

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 153 (2002)

**Heft:** 4

**Artikel:** Untersuchungen über die Entwicklung der Verjüngung und des Verbisses im Vivian-Sturmgebiet Pfäfers

**Autor:** Rüegg, Dani / Schwitter, Raphael

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098226>

### **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:** 02.05.2026

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

# Untersuchungen über die Entwicklung der Verjüngung und des Verbisses im Vivian-Sturmgebiet Pfäfers

DANI RÜEGG und RAPHAEL SCHWITTER

Keywords: Storm damages; natural regeneration; browsing; game management; canton of St. Gallen, Switzerland. FDK: 421.1 : 231 : 451.2 : 156.5 : 156.2 : (494.28)

## 1. Einleitung

Die Verjüngung stellt in grossen Bereichen des Schweizer Waldes ein Problem dar. Auf rund einem Viertel bis einem Drittel der Waldfläche ist die Verjüngung einzelner oder aller Baumarten wildtierbedingt verunmöglicht. Rund 350 000 ha sind in der Schweiz davon betroffen. Die nachhaltige Erfüllung der verschiedenen Waldfunktionen ist hier in Frage gestellt.<sup>1</sup>

Im Gebirgswald sind die Probleme besonders deutlich, weil die harten Lebensbedingungen und die limitierenden Faktoren den Verjüngungsprozess zusätzlich erschweren. Gegenüber den natürlichen Einschränkungen während der kurzen Vegetationsperiode bieten die standortsgemässen Baumarten am ehesten Gewähr für eine erfolgreiche Entwicklung. Bestockungen mit standortsgemässen Baumarten sind auch Voraussetzung für eine nachhaltige Erfüllung der Schutzfunktion.

Sollen praxistaugliche Grundlagen für die waldbauliche und jagdliche Massnahmenplanung und die Erfolgskontrolle bereitgestellt werden, haben Grenzwerte eine ganz besondere Bedeutung. Art und Umfang von Massnahmen werden auf Indikatoren abgestützt, welche die Entwicklung frühzeitig erkennen lassen. Die Indikatoren haben einen direkten Bezug zur Wahrscheinlichkeit eines Schadens. Grenzwerte bezeichnen diejenigen kritischen Punkte, bei denen die Wahrscheinlichkeit eines in Zukunft eintretenden Schadens als zu hoch erachtet wird. Werden diese Grenzwerte überschritten, so werden Massnahmen getroffen (RÜEGG 1999).

Dieses Vorgehen ist unter anderem dort geeignet, wo sich der Zeitpunkt der Verursachung und des Eintretens eines allfälligen Schaden sehr stark unterscheiden. Ganz besonders gilt das für Einflüsse auf die Verjüngung des Waldes. Geht es nun darum, den Einfluss der Wildtiere so zu begrenzen, dass der Wald seine Funktionen in Zukunft erfüllen kann, so bietet sich die Verbissintensität innerhalb eines Jahres als messbare Grösse und als geeigneter Indikator an (RÜEGG 1999).

Grenzwerte für die Verbissintensität wurden u.a. von EIBERLE & NIGG (1987) hergeleitet. Die kritische Verbissintensität bedeutet, dass die Bäume einen durchschnittlichen Höhenzuwachsverlust von 25% erleiden. Bei diesem Höhenzuwachsverlust sterben Bäume verbissbedingt ab und der Anteil bevorzugter oder empfindlicher Baumarten nimmt ab. Steigt die Verbissintensität weiter an, nimmt auch der Anteil der absterbenden Bäume weiter zu. Verbissbedingte Verluste einzelner Baumarten oder übermässige Verschiebungen in der Baumartenzusammensetzung können vermieden werden, wenn die Verbissintensität längerfristig kleiner als der kritische Wert ist.<sup>2</sup>

Aufgrund der Verbissintensitäten kann auch die zu erwartende Mortalität in Anteilen der Stammzahl abgeschätzt werden (EIBERLE 1989). Dabei zeigt sich, dass sich Nadelbäume und Laubbäume grundsätzlich verschieden verhalten und dass bei

den Nadelbäumen der Bereich zwischen keinem wildtierbedingten Ausfall und einem totalen so klein ist, dass die Verbissintensität nicht gutachtlich beurteilt werden sollte.

Die Grenzwerte sind nicht auf bestimmte Wuchsbedingungen ausgerichtet, also nicht differenziert nach Waldgesellschaften, Übershirmung, Exposition oder Bodenverhältnissen. Für Wildfragen wird die Untersuchungseinheit weniger nach vegetationskundlichen Standortsfaktoren abgegrenzt. Es wird ein Wildraum betrachtet. Dieser umfasst naturgemäss Teilflächen mit sehr unterschiedlichen Wuchsbedingungen. Die Grenzwerte sollen deshalb mit Vorsicht auf einzelne Teilflächen eines Wildraumes bezogen werden. In der Praxis geht es aber gerade um diese einzelnen Teilflächen: eine Sturmfläche, ein besonderer Schutzwald, ein Perimeter eines Waldbauprojektes.

Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, die Entwicklung der Verjüngung und der Verbissintensität zu vergleichen, um die Praxistauglichkeit von Grenzwerten in einzelnen Teilflächen zu überprüfen. Sie erfolgt aus aktuellem Anlass auf Sturmflächen mit besonderer Berücksichtigung der Tanne, weil diese Baumart im Zusammenhang mit Wildtieren, Schutzwald und Verjüngung am meisten in den Schlagzeilen ist. Zudem stellt sich die Frage, welche Rolle die schon unter Schirm vorhandene Verjüngung für die Wiederbewaldung auf den Sturmflächen spielt.

Der Aufsatz konzentriert sich auf die oben formulierten Problemstellungen am Beispiel von benachbarten Sturmflächen in Pfäfers (SG). Die Arbeit stützt sich auf umfassende Untersuchungen über die Entwicklung der Verjüngung und das Verhalten von Schalenwild (RÜEGG *et al.* 2001). Sie sind als Fallbeispiele Bestandteil einer Dokumentation über die Entwicklung der Verjüngung und das Verhalten von Schalenwild auf Sturmflächen (RÜEGG & NIGG 2000). Die Ergebnisse dienen u.a. für die Herleitung von Kennwerten der Verjüngung. Die Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» (WASSER & FREHNER 1996) soll damit ergänzt werden.

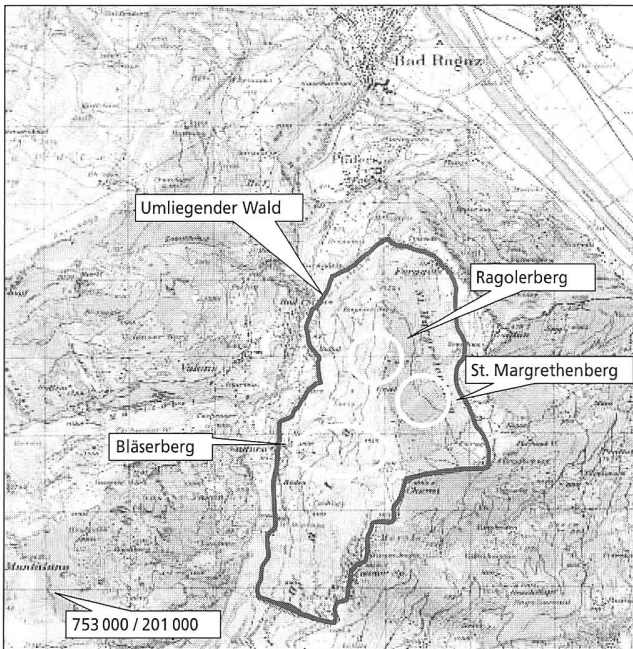
## 2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im St. Galler Oberland in der Gemeinde Pfäfers. Der Orkan «Vivian» hat vor allem in dem nach Norden offenen vorderen Teil des Taminatals grosse Schäden angerichtet. Im Revier Pfäfers (900 ha) entsprach das geworfene Holzvolumen einer 15-fachen Jahresnutzung. Die betroffenen Waldungen in einem Gebiet von fast 500 ha wurden in einem Projekt zusammengefasst (*Abbildung 1*), dessen Massnahmen sowohl die Wiederherstellung der zerstörten Flächen wie auch präventive Eingriffe in den nicht geschädigten Beständen betreffen (SCHWITTER 1996). Durch die Einwirkung von Borkenkäfern und Folgestürmen erweiterten sich die entwaldeten Flächen (*Tabelle 1*).

Die im vorliegenden Aufsatz beschriebenen Flächen liegen alle an den Ost- und Westhängen des nach Norden gerichteten Ausläufers des Calanda. Sie erstrecken sich von der untermontanen (800 m) bis zur subalpinen (1800 m) Stufe.

<sup>1</sup> Schweizerischer Forstverein, 2001: Manifest für eine praxisorientierte Forschung zur Wald-Wildtier-Lebensraum-Frage, <http://www.forest.ch>.

<sup>2</sup> Schweizerischer Forstverein, 2002: Verbiss und die häufigsten Fragen dazu, <http://www.forest.ch>.



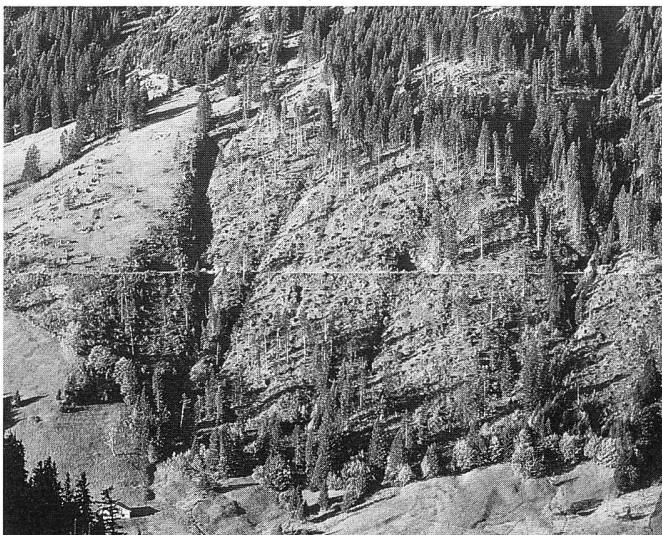
**Abbildung 1:** Untersuchungsgebiet «Vivian-Sturmflächen Pfäfers» (Landeskarte 1:50 000, Blatt 5012). Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie (BA024180).

**Tabelle 1:** Sturmschäden im Untersuchungsgebiet von 485 ha Waldfläche.

Sturm 1990	Folgeeinwirkungen bis 1996 *		
Totalschaden	119 ha	+ 12 ha	Total 131 ha
Mittlere Schäden	8 ha	+ 9 ha	Total 17 ha
Leichte Schäden	19 ha	+ 12 ha	Total 31 ha
Schadholzmenge geschätzt	40 000 m <sup>3</sup>	+ 7 000 m <sup>3</sup>	47 000 m <sup>3</sup>
davon Schadholz genutzt	32 000 m <sup>3</sup>	+ 3 500 m <sup>3</sup>	35 500 m <sup>3</sup>

\* Ursache Borkenkäfer sowie Windwurf der Jahre 1990 bis 1996.

Das Klima ist dank des Föhns relativ mild; beim Talausgang steigen die Rebberge bis auf 700 m ü.M. an. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt zirka 7 °C, die durchschnittlichen Jahresniederschläge 1500 mm. Der Grossteil des Untersuchungsgebietes ist dem Westwind ausgesetzt. Dieser bringt vor allem im Sommer Starkniederschläge. Beeinflusst durch den zwischenalpiner Klimacharakter, fällt die Schneehöhe weniger mächtig aus als in den weiter nördlich angrenzenden Gebieten. Während der Untersuchungsperiode von 1985 bis



**Abbildung 3:** Gegenhangaufnahme des Untersuchungsgebietes Bläserberg nach dem Sturm (Foto: Raphael Schwitter).

**Abbildung 2:** Gegenhangaufnahme des Untersuchungsgebietes St. Margrethenberg 1990 (Foto: Raphael Schwitter).

2000 fallen die Winter von 1990 bis 1997 relativ mild aus. Danach folgen die strengen Winter 1998/99 und 1999/2000.

Die geologische Unterlage im Projektperimeter besteht zur Hauptsache aus Wildflysch und Dachschiefern. Wildflysch tritt im oberen Teil des Ragolerberges auf. Dachschiefer dominiert auf den übrigen Gebieten (GEOTECHNISCHE KARTE 1963). Aus dem leicht verwitterbaren Material entstehen vor allem schwach saure Mull-Braunerden mit guter Nährstoff- und Wasserspeicherung. Der Standort St. Margrethenberg ist ziemlich wüchsig auf etwas labilem Untergrund. Beim Ragolerberg herrschen die typischen wechselfeuchten Bedingungen der Mergelsteilhänge vor. Der Standort ist stellenweise flachgründig und instabil (FREY 1991).

Im Untersuchungsgebiet breitet sich der Wald von der untermontanen bis zur subalpinen Höhenstufe aus. Es stocken Buchen-, Tannen-Buchen-, Tannen-Fichten- und Fichten-Wälder. Die prozentualen Anteile der Standortgruppen sind in *Tabelle 2* verdeutlicht.

**Tabelle 2:** Untersuchungsgebiete und Anteile von Standortgruppen.

	Buchenwälder	Tannen-Buchen-Wälder	Tannen-Fichten-Wälder	Fichtenwälder
St. Margrethenberg	9%	21%	71%	0%
Ragolerberg	0%	37%	60%	3%
Bläserberg	0%	88%	12%	0%

Die Wälder haben vorrangig Schutzfunktion, insbesondere gegenüber Lawinen, die wichtige Verbindungsstrassen und einzelne Gehöfte bedrohen. Nach dem Sturm mussten einzelne Teilflächen mit temporären Holzschneerechen verbaut werden.

Die Wiederbewaldung soll vorwiegend auf dem Weg der natürlichen Verjüngung erfolgen. Pflanzungen erfolgen an Steilhängen und in den verbauten Flächen. Auf das Ausmähen und Massnahmen zum Schutz der Verjüngung wird grundsätzlich verzichtet. Nur die verbauten Flächen werden eingezäunt.

Nach dem Rückgang der Käfergefahr werden in den umliegenden, nicht zerstörten Beständen Hiebe zur Förderung der Stabilität und zur Einleitung der Verjüngung durchgeführt. Durch Schaffung von kleinen Öffnungen im Kronendach werden Ansamung und Anwuchs von Tanne ermöglicht. Später sollen die vorhandenen Verjüngungsansätze durch eine Erweiterung der Öffnungen gefördert werden (SCHWITTER 2000a).

In drei Gebieten der Sturmflächen werden seit 1994 die Verjüngung und der Verbiss kontrolliert. Die Fläche St. Margrethenberg (Abbildung 2) liegt am östlich exponierten Hang des Projektperimeters. Nach dem Sturm wurde eine grobe Schlagräumung vorgenommen, Pflanzungen wurden hier keine ausgeführt. Die Flächen Bläserberg und Ragolerberg (Abbildung 3) liegen am Westhang gegen das Taminatal. Auch diese Flächen wurden geräumt, Pflanzungen erfolgten vor allem in der steilen Fläche Ragolerberg. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden innerhalb des Untersuchungsgebietes auch im umliegenden Wald der Sturmflächen Erhebungen zur Verjüngung durchgeführt (RIEDER 1999).

### 3. Methoden

Für die Verjüngungskontrolle werden 1994 auf den Indikatorflächen temporäre Stichprobennetze eingerichtet mit Probenflächen von fünf Metern Radius im Abstand von fünfzig Metern. 1996 werden die Zentren der Probenflächen markiert, um die positiven Effekte permanenter Probenflächen nutzen zu können (Transparenz der Daten, kleinere Streuung der Entwicklungen, kleinere Wegzeiten durch Erfahrungen aus den vorgängigen Inventuren).

Seit 1994 werden jährlich im Frühling die vorkommenden Pflanzen nach Baumart, Grössenklasse (0,1 bis 0,39 m; 0,4 bis 0,69 m; 0,7 bis 0,99 m; 1,0 bis 1,29 m;  $\geq 1,3$  m) und Verbiss am Gipfeltrieb (während der Vegetationsperiode des Vorjahres und der Ruheperiode direkt vor dem Aufnahmezeitpunkt) erfasst. Der Anteil der Verjüngung 1994, welcher bereits vor Vivian vorhanden war, wird folgendermassen geschätzt:

- Von der Stammzahldichte 1994 werden die Pflanzungen subtrahiert, welche in den Jahren 1990 bis 1994 erfolgten, das ergibt die Naturverjüngung 1994.
- Für Fichte und Tanne werden ausgehend von der Naturverjüngung 1994 die Pflanzen mit den Grössenklassen ab 0,1 m der Verjüngung vor Vivian zugeordnet. Es wird dabei angenommen, dass Fichten und Tannen mehr als fünf Jahre benötigen, bis sie 0,1 m gross sind (RÜEGG 1999).
- Für Ahorn, Esche, Vogelbeere, Buche und übrige Laubbäume werden ausgehend von der Naturverjüngung 1994 die Pflanzen mit den Grössenklassen ab 0,4 m der Verjüngung vor Vivian zugeordnet. Die Pflanzen der Grössenklasse 0,1 bis 0,39 m werden zur Hälfte der Verjüngung vor Vivian zugerechnet.

Die Grenzwerte der Verbissintensität für einzelne Baumarten sind in EIBERLE & NIGG (1987) hergeleitet (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Grenzwerte der Verbissintensität.**

Baumarten	Ahorn	Vogelbeere *	Tanne	Fichte
Grenzwert	30%	35%	9%	12%

\* Der Wert von Vogelbeere ist entsprechend dem Wachstumsverlauf dieser Baumart und ihrer Reaktion auf Gipfeltriebverletzungen im Vergleich zu den übrigen Baumarten abgeleitet.

Bei der Verbissintensität wird von «über dem Grenzwert nach Eiberle» gesprochen, wenn der ganze 95%-Vertrauensbereich oberhalb des entsprechenden Grenzwertes liegt. Von «im Bereich des Grenzwertes nach Eiberle» wird gesprochen, wenn der Vertrauensbereich den Grenzwert mit beinhaltet

und von «unter dem Grenzwert nach Eiberle», wenn der ganze Vertrauensbereich unterhalb des Grenzwertes liegt. Überschreitet die Verbissintensität den Grenzwert während mehrerer Jahre, so ist das Risiko gross, dass in Zukunft erhebliche Anteile dieser Baumarten ausfallen werden.

Anhand der Beziehungen zwischen Verbissintensität (I) und dem Ausfall der Verjüngung kann auch der Anteil der wildtierbedingten Mortalität (E) errechnet werden (EIBERLE 1989, RÜEGG 1999). Er beträgt für Tanne in Prozent:

$$\begin{aligned} \text{Wenn } 8,68 < I < 37,15 \text{ dann} & \quad E = -30,49098 + 3,51289 \cdot I \\ \text{Wenn } I \leq 8,68 \text{ dann} & \quad E = 0 \\ \text{Wenn } I \geq 37,15 \text{ dann} & \quad E = 100 \end{aligned}$$

Die Mortalität nimmt bei einer Verbissintensität zwischen 9 und 37% rasch von 0 auf 100% zu. Der Übergang von erfolgreicher Verjüngung zu einem Totalausfall erfolgt innerhalb eines engen Bereiches der Verbissintensität (Abbildung 11). Gefühlmässig oder gutachtlich können diese «Feinheiten» der Verbissintensität kaum auseinandergehalten werden. Es ist deshalb nur mit Messungen feststellbar, ob der vorliegende Verbiss ein Risiko für die Tanne darstellt.<sup>3</sup>

Im Folgenden werden beispielhaft für andere Flächen und Baumarten die Ergebnisse der beiden Indikatorflächen St. Margrethenberg und Bläserberg im Detail dargestellt.

### 4. Ergebnisse

#### St. Margrethenberg

Die mittlere Stammzahl in der Indikatorfläche St. Margrethenberg beträgt 1994 10 792 Pfl/ha. Es handelt sich fast ausschliesslich um Naturverjüngung. Rund die Hälfte der Probenflächen weisen eine kleine Stammzahldichte von weniger als 2500 Pfl/ha auf. Auf fast einem Viertel der Flächen ist die Dichte grösser als 10 000 Pfl/ha. Der Anwuchs (Grössenklasse 0,1 bis 0,39 m) macht den Hauptteil der Verjüngung aus. Er ist von Tanne stark dominiert. Im Aufwuchs (Grössenklassen  $\geq 0,4$  m) sind insgesamt bereits 3102 Pfl/ha vorhanden. Rund zwei Drittel davon sind Vogelbeeren (Abbildung 4).

Praktisch die gesamte Verjüngung von 1994, oder 10 618 Pfl/ha, war bereits vor Vivian vorhanden. Die Verjüngung vor Vivian bestand vor allem aus Tanne (etwa 55%), Vogelbeere und Fichte (je etwa 20%). Ahorn, Buche und übrige Laubbäume kamen zu geringeren Teilen vor (1 bis 3%). Vor Vivian war ein üppiger Tannenteppich und Vogelbeerwäldchen vorhanden. Sie weisen darauf hin, dass der Verbiss klein war (STEFAN 2002).

Von 1994 bis 2001 hat der Anteil der Probenflächen mit einer kleinen Pflanzendichte von weniger als 2500 Pfl/ha auf rund einen Viertel abgenommen. Diese Probenflächen sind nun in den Klassen von 2500 bis 10 000 Pfl/ha zu finden. Der Anteil mit einer grossen Dichte hingegen hat sich nur wenig verändert. Die Stammzahl hat ebenfalls abgenommen. Im Jahr 2001 beträgt sie noch 8219 Pfl/ha. Die meisten Pflanzen sind heute im Aufwuchs ab 0,4 m anzutreffen. Die Tanne ist sowohl im Aufwuchs wie im Aufwuchs die häufigste Baumart. Ab 1,3 m dominiert Vogelbeere. Im Aufwuchs sind weiter auch Ahorn und Fichte bedeutend.

Die Stammzahl hat vor allem im Aufwuchs stark abgenommen. Im Jahr 2001 beträgt sie lediglich noch 1922 Pfl/ha, 75% weniger als 1994 (Abbildung 4). Es kann angenommen werden, dass dies vor allem wegen der fortgeschrittenen Verjüngung der Fall ist. Die Stammzahldichte ist heute auch kleiner als vor dem Sturm Vivian (Abbildung 5). Neuansamung kann nur vereinzelt festgestellt werden. Ein Grossteil der heutigen

<sup>3</sup> Schweizerischer Forstverein, 2002: Verbiss und die häufigsten Fragen dazu, <http://www.forest.ch>.

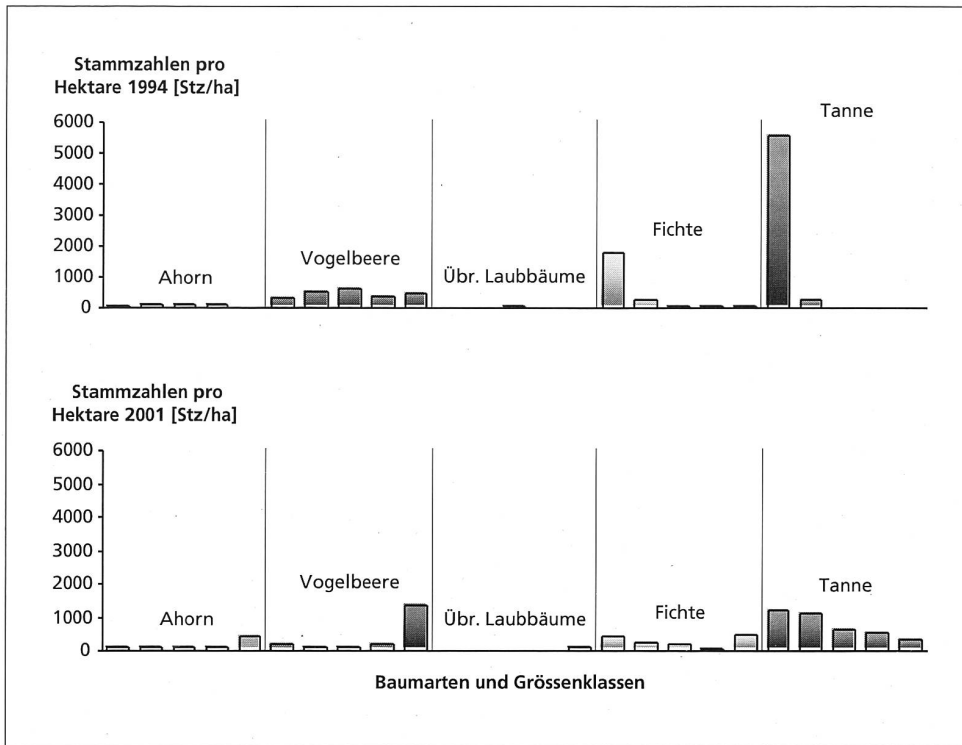


Abbildung 4: Stammzahlen in der Indikatorfläche St. Margrethenberg (1994 und 2001). Die Grössenklassen pro Baumart lauten von links nach rechts 0,1 bis 0,39 m; 0,4 bis 0,69 m; 0,7 bis 0,99 m; 1,0 bis 1,29 m;  $\geq 1,3$  m.

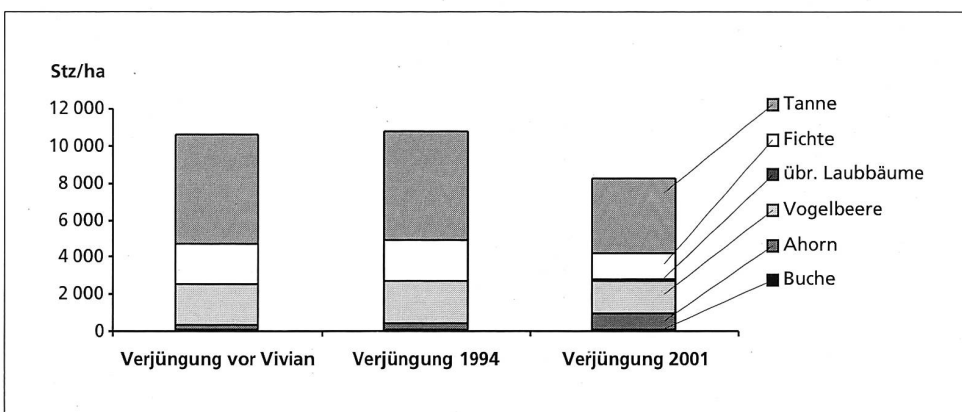


Abbildung 5: Vergleich der Pflanzendichte vor Vivian und 1994 und 2001 in der Indikatorfläche St. Margrethenberg.

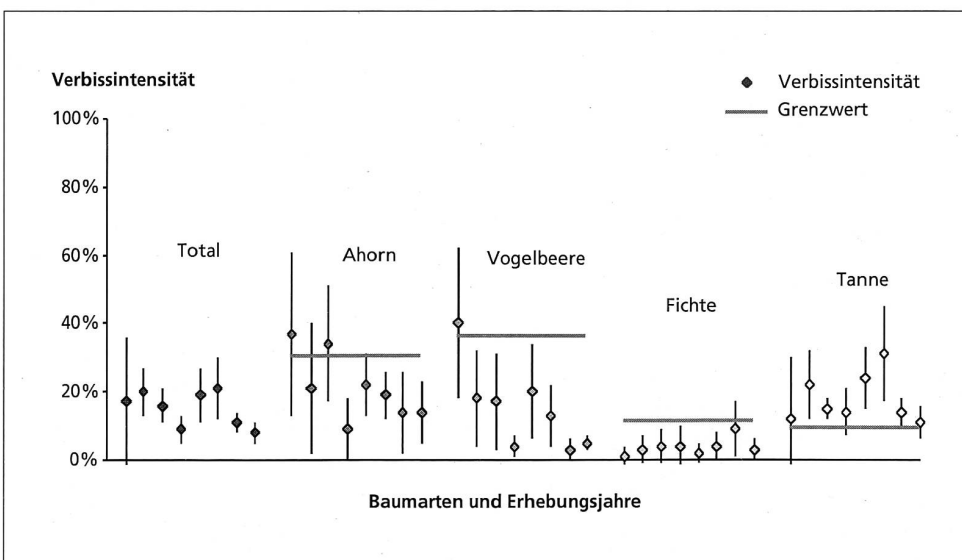


Abbildung 6: Verbissintensität ausgewählter Baumarten in der Indikatorfläche St. Margrethenberg (1994 bis 2001). Der 95%-Vertrauensbereich ist mit einer senkrechten Linie angegeben.

Verjüngung ist aus Ansamung hervorgegangen, die bereits vor dem Sturm da war.

Knapp jede fünfte Pflanze wird 1994 innerhalb eines Jahres am Gipfeltrieb verbissen. Bei keiner Baumart ist die Verbissintensität signifikant über dem Grenzwert. Bei Vogelbeere, Ahorn und Tanne ist sie im Bereich des Grenzwertes nach Eiberle (*Abbildung 6*). Bei Tanne ist die Verbissintensität von 1994 bis 2001 mehrheitlich über dem Grenzwert nach Eiberle. Bei Ahorn liegen die Werte je zur Hälfte im Bereich bzw. unter dem Grenzwert. Bei Vogelbeere und Fichte ist einer von acht im Bereich des Grenzwertes, die andern darunter. Vogelbeere und Ahorn weisen einen klaren Trend zur Abnahme vor. Im Jahr 2001 wird die tiefste Verbissintensität gemessen. Einzig bei Tanne ist sie im Bereich des Grenzwertes, bei den übrigen Baumarten ist sie darunter (*Abbildung 6*).

Die wildtierbedingte Mortalität ist bei allen Baumarten mit Ausnahme der Tanne vernachlässigbar klein. Diese Baumarten werden durch den Verbiss nicht im Wachstum gehindert. Indirekt werden sie durch den stärkeren Verbiss der Tanne gefördert. Bei Tanne ist bei den vorliegenden Verbissintensitäten mit einem Ausfall der Verjüngung in der Grössenordnung von rund einem Drittel der Stammzahl zu rechnen (*Tabelle 4*). Vom Ausfall ist vor allem der Anwuchs betroffen, welcher nicht aufwachsen kann und in der Krautschicht verbleibt. Der Aufwuchs entwickelt sich etwas langsamer. Es ist anzunehmen, dass die Dominanz der Tanne noch ausgeprägter wäre, wenn sie durch den Verbiss nicht etwas zurückgehalten worden wäre.

**Tabelle 4:** Mittel der Verbissintensitäten und wildtierbedingte Mortalität in der Indikatorfläche St. Margrethenberg (1994 bis 2001).

	Ahorn	Vogelbeere	Fichte	Tanne
Mittel der Verbissintensitäten 1994 bis 2001	20%	15%	4%	18%
Wildtierbedingte Mortalität	7%	0%	0%	33%

## Bläserberg

Die mittlere Stammzahl in der Indikatorfläche Bläserberg beträgt 1994 8136 Pfl/ha. 45% der Probeflächen weisen eine kleine Stammzahldichte von weniger als 2500 Pfl/ha auf. Bei 27% der Flächen ist die Dichte grösser als 10000 Pfl/ha. Die Anwuchsphase macht den Hauptteil der Verjüngung aus. Erst wenige Pflanzen sind im Aufwuchs ab 0,4 m anzutreffen (*Abbildung 7*). Die Tanne ist die häufigste Baumart.

Zirka drei Viertel der Verjüngung von 1994 oder 6100 Pfl/ha waren bereits vor Vivian vorhanden. Die Verjüngung vor Vivian besteht vor allem aus Tanne (etwa 40%) und Fichte (etwa 22%). Ahorn, Vogelbeere und übrige Laubbäume kommen zu geringeren Teilen vor (10 bis 13%). Von 1994 bis 2001 ist der Anteil der Probeflächen mit einer kleinen Pflanzendichte von weniger als 2500 Pfl/ha gleich geblieben. Derjenige mit einer grossen Dichte hat abgenommen. Die Stammzahl hat von 1994 bis 2001 abgenommen. Im Jahr 2001 beträgt sie noch 5152 Pfl/ha. Die meisten Pflanzen sind heute im Aufwuchs ab 0,4 m anzutreffen (*Abbildung 7*). Im Aufwuchs dominieren Ahorn, Vogelbeere die übrigen Laubbäume und Lärche. Die Tanne verbleibt im Anwuchs.

Im Anwuchs hat die Stammzahl stark abgenommen. Im Jahr 2001 beträgt sie lediglich noch 1053 Pfl/ha, 80% weniger als 1994. Es ist nicht anzunehmen, dass dies alleine wegen der fortgeschrittenen Verjüngung der Fall ist. Die Pflanzendichte ist heute auf rund der Hälfte der Fläche kleiner als 2500 Pfl/ha. Sie ist auch kleiner als sie für die Verjüngung vor Vivian berechnet wurde (*Abbildung 8*). Auffallend ist das Auftreten der Lärche (1994) und ihre rasche Verlagerung in die Grössenklassen ab 1,3 m (*Abbildung 7*).

Jede dritte Pflanze wird 1994 innerhalb eines Jahres am Gipfeltrieb verbissen. Bei Tanne ist die Verbissintensität über dem Grenzwert nach Eiberle. Bei Ahorn und Vogelbeere liegt sie im Bereich des Grenzwertes. Auch bei den übrigen Laubbäumen und Lärche ist der Verbiss hoch. Einzig bei Fichte ist die Verbissintensität unterhalb des Grenzwertes (*Abbildung 9*). Bei Ahorn liegen sämtliche Werte von 1994 bis 2001 im Bereich des Grenzwertes. Vogelbeere weist einen klaren Trend zur Abnahme auf; 1997 liegt die Verbissintensität über dem Grenzwert, während fünf Jahren liegt sie in dessen Bereich und im Jahr 2001 liegt sie erstmals unterhalb des Grenzwertes. Auch Fichte und Lärche zeigen eine Abnahme. Einzig bei der Tanne ist die Verbissintensität in fast allen Beobachtungsjahren über dem Grenzwert.

Die wildtierbedingte Mortalität ist bei Fichte, Esche, Buche, den übrigen Laubbäumen und Lärche vernachlässigbar klein. Sie werden durch den Verbiss nicht gehindert im Wachstum. Indirekt werden sie durch den stärkeren Verbiss der anderen Baumarten gefördert. Bei Ahorn und Vogelbeere ist bei den vorliegenden Verbissintensitäten mit einem Ausfall der Verjüngung in der Grössenordnung von einem Viertel bis einem Drittel der Stammzahl zu rechnen (*Tabelle 5*). Vom Ausfall ist vor allem die beginnende Verjüngung betroffen, welche nicht aufwachsen kann und abstirbt.

Bei Tanne ist bei den vorliegenden Verbissintensitäten mit einem Totalausfall zu rechnen (*Tabelle 5*). Sie kann nicht aufwachsen, weil sie regelmässig verbissen wird. Deshalb bleibt sie auch über die ganze Zeit nach Vivian im Anwuchs sitzen.

**Tabelle 5:** Mittel der Verbissintensitäten und wildtierbedingte Mortalität in der Indikatorfläche Bläserberg (1994 bis 2001).

	Ahorn	Vogelbeere	Fichte	Tanne
Mittel der Verbissintensitäten 1994 bis 2001	43%	42%	6%	47%
Wildtierbedingte Mortalität	25%	35%	0%	100%

## Stammzahl- und Verbissentwicklung der Tanne im Vergleich mit Grenzwerten

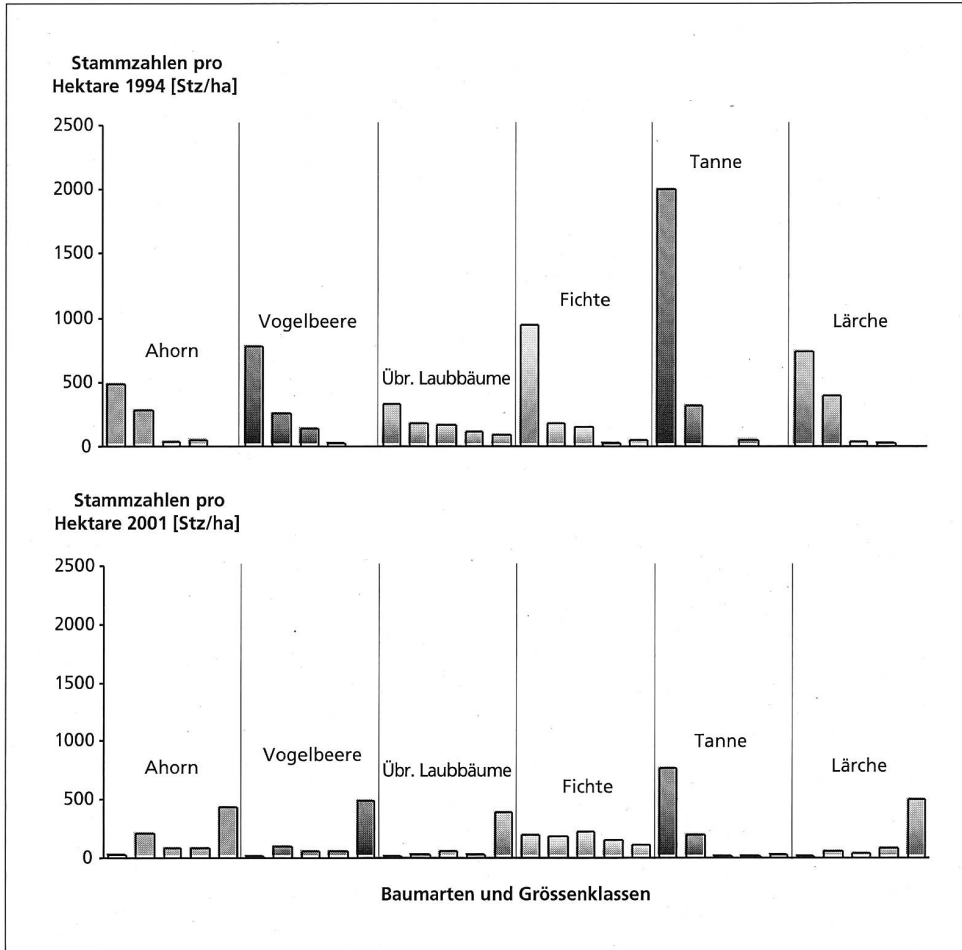
In beiden Flächen ist die Tanne 1994 die häufigste Baumart. In der Fläche St. Margrethenberg beträgt die Stammzahl 5876 Pfl/ha und am Bläserberg 2385 Pfl/ha. Die Verteilung innerhalb der Grössenklassen im Jahr 1994 ist auf beiden Sturmflächen ähnlich: grosser Anteil in der Grössenklasse 0,1 bis 0,39 m, geringer Anteil in der Grössenklasse 0,4 bis 0,69 m und fehlende Verjüngung in den oberen Grössenklassen (*Abbildung 10*).

In den folgenden Jahren sinkt die Gesamtstammzahl etwa um die Hälfte. Erwartungsgemäss findet vorerst eine Abnahme in der Grössenklasse 0,1 bis 0,39 m statt; aber einzig beim St. Margrethenberg ist ein Einwuchs in die oberen Grössenklassen beobachtbar. Bei einer durchschnittlichen Verbissintensität von 18% sind in der Zwischenzeit über 850 Tannen pro ha grösser als ein Meter geworden. Im Bläserberg mit der hohen Verbissintensität von durchschnittlich 47% nimmt die Stammzahl ab, ohne dass ein Einwachsen in die oberen Grössenklassen stattfindet. Die Tanne wird hier bei gleichbleibender Verbissintensität in den nächsten Jahren verschwinden.

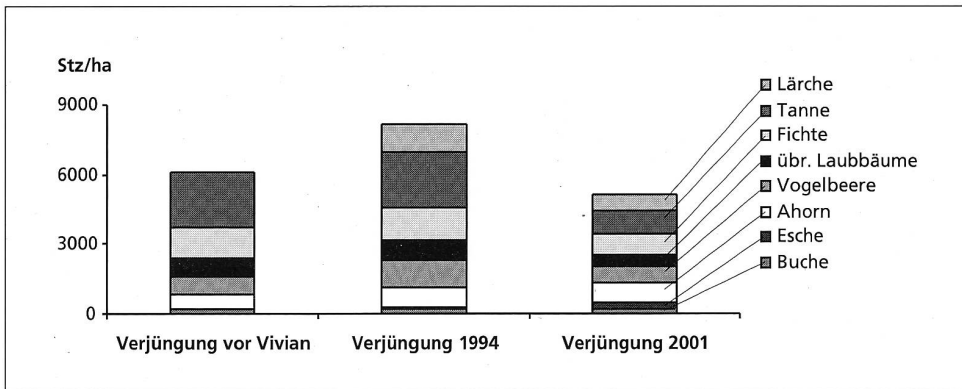
## 5. Diskussion

### Verjüngung unter Schirm und Wiederbewaldung nach Stürmen

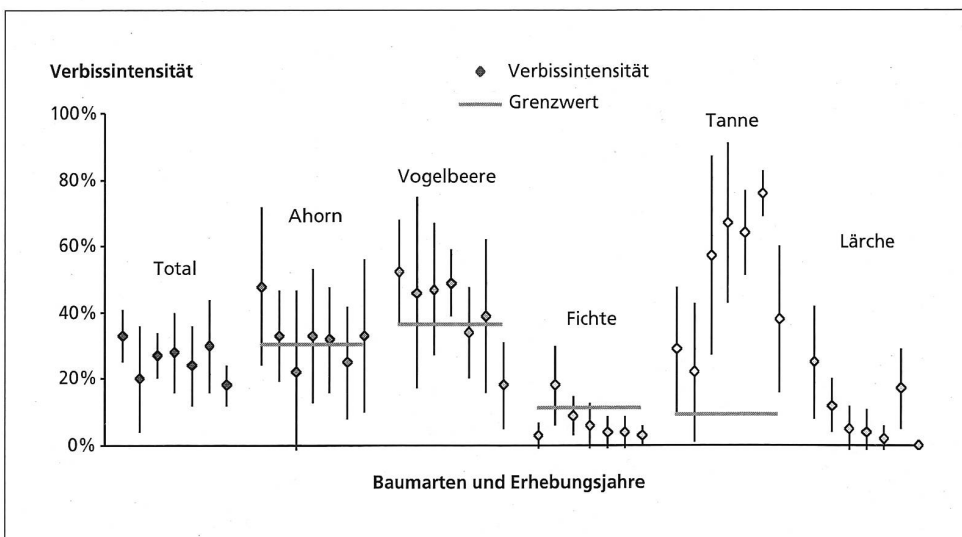
Ein Grossteil der heutigen Verjüngung auf den Sturmflächen ist aus Ansamung hervorgegangen, die bereits vor dem Sturm erfolgte. Dabei war die Ausgangssituation auf den Sturmflä-



**Abbildung 7:** Stammzahlen in der Indikatorfläche Bläserberg (1994 und 2001). Die Grössenklassen pro Baumart lauten von links nach rechts 0,1 bis 0,39 m; 0,4 bis 0,69 m; 0,7 bis 0,99 m; 1,0 bis 1,29 m;  $\geq 1,3$  m.



**Abbildung 8:** Vergleich der Pflanzendichte vor Vivian mit derjenigen von 1994 und 2001 in der Indikatorfläche Bläserberg.



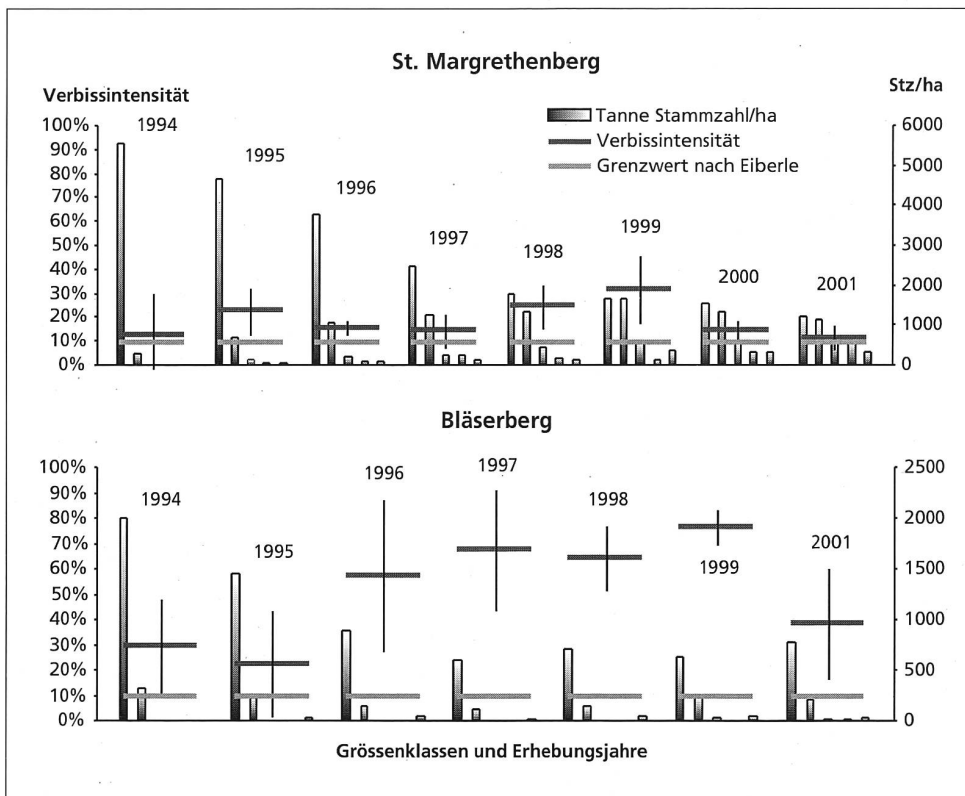
**Abbildung 9:** Verbissintensität ausgewählter Baumarten in der Indikatorfläche Bläserberg (1994 bis 2001, ohne das Jahr 2000). Der 95%-Vertrauensbereich ist mit einer senkrechten Linie angegeben.

chen sehr unterschiedlich. Am besten gestellt war die Fläche St. Margrethenberg. Sie wies rund das Doppelte der Verjüngung des Bläserberges auf. Die Anteile der verschiedenen Grössenklassen auf den Sturmflächen vor Vivian waren vergleichbar. Der Grossteil der Pflanzen wartete im Anwuchs; erst ein geringer Teil befand sich bereits im Aufwuchs. Die Präsenz dieses «Verjüngungsteppichs» lässt darauf schliessen, dass die Verbissintensität in diesen beiden Flächen in der Zeit vor dem Sturm verhältnismässig tief war.

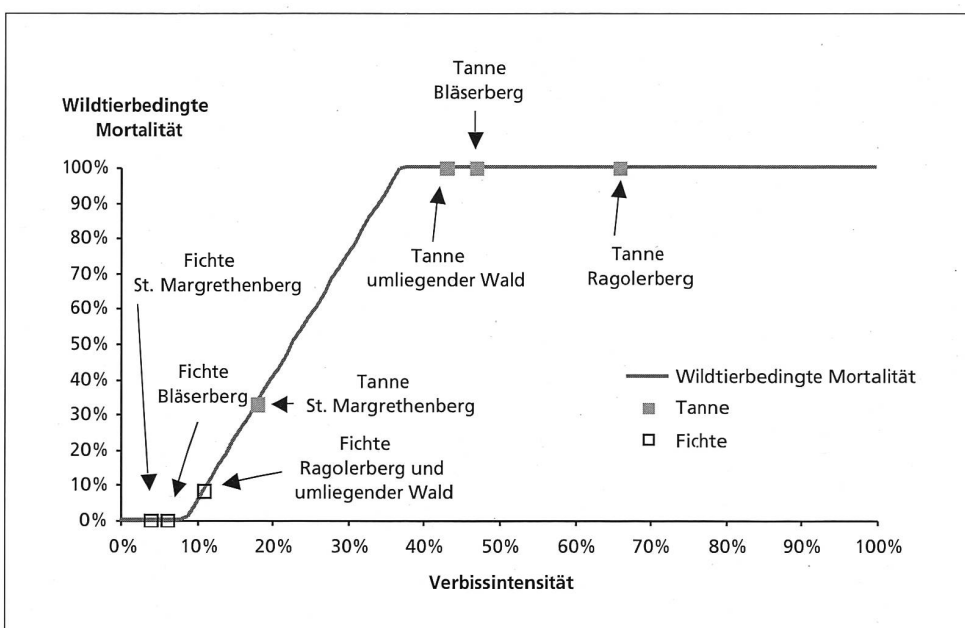
Seit 1994 hat die Pflanzendichte auf den Sturmflächen abgenommen. Dies bedeutet, dass der Einwuchs geringer ist als der Auswuchs und der Ausfall zusammen. Da bei den Messungen auf den Sturmflächen keine obere Grenze festgelegt wurde, ist auch kein Auswuchs gemessen worden. Es handelt sich also ausschliesslich um abgestorbene Bäume, welche zur Stammzahlreduktion beigetragen haben. Dies ist ein natür-

licher Prozess bei der Waldentwicklung. Am St. Margrethenberg ist diese Entwicklung verbunden mit zunehmenden Stammzahlen aller Baumarten in den Grössenklassen des Aufwuchses. Am Bläserberg hingegen ist das bei Tanne im Speziellen nicht der Fall und sie kümmert im Anwuchs. Die Ausfälle sind hier vorwiegend auf den Wildtierverbiss zurückzuführen. Neuansamung kann mit Ausnahme der Lärche am Bläserberg nur sehr spärlich gefunden werden.

Aus heutiger Sicht wird die Pflanzendichte für beide Flächen als ausreichend beurteilt. Nachpflanzungen wurden damals und werden auch gegenwärtig nicht in Betracht gezogen. Hingegen wird es nur in der Fläche St. Margrethenberg gelingen, die gewünschte Baumartenmischung zu erreichen – am Bläserberg fehlt die Tanne im Aufwuchs. Die Beurteilung der Verjüngungssituation stützt sich damit weniger auf die absoluten Pflanzenzahlen als vielmehr auf die standortgerechte



**Abbildung 10:** Tanne mit Stammzahl pro Grössenklasse und Verbissintensität. Die Grössenklassen pro Jahr lauten von links nach rechts 0,1 bis 0,39 m; 0,4 bis 0,69 m; 0,7 bis 0,99 m; 1,0 bis 1,29 m;  $\geq 1,3$  m.



**Abbildung 11:** Wildtierbedingte Mortalität bei Nadelbäumen. Für die Sturmflächen ist das Mittel der Verbissintensitäten 1994 bis 2001 abgebildet, für den umliegenden Wald die Verbissintensität 1999.

Mischung und auf die Entwicklung der vorhandenen Pflanzen. Diese Feststellung ist für die Herleitung von Sollwerten für die Verjüngung in der montanen Stufe zu beachten.

Die Beobachtungen in den beiden Flächen zeigen, dass die Verjüngung unter Schirm entscheidend ist für die Entwicklung der Verjüngung und die Wiederbewaldung nach Flächenschäden. Innerhalb von elf Jahren erreicht die Verjüngung in den mittleren Lagen des Untersuchungsgebietes das Dickungsstadium. Risiken und Folgekosten von Naturereignissen können erheblich reduziert werden, wenn unter Schirm genügend Verjüngung vorhanden ist.

### Entwicklung der Verjüngung und der Verbissintensität im Vergleich mit Grenzwerten

Die Verbissintensität variiert von Jahr zu Jahr. In der Zeit zwischen 1994 und 2001 kann allgemein eine schwach abnehmende Tendenz festgestellt werden. Für die Baumarten Ahorn, Vogelbeere und Fichte liegt die Verbissintensität nur ausnahmsweise signifikant über den Grenzwerten, wobei die Werte im Bläserberg in einem mittleren Bereich und am St. Margrethenberg am tiefsten liegen. Unter den aktuellen Bedingungen scheint das Aufkommen dieser Baumarten gesichert.

Die Verbissintensität bei der Tanne liegt entweder im Bereich des Grenzwertes oder darüber. Auf der Fläche St. Margrethenberg beträgt sie durchschnittlich 18%. Die daraus resultierende wildtierbedingte Mortalität wird nach EIBERLE (1989) auf 33% geschätzt. Am Bläserberg beträgt die durchschnittliche Verbissintensität 47% und die wildtierbedingte Mortalität 100%. Die Entwicklung der Stammzahlen der Tanne während der Beobachtungsperiode bestätigt diese Schätzungen (Abbildung 9). Auch bei einer hohen Stammzahl kann diese durch Verbiss und den daraus resultierenden Höhenzuwachsverlust im Anwuchs stecken bleiben.

Den Zusammenhang zwischen Verbissintensität und Mortalität zeigt *Abbildung 11* (aus RÜEGG et al. 2001). Bei der Tanne ist demnach schon eine geringe Zu- oder Abnahme der Verbissintensität entscheidend für Ausfallen oder Aufkommen. Die Entwicklung der Stammzahlen von St. Margrethenberg und Bläserberg bestätigen die Grenzwerte nach Eiberle. Dasselbe gilt für andere Baumarten und Sturmflächen des Gebietes Pfäfers. Die Bestätigung dieses Zusammenhangs bedeutet aber auch, dass der Bereich des «Aufkommens» bereits durch eine verhältnismässig geringe Reduktion der Verbissintensität erreicht werden kann.

In beiden Flächen hat sich die Verbissintensität während der Beobachtungsperiode nicht signifikant verändert. In den zwei unterschiedlichen Fällen ist damit auch die Situation eingetroffen, die bereits nach den ersten Aufnahmen voraus gesagt wurde, nämlich eine erfolgreiche Verjüngung inklusive Tanne beim St. Margrethenberg und eine Entmischung zu Ungunsten der Tanne am Bläserberg.

## 6. Umsetzung in die Praxis

Die Untersuchungsflächen liegen in der ober- und hochmontanen Stufe im Bereich der Tannen-Buchenwälder und der Tannen-Fichtenwälder. In diesen Höhenlagen ist die Verjüngung, zumindest bis in die Anwuchsphase, unter Schirm möglich. Die Untersuchungen über die Entwicklung der Verjüngung und den Verbiss im Vivian-Sturmgebiet Pfäfers zeigen:

1. Die bereits vor dem Sturm vorhandene Verjüngung ist für die Entwicklung einer Sturmfläche entscheidend (*Abbildung 12*). Neuansamung kann in den untersuchten Flächen auch zehn Jahre nach dem Ereignis nur spärlich gefunden werden. Es müssen deshalb schon vor dem Sturm Bedingungen geschaffen werden, damit unter Schirm Verjün-

**Abbildung 12:** Bereits vor dem Sturm aus Sämlingen hervorgegangene Weisstannen (Foto: Raphael Schwitter).



**Abbildung 13:** Verjüngung im «Wartsaal» (Foto: Raphael Schwitter).

gung in der Anwuchsphase überleben kann. Insbesondere die Schatten ertragende Tanne ist für diesen Verjüngungsprozess unersetzlich (*Abbildung 13*).

2. Vorhandene Ansamung und Anwuchs reagiert auf Öffnungen im Kronendach (Sturm oder Verjüngungseingriff) sehr schnell und erreicht auch ohne Jungwuchspflege innerhalb von zehn Jahren die Jungwuchs- und Dickungsphase (*Abbildung 14*). Damit können die Risiken und Folgekosten bei einem Sturmereignis erheblich reduziert werden.
3. Vorhandene Verjüngung unter Schirm bietet noch keine Garantie dafür, dass sie auch aufkommt. Bei Verbissinten-

**Abbildung 14:** Bergahorn aus Ansamung, der sich nach einem Sturm durchsetzen kann (Foto: Raphael Schwitter).





Abbildung 15: Mehrjährige Weisstanne mit geringen Überlebenschancen (Foto: Raphael Schwitter).

sitäten, welche die Grenzwerte nach Eiberle über längere Zeiträume überschreiten, steigt die Mortalität stark an (Abbildung 15). Eine Entmischung zu Ungunsten einzelner Baumarten ist die Folge davon. Die Grenzwerte werden in Pfäfers durch die langjährige Beobachtung der Verjüngung und der Verbissintensität bestätigt.

4. Bei der Tanne ist schon eine geringe Zu- oder Abnahme der Verbissintensität entscheidend für das Aufkommen oder Ausfallen. Diese Unterschiede sind zu fein, als dass sie gutachtlich erkannt werden können. Messungen im Rahmen von Verjüngungskontrollen sind überall dort notwendig, wo die Entwicklung der Verjüngung interessant, fraglich oder unklar ist.
5. Auf Standorten der ober- und hochmontanen Stufe stellt sich reichlich Verjüngung ein, wenn die Lichtverhältnisse stimmen und die Verbissintensität im tragbaren Bereich liegt. Deshalb sind Soll-Stammzahlen, welche die minimal notwendige Verjüngung zu beschreiben versuchen, von zweitrangiger Bedeutung. Es könnte durchaus genügen, die Grössenordnung der notwendigen Baumartenanteile zu bezeichnen.
6. Sollen praxistaugliche Grundlagen und Handlungsanleitungen für die waldbauliche Planung und Erfolgskontrolle bereitgestellt werden, bedarf es stärker als bisher der Beachtung der Verbissintensitäten und der zugehörigen Grenzwerte von Eiberle und Nigg. Die Anwendung ist auch in einzelnen Teilflächen von Wildräumen möglich. Diese Informationen weisen rechtzeitig, das heisst schon vor einem Schadeneintritt auf bestehende Risiken hin und sind deshalb besonders geeignet, um im Rahmen von Planung und Erfolgskontrolle angewandt zu werden.

7. Die Methode ist geeignet, um die Entwicklung der Wiederbewaldung zu verfolgen. Die Daten über die Verjüngung und die Verbissintensität sind als Grundlagen für Planung und Ausführung von Massnahmen und deren Erfolgskontrolle wichtig.

## Zusammenfassung

Der Sturm Vivian betrifft 1990 die Wälder von Pfäfers (SG) besonders stark. Um die Wiederbewaldung zu kontrollieren, werden in drei ausgewählten Sturmgebieten seit 1994 Erhebungen durchgeführt. Die Untersuchungen über die Verjüngung und den Verbiss in der ober- und hochmontanen Stufe im Bereich der Tannen-Buchenwälder und der Tannen-Fichtenwälder zeigen, dass die bereits vor dem Sturm vorhandene Verjüngung für die Entwicklung einer Sturmfläche entscheidend ist. Neuansamung kann in den untersuchten Flächen auch zehn Jahre nach dem Ereignis nur spärlich gefunden werden. Eine stärkere Berücksichtigung der Verbissintensitäten und der zugehörigen Grenzwerte von Eiberle und Nigg würde ein Gewinn für die waldbaulichen Planung und Erfolgskontrolle bedeuten. Bestehende Risiken können erfasst und dadurch Massnahmen der Prävention ergriffen werden.

## Résumé

### Recherches sur le rajeunissement et l'abrouissement dans les forêts victimes de l'ouragan Vivian dans la région de Pfäfers

Les forêts de Pfäfers (SG) ont été frappées de manière particulièrement forte par l'ouragan Vivian en 1990. Dans le but d'assurer un suivi du processus de reconstitution de la forêt, des relevés sont effectués depuis 1994 dans trois sites choisis. Dans les hêtraies à sapin et les pessières-sapinières de l'étage montagnard supérieur, les recherches montrent que la régénération présente dès avant le passage du cyclone est déterminante pour l'évolution future. Dix ans après l'événement, l'ensemencement naturel reste très peu abondant dans les sites étudiés. La planification et le suivi sylvicoles auraient tout à gagner d'une meilleure prise en compte de l'intensité de l'abrouissement et des valeurs limites définies par Eiberle et Nigg. Les risques pourraient ainsi être mieux évalués, ce qui permettrait de recourir à des mesures de prévention.

Traduction: JEAN-PIERRE SORG

## Summary

### Examination of the developments of regeneration and browsing in areas around Pfäfers damaged by hurricane Vivian

The forests around Pfäfers (SG) were very badly damaged by hurricane Vivian in 1990. Three of the affected areas were chosen and since 1994 surveys have been carried out in order to monitor reforestation. Investigations on regeneration and browsing in upper and high montane forests regarding silver fir/beech and silver fir/spruce forests show that the regeneration which took place before the hurricane is decisive for the consequent development of the areas hit by the storm. Even ten years after the storm, very little new natural seeding is to be found. It would be advantageous for silvicultural planning and monitoring if browsing intensity and the accompanying limit values of Eiberle and Nigg were taken more into account. In this way existing risks could be assessed and preventional measures taken.

Translation: ANGELA RAST-MARGERISON

## Literaturverzeichnis

- EIBERLE, K.; NIGG, H., 1987: Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z. Forstwes. 138, 9: 747–785.
- EIBERLE, K., 1989: Über den Einfluss des Wildverbisses auf die Mortalität von jungen Waldbäumen in der oberen Montanstufe. Schweiz. Z. Forstwes. 140, 12: 1031–1042.
- FREY, H.-U., 1991: Protokoll zur Begehung vom 1.10.1990, Tristeliwald – St. Margrethenberg. Unveröffentlicht.
- GEOTECHNISCHE KARTE DER SCHWEIZ, 1963: Schweiz. Geotechnische Kommission, Massstab 1 : 200 000, Blatt Nr. 2, Luzern – Zürich – St. Gallen – Chur, 2. Aufl.
- RIEDER, R., 1999: Analyse der Naturverjüngung von Weisstanne und Bergahorn in Zusammenhang mit Wildverbissbelastung im Waldbauprojekt Pfäfers SG. Diplomarbeit, ETH Zürich, 50 S.
- RÜEGG, D., 1999: Erhebungen über die Verjüngung in Gebirgswäldern und den Einfluss von freilebenden Paarhufern als Grundlage für die forstliche und jagdliche Planung. Diss. ETH Zürich. Beiheft zur Schweiz. Z. Forstwes. 88, 182 S.
- RÜEGG, D.; NIGG, H., 2000: Untersuchung über die Entwicklung der Verjüngung und das Verhalten von Schalenwild in Lotharsturmgebieten (UVSL), Projektskizze. Kaltbrunn und Buchs, 2 S. Unveröffentlicht.
- RÜEGG, D.; HUBER, B.; RUPP, A.; SCHWITTER R., 2001: Untersuchung über die Entwicklung der Verjüngung im Vivian-Sturmgebiet Pfäfers. Kaltbrunn und Maienfeld, 120 S. Unveröffentlicht.
- SCHWITTER, R., 1996: Schutzwald im Taminatal – Wiederherstellung nach dem Sturm. Forstw. Cbl. 115, 273–286.
- SCHWITTER, R., 2000a: Waldbauprojekt Pfäfers – Stand der ausgeführten Arbeiten, August 2000. Kanton St. Gallen, Forstkreis 3, Sargans. Unveröffentlicht.
- STEFAN, A., 2002: Stammachsenanalysen an Vogelbeeren im Vivian-Sturmgebiet Pfäfers. Diplomarbeit ETH Zürich.
- [WASSER, B.; FREHNER, M.] 1996: Wegleitung minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion. In: Vollzug Umwelt, hrsg. vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Buwal, Bern.

## Autoren

Dr. DANI RÜEGG, Rüegg – Wald, Wild, Umwelt, CH-8722 Kaltbrunn.  
E-Mail: dani.rueegg@pop.agri.ch.  
RAPHAEL SCHWITTER, Bildungszentrum Wald Maienfeld,  
Fachstelle für Gebirgswaldpflege, CH-7304 Maienfeld.  
E-Mail: raphael.schwitter@bzwmaienfeld.ch.