

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 136 (1985)

Heft: 5

Artikel: Kriterien zur Beurteilung des Wildverbisses bei der Weisstanne

Autor: Eiberle, Kurt / Zehnder, Urs

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764480>

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: 13.01.2026

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

Kriterien zur Beurteilung des Wildverbisses bei der Weisstanne

Von *Kurt Eiberle* und *Urs Zehnder*

Oxf.: 156.5:174.7 *Abies*

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

1. Einleitung

Die bisher ausgeführten Forschungsarbeiten vermitteln zwar wertvolle Erkenntnisse über die Ursachen und Verbreitung des Wildverbisses, über seine Auswirkungen und über die Notwendigkeit der Wildbestandesregulierung. Sie vermögen indessen gesamthaft die jagdpolitisch grundlegende Frage nicht zu beantworten, welche Kriterien geeignet sind, um eine übermässige Belastung der jungen Waldgeneration zuverlässig aufzuzeigen.

Konkrete Angaben über das kritische Ausmass der Verbissenschäden bei den verschiedenen Baumarten auf unterschiedlichen Standorten bilden eine absolut notwendige Ergänzung zu jedem Wildschadeninventar, das als Entscheidungsgrundlage für die jagdliche Planung dienen könnte. Die diesbezüglichen Kenntnisse werden aber auch dringend benötigt für die Ausbildung der Forstorgane und der Jägerschaft und sollten ausserdem für Informationszwecke zur Verfügung stehen.

2. Problemstellung

Im Hinblick auf die zukünftige Stabilität und die vielseitige Funktionsfüchtigkeit unserer Wälder bildet heute der Wildverbiss ein vordringliches Problem, das in Anbetracht der gebietsweise bereits Jahrzehntelangen, intensiven Belastung in absehbarer Zeit einer Lösung entgegengeführt werden muss.

Damit der als tragbar bezeichnete Verbissgrad auf eine unanfechtbare Grundlage gestellt werden kann, bedürfen ganz allgemein die folgenden Fragen einer einwandfreien Abklärung:

- Wie kann die tatsächliche Verbissbelastung präzis gemessen und in praktikable Beurteilungskriterien umgesetzt werden?

- Wie wirkt sich die Verbissbelastung auf das Höhenwachstum und die Mortalität der jungen Waldbäume aus?
- Welche verbissbedingten Entwicklungsstörungen sind massgebend für die Bemessung des zulässigen Verbissgrades?
- Wie gross ist der Toleranzbereich des Wildverbisses für verschiedene Baumarten auf unterschiedlichen Standorten?

Gegenüber den Verbissenschäden erwies sich die Weisstanne als sehr empfindliche Art (*K. Eiberle*, 1975, 1978). Sie war aus diesem Grunde Gegenstand einer Diplomarbeit, die im Sommer 1983 zur Ausführung gelangte (*U. Zehnder*, 1983). Da die Erfassung und Beurteilung des Wildverbisses in methodischer Hinsicht erhebliche Anforderungen stellt, beschränkt sich die vorliegende Studie vorerst auf ein kleines Untersuchungsmaterial und bezieht sich nur auf die Weisstanne auf Standorten tiefer Lage.

3. Untersuchungsmethode

3.1 Begriffe und Definitionen

Neben der Verbissbelastung und dem Alter wurden an den untersuchten Weisstannen noch die Länge der lebenden Krone sowie die Form und Krümmung der Schaftachse taxiert. Die *Tabelle 1*, welche sämtliche überprüften Pflanzenmerkmale enthält, erteilt Aufschluss über die verwendeten Definitionen.

Einige in dieser Arbeit häufig wiederkehrende Begriffe erfordern eine einheitliche Auslegung. Es handelt sich dabei um die folgenden Bezeichnungen:

- *Gefährdungszeitraum*: Durchschnittsalter der Pflanzen im Zeitpunkt, in dem sie die Verbissgrenze erreichen.
- *Verbissgrenze*: Mittlere Pflanzengrösse, bei welcher die Zahl der Verbissspuren in den obersten 10 cm weniger als ein Prozent der Gesamtbelastung beträgt.
- *Gesamtbelastung*: Durchschnittliche Zahl der Verbisssspuren pro Pflanze, die im Verlauf des gesamten Gefährdungszeitraumes an der Schaftachse entstehen.
- *Verbissintensität*: Anteil der jährlich verbissenen Pflanzen in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl.
- *Gefährdete Pflanzen*: Pflanzen, die im Verlauf des Gefährdungszeitraumes einen Höhenzuwachsverlust von mehr als einem Drittel erleiden.
- *Kritische Verbissbelastung*: Häufigkeit der Verbisssspuren an der Schaftachse, die mit Rücksicht auf den zulässigen Anteil gefährdeter Pflanzen nicht überschritten werden darf.

- *Schadengrad*: Anzahl der an der Schaftachse äusserlich erkennbaren Verbissspuren pro Pflanze.

Tabelle 1. Definitionen der untersuchten Pflanzenmerkmale.

Merkmal	Abkürzung	Klasse, Definitionen
Gesamtzahl der Verbissspuren	V_t	vollständig eingewachsene und äusserlich erkennbare Verbissspuren
Zahl der sichtbaren Verbissspuren	V_s	äusserlich noch erkennbare Verbissspuren
Alter der Pflanzen Jahre	$A_{1.30}$ $A_{0.85}$	Pflanzengrösse 1.30 m Pflanzengrösse 0.85
Länge der lebenden Krone	L	1: $L \geq 0.90$ Schaftlänge 2: $0.90 > L \geq 0.67$ Schaftlänge 3: $0.67 > L \geq 0.25$ Schaftlänge 4: $0.25 > L > 0.00$ Schaftlänge
Form der Schaftachse	F	1: durchgehend 2: verzwieselt, ein Trieb setzt sich deutlich durch 3: verzwieselt, zwei Triebe ± gleichwertig 4: mehrfach verzwieselt oder verbuscht
Krümmung der Schaftachse	K	1: zweischnürig gerade 2: einschnürig gerade 3: stark gekrümmt

3.2 Auswahl des Untersuchungsmaterials

Das Untersuchungsmaterial stammt aus einem 565 ha grossen Waldgebiet, welches die im Kanton Aargau gelegenen Jagdreviere Holziken und Staffelbach umfasst. Das Untersuchungsareal liegt auf 450 bis 680 m ü.M., und die Entnahmestellen der Pflanzen sind gemäss der Vegetationskarte von H. K. Frehner (1963) zur Hauptsache dem Seegras-Buchenwald (*Melico-*

Fagetum), dem Waldhirszen-Buchenwald (*Milio-Fagetum*) sowie dem Eichen-Tannenwald (*Querco-Abietetum*) zuzuordnen.

Um die Verbissbelastung an den jungen Weisstannen zu erfassen, entnahm man den vorhandenen Naturverjüngungen 60 Pflanzen von minimal 1,30 m Grösse. Die Stichprobenorte wurden vorerst auf einer Bestandeskarte in regelmässigen Abständen über die Naturverjüngungen verteilt und hernach im Gelände eingemessen. Von diesen Stichprobepunkten aus erfolgte sodann genau in nordöstlicher bzw. südwestlicher Richtung die Entnahme der nächstgelegenen Pflanzen von der vorgegebenen Grösse. Eine subjektive Auswahl der Pflanzen bezüglich Verbiss und Vitalität konnte dadurch vermieden werden.

3.3 Ermittlung von Verbissbelastung und Zuwachsverlust

Als Mass für die Verbissbelastung benützten wir die Zahl der Verbisssspuren an der Schaftachse, wie sie erstmals von *D. Mlinšek* (1969) mit gutem Erfolg zum Zweck einer Verbisschronologie verwendet worden ist. Um die Zahl der Verbisssspuren an der Schaftachse feststellen zu können, haben wir die Pflanzen in 5 cm lange Abschnitte zerlegt und diese hernach in radialer Richtung aufgespaltet. Auf diese Weise liessen sich auch die vollständig eingewachsenen Verbisssspuren, die äusserlich an der Schaftachse nicht mehr erkennbar sind, zuverlässig lokalisieren.

Die durch den Wildverbiss verursachten Zuwachsverluste wurden von uns mit Hilfe der mittleren Grösse und des Durchschnittsalters der Pflanzen erfasst. Die Altersbestimmung erfolgte nach Grössenklassen in Intervallen von 5 cm durch das abschnittweise Auszählen der Jahrringe mit der Lupe. Damit war der Nachvollzug des Höhenwachstums unter dem Einfluss der Verbissbelastung ohne besondere Schwierigkeiten möglich.

3.4 Beurteilungskriterium

Das Beurteilungskriterium für die Festsetzung der tragbaren Verbissbelastung leitet sich ab aus den Bedürfnissen der Waldflege. Pflanzen, die zu Beginn der Dickungsstufe in die Mittelschicht abgesunken sind, kommen in der Regel für die positive Auslese nicht mehr in Frage und sollten durch die nächstgelegene, möglichst gleichwertige Pflanze ersetzt werden können.

Die Wahrscheinlichkeit, dass sowohl das geschädigte Auslesebäumchen als auch sein bestgeeigneter Ersatz in die Mittelschicht absinken, beträgt $W = w^2$, wobei w der Anteil der gefährdeten Pflanzen bedeutet. Der kritische Wert von w wurde von uns auf 0,22361 festgesetzt, weil dann im Durchschnitt grosser Verjüngungsflächen nur in fünf Prozent aller Fälle damit zu

rechnen ist, dass sowohl das verbissene Auslesebäumchen als auch sein potentieller Ersatz ihre intraspezifische Konkurrenzkraft verlieren.

4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Pflanzenmerkmale und Verbissbelastung

Erste wesentliche Resultate ergeben sich aus den Beziehungen, die zwischen den Pflanzenmerkmalen und der Verbissbelastung nachgewiesen worden sind (*Tabelle 2*).

Gemäss den berechneten partiellen Regressionen besteht zwischen der Länge der lebenden Krone und der Verbissbelastung kein wesentlicher Zusammenhang. Es ist deshalb unmöglich, die Verbissstärke anhand von Kronenabmessungen zu taxieren, wie dies verschiedentlich in Waldschadenuntersuchungen geschehen ist. Für das Alter der Pflanzen bei 1,30 m Grösse spielt dagegen die Verbissbelastung eine wesentliche Rolle sowie auch für die Form der Schaftachse, wodurch die Auslese bedeutend erschwert werden kann.

Tabelle 2. Weisstanne: Beziehungen zwischen den Pflanzenmerkmalen und der Verbissbelastung.

Regressionsgleichungen		Bestimmtheitsmass, B		
Nr.	y	partiell		mehrfach
		x_1	x_2	x_1, x_2
1	$L = 1.42906 + 0.04913 A_{1.30} - 0.04069 V_t$	0.330***	0.041	0.339***
2	$A_{1.30} = 1.68863 + 6.71696 L + 1.34949 V_t$	0.330***	0.160**	0.434***
3	$F = 0.72465 + 0.05352 L + 0.15841 V_t$	0.002	0.154**	0.160**
4	$F = 1.05044 - 0.01217 A_{1.30} + 0.18001 V_t$	0.015	0.169**	0.171**
5	$K = 2.47896 + 0.10509 L + 0.02400 V_t$	0.040	0.020	0.065
6	$K = 2.56976 + 0.00869 A_{1.30} + 0.01405 V_t$	0.037	0.006	0.063

Signifikanz: *P_{0.05} **P_{0.01} ***P_{0.001}

4.2 Verteilung der Verbisssspuren nach Höhenklassen

Die Verteilung der sichtbaren und eingewachsenen Verbisssspuren auf verschiedene Höhenbereiche zeigt, dass der Verbiss zwischen 0,00 und 0,40 m mit mehr als 50 Prozent stark angereichert und die Akkumulation des Verbisses bei 1,15 m praktisch abgeschlossen ist (*Tabelle 3*). Diese Verteilung ist ein kennzeichnendes Merkmal für den Verbiss durch das Reh (L. E. Zai, 1964) und erklärt, weshalb die jungen Waldbäume besonders im Anfangsstadium ihrer Entwicklung durch Totverbiss gefährdet sind. Die scharf ausgebildete Verbissgrenze belegt, dass bei unserem Untersuchungsmaterial der Knospenfrass durch Vögel und die Rötelmaus keine bedeutsame Rolle spielt.

Tabelle 3. Weisstanne: Verteilung der Verbisssspuren auf verschiedene Größenklassen.

Pflanzengröße cm		Anzahl Verbisssspuren innerhalb der Klassen		Summe der Verbisssspuren bis Klassenmitte	
Bereich	Mitte	absolut	relativ	absolut	relativ
0- 10	5	53	0.21116	26.5	0.10558
10- 40	25	87	0.34661	95.5	0.38048
40- 70	55	47	0.18725	165.5	0.65936
70-100	85	39	0.15538	208.5	0.83068
100-130	115	25	0.09960	238.5	0.95020
10-130	70	198	0.78884	187.0	0.74502
-	130	251	1.00000	251.0	1.00000

Die Aufgliederung der Verbisssspuren auf die einzelnen Größenklassen bildet die notwendige Voraussetzung, damit die an 1,30 m grossen Pflanzen ermittelten Werte der kritischen Verbissbelastung auf kleinere Pflanzen umgerechnet werden können. Weil der Höhenbereich zwischen 0,00 und 0,10 m für die Kontrolle des Wildverbisses schlecht geeignet ist, wurde er von uns speziell ausgeschieden.

4.3 Wachstumsverlauf der Pflanzen

Für unser Pflanzenmaterial ergab sich durch das Auszählen der Jahrringe ein Wachstumsverlauf, der sich im Vergleich zur oberen montanen Stufe durch eine deutlich raschere Entwicklung auszeichnet (*Tabelle 4*).

Tabelle 4. Weisstanne: Wachstum der Pflanzen.

Pflanzengrösse cm		Zunahme des Alters innerhalb der Klassen		Durchschnittsalter bis Klassenmitte	
Bereich	Mitte	absolut, Jahre	relativ	absolut, Jahre	relativ
0- 10	5	3.08333	0.13663	1.50000	0.06647
10- 40	25	7.25000	0.32128	7.16666	0.31758
40- 70	55	4.48333	0.19867	12.76666	0.56573
70-100	85	3.86667	0.17134	16.75000	0.74225
100-130	115	3.88333	0.17208	20.70000	0.91728
10-130	70	19.48333	0.86337	14.81666	0.65657
-	130	22.56666	1.00000	22.56666	1.00000

Dennoch besteht bei der Weisstanne selbst bei dem relativ raschen Jugendwachstum der Tieflagen noch immer die Möglichkeit, dass sich der Wildverbiss über einen bemerkenswert langen Zeitraum hinweg an den Pflanzen anzureichern vermag. Neben der Bevorzugung durch das Wild bildet dieser Umstand eine weitere wesentliche Ursache ihrer hohen Anfälligkeit.

Die Kenntnis der Altersstruktur der Pflanzen in der vorliegenden Form ist unerlässlich, damit die kritische Verbissintensität für die einzelnen Größenklassen korrekt berechnet werden kann.

4.4 Pflanzenalter und Verbissbelastung

Für die Berechnung der Zuwachsverluste benötigten wir eine Ausgleichsfunktion, welche das Durchschnittsalter der Pflanzen in Abhängigkeit der Verbissbelastung wiedergibt (*Tabelle 5*).

Zu diesem Zweck wurden von uns verschiedene Varianten überprüft, unter denen sich die Gleichungen 3 und 4 mit den unabhängigen Variablen L und V_t als geeignete Möglichkeiten erwiesen.

4.5 Verbissbelastung der gefährdeten Pflanzen

Durch den Vergleich des Durchschnittsalters bei einer Pflanzengröße von 0,85 und 1,30 m lässt sich diejenige Verbissbelastung feststellen, die notwendig ist, damit die betroffenen Pflanzen in die Mittelschicht absinken (*Tabelle 6*).

Tabelle 5. Weisstanne: Alter der Pflanzen in Abhängigkeit der Verbissbelastung.

Regressionsgleichungen		B
Nr.	$y = a + bx_1 + cx_2$	
1	$A_{1.30} = 17.93437 + 1.00075 V_t + 0.06192 V_t^2$	0.157**
2	$A_{0.85} = 15.71467 - 0.03705 V_t + 0.09309 V_t^2$	0.112*
3	$A_{1.30} = 1.68863 + 6.71696 L + 1.34949 V_t$	0.434***
4	$A_{0.85} = 5.91272 + 3.61887 L + 0.73506 V_t$	0.286***
5	$A_{1.30} = 16.84719 + 1.60625 V_t$	0.155**
6	$A_{0.85} = 14.08007 + 0.87329 V_t$	0.104*

Signifikanz: *P_{0.05} **P_{0.01} ***P_{0.001}

Tabelle 6. Weisstanne: Verbissbelastung der gefährdeten Pflanzen.

Regressionsgleichungen		V_t	mittleres Alter, Jahre		
Nr.	$y = a + bx_1 + cx_2$		pro Pflanze	$A_{1.30}$ Gleichung 1	$A_{0.85}$ Gleichung 2
1	$A_{1.30} = 1.68863 + 6.71696 L + 1.34949 V_t$	0	0	<u>17.92</u>	14.04
			1	19.27	14.77
			2	20.62	15.51
			3	21.97	16.24
			4	23.32	16.98
			5	24.67	<u>17.71</u>
2	$A_{0.85} = 5.91272 + 3.61887 L + 0.73506 V_t$	6	6	26.02	18.45

Dieser Zustand wurde von unseren Weisstannen mit einer Belastung von fünf Verbissspuren pro Pflanze erreicht, so dass der Anteil der gefährdeten Pflanzen sämtliche Individuen umfasst, die sechs oder mehr Verbissspuren aufweisen. Die Ableitung dieses Kriteriums ermöglicht es, den Anteil der ge-

färdeten Pflanzen aus der Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung zu ermitteln.

4.6 Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung

Der Verbiss belastet die einzelnen Pflanzen nicht gleichmässig, sondern folgt einer bestimmten Häufigkeitsverteilung (*Tabelle 7*).

Tabelle 7. Weisstanne: Vergleich der beobachteten mit den theoretischen Häufigkeiten.

Anzahl Verbissspuren pro Pflanze	Häufigkeit beobachtet	Häufigkeit berechnet mit		
		Binomischer Verteilung	Poisson- Verteilung	neg.Binomial- Verteilung
0 - 1	10.00	3.63	7.90	11.81
2	21.67	10.32	13.34	14.49
3	13.33	19.79	18.60	17.20
4	15.00	24.90	19.46	16.54
5	13.33	21.49	16.28	13.66
6	8.33	12.89	11.35	10.06
7 - 18	18.34	6.96	13.05	16.24
S	100.00	99.98	99.98	100.00
χ^2		53.03	11.74	5.43
P: FG 5		< 0.001	> 0.025	> 0.30
Parameter		$\bar{x} = 4.18333$ $p = 0.41833$ $q = 0.58167$	$\bar{x} = 4.18333$	$\bar{x} = 4.18333$ $p = -0.39897$ $q = 1.39897$ $k = 10.48541$

Um die Art dieser Häufigkeitsverteilung feststellen zu können, wurden die beobachteten Häufigkeiten drei theoretischen Verteilungen gegenübergestellt. Es zeigte sich bei diesem Vergleich, dass sowohl die Binomische Verteilung als auch die Poisson-Verteilung die beobachteten Häufigkeiten nicht mit hinreichender Genauigkeit wiederzugeben vermögen. Sehr geeignet für diesen Zweck ist dagegen die negative Binomial-Verteilung, die dem Umstand Rechnung trägt, dass sich entsprechend der Dispersion des Wildes lokal gewisse Konzentrationen der Verbissaktivität ergeben.

4.7 Anteile der sichtbaren Verbissspuren

Der Anteil des sichtbaren Verbisses an der Gesamtzahl der vorhandenen Verbisssspuren ist ein unentbehrliches Element für die Festsetzung der zulässigen Verbissprozente (*Tabelle 8*).

Tabelle 8. Weisstanne: Anteile der sichtbaren Verbisssspuren.

Pflanzengrösse cm		Durchschnittsalter bis Klassenmitte Jahre	Anzahl Verbisssspuren pro Pflanze		Anteile $V_s : V_t$
Bereich	Mitte		total V_t	sichtbar V_s	
0- 10	5	1.50000	2.05192	2.01099	0.98005
10- 40	25	7.16666	2.59926	1.82841	0.70343
40- 70	55	12.76666	3.14016	1.64798	0.52481
70-100	85	16.75000	3.52491	1.51964	0.43111
100-130	115	20.70000	3.90644	1.39237	0.35643
10-130	70	14.81666	3.33817	1.58193	0.47389
-	130	22.56666	4.08674	1.33222	0.32599
Regressions- gleichungen		$V_t = 1.90703 + 0.09659 A_{1.30}$		$B = 0.155^{**}$	
		$V_s = 2.05932 - 0.03222 A_{1.30}$		$B = 0.045$	

Signifikanz: * $P_{0.05}$ ** $P_{0.01}$ *** $P_{0.001}$

Wie sich dies aus unseren Erhebungen ergibt, steht der Anteil des sichtbaren Verbisses in enger Beziehung zur Überwallungsdauer, das heisst zum Durchschnittsalter der Pflanzen.

Die massgebenden Gleichungen wurden von uns lediglich für die 1,30 m grossen Pflanzen bestimmt. Es stellt sich deshalb die berechtigte Frage, ob das Verhältnis $V_s : V_t$ mit Hilfe des Durchschnittsalters auch für die untergeordneten Grössenklassen auf dieser Grundlage berechnet werden darf. Dies ist näherungsweise ohne Zweifel der Fall, weil die ermittelten Werte sich mit abnehmendem Alter folgerichtig dem Grenzwert 1,00 nähern.

4.8 Kritische Gesamtbelastung

Bevor eine Aussage über den zulässigen Verbissgrad in den verschiedenen Grössenklassen möglich ist, muss die kritische Gesamtbelastung defi-

Tabelle 9. Weisstanne: Häufigkeitsverteilung der kritischen Gesamtbelastung.

Anzahl Ver- bissspuren pro Pflanze	Anteile der Pflanzen, %		A _{1.30} Jahre	Summe der Alter	
	beobachtet	kritisch		beobachtet	kritisch
0	2.95896	3.61212	17.92133	53.02850	64.73399
1	8.84823	10.28146	19.27082	170.51265	198.13217
2	14.49121	16.02797	20.62031	298.81324	330.50171
3	17.19959	18.10787	21.96980	377.87155	397.82628
4	16.53690	16.57215	23.31929	385.62877	386.45077
5	13.66302	13.03308	24.66878	337.05003	321.51018
6	10.05657	9.13116	26.01827	261.65455	237.57699
7	6.75435	5.83761	27.36776	184.85143	159.76231
8	4.21019	3.46360	28.71725	120.90508	99.46507
9	2.46615	1.93118	30.06674	74.14909	58.06429
10	1.37044	1.02150	31.41623	43.05406	32.09168
11	0.72785	0.51641	32.76572	23.84853	16.92055
12	0.37165	0.25099	34.11521	12.67892	8.56258
13	0.18333	0.11785	35.46470	6.50174	4.17951
14	0.08771	0.05367	36.81419	3.22897	1.97582
15	0.04083	0.02378	38.16368	1.55822	0.90753
16	0.01855	0.01028	39.51317	0.73297	0.40620
17	0.00824	0.00435	40.86266	0.33671	0.17775
18	0.00359	0.00180	42.21215	0.15154	0.07598
19	0.00153	0.00073	43.56164	0.06665	0.03180
S	99.99889	99.99956	-	2356.62320	2319.35316
> 5 Anteile in Prozenten	26.30	22.36	Zunahme in Pro- zenten v. 1792.133	31.50	29.42
Para- meter p	4.18333	3.90700			
q	-0.39897	-0.37261			
k	1.39897	1.37261			
	10.48541	10.48541			

niert werden für den Zeitpunkt, in dem die Pflanzen die Verbissgrenze durchwachsen (*Tabelle 9*).

Mit Hilfe von näherungsweisen Berechnungen und Interpolation gelingt es leicht, jene Häufigkeitsverteilung aufzufinden, die dem kritischen Anteil gefährdeter Pflanzen von 22,36 Prozent entspricht. Im Untersuchungsgebiet war in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Verbissbelastung der Weissstanne mit durchschnittlich 4,18 Verbissspuren pro Pflanze leicht höher als der Wert von 3,91, der für die Pflege der Jungwüchse als kritisch bezeichnet werden muss.

Die kritische Gesamtbelastung von 3,91 Verbissspuren pro Pflanze zieht einen Höhenzuwachsverlust von rund 29 Prozent nach sich. Demzufolge ist bei der festgesetzten Grenzbelastung noch nicht mit nennenswerten Pflanzenverlusten durch Totverbiss zu rechnen (*F. Perko, 1983*).

4.9 Kritische Belastung innerhalb der Größenklassen

Das Umsetzen der kritischen Gesamtbelastung auf die untergeordneten Größenklassen erfolgte über eine Reduktion der mittleren Anzahl Verbissspuren pro Pflanze (*Tabelle 10*).

Tabelle 10. Weissstanne: Kritische Anzahl Verbissspuren pro Pflanze.

Pflanzengröße cm		Sämtliche Verbissspuren		Sichtbare Verbissspuren	
		Anteile bis Klassenmitte	Anzahl pro Pflanze	Anteil sicht- barer Verbiss	Anzahl pro Pflanze
Bereich	Mitte				
0- 10	5	0.10558	0.41250	0.98005	0.40427
10- 40	25	0.38048	1.48654	0.70343	1.04568
40- 70	55	0.65936	2.57612	0.52481	1.35197
70-100	85	0.83068	3.24547	0.43111	1.39915
100-130	115	0.95020	3.71243	0.35643	1.32322
10-130	70	0.74502	2.91079	0.47389	1.37939
-	130	1.00000	3.90700	0.32599	1.27364

Diese Anpassung des Parameters \bar{x} wurde zunächst für die Gesamtheit der Verbissspuren vorgenommen, indem wir die Gesamtbelastung proportional dem Anteil verminderten, den die Verbissspuren bis zur Klassenmitte einnehmen. Diese Werte mussten sodann um eine weitere Stufe reduziert werden mit einem Faktor, welcher dem Anteil des sichtbaren Verbisses entspricht.

4.10 Zulässige Anteile verbissener Pflanzen

Der zulässige Prozentsatz der verbissenen Pflanzen resultiert aus den Häufigkeitsverteilungen, die mit den Parametern \bar{x} aus der Tabelle 10 und $k = 10,48541$ berechnet worden sind (*Tabelle 11*).

Tabelle 11. Weisstanne: Zulässige Verbissprozente.

Pflanzengrösse cm		Zulässige Anteile der Pflanzen in Prozenten						
		Anzahl sichtbare Verbissspuren pro Pflanze						
Bereich	Mitte	> 0	> 1	> 2	> 3	> 4	> 5	
0- 10	5	32.75	6.57	0.98	0.12	0.01	0.00	
10- 40	25	63.09	28.00	9.72	2.83	0.72	0.16	
40- 70	55	71.96	38.39	16.37	5.90	1.87	0.53	
70-100	85	73.11	39.91	17.47	6.47	2.11	0.62	
100-130	115	71.24	37.45	15.70	5.56	1.73	0.48	
10-130	70	72.63	39.28	17.00	6.23	2.00	0.58	
-	130	69.94	35.81	14.57	5.00	1.51	0.41	

Die zulässigen Verbissprozente gestatten es, im Rückblick festzustellen, ob bei den jungen Waldbäumen bis zum Erreichen einer bestimmten Größenklasse die kritische Verbissbelastung überschritten worden ist.

Im Feld kann diese Beurteilung nur anhand des sichtbaren Verbisses erfolgen, die zudem auf einen eindeutig umschriebenen Schadengrad abzustellen ist. Als waldbaulich vertretbar ergibt sich für die untersuchten Weisstanne ein zulässiges Verbissprozent von 39,3. Diese Grösse gilt als Durchschnittswert für die Größenklasse 0,10 bis 1,30 m und bezieht sich ausdrücklich auf jene Pflanzen, die zwei oder mehr sichtbare Verbissspuren an der Schaftachse aufweisen.

4.11 Zulässige Verbissintensität

Um feststellen zu können, inwieweit die gegenwärtige Verbissaktivität den waldbaulichen Erfordernissen entspricht, benötigt man die Angaben über die zulässige Verbissintensität (*Tabelle 12*).

Die Berechnung der zulässigen Verbissintensität basiert auf der Zahl der Verbissspuren, die maximal innerhalb der Größenklassen anfallen dürfen

Tabelle 12. Weisstanne: Zulässige Verbissintensität.

Pflanzengrösse cm		Anzahl Verbisssspuren innerhalb der Klassen		Zunahme des Alters innerhalb der Klassen		Anteil verbis- sener Pflanzen pro Jahr, %
Bereich	Mitte	relativ	pro 100 Stk	relativ	Jahre	
0- 10	5	0.21116	82.50021	0.13663	3.16894	26.03
10- 40	25	0.34661	135.42053	0.32128	7.45162	18.17
40- 70	55	0.18725	73.15858	0.19867	4.60786	15.88
70-100	85	0.15538	60.70697	0.17134	3.97398	15.28
100-130	115	0.09960	38.91372	0.17208	3.99114	9.75
10-130	70	0.78884	308.19979	0.86337	20.02460	15.39
-	130	1.00000	390.70000	1.00000	23.19353	16.85

sowie auf dem Zeitraum, den die Pflanzen benötigen, um die betreffenden Höhenbereiche zu durchwachsen.

Die zulässige Verbissintensität wird ausgedrückt durch den Prozentsatz verbissener Pflanzen pro Jahr und lässt sich dementsprechend am Verbiss der Gipfelknospen kontrollieren. Für den Größenbereich zwischen 0,10 und 1,30 m ergab sich für unsere Weisstannen ein Durchschnittswert von 15,4 Prozent pro Jahr. Dieser Wert darf im langjährigen Mittel nicht überschritten werden, ansonst die Gesamtbelastung die kritische Grösse übersteigt.

5. Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung geben Anlass zu den folgenden Feststellungen:

- Eine objektive Beurteilung des Wildverbisses verlangt, dass man die gutachtlich festgelegten Angaben über die zulässige Verbissbelastung durch solche ersetzt, die aus präzisen Erhebungen abgeleitet wurden. Das Auszählen der Verbisssspuren an der Schaftachse und die Wachstumsanalysen bilden zu diesem Zweck einen gangbaren, aber arbeitsintensiven Weg.
- Die Festsetzung einheitlicher, für sämtliche Baumarten und Standorte gültiger Grenzwerte für den Wildverbiss ist nicht möglich. Die Belastungsgrenzen müssen getrennt für die einzelnen Baumarten erhoben und den Wuchsbedingungen angepasst werden.
- Während die Auswirkungen des Wildverbisses auf der Gesamtheit der eingewachsenen und der sichtbaren Verbisssspuren beruhen, lässt sich im

Feld einzig der sichtbare Verbiss taxieren. Die Grenzwerte, die für den sichtbaren Verbiss angegeben werden, sind deshalb folgerichtig aus der tatsächlichen Verbissbelastung abzuleiten.

- Im Interesse einer wirkungsvollen Jungwuchspflege sollte man bei der Bemessung des zulässigen Verbissgrades in erster Linie den Anteil jener Pflanzen berücksichtigen, die unter dem Einfluss des Wildverbisses ihre intraspezifische Konkurrenzkraft verlieren. Dieses Kriterium liefert einen strengeren Massstab als die einsetzende Mortalität.
- Die als zulässig umschriebenen Verbissprozente verfügen nur dann über die wünschenswerte Aussagekraft, wenn sie sich auf Pflanzen mit einem präzis umschriebenen Schadengrad beziehen. Diesem grundlegenden Erfordernis müsste bereits in der Aufnahmeinstruktion für Wildschadeninventare Rechnung getragen werden.
- Die vorliegenden Resultate gelten nur für das Reh, weil trotz einer vergleichbaren Häufigkeit der Verbisssspuren an der Schaftachse sich die Stärke des Seitentriebverbisses bei den verschiedenen Wildarten wesentlich unterscheiden kann.
- Die durchgeführte Studie, welche primär auf die Abklärung eines Lösungsweges ausgerichtet ist, liefert nur erste Anhaltspunkte über den zulässigen Verbissgrad bei der Weisstanne. Diese vorläufigen Ergebnisse bedürfen mit Rücksicht auf den beschränkten Umfang des Untersuchungsmaterials weiterer Wiederholungen und der Ergänzung durch Untersuchungen auf zusätzlichen Standorten und für andere Wildarten.

Résumé

Critères d'appréciation de l'abrutissement du sapin blanc par le chevreuil

Les données de la présente étude ont été prises dans un complexe forestier appartenant pour la majorité aux stations du hêtre, situé entre 450 m et 680 m, dans le canton d'Argovie. On a prélevé, répartis de façon systématique sur les rajeunissements naturels, 60 sapins blancs d'une hauteur minimale de 1,30 m. A l'aide de ce matériel, nous avons déterminé le nombre effectif d'abrutissements ainsi que leur répartition le long de l'axe principal de la tige. Pour ce faire, nous avons débité les plants en bouts de 5 cm, que nous avons ensuite fendus en direction radiale. Le développement de l'accroissement en hauteur a été analysé par le dénombrement des cernes annuels des bouts précités à l'aide de la loupe. Sur ces bases, nous avons, pour différentes marges de grandeur situées entre 0,10 m et 1,30 m, défini les parts supportables des plantes abruties ainsi que l'intensité d'abrutissement tolérable. Comme condition pour un abrutissement tolérable, nous avons défini qu'au plus 22,36 % de tous les plants pouvaient perdre plus d'un tiers de l'accroissement en hauteur et ceci jusqu'à la limite d'abrutissement.

Traduction: U. Zehnder

Literatur

- 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.
- Frehner, H. K.* (1963): Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. Beitr. zur geobot. Landesaufnahme der Schweiz, 44: 96 S.
- Mlinšek, D.* (1969): Waldschadenuntersuchungen am Stammkern von erwachsenen Tannen im dinarischen Tannen-Buchenwald. Forstw. Cbl., 88, 4: 193–199.
- Perko, F.* (1983): Bestimmung des höchstzulässigen Verbissgrades am Jungwuchs. Schweiz. Z. Forstwes., 134, 3: 179–189.
- Zai, L. E.* (1964): Untersuchungen über Methoden zur Beurteilung von Rehwildverbiss in Waldbeständen. Viertelj. Naturforsch. Ges. Zürich, 109, 3: 197–265.
- Zehnder, U.* (1983): Untersuchungen über den Einfluss der Verbissbelastung durch das Reh auf die Qualität und das Höhenwachstum von Fichte und Weisstanne in den Jagdrevieren Stafelbach und Holziken AG. Diplomarbeit, Abt. für Forstwirtsch., ETH Zürich (unveröffentlicht).