

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 151 (2000)
Heft: 4

Artikel: Eine neue Methode zur Quantifizierung des Wildverbisses
Autor: Schwyzer, Andreas / Zinggeler, Jürg
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098347>

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: 01.05.2026

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

Eine neue Methode zur Quantifizierung des Wildverbisses

ANDREAS SCHWYZER und JÜRIG ZINGGELER

Keywords: Forest inventory; regeneration; assessment of browsing by game; simulation; browsing experiment; assessment methods. FDK 156.2 : 181.42 : 231 : 451 : 524.6

Abstract: In the context of the first and second Swiss National Forest Inventory (LFI), methods were developed to assess the effects of game-browsing on forest regeneration. Since the results of the LFI-1-method are closely related to the season the assessment was carried out, and the results obtained by the LFI-2-method overestimate the annual browsing rate, we propose a new procedure, which produces an unbiased estimation of the annual browsing rate from a single, non-destructive assessment.

Abstract: Im Rahmen des ersten und zweiten Schweizerischen Landesforstinventars (LFI 1 und LFI 2) wurden Methoden zur Erfassung des Wildverbisses entwickelt. Da die Resultate der LFI-1-Methode sehr stark von der Aufnahmesaison abhängig sind und die Ergebnisse der LFI-2-Methode den Jahresverbiss stark überschätzen, schlagen wir neu ein Verfahren vor, das mit einer zerstörungsfreien, einmaligen Erfassung eine verzerrungsfreie Schätzung des Jahresverbisses liefert.

1. Einleitung und Problemstellung

Verbesserte Nahrungsgrundlagen in der Kulturlandschaft, aber auch die Ausrottung von Luchs und Wolf haben beim Schalenwild die Sterberate gesenkt, die Fortpflanzungsrate erhöht und damit die Wildpopulationen steigen lassen. Viele Forstleute befürchten deshalb, dass der parallel mit der hohen Wilddichte gestiegene Äsungsdruck die Waldverjüngung gefährden oder wichtige Baumarten in ihrer Existenz beeinträchtigen könnte. Sie verlangen daher eine Reduktion des Schalenwildbestandes.

Die unterschiedliche Bedeutung, die dem Verbiss beigegeben wird, führt zu scharfen Kontroversen. Für eine sachliche Diskussion müssen sich Forstleute, Naturschützer, Jäger, Erholungssuchende und andere am Themenkreis Wald und Wild interessierte Personen auf möglichst objektive Daten abstützen können.

Waldinventuren sind ein mögliches Instrument, um den Einfluss des Wildes auf die Waldverjüngung zu quantifizieren. Im Rahmen des ersten Landesforstinventars (LFI 1) wurden Beurteilungsmethoden zur objektiven Erfassung des Wildeinflusses entwickelt. Die dazu nötigen Felderhebungen sind erstmals in den Jahren 1983 bis 1985 durchgeführt worden. Im LFI 1 wurde der aktuelle Gipfeltriebverbiss durch Schalenwild erfasst. Wie die Auswertungen zum ersten Resultateband gezeigt haben, unterlag jedoch das Verbissprozent, d.h. der Anteil von verbissenen Pflanzen an der Gesamtpflanzenzahl (siehe *Tabelle 1*), starken saisonalen Schwankungen (EAFV 1988). Das führte je nach Aufnahmezeitpunkt zu unterschiedlichen Ergebnissen, die weder mit der von EIBERLE (1980) definierten Verbissintensität noch mit dem Jahresverbiss (*Tabelle 1*) vergleichbar waren.

Die Erkenntnisse aus dem LFI 1 führten dazu, dass die Methode der Jungwalderhebung und der Verbissbeurteilung für die Folgeaufnahme (1993–1995) des Landesforstinventars (LFI 2) überarbeitet wurde (STIERLIN *et al.*, 1994). Das LFI 2 erfasste bis zu vier Jahre zurückliegende Verbissereignisse und konnte so die Effekte der Saisonalität ausgleichen. Allerdings waren die Resultate der beiden Inventuren nicht mehr direkt vergleichbar (ZINGGELER *et al.* 1999), und Veränderungen konnten nur beschränkt ausgewiesen werden. Der Bezug zur Verbissintensität von EIBERLE (1980) und zum Jahresverbiss war auch mit der LFI-2-Methode nicht möglich. Eine weitere Überarbeitung der Aufnahmemethode drängte sich daher auf.

Anhand von Fallstudien wurden drei Methoden der Verbissbeurteilung untereinander und mit dem Jahresverbiss ver-

glichen. Mit Hilfe von Verbissimulationen sollten zudem die Stärken und Schwächen der drei Aufnahmemethoden aufgedeckt werden.

Tabelle 1: Definitionen.

Schaft	Der Spross eines Gehölzes, der in seinem Verlauf vom Stammfuss an die geringste Richtungsänderung aufweist (GADOLA und STIERLIN 1978).
Schalenwild	Freilebende, wiederkäuende Paarhufer (Hirsch, Reh, Gämse).
Verbiss	Der durch Schalenwild verursachte Endtriebverbiss an jungen Waldbäumen. Der Seitenverbiss wird ausgeklammert.
Verbissintensität	Anzahl der pro Zeiteinheit an den Schaftachsen entstandenen Verbisspuren (EIBERLE 1980). Die Verbissintensität wird für die Einzelpflanze berechnet. Daneben existiert noch die folgende, von der ersten leicht abweichende Definition (EIBERLE und NIGG 1983): Anteil der pro Jahr verbissenen Pflanzen in Prozenten der Gesamtpflanzenzahl. Die so definierte Verbissintensität ist die Summe der Verbissintensitäten gemäss EIBERLE (1980) aller Einzelpflanzen.
zulässige Verbissintensität	Verbissintensität, bei deren Überschreitung Verjüngungsprobleme (Ausfall einzelner Baumarten und Entmischung) zu erwarten sind (EIBERLE 1980).
Jahresverbiss	Die Verbissintensität über die Zeitdauer eines Jahres. Der Jahresverbiss kann unterteilt werden in Sommer- und Winterverbiss.
Winterverbiss	Anteil des während der Vegetationsruhe entstandenen Jahresverbisses.
Sommerverbiss	Anteil des während der Vegetationsperiode entstandenen Jahresverbisses.
Verbissprozent	Anteil der Pflanzen, die als verbissen gelten, in Prozent der Gesamtpflanzenzahl. Die Bedingungen, wann eine Pflanze als verbissen gilt, müssen zusätzlich angegeben werden (siehe Kapitel 3).
Regenerationsrate	Anteil der Pflanzen, welche nach einem Verbissereignis reagieren und einen Ersatztrieb bilden, in Prozent der Gesamtpflanzenzahl.
Trieb	Jährlicher Längenzuwachs am Schaft.

Die seit März 1996 durchgeführten Untersuchungen verfolgten drei Ziele:

- Ermittlung der Vor- und Nachteile verschiedener Methoden zur Quantifizierung des Wildverbisses bei Jungpflanzen;
- Vergleich der im LFI 1 bzw. LFI 2 ermittelten Verbissprozentanteile mit dem Jahresverbiss und der zulässigen Verbissintensität nach EIBERLE (1980);
- Entwicklung einer einfachen, praktikablen und vom Aufnahmezeitpunkt unabhängigen Methode zur möglichst genauen Erfassung und Beurteilung des Jahresverbisses.

2. Stand der Kenntnisse

Die unterschiedlichen Methoden der Verbissbeurteilung sind hinsichtlich ihrer allgemeinen Anwendbarkeit und Aussagekraft umstritten (REIMOSER *et al.* 1997). GADOLA und STIERLIN (1978) haben anhand von äusserlich erkennbaren Unterscheidungsmerkmalen Definitionen für die Erfassung des Verbisses sowie der Fege- und Schlagschäden erarbeitet. Nach diesen Definitionen wurde der Jungwald u.a. im ersten Schweizerischen Landesforstinventar (ZINGG und BACHOFEN 1988) sowie in der Österreichischen Waldinventur (ANONYMUS 1994) erfasst und beurteilt. Ein Verfahren, das den Schaden an jungen Waldbäumen unter ganz bestimmten Voraussetzungen feststellt, wurde von Eiberle und Mitarbeitern zwischen 1975 und 1987 entwickelt (EIBERLE 1980, 1985; EIBERLE und NIGG 1983, 1984, 1987; EIBERLE und DÜRR 1985; EIBERLE und ZEHNDER 1985). Das Resultat dieser Untersuchungen war die Ableitung der sogenannten «zulässigen Verbissintensität» als baumartenabhängiger Soll- bzw. Grenzwert, bei dessen Überschreitung erste Individuen verbissbedingt ausfallen. Die Definition von EIBERLE (1980) ist allerdings mit den späteren Definitionen (1983–1987) nicht identisch. Der Begriff Verbissintensität wird deshalb oft mit dem Begriff Verbissprozent vermischt.

3. Methoden

Bei Inventuren mit nur einer Aufnahme pro Jahr ist der tatsächliche Jahresverbiss nicht bekannt, kann aber mit Hilfe der Verbissbilder geschätzt werden.

Die Verbissbilder, welche den obersten Teil des Schaftes (Definition siehe *Tabelle 1*) abbilden, erlauben es, das Verbissprozent zu bestimmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass der so ermittelte Wert genau dem Jahresverbiss entspricht. Die drei Erhebungsmethoden (LFI 1, LFI 2 und die im folgenden vorgestellte Weiterentwicklung) definieren aber auf unterschiedliche Art und Weise, mit welcher Verbisserscheinung eine Pflanze als verbissen gilt (siehe *Abbildungen*

Tabelle 2: Wie wurde der Verbiss im LFI 1 und im LFI 2 erfasst?

Methode LFI 1	Methode LFI 2
Die Methode, welche im ersten Landesforstinventar benutzt wurde (ZINGG und BACHOFEN 1988), bezeichnet eine Pflanze dann als verbissen, wenn der Terminaltrieb zum Zeitpunkt der Erhebung verbissen ist. Die Methode des LFI 1 beurteilt nur den Zustand des letztgebildeten Triebes. Nach der <i>Abbildung 1</i> gelten die Verbissbilder 2, 4, 5, 7 und 9 als verbissen, die Bilder 1, 3, 6, 8, 10 als nicht verbissen.	Bei der Verbissbeurteilung im LFI 2 ist der Zustand der Endknospe unerheblich (<i>Abbildung 2</i>). Der aktuelle Verbiss wird nicht erhoben. Finden sich unterhalb der Endknospe (unabhängig von deren Zustand) zwei sichtbare Knospenspuren ohne Verbisspuren dazwischen (d.h. dass mindestens die zwei letzten, ehemaligen Endknospen nicht verbissen wurden), so gilt die Pflanze als nicht verbissen; in jedem anderen Fall ist sie als verbissen zu taxieren (STIERLIN <i>et al.</i> 1994).

1, 2, 10 sowie *Tabelle 2*). Die gleiche Mischung von Verbissbildern ergibt bei jeder der drei Methoden einen anderen Verbissanteil, der mehr oder weniger stark vom Jahresverbiss abweicht. Um diese Abweichung bestimmen zu können, muss der Jahresverbiss natürlich bekannt sein.

3.1 Verbissbeobachtung im Feld

Die Beobachtung von 600 Pflanzen auf zwölf Aufnahmeflächen in stark wildbelasteten Gebieten der Schweiz erlaubte es, die Methoden unter natürlichen Bedingungen zu testen.

Die Versuchsflächen wurden auf Grund einer Analyse von Daten aus dem LFI 1 so ausgesucht, dass alle Vegetationshöhenstufen sowie die fünf Hauptbaumarten Fichte, Tanne,

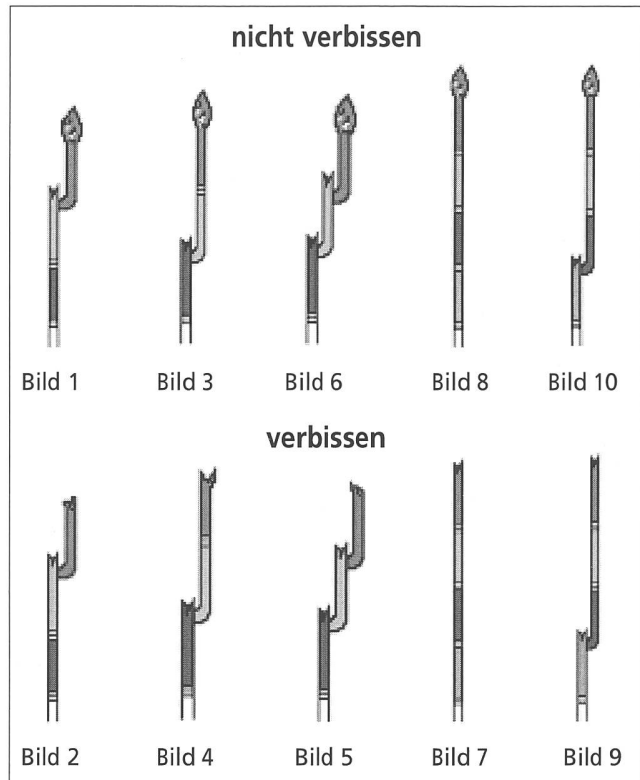


Abbildung 1: Verbissbilder nach LFI 1.

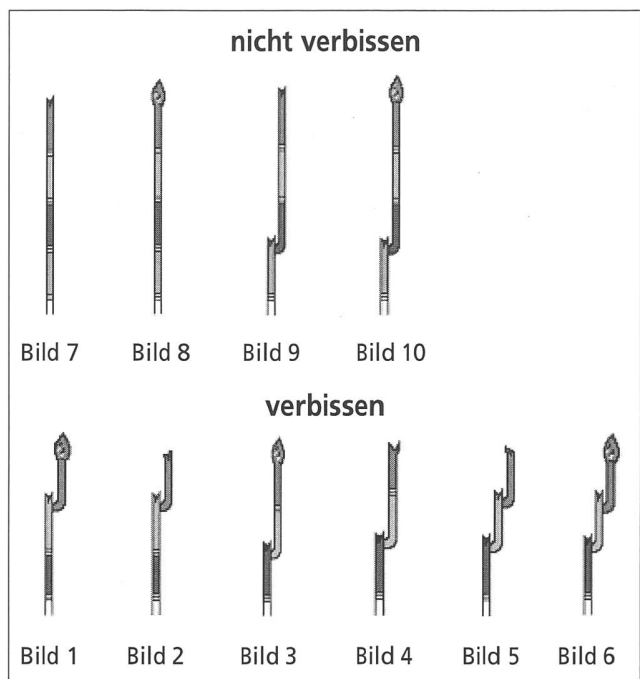


Abbildung 2: Verbissbilder nach LFI 2.

Buche, Esche und Ahorn vertreten waren (Abbildung 3). Zudem mussten durch Schalenwild verbissene Individuen vorkommen. Pro Versuchsfläche sind fünfzig Pflanzen gutachtlich ausgewählt und mit Aluminiumplättchen dauerhaft markiert worden.

Alle Flächen wurden zwischen 1996 und 1997 dreimal jährlich (vor Beginn, während und nach Abschluss der Vegetationszeit) aufgesucht. Dadurch konnte genau angegeben werden, wie viele Pflanzen im Sommer und wie viele im Winter auf den Versuchsflächen verbissen wurden. Der Jahresverbiss war folglich bekannt und konnte mit den jährlich zu verschiedenen Zeitpunkten erfassten Verbissbildern abgeleitet werden.

3.2 Verbissimulation

Das für diese Arbeit benutzte Simulationsprogramm beschreibt anhand von Verbissbildern (Zustandsvariable) die Veränderung des Aussehens des Schaftes nach Verbissereignissen und nach dem Austrieb und hat das Ziel, die Variation der Verbissbilder zu bestimmen, die sich je nach Verbissbelastung einstellt. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen, nach welchen Regeln sich die Bilder nach Verbiss und Austrieb im Modell verändern (Änderungsvorschriften).

Als Simulationsparameter wurden die Erfahrungswerte aus der Feldbeobachtung verwendet (Tabelle 3).

Die Simulation startet mit nicht verbissenen Pflanzen (Verbissbild 8) im Herbst des Jahres 0 (Zustand 0). Ein Zufallsgenerator bestimmt die Pflanzen, deren Verbissbild sich nach den Regeln in Abbildung 4 ändert. Der Anteil der Änderungen entspricht dem vorgegebenen Winterverbiss (siehe Tabelle 3). Nach dem simulierten Winterverbiss, also im Frühling des Jahres 1 (Zustand 1), bestimmt das Programm anhand der Ver-

bissbilder die Verbissprozente nach der Definition der drei verschiedenen Methoden (Abbildungen 1, 2, 10 und Tabelle 2) und vergleicht die Resultate mit dem als Parameter vorgegebenen bekannten Jahresverbiss, der als Summe von Winter- und Sommerverbiss definiert ist.

Der Zufallsgenerator wählt die Pflanzen aus, deren Verbissbild sich nach den Regeln in Abbildung 5 weiter ändert. Alle nicht aktuell verbissenen Pflanzen entwickeln gemäss Abbildung 5 einen normalen Jahrestrieb. Nach diesen Veränderungen, also im Sommer des Jahres 1 (Zustand 2), berechnet das Programm anhand der vorkommenden Verbissbilder (Verbissbilder 1, 7, 8) die Verbissprozente nach der Definition der verschiedenen Methoden (Abbildungen 1, 2, 10 und Tabelle 2) und vergleicht die Resultate mit dem vorgegebenen Jahresverbiss.

Im nächsten Schritt folgt wiederum die Simulation eines Wildverbisses. Der Zufallsgenerator bestimmt die Pflanzen, deren Verbissbild sich nach den Regeln in Abbildung 4 ändert. Der Anteil der Änderungen entspricht dem vorgegebenen Sommerverbiss. Die bei diesem Simulationsschritt ausgeführten Änderungen führen zum Zustand 3, der aber nicht dargestellt wird. Ein Teil der verbissenen Pflanzen reagiert anschliessend mit einem Ersatztrieb. Dieser Anteil entspricht der Regeneration nach Sommerverbiss (siehe Tabelle 3). Nach dem Sommerverbiss und der gleich anschliessenden Regeneration, also im Herbst des Jahres 1 (Zustand 4), bestimmt das Programm neu die Verbissprozente nach der Definition der verschiedenen Methoden (Abbildungen 1, 2, 10) und vergleicht die Resultate mit dem bekannten Jahresverbiss.

Mit den Verbissbildern, die am Ende des ersten Jahres vorhanden sind (Verbissbilder 1, 2, 3, 6, 7, 8), beginnt die Simulation den Zyklus für das Jahr 2, der gleich abläuft wie der oben beschriebene. Die Simulation erreicht bei konstanten Parame-

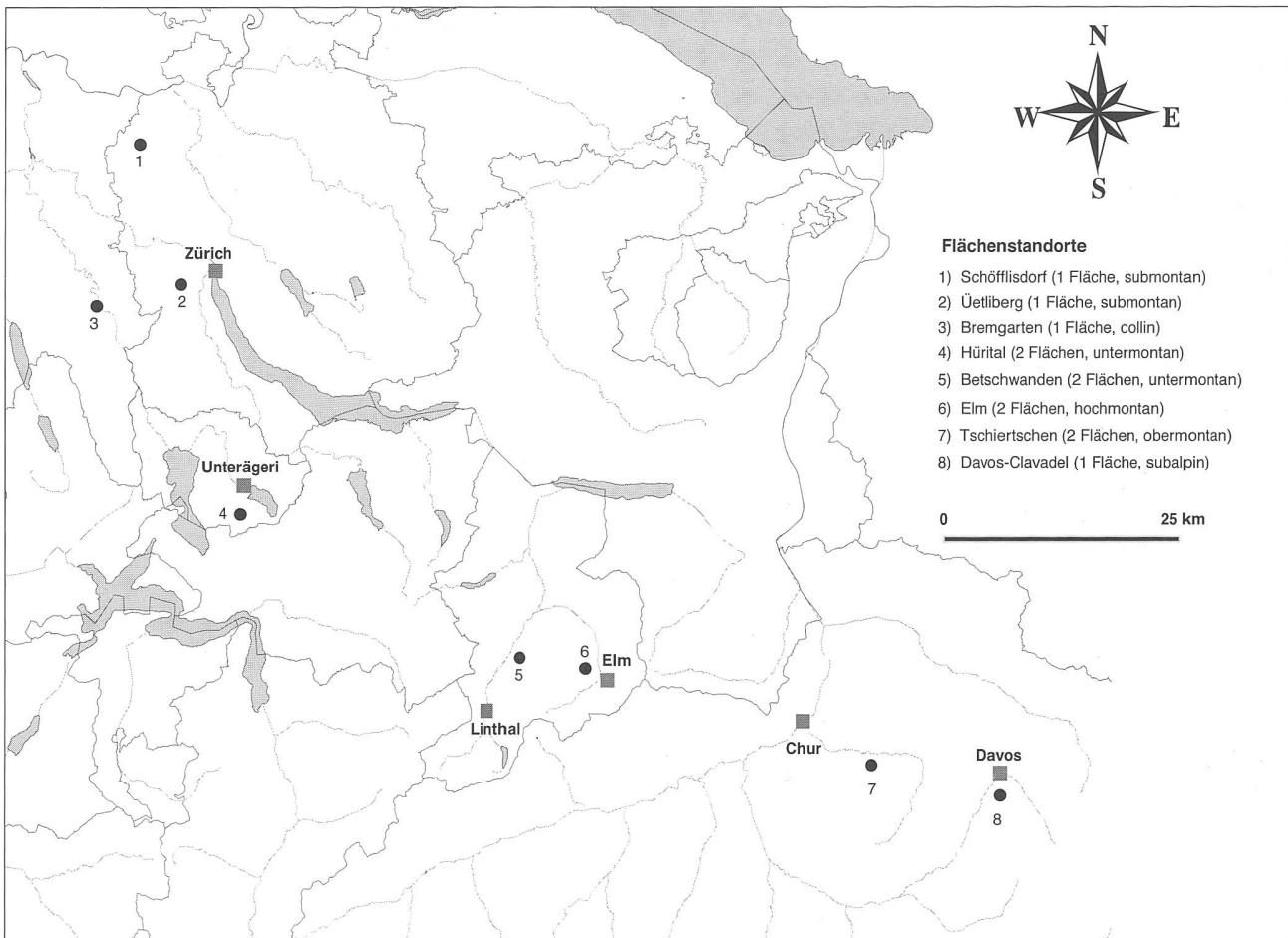


Abbildung 3: Standorte der Verbissbeobachtungsflächen im Feld.

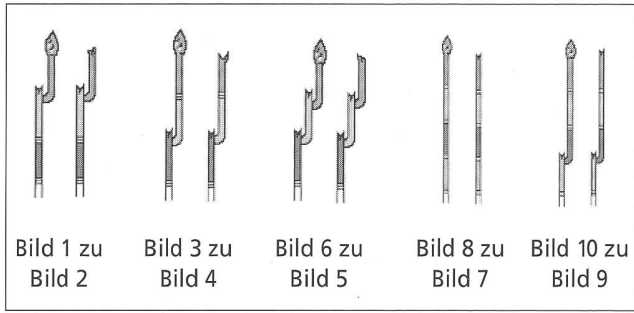


Abbildung 4: Änderung des Verbissbildes nach einem Verbiss im Simulationsmodell. Anmerkung: Bild 2, 4, 5, 7, 9 (mit schon verbissem Endtrieb) bleiben unverändert.

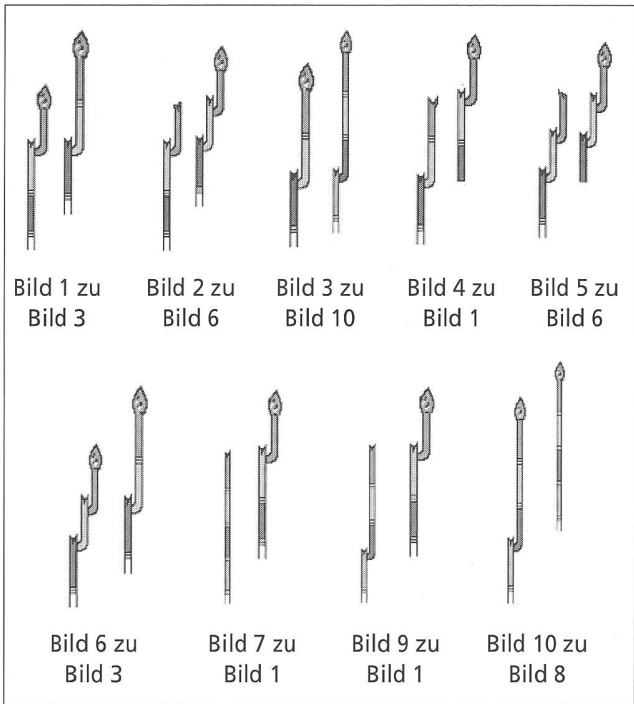


Abbildung 5: Änderung des Verbissbildes nach einem Regenerationsschritt im Simulationsprogramm.

tern nach drei bis fünf Jahren einen Gleichgewichtszustand in Bezug auf das Verbissprozent. Nach zehn Zyklen wird die Simulation abgebrochen.

Die Simulation liefert somit zu drei Zeitpunkten im Jahr ein Resultat für das Verbissprozent (Frühling, Sommer, Herbst).

4. Resultate und Diskussion

4.1 Die Beurteilung der Verbisserfassung im LFI 1

Die Simulation zeigte, dass bei der Anwendung der LFI-1-Kriterien eine grosse jahreszeitliche Periodizität des Verbissprozentes auftritt (Abbildung 6). Bei nur einer Aufnahme pro Jahr kann daher der Jahresverbiss markant über- oder unterschätzt werden. Im Frühling wird er überschätzt, im Sommer und Herbst unterschätzt.

Der simulierte Jahresverbiss lag insgesamt etwas unter dem vorgegebenen Wert (Tabelle 3).

Bei der Verbissbeobachtung im Feld, wo zusätzliche Reaktionsmuster wie Triebwechsel (ein anderer Trieb übernimmt die Rolle des Schaftes) oder temporär reduziertes Wachstum die jahreszeitlichen Schwankungen etwas dämpften, waren die Unterschiede geringer als in der Simulation (Abbildung 7). Aber auch hier waren die jahreszeitlichen Schwankungen zu gross, als dass der Jahresverbiss mit der LFI-1-Methode zuverlässig hätte bestimmt werden können.

Tabelle 3: Bei der Simulation verwendete Parameter. Die Nummern der Verbissbilder entsprechen der Darstellung in *Abbildung 1* und *2*.

Anzahl Bäume bei der Simulation	1000
Vorgegebener Winterverbiss	11%
Vorgegebener Sommerverbiss	12%
Vorgegebener Jahresverbiss	23%

Start der Simulation mit Verbissbild 8 (= nicht verbissene Pflanzen)

Regenerationsrate nach Winterverbiss		Regenerationsrate nach Sommerverbiss	
bei Verbissbild 7	61%	bei Verbissbild 7	32%
bei Verbissbild 9	52%	bei Verbissbild 9	10%
bei Verbissbild 2	64%	bei Verbissbild 2	18%
bei Verbissbild 4	61%	bei Verbissbild 4	18%
bei Verbissbild 5	55%	bei Verbissbild 5	19%

Bei allen untersuchten Baumarten traten erhebliche jahreszeitliche Schwankungen auf (Tabelle 4). Die grösste Amplitude zeigte die Buche. Auf dem meist horizontal auslaufenden Schaftende stehen bei dieser Baumart viele potenzielle Ersatzknospen zur Verfügung, welche den verbissemen Endtrieb ersetzen können. Unter Anwendung der LFI-1-Methode sind deshalb auch kurz nach einem starken Verbiss kaum mehr Pflanzen zu finden, die als verbissem gelten. Die Werte liegen bei denjenigen Baumarten, welche stark verbissem werden, aber sofort mit einem Ersatztrieb reagieren (z.B. Buche und Esche), unter dem effektiven Jahresverbiss.

Bei der Vogelbeere lag das geschätzte Verbissprozent über dem Jahresverbiss, weil der Anteil der Pflanzen mit aktuellem Verbiss (Verbissbilder 2, 4, 5, 7, 9) relativ gross war und eine abgebissene Endknospe nicht ein zweites Mal verbissem werden kann.

Die Simulation und die Ergebnisse aus den Beobachtungen im Feld zeigten übereinstimmend, dass die LFI-1-Methode das Ausmass des Wildverbisses nicht realistisch einschätzen kann, da sie nur den im Jahresverlauf meist schnell wechselnden Zustand des letzten Triebes beschreibt.

4.2 Die Beurteilung der Verbisserfassung im LFI 2

Bei Anwendung der LFI-2-Methode zeigte die Simulation, dass die resultierenden Verbissprozente im Jahresverlauf weniger stark schwankten, da jede Aufnahme die Einflüsse über mehrere Jahre hinweg berücksichtigte (Abbildung 8).

Die LFI-2-Methode reagierte auch träger auf Veränderungen. Bis das Verbissprozent in der Simulation den Gleichgewichtszustand erreicht hatte, vergingen bei den gewählten Parametern fünf Jahre, mit der LFI-1-Methode nur etwa drei Jahre. Das mit der LFI-2-Methode ermittelte Verbissprozent erreichte bei der Simulation mit den Parametern aus *Tabelle 3* im Gleichgewichtszustand etwa den doppelten Jahresverbiss. Das Verhältnis hängt von den gewählten Parametern ab und gilt daher nicht generell.

Die Verbissbeobachtung im Feld bestätigte die Ergebnisse der Simulation: es gab kleinere jahreszeitliche Schwankungen, aber im Vergleich zum Jahresverbiss doppelt so hohe Verbissprozente (Abbildung 9).

Diese Tendenz war bei allen untersuchten Baumarten festzustellen: die LFI-2-Methode lieferte Schätzungen mit kleineren jahreszeitlichen Schwankungen, aber mit einer deutlichen Überschätzung des Jahresverbisses (Tabelle 5).

Die LFI-2-Methode bringt mit dem längeren Beobachtungszeitraum eine erhebliche Verbesserung gegenüber der LFI-1-Methode. Entscheidend dabei ist, dass der Aufnahmezeitpunkt das Resultat der Verbisserhebung weniger stark verzerrt.

Wie oben erwähnt, gelten Pflanzen mit einem klar verbissemen Endtrieb nicht als verbissem, falls die beiden vorherigen

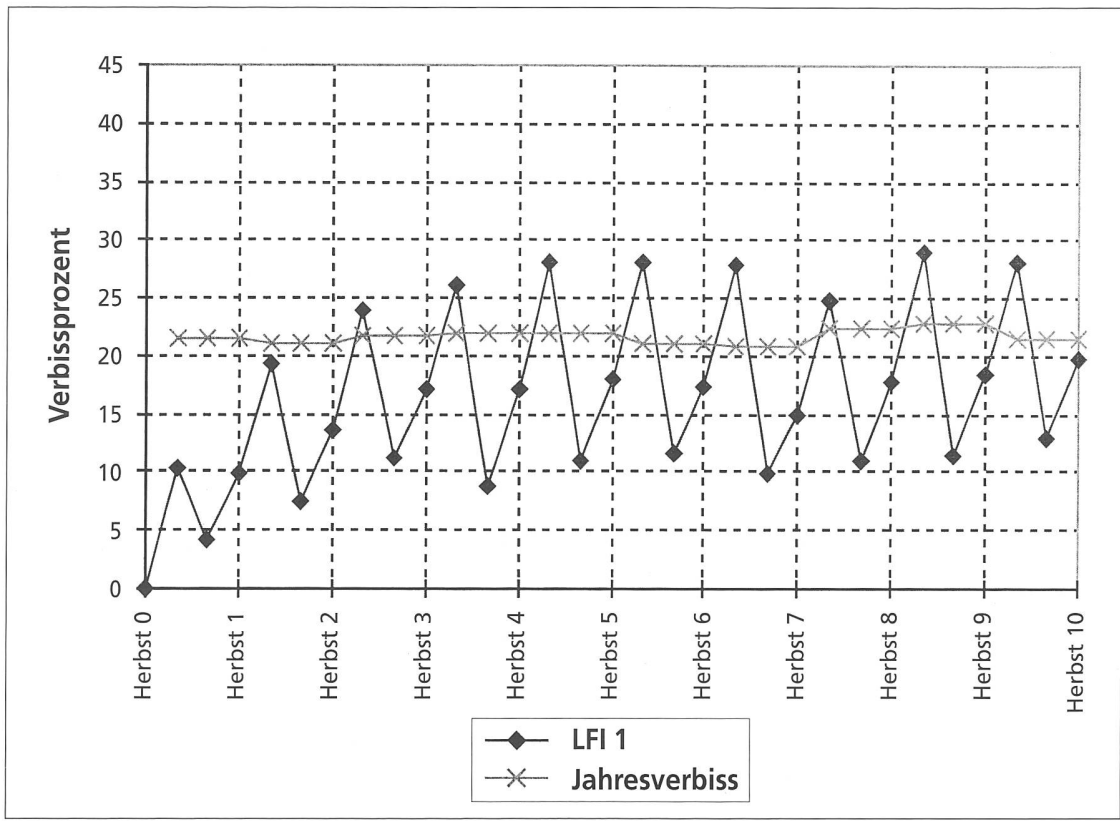


Abbildung 6: Simulierte Entwicklung des Verbissprozent mit der LFI-1-Methode im Vergleich zum Jahresverbiss.

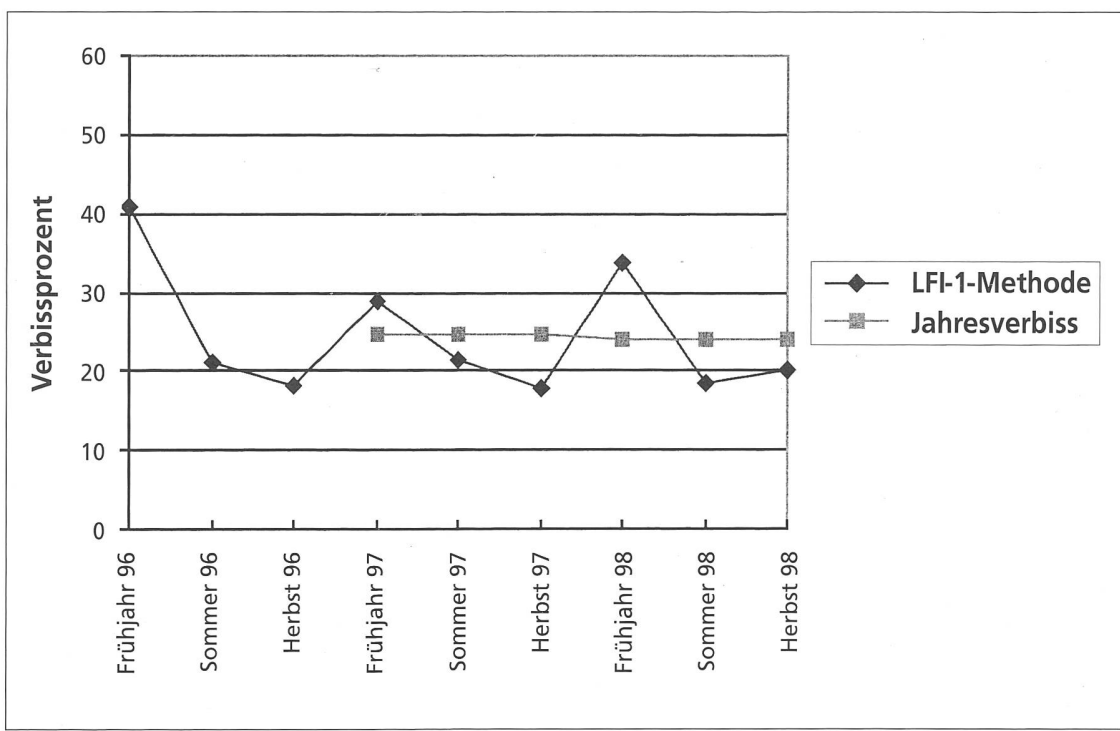


Abbildung 7: Verbissprozent nach der Methode des LFI 1 im Vergleich zum Jahresverbiss bei den Beobachtungen auf den Feldflächen.

Tabelle 4: Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen und Abweichung zum Jahresverbiss bei der LFI-1-Methode.

Baumart	Anzahl	Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen		Abweichung zum Jahresverbiss	
		Mittelwert (3 Jahre) (%)	Standardabweichung (%)	Mittelwert (2 Jahre) (%)	Standardabweichung (%)
Ahorn	161	15,4	4,8	1,3	6,4
Buche	59	24,2	14,3	-6,6	8,6
Esche	76	21,2	13,8	-11,1	11,9
Fichte	184	11,2	4,7	-4,1	4,8
Tanne	66	16,2	11,7	5,4	11,5
Vogelbeere	48	22,9	5,5	16,5	12,3
alle Arten	599	16,2	6,0	-1,0	6,4

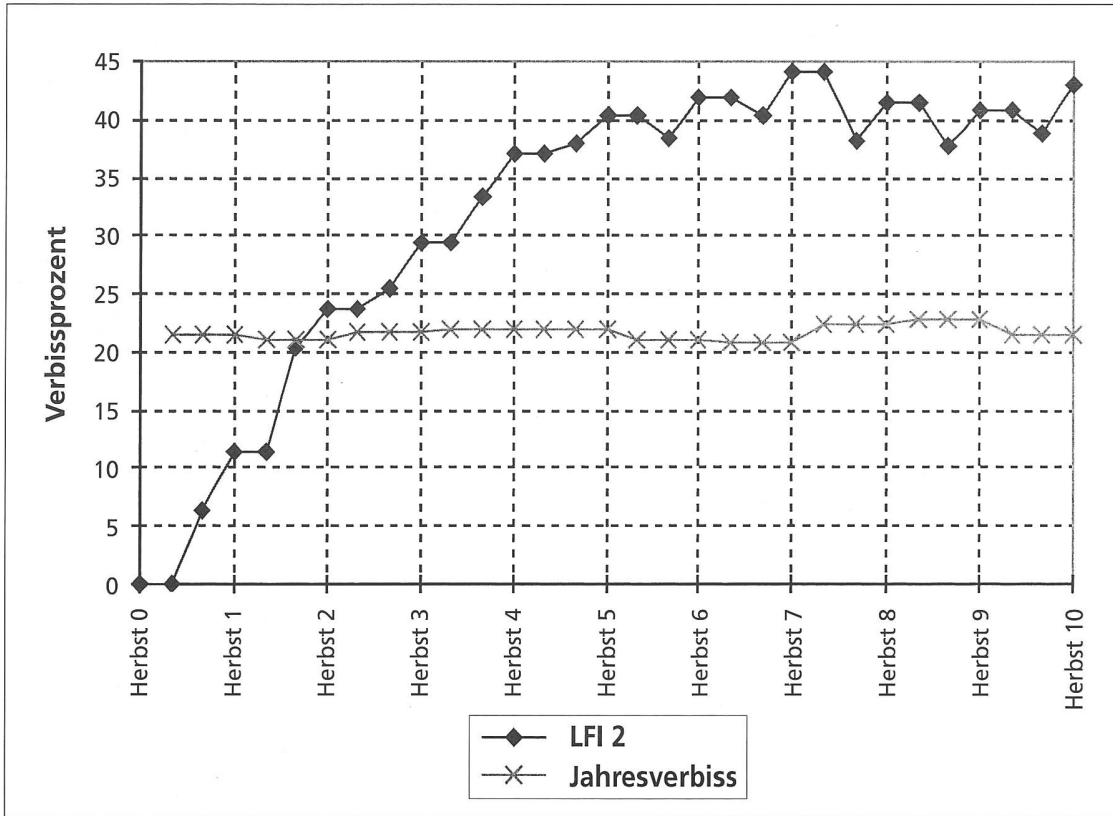


Abbildung 8: Simulierte Entwicklung des Verbissprozent mit der LFI-2-Methode im Vergleich zum Jahresverbiss.

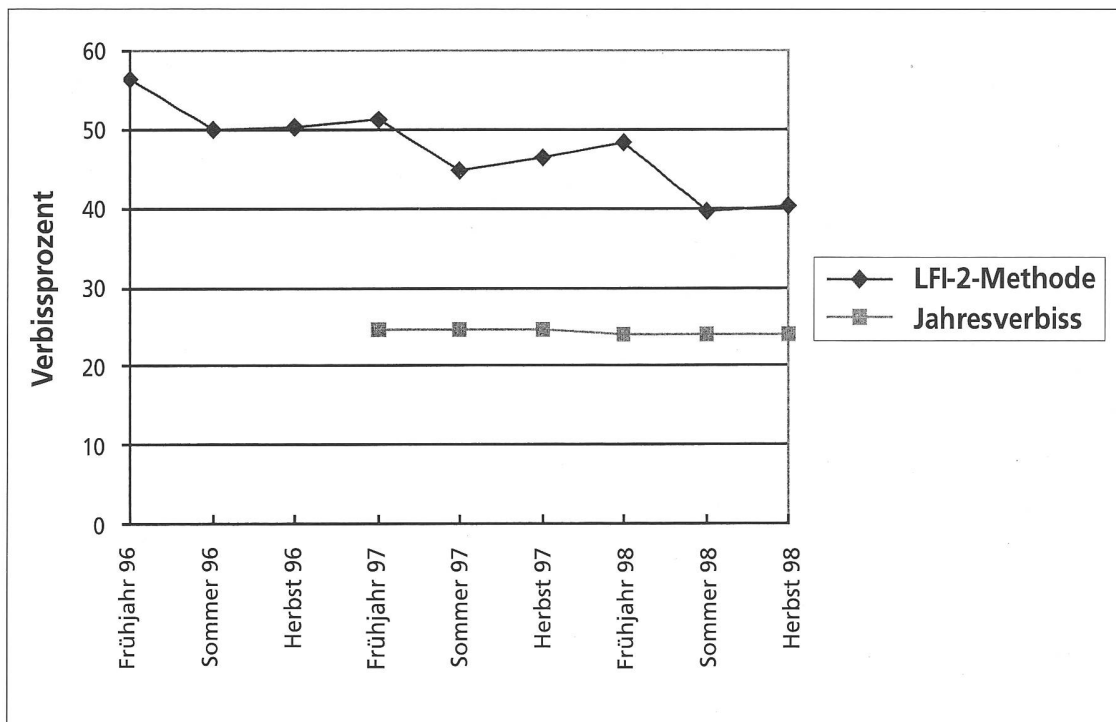


Abbildung 9: Verbissprozent nach der Methode des LFI 2 im Vergleich zum Jahresverbiss bei den Beobachtungen auf den Feldflächen.

Tabelle 5: Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen und Abweichung zum Jahresverbiss bei der LFI-2-Methode.

Baumart	Anzahl	Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen		Abweichung zum Jahresverbiss	
		Mittelwert (3 Jahre) (%)	Standardabweichung (%)	Mittelwert (2 Jahre) (%)	Standardabweichung (%)
Ahorn	161	8,9	5,1	23,5	6,0
Buche	59	11,6	8,5	25,2	8,6
Esche	76	8,1	5,0	35,4	5,7
Fichte	184	5,0	2,3	7,5	3,0
Tanne	66	12,1	4,5	21,5	17,9
Vogelbeere	48	8,3	2,1	30,1	5,4
alle Arten	599	7,3	1,2	20,7	4,4

Triebe unverbissen geblieben sind (Bilder 7, 9, 10). Das entspricht natürlich nicht der Realität. Das Verbissprozent, welches die LFI 2-Methode liefert, erreicht je nach Bedingungen etwa den doppelten Jahresverbiss. Die LFI-2-Methode misst also nicht den Jahresverbiss. Sollte dies das Ziel der Erfassung sein, so ist es unerlässlich, die im LFI 2 angewandte Methode zu modifizieren.

4.3 Die verzerrungsfreie Bestimmung des Jahresverbisses

Die Verbissbeurteilungen im LFI 1 und im LFI 2 unterscheiden grundsätzlich nur zwei Möglichkeiten: entweder gilt eine Pflanze als verbissen oder als nicht verbissen. Das Ausmass des Verbisses bleibt unberücksichtigt. Das ermittelte Verbissprozent ist von der Zuteilung zu einer der zwei Kategorien abhängig. Pflanzen können als nicht verbissen gelten, obwohl sie eine deutliche Verbissspur zeigen. Ein differenzierteres Mass erhält man, wenn die Anzahl verbissener Triebe am Schaft ins Verhältnis zur Gesamtzahl der Triebe einer Pflanze gesetzt wird. Dies entspricht der Definition der Verbissintensität nach EIBERLE (1980), falls jedes Jahr genau ein Trieb gebildet wird, unterscheidet sich aber, wenn die Pflanze keinen oder mehrere Triebe pro Jahr bildet. Wir führen daher eine leicht modifizierte Definition der Verbissintensität ein:

$$\text{Verbissintensität (\% (modifiziert))} = \frac{100 \cdot \text{Anzahl verbissener Triebe am Schaft}}{\text{Anzahl gebildeter Triebe am Schaft}}$$

EIBERLE (1980) bestimmte bei allen untersuchten Pflanzen das Alter und die Anzahl Verbisspuren, musste dazu aber den Schaft aufschneiden. In einer Inventur, in welcher die Pflanzen nicht zerstört werden, kann das Alter oft nicht genau bestimmt werden. Der Beobachtungszeitraum muss deshalb durch die Anzahl Triebe geschätzt werden. Die zerstörungsfreie Aufnahme kann in der Regel nicht das ganze Lebensalter einer Pflanze berücksichtigen, weil sowohl die weit zurückliegenden Verbissereignisse als auch die Schuppenspuren der damaligen Endknospen äusserlich nur wenige Jahre sichtbar bleiben.

Ein möglichst langer Beobachtungszeitraum würde am meisten Informationen liefern, ist aber wegen zunehmender Beurteilungsschwierigkeiten problematisch. Mit wachsender Unsicherheit bei der Zuordnung eines Verbissbildes steigen auch der Zeitaufwand und die Kosten der Aufnahme. Die einwandfreie Beurteilung von Verbissereignissen, welche mehr als vier Jahre zurückliegen, ist selten möglich. Bei weniger als drei Jahren machen sich die jahreszeitlichen Schwankungen zu stark bemerkbar. Dies wird auch von REIMOSER *et al.* (1997) bestätigt, wonach eine Verbissbeurteilung mindestens drei Jahre umfassen sollte.

Wir entschieden uns in unserem Versuch, die letzten drei Triebe zu beurteilen. *Abbildung 10* zeigt, welche Verbissintensität mit dieser Methode aus den acht möglichen Verbissbildern resultiert.

Wenn jährlich nur ein Trieb gebildet wird, entspricht die Verbissintensität genau dem Jahresverbiss im berücksichtigten Zeitraum. Wenn die verbissene Pflanze im gleichen Jahr zusätzlich noch einen Ersatztrieb bildet, liegt die Verbissintensität unterhalb des Jahresverbisses. Die Verbissintensität berücksichtigt also nicht nur den Verbiss, sondern auch die Regenerationskraft einer Pflanze. Damit liegt ein Mass vor, das nicht die Aktivität des Wildes allein, sondern auch die Beeinträchtigung der Pflanze zum Ausdruck bringt. Die Pflanze, die häufig verbissen wird, aber immer rasch einen Ersatztrieb bildet, wird als weniger beeinflusst klassiert als jene, die selten verbissen wird, aber den Schaden nur langsam zu kompensieren vermag.

Das mit Hilfe unserer modifizierten Verbissintensität bestimmte Verbissprozent näherte sich bei der Simulation (*Abbildung 11*) dem Jahresverbiss an, womit eines der angestrebten Ziele erreicht ist. Die jahreszeitlichen Schwankungen waren wie gewünscht kleiner als bei der LFI-1-Methode, aber etwas grösser als bei der LFI-2-Methode.

Die Amplitude der Ausschläge erreichte in der Simulation grössere Werte als in Wirklichkeit, da bei der Simulation Verbiss und Regeneration gestaffelt ablaufen, während in der Natur gleichzeitig einige Pflanzen einen Ersatztrieb bilden und andere verbissen werden. Die in der Natur tiefen Regenerationsraten nach dem Sommerverbiss – sie liegen je nach Verbissbild zwischen 10% und 32% (vgl. *Tabelle 3*) – liessen die mit der Verbissintensität gefundenen Verbissprozent knapp über den Jahresverbiss steigen. Dieser Effekt kommt dadurch zustande, dass Pflanzen mit verbissener Endknospe nicht mehr verbissen werden und also zum Jahresverbiss nichts beitragen, aber je nach Verbissbild einen mehr oder weniger grossen Beitrag zur Verbissintensität leisten.

Die Verbissbeobachtung der Pflanzen im Feld bestätigte weitgehend die Resultate der Simulation (*Abbildung 12*):

- Die Verbissintensität zeigte relativ kleine jahreszeitliche Schwankungen;
- Die Verbissintensität erreichte eine gute Annäherung an den Jahresverbiss;
- Im Gegensatz zur Simulation wies die Verbissintensität im Vergleich zum Jahresverbiss etwas höhere Werte auf.

Die Verbissintensität zeigte bei allen untersuchten Baumarten kleinere Schwankungen als die Beurteilungen mit der LFI-1-Methode und eine bessere Annäherung an den Jahresverbiss als jene mit der LFI-2-Methode (*Tabelle 6*). Die Amplitude der Schwankungen war bei jenen Baumarten am grössten, die häufig verbissen wurden, aber meistens sofort mit einem Ersatztrieb reagierten (Buche, Esche). Die Vogelbeere wurde mit der Verbissintensität als stärker verbissen eingestuft, als es dem tatsächlichen Jahresverbiss entsprach, weil der Anteil der Pflanzen mit aktuellem Verbiss (Verbissbilder 2, 4, 5, 7, 9) relativ gross war und die Vogelbeere nicht immer

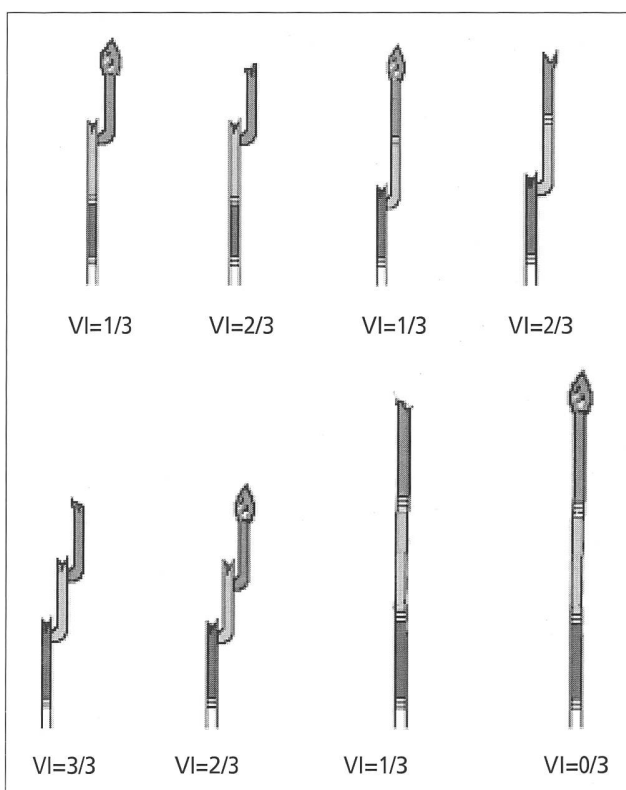


Abbildung 10: Die Verbissbilder mit der zugehörigen Verbissintensität.

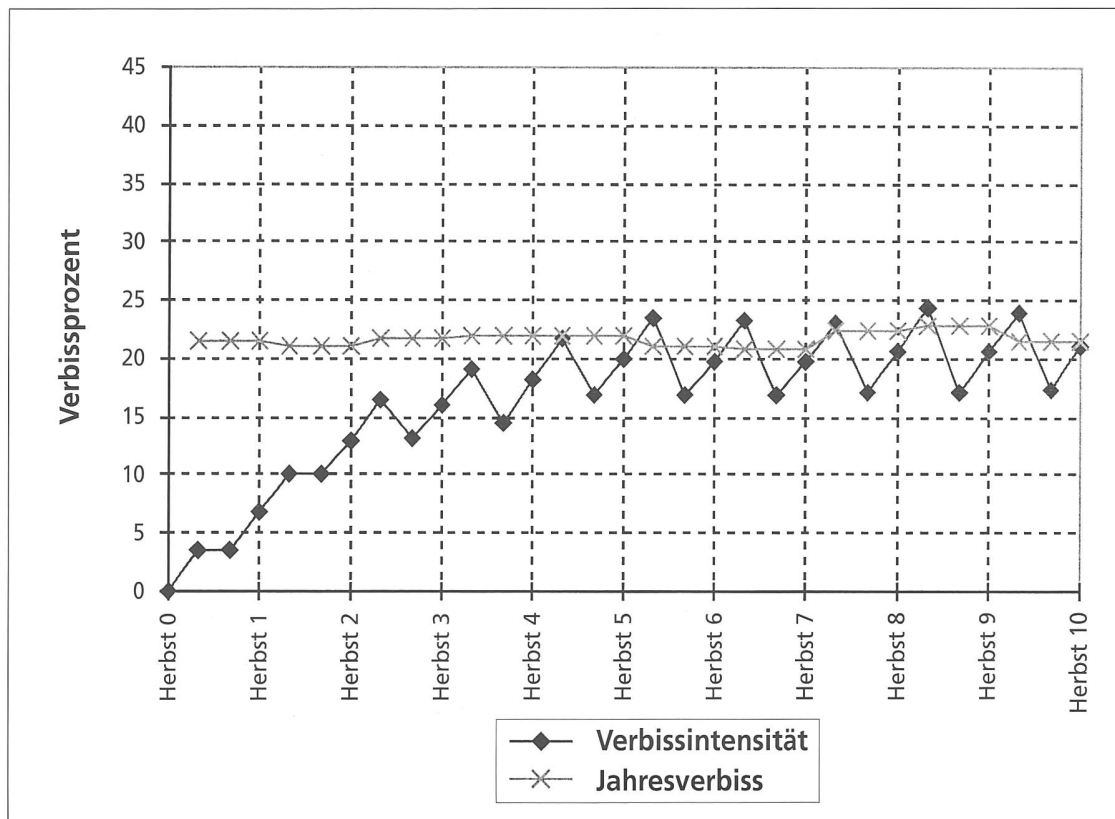


Abbildung 11: Simulierte Entwicklung der Verbissintensität im Vergleich zum Jahresverbiss.

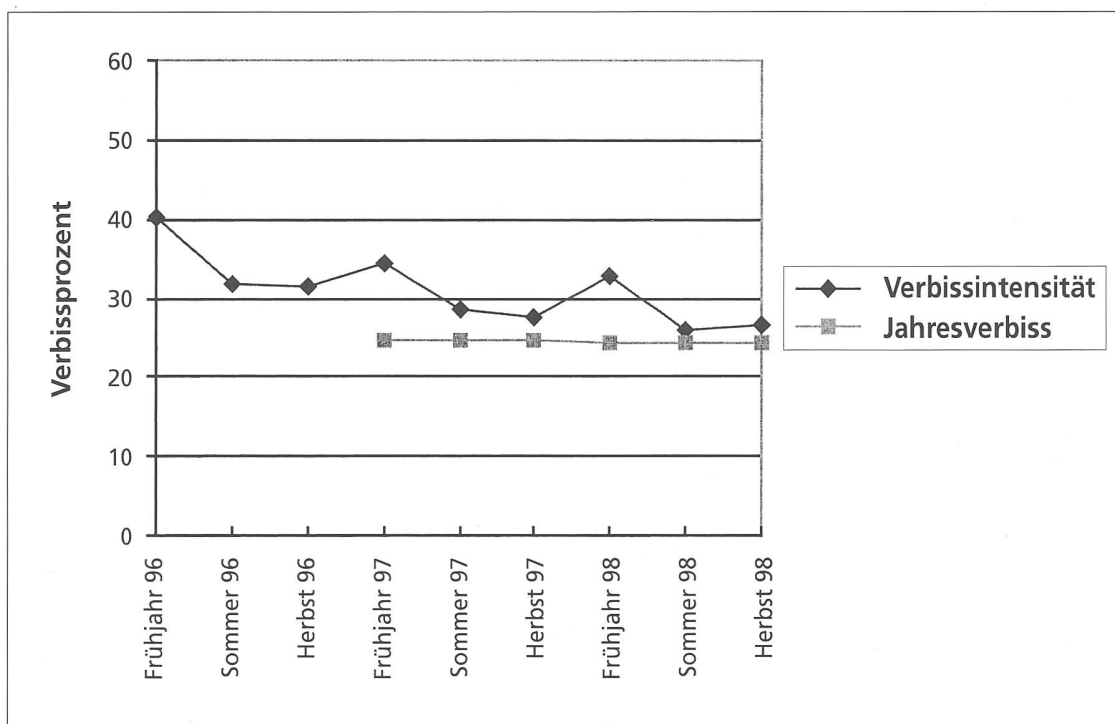


Abbildung 12: Verbissintensität im Vergleich zum Jahresverbiss bei den Beobachtungen auf den Feldflächen.

Tabelle 6: Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen und Abweichung zum Jahresverbiss bei der Verbissintensität.

Baumart	Anzahl	Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen		Abweichung zum Jahresverbiss	
		Mittelwert (3 Jahre) (%)	Standardabweichung (%)	Mittelwert (2 Jahre) (%)	Standardabweichung (%)
Ahorn	161	9,1	3,0	4,1	4,7
Buche	59	13,0	2,5	1,6	6,4
Esche	76	11,2	3,0	3,9	5,9
Fichte	184	4,7	2,7	-2,7	3,2
Tanne	66	9,6	3,4	4,6	13,1
Vogelbeere	48	10,0	4,3	12,0	4,7
alle Arten	599	7,6	1,2	4,8	3,4

einen Ersatztrieb bilden konnte. Die modifizierte Verbissintensität berücksichtigt im Gegensatz zum Jahresverbiss diese Gegebenheiten und beschreibt den Zustand der Pflanze also besser. Die Verbisschätzungen bei der Tanne zeigten im Mittel eine gute Annäherung an den Jahresverbiss, streuten aber beträchtlich.

5. Folgerungen und Empfehlungen

Die Erfassung des Wildverbisses ist im Rahmen einer Grossrauminventur schwierig. Notwendig wären eigentlich zwei Erhebungen innerhalb eines Jahres zu definierten Zeitpunkten, was aus logistischen und finanziellen Gründen nicht in Frage kommt.

Die Ergebnisse, welche die LFI-1-Methode zur Bestimmung des Wildverbisses liefert, sind sehr stark von der Aufnahmesaison abhängig, so dass sie den Jahresverbiss nur unzuverlässig beschreiben. Diese Methode sollte deshalb nicht mehr zur Anwendung gelangen.

Die LFI-2-Methode glättet mit der Berücksichtigung der Verbissereignisse über mehrere Jahre die kurzfristigen Schwankungen und ist somit ein robusteres Mass für die Beschreibung der längerfristigen Entwicklung des Verbissprozentes. Die LFI-2-Methode ergibt allerdings ein Verbissprozent, das etwa doppelt so hoch liegt wie der tatsächliche Jahresverbiss. Sie muss deshalb modifiziert werden.

Die in diesem Beitrag vorgeschlagene Methode zur Quantifizierung des Verbisses setzt die Anzahl der verbissenen Triebe ins Verhältnis zur gesamten Zahl der beobachteten Triebe am Schaft. Das Resultat entspricht genau dem Jahresverbiss, wenn die Pflanzen einen Trieb pro Jahr bilden. Die Verbissintensität liegt unter dem tatsächlichen Jahresverbiss, wenn die Pflanzen kräftig genug sind, um mehr als einen Trieb pro Jahr hervorzubringen. Die Methode berücksichtigt also nicht nur den Verbiss, sondern auch die Regenerationskraft der Pflanzen. Die Verbissintensität, die mit den genannten Vorbehalten den Jahresverbiss angibt, kann mit der von EIBERLE *et al.* (1983, 1984, 1985, 1987) definierten zulässigen Verbissintensität für einzelne Baumarten verglichen werden.

Für zukünftige Verbisserhebungen empfehlen wir, die Verbissintensität über die letzten drei Triebe zu bestimmen. Die Schuppenspur sind in diesem Zeitraum meistens noch gut sichtbar. Der Aufwand für die Erfassung ist vertretbar. Bei der Feldaufnahme soll die Abfolge von nicht verbissenen und verbissenen Trieben notiert werden und nicht die Ähnlichkeit mit einem der Verbissbilder.

Um in einem Jungwaldbestand den Einfluss der Wildäsung abschätzen zu können, sind ausser dem Verbissprozent noch weitere Merkmale von Bedeutung (z. B. Baumart, Pflanzhöhe, Trieblänge, Pflanzenzahl und -verteilung). Sie müssen die Zustandsbeschreibung des Jungwuchses ergänzen, damit Vergleiche mit anderen Erhebungen möglich sind und eine Abschätzung des Wildeinflusses auf die Bestandesentwicklung möglich wird (REIMOSER 1999).

Die vorgeschlagene Erfassungsmethode erlaubt, das Verbissprozent auch nach den Methoden des LFI 1 und LFI 2 zu berechnen. Die Resultate einer zukünftigen Inventur können so mit früheren Erhebungen verglichen werden.

Zusammenfassung

Waldinventuren sind ein geeignetes Instrument, um den Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung zu quantifizieren. Im Schweizerischen Landesforstinventar (LFI) wurden deshalb Methoden zur Erfassung des Jahresverbisses entwickelt. Die Kenntnis des Jahresverbisses ist notwendig für den Vergleich mit der zulässigen Verbissintensität (EIBERLE *et al.* (1983, 1984, 1985, 1987), die eine wichtige Rolle bei der Beurteilung von Verjüngungen spielt. Die Auswertungen der LFI-Daten haben gezeigt, dass die Methoden, die im LFI 1 und im LFI 2 benutzt worden sind, unterschiedliche Werte für den Jahresverbiss geliefert haben. Dies war der Anlass für eine Überprüfung der Methoden. Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchung wurden 600 Pflanzen über drei Jahre hinweg dreimal jährlich auf Verbissspuren überprüft. Zusätzlich wurde die Entwicklung des Verbissbildes mit Verbissimulationen dargestellt. Die Ergebnisse erlaubten, die LFI-1- und LFI-2-Methoden untereinander und mit dem Jahresverbiss zu vergleichen. Dabei zeigte sich, dass die Resultate der LFI-1-Methode sehr stark von der Aufnahmesaison abhängig sind und die Ergebnisse der LFI-2-Methode den Jahresverbiss stark überschätzen. Auf Grund dieses Befundes schlagen wir eine Modifikation der LFI-2-Methode vor, die ähnlich wie die Methode von EIBERLE (1980) eine verzerrungsfreie Schätzung des Jahresverbisses ergibt, aber mit einer zerstörungsfreien, einmaligen Erfassung des Verbisses auskommt.

Résumé

Une nouvelle méthode pour quantifier l'impact du gibier sur la régénération

L'inventaire forestier est un outil permettant entre autres de quantifier l'impact du gibier sur la régénération. L'inventaire forestier national suisse (IFN) a développé une méthode de recensement de l'abrouissement annuel. L'estimation de la proportion annuelle de pousses terminales abrouties est en effet indispensable pour pouvoir comparer la situation avec les seuils de tolérance à l'abrouissement fixés par EIBERLE *et al.* (1983, 1984, 1985, 1987), des valeurs clés pour l'appréciation du repeuplement.

L'analyse des données de l'IFN a cependant révélé que les méthodes de recensement utilisées par le premier et le deuxième IFN livrent des valeurs d'abrouissement annuel divergentes. Cette disparité est à l'origine de la vérification méthodique présentée ici.

L'analyse se base sur le recensement précis des traces d'abrouissement sur 600 jeunes plantes forestières, à trois reprises par année et pendant trois ans. En outre, des simulations permettent de décrire l'évolution de la figure d'abrouissement (c'est-à-dire de l'aspect des plantes abrouties). Les résultats de l'analyse permettent de comparer les méthodes du premier et du deuxième IFN entre elles et avec l'abrouissement annuel effectif. Il en ressort que la méthode de recensement du premier IFN livre des résultats fortement dépendants de la saison à laquelle s'est effectué le relevé, alors que celle du deuxième IFN surestime nettement l'abrouissement annuel. Par conséquent, nous proposons une modification de la méthode de l'IFN 2, qui permettra une estimation non biaisée de l'abrouissement annuel comme la méthode d'EIBERLE (1980), mais contrairement à celle-ci en se basant sur une saisie unique et non destructrice de données.

Traduction: ANNE HEROLD

Summary

A New Method to Assess the Effects of Game-Browsing on Forest Regeneration

A forest inventory is an adequate tool to assess the effects of browsing game on forest regeneration. In the Swiss National Forest Inventory (LFI), assessment methods have been developed in order to estimate the annual browsing rate. This value can be compared with the sustainable browsing intensity (EIBERLE *et al.* 1983, 1984, 1985, 1987), which is an important indicator for the assessment of the regeneration potential.

Analyses of the LFI data showed that the different methods used in LFI 1 and in LFI 2 produced different values for the annual browsing rate. This discrepancy led to a critical reexamination of these methods.

In the context of the investigation presented here, 600 plants were checked three times a year for browsing damages over a period of three years. In addition to that, the changing aspect of the plants caused by browsing was simulated by a computer model. The results allowed a comparison between the respective methods of LFI 1 and LFI 2 with the annual browsing rate. The results obtained by the LFI-1-method strongly depended on the time of the year the assessment took place. The results obtained by the LFI-2-method considerably overestimated the annual browsing rate. Based on these findings we propose a modification of the LFI-2-method which produces, like the method used by EIBERLE (1980), an unbiased estimation of the annual browsing rate, but which works with a single, non-destructive assessment of the browsing effect.

Literaturverzeichnis

- ANONYMUS (1994): Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 1992–1997.
- EAFV (1988): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986. Ber. Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes. Nr. 305.
- EIBERLE, K. (1980): Methodische Möglichkeiten zum Verständnis der waldbaulich tragbaren Verbissbelastung. Schweiz. Z. Forstwes., 131, 4: 311–326.
- EIBERLE, K. (1985): Bergahorn und Esche: Belastungsgrenzen für den Wildverbiss. Schweiz. Z. Forstwes., 136, 10: 849–856.
- EIBERLE, K., DÜRR, C. (1985): Grenzen der Verbissbelastung für die Weisstanne (*Abies alba*) in der kollinen Stufe. Waldhygiene, 16, 3/4: 95–106.
- EIBERLE, K., NIGG, H. (1983): 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, 2: 97–110.
- EIBERLE, K., NIGG, H. (1987): Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z. Forstwes., 138, 9: 747–785.
- EIBERLE, K., ZEHNDER, U. (1985): Kriterien zur Beurteilung des Wildverbisses bei der Weisstanne. Schweiz. Z. Forstwes., 136, 5: 399–414.
- GADOLA, C., STIERLIN, H.R. (1978): Die Erfassung von Verbiss- und Fegeschäden in Jungwaldflächen. Ber. Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes. Nr. 185.
- KRISTÖFEL, F., POLLANSCHÜTZ, J. (1995): Entwicklung von Fichtenpflanzen nach Triebrückschnitten. Mitt. Forstl. Bundes-Vers.anst. Wien 85/1995.
- REIMOSER, F., ODERMATT, O., ROTH, R., SUCHANT, R. (1997): Die Beurteilung von Wildverbiss durch Soll-Ist-Vergleich. Allg. Forst-Jagdztg., 168, 214–227.
- REIMOSER, F. (1999): Hinweise zum richtigen Gebrauch von Verbisskennzahlen. Schweiz. Z. Forstwes., 150, 5: 184–186.
- STIERLIN, H.R., BRÄNDLI, U.-B., HEROLD, A., ZINGGELER, J. (1994): Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Felddaufnahmen der Erhebung 1993–1995. Birmensdorf, Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., 204 Seiten.
- ZINGG, A., BACHOFEN, H.H. (1988): Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Erstaufnahme 1982 – 1986. Ber. Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes. Nr. 304, 1988.
- ZINGGELER, J., SCHWYZER, A., DUC, P. (1999): Waldverjüngung. In: Brassel, P., Brändli, U.-B. (Red): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993 – 1995. Birmensdorf, Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, Stuttgart Wien: Haupt. 400 Seiten.

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

Verfasser:

ANDREAS SCHWYZER, dipl. Forst-Ing. ETH, und
JÜRIG ZINGGELER, dipl. Forst-Ing. ETH,
Abteilung Landschaftsinventuren, WSL, 8903 Birmensdorf.