

Österreichische Waldinventur – Der Wald rund um die Nutzungen

Inhalt

ELMAR HAUK
Mehr Licht im Wald – planmäßige
und ungeplante Holzentnahmen3

RICHARD BÜCHSENMEISTER,
THOMAS GSCHWANTNER
Groß- und Kleinwald gleichen sich
bei Nutzungsgewohnheiten an.....10

ELMAR HAUK
Auf insgesamt 56.000 Hektar
sind Kahlhiebe größer als
ein halber Hektar16

GEORG KINDERMANN
Die Herleitung von jährlichen
Zuwächsen der Bäume der
Österreichischen Waldinventur20

ELMAR HAUK, FRANK PERZL
Freiflächen in Österreichs Wald –
Viehweiden und Gefahrenquellen? ..24

ELMAR HAUK
Die starke innere und äußere
Fragmentierung des
österreichischen Waldes.....32

GERHARD NIESE
Wie lange bleiben Baumstöcke dem
Ökosystem Wald erhalten?21



Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) führt vielfältige Erhebungen durch, die bei weitem nicht alle im Rahmen einer Hauptauswertung präsentiert werden können. Spezielle Kombinationen der rund 180 erfassten Merkmale und längere Zeitreihen erlauben neue Auswertungen, wie sie in der vorliegenden BFW-Praxisinformation zusammengestellt sind. Das Generalthema dieses Heftes ist die Entwicklung des Waldes von Altbeständen über kurzfristig bloß liegende Flächen bis hin zur nächsten Generation, also die Zeit rund um den Bestandesabtrieb.

Durch geplante Nutzungen sowie durch Katastrophenereignisse entstehen Freiflächen im Wald, die aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden können. Einerseits wird viel Licht auf den Waldboden gebracht und damit werden die Entstehung und das Wachstum der nächsten Baumgeneration angekurbelt. Andererseits können von ihnen im Schutzwald Gefahren ausgehen, wenn der schützende Bestand kurzfristig entfernt und die Schutzwirkung der Naturverjüngung noch nicht ausreichend ist.

Diese Waldflächen werden in vielen Details hinsichtlich ihrer Entstehung, Verteilung und ihrer Größen analysiert. So wird erstmals versucht, die Kahlhiebe nach Größenklassen zu differenzieren. Demnach ist rund die Hälfte der Kahlhiebsfläche kleiner als 0,5 ha – also freie Fällungen im Sinne des Forstgesetzes. Der Rest ist größer als ein halber Hektar.

Die ÖWI geht auch der Frage nach, ob und wie sich das Nutzungsverhalten der Waldbesitzer verändert hat. Die deutliche Zunahme im Laufe des letzten Jahrzehnts geht ausschließlich auf das Konto des Kleinwaldes, soweit es sich um geplante Nutzungen handelt. Der Vergleich der letzten beiden ÖWI-Erhebungen zeigt, dass die geplanten Nutzungen im Kleinwald um 50% zugenommen haben, während im Großwald in den beiden Perioden ohne das Katastrophenholz exakt die gleiche Menge geschlägert wurde.

Letztlich verbleibt nach jeder Nutzung, sei sie geplant oder zufällig, eine bestimmte Menge an Totholz hauptsächlich in Form von Stöcken. Hier untersucht die ÖWI erstmals, wie lange diese Stöcke im Wald verbleiben und ihrer Funktion als Lebensraum für zahllose Totholzbewohner gerecht werden können. Die Ergebnisse liefern auch Hinweise zu den Abbauraten vom sonstigen liegenden Totholz, welche bislang völlig unbekannt waren. Der Reigen der Artikel wird durch eine methodische Arbeit über die Ableitung von Jahreszuwächsen aus den periodischen Messungen der ÖWI ergänzt. Diese werden vor allem für die Erklärung der Wirkungen der Witterung auf den Zuwachs benötigt.

Jeder Generationswechsel, auch der im Wald, ist immer eine besondere Herausforderung. Wir hoffen, dass diese nun aufbereiteten Daten der ÖWI Ihren Blick auf diese entscheidende Phase der Waldentwicklung schärfen können, und wünschen viel Vergnügen beim Lesen.

Dipl.-Ing. Dr. Peter Mayer
Leiter des BFW

Dr. Klemens Schadauer
Leiter des Institutes für Waldinventur

Impressum

ISSN 1815-3895

© August 2013

Nachdruck nur nach voriger schriftlicher
Zustimmung seitens des Herausgebers
gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt
verantwortlich:

Peter Mayer

Bundesforschungs- und Ausbildungs-
zentrum für Wald, Naturgefahren und
Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8,

1131 Wien, Österreich

Tel.: +43 1 87838 0

Fax: +43 1 87838 1250

<http://bfw.ac.at>

Redaktion: Christian Lackner,

Klemens Schadauer

Layout und Umschlag: Johanna Kohl

externe Fotos:

Karl-Heinz Liebisch_pixelio [26]

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +43 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

ELMAR HAUKE

Mehr Licht im Wald – planmäßige und ungeplante Holzentnahmen

Licht spielt für den Lebensraum Wald eine zentrale Rolle und bestimmt wesentlich Baumartenmischung und Bestandesentwicklung. Seit der Erhebungsperiode 1981/85 der Österreichischen Waldinventur erhöhte sich der Anteil der Freiflächen, dichte Bestände wurden lichter. Durch das größere Lichtangebot am Waldboden stieg der Anteil von Beständen mit deutlich ausgeprägter Unterschicht.

Seit Beginn der Erhebungen der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) auf permanenten Trakten (1981/85) nahm die Fläche der kleinen temporären Freiflächen (Bestandeslücken) unter 500 m² zu. Die großen Freiflächen (Blößen) verloren bis 2000/02 leicht, dann erfolgte ein plötzlicher Anstieg - vermutlich als Folge der starken Windwürfe. Auch der Anteil lockerer Bestände verdoppelte sich nahezu seit Beginn der achtziger Jahre. Auffallend ist: Dichte Jungwüchse

nehmen deutlich ab, lockere mehrschichtige Bestände zu. Auch die Holzentnahmen stiegen seit 2000/02 stark an, und hier besonders die ungeplanten Nutzungen.

Forstliche Nutzungen, Naturkatastrophen oder einfach der Zusammenbruch von Bäumen beim Erreichen ihres biologischen Lebensalters lockern dichte Bestände auf. Das erhöhte Lichtangebot am Waldboden kurbelt in der Folge die Biomasseproduktion an. Krautige Bodenvegetation, Gräser und Holzgewächse besiedeln die helleren Lebensräume, ein neuer Entwicklungszyklus des Waldes wird in Gang gesetzt.

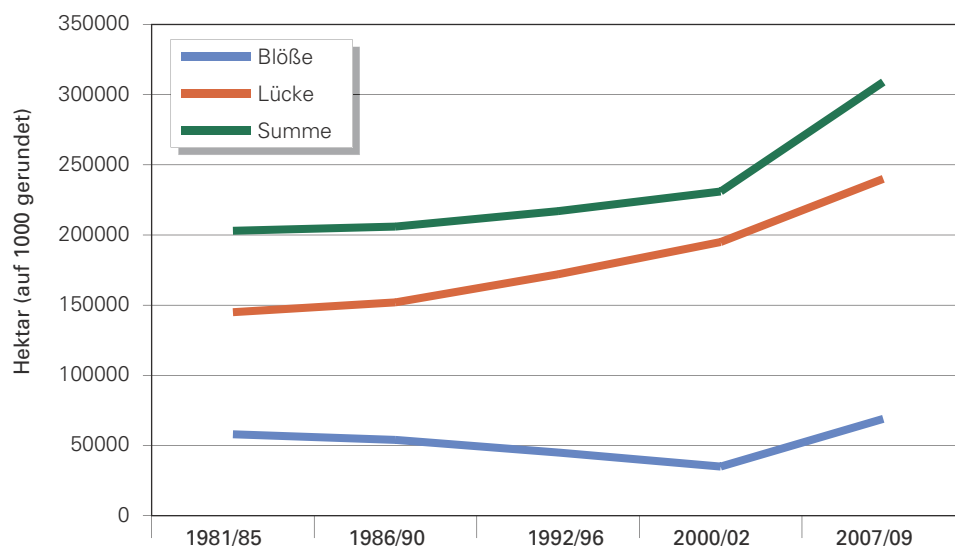
Unterschieden werden große Freiflächen, die ziemlich unbeeinflusst von ihren Nachbarbeständen sind und kleinere, die als Teil des umgebenden Waldbestandes betrachtet werden können. Die ÖWI differenziert zwischen Blößen (≥500 m²) und Bestandeslücken (<500 m²).

Definition:
Blößen ≥500m²,
Bestandeslücken
<500m²



◀
Viele Blößen entstanden durch Windwurfkatastrophen seit 2007

► **Abbildung 1:**
Entwicklung der Blößen-
und Lückenfläche seit
1981/85



Unter natürlichen, ungestörten Bedingungen würden die meisten Freiflächen in den Mischwäldern Mitteleuropas in die zweite Kategorie fallen, was Untersuchungen in slowakischen Urwäldern belegen, wo 85% aller Freiflächen vom Ausfall von einem bis drei Bäumen herrührten (Dröbner, L. Von Lüpke, B., 2005). Da aber auch ein Naturwald von großflächigen Katastrophen wie Windwürfen auf die Dauer nicht gänzlich verschont bleibt, kommt wahrscheinlich das Nebeneinander von groß- und kleinflächigen Störungen der natürlichen Situation am Nächsten.

2000/02 nahmen die kleineren Freiflächen (Lücken) kontinuierlich zu, die Blößen gingen zurück. Dieses Bild änderte sich jedoch zwischen den Inventurperioden 2000/02 und 2007/09 (Abbildung 1).

Während die kleineren Freiflächen auch weiterhin kontinuierlich anstiegen, erhöhte sich die Fläche der Blößen zwischen 2000/02 und 2007/09 stark und übertraf erstmals seit Bestehen des permanenten Inventur-Probeflächen-netzes die Werte der Achtzigerjahre - nicht zuletzt infolge der Sturmereignisse Kyrill (2007), Paula und Emma (2008).

Mehr Lücken und Blößen

Schon in früheren Erhebungsperioden wurden temporär unbestockte Waldflächen nach ihrer Größe in Lücken und Blößen eingeteilt. Zwischen den Erhebungsperioden 1981/85 und

Lockere Bestände

Gemäß den ÖWI-Erhebungsrichtlinien werden seit 1981/85 die Schlussgrade licht, locker, geschlossen und dicht unterschieden. Licht bedeutet, dass zwischen benachbarten Baumkronen

► **Tabelle 1:** Entwicklung
der Bestandesdichte seit
1981/85 (ÖWI)

Schlussgrad	1981/85 (in %)	1986/90 (in %)	1992/96 (in %)	2000/02 (in %)	2007/09 (in %)
licht	2,3	1,2	1,7	3,6	5,8
locker	12,9	11,5	14,7	18,7	23,6
geschlossen	58,0	58,7	56,7	53,4	52,1
dicht	26,8	28,6	26,9	24,3	18,5
gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

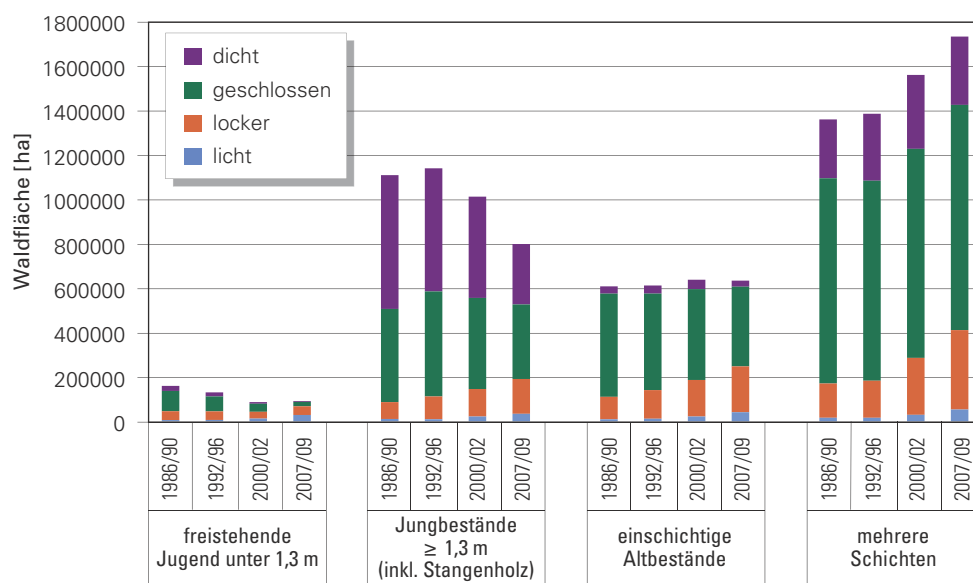


Abbildung 2:
Periodenvergleich ÖWI
1986/90 bis 2007/09:
Entwicklung der
Bestandesdichte in
Jungbeständen,
Altbeständen und
Beständen mit Jugend
unter Baumholz im
Ertragswald

Platz für eine zusätzliche Krone frei ist. Unter locker wird verstanden, dass zwar Licht zum Waldboden gelangt, eine zusätzliche ganze Krone aber zwischen den anderen Bestandesgliedern nicht Platz hätte. In geschlossenen Beständen berühren einander die Kronen, und in dichten Wäldern greifen die Kronen ineinander.

Aus dem Periodenvergleich der Waldinventurdaten erkennt man, dass analog zur Zunahme der Bestandeslücken (Abbildung 1) auch einheitliche Bestände lockerer geworden sind. War bis 2000/02 noch rund ein Viertel der Wälder dicht bestockt, verringerte sich der Wert 2007/09 auf 18%. Auch die Anteile geschlossener Bestände wurden besonders seit 1992/96 ständig kleiner, während sich der Anteil lockerer Bestände seit 1981/85 beinahe verdoppelte (Tabelle 1).

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Bestandesdichte seit der Erhebungsperiode 1986/90 im Ertragswald für

- freistehende Jungbestände <1,3 m,
- Jungbestände (einschließlich Stangenholz) ≥ 1,3 m,
- einschichtige Altbestände und
- Bestände, in denen mindestens zwei deutlich ausgeprägte Schichten gemeinsam vorkommen.

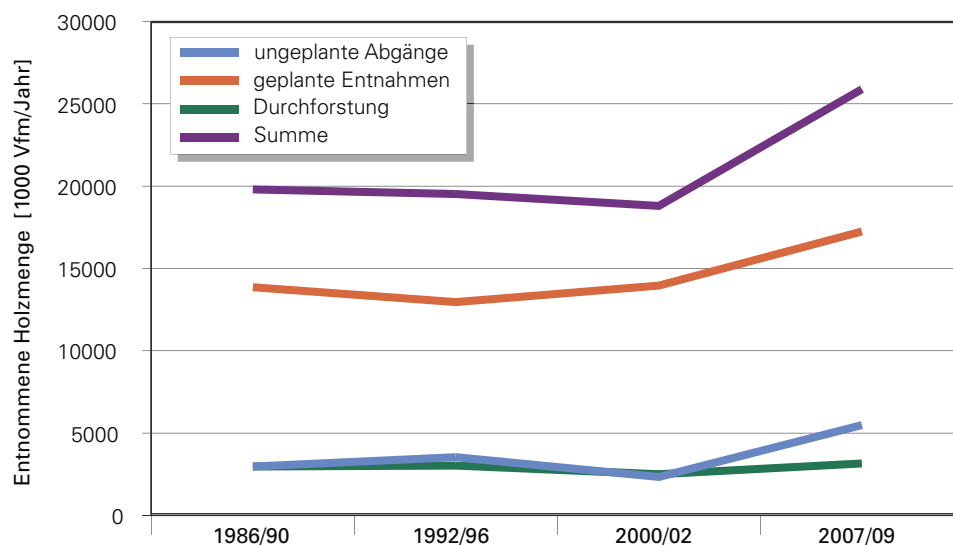
Österreichs Wälder werden mehrschichtig

Im Ertragswald hat der Anteil von Wäldern mit mindestens zwei deutlich unterschiedlichen Bestandesschichten in allen Höhenlagen zugenommen. Ihre Fläche stieg zwischen 1986/90 und 2007/09 von 1.363.000 ha auf 1.736.000 ha um 27% an, wobei den größten Anteil an dieser Zunahme lockere Bestände ausmachen. Demgegenüber gingen einschichtige Jungbestände und Dickungen um ca. 30% von 1.271.000 ha in der Periode 1986/90 auf 891.000 ha (2007/09) zurück, wobei der Anteil dichter Bestände deutlich abnahm. Dabei nahm die Fläche freistehender Jugenden unter 1,3 m Höhe von 160.000 ha um 43% ab. Diese Entwicklung betrifft alle untersuchten Höhenlagen. Die Fläche einschichtiger Baumhölzer hat sich seit 1986/90 wenig verändert, der Anteil lockerer und lichter Bestände nahm auf Kosten geschlossener Bestände kontinuierlich zu (Abbildung 2).

Starker Anstieg der entnommenen Holzmenge

Die ÖWI gibt die durchschnittliche, jährlich entnommene Holzmenge als Vorrat aller seit der Vorperiode nicht mehr stehender Bäume in Vfm an, es handelt sich

►
Abbildung 3:
Periodenvergleich ÖWI
1986/90 bis 2007/09 der
entnommenen Holz-
menge nach
Nutzungsarten
[in 1000 Vfm/Jahr]



planmäßige Entnahme = Kahlhieb, Kleinflächennutzung, Entrümpelung, Verjüngungshieb und Räumung von Überhältern

ungeplante Abgänge = natürliche Abgänge und ungeplante Nutzungen

also streng genommen um einen Vorratsabgang und nicht um eine Nutzung, die üblicherweise in Efm angegeben wird. Dieser Vorratsabgang setzt sich aus Holzentnahmen und natürlichen Ausfällen zusammen.

Zeigte die gesamte entnommene Holzmenge seit 1986/90 eine leicht fallende Tendenz, erfolgte 2000/02 eine Trendwende. Die ÖWI-Ergebnisse 2007/09 weisen im Vergleich zur Periode 2000/02 einen starken Anstieg der jährlich aus dem Wald entnommenen Holzmenge um 34% von 17,5 auf fast 23,5 Millionen Vfm aus. Dazu kommt noch der natürliche Holzabgang (z.B. durch Absterben), der sich für diese Zeitspanne von 1,3 auf 2,3 Mio. Vfm/Jahr erhöhte (Steigerung um 76% seit 2000/02).

Die aus dem Wald entnommenen Holzmengen werden in der Folge nach geplanten Entnahmen aus (End-)Nutzungen, ungeplanten Abgängen und Durchforstungen gegliedert, wobei unter dem Begriff „planmäßige Entnahme“ Kahlhieb, Kleinflächennutzung, Entrümpelung, Verjüngungshieb und Räumung von Überhältern, unter „ungeplante Abgänge“ natürliche Abgänge und ungeplante Nutzungen zusammengefasst wurden.

Natürliche Abgänge wurden zusätzlich gesondert ausgewiesen. Die Unterscheidung von geplanten Nutzungen und ungeplanten Entnahmen stellte sich oft als problematisch heraus, da im Zuge großer ungeplanter Aufarbeitungen von Windwurfholz häufig auch angrenzende ungeschädigte Bestandesteile mitgenutzt wurden.

Zwischen 2000/02 und 2000/07 stiegen sowohl die planmäßigen als auch die ungeplanten Holzabgänge (Abbildung 3). Die geplanten jährlichen Entnahmen erhöhten sich seit der Erhebungsperiode 1992/96 stetig von 13 Mio. auf 17 Mio. Vfm/Jahr. Der außerplanmäßige jährliche Holzanfall legte seit der Erhebungsperiode 2000/02 auf mehr als das Doppelte zu und lag 2007/09 bei 5,5 Mio. Vfm/Jahr. Die bei Durchforstungen entnommenen Holzmengen erhöhten sich seit der Periode 2000/02 leicht und lagen 2007/09 mit 3,2 Mio. Vfm/Jahr ungefähr beim Wert von 1992/96.

Entnommene Baumarten

Tabelle 2 zeigt die aus dem Waldbestand ausgeschiedenen Holzvorräte nach Baumarten und Art des Ausscheidens. Demnach entfallen 69% des gesamten

ausgeschiedenen Holzes auf Fichte, Kiefer hat einen Anteil von 6%, Lärche und Tanne jeweils 4%. 16% des Holzes stammen von Laubbaumarten, davon fast die Hälfte von Buche.

67% des entnommenen Volumens wurden planmäßig endgenutzt. Die Laubbaumarten wurden weniger intensiv bewirtschaftet und nur zu etwas mehr als der Hälfte endgenutzt, die andere Hälfte wurde entweder im Zuge der Bestandespflege entfernt oder schied infolge natürlichen Zusammenbruchs aus.

Bei Fichte und Kiefer stammten 13% des gesamten Holzanfalls aus Durchforstungen. Darüber hinaus musste ein Fünftel des genutzten Fichtenholzes außerplanmäßig entnommen werden (Zufallsnutzungen 13%, natürliches Ausschneiden 8%). Bei der Tanne betrugen zum Vergleich Zufallsnutzung 9% und natürlicher Abgang 11%, was auf das vermehrte Absterben alter starker Tannen hinweist.

Bei Buche war der Holzanfall aus Pflegemaßnahmen gering: Ein Viertel der entnommenen Masse stammte allerdings aus ungeplanten Abgängen, davon die Hälfte aus natürlichen Ausfällen (Tabelle 2).

Ein etwas anderes Bild ergibt sich aus der Gegenüberstellung der ausgeschie-



denen Stammzahlen (Tabelle 3). Erwartungsgemäß überwiegen die planmäßigen Endnutzungen mit 48%. 27% der ausgefallenen Stämme kamen aus Durchforstungen, der Anteil außerplanmäßig entnommener oder natürlich ausgefallener Stämme beträgt 24%. Fichte weist (neben dem Weichlaubholz) den kleinsten Anteil an endgenutzten Stämmen und den größten an Durchforstungsstämmen auf. Nur 22% der ausgefallenen Fichten mussten außerplanmäßig entnommen werden, nicht einmal die Hälfte der außerplanmäßigen Abgänge erfolgte durch natürlichen Zusammenbruch. Ganz anders das Bild bei der Tanne, die einen

▲ Kleinflächennutzung

Rund die Hälfte planmäßige Endnutzungen

▼
Tabelle 2: Holzentnahmen [in 1000 Vfm/Jahr, BHD > 104 mm] nach Baumarten und Nutzungsarten (ÖWI 2007/09) inklusive Strauchflächen

BHD >104mm	geplant [1000Vfm]	%	Durchforstung [1000Vfm]	%	ungeplant [1000Vfm]	%	Summe [1000Vfm]	%	Natürlicher Abgang [1000Vfm]	%
Fichte	11709	66	2318	13	3757	21	17784	100	1347	8
Tanne	742	72	75	7	208	20	1025	100	108	11
Lärche	754	72	94	9	197	19	1045	100	85	8
Kiefer	1213	75	204	13	207	13	1624	100	122	8
sonst. Nadelholz	126	67	34	18	27	14	187	100	20	11
Buche	1218	70	92	5	442	25	1752	100	213	12
Eiche	411	73	59	10	95	17	565	100	64	11
Hartlaub	544	62	113	13	226	26	883	100	162	18
Weichlaub	538	52	169	16	325	31	1032	100	255	25
Summe	17255	67	3158	12	5484	21	25897	100	2376	9

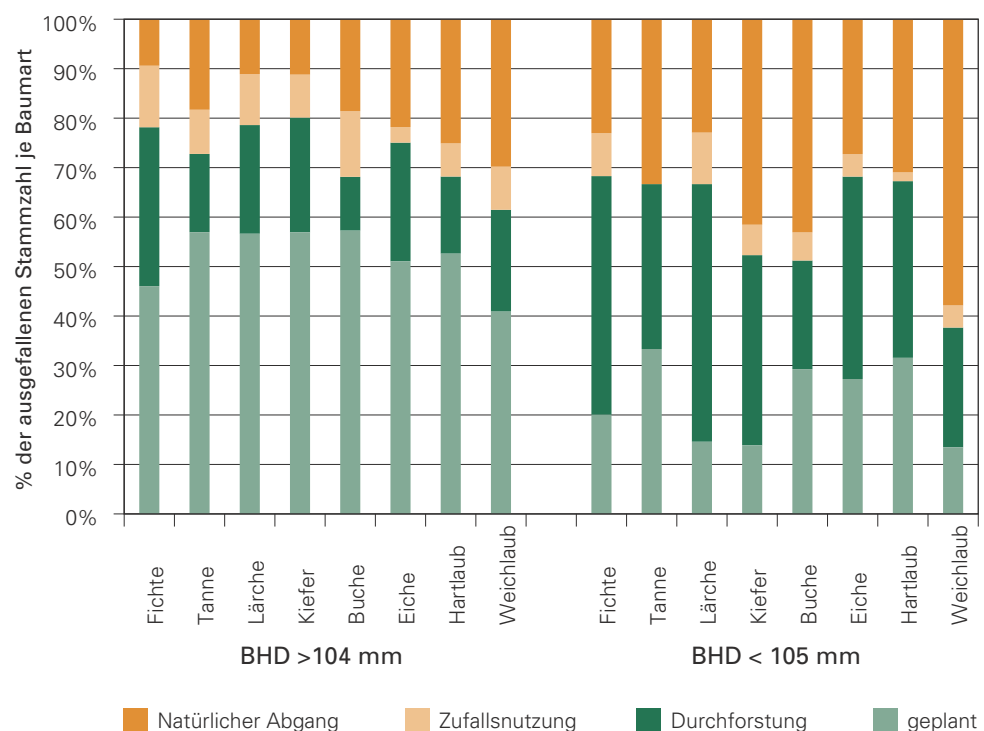
BHD >104mm	geplant	%	Durch- forstung	%	ungeplant	%	Summe	%	Natürlicher Abgang	%
Fichte	14107	46	9841	32	6691	22	30638	100	2879	9
Tanne	623	57	173	16	298	27	1094	100	200	18
Lärche	679	57	264	22	257	21	1200	100	133	11
Kiefer	1994	57	813	23	697	20	3504	100	392	11
sonst. Nadelholz	278	57	157	32	56	11	491	100	33	7
Buche	1787	57	339	11	994	32	3120	100	580	19
Eiche	707	51	333	24	346	25	1386	100	302	22
Hartlaub	1643	53	487	16	993	32	3123	100	784	25
Weichlaub	1581	41	796	21	1489	39	3866	100	1152	30
Summe	23399	48	13202	27	11821	24	48422	100	6455	13

▲
Tabelle 3:
Stammzahl-Abgänge
[in 1000/Jahr,
BHD >104 mm]
nach Baumarten und
Nutzungsarten
(ÖWI 2007/09)

doppelt so hohen Prozentsatz an natürlich ausgefallenen Stämmen aufweist wie die Fichte. Die Buche wird nur sehr selten durchforstet, ansonsten ähnelt die Verteilung der Ausfallsgründe jener der Tanne.

Abbildung 4 stellt die Gründe für das Ausscheiden stärkerer und schwächerer Bäume gegenüber. Tanne, Kiefer, Buche und Weichlaubhölzer weisen überdurchschnittlich große Anteile an natürlich

ausgeschiedenen dünnen Stämmen von 50-104 mm BHD auf. Der Abgang dünner Buchen erfolgt fast zur Hälfte außerplanmäßig. Dünne Hartlaubhölzer und Tannen werden im Rahmen von geplanten Nutzungen oft mitgefällt, was gerade der schattenertragenden Tanne die Gelegenheit nimmt, das Wegfallen der Konkurrenz der schnellwachsenden lichtliebenden Baumarten zum Aufbau eines eigenen Wuchsvorsprungs auszu-



►
Abbildung 4:
Stammzahl-Abgänge nach
Baumarten, 2 BHD-Stufen
und Nutzungsarten
(ÖWI2007/09) mit
Strauchflächen

nutzen. Betrachtet man die höheren Durchmesserklassen, fällt der relativ hohe Anteil von natürlich ausgefallenen Tannen und Laubhölzern auf.

Die Fichte zeigt mit ihrem hohen Anteil an Durchforstungsstämmen in beiden BHD-Klassen das typische Bild einer intensiv bewirtschafteten Baumart. Überdurchschnittlich große außerplanmäßige Entnahmen sind nicht festzustellen. Im Vergleich mit Buche sieht man ungefähr gleiche Anteile von Zufallsnutzungsstämmen, der Anteil an natürlich ausgefallenen Buchen ist aber weit höher als bei Fichte.

Die Kiefer präsentiert sich bei den dickeren Stämmen unauffällig, bei den dünneren ist jedoch, wie bereits erwähnt, ein hoher Anteil an natürlichen Abgängen zu beobachten, möglicherweise eine Folge überdichter Kiefernjugwüchse.

Buche ist genauso windwurfgefährdet wie Fichte

Seit der Einrichtung permanenter ÖWI-Probeflächen in der Erhebungsperiode 1981-85 ist sowohl eine Erhöhung des Freiflächenanteils als auch eine Auflichtung dichter Bestände zu beobachten. Durch das erhöhte Lichtangebot am Waldboden stieg der Anteil von Beständen mit deutlich ausgeprägter Unterschicht. Das aus dem Wald entnommene Holzvolumen stieg laut den ÖWI-Ergebnissen 2007/09 im Vergleich zur Vorperiode 2000/02 um 34% an, natürliche Abgänge erhöhten sich um 74%.

Vier Fünftel der ausgeschiedenen Holzmasse wurden im Zuge geplanter Nutzungen und Durchforstungen entnommen, 20% waren ungeplante Entnahmen, etwas weniger als die Hälfte davon natürliche Abgänge. Von natürlichen Abgängen waren überdurchschnittlich stark Laubhölzer betroffen. Obwohl der Hauptgrund für das Ansteigen der Freiflächen eine Folge der Windwurfereignisse ist, liegt der Anteil ungeplant entnommener Fichten sogar



etwas unter dem Baumartendurchschnitt. Buchen sind mindestens genauso stark gefährdet wie Fichten, der Anteil an natürlichem Ausfall ist bei der Buche allerdings wesentlich höher, besonders viele dünne Buchen verschwinden aus natürlichen Gründen.

Dünne Kiefern zeigen eine hohe natürliche Ausfallsrate bei niedrigen Stammdurchmessern, wahrscheinlich bedingt durch extremen Dichtstand in der Jugend. Die Tanne hat von allen Nadelbaumarten die höchste natürliche Ausfallsquote bei dicken Stämmen, was langfristig die schleichende Gefahr des Verlustes von Samenbäumen befürchten lässt.



Vom Wind geworfene Buchen

Literatur beim Verfasser

Dipl.-Ing. Elmar Hauk,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldinventur,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
E-Mail: elmar.hauk@bfw.gv.at

Groß- und Kleinwald gleichen sich bei Nutzungsgewohnheiten an

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) erhebt wie viel Holz im Wald steht, wie viel davon entnommen wird und welchen Einfluss die Nutzungseingriffe auf das Wachstum des Waldes haben. Aus rund 50 Jahre intensiver Waldbeobachtung durch die ÖWI lassen sich Gewohnheiten der Holznutzung herauslesen.

Infolge des hohen Holzbedarfs in der Nachkriegszeit befürchtete man damals, dass zu viel Holz aus dem Wald entnommen werde. Bereits nach der ersten ÖWI in den Jahren von 1961 bis 1970 konnte Entwarnung gegeben werden: Durchschnittlich wurden jährlich rund 12 Mio. Vfm entnommen, der verbleibende Bestand legte jedoch jährlich 18 Mio. Vfm an Zuwachs zu. In den darauffolgenden zehn Jahren nahm der Holzvorrat weiter zu und der Zuwachs lag wieder deutlich über der Nutzung.

Einblick in das Nutzungsverhalten der letzten drei Jahrzehnte

Ab 1981 wurde die ÖWI auf ein permanentes Erhebungssystem umgestellt, damit konnten die Entwicklungen im österreichischen Wald noch besser erfasst werden. Auch der „Vorratsabgang“ konnte genauer berechnet werden. Dieser wurde begrifflich etwas weiter gefasst und beinhaltet seither waldbaulich geplante und zufällige bzw. ungeplante Holznutzungen sowie den natürlichen Abgang, der sich aus umgefallenen dünnen und dürr gewordenen Bäumen zusammensetzt.

Reguläre Vor- und Endnutzungen werden als „geplante Nutzungen“ bezeichnet – im Gegensatz zur ungeplanten

Nutzung („Zufallsnutzung“), die durch Kalamitäten wie Windwurf und -bruch, Schneebruch und -druck, Insektenbefall oder Feuer erzwungen wurde. Aus der Zeitreihe der fünf ÖWI-Erhebungen am permanenten Erhebungssystem lassen sich Nutzungsgewohnheiten über rund drei Jahrzehnte herauslesen.

Wo fanden die Nutzungen statt?

Die Nutzungen fanden in jenem Teil des Waldes statt, der forstlich bewirtschaftet wird bzw. bewirtschaftet werden kann. Diese „Ertragswaldfläche“ beträgt 3,4 Mio. ha und hat sich in den letzten 30 Jahren mit rund 30.000 ha Zunahme fast nicht verändert, während die Gesamtwaldfläche im selben Zeitraum um über 120.000 ha zulegte.

Unterscheidet man nach der Waldbesitzgröße (Eigentumsart) und fasst Besitzungen über 200 ha einschließlich der Österreichischen Bundesforste AG zum „Großwald“ und Besitzungen bis 200 ha zum „Kleinwald“ zusammen, so zeigt sich eine gegenläufige Entwicklung der Ertragswaldfläche für diese Eigentumsarten. Im Kleinwald ist diese Fläche um 50.000 ha größer geworden, während sie im Großwald im selben Zeitraum von 1981 bis 2009 um 20.000 ha abgenommen hat.

Größe der Nutzungsfläche

Der Anteil an der Ertragswaldfläche, auf der jährlich geplante Nutzungen stattfanden, nahm bis zur Jahrtausendwende generell ab und war im Großwald immer etwas geringer als im Kleinwald, in dem er im letzten Jahrzehnt wieder anstieg (Abbildung 1).

Veränderung der Ertragswaldfläche zwischen 1981 und 2009:

im Kleinwald
+ 50.000 ha

im Großwald
- 20.000 ha

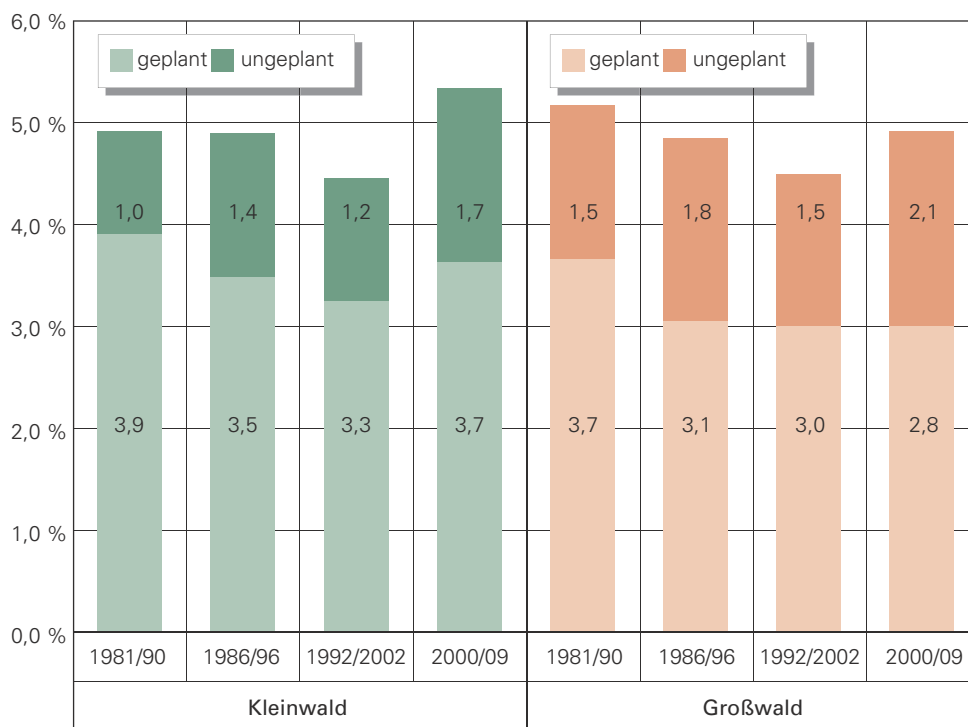


Abbildung 1:
Anteil an der
Ertragswaldfläche, auf der
geplant und ungeplant
genutzt wurde (in % nach
Besitzgröße)

Die Flächenanteile mit ungeplanten Nutzungen und natürlichen Abgängen sind dagegen im Großwald seit 1981 immer höher als im Kleinwald (Abbildung 1).

Unterschiedliche Vorratsentwicklung nach Besitzgröße

Seit 1981 bis heute erhöhte sich auf der Ertragswaldfläche von 3,4 Mio. ha der Vorrat um insgesamt 20% von 937 auf 1.134 Mio. Vfm. Im Großwald nahm der Gesamtbestand um 7 Mio. Vfm in diesem Zeitraum zu. Dies ergab sich folgendermaßen: Zunächst nahm er um 7 Mio. Vfm in den 90er Jahren ab, darauf folgte ein deutlicher Anstieg um 18 Mio. Vfm bis zur Jahrtausendwende und eine neuerliche etwas geringere Abnahme um 4 Mio. Vfm. Im Kleinwald vergrößerte sich der Gesamtbestand im selben Zeitraum um 190 Mio. Vfm kontinuierlich.

Während der Gesamtbestand im Großwald entsprechend der kleineren Waldfläche absolut immer kleiner ist als im Kleinwald, liegt der Vorrat pro Hektar Ertragswaldfläche bis Ende der 90er Jahre über dem des Kleinwaldes. Der re-

lativ stabile Hektarwert im Großwald spiegelt eine kontrollierte Bewirtschaftung mit auf Kontinuität ausgerichteter stabiler Vorratshaltung wider.

Im Kleinwald lag der Vorrat pro Hektar ab der Jahrtausendwende über dem des Großwaldes. Die Ursache für diesen großen Unterschied in der Entwicklung liegt in der extensiveren Bewirtschaftung und, wie noch gezeigt wird, in der über längere Zeit geringen und sogar rückläufigen Holznutzung im Kleinwald.

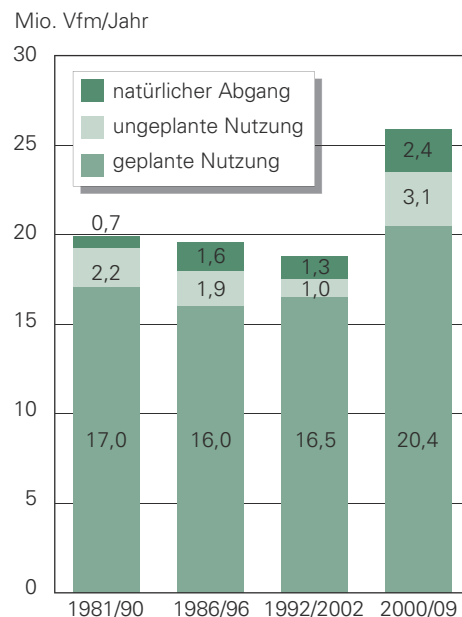
Änderung der Nutzungsgewohnheiten im Laufe der Zeit

Während auf Katastrophen meist kurzfristig mit baldiger Schadholzaufarbeitung reagiert wird, sind reguläre Nutzungseingriffe waldbaulich planbar und lassen damit Rückschlüsse auf das Nutzungsverhalten über die Zeit zu. Auch die beobachtbaren natürlichen Abgänge sind als Indikator für Nutzungsgewohnheiten zu sehen. Sowohl der Verzicht auf regelmäßige Vornutzung im schwachen Durchmesserbereich als auch das gezielte Belassen von sogenannten

Großwald:
stabile Vorratshaltung

Kleinwald:
beginnende Nutzungs-
intensivierung

►
Abbildung 2:
Entwicklung der
Nutzungsmenge



Specht-Bäumen macht sich in einem Anstieg zusammengebrochener Dürrlinge bemerkbar.

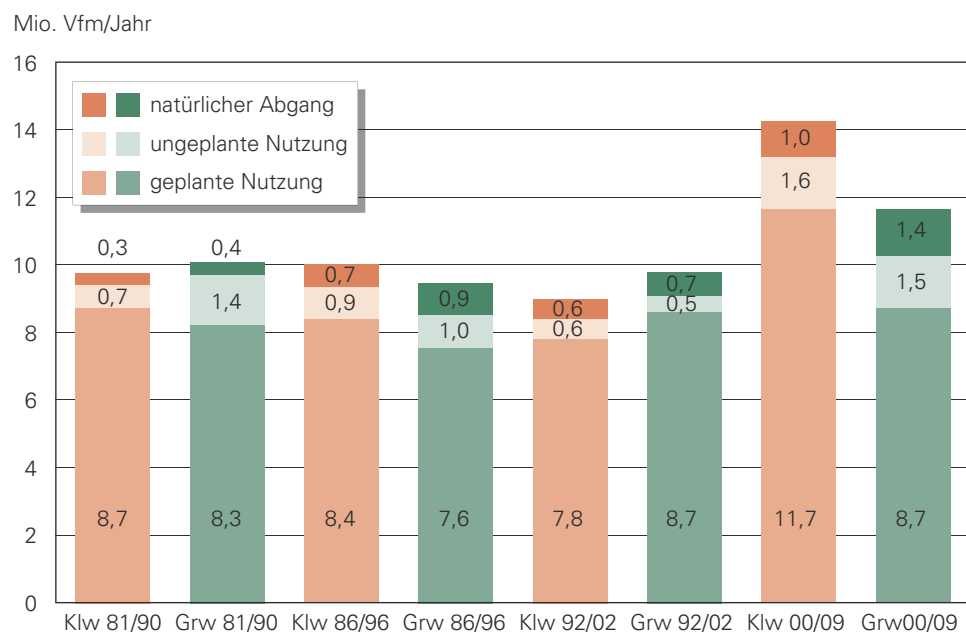
Die gesamte jährliche Nutzung zeigt generell ab Mitte der 90er-Jahre eine rückläufige Tendenz bis zur Jahrtausendwende und dann eine sehr deutliche Intensivierung. Die jährliche Nutzungsmenge hat von stagnierenden 19 Mio. Vfm pro Jahr in den 80er und 90er Jahren um über ein Drittel auf fast 26 Mio. Vfm in der ersten Dekade des

21. Jahrhunderts zugenommen (Abbildung 2). In diesen Zeiträumen wurden zunächst um die 17 Mio. Vfm regulär genutzt, später gab es einen Anstieg auf 20 Mio. Vfm. Zusätzlich stieg die Kalamitätsnutzung auf mehr als 3 Mio. Vfm an. Der natürliche Abgang hat gegenüber den 80er- und 90er-Jahren ebenfalls zugenommen. Die Ursachen für diese Entwicklung der Nutzungsmenge lagen anfangs an einer längeren Zurückhaltung bei der Nutzung infolge des niedrigen Holzpreises, und anschließend an der forst- und umweltpolitisch ausgelösten Intensivierung der Holz- und Biomassenutzung. Die Sturmkatastrophen im vergangenen Jahrzehnt und die Schadholzaufarbeitung trugen zu zusätzlichen Nutzungen bei.

Mehr ungeplante Nutzung im Großwald

Die Nutzungsmengen blieben im Großwald in den Jahren 1981 bis 2009 weitgehend gleich (Abbildung 3). Die geplanten Nutzungen sind bereits in den 90er-Jahren um ein paar Prozentpunkte angestiegen. In der letzten Dekade sind die Zufallsnutzung und der natürliche Abgang gegenüber früheren Erhebungen deutlich angestiegen, sodass der Vorrats-

►
Abbildung 3:
Entwicklung der
Nutzungsmenge nach
Eigentumsart



Klw = Kleinwald
Grw = Großwald

abgang im Großwald zuletzt rund 12 Mio. Vfm betragen hat.

Mehr geplante Nutzungen im Kleinwald

Ein ganz unterschiedliches Bild zeigen die Nutzungsmengen im Kleinwald: Bis 2002 gingen die geplanten Nutzungen zurück und stiegen dann im letzten Jahrzehnt um 50% an. Die Gesamtmenge an Kalamitätsholz bewegt sich in der gleichen Größenordnung wie im Großwald und hat auch im gleichen Ausmaß zugenommen. Ebenfalls erhöht hat sich der natürliche Abgang – insgesamt weniger als im Großwald.

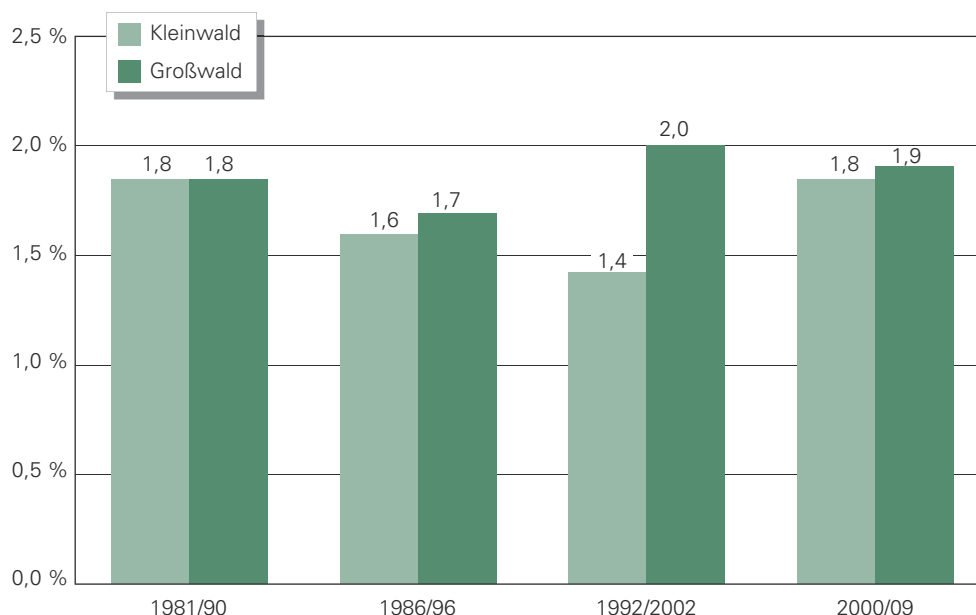
Beginnende Nutzungsintensivierung im Kleinwald

Anhand der Zeitreihe für die Nutzungsmengen zeigen sich sehr deutliche Unterschiede zwischen Klein- und Großwald. Bezieht man die jährlich durchgeführten geplanten Nutzungen auf den Gesamtbestand, so zeigt sich, dass im Großwald ziemlich konstant an die 1,9% des Gesamtbestandes genutzt wurden (Abbildung 4). Im Kleinwald zeigt der Verlauf einen zweimaligen Rückgang um 0,2 Prozentpunkte, der anschließend wieder durch einen Anstieg um 0,4 Prozent-

punkte ausgeglichen wird, und damit gleich groß wie in den 80er Jahren ist, aber noch deutlich unter 2% des Gesamtbestandes liegt. Das bestätigt zwar einerseits die intensiviere Nutzung im Kleinwald, andererseits wird das in Forstbetrieben übliche Nutzungsniveau im Kleinwald noch nicht erreicht. Eine Motivierung zu einer Beibehaltung der intensiveren Nutzung (Holzmobilisierung) im Kleinwald erscheint daher durchaus noch vertretbar.

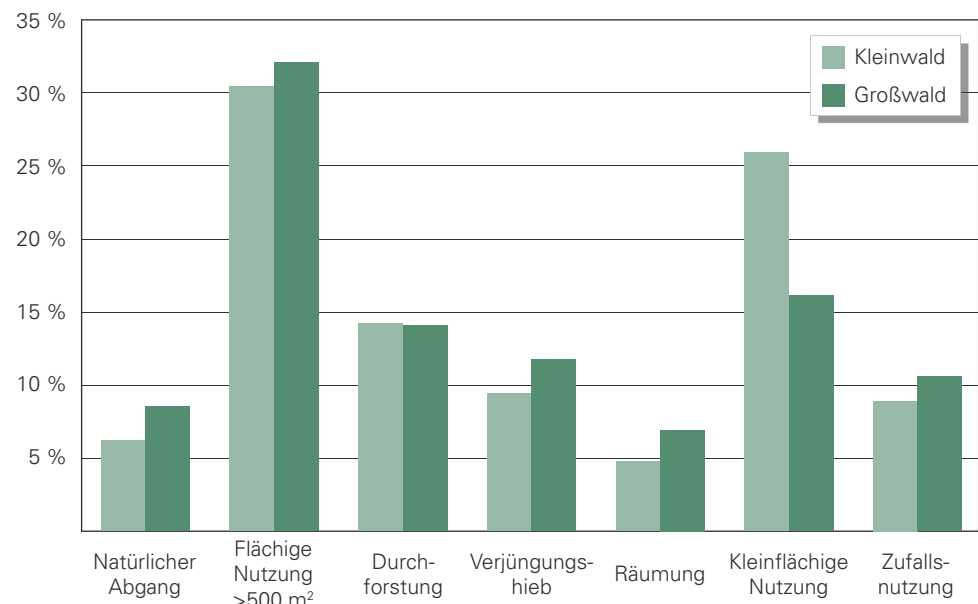
Die Art der Nutzung belegt die Nutzungsgewohnheit

Neben der Entwicklung der gesamten Nutzungsmengen sind im Durchschnitt der beobachteten 30 Jahre unterschiedliche Nutzungsgewohnheiten im Klein- und Großwald festzustellen (Abbildung 5). Der Anteil des natürlichen Abganges und der Zufallsnutzung im bewirtschafteten Großwald ist mit 19% immer höher als im Kleinwald, wo 15% der Nutzungsmenge nicht geplant waren. Der Anteil der Vornutzung mit ungefähr 14% ist in beiden überraschenderweise annähernd gleich. Etwa zwei Drittel des gesamten genutzten Holzes aus dem Großwald fiel über geplante Endnutzungen an. Diese stammen zur Hälfte aus großflächigeren



◀
Abbildung 4:
Anteil der jährlichen,
geplanten Nutzung am
Gesamtbestand in Prozent
nach Eigentumsart

►
Abbildung 5:
Nutzung nach
Nutzungsart in Prozent
im Vergleich zwischen
Klein- und Großwald
(1981 bis 2009)



Nutzungen (ab 500 m²) und zur Hälfte aus Verjüngungshieben mit anschließender Räumung und aus kleinflächigen Nutzungen (unter 500 m²). Im Kleinwald kam der Holzanfall zu 70% aus Endnutzungen, mit einem relativ geringen Unterschied zwischen kleinflächiger und großflächiger Nutzung und einem deutlich geringeren Anteil von Verjüngungshieb und Räumung.

Die Entwicklung dieser Nutzungsarten verlief in den Eigentumsarten sehr unterschiedlich. In den 80er-Jahren fiel im Kleinwald noch aus Kleinflächennutzung mehr Holz an als aus großflächigen Nutzungen, danach lagen beide Nutzungsarten ziemlich gleich auf. Erst nach dem Jahr 2000 stieg im Kleinwald der Anteil großflächiger Nutzungen deutlich an und vergrößerte sich erheblich gegenüber der bis dahin als typisch für den Kleinwald geltenden Gewohnheit kleinflächig zu nutzen.

Im Großwald wurde immer überwiegend großflächig genutzt. Mitte der Achtziger bis Mitte der Neunziger Jahre fiel diese Nutzungsart unter 25%, die sonst immer deutlich über 30% und nach 2000 sogar über 37% der gesamten Nutzung betrug. Der Holzanfall seit den

80er-Jahren ist aus Kleinflächennutzung um mehr als die Hälfte und aus Durchforstungen um rund ein Drittel auf je 11% zurückgegangen. Der natürliche Abgang hat sich mit 12% bis heute mehr als verdoppelt. Die Entwicklung des in den 80er- und 90er-Jahren deutlich ansteigenden Holzanfalls aus Verjüngungshieb und Räumung kehrte sich wegen des massiven Anstiegs der Zufallsnutzung in den 2000er-Jahren wieder um.

Der natürliche Abgang war im Kleinwald in den 80er- und 90er-Jahren immer überwiegend in der Jugend und im Stangenholz zu verzeichnen, erst nach 2000 war der Anteil an Baum- und Starkholz höher.

Im Großwald überwiegte immer der Baum- und Starkholzanteil gegenüber Jugend und Stangenholz bei den Bäumen, die zusammengebrochen sind. Demnach ist dies eine weitere Entwicklung in Richtung Erhöhung des Anteils der höheren Wuchsklassen. Ursache ist einerseits der Rückgang der Durchforstung und eine vermutlich verzögerte Schadholzaufarbeitung, aber auch die schwierigere Erreichbarkeit hiebsreifer Bestände, weil früher bevorzugt in günstigeren Lagen genutzt wurde.

Eigentumsart	Durchschnitt in Mio. Efm			
	2000/2009	2010	2011	2012
Kleinwald	9,23	10,18	11,34	10,81
Großwald	7,82	7,65	7,36	7,21
Gesamt	17,05	17,83	18,70	18,02
Energieholzanteil	23%	26%	27%	29%
Industrieholz	17%	18%	17%	18%
Schadholzanteil	38%	29%	19%	18%

Tabelle:
Holzeinschlagsmeldung

Die aktuellen Nutzungsgewohnheiten nach 2009

Da die ÖWI derzeit den Zeitraum bis 2009 abdeckt, muss für die Jahre 2010 bis 2012 auf eine andere Statistik als Informationsquelle zurückgegriffen werden. Das BMLFUW erhebt den jährlichen Holzeinschlag direkt bei Forstbetrieben mit einer Fläche über 200 ha und in kleineren Betrieben stichprobenweise und gibt das Ergebnis als Holzeinschlagsmeldung (HEM) für das jeweils abgelaufene Jahr bekannt. HEM und ÖWI sind zwar verschiedene Statistiken, doch nähern sie sich Durchschnittswerten, über gleiche Zeiträume und auf gleiche Einheiten (Erntefestmeter) gebracht, recht gut an. Die jüngere Entwicklung der Nutzungsgewohnheiten im Klein- und Großwald wird deshalb aus der HEM abgeleitet.

Im Kleinwald ist der Holzeinschlag 2010 und 2011 noch weiter angestiegen und 2012 wieder zurückgegangen, jedoch nicht unter die Menge von 2010 bzw. den Durchschnitt der vorangegangenen zehn Jahre gefallen (Tabelle).

Im Großwald einschließlich der ÖBf AG ging der Holzeinschlag seit 2010 von Jahr zu Jahr um rund 3% zurück - auch gegenüber dem Durchschnitt von 2000 bis 2009.

Der Anteil von Energieholz am Gesamteinschlag beträgt laut Presseaus-sendung des Lebensministeriums vom Mai 2013 aktuell insgesamt 29%, im Jahre 2008 waren es gerade einmal 23%. Der Energieholzanteil im Kleinwald war

aber bereits damals 30%, hält derzeit bei über 36% und stellt somit schon längst eine wichtige Nutzungsmotivation für diese Waldbesitzer dar.

Im Großwald erreicht der Anteil des Energieholzes am Gesamteinschlag trotz steigender Tendenz kaum 20%, dafür liegt der Anteil des Industrieholzes immer über dem des energetisch genutzten Holzes und bewegt sich um 25%.

Erst mit den Ergebnissen der nächsten ÖWI, die in den kommenden Jahren stattfinden wird, können diese Angaben aus der HEM hinsichtlich der sich derzeit abzeichnenden Entwicklung beurteilt werden. Es wird sich zeigen, ob sich die Nutzungsgewohnheiten im Klein- und Großwald weiter annähern.

Die Nutzungsgewohnheiten der letzten Jahrzehnte scheinen auf die Reproduktionskraft des Waldes, etwas undifferenziert betrachtet, keinen negativen Einfluss zu haben. Waldfläche und Holzvorrat nahmen zu, es wurde insgesamt nicht mehr Holz entnommen als zuwächst.

Wenn die witterungsbedingten Kalamitäten zukünftig mehr werden, wird darauf bei den Nutzungsplanungen stärker Rücksicht genommen werden müssen. Inwieweit Pflegemaßnahmen zur Entwicklung stabiler Bestände und teilweise Nutzungsintensivierung mit den verschiedenen ökologischen Forderungen in Einklang zu bringen sein werden, wird nicht ohne Einfluss auf die künftige Nutzungsgewohnheit in Österreichs Wald bleiben.

Vergleich
zwischen Holzein-
schlagsmeldung und
Waldinventur

Dipl.-Ing. Richard Büchsenmeister,
Dipl.-Ing. Dr. Thomas Gschwantner,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldinventur,
Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien,
E-Mail: richard.buechsenmeister@bfw.gv.at

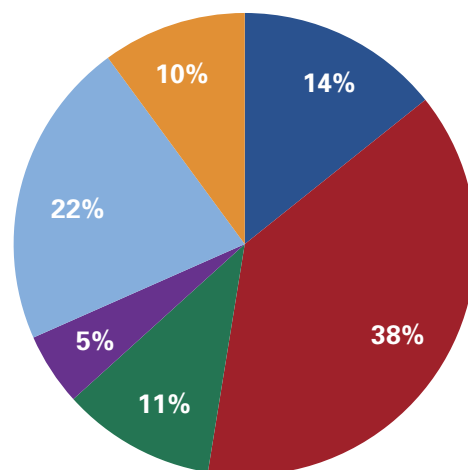


Auf insgesamt 56.000 Hektar sind Kahlhiebe größer als ein halber Hektar

Zwischen den Erhebungsperioden 2000/02 und 2007/09 der Waldinventur wurden 94.000 ha Kahlhiebe über 1000 m² planmäßig angelegt, 85.000 ha davon waren über einen halben Hektar, davon wiesen allerdings 29.000 ha Anzeichen von Windwürfen auf.

Auf die zunehmende Auflichtung der Wälder reagierte die Österreichische Waldinventur 2007/09 (ÖWI) mit einer eigenen Freiflächen-Erhebung, die Aufschluss über Größenverteilung und Dynamik von homogenen, gegen den umgebenden Altbestand durch ihre geringere Höhe deutlich abgegrenzten Waldflächen geben sollte.

Freifläche =
Blöße + Lücke +
freistehende
Jungwüchse +
Strauchflächen



- Jugend I
- Jugend II
- Blöße
- Lücke
- Strauchfläche
- Sonstige Freifläche

Der Begriff „Freifläche“ gemäß ÖWI bezeichnet hier nicht nur temporär unbestockte Blößen ($\geq 500 \text{ m}^2$) und Lücken ($30\text{--}499 \text{ m}^2$), sondern auch freistehende Jungwüchse ($\geq 500 \text{ m}^2$) und Strauchflächen ($\geq 500 \text{ m}^2$). Freistehende Jungwüchse werden, wenn ihre Durchschnittshöhe weniger als 1,3 m beträgt, als „Jugend I“, ab 1,3 m Durchschnittshöhe und bis zu einem durchschnittlichen BHD von 104 mm als „Jugend II“ bezeichnet.

Forststraßen, Lagerplätze, Leitungstrassen etc. wurden in die Freifläche einbezogen, wenn sie im Bereich der Probe- fläche in einem räumlichen Zusammenhang zu einer Freifläche standen.

15% der Waldfläche Österreichs sind Freiflächen

Für die Erhöhung der Lichtintensität am Waldboden ist nicht allein die Größe einer Freifläche, sondern auch das Verhältnis ihrer Breite zur Höhe des umgebenden Bestandes maßgeblich. Untersuchungen von Minckler und Woerheide (1965) ergaben, dass bei einem Verhältnis Lückenbreite zu Höhe des angrenzenden Bestandes von 0,5:1 ungefähr die Hälfte der Lichtintensität am Lückenboden ankommt (Collins et al., 1985).

Darunter erhöht sich das Lichtangebot nur kaum. Die ÖWI erhebt Freiflächen daher erst ab einer Mindestbreite, die der halben durchschnittlichen Baumhöhe der umgebenden Bestände entspricht. Nach dieser Definition beträgt die hochgerechnete Gesamtfläche der Freiflächen rund 614.000 ha, rund 15% der Waldfläche Österreichs.

►
Abbildung 1:
Freiflächenarten
(ÖWI 2007/09)

Lücken, die zwar den Bestandes-schluss kleinflächig unterbrechen, aber die für Freiflächen geforderte Mindestbreite nicht erreichen, haben eine Fläche von 189.000 ha.

Den größten Anteil an den Freiflächen machen freistehende Jugend II-Flächen (38%) aus, Strauchflächen kommen auf 22%, Blößen ab 500 m² auf 11%, gemischte, nicht zuordenbare Freiflächen oder Freiflächen, die aus Waldstraßen, Lagerplätzen etc. entstanden sind, auf 10%. Jugend I-Flächen kommen auf 14% (Abbildung 1). Der hohe Anteil an Jugend II-Flächen ergibt sich aus der längeren „Verweildauer“ dieser Freiflächenart.

Viele Freiflächen im Gebirgswald der Innen- und Zwischenalpen

Für die folgenden Ausführungen werden nur jüngere freistehende Jugend II-Flächen verwendet, die in der Vorperiode entweder Blöße oder noch Altbestand waren.

Zieht man von den Freiflächen (614.000 ha) Strauchflächen und ältere Jugenden II ab, bleiben rund 269.000 ha an Blößen, Lücken, Jugenden und sonstigen Freiflächen übrig (entspricht ca. 7% der Gesamtwaldfläche) (Tabelle 1).

Überdurchschnittlich reich an Freiflächen (ohne Strauchflächen und ältere Jugend II-Flächen) sind Gebirgswälder der Innen- und Zwischenalpen (8,2%), die Freiflächenanteile intensiv genutzter Wälder der außeralpinen Naturräume belaufen sich auf 4 bis 6%.

Tabelle 2 zeigt einen überdurchschnittlichen Anteil an kleinen Freiflächen unter 1000 m² in den Innen-, Zwischen- und Randalpen. Die relativ meisten Freiflächen zwischen 1000 und 5000 m² findet man im Wald- und Mühlviertel.

Im intensiv bewirtschafteten nördlichen Alpenvorland gibt es nur rund 7000 ha Freiflächen, von denen praktisch

Naturraum	Waldfläche in ha	Freifläche in ha		% Freifläche	
		ohne Strauchfläche und ältere Jugend II	alle Freiflächen	ohne Strauchfläche und ältere Jugend II	alle Freiflächen
Nördliches Alpenvorland	136.000	7.000	16.000	5,1	11,8
Sommerwarmer Osten	332.000	14.000	44.000	4,2	13,2
Mühl- und Waldviertel	365.000	19.000	37.000	5,2	10,1
Innen- und Zwischenalpen	1.373.000	113.000	261.000	8,2	19,0
Randalpen	1.645.000	116.000	256.000	7,0	15,6
sonstige Waldflächen	140.000	–	–	–	–
Summe	3.991.000	269.000	614.000	6,7	15,4

◀
Tabelle 1:
Freiflächenanteile in den Naturräumen (ÖWI 2007/09)

	<1000 m ²		1000-5000 m ²		>5000 m ²		Gesamt %
	ha	%	ha	%	ha	%	
Nördliches Alpenvorland	0	0	3.000	43	4.000	57	100
Sommerwarmer Osten	4.000	29	3.000	21	7.000	50	100
Mühl- und Waldviertel	3.000	16	6.000	32	10.000	53	100
Innen- und Zwischenalpen	31.000	27	29.000	26	53.000	47	100
Randalpen	31.000	27	28.000	24	57.000	49	100
Gesamt	69.000	26	69.000	26	131.000	49	100

◀
Tabelle 2:
Freiflächengrößen in den Naturräumen (ohne ältere Jugend II und Strauchflächen, ÖWI 2007/09)



▲
Jugend II nach
großflächiger Nutzung

▼
Tabelle 3:
Größenklassen und
Entstehung der
Freiflächen

alle über 1000 m² groß sind, mehr als die Hälfte davon über 5000 m².

Hälfte der Freiflächen ist größer 0,5 Hektar

Für die Aufteilung nach Größenklassen werden nur Freiflächen berücksichtigt, die aus der jüngeren Vergangenheit stammen wie Blößen, Lücken, freistehende Jugend I- und freistehende Jugend II-Flächen (die sich seit der Periode 2000/02 aus Blößen oder Altbeständen entwickelt haben) sowie Flächen, auf denen Mischformen von Freiflächen eine eindeutige Zuordnung unmöglich machen. Fast die Hälfte dieser 269.000 ha wird von großen Freiflächen > 5000 m² eingenommen, drei Viertel der Freiflächen sind über 1000 m². 32% der Freiflächen sind Schläge von mehr

als einem halben Hektar, 10% sind große Windwurfflächen. Die durch sonstige Naturereignisse entstandenen Freiflächen haben mit rund 40.000 ha ein ähnliches Flächenausmaß wie die Windwürfe. Hier sind allerdings die Flächenanteile ziemlich gleichmäßig auf alle Größenklassen verteilt (Tabelle 3).

Kahlhiebe

Ein Großkahlhieb ist laut österreichischem Forstgesetz 1975 im Hochwald verboten. Dieser liegt dann vor, wenn die Hiebsfläche schmaler als 50 m und länger als 600 m (also mindestens 3 ha) ist, oder bei einer Freiflächenbreite von mehr als 50 Metern die Fläche mehr als 2 ha beträgt. Kleinere Kahlhiebe ab einer Größe von einem halben Hektar sind bewilligungspflichtig. Frei (wenn zum Teil auch meldepflichtig) sind Fällungen bis zu einem halben Hektar und über gesicherter Verjüngung sowie Fällungen infolge höherer Gewalt (z.B. Windwurf). Wiederbewaldung muss bei Kunstverjüngung innerhalb von fünf, bei Naturverjüngung innerhalb von zehn Jahren nach der Freilegung der Fläche erfolgt sein.

Von den 269.000 ha der Größenklassen zugeteilten Freiflächen sind 200.000 ha (75%) größer als 1000 m². Davon sind 69.000 ha kleiner, 131.000 ha größer als ein halbes Hektar (Tabelle 3).

128.000 ha Freiflächen entstanden zwischen den Erhebungsperioden 2000/02 und 2007/09 aus flächigen Nutzungen (Schlägen) über 1000 m²

	bis 500 m ²		501-1000 m ²		1001-5000 m ²		>5000 m ²		Summe	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Schlag	17.000	6	15.000	6	42.000	16	86.000	32	160.000	59
anderer menschlicher Einfluss	6.000	2	2.000	1	5.000	2	6.000	2	19.000	7
Windwurf	5.000	2	4.000	1	8.000	3	28.000	10	45.000	17
andere Naturereignisse	13.000	5	7.000	3	13.000	5	11.000	4	44.000	16
Summe	41.000	15	28.000	11	69.000	26	131.000	49	269.000	100

	1001-5000 m ²	>5000 m ²	Summe
Kahlhiebsfläche (in ha)	42.000	86.000	128.000
davon mit aufgeklappten Wurzeltellern (in ha)	4.000	29.000	33.000
Windwurffläche (in ha)	8.000	28.000	36.000

(86.000 davon auf Kahlhieben größer 0,5 ha), und 36.000 ha als Folge von Windwürfen.

69.000 Hektar sind Windwurfflächen über 1000 m²

Will man die tatsächliche Größe der Flächen ermitteln, die von großflächigen Windwürfen betroffen wurden, sollte man bedenken, dass im Zuge der Aufarbeitung von Windwurfholz auch Endnutzungen am verbleibenden Bestand durchgeführt wurden, was eine eindeutige Zuordnung der Freifläche zu einer Entstehungsart erschwert. Aus diesem Grund wurde im Zuge der Freiflächenerhebung der ÖWI auch das Vorhandensein umgeklappter Wurzelteller in der Umgebung der Probefläche erhoben. Auf rund einem Drittel der Schlagflächen über 1000 m² wurden der-

artige Windwurfspuren registriert, man kann also zu den 36.000 ha Windwürfen über 1000 m² noch 33.000 ha Schlagflächen dazurechnen, bei denen neben einer Endnutzung auch Windwurfspuren zu erkennen waren. Insgesamt kann man davon ausgehen, dass zwischen den Perioden 2000/02 und 2007/09 rund 69.000 ha flächige Windwurfflächen über 1000 m² entstanden sind. 57.000 ha davon waren größer als ein halbes Hektar (Tabelle 4).

Kleinflächige Windwürfe unter 1000m² weisen eine Fläche von 8000 ha auf (Tabelle 3).

Reduziert man die 86.000 ha Kahlhiebe über 5000 m² um die 29.000 ha mit aufgeklappten Wurzeltellern, bleiben 57.000 ha Kahlhiebe mit Flächen über einem halben Hektar übrig.



Tabelle 4:
Kahlhiebe und
Windwürfe
(ÖWI 2007/09)

Literatur beim Verfasser erhältlich

Dipl.-Ing. Elmar Hauk,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldinventur,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
E-Mail: elmar.hauk@bfw.gv.at



Großflächiger Windwurf

Die Herleitung von jährlichen Zuwächsen der Bäume der Österreichischen Waldinventur

Will man wissen, wie sich zwischen den Aufnahmeperioden der Österreichischen Waldinventur die Zuwachseleistung von Jahr zu Jahr verändert, müssen die periodischen Zuwächse auf einzelne Jahre aufgeteilt werden. Dazu kann das Jahrringmuster des nächstgelegenen gebohrten Baumes verwendet werden. Dabei sollte aber bedacht werden, dass das Jahrringmuster eines Baums von Faktoren mitbestimmt wird, die für andere, nahe gelegene Bäume nicht gegeben sind.

Dass Bäume Jahrringe ausbilden, und dass diese Jahrringe von Jahr zu Jahr unterschiedlich breit sind, ist allgemein bekannt. Arthur Freiherr von Seckendorff-Gudent hat als einer der ersten erkannt, dass die Muster der Jahrringbreiten bei verschiedenen Bäumen ähnlich aussehen. Der Grund für diese ähnlichen Jahrringmuster ist die Abhängigkeit der Jahrringbreite – neben der Konkurrenzsituation, der Baumgröße und Kalamitäten – von den Standortverhältnissen. Dabei sind Temperatur und Niederschlag die von Jahr zu Jahr sich am stärksten verändernden Standortparameter.

Untersucht man den klimatischen Einfluss auf das Baumwachstum, liegt es nahe, Jahrringbreiten mit Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen eines Jahres in Beziehung zu bringen. Dazu müssen zunächst Wetterbeobachtungen von nahegelegenen Klimastationen auf einen konkreten Waldstandort übertragen werden. Diese Wetterinterpolation ist insbesondere bei der Niederschlagsmenge mit Unsicherheiten verbunden.

Waldinventur: Veränderungen zwischen zwei Zeiträumen

Der größte für Österreich repräsentative Walddatensatz wird von der Österreichischen Waldinventur bereitgestellt. Bei dieser liegen mehrere Jahre zwischen zwei Messungen ein und desselben Baumes. Damit ist es an und für sich nur möglich, Veränderungen während des gesamten Zeitraumes, zwischen diesen beiden Messungen, zu erfassen. Neben der periodischen Messung werden jedoch von einzelnen Bäumen Bohrkern genommen. Auf einem Bohrkern sind die Jahrringbreiten des Baumes zu erkennen. Damit kann der Zusammenhang zwischen Jahrringbreitenveränderung und Klima untersucht werden.

Da die Gewinnung eines Bohrkernes ein kleines Loch im Stamm zurücklässt, werden die zu bohrenden Bäume außerhalb der permanenten Probefläche ausgewählt. Eine Beziehung zu einer Aufnahme- oder einer repräsentierten Stammzahl kann mit dieser Auswahlmethode nicht hergestellt werden. Mit den periodisch gemessenen Bäumen auf der permanenten Probefläche ist dies hingegen möglich und Auswertungen mit Flächenbezug ohne weiteres machbar. Es sind also beispielsweise Angaben von Zuwachseleistungen in Vorratsfestmetern je Hektar und Jahr möglich.

Jährliche Zuwächse?

Will man nun wissen, wie sich diese Zuwachseleistung nicht nur zwischen den Aufnahmeperioden der Österreichischen Waldinventur, sondern von Jahr zu Jahr verändert, müssen die periodischen Zuwächse auf einzelne Jahre aufgeteilt wer-

den. Dazu kann das Jahrringmuster des nächst gelegenen gebohrten Baumes verwendet werden. Dabei sollte allerdings bedacht werden, dass das Jahrringmuster eines Baums von Faktoren mitbestimmt wird, die für andere, nahe gelegene Bäume nicht gegeben sind.

Es empfiehlt sich daher, ein mittleres Jahrringmuster aus mehreren Bohrkernen abzuleiten. Wie schon erwähnt, beeinflusst das Wetter die Jahrringbreite. Jahrringbreitenschwankungen sollten sich daher mit Wetterdaten gut beschreiben lassen. Solange die mit Wetterdaten geschätzten Jahrringbreiten dafür verwendet werden, um Zuwachsschwankungen für einzelne Jahre darzustellen, spricht nichts gegen diese Vorgehensweise.

Sobald jedoch versucht wird, mit diesen Jahrringbreiten ein klimasensitives Waldwachstumsmodell zu erstellen, kann diese Methode zu falschen Ergebnissen führen, da im ersten Schritt bereits das Klima zur Jahrringbreitenschätzung verwendet wird und im zweiten Schritt eine Korrelation zwischen Jahrringbreiten und Klima zur Modellbildung verwendet würde. Dies würde dazu führen, dass der Einfluss des Klimas auf die Jahrringbreite im Modell viel größer wäre, als es der Wirklichkeit entspricht. Untersuchungen der Jahrringmuster haben gezeigt, dass die geographische Lage und die Seehöhe bereits einen Großteil der Jahrringbreitenveränderung beschreiben. Diese Methode kann beispielsweise mittels Regression, welche die jährliche Jahrringbreitenveränderung mittels Seehöhe, Längen- und Breitengrad baumartenspezifisch beschreibt, oder auch mit einer lokalen Interpolationsmethode, die einen Seehöhengradienten aus n-nächsten Bohrkernen bestimmt, umgesetzt werden. Eine Steigerung der Rekonstruktionsgenauigkeit kann durch Hinzunehmen weiterer Parameter erwartet werden. So wird etwa ein Baum, dessen Standort grundwasserbeeinflusst ist, in trockenen, warmen Jahren weniger unter dieser Situation leiden als ein Baum, der keinen

Grundwasseranschluss hat. Eine Hinzunahme von Standortsparmetern hat jedoch zur Folge, dass die Methode nur mehr für solche Flächen, wo diese Zusatzinformationen erhoben oder angenommen wurden, anwendbar ist.

Unterschiedliche Übereinstimmung zwischen geschätzten und gemessenen Jahrringbreiten

In Abbildung 1 (a - c) sind die Jahrringbreiten einzelner Bäume aufgetragen. Die schwarze Linie zeigt die an den Bohrkernen gemessenen Jahrringbreiten, die blaue Linie das Fünfjahresmittel der Inventurperioden und die grüne Linie die daraus geschätzte Jahrringbreite. Jahrringfolgen, welche als Ausreißer eingestuft wurden, sind mit einem Kreis gekennzeichnet.

Bei der oberen Abbildung handelt es sich um eine Weißkiefer in 360 m Seehöhe aus dem Grazer Becken. Sie zeigt eine geringe Übereinstimmung der geschätzten mit der gemessenen Jahrringbreite. Im Jahre 1964-1965 ging die Jahrringbreite von 1,5 mm auf weniger als 0,5 mm zurück. Dieser starke Rückgang wurde als Ausreißer eingestuft. Die Jahrringbreite weicht im Mittel um 0,12 mm ab und die Korrelation der jährlichen Jahrringbreitenänderung lag bei lediglich $r=-0,092$.

Die mittlere Abbildung stammt von einer Fichte in 1560 m Seehöhe in der Nähe von Reutte in Tirol und weist eine mittelmäßige Übereinstimmung auf. Sehr gute Übereinstimmungen sind in den Jahren 1948 und 1983 zu erkennen. Die Jahrringbreite weicht im Mittel um 0,07 mm ab und die Korrelation der jährlichen Jahrringbreitenänderung lag bei $r=0,54$.

Die untere Abbildung zeigt eine Fichte in 1780 m Seehöhe in der Nähe von Lienz mit recht guter Übereinstimmung der Jahrringbreiten. Die Jahrringbreite weicht im Mittel um 0,07 mm ab und die Korrelation der jährlichen Jahrringbreitenänderung ist mit $r=0,79$ sehr hoch.

►
Abbildung 1:
Gegenüberstellung von
gemessener und
errechneter Jahrringbreite

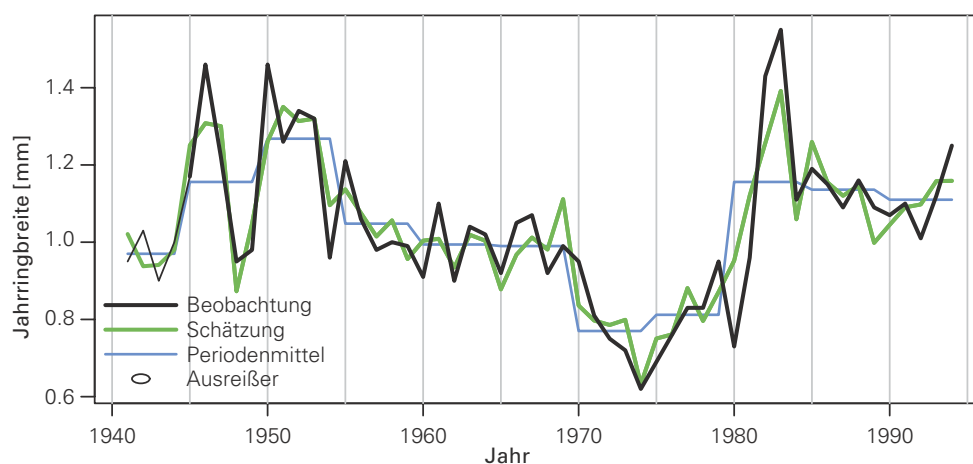
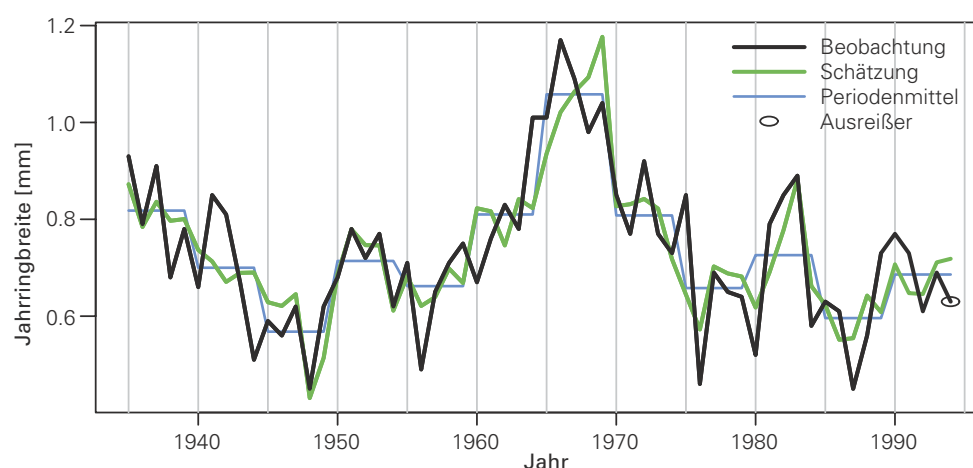
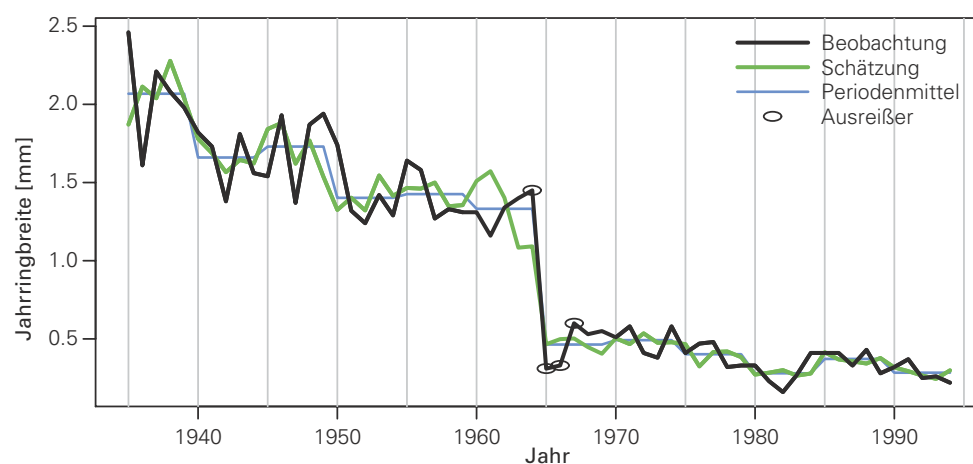
(a) Weißkiefer in 360 m
Seehöhe, Grazer Becken:
geringe Übereinstimmung

(b) Fichte 1.560 m See-
höhe, bei Reutte in Tirol:
mittelmäßige Überein-
stimmung

(c) Fichte in 1.780 m See-
höhe, Liezen: gute Über-
einstimmung

Die Periodenlänge zwischen zwei Aufnahmen durch die Waldinventur hat erwartungsgemäß einen Einfluss darauf, wie gut Jahrringbreiten einzelner Jahre rekonstruiert werden können. In Ab-

bildung 2 sind die Abweichungen der gemessenen Jahrringbreiten von den mit der vorhin beschriebenen Methode bestimmten Jahrringbreiten dargestellt. Dabei wurde ein Aufnahmeintervall von



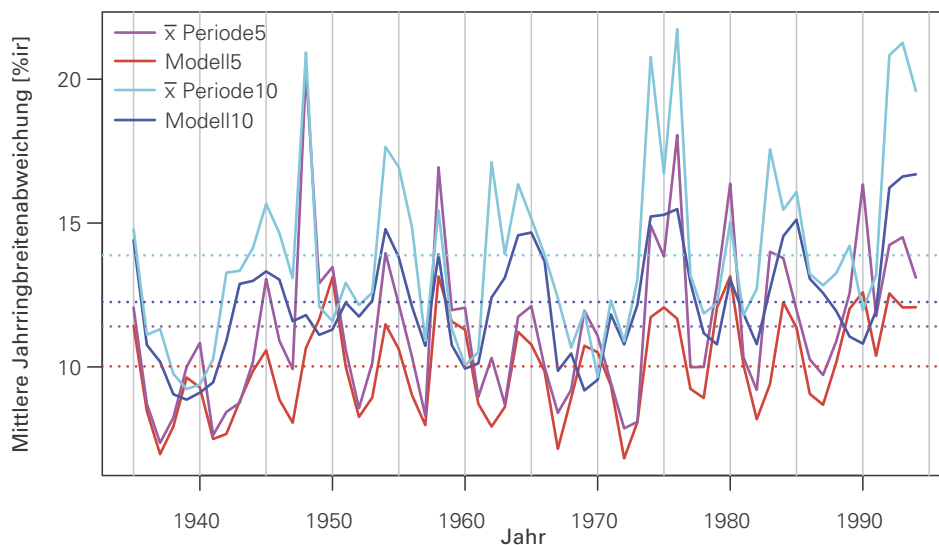


Abbildung 2:
Unterschiede zwischen
fünf- und zehnjährigen
Aufnahmeintervall

fünf und zehn Jahren angenommen (Modell 5 und Modell 10). Zusätzlich wurde dargestellt, wie groß die Abweichung wäre, wenn angenommen wird, dass alle Jahrringe die gleiche Breite während der fünf und zehn Jahre hätten (Periode 5 und Periode 10).

Zunächst fällt auf, dass die Abweichungen der Modelle immer unter jenen des Periodenmittels sind. Besonders auffällig ist das z.B. für die Jahre 1948 oder 1976, in denen das Modell wesentlich besser abschneidet als das Periodenmittel. Dies liegt daran, dass sich normalerweise die Jahrringbreiten von Jahr zu Jahr wenig ändern. In „extremen“ Jahren, sogenannten Weiserjahren, zeigt hingegen die überwiegende Mehrzahl der Bäume eine einseitige, meist größere Jahrringbreitenveränderung und bei solchen ist die Modellprognose dem Mittelwert besonders überlegen.

Wenn Jahrringmuster inhomogen, dann kürzeres Aufnahmeintervall

Weiters ist zu sehen, dass in der Periodenmitte die Abweichung am geringsten ist. Dies ist damit zu erklären, dass bei längerfristigen Zuwachstrends die Jahrringbreite in der Mitte einer Periode am ehesten mit dem Perioden-

mittel übereinstimmen. Wenn also beispielsweise ein Baum am Anfang der Periode eine Jahrringbreite von 1,5 mm hatte und am Ende eine von 1,0 mm und dieser Jahrringbreitenrückgang annähernd linear vor sich ging, dann ist die Jahrringbreite in der Mitte der Periode in etwa 1,25 mm, was mit dem Periodenmittel übereinstimmt. Eine Ausdehnung der Periodenlänge von fünf auf zehn Jahre erhöhte die mittlere Jahrringbreitenabweichung von 10,0% auf 12,3%. Großen Einfluss auf die Modellabweichung hat die Variabilität der Jahrringbreiten innerhalb einer Periode. Daher wäre im Falle eines inhomogenen Jahrringbreitenmusters - das a priori leider nicht bekannt ist - ein kürzeres Aufnahmeintervall für eine genauere Schätzung der jährlichen Zuwächse besser.

Generell hat sich gezeigt, dass die Modellierung des jährlichen Zuwachses aus den periodischen Messungen der ÖWI für die Prognose von klimasensitivem Wachstum gut geeignet ist. Damit wurde auch eine wesentliche Grundlage für die Abschätzung der zukünftigen Baumarteneignung unter verschiedenen Klimaszenarien geschaffen.



Dr. Georg Kindermann,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldwachstum
und Waldbau,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
E-Mail:
georg.kindermann@bfw.gv.at

Freiflächen in Österreichs Wald – Viehweiden und Gefahrenquellen?

Freiflächen im Wald werden als Weideflächen genutzt und sind Schwachstellen der Schutzwirkung des Waldes. Obwohl Waldweide in Österreich nur in Schonungen verboten ist, geht sie seit der Erhebungsperiode 1992/96 in allen Betriebsarten deutlich zurück. In der Periode 2007/09 betrug der Beweidungsgrad für die Waldfläche Österreichs 8,4%. Jedoch: Im Schutzwald im Ertrag liegt er bei 20%.

In der forstlichen Literatur gibt es keine einheitlich verwendete Definition für gering bestockte Flächen wie Lücken, Blößen und andere Freiflächen (Maukisch et al. 1996, Bauerhansl et al. 2010, Perzl et al. 2012). Je nach dem Zweck der Erhebung (z. B. Verjüngung, Ertragssituation, Schutzwirkung des Waldes) werden sie unterschiedlich definiert.

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) definiert Freiflächen als Blößen $\geq 500\text{m}^2$, Lücken $< 500\text{m}^2$, freistehende Jugenden I (Höhe $< 1,3\text{m}$) $\geq 500\text{m}^2$, freistehende Jugenden II (Höhe ab $1,3\text{m}$) $\geq 500\text{m}^2$, Strauchflächen und Misch-

freiflächen (wo mehrere angeführte Elemente gemischt vorkommen).

Für ökologische Fragestellungen wurde die Mindestbreite einer Freifläche mit der halben Baumhöhe des umgebenden Bestandes definiert. Im Hinblick auf den Schutz vor Naturgefahren wurden aber auch kleinere Lücken ab 30m^2 Flächengröße als bestandesstrukturelle Elemente mit aufgenommen. Hier stößt man aber auf einen Grenzbereich zwischen abgrenzbaren Freiflächen und lockeren Beständen.

Für die österreichische Waldfläche weist die ÖWI 2007/09 811.000 ha als Freifläche aus (Tabelle 1). Das sind 20% der gesamten Waldfläche.

Freiflächen haben einen Anteil von 18% an der Fläche des Wirtschaftswaldes und von 40% an der begehbbaren Schutzwaldfläche (Tabelle 1). Der hohe Anteil der Freiflächen am Schutzwald außer Ertrag ist zum Großteil auf Strauchflächen, bestehend aus Latsche und Grünerle, zurückzuführen, die hier 66% der Freiflächen ausmachen.

	Waldfläche		Freifläche		Strauchflächen	
			Lücken ab 30m^2 , Blößen, Jugend I und II sowie Strauchflächen		Anteil an der Freifläche	
	ha	%	ha	%	ha	%
Wirtschaftswald	3.160.000	79	561.000	18	20.000	4
Schutzwald im Ertrag	331.000	8	87.000	26	4.000	5
Schutzwald außer Ertrag	298.000	7	163.000	55	107.000	66
Schutzwald gesamt	629.000	16	250.000	40	111.000	44
unbegebar	202.000	5	-	-	-	-
gesamt	3991.000	100	811.000	20	131.000	16

►
Tabelle 1:
Freiflächenanteile im
Wirtschafts- und
Schutzwald
(ÖWI 2007/09)

Betriebsart	Bestockte Waldfläche (ohne HBaE*)	Betriebs- arten/Gesamt- waldfläche	Fläche mit Weidespuren	Freifläche/ Betriebsarten
	ha	%	ha	%
Wirtschaftswald	3.047.000	76	199.000	6,5
Schutzwald im Ertrag	320.000	8	66.000	20,6
Begehbare Schutzwald außer Ertrag	298.000	8	58.000	19,4
Unbegehbare Schutz- wald außer Ertrag	202.000	5	0	0
Summe	3.867.000	97	323.000	8,4
*)HBaE = Holzboden außer Ertrag				

◀ Tabelle 2: Beweidung nach Betriebsarten (ÖWI 2007/09)

Waldweide rückläufig

Gerade in Bergwäldern findet teilweise intensive Beweidung statt. Das österreichische Forstgesetz betont zwar den Vorrang der Erhaltung des Waldes besonders im Hinblick auf die Erfüllung der Schutzwirkung, verbietet aber Waldweide (außer auf Schonungsflächen) nicht. Auf vielen österreichischen Waldflächen bestehen noch immer Weiderechte.

Die ÖWI erfasst mit dem Merkmal „Wildökologische Einflussgrößen“ auch Indikatoren von Beweidung auf ihren Probeflächen. Gemeint sind neben dem direkten Kontakt mit Weidetieren auch „stumme Zeugen“ wie Spuren von Viehtritt und Exkremente.

Nach dem österreichischem Waldbericht 2008 waren rund 285.000 ha Waldflächen in Österreich beweidet (8,1% der Gesamtwaldfläche). Laut ÖWI 2007/09 sind auf 323.000 ha Wald (8,4% der gesamten Waldfläche) Beweidungsspuren vorhanden.

Während der Wirtschaftswald zu 6,5% beweidet wird, weisen rund 20% der begehbaren Schutzwaldfläche Beweidungsspuren auf (Tabelle 2). Für unbegehbare Flächen wurde kein Weideeinfluss angenommen. Seit der ÖWI-Periode 1992/96 hat der Anteil der Waldweidefläche an der Gesamtwaldfläche kontinuierlich von 10,6% auf 8,4% abgenommen. Am stärksten beweidet ist nach wie vor der Schutzwald, doch nahm

Definition: Wildökologischer Einfluss laut Waldinventur = direkter Einfluss von Weidetieren + „stumme Zeugen“ (Viehtritte + Exkremente)



◀ Abbildung 1: Entwicklung der Anteile der Waldweideflächen an der Gesamtwaldfläche nach Betriebsarten seit der ÖWI 1992/96



▲ Ein moderater Besatz mit Rindern wirkt sich weniger negativ auf die Entwicklung von Nadelbäumen aus als Wildverbiss

► Tabelle 3:
Waldweide im Bestand
und auf Freiflächen
(ÖWI 2007/09)

hier die Beweidung wesentlich stärker als im Wirtschaftswald ab (Abbildung 1).

Im Schutzwald Beweidung hauptsächlich in lockeren Strauchflächen

Im Ertragswald (Wirtschaftswald und Schutzwald im Ertrag) liegen drei Viertel der Waldweideflächen in geschlossenen Waldbeständen. Etwas mehr als ein Viertel der Beweidung findet auf Freiflächen statt (Tabelle 3).

Ganz anders ist das Verhältnis im Schutzwald außer Ertrag. Hier befinden sich ein Drittel der beweideten Flächen innerhalb der Bestände und zwei Drittel auf Freiflächen (Tabelle 3).

Der größte Teil der beweideten Freiflächen im Schutzwald außer Ertrag (71%) sind Strauchflächen (lockere Latschen- oder Grünerlenbestockung) im Bereich von Almen (Tabelle 4). Im Ertragswald sind 55% der beweideten Frei-

flächen den Kategorien „Lücke“ und „Blöße“, aber nur 4% den „Strauchflächen“ zuzuordnen (Tabelle 4).

16% der Blößen und Lücken sowie 8% der freistehenden Jungwuchsflächen werden beweidet, im Schutzwald im Ertrag findet man Spuren von Weidevieh auf 28% der Blößen und Lücken sowie auf 17% der Jungwuchsflächen (Tabelle 5).

Bodenerosion eher das Problem als Entmischung

Schweizer Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass genügend große Weideflächen (> 5 ha) und ein moderater Besatz mit Rindern (bis zu einer Großvieheinheit von 500 kg/ha) weniger negative Auswirkungen auf die Entwicklung von Nadelbäumen haben als Wildverbiss. Rinder ziehen anders als Wildtiere leichtverdauliches Gras und Krautmaterial, allerdings auch Laubbäume wie Ebereschen den für sie weniger bekömmlichen Nadelbäumen vor. Die Schädigung kleiner Pflanzen durch Viehtritt wurde mit 8% der Pflanzen als eher mäßig angegeben (Mayer & Stöckli, 2004).

Allerdings dürfen die Gefahren durch Weidevieh für die Funktion des Schutzwaldes nicht unterschätzt werden. Weniger die Entmischung der Bestände durch Viehverbiss, sondern vor allem die nicht immer unmittelbar sichtbaren Bodenschäden führen zur Funktionsbeeinträchtigung. Entscheidend für die hydrologische Schutzwirkung des Waldes ist der Waldbodenzustand. Bodenverdichtung durch Beweidung vermindert auch auf grobskelettreichen Böden die Infiltrationsfähigkeit und erhöht den oberflächennahen Abfluss, der die Wir-

Betriebsart	Waldweide im Bestand		Waldweide auf der Freifläche		Waldweide gesamt
	ha	%	ha	%	ha
Wirtschaftswald	148.000	74	51.000	26	199.000
Schutzwald im Ertrag	45.000	69	21.000	31	66.000
Ertragswald	193.000	73	72.000	27	265.000
Schutzwald außer Ertrag	19.000	33	39.000	67	58.000
Summe	212.000	66	111.000	34	323.000

Betriebsart	Blöße, Lücke beweidet		freistehende Jugend I und II beweidet		Strauchfläche beweidet		sonstige Freifläche beweidet		Summe beweidet	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Wirtschaftswald	27.000	53	18.000	36	1.000	3	4.000	8	51.000	100
Schutzwald im Ertrag	13.000	61	5.000	24	2.000	7	2.000	9	21.000	100
Ertragswald	40.000	55	23.000	32	3.000	4	6.000	8	72.000	100
Schutzwald außer Ertrag (begehrbar)	7.000	18	3.000	8	28.000	71	1.000	3	39.000	100
Summe	47.000	42	26.000	24	31.000	28	7.000	6	111.000	100

	Beweidung		
	Blößen und Lücken [%]	freistehend Jugend I + II [%]	Strauchflächen [%]
Wirtschaftswald	13	7	7
Schutzwald im Ertrag	28	17	35
Ertragswald	16	12	12
Schutzwald außer Ertrag (begehrbar)	22	18	26
Summe	16	8	23

▲
Tabelle 4:
Beweidung im
Wirtschafts- und
Schutzwald nach
Freiflächenkategorien
(ÖWI 2007/09)

◀
Tabelle 5:
Beweidungsprozente der
Freiflächenkategorien
(ÖWI 2007/09)

▼
Viehtränke –
Waldweide auf
Freiflächen

kungskette gefährlicher Erosionsprozesse in Gang setzt. Besonders empfindlich sind aber feinerdereiche, lehmig-tonige Böden.

Methodische Grenzen terrestrischer Erhebungen auf Stichprobenflächen

Laut Definition der ÖWI schützt ein Schutzwald sich selbst und seinen Standort, ist also ein Standortsschutzwald.

Die im Forstgesetz 1975 angeführten Voraussetzungen für einen Standortsschutzwald (Flugsand- und Flugerdeböden, Verkarstungsgefahr, Seichtgründigkeit, schroffe Lagen, Abrutschungsgefahr, Kampfzone) sind nicht genauer definiert. Sie sind aber mit Hilfe von sichtbaren Standort- und Bestandesmerkmalen großteils erkennbar. Daher erfolgte eine subjektive Einschätzung durch die Erheber. Unterschieden wird dabei zwischen

- Schutzwald im Ertrag (SIE), wo eingeschränkte planmäßige Holznutzungen möglich sind, und
- Schutzwald außer Ertrag (SAE), in dem keine planmäßigen Holzentnahmen mehr stattfinden können.

Ein Standortsschutzwald kann, muss aber nicht unbedingt ein Objektschutzwald sein. Im Hinblick auf den Objektschutz können auf den terrestrischen Probestflächen nur einzelne Faktoren der Grunddisposition für die Auslösung von Gefahrenereignissen (für das Gefahrenpotenzial) angegeben werden wie die Hangneigung, Bodenmerkmale und „stumme Zeugen“ sowie variable Dispositions-faktoren wie Baum- und Bestandesmerkmale.



Für ein Lawinenanbruchspotenzial gibt es aber meist keine „stummen Zeugen“. Es müssen Indikatoren wie die Hangneigung und die zu erwartende Schneehöhe verwendet werden. Auch das Steinschlagpotenzial kann auf der Probefläche nur bedingt anhand von Stammschäden oder von abgelagerten Steinen festgestellt werden, denn weder Steinschlagquelle noch abgelagerte Steine sind immer auf der beurteilten Fläche erkennbar.

Das Ausmaß der Gefährdung schützenswerter Objekte (Schadenspotenzial) kann auf der Probefläche selbst nicht festgestellt werden. Es ist dem Erheber oder der Erheberin im Wald meist weder möglich, unterhalb der Probefläche liegende Objekte wahrzunehmen, noch können sie von dem Aufnahmeort aus die potenzielle Reichweite der Prozesse und die Schutzwirksamkeit unterhalb liegender Waldflächen sicher beurteilen. Dafür muss eine flächige Beurteilung mit Hilfe von Reichweitenmodellen auf der Basis digitaler Höhenmodelle und durch Fernerkundung erfolgen. Am Institut für Naturgefahren des Bundesforschungszentrums für Wald werden derzeit auch für die ÖWI geeignete Modelle für Steinschlag- und Lawinenschutzwälder entwickelt.

Die Schutzwirkung des Waldes hängt von zahlreichen Faktoren in komplexer Wechselwirkung ab. Nachfolgend werden nur einige zentrale Faktoren des Gefahrenpotenzials und der Schutzwirkung von Freiflächen als Zustandsindikatoren verwendet.

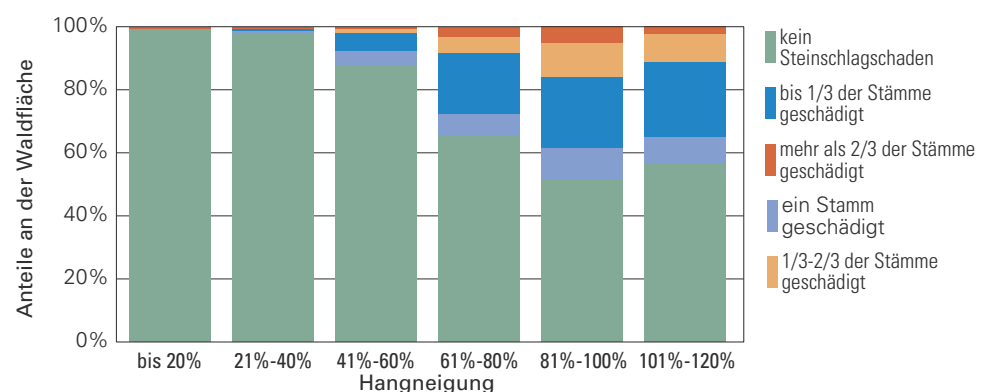
Faktoren für Grunddisposition hinsichtlich Naturgefahren

Hangneigung

Grundsätzlich nimmt die relative Häufigkeit der Auslösung von Naturgefahren-Prozessen (Steinschlag, Lawine, Rutschung - Hangmure) mit der Hangneigung zu (Abbildung 2). Dokumentierte Auslösungen unter 30° Hangneigung sind bei den Klima- und Bodenverhältnissen in Österreich relativ selten. Ab 35° steigt die relative Häufigkeit bei allen Gefahrenprozessen stark an.

Im Folgenden wird ein Grenzwert von 61% (ca. 30°) für eine potentielle Auslösung von Naturgefahren-Prozessen angenommen. Das heißt, bei entsprechender Schneehöhe könnten Lawinen anbrechen oder andere Gefahrenprozesse (z. B. Rutschung, Baumsturz) ablaufen. Außerdem kann man davon ausgehen, dass viele ÖWI-Probeflächen ab 30° Hangneigung potenzielle Steinschlag-Sturzbahnen sind. In Abbildung 2 erkennt man deutlich eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Steinschlagschäden über 60% Hangneigung.

Rund 20% (812.000 ha) der begehbaren österreichischen Waldfläche, 17% des Wirtschaftswaldes und 50% des Schutzwaldes liegen auf Hängen, die steiler als 30° sind. Ein relativ hoher Anteil des ÖWI-Wirtschaftswaldes (513.000 ha) hat, sofern man nur die Hangneigung als Indikator verwendet, ein Gefahrenpotenzial für Naturgefahren. Hier kann es sich teilweise um Objekt-



►
Abbildung 2: Durch Steinschlag geschädigte Waldfläche nach Hangneigungsklassen

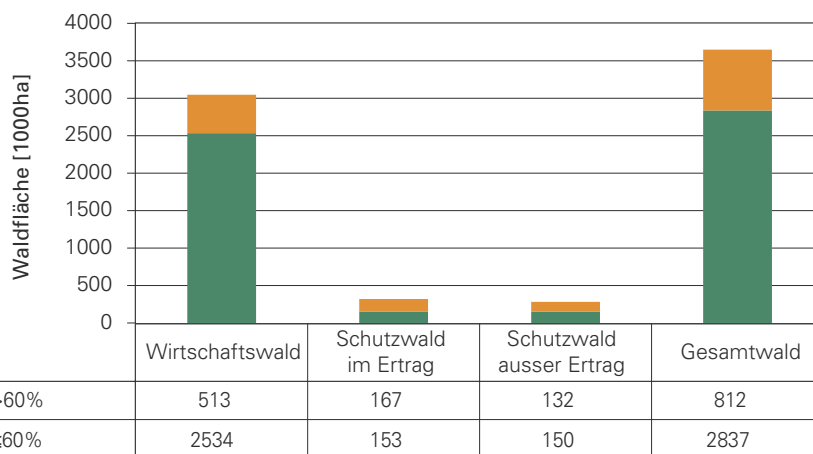


Abbildung 3:
Begehbare Waldfläche im
Wirtschaftswald,
Schutzwald im Ertrag und
Schutzwald außer Ertrag
nach Hangneigungs-
klassen über und bis
60% (ÖWI 2007/09)

schutzwald ohne Standortsschutzfunktion handeln, der von der ÖWI nicht erfasst wird. 303.000 ha bzw. 50,3% des ÖWI-Schutzwaldes (im und außer Ertrag) haben eine Hangneigung kleiner 61% (Abbildung 3). Es handelt sich vermutlich um reine Standortsschutzwälder oder um Wälder mit indirekter Objektschutzfunktion.

Bodenrauigkeit

Ein wesentlicher Faktor des Gefahrenpotenzials von Lawinen und Steinschlägen ist die Rauigkeit des Bodens. Bei sehr glattem Untergrund kann man als Richtwert annehmen, dass auf Freiflächen bereits ab etwa 30 bis 50 cm Schneehöhe Altschneelawinen (zum Beispiel Gleitschneelawinen) und ab etwa 100 bis 120 cm Neuschneelawinen an-

brechen können (Schaerer 1981, Perzl 2013). Ein nur „glatter“ Boden erfordert dafür bereits etwa 70 bis 150 cm Schneehöhe. In der Folge werden nur Hänge mit Hangneigungen über 60% herangezogen.

Von den 812.000 ha Waldflächen über 60% Hangneigung weisen 574.000 ha (70%) einen glatten oder sehr glatten Untergrund auf (Tabelle 6). Auf 20% der Waldfläche mit über 60% Hangneigung ist der Boden sehr glatt. Die Bodenoberfläche stützt die Schneedecke nur wenig ab und erzeugt wenig Rollwiderstand bei Steinschlag. Die Schutzwirkung hängt vor allem von der Bestockung ab.

Den größten Anteil an glatten und sehr glatten Bodenoberflächen hat der steile Wirtschaftswald. Von den

Bodenrauigkeit	Gelände mit einer Hangneigung > 60%							
	Wirtschaftswald		Schutzwald im Ertrag		Schutzwald außer Ertrag		Summe	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
sehr rau	14.000	3	14.000	8	17.000	14	45.000	6
rau	105.000	21	52.000	31	36.000	27	193.000	24
glatt	273.000	53	75.000	45	61.000	46	409.000	50
sehr glatt	120.000	23	27.000	16	18.000	13	165.000	20
Summe	512.000	100	168.000	100	132.000	100	812.000	100
Rauigkeitsklassen:								
sehr rau: ab 2 m Rauigkeitshöhe; z. B. große Blöcke, Karstgelände - Karren								
rau: 0,5-1,99 m Rauigkeitshöhe; z. B. größere Blöcke, Bermen, Mulden								
glatt: 0,2-0,49 m Rauigkeitshöhe; z. B. Zwergsträucher, kleine Mulden, Kleinblöcke								
sehr glatt: z. B. Gras, Laubstreu, Felsplatten; Rauigkeitshöhe < 0,2 m								

Tabelle 6:
Bodenrauigkeit (ohne
Stöcke) im Wald (ÖWI
2007/09)

512.000 ha haben 76% (393.000 ha) glatten oder sehr glatten Untergrund. In den Standortsschutzwäldern (Schutzwald im und außer Ertrag) liegt dieser Wert bei ungefähr 60% (181 000 ha).

Freiflächen

Da auf Freiflächen in der Regel nur wenige stärkere Bäume stehen, wird beim Abrollen von Steinen auf Freiflächen deutlich weniger Energie abgebaut als im geschlossenen Wald. Sie muss dann vom darunter liegenden bestockten Bestand aufgefangen werden. Zunehmende Steilheit und Länge der Freiflächen in der Fallrichtung vermindern daher die Schutzwirkung des Waldes, vor allem dann, wenn der Steinschlag nicht durch ausreichend viel und genügend dicht bewaldetes Gelände weiter unterhalb aufgehalten werden kann.

Während in Laub- und Mischwäldern Lawinenanbrüche nicht unbedingt an Freiflächen gebunden sind (Konetschny, 1990), brechen Lawinen in immergrünen Nadelwäldern im Bestand nur selten, und wenn, dann meist als kleinere Lockerschneelawinen an. Generell sind auch in Laub- oder Mischwäldern Lawinenanbrüche auf Freiflächen größer (Konetschny, 1990). Im Nadelwald ereignen sich die meisten Lawinenanbrüche auf Freiflächen wie Lücken und Blößen.

Bei der Einschätzung der Freiflächen im Hinblick auf Lawinenanbruch gibt es verschiedene Ansätze. Sowohl die Länge als auch die Breite einer Freifläche werden als primäre Bewertungskriterien genannt (deQuervain 1979, Bauerhansl et al. 2010, Perzl et al. 2012). Der erste Ansatz unterstellt, dass beim Überschreiten einer Maximallänge der Freifläche in der Fallrichtung der darunter liegende Bestand die angebrochene Lawine nicht mehr abbremsen kann. Die Bremswirkung eines Bestandes ist aber unter anderem stark von seiner Struktur abhängig. Nicht ausreichend dichte Bestände werden von angebrochenen Lawinen durchflossen. Der zweite Ansatz geht da-

von aus, dass die Wahrscheinlichkeit eines Anbruchs mit der Freiflächenbreite ansteigt.

Potenziell gefährliche und kritische Freiflächen

Die Frage der kritischen Größe von Freiflächen kann wegen der Komplexität des Zusammenwirkens verschiedener Einflüsse wie Freiflächengröße, Anbruchsvolumen, Schneebeschaffenheit und vor allem der Ausbildung der Sturzbahn (Länge, Geländeform, Rauigkeit, Bestockung) nicht eindeutig beantwortet werden (Perzl et al., 2012). Es gibt verschiedene Ansätze, die allerdings nur als sehr grobe Richtwerte verstanden werden sollten.

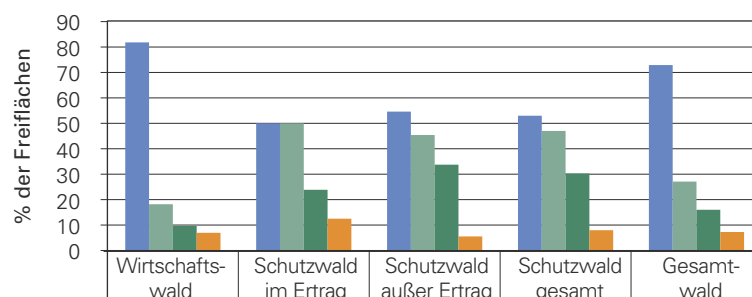
In der Folge wird angenommen, dass bei einer horizontal projizierten Freiflächenlänge von bis zu 25 m in der Fallrichtung auch auf sehr steilen Flächen die Schutzwirkung des Waldes vor Waldlawinen (vgl. dazu Frehner et al. 2005, Bebi et al. 2009) und vor Steinschlag (vgl. dazu Gsteiger, 1989) nicht wesentlich vermindert wird.

Neben den „potenziell gefährlichen“ Waldflächen mit Hangneigungen über 60% werden in der vorliegenden Arbeit mehr als 60% steile Freiflächen mit der Bodenrauigkeit „glatt“ oder „sehr glatt“, deren horizontal projizierte Länge in der Fallrichtung 25 m übersteigt, als „kritische Freiflächen“ bezeichnet.

Im Wirtschaftswald viele kritische Freiflächen

In Abbildung 4 und Tabelle 7 sind die Anteile der Freiflächen für Wirtschaftswald, Schutzwald im Ertrag sowie Schutzwald außer Ertrag je nach ihrer potenziellen Gefährdungssituation gegenübergestellt. 7,6% (39.000 ha) der gesamten potenziell gefährlichen Wirtschaftswaldfläche von 513.000 ha (Abbildung 3) und 6,7% (20.000 ha) der potenziell gefährlichen Schutzwaldfläche von 299.000 ha werden von Freiflächen eingenommen, die wegen ihres glatten Untergrundes und ihrer Freiflächenlänge

Betriebsart	alle Freiflächen		potenzielle Auslösung von Naturgefahren Hangneigung >60%		kritische Freiflächen >25m horizontal Hangneigung >60% glatt und sehr glatt		Anteil der kritischen an den potenziellen
	ha	%	ha	%	ha	%	
Wirtschaftswald	561.000	100	102.000	18	39.000	7	38
Schutzwald im Ertrag	88.000	100	44.000	50	11.000	13	25
Schutzwald außer Ertrag	163.000	100	74.000	45	9.000	6	12
Schutzwald gesamt	251.000	100	118.000	47	20.000	8	17
Gesamtwald	812.000	100	220.000	27	59.000	7	27



Freifläche gesamt	82	50	55	53	73
Freifläche >60%	18	50	45	47	27
Freifläche steiler 60% länger 25 m	10	24	34	30	16
Freifläche steiler 60% länger 25 m glatt/sehr glatt	7	13	6	8	7

▲
Tabelle 7:
Kritische Freiflächen

◀
Abbildung 4:
Anteile über 60% steiler
und „kritischer“
Freiflächen an den Frei-
flächen im Wirtschafts-
und Schutzwald
(ÖWI 007/09)

als kritisch eingestuft werden. Rund 27% aller Freiflächen weisen Hangneigungen über 60% auf, werden also in der vorliegenden Arbeit als potenziell gefährlich im Hinblick auf die Auslösung von Naturgefahren beurteilt. Während im Schutzwald der Anteil an steilen, potenziell gefährlichen Freiflächen an der Gesamtfläche der Freiflächen mit 47% wesentlich höher liegt als im Wirtschaftswald (18%) (Tabelle 7), ist im Wirtschaftswald der Prozentsatz der kritischen Freiflächen an den potenziell gefährlichen Flächen mit 38% höher als im Schutzwald (17%). In Absolutwerten ausgedrückt, ergibt das 39.000 ha kritische Freiflächen im Wirtschaftswald und 20.000 ha kritische Freiflächen im Schutzwald. Dabei ist der Anteil im Schutzwald im Ertrag mit 25% doppelt so hoch wie im Schutzwald außer Ertrag (Tabelle 7).

Runsen, Rinnen, Lawinengänge	Fläche	
	ha	%
Wirtschaftswald	3.000	13
Schutzwald im Ertrag	5.000	22
Schutzwald außer Ertrag	15.000	65
Runsen, Rinnen, Lawinengänge gesamt	23.000	100

Zusätzlich zu den „kritischen“ Freiflächen gibt es rund 23.000 ha Lawinengänge, Runsen und Rinnen im Wald. Diese Geländeformen stellen nicht nur mögliche Sturzbahnen dar, auf ihnen sind deutliche Spuren von Lawinenabgängen und anderen Naturgefahrenereignissen direkt erkennbar. 87% aller Runsen, Rinnen und Lawinengängen befinden sich im Schutzwaldbereich (Tabelle 8), 65% (15.000 ha) im Schutzwald außer Ertrag.

◀
Tabelle 8:
Runsen, Rinnen und
Lawinengänge im
Wirtschaftswald und
Schutzwald (ÖWI
2007/09)

Literatur bei den Autoren

Dipl.-Ing. Elmar Hauk,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldinventur,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,

E-Mail: elmar.hauk@bfw.gv.at
Dipl.-Ing. Frank Perzl,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Naturgefahren,
Rennweg 1, 6020 Innsbruck,
E-Mail: frank.perzl@uibk.ac.at

Die starke innere und äußere Fragmentierung des österreichischen Waldes

Fast die Hälfte der österreichischen Waldfläche wird von Frei- und Nichtwaldflächen beeinflusst, 1,5 Mio. ha Wald befinden sich im Einflussbereich temporärer Freiflächen im Wald. Überdurchschnittlich viele Freiflächen, vor allem Bestandeslücken, findet man in weitgehend naturnahen Fichten-(Tannen-)wäldern.

Neben der Erhebung der Situation auf Freiflächen werden von der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) auch Einflüsse von Frei- oder Nichtwaldflächen auf angrenzende Waldflächen berücksichtigt. Freiflächen bedingen immer Innenrandwirkungen, da sie Teil der Waldfläche sind. Außenrandwirkungen entstehen dagegen im Grenzbereich zwischen Wald und Nichtwaldflächen. Unmittelbare Randwirkung tritt dann auf, wenn eine Probefläche von einer Grenzlinie zwischen Bestand und Freifläche direkt geschnitten wird. Eine mittelbare Randwirkung liegt laut ÖWI dann vor, wenn sie zwar nicht im unmittelbaren Randbereich liegt, aber einen Einfluss auf die (Boden)vegetation des betroffenen Bestandesteiles ausübt.

Halfte der Waldfläche Österreichs von Freiflächen oder Nichtwaldflächen beeinflusst

Rund ein Sechstel der österreichischen Waldfläche (557.000 ha) liegt im Einflussbereich von nahegelegenen Nichtwaldflächen, 1.473.000 ha oder mehr als ein Drittel werden von temporären Freiflächen im Wald beeinflusst. 68.000 ha davon stehen im Einfluss sowohl von

Freiflächen im Wald als auch von angrenzenden Nichtwaldflächen.

Das bedeutet, dass 49% (1.962.000 ha) der gesamten Waldfläche mehr oder weniger stark von Freiflächen- und Nichtwaldflächen beeinflusst werden, ein Ergebnis, das die starke innere und äußere Fragmentierung des österreichischen Waldes zeigt.

Verteilung der Freiflächen auf Waldtypen

Für ökologische Aussagen erweist sich eine Einteilung nach Lebensraumtypen unter vergleichbaren natürlichen und menschlichen Einflüssen als nützlich. Zu diesem Zweck wurden der Europäischen Umweltagentur (EEA) 2006 aktuell vorhandene Waldtypen für ganz Europa vorgeschlagen, die eine europaweit vergleichbare Berichterstattung über waldökologische Themen ermöglichen sollen. Diese Waldtypen basieren zwar auf der realen Baumartenkombination, berücksichtigen aber auch den Grad menschlicher Beeinflussung durch einen Vergleich mit der jeweiligen potenziell natürlichen Waldgesellschaft.

So gibt es beispielsweise Nadelwaldtypen auf potenziell natürlichen Nadelwald-Standorten mit weitgehend erhaltener natürlicher Baumartenkombination. Zum Unterschied kommen in der klimatisch temperierten Zone die so genannten „nemoralen“ Nadelwälder auf potenziellen Laubwald-Standorten vor, die durch menschlichen Einfluss entstanden sind und natürliche Laub- und Mischwaldgesellschaften ersetzen.

„Nemoral“ kommt vom Lateinischen „nemus“, was „Wald“ oder „Hain“ be-

Mittelbare und unmittelbare Randwirkung

Europäischer Waldtyp	Waldfläche	Lücke	Blöße	Jugend I	Jugend II	gemischt	Strauchfläche	Summe	Freifläche
	%								
nemorale Kiefernwälder	4	44	7	6	28	9	7	100	1
nemorale Fichtenwälder	29	31	9	14	36	10	0	100	25
Lärchen-Zirbenwälder	4	65	3	7	11	7	7	100	5
Fichten-(Tannen-)wälder	25	36	12	11	30	9	2	100	30
Alpine Kiefern-, Schwarzkiefernwälder	1	69	11	0	20	0	0	100	0
Stieleichen-Hainbuchenwälder	1	24	0	0	67	9	0	100	0
Traubeneichen- Hainbuchenwälder	2	17	0	5	62	6	10	100	1
Hangwälder	1	48	0	0	45	8	0	100	1
Mesophile Laubwälder	2	18	0	8	56	10	8	100	2
Submontane Buchenwälder	8	17	3	13	56	10	1	100	5
Montane Buchenwälder	11	25	6	21	37	11	0	100	9
Auwälder	2	40	5	4	40	4	7	100	1
Erlenwälder	1	33	4	0	42	7	14	100	1
Plantagen	1	25	0	0	75	0	0	100	0
Nicht zugeordnet	1	28	11	8	35	2	16	100	3
Strauchflächen	6	2	0	0	1	1	96	100	14
Summe %	100	29	7	10	30	8	16	100	100

◀ Tabelle 1:
Waldflächenanteile,
Freiflächenanteile,
Freiflächengrößenklassen
nach Europäischen
Waldtypen
(ÖWI 2007/09)

deutet. In der Geowissenschaft steht nemoral für die feucht gemäßigte temperierte Ökozone der laubwerfenden Laubwälder, die unter anderem in Mitteleuropa weit verbreitet ist.

Im Unterschied zu Plantagen sind vom Menschen geförderte Nadelwälder der nemoralen Zone an die natürlichen Gegebenheiten gut angepasst, ihre vitale Naturverjüngung erzeugt oft einen naturnahen Eindruck. In Österreich nehmen Fichten-(Tannen-)Wälder rund die Hälfte der gesamten Waldfläche ein, davon ist allerdings mehr als die Hälfte den nemoralen Nadelwäldern zuzuordnen, also durch intensive Bewirtschaftung im Hinblick auf die potenziell natürliche Waldzusammensetzung verändert.

In Tabelle 1 werden Waldflächenanteile und Freiflächenanteile den europäischen Waldtypen gegenübergestellt.

Die Freiflächenanteile werden überdies nach Freiflächentypen aufgeteilt. Unterschieden werden dabei

- Lücken (30 m² -499 m²),
- Blößen (≥ 500 m²),
- freistehende Jugend I (mittlere Höhe < 1,3 m) ≥ 500 m²,
- freistehende Jugend II (mittlere Höhe ≥ 1,3 m, max. mittlerer BHD 104 mm),
- gemischte Freiflächen, die nicht eindeutig zuzuordnen waren, und
- Strauchflächen.

Die relativ größten Freiflächen-Anteile haben die Gebirgswaldtypen Lärchen-Zirben-Wald (5% der Freiflächen auf 4% der Waldfläche) und weitgehend naturnahe subalpine Fichten- und montane Fichten-Tannenwälder (auf 25% der Waldfläche 30% der Freiflächen). Rund ein Drittel der Freiflächen in diesen alpinen Waldgesellschaften sind kleine

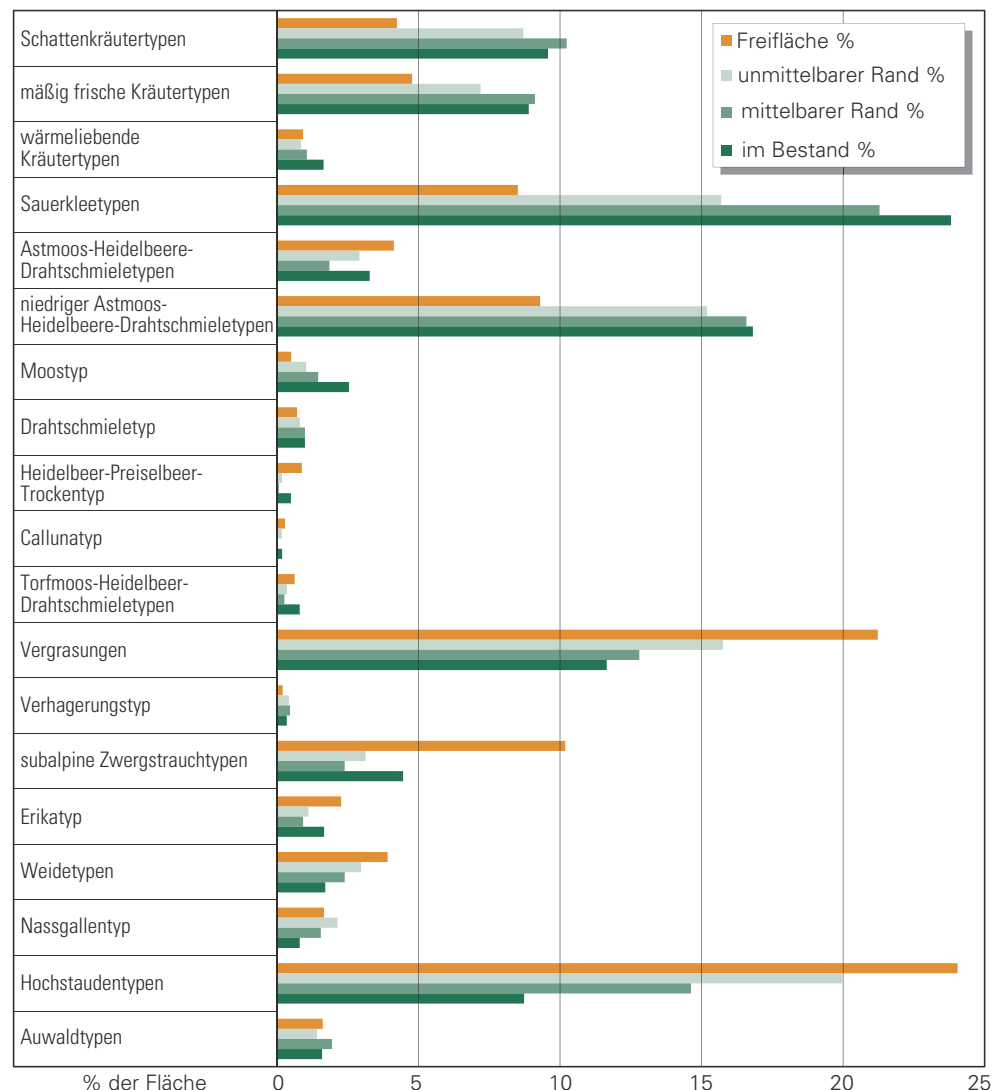
Lücken unter 500 m². Aber auch der Blößenanteil ist hier größer als in allen anderen Waldgesellschaften. Submontane und montane Buchenwaldgesellschaften, zu denen auch die in Österreich weitverbreiteten Fichten-Tannen-Buchenwälder gezählt werden, haben zum Vergleich auf 19% der Waldfläche nur 14% der Freiflächen.

Interessant ist die Tatsache, dass nemorale Fichtenwälder weniger Lücken und Blößenanteile aufweisen als naturnahe Fichten-(Tannen)wälder. Dafür ist aber der Anteil von freistehenden Jugendflächen in nemoralen Fichtenwäldern höher, eine Auswirkung der intensiveren Bewirtschaftung. Buchenwälder haben geringere Blößen-Anteile,

aber relativ viele Jugendflächen, da die Verjüngung meist schon vor einer flächigen Freistellung vorhanden ist.

Auswirkungen von Freiflächen auf die Bodenvegetation

Die ÖWI ordnet jeder Probefläche einen Vegetationstyp zu, der für einen Standort charakteristisch und nach Zeigerarten benannt ist. Der Vegetationstyp unter Waldvegetation ist stark von den Hauptbaumarten des Bestandes geprägt. Im Bereich von Freiflächen kann diese Beeinflussung nachwirken, durch das verstärkte Lichtangebot wird jedoch mehr Biomasse produziert und oft ändert sich auch der Bodenvegetationstyp.



► **Abbildung 1:**
Verteilung der
Vegetationstypen auf
Freiflächen, Waldrändern
und im Bestandesinneren
[% der Fläche]
(ÖWI 2007/09)

In Abbildung 1 werden die Anteile der Vegetationstypen auf der Freifläche (orange), am unmittelbaren Rand, etwas weiter im Bestand und ganz im Bestandesinneren (je weiter im Bestand, desto dunkleres Grün) gegenübergestellt, Abbildung 2 zeigt die Vegetationstypenverteilung auf großen (ab 500 m²) und kleinen Freiflächen (bis 499 m²).

Dabei ist generell eine Abnahme der Hochstauden und Vergrasungstypen in Richtung zum Bestandesinneren zu bemerken, wobei Hochstaudentypen größere Freiflächen starker bevorzugen als Vergrasungen. Heidelbeertypen reagieren auf eine Veränderung des Lichtangebotes bei Randsituationen unterschiedlich. Niedrige AHD-(Astmoos-Heidelbeer-Drahtschmiele)-Typen sind eher im Bestandesinneren zu finden, bei hohen AHD-Typen ist von der Freifläche zu den Bestandesrändern zunächst eine Abnahme, im Bestandesinneren aber wieder eine Zunahme zu beobachten (Abbildung 1).

Direkt auf der Freifläche kommt der niedrige AHD-Typ im Vergleich zum hohen AHD-Typ auch häufiger in kleinen Lücken als auf großen Blößen vor (Abbildung 2). Sauerklee und Schattenkräutertypen stellen Vegetationstypen des Bestandesinneren dar und werden



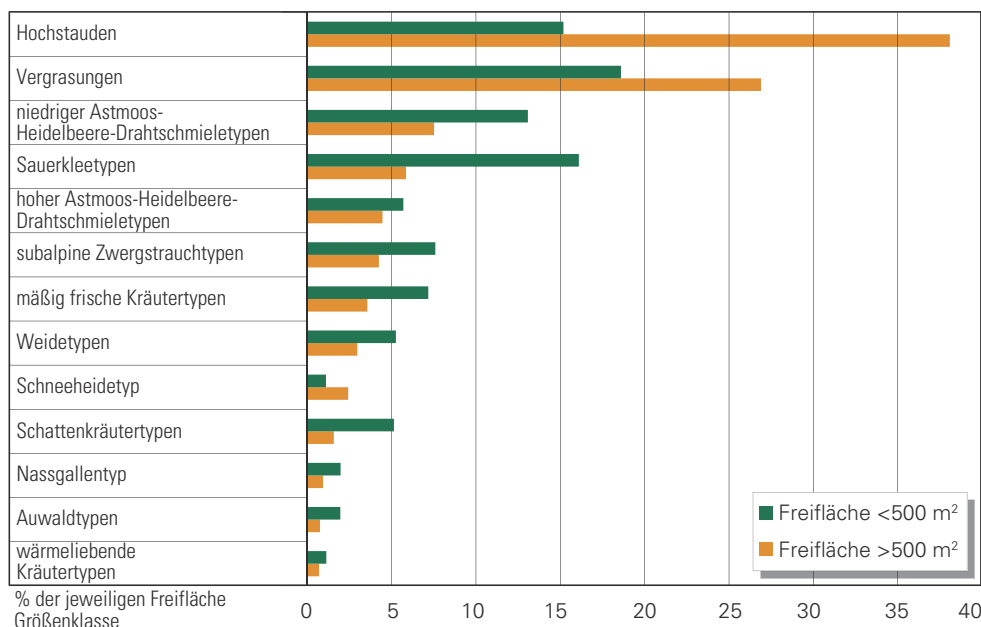
▲ Hochstauden auf Freifläche

in Randnähe und auf der Freifläche seltener. Subalpine Zwergsträucher treten stärker noch als Weidentypen bevorzugt auf Freiflächen auf.

Verjüngung auf Freiflächen

Die ÖWI erhebt für die Bestandes-schichten die Überschirmungsprozente von Holzgewächsorten. Dabei werden unterschieden:

- Krautschicht unter 1,3 m Höhe,
- Strauchschicht (1,3 – 5 m Höhe) und
- zwei Baumschichten > 5 m Höhe.



◀ Abbildung 2: Verteilung der häufigsten Vegetationstypen auf großen und kleinen Freiflächen (ÖWI 2007/09)



▲ Niedriger Astmoos-Heidelbeere-Drahtschmieletyp auf kleiner Freifläche

► Tabelle 2:
Verjüngung auf Freiflächen (ÖWI 2007/09)

Für die Darstellung der Verjüngungssituation wurden die Krautschicht (Jugend I) und Strauchschicht (Jugend II) näher untersucht. Betrachtet man die Verjüngungssituation nur für freigelegte Waldflächen im engeren Sinn (ohne

	ohne Jugend II, Strauchflächen [ha]	%
nicht vorhanden	119.000	44%
vorhanden	147.000	55%
Keine Angaben	3000	1%

► Tabelle 3:
Verjüngungshemm-faktoren auf Lücken und Blößen (ÖWI 2007/09)

	Blöße %	Lücke %
Lichtmangel	2,2	13,6
Konkurrenz Gras, Kraut	50,0	54,4
Humusaufgabe	6,6	12,7
kein Totholz	1,0	1,9
Weide	10,4	15,2
flächiger Verbiss	9,9	12,4
Erosion	7,1	12,7
Kleinklima	4,4	19,8
frischer Schlag	64,1	8,4
sonstige	20,0	22,1
Fläche [ha]	59.000 ha 100%	96.000 ha 100%

gesicherte Jugenden und Strauchflächen) fehlt die Verjüngung auf 44% dieser Flächen (Tabelle 2). Diese Tatsache ist zum Teil durch noch nicht wiederbewaldete frische Schlagflächen erklärbar, die rund 64% des Verjüngungsdefizites auf Blößen ausmachen. Auf rund der Hälfte aller unbewaldeten Blößen und Bestandeslücken hemmt die Konkurrenz durch die Bodenvegetation das Aufkommen einer Verjüngung. Zu wenig Licht verhindert hingegen auf 13% der Lückenfläche eine Verjüngung. In Bestandeslücken stellt ungünstiges Kleinklima mit 19,8% einen bedeutenden Hemmfaktor dar. Ungünstige Humusaufgaben, flächiger Wildverbiss und Beweidung spielen auf Lücken im Bestandessinneren eine größere Rolle als auf Blößen (Tabelle 3).

Verjüngung der Baumarten auf großen Freiflächen (freistehende Jugenden)

Um die Verjüngungsentwicklung der Baumarten auf großen Freiflächen zu beschreiben, wurden jene 178 Probeflächen herangezogen, auf denen sich zwischen den Erhebungsperioden 2000/02 und 2007/09 aus freistehenden Jugenden I (Höhe <1,3 m) freistehende Jugenden II (Höhe ≥ 1,3 m) entwickelt hatten. Es erfolgte also ein Übergang vieler Jungbäume von der Krautschicht in die Strauchschicht. Beim Vergleich der aufsummierten Deckungsprozente der Baumarten erkennt man eine ungefähre Verdoppelung der Bodendeckung durch Bäume seit 2000/02 (Tabelle 4, Spalte Entwicklung der Überschildung seit 2000/02: +96%).

Fichte, Weichlaubholz und Kiefer konnten ihre Überschildung überdurchschnittlich, Buche, Lärche, Bergahorn und Eiche leicht vergrößern, stark zurück fielen hingegen Bergulme und Esche. Tanne, Eiche und Hainbuche konnten ihre Gesamtüberschildung in der Kraut- und Strauchschicht leicht erhöhen, zeigten jedoch bei der Entwicklung der Baum-

Große Freifläche	Überschirmungssumme		Entwicklung der Über- schirmung seit 2000/02	Baumartenanteile	
	Strauch+ Krautschicht 2007/09	Strauch+ Krautschicht 2000/02		Strauch+ Krautschicht 2007/09	Strauch+ Krautschicht 2000/02
				%	
Fichte	4086	1848	+121,15	51,96	46,11
Tanne	124	99	+25,21	1,58	2,47
Lärche	723	387	+86,84	9,20	9,66
Kiefer	81	11	+608,60	1,03	0,28
Buche	709	395	+79,75	9,02	9,85
Eiche	77	62	+24,18	0,98	1,55
Hainbuche	228	198	+15,11	2,90	4,95
Esche	280	331	-15,42	3,56	8,27
Bergahorn	3,28	1,85	+76,71	4,17	4,63
Bergulme	9	12	-24,56	0,12	0,30
Weichlaub	686	166	+313,71	8,72	4,14
sonstige	532	312	+70,56	6,76	7,78
Summe	7864	4007	+96,26	100,00	100,00

◀ Tabelle 4:
Entwicklung der Überschirmung nach Baumarten auf großen freistehenden Jugendflächen zwischen 2000/02 und 2007/09 (ÖWI)

artenanteile eine negative Entwicklung. Mit 52% Anteil an der Gesamtüberschirmung durch Baumarten ist die Fichte auf größeren Verjüngungsflächen die dominierende Baumart (Tabelle 4).

Verjüngungsentwicklung der Baumarten auf kleinen Freiflächen

Auf kleinen Freiflächen ist wegen des meist gleichzeitigen Vorliegens von Jugend I- und Jugend II-Pflanzen ein Periodenvergleich wie bei den freistehenden Jugenden auf großen Freiflächen nicht ohne weiteres möglich. Als Ersatz kann allerdings der Vergleich der Überschirmungsanteile der Baumarten in Jugend I (Krautschicht) und Jugend II (Strauschicht) in derselben Aufnahmeperiode dienen.

Unterstellt man auf diesen Flächen eine kontinuierliche, ungestörte Entwicklung der Baumarten von der Kraut- in die Strauschicht, und geht man davon aus, dass die Überschirmung eines Baumes in der Strauschicht wesentlich höher ist als in der Krautschicht, dürfte auch bei abnehmender Pflanzenzahl die Überschirmung einer Baumart in der

Strauschicht kaum geringer sein als in der Krautschicht. Das ist bei Fichte, Lärche, Kiefer, Hainbuche, Bergulme und Weichlaub auch deutlich erkennbar (Tabelle 5). Buche und Eiche verlieren beim Übergang in die Strauschicht absolut gesehen nicht viel an Bodendeckung, relativ zu den anderen Baumarten werden ihre Anteile an der Überschirmungs-

▼ Freistehende Fichtenjugend



►
Tabelle 5:
Baumarten-
Überschirmung auf
kleinen Jugendflächen
(ÖWI 2007/09)

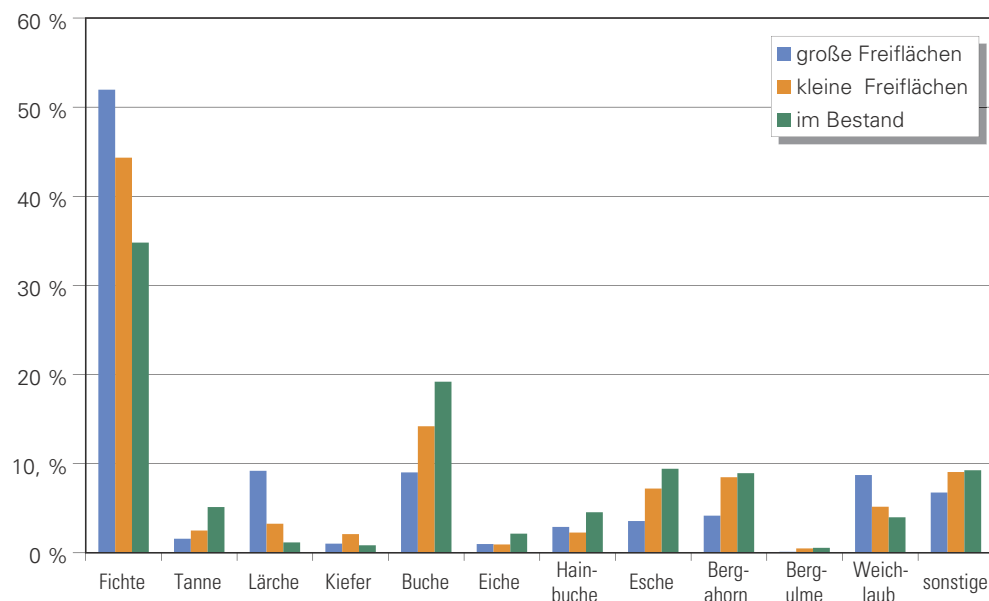
kleine Freifläche	Überschirmungsgrade Summe der Bodendeckungswerte			Baumartenanteile		
	Strauch- schicht 2007/09	Kraut- schicht 2007/09	Strauch+ Kraut- schicht	Strauch- schicht 2007/09	Kraut- schicht 2007/09	Strauch+ Kraut- schicht 2007/09
				%		
Fichte	4058	2355	6413	50,6	36,2	46,2
Tanne	130	230	360	1,7	3,5	2,6
Lärche	350	120	470	4,4	1,8	3,4
Kiefer	260	40	300	3,2	0,7	2,2
Buche	1010	1040	20,5	12,6	16,0	14,8
Eiche	700	700	1,4	0,8	1,0	1,0
Hainbuche	230	100	3,3	2,9	1,5	2,4
Esche	320	720	10,4	4,0	11,1	7,5
Bergahorn	270	960	12,3	3,3	14,7	8,8
Bergulme	50	20	0,7	0,7	0,3	0,5
Weichlaub	480	270	7,5	6,0	4,1	5,4
sonstige	787	592	740	9,8	9,1	5,3
Summe	8019	6513	13894	100,0	100,0	100,0

summe allerdings kleiner. Noch auffälliger ist sowohl der absolute als auch der relative Rückgang bei der Tanne. Kleine Eschen und Bergahorne können ihre starke Überschirmung in der Krautschicht, die aus der meist hohen Anzahl der Kleinpflanzen herrührt, nicht in die

Strauchschicht mitnehmen. Grund dafür dürfte bei diesen Baumarten besonders die nach mehrfachem Verbiss mangelnde Kompensationsfähigkeit des entfallenen Höhenwachstums zu sein.

In Abbildung 3 wird die Situation auf Freiflächen mit jener in geschlossenen

►
Abbildung 3:
Baumartenanteile an der
Überschirmung der Kraut-
und Strauchschicht auf
großen, kleinen Frei-
flächen und im Bestand
(ÖWI 2007/09)



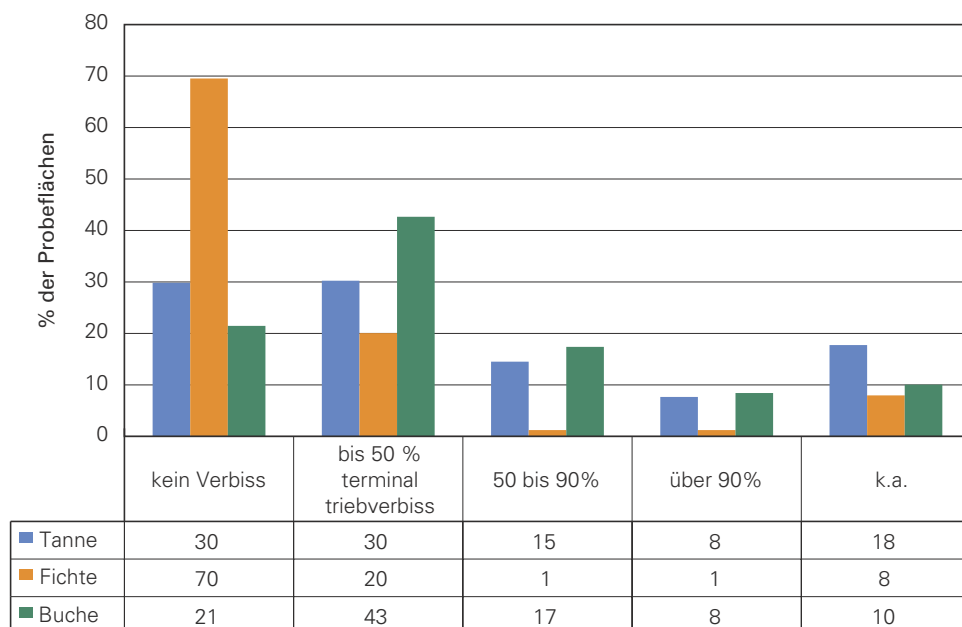


Abbildung 4:
Flächiger Verbiss von
Tanne, Fichte und Buche
auf Bestandeslücken [%]
(ÖWI 2007/09)

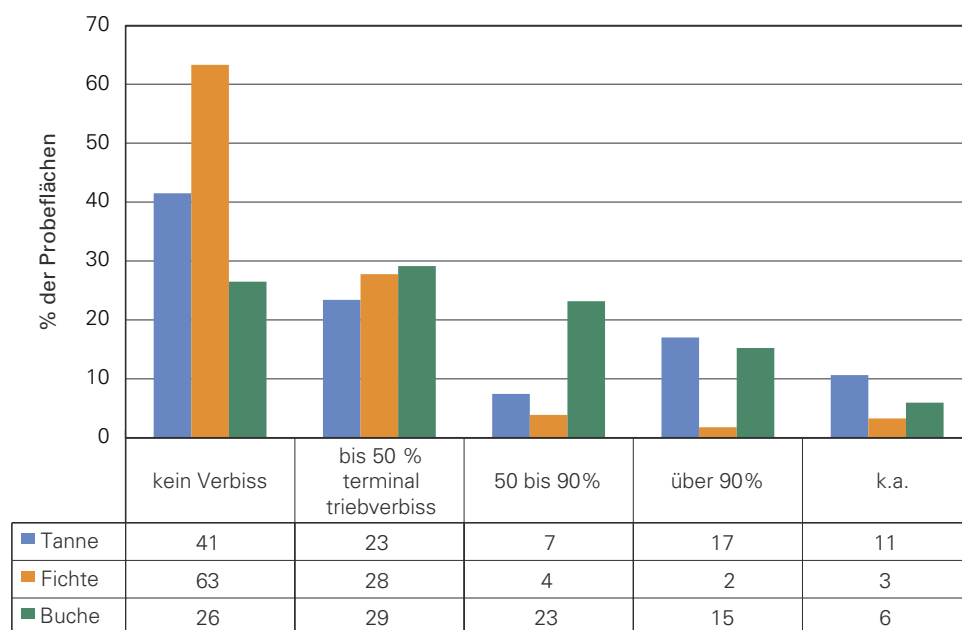


Abbildung 5:
Flächiger Verbiss von
Tanne, Fichte und Buche
in freistehenden
Jugenden [%]
(ÖWI 2007/09)

Beständen verglichen, dafür wird die Baumartenverteilung in Bezug auf die Überschildung von Kraut- und Strauchschicht auf großen Freiflächen, kleinen Freiflächen und auf Flächen mit Verjüngung im Bestandesinneren gegenübergestellt. Dabei haben wenig überraschend Fichte, Lärche und Weichlaubbaumarten auf großen Freiflächen (>500 m²) die höchsten Anteile und nehmen über kleinere Freiflächen zum Bestandesinneren hin ab. Die Schatten er-

tragenden Baumarten Tanne und Buche, aber auch die Hartlaubbaumarten zeigen hingegen ein umgekehrtes Bild.

Flächiger Verbiss der Hauptbaumarten Tanne, Fichte und Buche

Um die Auswirkungen des flächigen Terminaltriebverbisses auf die Hauptbaumarten abschätzen zu können, muss man bedenken, dass bei den Erhebungen der ÖWI nur solche Flächen beurteilt werden können, auf denen Jungpflanzen

vorhanden sind, das Fehlen einer Baumart nach Keimlingsverbiss kann, sofern keine eindeutigen stummen Zeugen als Hemmfaktoren (Tabelle 3) erkennbar sind, nicht dokumentiert werden. Dabei ist der Hemmfaktor Verbiss durch Wild auf Bestandeslücken als gravierender zu beurteilen als auf großen Blößen. Für die vorhandene Verjüngung wird in den Abbildungen 4 und 5 die Verbisssituation für die Baumarten Tanne, Fichte und Buche in Flächenanteilen der jeweiligen Baumart dargestellt.

Die Fichte ist offenbar vom Terminaltriebverbiss sowohl auf großen Freiflächen als auch auf Bestandeslücken gleichermaßen wenig betroffen. Tanne und Buche leiden unter wesentlich größerer Verbissbelastung. Dabei fällt auf, dass auf kleineren Bestandeslücken sowohl Tanne als auch Buche häufiger mit mittlerer Intensität verbissen werden, auf großen Freiflächen der Verbiss zwar seltener ist. Wenn aber flächiger Verbiss vorliegt, eher hohe Verbissintensitäten zu beobachten sind. Die Buche wird noch stärker verbissen als die Tanne.

Tanne ist stark gefährdet

Dennoch stellt der Terminaltrieb-Verbiss für die schon relativ selten gewordene Tanne neben einer nicht sehr tannenfreundlichen Waldwirtschaft ein ernsthafteres Problem dar, da sich die Seitentriebe neben abgeissenen Terminaltrieben kleiner Tannen im selben Jahr nicht mehr zu einem Ersatzwipfel aufstellen. Findet der Verbiss der Tanne vorwiegend im Winter, oder wie Schweizer Untersuchungen vermuten lassen, erst

kurz nach dem Austrieb im Frühjahr statt (Odermatt & Wasem, 2008), bedeutet das einen Höhenzuwachsverlust eines ganzen Jahres. In der Folge wird die Tanne von Fichten und Buchen überwachsen, was erst recht das Wachstum verzögert.

Bei den großflächigen Nutzungen werden dann die an Jahren alten, aber nach ihrer Größe gerade in die Strauchschicht eingewachsenen Tannen ebenfalls umgeschnitten, obwohl sie bis zum erneuten Überholtwerden durch die Konkurrenten eine längere Zeitspanne nutzen könnten. Und so wird der Wald um ein weiteres Tannenvorkommen ärmer. Wenn die alten Samenbäume einmal ausfallen, wird die Tanne in ihrem Vorkommen akut gefährdet sein.

Gegenmaßnahme wäre ein wirksamer Schutz der vorhandenen Tannen-Verjüngungskerne. Besteht seitens der Waldbewirtschafter der Wille zum Tannenschutz, sollte man Tannen Jungpflanzen in kleineren Gruppen unter leicht aufgelichtetes Altholz setzen und gegen Verbiss schützen. Diese Maßnahmen müssten nicht einen ganzen Forstbetrieb betreffen und damit eine großflächige Bewirtschaftung mit Fichte unmöglich machen; kleine tannengünstige Teile der Waldfläche mit tannenfreundlicher Bewirtschaftung würden schon einen Fortschritt bedeuten. Grundvoraussetzungen sind die Entwicklung einfacher und preiswerter Schutzmaßnahmen und die Sensibilisierung von Jägern und Waldbesitzern bezüglich des Tannenschutzes.



Literatur

Schadauer, K.; Hauk, E. (2009): Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 2007/09 Dienstanweisung. http://bfw.ac.at/700/pdf/DA_2009_Endfassung_klein.pdf

Odermatt, O.; Wasem, U. (2008): Verbiss an Tannen erst Ende März? Wald Holz 89, 10: 25 www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/wild/wsl_weisstannenverbiss_winter/index_DE

Ahorn- Eschenverbiss: www.fe.ethz.ch/research/standdynamics/regenerationecology/index

Wie lange bleiben Baumstöcke dem Ökosystem Wald erhalten?

Wie lange verbleiben die mit dem Boden verbundenen Reste der gefälltten Bäume im „Bestand“? Welche Bedeutung haben Baumart und Seehöhe? Wie wirkt sich die Dimension auf die Verrottung aus? Ist der Zersetzungsverlauf bei Stöcken von Dürrlingen ein anderer? Viele Fragen, kaum Antworten. Diese Lücke versuchte das Institut für Waldinventur des BFW mit einer Spezialuntersuchung zu schließen, in dem die Entwicklung von etwa 4500 Stöcken vom Zeitpunkt des Umschneidens bis zur Erhebung im Jahr 2007 und 2008 nachvollzogen wurden.

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) widmet sich dem Totholz bereits seit der Aufnahmeperiode 1992/96. Es wurden dabei die stehenden Dürrlinge, das liegende Holz und die Stöcke ab 20 cm

Durchmesser aufgenommen. In der nächstfolgenden Periode 2000/02 wurde das Mindestmaß auf 10 cm reduziert und das Totholz genauer vermessen. Die vorliegende Studie behandelt nur die Stöcke genutzter Probestämme auf ausgewählten Probeflächen.

Die Ergebnisse der letzten Erhebung 2007/09 zeigen, dass das Totholzvolumen/ha im Ertragswald mit Stöcken etwa 30 m³ beträgt, der Totholzvorrat der Stöcke liegt bei 9,7 m³/ha - somit bei einem Drittel des im Ertragswald befindlichen Totholzes.

In Stöcken leben nicht so viele Arten an Insekten, Pilzen und anderen Organismen wie im stehenden Totholz, aber beispielsweise für die Stabilisierung der Schneedecke im Schutzwald oder für die Naturverjüngung (Kadaver-Verjüngung) spielen die Stöcke eine wesentliche Rolle.

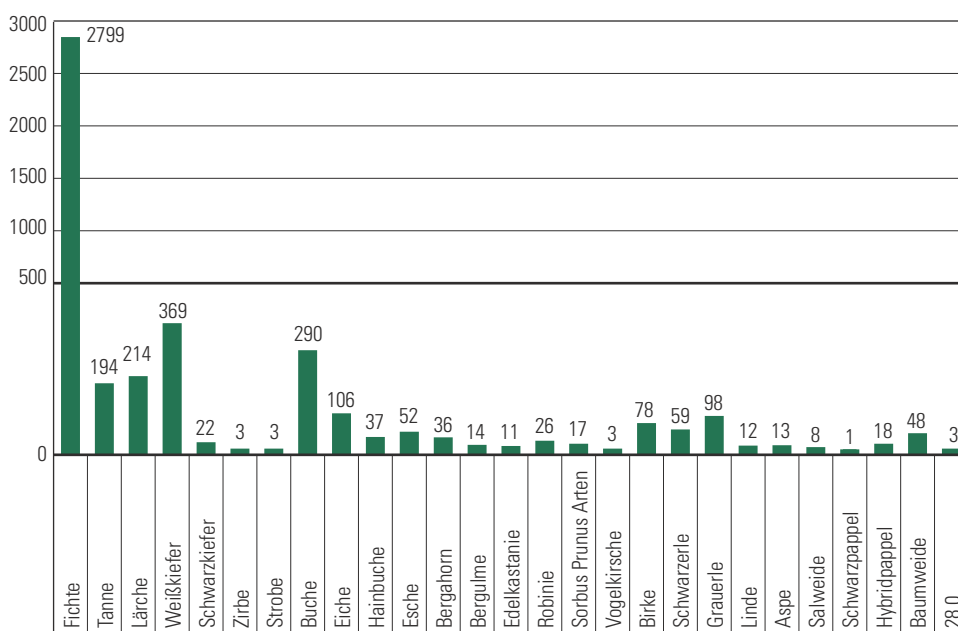
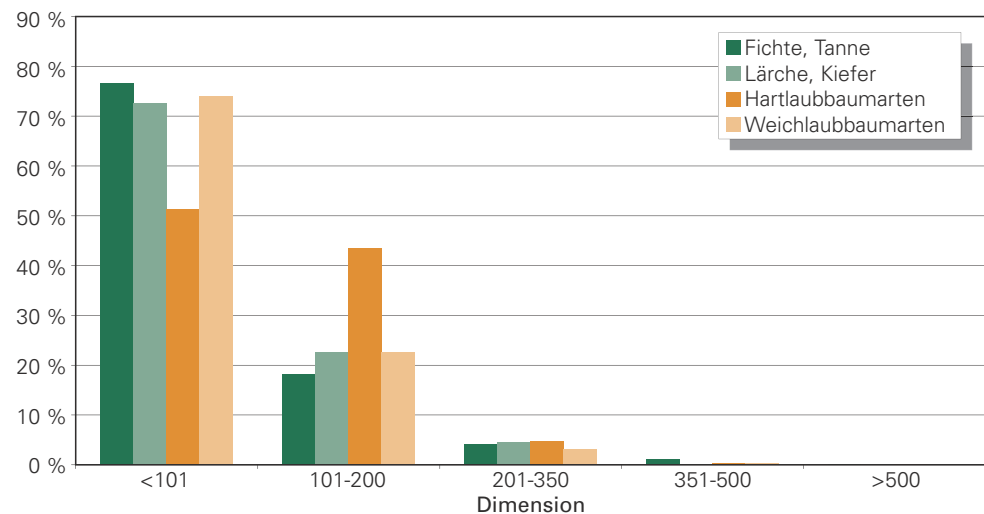


Abbildung 1:
Verteilung der Baumarten
bei den Stöcken

►
Abbildung 2:
Natürlicher Verlust nach
Dimension und Baum-
artengruppen



Für die Untersuchung wurden etwa 4500 Stöcke von Probestämmen herangezogen, die ab der Erstaufnahme 1981/85 genutzt wurden. Wurde ein Probestamm umgeschnitten, stellten die Erheberinnen und Erheber den Fäulegrad des verbliebenen Stockes fest. Der Zersetzungsgrad dieser Stöcke wurde bei der Spezialerhebung 2007/08 nochmals angesprochen. Daher ist das Alter der Stöcke recht unterschiedlich (gemittelt 11, 17 oder 22 Jahre).

Hauptsächlich waren es Stöcke von Fichte (2800 Stück), diese wurden für die Detailberechnungen herangezogen (Abbildung 1). Insgesamt waren 30 Baumarten erfasst, die nach ihren Eigenschaften in Gruppen zusammengefasst wurden (Fichte/Tanne, Lärche/Kiefer, Hartlaub, Weichlaub). Die Stöcke wurden nicht speziell vermessen, es wurde der letzte Durchmesser des noch stehenden Stammes als Richtwert für die Dimension herangezogen.

Von den 4500 Stöcken konnten 1400 nicht mehr vorgefunden werden. Gutachtlich wurden 400 dem natürlichen Zerfall zugeordnet (größtenteils aus der Durchmesserklasse < 10 cm), der Rest ist wetterbedingt oder durch sonstige Ursachen (z.B. Rutschung oder Überschüttung) verschwunden (Abbildung 2). Alle Altersgruppen (11, 17 und 22 Jahre) waren von den natürlichen Verlusten ähnlich betroffen (28%, 37%, 35%).

Bei den vorhandenen Stöcken (~70% aller) wurde mit Hilfe eines Beils (oder Bergschuhes) der Zersetzungsgrad angesprochen (hart bis vermodert). Umso älter der Stock, desto stärker ist die Vermoderung und geringer die Randfäule (Verwitterung von außen nach innen). Der Anteil der Weichfäule (Verwitterung von innen nach außen) bleibt immer gleich niedrig (10 bis 12%). Die „gesunden“ Stöcke (Zersetzungsgrad hart) nehmen mit dem Alter kontinuierlich ab (9 bis 3%, Abbildung 3).

Betrachtet man die Baumarten-gruppen, zeigt sich, dass Fichte/Tanne bei der Zersetzungs-dauer zwischen der Lärchen-Gruppe und Hartlaub liegt. Die Lärchen-Gruppe hat die geringste Vermoderungsrate, aber dafür dürfte die Randfäule den Zersetzungsprozess be-ginnen. Beim Weichlaub (zu geringe Anzahl) ist bereits nach zehn Jahren ein großer Anteil verrottet (Abbildung 4 bis 6).

Sieht man die verschwundenen Stöcke als Fortsetzung der Verrottung, sind bereits nach elf Jahren 41% dieser Stöcke durch natürlichen Zerfall verschwunden, nach 17 Jahren 60% und nach 22 Jahren 73% (Abbildung 7).

Hinsichtlich Fichte (geringer Anteil Tanne) sind vor allem die Stämme unter 20 cm von der Verrottung betroffen (Abbildung 8).

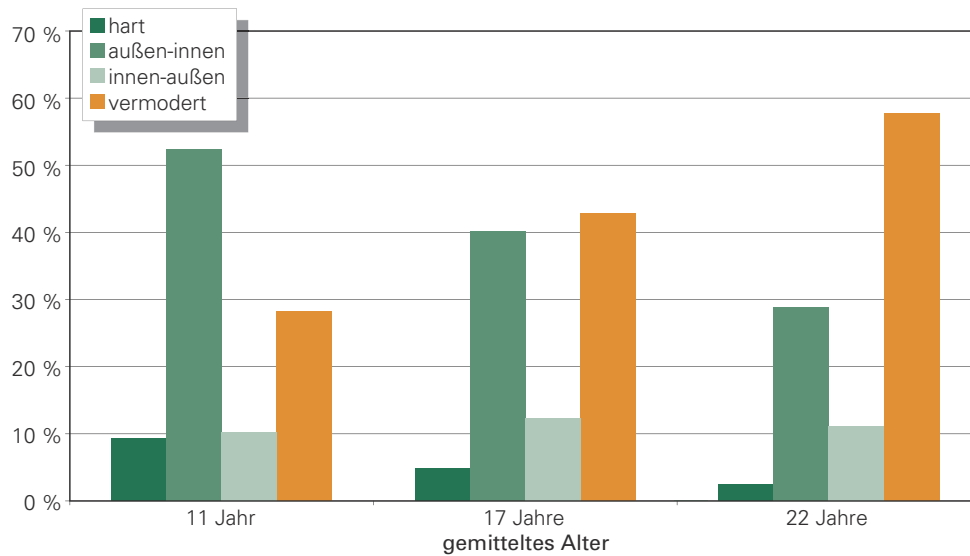


Abbildung 3:
Zersetzungsgrade nach
dem Alter aller
Baumarten

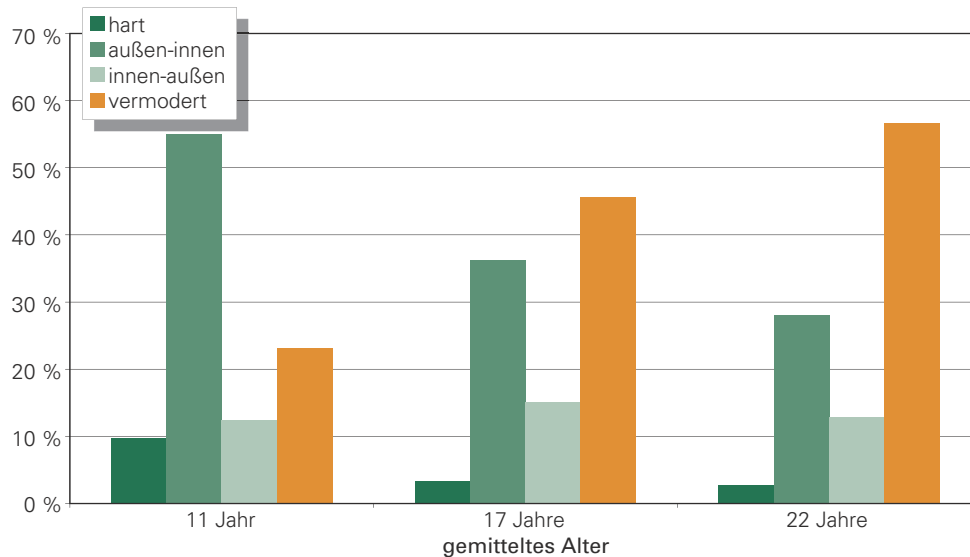


Abbildung 4:
Zersetzungsgrade bei
Fichte und Tanne

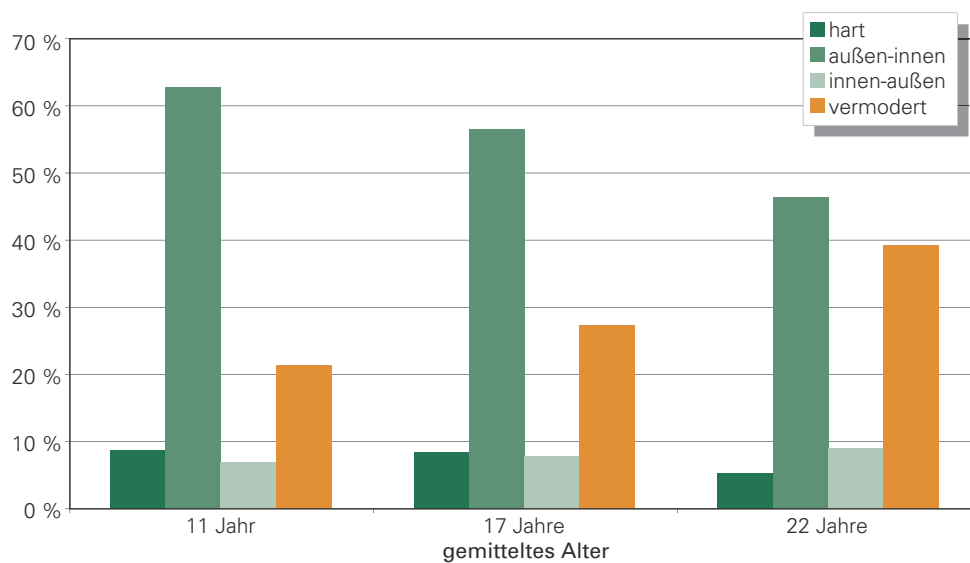
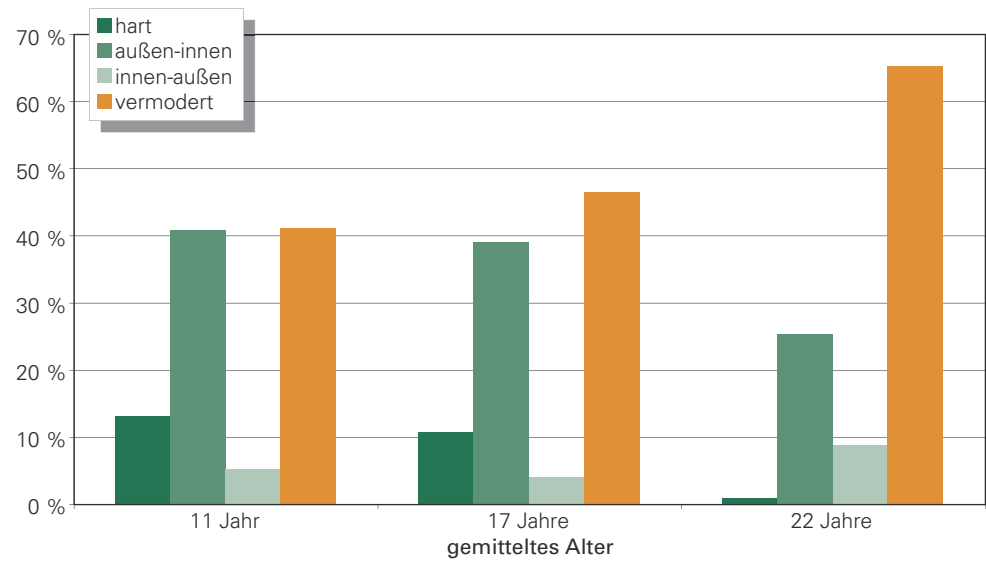
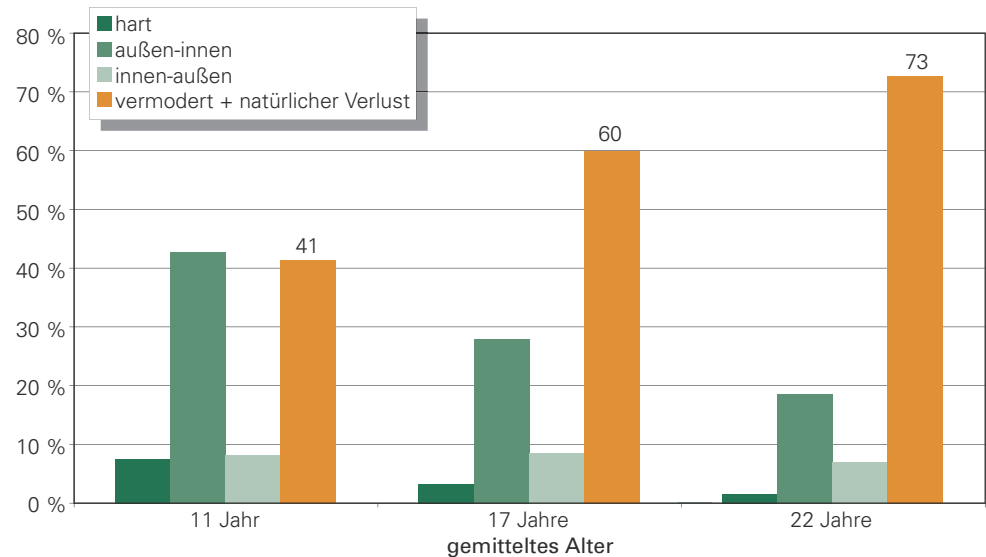


Abbildung 5:
Zersetzungsgrade bei
Lärche und Kiefer

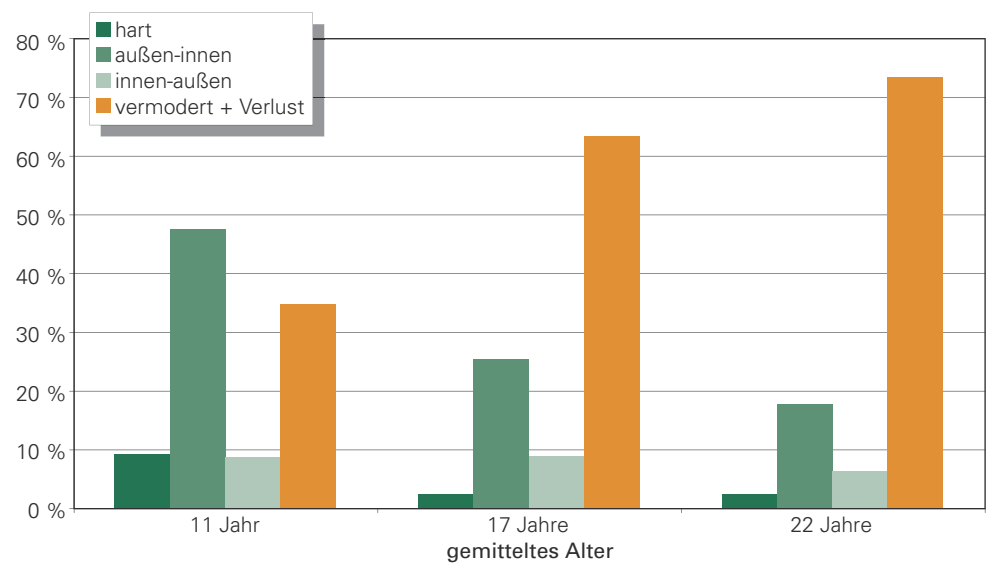
►
Abbildung 6:
Zersetzungsgrade bei
Hartlaubbaumarten

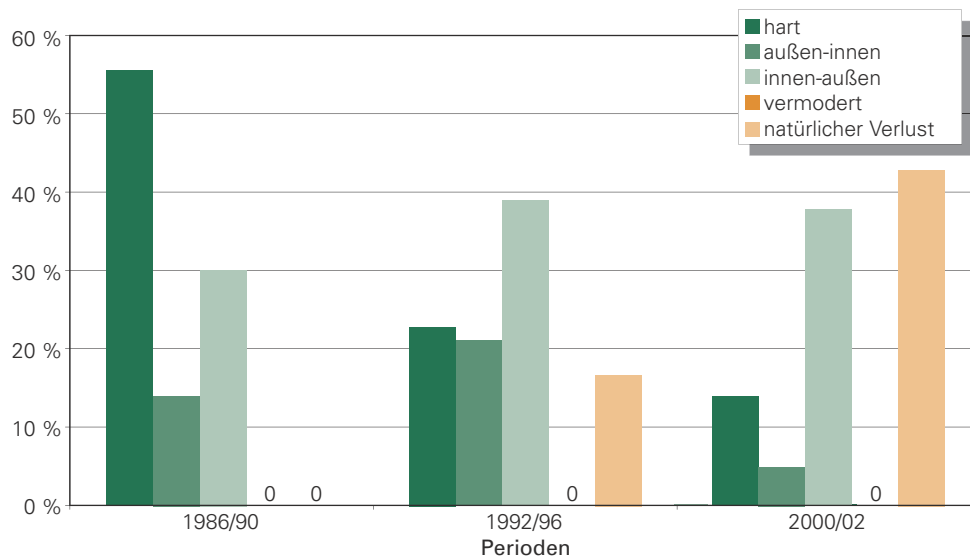


►
Abbildung 7:
Zersetzungsgrade
inklusive natürlichem
Verlust

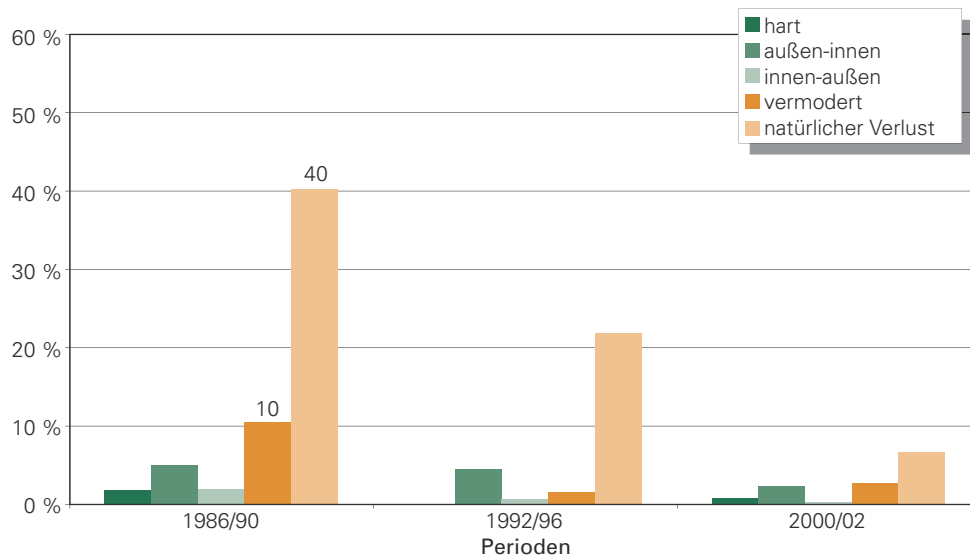


►
Abbildung 8:
Zersetzungsgrade und
natürlicher Verlust bei
Fichte und Tanne
(<201 mm)





◀ Abbildung 9:
Dürrlinge aus 1981/85
und deren Stöcke nach
Fäulegraden in den
Perioden



◀ Abbildung 10:
Dürrlinge aus 1981/85
und deren Stöcke nach
Zersetzungsgrad und
natürlichem Verlust

Der Zersetzungsverlauf von Dimensionen < 10 cm (Fichte) geht unter 1200 m Seehöhe rascher vor sich als darüber.

Dürrlinge

Dürrlinge verrotten anders: Auffallend ist der hohe Anteil der Kernfäule, die offenbar bei „toten“ Bäumen gehäuft auftritt bzw. besser als solche angesprochen werden konnte.

Bei der Wiedererhebung 2007/08 wurde die Kernfäule nicht mehr eindeutig erkannt und vermehrt als Randfäule angesprochen. Daher sinkt die Kernfäule wieder auf das geringe Maß ab.

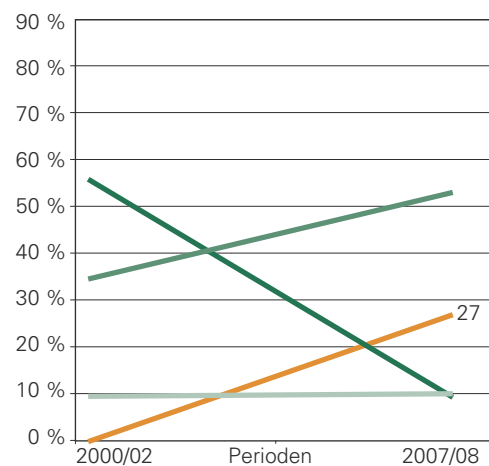
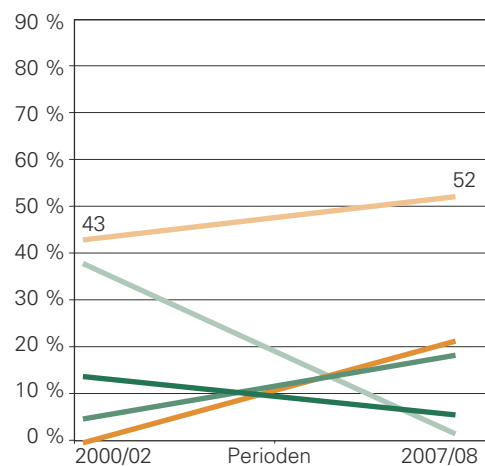
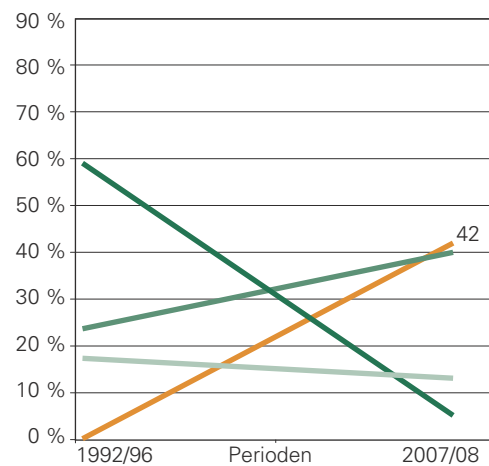
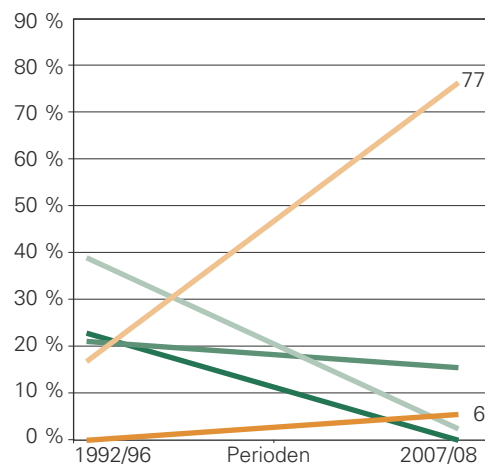
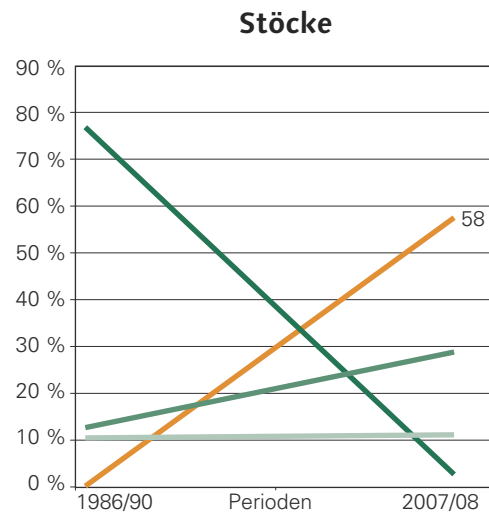
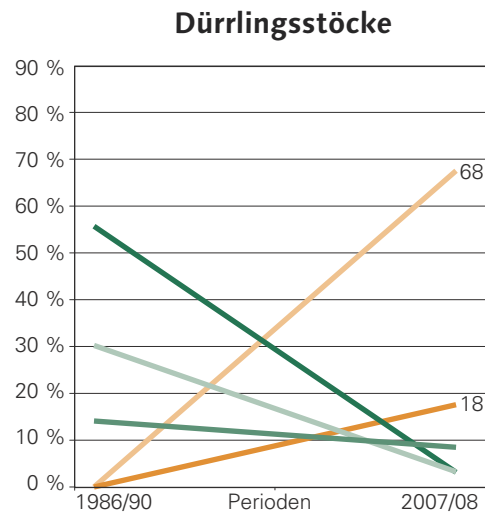
Bereits in der nächsten Periode, also nach fünf Jahren, sind bereits 50% der Dürrlingsstöcke ganz durch Verrottung verschwunden oder zumindest vermodert (Abbildung 10).

86% der Stöcke von Dürrlingen aus der Periode 1981/86 sind nach 22 Jahren durch Verrottung verschwunden bzw. vermodert. Für die Altersgruppe der 17-jährigen sind es 83%, weil bereits ein Teil (17%) bei der Ersterhebung verschwunden war. Bei den 11-jährigen (Periode 2000/02 und Periode 2007/09) sind bereits 43% der Stöcke nicht mehr vorhanden. Der Anteil der komplett abgebauten Stöcke ist mit 52% trotzdem am niedrigsten (Abbildung 11 a-c).

►
Abbildung 11 a-c,
linke Spalte:
Entwicklung der
Dürrlingsstöcke zwischen
den Perioden

►►
Abbildung 12 a-c,
rechte Spalte:
Entwicklung der
Stöcke zwischen den
Perioden

— hart
— außen-innen
— innen-außen
— vermodert
— natürlicher Verlust



**Stöcke der „gesunden“
Probestämme (keine Dürrlinge)**
Betrachtet man nur die Stöcke der „ge-
sunden“ Stämme, also von ihrer Fällung
mit der Fäuleansprache bis zur Erhebung

mit Zersetzungsgradansprache, ergibt
sich folgendes Bild: Nach 22 Jahren sind
58% der Stöcke vermodert, nach 17 Jah-
ren sind es 42% und nach 11 Jahren sind
es 27% (Abbildung 12 a-c).





Neuerscheinung: Bildatlas der wichtigsten Waldbodentypen in der D-A-CH-Region

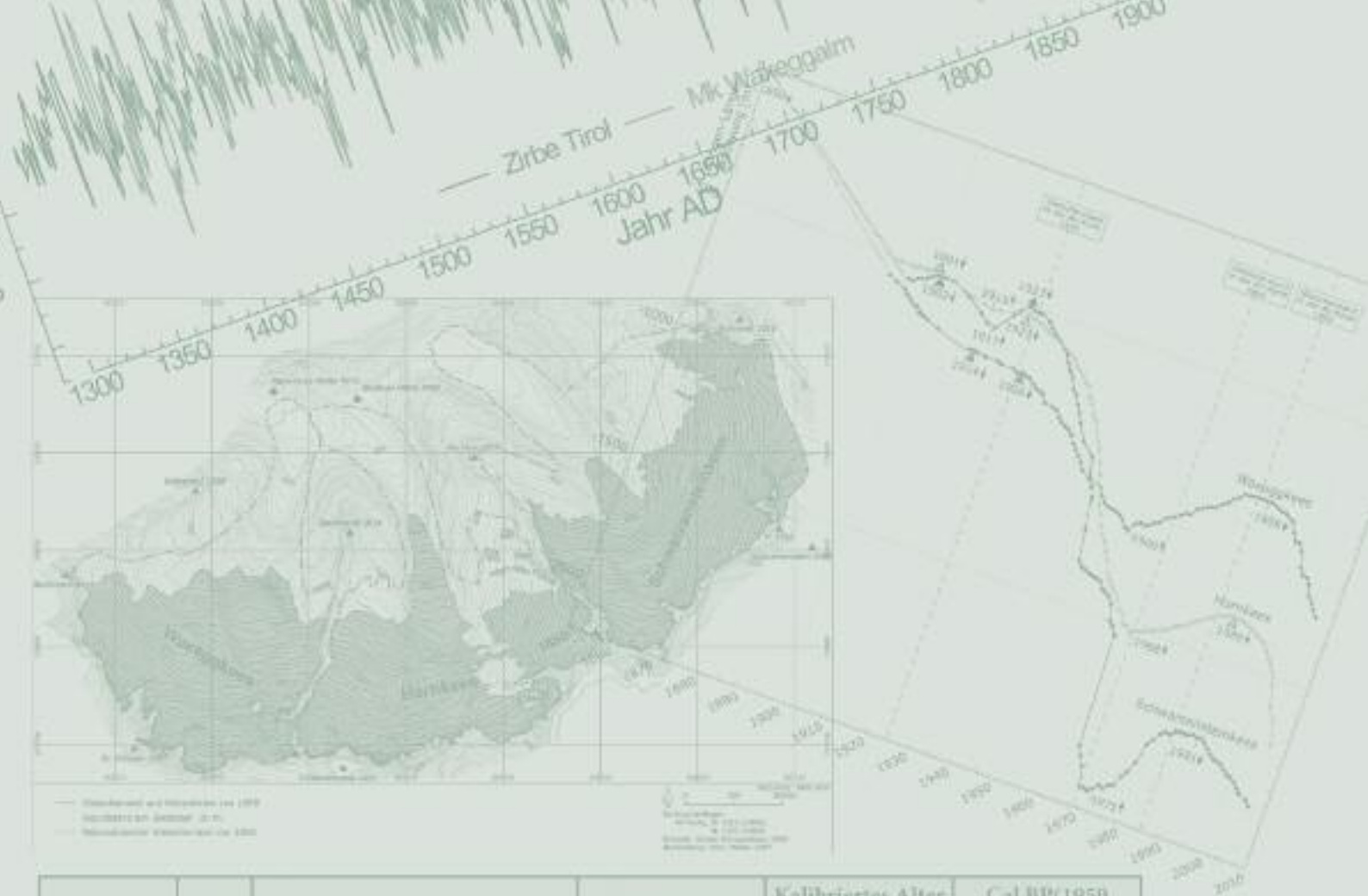
- Profunde Analysen von 67 Waldböden aus Österreich, Deutschland und der Schweiz
- Jeweils 40 anschaulich aufbereitete und interpretierte Bodenmerkmale
- Hochwertige Abbildungen
- Vereinheitlichte bodenkundliche Methoden erlauben einen raschen Vergleich
- Kompakt und geländetauglich
- Geeignet für alle Interessierten in Lehre, Praxis, Verwaltung, Beratung und Planung
- Relevant hinsichtlich der aktuellen Klima- und Kohlenstoffdebatte

Bestellung | Tel.: 01/87838-1216, E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at
Informationen: <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9333>

Bibliografische Angaben | Leitgeb, E., Reiter, R., Englisch, M., Lüscher, P., Schad, P., Feger, K. H. (Hrsg.): Waldböden. Ein Bildatlas der wichtigsten Bodentypen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz. 2013, Wiley-VCH Verlag. Circa 400 Seiten, davon circa 270 Abbildungen. EUR 59,-, ISBN: 978-3-527-32713-3

Begleitmaterial für Dozenten verfügbar unter www.wiley-vch.de/textbooks
 Erscheinungstermin | April 2013





Labor-Nr.	Tiefe (cm)	Material	¹⁴ C-Alter BP (1σ-Fehler)	Kalibriertes Alter (Mittelwert 2σ-Bereich)	Cal BP(1950 (Mittelwert 2σ-Bereich)
VERA-3112	15	Stängel, Holz indet.	785±35	1237 ± 52 AD	713 cal. BP
VERA-3113	43,5	Holz indet.	2425±35	585 ± 185 BC	2535 cal. BP
VERA-3114	75	Rindenstück indet.	2994±35	1245 ± 135 BC	3195 cal. B

