

**Zeitschrift:** Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
**Band:** 87 (1994)

**Artikel:** Sturmschäden in den Wäldern des oberen Toggenburg : Auswirkungen des Sturmes "Vivian" von Februar 1990 : aktuelle Teilergebnisse aus einem NFP31-Projekt

**Autor:** Scherrer, Hans Ulrich

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-832706>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 09.11.2024

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

## **Sturmschäden in den Wäldern des oberen Toggenburg Auswirkungen des Sturmes <Vivian> vom Februar 1990 Aktuelle Teilergebnisse aus einem NFP31-Projekt**

Hans Ulrich Scherrer

### **Inhaltsverzeichnis**

Zusammenfassung .....	79
1. Einleitung .....	80
2. Das Untersuchungsgebiet oberes Toggenburg .....	80
3. Verwendete Daten und Flächenmerkmale .....	80
4. Die Flächengrößenverteilung der Sturmschadenflächen .....	82
5. Die Verteilung der Schadenflächen auf den Geländeparametern .....	83
a) Höhenstufen .....	84
b) Exposition .....	84
c) Hangneigung .....	84
Literaturverzeichnis .....	86

### **Zusammenfassung**

Im Februar 1990 wurden die Wälder Mitteleuropas von extrem starken Sturmschäden betroffen. Für die Schweiz wurde ein Inventar der Totalschadenflächen erstellt, das in digitaler Form in einem geographischen Informationssystem vorliegt. Im Rahmen eines Nationalen Forschungsprogrammes werden diese Daten für die gesamte Schweiz und im besonderen für das Testgebiet oberes Toggenburg ausgewertet. Die Flächengrößen der Sturmschadenflächen sind für die Schweiz und auch für das relativ kleine Untersuchungsgebiet nach den Gesetzmässigkeiten der fraktalen Geometrie verteilt. Diese Erkenntnis eröffnet neue Methoden zur schnellen und präzisen Schätzung des Ausmasses solcher Schadenereignisse.

Die Verteilung der Schadenflächen auf Klassen der Geländeparameter (Höhenstufen, Exposition, Hangneigung) im oberen Toggenburg zeigt gewisse Abweichungen zur Verteilung der Gesamtwaldfläche und auch zur entsprechenden gesamtschweizerischen Auswertung, die jedoch überwiegend erklärbar sind.

## 1. Einleitung

Der Weststurm ‹Vivian› richtete europaweit und auch in den Wäldern der Schweiz verheerende Schäden an, seit Bestehen der schweizerischen Forststatistik in bisher nicht bekanntem Ausmass. Die Schätzungen in der Schweiz beliefen sich auf ca. 5 Mio. m<sup>3</sup> Sturmholz. Es mussten mehrere hundert Millionen Franken bereitgestellt werden, um das geworfene und gebrochene Holz zu nutzen und um die Wiederherstellung der zerstörten Wälder sicherzustellen. Hierfür waren Grundlageninformationen notwendig. Im Auftrag der Eidgenössischen Forstdirektion wurden die Schadenflächen – erstmalig in der Schweiz – gesamthaft durch den Flugdienst der Eidg. Vermessungsdirektion befliegen (Abb. 1), mit einem kombinierten Verfahren Luftbildinterpretation–Photogrammetrie–GIS (Geographisches Informationssystem) flächentreu kartiert und die erfassten Merkmale ausgewertet (SCHERRER, 1993). Das Inventar erfasste 4600 gänzlich zerstörte Sturmschadenflächen mit einer Gesamtfläche von ca. 5000 ha. Dieses Sturmschadeninventar bildet die Haupt-Datengrundlage des laufenden Projektes ‹Voraussetzungen für Sturmschäden im Wald und deren ökologische und ökonomische Folgen› im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 31 ‹Klimaveränderungen und Naturkatastrophen›. Das Projekt ist einerseits gesamtschweizerisch angelegt, befasst sich aber in einem zweiten Teil detailliert mit einem der schweizerischen Schadensschwerpunkte, dem oberen Toggenburg. Im nachfolgenden Text werden Teilergebnisse der laufenden Untersuchung vorgestellt.

Das gesamtschweizerische Sturmschadeninventar und auch das NFP31-Projekt waren Aufträge von Bundesstellen an das in Nesslau ansässige Ingenieurbüro H.U. Scherrer.

## 2. Das Untersuchungsgebiet oberes Toggenburg

Das obere Toggenburg ist ein typisches Beispiel eines schweizerischen Hauptschadengebietes in der montanen bis subalpinen Höhenstufe. Das Untersuchungsgebiet beginnt bei Starkenbach, umfasst beide Flanken des Thurtales und dehnt sich über den Wildhauser Sattel hinaus bis etwa zur Grabser Voralp aus (Abb. 2). Von den 4925 ha Wald wurden 230 ha auf 153 Einzelflächen zerstört.

## 3. Verwendete Daten und Flächenmerkmale

Als ‹Totalschadenflächen› wurden diejenigen Flächen angesehen, deren Restbestockung einen Deckungsgrad von <0.2 aufwies und die grösser als 0.2 Hektar waren. Die Schadenflächen wurden in den Luftbildern abgegrenzt und photogrammetrisch ausgewertet (analytische Photogrammetrie = rechnergestützte Auswertung, das heisst geometrische Entzerrung der Luftbilddaten).

Die dreidimensionalen Koordinaten der Randlinien aller Schadenflächen sind in digitaler Form vorhanden und wurden mit Hilfe eines vektororientierten geographischen Informationssystems analysiert und dargestellt. Die Flächengrösse jeder Fläche wurde automatisiert berechnet. Die Verschneidung mit den digitalen Gemeindegrenzen der Schweiz ergab eine Statistik der Flächenverteilung bis auf Gemeindeebene.

Die Verteilung der Schadenflächen auf die verschiedenen Höhenlagen, Expositionen und Hangneigungen waren zu untersuchen. Die Geländedaten entstammen lokalen digitalen Höhenmodellen, welche aus den Koordinaten der Schadenflächen-grenzen in Kombination mit zusätzlich erfassten Höhenpunkten gerechnet wurden.



Abb. 1: Waldgebiet Eggenriet/Langenwald im Grenzgebiet Grabs/Wildhaus, vor und nach dem Sturm «Vivian». Oberes Bild: Farbige Infrarotaufnahme Nr.1017, Fluglinie 642, vom 3.8.86. Unteres Bild: Normalfarbaufnahme Nr.827, Fluglinie 83. Beides Luftaufnahmen der V+D.



Das Bundesamt für Statistik, Bern, lieferte die Hektarrasterdaten der Landnutzung in digitaler Form (Tab. 1 und Abb. 3). Ebenso stehen die digitalen Gemeindegrenzen des Bundesamtes für Landestopographie zur Verfügung. Das Vermessungsamt St.Gallen hat sich freundlicherweise bereit erklärt, die neuen Rasterdaten des Übersichtsplanes 1:10 000 im Rahmen des Forschungsprojektes kostenlos bereitzustellen.

#### 4. Die Flächengrößenverteilung der Sturmschadenflächen

Die Theorie der fraktalen Geometrie der Natur nach MANDELBROT (1991) postuliert unter anderem die Selbstähnlichkeit von «Größen–Anzahl–Relationen» in verschiedenen Dimensionen unter bestimmten Bedingungen. Das heisst, dass grosse Flächen nicht nur seltener vorkommen als kleinere, sondern dass die Anzahl der Flächen je Grössenklasse einer strengen Gesetzmässigkeit unterliegt (SCHMIDTKE, 1993). Dieser Sachverhalt trifft für das Ge-

Nutzungstyp	ha	%
<b>Bestockte Flächen</b>		<b>34.5</b>
1 Wald (ohne Gebüschwald)	4 221	28.8
2 Gebüschwald	142	1.0
3 Gehölze	699	4.8
<b>Landwirtschaftliche Nutzflächen</b>		<b>51.5</b>
4 Obst, Rebbau, Gartenbau	3	0.0
5 Wies- und Ackerland, Heimweiden	2 964	20.2
6 Alpwirtschaftliche Nutzflächen	4 600	31.4
<b>Unproduktive Flächen</b>		<b>12.0</b>
7 Stehende Gewässer	25	0.2
8 Fliessgewässer	53	0.4
9 Unproduktive Vegetation	1 020	7.0
10 Vegetationslose Flächen	628	4.3
<b>Siedlungsflächen</b>		<b>2.0</b>
11 Gebäudeareal (ohne Industrie)	171	1.2
12 Industrieareal	3	0.0
13 Besondere Siedlungsflächen	13	0.1
14 Erholungs- und Grünanlagen	8	0.1
15 Verkehrsflächen	101	0.7
<b>Total</b>	<b>14 651</b>	<b>100.0</b>

Tab. 1: Arealstatistik oberes Toggenburg

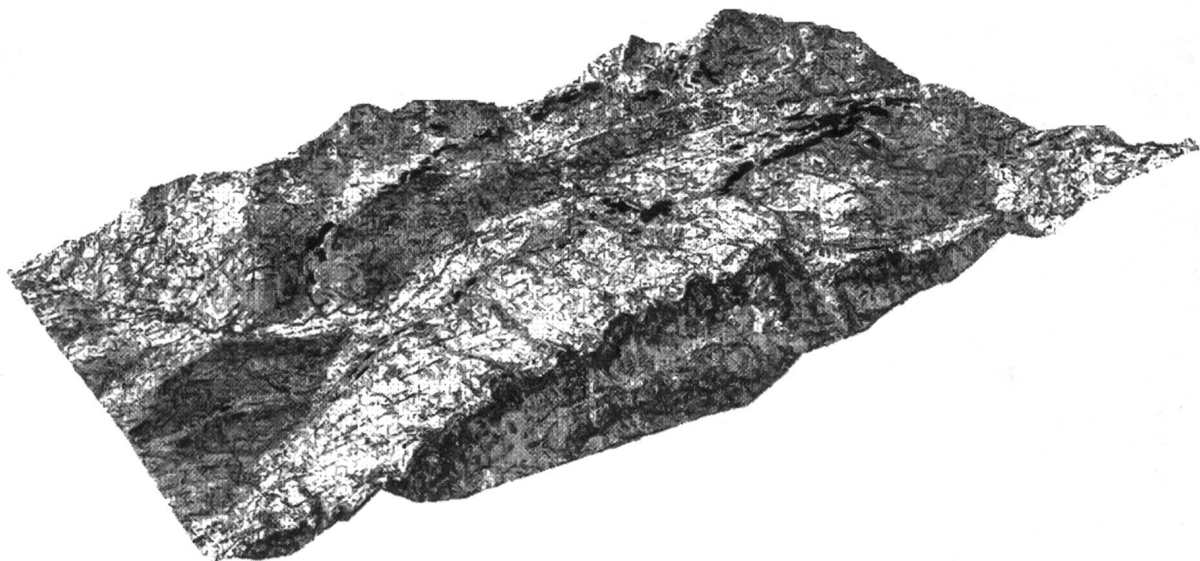


Abb. 2: Gesamtperimeter des Untersuchungsgebietes oberes Toggenburg. Schrägansicht aus Süd-Südwest. Situation: Landeskarte 1:50 000, gescannt, reproduziert mit Bewilligung der L+T. Digitales Geländemodell Rimini, bezogen von der Servicestelle GEOSTAT des Bundesamtes für Landestopographie. Schwarz: Sturmschadenfläche des Sturmes «Vivian», bearbeitet mit ArcInfo 6.1.1. (Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 31.5.1994)

samtinventar zu und auch für das Testgebiet im oberen Toggenburg. Dargestellt in einem doppelt logarithmischen Koordinatensystem ( $x = \text{Grössenklasse}$ ,  $y = \text{Anzahl der Flächen bis zur jeweiligen Grössenklasse}$ ), folgt die Verteilung der Schadenflächen auf die Grössenklassen in einem weiten Bereich einer Geraden. Die Auswertung für das obere Toggenburg belegt, dass diese Gesetzmässigkeit auch für relativ kleine Gebiete zutrifft (Abb. 4).

Diese Erkenntnis kann für die zukünftige Erfassung von solchen Schadenereignissen von Nutzen sein. Für eine schnelle und doch präzise Schätzung des Ausmasses der Schäden genügt es, wenn nur die grösseren Schadenflächen tatsächlich erfasst werden (ab ca. 1 ha). Anzahl und Fläche der kleineren Schadenflächen, die absolut einen grossen Anteil ausmachen, könnte dann relativ genau nach der Theorie der fraktalen Geometrie geschätzt werden.

### 5. Die Verteilung der Schadenflächen auf den Geländeparametern

Eine Geländeklasse ist eine Ausprägungskategorie der Geländeparameter Höhenstufen, Exposition oder Hangneigung. In Abb. 5 sind die Klasseneinteilungen dargestellt. Um die Bedeutung der einzelnen Geländeklassen festzustellen, wurden jeweils die beiden Verteilungen «Gesamtwald» und «Sturmschadenflächen» zueinander in Beziehung gesetzt.

Referenzwerte sind die Verteilungen des Gesamtwaldes auf die Geländeklassen vor dem Sturm. Für die gesamtschweizerischen Auswertungen konnten die Daten des Landesforstinventars verwendet werden. Für das obere Toggenburg wurden die Referenzwerte aus der Verschneidung der Arealstatistikdaten (Hektarraster) mit dem digitalen Höhenmodell mit Hilfe des geographischen Informationssystems gewonnen.

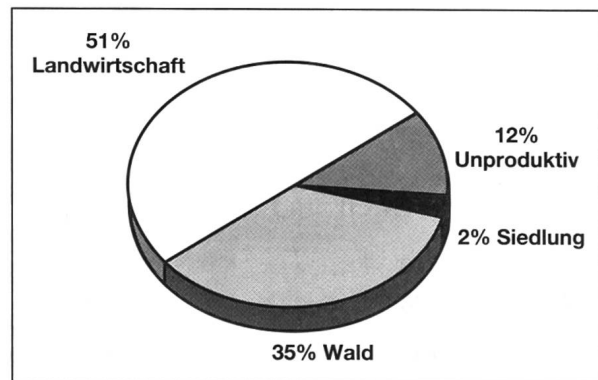


Abb. 3: Oberes Toggenburg, Verteilung der Landnutzung

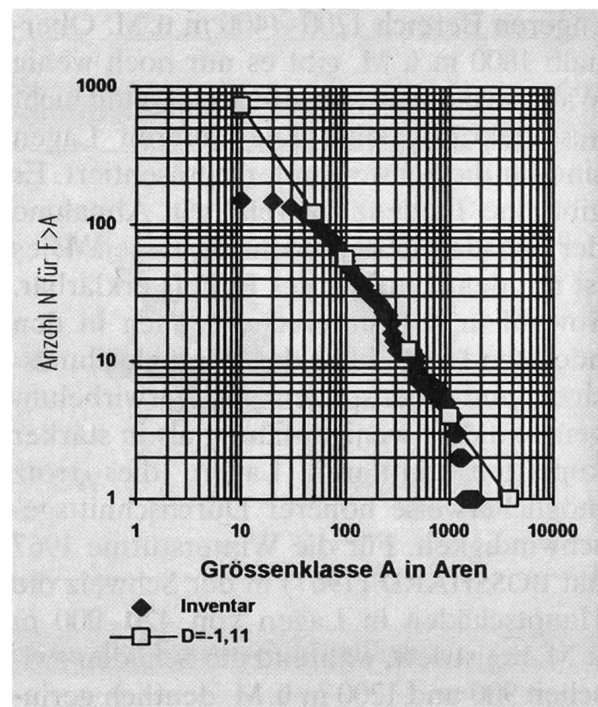


Abb. 4: Sturmschadenflächen Oberes Toggenburg. Anzahl der Schadenflächen über der kleinsten noch berücksichtigten Grössenklasse,  $y = bx^m$ ,  $b = 9940$ ,  $m = -1,11$ .

Das Verhältnis «Anteil Sturmschadenfläche/Anteil Gesamtwald» in einer Geländeklasse zeigt an, in welchem Mass diese gleichen, über- oder unterproportionalen Anteil an der Schadenfläche hat. Der Wert 1 bedeutet, dass die Schadenfläche einer Klasse genau ihrem Anteil am Gesamtwald entspricht. Werte unter 1 bedeuten einen unter-, Werte grösser als 1 einen

überproportionalen Anteil der Geländeklasse. Der Wert 0.5 bedeutet einen nur halb so grossen Anteil, der Wert 2 einen doppelt so grossen Anteil der Geländeklasse an den Schadenflächen im Verhältnis zu ihrem Anteil am Gesamtwald.

#### a) Höhenstufen

Die Verteilung der Schäden auf die Höhenstufen (Abb. 5a) zeigt für die Schweiz einen überproportionalen Anteil in den mittleren Lagen zwischen 1200 und 1800 m ü.M., für das obere Toggenburg im engeren Bereich 1200–1400 m ü.M. Oberhalb 1800 m ü.M. gibt es nur noch wenig Wald, so dass die betreffenden Daten nicht aussagekräftig sind. Die tieferen Lagen sind für die Schweiz unterrepräsentiert. Es gibt eine Tendenz zur relativen Abnahme der Schäden in den höchsten Lagen. Dies ist mit dem Einfluss des Reliefs erklärbar. Sowohl in den unteren wie auch in den höchsten Lagen bläst der Wind gleichmässiger, und Böenspitzen mit Verwirbelungen sind dort weniger häufig als in stärker kuppelten, mittleren Lagen, dies trotz möglicherweise höherer Durchschnittsgeschwindigkeit. Für die Winterstürme 1967 hat BOSSHARD (1967) in der Schweiz die Hauptschäden in Lagen von 420–900 m ü.M. registriert, während die Schäden zwischen 900 und 1200 m ü.M. deutlich geringer, darüber die Ausnahme waren.

#### b) Exposition

Die Abbildung 5b zeigt sowohl für die Schweiz als auch für das obere Toggenburg eine ungleiche Verteilung der Schadenflächen auf die Hangrichtungen. In der Graphik zeigt der schwarze Kreis die Referenz 1 an. Ausserhalb des Kreises liegende Werte ( $> 1$ ) zeigen die dem Wert entsprechende Überrepräsentanz der jeweiligen Klasse, innerhalb des Kreises liegen die unterrepräsentierten Klassen. Für die Schweiz sind die westlichen Expositionen

SW, W, NW überproportional vertreten. Im oberen Toggenburg sind es die Expositionen W, NW, N, NO. Insgesamt ist die nordwestliche Exposition überproportional vertreten. Dies entspricht grob der Hauptrichtung des Sturmes «Vivian». Damit wird eine bekannte Erfahrung bestätigt, dass bei Stürmen vor allem die luvseitig exponierten Wälder geschädigt werden. Da das Relief im Gebirge die Windströmung massgeblich beeinflusst, ist eine regionale Abweichung von der Hauptsturmrichtung im oberen Toggenburg plausibel.

#### c) Hangneigung

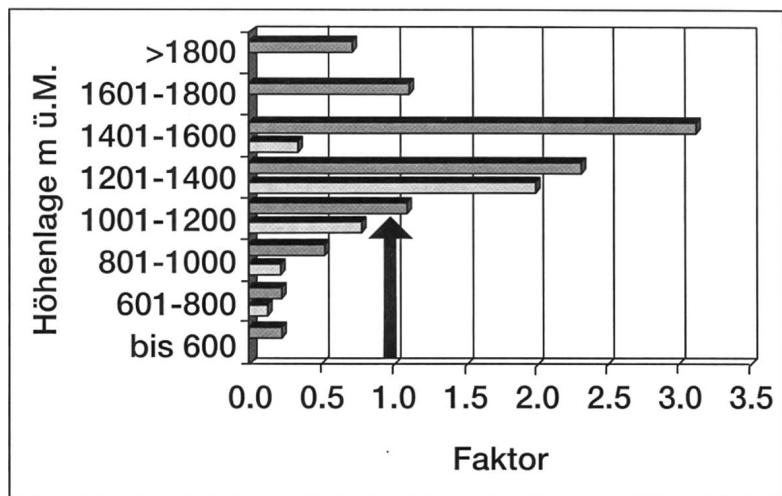
Die Abbildung 5c zeigt für die Schweiz überproportionale Flächenanteile der Hangneigungen ab ca. 40%. Diese nehmen bis fast zum Dreifachen in der Klasse 81–100% zu. Die sehr steilen Hänge über 100% sind zwar immer noch überproportional, jedoch deutlich weniger stark vertreten (1.6). Stark unterrepräsentiert sind die Hangneigungen unter 40%. Die Verteilung für das obere Toggenburg unterscheidet sich hiervon. Zwar sind auch die «mittleren» Neigungsklassen überproportional vertreten, jedoch bei weitem nicht so stark. Die Repräsentanz der Hangneigungen  $> 80%$  fällt sogar deutlich unter den Referenzwert 1. Die schwächer geneigten Lagen  $< 40%$  sind dann genau mit dem Referenzwert in den Schadenflächen repräsentiert, liegen damit jedoch deutlich über den Werten für die ganze Schweiz.

Dies ist insofern erstaunlich, als dass man ausgeglichene Werte eher beim Gesamtkollektiv erwartet als bei einem Teilkollektiv. Andererseits liegen grosse Teile der schwach geneigten Lagen des Schweizer Waldes in weniger vom Sturm betroffenen, unteren Höhenstufen. Die schwach geneigten Lagen des oberen Toggenburgs liegen dagegen in den allgemein stark betroffenen Höhenlagen. Die Abweichung in den Anteilen der Neigungsklassen an den

**a) Relativer Anteil der Höhenstufen an den Sturmschadenflächen**

CH: Höhenlagen über 1000 m, insbesondere 1200–1600 m, sind überproportional betroffen.  
 OT: nur Höhenlage 1200–1400 m überproportional betroffen.

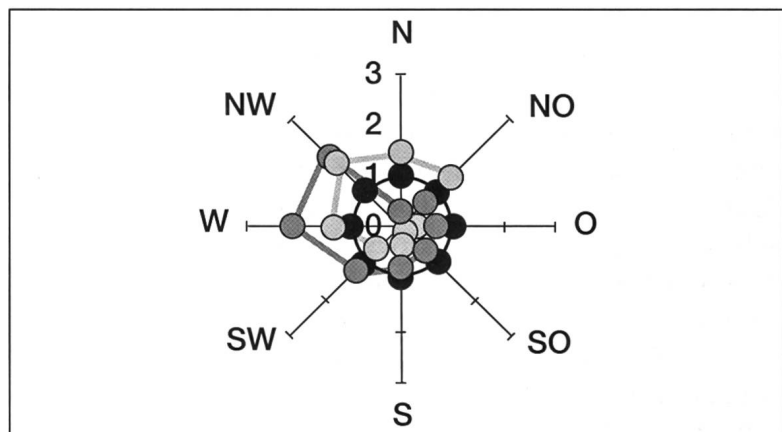
Höhenlage m	CH	OT	Referenz 1
bis 600	0.2	0.0	
601– 800	0.2	0.1	
801–1000	0.5	0.2	
1001–1200	1.1	0.8	
1201–1400	1.1	0.8	
1401–1600	3.1	0.3	
1601–1800	1.1	0.0	
> 1800	0.7	0.0	



**b) Relativer Anteil der Expositionen an den Sturmschadenflächen**

CH: Die W-Expositionen sind überproportional betroffen.  
 OT: Mehr NW-Exp.

Exposition	CH	OT	Referenz 1
N	0.3	1.4	
NO	0.7	1.3	
O	0.7	0.3	
SO	0.7	0.2	
S	0.8	0.4	
SW	1.2	0.6	
W	2.1	1.3	
NW	1.9	1.8	



**c) Relativer Anteil der Hang-Neigungsklassen an den Sturmschadenflächen**

CH: Die Neigungsklassen > 40%, insbesondere 60–100%, sind überproportional betroffen.  
 OT: 40–80% leicht überproportional, weniger Einfluss der Neigung.

Hang-neigung %	CH	OT	Referenz 1
>= 20	0.3	1.0	
21– 40	0.5	1.0	
41– 60	1.2	1.2	
61– 80	2.6	1.4	
81–100	2.8	0.9	
> 100	1.6	0.2	

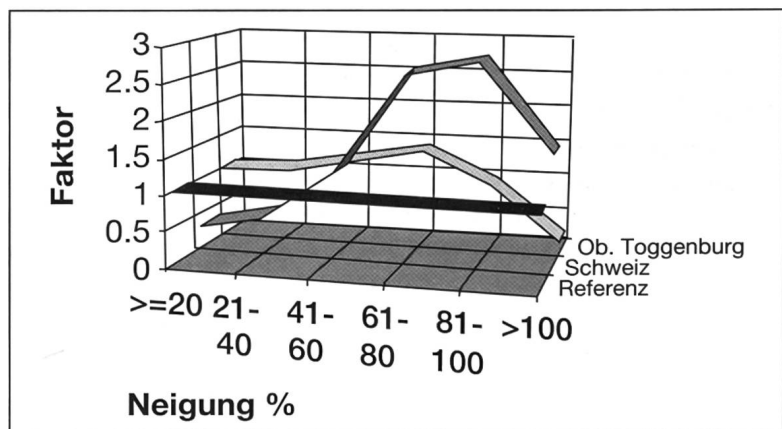


Abb. 5: Verteilung der Schadenflächen nach Geländeparametern. Referenz: Verteilung gemäss Landesforstinventar, ganze Schweiz CH; Verteilung gemäss Arealstatistik, Oberes Toggenburg OT.



Sturmschäden im oberen Toggenburg im Vergleich zu denjenigen der ganzen Schweiz sind somit durch die allgemein höhere Lage erklärbar.

Die rückläufige Repräsentanz der sehr steilen Lagen über 100% Neigung kann zwei Ursachen haben. Zum einen werden enge, steile Täler vom Sturm überblasen. Dieser Effekt verstärkt sich mit zunehmender Enge des Tales und zunehmender Steilheit der Talwände (ROTTMANN, 1989). Ein anderer Grund mag sein, dass auf den Extremstandorten der sehr steilen Lagen die Bäume keine grossen Oberhöhen erreichen. Damit bleibt die Hebelwirkung des Windes geringer. Weiter weisen Bäume in extremen Steillagen meist einen Solitärhabitus auf, der der Stabilität sehr förderlich ist. Dass die sehr steilen Hänge im Vergleich zu den mittelsteilen weniger repräsentiert sind, ist damit in der Tendenz erklärbar. Für den grossen Unterschied in deren Repräsentanz zwischen dem oberen Toggenburg (0.2) und der Schweiz (1.6) gilt dies jedoch nicht. Erst detaillierte Untersuchungen des Geländes könnten hier Aufschluss geben. Hypothese: Die sehr steilen Lagen des oberen Toggenburg liegen geschützter als diejenigen des Schweizer Waldes im Durchschnitt.

Insgesamt lässt sich schliessen, dass die Verteilung der Schäden auf die Klassen der Geländeparameter im oberen Toggenburg in der Tendenz mit denjenigen der <Schweiz> übereinstimmen. Unterschiede können meist aus der regionalen geographischen Situation erklärt werden.

## Literaturverzeichnis

- BOSSHARD, W. (1967): Erhebungen über die Schäden der Winterstürme 1967. – Schweiz. Z.Forstwesen, S. 806–820.
- MANDELBROT, B. (1991): Die fraktale Geometrie der Natur. – Birkhäuser Verlag, Basel, Sonderausgabe 1991, 491 S.
- ROTTMANN, M. (1986): Wind- und Sturmschäden im Wald. Beiträge zur Beurteilung der Bruchgefährdung, zur Schadensvorbeugung und zur Behandlung sturmgeschädigter Nadelholzbestände. – Frankfurt a. M., 128 S.
- SCHERRER, H.U. (1993): Projekt zur flächenhaften Erfassung und Auswertung von Sturmschäden. – Allg. Forst-Zeitschrift, 48, S. 712–714.
- SCHMIDTKE, H. (1993): Die fraktale Geometrie von Sturmschadenflächen im Wald. – Allg. Forst-Zeitschrift, 48, S. 710–712.