

Sturmwurfgefährdung der Wälder Bayerns

Neue, aktuelle Karten der LWF beschreiben gelände- und bestandsbezogen die Sturmgefährdung der Wälder im Freistaat

Daniel Fröhlich, Christoph Schulz und Lothar Zimmermann

Sturmereignisse sind in Deutschland die bedeutendste Naturgefahr für den Wald. Immer wieder traten in den zurückliegenden Jahrzehnten schwere Stürme auf, die heftige Schäden in den Wäldern verursachten. Eine bayernweite Karte soll helfen, die potentielle Gefährdung für Sturmschäden abzuschätzen und gegebenenfalls waldbaulich zu berücksichtigen. Die Datengrundlage, die Methodik sowie zwei Beispiele, die die Spannweite der Ergebnisse zeigen, erläutern Aufbau und Einsatz einer Sturmwurfgefährdungskarte.

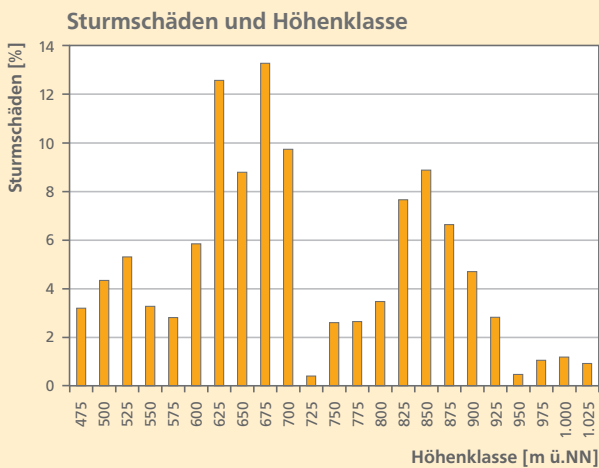


Abbildung 1: Anteil Sturmschäden in der jeweiligen Höhenklasse, ohne Alpen; jede Höhenklasse umfasst 25 Meter, die Balken liegen jeweils auf der Klassenuntergrenze.

Regelmäßig wird die Forstwirtschaft durch Sturmschäden in Mitleidenschaft gezogen. Im Jahr 2007 geschah dies durch den Sturm »Kyrill« mit einem deutschlandweiten Sturmholzaufkommen von rund 26,5 Millionen Festmetern und nur acht Jahre zuvor mit circa 34 Millionen Festmetern durch »Lothar«. Wiederum neun Jahre davor, im Jahr 1990, verursachten die beiden Sturmtiefs »Vivian« und »Wiebke« schätzungsweise 73 Millionen Festmeter Schadholz (Stiftung Unternehmen Wald). Bis zum nächsten Sturmwurf ist es nur eine Frage der Zeit, zumal sich nach aktueller meteorologischer Fachkenntnis künftige Sturmhäufigkeiten und Sturmintensitäten auf dem Niveau der vergangenen Dekaden bewegen werden (vgl. Fröhlich 2011). »Vivian« und »Wiebke« entsprachen Ereignissen, wie sie etwa alle 30 Jahre einmal zu erwarten sind (Kasperski 2000).

Bereits vor circa 20 Jahren wurde die potentielle Sturmgefährdung der Waldstandorte großräumig in einer Karte dargestellt (Mayer 1988). Mittlerweile hat sich die Datenlage deutlich verbessert und PC-Hardware wie auch Software (GIS und Sta-

tistik) wurden so leistungsfähig, dass eine Neuauflage einer flächigen Darstellung auf der Basis rechenintensiver Verfahren möglich ist.

Datengrundlagen

Die Grundlage für die Auswertungen, Modellerstellung und Kartendarstellung sind Daten aus den Betriebsinventuren im bayerischen Staatswald von 1995 bis 2006. Von insgesamt 68.156 Probepunkten – den Alpenraum ausgenommen – wiesen über 10.000 Sturmschäden auf. Rund 33.000 von 730.000 Bäumen wurden als »geworfen« erfasst. Das Verhältnis von geworfenen zu unbeschädigten Bäumen bildet die Zielgröße für die Herleitung einer statistischen Funktion. Ferner können aus den Daten der Betriebsinventuren grundlegende Bestandseigenschaften wie die mittlere Baumhöhe, der mittlere Brusthöhendurchmesser, der Anteil von Nadelbaumarten und die Bestandsdichte abgeleitet werden. Diese zählen unter anderen zu den bedeutendsten Faktoren für Sturmschäden im Wald (Mayer 1985; König 1996).

Den Probepunkten der Betriebsinventuren können weitere sturmwurfrelevante Informationen zugewiesen werden: Das Institut für Meteorologie und Klimaforschung am Karlsruher Institut für Technologie veröffentlichte im Jahr 2010 Karten zur Böenspitzen geschwindigkeit in einer Auflösung von ein mal ein Kilometer (Hofherr und Kunz 2010). Damit können flächendeckend Böenspitzen geschwindigkeiten in Meter pro Sekunde mit einer 20jährigen Wiederkehrwahrscheinlichkeit in die Modellierung aufgenommen werden. Über ein digitales Geländemodell fließen zudem die Daten zur Topographie (Höhe, Exposition und Hangneigung) ein. Zuletzt können aktualisiert digital vorliegende Bodeninformationen eingereicht werden.

Alle eben genannten Informationen liegen flächig vor, so dass die an den Daten der Betriebsinventuren gefundenen statistischen Zusammenhänge anschließend auf die Fläche übertragen werden können. Da aber die real vorliegenden und räumlich stark variierenden Bestands-Charakteristika nicht flächendeckend bekannt sind, müssen sie für eine Umsetzung in einer Karte als konstant betrachtet werden. Die Karte geht

Sturmwurfgefährdung Fichtenreinbestand 40 m



Abbildung 2: Kartenausschnitt der potentiellen Grundgefährdung durch Sturm in Prozent; Wurf bei einem 20jährigen Ereignis für Fichtenreinbestände mit einer mittleren Baumhöhe von 40 Metern und maximalen Höhen von 45 Metern.

Sturmwurfgefährdung Fichtenreinbestand 30 m

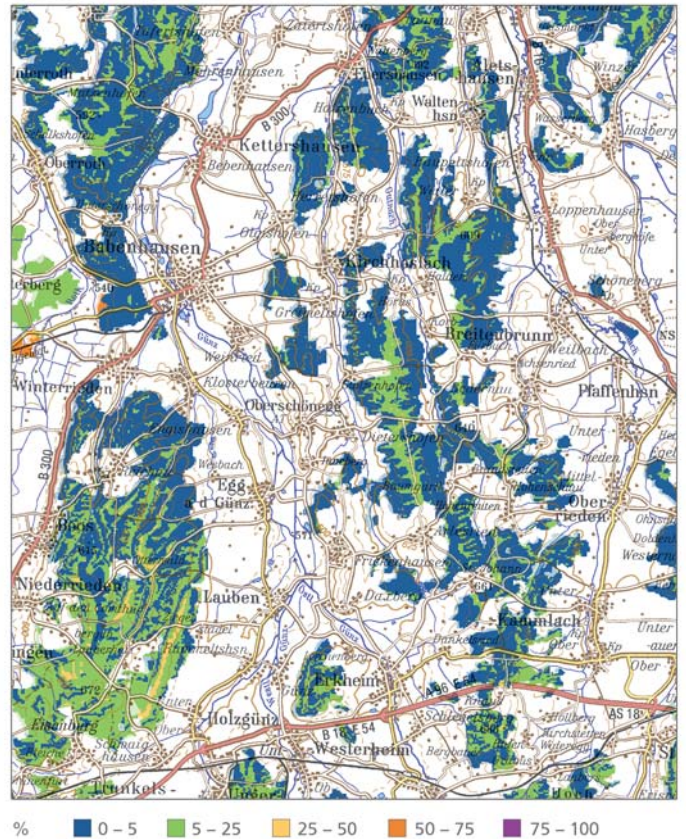


Abbildung 3: Kartenausschnitt der potentiellen Grundgefährdung durch Sturm in Prozent; Wurf bei einem 20jährigen Ereignis für Fichtenreinbestände mit einer mittleren Baumhöhe von 30 Metern und maximalen Baumhöhen von 33 Metern.

damit immer exemplarisch von einem vordefinierten Bestand aus, zum Beispiel von einem im Mittel 30 Meter hohen Mischbestand mit 40 Prozent Laubanteil. Da ausschließlich Daten der bayerischen Staatsforsten zur Verfügung standen, sind die Modelle zudem an die im Staatswald vorherrschenden Bestandsverhältnisse angepasst und gelten damit nicht zwingend für abweichende Bewirtschaftungsweisen.

Darüber ob Sturmwurf auftritt oder nicht, entscheidet eine Kombination von Parametern aus Bestandssituation, Sturmstärke und Sturmdauer, Geländeform sowie physikalische Bodeneigenschaften und deren Wechselwirkungen. Die Ermittlung dieser statistischen Zusammenhänge an den Inventurpunkten erfolgt über die Anpassung eines *Generalisierter Additiven Modells* (GAM). Mit dieser Methode werden die komplexen Zusammenhänge zwischen der Zielgröße Sturmwurfgefährdung und ihren unterschiedlichsten Prädiktoren mathematisch dargestellt. Das Verfahren ist zwar sehr rechenintensiv, hat dafür aber wesentliche Vorzüge. So können beispielsweise komplexere Funktionsverläufe flexibel abgebildet werden. Zum Beispiel weist gerade die Verteilung der Sturm Schäden auf Geländehöhenklassen eine Zweigipfeligkeit auf (Abbildung 1), ein Phänomen, das schon in früheren Studien festgestellt wurde (z. B. Schmoeckel 2006). Eine derartige Bezie-

hung ist mit den früher meist angewendeten, einfachen linearen oder logistischen Regression nicht abzubilden. Ein weiterer Vorzug besteht darin, dass die Werte der Zielgröße, hier der Anteil der geworfenen Bäume je Inventurpunkt, mit dem angewandten Verfahren immer zwischen 0 und 1 liegen und damit Wahrscheinlichkeiten repräsentieren. Vor allem auch die Summen von Einzelwirkungen bewegen sich immer in diesem Intervall. Damit ist ein diskreter Wertebereich festgelegt, der strikt eingehalten wird, und die Ergebnisse entsprechen dem Windwurf für ein 20jähriges Ereignis unter den angegebenen Bedingungen. Bei der Anwendung anderer Modelle könnten negative oder sehr hohe Werte erreicht werden, die eine Zuordnung zu einer konkreten Schadensintensität unmöglich machen würden.

Die Methode hat aber auch einen Nachteil, denn auf Grund der hohen Flexibilität verlaufen nicht alle Funktionen einzelner Einflussgrößen wie erwartet. Insbesondere in Bereichen, in denen nur wenige Daten vorliegen, weist der Funktionsverlauf und damit die Stärke der Vorhersageeigenschaft eine hohe Unsicherheit auf. Dies bedeutet, dass der Vorhersagebereich, für den das Modell gilt, auf bestimmte Wertebereiche begrenzt ist. Beispielsweise wäre eine Anwendung des Modells für sehr starke Brusthöhendurchmesser nicht mehr zulässig.

Viele Parameter, die dafür entscheidend sind, ob es lokal zu Sturmwürfen kommen kann, verändern sich in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen, wie zum Beispiel Stärke und Richtung des Windes (Böigkeit), der Wassergehalt des Bodens oder der Kronenwiderstand. Aber diese Momentaufnahmen werden mit den vorliegenden, über längere Zeiträume integrierenden Daten nicht erfasst.

Die Sturmwurfgefährdungskarte und ihre Grenzen

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Sturmwurfgefährdung für zwei Beispiele, zum einen für 40 Meter hohe Fichtenreinbestände, und zum anderen für Fichtenbestände von nur 30 Metern mittlerer Höhe, da eine Höhe von 40 m nicht überall in Bayern erreicht wird. Im Beispiel sinkt in einigen Lagen die Sturmwurfgefahr durch die Absenkung der Höhe und der Rauigkeit des Kronendachs ab, an anderen aber bleibt sie auf hohem Niveau. Letztere sind in der Regel Standorte, die mehrere ungünstige Faktoren auf sich vereinigen, wie zum Beispiel exponierte, verebnete Lagen oder hohe Böenspitzenwindigkeiten bei einer ungünstigen Bodenart. Neben dem Einfluss der Topographie ist derjenige der Baumhöhe besonders deutlich, denn die Sturmgefährdung sinkt bei niedrigeren Beständen vielfach auf unter 25 Prozent. Gleichzeitig nimmt damit die Gefahr ab, dass bei leichteren Stürmen Bestandsstrukturen entstehen, die als Angriffspunkt für Windwurfschneisen dienen könnten.

Letztendlich sind Sturmschäden im Wald wohl niemals ganz zu vermeiden, denn es können immer wieder Stürme von außergewöhnlicher Heftigkeit auftreten, die im Wald »alles niederwerfen, was sich ihnen entgegenstellt« (Woelfle 1941). Die Karte bietet einen Anhalt für mögliche Ausgangspunkte sturmbedingter Waldschäden. Was sie jedoch nicht leisten kann, ist die Prognose, wie sich Schadensgassen im Einzelfall ausbilden. Denn ist erst einmal ein Angriffspunkt geschaffen, wird sich die Gasse solange weiterbilden, bis die Windgeschwindigkeit in Längsrichtung soweit abgenommen hat, dass die Windlast nicht mehr ausreicht, um weitere Baumwürfe zu verursachen (Mayer 1985). Umso wichtiger ist es, die in der Karte ausgewiesenen neuralgischen Stellen mit entsprechend stabilen Beständen (Mischung, Höhe, Einzelbaumstabilität etc.) zu versehen, um Folgeschäden in ihrer Umgebung zu minimieren.

Eine Karte kann also keine absolute Sturmwurfgefährdung liefern, vielmehr ist bei ihrer Benutzung zusätzlich der forstliche Sachverstand gefragt. Denn selbstverständlich beeinflussen weitere Parameter, die nur ein Ortskundiger kennen kann, die Gefährdung. Zu diesen Parametern gehören die waldbauliche Behandlung, Lücken im Bestand auf Grund vorangegangener Windwürfe oder Kalamitäten sowie Vorschädigungen in Folge von Krankheiten. Sind solche einen Bestand destabilisierenden Bedingungen vorhanden oder bekannt, erhöht sich automatisch auch die Gefahrenstufe der umliegenden Bereiche in der Karte, also der angrenzenden Bestände. Da nicht alle Bestandsformen kartographisch dargestellt werden können, müssen die Randbedingungen der Kar-

te berücksichtigt und die tatsächlichen forstlichen Verhältnisse vor Ort in die abschließende Beurteilung einbezogen werden. Die statischen Parameter wie Höhenlage, Hangneigung und -ausrichtung sowie Bodenart und Böenspitzenwindigkeiten mit einer 20jährigen Wiederkehrzeit sind dagegen in die Grundgefahrenkarte eingeflossen und liefern dem Planer vor Ort Informationen zum waldbaulichen Handeln.

Literatur

Fröhlich, D. (2011): *Stürmische Gesellen: Lothar, Kyrill & Co. Zur Problematik, die künftige Entwicklung von Winterstürmen abzuschätzen*. LWF aktuell 80, S. 38–40

Hofherr, T.; Kunz, M. (2010): *Extreme wind climatology of winter storms in Germany*. Climate Research 41, S. 105–123, DOI: 10.3354/cr00844

Kasperski, M. (2000): *Festlegung und Normung von Entwurfswindlasten*. Bochum, Ruhr-Universität, Fakultät für Bauingenieurwesen

König, A. (1996): *Sturmgefährdung von Beständen im Altersklassenwald – Ein Erklärungs- und Prognosemodell*. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. Main

Mayer, H. (1985): *Baumschwingungen und Sturmgefährdung des Waldes*. Universität München – Meteorologisches Institut, Wissenschaftliche Mitteilung Nr. 51

Mayer, H. (1988): *Kartierung von potentiell sturmgefährdeten Waldstandorten in Bayern*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 107, S. 239–251

Schmoeckel, J. (2006): *Orographischer Einfluss auf die Strömung abgeleitet aus Sturmschäden im Schwarzwald während des Orkans »Lothar«*. Dissertation, Universität Karlsruhe

Stiftung Unternehmen Wald: <http://www.wald.de/waldschaeden-durch-kyrill/>; aufgerufen am 31.10.2011

Woelfle, M. (1941): *Bekämpfung von Sturm-, Wind- und Spätfrostschäden*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 63, S. 49–60

Dr. Daniel Fröhlich ist Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Er bearbeitet das Projekt KLIP 6 »Bereitstellung aktueller und zukünftiger klimatischer Flächendaten zur Charakterisierung der Forstlichen Standorte heute und in Zukunft in Bayern«.

Daniel.Froehlich@lwf.bayern.de

Christoph Schulz ist Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« der LWF.

Dr. Lothar Zimmermann ist Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der LWF.