

Bild 1. Streuschäden machten mehr als die Hälfte aller Schäden aus, wie hier Streuwurf an Fichte in Rorwald (OW) auf vernässendem Standort.



Bilder: R. Lässig/WSL

Standort und Bestandaufbau waren mitentscheidend für das

Ausmass der Sturm-schäden

Vor fast genau zwei Jahren hat der Sturm Lothar die Schweizer Wälder schwer getroffen. Auf den ersten Blick schien es, als wäre den stärksten Windgeschwindigkeiten kein Bestand gewachsen. Dass mit steigender Windgeschwindigkeit die Schäden an allen Beständen steigen, ist sicherlich unbestritten.

Doch zeigen die Auswertungen der Schäden auf den Sanasilva- und LFI-Flächen gleichwohl deutliche Unterschiede im Schadenausmass je nach Standort und Bestandaufbau. So stieg der Anteil ge-

biet Zürich) und ein 30340 km grosses Gebiet nördlich von Thun bis Langnau (Gebiet Thun–Langnau). Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die erwähnten Ergebnisse auf das 434-km-Netz.

Als Aufnahmeeinheit für die Flächenangaben diente die 50350 m grosse Interpretationsfläche, auf welche im Schweizerischen Landesforstinventar (LFI) Bestandesdaten erhoben wurden, und für die Einzelbaumaufnahmen der 500 m² grosse LFI-Probekreis. Innerhalb der Interpretationsfläche wurde der Schaden als Anteil der Kronenschirmfläche in 10%-Klassen aufgenommen. Einzelbaumschäden, die weniger als 10 % ausmachten wurden ebenfalls angegeben. Zusätzlich wurde die Bestandesoberhöhe auf 5 m genau geschätzt, nach Westen vorgelagerte Nachbarbestände oder Waldränder erfasst und etwaige Nutzungen seit dem letzten LFI (im Durchschnitt 5 Jahre zuvor) erhoben. Falls der Zeitpunkt der letzten Nutzung nicht geschätzt werden konnte, durfte «unsicher» eingegeben werden.

Innerhalb des Probekreises wurden alle Bäume, welche schon bei den letzten Inventuren des LFI oder der Sanasilva-Inventur aufgenommen wurden, auf ihren Schaden hin erfasst. Dabei wurde zwischen Stammbruch, Stockbruch (unter 1,3 m Höhe) und Wurf (Wurzelbruch oder Wurf) unterschieden. Die Aufnahme erfolgte zwischen Ende Mai und Ende November durch zwei Feldgruppen, bestehend aus je zwei Mitarbeitern. An frischen Stöcken wurde ermittelt, ob es sich um einen «Lothar»-Schaden handelte, indem aufgenommen wurde, ob der Wurzteller abgehoben oder wieder zurückgeklappt war und ob noch Stammbruchreste vorhanden waren.

Mehr als die Hälfte aller Schäden waren Streuschäden

Die Auswertung der 0,25 ha grossen Flächen erlaubt es natürlich nicht, Angaben zur Grössenverteilung der Schadflächen zu machen. Die Verteilung der Schäden in Prozent der Kronenschirm-

und Risiko» innerhalb des Walddynamik-Programmes der WSL. Grundlage für die Erhebung bildete das 434-km-Netz der Sanasilva-Inventur. Auf dem 434-km-Netz wurden schon 1990 die Schäden durch «Vivian» erhoben, was einen Vergleich beider Stürme erlaubt. Aufgenommen wurde im Jahr 2000 jedoch nur das Gebiet, welches von den Kantonen für die landesweite Luftbildbefliegung als «Lothar»-Schadenperimeter abgesteckt wurde [9]. Zur Kontrolle wurden auch ausserhalb liegende Sanasilva-Flächen auf dem 16316-km-Netz aufgenommen. Keine von ihnen wies einen Schaden auf. Zusätzlich wurden alle Landesforstinventar-Flächen auf dem 1,4-km-Netz in zwei kleineren Regionen erhoben: ein 36340 km grosses Gebiet im Umkreis der beiden Wetterradarstationen Höngerberg und Albis (Ge-

Von Matthias Dobbertin, Heidrun Seifert, Andreas Schwyzer*

schädigter Flächen mit der Bestandesoberhöhe und dem Nadelbaumanteil. Bestände mit vorangegangener Nutzung, mit früheren «Vivian»-Schäden, auf Kuppen, flach geneigten Hängen und in ebenen Lagen sowie auf tiefgründigen Standorten wurden häufiger geschädigt, stufige Bestände und Bestände mit nach Westen vorgelagertem Bestandesschutz dagegen weniger häufig.

Was wurde wo erhoben?

Ziel dieser Studie war es, landesweite repräsentative Daten zu «Lothar»-Sturmschäden zu erheben und den Einfluss des Standortes und der Bestandesstruktur zu untersuchen. Die terrestrische Aufnahme wurde mit Mitteln des Buwal zur «Lothar»-Sturmforschung finanziert und bildet die Grundlage des Kernprojektes «Windwurf

Baumart	Anzahl geschädigter Bäume	Relativer Schadenanteil	Schadenart (%)			
			Wurf	Stockbruch*	Stammbruch	unbestimmt
Fichte	233	1,38	53	4	31	12
Tanne	82	1,22	56	4	24	16
sonst. Nadelholz	16	0,70	50	0	44	6
Buche	53	0,55	68	2	11	19
sonst. Laubholz	36	0,55	69	3	19	8

* Stockbruch wurde leicht unterschätzt, da er an genutzten Bäumen nicht separat erfasst wurde.

Tabelle 1. Relativer Schadenanteil (grösser 1 ist überdurchschnittlich, kleiner 1 unterdurchschnittlich) und Schadenart für die wichtigsten Baumarten.

* Die Autoren sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.



Bild 2.
Tannen und Fichten wurden doppelt so häufig geschädigt wie Laubbölzer, wie hier in Walkringen (BE).

fläche der Stichproben zeigt jedoch, dass die meisten geschädigten Flächen nur Einzelwürfe oder geringe Schäden aufwiesen (Grafik 1). In den Gebieten Thun–Langnau und Zürich gab es mehr Schäden als auf dem 434-km-Netz. Der Anteil geschädigter Flächen nahm jeweils exponentiell mit dem Schadprozent ab. Summiert man die Streuschäden (Schäden bis 30 % der Kronenschirmfläche), so machen sie mehr als die Hälfte des Gesamtschadens aus (Bild 1). Auf dem 434-km-Netz waren es sogar mehr als 60 %.

Fichten und Tannen mehr als doppelt so häufig geschädigt wie Laubbölzer

Da die Einzelbaumergebnisse in den Teilgebieten und auf dem 434-km-Netz sich nicht unterschieden, wurden sie wegen der geringen Anzahl geschädigter Bäume zusammen ausgewertet. Fichten und Tannen waren deutlich häufiger geschädigt als andere Baumarten (Tabelle 1). Die Reihenfolge für die relative Schadhäufigkeit der Baumarten entspricht der, welche in den Stürmen von 1967 festgestellt wurde [3]. Die Fichte wurde am häufigsten geschädigt, dicht gefolgt von der Tanne (Bild 2). Buchen und andere Laubbölzer waren weniger als halb so anfällig wie diese beiden Baumarten, was auch mit dem Schadholzvorkommen für die gesamte Schweiz übereinstimmt [11]. Die Gründe dafür liegen zum einen an der im Vergleich zu Laubbölzern im Winter höheren Angriffsfläche der Nadelbäume, zum

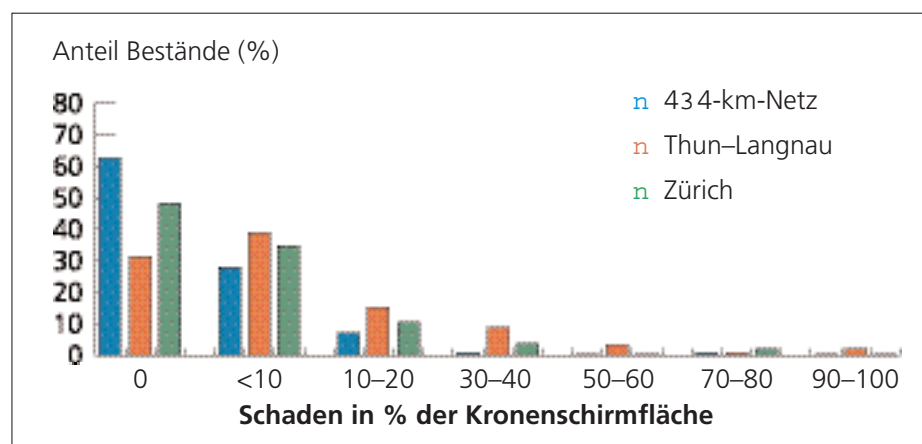
anderen an der geringeren Wurf- und Bruchfestigkeit dieser Baumarten. Daneben muss auch berücksichtigt werden, dass die beiden Arten im Durchschnitt grössere Baumhöhen aufweisen und insbesondere die Fichte zum Teil häufiger auf gefährdeten Standorten stockt als Laubbäume.

Bezüglich der Verteilung von Sturmwurf und Bruch unterschieden sich die Fichte und die Tanne nicht (Tabelle 1). An rund 10 % der geschädigten Bäume (allesamt genutzt) konnte die genaue Schadenart nicht ermittelt werden. Es ist davon auszugehen, dass es sich hier um genutzte gebrochene Bäume handelt und Wurf als Ursache auszuschliessen war. Der minimale Anteil der Bäume mit Stammbrüchen (also ohne die unbestimmten Schäden) lag demnach bei den

Fichten und Tannen bei über einem Drittel. Zählt man die unbestimmten Fälle zu den Stammbrüchen, so erhöhte sich der Anteil dementsprechend auf etwa 45 %. Von den Laubbölzern hingegen wurden rund 70 % geworfen (Bild 3). Ähnliche Ergebnisse wurden für den Sturm Vivian gefunden [7], während für die Stürme 1967 deutlich geringere Bruchprozent ermittelte wurden [3].

«Vivian» und «Lothar» verursachten Schäden auf ähnlichen Standorten

Innerhalb des «Lothar»-Perimeters hatten Bestände, die schon von «Vivian» geschädigt wurden, zweimal häufiger «Lothar»-Schäden als vorher ungeschädigte



Grafik 1. Verteilung der Schäden nach Schadausmass auf dem 434-km-Netz und in den Gebieten Thun–Langnau und Zürich.



Bild 3. Schäden waren häufiger in Ebenen, Kuppen oder bei flacher Hangneigung. Hier der Flächenwurf eines Fichtenbestandes in Rorwald OW auf vernässendem Standort.



Bild 4. Buchen und andere Laubbölder wurden häufig geworfen.

Bestände. Dies kann daran liegen, dass der Aufriss durch «Vivian» noch zehn Jahre später eine grössere Windangriffsfläche und damit Sturmgefährdung bewirkte. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass für diese beiden typischen Winterstürme mit vorangegangenen hohen Niederschlägen und Westwindlagen die gleichen Faktoren erhöhter Sturmgefährdung zutreffen [11].

Flachgeneigte Hänge, Ebenen und Kuppen am meisten geschädigt

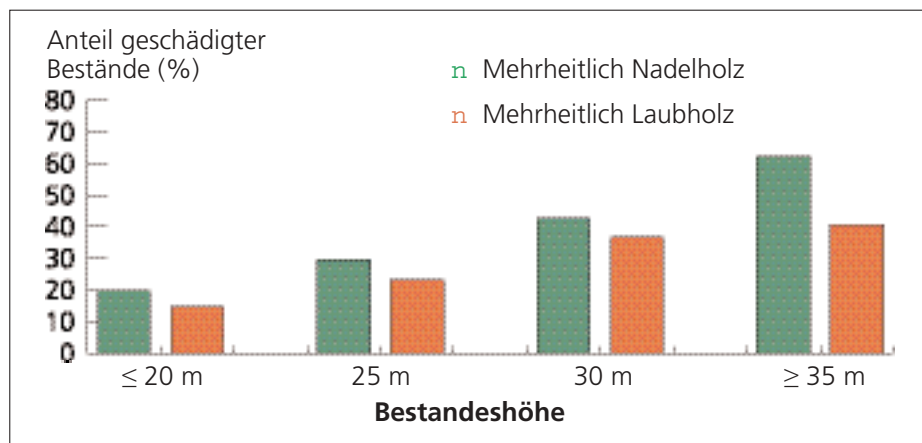
Neben dem erwarteten Resultat, dass Kuppen häufiger geschädigt wurden, überraschte im ersten Augenblick, dass ebene Lagen und flach geneigte Hänge deutlich häufiger Schäden aufwiesen

(Bild 3). Am wenigsten Schäden wiesen steile Mittelhanglagen auf, und das unabhängig von der Exposition. Vergleiche mit früheren Stürmen zeigen aber, dass dieses Resultat keineswegs ungewöhnlich ist. Schon bei den Stürmen von 1967 wurde festgestellt, dass flach geneigte Standorte höhere Schäden aufwiesen [3, 4, 5]. Nach «Vivian» stellten Schmid-Haas und Bachofen [7] im Mittelland und in den Voralpen eine Abnahme der Streuschäden mit der Neigung fest. Allerdings fanden Schmidtke und Scherrer [8] in ihrer Auswertung der Luftbilder nach «Vivian» eine Zunahme der Totalschäden mit der Hangneigung. Der Grund mag vor allem daran liegen, dass bei «Vivian» die Windgeschwindigkeit mit der Höhe über Meer anstieg, dadurch in der Höhe

mehr Schäden an steilen Hängen vorkamen. Bei «Lothar» gab es dagegen keinen eindeutigen Zusammenhang mit der Meereshöhe.

Vorherige Nutzung erhöht das Windwurfrisiko

Bestände, welche in den fünf Jahren vor «Lothar» genutzt wurden, hatten deutlich mehr Schäden als ungenutzte. Rund die Hälfte der Bestände, in denen eine Nutzung eindeutig bestimmt wurde und für solche, zu denen die Angaben unsicher waren, hatten «Lothar»-Schäden. In den nicht genutzten Beständen waren es dagegen nur 30 Prozent. Damit bestätigte sich die Erkenntnis, dass die Bestandesstabilität kurz nach einem Eingriff reduziert ist [1, 2, 6, 10].



Grafik 2: Mit der Bestandeshöhe nahmen die Schäden zu. Dieser Anstieg war stärker in Nadelholzbeständen.

Mit der Bestandeshöhe steigt das Windwurfrisiko deutlich an

Es gab eine deutliche Zunahme aller Schäden mit der Bestandeshöhe (Grafik 2). Dabei nahmen die Schäden bei einem Anstieg der Höhe von 20 m auf 35 m beträchtlich zu. Dieser Zusammenhang war für die Nadelholzbestände stärker ausgeprägt als für die Laubholzbestände. Auf eine Auswertung bezüglich des Alters wurde hier bewusst verzichtet, da zum einen die Altersangaben sehr ungenau sind und zum anderen der vielerorts gefundene Anstieg von Windwurfschäden mit dem Alter vor allem mit der Höhen-

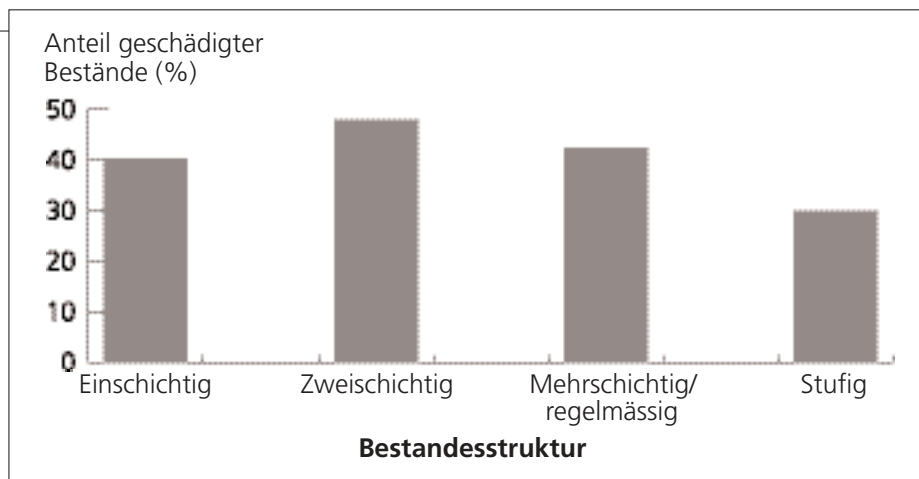
zunahme zu tun hat [6]. Während sich ein- und mehrschichtige Bestände nicht im Schadanteil unterschieden, wiesen stufige Bestände weniger Schäden auf (Grafik 3), welches die Untersuchungen von Dvorak und Bachmann im Plenterwald bestätigt [10]. Es konnte kein eindeutiger Zusammenhang mit dem Bestandesschluss gefunden werden.

Guter Bestandesschutz in Hauptwindrichtung verringert die Sturmschäden

Waren nach Westen höhere Bestände vorgelagert, so waren die Schäden am niedrigsten. Bestand kein Schutz, so waren überdurchschnittliche Schäden zu verzeichnen. Der Einfluss des Bestandesschlusses nahm mit der Bestandeshöhe ab (Grafik 4). Unmittelbare Waldrandflächen hatten eher durchschnittliche Schäden zu verzeichnen, während die knapp hinter dem Waldrand gelegenen Flächen überdurchschnittlich häufig geschädigt wurden. Diese Ergebnisse bestätigen damit die bisherigen Untersuchungen und zeigen den Einfluss der unterschiedlichen Windströmungen am Bestandesschluss [1, 2].

Vernässte Böden und tiefgründige Böden mit höchsten Schäden

Bestände auf Böden mit Tendenz zu Vernässung hatten in der Regel häufiger Schäden, was vermutlich mit der geringeren Durchwurzelungstiefe zu tun hat [1, 3]. Eindeutiger war jedoch die Zunahme der Schäden mit der Bodengründigkeit und der Wasserspeicherfähigkeit der Böden. Diese Größen sind jedoch aus der Bodeneignungskarte abgeleitet und sagen keinesfalls etwas über die Durchwurzelungstiefe aus. Vielmehr hängen sie mit der Exposition, dem geologischen Untergrund und dem Bodentypen zusammen



Grafik 3. Stufige Bestände wurden seltener geschädigt als ein- und mehrschichtige Bestände (Einteilung von P. Kull/WSL).

[6]. Die tiefgründigen Böden mit hoher Wasserspeicherfähigkeit sind vor allem in der Ebene und im flachgeneigten Gelände zu finden. Ob die Bodenstabilität dieser Böden durch die vorangegangenen hohen Niederschläge und die damit verbundene höhere Wassersättigung abgenommen hat, muss genauer untersucht werden.

Empfehlungen an die Praxis

- Auf gefährdeten Standorten, zum Beispiel solchen, welche schon in der Vergangenheit Sturmschäden aufwiesen, sollte der Laubholzanteil möglichst erhöht werden.
- Ein stufiger Bestandaufbau erhöht die Bestandessicherheit und verringert besonders das Risiko von Totalschäden.
- Nutzungen auf gefährdeten Standorten sollten möglichst frühzeitig stattfinden und die Stärke der Eingriffe mit zunehmendem Alter abnehmen.
- Da mit der Bestandeshöhe das Risiko von Sturmschäden zunimmt, sollte der Anteil «hoher Bestände» in gefährdeten Lagen reduziert werden.
- Die Schaffung eines Bestandesschlusses gegen die Hauptwindrichtung sollte wenn möglich angestrebt werden.

Bedankung

Unser Dank gilt dem Buwal für die Finanzierung der Aufnahmen, den Feldaufnahmeteams für ihren Einsatz, Chr. Hug für die Bereitstellung der Aufnahme-computer und Geräte, P. Jakob und E. Rösler für die Hilfe bei Programmierung und Datenvorgabe, D. Steiner und L. Huber für die Hilfe bei der Bereitstellung der Flächenprotokolle und Th. Wohlgenuth, als Leiter des Programms Walddynamik, für vielfältige fachliche Unterstützung. n

Literatur zu Sturmschäden

Allgemein

[1] Mitscherlich, G., 1974. Sturmgefahr und Sturm-sicherung. Schweiz. Z. Forstwes., 125: 199–216.

[2] Rottmann, M., 1986. Wind- und Sturmschäden im Wald. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. Main.

1967er-Stürme

[3] Bazzigher, G., Schmid, P., 1969. Sturmschaden und Fäule. Schweiz. Z. Forstwes. 120: 521–535.

[4] Bosshard, W., 1967. Erhebungen über die Schäden der Winterstürme 1967. Schweiz. Z. Forstwes. 118: 806–820.

[5] Wangler, F., 1976. Die Sturmgefährdung der Fichte in Abhängigkeit von Standort, Bestandestyp und Bestandeshöhe. Wald- und Holzwirtschaft 12: 220–222.

Vivian/Wiebecke 1990

[6] König, A., 1995. Sturmgefährdung von Beständen im Altersklassenwald. Ein Erklärungs- und Prognosemodell. Diss. Univ. München, Sauerländer's Verl., Frankfurt am Main.

[7] Schmid-Haas, P., Bachofen, H., 1991. Die Sturmgefährdung von Einzelbäumen und Beständen. Schweiz. Z. Forstwes. 142: 477–504.

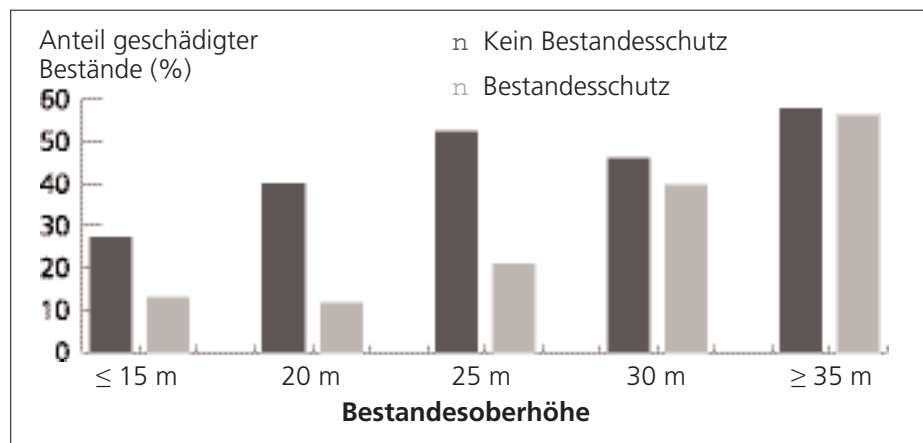
[8] Schmidtke, H., Scherrer, H.U., 1997. Sturmschäden im Wald. Projektschlussbericht im Rahmen des nationalen Forschungsprogrammes «Klimawandel und Naturkatastrophen», NFP 31. Zürich, vdf.

Lothar 1999

[9] Dobbertin M., Kaennel Dobbertin M., 2001. Inventaire des dommages de Lothar: Premières estimations. «La Forêt» 4: 9–11.

[10] Dvorak, L., Bachmann, P., 2001. Plenterwälder sind sturmfester. «Wald und Holz» 82: 47–50.

[11] Eidg. Forschungsanstalt WSL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Eds.). 2001. Lothar. Der Orkan 1999. Ereignisanalyse. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Buwal, Birmensdorf/Bern.



Grafik 4. Nach Westen geschützte Bestände hatten weniger Schäden. Die Schutzwirkung nahm mit der Bestandeshöhe ab.