



Inhalt

| | |
|--|----|
| WOLFGANG RUSS Mehr als 4 Millionen Hektar Wald in Österreich | 3 |
| THOMAS GSCHWANTNER Holzvorrat auf neuem Höchststand | 8 |
| ALEXANDRA FREUDENSCHUSS, FRANZ ZAUNBAUER, KLEMENS SCHADAUER Stammschäden – ein Dauerbrenner .. | 13 |
| THOMAS GSCHWANTNER Totholz-Zunahme ausschließlich positiv? | 17 |
| TATJANA KOUKAL, ALEXANDRA FREUDENSCHUSS, THOMAS GSCHWANTNER Ändert sich die biologische Vielfalt im Wald? | 23 |
| CLÉMENTINE OLS, JEAN-DANIEL BONTEMPS, THOMAS GSCHWANTNER Nadelbäume – wie reagiert das Wachstum auf die Klimaerwärmung? | 30 |
| KLEMENS SCHADAUER, CHRISTOPH BAUERHANS, STEFAN SCHÖTTL, CHRISTIAN AUFRITER, MARKUS LÖW, ALEXANDRA FREUDENSCHUSS Die Fernerkundung als Schmuckstück der österreichischen Waldinventur | 35 |

Titelseite:

Methoden der Fernerkundung werden künftig in der Waldinventur vermehrt eingesetzt (im Bild eine 3-D-Punktwolke)

Impressum

ISSN 1815-3895

© Oktober 2019

Nachdruck nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung seitens des Herausgebers gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt

verantwortlich: Peter Mayer

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8,

1131 Wien, Österreich

Tel.: +44 1 87838 0

Fax: +44 1 87838 1250

http://bfw.ac.at

Redaktion: Klemens Schadauer,

Alexandra Freudenschuß,

Christian Lackner

Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +44 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

Online-Bestellung:

http://www.bfw.ac.at/webshop

Genderschreibweise erfolgt nach dem Zufallsprinzip.



In den Jahren 2016 bis 2021 werden von der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) des Bundesforschungszentrums für Wald bundesweit Walddaten erhoben. Jetzt liegt die Zwischenauswertung für die Jahre 2016 bis 2018 vor. Sie stützt sich auf die Hälfte des Stichprobennetzes und gibt damit Aufschluss über die neuesten Trends. Aber Achtung: Bei der Interpretation von Veränderungen ist Vorsicht geboten.

Derzeit sind sieben Erhebungsteams des BFW bundesweit unterwegs und führen auf den Probeflächen der ÖWI umfangreiche Messungen durch. Mehr als 200 wald- und umweltrelevante Parameter zum Zustand und zu den Veränderungen des österreichischen Waldes werden erfasst. Jahrelange Außendienst Erfahrung und eine sorgfältige Qualitätssicherung sorgen für eine hochwertige und über die Jahre vergleichbare Datengewinnung.

Insgesamt umfasst das Stichprobennetz der ÖWI rund 11.000 Probeflächen im Wald. Die Hälfte davon war mit Ende des Jahres 2018 erfasst. Damit bot sich die Möglichkeit, nach zehn Jahren wieder aktuelle Informationen für wald- und umweltpolitische Fragestellungen zur Verfügung zu stellen. Von besonderem Interesse sind immer die Kenngrößen Waldfläche, Vorrat, Totholz, Nutzung und Zuwachs, dies konnte mit ausreichender Genauigkeit für die größeren räumlichen Straten (Bund und Bundesländer) ausgewertet werden (Ergebnisse auf bfw.ac.at).

Eine Anmerkung zur Interpretation von Veränderungen: Die hohe Genauigkeit bei der Auswertung von Veränderungen gilt nur, wenn idente Probeflächen des gesamten Stichprobennetzes verglichen werden. Das ist für diese Zwischenauswertung nicht der Fall, weil mit ihr nur die Hälfte der Probeflächen abgedeckt ist. Aus diesem Grund wurden für die meisten Artikel die Ergebnisse der letzten ÖWI 2007/09 auf Basis der entsprechenden halben Stichprobe neu berechnet. Diese Vergleichswerte der ÖWI 2007/09 können daher von den auf der Homepage Publizierten geringfügig abweichen.

Obwohl die Zwischenauswertung 2016/18 mit einer höheren statistischen Unsicherheit als etwa das Gesamtergebnis der vorigen ÖWI-Periode 2007/09 behaftet ist, zeigt sie dennoch viele interessante Ergebnisse und Trends.

Dr. Peter Mayer

Leiter des BFW

Dr. Klemens Schadauer

Leiter des Instituts für Waldinventur des BFW

Mehr als 4 Millionen Hektar Wald in Österreich

Österreich ist eines der walddreichen Länder in der Europäischen Union. Mit nunmehr 4,02 Millionen Hektar erreicht der österreichische Wald fast die gesamte Flächenausdehnung unseres Nachbarlandes Schweiz (4,13 Millionen ha) oder der Niederlande (4,15 Millionen ha). Mit einer Waldausstattung von rund 48 % der Staatsfläche liegt Österreich nicht nur im europäischen Spitzenfeld, sondern ist nach Slowenien auch das am dichtesten bewaldete Land Mitteleuropas.

Umgelegt auf die Bevölkerung entfallen in Österreich knapp ein halber Hektar Wald je Einwohnerin und Einwohner; das ist rund drei Mal so viel wie in unseren Nachbarländern Schweiz und Deutschland bzw. fast doppelt so viel wie in Tschechien.

Ein stetiges Anwachsen der Waldfläche Österreichs kann bereits seit der ersten Erhebungsperiode der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) 1961/70

Waldinventur: Zwischenauswertung 2016/18

- » Die Hälfte des Stichprobennetzes wurde bereits erfasst.
- » Höhere statistische Unsicherheit als das Gesamtergebnis der vorigen ÖWI-Periode 2007/09
- » Vorsicht bei Interpretation von Veränderungen
- » Interessante Ergebnisse und Trends
- » Gesamtergebnis für die ÖWI-Periode 2016/21 im Jahr 2022
- » Zwischenergebnisse der Waldinventur 2016/18: <https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=10544>

von damals 3,69 Millionen auf nunmehr 4,02 Millionen Hektar beobachtet werden. Diese Zunahme des Waldes um rund 330.000 ha in einem halben Jahrhundert entspricht fast der Hälfte der Landesfläche von Salzburg (715.000 ha) oder mehr als einem Drittel von Kärnten (954.000 ha).

Dieser Trend zu mehr Wald in Österreich hat sich auch im Zuge der aktuellen ÖWI-Zwischenauswertung 2016/18 fort-

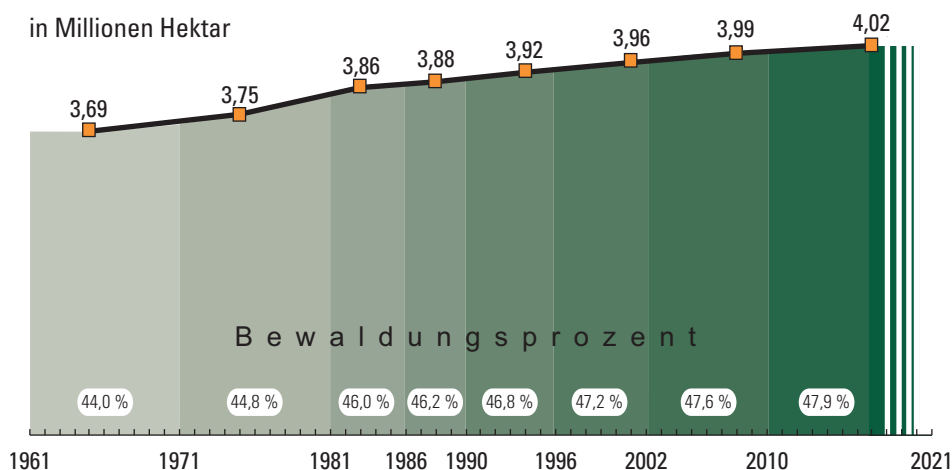


Abbildung 1:
Die Waldflächenzunahme – ein stetiger, noch immer ungebrochener Prozess

gesetzt: Der Wald hat sich seit der ÖWI 2007/09 um knapp 31.000 ha vergrößert, dieser Wert entsteht aus der Differenz der Waldflächenzugänge von 76.000 ha und den Abgängen von 45.000 ha. Bezogen auf den Beobachtungszeitraum von neun Jahren, nimmt die Waldfläche jährlich um rund 3.400 ha zu. Damit verlangsamt sich die Waldflächenzunahme von 7.700 ha (ÖWI 1992/96) über 5.100 ha (ÖWI 2000/02) und 4.300 ha (ÖWI 2007/09) auf nunmehr 3.400 ha pro Jahr. Umgelegt bedeutet dies: Österreichs Waldfläche wächst jährlich im Ausmaß der Stadtgemeinde Enns. Oder ein weiterer, seit über 20 Jahren zitierter, traditioneller Vergleich: Die Waldfläche Österreichs wächst um 4.762 Fußballfelder pro Jahr.

Vor allem Grünland wird zu Wald

Die laufende Waldflächenveränderung ist ein sehr komplexer, dynamischer Prozess, der nicht allein auf aktive menschliche Eingriffe – wie Neuaufforstungen oder Rodungen – zurückzuführen ist. Vor allem in Bereichen, wo Grünland nicht mehr bewirtschaftet wird, oder auf landwirtschaftlichen Grenzertragsstandorten kann sich der Wald bei Fehlen anderer Landnutzungsformen neuen Lebensraum erschließen. Entlang der Waldränder, der natürlichen Sukzession folgend, und im Schutze des sich ausbreitenden Kronendaches siedeln sich Strauch- und Baumverjüngung an. Kann sich ausreichend vitale Naturverjüngung entwickeln, die sich auch nach dem Verlust des schützenden Kronendaches der alten Randbäume als überlebensfähig erweist, bleiben diese ehemaligen Grünlandflächen auch weiterhin Wald.

Rund die Hälfte der 76.000 ha neuer Waldfläche stockt auf ehemaligen Weiden, Almen und Mähwiesen, ein weiteres Drittel auf Felsen, Rutschflächen, Zwergstrauchheiden, Röhricht und dergleichen. Weitere 10 % entstammen Äckern, Brachen und Obstgärten. Umgekehrt entfällt aber auch fast die Hälfte des

Waldflächenabganges von 45.000 ha auf gegenwärtig (wieder) landwirtschaftlich genutzte Flächen wie Weiden, Almen und Mähwiesen sowie ein Viertel auf exponierte Naturflächen und Extremstandorte. Rund ein Sechstel dieser ehemaligen Waldflächen wird nunmehr als Verkehrsflächen oder für Bergbau, Industrie und Gewerbe genutzt.

Diese Ausbreitung des Waldes führt zu einer Vielzahl positiver Effekte, etwa beim Boden- und Erosionsschutz, der Speicherung von Grund- und Niederschlagswasser, dem Schutz vor Naturgefahren, aber auch als Lebensraum für seltene Tier- und Pflanzenarten. Auch zum Klimaschutz trägt der Wald durch Bindung von atmosphärischem Kohlendioxid bei und stellt den natürlichen, erneuerbaren und vielseitig verwendbaren Rohstoff Holz zur Verfügung. Allerdings werden in manchen Regionen auch schon negative Auswirkungen der stetigen Waldflächenzunahme beklagt, wie etwa der Verlust anderer artenreicher Biotope wie das Zuwachsen von Bergwiesen und Mooren sowie monoton werdende Landschaften mit geringerer Attraktivität für den Tourismus und sinkendem Erholungswert.

Waldzunahme insbesondere in Gebirgslagen

Sieht man sich die Waldflächenentwicklung nach Seehöhenstufen genauer an, fällt zunächst eine relativ gleichmäßige Verteilung der Waldflächenzugänge von rund 17.000 ha bis 20.000 ha in allen Seehöhenstufen auf (Abbildung 2). In den Seehöhenstufen bis 599 m und zwischen 600 und 1199 m sind die Zugänge an Waldfläche fast doppelt so groß wie die Abgänge und ergeben somit eine bilanzierte Waldflächenzunahme von rund plus 8.000 bzw. 7.000 ha.

In der Seehöhenstufe von 1200 bis 1799 m halten sich die positiven und negativen Waldflächenveränderungen hingegen annähernd die Waage, was

rein rechnerisch zu einem relativ kleinen positiven Saldo an Waldflächenzunahme führt, wozu aber in der aktuellen Zwischenauswertung mit halben Stichprobenumfang keine statistisch abgesicherte Aussage getroffen werden kann.

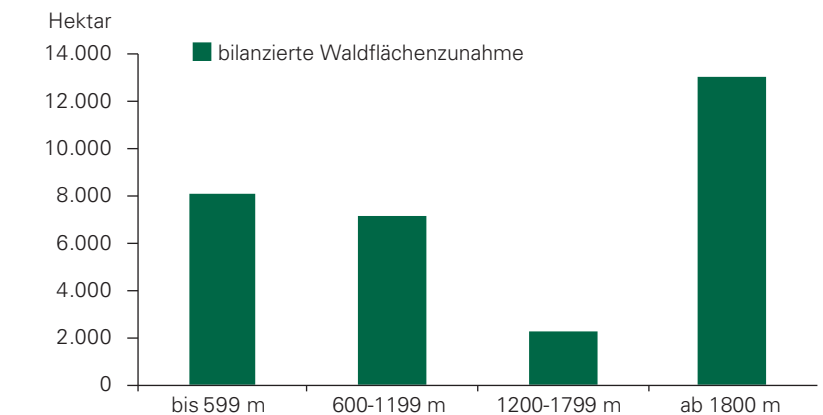
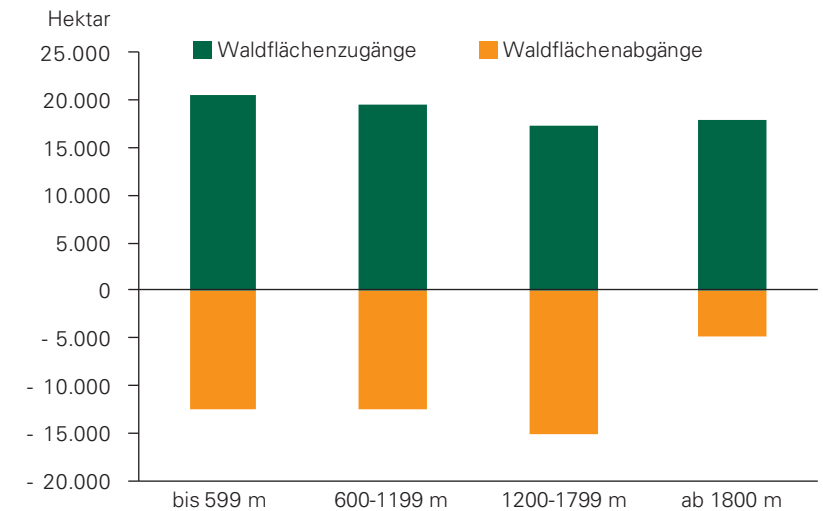
Ab 1800 m Seehöhe sind nur sehr geringe Abgänge an Waldfläche zu verzeichnen, weshalb mit rund 13.000 ha mehr als 40 % der gesamten bilanzierten Waldflächenzunahmen in dieser Hochlagenstufe vorkommen. Etwa 300.000 ha Wald stehen aktuell in einer Seehöhe ab 1800 m. Somit entfallen 4 % des Waldes dieser Höhenstufe auf Neubewaldung in den letzten neun Jahren.

Auffallend war bereits bei der Auswertung der letzten Erhebungsperiode 2007/09, dass damals schon knapp 6 % der gesamten Waldfläche über 1800 m Seehöhe auf neu bewaldete ehemalige Nichtwaldflächen entfielen. Somit sind rund 10 % des Waldes über 1800 m auf Neubewaldung in den letzten beiden Dezenien zurückzuführen. Sind das Auswirkungen des Klimawandels oder nur der Rückzug der Landwirtschaft aus dem Hochalmgebiet? Eine eindeutige Antwort ist derzeit kaum möglich. Sicher ist aber, dass beide Faktoren gemeinsam wirken und dass die Waldgrenze nach oben wandert. In Zukunft wird die ÖWI detaillierte Analysen mit Hilfe der Fernerkundung durchführen und damit eine klare Antwort geben können.

Weniger Ausschlagwald, mehr Schutzwald

Laut aktueller Zwischenauswertung nimmt der Ausschlagwald um rund 16 % oder fast 15.000 ha seit der ÖWI 2007/09 ab. Insbesondere Landausschlagwälder in Form oberholzreicherer Mittelwälder werden natürlich oder gezielt bei reichlicher Verjüngung über Kernwüchse in ertragsreicheren Hochwald übergeführt.

Der Schutzwald legt hingegen um rund 40.000 ha zu. Im bewirtschafteten Schutzwald im Ertrag sind es rund



15.000 ha und im sehr eingeschränkt oder nicht bewirtschafteten Schutzwald außer Ertrag rund 25.000 ha.

Schließlich sind es vor allem höher gelegene Standorte, auf denen die Neubewaldung zum großen Teil stattfindet und die den Schutzwaldcharakter sehr häufig schon vorgeben. Die Ertragswaldfläche insgesamt nimmt nach der vorliegenden Zwischenauswertung tendenziell geringfügig ab (- 0,36 %), wobei diese Tendenz innerhalb des Fehlerrahmens liegt und somit statistisch nicht abgesichert ist.

Weniger Fichte – Nadelholz insgesamt rückläufig

Seit den 1980er Jahren ist eine Abnahme der mit Fichten bestockten Fläche im be-



Abbildung 2:
In allen Seehöhestufen finden etwa gleich viele Waldflächenzugänge statt (oben). Die Abgänge sind jedoch recht verschieden. Daher ist die Zunahme insgesamt oberhalb von 1800 m am stärksten (unten).

wirtschafteten Ertragswald beobachtbar, dies hat sich auch bei der ÖWI-Zwischenauswertung 2016/18 fortgesetzt. Im Vergleich zur Vorperiode hat die Fichtenfläche neuerlich um rund 48.000 ha abgenommen und macht derzeit nur mehr rund 49 % der Ertragswaldfläche aus (In der Erhebungsperiode 1986/90 betrug der Anteil noch mehr als 56 %). Seither hat die Fichte rund 224.000 ha an Ertragswaldfläche eingebüßt. Die Weißkiefer hat im Vergleich zur Vorperiode ebenfalls um rund 17.000 ha an Fläche verloren, seit der ÖWI 1986/90 insgesamt nunmehr rund 55.000 ha. Auch die Lärche und sonstige Nadelhölzer zeigen eine leicht rückläufige Tendenz. Das Nadelholz insgesamt hat im Ertragswald im Vergleich zur Vorperiode um rund 73.000 ha abgenommen, seit der Erhebungsperiode 1986/90 um 287.000 ha.

Waldsträucher haben vor allem als Beimischung rund 33.000 ha an Fläche im Ertragswald gewonnen. Auch als Füllhölzer auf kleineren Bestandeslücken steigt der Anteil der Sträucher (31.000 ha), während vorübergehend unbestockte Bestandeslücken ohne Sträucher rückläufig sind (-20.000 ha).

Die mit Laubhölzern bestockten Ertragswaldflächen zeigen nach der vorliegenden Zwischenauswertung der ÖWI weiterhin eine leicht steigende Tendenz. Diese vergleichsweise geringe Flächenzunahme liegt innerhalb des Fehlerrahmens und lässt keine gesicherte Aussage zu, zumal die Ertragswaldfläche insgesamt geringfügig abnehmende Tendenz zeigt. Seit der ÖWI 1986/90 wuchs die mit Laubhölzern bestockte Ertragswaldfläche um mehr als 130.000 ha, die der Waldsträucher als Beimischung im Bestand um rund 42.000 ha.

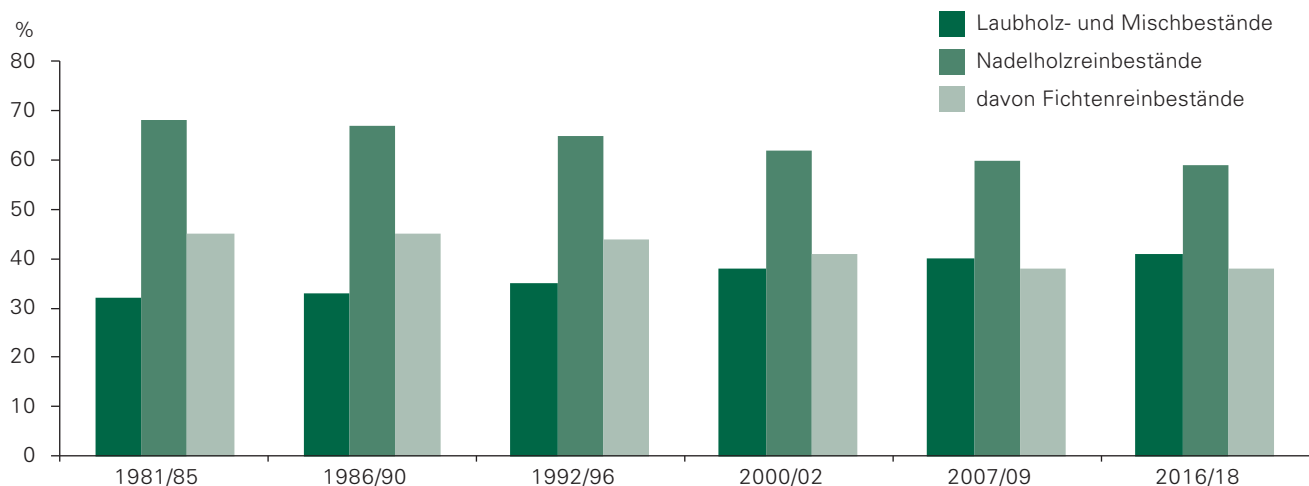
Mehr Buche, mehr Sträucher – weniger Weichlaubholz

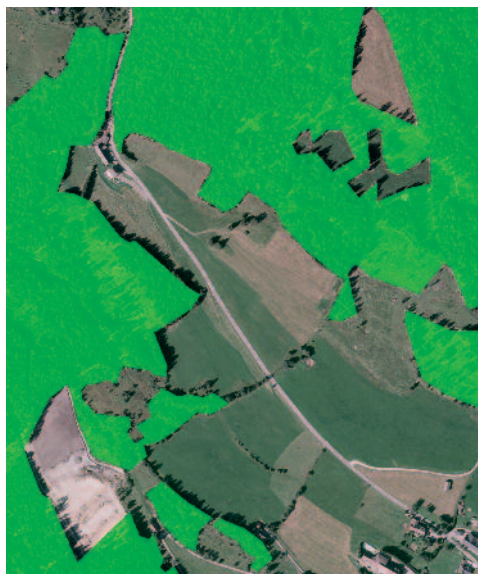
Die mit Rotbuche bestockten Flächen nahmen im Ertragswald um insgesamt fast 22.000 ha zu, während die Eichen- und übrigen Hartlaubholzflächen annähernd gleich blieben. Das flächige Vorkommen der Weichlaubhölzer ist hingegen um rund 14.000 ha zurückgegangen.

Trend zu laubholzreicheren (Misch-)Beständen setzt sich fort

Neben den ideellen Flächenanteilen der einzelnen Baumarten sind vor allem auch deren Vergesellschaftung und Mischung im Bestand von Bedeutung. Dabei zeigt sich schon über mehrere Erhebungsperioden ein Trend zu laubholzreicheren (Misch-)Beständen bei gleichzeitigem Rückgang der Fichten- und

▼
Abbildung 3:
Laubholz- und Laubholz-
mischbestände
nehmen auf Kosten von
Nadelholzreinbeständen
weiter zu





◀
Abbildung 4:
Der Waldlayer der ÖWI
zeigt Veränderungen im
Detail auf. Rechts sieht
man eine Schottergrube
und landwirtschaftliche
Flächen, die zuvor (Bild
links) noch Wald waren.

Nadelholzreinbestände. Dieser Trend setzt sich bei der aktuellen ÖWI 2016/18 fort, wenngleich in etwas abgeschwächter Form (Abbildung 3)

Im Vergleich der ÖWI-Perioden 1992/96 und 2000/02 nahmen die Laubholz- und Mischbestände in sieben Jahren bei gleichzeitigem Rückgang der Nadelholz- und Fichtenreinbestände noch um 3 % zu, bei den beiden letzten Inventuren 2000/02 und 2007/09 in sieben Jahren immerhin noch um 2 %. Im aktuellen Vergleich stieg der Anteil der Laubholz- und Mischbestände innerhalb von neun Jahren nur noch um rund 1 %, der Anteil der Fichtenreinbestände blieb annähernd gleich.

Mehr Wald – Trend zu naturnäherer Waldbewirtschaftung hält an

Relativ kurze Beobachtungszeiträume zwischen den einzelnen Waldinventuren (fünf bis zehn Jahre) stehen dem langsamen Baumwachstum mit Umtriebszeiten von 100 und mehr Jahren gegenüber. Kleine Veränderungen bewirken somit langfristig spürbare Auswirkungen.

Aufgrund des geringeren, halben Stichprobenumfanges der aktuellen Zwischenauswertung konnte zu manchen Thematiken keine statistisch abgesicherte Aussage getroffen werden. Hier können

nur tendenzielle Veränderungen festgestellt und die Ergebnisse der Gesamtauswertung 2016/21 abgewartet werden. Die Flächennachhaltigkeit des österreichischen Waldes ist aber mit der bilanzierten Waldflächenzunahme der aktuellen Zwischenauswertung von knapp 31.000 ha jedenfalls gesichert. Ob auch zukünftig eine Zunahme der Waldfläche – insbesondere in bereits walddreichen Regionen – weiterhin erwünscht ist, muss durch die politischen Akteure im Rahmen der Raumplanung und der Entwicklung des ländlichen Raumes entschieden werden.

Der weiterhin anhaltende Trend weg von Nadelholz- und Fichtenreinbeständen hin zu laubholzreicheren Mischwäldern und der steigende Anteil an Sträuchern auf Bestandeslücken und als Beimischung im österreichischen Wald weisen auf eine naturnähere Waldbewirtschaftung hin.

In Zukunft werden die Ergebnisse der Waldflächenentwicklung durch Fernerkundungsauswertungen unterstützt. Die ÖWI hat einen österreichweiten Waldlayer erstellt und wird auf dessen Basis im dreijährigen Zyklus Waldflächenveränderungen detailgenau dokumentieren.



DI Wolfgang Russ,
Institut für Waldinventur,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
wolfgang.russ@bfw.gv.at

Holzvorrat auf neuem Höchststand

Der Holzvorrat in Österreichs Wald ist seit den 1960er Jahren um 50 % angestiegen. Gleichzeitig hat sich seine Zusammensetzung geändert: Die Anteile stärkerer Durchmesser und von Laubholz haben deutlich zugenommen. Die aktuelle Waldinventur zeigt außerdem eine neuerliche Annäherung von Nutzung und Zuwachs. Können wir weiterhin einen Aufbau des Holzvorrates erwarten?

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) hat in den Jahren 1961-1970 Österreichs Wald erstmals auf Grundlage eines statistischen Stichprobeverfahrens erfasst. Damals betrug der Holzvorrat im Ertragswald rund 780 Millionen Vorratsfestmeter (Vfm). Seitdem ist der Holzvorrat kontinuierlich angestiegen und umfasst nach den neuesten Ergebnissen rund 1173 Millionen Vfm (Abbildung 1). Darin enthalten ist ein stehender Totholzvorrat von 29,7 Millionen Vfm.

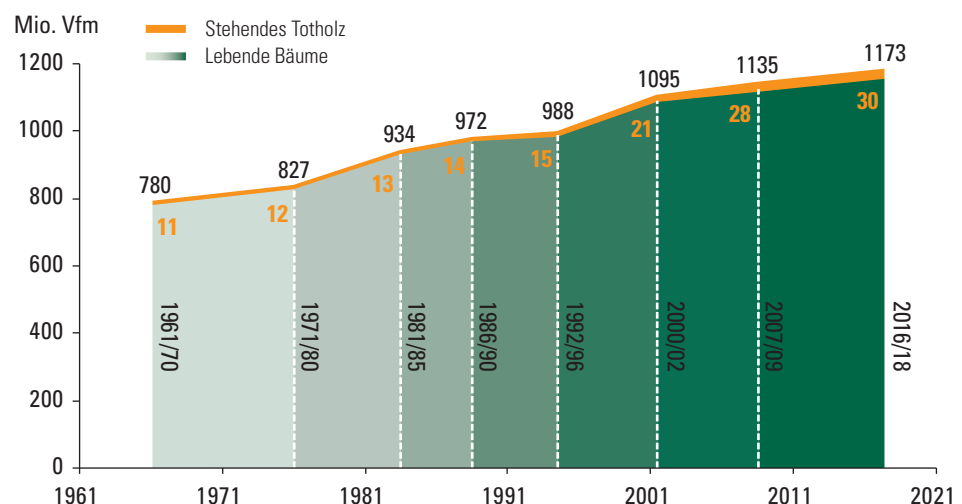
Der Vorratsaufbau in Österreichs Wald fiel zuletzt etwas geringer aus. Mit 4,2 Millionen Vfm im Zeitraum 2007-2018 liegt die durchschnittliche jährliche Zunahme unter den 5,7 Millionen Vfm der Jahre 2000-2009.

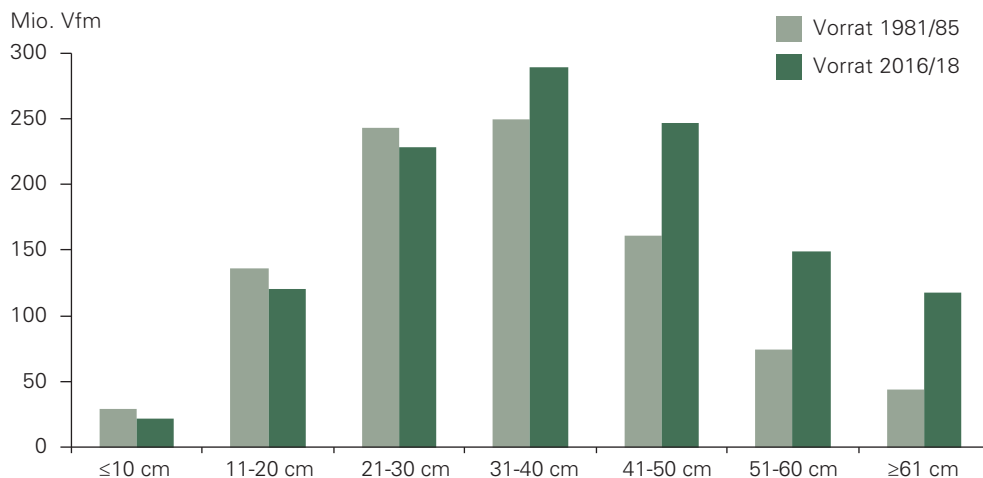
Zusätzlich zum Ertragswald misst die ÖWI in der laufenden Erhebung den Holzvorrat im Schutzwald außer Ertrag zum ersten Mal mit demselben Verfahren und kommt nach der derzeitigen Zwischenauswertung auf 31 Millionen Vfm.

Deutliche Änderungen in der Vorratsstruktur

Mit der Zunahme des Holzvorrates hat sich auch dessen Zusammensetzung verändert. Gegenüber den frühen achtziger Jahren kann eine eindeutige Verschiebung in den Durchmesserklassen festgestellt werden. Während die Vorräte in den BHD-Klassen bis 30 cm etwas abgenommen haben, erhöhten sie sich markant in den BHD-Klassen über 30 cm

►
Abbildung 1:
Der Holzvorrat im
Ertragswald stieg seit
1961 kontinuierlich an.





◀ **Abbildung 2:**
Der Vorrat in den stärkeren Durchmesserklassen erhöhte sich markant seit 1981/85.

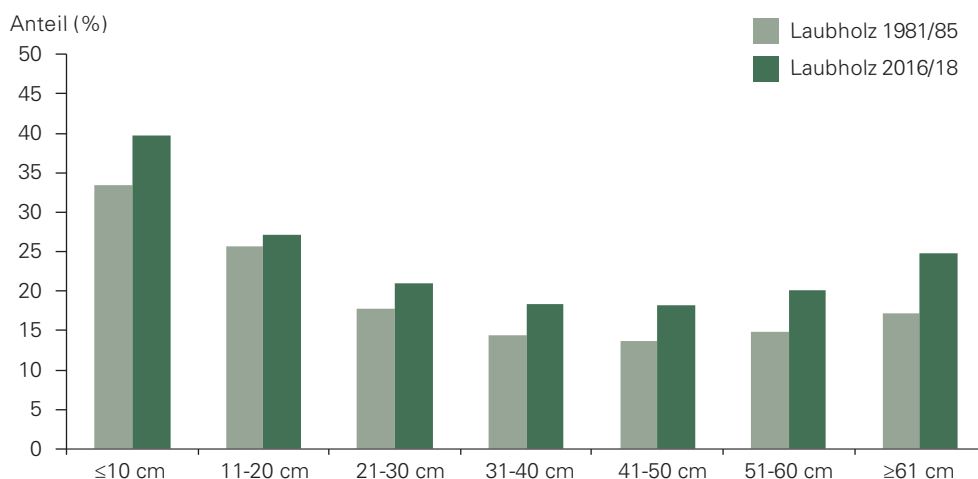
(Abbildung 2). In den oberen BHD-Klassen sind die Vorratszunahmen besonders hoch und erreichen in der Klasse BHD > 60 cm sogar das 2,7-fache der Waldinventur 1981/85.

Zusätzlich kam es zu einer Verschiebung zugunsten des Laubholzvorrates. Die Waldinventur 1981/85 ergab einen Nadelholzvorrat von 769 Millionen Vfm. Seither ist der Nadelholzvorrat um 20 % auf 926 Millionen Vfm angestiegen. Der Laubholzvorrat hat im selben Zeitraum wesentlich stärker um rund 50 % von 164 Millionen Vfm auf 247 Millionen Vfm zugenommen. Der Laubholzanteil in den BHD-Klassen ist deutlich unterschiedlich (Abbildung 3). Die Steigerungen liegen zwischen 1,5 und 7,6 Pro-

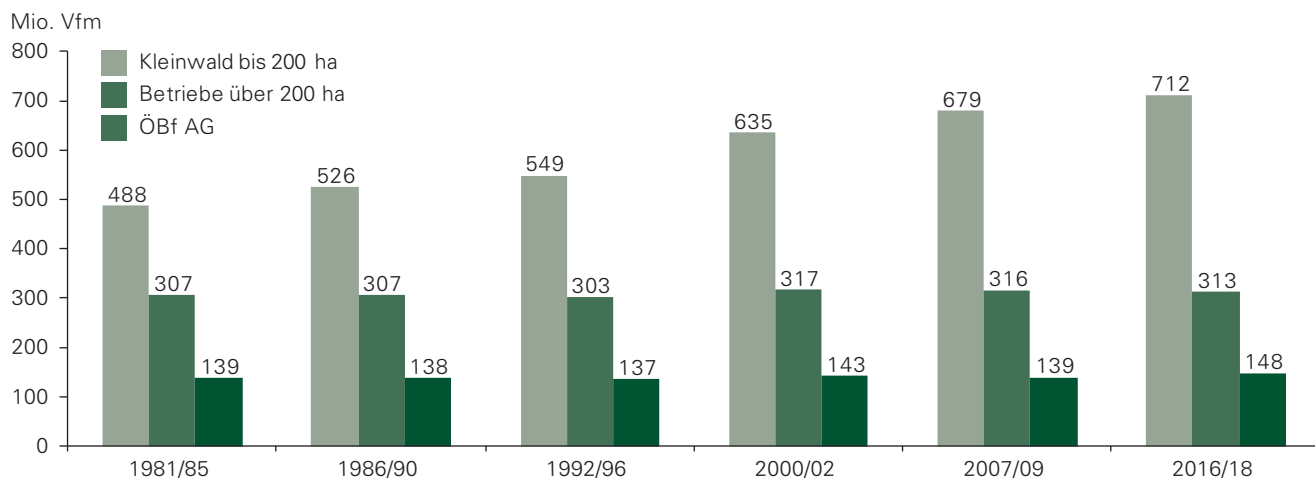
zentpunkten und sind in der untersten und obersten BHD-Klasse am höchsten.

Vorratsaufbau hauptsächlich im Kleinwald

Die Vorratszunahme hat vor allem im Kleinwald bis 200 ha stattgefunden. Damit setzt sich ein seit über 30 Jahren beobachteter Trend weiter fort. Auch nach den Daten der jüngsten Waldinventur wurde die Schere zwischen Kleinwald einerseits und den Betrieben und den Österreichischen Bundesforsten andererseits wieder größer. Der Holzvorrat in den Betrieben über 200 ha nahm zuletzt gering ab, hingegen ist jener der Österreichischen Bundesforste wieder etwas angestiegen.



◀ **Abbildung 3:**
Der Laubholzanteil am Vorrat nahm in den starken Dimensionen seit 1981/85 ebenfalls überproportional zu.



▲
Abbildung 4:
Der Holzvorrat nahm seit
1981/85 vor allem im
Kleinwald zu.

Zuwachs und Nutzung nähern sich weiter an

Für die laufende Zuwachsperiode zeichnet sich nach den aktuellen Daten der ÖWI ein geringer Zuwachsrückgang gegenüber der Vorperiode ab. Lag der durchschnittliche jährliche Zuwachs in den Jahren 2000-2009 bei 30,4 Millionen Vfm/Jahr, so wurde aktuell für den Zeitraum 2007-2018 mit 29,7 Millionen Vfm/Jahr ein etwas geringerer Wert berechnet. Gleichzeitig hat die Holznutzung im selben Zeitraum von 25,9 auf 26,2 Millionen Vfm/Jahr geringfügig zugenommen. Diese Trends können derzeit allerdings noch nicht statistisch abgesichert werden.

Jedenfalls liegt die Nutzung in Österreichs Wald aktuell noch deutlich unter dem Zuwachs. Das Verhältnis von Nutzung zu Zuwachs, das sogenannte Nutzungsprozent, beträgt 88 % und ist seit der vorherigen Waldinventur um drei Prozentpunkte angestiegen (Tabelle

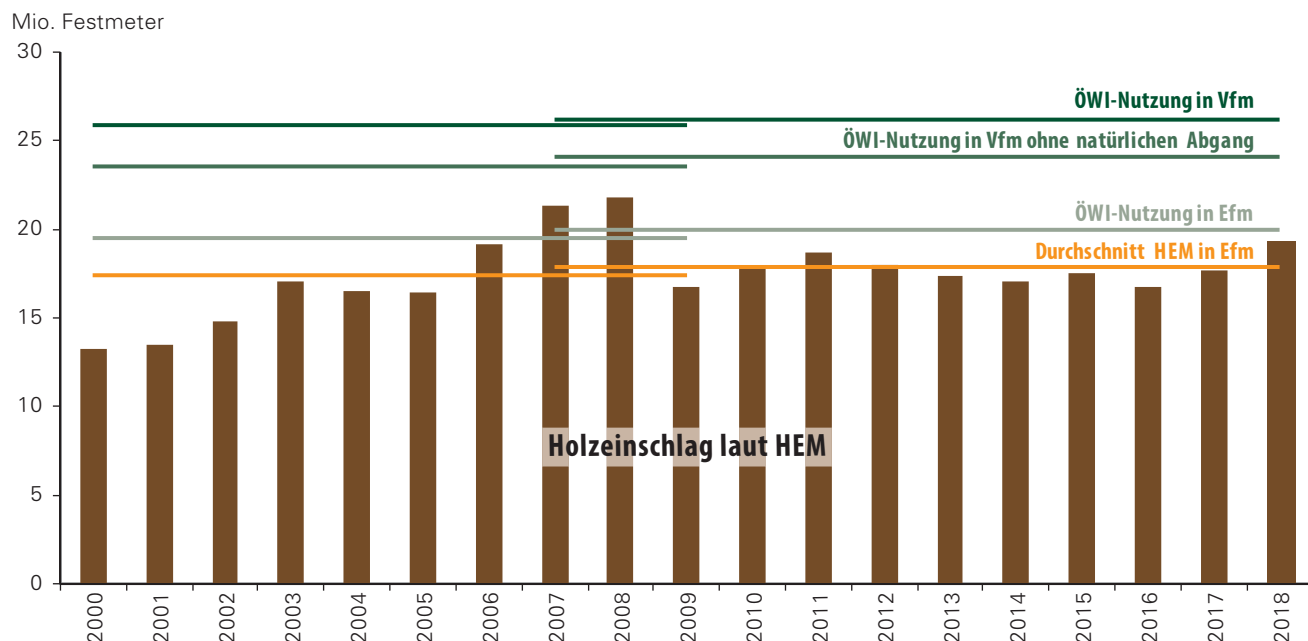
1). Im Kleinwald bis 200 ha hat die Holznutzung von 14,3 auf 16,2 Millionen Vfm zugenommen und macht inzwischen 85 % des Zuwachses aus. In den Betrieben über 200 ha liegt das Nutzungsprozent nach wie vor bei etwa 100 %. Bei den Bundesforsten wurde der Holzeinschlag nach einer nutzungsintensiven Phase zurückgenommen und beträgt nun rund 76 % des Zuwachses.

Holznutzung auf hohem Niveau

Die Nutzungsmenge im Ertragswald befindet sich wie schon in der Vorperiode auf einem relativ hohen Niveau von rund 26 Millionen Vfm/Jahr. In den achtziger und neunziger Jahren wurde wesentlich weniger Holz genutzt, zwischen 18,8 und 19,8 Millionen Vfm/Jahr. Die vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) geführte Holzeinschlagsmeldung (HEM) weist für das Jahr 2003 eine Zunahme der Nutzung aus, die in weiterer Folge bis

►
Tabelle 1:
Zuwachs und Nutzung in
den Eigentumsarten

| Eigentumsart | 2000 - 2009 | | | 2007 - 2018 | | |
|----------------------|---------------|---------|--------------------------|---------------|---------|--------------------------|
| | Zuwachs | Nutzung | Nutzungs- prozent (%) | Zuwachs | Nutzung | Nutzungs- prozent (%) |
| | Mio. Vfm/Jahr | | | Mio. Vfm/Jahr | | |
| Kleinwald bis 200 ha | 19,4 | 14,3 | 73,7 | 19,0 | 16,2 | 85,4 |
| Betriebe über 200 ha | 7,8 | 8,1 | 103,4 | 7,5 | 7,5 | 100,2 |
| Österr. Bundesforste | 3,2 | 3,5 | 110,8 | 3,3 | 2,5 | 75,6 |
| Gesamt | 30,4 | 25,9 | 85,2 | 29,7 | 26,2 | 88,0 |



auf 21,8 Millionen Erntefestmeter (Efm) im Jahr 2008 anstieg und seither im Bereich von 16,7 bis 19,2 Millionen Efm/Jahr liegt. Die methodisch sehr unterschiedlichen Statistiken der ÖWI-Nutzung und der HEM können durch Umrechnungen vergleichbar gemacht werden (Abbildung 5). Dafür muss der natürliche Abgang, also umgebrochene, aber nicht entnommene Stämme, vom ÖWI-Ergebnis abgezogen werden. Außerdem müssen die von der ÖWI berechneten Vorratsfestmeter in Rinde in die Erntefestmeter ohne Rinde der HEM umgerechnet werden. Die Ergebnisse der ÖWI und der HEM nähern sich dadurch deutlich an, der verbleibende Unterschied zwischen ÖWI und HEM beträgt rund 2,1 Millionen Efm o.R.

Nutzungszunahme in schwierigeren Bringungslagen

Neben der generell höheren Holznutzung und der verbesserten Mobilisierung der Holzressourcen im Kleinwald weisen die neuen Waldinventurdaten auch auf einen Anstieg der Nutzung im steileren Gelände hin. Während im Schleppergelände das Verhältnis von Zuwachs zu Nutzung fast gleich geblieben ist, hat im Seilgelände die Nutzung und somit das Nutzungsprozent um rund 7,5 Prozentpunkte auf rund 94 % zugenommen (Tabelle 2). Auf Kurzstrecken < 60 m zeigt sich ebenfalls eine Intensivierung der Nutzung, wobei hier auf Kurzstrecken mit Seilzug das Nutzungsprozent mit 93 % ebenfalls hoch ist.



Abbildung 5:
Vergleich der Nutzungsmengen laut Holzeinschlagsmeldung (HEM) und Waldinventur (ÖWI)

| Bringungskategorie | | ÖWI 2007/09 | | | ÖWI 2016/18 | | |
|--------------------|------------------|---------------|---------|--------------------------|---------------|---------|--------------------------|
| | | Zuwachs | Nutzung | Nutzungs- prozent (%) | Zuwachs | Nutzung | Nutzungs- prozent (%) |
| | | Mio. Vfm/Jahr | | | Mio. Vfm/Jahr | | |
| ≥ 60 m | Schleppergelände | 16,0 | 13,6 | 84,9 | 15,4 | 13,1 | 85,2 |
| | Seilgelände | 6,4 | 5,5 | 86,4 | 6,3 | 5,9 | 93,8 |
| < 60 m | befahrbar | 3,9 | 3,1 | 79,2 | 3,7 | 3,1 | 84,7 |
| | Seilzug | 4,1 | 3,7 | 90,4 | 4,3 | 3,9 | 92,8 |
| Gesamt | | 30,4 | 25,9 | 85,2 | 29,7 | 26,2 | 88,0 |



Tabelle 2:
Zuwachs und Nutzung in den Bringungskategorien

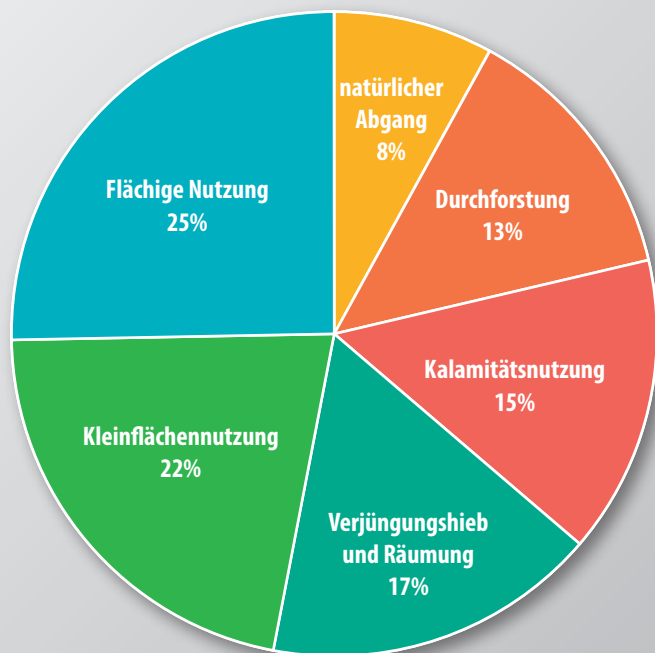


Abbildung 6 zeigt den Anteil der Nutzungsarten an der Nutzungsmenge der aktuellen Waldinventur.

Schlussfolgerungen

Nach der derzeitigen Sachlage kann man davon ausgehen, dass der Holzvorrat im österreichischen Ertragswald auch in den kommenden Jahren weiter steigen wird. Allerdings liegen verschiedene Anzeichen vor, dass eine Unterbrechung dieses jahrzehntelangen Trends nicht gänzlich auszuschließen ist. Bei einer weiteren Nutzungssteigerung, sei es durch Intensivierung der Holznutzung oder durch ein wesentlich höheres Schadholzaufkommen, können die Erntemengen in den Bereich des geleisteten Zuwachses gelangen. Gleichzeitig kann der Zuwachs aufgrund der Durchmesserstruktur und dem zusehends größeren Anteil alter Bestände weiter sinken. Angesichts des beobachtbaren Temperaturanstieges spielen dabei auch die Witterungsbedingungen der nächsten Jahre und die Wachstumsreaktion des Waldes auf geänderte Klimabedingungen eine Rolle.

Im Hinblick auf die derzeitige Vorratsstruktur stellt sich die Frage nach einer erstrebenswerten Durchmesser- und Qualitätsklassen ist jedenfalls sicherzustellen. Deshalb spricht vieles für einen forstpolitischen Diskurs und der Entwicklung von Steuerungsmaßnahmen. Schon in näherer Zukunft wird für eine nachhaltige Deckung des Holzbedarfs eine intensivere Nutzung der stärkeren Baumdimensionen erforderlich sein. Eine gesteigerte Nachfrage seitens der Holzverarbeitenden Industrie für Durchmesser über 40 cm wäre dafür wichtig.



▲
Abbildung 6:
Die Nutzungsarten in aufsteigender Reihenfolge: Ein Viertel des genutzten Holzes stammt von Kahlschlägen ab 500 m², der Rest sind andere Nutzungsformen.

Größere Schadholzmengen

Der Anteil der Nutzungen aus Schadereignissen war in den Waldinventuren 2007/09 und 2016/18 generell etwas höher als davor. Die Nutzungszunahme im Seilgelände ist zum Teil auch auf Kalamitätsnutzungen zurückzuführen. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt weisen diese einen um fünf Prozentpunkte höheren Anteil auf. Generell sind die Kalamitätsnutzungen bei der ÖWI schwierig abschätzbar, weil die Erhebungen teilweise mehrere Jahre nach dem Schadereignis stattfinden. Daher werden sie hier tendenziell unterschätzt. Der Anteil der flächigen Nutzung > 500 m² ist um sechs Prozentpunkte niedriger als im Durchschnitt. Alle anderen Nutzungsarten liegen im Bereich von ± 1 Prozentpunkt des Mittels der Jahre 1981-2009.

Dr. Thomas Gschwantner,
Institut für Waldinventur,
Bundesforschungscentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
thomas.gschwantner@bfw.gv.at

Stammschäden – ein Dauerbrenner

Das Ausmaß der Stammverletzungen durch Wild, Holzernte oder Steinschlag ist seit der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) 2007/09 nicht weiter gestiegen. Rund ein Fünftel der knapp 3 Milliarden Bäume weist derartige Schädigungen auf. Etwas mehr als 40 % der Schädigungen gehen auf Schälsschäden zurück. Für den Wirtschaftswald zeigt sich hier ein leicht abnehmender, positiver Trend. Weniger optimistisch ist die Lage jedoch im Schutzwald im Ertrag: Schälsschäden nehmen zu und das, obwohl jährlich mehr als doppelt so viel geschälte Stämme genutzt wurden als in der Vorperiode.

Stammschäden haben häufig negative ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen. Auch wenn nicht jede Stammverletzung langfristig äußerlich als Schädigung erkennbar bleibt, zieht die Verwundung der Baumrinde oft Infektionen durch Fäulepilze nach sich. Dadurch wird die Stabilität der Bäume gefährdet und das Risiko für Wind- und Schneebruch steigt. Die verminderte Holzqualität im unteren, wertvolleren Stammbereich führt zumeist auch zu finanziellen Einbußen.

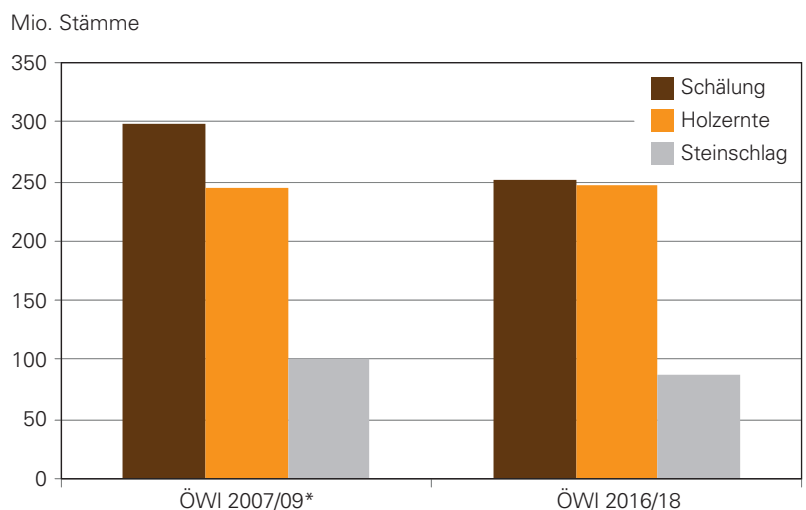
Während Ernteschäden relativ gleichmäßig im gesamten, bewirtschafteten Wald auftreten, kommen Schäl- und Steinschlagschäden regional sehr unterschiedlich vor. Daher werden für diesen Beitrag die aktuellen ÖWI-Daten mit der vergleichbaren Stichprobe (50 % der Probeflächen) aus der ÖWI-Erhebung 2007/09 in Bezug gesetzt. Aus diesem Grund weichen die Zahlen geringfügig

von den offiziell berichteten ÖWI-Ergebnissen 2007/09 ab.

Schadensausmaß gleichbleibend hoch

Der Anteil der geschädigten Stämme ist im Ertragswald im Vergleich zur Erhebungsperiode 2007/09 mit knapp 20 % konstant geblieben. Schäden durch Holzernte treten dabei ähnlich häufig auf wie Schälsschäden und betreffen jeweils rund 250 Millionen Stämme (Abbildung 1). Das sind etwa je 8 % aller Stämme. Rund 86 Millionen Stämme, also etwa 3 % aller Stämme, weisen Stammverletzungen durch Steinschlag auf. Gemessen am Holzvorrat entfallen etwa 61 % des geschädigten Stammholzvorrates in die Kategorie der Ernteschäden, knapp 20 % auf Steinschlagschäden und rund 19 % auf Schälsschäden. Der Unterschied in der Schadensbeurteilung nach Anzahl der Stammschäden (Tabelle 1) oder Anteil am Holzvorrat kann damit erklärt werden, dass Ernteschäden vor allem in

▼
Abbildung 1:
Anzahl der
Stammschäden in Mio.
Stämmen ÖWI 2007/09*
(* vergleichbare 50 % der
Probeflächen) und ÖWI
2016/18.





Steinschlag, 26 % auf Schäl- und 13 % auf Ernteschäden zurückzuführen sind.

Schälschäden nehmen im Wirtschaftswald ab und im Schutzwald zu

Deutliche Unterschiede zeigen sich bei der Entwicklung der Schälschäden im Wirtschaftswald und im Schutzwald im Ertrag. Im Wirtschaftswald ist ein Rückgang um 18 % auf rund 234 Millionen Stämme im Vergleich zur ÖWI 2007/09 feststellbar. Auch die Anzahl der Neuschälungen ist auf die Hälfte des Ausmaßes der Vorperiode gesunken. Während im Zeitraum 2000/02 bis 2007/09 jährlich rund 3,0 Stämme/ha neu geschält wurden, sind es für den Zeitraum 2007/09 bis 2016/18 nur mehr 1,5 Stämme/ha. Dieser rückläufige Trend in der Stammzahl (Tabelle 3) an geschälten Stämmen ist auch darauf zurückzuführen, dass in der letzten Periode die jährliche Nutzung von geschälten Stämmen um rund 30 % gestiegen ist.

Dieser Trend lässt sich leider nicht auf den Schutzwald im Ertrag umlegen. Hier nehmen die Schälschäden von 14 Millionen auf rund 17 Millionen Stämme zu. Die Ergebnisse zeigen auch, dass im Schutzwald mehr als doppelt so viel geschälte Stämme jährlich genutzt wurden als in der Vorperiode, gleichzeitig aber

▲ Neuschälungen wie diese sind etwas weniger geworden.

den Wuchsklassen ab Stangenholz und Baumholz I (BHD $\geq 20,5$ cm) vorzufinden sind. Schälschäden treten hingegen hauptsächlich in jüngeren Beständen bis ins Stangenholz auf.

Generell gehen die Stammschäden im Wirtschaftswald zurück (Tabelle 2). Diese Entwicklung ist unter anderem damit zu erklären, dass die Nutzung in der Zeit zwischen den beiden ÖWI-Erhebungen 2007/09 und 2016/18 etwas angestiegen ist und dabei auch mehr geschädigte Stämme entnommen wurden. Anders ist die Situation im Schutzwald im Ertrag: Hier ist kein Rückgang zu beobachten. Etwa 23 % der Stämme weisen Stammschäden auf, wovon 61 % auf

Tabelle 1: Stammschäden im Ertragswald (Stammzahl und Vfm, ÖWI 2016/18) – ähnlich viele Stämme sind von Schäl- und Ernteschäden betroffen, gemessen am Holzvorrat liegen die Ernteschäden am höchsten

| | Schälung (in Mio.) | | Holzernte (in Mio.) | | Steinschlag (in Mio.) | |
|----------------------|--------------------|-----|---------------------|-----|-----------------------|-----|
| | Stämme | Vfm | Stämme | Vfm | Stämme | Vfm |
| Wirtschaftswald | 234 | 49 | 239 | 167 | 48 | 33 |
| Schutzwald im Ertrag | 17 | 2 | 8 | 6 | 38 | 20 |
| Ertragswald gesamt | 251 | 51 | 247 | 173 | 86 | 54 |

Tabelle 2: Entwicklung der Stammschäden im Ertragswald (Stammzahl in Mio. Vfm für die ÖWI 2007/09 und ÖWI 2016/18), Schäl- und Steinschlagschäden gehen zurück, Ernteschäden bleiben konstant hoch

| | Schälung (in Mio. Vfm) | | Holzernte (in Mio. Vfm) | | Steinschlag (in Mio. Vfm) | |
|----------------------|------------------------|-------------|-------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | ÖWI 2007/09* | ÖWI 2016/18 | ÖWI 2007/09* | ÖWI 2016/18 | ÖWI 2007/09* | ÖWI 2016/18 |
| Wirtschaftswald | 284 | 234 | 237 | 239 | 64 | 48 |
| Schutzwald im Ertrag | 14 | 17 | 8 | 8 | 37 | 38 |
| Ertragswald gesamt | 298 | 251 | 245 | 247 | 101 | 86 |

(* vergleichbare 50 % der Probeflächen)

Tabelle 3: Die jährliche Neuschälung (Stämme/ha) nimmt im Ertragswald ab, die jährliche Nutzung geschälter Stämme (Stämme/ha) ist deutlich gestiegen

| | Jährliche Neuschälung (Stämme/ha) | | Jährliche Nutzung (Stämme/ha) | |
|----------------------|---|-------------|---|-------------|
| | ÖWI 2007/09* | ÖWI 2016/18 | ÖWI 2007/09* | ÖWI 2016/18 |
| Wirtschaftswald | 3,0 | 1,5 | 2,3 | 3,0 |
| Schutzwald im Ertrag | 0,8 | 1,3 | 0,3 | 0,7 |
| Ertragswald gesamt | 2,8 | 1,5 | 2,1 | 2,8 |

(* vergleichbare 50 % der Probeflächen)

die Zahl der Neuschälungen deutlich gestiegen ist. Wurden im Zeitraum 2000/02 bis 2007/09 jährlich 0,8 Stämme/ha im Schutzwald neu geschält, so liegt die Zahl für den Beobachtungszeitraum 2007/09 und 2016/18 bei 1,3 Stämmen/ha. Es besteht die Vermutung, dass das Wild in seinen Lebensräumen durch Freizeitaktivitäten, raumplanerische Maßnahmen und jagdliche Tätigkeit immer stärker gestört wird und sich daher vermehrt in Schutzwälder zurückzieht. In Summe betrachtet sind diese Entwicklungen besonders kritisch zu sehen, da sie langfristig die Schutzwirkung dieser Wälder in Frage stellen. Im Rahmen der ÖWI 2016/18 wurden erstmals auch Stammschäden im Schutzwald außer Ertrag erhoben. Schälsschäden treten hier bei 2,2 % der Stämme auf.

Ernteschäden gleichbleibend hoch

Die Anzahl der Stammschäden, die durch Holzerntemaßnahmen verursacht wurde, ist mit 247 Millionen Stämmen im Ertragswald vergleichbar hoch wie in der Vorerhebung. Das sind etwa 8,3 % aller Stämme. Im Wirtschaftswald sind etwa 239 Millionen Stämme, im Schutzwald im Ertrag etwa 8 Millionen Stämme betroffen. Nach wie vor treten die meisten Ernteschäden, rund 5,4 %, im Kleinwald auf. Rund 2,0 % entfallen auf Betriebe >200 ha und 0,9 % sind den Österreichischen Bundesforsten zuzuordnen. Gemessen am Holzvorrat entfallen etwa 15 % des Vorrates auf Stämme, die durch Ernteschäden betroffen sind, das sind etwa 61 % des hier betrachteten Schadh Holzvorrates.

Steinschlagschäden nehmen ab

Die Ursachen für Steinschlag können Frost, Niederschlag, Wildtiere oder Bau-tätigkeiten im oder nahe des Waldes (z.B. Forststraßen, Wildbach- und Lawinverbauungen) sein. Im Wirtschaftswald zeigt sich ein deutlicher Rückgang der Steinschlagschäden von 64 Millionen auf rund 48 Millionen beschädigter Stämme. Im Schutzwald im Ertrag sind diese Schäden konstant und betreffen rund 38 Millionen Stämme. Im Schutzwald im Ertrag weisen somit fast 15 % der Stämme Steinschlagschäden auf, im Schutzwald außer Ertrag sind rund 9 % der Stämme betroffen, im Wirtschaftswald sind es lediglich 1,8 % der Stämme.

Schäden wären vermeidbar

Die Zwischenauswertung der ÖWI 2016/18 zeigt auf, dass das Ausmaß der Stammschäden im Ertragswald weiterhin hoch ist. Ein wichtiger Faktor für

▼ Im Schutzwald im Ertrag blieben die Steinschlagschäden konstant.





▲ Eine den Boden schonende Arbeitsweise ist eine grundlegende Maßnahme zur Vermeidung von Ernteschäden.

DIⁱⁿ Alexandra Freudenschuß,
Ing. Franz Zaunbauer,
Dr. Klemens Schadauer,
Institut für Waldinventur,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
alexandra.freudenschuss@bfw.gv.at

den Rückgang geschälter Stämme im Wirtschaftswald ist die vermehrte Entnahme der geschädigten Stämme im Zuge von Durchforstungen. Eine positive Entwicklung: Das Bewusstsein für den Erhalt stabiler Bestände ist gestiegen. Darüber hinaus ist auch bei den Neuschälungen eine Verbesserung eingetreten. Im Schutzwald im Ertrag ist aber der Anstieg der Schälsschäden bei gleichzeitig verstärkter Entnahme von geschälten Stämmen als besonders bedenklich einzustufen. Es wäre daher dringend notwendig, durch gezielte Maßnahmen



eine Reduktion der Stammschäden bei Ernte- und Schälsschäden zu erzielen.

Die Wahl der richtigen Holzbringungstechnik, der optimale Zeitpunkt für die Holzernte sowie eine umsichtige, den Boden und verbleibenden Bestand schonende Arbeitsweise sind grundlegende Maßnahmen zur Vermeidung von Ernteschäden. Die Forstlichen Ausbildungsstätten des Bundesforschungszentrums für Wald (FAST) haben sich des Themas angenommen. Gemeinsam mit der forstlichen Praxis und verschiedenen Unternehmen bieten sie Kurse an, in denen die notwendige Feinerschließung zur Minimierung von Bestandesschäden als eine der wesentlichen Aufgaben bei der Holzernte behandelt wird.

Darüber hinaus können Forstunternehmen in Österreich das Gütesiegel „Zertifiziertes Österreichische Forstunternehmen“ (ZÖFU) erlangen, wenn sämtliche Tätigkeiten den nachhaltigen, sozialen und ökologischen Standards entsprechend erfüllt werden (zoefu.at). Vierundzwanzig Unternehmen sind in Österreich bereits ZÖFU zertifiziert.



Totholz-Zunahme ausschließlich positiv?

Waldbewirtschaftung bedeutet auch, abgestorbene Bäume und Holzerntereste vermehrt im Wald zu belassen. Manche Regionen weisen inzwischen beachtliche Totholz mengen auf, häufig als Folge von Schadereignissen. Vielerorts sind die Mengen abgestorbenen Holzes jedoch nach wie vor gering. Wie viel Totholz gibt es im österreichischen Wald und wie sieht die räumliche Verteilung aus? Die neuesten Ergebnisse dazu hat die Österreichische Waldinventur (ÖWI).

Totholz hat vielfältige positive ökologische Funktionen. Für zahlreiche Waldorganismen ist es Lebensraum oder Nahrungsgrundlage. In Gebirgswäldern trägt Totholz zum Schutz vor Naturgefahren bei und fördert das Aufkommen der Naturverjüngung. Totholz speichert Wasser und Nährstoffe, liefert einen wesentlichen Beitrag zur Humus- und Bodenbildung und kann auch für eine verzögerte Treibhausgasemission in die Atmosphäre sorgen. Totholzreiche Wälder gelten als artenreicher, allerdings kann frisches Totholz aus Schadereignissen der Auslöser für Borkenkäfermassenvermehrungen sein. Bei anhaltender Trockenheit steigt durch höhere Mengen an brennbarem Material die Waldbrandgefahr. Umstürzende Totholzbäume und herabfallende Äste sind eine Gefahrenquelle bei der Waldarbeit und für Erholungssuchende.

Erfassung einer großen Formenvielfalt

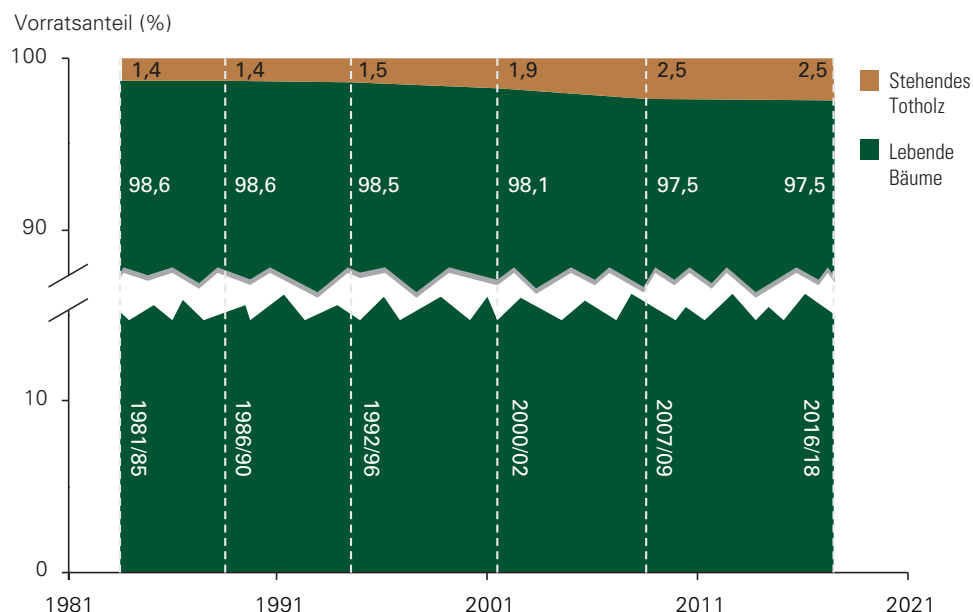
Totholz findet man im Wald in unterschiedlichsten Größen, Zersetzungsgra-

den und Entstehungsarten, vom abgestorbenen Altbaum bis zum abgebrochenen Zweig, vom harten Holz bis zum weichen und pulverförmigen Mulm, entweder entstanden aus natürlicher Mortalität oder als Rest von Holzernteingriffen. Generell werden stehendes Totholz, liegendes Totholz und Stöcke unterschieden. Die Österreichische Waldinventur misst die abgestorbenen stehenden Bäume („Dürrlinge“) als Teil des Holzvorrates ab einem Bruthöhendurchmesser von 5 cm. Das liegende Totholz und die Stöcke werden seit 2007 mit einer einheitlichen Methode erfasst. Mit tendurchmesser und Stücklänge beziehungsweise Stockhöhe werden ab dem international üblichen Mindestdurchmesser von 10 cm gemessen. Der Zersetzungsgrad wird in verschiedenen Stufen vom harten, noch unzersetzten bis zum vermoderten Totholz klassifiziert.

▼
Einen wesentlichen Teil zur Totholzmenge tragen das liegende Totholz und die Stöcke bei.



►
Abbildung 1:
Der Anteil des stehenden
Totholzes am Gesamt-
vorrat seit 1981



Zunahme des stehenden Totholzes

Seit etwa Mitte der 1990er Jahre nimmt der Dürrellingsvorrat im österreichischen Ertragswald zu. Derzeit beträgt er 29,7 Millionen m³, das entspricht einem Vorratsanteil von 2,5 %. Anfang der Achtzigerjahre betrug der stehende Totholzvorrat noch 13,2 Millionen m³ und 1,4 % des stehenden Holzvorrates (Abbildung 1). Zuletzt hat der Dürrellingsanteil nur gering zugenommen. Neben den natürlichen Schwankungen in der Mortalitätsrate kommt als Ursache dafür eine vermehrte Entnahme von Dürrellingen in Frage. Im Vergleich zur Vorperiode hat die Entnahme von Dürrellingen von 0,7 auf 1,1 Millionen m³ pro Jahr zugenommen.

Baumgröße, Baumart und der ökologische Wert

Die ökologische Bedeutung von Totholz hängt von der Dimension und der Baumart ab. Dicke Bäume sind dauerhafter, die Zersetzung verläuft langsamer, sie sind standfester und können besser Feuchtigkeit speichern. Zahlreiche Tierarten, zum Beispiel Käferarten mit langer Entwicklungsdauer und größere Vogelarten, bevorzugen Totholzbäume mit größerem Durchmesser. Im bewirtschafteten Wald sind dicke Totholzstämme generell weniger häufig als in naturnahen Wäldern.

Im österreichischen Ertragswald stehen derzeit durchschnittlich 1,4 Totholzstämme/ha mit einem BHD > 35 cm und 0,3 Totholzstämme/ha mit einem BHD > 50 cm. Die große Mehrheit des stehenden Totholzes befindet sich im schwächeren Durchmesserbereich von BHD < 20 cm (Tabelle 1). Die Anzahl der stehenden Totholzstämme und deren Anteil an der Gesamtstammzahl haben sich seit den Achtzigerjahren in etwa verdoppelt. Die Zunahme zeigt sich in allen Durchmesserklassen.

Je nach Baumart siedeln sich am Totholz verschiedene Organismen an und das Holz wird unterschiedlich schnell

Tabelle 1:

Die Anzahl der stehenden Totholzstämme und ihr Anteil haben seit der Waldinventur 1981/85 in allen BHD-Klassen zugenommen.

| BHD-Klasse | 1981/85 | | | 2016/18 | | |
|------------|------------------|--------------------------------|---------------|------------------|--------------------------------|---------------|
| | Gesamt (N/ha) | Stehendes Totholz (N/ha) | Anteil (%) | Gesamt (N/ha) | Stehendes Totholz (N/ha) | Anteil (%) |
| < 20 cm | 763,8 | 37,0 | 4,8 | 626,2 | 72,3 | 11,5 |
| 20-35 cm | 198,2 | 3,1 | 1,6 | 197,5 | 5,5 | 2,8 |
| 36-50 cm | 53,4 | 0,5 | 0,8 | 74,0 | 1,1 | 1,4 |
| ≥ 51 cm | 10,6 | 0,1 | 0,6 | 22,3 | 0,3 | 1,4 |
| Gesamt | 1026,0 | 40,6 | 4,0 | 919,9 | 79,2 | 8,6 |

abgebaut. In der Anfangsphase der Totholzbesiedelung sind die Arten stärker baumartenspezifisch, mit fortschreiten der Zersetzung nimmt die Bedeutung der Holzart ab. Baumarten mit einer langsameren Zersetzung stehen für Totholzbewohner länger als Lebensraum und Nahrungsgrundlage zur Verfügung. Der Vorratsanteil von Dürrlingen ist aufgrund unterschiedlicher Mortalität, Totholzentnahme sowie Zersetzungsgeschwindigkeit nach Baumarten verschieden. Nadelbaumarten weisen nach den aktuellen Ergebnissen einen etwas größeren Totholzanteil auf als Laubbaumarten wie Buche und Eiche (Tabelle 2). Die Dürrlingsanteile von Esche und Birke sind besonders hoch und tragen zum großen Totholzanteil der „sonstigen Laubhölzer“ bei.

Beachtliche Mengen an liegendem Totholz und Stöcken

Einen wesentlichen Teil zur Totholzmenge tragen das liegende Totholz und die Stöcke bei. Beide Totholzkomponenten unterscheiden sich ökologisch vom stehenden Totholz, sie werden von anderen Arten besiedelt und die Zersetzung läuft aufgrund des Kontakts mit dem Waldboden und der Bodenfeuchte rascher ab.

Aktuell beträgt die durchschnittliche Totholzmenge im österreichischen Ertragswald 30,9 m³/ha, berücksichtigt sind darin alle Komponenten ab einem Minstdurchmesser von 10 cm. Davon entfallen rund 40 % auf liegendes Totholz, 35 % auf Stöcke und 25 % auf stehendes Totholz. Alle drei Kategorien haben seit 2007 zugenommen (Tabelle 3).

Ungleiche Verteilung des Totholzes

Das Totholz ist räumlich sehr unterschiedlich verteilt. Betrachtet man die Totholz-mengen pro Hektar für Hauptwuchsgebiete, Seehöhenstufen, Betriebsarten und Eigentumsarten, ergibt sich ein differen-

Tabelle 2:

Der Vorratsanteil des stehenden Totholzes nach Baumarten in den Erhebungsjahren 2016/18

| Baumart | Vorrat (Mio. m ³) | | Anteil (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|------------|
| | Gesamt | Stehendes Totholz | |
| Fichte | 708,3 | 14,8 | 2,1 |
| Tanne | 52,2 | 1,4 | 2,6 |
| Lärche | 77,5 | 3,0 | 3,9 |
| Weißkiefer | 72,1 | 2,1 | 2,9 |
| Buche | 117,8 | 2,3 | 2,0 |
| Eiche | 31,1 | 0,5 | 1,7 |
| sonstiges Nadelholz | 15,9 | 0,5 | 3,0 |
| sonstiges Laubholz | 97,7 | 5,1 | 5,2 |
| Gesamt | 1172,6 | 29,7 | 2,5 |

Tabelle 3:

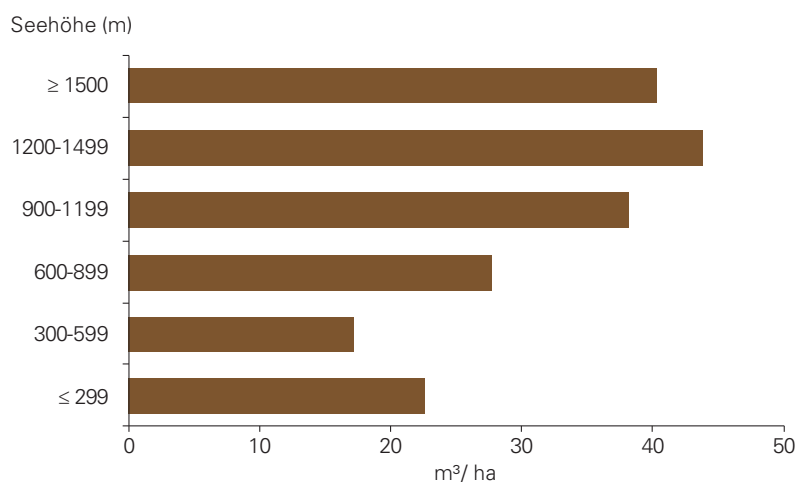
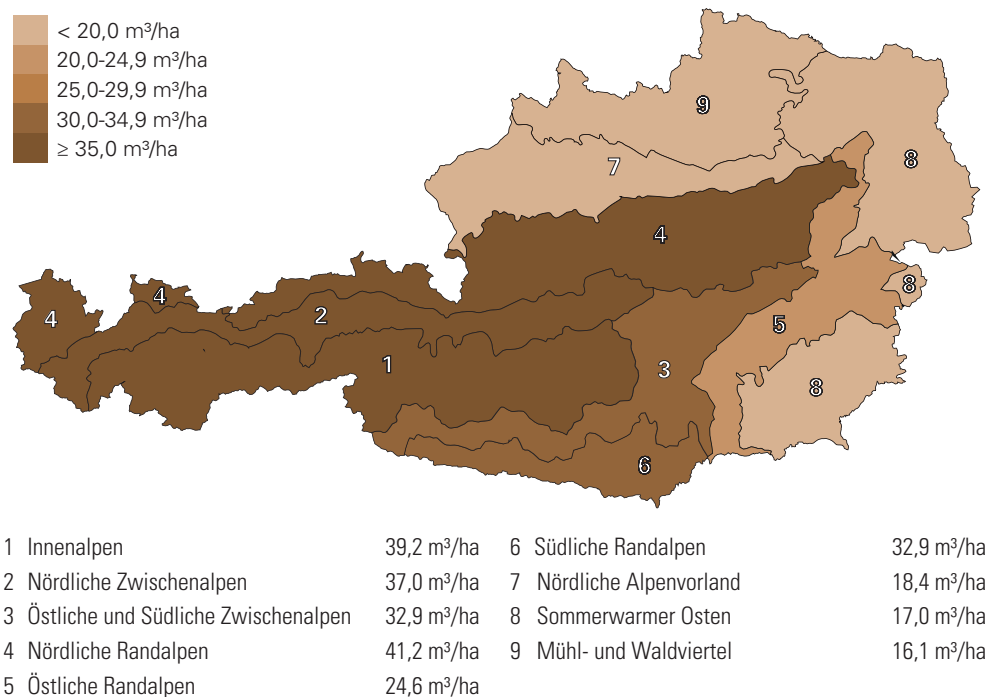
Die Totholz-mengen für 2007/09 und 2016/18 zeigen eine Zunahme für alle Komponenten.

| Komponente | Totholz-menge (m ³ /ha) | |
|---------------------------------|------------------------------------|---------|
| | 2007/09 | 2016/18 |
| Stehendes Totholz (BHD ≥ 10 cm) | 7,6 | 8,1 |
| Liegendes Totholz (d ≥ 10 cm) | 11,7 | 12,5 |
| Stocktotholz (d ≥ 10 cm) | 9,7 | 10,3 |
| Summe | 28,9 | 30,9 |

ziertes Bild. Während die Bergwälder der Innenalpen, der Nördlichen Zwischenalpen und Nördlichen Randalpen hohe Totholz-mengen um 40 m³/ha aufweisen, sind im Mühl- und Waldviertel, im Sommerwarmen Osten und im Nördlichen Alpenvorland deutlich niedrigere Mengen von unter 20 m³/ha vorzufinden (Abbildung 2). In den Östlichen und Südlichen Zwischenalpen und den Südlichen Randalpen liegen die Totholz-mengen mit 33 m³/ha etwas über dem Mittelwert, und in den Östlichen Randalpen bei rund 25 m³/ha.

Am geringsten ist die Totholz-menge mit etwa 20 m³/ha in den tieferen Lagen, sie steigt mit zunehmender Seehöhe deutlich an und erreicht in den höchsten Lagen Werte von rund 40 m³/ha (Abbildung 3).

► **Abbildung 2:**
Die Totholzmenge des Ertragswaldes ist im alpinen Bereich am höchsten.



▲ **Abbildung 3:**
Die Totholzmenge hängt von der Seehöhe ab.

Großer Einfluss der Bewirtschaftung

Wesentliche Auswirkungen auf die Totholzmenge hat die Form der Waldbewirtschaftung. Ausschlagwälder, die zur Brennholznutzung in kurzen Umtriebszeiten bewirtschaftet werden, weisen mit durchschnittlich 16,8 m³/ha die niedrigsten Totholz mengen auf (Tabelle 4). Stocktotholz ist im Ausschlagwald

aufgrund der Stockausschläge nur in geringen Mengen vorhanden.

Die größten Mengen an Totholz findet man im Schutzwald im Ertrag, wobei das stehende und liegende Totholz mit 14,9 und 30,9 m³/ha besonders hohe Werte aufweisen. Im Wirtschaftswald befinden sich im Mittel 28,7 m³/ha, davon etwa gleiche Mengen an liegendem Totholz und Stöcken mit 10,5 und 10,8 m³/ha und einer geringeren stehenden Totholzmenge von 7,4 m³/ha.

Für den Schutzwald außer Ertrag zeigen die erstmalig vorliegenden Ergebnisse eine Totholzmenge von insgesamt 21,1 m³/ha. Das entspricht einem Totholzanteil von rund 16 %, knapp höher als im Schutzwald im Ertrag. Sehr deutlich zeigt sich der Einfluss der Waldbewirtschaftung auch bei den Eigentumsarten (Tabelle 5). Während die Betriebe und die Österreichischen Bundesforste ähnlich hohe Totholz mengen aufweisen, liegt der Kleinwald mit deutlich niedrigeren Mengen beim stehenden und liegenden Totholz unter dem Mittelwert.

Tabelle 4:

Totholz mengen nach Betriebsarten – besonders viel Totholz ist im Schutzwald im Ertrag.

| Betriebsart | Stehendes Totholz (m³/ha) | Liegendes Totholz (m³/ha) | Stock-totholz (m³/ha) | Summe (m³/ha) |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| Wirtschaftswald | 7,4 | 10,5 | 10,8 | 28,7 |
| Schutzwald im Ertrag | 14,9 | 30,9 | 7,9 | 53,7 |
| Ausschlagwald | 5,4 | 9,3 | 2,0 | 16,8 |
| Gesamt | 8,1 | 12,5 | 10,3 | 30,9 |

Tabelle 5:

Totholz mengen nach Eigentumsarten – im Kleinwald ist weniger Totholz vorhanden.

| Eigentumsart | Stehendes Totholz (m³/ha) | Liegendes Totholz (m³/ha) | Stock-totholz (m³/ha) | Summe (m³/ha) |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| Kleinwald bis 200 ha | 6,5 | 7,7 | 9,4 | 23,6 |
| Betriebe über 200 ha | 10,2 | 18,8 | 11,6 | 40,6 |
| Österreichische Bundesforste | 12,3 | 20,9 | 9,7 | 42,9 |
| Gesamt | 8,1 | 12,5 | 10,3 | 30,9 |

Entstehung von Totholz

Totholz entsteht einerseits durch die natürliche Baum mortalität und andererseits durch Nutzungseingriffe. Unter natürlicher Mortalität versteht man das konkurrenzbedingte Absterben in dichteren Jungbeständen, das altersbedingte Absterben älterer Bäume und das Absterben aufgrund von Schadereignissen wie Windwurf, Schneebruch und Borkenkäferbefall. Bei Schadereignissen entstehen oft große Mengen an Totholz, die in weiterer Folge zum guten Teil aufgearbeitet werden. Dabei bleiben Baumteile wie Wipfelstücke, Äste und Stöcke im Wald zurück. Die natürliche Baum mortalität steigt seit den Achtzigerjahren kontinuierlich an, weist aber auch größere periodische Schwankungen auf (Abbildung 4). In den vergangenen zehn Jahren betrug die natürliche Mortalität im Ertragswald durchschnittlich 13 Stämme pro Jahr und Hektar, einschließlich der tendenziell unterschätzten Schadholznutzungen. Ohne die Schadholznutzungen beträgt die natürliche Mortalität jährlich rund 10 Stämme pro Hektar.

Die natürliche Mortalität hängt stark vom Durchmesser ab, sie ist in der untersten BHD-Klasse am höchsten und verringert sich deutlich mit zunehmendem Durchmesser (Tabelle 6). Im höheren Baumalter steigt die Mortalität wieder an, jedoch werden die Bestände im Ertragswald meist schon vorher genutzt. Insgesamt beträgt die jährliche Mortalitätsrate 1,0 % ohne Kalamitätsnutzungen und 1,4 % unter der Berücksichtigung

▼
Abbildung 4:
Die durchschnittliche jährliche natürliche Baum mortalität ist seit 1981 angestiegen.

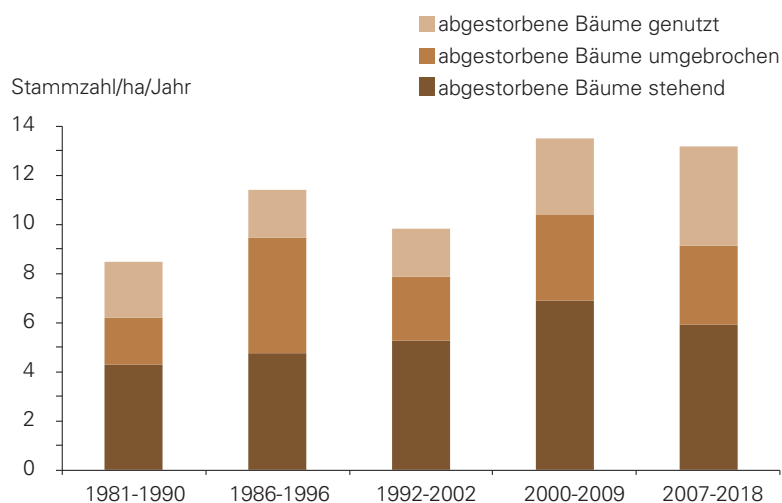
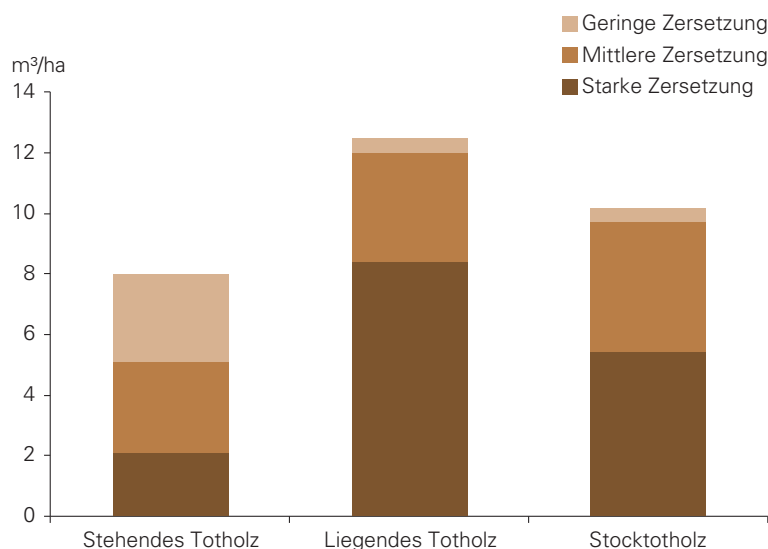


Tabelle 6:

Lebende Bäume in der Periode 2007/09 und deren durchschnittliche jährliche Mortalität in den Folgejahren bis 2016/18 - in den schwachen BHD-Klassen ist die natürliche Mortalität besonders hoch.

| BHD-Klasse | Stammzahl lebende Bäume | Mortalitätsrate absolut | | Mortalitätsrate relativ | |
|------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | mit Kalamitätsnutzung | ohne Kalamitätsnutzung | mit Kalamitätsnutzung | ohne Kalamitätsnutzung |
| | Mio. | Mio./Jahr | Mio./Jahr | %/Jahr | %/Jahr |
| < 20 cm | 2170 | 36,2 | 29,9 | 1,7 | 1,4 |
| 20 – 35 cm | 682 | 4,9 | 2,4 | 0,7 | 0,4 |
| 36 – 50 cm | 234 | 1,3 | 0,5 | 0,6 | 0,2 |
| ≥ 51 cm | 64 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,3 |
| Gesamt | 3151 | 42,8 | 33,0 | 1,4 | 1,0 |



Menge des stark zersetzten liegenden Totholzes und Stocktotholzes wesentlich größer als die des stehenden Totholzes mit starker Zersetzung.

Mindestmengen an Totholz

Zur Erhaltung Totholz bewohnender Arten werden häufig erforderliche Mindestmengen an Totholz genannt. Für mitteleuropäische Wälder werden 20 – 50 m³/ha für viele Arten als ausreichend angegeben. Der österreichische Ertragswald ist mit einer durchschnittlichen Totholzmenge von 30,9 m³/ha insgesamt gut ausgestattet. Oft werden in der Bewertung Stöcke nicht berücksichtigt. In diesem Fall würde das Totholzvolumen durchschnittlich 20,6 m³/ha betragen. Betrachtet man einzelne Hauptwuchsgebiete, Seehöhenstufen, Betriebsarten oder Eigentumsarten, dann liegen deren Vorräte an stehendem und liegendem Totholz im Bereich von 8,1 – 45,8 m³/ha. Die erwünschte Mindestmenge wird somit in manchen Regionen erreicht, in einigen anderen wäre eine Verbesserung anzustreben. Zudem sind für die Erhaltung Totholz bewohnender Arten durchschnittliche Totholz mengen über größere Gebiete nur bedingt aussagekräftig. Neben lokal ausreichenden Totholz mengen ist auch die Distanz zwischen den Totholz vorkommen, also die Vernetzung zwischen den Lebensräumen, entscheidend.



▲
Abbildung 5:
Die Zersetzung ist je
nach Totholzkomponente
unterschiedlich.

sichtigung von Schadholznutzungen. In den Dimensionen ab 20 cm ist der Anteil der Schadholznutzung deutlich höher.

Abbau von Totholz

Wenn ein Baum abgestorben ist, beginnt die Besiedlung durch Totholzbewohner. Zunächst siedeln sich hauptsächlich Käferarten an, die das Totholz für weitere Insekten und Pilze aufbereiten. Die Zersetzung verläuft je nach Durchmesser, Baumart, Umgebungstemperatur und -feuchtigkeit unterschiedlich rasch und kann viele Jahrzehnte dauern. Die Menge des stehenden Totholzes mit geringer Zersetzung ist deutlich größer als die des liegenden Totholzes und der Stöcke (Abbildung 5). Umgekehrt ist die

Dr. Thomas Gschwantner,
Institut für Waldinventur,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
thomas.gschwantner@bfw.gv.at

Ändert sich die biologische Vielfalt im Wald?

Ab dem kommenden Jahr 2020 wird eine neue Biodiversitätsstrategie für Österreich ausgearbeitet. Dabei spielen die Daten der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) eine wichtige Rolle, um die biologische Vielfalt im Wald beurteilen zu können. Welche Entwicklungen können aus der aktuellen ÖWI-Zwischenauswertung abgelesen werden?

Fast die Hälfte der österreichischen Staatsfläche ist bewaldet. Somit kommt den Wäldern für die Erhaltung der biologischen Vielfalt eine wesentliche Bedeutung zu. Daher ist auch ein Monitoring wichtig, um die ökologischen Funktionen des Waldes dauerhaft auf regionaler Ebene und bundesweit zu gewährleisten. Der Erhebungskatalog der ÖWI enthält zahlreiche Parameter, die eine umfassende Bearbeitung des Themas Biodiversität ermöglichen.

Biodiversitätsindex für den Wald

Mit der Biodiversitätskonvention wurde die „biologische Vielfalt“ als sehr breit gefasster Begriff etabliert, der die Vielfalt der Arten und Lebensräume sowie die genetische Vielfalt beschreibt. In dieser Gesamtheit ist Biodiversität nicht messbar. Deshalb werden für die Beurteilung Indikatoren, also besonders wichtige und quantitativ oder qualitativ erfassbare Parameter, herangezogen.

Das BFW hat schon vor mehr als einem Jahrzehnt begonnen, einen Biodiversitätsindex für den Wald zu entwickeln. Er setzt sich aus dreizehn Einzelindikatoren zusammen und wird auf einer Skala von 0 bis 100 gemessen. Für

die Berechnung eines Gesamtwertes werden die einzelnen Indikatoren nach ihrer Relevanz gewichtet. Im bewirtschafteten Wald kann der Optimalwert von 100 natürlich nicht erreicht werden. Der Biodiversitätsindex ermöglicht jedoch, den Zustand, die Entwicklung und räumliche Unterschiede der biologischen Vielfalt darzustellen.

Flächendeckende Repräsentativität

Knapp die Hälfte der dreizehn Einzelindikatoren beruht auf den Erhebungen der ÖWI. Dadurch kann mit dem Biodiversitätsindex die biologische Vielfalt repräsentativ für den Ertragswald im Bundesgebiet und für verschiedene regionale Einheiten beschrieben werden. Für die Zwischenauswertung 2016/18 der laufenden Waldinventur wurden jene vier Indikatoren ermittelt, für die ausreichend Stichprobenpunkte zur Verfügung stehen. Daher werden Indikatoren, die an die Verjüngung gebunden sind, momentan nicht berücksichtigt.

Ausgewertet wurden

- der Vergleich zwischen aktuell und potenziell natürlich vorkommenden Baumarten,
- das Vorkommen von neophytischen Baumarten,
- die Totholzmenge und
- die sogenannten Veteranenbäume.

Damit ist zwar nur ein Teil des gesamten Index abgedeckt, die Auswertung beinhaltet jedoch grundlegende Biodiversitätsparameter (mehr zu den einzelnen Indikatoren siehe Infobox).

BFW-Berichte 149.
Geburek Th. et al. (2015):
Biodiversitätsindex
Wald. Konzept und
Auswertungen. Bericht
als PDF:
www.bfw.ac.at/webshop



Baumarten



Ein aus Biodiversitätssicht optimaler Zustand wird dann erreicht, wenn die Waldbestände jene Baumarten aufweisen, die der potenziellen natürlichen Vegetation entsprechen. Die aktuelle Baumartenverteilung auf den ÖWI-Probeflächen wird mit den Zielbaumarten der potenziellen natürlichen Waldgesellschaft (PNWG) verglichen. Dies erfolgt getrennt für die oberen Bestandesschichten ab 1,3 m und die Verjüngung unter 1,3 m. Neben dem bloßen Vorhandensein einer Baumart geht auch die Häufigkeit ihres Auftretens in die Bewertung ein. Nach dem Grad der Abweichung von der PNWG werden 0, 50, 75 oder 100 Biodiversitätspunkte vergeben.

Neophyten



Zu den Neophyten zählen Baumarten, die in Österreich erst in der Neuzeit (ab dem 15. Jahrhundert) eingeführt wurden. Das Vorkommen dieser Baumarten kann sich nachteilig auf die biologische Diversität des Waldes auswirken. Dazu zählen Balsampappel, Douglasie, Eschen-Ahorn, Gleditschie, Götterbaum, Hybridpappel, Maulbeere, Pennsylvanische Esche, Platane, Robinie, Rosskastanie, Roteiche, Schwarznuss, Strobe, Zürgelbaum. Kommt auf einer ÖWI-Probefläche eine neophytische Baumart vor, so werden für diese Fläche 0 Biodiversitätspunkte vergeben. Tritt keine neophytische Baumart auf, dann erhält die Probefläche 100 Biodiversitätspunkte.

Totholz



Aufgrund seiner mannigfaltigen Bedeutung wie zum Beispiel als Lebensraum für zahlreiche waldbewohnende Arten, als wichtiger Bestandteil des Nährstoffkreislaufs sowie seinem Beitrag zur Humusbildung und Bodenentwicklung hat das Vorkommen von Totholz bei der Berechnung des Biodiversitätsindex die höchste Gewichtung aller Indikatoren. Das Totholzvorkommen ist ein gut messbarer und vergleichbarer Indikator für die biologische Vielfalt. Stehendes Totholz mit einem BHD ≥ 10 cm und liegendes Totholz mit einem Durchmesser ≥ 10 cm fließen in den Biodiversitätsindex ein. Eine Totholzmenge von mindestens 10 % des stehenden Gesamtbestandes wird mit 100 Biodiversitätspunkten als optimal beurteilt, ein geringerer Anteil ergibt proportional weniger und bis zu 0 Punkte.

Veteranenbäume



Große alte Bäume heben sich häufig durch ihr besonderes Erscheinungsbild von ihrer Umgebung ab. Mit zunehmendem Alter weisen Bäume vermehrt Alterungsspuren wie Rindenverletzungen, Astbrüche, Spechtlöcher oder Totholzanteile auf, die gleichzeitig Mikrohabitate für verschiedene spezialisierte Arten darstellen. Ihre ökologische Bedeutung hängt von der Baumart und der Baumgröße ab. Für den Biodiversitätsindex wurden für die potenziell natürlichen Waldgesellschaften baumartenabhängige Mindestdurchmesser für Veteranenbäume definiert. Generell kommen Veteranenbäume auf ÖWI-Probeflächen eher selten vor, weshalb dieser Indikator sensibel auf Änderungen einer Probefläche reagiert. Ein Veteranenbaumanteil von 5 % oder mehr an der Bestandesgrundfläche entspricht 100 Biodiversitätspunkten.

Positive Entwicklungstendenzen

Insgesamt betrachtet hat das gewichtete, bundesweite Mittel der vier Indikatoren im Vergleich zur Vorperiode 2007/09 um drei Punkte zugenommen. Das ist für eine Zeitspanne von nur neun Jahren eine deutlich positive Entwicklung. Es zahlt sich daher aus, wenn wir uns einige Details näher ansehen. Drei Indikatoren haben sich verbessert, während der Indikatorwert für Neophyten gleich geblieben ist (Tabelle 1).

Die weitere Detailauswertung der Indikatoren erfolgte neben den bundesweiten Ergebnissen für drei verschiedene regionale Gliederungen, die einen tieferen Einblick in die biologische Vielfalt des Waldes in Österreich ermöglichen: eine naturräumliche und eine politische Gliederung sowie eine Einteilung nach den potenziell natürlichen Waldgesellschaften. Für die Naturräume werden die forstlichen Wuchsgebiete in fünf Regionen zusammengefasst (Abbildung 1).

Verbesserungen in den Naturräumen

Berechnet man für die Naturräume die Abweichungen vom bundesweiten Ergebnis 2016/18 aus Tabelle 1, zeigt sich bei den Indikatoren Baumarten, Neophyten und Totholz ein ähnliches Bild: Die Naturräume Mühl- und Waldviertel, Sommerwarmer Osten und Nördliches

Tabelle 1:

Die Indikatoren im Vergleich zur Vorperiode 2007/09: Verbesserungen sind deutlich erkennbar.

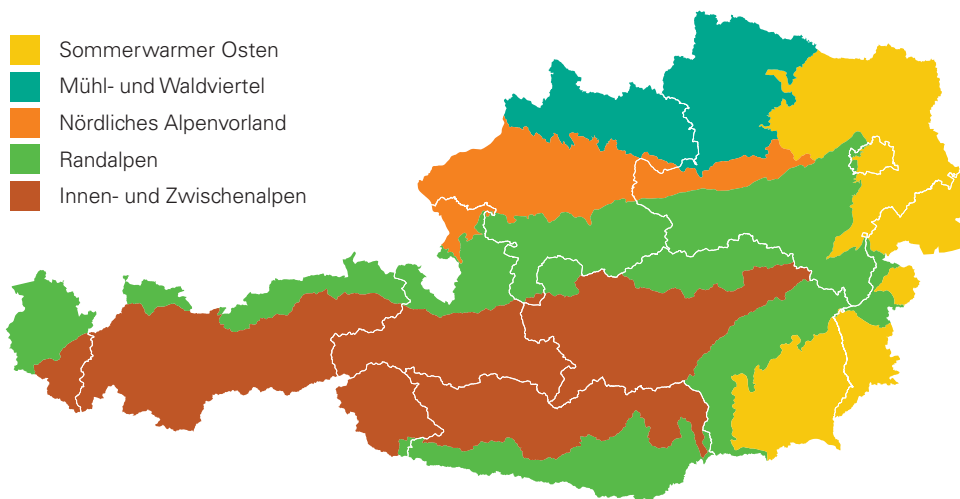
| Einzelindikator | 2007/09 | 2016/18 | Veränderung |
|-----------------|---------|---------|-------------|
| Baumarten | 54 | 56 | +2 |
| Neophyten | 95 | 95 | 0 |
| Totholz | 57 | 59 | +2 |
| Veteranenbäume | 51 | 59 | +8 |
| Gesamt | 62 | 65 | +3 |

Tabelle 2:

Die Veränderung der Indikatoren in den Naturräumen: Positive Entwicklungen überwiegen.

| Naturraum | 2007/09 | 2016/18 | Veränderung |
|--------------------------|---------|---------|-------------|
| Innen- und Zwischenalpen | 72 | 74 | +2 |
| Randalpen | 64 | 67 | +3 |
| Nördliches Alpenvorland | 47 | 50 | +3 |
| Sommerwarmer Osten | 50 | 57 | +7 |
| Mühl- und Waldviertel | 42 | 41 | -1 |
| Gesamt | 62 | 65 | +3 |

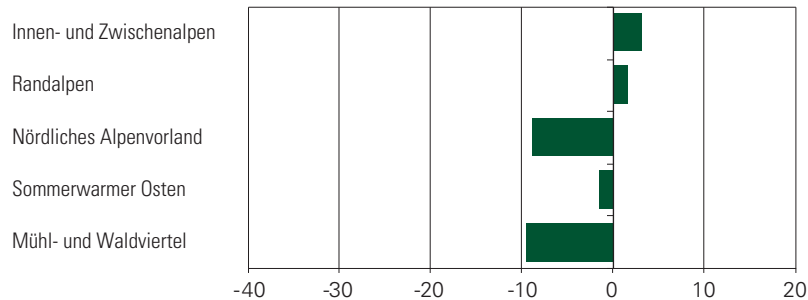
Alpenvorland liegen unterhalb des Österreichmittels, während die Randalpen sowie die Innen- und Zwischenalpen darüber liegen (Abbildung 2). Beim Indikator Totholz ist diese Divergenz besonders deutlich. So erreicht das Mühl- und Waldviertel mit 23 Punkten gerade einmal ein Drittel der Punktezahl der Randalpen. Etwas anders ist die Situation beim Indikator Veteranenbäume mit positiven Abweichungen vom bun-



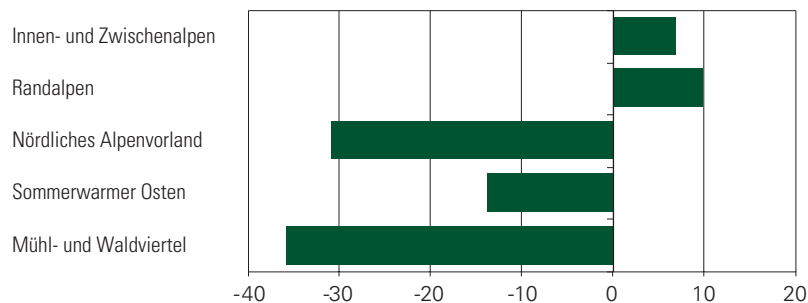
Detailbeschreibungen der forstlichen Wuchsgebiete unter: bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=1144

Abbildung 1:
Die naturräumliche Gliederung Österreichs

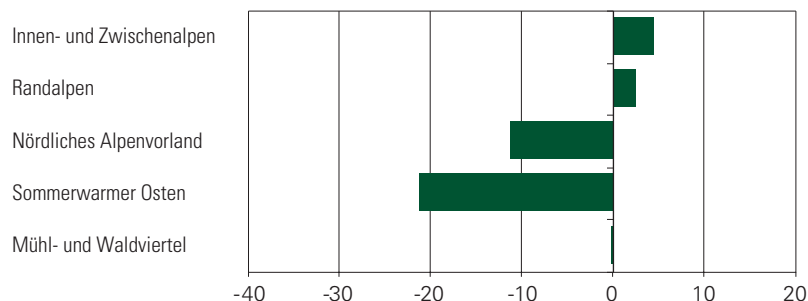
Baumarten



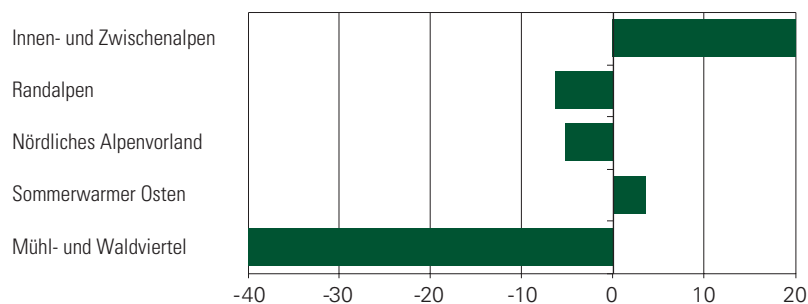
Totholz



Neophyten



Veteranenbäume



desweiten Ergebnis in den Innen- und Zwischenalpen und – wenn auch im geringem Ausmaß – im Sommerwarmen Osten. Negative Abweichungen liegen für die Randalpen, das Nördliche Alpenvorland und besonders deutlich für das Mühl- und Waldviertel vor.

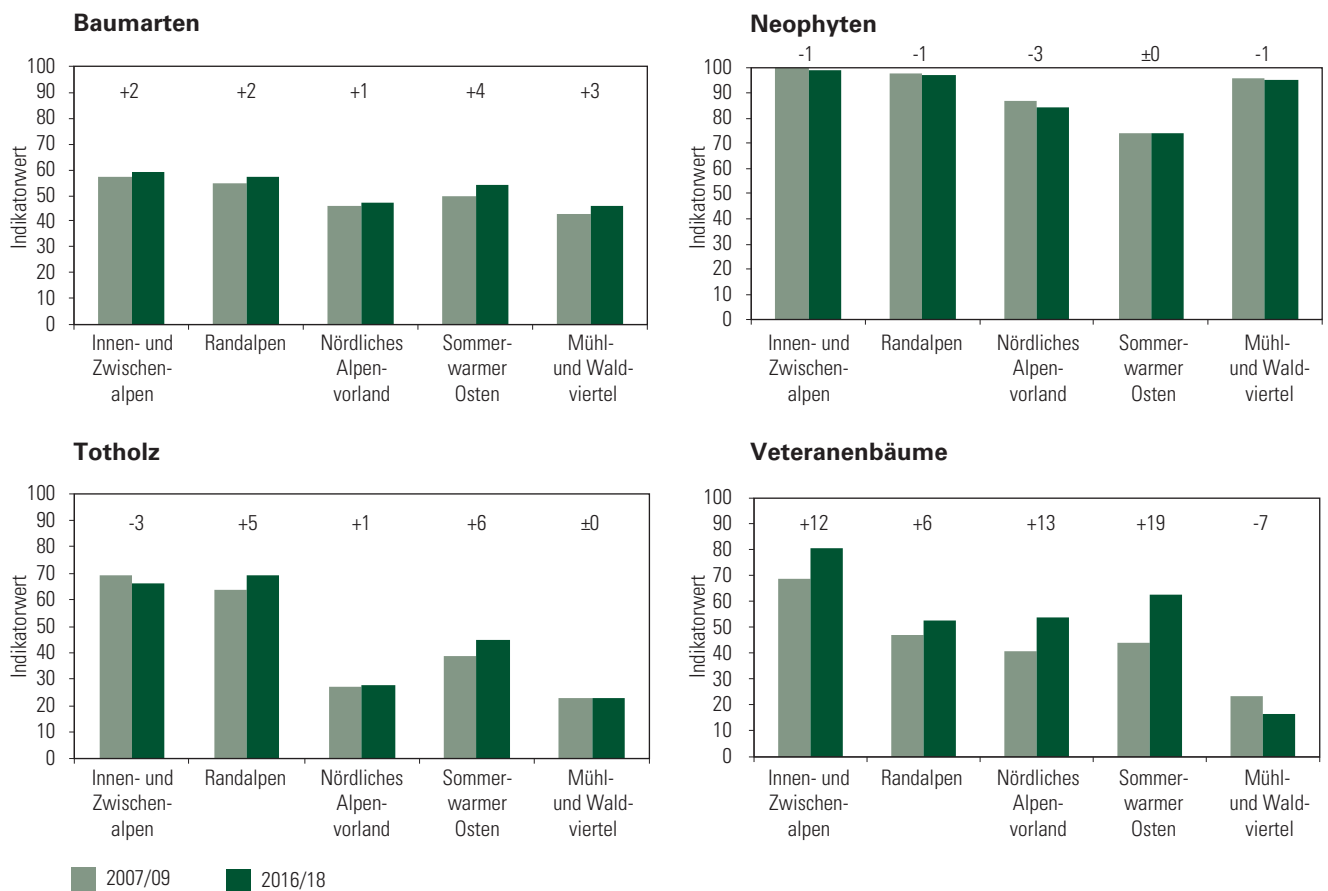
Beim Vergleich mit den Ergebnissen der vorigen ÖWI 2007/09 zeigt sich mit Ausnahme des Wald- und Mühlviertels in allen Naturräumen eine generell positive Tendenz (Tabelle 2). Besonders fällt der Sommerwarme Osten mit einer Zunahme um sieben Biodiversitätspunkte auf. Drei Indikatoren weisen dort die größte Verbesserung auf und bei keinem der Indikatoren eine Verschlechterung. Auch in den Randalpen ist eine vergleichsweise starke Zunahme der Werte bei diesen Indikatoren festzustellen. Die Innen- und Zwischenalpen liegen in der aktuellen Bewertung generell über dem bundesweiten Mittel, im Vergleich zur Vorperiode hat der Indikatorwert beim Totholz jedoch abgenommen.

Im Wald- und Mühlviertel nahm der Indikatorwert für Veteranenbäume ab, in allen anderen Naturräumen verbesserte er sich hingegen deutlich. Die geringsten Veränderungen zeigen sich beim Vorkommen von Neophyten, bei denen der Indikatorwert hauptsächlich im Alpenvorland abgenommen hat.

Deutliche, kleinregionale Unterschiede

Um die räumliche Verteilung der Biodiversitätspunkte genauer darstellen zu können, wurden die vier Indikatoren auch für die einzelnen Bezirksforstinspektionen (BFIs) berechnet. Die Ergebnisse für BFIs zeigen einen klaren räumlichen Trend der durchschnittlichen Indikatorwerte (Abbildung 4). Einerseits ist ein West-Ost-Gefälle gut erkennbar, andererseits eine Abnahme von den zentralalpinen Lagen über die Randalpen, zum Alpenvorland und außeralpinen Bereichen. Einen wesentlichen Anteil an diesem räumlichen Trend hat das

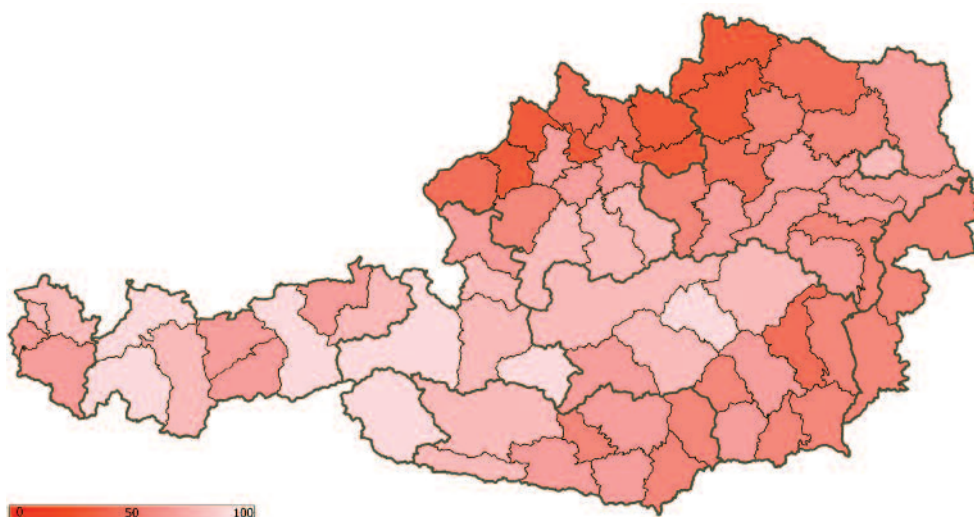
▲
Abbildung 2:
Abweichungen der Naturräume vom bundesweiten Durchschnitt



Totholzvorkommen. Die Ursachen für die höhere Totholzausstattung in den Alpen sind zum einen die Art der Bewirtschaftung, und zum anderen auch die mit der Seehöhe abnehmende Zersetzungsgeschwindigkeit. Besonders

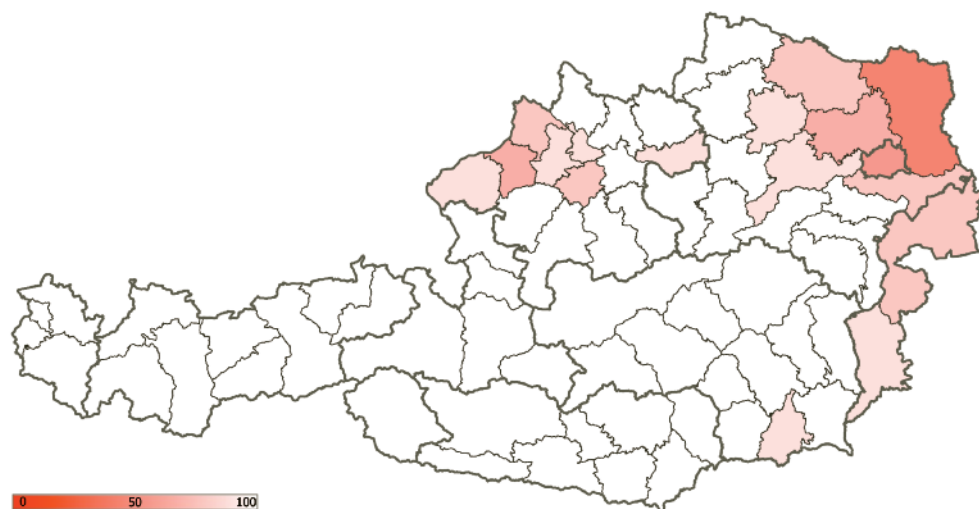
deutlich werden die räumlichen Unterschiede bei Betrachtung der einzelnen Indikatoren. Zum Beispiel weisen einzelne Bezirksforstinspektionen im Weinviertel sowie im Innviertel deutlich geringere Werte bei Neophyten auf als im

▲
Abbildung 3:
Die Indikatoren in den Naturräumen zeigen häufig eine Verbesserung.

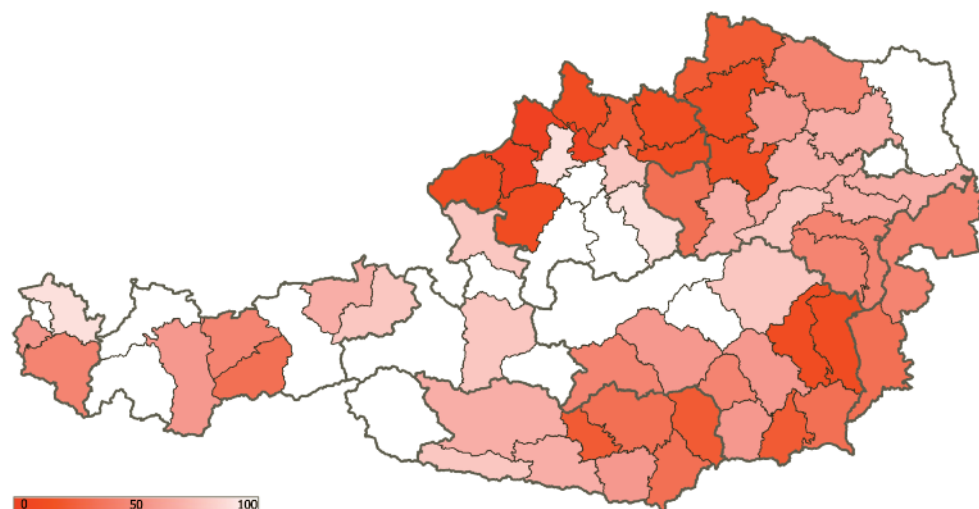


◀
Abbildung 4:
Die Biodiversität in den Bezirksforstinspektionen zeigt eine Abnahme von den alpinen Lagen zum Norden und Osten Österreichs.

►
Abbildung 5:
Neophyten sind ein
Problem vor allem im
Osten.



►
Abbildung 6:
Totholz zeigt stark
divergierende
Biodiversitätspunkte.



übrigen Bundesgebiet (Abbildung 5). Mehr als 60 der insgesamt 71 Bezirksforstinspektionen erreichen über 80 Punkte.

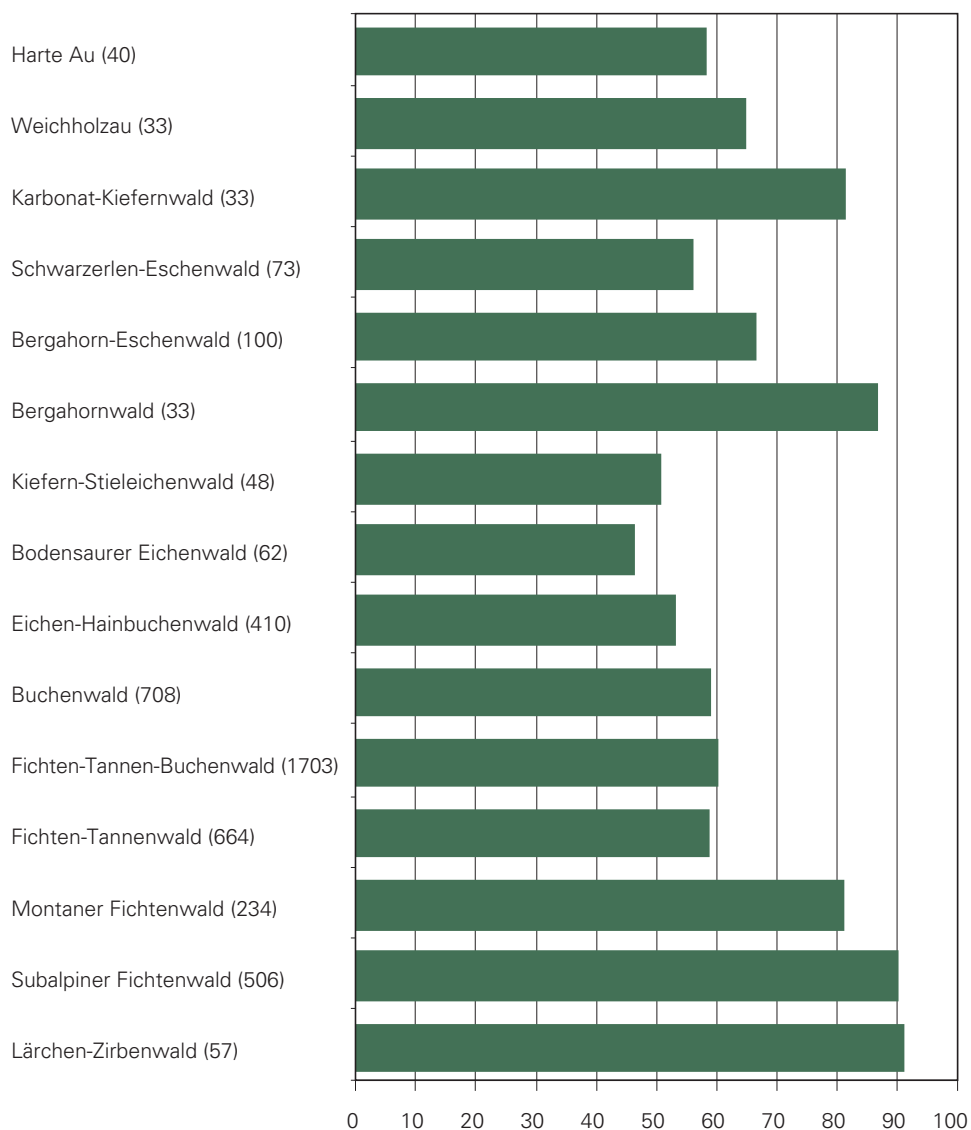
Der Indikator Totholz weist besonders große Unterschiede zwischen den Bezirksforstinspektionen auf (Abbildung 6). So gibt es zum einen etliche BFIs mit weniger als 20 Punkten, zum anderen aber auch BFIs mit 90 Punkten und darüber und zwar jeweils sowohl im Westen als auch im Osten des Bundesgebiets.

Insgesamt kann man feststellen, dass es keine Bezirksforstinspektion gibt, die

bei allen vier untersuchten Indikatoren entweder nur hohe oder nur niedrige Biodiversitätswerte aufweist. Dies ist auch am Fehlen von Extremwerten in Abbildung 4 ersichtlich.

Schlusslicht Eichenwald

Interessant ist es auch, die verschiedenen Waldgesellschaften näher zu betrachten (Abbildung 7). Während der Lärchen-Zirbenwald, der Montane und der Subalpine Fichtenwald, der Bergahornwald und der Karbonat-Kiefernwald die höchsten Indikatorwerte errei-



◀ **Abbildung 7:**
Biodiversitätspunkte
der 15 häufigsten
Waldgesellschaften.

chen, ist die biologische Vielfalt in den Eichenwäldern am geringsten.

Hauptverantwortlich für das schlechte Abschneiden der Eichenwälder ist das im Vergleich zu anderen Waldgesellschaften unterdurchschnittliche Totholzvorkommen. Außerdem können in den Eichenwäldern größere Abweichungen von der natürlichen Baumartenzusammensetzung festgestellt werden. So finden sich zum Beispiel auf Eichenwald-Standorten häufig sekundäre Nadelwälder.

Österreichs Wald wird vielfältiger
Quantitative Angaben zur biologischen Vielfalt sind eine große Herausforderung für die Forschung, da der Begriff sehr allgemein definiert ist. Das Thema Biodiversität umfasst zudem eine Vielzahl von Aspekten, die zum Teil zahlenmäßig schwer erfassbar sind. Der Biodiversitätsindex für den Wald und die Daten der ÖWI liefern jedoch klar interpretierbare Ergebnisse für vergleichende Aussagen und die Darstellung der zeitlichen Entwicklung. Sie weisen insgesamt in eine positive Richtung.



DIⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Tatjana Koukal,
DIⁱⁿ Alexandra Freudenschuss
DI Dr. Thomas Gschwantner,
Institut für Waldinventur,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
tatjana.koukal@bfw.gv.at

Nadelbäume – wie reagiert das Wachstum auf die Klimaerwärmung?

Das Baumwachstum unter geänderten Klimabedingungen ist zu einer grundlegenden Frage für die Waldbewirtschaftung geworden. Neben den direkten ökonomischen Folgen von Zuwachsänderungen sind die Ertrags-erwartungen auch bei der Baumartenwahl zu berücksichtigen. Das Wachstum von Nadelbaumarten steht daher nicht nur in Österreich im Fokus der Forschung. Mit Spannung wurden die Ergebnisse einer Kooperation zwischen der französischen und der österreichischen Waldinventur erwartet.

Das Jahrringwachstum von Bäumen wird von einer Reihe von Parametern wie der Bestandesdichte, der soziologischen Stellung, der Baumart, dem Baumalter, der Baumgröße, eventuellen Schädigungen und den Standortbedingungen bestimmt. Die Witterungsverhältnisse unterliegen deutlichen jährlichen Schwankungen. Deshalb ist es naheliegend, Unterschiede der Jahrringbreiten mit Witterungsvariablen wie Temperatur oder Niederschlagsmengen zu erklären. Seit den 1980er Jahren ist ein deutlicher Temperaturanstieg festzustellen, somit ergibt sich die Frage nach den Wachstumsreaktionen der Bäume auf klimatische Änderungen. Vielfach wird von einer Diversifikation der Zuwachsreaktion berichtet.

In einer französisch-österreichischen Projektkooperation zwischen dem Laboratoire d'Inventaire Forestier (LIF) und dem Institut für Waldinventur des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) wurden die Wachstumstrends von Nadelbaumarten mit einem ein-

Tabelle 1:
Probeflächenanzahl und Stammzahl der untersuchten Baumarten

| Baumart | Probeflächen | Stammzahl |
|------------|--------------|-----------|
| Fichte | 4049 | 11060 |
| Lärche | 150 | 202 |
| Weißkiefer | 328 | 840 |
| Gesamt | 4527 | 12102 |

heitlichen Analyseverfahren untersucht. Dabei ging es darum, die Zuwachstrends von Baumarten, Regionen und Seehöhenstufen anhand von Waldinventurdaten zu analysieren und zu vergleichen. Aus beiden Inventuren wurden vergleichbare Datensätze ausgewählt und die Analysen auf gleichaltrige Reinbestände beschränkt, um die Einflüsse von Baumartenmischungen und Ungleichaltrigkeit auszuschließen. Die Anzahl an untersuchten Probeflächen und Stämmen sind in Tabelle 1 angegeben.

Zuwachsdaten der Österreichischen Waldinventur

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI), das größte repräsentative Monitoringprogramm im österreichischen Wald, erhebt seit 1981 auf permanenten Probeflächen in periodischen, mehrjährigen Abständen umfangreiche Daten. Fünf Wiederholungsmessungen haben auf den Probeflächen inzwischen stattgefunden. Aus den Probestammessungen können mehrjährige Zuwächse berechnet werden, nicht aber Jahrringbreiten einzelner Jahre. Deshalb werden von der ÖWI im Umfeld der Probeflächen zusätzlich Bohrkerne gewonnen. Im Labor werden mit einem Digitalpositio-

meter die jährlichen Radialzuwächse gemessen. Damit liegen im Datensatz der Waldinventur Zuwachsdaten mit zwei unterschiedlichen zeitlichen Auflösungen vor: einerseits die mehrjährigen BHD-Zuwächse der Probestämme und andererseits die Jahrringbreiten der Bohrkern. Während zu den wesentlich zahlreicheren Probestammessungen viele weitere Baum-, Bestandes- und Standortparameter erfasst werden, liegen zu den weniger häufigen Bohrkernen auch deutlich weniger Zusatzinformationen vor.

Methodische Weiterentwicklungen

Schon vor einiger Zeit war es am BFW gelungen, beide Datengrundlagen zu kombinieren und das Jahrringmuster der Bohrkern auf die mehrjährigen Zuwächse der Probestämme zu übertragen. Mit diesem methodischen Fortschritt eröffneten sich neue Möglichkeiten wie die Entwicklung eines klimasensitiven Waldwachstumsmodells auf Jahresbasis. Gleichzeitig wurde das statistische Verfahren zur Analyse von Zuwachsänderungen anhand von Waldinventurdaten am Laboratoire d'Inventaire Forestier (LIF) in Frankreich wesentlich weiterentwickelt. Aus dem beobachteten Wachstumsgang wird der Einfluss von Einzelbaum-, Bestandes- und Bodenparametern herausgefiltert, sodass die Wachstumstrends für Baumarten über Regionen oder Seehöhenstufen vergleichbar werden. Wichtig ist: Der Effekt der Witterung bleibt erhalten, sodass der Einfluss der klimatischen Variablen überprüft werden kann.

Unterschiedliche Zuwachsreaktionen

Die Ergebnisse machen Unterschiede sowohl zwischen den Baumarten als auch zwischen den Regionen sichtbar. Auffallend sind zunächst die verschiedenen Zuwachsniveaus der Baumarten (Abbildung 1). Die Radialzuwächse der

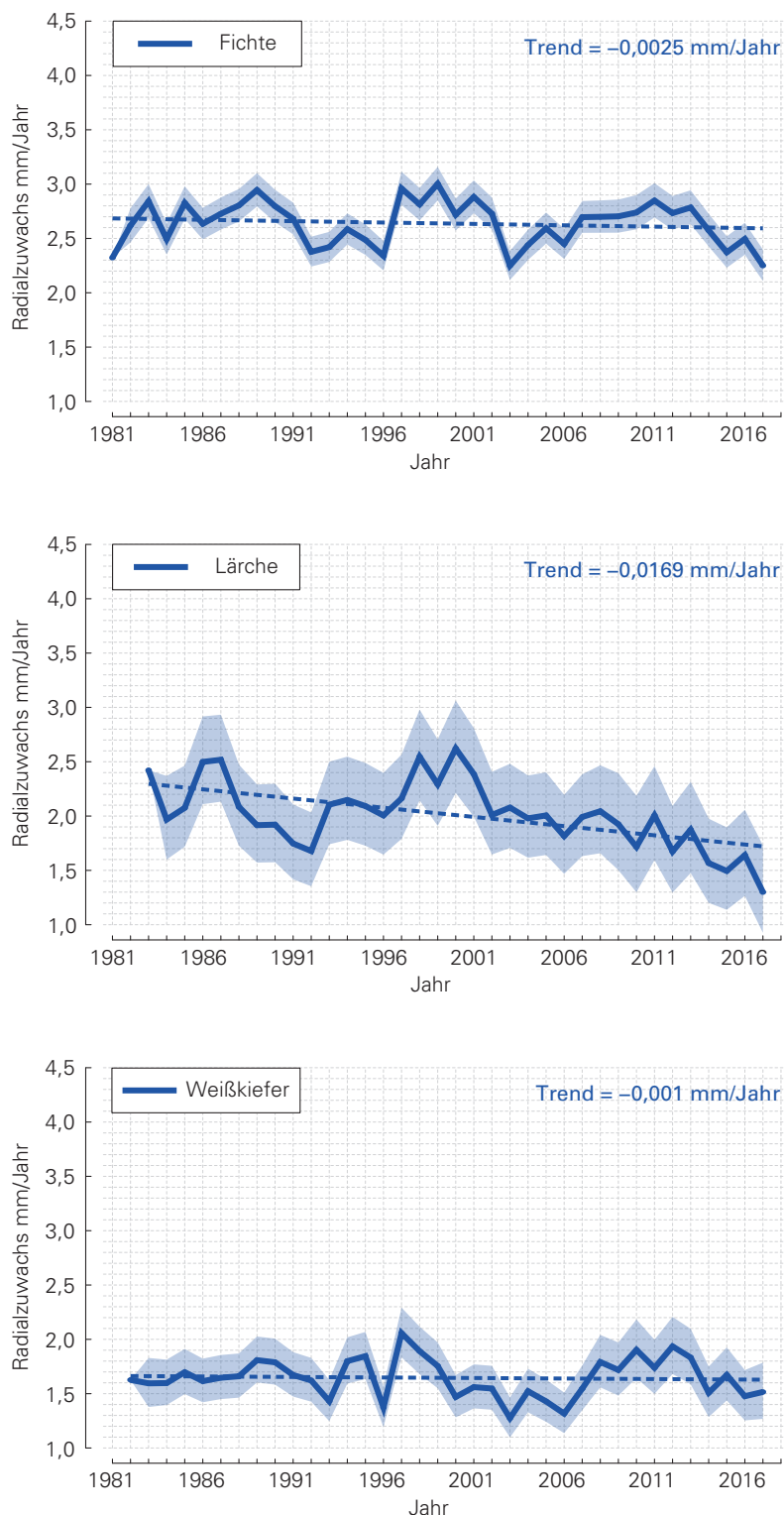
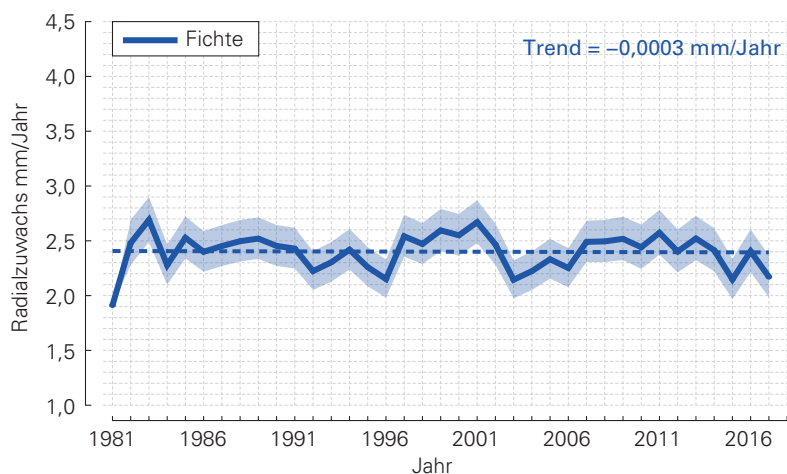
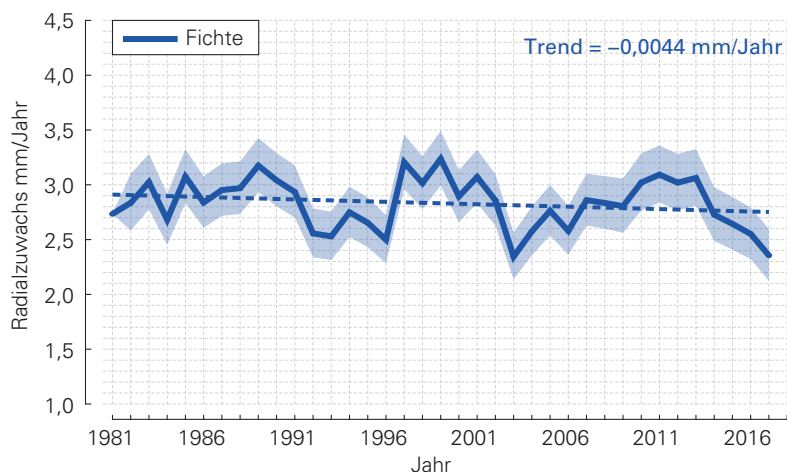


Abbildung 1: Zuwachschronologien und Konfidenzintervalle für Fichte, Lärche und Weißkiefer in Österreich

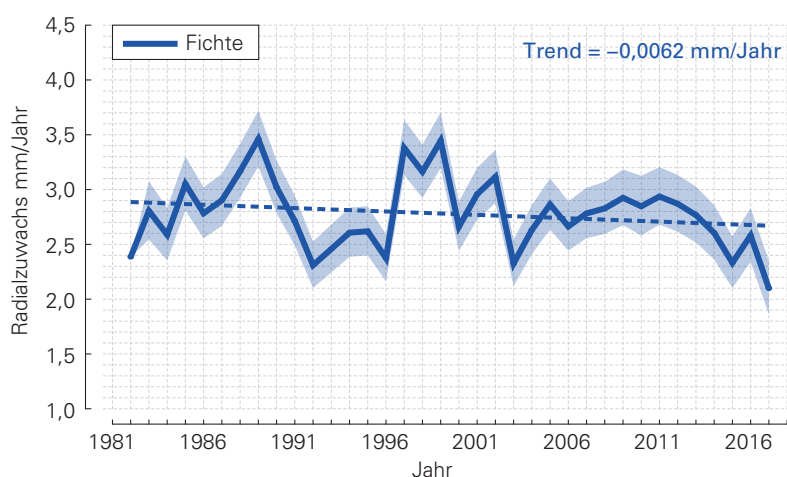
Zentral- und Zwischenalpen



Randalpen



Mühl- und Waldviertel



Fichte sind am höchsten und liegen im Durchschnitt bei 2,2 – 3,1 mm/Jahr, jene der Weißkiefer sind mit durchschnittlich 1,2 – 2,1 mm/Jahr am niedrigsten, und die der Lärche liegen dazwischen mit 1,4 – 2,6 mm/Jahr. Die Lärche zeigt einen deutlichen Zuwachsrückgang im Untersuchungszeitraum, die Fichte insgesamt einen geringen Abwärtstrend. Der Zuwachs der Weißkiefer weist zwischen 1981 und 2017 keinen deutlichen Trend auf, wobei wie bei der Fichte die letzten Jahre bis 2017 nach unten weisen.

Die Reaktion der Baumarten auf Witterungsextreme, wie zum Beispiel auf das Trockenjahr 2003, ist unterschiedlich. Während die Radialzuwächse von Fichte und Weißkiefer im Jahr 2003 am niedrigsten sind, reagierte der Zuwachs der Lärche kaum.

Vorboten zur Borkenkäferkalamität im Wald- und Mühlviertel?

Besonders interessant sind die Wachstumsunterschiede der Fichte in den einzelnen Regionen (Abbildung 2). In den Zentralalpen ist das Zuwachsniveau der Fichte mit durchschnittlich 2,4 mm/Jahr zwar niedriger als in den Randalpen (2,8 mm/Jahr) und im Mühl- und Waldviertel (3,0 mm/Jahr). Aber: Im Mühl- und Waldviertel ist der abnehmende Wachstumstrend am deutlichsten ausgeprägt, gefolgt von den Randalpen. In den Zentral- und Zwischenalpen liegt kein Trend vor. Die Vitalität der Fichte hatte offenbar schon seit mehreren Jahren in der von schweren Borkenkäferschäden betroffenen Region des Mühl- und Waldviertels abgenommen. Die Trockenjahre 2018 und 2019 hinterließen wahrscheinlich auch deshalb derart massive Spuren.

Deutlicher Einfluss der Seehöhe

Bei den Analysen trat der Einfluss der Seehöhe auf das Wachstum deutlich hervor: In den oberen Lagen fallen die Zuwächse geringer aus, in den tieferen Lagen höher. Bemerkenswert ist die Va-



Abbildung 2:
Zuwachsschronologien und Konfidenzintervalle für die Fichte in drei Regionen Österreichs

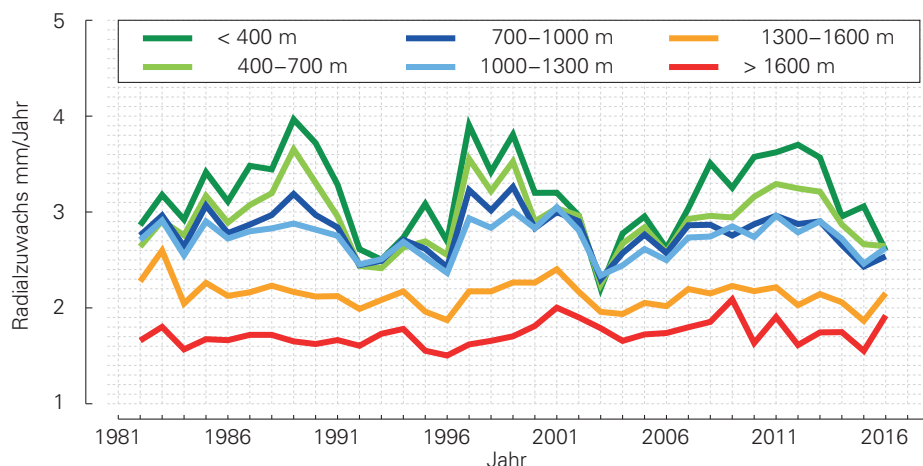


Abbildung 3:
Zuwachsschronologien
der Fichte nach See-
höhenstufen

riabilität der Radialzuwächse, die in den Tieflagen unter 400 m besonders hoch ist und mit zunehmender Seehöhe abnimmt (Abbildung 3). So variiert der Radialzuwachs in der untersten Seehöhenstufe zwischen durchschnittlich 2,2 und 4,0 mm/Jahr, hingegen verläuft der mittlere Radialzuwachs in der obersten Seehöhenstufe zwischen 1,5 bis 2,1 mm/Jahr.

Die Auswirkungen des Trockenjahres 2003 sind bis in die Seehöhen von 1300 m deutlich erkennbar, darüber hinaus jedoch kaum. Generell weist der Zuwachs der Fichte ausschließlich in der obersten Seehöhenstufe einen leicht ansteigenden Trend auf, das könnte eine positive Seite der Klimaerwärmung sein. Markant ist aber der Abwärtstrend des Zuwachses der letzten Jahre in den unteren Seehöhenstufen. Auch hier hat die bereits geschwächte Fichte die Dürreperioden der Jahre 2018 und 2019 besonders getroffen.

Lärche und Kiefer in den Alpen positiv

Während der Zuwachs der Lärche für ganz Österreich deutlich abnahm (Abbildung 1), ergab sich für den Radialzuwachs in den Zentral- und Zwischenalpen ein ansteigender Trend, der sich auf einem ähnlichen Niveau wie der Zuwachs der Fichte befindet. Vergleicht man hingegen Fichte und Weißkiefer in den Randalpen, sind deutliche Unter-

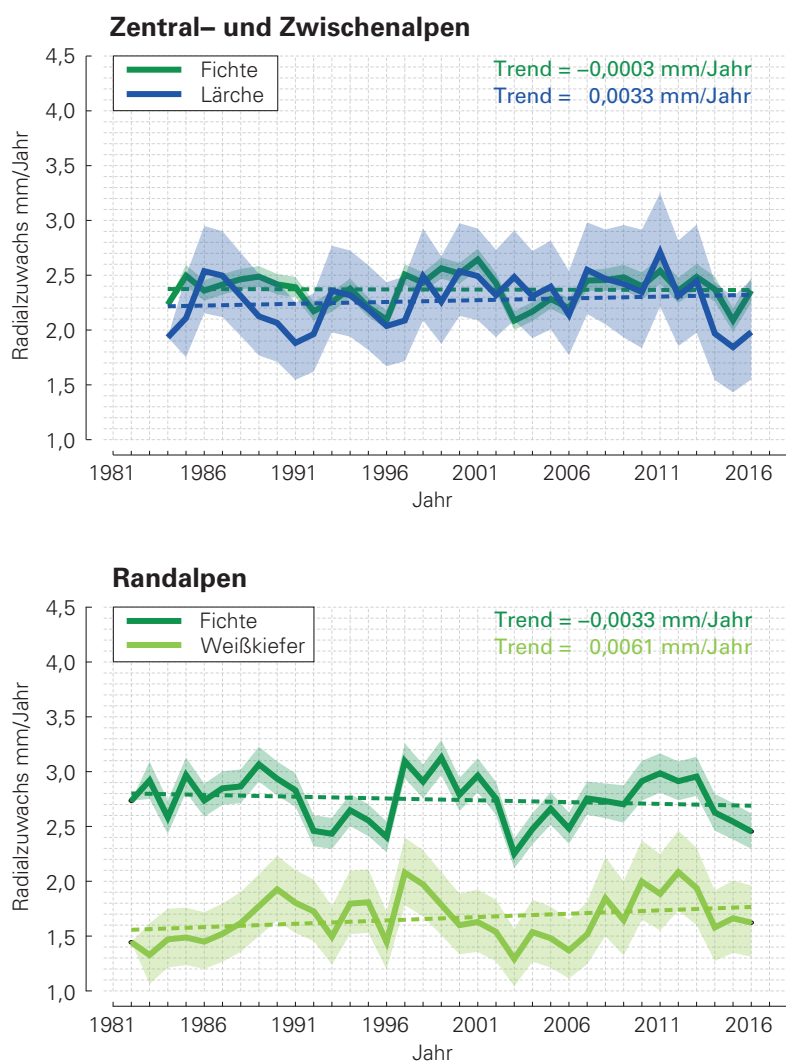
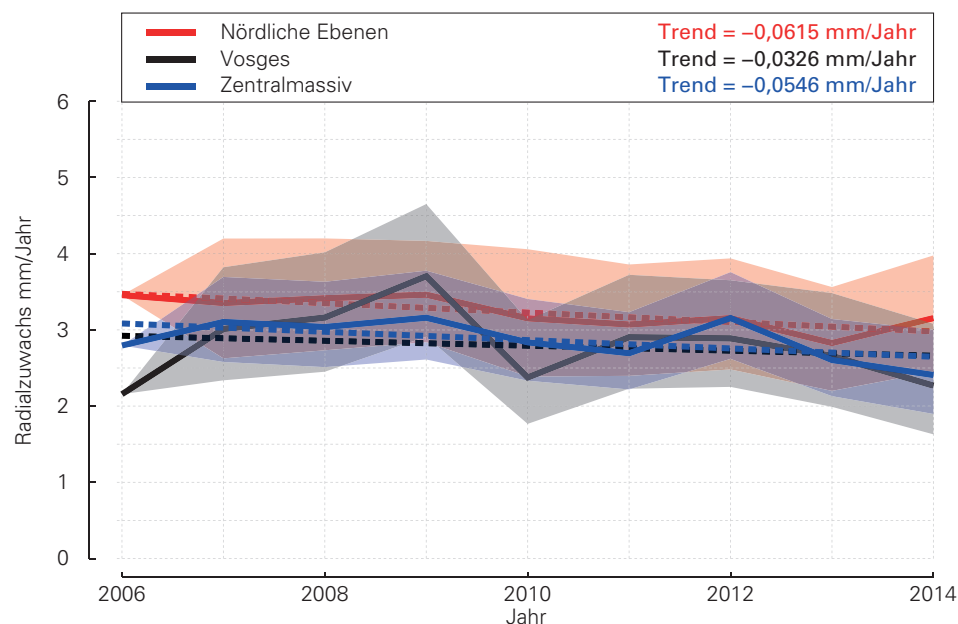


Abbildung 4:
Zuwachsschronologien und Konfidenzintervalle für Fichte und Lärche sowie Fichte und Weißkiefer in zwei Regionen Österreichs

►
Abbildung 5:
Zuwachschronologien
und Konfidenzintervalle
der Fichte in drei
französischen Regionen



schiede im Zuwachsniveau und auch im allgemeinen Zuwachstrend sichtbar. Während die Fichte einen Rückgang verzeichnet, weist die Weißkiefer einen deutlich ansteigenden Zuwachstrend auf (Abbildung 4).

Ähnliches Bild in Frankreich

Für manche Baumarten wie die Fichte und die Douglasie nimmt der Zuwachs in den untersuchten Regionen Frankreichs ab (Abbildung 5). Für die Fichte in Österreich trifft der Zuwachsrückgang ebenfalls zu, mit Ausnahme der alpinen Region ab 1600 m. Für die französischen Alpen liegen für die Fichte nur wenige Daten vor, diese weisen aber ähnlich wie

in Österreich auf einen Zuwachsanstieg in den höheren Lagen hin. Einige Kiefernarten legen in ihrem Zuwachs im kälteren Bereich des französischen Verbreitungsgebietes zu. Eine ähnliche Reaktion wurde in Österreich für die Lärche in den Zentral- und Zwischenalpen festgestellt. In den oberen Seehöhen können in beiden Ländern positive Zuwachstrends festgestellt werden: in Frankreich für die Weißkiefer, der häufigsten Nadelbaumart in den französischen Alpen, und in Österreich für die Fichte. Umgekehrt sind in niedrigeren Seehöhen rückläufige Zuwachstrends feststellbar, in Frankreich etwa für die Weißkiefer in den nördlichen Ebenen.



Dr. Thomas Gschwantner,
Institut für Waldinventur,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
thomas.gschwantner@bfw.gv.at

Dr. Clémentine Ols,
Dr. Jean-Daniel Bontemps,
Laboratoire d'Inventaire Forestier
(LIF),
14 rue Girardet,
54000 Nancy, Frankreich

►
Die Waldinventur wirbt
Bohrkerne im Umfeld der
Probeflächen. Das
Jahrringmuster wird dann
auf die mehrjährigen
Zuwächse übertragen.

FOTO: BFW/FLORIAN WINTER



Die Fernerkundung als Schmuckstück der österreichischen Waldinventur

Die Zwischenauswertung 2016/18 in dieser BFW-Praxisinformation 50 ist wahrscheinlich die letzte dieser Art. In Zukunft werden die Fernerkundungsmethoden fix in die Ergebnispräsentation der österreichischen Waldinventur (ÖWI) eingebaut werden und dafür sind viele Vorarbeiten notwendig. Was ändert sich dann alles?

Optische Satellitendaten und Luftbilder aus der regelmäßigen bundesweiten Befliegung eignen sich besonders für ein regelmäßiges Monitoring und die Kombination mit der ÖWI. Diese Daten ergänzen sich sehr gut. Luftbilder haben mit 0,2 m eine sehr hohe räumliche Auflösung, sind aber nur alle drei Jahre verfügbar. Satellitendaten haben oft eine viel höhere zeitliche Auflösung (viele Aufnahmen in einem Jahr), die einzelnen Pixel sind jedoch viel größer (z.B. 10 m). Für die ÖWI sind momentan vor allem die Daten des Sentinel 2-Satelliten interessant, weil diese kostenfrei zur Verfügung stehen. Eine wichtige Basis für die Auswertungen dieser Daten bildet das Ein-Meter-Geländemodell, das aus Laserscanningdaten berechnet wurde.

Der Rohdiamant wird geschliffen

Wie beim Rohdiamanten müssen die Rohdaten der Fernerkundung in vielen Schritten „veredelt“ werden, bis das Schmuckstück letztlich fertig ist. Aus den Luftbildern wird zunächst in einem sehr zeitintensiven Rechenvorgang die sogenannte 3D-Punktwolke ermittelt – der Grobschliff. Im Grobschliff bekommen alle Punkte x-, y- und z-Koordinaten zugewiesen und zusätzlich

noch die Farbinformationen rot, grün und blau. Der Grobschliff ist für ganz Österreich für die Jahre 2014 bis 2016 fertig gestellt, die erste Wiederholungsauswertung im 3-Jahreszyklus läuft hingegen noch. Die bundesweite Abdeckung umfasst 5,4 Billionen Punkte, die im Feinschliff weiter veredelt werden müssen. Was passiert hier?

Der Feinschliff

Zum Erkennen von Vegetation ist unbedingt das nahe Infrarot erforderlich. Dieses wird im ersten Feinschliff hinzugefügt und danach wird die Punktwolke klassifiziert. Derzeit wird für jeden Punkt alle 20 cm unterschieden, ob er auf lebende Vegetation fällt, ob er

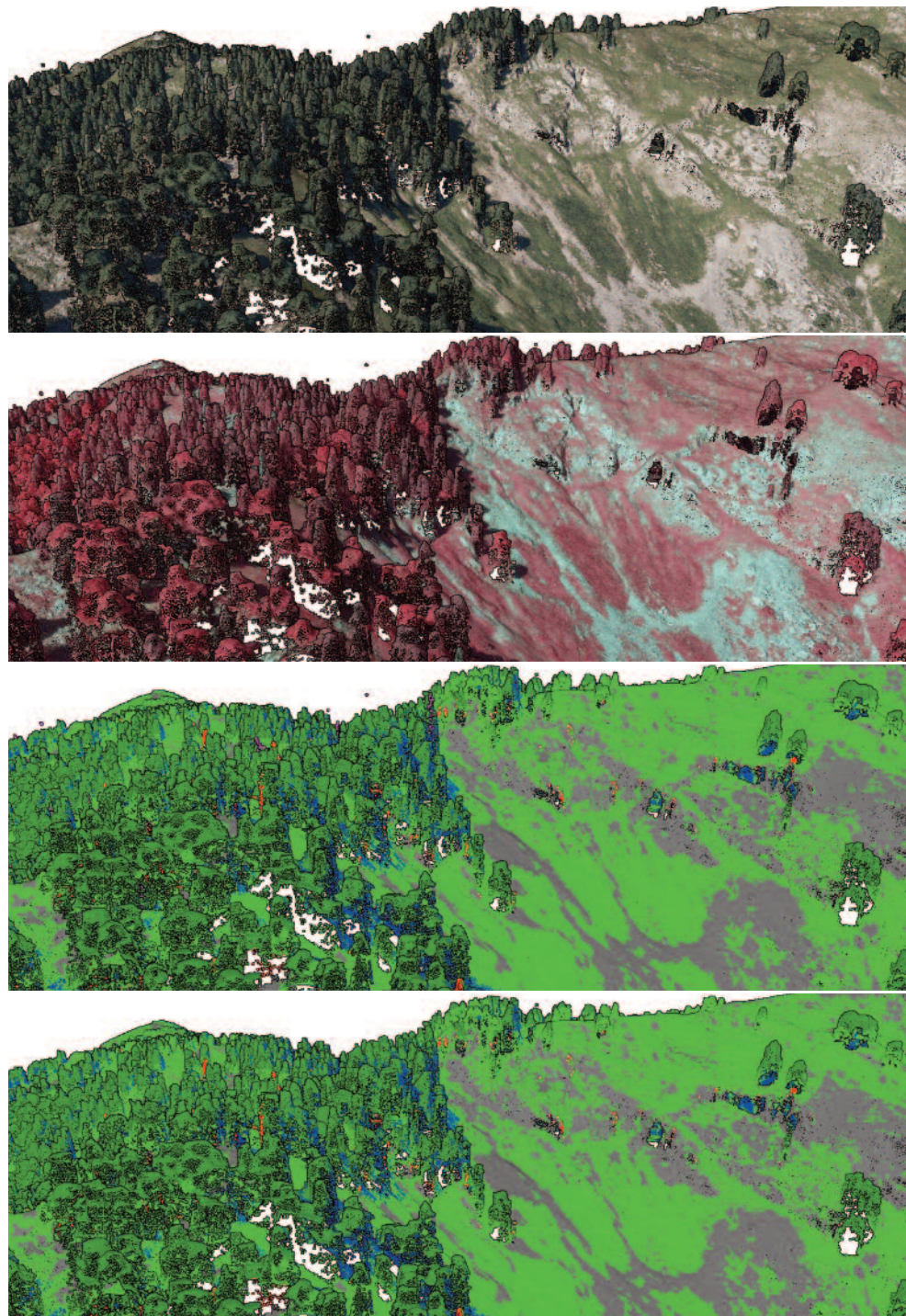
Einige Grundsätze für die Entwicklungen der ÖWI:

- Fernerkundungsmethoden entwickeln sich rasant.
 - » Ausreichend flexible Lösungen
- Die meisten Erhebungsparameter sind mit Fernerkundungsmethoden nicht erfassbar.
 - » Fernerkundung kann Tätigkeiten im Wald nicht ersetzen.
- Qualitätsbeschreibung, z.B. ein Vertrauensintervall, ist unbedingt erforderlich.
 - » Bunte Karten zeichnen ist nicht genug.
- Bei der ÖWI müssen die Methoden für ganz Österreich funktionieren.
 - » Reine Kleingebiets-Lösungen sind für die ÖWI nicht möglich.
- Daten der Fernerkundung müssen zur Verbesserung der statistischen Schätzwerte verwendet werden können.
 - » Mehrfachnutzen der Fernerkundung
- Es werden Daten verwendet, die für die ÖWI ohne Zusatzkosten verfügbar sind.
 - » Keine Zusatzkosten in der Datenbeschaffung

►
Abbildung 1:
Die 3D-Punktwolke roh
mit Echtfarben, Infrarot-
Falschfarben, klassifiziert
und ausreißerbereinigt.

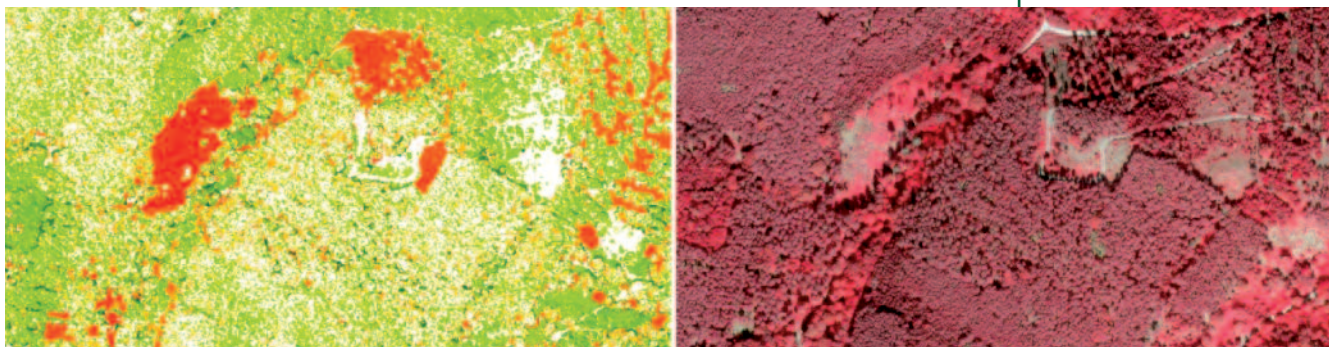
Klassen:

hellgrün: niedrige Vegetation
dunkelgrün: höhere Vegetation
blau: Schatten
grau: keine Vegetation
rot: Totholzverdacht
pink: Ausreißer



im Schatten liegt oder ob Verdacht besteht, dass er zu einem abgestorbenen Baum gehört. Sehr wichtig ist auch ein Filter, mit dem Ausreißer, also fehlerhafte Höhen-Koordinaten, gefunden werden. Denn neben der Seehöhe wird auch für jeden Punkt die Höhe über dem Boden abgespeichert.

Diese Entwicklungen sind schon weit gediehen, die Anwendung für ganz Österreich wird aber noch bis ins Jahr 2020 dauern. Einmal abgeschlossen wird dieser Feinschliff die Grundlage für verschiedenste Schmuckstücke sein können. Verbesserte Schafholz-, Derbholz- und Biomassenberechnungen, Ab-



leitung von Waldstrukturen, die über Stabilität, stehendes Totholz und Schutzwirkung des österreichischen Waldes Aussagen erlauben werden. Längerfristig sind dann Veränderungsanalysen im 3-Jahres-Rhythmus interessant: Aussagen zur Nutzung und Mortalität sowie längerfristig auch zum Zuwachs werden angepeilt.

Die Wächter aus dem All

Das Sentinel(=Wächter)-Programm der europäischen Weltraumbehörde stellt derzeit für die ÖWI die interessanteste Datengrundlage mit hoher zeitlicher Auflösung zur Verfügung. Den Rohdiamanten können wir uns gratis aus dem Internet besorgen, aber auch diese Daten müssen veredelt werden. Bei der Vorprozessierung müssen wir zunächst

Wolken, Wolkenschatten, Dunst und Schnee ausblenden oder maskieren. Das verringert deutlich die gültigen Datenpunkte, wie ein Ausschnitt für die Waldflächen bei Lunz am See zeigt. Daten von waldfreien Flächen wurden zuvor mit dem Waldlayer ausgeschnitten, in der Abbildung ist hier die durchscheinende Luftbildkarte (grün) ersichtlich.

400 Millionen Modelle

Aus der Zeitreihe jedes einzelnen 10 m-Pixels berechnet die Waldinventur ein Vegetationsentwicklungsmodell. Ein solches Modell versucht, zum Beispiel in einem Fichtenwald aus den gültigen Bilddaten (kleine Kreise mit schwarzem Rand) einen durchschnittlichen Verlauf eines Vegetationsindex zu berechnen, der hier durch die starke grüne Linie



Abbildung 2: Veränderungen in drei Jahren: In grün ist das Wachstum (1-3 m) und in rot die (Kalamitäts-) Nutzungen und Durchforstungen nördlich von Langenlois in Niederösterreich zu sehen. Rechts im Vergleich das Infrarot-Orthophoto 2018, auf dem diese Aktivitäten deutlich sichtbar sind.

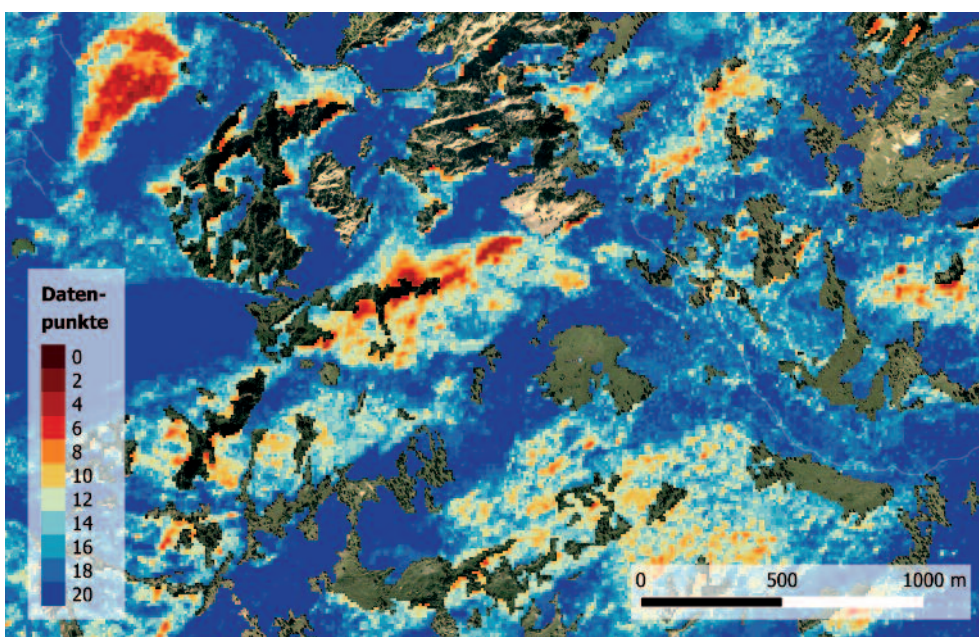
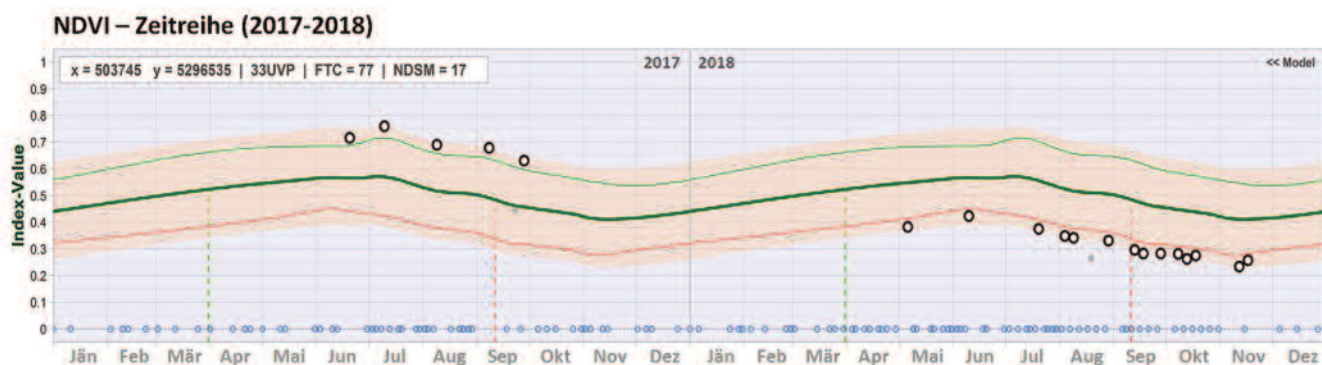


Abbildung 3: Häufigkeit von gültigen Datenpunkten im Waldgebiet südlich von Lunz am See. Vor allem an steilen Nordhängen sind oft zu wenige (2 bis 8 in zwei Jahren) Datenpunkte vorhanden, um sinnvolle Auswertungen machen zu können. Außerhalb dieser Lagen existieren für jedes Pixel zwischen 10 und 40 verwendbare Datenpunkte.



▲
Abbildung 4:
Beispiel für eine Zeitreihe
von einem 10 m-Pixel, in
denen die Vegetations-
indices in den zwei
Jahren 2017 und 2018
stark voneinander ab-
weichen – ein deutlicher
Hinweis auf einen
Schaden im Winter.

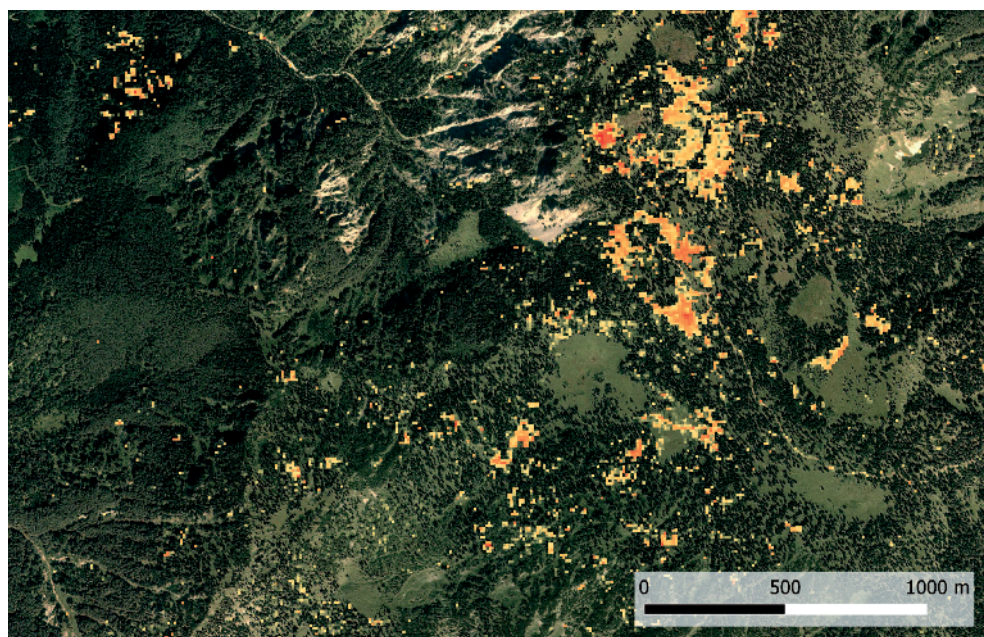
dargestellt ist. Dieser Index zeigt Veränderungen des Chlorophyllgehaltes in der Vegetation besonders deutlich an. Die schwachen rosa und grünen Linien sind das dazugehörige Vertrauensintervall. Im Jahr 2017 waren hier relativ wenige Datenpunkte vorhanden. 2018 sind es deutlich mehr. Insgesamt ist aber der Unterschied im Niveau zwischen den beiden Jahren gut erkennbar. Im Winter muss eine Schädigung erfolgt sein, weil schon die ersten Datenpunkte 2018 bei ca. 0,3 sehr niedrig liegen. Insgesamt werden für ganz Österreich derzeit alle 400 Millionen Pixel ausgewertet, die auf die Waldflächen fallen.

Mit dieser Methode können Nutzungen und Schäden genau lokalisiert werden. Als Beispiel ist wieder das Gebiet südlich von Lunz dargestellt. Alle Pixel,

die ähnlich aussehen wie jenes, für das die Zeitreihe dargestellt ist, werden in der Karte rot dargestellt. Ist die Schädigung nicht ganz so deutlich erkennbar, werden die Pixel gelb eingefärbt. Damit ist die Wahrscheinlichkeit der Aussage erkennbar.

In den meisten Fällen lassen sich rückwirkend die deutlichen Schäden durch einen Schneebruch im Winter 2017/18 zeigen. Die im Bild links oben festgestellten Abweichungen vom Modell sind jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit nicht interpretierbar. Sie fallen auf einen steilen Nordhang, wo auch in zwei Jahren viel zu wenig gültige Datenpunkte vorhanden sind (Abbildung 3). Diese werden daher für die endgültige Auswertung aus der Karte eliminiert.

►
Abbildung 5:
Die Schneebruchschäden
südlich von Lunz können
gut identifiziert werden



Schäden im Winter – ein schwieriges Problem

Veränderungen im Verlauf eines Vegetationsindex können noch relativ leicht und vollautomatisch erkannt werden. Die Zuordnung solcher Abweichungen zu einer Ursache ist ungleich schwieriger. Die Waldinventur arbeitet schon seit einiger Zeit daran, verschiedene Muster von Abweichungen mit der Ursache in Verbindung zu bringen. So wäre es natürlich wünschenswert, normale Nutzungen von Kalamitäten automatisiert trennen zu können. Diese Entwicklungen werden noch einige Zeit in Anspruch nehmen und eine 100%-ige Ursachenzuordnung ist wahrscheinlich nicht möglich.

Im gezeigten Beispiel „Schneebruch südlich von Lunz“ sind keine gültigen Datenpunkte zum Zeitpunkt des Schadensereignisses verfügbar, da er eben bei Schneelage aufgetreten ist. Es gibt derzeit keine Satellitensensoren, die sinnvolle Informationen über die Vegetation unter Schnee liefern können. Hier werden statt der Fernerkundung die „Sachlogik“ und oft auch das lokale Wissen benötigt, um so einen Schaden als Schneebruch klassifizieren zu können. Ähnliches gilt auch für Sturmschäden im Spätherbst und Winter.

Für den Borkenkäfer gibt es oft viel mehr Datenpunkte von den „Wächtern“ aus dem All. Aber auch hier wird die automatische Klassifikation an Grenzen stoßen, weil die Bäume unterschiedlich auf Borkenkäferattacken reagieren. Der Zeitraum, in dem die Bäume sich verfärben und braun werden, ist verschieden lange und das erschwert die automatische Klassifikation. Darüber hinaus werden bei der Aufarbeitung auch lebende Bäume genutzt, die noch keine Verfärbung der Krone gezeigt haben.

Wie aktuell können Auswertungen gemacht werden?

Leider ist derzeit noch kein Verfahren entwickelt, mit dem Kalamitäten vor-

hergesehen werden können. Die gezeigten Auswertungen dienen aber sicherlich dazu, um bei einem Borkenkäferbefall Gebiete mit höherem Risiko von anderen zu unterscheiden. Das BFW wird ab heuer nicht nur für die vergangenen Jahre Informationen anbieten, sondern auch innerhalb eines laufenden Jahres bundesweite Analysen zum Zustand des Waldes bereitstellen. Dabei wird die oben beschriebene Methode zum Einsatz kommen. Klar ist aber auch: Je kürzer die Zeit zwischen Ereignis und Berechnung ist, umso schwieriger können solche Schäden mit ausreichender Sicherheit kartiert werden.

Was wird sich ändern?

Die Hauptauswertung der ÖWI am Ende der sechsjährigen Erhebungsperiode 2016/2021 wird nicht nur ein neues Gesicht im Webauftreten bekommen (www.waldinventur.at). Ab 2021 werden Jahresergebnisse angeboten, die nicht mehr ausschließlich auf den österreichweit 22.000 Stichprobeflächen, die Hälfte davon auf Wald, beruhen. Dank der Kombination mit der Fernerkundung werden die Vertrauensintervalle kleiner werden und daher Auswertungen für kleinere Gebiete möglich sein, wie zum Beispiel für Gemeinden. Darüber hinaus sind in den Sommermonaten vier- bis sechswöchige Updates über den Waldzustand mittels der Satellitendaten ab heuer möglich. Bei konkreten Schadereignissen, die räumlich grob abgegrenzt werden können, bieten wir je nach Verfügbarkeit von wolken- und schneefreien Satellitendaten Auswertungen an. Das BFW bietet schon derzeit Dienste zur Unterstützung von Forsteinrichtungen an, wie zum Beispiel detaillierte Vorratskarten. Diese werden laufend erweitert und qualitativ verbessert.



Dr. Klemens Schadauer,
DI Christoph Bauerhansl,
Stefan Schöttl, Msc.,
Christian Aufreiter, Msc.,
Markus Löw, Msc.,
DIⁱⁿ Alexandra Freudenschuß,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldinventur,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
klemens.schadauer@bfw.gv.at



Wald in Frauenhänden

Internationale Forstfrauenkonferenz 25. bis 27. Mai 2020

**SAVE
THE DATE**

Warum und für wen ist Gender Equality wichtig? Was hindert und was fördert Gender Equality in der Gesellschaft und in Unternehmen? Was entscheidet über Erfolg oder Misserfolg von bestimmten Aktionen? Welche Rolle spielen institutionelle Strukturen, Strukturen in der Ausbildung oder Traditionen?

Bei der Konferenz „Wald in Frauenhänden“ steht die internationale Vernetzung von Frauen in der Forstwirtschaft im Vordergrund. Die Teilnehmenden lernen Initiativen und Best Practice-Beispiele zur Förderung von Frauen in der Forstwirtschaft aus den unterschiedlichen Ländern kennen und können Verbindungen zwischen Forstfrauen-Netzwerken herstellen und vertiefen. Außerdem sollen Frauen und ihre Leistungen in der Forstwirtschaft sichtbar gemacht werden.

» Anmeldung ist ab Oktober 2019 unter www.forstfrauen.at möglich

