

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 134 (1983)

Heft: 5

Artikel: Über die Folgen des Wildverbisses an Fichte und Weisstanne in montaner Lage

Autor: Eiberle, Kurt / Nigg, Heinz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767225>

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: 02.01.2026

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

Über die Folgen des Wildverbisses an Fichte und Weisstanne in montaner Lage

Von *Kurt Eiberle* und *Heinz Nigg*

Oxf.: 156.5

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

Wir besitzen bisher nur wenige Untersuchungen, die präzisen Aufschluss über den Zusammenhang zwischen der Verbissbelastung und ihren Auswirkungen erteilen. Diese Feststellung betrifft sämtliche Kriterien, die bei der Beurteilung von Verbissenschäden eine massgebende Rolle spielen können, und beruht darauf, dass die Ermittlung der Verbissbelastung in methodischer Hinsicht erhebliche Anforderungen stellt. Während die verbissbedingte Mortalität der jungen Waldbäume nur im Experiment oder mittels langfristigen Beobachtungen geprüft werden kann, besteht bei den Zuwachsverlusten und den Qualitätseinbussen die Möglichkeit, durch die Analyse des derzeitigen Zustandes der jungen Waldgeneration zu eindeutigen Aussagen über den Einfluss der Verbisshäufigkeit zu gelangen (*D. Mlinšek*, 1969).

Dieser wichtige Teilaspekt des Wildschadenproblems bildete Gegenstand einer Diplomarbeit (*H. Nigg*, 1981). Für sie wurden innerhalb eines begrenzten Wildschadengebietes in repräsentativer Weise das Höhenwachstum und die Qualität junger Waldbäume erfasst, um damit die grundlegende Frage zu klären, inwieweit diese beiden Merkmale sich tatsächlich auf den Wildverbiss zurückführen lassen. Da diese Studie einen grossen Arbeitsaufwand erforderte, basiert sie auf einem entsprechend beschränkten Untersuchungsmaterial. Dennoch ergaben sich daraus einige wertvolle Erkenntnisse, die nicht nur zu einem besseren Verständnis des Wildschadenproblems beitragen, sondern auch bei der Anlage zukünftiger Untersuchungen nützliche Dienste leisten können. Der Vergleich zwischen Fichte und Weissstanne wurde deshalb gewählt, weil diese beiden Baumarten für die Struktur montaner Waldgebiete eine sehr bedeutsame Rolle spielen und dort als Folge der standörtlichen Bedingungen viel empfindlicher auf den Wildverbiss reagieren als in den Wäldern der Tieflagen. Außerdem unterscheiden sich Fichte und Weissstanne in ihrer Anfälligkeit gegenüber dem Wildverbiss wesentlich voneinander.

Das im St. Galler Oberland gelegene Untersuchungsgebiet umfasst eine bestockte Fläche von rund 455 ha und befindet sich in einer Höhenlage zwi-

schen 600 und 1400 m ü.M. Der Grossteil der für die Aufnahmen verwendeten, 53,44 ha grossen Jungwuchsfläche liegt indessen auf 900 bis 1400 m ü.M., so dass die vorliegenden Ergebnisse als charakteristisch für den Tannen-Buchen-Wald (*Abieto-Fagetum*) betrachtet werden dürfen, soweit es sich dabei um die Betriebsart des Femelschlages handelt. Die Waldungen stocken auf Flysch der sogenannten «Wildhauser-Mulde», und dementsprechend sind die Böden im allgemeinen skelettarm und neigen in den Mulden zur Vernässung. Wirtschaftsbedingt ist in diesem Waldgebiet die Baumartenmischung stark zugunsten der Fichte verändert.

Um die Verbissbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes zu erfassen, entnahm man den vorhandenen Naturverjüngungen je 62 Fichten und Weisstannen von 1,30 m Grösse. Die Stichprobenorte wurden vorerst auf einer Bestandeskarte (1977) in regelmässigen Abständen über die Naturverjüngungen verteilt und hernach mit Hilfe von Kompass, Höhenmesser und Distanzschnur im Gelände aufgesucht. Von den Stichprobenpunkten aus erfolgte sodann genau in südwestlicher Richtung die Entnahme der nächstgelegenen Pflanzen. Diese Randomisierung der Entnahmestellen verfolgte den Zweck, eine subjektive Auswahl der Pflanzen bezüglich Vitalität und Verbiss zu vermeiden.

Als Mass der Verbissbelastung verwendete man die Zahl der Verbissspuren an der Schaftachse, das sich trotz des variablen Seitentriebverbisses bereits früher für die Analyse des Höhenwachstums an Bergahorn und Esche sehr gut bewährte (K. Eiberle, 1980). Dadurch, dass die entnommenen Pflanzen in 5 cm lange Abschnitte zerlegt worden sind, die man hernach in radialer Richtung aufspaltete, liessen sich auch die vollständig eingewachsenen Verbisssspuren zuverlässig feststellen. Die Wachstumsanalyse erfolgte durch das abschnittsweise Auszählen der Jahrringe, was den Nachvollzug des individuellen Höhenwachstums ohne besondere Schwierigkeiten ermöglichte. Zusätzlich zur Ermittlung der Verbissbelastung wurden noch die Länge der lebenden Krone sowie die Krümmung und Form der Schaftachse taxiert, so dass für die Auswertung von jeder Pflanze die in der *Tabelle 1* umschriebenen Merkmale zur Verfügung standen.

Das Einsammeln der Pflanzen und die Wachstumsanalyse wurden von einer einzigen Person ausgeführt. Der dafür benötigte Zeitaufwand war mit durchschnittlich 3,33 Stunden pro Pflanze bemerkenswert hoch, was zur Hauptsache auf das schwierige Gelände und auf die notwendige Sorgfalt beim Auszählen der Jahrringe zurückgeführt werden muss.

Ein erstes, wesentliches Resultat ergibt sich aus der Verteilung der Verbisssspuren auf die verschiedenen Höhenklassen (*Tabelle 2*).

Danach ist unabhängig von der Baumart festzustellen, dass die Verbisssspuren mit rund 50 Prozent im Höhenbereich zwischen 0 und 40 cm stark angereichert sind und die Akkumulation des Verbisses bei 110 cm praktisch abgeschlossen ist. Diese Verteilung ist ein kennzeichnendes Merkmal für den

Tabelle 1. Definitionen der untersuchten Pflanzenmerkmale.

| Merkmal | Abkürzung | Klasse, Definition |
|------------------------------------|----------------|---|
| Gesamtzahl der Verbisssspuren | V _t | eingewachsene und äusserlich erkennbare Verbisssspuren |
| Zahl der sichtbaren Verbisssspuren | V _s | nur äusserlich erkennbare Verbisssspuren |
| Alter der Pflanzen, Jahre | A1.30 A0.85 | Pflanzengrösse 1.30 m Pflanzengrösse 0.85 m |
| Kronenlänge | L | 1: 1/1 Schaftlänge 2: > 2/3 Schaftlänge 3: < 2/3 Schaftlänge 4: verkümmert |
| 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: krumm |

Tabelle 2. Verteilung der Verbisssspuren nach Höhenklassen.

| Höhen- klassen, cm | Fichte | | | Weisstanne | | |
|--------------------------|---------|--------------|--------|------------|--------------|--------|
| | absolut | relativ % | S | absolut | relativ % | S |
| | | | % | | | % |
| 0 – 10 | 14 | 16.48 | 16.48 | 52 | 15.16 | 15.16 |
| 10 – 20 | 8 | 9.41 | 25.89 | 48 | 13.99 | 29.15 |
| 20 – 30 | 14 | 16.47 | 42.36 | 38 | 11.08 | 40.23 |
| 30 – 40 | 8 | 9.41 | 51.77 | 38 | 11.08 | 51.31 |
| 40 – 50 | 10 | 11.76 | 63.53 | 28 | 8.16 | 59.47 |
| 50 – 60 | 6 | 7.06 | 70.59 | 25 | 7.29 | 66.76 |
| 60 – 70 | 6 | 7.06 | 77.65 | 25 | 7.29 | 74.05 |
| 70 – 80 | 6 | 7.06 | 84.71 | 23 | 6.71 | 80.76 |
| 80 – 90 | 6 | 7.06 | 91.77 | 25 | 7.29 | 88.05 |
| 90 – 100 | 2 | 2.35 | 94.12 | 15 | 4.37 | 92.42 |
| 100 – 110 | 2 | 2.35 | 96.47 | 15 | 4.37 | 96.79 |
| 110 – 120 | 3 | 3.53 | 100.00 | 10 | 2.92 | 99.71 |
| 120 – 130 | 0 | 0.00 | — | 1 | 0.29 | 100.00 |
| total | 85 | 100.00 | — | 343 | 100.00 | — |

Verbiss durch das Reh; sie zeigt aber ausserdem mit aller Deutlichkeit, dass die jungen Waldbäume während des Anfangsstadiums ihrer Entwicklung einem besonders starken Verbissdruck ausgesetzt sind. Bei hoher Verbissintensität ist deshalb bei den kleinen Pflanzen die Gefahr eines Totverbisses besonders ausgeprägt; doch lassen sich die dadurch bewirkten Pflanzenverluste im nachhinein unmöglich mehr feststellen.

Mit der genauen Datierung der einzelnen Verbisssspuren konnte für einen Zeitraum von rund 50 Jahren eine genaue Verbiss-Chronologie erstellt werden. Sie bildete die Grundlage zur Ermittlung der Verbissintensitäten, wie sie in der *Tabelle 3*, aufgeteilt nach Perioden mit über- oder unterdurchschnittlicher Verbissaktivität, wiedergegeben sind.

Tabelle 3. Verbissintensitäten nach Baumarten.

| Baumarten | Anzahl Verbisssspuren pro Pflanze und Jahr | | |
|-----------------|---|---|-----------------------------------|
| | Perioden hoher Verbissaktivität 1930–50; 1955–60 1975–80 | Perioden geringer Verbissaktivität 1950–55; 1960–75 | langjähriges Mittel 1930–80 |
| <i>absolut:</i> | | | |
| Fichte | 0.086 | 0.052 | 0.065 |
| Weisstanne | 0.165 | 0.136 | 0.150 |
| Total | 0.140 | 0.102 | 0.119 |
| <i>relativ:</i> | | | |
| Fichte | 61.5 | 51.0 | 54.9 |
| Weisstanne | 118.0 | 134.1 | 126.3 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Wie diesen Werten zu entnehmen ist, verlagerte sich der Verbiss während Zeitabschnitten hoher Intensität deutlich auf die weniger begehrte Fichte, womit stets zu rechnen ist, wenn die stärker bevorzugten Baumarten im Äsungsangebot relativ schwach vertreten sind. Als Folge der selektiven Auswahl durch das Reh war die Weisstanne im Vergleich zur Fichte einer 2,3mal höheren Verbissintensität ausgesetzt. Sie wurde aber zusätzlich noch durch das langsame Jugendwachstum stark belastet, indem ihr durchschnittliches Alter bei einer Pflanzengrösse von 1,30 m 36,2 Jahre betrug, während die Fichte die Verbissgrenze bereits mit 20,6 Jahren erreichte. Dementsprechend steigerte sich bei der Weisstanne die Zahl der Verbisssspuren im Mittel auf 5,53 Stück pro Pflanze und überstieg damit den Wert der Fichte

um das Vierfache. Für die hohe Verbiss-Belastung der Weisstanne im Untersuchungsgebiet spielt deshalb neben der Bevorzugung durch das Wild auch die Geschwindigkeit ihres Jugendwachstums eine massgebende Rolle.

Die statistischen Beziehungen, die sich zwischen der Verbissbelastung und den Pflanzenmerkmalen ergeben haben, sind in der *Tabelle 4* zusammengestellt.

Tabelle 4. Beziehungen zwischen den Pflanzenmerkmalen und der Verbissbelastung.

| Baum- art | Regressionsgleichung | | | Bestimmtheitsmass, B | | |
|--------------|----------------------|------------|--|----------------------|---------|------------|
| | Nr. | y | $= a + bx_1 + cx_2$ | partiell | | mehrfach |
| | | | | x_1 | x_2 | x_1, x_2 |
| Fi | 1 | L | $= 1.29130 + 0.01769 A_{1.30} + 0.16923 V_t$ | 0.077 | 0.102 | 0.276*** |
| | | Ta | $= 1.72387 + 0.02255 A_{1.30} + 0.01874 V_t$ | 0.145** | 0.004 | 0.203** |
| Fi | 2 | $A_{1.30}$ | $= 8.35740 + 4.33033 L + 2.94343 V_t$ | 0.077 | 0.126* | 0.295*** |
| | | Ta | $A_{1.30} = 8.39869 + 6.43396 L + 1.95951 V_t$ | 0.145** | 0.163** | 0.330*** |
| Fi | 3 | K | $= 1.52156 + 0.43152 L - 0.06852 V_t$ | 0.180** | 0.020 | 0.185** |
| | | Ta | $= 2.01406 + 0.07249 L + 0.01236 V_t$ | 0.011 | 0.003 | 0.017 |
| Fi | 4 | K | $= 2.29068 - 0.00639 A_{1.30} + 0.06032 V_t$ | 0.010 | 0.013 | 0.015 |
| | | Ta | $= 2.08322 + 0.00408 A_{1.30} + 0.00778 V_t$ | 0.009 | 0.003 | 0.016 |
| Fi | 5 | F | $= 1.13323 + 0.00017 L + 0.13788 V_t$ | 0.000 | 0.077 | 0.096* |
| | | Ta | $= 1.29364 + 0.09822 L + 0.07197 V_t$ | 0.007 | 0.045 | 0.064 |
| Fi | 6 | F | $= 1.44985 - 0.02094 A_{1.30} + 0.22127 V_t$ | 0.125* | 0.192** | 0.209** |
| | | Ta | $= 1.89424 - 0.01670 A_{1.30} + 0.11982 V_t$ | 0.058 | 0.104* | 0.113* |

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

Waldbaulich bedeutsam sind dabei insbesondere folgende Feststellungen:

- Die Kronenlänge nimmt mit zunehmendem Alter und steigender Verbissbelastung ab. Ein intensiver Seitentriebverbiss während des Anfangsstadiums der Entwicklung zieht zwar eine Verkürzung der Krone nach sich; doch ist dieser Zusammenhang nicht sehr straff. Es ist aus diesem Grunde nicht zulässig, die Auswirkungen des Verbisses allein an der Ausformung der Krone zu messen.

- Das Alter der Pflanzen bei einer Grösse von 1,30 m steigt folgerichtig mit abnehmender Kronenlänge und zunehmender Verbissbelastung an. Dieser Tatbestand ist ein wesentlicher Hinweis darauf, dass für den Zuwachsverlust neben der Verbisshäufigkeit auch die Vitalität der Pflanzen eine massgebende Rolle spielt. Durch eine ausreichende Lichtdosierung und eine regelmässige Jungwuchspflege lassen sich die Zuwachsverluste vermindern.
- Nur bei der Fichte zeichnet sich ein Zusammenhang zwischen der Krümmung der Schaftachse und der Kronenlänge ab; ansonst ist dieses Qualitätsmerkmal weitgehend unabhängig von der Verbissbelastung und dem Pflanzenalter bei einer Grösse von 1,30 m. Für die Krümmung der Schaftachse dürften folglich die Geländeneigung und die Vitalität bedeutsamer sein als der Verbiss.
- Die Form der Schaftachse unterliegt dagegen deutlich dem Verbiss, so dass bei hoher Verbissintensität mit starken Qualitätseinbussen gerechnet werden muss. Diese können die Auslese bis ins Dickungsstadium hinein erschweren oder verunmöglichen.

Eine wichtige Frage ist die nach der Höhe der Zuwachsverluste, die in der *Tabelle 5* auf der Grundlage unterschiedlicher Rechenverfahren ausgewiesen sind.

Wie diesen Angaben entnommen werden kann, liefern unter den geprüften Möglichkeiten die parabolischen Regressionen 1 und 4 die beste Ausgleichskurve zwischen der Verbissbelastung und dem Alter der Pflanzen bei einer Grösse von 1,30 m. Diese Beziehungen fielen wesentlich straffer aus als die einfachen, linearen Regressionen 3 und 6, die lediglich über ein Bestimmtheitsmass von 22 und 24 Prozent verfügen. Gemäss der Regressionsgleichung 1 beläuft sich unter der gegebenen Verbissbelastung der Zuwachsverlust für die Fichte auf durchschnittlich 4,5 Jahre. Dieser Wert steigt indessen wegen des starken Verbisses bei der Weisstanne auf 9,3 Jahre an, was im Hinblick auf den Waldertrag sowie auf die erhöhten Schutz- und Pflegekosten für den Waldbesitzer bereits einen erheblichen Nachteil bedeutet. Sehr deutlich wird sodann durch die Regressionsgleichungen 2 und 5 die Tatsache belegt, dass für eine genaue Ermittlung der Zuwachsverluste die repräsentative Entnahme der Pflanzen bezüglich ihrer Vitalität absolut unumgänglich ist. Werden die Pflanzen nach der Ausformung der Kronen einseitig ausgelesen, können sich daraus bei den berechneten Zuwachsverlusten grosse systematische Fehler ergeben.

Zur objektiven Beurteilung der Gefährdung und Schutzbedürftigkeit von jungen Waldbäumen ist unentbehrlich, dass man den Verlust an Höhenzuwachs in Funktion der Verbissbelastung kennt. Diese Zusammenhänge sind in der *Tabelle 6* dargestellt, in der auch die Zahl der Verbisssspuren ersichtlich ist, bei der Fichte und Weisstanne ihre intraspezifische Konkurrenzkraft verloren haben.

Tabelle 5. Ermittlung der Zuwachsverluste.

| Baum- art | Nr. | Regressionsgleichung | | unabhängige Variablen | $A_{1.30}$ Jahre | Zuwachs- verlust |
|--------------|-----|---|-------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| | | $y = a + bx_1 + cx_2$ | B | | | |
| Fi | 1 | $A_{1.30} = 16.07311 + 1.84881 V_t + 0.56428 V_t^2$ | 0.384 | $V_t = 0$ V_t | 16.07 20.55 | 4.48 |
| | 2 | $A_{1.30} = 8.35740 + 4.33033 L + 2.94343 V_t$ | 0.295 | $V_t = 0; L$ $V_t; L$ | 16.53 20.56 | 4.03 |
| | | | | $V_t; L=1$ | 16.72 | 0.19 |
| | | | | $V_t; L=2$ | 21.05 | 4.52 |
| | | | | $V_t; L=3$ | 25.38 | 8.85 |
| | 3 | $A_{1.30} = 15.10647 + 3.98116 V_t$ | 0.237 | $V_t = 0$ V_t | 15.11 20.56 | 5.45 |
| | | | | | | |
| Ta | 4 | $A_{1.30} = 26.95273 + 0.68115 V_t + 0.14627 V_t^2$ | 0.460 | $V_t = 0$ V_t | 26.95 36.26 | 9.31 |
| | 5 | $A_{1.30} = 8.39869 + 6.43396 L + 1.95951 V_t$ | 0.330 | $V_t = 0; L$ $V_t; L$ | 25.42 36.26 | 10.84 |
| | | | | $V_t; L=1$ | 25.67 | 0.25 |
| | | | | $V_t; L=2$ | 32.11 | 6.69 |
| | | | | $V_t; L=3$ | 38.38 | 12.97 |
| | 6 | $A_{1.30} = 22.79796 + 2.43302 V_t$ | 0.216 | $V_t = 0$ V_t | 22.80 36.26 | 13.46 |
| | | | | | | |

Dieser Zustand ist erreicht, wenn die jungen Waldbäume unter dem Zahn des Wildes einen Drittel ihres Höhenwachstums einbüsssen und dadurch in die Mittelschicht absinken. Der kritische Verbiss wurde gemäss dieser Definition bei der Fichte mit zwei, bei der Weisstanne dagegen erst mit vier Verbisssspuren pro Schaftachse erreicht, was auf einen weiteren und wohl kaum erwarteten Unterschied zwischen diesen beiden Baumarten schliessen lässt. Während die Weisstanne eine ungleich stärkere Beanspruchung erlitt, reagierte die Fichte wesentlich empfindlicher auf einen häufigen Verbiss. Wegen der verhältnismässig hohen Belastbarkeit und der starken Bevorzugung durch das Reh muss die Weisstanne gegenüber der Fichte als besonders wertvolle Verbisspflanze gewertet werden. Folglich besitzt nicht

Tabelle 6. Alter der Pflanzen in Abhängigkeit der Verbissbelastung (gemäss Gleichungen 1 und 4, Tabelle 5).

| Baum- art | Anzahl Verbiss- spuren pro Pflanze | mittleres Alter, Jahre | |
|--------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Pflanzengrösse 1,30 m | Pflanzengrösse 0,85 m |
| Fi | 0 | 16.07 | 13.02 |
| | 1 | 18.49 | 14.89 |
| | 2 | 22.03 | 17.57 |
| | 3 | 26.70 | 21.06 |
| | 4 | 32.50 | 25.36 |
| | 5 | 39.42 | 30.48 |
| Ta | 0 | 26.95 | 19.87 |
| | 1 | 27.78 | 21.13 |
| | 2 | 28.90 | 22.51 |
| | 3 | 30.31 | 24.01 |
| | 4 | 32.02 | 25.65 |
| | 5 | 34.01 | 27.41 |
| | 6 | 36.31 | 29.29 |
| | 7 | 38.89 | 31.31 |
| | 8 | 41.76 | 33.45 |

nur der Waldbesitzer, sondern auch der Jäger vielenorts ein grosses Interesse daran, dass der Anteil der Weisstanne in den Jungwüchsen vermehrt werden kann. Dazu muss die Jungwuchspflege verbunden mit einer genügend intensiven Wildbestandesregulierung günstige Voraussetzungen schaffen.

Ein sehr wichtiges Element für die Umschreibung des waldbaulich tragbaren Wildschadens bildet die Häufigkeitsverteilung der Verbissbelastung. Darüber wird in der *Tabelle 7* Aufschluss erteilt, indem die beobachteten Häufigkeiten den theoretischen Werten einer *Poisson*-Verteilung (*A. Linder, 1951*) gegenübergestellt worden sind.

Tabelle 7. Häufigkeitsverteilungen der Verbissbelastung.

| Merkmale | Fichte | | | Weisstanne | | |
|---|------------|-------------|----------|------------|-------------|----------|
| | beobachtet | theoretisch | kritisch | beobachtet | theoretisch | kritisch |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Parameter der Poisson-Verteilung $\lambda = \bar{x}$ | - | 1.37097 | 0.83 | - | 5.53226 | 2.30 |
| Prozentualer Anteil der Pflanzen: | | | | | | |
| 0 Verbiss- | 29.03 | 25.46 | 43.62 | 0.00 | 0.40 | 10.03 |
| 1 und mehr spuren | 70.97 | 74.54 | 56.38 | 100.00 | 99.60 | 89.97 |
| 2 und mehr pro | 38.71 | 39.64 | 20.18 | 96.77 | 97.39 | 66.91 |
| 4 und mehr Pflanze | 8.06 | 4.78 | 1.00 | 69.35 | 79.96 | 20.06 |
| χ^2 , berechnet | | 2.175 | - | | 17.726 | - |
| χ^2 , FG: 4 | | 9.488 | - | FG:10 | 18.307 | - |

Während mit der Binomial-Verteilung keine befriedigenden Ergebnisse erzielt werden konnten, stimmt die Poisson-Verteilung (Kolonne 2, *Tabelle 7*) sehr gut mit den beobachteten Häufigkeiten überein. Sowohl bei der Fichte als auch bei der Weisstanne liegt der berechnete χ^2 -Wert unterhalb der Sicherheitspunkte, so dass die tatsächlichen Verteilungen trotz der geringen Pflanzenzahl sich nur zufällig von den theoretischen unterscheiden. Weil die Poisson-Verteilung die Häufigkeiten der Verbissbelastung offenbar gut wiederzugeben vermag, besteht auf dieser Basis die Möglichkeit, jene Häufigkeitsverteilung zu ermitteln, die einem beschränkten Anteil schutzbedürftiger Pflanzen entspricht. Wird der wünschenswerte Anteil schutzbedürftiger Pflanzen auf 20 Prozent festgesetzt, ergeben sich die in der Kolonne 3 (*Tabelle 7*) aufgeführten Häufigkeiten. Diese liegen bei der Fichte und Weisstanne im Bereich der hohen Verbissbelastungen weit unterhalb der vorgefundenen Werte.

Sämtliche in der *Tabelle 7* verzeichneten Häufigkeiten beziehen sich auf die effektive Zahl von Verbissspuren, die jedoch nur teilweise äußerlich erkennbar sind. Um den als «zulässig» definierten Verbiss (Kolonne 3) in ein praktikables Beurteilungskriterium umzusetzen, muss folglich ermittelt werden, welches Verhältnis zwischen den sichtbaren Verbissspuren und ihrer Gesamtzahl besteht (*Tabelle 8*).

Tabelle 8. Sichtbarkeit der Verbisssspuren in Abhängigkeit des Alters (Pflanzengrösse 1.3 m).

| Baumart | Regressionsgleichung $y = a + bx$ | Alter, Jahre | V_t | V_s | $V_s : V_t$ |
|---------|--------------------------------------|--------------|-------|-------|-------------|
| Fi | $V_t = 0.14820 + 0.05946 A_{1.30}$ | 10 | 0.74 | 0.48 | 0.65 |
| | $V_s = 0.48099 - 0.00014 A_{1.30}$ | 20 | 1.34 | 0.48 | 0.36 |
| | | 30 | 1.93 | 0.49 | 0.25 |
| | | 40 | 2.53 | 0.49 | 0.19 |
| | Mittelwert | 20.6 | 1.37 | 0.48 | 0.35 |
| Ta | $V_t = 2.30711 + 0.08895 A_{1.30}$ | 10 | 3.20 | 2.43 | 0.76 |
| | $V_s = 2.34149 + 0.00882 A_{1.30}$ | 20 | 4.09 | 2.52 | 0.62 |
| | | 30 | 4.98 | 2.61 | 0.52 |
| | | 40 | 5.87 | 2.69 | 0.46 |
| | | 50 | 6.75 | 2.78 | 0.41 |
| | | 60 | 7.64 | 2.87 | 0.38 |
| | Mittelwert | 36.2 | 5.53 | 2.66 | 0.48 |

Aus diesen Befunden ergibt sich die Folgerung, dass der Quotient $V_s : V_t$ in hohem Mass an die Geschwindigkeit des Jugendwachstums gebunden ist. Je nach Baumart, Standort und den Lichtbedingungen in den Jungwüchsen unterliegt der Anteil der äusserlich erkennbaren Verbisssspuren an der Schaftachse einer erheblichen Variabilität, so dass das Verbissprozent als Indikator der tatsächlichen Verbissbelastung stets nur für exakt umschriebene Voraussetzungen Gültigkeit besitzt. Das «zulässige» Verbissprozent, bei dem der Anteil der schutzbedürftigen Pflanzen einen Fünftel der Gesamtzahl nicht übersteigt, beträgt im vorliegenden Fall für die stark belastete Weisstanne $89,97 \times 0,48 = 43,2$ Prozent. Dieser Grenzwert stimmt bemerkenswert gut mit der kritischen Grösse von 35 Prozent überein, die von F. Perko (1981) durch sorgfältige Untersuchungen in Tannen-Buchenwäldern von Slowenien und Kroatien ermittelt worden ist. Die Differenz von acht Prozent ist sehr gering, wenn man bedenkt, dass F. Perko das Verbissprozent auf alle Pflanzengrössen zwischen 30 und 150 cm bezieht, während in unserem Fall nur die 1,30 m grossen Pflanzen berücksichtigt worden sind, welche die stärkste Akkumulation des Verbisses aufweisen. Nach F. Perko halten sich bis zu diesem Grenzwert nicht nur die Höhenzuwachsverluste innerhalb von tolerierbaren Grenzen; es sind ausserdem auch keine wesentlichen Pflanzenverluste durch Totverbiss zu befürchten.

Bei den stärker belastbaren Baumarten — wie etwa der Weisstanne — zeigt sich in der *Tabelle 7* noch eine Schwierigkeit grundsätzlicher Art. Weil in der Pflanzenkategorie «Eine Verbissspur und mehr» die beobachteten und die kritischen Häufigkeiten sehr nahe beieinander liegen, verfügt das einfache Verbissprozent als Indikator der Verbissbelastung nur über eine sehr beschränkte Empfindlichkeit. Wesentlich zuverlässiger könnte deshalb die Einschätzung der Verbissbelastung mit Hilfe jener Pflanzen erfolgen, die zwei und mehr Verbissspuren pro Schaftachse aufweisen.

Résumé

Conséquences de l'abrutissement sur l'épicéa et le sapin en région de montagne

Dans un massif forestier de 455 ha de l'«Oberland» St. Gallois, il fut procédé à un prélèvement d'échantillons systématique consistant en une série de 62 épicéas et du même nombre de sapins, d'une dimension de 1.30 m et choisis dans les rajeunissements naturels. Ces plantes furent examinées du point de vue de l'abrutissement dû au gibier. Il faut pour cela déterminer le nombre des traces de morsure le long de la tige, afin d'avoir une mesure exprimant l'intensité des dégâts. A cet effet, les plantes prélevées furent fractionnées en segments de 5 cm que l'on fendit selon un plan radial, pour déterminer aussi les traces d'abrutissement non visibles extérieurement. L'étude de la croissance en hauteur individuelle consista en un décompte à la loupe des cernes annuels par intervalles définis. Le travail fournit des renseignements au sujet de la répartition de l'abrutissement selon différents niveaux. Il révèle aussi des différences entre les deux espèces pour ce qui est de la fréquence des blessures, ainsi que de la manière de réagir. L'étude montre aussi l'importance de l'abrutissement pour le développement en qualité des jeunes arbres et prouve que pour une détermination précise des pertes en accroissement, un choix représentatif de plantes selon le critère de la vitalité est absolument indispensable. Concernant la définition du taux d'abrutissement critique pour la sylviculture, la répartition des fréquences consistua une base déterminante, tout comme la proportion de traces d'abrutissement reconnaissables en surface.

Traduction: *E. Zürcher*

Literatur

- Eiberle, K. (1980): Methodische Möglichkeiten zum Verständnis der waldbaulich tragbaren Verbissbelastung. Schweiz. Z. Forstwes.; 131, 4: 311–326.*
- Linder, A. (1951): Statistische Methoden. 2. Auflage. Verlag Birkhäuser, Basel. 238 Seiten.*
- Mlinšek, D. (1969): Waldschadenuntersuchungen am Stammkern von erwachsenen Tannen im dinarischen Tannen-Buchen-Wald. Forstw. Cbl., 88, 4: 193–199.*
- Nigg, H. (1981): Untersuchung über den Einfluss des Verbisses auf die Schaftqualität und das Höhenwachstum von Fichte und Weisstanne, dargestellt anhand einer repräsentativen Ermittlung der Verbissbelastung in einem Wildschadengebiet des St. Galler Oberlandes. Diplomarbeit ETH, Zürich, Abteilung für Forstwirtschaft.*
- Perko, F. (1981): Methoden und erste Ergebnisse der Quantifizierung des Einflusses von Schalenwild auf die Waldvegetation. Tagungsbericht «Wald und Wild», Forschungsinstitut für Wildtierkunde der Veterinärmedizinischen Universität Wien: 111–161.*