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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 118 (1967)

Heft: 12

Artikel: Erhebungen über die Schäden der Winterstürme 1967

Autor: Bosshard, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764320

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: 10.07.2025

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

Erhebungen über die Schäden der Winterstürme 1967

Von *W. Bosshard,* Ramlinsburg

(Aus dem Institut für Waldbau der Eidgenössischen Technischen Hochschule)

Oxf. 421.1

1. Über die Wirkungsweise der Stürme

1.1 Die Natur der Winterstürme

Mehr als sechzig praktizierende Oberförster des Schweizerischen Mittellandes sind dem Verfasser Red und Antwort gestanden, und viele haben ihn auch bei den Begehungen begleitet. Allen sei Dank für die wertvolle Unterstützung.

Eine der Fragen, die den Oberförstern gestellt wurde, war jene nach unerwarteten und unerklärlichen Schadenfällen. Die meisten Befragten waren sofort zur Hand mit einer Antwort. Es sind vor allem Schäden in Buchen- und Lärchenbeständen, die als kaum erklärbar betrachtet wurden, unerklärlich schienen oft auch Schäden in Fichten- und Tannenstangenhölzern, ebenso Schäden in tiefgründigen, gesunden, stabilen und völlig intakten Baumhölzern mit Föhre, Tanne oder Fichte. Kopfschütteln haben auch eine ganze Anzahl von Schadenbildern in sogenannten geschützten Lagen, auf den Leeseiten der Hügel und Plateaus, in tiefeingeschnittenen Tälern usw. hervorgerufen. Die Erklärung zu diesen überraschenden Einbrüchen in die Waldbestände liegt in der Natur der Stürme selbst.

Die vier Schadenstürme (21., 23. und 28. Februar und 13. März 1967) sind mit mittleren Vorstoßgeschwindigkeiten von 70 bis 120 km/h über das Gebiet der Schweiz gezogen (1, 2, 3). Die Sturmspitzen, die an einzelnen Stationen gemessen wurden, lagen erheblich über diesen Mittelwerten. Winterstürme dieser Art sind normalerweise gekennzeichnet durch ein ziemlich gleichmäßiges starkes Blasen in großen Höhen und durch heftige Böigkeit in Bodennähe. Diese starken Schwankungen der Windgeschwindigkeit in Tieflagen sind eine Folge der Bodenverwirbelung durch den Reibungswiderstand. So wechseln am selben Ort kräftige Böen mit relativen Flauten innert Minuten. Es dürften vor allem solche lokale Sturmspitzen sein, die für die unerwarteten Windschäden in standfesten Beständen verantwortlich sind. Derartige Sturmspitzen können sich über Distanzen von etlichen Kilometern fortsetzen. Dies vermag die Gassenform gewisser Schäden zu erklären sowie die Tatsache, daß mehrere Einzelschäden oft auf einer Geraden in

Windrichtung liegen. Die Wirkung solcher Linienböen hat sich an mehreren Orten der Schweiz über Distanzen bis zu 30 km beobachten lassen.

An Geländebrüchen der Leeseite, in den Ablösungszonen, entstehen Wirbelwalzen, deren Drehgeschwindigkeit die eigene Wandergeschwindigkeit weit übertreffen kann. Darin darf eine Erklärung für die Schäden in scheinbar geschützten Lagen erblickt werden sowie für Windwürfe an leeseitigen Bestandesrändern.

An Hängen der Luvseite, vor allem an Hängen mehr oder weniger rechtwinkliger Exposition zur Windrichtung, entstehen Staulagen, also Zonen relativer Windruhe. Die Wirkung der Staulage nimmt mit der Hangneigung zu. Diese Erscheinung erklärt, weshalb Schäden an direkt exponierten Steilhängen selten sind.

Fallwinde hinter bedeutenden Geländehindernissen (Höhenzüge des Jura, Gantrisch-Stockhornkette, Übergang von Wildhaus usw.) erreichen Übergeschwindigkeiten. Sie fallen im allgemeinen aber nicht steiler als um ein Drittel der horizontalen Wanderdistanz. Deshalb sind kaum Schäden aufgetreten in den steilen Hanglagen unmittelbar hinter den Höhenzügen, dagegen sind schwere Schäden in einiger Distanz vom Hangfuß entfernt, da wo die Fallwinde mit ganzer Kraft aufprallen (Jurasüdfuß, Aaretal bei Thun, Voralpsee usw.).

Art und Weise des Auftretens, Richtung und Dauer der beiden Hauptstürme vermögen einige weitere Erklärungen zu liefern. Der Sturm vom 23. Februar ist schlagartig und mit ungeheurer Kraft aus der ungewöhnlichen Richtung NW-NNW aufgetreten und hat weniger als eine Stunde gedauert. Die Fallwindwirkung war vor allem am Jurasüdfuß verheerend. Die Forstkreise nahe am Jurafuß, vom Neuenburgersee bis Olten, haben praktisch alle Schäden vom 23. Februar. Das unvermittelte Auftreten dieses heftigen Sturmes dürfte auch erklären, weshalb manche Oberförster der Meinung sind, daß am 23. Februar verhältnismäßig mehr Stämme gebrochen wurden als am 13. März. Der Märzsturm aus SW hat seine Spitzengeschwindigkeiten erst mehrere Stunden nach Beginn erreicht und ist nur sehr langsam abgeflaut. Die Bäume sind in stundenlanger Sturmwirkung aus ihren Verankerungen gehebelt worden. In manchen Zonen des Mittellandes waren diese Verankerungen durch die vorangehenden Stürme allerdings schon erheblich gelockert.

1.2 Umfang und Ort der Schäden

Die Wurf- und Bruchschäden der Winterstürme werden auf Grund der Schätzungen der Kantone von der Eidg. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei auf 2,376 Millionen Kubikmeter beziffert. Das Hauptschadengebiet sind die tieferen Lagen des Mittellandes zwischen Neuenburgersee und Bodensee. Die Grenzen dieser Zone verlaufen ungefähr von Freiburg über Thun, Napf (exklusive), Luzern, Zug, oberer Zürichsee, St. Gallen, Rorschach, Stein am Rhein, Schaffhauser Randen (inklusive), Koblenz, Aare

bis Olten, Jurasüdfuß bis Neuenburgersee, Payerne, Freiburg. Einzelne, örtlich bedeutsame Schäden außerhalb des Hauptschadengebietes liegen vor allem in bernischen und luzernischen Voralpentälern, im Rheintal zwischen Buchs und Bodensee sowie in inneren Juratälern.

Am schwersten betroffen ist das Dreieck Olten, Biel, Burgdorf.

1.3 Systematische Untersuchungen

Dem Entschluß, in der Hauptschadenzone systematische Untersuchungen durchzuführen, lag die Annahme zugrunde, daß Zusammenhänge bestehen zwischen der Sturmanfälligkeit von Beständen und waldbaulich/standörtlichen Faktoren. Auf das Erkennen solcher Zusammenhänge waren die Untersuchungen vor allem ausgerichtet. Erste Begehungen von Schadenflächen nach den Februarstürmen sowie Gespräche mit Praktikern im Kanton Zürich haben rasch die Einsicht reifen lassen, daß diese ihrer Natur nach äußerst komplexen Zusammenhänge nicht leicht und nur bei guter Kenntnis der örtlichen Verhältnisse einigermaßen zuverlässig zu beurteilen sind. Die ersten Gespräche haben auch gezeigt, daß die Gefahr verallgemeinernder Schlüsse auf Grund lokaler Beobachtungen sehr groß ist.

Um die Untersuchungen möglichst zuverlässig und für die Hauptschadenzone der Schweiz möglichst gültig zu gestalten, hat der Verfasser beschlossen:

- eine große Zahl von Schadenfällen, verteilt über die ganze Hauptschadenzone, zu studieren;
- die Beobachtungen, Überlegungen und Urteile der Oberförster systematisch zu sammeln;
- die eigenen Feldbeobachtungen nach Möglichkeit zusammen mit den ortskundigen Forstleuten durchzuführen.

So sind zwischen Februar und Juni 1967 64 praktizierende Oberförster (mit total 1,983 Mill. m^3 Schäden oder 83 Prozent des geschätzten Gesamtschadens) aufgesucht und befragt worden. 47 Oberförster (mit 1,522 Mill. m^3) haben den Verfasser zu Besichtigungen im Wald begleitet. Diese aufschlußreichen gemeinsamen Begehungen haben meistens einige Stunden, in einigen Fällen aber ganze Arbeitstage in Anspruch genommen.

Der Befragung der Praktiker ist ein Fragebogen mit rund 40 Einzelfragen zugrunde gelegt worden. Aus verständlichen Gründen konnten manche Fragen nicht eindeutig und nur mit mancherlei Einschränkungen und zusätzlichen Erklärungen beantwortet werden. Diese zahlreichen Aussagen bilden, ergänzt durch die Beobachtungen des Verfassers, die Grundlage für diesen Bericht.

Der Umfang des gesammelten Materials ist beträchtlich. Trotzdem sind der Gültigkeit der Aussagen Grenzen gesetzt, die redlich abzustecken der Sache nur nützlich sein kann. Zunächst ist die Beurteilung der Wirkungen und Zusammenhänge rein gutachtlich erfolgt. Es sind keinerlei Messungen oder Zählungen durchgeführt worden. Dann kommen den Beobachtungen

und Urteilen der einzelnen Praktiker unterschiedliches Gewicht und unterschiedliche Gültigkeit zu, weil sie stets auf lokalen Erfahrungen beruhen, die in mehr oder weniger speziellen Verhältnissen gewonnen wurden. Es muß auch ehrlicherweise angenommen werden, daß das Beobachtungs- und Urteilsvermögen der Befragten unterschiedlich ist, und auch der Verfasser selbst dürfte unbewußt gewisse Vorurteile mit in die Untersuchung hineingetragen haben. Darüber hinaus waren die Schadenbilder oft das Ergebnis mehrerer Stürme, und manchmal war gar nicht auszumachen, auf welche Stürme die Schäden zurückzuführen sind. Die eingangs geschilderte heterogene Struktur der bodennahen Sturmwirkung und eine gewisse Zufälligkeit im Sturmgeschehen erschwerten zudem die Beurteilung der Schadenbilder erheblich. Es ist versucht worden, aus den vielen Beobachtungen und Deutungen Wesentliches und Allgemeingültiges vom mehr Zufälligen oder Besonderen zu trennen und im folgenden übersichtlich darzustellen.

2. Waldbestand und waldbaulicher Zustand

2.1 Bestandesarten, Baumarten, Alter und Gesundheit

Es gibt kein Bestandesmerkmal, das sich deutlicher auf die Sturmempfindlichkeit ausgewirkt hätte als der *Anteil der Fichte* am Hauptbestand. Die weitaus größten Flächenschäden, und gesamtschweizerisch gesehen die meisten Flächenschäden überhaupt, sind in reinen Fichtenbeständen entstanden. Weit zurück an zweiter Stelle liegen Fichten-Tannen-Mischbestände, dann Fichten-Föhren-Bestände und schließlich Fichtenbestände oder Nadelwald-Mischbestände mit eingesprengten oder beigemischten Laubbaumarten. Die prozentuale Verteilung der Schäden auf die wichtigsten Baumarten ist von 50 Oberförstern mit total 1,648 Mill. m³ Schadenholz geschätzt worden.

Die folgende Tabelle zeigt die Zusammenstellung der Schätzungen:

	1000 m³	*%*
Fichte	1184	72
Weißtanne	298	18
Föhre	72	4
andere Baumarten	94	6

Das Bild wird noch zutreffender, wenn man bedenkt, daß nahezu die Hälfte der 18 Prozent Weißtannen allein auf das Gebiet von Zofingen/Langenthal entfällt.

Schäden in Mischbeständen mit ein Viertel und mehr Laubbaumarten sind überwiegend Streuschäden an Fichte, Tanne, Föhre, Weymouthsföhre

und Douglastanne. Schäden an Laubbaumarten betreffen vorwiegend Buche, da und dort gelegentlich einige Eichen und nur ganz selten andere Laubbaumarten.

Aus dem mengenmäßigen Anteil der einzelnen Baumarten darf nicht direkt auf ihre Sturmanfälligkeit geschlossen werden, weil ihre mengenmäßige Vertretung in den Wäldern der Hauptsturmzone sehr unterschiedlich ist. Die Fichte ist nicht nur am schwersten betroffen, sie ist auch weitaus die häufigste Baumart im Mittelland. Um der Frage der *Sturmanfälligkeit der Arten* näherzukommen, sind die Oberförster gebeten worden, eine Rangliste der Sturmanfälligkeit unter Berücksichtigung der mengenmäßigen Vertretung der Baumarten in den betreffenden Kreisen oder Verwaltungen aufzustellen. 48 Oberförster haben die Frage beantwortet, wobei in den einzelnen Ranglisten selbstverständlich nicht durchweg dieselben Baumarten vorkommen. Oft ist auch mehreren Arten dieselbe Rangstelle gegeben worden. Die folgende Übersicht gibt ein zusammenfassendes Bild:

	In Anzahl Ranglisten im			
	1. Rang	*2. Rang*	*3. Rang*	*4. Rang*
Fichte	42	6		
Weymouthsföhre	12	2	2	
Douglastanne	6	2	2	1
Tanne	13	24	3	1
Waldföhre	3	10	7	3
Lärche		2	5	1
Buche		1	5	5
Eiche			2	2

Die Reihenfolge der Arten ist in der Übersicht so gewählt worden, daß sie von oben nach unten ungefähr der mittleren Sturmanfälligkeit entspricht, so wie sie sich aus den Zahlen der Tabelle ergibt. Die Sturmanfälligkeit kann lokal oder regional stark vom Mittel abweichen. Besonders auffallend sind die Unterschiede in der Beurteilung der Sturmanfälligkeit der Tanne und der Föhre. Die Sturmfestigkeit der Tanne wird im bernischen Mittelland und im westlichen Teil des Aargau deutlich günstiger beurteilt als in der Nordostschweiz, wo da und dort eine eigentliche «Tannenenttäuschung» Platz gegriffen hat. Die Föhre scheint auf Schotterböden anfälliger als auf Lehmen. Die meistvertretenen Erklärungen für die hohe Sturmempfindlichkeit der einzelnen immergrünen Arten ist für die Fichte ihr flachgründiges

Wurzelwerk, für die Weymouthsföhre und die Douglastanne die großen dichten Kronen und die Vorwüchsigkeit, für die Tanne die Vorwüchsigkeit und die Überalterung.

Der Einfluß des *Bestandesalters* auf die Sturmanfälligkeit ist eindeutig. 61 Oberförster haben die Frage nach einer altersbedingten Zunahme der Sturmempfindlichkeit beantwortet, davon 58 mit ja, 2 mit eventuell und einer mit nein. 48 Oberförster haben die Hauptschäden in Bestandesaltern von mehr als 70 Jahren, 13 in Altern von mehr als 50 Jahren. In 30- bis 50jährigen Beständen kommen nur einzelne, ausschließlich kleinflächige Schäden vor.

Die Erklärung für die Altersabhängigkeit dürfte unter anderm darin liegen, daß das Verhältnis zwischen oberirdischer Länge und Bewurzelungstiefe bis zum Abschluß des Höhenwachstums zunimmt und der Schwerpunkt der Krone aber auch nach Abschluß des Höhenwachstums, vor allem bei schlecht gepflegten Beständen, weiter nach oben rückt.

18 von 24 befragten Kollegen sind der Auffassung, daß auch eine gewisse *Überalterung* der Bestände am verheerenden Ausmaß der Schäden mitschuldig ist. Sie erklären sich das meist einfach mit einer Art von Altersschwäche, bewirkt etwa durch vermindertes Wurzelwachstum. Die große Zahl aufgestellter Wurzelstöcke hat es erlaubt, eine vermutete, aber wenig beobachtete und kaum systematisch untersuchte Erscheinung vielfach bestätigt zu finden: Es ist der altersbedingte Abbau der Wurzelwerke bei manchen Baumarten, besonders deutlich aber bei Tanne, Fichte und Eiche. Im höheren Alter, Jahrzehnte vor Erreichen der physiologischen Altersgrenze, beginnen die tieferen Wurzelteile abzusterben. Im fortgeschrittenen Stadium sind armdicke, ehemals tiefreichende Pfahlwurzeln zu stumpfen, kurzen Stummeln ohne jede Verankerungskraft zurückgebildet. Darin dürfte eine sehr wesentliche Erklärung für die Altersempfindlichkeit gegenüber Stürmen liegen. Es ist dabei zu vermuten, daß dieser Altersabbau der Wurzeln um so früher einsetzt und um so rascher verläuft, je optimumferner der Standort und je schwächer das Individuum ist. 12 Praktiker bestätigen, diesen altersbedingten Wurzelabbau in den Schadenflächen dieses Winters beobachtet zu haben; ein bernischer Oberförster sagt aus, diese Erscheinung bei verschiedenen Baumarten seit manchen Jahren immer wieder feststellen zu können. Einzelne Kollegen weisen in diesem Zusammenhang auch auf Wurzelbeschädigungen durch frühere Stürme hin.

Hat der *Gesundheitszustand* der Bestände einen Einfluß auf ihre Sturmanfälligkeit? 59 von 61 Befragten haben mit ja, zwei mit eventuell geantwortet. Viele Einzelbeobachtungen bestätigen die außerordentlich hohe Sturmempfindlichkeit rotfauler Nadelhölzer. In Beständen mit Streuschäden haben die Stürme in erster Linie stockrote Bäume geworfen, in bemerkenswert hohem Maße auch am Stammfuß gebrochen. In der Nähe von Biel wurde von einem Förster beobachtet, wie zu Beginn des Sturmes auf meh-

reren Hektaren einzelne Bäume zu Boden gingen, erst bei späteren Böen ist dann die ganze Fläche geworfen worden. Beim Aufrüsten dieser Schadenfläche ist aufgefallen, daß die stockroten im allgemeinen unter den gesunden Bäumen lagen. Mehrere Praktiker bestätigen auch, daß sich Streuschadenbestände vom 23. Februar am 13. März in Flächenschäden verwandelt haben. Die Rotfäule der Nadelhölzer, vor allem der Fichte, scheint in der Tat die Sturmresistenz ganzer Bestände erheblich zu vermindern.

2.2 Anrißzonen

Anrisse im Innern völlig geschlossener Bestände sind zwar vorgekommen, sie waren aber die Ausnahme. Im allgemeinen ließen sich typische Anrißzonen erkennen und unterscheiden.

57 von 61 antwortenden Kollegen haben bestätigt, daß *alte Schadenlöcher* als Anrißzonen eine Rolle spielen. Auffallend viele dieser Bestandeslücken stammen vom Schneedruck des Winters 1961/62, von früheren Stürmen und etwas weniger von Käferbefall. Die Größe und Form dieser alten Schadenlöcher spielt dabei kaum eine Rolle, entscheidend für ihre Eignung als Sturmanrißzonen scheint viel eher der waldbauliche Zustand der umgebenden Bestände.

Die Frage nach Anrissen an Bestandesrändern, die durch *Kriegsrodungen* entstanden sind, ist von 13 Kollegen mit ja und von 29 mit nein beantwortet worden. Die Ja-Antworten deuten immerhin darauf hin, daß Rodungsränder selbst nach Ablauf von 25 Jahren noch Schwächezonen bilden können.

Frische *Rodungsränder* haben sich überall dort, wo sie ungünstig exponiert waren, sehr nachteilig ausgewirkt. In einigen Fällen sind unbedeutend scheinende Anschnitte an Waldrändern zum Ausgangspunkt von Flächenwürfen geworden.

Aber auch völlig *intakte Waldränder* waren Ausgangszonen von Flächenwürfen. Sehr oft sind dabei die äußersten Ränder stehen geblieben, eine Erscheinung, die auch bei windgeschädigten Getreidefeldern häufig zu beobachten ist und die wohl mit der besseren Verankerung der Randpflanzen erklärt werden kann.

Neuere *Wegaushiebe und Schneisen* sind bei 34 von 56 anwortenden Kollegen zu Anrißzonen geworden. Es handelt sich dabei vorwiegend um Wegbauten im Zusammenhang mit Meliorationen, auch um Schneisen für Starkstromleitungen, in Einzelfällen um Kanalisationsanlagen, Schußschneisen von Festungswerken usw.

Die Schäden entlang der *Nationalstraßen* sind zwar bedeutend, aber doch geringer als man hätte befürchten müssen. Hier scheint allerdings Glück stark mit im Spiel zu sein. Die N 1 (Bern—Lenzburg) verläuft in der Hauptwindrichtung des Märzsturmes, und da wo sie am Jurasüdfuß liegt und schwere Schäden im Februar zu erwarten gewesen wären, hat sie kaum Wälder angeschnitten. Die linksufrige Höhenstraße am Zürichsee verläuft

etwas geschützt, weist aber trotzdem eine ganze Anzahl kleinere Flächenwürfe auf. 24 der befragten Kollegen haben Rodungen für Nationalstraßen in ihren Aufsichtsgebieten, davon sind nur 2 ohne Sturmschäden am Trasseerand geblieben.

Im Zusammenhang mit der Frage nach den Anrißzonen wurde mit manchen Oberförstern auch die Möglichkeit der sogenannten «*Kartenhauswirkung*» besprochen. Dabei ist aufgefallen, daß vor allem Kollegen, die die Stürme im Bett oder im Büro erlebt haben, geneigt sind, dieser «Kartenhauswirkung» eine gewisse Bedeutung zuzumessen, während jene, die das zweifelhafte Vergnügen hatten, einen Sturm im Wald selbst beobachten zu können, der Auffassung sind, daß Flächenwürfe in Nadelwäldern viel weniger durch in der Windrichtung fortschreitendes sich Umstoßen zustande kommen, sondern vielmehr durch das Zusammentreffen von Sturmspitzen mit günstigen Anrißzonen und schwachen Beständen. Großkronige Bäume dagegen, ganz besonders sperrige Buchen, deren Kronen sich leicht mit Nachbarkronen verhängen, stoßen oft andere Bäume um oder werden selbst umgestoßen. Viele der unterständigen Laubbäume in geworfenen Nadelwäldern sind vom Hauptbestand einfach umgestoßen oder gebrochen worden.

Gewissermaßen als – durchaus glaubwürdiges – Kuriosum soll erwähnt werden, daß einige Oberförster auch Zusammenhänge sehen zwischen dem *Verlauf der Waldränder* und dem Ort des Anrisses. Sie erklären sich das mit einer Trichterwirkung zusammenlaufender benachbarter Waldränder.

2.3 Durchforstungszustand, Verjüngungsmethode und weitere Bestandesmerkmale

Der *Durchforstungszustand* der Nadelwaldbestände des Schweizerischen Mittellandes im Alter über 60 Jahre ist gekennzeichnet durch späten Beginn, lange Intervalle, starke Eingriffe sowie durch die Tendenz, verpaßte Säuberungen nachzuholen. Rund die Hälfte der gesamten Fläche dürfte nicht mehr als eine oder zwei Durchforstungen hinter sich haben. Ein bescheidener Anteil der Nadelwaldfläche ist auch im Alter 60 noch nie durchforstet worden, und ein weiterer bescheidener Anteil wird durch glückliche Umstände seit zwei oder drei Jahrzehnten regelmäßig, häufig und zurückhaltend hochdurchforstet. Die Frage nach dem Einfluß des Durchforstungszustandes auf die Sturmempfindlichkeit ist mit über 50 Oberförstern besprochen worden. Die Aussagen der Kollegen und die eigenen Beobachtungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Am anfälligsten sind Erstdurchforstungen, und zwar nimmt die Anfälligkeit zu mit dem Alter bei der Erstdurchforstung und mit der Stärke des Eingriffs. Diese Auffassung wird ungefähr in dieser Form von 22 Praktikern vertreten; 9 haben ihr widersprochen und 4 waren unsicher im Urteil. Die hohe Anfälligkeit undurchforsteter Nadelwälder höheren Alters ist ebenfalls deutlich. Sie wird von einigen Kollegen mit der Überhöhe und der schlechten Verankerung der Bestände erklärt.

Es ist auch die Frage nach dem Einfluß der *Zeitspanne zwischen letzter Durchforstung und Sturm* gestellt worden. 24 von 52 antwortenden Praktikern haben eine erhöhte Sturmanfälligkeit in Beständen beobachtet, die im Sturmwinter oder im vorangehenden Winter durchforstet worden sind. 13 Kollegen haben keinen ungünstigen Einfluß frischer Durchforstungen gesehen, und 15 haben die Frage mit «eventuell» beantwortet.

Mancher Kollege hat im Gespräch mit Nachdruck und Überzeugung auf die stabilisierende Wirkung früh einsetzender, häufiger und vorsichtiger Anzeichnungen hingewiesen, und mancher hat sich auch beklagt über das außerordentliche Maß an Zwangsnutzungen der letzten Jahre sowie über die zu tiefen Hiebsätze, die dazu zwingen, längst fällige Durchforstungen von Jahr zu Jahr aufzuschieben.

Es wurde auch die Frage gestellt, ob *«normale femelschlagartige Verjüngungen»* als Anrißzonen für Flächenwürfe gewirkt hätten. Diese Frage ist von 26 Praktikern mit ja, von 14 mit nein und von 5 mit eventuell beantwortet worden. Einige wenige Kollegen haben unumwunden die Auffassung geäußert, diese Durchlöcherung der Bestände müsse aufhören, und die Rückkehr zu schematischen saumschlagartigen Verfahren sei die einzig mögliche Lösung.

Die Feldbeobachtungen haben dann allerdings in manchen Fällen gezeigt, daß diese sogenannten «normalen femelschlagartigen Verjüngungen» tatsächlich nichts anderes sind als Löcher in einstufigen gleichaltrigen Beständen und mit Femelschlag wenig zu tun haben. Anderseits haben etliche Praktiker anhand wirklicher, von langer Hand vorbereiteter und schrittweise geschickt durchgeführter femelschlagartiger Verjüngungen nachzuweisen vermocht, daß in dieser Frage die Hand des Waldbauers von entscheidender Bedeutung ist.

Die Frage nach der stabilisierenden Wirkung einer gewissen *Stufigkeit im Bestandesaufbau* ist von 23 Kollegen mit ja, von 12 mit nein und von 5 mit eventuell beantwortet worden. Manche haben darauf hingewiesen, daß in ungleichaltrigen, etwas stufigen Beständen nur Streuschäden aufgetreten sind, während Flächenwürfe fast ausschließlich auf gleichaltrige einstufige Bestände beschränkt blieben. Überzeugend hat dies ein luzernischer Kreisoberförster dargetan: In seinem Kreis verteilt sich die Gesamtschadenmenge ziemlich genau je zur Hälfte auf Privatwald und öffentlichen Wald. Die Privatwälder sind vorwiegend ungleichaltrige, gruppenplenterartig bewirtschaftete Bestände; sie machen 72 Prozent der Gesamtfläche aus. Die öffentlichen Wälder sind vorwiegend gleichaltrige, einstufige Bestände, sie machen 28 Prozent der Gesamtfläche aus. Der Anteil der Flächenschäden im Verhältnis zu den Streuschäden ist im öffentlichen Wald überdies bedeutend größer als im Privatwald.

Schließlich ist mit manchen Kollegen die Frage nach einem stabilisierenden Einfluß von *Laubholzbeimischungen in Nadelholzbeständen* auf-

genommen worden. In der Beurteilung dieser Frage besteht etwelche Unsicherheit, weil im Schadengebiet nur selten Nadelwälder mit nennenswerten Laubholzbeimischungen zu finden sind. Die Gespräche und Beobachtungen haben aber doch deutlich zutage gefördert, daß Laubholzbeimischung die Sturmfestigkeit der Bestände deutlich verbessert. Voraussetzung ist dabei ein Laubholzanteil von wenigstens einem Fünftel der Stammzahl, die regelmäßige Verteilung der einzeln beigemischten Laubbäume sowie ihre Zugehörigkeit zum Hauptbestand.

3. Bodenart und Bodenzustand

3.1 Bodenart

Auf allen im Sturmgebiet vorkommenden Bodenarten sind Schäden aufgetreten. Die Aufmerksamkeit war darauf ausgerichtet zu erkennen, ob Bestände auf gewissen Bodenarten sturmanfälliger waren als vergleichbare Bestände auf anderen Böden. Diese Frage zu beantworten erscheint, selbst nach Abschluß der Untersuchungen, unmöglich. Es sind lediglich zwei Tendenzen ziemlich deutlich geworden: Besonders anfällig waren Bestände auf stark wasserbindigen und auf flachgründigen Böden. So haben 15 von 21 die Frage beantwortenden Praktikern angegeben, sie hätten die größten Schäden auf schweren bindigen Lehmböden, und 39 von 56 antwortenden Kollegen waren der Auffassung, die Flachgründigkeit gewisser Böden hätte sich ungünstig ausgewirkt.

3.2. Das Bodenwasser

Der Wassergehalt der Böden war zur Zeit der Winterstürme außerordentlich hoch. Es sind vermutlich mehrere Faktoren, welche zu dieser extremen Winterbodennässe beigetragen haben: die überdurchschnittlichen Niederschläge der beiden vorangehenden Jahre, der niederschlagsreiche Frühwinter, die frühe Schneeschmelze und der fehlende Bodenfrost. Der Eindruck außerordentlicher Bodennässe war unter den Praktikern allgemein. Mehr als die Hälfte der die Frage beantwortenden Kollegen war der Auffassung, sowohl die überdurchschnittlichen Jahresmittel von 1965 und 1966 als auch der niederschlagsreiche Frühwinter hätten sich ungünstig ausgewirkt, manche Kollegen haben den Niederschlägen und der Schneeschmelze kurz vor den Stürmen die allein entscheidende Bedeutung zugemessen. Es herrschte allgemein die Auffassung, die hohe Wassersättigung der Böden habe die Verankerungskraft der Wurzeln erheblich reduziert.

Der Verfasser hat sich zu diesem Problem die Ansicht des Bodenmechanikers angehört (4). Der Reibungswiderstand der Wurzeln und die Kohäsion des Bodens sind abhängig vom Wassergehalt und von der Teilchengröße. In schweren Böden ist der Wassergehalt der entscheidende Faktor. In Schotterböden und Sanden ist der Wassergehalt dagegen von geringer Bedeutung. Die innere Reibung der Wurzeln und die Kohäsion nehmen mit zunehmen-

dem Wassergehalt, also mit zunehmender Plastizität des Bodens, ab. Böden mit Sättigungsgraden zwischen 83 und 87 Prozent sind gut verformbar, Böden mit 90 bis 95 Prozent Sättigung des Porenvolumens sind sehr plastisch. In diesen Größenordnungen oder darüber dürften sich die Wassergehalte bewegt haben. In diesem Sättigungsbereich nimmt der Reibungswiderstand sehr rasch ab, und daher können wenige Prozente zusätzlichen Wassers die Sturmresistenz der Bäume und Bestände erheblich vermindern.

Auf lehmigen Böden konnten nach den Stürmen, vor allem nach dem vielstündigen Märzsturm, lehmhaltige Wasseraustritte und viele abgerissene fingerdicke Wurzeln beobachtet werden. Das ausgepumpte Bodenwasser und die Wurzelbeschädigungen weisen auf die außerordentlichen Bewegungen der Wurzelteller hin. Der Bodenmechaniker hat darauf hingewiesen, daß solches Kneten und Stampfen des nassen Bodens den Reibungswiderstand der Wurzeln zusätzlich vermindern.

3.3 Die Flachgründigkeit der Böden

Die höhere Sturmempfindlichkeit flachwurzelnder Bäume und Bestände bedarf keiner eingehenden Erklärung. Doch sei darauf hingewiesen, daß vor allem bei flachwurzelnden Nadelhölzern nicht nur die oberflächliche Verankerung, sondern auch das außerordentlich geringe Gewicht der Wurzelballe eine Rolle spielt. Bei Laubhölzern, die, wenn sie geworfen werden, die Wurzelballe im allgemeinen nicht aufstellen, sondern kugelgelenkartig im Boden drehen, dürfte das Ballengewicht eine geringere Rolle spielen.

3.4 Permanent vernäßte Böden

32 von 38 antwortenden Kollegen haben beobachtet, daß auch permanent vernäßte Stellen stark sturmanfällig sind. Besonders häufig ist dies festgestellt worden für naturwidrig bestockte Schwarzerlenstandorte. Aber auch torfige Naßböden, Orte hoher Grundwasserstände, Riedböden, ja sogar Auslaufstellen von Straßenentwässerungen sind als erhöht sturmgefährdet bezeichnet worden. Diese Flächen machen aber nur einen verschwindend kleinen Teil der Gesamtschadenfläche aus.

4. Merkmale des Geländes

44 von 45 Kollegen haben festgestellt, daß die dem *Sturmwind zugekehrten Hanglagen* leichter bis mittlerer Neigung am stärksten in Mitleidenschaft gezogen wurden. Steilhänge sind im Sturmschadengebiet zwar meist mit Laubholz bestockt, es schien aber trotzdem aufzufallen, daß direkt exponierte Steilhänge praktisch nie Schäden aufweisen. Dagegen waren Würfe an spitzwinklig zur Windrichtung stehenden Steilhängen oft zu beobachten. Dies hängt mit der eingangs erwähnten Bildung von Staulagen zusammen.

Es sind nur wenige Oberförster, die nicht irgendwo Sturmschäden in *vermeintlich geschützten Lagen* aufzuweisen hätten. Besonders häufig sind

Würfe und Brüche unmittelbar hinter den leeseitigen Plateaurändern, also in typischen Schneedrucklagen. Dies ist die Auswirkung der früher erwähnten Ablösungswirbel hoher Drehgeschwindigkeit. Am Hinterhang unbewaldeter Hochflächen sind einige besonders krasse Schäden aufgetreten. Den Dachdeckern sind Ziegelschäden auf den windabgekehrten Dachseiten übrigens wohlbekannt. Für ein paar kleinere Wurfflächen in tiefeingeschnittenen, völlig geschützten Tobeln dürfte es ziemlich schwer sein, einleuchtende Erklärungen zu finden. Möglicherweise sind irgendwelche Sogwirkungen mit im Spiel.

36 von 47 Kollegen haben Schadenfälle, deren Entstehen sie zum Teil auf die besonderen *Kleingeländeformen* zurückführen. Die Fälle sind um so häufiger und die Erklärungen um so überzeugender, je stärker das Gelände gegliedert ist. In der Zone zu den Voralpen hin sind es vor allem Kreten, Kanten, Rippen und Kuppen, die durch Form und Exposition dem Sturm besonders günstige Angriffsmöglichkeiten boten.

Erstaunlich viele Kollegen, nämlich 37 von 40 antwortenden, haben sich Gedanken gemacht über den Einfluß der *Großgeländeformen* und sind dabei zum Schluß gekommen, daß Zusammenhänge bestehen zwischen Windrichtung, Großtopographie und Ort der Schäden. Man spricht von Kanalisierung der Winde, von Ablenkung, von breiten Stauwirkungen, von Düsenwirkungen usw. Solche Erklärungen mögen in sehr vielen Fällen Richtiges enthalten. Als Beispiele seien erwähnt die Wirkung der Taubenlochschlucht, die Schutzwirkung des Roggen bei Oensingen und die Schutzwirkung des Seerückens, die Stauwirkung des Zugerbergs, der Windkanal zwischen Jura und Molasse im Kanton Aargau und der Fallwind hinter dem Paß von Wildhaus.

Die Lage der Hauptschäden und ihre *Höhe über Meer* weisen deutliche Zusammenhänge auf. Die Hauptschäden liegen zwischen 420 und 900 m. Schäden über 1200 m sind Ausnahmen. Die höchstliegenden Schäden, es sind Streuschäden, sind mit 1600 m angegeben worden. Die Ursache dieser Beschränkung der Schäden auf die tieferen Lagen liegt darin, daß in höheren Lagen der Sturm gleichmäßig stark bläst und Böen und Verwirbelungen weniger häufig vorkommen. Die Spitzengeschwindigkeiten erreichen in den Tieflagen höhere Werte als in den Bergen.

5. Wurf und Bruch

54 der Kollegen haben den relativen Massenanteil geworfener und gebrochener Bäume geschätzt. Die Schätzungen des Anteils an Bruchholz liegen zwischen 5 und 40 Prozent. Der mittlere Anteil an Bruchholz beträgt für diese 54 Kreise, die total 1,833 Mill. m^3 Sturmholz aufweisen, 19 Prozent. Die Extrapolation des Mittelwertes auf die gesamte Schadenmenge der Schweiz ergibt rund 450 000 m^3 gebrochenes und 1 930 000 m^3 geworfenes Holz.

Wurf und Bruch verteilen sich unterschiedlich auf die einzelnen Baumarten. Es ist deutlich, daß die Laubhölzer ausschließlich geworfen wurden, es sei denn, sie wären von fallenden Nachbarbäumen gebrochen worden. Ebenso ist die Douglasie praktisch nie gebrochen worden. Die Weymouthsföhre ist ebenfalls selten gebrochen, während die Waldföhre etwa den angegebenen Durchschnittswert gehalten hat.

Bei der Weißtanne liegt der Anteil an Bruchholz deutlich über dem Durchschnittswert. Die Ursache dürfte in der ziemlich guten Verwurzelung bei geringer Knickfestigkeit des Stammes liegen. Gesunde Fichten sind relativ mehr geworfen worden als Weißtannen, stockfaule Fichten dagegen waren fast stets am Stammfuß gebrochen.

6. Flächenschäden und Streuschäden

Als Flächenschäden sind Schadenstellen bezeichnet worden, welche nach der Räumung aktive Verjüngungsmaßnahmen erfordern. 42 Praktiker mit total 1,666 Mill. m³ Sturmholz haben den Massenanteil verteilt nach Flächenschäden und nach Streuschäden geschätzt. Die Schätzungen für die Flächenschäden liegen zwischen 5 und 90 Prozent. Im Mittel der 42 Schätzungen erreicht die Sturmholzmasse der Flächenschäden 57 Prozent. Extrapoliert man diesen Mittelwert wiederum auf die Gesamtschadenmenge der Schweiz und rechnet man mit einem mittleren Vorrat von 400 m³ pro Hektare, dann ergibt sich eine Totalfläche von rund 3400 Hektaren, auf der aktive Verjüngungsmaßnahmen notwendig sind.

7. Unsichtbare Folgeschäden

Die offensichtlichen Schäden und Verluste durch Vornutzungen, durch Sortimentseinbußen infolge Bruch und durch Preisstürze sind häufig diskutiert und auch näherungsweise berechnet worden. Darüber hinaus werden weitere Sortimentsverluste durch Lagerschäden kommen. Einige unsichtbare Folgeschäden bedürfen, gerade weil sie rechnerisch nicht erfaßt werden können, besonderer Erwähnung.

Die abgerissenen und geknickten Wurzeln sowie die erheblichen Kronenschäden am Nadelholz haben Vitalitäts- und Zuwachsverluste zur Folge. Die stundenlangen kräftigen Wiegebewegungen der Bestände im Märzsturm dürften zu Bodenverdichtungen und – nach Auffassung des Bodenmechanikers – auch zu Ablösungen zwischen Bodenzonen im unteren Wurzelraum geführt haben. Solche Ablösungen können während Jahren bestehen bleiben. Tausende von neuen kleineren oder größeren Löchern in den Beständen haben neue Angriffszonen für kommende Stürme geschaffen. Die Randzonen dieser und auch früherer Bestandeslücken sind vielfach erheblich geschwächt. Die Unzahl neuer Verjüngungsflächen dürfte auch das ungelöste Wildschadenproblem verschärfen.

8. Folgerungen

In der Zeitspanne von drei Wochen sind vier schwere Winterstürme über die Schweiz hinweggezogen und haben in den Wäldern des Mittellandes katastrophale Schäden angerichtet. Die Hauptursachen dieser verhängnisvollen Auswirkung der Stürme liegen in der ausgedehnten Bestockung des Mittellandes durch reine, gleichaltrige, aus Kahl-, Saum- und Schirmschlägen hervorgegangenen Fichtenbestände und in der mangelnden Pflege dieser Bestände. Darüber hinaus muß in der Überalterung der Wälder eine zusätzlich wirkende Ursache und gleichzeitig ein bedrohliches Symptom erkannt werden.

Der Zeitpunkt zu einer neuen Beurteilung der Lage ist gekommen. Die langfristigen waldbaulichen Planungen sind neu zu überdenken und die Wirtschaftspläne sind danach auszurichten.

Die wesentlichsten Elemente dieser Planung sind die zeitgerechte Durchforstung junger und mittelalter Bestände, die Verjüngung alter und überalter Bestände und die Baumartenwahl in allen Verjüngungen. Es ist dringend nötig, daß die Oberförster die Wahl der Baumarten in den Griff bekommen und ernst machen mit Mischbeständen. Die Stabilisierung von Rändern dürfte in den meisten Fällen ein hoffnungsloses Unterfangen sein, auf keinen Fall sollten die Ränder ohne zwingende Gründe immer wieder zurückgenommen werden.

Nur der Blick auf das Ganze und nur das Handeln nach Gesichtspunkten der langfristigen Entwicklung kann uns aus dem waldbaulichen Teufelskreis herausführen und die Gefahr ähnlicher Katastrophen allmählich abwenden.

Résumé

Examen des dégâts causés par les ouragans hivernaux de 1967

Quatre ouragans hivernaux se sont abattus sur la Suisse en l'espace de trois semaines, causant des dégâts catastrophiques aux forêts du Plateau. La présente étude, réalisée de mars à juin 1967, s'étend sur dix cantons situés du Lac de Constance au Lac de Neuchâtel et réunit les observations de quelque soixante inspecteurs forestiers. Ses conclusions sont les suivantes:

L'ampleur fatale des dégâts relevés sur le Plateau est à mettre en relation avec l'étendue qu'y occupent des peuplements purs et équiennes d'épicéa, issus de coupes rases, de lisière ou d'abri, et de plus insuffisamment soignés. L'état de vieillissement trop avancé des forêts en fut une cause agissante supplémentaire, en même temps qu'un symptôme alarmant.

Il est maintenant temps de procéder à un nouvel examen de la situation. Les mesures de planification sylvicole à long terme doivent être repensées, et l'établissement des plans d'aménagement en tenir compte. Les éléments importants de cette planification sont d'une part la réalisation à temps de l'éclaircie des jeunes peuplements et des boisés d'âge moyen, de l'autre la régénération des vieilles futaies et des peuplements dont l'état de vieillissement est exagéré, à quoi vient s'ajouter le choix des essences à opérer dans tous les rajeunissements. Il est nécessaire que

les inspecteurs d'arrondissement prennent personnellement en main ce choix des essences et soient gagnés au principe des peuplements mélangés. La stabilisation des lisières devrait n'être dans la plupart des cas qu'un remède désespéré ; celles-ci ne devraient en aucun cas être continuellement reculées sans raison impérative.

C'est uniquement en considérant l'ensemble du problème, en négociant habilement les options d'un développement à longue échéance que le « cercle vicieux » sylvicole menaçant aujourd'hui tant de forêts pourra être brisé, et que progressivement disparaîtra le danger de catastrophes similaires. *Traduction : J.-F. Matter*

Literaturverzeichnis

(1) *Gensler, G. A.:* Die Weststürme des letzten Februardrittels 1967 (Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich 1967)

(2) *Gensler, G. A.:* Die Windstärken der Stürme der zweiten Februarhälfte 1967 (Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich 1967)

(3) *Gensler, G. A.:* Windstärken in der Frühe des 13. März 1967 (Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt 1967)

(4) Mündliche Auskünfte durch Ing. *J. Zeller,* Institut für Wasserbau und Erdbau der ETH

MITTEILUNGEN - COMMUNICATIONS

Der zukünftige Holzanfall aus dem Schweizerwald

1. Mitteilung: *Vororientierung*

Von *E. Ott,* Zürich

Oxf. 2

Aus dem Institut für Waldbau der ETH

Vom Waldbau wird immer wieder gefordert, «marktgerecht» Holz zu erzeugen. Dabei sind jedoch selbst bei den raschwüchsigen Baumarten die Produktionszeiträume so lang, daß diese eine Abstimmung des Angebotes auf die über längere Zeit nicht prognostizierbare Nachfrage verunmöglichen. Langfristig erscheint es daher umgekehrt viel eher als möglich, durch eine entsprechende Werbung und andere Mittel der Beeinflussung des Bedarfes die Nachfrage besser auf die Produktion abzustimmen. Solche Maßnahmen setzen jedoch eine einigermaßen zuverlässige langfristige Prognose des Nutzungsanfalles voraus. Eine solche Prognose ist dadurch erschwert, daß neben den rein ertragskundlichen Voraussetzungen das waldbauliche Vorgehen einen großen Einfluß auf den Nutzungsanfall ausübt (Durchforstungsverfahren, Durchforstungsstärke, Umwandlung oder Überführung von Stockausschlagbeständen, Wahl des Verjüngungszeitpunktes usw.). Es muß somit einer Schätzung des in den nächsten Jahrzehnten zu erwartenden Nutzungsanfalles eine bestimmte waldbauliche Konzeption zugrunde gelegt werden. Damit ist auch begründet, weshalb unser Waldbauinstitut Untersuchungen über den zukünftigen Nutzungsanfall in sein langfristiges Arbeitsprogramm aufgenommen hat, ganz abgesehen davon, daß solche in einem engen Zusammenhang mit anderen waldbaulichen Fragen stehen, insbesondere mit Durchforstungs- und Verjüngungsproblemen.