

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 147 (1996)

Heft: 3

Artikel: Zur Bewertung von Wildverbiss : die "Methode Eiberle"

Autor: Odermatt, Oswald

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767026>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Bewertung von Wildverbiss

Die «Methode Eiberle»

Von *Oswald Odermatt*

Keywords: Game damage; mountain forests; acceptable browsing; regeneration; influence of growth conditions.

FDK 156: 181.4: 524.63: UDK 57.087.1

1. Einleitung

Als Prof. Dr. K. Eiberle am 26. Mai 1993 verstarb, verlor die Schweizer Forstwissenschaft ihren Exponenten für Wildfragen schlechthin. Die Zahl der Publikationen von Eiberle beläuft sich auf über 200. Ein grosser Teil davon hat die Wechselbeziehung Wald/Wild zum Thema, wobei 19 Artikel der Herleitung zulässiger Werte für die Verbissintensität bei verschiedenen Baumarten gewidmet sind (*Eiberle*, 1980, 1985 a, 1985 b, 1985 c und 1989; *Eiberle* und *Dürr*, 1984 und 1985; *Eiberle* und *Nigg*, 1983 a, 1983 b, 1984, 1986 a, 1986 b, 1987 a, 1987 b und 1988; *Eiberle* und *Riedi*, 1985 a und 1985 b; *Eiberle* und *Zehnder*, 1985 a und 1985 b). Die Untersuchungen alter Verbisssspuren an aufgeschnittenen Jungbäumchen und die Herstellung des Zusammenhangs mit Höhenzuwachsverlust und Mortalität sind inzwischen als «Methode Eiberle» ein Begriff geworden.

Ein messbares Merkmal, die Verbissintensität, wird für die Beurteilung des Wildschadens herangezogen. Die Verbissintensität ist nicht selber der «Schaden», sondern nur ein Indikator, der aber beim Überschreiten eines bestimmten Wertes Verjüngungsprobleme erwarten lässt.

Wenn die Verbissintensität im Durchschnitt über die Jahre einen bestimmten Grenzwert überschreitet, muss mit negativen Folgen für die Waldstruktur gerechnet werden. Eiberle und Koautoren gehen davon aus, dass sich einem bestimmten Gebiet ein solcher Grenzwert zuordnen lässt. Sie haben mit ihren Arbeiten versucht, den kritischen Bereich für die Verbissintensität einzugrenzen. Ihren Ausführungen ist nicht immer einfach zu folgen, weshalb die Verbissgrenzwerte häufig falsch interpretiert und unkorrekt angewandt werden. Die Herleitung der Werte ist aber logisch, konsequent, wildökologisch fun-

dert und auf die Praxis ausgerichtet. In dieser Arbeit geht es vor allem darum, die Methode zu beschreiben, ihre Brauchbarkeit, vorrangig für den Gebirgswald, zu bewerten, Mängel zu diskutieren, Forschungslücken aufzudecken und immer wieder auftretende Missverständnisse auszuräumen.

Fachbegriffe:

- *Gefährdungszeitraum (G)*: durchschnittliche Anzahl Jahre, während derer die Pflanzen dem Verbiss ausgesetzt sind.
- *Verbissintensität (I)*: Anteil verbissener Endtriebe pro Jahr in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl (I_{zul} = zulässige Verbissintensität)
- *Verbissbelastung (A)*: Anteil der Pflanzen mit zwei und mehr sichtbaren Verbisssspuren beliebigen Datums an der Sprossachse in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl (A_{zul} = zulässige Verbissbelastung).
- *Mortalität*: Anteil abgestorbener Pflanzen in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl. (Über die Ursache für das Absterben sagt die Mortalität nichts aus.)
- *SOLL-Zahlen*: Für die Walderneuerung erforderliche Anzahl Bäumchen pro Flächeneinheit mit Artenmischung und Verteilung.

2. Die Methode

2.1 Übersicht

Die «Methode Eiberle» ist ein von Prof. Dr. K. Eiberle und verschiedenen Mitarbeitern zwischen 1975 und 1990 an der ETH Zürich entwickeltes Vorgehen, mit dem die Auswirkung des Wildverbisses auf die Entwicklung der Waldverjüngung bestimmt wird. Im Zentrum des Verfahrens steht die Radialschnittmethode. Bäumchen mit 1,3 m Höhe werden in 5 cm lange Abschnitte zersägt, die danach radial aufgespalten werden. Aufgrund der Jahrringe und der eingewachsenen Verbisssspuren wird ermittelt, wie alt die Bäumchen sind und wie oft ihr Terminaltrieb in der Vergangenheit schon verbissen worden ist. Derartige Untersuchungen an einer grossen Zahl von Bäumchen mit 1,3 m Höhe haben wichtige Aufschlüsse dazu gebracht, wie das Höhenwachstum junger Bäumchen durch den Verbiss beeinflusst wird. Es zeigte sich, dass der Einfluss je nach Baumart stark verschieden ist, aber kaum von den örtlichen Wuchsbedingungen abhängt.

Unter Bezug der Ergebnisse aus Kontrollzaununtersuchungen anderer Forscher (Burschel, 1975; Schreyer und Rausch, 1978) wurde dann auch der Bezug hergestellt zwischen dem Höhenzuwachsverlust, den die Bäumchen durch den Wildverbiss erleiden und dem Anteil der Bäumchen, die in der Folge daran absterben. Jene Werte der Verbissintensität, und Verbissbelastung, bei denen der durchschnittliche Höhenzuwachsverlust so gross ist, dass erste Bäumchen verbissbedingt ausfallen, wurden zur Tragbarkeitsgrenze für den Verbiss erklärt.

Die Mortalität ist im Unterschied zum Höhenzuwachsverlust klar von den örtlichen Wuchsbedingungen abhängig. Eiberle und Koautoren haben aber mit einem zulässigen Höhenzuwachsverlust von 25 % die Grenze so tief ange- setzt, dass die resultierenden Richtwerte für den Grossteil des Schweizer Gebirgswaldes gültig sein dürften.

Wer den Wildverbiss in einer Gebirgsregion nach der Methode Eiberle beurteilen will, muss in den meisten Fällen weder die aufwendige Radialschnittmethode anwenden, noch vieljährige Kontrollzaununtersuchungen anstellen, sondern kann einfach überprüfen, ob die zulässigen Verbissintensitäten bzw. die zulässigen Verbissbelastungen (*Tabelle 3* unter Punkt 2.2.3) überschritten werden oder nicht. Dies geschieht an Bäumchen der Höhe 10 bis 130 cm (Verbissgrenze). Keimlinge und Sämlinge bis 10 cm Höhe werden nicht erfasst. Welche Bäumchen als verbissen gelten, ist genau definiert. Für die Verbissintensität sind es die Bäumchen, die im Verlaufe eines Jahres am Terminaltrieb verbissen wurden. Für die Verbissbelastung sind es die Bäumchen mit zwei oder mehr sichtbaren Verbissspuren an der Sprossachse, ungeachtet des Zeitpunktes ihrer Entstehung.

Da es nicht möglich ist, alle Bäumchen eines grösseren Gebietes zu begutachten, muss die Aufnahme stichprobenweise erfolgen. Die Stichprobe kann auf kreis- oder streifenförmigen Probeflächen erfolgen. Mit Hilfe der Stichprobenstatistik lässt sich vom Stichprobenergebnis auf die tatsächliche Situation im Untersuchungsgebiet schliessen. Je nach Verwendungszweck sind unterschiedliche Genauigkeiten erforderlich. Für das detaillierte Vorgehen bei der Feldaufnahme existieren verschiedene Anleitungen (Eiberle und Lanz, 1989; Rüegg, 1994; Stierlin et al., 1994; interne Anleitungen der Kantonförstämter Graubünden und Thurgau). Auf die Aufnahmetechnik wird in diesem Aufsatz nicht weiter eingegangen. Vielmehr geht es hier um die Bewertung des Verbisses nach den zulässigen Verbisswerten, wobei sich die Ausführungen auf die Grenzwerte beschränken, die für den Gebirgswald gelten (Eiberle und Nigg, 1987 b).

Für die Verbissanalyse aufgrund der Grenzwerte von Eiberle sind die Auswahl des Untersuchungsgebiets, das Tragbarkeitskriterium und die Masseinheit charakteristisch, weshalb hier auf diese näher eingegangen wird.

Das *Untersuchungsgebiet* für die Wildschadenerhebung ist der «Wildraum». Mit «Wildraum» wird ein Gebiet bezeichnet, das nach wildökologisch/jagdlichen Kriterien ausgeschieden ist. Namentlich sind dies ein Populationszusammenhang und eine einheitliche jagdliche Planung. Wird die Vegetation im Verlaufe des Jahres durch das Wild unterschiedlich beansprucht (Sommer-/Wintereinstand), so sollte das über das ganze untersuchte Gebiet in der gleichen Weise der Fall sein. Es ist im Hinblick auf allfällige Massnahmen sinnvoll, das Untersuchungsgebiet nach diesen Kriterien auszuscheiden. Sowohl Wildbestandesregulierung wie auch Äsungsverbesserung wirken sich auf den Verbiss im ganzen Wildraum aus.

Für die Beantwortung der Frage, ob der Verbiss tragbar ist oder nicht, sind dann innerhalb des Wildraums die besonders empfindlichen Teilflächen entscheidend. Eine besondere Empfindlichkeit auf Wildverbiss hängt mit Standort, Vegetationseinheit oder forstlichen Planungszielen zusammen. Eiberle verzichtet darauf, die kritischen, für die Beurteilung des Schadens entscheidenden Teilflächen innerhalb des Wildraumes zu lokalisieren und nimmt generell an, dass im Gebirgswald immer Teilflächen vorhanden sind, wo ein verbissbedingter Verlust von Jungbäumchen nicht tragbar ist.

Tragbarkeitskriterium ist der äsungsbedingte Ausfall von Bäumchen. Ein Verbiss, der zum Ausfall von Bäumchen führt, wird als untragbar erachtet. Ein Wildraum im Gebirge schliesst in der Regel auch Waldteile ein, in denen ein zusätzlicher Ausfall von Bäumchen als Folge von Wildverbiss bereits ungünstige Folgen für die Verjüngung des Waldes hat. Da sich die Wildtiere nicht steuern lassen, ist das Tragbarkeitskriterium in den kritischen Waldpartien nur dann erfüllt, wenn es im ganzen Wildraum erfüllt ist.

Masseinheit ist die Verbissintensität. Da der Anteil verbissener Seitentriebe mit dem Anteil verbissener Terminaltriebe eng korreliert, kann der Terminaltriebverbiss als Gradmesser benutzt werden. Veränderungen bei den Wildbeständen erfolgen hauptsächlich im Jahresrhythmus (Setzzeit, Jagd). Es ist deshalb sinnvoll, den Wilddruck über ein Jahr zu messen, von einem Abschluss der Vegetationsperiode zum andern bzw. von einem Wiederaustrieb im Frühjahr zum andern.

Bei einer einmaligen Aufnahme ist die Verbissbelastung als Messgröße besser geeignet, da sie nicht durch die Zufälligkeit des einzelnen Jahres verfälscht wird. Die Herleitung der Grenzwerte wird im folgenden anhand der Verbissintensität dargestellt. *Eiberle und Nigg (1987 b)* haben aber parallel dazu auch Grenzwerte für die Verbissbelastung definiert (siehe *Tabelle 3*).

2.2 Herleitung des Zusammenhangs zwischen Verbissintensität und Mortalität

2.2.1 Übersicht

Mit welchem Anteil verbissener Bäumchen geht der Ausfall erster Individuen einher? Die Antwort auf diese grundlegende Frage beantworten Eiberle und Koautoren in zwei Schritten, die bei den weiteren Ausführungen zu unterscheiden sind:

- Es wird ermittelt, bei welchem Anteil verbissener Bäumchen das ganze Pflanzenkollektiv einen bestimmten durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust erleidet.
- Dann wird bestimmt, bei welchem durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust des ganzen Pflanzenkollektivs erste Bäumchen ausfallen («kritischer» oder «zulässiger» durchschnittlicher Höhenzuwachsverlust).

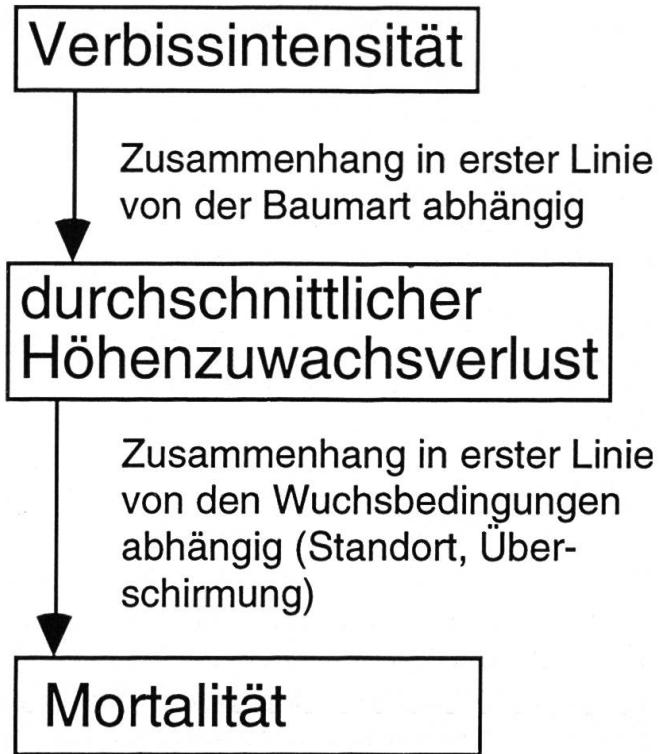


Abbildung 1. Zusammenhang zwischen Verbissintensität und Mortalität.

Diese zwei Schritte werden im folgenden ausführlich abgehandelt. Da die Pflanzenverluste als Tragbarkeitskriterium gewählt wurden, soll mit dem zweiten begonnen werden.

2.2.2 Mit welchem Höhenzuwachsverlust ist der Verlust von Pflanzen verbunden?

An den Folgen des Verbisses können Pflanzen absterben. Ein Bäumchen stirbt in der Regel erst ab, wenn es im Verlaufe der Jahre mehrmals am Leittrieb verbissen wird. Bei der Aufnahme im Feld lässt sich nicht direkt feststellen, wieviele Pflanzen absterben. Feststellen lässt sich nur, wieviele Pflanzen verbissen sind. Werden beispielsweise jedes Jahr 40 % der Bäumchen verbissen, dann werden im Verlaufe von zehn Jahren einzelne Bäumchen zehnmal verbissen, andere nie. Welcher Anteil der Pflanzen nie verbissen wird, welcher Anteil einmal, welcher zweimal, dreimal..., zehnmal, wird in einer sogenannten Häufigkeitsverteilung ausgedrückt. Ob eine Pflanze verbissen wird, ist nicht zufällig. Einzelne Pflanzen werden bevorzugt, sei dies wegen der guten Erreichbarkeit, wegen ihrer Schmackhaftigkeit oder aus andern Gründen. Eine Pflanze, die schon einmal verbissen worden ist, hat die grösere Wahrscheinlichkeit, nochmals verbissen zu werden, als eine, die noch nie verbissen worden ist. Die Verteilung der Pflanzen auf die Verbissklassen folgt einer mathematischen Gesetzmässigkeit. Eiberle und Nigg (1987) haben nachgewiesen, dass der bestehende Kausalzusammenhang einer negativen Binomial-

verteilung entspricht. Da die Art der Häufigkeitsverteilung nun bekannt ist, kann berechnet werden, wieviele Pflanzen im Verlaufe des Gefährdungszeitraumes z.B. fünfmal verbissen werden, wenn dies im Durchschnitt sämtlicher Pflanzen dreimal geschieht.

Wie sich die Fichten auf die Verbissklassen verteilen, ist in *Tabelle 1* und *Abbildung 2* am Beispiel der Untersuchungseinheit «Seselchopf, Untervaz, GR» dargestellt.

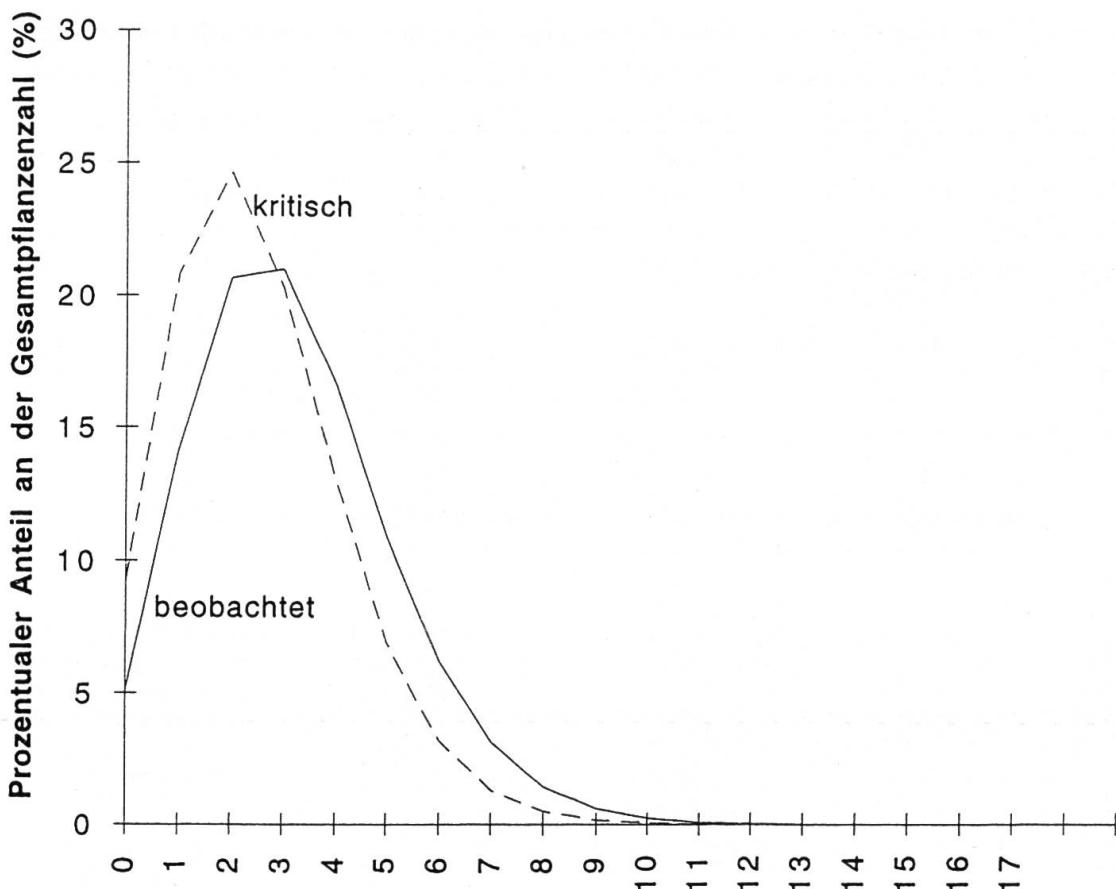
Tabelle 1. Verteilung der Fichten mit 1,3 m Höhe auf die Verbissklassen in einem Untersuchungsgebiet in Untervaz, Kanton Graubünden (*Eiberle und Nigg, 1987 b*)

Verbissklassen nach Anzahl vorhandener Verbissspuren	Alter der 1,3 m hohen Bäumchen (Jahre)	Anteil am Total aller untersuchten Pflanzen (%) beobachtet	kritisch
nie verbissen	18,6	5,05321	9,18900
1 mal verbissen	19,9	14,13753	20,82507
2	21,6	20,64532	24,63422
3	23,7	20,94467	20,24394
4	26,3	16,57958	12,98074
5	29,4	10,90677	6,91714
6	33,0	6,20246	3,18638
7	36,9	3,13218	1,30342
8	41,4	1,43211	0,48275
9	46,3	0,60159	0,16427
10	51,7	0,23483	0,05194
11	57,5	0,08569	0,01540
12	63,8	0,02972	0,00431
13	70,5	0,00977	0,00115
14	77,7	0,00307	0,00029
15	85,4	0,00092	0,00007
16	93,5	0,00027	0,00002
17	102,0	0,00008	0
Total		99,99995	100,00011

Im Durchschnitt waren die Bäumchen 3,2mal verbissen worden und wiesen ein Alter von 25 Jahren auf, 34 % mehr als ein unverbissenes Bäumchen dieser Grösse (18,6 Jahre).

Mit Hinsicht auf den Totverbiss war aber festgelegt worden, dass das Erreichen der Verbissgrenze höchstens um 25 % hinausgezögert werden darf. Damit dies der Fall ist, müssen sich die Pflanzen bei Beibehaltung der negativen Binomialverteilung so auf die Verbissklassen verteilen, wie das in Spalte vier der *Tabelle 1* und durch die Kurve «kritisch» in der *Abbildung 2* dargestellt ist.

Bei dieser Verteilung sind die Pflanzen mit 1,3 m Höhe im Durchschnitt 23,3 Jahre alt, 25 % älter als die unverbissenen und wurden bis zu diesem Zeitpunkt im Durchschnitt 2,5mal verbissen, was einer kritischen Verbissintensität von 11 % entspricht ($\frac{2,5}{23,3}$).



Verbissklassen (nach Anzahl Terminaltriebverbisse, die das Individuum bisher erlitten hat)

Abbildung 2. Verteilung der Pflanzen auf die Verbissklassen (Häufigkeitsverteilung) im Beispiel «Seselchopf» (gemäss Eiberle und Nigg, 1987 b).

Neben dem Ausmass des Zuwachsverlusts durch den Verbiss oder, was auf dasselbe hinausführt, der Verlängerung des Gefährdungszeitraumes muss man für die Beurteilung der Verbiss situation auch den Anteil der Pflanzen kennen, der verbissbedingt ausfällt. Dies kann über Feldexperimente ermittelt werden. Eiberle und Nigg (1987 b) haben Ergebnisse aus Weiserzaunexperimenten von Burschel (1975), Schreyer und Rausch (1978) auf diesen Aspekt hin ausgewertet. Die Zaununtersuchungen wurden in Bayern unter verschiedensten Standorts- und Überschirmungsverhältnissen realisiert. Die Entwicklungen der Verjüngungen auf gezäunter und ungezäunter Fläche wurden verglichen. Durch den Vergleich von Anzahl und durchschnittlicher Höhe der Pflanzen auf geschützter und ungeschützter Fläche ergibt sich der Zusammenhang zwischen Zuwachsverlust und Mortalität. Nach 15 bis 25 Jahren, entsprechend

dem Gefährdungszeitraum am Untersuchungsort, wurden die Höhen der Bäumchen im Zaun und ausserhalb des Zauns gemessen. Für jede Baumart wurde die durchschnittliche Höhe berechnet. Ausserdem wurde die Anzahl Individuen im Zaun und ausserhalb des Zauns gezählt. Man ging davon aus, dass ohne den Wildeinfluss ausserhalb des Zauns die gleiche Anzahl Bäume vorhanden sein müsste wie innerhalb. Die Minderzahl von Bäumchen ausserhalb des Zauns wurde – mangels genauerer Daten – gleichgesetzt mit der Anzahl abgestorbener Bäumchen. Für sie wurde in der Berechnung der Durchschnittshöhe die Höhe Null eingesetzt. Jene Bäume, die am häufigsten verbissen wurden, dabei den grössten Zuwachsverlust erlitten haben und in der Folge abgestorben sind, konnten so in die Ermittlung des durchschnittlichen Höhenzuwachsverlustes einbezogen werden.

Beispiel: Im Zaun befinden sich 60 Pflanzen mit durchschnittlich 1 m Höhe. Auf der ungezäunten Vergleichsfläche werden 36 Pflanzen mit durchschnittlich 70 cm Höhe gezählt (*Tabelle 2*).

Tabelle 2. Ermittlung des durchschnittlichen Höhenzuwachsverlustes. Beispiel

		Anzahl Pflanzen	durchschnittliche Höhe (cm)
Im Zaun		60	100
Ausserhalb	vorhanden	36	70
Zaun	erwartet *	60	42 { $\frac{36 \times 70 + 24 \times 0}{60}$ }

* Die Anzahl der vorhandenen Pflanzen wurde auf die Pflanzenzahl im Zauninnern aufgestockt durch Bäumchen mit der Höhe Null.

Bei einem durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust von 58% (42 statt 100 cm) registriert man eine Mortalität von 40% (24 von 60 Pflanzen sind abgestorben).

Die Untersuchungen von *Burschel* (1975) sowie *Schreyer* und *Rausch* (1978) zeigten, dass, weitgehend unabhängig von der Baumart, erste Pflanzen ausfallen, wenn der durchschnittliche Zuwachsverlust des ganzen Pflanzenkollektivs 27% erreicht. *F. Perko* (1983) registrierte Totverbiss bei 35% Zuwachsverlust. Da Bäumchen auch über den Gefährdungszeitraum hinaus noch an den Spätfolgen des Verbisses absterben können und die Mortalität unter schlechteren Wuchsbedingungen noch früher einsetzen kann, erachteten *Eiberle* und *Nigg* den Wert von 25% durchschnittlichem Zuwachsverlust für den zulässigen Grenzwert als angemessen. «Mit diesem Wert kann mit Sicherheit bei sämtlichen Baumarten ein waldbaulich bedeutsamer Anteil von totverbissenen Pflanzen ausgeschlossen werden» (*Eiberle* und *Nigg*, 1987 b. S. 756).

2.2.3 Welcher Höhenzuwachsverlust entsteht durch den Verbiss?

Am ganzen Pflanzenkollektiv? An der Einzelpflanze?

Die Abklärung des Zusammenhangs zwischen Verbissintensität und durchschnittlichem Höhenzuwachsverlust erfolgte anhand von insgesamt 2644 Bäumchen, die Eiberle auf alte Verbisssspuren hin untersuchen liess (einschliesslich der Untersuchungen im Mittelland). Dabei wurden Bäumchen mit 1,3 m Höhe gesammelt und in 5 cm lange Abschnitte zersägt. Diese wurden der Länge nach aufgespalten. Alte Verbisssspuren, der Zeitpunkt ihres Entstehens sowie das Alter der Bäumchen konnten so bestimmt werden. Es zeigte sich, dass der Höhenzuwachsverlust, den eine bestimmte Verbissintensität bewirkt, von der Baumart abhängig ist. Der Einfluss der örtlichen Wuchsbedingungen war dagegen nicht deutlich zu erkennen. Der relative Höhenzuwachsverlust scheint unter schlechten Wuchsbedingungen jedenfalls nicht grösser zu sein als unter guten. Die Untersuchung von 293 Bergahornen am Uetliberg in Höhenlagen zwischen 500 und 820 m ü. M. zeigte, dass eine Verbissintensität von 24% einen durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust von 32% (Eiberle, 1985 b) bewirkt. Untersuchungen an 175 Bergahornen am Werdenberg in Buchs SG, in Höhenlagen zwischen 790 m und 1310 m, ergaben dagegen, dass die höhere Verbissintensität von 30% einen durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust von nur 25% zur Folge hat (Eiberle und Nigg, 1987 b). Ganz ähnlich fielen die Ergebnisse bei der Esche aus.

In einer Untersuchung aus den USA (Canham et al. 1994) war der Zuwachsverlust unter schlechteren Wuchsbedingungen (beschattete Laubholzsämlinge) ebenfalls kleiner als unter besseren (keine Beschattung). Dies wird damit erklärt, dass die beschatteten Pflanzen klein und wenig aktiv sind und die Kohlehydrate hauptsächlich in der Wurzel angelegt haben, wo sie durch den Verbiss nicht behelligt werden. Bei aktiven Pflanzen in vollem Wachstum finden sich die Reserven dagegen zu einem bedeutenden Teil im Trieb.

Die Verbissintensität ist nach dem Anteil verbissener Terminaltriebe definiert. Der Höhenzuwachsverlust kommt aber nicht allein aufgrund des Terminaltriebverbisses zustande. Wenn ein Teil der Pflanzen im Verlaufe eines Jahres mindestens einmal am Terminaltrieb verbissen wird, ist damit immer auch ein gewisser Seitentriebverbiss verbunden. Zudem wird bei einzelnen Pflanzen der Terminaltrieb im Verlaufe eines Jahres unter Umständen auch mehrmals (Sommer und Winter) verbissen. Wenn deshalb die Verbissintensität durch das Abschneiden des Terminaltriebes simuliert wird, fällt der verstärkende Effekt von Seitentriebverbiss und wiederholtem Terminaltriebverbiss weg. In einem derartigen Versuch (Eiberle, 1978) machten die meisten Laubbaumarten (Ausnahme Buche) und die Lärche den Höhenzuwachsverlust nicht nur wett, sondern waren fünf Jahre später z.T. sogar bedeutend höher als die unbehandelten Kontrollbäume.

Bestätigt wurde in dem erwähnten Simulationsversuch hingegen, dass es primär von der Baumart abhängt, welcher Höhenzuwachs durch den Verbiss

verloren geht: «Die Empfindlichkeit der Baumarten gegenüber dem Trieb schnitt ist im allgemeinen nicht von der Geschwindigkeit des Jugendwachstums abhängig. Es zeigt sich hingegen, dass die Nadelbäume wesentlich stärker auf die Entfernung der Gipfelknospen reagieren als die Laubbäume.» (Eiberle, 1975).

Die Untersuchungen von Eiberle und Nigg (1987 b) ergaben, dass der durchschnittliche Zuwachsverlust von 25 % bei folgenden Verbissintensitäten (I_{zul}) und -belastungen (A_{zul}) eintritt (Tabelle 3).

Tabelle 3. Zulässige Verbissintensitäten (I_{zul}) und zulässige Verbissbelastung (A_{zul}) für den Gebirgswald (nach Eiberle und Nigg, 1987 b).

Baumart	I_{zul}	A_{zul}
Tanne	9 (%)	29 (%)
Fichte	12	28
Waldföhre	12	17
Lärche	22	35
Bergahorn	30	31
Esche	35	21

Der durchschnittliche Höhenzuwachsverlust des Pflanzenkollektivs einer Baumart lässt sich nun auf den Höhenzuwachsverlust des Einzelbäumchens zurückführen: Ein verbissenes Bäumchen fällt im Höhenwachstum gegenüber einem unverbissenen Bäumchen zurück. Die Anzahl Jahre, die durch den einmaligen Verbiss des Terminaltriebes in Verbindung mit dem gleichzeitig stattfindenden Seitentriebverbiss verlorengehen, ist je nach Baumart verschieden.

Wenn 9 % verbissene Bäumchen für das ganze Pflanzenkollektiv einen durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust von 25 % bedeuten (Beispiel Tanne), muss der Verlust bei den verbissenen Bäumchen selber weit grösser sein. 91 % der Bäumchen erleiden ja in dem Jahr, auf das sich die Verbissintensität bezieht, keinen wachstumsemmenden Verbiss. Tatsächlich beläuft sich der Höhenzuwachsverlust bei den verbissenen Pflanzen auf 278 % ($9\% \times 2,78 + 91\% \times 0 = 25\%$). Das bedeutet, dass der einzelne Jahresverbiss am Terminaltrieb zusammen mit dem gleichzeitig stattfindenden Seitentriebverbiss an der Tanne im Durchschnitt einen Verlust von 2,78 Jahreszuwachsen bewirkt. Dieser Wert ist als Durchschnitt für das ganze von Eiberle untersuchte Pflanzenmaterial zu verstehen. Der Durchschnitt schliesst Bäumchen von 10 bis 130 cm Höhe ein und Verbissereignisse, die die Pflanze zum ersten und einzigen Mal oder auch schon zum x-ten Mal treffen. In jedem Einzelfall ist dabei die Auswirkung auf das Höhenwachstum der Pflanze eine andere.

Die Division des zulässigen durchschnittlichen Zuwachsverlustes (V_{zul}) durch die Werte für I_{zul} aus Tabelle 3 führt zur Anzahl Jahre, die im Durchschnitt durch den einmaligen Verbiss des Terminaltriebes in Verbindung mit dem Seitentriebverbiss verlorengehen (Tabelle 4).

$$J = \frac{V_{zul}}{I_{zul}}$$

Tabelle 4. Anzahl Jahreshöhenzuwächse (J), die am Einzelbäumchen mit dem einmaligen Verbiss des Terminaltriebs *durchschnittlich* verloren gehen (Einfluss des gleichzeitig stattfindenden Seitentriebverbisses eingeschlossen).

Baumart	J	Baumart	J
Tanne	2,8	Lärche	1,1
Fichte	2,1	Bergahorn	0,8
Waldföhre	2,1	Esche	0,7

In den Werten ist der Einfluss des Seitentriebverbisses, der immer mit dem Terminaltriebverbiss einhergeht, einbezogen.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich hier um Durchschnittswerte eines umfangreichen Pflanzenmaterials handelt. Ein einmaliger Verbiss verringert den Höhenzuwachs kaum. Oft wird sogar eine Förderung beobachtet. Wiederholter Verbiss hat jedoch eindeutig eine entgegengesetzte Wirkung.

2.3 Wie beeinflusst der Wildverbiss die Bestandesstruktur des Waldes?

Auch wenn der Verbiss keine Verluste von Bäumchen bewirkt, sind seine Auswirkungen auf den Wald dennoch vorhanden. Als Folge der Wachstumsverzögerung bei den verbissenen Bäumchen beansprucht die Jungwaldphase einen längeren Zeitabschnitt in der Bestandesentwicklung des Waldes. Entsprechend muss der Flächenanteil mit Pflanzen in der verbissgefährdeten Jungwaldphase grösser sein, damit die Altersstruktur des Waldes nachhaltig sichergestellt ist. Diese verbissbedingte Strukturveränderung des Waldes hängt von der relativen Verlängerung des Gefährdungszeitraumes und der Lebenserwartung der Bäume ab. Im Gebirge wächst das Bäumchen langsamer und ist dadurch dem Verbiss länger ausgesetzt. Die Strukturveränderung des Waldes muss aber angesichts des ohnehin langen Gefährdungszeitraumes und der hohen Baumalter nicht von vornherein ungünstiger sein als in Tieflagen. Wie sich der Verbiss auf die Bestandesstruktur eines Waldes auswirkt, wäre aufgrund der genannten Einflussfaktoren an jedem Objekt neu zu beurteilen.

2.4. Gültigkeitsbereich der Verbissgrenzwerte nach Eiberle

2.4.1 Standort

Von den zwei hauptsächlichen Auswirkungen, die der Verbiss auf die Pflanzen hat, Höhenzuwachsverlust und Mortalität, ist vor allem die zweite

abhängig von den herrschenden Wuchsbedingungen. Je nach Wuchsbedingungen (Standort, Überschirmung) ertragen Jungbäume ganz unterschiedliche Verbissbelastungen. So führt bei der Fichte bei der entsprechenden Kombination der Standortsfaktoren wie Boden, Höhenlage und Überschirmung schon der geringste Zuwachsverlust, also der geringste Verbiss, noch zu Mortalität, während unter anderen Bedingungen diese Baumart jahrelang derart verbissen werden kann, dass jeder Höhenzuwachs verhindert ist, ohne dass die Pflanzen absterben. Grenzwerte, die aufgrund der Mortalität unter bestimmten Wuchsbedingungen ermittelt worden sind, lassen sich daher nicht ohne weiteres auf Standorte mit anderen Wuchsbedingungen übertragen. Bei der Herleitung der zulässigen Verbissintensität stützen sich Eiberle und Mitarbeiter, was die Mortalität betrifft, auf Zaunexperimente. Zwei dieser Untersuchungen mit Fichte und Tanne waren auf 480 m ü. M. angelegt, zwei andere mit Fichte, Tanne, Buche und Bergahorn auf 900 m ü. M. (*Burschel*, 1975). Eine dritte mit den gleichen vier Baumarten wird von den Forschern (*Schreyer* und *Rausch*, 1978) als repräsentativ erachtet für den grossen Teil eines Schutzwaldes mit 5000 ha Fläche in einer Höhenlage zwischen 900 und 1400 m ü. M. Mindestens vier Zäune waren unter Schirm eingerichtet, wovon zwei unter «dicht geschlossenem Altholz» (*Burschel*, 1975).

Aus diesen Zaunexperimenten abgeleitete Grenzwerte würden unkorrigiert nur für die dort vorliegenden Wuchsbedingungen gelten. Angesichts der allgemein nicht sehr hoch gelegenen Zaunobjekte korrigieren Eiberle und Nigg den Wert für den durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust, bei dem erste Pflanzen absterben, deshalb für den Gebirgswald auf 25 % hinunter.

Die Höhenlage ist nur einer von mehreren Faktoren, die sich auf die Mortalität auswirken. Es gibt auch Fichten in der alpinen Strauchzone, die jahrzehntelang den Verbiss durch Wild oder Vieh ertragen, ohne dass sie absterben. Die entstehenden Baumformen sind unter den Begriffen «Besenfichte» oder «Moosfichte» bekannt (Kuhn, mündliche Mitteilung). Die Wuchsbedingungen können auch sehr kleinräumig wechseln (kleinorographische Unterschiede, Besonnung, Ausaperung). Wie und in welcher Kombination sich Meereshöhe, Boden, Klima, Überschirmungsgrad usw. auf die verbissbedingte Mortalität auswirken, ist nur ansatzweise bekannt.

Im Unterschied zur Mortalität hängt der Höhenzuwachsverlust, der durch den Wildverbiss bewirkt wird, kaum von den Wuchsbedingungen ab. Die Wuchsbedingungen an den Orten, wo Eiberle und Mitarbeiter ihre Bäumchen für die Bestimmung des verbissbedingten Höhenzuwachsverlustes entnommen haben, sind daher für den Gültigkeitsbereich der Verbissgrenzwerte nicht ausschlaggebend.

2.4.2 Örtliche und zeitliche Dimension

Der Wildverbiss ist nicht homogen über Raum und Zeit verteilt, sondern tritt immer in örtlichen und zeitlichen Konzentrationen auf. Verbissgrenz-

werte können deshalb nur als Durchschnitte über grössere Gebiete und längere Zeiträume eingehalten werden.

Ein häufiger Fehler bei Verbissinventuren ist der, dass eine Verbissintensität, die nur auf einer kleinen Fläche (z.B. einer Wiederherstellungsfläche aus einem Sturmereignis) erhoben worden ist, aufgrund von Eiberles Grenzwerten beurteilt wird. Eiberles Grenzwerte sind aber als Durchschnittswerte grösserer Gebiete (Wildräume vgl. oben) zu verstehen, deren Abgrenzung nach wildökologischen Kriterien geschieht.

«Es versteht sich von selbst, dass für die Überprüfung der Verbissbelastung nur die Durchschnittswerte grosser Waldflächen verwendet werden sollen, in der Regel von Gebieten, die einer einheitlichen jagdlichen Planung unterliegen. Allenfalls kommen auch grosse Teilareale in Frage, wie etwa Sommer- oder Wintereinstandsgebiete des Rotwildes» (Eiberle und Nigg, 1983 b).

3. Andere methodische Ansätze zur Bewertung von Wildverbiss

3.1 Beobachtung einer Entwicklung statt Verifizierung eines Grenzwertes

Weniger problematisch als die Festlegung und Verifizierung von Grenzwerten ist der einfache Vergleich von zwei verschiedenen Aufnahmegergebnissen. Dies ist insbesondere geeignet, um die Wirksamkeit getroffener Massnahmen zu überprüfen. Voraussetzung dabei ist, dass Gleches mit Gleichen verglichen wird. Ergebnisse aus Verbissaufnahmen können nur verglichen werden, wenn für die verglichenen Situationen in folgenden Punkten Übereinstimmung besteht:

- *Höhenklasse* der untersuchten Verjüngung: Pflanzen mit Höhen zwischen 40 cm und 70 cm werden am meisten verbissen.
- *Baumart*: Das Wild hat für die einzelnen Arten ganz unterschiedliche Präferenzen.
- *Zeitpunkt* des Verbisses: Verbiss im Sommer hat nicht die gleiche Auswirkung wie Verbiss im Winter.
- *Wildart*: Die Verursacher sind nach Möglichkeit auseinanderzuhalten.

Winter- und Sommerverbiss sind also für die Beobachtung von Entwicklungen auseinanderzuhalten. Dabei ist zu beachten, dass der Sommerverbiss nur im Herbst einwandfrei zu identifizieren ist. Bei Aufnahmen im Frühjahr muss der Sommerverbiss des Vorjahres erfasst werden. Dieser ist aber vom Verbiss des vorausgehenden Winters nicht immer klar unterscheidbar.

Oft genügt der Winterverbiss als Gradmesser für die Verbiss-situuation. Der Sommerverbiss stellt in der Regel das geringere Übel dar, weil die Tiere, insbesondere Rot- und Gamswild, im Sommer vermehrt von Gras- und Kraut-

äsung leben und sich speziell im Gebirge auf ein grösseres Gebiet verteilen. Sommerverbiss hat in der Regel für die Pflanze auch den geringeren Höhenzuwachsverlust zur Folge und findet sich eher an Baumarten, die ein gutes Regenerationsvermögen haben wie z.B. die Esche.

Findet der Verbiss im Spätsommer statt, wenn in der laufenden Vegetationsperiode keine Übernahme des Höhenwachstums durch einen Seitentrieb mehr möglich ist und die winterliche Reservebildung von Kohlehydraten in der Wurzel noch nicht abgeschlossen ist, können seine Auswirkungen grösser sein, als diejenigen des Winterverbisses, wie amerikanische Untersuchungen zeigten (Canham et al., 1994).

Für eine reine Erfolgskontrolle kann die Untersuchungseinheit auch kleinräumig angelegt werden. Dies ist etwa dann der Fall, wenn man innerhalb klar umrissener Grenzen der Wiederbewaldung höchste Priorität einräumt und dort im Rahmen einer Schwerpunktsbejagung den Abschuss erhöht.

Ein Vergleich von zwei Ergebnissen kann nur zeigen, in welche Richtung eine Entwicklung geht. Irgendwann kommt bei jeder fortschreitenden Problemlösung der Punkt, wo entschieden werden muss, ob die Situation jetzt tragbar ist oder nicht. In der Praxis kann dieser Entscheid in einer waldbaulichen Einschätzung bestehen oder einfach das Ergebnis von Verhandlungen zwischen den einzelnen Gruppen sein, die ein Interesse am Wald oder am Wild haben: z.B. Waldeigentümer, Forstdienst, Jägerschaft und Tourismus.

3.2 Erhebung der Verjüngung statt des Verbisses

Solange die übrigbleibende brauchbare Verjüngung für die Erneuerung des Waldes ausreicht, ist es im Prinzip ohne Bedeutung, wieviele Pflanzen durch Verbiss verschwinden.

Auf dieser Idee beruht unter anderem das Wildschaden-Kontrollsyste des österreichischen Bundeslandes Vorarlberg (Reimoser, 1991). Ausgehend vom Grundgedanken, dass «Schaden» die Divergenz ist zwischen einem IST- und einem SOLL-Zustand, werden SOLL-Werte für die Verjüngung nach Standort und Entwicklungsphase des Waldes definiert. Die Begriffe «Verjüngungsziel» aus der waldbauliche Planung mit Mischungsart, -grad und -form und «SOLL-Wert», der eher im Zusammenhang mit Verbissanalysen verwendet wird, bezeichnen ein und dasselbe und werden im Bericht zum Wildschaden-Kontrollsyste Vorarlberg auch als Synonyme verwendet (Reimoser, 1991). Die Wald/Wild-Situation wird beurteilt aufgrund des SOLL-Zustands der Verjüngung im Vergleich mit dem IST-Zustand beim aktuellen Wild-einfluss einerseits und dem IST-Zustand bei Ausschluss des Faktors Wild (Kontrollzaun) andererseits.

Dieses Verfahren dürfte die ausgereifteste der zur Zeit verfügbaren Möglichkeiten zur Erfassung der Verjüngungssituation eines Waldes und des Ein-

flusses von Wild auf dieselbe sein. Allerdings ist mit seiner Anwendung ein beträchtlicher Arbeitsaufwand verbunden. Ausserdem erweist es sich als recht anspruchsvoll, SOLL-Zahlen bzw. Verjüngungsziele festzulegen, die nicht nur auf Wirtschaftlichkeit ausgerichtet sind oder einfach dem Wunsch des Waldeigentümers entsprechen, sondern auch ökologisch fundiert sind. Werden SOLL-Zahlen nicht erreicht, ist die Ursache dafür immer wieder neu abzuklären. Diese kann neben dem Wildverbiss z.B. in fehlendem Licht, fehlender Sonneneinstrahlung (Wärme), Verdämmung durch Krautvegetation oder im Fehlen von Samen bestehen.

3.3 Gesonderte Betrachtung der einzelnen Pflanzengesellschaften

Das tragbare Ausmass von Wilddichte und Verbiss ist für jeden Waldstandort wieder anders. Für den einen Standort sind 5 Rehe pro 100 ha schon zuviel, für einen andern können 50 Rehe/100 ha durchaus tragbar sein.

Eine gesonderte Aussage zu jedem Standort kann aus Gründen des Arbeitsaufwandes nur in Ausnahmefällen gemacht werden, denn dazu müsste für jeden Standort eine abgeschlossene Stichprobenaufnahme erfolgen. Damit eine Stichprobe aber etwas aussagt, muss sie eine minimale Anzahl von Probeflächen umfassen. Bei der Beurteilung vieler Einzelstandorte würde dabei ein Vielfaches des Arbeitsaufwandes anfallen, der für eine standortsübergreifende Beurteilung nötig ist.

In der Regel ist eine solche differenzierte Aussage auch nicht erwünscht. Eine bestimmte Verbissbelastung bezieht sich auf ein grösseres Gebiet und lässt sich auch nur in diesem Rahmen verändern. Es kann beispielsweise nicht für jede Pflanzengesellschaft eine andere Wilddichte hergestellt werden. Die Einheit, auf die sich Massnahmen auswirken, ist also immer der Wildraum. Für die Beurteilung der Verbissssituation in diesem Wildraum sind dann allerdings die empfindlichsten Standorte ausschlaggebend, auf denen der grösserräumig bestehende Verbissdruck zuerst zum Problem wird.

Sowohl die Beurteilung der Verbissssituation aufgrund der Grenzwerte nach Eiberle wie auch die SOLL-Wert-Verfahren tragen der unterschiedlichen Verbissstoleranz der Standorte auf ihre Art Rechnung:

Eiberle geht davon aus, dass im Gebirgswald immer Teilflächen vorhanden sind, wo verbissbedingte Verluste von Jungbäumchen nicht toleriert werden können. Die Verbissgrenzwerte sind auf diese kritischen Stellen ausgerichtet. Aus verschiedenen Gründen erspart man sich jedoch den Aufwand, sie ausfindig zu machen. Einerseits würde man den Arbeitsaufwand für die Stichprobenerhebung nur unwesentlich reduzieren, wenn man diese auf die Problemflächen reduzieren könnte, andererseits sind es oft gerade diese Problemflächen, die wenig Verjüngung aufweisen, wodurch eine Verbisserhebung beträchtlich erschwert wird. Im Laufe der Zeit sind es auch nicht immer die

gleichen Teilflächen, die gegenüber dem Verbiss am empfindlichsten sind. Sie wären immer wieder unter entsprechendem Arbeitsaufwand neu ausfindig zu machen.

In SOLL-Wert-Verfahren wird zwar bei jeder Probefläche differenziert beurteilt, ob der gerade für diese Stelle spezifisch geltende SOLL-Wert erfüllt ist oder nicht, eine Aussage zu jedem einzelnen Standort wird aber nicht angestrebt. Bei der Stichprobenauswertung wird nicht die Anzahl vorhandener Bäumchen hochgerechnet, sondern die Relation zum entsprechenden SOLL-Wert. Das Ergebnis ergibt dann etwa, dass die SOLL-Vorgabe, die in jedem Fall wieder in einem andern Wert bestehen kann, in 60 % der Fälle erfüllt ist und in 40 % nicht.

Im Wildschadenkontrollsysteem Vorarlberg wird die Verjüngungssituation als günstig eingeschätzt, wenn auf 80 % der Probeflächen die SOLL-Zahl erreicht wird. Die Einhaltung der SOLL-Vorgaben auf 100 % der Probeflächen ist dagegen nicht möglich. Da Rudelbildungen lokal beschränkt immer zur Überschreitung der Grenzwerte führen können, auf kleiner Fläche schon der Verbiss eines einzigen Tieres, könnte man einer solchen Forderung nur mit einem Nullbestand an Wild nachkommen.

Anzufügen ist hier, dass differenzierte Verbissgrenzwerte für den einzelnen Standort nicht existieren. Aufgrund des vorhandenen und erforderlichen Pflanzenpotentials kann zwar gesagt werden, wieviele Pflanzen ausfallen dürfen. Bei welchem Verbiss das allerdings der Fall ist, ist nicht bekannt. Bekannt ist aufgrund der Forschungen von Eiberle und Koautoren nur der Schwellenwert, bei dem erste verbissbedingte Ausfälle auftreten. Es muss auch bezweifelt werden, ob es von grossem praktischem Nutzen wäre, in jedem Fall zu wissen, bei welcher Verbissintensität welcher Anteil der Pflanzen ausfällt. Der Aufwand für zahllose Stichprobeninventuren (je eine für jeden Standort) zur Beurteilung einer Situation, die nur grossräumig einer Lösung zugeführt werden kann, wäre nicht vertretbar.

4. Folgerungen

4.1 Zulässige Verbissintensität

Bei der ökologischen Begründung von Grenzwerten für die zulässige Verbissintensität sind noch zahlreiche Fragen offen. Eiberle hat für den Gebirgswald Grenzwerte abgeleitet, die eine praktikable Richtlinie darstellen.

Bei der praktischen Problemlösung wird der Grenzwert für die Verbissintensität oft auch einfach das Ergebnis von Verhandlungen zwischen den beteiligten Interessengruppen sein. Angesichts einer unbefriedigenden Wildschadensituation und einem Winterverbiss bei der Tanne von z.B. 80 % der Terminaltriebe, kommt man etwa überein, diesen auf 20 % zu senken. Die

Bedeutung der Verbissintensität liegt dann in ihrer objektiven Messbarkeit, die eine Kontrolle des gesetzten Ziels überhaupt erst ermöglicht. Dabei sind Massnahmenkorrekturen erst bei einer vorliegenden Zahlenreihe über mindestens drei Jahre vorzunehmen. Der Wert eines einzelnen Jahres hängt zu stark von den äusseren Bedingungen ab, insbesondere davon, wie hoch die Schneedecke in den einzelnen Wintermonaten ist. Als Alternative zur mehrjährigen Aufnahme der Verbissintensität bietet sich eine einmalige Erhebung der Verbissbelastung an. Dieses Merkmal sollte überhaupt bei einer erstmaligen Aufnahme der Verbissintensität immer ebenfalls aufgenommen werden. Es lässt eine bessere erste Lageanalyse zu und der zusätzliche Arbeitsaufwand ist minim.

4.2 Kontrollzaununtersuchungen

Der verbissbedingte Ausfall von Bäumchen kann je nach Wuchsbedingungen (Standort, Überschirmung) schon bei einem minimalen durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust und damit einer geringen Verbissintensität vorkommen oder selbst bei grossem durchschnittlichem Höhenzuwachsverlust und starkem Verbiss ausbleiben. Mit Kontrollzaununtersuchungen, insbesondere in subalpinen und obermontanen Gebirgswäldern, müssten die entsprechenden Grundlagen noch erarbeitet werden. Vorerhand ist für diese Gebirgswälder, die unter Schirm verjüngt werden, nur ansatzweise bekannt, bei welchem durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust Bäumchen ausfallen. *Eiberle* und *Nigg* (1987 b) haben Kontrollzäune von *Burschel* (1975), *Schreyer* und *Rausch* (1978) auf diesen Aspekt hin ausgewertet. Diese Zäune befanden sich in Höhenlagen zwischen 480 und 1400 m ü.M. und bis auf wenige Ausnahmen auf Freiflächen. Die Auswertung dieser Zäune durch Eiberle und Nigg weist ausserdem einige methodische Mängel auf, weil ihrer Einrichtung ursprünglich andere Untersuchungsfragen zugrunde gelegen hatten. Für Untersuchungen zur Bestimmung des Zusammenhangs Zuwachsverlust/Mortalität über Zaunexperimente sind zukünftig insbesondere Vergleichsflächen von Beginn an auszuscheiden. Die Ausgangslage im Zaun und auf den Vergleichsflächen muss genau beschrieben werden. Voraussetzung ist eine vergleichbare Ausgangslage auf gezäunter und ungezäunter Fläche, vorzugsweise auch eine identische Anzahl Bäumchen bei Beginn des Versuchs. Die Form des Kontrollzauns, die hier zur Anwendung kommt, weicht vom üblichen Einsatz dieses Instruments ab. Meist dient der Kontrollzaun dazu, an einer ganz bestimmten Stelle Aufschluss zu gewinnen, wie sich die Verjüngung ohne Wildverbiss einstellen und entwickeln würde. Auf Pflanzungen innerhalb und ausserhalb des Zauns wird in diesem Fall verzichtet, würde doch bei der Bepflanzung der kleinen ungezäunten Vergleichsfläche Wildverbiss geradezu provoziert.

Soll aber einzig das Verhältnis Mortalität zum durchschnittlichen Zuwachsverlust untersucht werden, dann macht die Pflanzung insofern Sinn, als sie die einzige Möglichkeit ist, identische Ausgangslagen innerhalb und ausserhalb des Zauns zu schaffen und der örtlich bestehende Verbissdruck nicht Gegenstand der Untersuchung ist. Die Pflanzung sollte aber auch in diesem Fall eine Notlösung bleiben, da bei ihr die Wuchsbedingungen und damit der Zusammenhang zwischen Höhenzuwachsverlust und Mortalität gegenüber der Naturverjüngung verändert sind.

Die Frage: «Kontrollzäune und Vergleichsflächen bepflanzen oder nicht bepflanzen?» hat in der Vergangenheit zu Missverständnissen geführt, die ihre Ursache einzig in einem unterschiedlichen Versuchsziel hatten. Je nach der gestellten Frage sind Kontrollzaunversuche unterschiedlich anzulegen. Die Möglichkeiten, die sich auseinanderhalten lassen, sind nachstehend dargestellt:

Funktionen des Kontrollzauns

- Demonstrationsobjekt zur Darstellung des Wildeinflusses auf die Verjüngung an einer ganz bestimmten Stelle in einem Waldbestand.
- Bestandteil einer Stichprobenuntersuchung über den Wildeinfluss auf die Waldverjüngung eines grösseren Gebietes. Eine derartige Untersuchung sollte mindestens 30 Zäune umfassen (Reimoser, zitiert nach Rüegg, 1995).
- Hilfsinstrument in SOLL-Zahl-Verfahren. Um bei der Festlegung von SOLL-Zahlen den oberen Rahmen abstecken zu können, ist es notwendig zu wissen, welches Pflanzenpotential unter Ausschluss des Wildes verfügbar wäre. Mit dem Zaun kann ausserdem abgeklärt werden, ob das Wild die Ursache ist, wenn die Verjüngung die festgelegten SOLL-Zahlen nicht erreicht.
- Versuchsanordnung, um zulässige Verbissgrenzwerte zu erforschen. Der Zaun erlaubt es, den Zusammenhang zwischen durchschnittlichem Höhenzuwachsverlust und Mortalität zu bestimmen.

4.3 Keimplingsverbiss, seltene Baumarten, Forschungsbedarf

Es kann der Fall vorliegen, dass Verbiss nicht erhoben werden kann, weil Verjüngung schon gar nicht vorhanden ist oder nur vereinzelte Bäumchen vorhanden sind und diese nur einen geringen Verbiss aufweisen, während gleichzeitig ein beträchtlicher Verlust an Pflanzen infolge Keimplingsverbiss erfolgt ist. Die geringe Verbissintensität in diesem Fall erklärt sich dadurch, dass die Pflanzen gerade darum dem Keimplingsverbiss entronnen sind, weil sie exponierte Standplätze einnehmen, die schwer erreichbar sind oder abseits der Wildwechsel liegen.

Ein Schwachpunkt der Stichprobenerhebung ist die Erfassung seltener Baumarten. In der Regel sind gerade im Gebirgswald nur zwei bis drei Baum-

arten so zahlreich vorhanden, dass sie auf einer für die Auswertung ausreichenden Anzahl von Probeflächen vorkommen. Schlüsse von einer Baumart auf die andere sind mangels ausreichend abgeklärter Korrelation vorderhand nicht möglich (z.B. «wenn die Fichte zu 5 % verbissen ist, ist die Tanne zu 50 % verbissen»). Diese Relationen hängen von vielen Faktoren ab, wie Mischungsanteil der Arten, gesamtes Äsungsangebot, Wildart usw. Über diesen Punkt sollte künftige Forschung bessere Kenntnis verschaffen. Weitere Fragen, die zusätzlicher Forschung bedürfen, sind:

- Kann durch die Analyse aller verjüngungsrelevanten Faktoren (Samenpotential, Boden, Keimbett, Licht, Sonneneinstrahlung, Schnee, Exposition, Höhenlage, Konkurrenzvegetation usw.) beurteilt werden, ob ohne Wildverbiss Verjüngung vorhanden wäre?
- Unterscheidung des Verbisses verschiedener Schalenwildarten.
- Auswirkungen von Sommerverbiss gegenüber Winterverbiss.
- Zusammenhang zwischen Verbissintensität und durchschnittlichem Höhenzuwachsverlust bei Buche, Arve, Vogelbeere.
- Verbissbedingter Ausfall von Pflanzen unter verschiedenen Wuchsbedingungen.

Soll die Analyse der Wildschadensituation in umfassender Weise erfolgen, müsste ein Vorgehen gewählt werden, wie es etwa in der Jungwaldbeurteilung des Vorarlberger Wildschadenkontrollzaunsystems über einen SOLL/IST-Vergleich angewandt wird. Arbeitsaufwand und Dauer einer derartigen Analyse sind aber beträchtlich. Eine unmittelbare Information über den Wildeinfluss kann bei diesem Vorgehen nicht gewonnen werden. Kommt man zum Schluss, dass die vorhandene Verjüngung für die Walderneuerung nicht ausreicht, muss zuerst die Ursache abgeklärt werden. Doch ohne mehrjährige Kontrollzaununtersuchungen ist das selten einwandfrei möglich.

Obwohl noch viele Fragen offen sind, stehen genügend Instrumente zur Verfügung, um den Wildverbiss an der Waldverjüngung zu bewerten. Je schneller man damit beginnt, desto eher wird man zu aussagekräftigen Ergebnissen gelangen, um damit die Probleme in der Praxis zu lösen.

Zusammenfassung

Professor K. Eiberle und diverse Koautoren haben zwischen 1975 und 1990 an der ETH Zürich in zahlreichen Forschungsarbeiten ein System zur Beurteilung des Wildverbisses entwickelt. Es baut auf dem Anteil der vorhandenen Bäumchen auf, die vom Wild verbissen werden.

Für mehrere Baumarten wurden Verbissgrenzwerte festgelegt. Wenn diese Grenzwerte im Durchschnitt über einen längeren Zeitraum und über ein grösseres Gebiet

hinweg überschritten werden, bedeutet das, dass die am stärksten betroffenen Bäumchen absterben, was sich an den empfindlichsten Stellen des Gebirgswaldes bereits ungünstig auf die Walderneuerung auswirkt. Messgrößen sind die Verbissintensität und die Verbissbelastung.

Der Höhenzuwachsverlust, der durch den Verbiss entsteht, ist je nach Baumart verschieden. Über sein Ausmass haben die erwähnten Forschungsarbeiten für Fichte, Tanne, Bergföhre, Lärche, Bergahorn und Esche Klarheit gebracht. Der durchschnittliche Höhenzuwachsverlust, bei dem erste Individuen verbissbedingt absterben, ist dagegen bei allen Baumarten etwa der gleiche. Er hängt aber von den örtlichen Wuchsbedingungen ab. Zur Frage, wie er auf verschiedenen Standorten und unter verschiedenen Überschirmungsgraden ausfällt, liegen nur spärliche Untersuchungsdaten vor (*Burschel, 1975; Schreyer und Rausch, 1978; Perko, 1983*). Eiberle hat die vorhandenen Werte so modifiziert, dass die resultierenden Verbissgrenzwerte für den Grossteil des Schweizer Gebirgswaldes Gültigkeit haben.

Genauer als mit einer Verbissaufnahme, wie sie Eiberle entwickelt hat, kann der Wildschaden mit einer umfassenden Verjüngungsanalyse quantifiziert werden. Dabei wird die vorhandene Verjüngung mit einer SOLL-Vorgabe verglichen. Mittels Kontrollzäunen kann beurteilt werden, in welchem Grad es dem Wildverbiss zuzuschreiben ist, wenn SOLL-Zahlen nicht erreicht werden.

Hinsichtlich praktischer Handhabung verdient die grossräumige Verbissanalyse von Eiberle den Vorzug gegenüber einer Verjüngungsanalyse mittels standortspezifischer SOLL-Zahlen. Letztere ist aber hinsichtlich einer umfassenden ökologischen Beurteilung der Verjüngungs- und Wildschadensituation zu favorisieren.

Résumé

Appréciation de l'abrutissement du gibier

La «Méthode Eiberle»

Au cours de plusieurs recherches réalisées à l'EPF de Zurich entre 1975 et 1990, le professeur K. Eiberle et divers coauteurs ont mis au point un système d'appreciation de l'abrutissement du gibier. Cette méthode est fondée sur le calcul de la proportion de plants sectionnés par la dent du gibier.

Des seuils de tolérance à l'abrutissement ont été fixés pour diverses essences sur la base de deux données, à savoir la proportion annuelle de pousses terminales abrouties et la proportion de plants présentant au moins deux traces d'abrutissement visibles sur la tige. Un dépassement moyen de ces seuils durant une période prolongée et sur une large zone signifie que les arbres les plus gravement touchés ne résisteront pas à la mort. Leur disparition a d'ailleurs déjà des conséquences défavorables dans les périmètres de forêt de montagne les plus difficiles à repeupler.

D'après les auteurs, qui se sont penchés sur l'épicéa, le sapin, le pin de montagne, le mélèze, l'érythrine sycomore et le frêne, l'abrutissement provoque une perte d'accroissement en hauteur qui varie d'une essence à l'autre. Par contre lorsque cette perte est d'une telle gravité qu'elle entraîne la mort du plant abrouti, elle est en moyenne la

même chez toutes les essences. Il va de soi que la résistance des plants dépend aussi des conditions locales de croissance. En ce qui concerne l'influence des facteurs stationnels ou du degré de recouvrement du peuplement, il n'existe à ce jour que quelques données extraites de diverses recherches (*Burschel*, 1975; *Schreyer et Rausch*, 1978; *Perko*, 1983). Eiberle a modifié ces valeurs afin de les rendre applicables à une large part des forêts de montagne.

Les dégâts du gibier peuvent également être quantifiés à l'aide d'une analyse de la régénération. Cette méthode, plus exhaustive que celle d'Eiberle, consiste à comparer les taux de reboisement effectif avec des valeurs théoriques. Si ces dernières ne sont pas atteintes, il est possible d'estimer dans quelle mesure l'abrutissement est responsable de cette lacune en examinant le genre de dégâts subis par des plants situés dans des enclos témoins.

Au point de vue pratique, la méthode d'Eiberle, qui repose sur une analyse à large échelle, est plus facile à appliquer que la seconde qui passe par la comparaison d'une régénération avec des valeurs théoriques exprimées en fonction des spécificités de chaque station. Mais cette dernière est à favoriser si l'on désire affiner, au point de vue écologique, l'appréciation de la régénération et de l'impact du gibier.

Traduction: *Monique Dousse*

Summary

On the Assessment of Game Browsing

The «Eiberle Method»

Between 1975 and 1990 Prof. K. Eiberle and various other co-authors working in different research fields at the FIT Zurich jointly developed a system for the assessment of game browsing, based on the proportion of saplings available for browsing.

The browsing thresholds for several tree species were established. Where these limits were found to be exceeded over time and space, it meant that the most heavily browsed saplings died off and this in turn had an unfavourable effect on tree regeneration in the most sensitive areas of the mountain forests. The parameters measured were browsing intensity and the percentage of plants with two or more visible browsing marks.

The loss in height increment induced by browsing was found to vary from species to species. Clear data were found for spruce, fir, mountain pine, larch, sycamore maple and ash, though the mean increment loss in the first individuals to die as a result of browsing was approximately equal in all tree species. It depends greatly on the local site conditions. Only few data on how far it does depend on various site conditions and degrees of canopy cover are available (*Burschel*, 1975; *Schreyer und Rausch*, 1978; *Perko*, 1983). Eiberle so modified the available values that the resulting browsing thresholds were valid for most of the mountain forests in Switzerland.

The assessment of browsing damage through a browsing tally, such as that developed by Eiberle, can be more accurately quantified by means of a comprehensive survey of regeneration. Here, the actual regeneration is compared with the theoretical

values. Through comparing fenced and non-fenced areas it is possible to assess the extent to which the failure to reach the theoretical regeneration values can be attributed to wildlife damage.

In practical terms a large-scale tally of browsing damage such as that suggested by Eiberle is easier than an assessment of regeneration based on theoretical values for specific site types, yet the latter is to be preferred because it renders a more comprehensive picture of the ecological situation regarding wildlife damage and forest regeneration.

Translation: Margaret Sieber

Literatur

- Burschel, P., 1975: Schalenwildbestände und Leistungsfähigkeit des Waldes als Problem der Forst- und Holzwirtschaft aus der Sicht des Waldbaus. Forschungsbericht Nr. 22 der Forstlichen For- schungsanstalt München.
- Canham, C. D.; McAninch, J. B.; Wood, D. W., 1994: Effects of the frequency, timing, and intensity of simulated browsing on growth and mortality of tree seedlings. Can. j. for. res. 24,4: 817–825.
- Eiberle, K., 1975: Ergebnisse einer Simulation des Wildverbisses durch den Trieb schnitt. Schweiz. Z. Forstwes. 126, 11: 821–839.
- Eiberle, K., 1978: Folgewirkungen eines simulierten Wildverbisses auf die Entwicklung junger Waldbäume. Schweiz. Z. Forstwes. 129, 9: 757–768.
- Eiberle, K., 1980: Methodische Möglichkeiten zum Verständnis der waldbaulich tragbaren Ver- bissbelastung. Schweiz. Z. Forstwes. 131, 4: 311–326.
- Eiberle, K., 1985 a: Neue Erkenntnisse über den Wildverbiss – das Beispiel der Esche. Schweizer- jäger 70, 16: 781–789.
- Eiberle, K., 1985 b: Der Wildverbiss als Forschungsproblem – dargestellt am Beispiel des Berg- ahorns. Feld, Wald, Wasser 73, 10: 38–44.
- Eiberle, K., 1985 c: Bergahorn und Esche: Belastungsgrenzen für den Wildverbiss. Schweiz. Z. Forstwes. 136, 10: 849–856.
- Eiberle, K., 1989: Über den Einfluss des Wildverbisses auf die Mortalität von jungen Waldbäumen in der oberen Montanstufe. Schweiz. Z. Forstwes. 140, 12: 1031–1042.
- Eiberle, K.; Dürr, Ch., 1984: Zur Beurteilung der kritischen Verbissbelastung bei der Waldföhre (*Pinus silvestris*) Beih. Z. Schweiz. Forstver. Nr. 72: 42–60.
- Eiberle, K.; Dürr, Ch., 1985: Grenzen der Verbissbelastung für die Weisstanne (*Abies alba*) in der kollinen Stufe. Waldhygiene 16: 95–106.
- Eiberle, K.; Lanz, A., 1989: Zur Erhebung des Wildverbisses mittels Stichproben. Schweiz. Z. Forstwes. 140, 3: 171–187.
- Eiberle, K.; Nigg, H., 1983 a: Über die Folgen des Wildverbisses an Fichte und Weisstanne in mon- taner Lage. Schweiz. Z. Forstwes. 134, 5: 361–372.
- Eiberle, K.; Nigg, H., 1983 b: Daten zur tragbaren Verbissbelastung bei der Fichte. Schweiz. Förster 119, 7/8: 368–382.
- Eiberle, K.; Nigg, H., 1984: Zur Ermittlung und Beurteilung der Verbissbelastung Forstwiss. Cent.bl. 103: 97–110.
- Eiberle, K.; Nigg, H., 1986 a: Untersuchung über den Verbiss durch die Gemse (*Rupicapra rupi- capra* L.) an Fichte (*Picea abies*). Ber. Bot.-Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg 15: 15–36.
- Eiberle, K.; Nigg, H., 1986 b: Über den Einfluss des Rehes *Capreolus capreolus* auf die Walder- neuerung. Säugetierkundliche Mitteilungen 33: 21–35.
- Eiberle, K.; Nigg, H., 1987 a: Criteria for permissible browse impact on sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) in mountain forests. Experientia 43: 127–133.
- Eiberle, K.; Nigg, H., 1987 b: Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z. Forstwes. 138, 9: 747–785.

- Eiberle, K.; Nigg, H.*, 1988: Zur Gefährdung des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) durch den Wildverbiss im Gebirgswald. Ber. Nat.forsch.Ges. St. Gall. 83: 69–90.
- Eiberle, K.; Riedi, B.*, 1985 a: Kritische Werte der Verbissbelastung bei der Waldföhre (*Pinus sylvestris*) in einem Winterreinstandsgebiet des Rotwildes. Z. f. Jagdwiss. 31: 103–116.
- Eiberle, K.; Riedi, B.*, 1985 b: Die Ableitung der tragbaren Verbissbelastung (am Beispiel der Fichte). Bündnerwald 38, 3: 63–75.
- Eiberle, K.; Zehnder, U.*, 1985 a: Möglichkeiten zur objektiven Beurteilung des Wildverbisses. Gibier Faune Sauvage n° 3: 59–74.
- Eiberle, K.; Zehnder, U.*, 1985 b: Kriterien zur Beurteilung des Wildverbisses bei der Weisstanne. Schweiz. Z. Forstwes. 136, 5: 399–414.
- Perko, F.*, 1983: Bestimmung des höchstzulässigen Verbissgrades am Jungwuchs. Schweiz. Z. Forstwes. 134, 3: 179–189.
- Reimoser, F.*, 1991: Richtlinien für das Wildschaden-Kontrollsyste im Bundesland Vorarlberg. 2. Teil: Auswertungs- und Beurteilungskriterien, Verjüngungsziele (SOLL-Werte) und Toleranzgrenzen für das Vergleichsflächenverfahren. 22 Seiten. Unveröffentlicht.
- Rüegg, D.*, 1994: Erhebung des Wildverbisses im Kanton Glarus. Merkblatt. 8 Seiten. Unveröffentlicht.
- Rüegg, D.*, 1995: Erhebungen über die Verjüngung und Wildschäden in Gebirgswäldern als Grundlage für die forstliche und jagdliche Planung. Versuchsdesign. Entwurf vom 15. März 1995. Unveröffentlicht.
- Schreyer, G.; Rausch, V.*, 1978: Der Schutzwald in der Alpenregion des Landkreises Miesbach. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. 116 Seiten.
- Stierlin, H. R.; Brändli, U. B.; Herold, A.; Zinggeler, J.*, 1994: Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Feldaufnahmen 1993–1995. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 204 Seiten.

Dank

Für den fachlichen Austausch und die nützlichen Hinweise danke ich Ass. Prof. Dr. F. Reimoser (Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der veterinärmedizinischen Universität Wien), Dr. E. Ott, H. Nigg (ETH Zürich), A. Buchli (Ingenieurbüro Buchli und Fromm, Landquart), U.-B. Brändli, Dr. A. Bürgi, B. Commarmot und Dr. N. Kuhn (WSL Birmensdorf).

Abbildungen gedruckt mit Unterstützung der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.

Verfasser: Oswald Odermatt, dipl. Forsting. ETH, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.