

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	131 (1980)
Heft:	4
Artikel:	Methodische Möglichkeiten zum Verständnis der waldbaulich tragbaren Verbissbelastung
Autor:	Eiberle, K.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-766541

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: 16.01.2026

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

Methodische Möglichkeiten zum Verständnis der waldbaulich tragbaren Verbissbelastung

Von K. Eiberle

Oxf.: 156.5

(Aus dem Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich, Fachbereich Waldbau)

1. Einleitung

Unsere Kenntnisse über die Auswirkungen des Wildverbisses auf die Entwicklung von einzelnen Pflanzen oder ganzen Jungwüchsen beruhen heute grösstenteils noch auf Vergleichen zwischen gezäunten und nicht gezäunten Flächen (Sommer, 1956; Leibundgut, 1974; Burschel, 1975, 1977; König, 1976) sowie in geringerem Masse auch auf Experimenten (Eiberle, 1975, 1978), in denen die jungen Waldbäume einer unterschiedlichen Trieb- und Schnittbehandlung ausgesetzt worden sind. Beide Methoden vermitteln zwar grundlegende Erkenntnisse über die möglichen Folgen des Verbisses auf die Pflanzenzahl, die Qualität und das Höhenwachstum der geschädigten Pflanzen; sie reichen aber nicht aus, um die tatsächliche oder zulässige Verbissbelastung präzis und repräsentativ für einzelne Jungwüchse und für grössere Jungwaldkomplexe zu erfassen. Die klare Umschreibung der waldbaulich tragbaren Verbissbelastung stellt indessen das Grundproblem für jede Taxierung von Verbissenschäden dar, die mit Hilfe der äusserlich erkennbaren Verbisssspuren, des mutmasslichen Schädigungsgrades der Pflanzen oder des geschätzten Aufwandes für die Verhütungsmassnahmen immer nur auf gutachtlichem Wege vorgenommen werden kann. Gleichgültig, ob die Taxierung der Verbissenschäden zum Zweck der Wildschadenvergütung, zur Beurteilung der Schutzbedürftigkeit von Jungwüchsen oder im Rahmen einer eigentlichen Wildschadeninventur erfolgt, muss man deshalb versuchen, den für die Interpretation der Ergebnisse gegebenen Ermessensspielraum bestmöglich einzuschränken. Dazu sollte das Verfahren, wie nachstehend beschrieben, in erster Linie den folgenden Anforderungen genügen:

- Die Erhebungen sind auf die tatsächliche Verbissbelastung abzustellen und nicht auf die im Zeitpunkt der Aufnahme äusserlich noch ersichtlichen Verbisssspuren;
- die Folgen der Verbissbelastung auf die Entwicklung der Jungwüchse müssen sich einwandfrei belegen lassen,

- und die Kriterien für das tragbare Schadenmass sollen dem Bedürfnis nach Objektivität und Einheitlichkeit entsprechen.

Sämtliches Untersuchungsmaterial stammt aus dem wildkundlichen Ver-
suchsrevier der ETH Zürich. Es wurde durch den zuständigen Jagdaufseher
P. Berliat nach unseren Weisungen gesammelt und sorgfältig analysiert,
wofür wir ihm an dieser Stelle den besten Dank aussprechen.

2. Problemstellung

Ein grundlegender Hinweis, wie die tatsächliche Verbissbelastung er-
mittelt werden kann, findet sich bei *Mlinšek* (1969). Dieser Autor unter-
suchte an älteren Weisstannen im Urwald von Pečka die Verbiss-Intensität,
die Verbissdauer und Verbissbelastung, indem er die untersten Stamm-
abschnitte in Stammscheiben zerlegte, die er hernach in radialer Richtung
aufspaltete. Da sich auf diese Weise die eingewachsenen Verbisssspuren an
der Schaftachse nach Zahl und Entstehungsjahr einwandfrei feststellen lie-
sen, war es auch möglich, den Verlauf der Verbissaktivität über einen
Zeitabschnitt von mehr als 200 Jahren zuverlässig zu rekonstruieren.

Die Untersuchung von *Mlinšek* (1969) muss den Gedanken nahelegen,
dieselbe Methode auch zur Erhebung der Verbissbelastung an jungen
Waldbäumen anzuwenden. Da mit ergänzenden Jahrringzählungen gleich-
zeitig noch deren Höhenwachstum erfasst werden kann, ist damit eine
methodische Möglichkeit gegeben, um den Einfluss des Verbisses auf die
Jugendentwicklung der geschädigten Pflanzen objektiv zu überprüfen. Folge-
richtig war deshalb die Problemstellung dieser Untersuchung auf die nach-
stehenden Fragen auszurichten:

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen der tatsächlich vorhandenen und der im Jungwuchsstadium erkennbaren Verbissbelastung?
- Wie wirkt sich bei den einzelnen Baumarten die Häufigkeit des Verbisses an der Schaftachse auf das Höhenwachstum aus?
- Bei welchem Schadenmass muss bei den jungen Waldbäumen mit Um-
setzungen in tiefere Bestandesschichten gerechnet werden?
- Wie hängt das Ausmass der schutzbedürftigen Pflanzen von der Häufig-
keitsverteilung des Verbisses ab?
- Welche Kriterien eignen sich zur Umschreibung der waldbaulich trag-
baren Verbissbelastung?
- Lässt sich die Schutzbedürftigkeit der Jungwüchse mit Hilfe der äusser-
lich erkennbaren Verbisssspuren beurteilen?

Es war nicht unsere Absicht, bereits schon mit der vorliegenden Studie
eine für das gesamte Revier repräsentative Erhebung durchzuführen. Viel-
mehr lag es uns daran, vorerst die methodischen Möglichkeiten eingehend
abzuklären, so dass sich das Untersuchungsmaterial auf einzelne Baum-
arten beschränkt, die aus wenigen Jungwüchsen stammen.

3. Untersuchungsmethode

Für den vorliegenden Test wurden die Esche, der Bergahorn und die Fichte ausgewählt. Bei den ersten beiden Baumarten handelt es sich um solche, die in der Jugendzeit raschwüchsig sind, vom Rehwild bevorzugt verbissen werden und in vielen Waldgesellschaften des Mittellandes waldbaulich eine wichtige Rolle spielen. Sie könnten deshalb in zahlreichen Fällen als eigentliche Indikatoren für die Verbissbelastung grösserer Waldgebiete verwendet werden. Die Fichte dient lediglich dem Vergleich; sie entwickelt sich im Jugendstadium wesentlich langsamer als Esche und Bergahorn und ist im allgemeinen auch einer geringeren Verbissintensität ausgesetzt.

Zur Durchführung der Analysen wählten wir aus einigen nicht überschirmten Jungwüchsen des Jagdrevieres Stallikon I von diesen drei Baumarten eine beschränkte Zahl von Pflanzen aus, deren Grösse 1,30 m betrug oder diesen Wert nur um wenig überstieg. Von jeder einzelnen Pflanze zerlegten wir hernach die Schaftachse in 5 cm lange Abschnitte, trennten diese in radialer Richtung auf und ermittelten auf den Spaltflächen entlang dem Zentralmarkverlauf die Zahl der eingewachsenen Verbisssspuren. Für die anschliessende Wachstumsanalyse standen 240 Pflanzen zur Verfügung, deren Verbissbelastung eindeutig umschrieben war und sich folgendermassen auf die drei Baumarten verteilte (Tabelle 1):

Tabelle 1. Anzahl der untersuchten Pflanzen nach Baumarten und Verbissbelastung.

Baumart	Verbissbelastung									total
	Anzahl effektive Verbisssspuren pro Schaftachse									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Esche	26	7	16	9	13	9	7	3	1	91
Bergahorn	25	4	17	15	10	13	5	2	0	91
Fichte	—	17	19	15	6	1	0	0	0	58
Insgesamt	51	28	52	39	29	23	12	5	1	240

Diejenigen Pflanzen, die keine eingewachsenen Verbisssspuren aufwiesen und als Vergleich für die Untersuchung des Höhenwachstums dienten, wurden durchwegs in gezäunten Flächen entnommen. Damit war sichergestellt, dass die vorgefundenen Unterschiede ausschliesslich auf Wildverbiss beruhen und nicht etwa — wie dies vermutet werden könnte — auch auf Einwirkungen von Mäusen, Vögeln, Insekten oder abiotischen Faktoren.

Für die Wachstumsanalysen war es notwendig, an jedem Ende der 5 cm langen Abschnitte die Jahrringe mit der Lupe auszuzählen. Die Differenz aus der Anzahl Jahrringe entspricht dem Zeitabschnitt, der zum Durchwachsen einer 5-cm-Höhenstufe benötigt worden ist; aus der fortlaufenden Addition dieser Differenzen ergibt sich dann der durchschnittliche Verlauf des Höhen-

wachstums bis zu einer Pflanzengröße von 1,30 m, bei der die jungen Waldbäume grösstenteils dem Rehwildverbiss entwachsen. Das Rechenverfahren ist in *Tabelle 2* dargestellt, deren Daten sich auf das Beispiel der Eschen beziehen, die eine Verbissbelastung von 2 Verbissspuren pro Schaftachse aufwiesen.

Tabelle 2. Ermittlung des durchschnittlichen Höhenwachstums aufgrund von Jahrringzählungen.

<i>Höhe ab Boden</i>	<i>mittlere Anzahl Jahrringe</i>	<i>Differenz</i>	<i>mittleres Alter</i>	<i>Höhe ab Boden</i>	<i>mittlere Anzahl Jahrringe</i>	<i>Differenz</i>	<i>mittleres Alter</i>
<i>cm</i>	—	<i>Jahre</i>	<i>Jahre</i>	<i>cm</i>	—	<i>Jahre</i>	<i>Jahre</i>
0	5,81	0,00	0,00	70	2,56	0,44	3,25
5	5,81	0,18	0,00	75	2,44	0,12	3,37
10	5,63	0,32	0,18	80	2,38	0,06	3,43
15	5,31	0,37	0,50	85	2,19	0,19	3,62
20	4,94	0,19	0,87	90	2,06	0,13	3,75
25	4,75	0,19	1,06	95	1,88	0,18	3,93
30	4,56	0,19	1,25	100	1,69	0,19	4,12
35	4,38	0,18	1,43	105	1,56	0,13	4,25
40	4,06	0,32	1,75	110	1,38	0,18	4,43
45	3,75	0,31	2,06	115	1,13	0,25	4,68
50	3,63	0,12	2,18	120	1,00	0,13	4,81
55	3,63	0,00	2,18	125	1,00	0,00	4,81
60	3,38	0,25	2,43	130	1,00	0,00	4,81
65	3,00	0,38	2,81	—	—	4,81	—

Zum besseren Verständnis verwendeten wir eine einheitliche Terminologie, wobei wir den Begriffen die folgenden Definitionen zugrunde legten:

Verbissbelastung: Gesamtzahl der im Zeitpunkt der Aufnahme an der Schaftachse vorhandenen, äusserlich erkennbaren und eingewachsenen Verbissspuren.

Verbissintensität: Anzahl der pro Zeiteinheit an den Schaftachsen entstandenen Verbissspuren.

Gefährdungszeitraum: Durchschnittlicher Zeitraum, den die Pflanzen benötigen, um dem Verbiss grösstenteils zu entwachsen.

Verbissdauer: Zeitabschnitt zwischen dem ersten und letzten Verbiss an der Schaftachse.

«Gefährdete» Pflanzen: Waldbaulich unentbehrliche Baumarten, die unter dem Einfluss des Verbisses ein bestimmtes Mindestmass an Zuwachsverlust erleiden oder bis zum Dickungsstadium in die Mittelschicht absinken.

«Schutzbedürftiger» Pflanzenanteil: Anteil der gefährdeten Pflanzen in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl.

Verbissprozent: Anteil der Pflanzen mit Verbisssspuren an der Schaftachse in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl. Je nach Zweck ist zu präzisieren, ob sich das Verbissprozent auf die Gesamtheit der Verbisssspuren oder lediglich auf den äußerlich erkennbaren Verbiss bezieht.

Verbissverteilung: Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung innerhalb eines Kollektivs.

Verbissaktivität: Zeitlicher Verlauf der Verbissintensität.

Verbisszunahme: Durch das fortschreitende Alter der Jungwüchse bedingte Vermehrung der Verbissbelastung.

Verbissverlauf: Durch wechselnde Verbissintensität bewirkte Veränderungen der Verbissbelastung.

4. Untersuchungsergebnisse

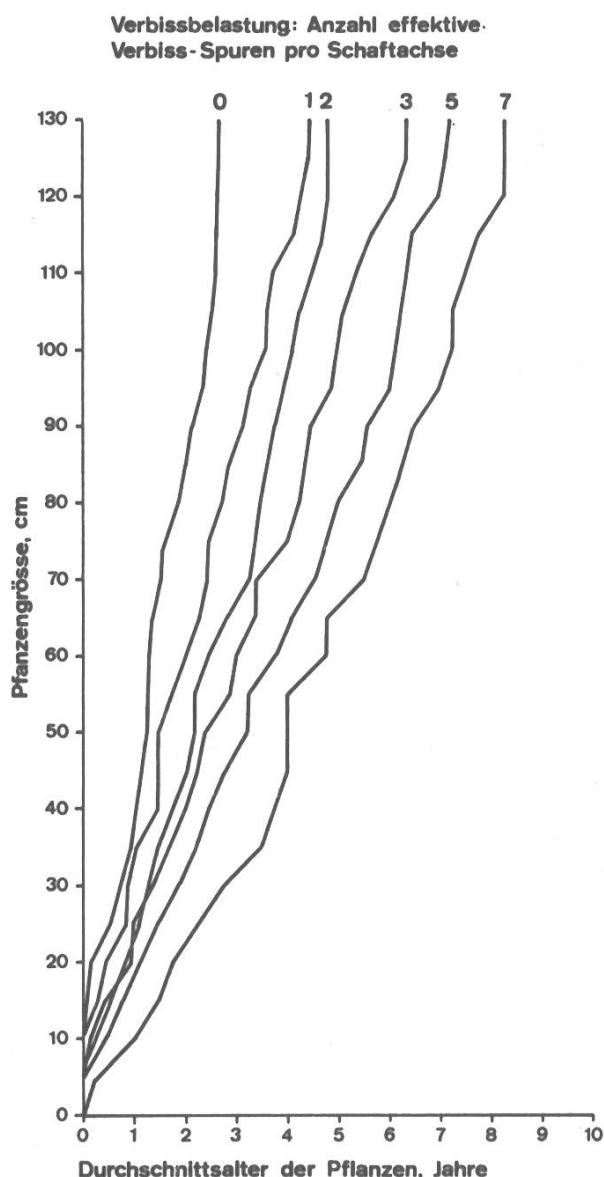
4.1 Einfluss der Verbissbelastung auf das Höhenwachstum

Massgebend für die Beurteilung der verbissbedingten Gefährdung von Einzelpflanzen ist der Einfluss der Verbissbelastung auf das Höhenwachstum. Da sich der Seitentriebverbiss nur sehr schwer quantitativ erfassen lässt, ist zunächst einmal die Frage wesentlich, ob die Auszählung der Verbisssspuren an der Schaftachse genügt, um die gesamte Verbissbelastung zuverlässig zu erfassen. Unter zwei Voraussetzungen dürfen wir von einer derart vereinfachten Verbisserhebung gute Ergebnisse erwarten, nämlich dann, wenn entweder der Seitentriebverbiss nur eine untergeordnete Rolle spielt, oder aber, wenn die Stärke des Seitentriebverbisses in einer engen Beziehung zur Zahl der Verbisssspuren an der Schaftachse steht. In beiden Fällen müssten sich dann aber unzweideutige Abhängigkeiten zwischen der Pflanzengröße und der Zahl der vorhandenen Verbisssspuren nachweisen lassen, ansonst diese Erhebungsmethode nicht als geeignetes Verfahren betrachtet werden könnte, um die verbissbedingten Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum präzis wiederzugeben.

Wie die *Darstellung 1* zeigt, trat bei der Esche der Zusammenhang zwischen der Zahl der Verbisssspuren und dem Jugendwachstum der Pflanzen bereits schon bei verhältnismässig kleinen Pflanzenzahlen ausserordentlich prägnant hervor — ein Sachverhalt, der sich später auch bei Bergahorn und Fichte als zutreffend erwies.

Die tatsächliche Verbissbelastung lässt sich somit durch das Auszählen der Verbisssspuren an der Schaftachse in objektiver Weise messen, im Gegensatz zu der bisher üblichen Einschätzung der Pflanzen aufgrund der Verbissformen oder des mutmasslichen Regenerationsvermögens. Eindrücklich

Darstellung 1. Durchschnittliches Höhenwachstum der Esche (*Fraxinus excelsior*) bei unterschiedlicher Verbissbelastung.



wird durch die *Darstellung 1* aber auch belegt, dass bei den Waldbäumen schon eine geringe Verbissbelastung Zuwachsverluste zur Folge haben kann, die für die betroffenen Individuen eine existenzgefährdende Verminderung ihrer Konkurrenzkraft nach sich ziehen.

4.2 Kriterien der Schutzbedürftigkeit

Die Qualität der Schaftachse und die Wettbewerbskraft müssen wir als wichtige Eigenschaften der jungen Waldbäume betrachten, weil sie den Pflanzerfolg im Dickungsstadium massgeblich bestimmen. Beide Merkmale können durch den Wildverbiss in einer Weise beeinträchtigt werden, dass die betreffenden Pflanzen für die positive Auslese nicht mehr geeignet sind.

Wie dies in einer früheren Arbeit (Eiberle, 1978) nachgewiesen worden ist, vermindert sich bei vielen Baumarten die Zahl der für die Auslese tauglichen Individuen schon bei einem zweimaligen Verbiss der Schaftachse um 20 Prozent und mehr. Diese Quote ist aber für die Pflege bereits als kritisch anzusehen, weil der Verbiss oft in kumulativer Verteilung auftritt, die gutgeformten Pflanzen zumeist nur in beschränkter Zahl vorhanden sind, und weil die verbissbedingte Qualitätsminderung insbesondere auch bei den Laubbäumen noch über Jahre hinweg bestehen bleibt, nachdem sie die Verbissgrenze durchwachsen haben.

In der *Darstellung 2* wird nun auch noch die Möglichkeit aufgezeigt, dass die Pflanzen unter dem Einfluss des Verbisses vorzeitig in die Mittelschicht absinken. Die beiden Kurven geben den mittleren Zeitraum wieder, den die jungen Waldbäume benötigen, um bei einer unterschiedlich hohen Verbissbelastung die Größen von 1,30 m und 0,85 m zu erreichen.

Diese Beziehungen lassen sich mit Hilfe einer Ausgleichsparabel sehr präzis wiedergeben, da sie durchwegs über ausserordentlich hohe Bestimmtheitsmasse verfügen. Durch sie wird belegt, dass die in der Jugend raschwüchsigen und gegenüber dem Verbiss empfindlichen Baumarten wie etwa Esche oder Bergahorn mit ein bis zwei Verbisssspuren die Oberschicht im angehenden Dickungsstadium nicht mehr erreichen und damit als Auslesebäumchen endgültig ausscheiden.

Je nach Wuchsverlauf und Empfindlichkeit ist die verbissbedingte Gefährdung entweder durch die Verminderung der Schaftqualität oder durch die Einbusse der Konkurrenzkraft bedingt. Beiden Merkmalen und einer Mehrzahl von Baumarten wird man nur gerecht, wenn man alle Individuen mit mehr als einer Verbissspur als schutzbedürftig betrachtet.

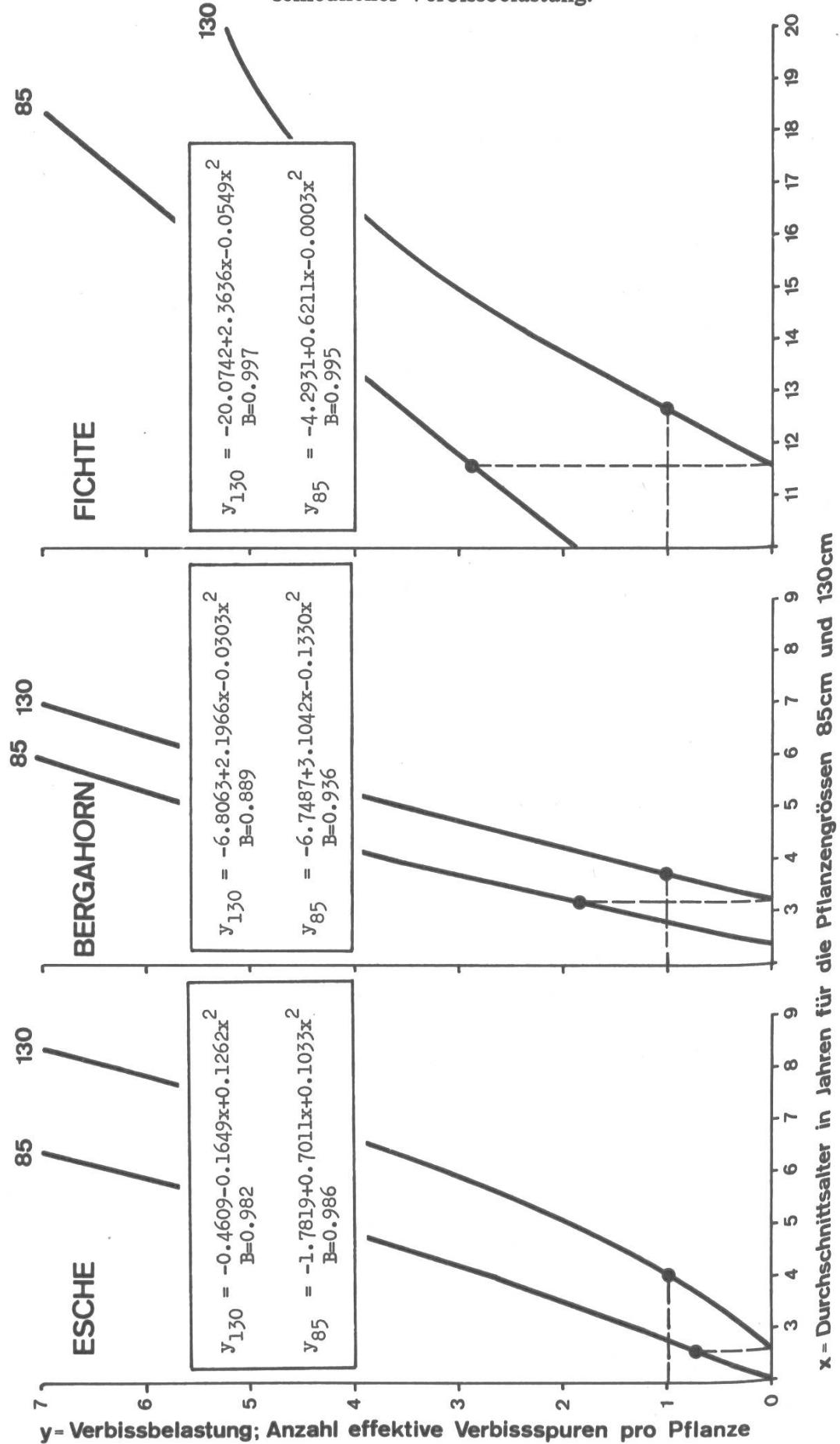
4.3 Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung

Von der Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung hängt es nun ab, wie hoch sich der Anteil an schutzbedürftigen Pflanzen innerhalb eines Kollektivs erweist. Da das Studium dieser Verteilungen an die repräsentative Pflanzenentnahme gebunden ist, werden hier nur die grundsätzlichen Aspekte diskutiert.

Wie dies der *Darstellung 3* am Beispiel der Eschen und Ahorne entnommen werden kann, sind die Häufigkeiten der verschiedenen Verbissbelastungen linksseitig asymmetrisch verteilt, wobei sich in unserem Fall die Einzelwerte recht gut in eine binomische Verteilung mit einem Parameter p zwischen 0,3 und 0,4 einordnen.

Da sich die Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Verbissbelastungen $w(x)$ nach den Formeln:

Darstellung 2. Durchschnittsalter für die Pflanzengrößen 85 cm und 130 cm bei unterschiedlicher Verbissbelastung.



$$1) \quad w(x) = \binom{m}{x} p^x q^{m-x}$$

$$2) \quad p + q = 1$$

leicht berechnen lassen (Linder, 1951), sei hier dargestellt, wie sich bei einer binomischen Verteilung der Anteil der schutzbedürftigen Pflanzen mit dem Parameter p verändert (Tabelle 3).

Darstellung 3. Binomische Verteilungen mit den Parametern $p = 0,1$ bis $0,4$.

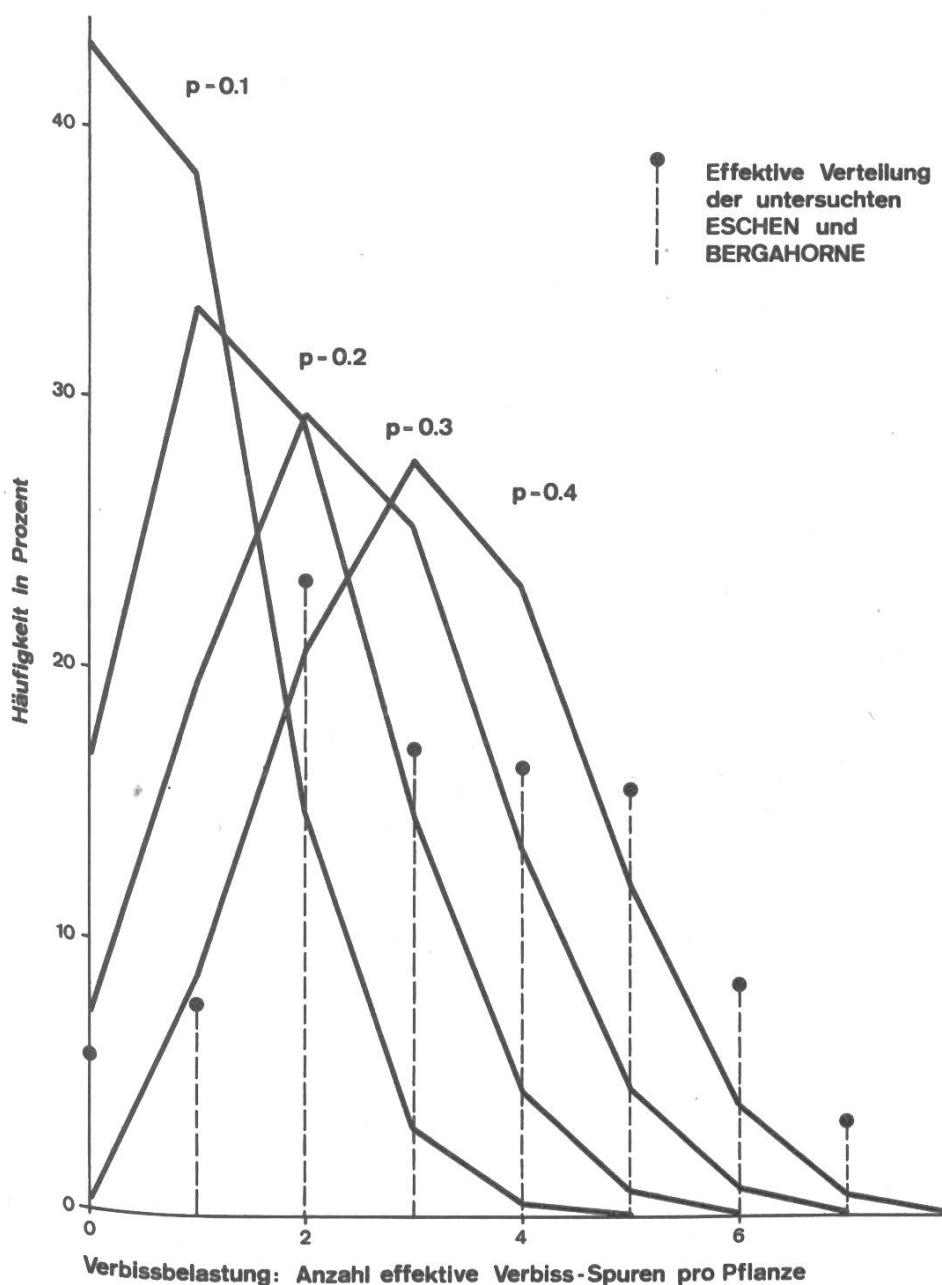


Tabelle 3. Merkmale der Verbissbelastung bei binomischer Verteilung.

Anzahl Verbissbelastungen	8	8	8	8
Parameter p	0,4	0,3	0,2	0,1
Parameter q	0,6	0,7	0,8	0,9
<hr/>				
Häufigkeit der Verbissbelastungen in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl	0	1,7	8,0	16,8 43,0
	1	9,0	18,8	33,5 38,3
	2	20,9	28,4	29,4 14,9
	3	27,9	25,4	14,7 3,3
	4	23,2	13,6	4,6 0,5
	5	12,4	4,7	0,9 0,0
	6	4,1	1,0	0,1 0,0
	7	0,8	0,1	0,0 0,0
	8	0,0	0,0	0,0
<hr/>				
	total	100,0	100,0	100,0 100,0
<hr/>				
Verbissprozent sichtbare und eingewachsene Verbissspuren	98,3	92,0	83,2 56,9	
<hr/>				
durchschnittliche Anzahl Verbissspuren pro Pflanze	3,2	2,4	1,6 0,8	
<hr/>				
Anteil schutzbedürftiger Pflanzen, % (zwei oder mehr Verbissspuren pro Pflanze)	89,3	73,2	49,6 18,6	

Dabei interessiert insbesondere der Zusammenhang zwischen dem Anteil schutzbedürftiger Pflanzen und dem Verbissprozent sowie der durchschnittlichen Verbissbelastung. Auch wenn anhand des vorliegenden Untersuchungsmaterials noch nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, dass die Verbissbelastung in allen Fällen einer binomischen Verteilung folgen wird, ergeben sich aus der *Tabelle 3* dennoch zwei Folgerungen von allgemeiner Gültigkeit:

- die Kenntnis über die Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung bildet eine unentbehrliche Grundlage für die Ermittlung des Anteils der schutzbedürftigen Pflanzen;
- das Verbissprozent und die durchschnittliche Verbissbelastung können nur dann als präzise Indikatoren für den schutzbedürftigen Pflanzenanteil verwendet werden, wenn über die Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastungen Klarheit besteht und es sich nicht um allzu intensive Verbiss-schäden handelt.

4.4 Ableitung der zulässigen Verbissprozente

Wie dies in der *Tabelle 3* belegt worden ist, nimmt mit ansteigendem Verbissprozent die Zahl der schutzbedürftigen Pflanzen progressiv zu. Der Begriff «zulässiges Verbissprozent» ist deshalb nur unter der Voraussetzung sinnvoll anzuwenden, wenn ihm ein ganz bestimmter Anteil schutzbedürftiger Pflanzen zugrunde gelegt werden kann, der nicht überschritten werden sollte. Dieser kritische Anteil ist dann erreicht, wenn für eine durchschnittliche Ausdehnung der Jungwüchse die Zäunung billiger zu stehen kommt als ein gleichwertiger Einzelschutz und mit der allgemeinen Anwendung des Zaunschutzes auch damit gerechnet werden muss, dass die Verbisschäden sich fortwährend auf neue Flächen verlagern. In dem Moment, in dem die Pflanzen mehrheitlich dem Verbiss entwachsen, sollte deshalb entsprechend der *Tabelle 4* der schutzbedürftige Pflanzenanteil nicht mehr als ungefähr 20 Prozent betragen.

Tabelle 4. Kostenparität zwischen Zäunung und Einzelschutz.

Durchschnittliche Ausdehnung der Jungwüchse	36 Aren
Ausformung der Jungwüchse	quadratisch
Verband für den Einzelschutz	$1,5 \times 1,5$ m
<i>Kosten für die Zäunung</i> 240 lfm à Fr. 6.50	Fr. 1560.—
<i>Kosten für den Einzelschutz auf 20 Prozent der Fläche mittels Drahtkorb</i> Anzahl Pflanzen: $4400 \times 0,36 \times 0,20 = 320$ 320 Stück à Fr. 4.60	Fr. 1472.—

Da die Einschätzung des Verbissprozentes in der Praxis vielfach über die äußerlich noch erkennbaren Verbisssspuren erfolgen muss, ist es von wesentlicher Bedeutung, dass man ihren Anteil an der Gesamtheit der vorhandenen Verbisssspuren kennt. Diese Quote erwies sich in unserem Falle für die verschiedenen Baumarten als recht ausgeglichen und betrug zwischen 53 und 59 Prozent (*Tabelle 5*).

Tabelle 5. Anteile der äußerlich erkennbaren Verbisssspuren.

Baumart	untersuchte Anzahl Pflanzen	Anzahl sichtbare Verbisssspuren	Gesamtzahl der Verbisssspuren	Anteil 2) in Prozenten von 3)
				1
Esche	65	125	234	53,4
Bergahorn	65	137	231	59,3
Fichte	58	76	129	58,9

Auf der Grundlage von *Tabelle 3* ergäbe sich für einen schutzbedürftigen Pflanzenanteil von rund 20 Prozent ein zulässiges Verbissprozent von 57. Da die Verbisssspuren jedoch nur zu 60 Prozent sichtbar sind, müsste dieser Wert auf 34 Prozent vermindert werden, um den tragbaren Verbiss mit Hilfe der äußerlich feststellbaren Verbisssspuren zu definieren. Damit liessen sich dann auch die zulässigen Verbissprozente für verschiedene Größenklassen der Jungwüchse herleiten unter der Voraussetzung, dass die Verbissaktivität im Untersuchungsgebiet sich im Laufe der Zeit nicht wesentlich verändert. Die diesbezüglichen Werte enthält *Tabelle 6*.

Tabelle 6. Zulässige Verbissprozente für verschiedene Größenklassen, bezogen auf den äußerlich erkennbaren Verbiss.

Baumart	durchschnittliche Grösse der Jungwüchse, cm			
	10—40	40—70	70—100	100—130
Esche	13	22	30	34
Bergahorn	11	20	28	34
Fichte	13	22	29	34

4.5 Verbissaktivität

Dadurch, dass sich die eingewachsenen Verbisssspuren einwandfrei datieren lassen, besteht auch die Möglichkeit, die Veränderungen der Verbiss-Belastung im Verlauf der letzten Jahre festzustellen (*Tabelle 7*).

Tabelle 7. Veränderungen der Verbissaktivität.

Verbissaktivität	Baumart	Zeitabschnitt		
		1972/73	1974/75	1976/77
<i>absolut:</i> durchschnittliche Anzahl Verbisssspuren pro Pflanze und Jahr	Esche	0,29	0,56	0,69
	Bergahorn	0,23	0,58	0,79
	Fichte	0,24	0,23	0,31
<i>relativ:</i> Verbissaktivität 1972/73 = 100	Esche	100	193	238
	Bergahorn	100	252	343
	Fichte	100	96	129

Die von uns entnommenen Pflanzen waren im Verlauf der letzten sechs Jahre durchwegs einer zunehmenden Beanspruchung ausgesetzt. Bei den einzelnen Baumarten zeigten sich indessen bemerkenswerte Unterschiede, indem die vom Reh stark bevorzugten Bergahorne und Eschen im Vergleich zur Fichte nicht nur eine grössere Zahl von Verbisssspuren pro Pflanze und

Jahr aufwiesen, sondern vor allem auch eine viel ausgeprägtere Steigerung der Verbissaktivität erkennen liessen. Die Auswirkungen der selektiven Nahrungswahl können somit auf dem vorgezeigten Weg sehr gut nachgewiesen werden. Gleichzeitig wird durch diese Befunde aber auch deutlich gemacht, dass unter dem Einfluss einer wechselnden Wildverteilung die Verbissaktivität innerhalb einzelner Jungwüchse grossen Schwankungen unterliegen kann. Die Frage ist deshalb gründlich zu überlegen, an welche Voraussetzungen die Verwendung der zulässigen Verbissprozente gebunden ist.

5. Anwendungsbereiche

Wachstumsanalysen an verbissenen Pflanzen können vielseitigen Zwecken dienen; doch muss man zum vornehmerein einen realistischen Zeitaufwand in Rechnung stellen. In unserem Fall betrug der gesamte Zeitaufwand für das Einsammeln sowie für das Auszählen der Verbisssspuren und Jahrringe 1,3 Std. pro Pflanze, wobei allein die Pflanzenbeschaffung 0,8 Std. pro Stück beanspruchte.

5.1 Wildschadenersatz

Für die Abschätzung von Verbisssschäden bildet der Zuwachsverlust ein wesentliches Element der Schadenberechnung. Diese Zuwachseinbusse kann ausgedrückt in Jahren nur an den verbissbedingten Höhenzuwachsverlusten gemessen werden. Der Zuwachsverlust ist leicht feststellbar, wenn es sich um Totverbiss in Kulturen bekannten Alters handelt; in allen anderen Fällen ist man jedoch auf eine gutachtliche Einschätzung angewiesen, die sich nach Möglichkeit auf einen Vergleich zwischen normal entwickelten und verbissenen Pflanzen stützt. Schwierig ist die Ermittlung des Zuwachsverlustes oft in durchwegs stark geschädigten, jedoch erholungsfähigen Kulturen, insbesondere aber auch in ungleichaltrigen Naturverjüngungen. Unter derartigen Verhältnissen könnte eine eingehende Analyse der verbissenen Pflanzen weiterhelfen, indem man die Häufigkeiten der Verbissbelastungen mit den zugeordneten Höhenzuwachsverlusten ermittelt und daraus das gewogene Mittel berechnet. Sofern sich die Jahrringe gut auszählen lassen, können mit diesem Verfahren die verbissbedingten Verzögerungen des Höhenwachstums mit grosser Zuverlässigkeit belegt werden. Eine Anfechtung der Ergebnisse ist dann schwer zu begründen.

5.2 Beurteilung der Verbissbelastung

In der Praxis kommt der Forstmann oft in die Lage, dass er die Notwendigkeit vermehrter Abschüsse oder die Art und den Umfang seiner Wildschadenverhütungsmassnahmen begründen muss, ohne dass ihm dazu detaillierte Wildschadenuntersuchungen zur Verfügung stehen. Die zulässigen Verbiss-

prozente könnten ihm dabei helfen, den Stand der Verbissbelastung innerhalb eines grösseren Waldgebietes näherungsweise einzuschätzen, um zu beurteilen, ob die wünschenswerte Beschränkung des schutzbedürftigen Pflanzenanteils im Bereich des Möglichen liegt oder nicht. Dazu müsste getrennt nach Grössenklassen und regelmässig verteilt über das gesamte Jungwuchsareal auf kleineren Probeflächen die Quote der verbissenen Pflanzen erhoben und die Mittelwerte mit den zulässigen Verbissprozenten verglichen werden. Die zulässigen Verbissprozenten gelten indessen nur für die Gesamtheit aller Jungwüchse, da sie für das Einzelobjekt infolge des örtlichen und zeitlichen Wechsels der Verbissaktivität keine Prognose über den schutzbedürftigen Pflanzenanteil erlauben.

5.3 Wildschadeninventur

Die Wildschadeninventur dient dem allgemeinen Ziel, die waldbauliche und wirtschaftliche Bedeutung der Wildschäden für grössere Waldgebiete aufzuzeigen. Sie sollte sich deshalb nicht allein darauf beschränken, die Häufigkeit und Verteilung der vorhandenen Schäden aufzuzeigen, da diese Ergebnisse für sich allein äusserst schwierig zu interpretieren sind. Vielmehr müsste man sich zusätzlich darum bemühen, auch die wesentlichen Auswirkungen der Wildschäden zu erfassen, wodurch die Wildschadeninventur aber zu einer aufwendigen und anspruchsvollen Forschungsaufgabe wird. Im Bereich der Verbisschäden stellen der Aufwand für die Wildschadenverhütungsmassnahmen und die Zuwachseinbussen die wesentlichen Kriterien dar, nach denen man die Nachteile für die Walderneuerung quantitativ belegen kann. Die Erhebung der Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung, der Höhenzuwachsverluste und des schutzbedürftigen Pflanzenanteils vermöchte somit die Aussagekraft der Wildschadeninventur wesentlich zu verbessern.

5.4 Wildschadenforschung

Über die waldbauliche Bedeutung der Verbisschäden sind wir bisher insbesondere in den Wäldern der montanen und subalpinen Stufe noch unzureichend orientiert. Da in diesen Gebieten ein rationeller und erfolgversprechender Einsatz der technischen Wildschadenverhütungsmassnahmen nur in Ausnahmefällen möglich ist, wären hier diesbezügliche Forschungen dringend notwendig. Der Nachweis einer kritischen Wildschadensituation wird indessen im Gebirgswald dadurch bedeutend erschwert, dass zumeist keine geeigneten Vergleichsflächen zur Verfügung stehen und dass sich die für eine ununterbrochene, natürliche Walderneuerung erforderlichen Pflanzenmengen nicht einfach aus Modellrechnungen ableiten lassen. Durch die Wachstumsanalyse eröffnet sich eine methodische Möglichkeit, diese Probleme dennoch anzugehen, wobei als Grundbedingung für die Nachhaltigkeit zu gelten hat, dass im Jungwuchs der Einwuchs aus den unteren Grössenklassen den Auswuchs nach oben zumindest kompensiert. In erster Linie wären deshalb der Einfluss

des Verbisses auf die Pflanzenzahl und die Durchwachszeiten zu überprüfen, und zwar getrennt für die einzelnen Größenklassen.

6. Schlussbemerkung

Es ist das Ziel der Wildschadenforschung, aufzuzeigen, unter welchen Voraussetzungen ein echtes Gleichgewicht zwischen Wald und Wild bestehen kann und nicht — wie dies gelegentlich noch angenommen wird, die Lebensberechtigung des Schalenwildes in Frage zu stellen. Wie diese Studie an geschädigten Pflanzen aber eindeutig zeigt, dürfen die waldbaulichen Folgen des Verbisses keineswegs unterschätzt werden. Die Definition der schutzbedürftigen Pflanzen ist deshalb auf die Bedürfnisse der Waldflege auszurichten, bei der die Schaftqualität und die Konkurrenzkraft die Eignung der Pflanzen für die positive Auslese im angehenden Dickungsstadium massgeblich bestimmen. Unabhängig von der Pflanzendichte muss in Kulturen und Naturverjüngungen der schutzbedürftige Pflanzenanteil zur Bewertung der tragbaren Verbissbelastung herangezogen werden, da in pflanzenreichen Jungwüchsen für die zukünftigen Auslesebäumchen dasselbe Risiko besteht wie für die übrigen Bestockungsglieder.

Résumé

Méthodes possibles pour analyser le niveau admissible, d'un point de vue sylvicole, de l'abrutissement

Au total ce sont 240 frênes, érables sycomores et épicéas, issus de rajeunissements découverts et d'une hauteur de 1,30 m, qui ont été soumis à une analyse détaillée concernant l'abrutissement et la croissance en hauteur. Pour ce faire, on a sectionné les axes en bouts de 5 cm, que l'on a ensuite fendus dans le sens des rayons médullaires. De cette façon, on a pu déceler incontestablement toutes les traces d'abrutissement cachées et celles encore reconnaissables depuis l'extérieur; le comptage des cernes annuels a de plus encore permis de reconstruire l'accroissement moyen en hauteur pour les différents niveaux d'abrutissement. On a pu établir qu'il est possible de constater très exactement les retards de croissance causés par l'abrutissement en relevant le nombre de traces d'abrutissement sur chaque tige, et qu'en conséquence on peut donner les valeurs critiques pour une perte de la force de concurrence pouvant menacer l'existence des jeunes arbres. En se référant à la répartition de la fréquence de l'abrutissement, on peut établir la proportion de plantes qu'il faut protéger;

celle-ci est à considérer comme critère essentiel du niveau d'aboutissement ^{sup-} portable dans des régions forestières d'une certaine étendue. Des analyses de croissance telles qu'elles sont décrites ici pourraient fournir une aide précieuse lors d'estimations de dégâts dus au gibier, de l'examen d'une situation en relation avec ces dégâts, pour leur recensement et pour la recherche à leur sujet.

Traduction: *R. Beer*

Literatur

- Burschel, P.** (1975): Schalenwildbestände und Leistungsfähigkeit des Waldes als ^{Pro-}blem der Forst- und Holzwirtschaft aus der Sicht des Waldbauers. *Forschungsberichte der Forstlichen Forschungsanstalt München*, Nr. 22.
- Burschel, P.** (1977): Wald und Wild aus der Sicht des Waldbauers. *Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege*, Nr. 27.
- 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.
- König, E.** (1976): Wildschadenprobleme bei der Waldverjüngung. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 127, 1, 40—56.
- Leibundgut, H.** (1974): Erhebungen über den Rehwildverbiss im ^{Albisriederberg}. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 125, 5, 311—316.
- Linder, A.** (1951): *Statistische Methoden*. Basel.
- Mlinšek, D.** (1969): Waldschadenuntersuchungen am Stammkern von erwachsenen ^{Tan-}nen im dinarischen Tannen-Buchen-Wald. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 88, 4, 193—199.
- Sommer, H. G.** (1956): Waldbau durch Zaunschutz. Beiheft zum *Forstwissenschaftlichen Centralblatt*, Nr. 7.