten, Bekämpfung von Neobiota und Erhalt traditionell bewirtschafteter Waldlebensräume sowie die Sicherung der natürlichen Regenerationsfähigkeit des Waldes.
 - Fördergegenstand: Waldbauliche Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Wirkungen des Waldes und dessen Biodiversität, traditionelle Bewirtschaftungsformen, Maßnahmen zur Verbesserung und Erhalt von ökologisch wertvollen und seltenen Waldflächen und -gesellschaften, Habitatverbesserung für bedeutsame Tierarten, Bekämpfung Neobiota, Förderung der PNWG, integriertes Wildmanagement, Spezialgeräte für bestandesschonende Bringung. Dabei wird Naturverjüngung gemäß der PNWG auf § 32a Flächen gemäß dem Forstgesetz 1975 zu 100 %, auf anderen Flächen zu 80 % gefördert.
 - Naturschutzfachlich begründbare Notwendigkeit des Vorhabens ist Voraussetzung, gesetzlich vorgeschriebene Maßnahmen sind nicht förderbar, Fördergrenzen für „Vogelschutz; Ameisenschutz; Fledermausschutz, Einzelbäume Totholz, Bruthöhlen-, Veteranen-, Horstbäume“.
- **Erstellung von waldbezogenen Plänen auf betrieblicher Ebene (8.6.2) und überbetrieblicher Ebene (16.8.1)**
Ziele sind die Verbesserung von Planungsgrundlagen in der Forstwirtschaft.
 - Fördergegenstand: Erstellung von Plänen für den Bereich Waldmanagement, Bewirtschaftungspläne, Schutzpläne, Stichprobeninventuren und Standortkartierungen.
 - **Erhaltung von ökologisch wertvollen/seltenen Waldflächen/-gesellschaften (15.1.1)**
Ziele sind Beiträge zur Sicherung der Waldfunktionen und Beiträge zur Biodiversität im Wald.
 - Fördergegenstand: Erhaltung von Naturwaldreservaten oder von ökologisch wertvollen/seltenen Waldflächen/-gesellschaften (flächiger Nutzungsverzicht), Erhaltung von Altholzinseln, Horstschutzzonen, Belassen von seltenen Baumarten, Totholz, Bruthöhlenbäumen oder Horstbäumen.
 - Umsetzung auf ökologisch wertvollen Waldflächen, 5-jährige Verpflichtung, Hektarprämie, Kennzeichnungspflicht
 - **Erhaltung und Verbesserung der genetischen Ressourcen des Waldes (15.2.1)**
Ziel ist die Erhaltung von autochthonem forstlichen Vermehrungsgut als Grundlage für eine stabilitäts- bzw. leistungsorientierte Waldbewirtschaftung und die Erhaltung bzw. Verbesserung der Biodiversität der Wälder
 - Fördergegenstand: Forstliche Samenbestände (in situ) und Samen- oder Genreservate (ex situ oder in situ)

Nachweis eines behördlich zugelassenen Samenbestandes, einer zugelassenen Samenplantage, eines Generhaltungsbestandes oder sonstiger wertvoller Samenbäume, Hektarprämie

Umsetzung und Förderungen

Eine Zwischenevaluierung im Rahmen von LE 14-20 (Nöbauer 2017) gab 2017 einen groben Überblick über Vorhabensarten (VHA) im Rahmen der Waldumweltmaßnahmen und über die damit verbundenen Auszahlungssummen:

Tabelle 7: Waldumweltmaßnahmen im LE 14-20. Zwischenevaluierung: Geförderte Maßnahmen, Budget und bewilligte Förderungen (Nöbauer 2017)

Waldumweltmaßnahmen im LE 14-20	Gesamtbudget	Anteil in %	Gesamt bis 2016	Gesamt bis 2016 in %
VHA 8.5.1. „Investitionen zur Stärkung von Resistenz und ökologischem Wert des Waldes	55,500,000.00 €	66.5 %	16,680,000.00 €	30.1 %
VHA 8.5.2. „Investitionen zur Stärkung von Resistenz und ökologischem Wert des Waldes – Genetische Ressourcen	1,900,000.00 €	2.3 %	298,000.00 €	15.7 %
VHA 8.5.3. „Investitionen zur Stärkung von Resistenz und ökologischem Wert des Waldes – Waldökologie-Programm	19,000,000.00 €	22.8 %	671,000.00 €	3.5 %
VHA 15.1.1. Erhaltung von ökologisch wertvollen/seltenen Waldflächen/-gesellschaften:	5,600,000.00 €	6.7 %	0.00 €	0.0 %
VHA 15.2.1. Erhaltung und Verbesserung der genetischen Ressourcen des Waldes	1,400,000.00 €	1.7 %	7,750.00 €	0.6 %
Waldumweltmaßnahmen gesamt	83,400,000.00 €		17,656,750.00 €	21.2 %

Es ist bemerkenswert, dass von der gesamten Fördersumme für den ländlichen Raum nur rund 3,6 % für die Forstwirtschaft (bzw. den Wald) vorgesehen sind, hiervon nur ein geringer Teil für Waldumweltmaßnahmen bzw. Maßnahmen mit Naturschutzbezug. Selbst diese vergleichsweise geringen Fördermittel wurden nicht in vollem Ausmaß von Förderwerbern abgerufen.

Auch Dersch et al. (2017) zeigen im Nationalen Evaluierungsbericht auf, dass bis 2016 für die Maßnahmen 15.1.1. und 15.2.1 keine abgeschlossenen Maßnahmen vorliegen und die Akzeptanz gering ist. Sie sehen die Hauptursache darin, dass es sich hier um eine „inaktive“ Maßnahme handelt, also im Gegensatz zu Maßnahme 8 dabei ein Bewirtschaftungsausschluss integriert ist. Durch die geringe Nachfrage nach diesen Maßnahmen konnte hier auch nur auf wenigen Flächen die gewünschte Wirkung erzielt werden (Dersch et al. 2017).

Im Rahmen einer Evaluierung der Forstmaßnahmen (Jäger et al. 2020) wurde festgestellt, dass sich dies bis zum Ende der Förderperiode nicht mehr maßgeblich geändert hat. Zum Stichtag Ende 2018 wurden für VHA 7.6.1.c (Forst) nur 15 % der budgetierten 31,1 Mio. Euro abgerufen. Für VHA 8.5.3. wurden nur 2 % des Budgets von 80,12 Mio. in 416 Projekten unterstützt. Dies steht im Gegensatz zu den angestrebten 22.500 Projekten. Der Großteil der geförderten Kleinvorhaben wurde in waldbaulichen Aktionen und zum Erhalt und der Verbesserung der ökologischen

Wirkungen des Waldes umgesetzt (knapp 60 %). Weitere 17 % ergingen in Aktionen zur Erhaltung/Verbesserung spezieller Habitate (Totholz, Bruthöhlen-, Veteranen- und Horstbäume, seltene Baumarten, Vogel- und Ameisenschutz, Uferrandstreifen, Waldrandpflege). Die meisten Projekte standen in Verbindung mit Wiederbewaldungs- und Aufforstungsaktivitäten nach Borkenkäferkalamitäten bzw. mit Habitatverbesserungsmaßnahmen. Obwohl die mit VHA 8.5.3. (Waldökologie-Programm) 75.000 ha Waldfläche erreicht werden sollten, wurden nur Maßnahmen auf 1.966 ha umgesetzt (hiervon 42 % in Natura 2000 Waldflächen).

Jäger et al. (2020) unterstreichen, dass der Umsetzungsstand sehr gering ist und weit hinter den definierten Zielwerten liegt. Die Studie führt dies mitunter darauf zurück, dass die schwierige Situation der Forstwirtschaft in Österreich (Witterungsextreme, Borkenkäferkalamitäten) und damit verbundenes Schadholzaufkommen, schwierige Holzabsatzbedingungen und Preisdruck vor allem kleine Forstwirtschaftsbetriebe unter Druck setzte. Dadurch wurden Nutzungs- und Pflegeaktivitäten zurückgestellt, wodurch die Nachfrage nach Förderungen im forstlichen Bereich zurückging.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Fördertopf für Waldumweltmaßnahmen und Biodiversitätsschutz bei weitem nicht ausgeschöpft und die Maßnahmen nicht angenommen wurden. Ob diese schlussendlich aufgrund der Art der Maßnahme (Dersch et al. 2017), aufgrund der Lage der

Tabelle 8: Auszahlungssummen im Rahmen von LE 14-20 (2017–2019) für Maßnahmen 8 und 15 (Transparenzportal 2020: <https://transparenzportal.gv.at>, zuletzt abgerufen 30.7.2020)

Auszahlungssummen	2017	2018	2019
15.1.1. und 15.2.1.	13,000.00 €	168,000.00 €	99,000.00 €
8.1.1., 8.4.1., 8.5.1., 8.5.2., 8.5.3., 8.5.1., 8.6.1. 8.6.2.	6,346,000.00 €	7,511,000.00 €	12,710,000.00 €



Foto © Karin Enzenhofer

Forstwirtschaft (Jäger et al. 2020), aufgrund von Förderauflagen, einer generell niedrigen Akzeptanz der Maßnahmen (Dersch et al. 2017), hohen Auflagen oder schwierigem Zugang zu Fördergeldern nicht abgerufen wurden, sei dahingestellt. Dennoch lässt sich feststellen, dass die Förderungen im Rahmen von LE 14-20 keinen bzw. nur einen geringen Beitrag zu Biodiversitätszielen im Wald geleistet haben.

4.3 INTERNATIONALE RECHTLICHE VERPFLICHTUNGEN

4.3.1 ALPENKONVENTION

Die Alpenkonvention bzw. das „Übereinkommen zum Schutz der Alpen“ wurde von allen Alpenanrainerstaaten 1991 unterzeichnet. Es ist ein völkerrechtlicher Vertrag über den umfassenden Schutz und die nachhaltige Entwicklung der Alpen. In 8 thematischen Durchführungsprotokollen werden dabei verbindlich Zielsetzungen und Maßnahmen festgelegt.

Seit dem Inkrafttreten der Durchführungsprotokolle der Alpenkonvention am 18. Dezember 2002 stellen die Staatsverträge innerhalb des österreichischen Anwendungsbereichs der Alpenkonvention geltendes Recht dar. Diese unmittelbare Verbindlichkeit unterscheidet die Alpenkonvention von anderen Konventionen und Richtlinien, die erst im nationalen Recht verankert werden müssen.

Aufgrund der direkten rechtlichen Relevanz verfasste das BLMFUW (2007) eine Auslegungshilfe. Für den Bereich Wald bzw. Forstwirtschaft ist dabei insbesondere das Durchführungsprotokoll „Bergwald“ (BGBl. III Nr. 233/2002) relevant. So wurden einzelne Aspekte etwa bereits in der Forstgesetznovelle 2002 berücksichtigt (etwa die Gleichstellung von Naturverjüngung und Aufforstung im Kontext der Wiederbewaldungspflicht (BMLFUW 2007). Ebenfalls wurde die Potenziell Natürliche Vegetation (PNV) als wichtiger Referenzrahmen verstärkt anerkannt.

Das Durchführungsprotokoll „Bergwald“ definiert unter Artikel 1 folgende Hauptziele:

- Ziel (1): Ziel dieses Protokolls ist es, den Bergwald als naturnahen Lebensraum zu erhalten, erforderlichenfalls zu entwickeln oder zu vermehren und seine Stabilität zu verbessern. Als Voraussetzung für die Erfüllung der in der Präambel angeführten Funktionen ist eine pflegliche, naturnahe und nachhaltig betriebene Bergwaldwirtschaft erforderlich.
- Ziel (2): Insbesondere verpflichten sich die Vertragsparteien, dafür Sorge zu tragen, dass vor allem natürliche Waldverjüngungsverfahren angewendet werden, ein gut strukturierter, stufiger Bestandsaufbau mit standortgerechten Baumarten angestrebt wird, autochthones forstliches Vermehrungsgut eingesetzt wird und Bodenerosionen und Verdichtungen durch schonende Nutzungs- und Bringungsverfahren vermieden werden.

Die Umsetzung dieser Ziele und die daraus ableitbaren Erfordernisse sind sehr breit gefächert aber sehr klar definiert. Eine besondere Herausforderung stellt Artikel 2 (Berücksichtigung der Ziele in den anderen Politiken) dar, da er die Staaten verpflichtet, die Ziele des Bergwaldprotokolls breit zu berücksichtigen (etwa bei Belastungen durch Luftschadstoffe, Schalenwildmanagement, Waldweide, Holznutzung, Waldbrandregelungen, Erholungsnutzung sowie Qualifikation und Anzahl des hierfür erforderlichen Personals).

In Kapitel 2 werden spezifische Maßnahmen definiert, die die Unterzeichnerstaaten unter anderem verpflichten, Planungsgrundlagen zu schaffen (Art. 5), der Schutzfunktion des Bergwalds Vorrang einzuräumen (Art. 6), die Nutzfunktion des Bergwaldes mitunter durch eine standortgerechte Waldverjüngung (Art. 7) und die soziale und ökologische Funktion des Bergwaldes sicherzustellen (Art. 8). Eine Walderschließung darf nur mit sorgfältiger Planung und unter Berücksichtigung von naturschutzfachlichen und landschaftsschutzrelevanten Aspekten erfolgen (Art. 9). Des Weiteren wurde die Errichtung von Naturwaldreservaten festgelegt (Art. 10). Die Unterzeichnerstaaten verpflichten sich ebenfalls, geeignete bzw. notwendige Förder- oder Entschädigungsinstrumente zu etablieren (Art. 11).

Besondere Bedeutung wird zudem Forschung (Kap 3, Art. 13) und Bildung/Information (Kap 3, Art. 14) beigemessen.

4.3.2 CBD – UN-BIODIVERSITÄTSKONVENTION

Die Biodiversitätskonvention (Übereinkommen über die biologische Vielfalt) ist ein 1993 in Kraft getretenes internationales Umweltabkommen zum Schutz der Biodiversität und verfolgt drei gleichrangige Ziele:

- Schutz der biologischen Vielfalt
- Nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile
- Zugangsregelung und gerechter Ausgleich von Vorteilen

Während die Ziele der Konvention allgemein gehalten sind, wurden zusätzlich spezifischere Ziele formuliert. Die sogenannten Aichi-Targets sind 20 klare Ziele, die bis 2020 erreicht werden (sollten). Dies umfasst etwa das Ziel, dass 17 % der globalen Landoberfläche als Schutzgebiete ausgewiesen sind.

Österreichische Biodiversitätsstrategie 2020+

Das wichtigste Umsetzungsinstrument sind die sogenannten NBSAPs (National Biodiversity Strategies and Actions Plans). In Österreich definiert und spezifiziert die Österreichische Biodiversitätsstrategie 2020+ (BMLFUW 2014) den österreichischen Beitrag unterteilt in 12 Ziele zur Umsetzung der Biodiversitätskonvention.

Für den Bereich Wald- und Forstwirtschaft bedeutet dies:

- Ziel 3: Land- und Forstwirtschaft tragen zur Erhaltung und Verbesserung der Biodiversität bei:
 - Der Erhaltungszustand von Arten und Lebensräumen, die von der Land- oder Forstwirtschaft abhängen oder von ihr beeinflusst werden, ist gemessen am Referenzszenario 2010 messbar verbessert (2020+).
 - Der Bestand an Totholzanteil und Altbäumen, besonders in den bisher gering ausgestatteten Naturräumen des Alpenvorlandes, insbesondere des Mühl- und Waldviertels und des sommerwarmen Ostens ist erhöht (2020+).
- Ziel 4: Wildtierbestand und Fischbestand sind an naturräumliche Verhältnisse angepasst.
 - Forst-Jagd-Dialog wird fortgesetzt (2014).
 - Populationsgröße und Populationsstruktur beim Schalenwild sind bestmöglich an den jeweiligen Lebensraum angepasst (2020+).
 - Wildeinflusssituation ist verbessert (2020+).
- Ziel 9: Biodiversitätsgefährdende Anreize, einschließlich Subventionen, sind abgebaut oder umgestaltet (ohne weitere Spezifizierung).
- Ziel 10: Arten- und Lebensräume sind erhalten.

- Der Erhaltungszustand ist bei 36 % der Lebensräume und bei 17 % der Arten der FFH-Richtlinie im Jahr 2020 im Vergleich zum Bericht 2007 verbessert.
- Gefährdungstatus der Arten ist entsprechend einer Prioritätensetzung verbessert (2020+).
- Quantitativ ausreichender, funktionsfähiger Biotopverbund ist eingerichtet (2020+).
- 15 % der verschlechterten Ökosysteme sind verbessert oder wiederhergestellt.
- Natürliche Entwicklung erfolgt auf 2 % der Fläche Österreichs (2020+).

Neben diesen Zielsetzungen mit unmittelbarer Verbindung zu Wald und Waldbewirtschaftung enthalten zudem viele weitere Ziele Teilaspekte, die für die Waldbewirtschaftung relevant sind.

4.3.3 FFH-RICHTLINIE – NATURA 2000

Knapp 40 Millionen Hektar Wald sind im Natura 2000 Netzwerk europaweit geschützt. Allerdings zeigt der europaweite Artikel 17-Bericht (EEA 2019), dass weit über 50 % der Waldlebensraumtypen in schlechtem oder sich verschlechterndem Zustand sind.

Folglich sieht die EEA die Erreichung der EU-Ziele als kritisch (EEA 2019), da die Natura 2000 Gebiete zwar ausgewiesen, die Schutzziele aber nicht erreicht wurden und sich der Erhaltungszustand kaum verbessert.

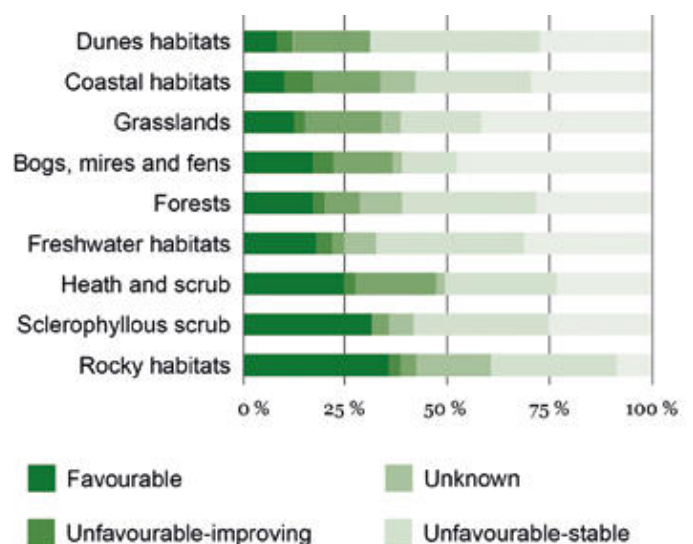


Abbildung 62: Erhaltungszustand von Lebensraumtypen auf EU-Ebene (verändert nach EEA 2019)

4.3.4 UNESCO WELTERBEKONVENTION

Seit 2017 hat Österreich zwei Komponenten, die als Weltkulturerbe nach der UNESCO-Welterbekonvention ausgewiesen sind. Es handelt sich um Teilflächen der „Alte Buchenwälder und Buchenurwälder der Karpaten und anderer Regionen Europas“, eine serielle Welterbestätte mit Teilflächen in 12 Ländern Europas. Die Erweiterung der ersten Gebiete in der Ukraine, der Slowakei und in Deutschland wurde unter österreichischer Schirmherrschaft in den Jahren 2014 bis 2017 vorbereitet und um Gebiete in 10 Ländern ergänzt. Auch die grenzüberschreitende Zusammenarbeit der 78 Teilgebiete über alle 12 Länder wurde von 2017 bis 2020 von Österreich aus koordiniert. Derzeit läuft eine letzte Erweiterung auf insgesamt 20 Länder unter der Schirmherrschaft der Schweiz.

Die rechtlich bindende Umsetzung der Konvention ist noch sehr unzureichend in nationales Recht umgelegt. Das Naturwelterbe müsste in den nationalen Naturschutzgesetzen auf Landesebene umgesetzt werden. Da erst 2017 die ersten Welterbeflächen ausgewiesen wurden, ist dieser Prozess erst am Beginn und bedarf besonderer Aufmerksamkeit.

4.4 EUROPÄISCHE VORGABEN UND ZIELSETZUNGEN

4.4.1 FORSTPOLITIK DER EU

Die Forstpolitik bleibt nach den EU-Verträgen von Lissabon, als einer der wenigen Politikbereiche, den Mitgliedsstaaten im Rahmen der Subsidiarität überlassen. Es gibt demnach, anders als bei der Landwirtschaft, keine formelle Zuständigkeit der EU für eine gemeinsame Forstpolitik. Allerdings befassen sich zahlreiche Politikbereiche zwangsläufig mit Fragen der Wald- und Forstwirtschaft und bewirken indirekt eine europäische Einflussnahme wie etwa der Umwelt- und Agrarausschuss des europäischen Parlaments oder die Ratsarbeitsgruppe Forstwirtschaft des Europäischen Rates.

Waldrelevante Maßnahmen auf EU-Ebene wurden dabei in der EU-Forststrategie für Wälder festgelegt, die einen relevanten europäischen Bezugsrahmen und strategische Leitlinien darstellen. Die derzeitige Forststrategie, die 2020 ausläuft, verfolgt zwei Hauptziele:

1. Gewährleistung, dass die europäischen Wälder nachhaltig bewirtschaftet werden.
2. Sicherstellung, dass der Beitrag der Union zur Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und zur Reduzierung der Abholzung weltweit gestärkt wird.

Dies inkludiert etwa Kriterien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung und einen Plan für die Durchführung

der EU-Forststrategie (Forest MAP) mit konkreten Maßnahmen.

Derzeit wird eine neue Forststrategie erarbeitet, die den Rahmen für die nächsten Jahre darstellen soll. Wie in der Mitteilung der Kommission über den europäischen Grünen Deal (COM(2019) 640) vom Dezember 2019 erwähnt, werden dabei die Wälder als einer der vorrangigen Anwendungsbereiche für die Bekämpfung des Klimawandels gesehen. Die neue Forststrategie soll auf der im Mai 2020 beschlossenen Europäischen Biodiversitätsstrategie aufbauen und diese inhaltlich berücksichtigen.

Europäischer Forstministerprozess „Forest Europe“

Der europäische Forstministerprozess FOREST EUROPE ist ein dynamischer Forstpolitikprozess in Europa. Alle 4 bis 5 Jahre werden aktuelle grenzüberschreitende Themen diskutiert und politische Entscheidungen getroffen. Dadurch wurde eine Möglichkeit geschaffen, forstrelevante Politiken unter dem übergeordneten Ziel einer nachhaltigen Forstwirtschaft abzustimmen, insbesondere da die EU keine eigene EU-Forstpolitik verfolgt. Die letzte Ministerkonferenz fand 2015 in Madrid statt. Dabei wurde eine Reihe von Beschlüssen gefasst:

- Annahme der aktualisierten paneuropäischen Indikatoren für nachhaltige Forstwirtschaft und deren Nutzung auf allen Ebenen
- Weiterentwicklung und Review des Forest Europe Prozesses
- Fokussierung auf Wald als Zentrum der Bioökonomie (Green Jobs, Ökosystemleistungen)
- Weiterentwicklung und Stärkung des Schutzes des europäischen Waldes

2020 findet die nächste Ministerkonferenz in Deutschland statt.

Etwa 90 % der Mittel der Union für Wälder stammen aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER). In der aktuellen Periode (LE 14-20) gibt es eine spezifische Maßnahme, die auf alle Arten der Unterstützung für Forstwirtschaftsinvestitionen abzielt: Diese Maßnahme betrifft Investitionen für die Entwicklung von Waldgebieten und Verbesserung der Lebensfähigkeit von Wäldern: Aufforstung und Anlage von Wäldern, Einrichtung von Agrarforstsystemen, Vorbeugung von Schäden und Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands nach Waldbränden, Naturkatastrophen und Katastrophenereignissen, Investitionen für die Stärkung der Widerstandsfähigkeit und des ökologischen Werts der Waldökosysteme sowie Investitionen in Techniken der Forstwirtschaft und in die Verarbeitung, Mobilisierung und Vermarktung forstwirtschaftlicher Erzeugnisse. Darüber hinaus sieht eine weitere Maßnahme Zahlungen für umwelt- oder klimafreundliche Dienstleistungen zur Erhaltung der Wälder vor. Schließlich sind weitere, nicht forstspezifische

Maßnahmen vorgesehen (z. B. Zahlungen im Rahmen von Natura 2000 und der Wasserrahmenrichtlinie). Die genaue Umsetzung, Schwerpunktsetzung und Förderung obliegen den Mitgliedsstaaten (siehe Kap. 4_2). Für den Zeitraum 2015–2020 wurden EU-weit 8,2 Mrd. Euro für den Forstsektor eingeplant (z. B. 27% für die Aufforstung, 18 % für eine Stärkung der Widerstandsfähigkeit des Waldbestands und 18 % für die Schadensvorbeugung).

4.4.2 EU-BIODIVERSITÄTSSTRATEGIE

Die neue EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 (EC 2020) gibt die europäische Richtung in der Naturschutzpolitik für die nächsten Jahre vor. Darin werden drei zentrale Ziele formuliert:

1. Gesetzlicher Schutz von mindestens 30 % der Landfläche und 30 % der Meeresgebiete der EU und Integration ökologischer Korridore als Teil eines echten transeuropäischen Naturschutznetzes; jeweils ein Drittel davon (10 %) sollen als strenge Schutzgebiete ausgewiesen werden.
2. Strenger Schutz von mindestens einem Drittel der Schutzgebiete der EU, einschließlich aller verbleibenden Primär- und Urwälder der EU;
3. Wirksame Bewirtschaftung aller Schutzgebiete, Festlegung klarer Erhaltungsziele und -maßnahmen und angemessene Überwachung dieser Gebiete.

Hierzu soll ein EU-Plan zur Wiederherstellung von Ökosystemen an Land und im Meer mit konkreten Zielen für die Mitgliedsstaaten bis 2021 formuliert werden. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Vergrößerung des Waldbestands und Verbesserung seiner Gesundheit und Widerstandsfähigkeit gelegt. Neben dem strengen Schutz von Primär- und Urwäldern spielt die Anpassung der Bewirtschaftung an nachhaltige Bewirtschaftungsmethoden und Klimawandel eine besondere Rolle. Aufgrund der Bedeutung des Waldes wird eine eigene EU-Forststrategie erarbeitet, die etwa die Anpflanzung von drei Milliarden Bäumen vorsieht. Des Weiteren wird die Kommission die Leitlinien für biodiversitätsfreundliche Aufforstung und Wiederaufforstung sowie naturbasierte forstwirtschaftliche Verfahren überarbeiten und die Entwicklung eines Waldinformationssystems für Europa weiter vorantreiben.

Zusammenfassend wurde mit der EU-Biodiversitätsstrategie die Bedeutung des Waldes – auch im Kontext Klimawandel – aufgegriffen. Dies wird auch in Österreich in den nächsten Jahren sichtbar werden.

4.4.3 ERREICHUNG DER EU-ZIELSETZUNGEN IM BEREICH WALD UND BIODIVERSITÄT

In Europa geht die Biodiversität nach wie vor zurück. Die EEA (2019) führt dies auf Habitatverlust und Degradierung, vor allem aufgrund von intensiver Forst- und Landwirtschaft zurück.

Die Waldbedeckung war in den letzten 20 Jahren weitgehend stabil. Dennoch wurde eine Reihe von Bedrohungen und eine Verschlechterung des Zustandes festgestellt. Europaweit stieg die Waldfragmentierung von 2009 bis 2015 um 8 %. Vor allem in Ost- und Südosteuropa stellen Fragmentierung und illegale Holznutzung eine wesentliche Bedrohung dar. Gemäß Forest Europe (2015) stellen 8 % der Waldflächen intensiv bewirtschaftete Plantagen dar.

Die neuen EU-Politiken und das Pariser Abkommen (z. B. land-based carbon accounting) werden die Forstwirtschaft zukünftig beeinflussen. Die Energiepolitik hat bereits zu einer verstärkten Nachfrage nach Holzprodukten und Bioenergie geführt. Dies kann EU-weit dazu führen, dass die intensiv bewirtschafteten Waldflächen weiter steigen oder/und zu weiteren Biomasseimporten führen, um diese Nachfrage zu bedienen.

Das 7. Umweltaktionsprogramm der EU (BESCHLUSS Nr. 1386/2013/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. November 2013 über ein allgemeines Umweltaktionsprogramm der Union für die Zeit bis 2020 „Gut leben innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten“ hat sich bis 2020 ehrgeizige Ziele gesetzt, die aber im Bereich des Schutzes der Biodiversität in weiten Teilen nicht erreicht wurden (EEA 2019).

Knapp 90 % der europäischen Wälder werden gegenwärtig bewirtschaftet. Weniger als 5 % gelten als ungestört oder natürlich, nur 1 % gilt als Urwald (Forest Europe 2015, Sabatini et al. 2018 – in EEA 2019). 30 Millionen Hektar sind als Natura 2000 Gebiete geschützt, 48 % aller Natura 2000 Gebiete.

Der Bericht der EEA (2019) sieht die Implementierung der EU-Biodiversitätsstrategie nach wie vor als große Herausforderung. Nur sehr begrenzte Fortschritte wurden in der Verbesserung des Erhaltungszustandes der Wälder erzielt – und das trotz der Implementierung der EU Forest Strategy. Es gibt keine konkreten Ziele für das nachhaltige Management von Wäldern, wenngleich eine Balance zwischen Produktion und Biodiversitätsschutz ein generelles Grundziel jeglichen Managements darstellt. Der Bericht der EEA erwähnt zwar die SFM-Indikatoren und sieht die Fortschritte, sieht aber noch Verbesserungsbedarf im Bereich der Fokussierung auf ungleichaltrige Bestände, small-scale shelter wood systems oder Einzelstammentnahme. Es sollte noch stärker auf Forstmanagementsysteme eingegangen werden, die strukturelle Diversität und kleinräumige Variabilität inkludieren.

Es wird darauf hingewiesen, dass das zukünftige Waldmanagement die Waldfunktionen weiter optimieren muss – als Kapital für die Bioökonomie und als Kohlenstoffsенke. Die unterschiedlichen Zielsetzungen der Bioökonomie, der Klimapolitik und der Biodiversitätspolitik stellen eine Herausforderung dar. Es gilt zu vermeiden, dass der erhöhte Bedarf an Biomasse nicht zu weiteren Intensivierungen und Störungen führt, während Biodiversitätsziele in den Hintergrund geraten.

4.5 INTERNATIONALE VORGABEN UND ZIELSETZUNGEN

Forst bzw. Wald im weiteren Sinne haben globale Bedeutung. Dies umfasst alle Funktionen des Waldes (Stichwort Ökosystemleistungen) und der Schutz der letzten natürlichen und naturnahen Wälder mit hoher Biodiversität. In den letzten Jahren rückte zunehmend die Bedeutung des Waldes im Kontext des Klimawandels als Kohlenstoffsенke und als Quelle erneuerbarer Energien und als Klimaregulator in den Vordergrund.

Die SDGs und Wald

Die UN-Nachhaltigkeitsziele (SDGs) sehen die fundamentale Bedeutung der Wälder und von intakter Natur als Basis für jegliches menschliche Wirtschaften und für den Klimaschutz. Aus diesem Grund formuliert SDG 15 (Life on Land) explizit zwei Ziele, die auf den Wald abzielen:

- 15.1. By 2020, ensure the conservation, restoration and sustainable use of terrestrial and inland freshwater ecosystems and their services, in particular forests, wetlands, mountains and drylands, in line with obligations under international agreements
- 15.2. By 2020, promote the implementation of sustainable management of all types of forests, halt deforestation, restore degraded forests and substantially increase afforestation and reforestation globally

UN Global Forest Goals

Das United Nations Forum on Forests Secretariat hat eine Reihe von spezifischen weltweiten Waldzielen formuliert, die auch 2017 von der UN beschlossen wurden (UN 2019). Der United Nations Strategic Plan for Forests 2030 beinhaltet 6 globale Ziele und 26 Teilziele, die bis 2030 erreicht werden sollten. Diese Ziele stehen in engem Zusammenhang mit den SDGs.

- **Ziel 1:** Umkehrung des Verlusts der weltweiten Waldbedeckung durch nachhaltige Forstwirtschaft, Aufforstung und Wiederherstellung von Wäldern.

- **Ziel 2:** Förderung des positiven wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Nutzens von Wäldern und Verbesserung der Lebensbedingungen der Bevölkerung im Umfeld von Wäldern.
- **Ziel 3:** Vergrößerung der Fläche geschützter und nachhaltig bewirtschafteter Wälder.
- **Ziel 4:** Mobilisierung von finanziellen Ressourcen zur Umsetzung nachhaltiger Forstwirtschaft.
- **Ziel 5:** Schaffung von (institutionellen) Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer nachhaltigen Forstwirtschaft und -politik.
- **Ziel 6:** Ausbau der Kooperation und Koordination zu Forst- und Waldthemen zwischen internationalen Institutionen, Stakeholdern, Sektoren und Ländern.

Das Pariser Klimaabkommen

Die Bedeutung des Waldes für den Klimaschutz wird im UN Paris Agreement (UNFCCC 2015) zusätzlich unterstrichen, in dem Artikel 5.1. direkt die Rolle der Wälder als Treibhausgassenke anspricht und die Unterzeichnerstaaten auffordert, Anreize und Maßnahmen zu setzen, die die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern forcieren und Walddegradation stoppen (Artikel 5.2.). Diese Maßnahmen sollen im Rahmen von Nationally Determined Contributions (NDCs) von den Unterzeichnerstaaten selbst festgelegt werden. Hierzu definiert die EU das ehrgeizige Ziel die Treibhausgase um 40 % zu verringern (EU NDC 2015). Österreich hat dies bislang nicht weiter spezifiziert.

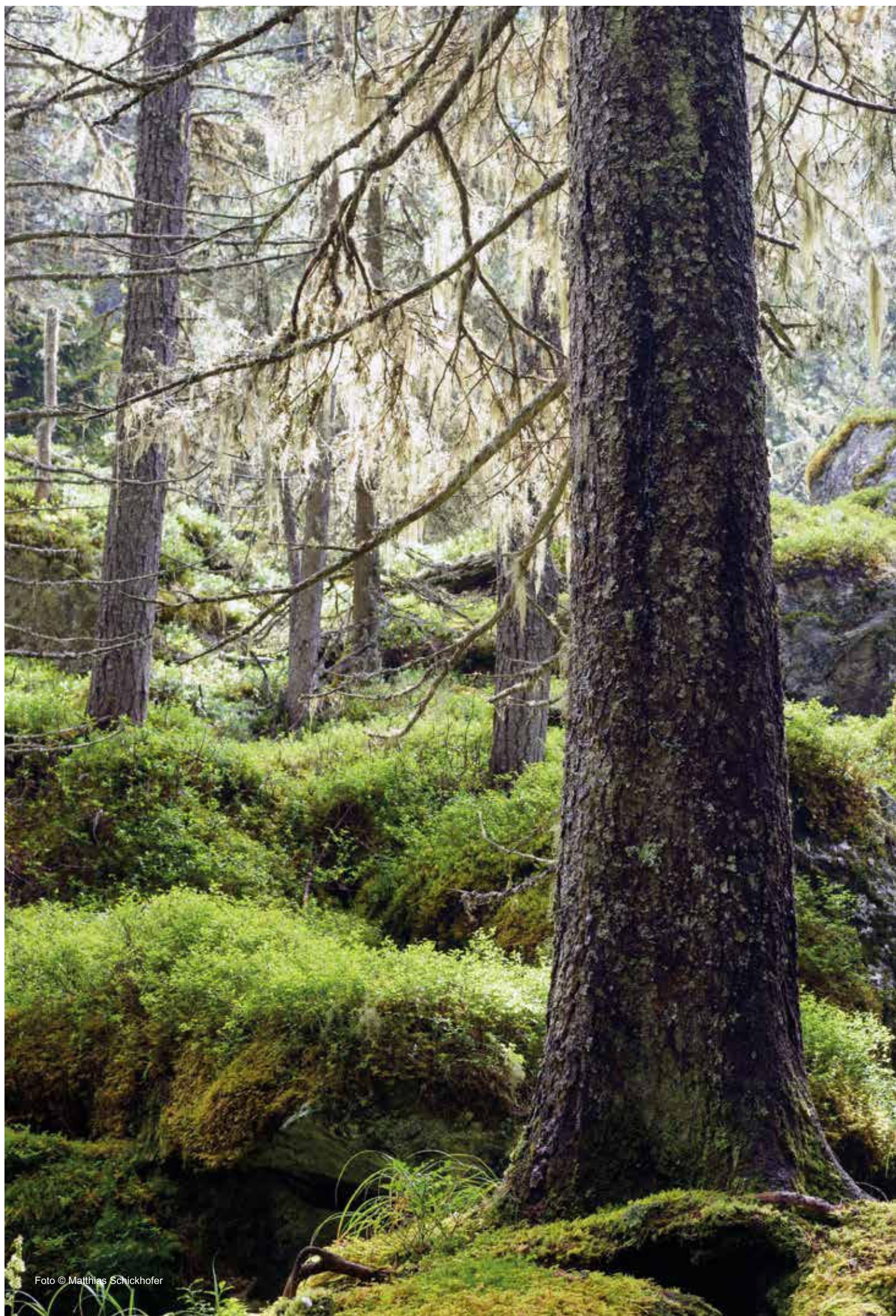


Foto © Matthias Schickhofer

5 NOTWENDIGE SCHRITTE FÜR EINEN WALD IN DER ZUKUNFT

Knapp die Hälfte der Fläche Österreichs ist von Wäldern bedeckt und wird seit sehr langer Zeit vom Menschen genutzt. Allerdings haben die Entwicklungen der letzten Jahrhunderte und Jahrzehnte den Wald unter Druck gesetzt. Vor dem Hintergrund der Biodiversitäts- und Klimakrise besteht dringender Handlungsbedarf, um den Wald und seine Funktionen auch in Zukunft zu sichern. Hierfür ist eine Reihe von mutigen Schritten und Anpassungen des forstpolitischen Rahmens notwendig.

Abgeleitet aus den Erkenntnissen der vorangestellten Kapitel ergeben sich aktuelle Empfehlungen und nächste Schritte, um entlang der Handlungsfelder der Österreichischen Waldstrategie 2020+ die österreichischen Wälder fit für die Zukunft zu machen, den Aspekt der Natur angemessen zu berücksichtigen, und unseren Wald auch für zukünftige Generationen zu sichern.

5.1 KLIMASCHUTZ

Die Wälder und Forste Österreichs sind die größte Kohlenstoffsенке des Landes. Der Beitrag des Waldes, insbesondere des Naturwaldes, zur Kohlenstoffspeicherung ist essenziell. Daher sollte:

- durch eine Reduktion der Erntemenge der Kohlenstoffvorrat im Wald gesteigert werden,
- der weitere Forststraßenausbau gestoppt werden. Dieser zerstört Waldboden und damit potenzielle Fläche zur Kohlenstofffixierung.

5.2 GESUNDHEIT UND VITALITÄT

Vor dem Hintergrund der Biodiversitäts- und Klimakrise sind gesunde und vitale Wälder eine notwendige und unabdingbare Basis. Naturnahe Wälder sind hierfür am besten gerüstet. Daher ist es notwendig,

- effektive Anreizsysteme zu schaffen, um den Laubholzanteil deutlich zu steigern und den Fichtenanteil stark zu reduzieren.

- die Bewirtschaftung von einer Altersklassenwaldbewirtschaftung hin zu einer Dauerwaldbewirtschaftung umzustellen.
- die positiven Beiträge natürlicher Prädatoren zu kommunizieren und zu beleuchten. Die derzeit erhöhten Wildbestände sind bereits seit Jahrzehnten ein erstzunehmendes Problem für die Naturverjüngung und damit für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung (Hackländer 2013).

5.3 PRODUKTIVITÄT

Die Forstwirtschaft steht unter Druck, stellt aber ein wichtiges Element der Volkswirtschaft Österreichs dar. Die wirtschaftliche Funktion des Waldes muss auch für die Zukunft gesichert werden. Hierzu sollte(n):

- durch eine Verknappung der Ressource (Reduktion der Erntemengen, Regulation des Holzimportes) eine Erhöhung der Holzpreise erreicht werden,
- die Anzahl der Arbeitsplätze durch Einschränkungen der mechanisierten Holzernte erhöht und diese auch dauerhaft gesichert werden,
- durch eine Steigerung des Stück-Volumenverhältnisses infolge höherer Durchmesserklassen die Erntekosten je Erntefestmeter gesenkt werden,
- die Entwicklung von Einkommensmöglichkeiten in neuen Leistungsbereichen wie Biodiversitäts- und Artenschutz oder Kohlenstoffspeicherung forciert werden.

5.4 BIOLOGISCHE VIelfALT

Der Biodiversitätsverlust schreitet kontinuierlich voran. Der negative Trend konnte bislang nicht aufgehalten werden. Für einen effektiven Schutz der biologischen Vielfalt im Wald sind eine Reihe von weiteren Schritten erforderlich:

- Arten- und Biodiversitätsschutz sollte in der forstlichen Raumplanung verankert werden
- Mechanismen für das Schließen von Kompetenzlücken

oder die Abstimmung bei Kompetenzüberlappungen zwischen Bund und Ländern müssen entwickelt werden.

- Weitere Forschungsprojekte zu Biodiversität in Naturwäldern (Bodenfauna, Wirbellose, Pilze) sind zu forcieren, um Wissenslücken zu schließen.
- Ökologische Indikatoren sind in die Österreichische Waldinventur zu integrieren, um die Entwicklung der Naturnähe zu monitoren.
- Waldflächen sollten zukünftig in die Biotopkartierung der Bundesländer integriert und flächendeckend umgesetzt werden.
- In Anlehnung an die Ziele der EU-Biodiversitätsstrategie 2030 sollte der Anteil strenger Schutzgebiete mindestens 10% der Gesamtfläche betragen. Umgelegt auf den Wald würde dies eine Erhöhung von 0,8 % auf mindestens 10 % (400.000 ha Waldfläche in Österreich unter strengem Schutz) bedeuten.
- Eine Anpassung der Waldbewirtschaftung in Schutzgebieten mit geringem Schutzstatus sollte in Anlehnung an die ProSilva-Prinzipien zu einer naturnahen Wirtschaftsweise führen.
- Zu entwickeln sind Managementpläne für alle (Wald-) Natura 2000 Gebiete, die auf Schutzguterhebungen basieren, klare Erhaltungsziele festlegen und auf eine Verbesserung des Erhaltungszustandes abzielen.
- Die verfügbaren und ausgeschütteten Mittel des Vertragsnaturschutzes sollten erhöht werden und der Anteil von Vertragsnaturschutzflächen im Wald von 2 % auf mindestens 30 % vergrößert werden.
- Die Ressourcen für das Österreichische Naturwaldreservatprogramm sollten massiv erhöht werden und die Zielfläche von 10.000 ha auf 100.000 ha erhöhen (vgl. Ziel strenge Schutzgebiete 10 % der Landesfläche).

5.5 SCHUTZFUNKTION

Die Schutzfunktion des Waldes ist eine zentrale Funktion des Waldes, die es langfristig zu sichern gilt. Hierfür ist es zusätzlich zu den in der österreichischen Waldstrategie 2020+ definierten Maßnahmen erforderlich,

- den Wildbestand im Schutzwald durch ein allgemeines Verbot von Fütterungen und die Unterstützung der Wiedereinbürgerung/Verbreitung natürlicher Prädatoren eine angemessene Naturverjüngung sicherzustellen,
- Flächige Nutzungsweisen im Schutzwald in kleinflächige Nutzungen überzuführen, um damit strukturierte stufige Waldbestände mit ausreichender Verjüngungskapazität zu schaffen,
- auf die Räumung von Schadholz nach Windwürfen zu verzichten und Totholz zum Schutz des Bodens und als Erosionshemmnis vor Ort zu belassen.

5.6 GESELLSCHAFTLICHE FUNKTION

Die gesellschaftliche Funktion des Waldes umfasst mehr als die volkswirtschaftliche Bedeutung und regionale Wertschöpfung. Es bedarf einer breiteren Wahrnehmung der gesellschaftlichen Funktion und Verantwortung:

- Die derzeitigen Indikatoren des Handlungsfeldes fokussieren auf wirtschaftliche Indikatoren, die größtenteils in anderen Handlungsfeldern abgebildet sind. Ein stärkerer Fokus sollte auf gesellschaftliche Indikatoren (Erholung, Gesundheit, Trinkwasserschutz, Schutzfunktion, Landschaftsschutz, Biodiversität etc.) gelegt werden.
- Eine Verringerung des Ressourcenverbrauchs auf gesellschaftlicher Ebene sollte angestrebt werden Reduktion des ökologischen Fußabdrucks.
- Die energetische Nutzung von Biomasse sollte nur aus den Rückständen der Sägeindustrie oder der Endverwertung aus einer kaskadischen Holzverwendungskette forciert werden.
- Die Forschungs- und Bildungsaktivitäten im Grünen Sektor in Feldern wie Kohlenstoffspeicherung, Biodiversitätsforschung, Monitoring oder Naturnähe sollten stark gesteigert werden.

5.7 INTERNATIONALE EBENE

Die Ebene der internationalen Zusammenarbeit ist wesentlich, um internationale Zielsetzungen zu erreichen und abzustimmen und um die internationale Verantwortung Österreichs wahrzunehmen. Dabei ist es besonders wichtig:

- internationale Vereinbarungen zu treffen, um Leakage-Effekte beim Aufbau von Holzvorräten durch Holzimporte zu verhindern,
- die internationale Zusammenarbeit in der Raumordnung voranzutreiben, um Wald-Korridore grenzüberschreitend zu vereinbaren und die Entwicklung von „Grünen Infrastrukturen“ auf Europäischer Ebene voranzutreiben.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- ADC** (2016): Action Plan Alps – Danube – Carpathians 2016–2021. ADCNET (Alps-Danube-Carpathians Network).
- APCC** (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC). Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 1096 S.
- APOLLONIO, M., ANDERSEN, R. UND PUTMAN, R.** (2010): European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge: Cambridge University Press.
- AZUARA, J. N., COMBOURIEU-NEBOUT, V., LEBRETON, F. UND MAZIER** (2015): Late Holocene vegetation changes in relation with climate fluctuations and human activities in Languedoc (Southern France). *Climate of the Past* 11: 1769–1784.
- BADER, M.K.-F., LEUZINGER, S., KEEL, S.G., SIEGWOLF, R.T.W., HAGEDORN, F., SCHLEPPI, P. UND KÖRNER, C.** (2013): Central European hardwood trees in a high-CO₂ future: synthesis of an 8-year forest canopy CO₂ enrichment project. *J Ecol* 101: 1509–1519.
- BEUDERT, B., BÄSSLER, C., THORN, S., NOSS, R., SCHRÖDER, B., DIEFFENBACH-FRIES, H., FOULLOIS, N. UND MÜLLER, J.** (2015): Bark Beetles Increase Biodiversity While Maintaining Drinking Water Quality. *Conservation Letters* 8: 272–281.
- BFW** (2012): Österreichs Wald. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- BFW** (2015): Unser Boden – wertvoll, vielfältig und schützenswert. BFW Praxisinformation Nr. 39. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- BFW** (2018): Zwischenauswertung der Waldinventur 2016/18. BFW Praxisinformation Nr. 50. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- BFW** (2019): Bundesweites Wildeinflussmonitoring 2016 – 2018: Periode 1 – 5. BFW Praxisinformation Nr. 48. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- BFW** (2020): Pflanzenschutzmittelverzeichnis. Bundesforschungszentrum für Wald. Stand April 2020. Online: URL: <https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9600>
- BFW** (2020a): Klimakrise managen: Ausblick für Wald und Holznutzung. BFW Praxisinformation Nr. 51. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- BMLFUW (HRSG.)** (2007): Die Alpenkonvention: Handbuch für ihre Umsetzung Rahmenbedingungen, Leitlinien und Vorschläge für die Praxis zur rechtlichen Umsetzung der Alpenkonvention und ihrer Durchführungsprotokolle. 1. Auflage. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- BMLFUW (HRSG.)** (2014): Biodiversitätsstrategie Österreich 2020+. Vielfalt erhalten – Lebensqualität und Wohlstand für uns und zukünftige Generationen sichern. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 50 S.
- BMLFUW (HRSG.)** (2015): Nachhaltige Waldwirtschaft in Österreich – Österreichischer Waldbericht 2015. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 81 S.
- BMLFUW (HRSG.)** (2015a): Auenstrategie für Österreich 2020+. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 22 S.
- BMLFUW (HRSG.)** (2016): Erneuerbare Energie in Zahlen 2016 – Entwicklung in Österreich Datenbasis 2015. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- BMLFUW (HRSG.)** (2017): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- BMLRT** (2020): Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2019. Wien: Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.
- BMNT** (2019): Grüner Bericht 2019 – Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft Gemäß § 9 des Landwirtschaftsgesetzes. 60. Auflage. Wien: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 299 S.
- BMNT** (2019b): Wildschadensbericht 2018. Bericht der Bundesministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus gemäß § Abs. Forstgesetz. Wien: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus.
- BMNT** (2018): Österreichische Waldstrategie 2020+. Wien: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. 116 S.
- BÖHMER, S. GÖSSL, M., KRUTZLER, TH. UND PÖLZ, W.** (2014): Effiziente Nutzung von Holz: Kaskade versus Verbrennung. Wien: Umweltbundesamt.

- BOHN, U., NEUHÄUSL, G. GOLLUB, C., HETTWER, Z., NEUHÄUSLOVA, H., SCHLÜTER, H. UND WEBER, H. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas / Map of the Natural Vegetation of Europe, Maßstab/Scale 1:2.500.000. Münster: Landwirtschaftsverlag. 655 S.
- BRAUN, M., WINNER, G., SCHWARZBAUER, P. UND STERN T. (2016): Apparent Half-Life-Dynamics of Harvested Wood Products (HWPs) in Austria: Development and analysis of weighted time-series for 2002 to 2011. *Forest Policy and Economics* 63(2): 28-34.
- BRAWENZ, C. (2012): Das Forstgesetz und die Geschichte der Nachhaltigkeit. Broschüre „Energie aus der Region“ des Österreichischen Biomasse Verbandes 12/2012.
- BRUNNER, M. (2014): Situation und Anliegen der Waldeigentümer – einige Gedanken. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 165(8): 224-227.
- BRUNNER, H., SCHWANTZER, M. UND RESSEL, M. (2020): Biodiversität an Forststraßen bei Planung, Bau & Pflege. Purkersdorf: Österreichische Bundesforste AG.
- BUNZEL-DRÜKE, M., DRÜKE UND J. VIERHAUS, H. (1994): Quaternary Park. Überlegungen zu Wald, Mensch und Megafauna. Bad Sassendorf: ABUinfo Nr.17/18 (4/93 u. 1/94).
- BÜTLER, R., LACHAT, T. UND SCHLAEPFER, R. (2005): Grundlagen für eine Alt- und Totholzstrategie der Schweiz. Im Auftrag des BAFU, EPFL, Lausanne, 100 S.
- BÜTLER, R., LACHAT, T., KRUMM, F., KRAUS, D., UND LARRIEU, L. (2020): Taschenführer der Baummikrohabitate – Beschreibung und Schwellenwerte für Felddaufnahmen. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL, 59 S.
- CAMPBELL, N.A. UND REECE, J.B. (2009): Biologie. 8. aktualisierte Auflage. Deutschland: Addison Wesley – Pearson, 1984 S.
- CICES (2020): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), Version V5.1. European Environment Agency (EEA), cices.eu (Juni 2020).
- COMMARMOT, B., BRÄNDLI, U.-B., HAMOR, F. UND LAVNYI, V. (Hrsg.) (2013): Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe. – A Swiss-Ukrainian Scientific Adventure. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; L'viv, Ukrainian National Forestry University; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve, 69 S.
- DERSCHE, G., MURER, E., OFNER-SCHRÖCK, E., WEBER, N., GROIER, M., KELEMEN-FINAN, J., NIEDERMAYR, J., HAMBRUSCH, J., TRIBL, C., MEIXNER, O. UND PICHLBAUER, M. (2017): Nationaler Evaluierungsbericht LE 2014-20 Evaluierungspakete D, E und F. August 2017, 3. überarbeitete Version. Wien.
- DRESCHER-SCHNEIDER, R. (2003): Pollenanalytische Untersuchungen an einem Bodenprofil im Zusammenhang mit dem bronzezeitlichen Brandopferplatz auf dem Sölkpass (1780 m NN, Niedere Tauern, Stmk.). – In Mandl F. (Hrsg): Sölkpass. Ein 6000 Jahre alter Saumpfad über die Alpen. - *Mitteilungen ANISA* 23/24: 89–112.
- EUROPEAN COMMISSION (2020): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU Biodiversity Strategy for 2030 Bringing nature back into our lives. COM/2020/380 final. Brüssel: Europäische Kommission, 23 S.
- EUROPEAN COMMISSION (2013): Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital. Brüssel: Europäische Kommission, 11 S.
- EUROPEAN COMMISSION (2015): Natura 2000 and Forests. Part I-II. Technical Report 2015-88. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 114 S.
- EEA (EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY) (2019): The European environment – state and outlook 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 499 S.
- ENZENHOFER, K. UND SCHRANK, J. (2019): Alt- und Totholzverbundsysteme. Eine Literaturstudie zur Schaffung von naturschutzfachlichen Grundlagen. Wien: WWF Österreich. 84 S.
- FHP (2020): Daten & Fakten. FHP Kooperationsplattform Forst Holz Papier. Online: <https://www.forstholzpapier.at/index.php/halbjahresberichte/daten-fakten> (letzter Zugriff: 10.09.2020)
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Band 1: Allgemeine Waldgeschichte. Jena: Gustav Fischer.
- FLADE, M., MÖLLER, G., SCHUMACHER, H., WINTER, S. (2004): Naturschutzstandards für die Bewirtschaftung von Buchenwäldern im nordostdeutschen Tiefland. *Der Dauerwald* 29: 15 –28.
- FOREST EUROPE (2015): State of Europe's forests 2015 report (<https://foresteurope.org/state-europes-forests-2015-report/>) (letzter Zugriff: 10.09.2020)

- FREUDENSCHUSS, A., ZAUNBAUER, F. & SCHADAUER, K. (2019): Stammschäden – ein Dauerbrenner. BFW Praxisinformation Nr. 50: 8–12.
- GEBUGEK, T., BÜCHSENMEISTER, R., ENGLISCH, M., FRANK, G., HAUKE, E., KONRAD, H., LIEBMANN, S., NEUMANN, M., STARLINGER, F. UND STEINER, H. (2015): Biodiversitätsindex Wald – Konzept und Auswertungen. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien. BFW-Berichte 149. 70 S.
- GEBUGEK, T., MILASOWSKY, N., FRANK, G., KONRAD, H. UND SCHADAUER, K. (2010): The Austrian Forest Biodiversity Index: All in one. Ecological Indicators: 10 (2010): 753–761.
- GEHLAR, U. UND KNAPP, H.D. (2015): Erste Ergebnisse der Naturwaldforschung im Naturwaldreservat Insel Vilm. BfN-Skripten 390.174 S.
- GETZNER, M., HUBER M., JÄGER M., WUTTEJ D., JUNGMEIER, M. UND KIRCHMEIER, H. (2018): Werte der Natur“ – Holz, Tourismus, erneuerbare Energien, Ruhe, Kohlenstoffspeicherung. Bericht zur zweiten Tranche des Projektes „Werte der Natur“, E.C.O. Institut für Ökologie, Klagenfurt, und Technische Universität Wien.
- GETZNER, M. UND KIRCHMEIER, H. (2020): Ökosystemleistungen des Waldes: Modellierung und Bewertung von Managementoptionen der Österreichischen Bundesforste. Natur und Landschaft (in Vorbereitung).
- GETZNER, M., KIRCHMEIER, H., WUTTEJ, D., JUNGMEIER, M., BERGER, V., GRIGULL, M. UND SCHNEIDER, A. (2019): Modellierung der Szenarien und Bewertung der Managementoptionen. Bericht zur vierten Tranche des Projektes „Werte der Natur“, E.C.O. Institut für Ökologie, Klagenfurt, und Technische Universität Wien.
- GLÜCK, P. (1981). Das Elend der Kielwassertheorie. Allgemeine Forstzeitung 12(92):413.
- GÖTZL, M., SCHWAIGER, E., SCHWARZL, B. UND SONDEREGGER, G. (2015): Ökosystemleistungen des Waldes. Erstellung eines Inventars für Österreich. Wien: Umweltbundesamt.
- GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIER, H. UND REITER K. (1998): Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-Programms, Band 17, 493 pp. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner.
- GRATZER, G., VESELINOVIC, B. UND LANG, H.P. (2012): Urwälder in Mitteleuropa – die Reste der Wildnis. Silva Fera, Bd. 1/April 2012: 16–29.
- GREUTTER, G. (2019): Rahmenbedingungen (des BMNT) für Forststraßenbau. BMNT, Abt. III/4, Tagungsbeitrag zum 11. ExpertInnenforum des Naturraummanagements „Forststraßen als Lebensraum?“ Tagung am 21. November 2019, Purkersdorf.
- GSCHWANTNER, T. (2019): Holzvorrat auf neuem Höchststand. BFW Praxisinformation Nr. 50: 8–12.
- GUGGANIG, H. (2012): Pestizideinsatz im Wald – Insektizideinsatz bei den Österreichischen Bundesforsten. Vortrag vom 29.06.2012. Online: URL: https://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/11876800_602855/806cf359/Pestizideinsatz%20im%20Wald%20-%20Gugganig.pdf (letzter Zugriff: 10.09.2020)
- GUGLERI, F. UND SPERISEN, C. (2010): Genetische Struktur von Waldbäumen im Alpenraum als Folge (post) glazialer Populationsgeschichte. Schweiz Z Forstwes 161 (2010) 6: 207–215.
- HACKLÄNDER, K. (2013): Rot- und Schwarzwild: Schwierige Bejagbarkeit trotz hoher Wildbestände? 19. Österreichische Jägertagung 2013, 1 – 4.
- HAFNER, F. (1979): Steiermarks Wald in Geschichte und Gegenwart - Eine forstliche Monographie. Wien: Österreichischer Agrarverlag.
- HARDIN, G. (1968): The Tragedy of the Commons” Science 162 (3859): 1243–1248.
- HAUK, E. (2013): Auf insgesamt 56.000 Hektar sind Kahlhiebe größer als ein halber Hektar. BFW-Praxisinformation 32: 16–19.
- HENBO, Y., ITAYA, A., NISHIMURA, N. UND YAMAMOTO, S.I. (2004): Long-term canopy dynamics in a large area of temperate old-growth beech (*Fagus crenata*) forest: analysis by aerial photographs and digital elevation models. Journal of Ecology 92: 945–953.
- HOBİ, M. L., GINZLER, C., COMMARMOT, B. UND BUGMANN, H. (2015): Gap pattern of the largest primeval beech forest of Europe revealed by remote sensing. Ecosphere 6: 1–15.
- HOCH, G. UND PERNY, B. (2018): Borkenkäferkalamität, Eschensterben & Co.: Heimische und invasive Schadorganismen setzen unseren Wald unter Druck. BFW Praxisinformation 46: 3–5.
- HOCH, G. UND PERNY, B. (2019): Die anhaltende Borkenkäfer-Kalamität in Österreich. BFW Praxisinformation 49: 18–21.

- HOCH, G., PUTZ, J. UND KREHAN, H. (2017): Forstlicher Pflanzenschutz im globalen Wandel. BFW-Praxisinformation 44: 10–13.
- HÖLLRIGL-ROSTA, A. UND WIECK, S. (2012): Umweltauswirkungen von Bioziden und Pflanzenschutzmitteln zur EPS-Bekämpfung. Präsentation vom 7. März 2012. Dessau-Rosslau: Umweltbundesamt. <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/umweltauswirkungen-von-bioziden-und-pflanzenschutzmitteln-zur-eps-bekaempfung.pdf> (letzter Zugriff 31.08.2020)
- HUBER, M., JUNGMEIER, M., GLATZ-JORDE, S. HÖFFERLE, P. UND BERGER, V. (2018): Ecological Connectivity in the Danube River Basin. Final Report. Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Klagenfurt: E.C.O. Institut für Ökologie, 76 S.
- JÄGER, D., STAMPFER, K. UND ERBER, G. (2020): Österreichisches Programm für ländliche Entwicklung 2014–2020. Jährlicher Umsetzungsbericht – Erweiterter Bericht 2019 (AIR 2019). Evaluierung des aktuellen Standes der Programmumsetzung im Wald-/Forstsektor. BFW/BOKU.
- JANDL, R., BAUHUS, J., BOLTE, A., SCHINDLBACHER, A. UND SCHÜLER, S. (2015): Effect of Climate-Adapted Forest Management on Carbon Pools and Greenhouse Gas Emissions. Berlin. Current Forestry Reports 1: 1-7.
- JAWORSKI A., KOŁODZIEJ, ZB. UND PORADA K. (2002): Structure and dynamics of stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady National Park. Journal of Forest Science 48(5): 185-201.
- JAWORSKI A., SKRZYSZEWSKI J., SWIATKOWSKI W UND KACZMARSKI J. (1991): Budowa i struktura dolnoregłowych drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Bieszczadach Zachodnich. Zesz. Nauk AR w Krakowie, Lesnictwo 20: 17 – 43.
- JOHANN, E. (1986): Nutzung, Gefährdung und Schutz des Waldes in der Geschichte der Gebirgsregionen der Ostalpen. International Union of Forest Research Organizations, Proceedings des 18. IUFRO Weltkongress: 238-244.
- JOHN, R. UND ZEILHOFER S. (2012): Und noch ein Borkenkäfer-Fangsystem: das TriNet® der BASF im aktuellen Praxistest. AFZ-Der Wald 2/2013, S. 29–31. https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/pflanzenschutz/fva_praxistest_trinet/index_DE (letzter Zugriff 25.8.2020).
- JONES, C., LAWTON, J. UND SHACHAK, M. (1994): Organisms as ecosystem engineers. Oikos 69: 373-386.
- KAMMLEITNER, J. (2020): Managementplan Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen. Teilplan Waldmanagement. Molln: Nationalpark oberösterreichische Kalkalpen GmbH.
- KIENAST, F., WILDI, O. UND BRZEZIECKI, B. (1998). Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests—An ecological risk assessment. Biological Conservation 83: 291–305.
- KOCH, G., KIRCHMEIR, H. UND GRABHERR, G. (1999): Naturnähe im Wald. Methodik und praktische Bedeutung des Hemerobiekonzeptes für die Bewertung von Waldökosystemen. Wien: Österreichischer Forstverein. 96 S.
- KOCH, G. (1998): Methodik der Hemerobiebewertung. In: GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H. UND REITER, K. (Hrsg.), Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Innsbruck: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
- KORPEL, Š. (1989): Pralesy Slovenska. 329. Veda, Bratislava.
- KOWARIK, I. (1995): Wälder und Forsten auf ursprünglichen und anthropogenen Standorten mit einem Beitrag zur syntaxonomischen Einordnung ruderaler Robinienwälder. Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 7: 47–67. Hannover 1995.
- KOWARIK, I. (1987): Kritische Anmerkungen zum theoretischen Konzept der potentiell natürlichen Vegetation mit Anregungen zu einer zeitgemäßen Modifikation. Göttingen. Tuexenia 7: 53–67.
- KRAL, F. (1994): Waldgeschichte. In: Österreichischer Forstverein (Hrsg.) (1994): Österreichs Wald - Vom Urwald zur Waldwirtschaft. 544 S.
- KRAL, F. (1995): Nacheiszeitliche Waldentwicklungstypen in den Alpen. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 132 (1995): 1–12.
- KUIJPER, D. P. J. (2011): Lack of natural control mechanisms increases wildlife–forestry conflict in managed temperate European forest systems. European Journal of Forest Research, 130(6): 895–909.
- KÜSTER, H. (1994): The economic use of Abies wood as timber in central Europe during Roman times. Vegetation History and Archaeobotany 3: 25–32.
- KÜSTER, H. (1998): Geschichte des Waldes: Von der Urzeit bis zur Gegenwart. C.H. Beck.
- LÁBUSOVÁ J, MORRISSEY RC, TROTSIUK V, JANDA P, BACE R, CADA V, MIKOLÁŠ M, MRHALOVÁ H, SCHURMAN JS, SVOBODOVÁ K, MATEJU L, SYNEK M, UND SVOBODA M (2019): Patterns of forest dynamics

- in a secondary old-growth beech-dominated forest in the Jizera Mountains Beech Forest Reserve, Czech Republic. *iForest* 12: 17-26.
- LAMEDICA, S., LINGUA, E., POPA, I., MOTTA, R. UND CARRER, M. (2011): Spatial structure in four Norway spruce stands with different management history in the Alps and Carpathians. *Silva Fennica* 45(5): 865–873.
- LANDWIRTSCHAFT UND WALD (LAWA) (2005): Merkblatt Bodenschutz im Wald. Kanton Luzern. Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement. 4 S.
- LEDERMANN, T., JANDL, R. UND SCHADAUER, K. (2015): Die Treibhausgasbilanz im österreichischen Wald. BFW-Praxisinformation 38: 6-9. Wien.
- LEITGEB, E. & REITER, R. (2009): Waldboden und Baumartenwahl. BFW-Praxisinformation 19: 3–5.
- LEITGEB, E. (2015): Waldböden und deren nachhaltige Nutzung. In: BFW (2015): Unser Boden – wertvoll, vielfältig und schützenswert. BFW Praxisinformation Nr. 39: 3–7.
- LEXER, M.J., HÖNNINGER, K., SCHEIFINGER, H., MATULLA, C., GROLL, N., KROMP-KOLB, H., SCHADAUER, K., STARLINGER, F. UND ENGLISCH, M., (2002): The sensitivity of Austrian forests to scenarios of climatic change: a large-scale risk assessment based on a modified gap model and forest inventory data. *Forest Ecology and Management, National and Regional Climate Change Impact Assessments in the Forestry Sector* 162: 53–72.
- LEXER, M. J., JANDL, R., NABERNEGG, S., BEDNAR FRIEDL, B. (2015): Forestry. In: Steininger, K W., König, M., Bednar-Friedl, B., Loibl, W., Kranzl, L und Prettenhaler, F. (Hrsg.) (2015): Economic Evaluation of Climate Change Impacts - Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria.
- LEXER, M.J., RABITSCH, W., GRABHERR, G., DOKULIL, M., DULLINGER, S., ENGLISCH, J., ESSL, F., GOLLMANN, G., GOTTFRIED, M., GRAF, W., HOCH, G., JANDL, R., KAHRER, A., KAINZ, M., KIRISITS, T., NETHERER, S., PAULI, H., ROTT, E., SCHLEPER, C., SCHMIDT-KLOIBER, A., SCHMUTZ, S., SCHOPF, A., SEIDL, R., VOGL, W., WINKLER, H. UND ZECHMEISTER, H. (2014): Der Einfluss des Klimawandels auf die Biosphäre und Ökosystemleistungen. In: Austrian Panel on Climate Change (APCC), Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014: 467-556; Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- LEXER, M.J. & SEIDL, R. (2007): Der österreichische Wald im Klimawandel – Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung. In: Ländlicher Raum. Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Jahrgang 2007.
- LINSER, S. (Ed.) (2017): ÖWAD-Indikatoren-Set für nachhaltige Waldbewirtschaftung mit Ist- und Soll-Größen und einer englischen Kurzfassung. Erarbeitet im Rahmen des Österreichischen Walddialogs. BOKU Wien im Auftrag des BMLFUW. Angenommen vom Österreichischen Waldforum am 16. Mai 2017.
- MAGRI, D., VENDRAMIN, G.G., COMPS, B., DUPANLOUP, I., GEBUREK, T., GÖMÖRY, D., LATALOWA, M., LITT, T., PAULE, L., ROURE, J.M., TANTAU, I., VAN DER KNAAP, W.O., PETIT, R.J. UND DE BEAULIEU, J.L. (2006): A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist* 171: 199–221.
- MARINI, L., ØKLAND, B., JÖNSSON, A.M., BENTZ, B., CARROLL, A., FORSTER, B., GRÉGOIRE, J.-C., HURLING, R., NAGELEISEN, L.M., NETHERER, S., RAVN, H.P., WEED, A. UND SCHROEDER, M. (2017): Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forests. *Ecography* 40: 1–10.
- MAYER, H. (1977): Karte der natürlichen Wälder des Ostalpenraumes. *Cbl. f. d. gesamte Forstwesen*, Jg. 94, Heft 3: 147–153.
- MCPFE (1995): Pan-European Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. FOREST EUROPE - Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.
- MECH, L.D. (1998): Estimated costs of maintaining a recovered wolf population in agricultural regions of Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 26: 817–822.
- MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005): Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington D.C.: Island Press.
- MEISEL-JAHN, S. (1955): Die Kiefernforstgesellschaften des nordwestdeutschen Fachlands. *Angewandte Pflanzensoziologie* 11: 1-126.
- MILLER, C., DAIM, A., SEKOT, W., LEITNER, H., LEISSING, D. UND HACKLÄNDER, K. (2019): Entwicklung von Wildtiermanagement-Strategien bei Anwesenheit großer Beutegreifer – Lösungsansätze für forstwirtschaftliche Betriebe. BOKU-Berichte zur Wildtierforschung und Wildbewirtschaftung 22. Wien: Universität für Bodenkultur.
- MÖLLER, A. (1922): Der Dauerwaldgedanke; Sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin: Springer.

- NAGEL, T., ZENNER, E. UND BRANG, P. (2013): Research in old-growth forests and forest reserves: implications for integrated forest management. In Kraus, D. & Krumm, F. (Ed.) 2013: Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity.
- NEMESTOTHY, N. (2015): Bedeutung der Bodenverdichtung für Ertrag und Nachhaltigkeit. In: BFW (2015): Unser Boden – wertvoll, vielfältig und schützenswert. BFW Praxisinformation Nr. 39: 8–13.
- NÖBAUER, M. (2017): Förderung von Waldumweltmaßnahmen: Zahlen & Fakten. BMLFUW. Präsentationsunterlagen. Salzburg. 28.S.
- ÖKS (2016): Endbericht. ÖKS 15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten – Methoden – Klimaanalyse. Studie im Auftrag des BMLFUW. 353 S. https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/anpassungsstrategie/klimaszenarien.html (letzter Zugriff 3.9.2020).
- ÖSTERREICHISCHER FORSTVEREIN (Hrsg.) (1994): Der Österreichische Wald – Vom Urwald zur Waldwirtschaft. Österreichischer Forstverein. 544 S.
- PETERCORD, R., LEONHARD, S., MUCK, M., LEMME, H., LOBINGER, G., IMMLER, T. UND KONNERT, M. (2009): Klimaänderung und Forstschädlinge. LWF aktuell 72: 4–7.
- PICHLER, V., GODINHO-FERREIRA, P., ZLATANOV, T., PICHLEROVÁ, M. UND GREGOR, J. (2011): Changes in Forest Cover and its Diversity. In: BREDEMEIER, M., COHEN, S., GODBOLD, D.L., LODE, E., PICHLER, V. UND SCHLEPPI, P. (Eds.): Forest Management and the Water Cycle. An Ecosystem-Based Approach. S. 209–224. Dordrecht-Heidelberg-London-New York: Springer. S. 209–224.
- PICKETT, S.T.A. UND WHITE, P.S. (1985): The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press.
- PIOVESAN, G., DI FILIPPO, A., ALESSANDRINI, A., BIONDI, F. UND SCHIRONE, B. (2005): Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth Fagus forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science* 16: 13–28.
- PONTAILLER, J.-Y., FAILLE, A. UND LEMÉE, G. (1997): Storms drive successional dynamics in natural forests: a case study in Fontainebleau forest (France). *Forest Ecology and Management* 98: 1–15.
- PREMM, S. (2012): Historische Waldnutzung und geomorphologische Folgewirkungen. Diplomarbeit. Universität Wien.
- PREMM, S. UND EMBLETON-HAMANN, C. (2014): Historische Waldnutzung und geomorphologische Folgewirkungen im Einzugsgebiet der Eisenproduktion des Steirischen Erzberges. *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft*, 156. Jg. 2014: 171–190.
- PREßLER, M. R. (1858): Der Rationelle Waldwirth und sein Waldbau des höchsten Ertrags. 2 Bde. Dresden: Türk.
- RECHNUNGSHOF (2019): Bericht des Rechnungshofes betreffend Schutzwaldbewirtschaftung bei der Österreichischen Bundesforste AG – Reihe BUND 2017/29 (III-397 d. B. (XXV. GP)).
- RITTER, E., DALSGAARD, L. UND EINHORN, S. (2004): Light, temperature and soil moisture regimes following gap formation in a semi-natural beech-dominated forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 206 (2005) 15–33.
- RUDDIMAN, W. F., FULLER, D. Q., KUTZBACH, J. E. UND TZEDAKIS, P. C. (2016): Late Holocene climate: Natural or anthropogenic? *Reviews of Geophysics* 54: 93–118.
- RUGANI, T., DIACI, J. UND HLADNIK, D. (2013): Gap Dynamics and Structure of Two Old-Growth Beech Forest Remnants in Slovenia. *PlosOne* 8: 1–13.
- RUPRECHT, H., VACIK, H., STEINER, H. UND FRANK, G. (2012): ELENA – Ein methodisches Konzept für die Untersuchung der Naturverjüngung von Fichten-Naturwaldreservaten Österreichs (Vaccinio-Piceetea). *Austrian Journal of Forest Science* 129. Jg. Heft 2, April 2012: 67–144.
- RUSS, W. (2019): Mehr als 4 Millionen Hektar Wald in Österreich. In: BFW (2019): Zwischenauswertung der Waldinventur 2016/18. BFW Praxisinformation Nr. 50: 3–8.
- SABATINI, F. M., BURRASCANO, S., KEETON, W. S., LEVERS, C., LINDNER, M., PÖTZSCHNER, F., VERKERK, P.J., BAUHUS, J., BUCHWALD, E., CHASKOVSKY, O., DEBAIVE, N., HORVÁTH, F., GARBARINO, M., GRIGORIADIS, N., LOMBARDI, F., DUARTE, I.M., MEYER, P., MIDTENG, R., MIKAC, S., MIKOLAS, M., MOTTA, R., MOZGERIS, G., NUNES, -L., PANAYOTOV, M., ODOR, P., RUETE, A., SIMOVSKI, B., STILLHARD, J., SVOBODA, M., SZWARGRZYK, J., TIKKANEN, O-P., VOLOSANCHUK, R., VRŠKA, T., ZLATANOV, T. UND KUEMMERLE, T. (2018): 'Where are Europe's last primary forests?', *Diversity and Distributions* 24(10): 1426–1439.
- SADORI, L., JAHNS, S. UND PEYRON, O. (2011): Mid-Holocene vegetation history of the central Mediterranean. *The Holocene* 21(1):117–129.

- SCHELHAAS, M.-J., NABUURS, G.-J. UND SCHUCK, A. (2003): Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9: 1620–1633.
- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Reihe Praktischer Naturschutz: Stuttgart-Hohenheim.
- SCHMALZL, L. UND WEIß, P. (2020): Waldschadensanalyse in der KLAR! – Region Südkärnten - Fernerkundung und GIS-basierter Ansatz zur Erhebung und Klassifizierung von Waldveränderungen, die durch Sturmschäden, Rodungen und den Borkenkäfer zwischen 2015 und 2019 entstanden sind. Projektbericht, Klagenfurt, 35 S.
- SCHUBERT, R. (1991): Lehrbuch der allgemeinen Ökologie. Jena: Fischer.
- SCHWARZL, B. UND AUBRECHT, P. (2004): Wald in Schutzgebieten - Kategorisierung von Waldflächen in Österreich anhand der Kriterien der Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE). UBA Monographien M-165. Wien: Umweltbundesamt. 156 S.
- SEDY, K. UND GÖTZL, M. (2015): Wildbienenparadies Österreich? Aktuelle Umweltsituation – Identifikation von Gefahren und Lösungen bei der Landbewirtschaftung. Report 0538. Wien: Umweltbundesamt.
- SEIDL, R., RAMMER, W. (2017): Climate change amplifies the interactions between wind and bark beetle disturbances in forest landscapes. *Landscape Ecol* 32: 1485–1498.
- SEIDL, R., RAMMER, W. UND LEXER, M.J. (2011): Climate change vulnerability of sustainable forest management in the Eastern Alps. *Climatic Change* 106: 225–254.
- SEIDL, R., SCHELHAAS, M.-J., LINDNER, M. UND LEXER, M.J. (2009): Modelling bark beetle disturbances in a large-scale forest scenario model to assess climate change impacts and evaluate adaptive management strategies. *Reg Environ Change* 9: 101–119.
- SONDEREGGER, E. UND ENZENHOFER, J. (1994): Umweltgerechte Waldnutzung – Problemfelder – Maßnahmen. Umweltbundesamt Monographien Bd. 49. 63p
- SPITTLEHOUSE, D.L., ADAMS, R.S. UND WINKLER, R.D. (2004): Forest, edge, and opening microclimate at Sicamous Creek. Research Report, Ministry of Forests, British Columbia, Canada.
- STATISTIK AUSTRIA (2018): Agrarstrukturerhebung 2016. Schnellbericht 1.17. Betriebsstruktur. Wien: Statistik Austria. 197 S.
- STATISTIK AUSTRIA (2019): Jagdstatistik 2018/19. Schnellbericht 1 11. Wien: Statistik Austria.
- STEYRER, G. (2019): Wie verbreitet ist der Nordische Fichtenborkenkäfer (*Ips duplicatus*) in Österreich? *Forstschutz Aktuell* 65: 3–13.
- STEYRER, G., CECHE, T.L., FÜRST, A., HOCH, G., PERNY, B. (2020): Waldschutzsituation 2019 in Österreich: Schäden durch Borkenkäfer weiter extrem hoch. In: BFW (2020): Waldschutzsituation 2016–2019 in Österreich. Erhebungen und Diagnosen des BFW und Dokumentation der Waldschädigungsfaktoren 2016 – 2019. *Forstschutz Aktuell* 64/2020: 33–44.
- STRIMITZER, L., HÖHER, M. UND NEMESTOTHY, K. (2017): Holzströme in Österreich. Holzflussdiagramm. Ausgabe: Juli 2017, Bezugsjahr: 2015.
- SUTTER, L., HERZOG, F., DIETEMANN, V., CHARRIÈRE, J.-D. UND ALBRECHT, M. (2017): Nachfrage, Angebot und Wert der Insektenbestäubung in der Schweizer Landwirtschaft. *Agrarforschung Schweiz* 8 (9): 332–339.
- TABAKU, V. UND MEYER, P. (1999): Lückenmuster albanischer und mitteleuropäischer Buchenwälder unterschiedlicher Nutzungsintensität. *Forstarchiv* 70: 87–97.
- THOM, D. UND SEIDL, R. (2016): Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 91(3): 760–781.
- TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentiell natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - *Angew. Pflanzensoz.* 13: 5–43. Stolzenau/Weser.
- UMWELTBUNDESAMT (HRSG) (2002): Rote Liste der Gefährdeten Biotoptypen Österreichs – Wälder, Forste, Vorwälder. UBA Monographien Band 156. Wien: Umweltbundesamt. 104 S. + Anhang.
- UMWELTBUNDESAMT SONDEREGGER, G., FÄRBER, B., GÖTZL, M., SCHWARZL, B. UND WEISS, M. (2019): Erfassung und Darstellung von Ökosystemleistungen. im Rahmen des Österreichischen Programms für die ländliche Entwicklung 2014–2020. Wien: Umweltbundesamt.
- UMWELTBUNDESAMT (2010): Neunter Umweltkontrollbericht – Umweltsituation in Österreich. Report 0286, Wien, 240p
- UMWELTBUNDESAMT (2009): GSE Forest Monitoring. Projektergebnisse. Stand April 2009.

- UN (2019): Global Forest Goals and Targets of the UN Strategic Plan for Forests 2030. New York: United Nations Department for Economic and Social Affairs. 20 S.
- UNFCCC (2015): Paris Agreement. Paris, 12 December 2015. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- VERA, F.W.M. (2000): Grazing Ecology and Forest History. Wallingford: CABI Publishing.
- WALTER, H. UND BRECKLE, S.W. (1999): Vegetation und Klimazonen der Erde. 7. Auflage. Ulmer. 544 S.
- WEISS, P., BRASCHEL, N., BRAUN, M., BÜCHSENMEISTER, R., FREUDENSCHUSS, A., FRITZ, D., GSCHWANTNER, T., JANDL, R., LEDERMANN, T., NEUMANN, M., PÖLZ, W., SCHADAUER, K., SCHMID, C., SCHWARZBAUER, P., STERN UND STERN, T. (2015): Einleitung zu drei KLIEN-Projekten zur Treibhausgasbilanz der österreichischen Holzkette. BFW Praxisinformation 38: 3-5.
- 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 UND WEISS, G. (2020): Zusammenschau der Treibhausgasergebnisse des waldbasierten Sektors für verschiedene CareforParis Szenarien. BFW Praxisinformation 51: 20-24.
- WILDBURGER, C. UND LEBENTTS, R. (1995): Auswirkungen der Jagd auf den Wald in Österreich. Eine Studie zum Einfluss der Schalenwildbewirtschaftung auf Waldökosysteme. Monographien Band 70. Wien: Umweltbundesamt. 64 S.
- WINTER, S., BEGEHOLD, H., HERRMANN, M., LÜDERITZ, M., MÖLLER, G., RZANNY, M. UND FLADE, M. (2016): Praxishandbuch – Naturschutz im Buchenwald. Naturschutzziele und Bewirtschaftungsempfehlungen für reife Buchenwälder Nordostdeutschlands. – Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, 168 S.
- WKÖ (2019): Statistisches Jahrbuch 2019. Wien: Wirtschaftskammer Österreich – Abteilung für Statistik. 100 S.
- ZEIBIG, A., DIACI, J. UND WAGNER, S. (2005): Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. For. Snow Landsc. Res. 79: 69–80.
- ZEMKE, J.J. (2016): Runoff and Soil Erosion Assessment on Forest Roads Using a Small-Scale Rainfall Simulator. Hydrology (3)25.

ANHANG

Tabelle 1: Verzeichnis aller im Forst zugelassenen Pflanzenschutzmittel mit Stand April 2020. Teilweise dürfen hier gelistete Mittel nicht mehr eingekauft, aber noch verwendet werden.
Verändert nach BFW (2020).)


Zweck	Präparat
Gegen Insekten und andere Anthropoden	Insektizide gegen Borkenkäfer
	Cymbigon
	Cythrine L
	Epigon neu
	Sumi-Alpha
	Sumi-Alpha 050 EC
	Sumicidin Top
	Karate Zeon
	Karate avec Technologie Zeon
	Fastac Forst
	Fastac Forst Profi
	Storanet
	Trinet P
	Insektizide gegen den Großen braunen Rüsselkäfer
	Cymbigon
	Cythrine L
	Epigon neu
	Sumi-Alpha
	Sumi-Alpha 050 EC
	Sumicidin Top
	Karate Zeon
	Karate avec Technologie Zeon
	Fastac Forst
	Fastac Forst Profi
	Sonstige Insektizide
	Foray 48B
	Nematon
	Nematop
	Karate Zeon
	Karate avec Technologie Zeon
	Pirimor Granulat
	Fastac Forst
	Fastac Forst Profi
	Storanet
	Melocont-Pilzgerste
	Biotechnische und biologische Insektizide
	Foray 48B
	Nematon
	Nematop

Zweck	Präparat
	Melocont-Pilzgerste
	Akarizide
	Derzeit kein Mittel gegen Milben im Forst zugelassen
Gegen Nagetiere	Rodentizide
	Wühlmausköder
	Wühlmausköder Arrex
	Detia Wühlmausköder Neu
	Ratron Gift-Linsen
	Quickphos Pellets WM
Gegen Weichtiere	Arvalin Phos
	Molluskizide
Gegen Pilze	Derzeit kein Mittel gegen Schnecken im Forst zugelassen
	Fungizide
	Cosan-Super Kolloid-Netzschwefel
	Netzschwefel Kwizda
	Thiovit Jet
	Netzschwefel Mehltau-Pilzfrei
	Compo Bio Mehltau-frei Thiovit Jet
	Netzschwefel Stulln
	Netz-Schwefelit WG
	Collis
	Thiopron
Gegen Pflanzen in Forstkulturen	Herbizide
	Glyfos
	Flexidor
	Star Isoxaben
	Select 240 EC
	Fusilade MAX
	Touchdown Quattro
	Laudis
	Laudis OD 66
	Boom efekt
	Landmaster 360 TF
	Glyphox 360 TF
	Rosate Clean 360
	Chikara
	Chikara 25 WG
	Katana

Zweck	Präparat
	Dominator Ultra
	Roundup Ultra
	Roundup LB Plus
	Roundup PowerFlex
	Durano
	Clinic TF
	Durano TF
	Laudis WG
	Clinic Free
	Nasa
	Gallup Biograde 360
	Barbarian Super 360
	Clinic Grade
	Glypho-Rapid 450
	Shyfo
Regulation des Pflanzenwachstums	Pflanzenwachstums-regulatoren
	Dirabel
Verhütung von Wildschäden	Verbissschutzmittel
	Cervacol
	Caprecol ST
	Cervacol extra
	WAM flüssig
	Caprecol flüssig
	WAM extra rosarot Wild Abwehrmittel
	Trico
	Trico S
	Certosan
	Versus Extra
	Epsom
	Cervacol Extra PA
	Schälsschutzmittel
	Trico
	Wöbra
	Cervacol Extra PA
	Fegeschutzmittel
	Trico
Fäuleverhütung nach Verletzungen	Wundverschlussmittel
	Derzeit kein Mittel zum Wundverschluss im Forst zugelassen







IN DEN WÄLDERN
SIND DINGE, ÜBER DIE
NACHZUDENKEN MAN
JAHRELANG IM MOOS
LIEGEN KÖNNTE.

FRANZ KAFKA



Wir wollen die weltweite Zerstörung der
Natur und Umwelt stoppen und eine
Zukunft gestalten, in der Mensch und
Natur in Harmonie miteinander leben.

together possible™

wwf.at

Foto © Karin Enzenhofer