

Die Fichte leidet am stärksten unter dem Klimawandel und ist die anfälligste Hauptbaumart in den NLF.
Foto: Markus Hölzel



BETRIEBSSICHERHEIT

Wie widerstandsfähig sind die Hauptbaumarten gegenüber Schadereignissen?

Zahlreiche abiotische und biotische Schadereignisse führten in den letzten 30 Jahren bei den Hauptbaumarten in den NLF in unterschiedlichem Ausmaß zu Kalamitätsnutzungen. Über die Anteile dieser Nutzungen am Vorrat lässt sich die Betriebssicherheit einer Baumart einschätzen. Die NW-FVA hat dazu die »Untersuchung zur Betriebssicherheit der Hauptbaumarten in den NLF gegenüber abiotischen und biotischen Schadereignissen« durchgeführt und stellt hier die Ergebnisse vor.

► So wurden Eiche und Kiefer durch Gradationen der Eichen- und Kiefern-Fraßgesellschaften in der ersten Hälfte der 1990er Jahre stärker betroffen. Die Buche war vergleichsweise anfällig gegenüber Immissionen. Die bedeutendsten atmosphärischen Schadereignisse bei Laub- und Nadelbäumen waren Stürme. Die niederschlagsarmen und überdurchschnittlich warmen Sommer 2018 bis 2020 hatten bei der Fichte gravierende Vitalitätsverluste und nachfolgend massiven Borkenkäferbefall zur Folge. Dies führte zu einem Schadholtzanfall in bisher nicht gekannter Größenordnung. Auf der Grundlage der Holzeinnahmerekchnung der NLF von 1991 bis 2020 wird untersucht, in welchem Umfang die Baumartengruppen Eiche, Buche, Fichte, Douglasie und Kiefer an den Kalamitätsnutzungen beteiligt sind. Mithilfe der aus der Holzeinnahmerekchnung abgeleiteten Standortinformationen wird herausgearbeitet, welche Standorte mit Blick auf die Kalamitätsnutzungen besonders risikoreich waren.

DATENGRUNDLAGE

In der Holzeinnahmerekchnung sind die untersuchten Baumarten mit 4,3 Mio. natürlichen Buchungsvorgängen repräsentiert. Die Gesamt-Holzeinnahme beläuft sich auf eine

Rohholz-Erntemasse von 48,8 Mio. m³, wovon 13,7 Mio. m³ als Sammelhiebe verbucht wurden. Holz, das im Bestand verbleibt, wird mengenmäßig nicht erfasst.

Unterschieden wird zwischen verschiedenen Nutzungsarten. Neben der Nutzung ohne Schadeinwirkungen werden Nutzungen infolge Windwurfs, Eisbruchs, Insektenschäden, Immissionen sowie infolge sonstiger Schäden verschlüsselt. Für die Auswertung erwies sich eine Zusammenfassung der schadensbedingten Nutzungsarten vor allem bei den Baumarten mit einem sehr geringen absoluten Kalamitätsholtzanfall als sinnvoll. Das Mengenverhältnis der absoluten Kalamitätsnutzungen für den Zeitraum 1991 bis 2020 beträgt 1 % Douglasie, 3 % Eiche, 5 % Kiefer, 6 % Buche und 85 % Fichte. Holzeinnahmen im Rahmen von Sammelhieben wurden den Kalamitätsnutzungen zugeschlagen, da unterstellt wurde, dass die einzelstammweisen und über die Fläche verteilten Nutzungen überwiegend auf Sanitärhiebe entfallen.

Das regionale Vorkommen der Baumarten in den NLF variiert erheblich. Im Tiefland dominieren Kiefern, Eichen und teilweise Fichten. Auch Douglasien treten hier mit bedeu-

tenderen Flächenanteilen hinzu. Im Bergland sind Fichten und Buchen bezüglich ihrer Flächenanteile deutlich führend, während Eichen hier mit geringen Bestockungsanteilen vorkommen.

Die Kalamitätsnutzungen der letzten 30 Jahre betreffen zu 90 % das Bergland und hier vor allem die Fichte. Das westliche und östliche Tiefland ist, abgesehen von kleineren lokalen Schadensschwerpunkten, im Beobachtungszeitraum kaum von den Auswirkungen abiotischer und biotischer Schadereignisse betroffen.

ENTWICKLUNG DER BAUMARTSPEZIFISCHEN KALAMITÄTSNUTZUNGEN

Abbildung 1A zeigt die baumartenabhängige Entwicklung der absoluten Kalamitätsnutzungen von 1991 bis 2020 in Mio. m³ Rohholz. Die Kurven für Eiche, Buche, Douglasie und Kiefer verlaufen nahezu deckungsgleich und über der Zeitachse weitgehend parallel. Die außerplanmäßigen Nutzungen bei der Fichte übersteigen diejenigen der Vergleichsbaumarten deutlich.

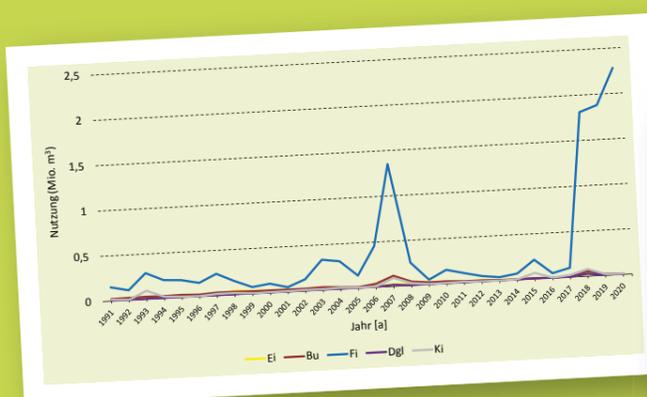


Abbildung 1A: Entwicklung der Kalamitätsnutzungen (Mio. m³ Rohholz)

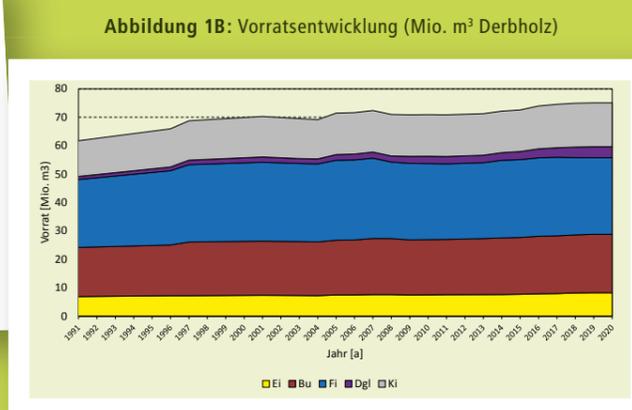


Abbildung 1B: Vorratsentwicklung (Mio. m³ Derbholz)

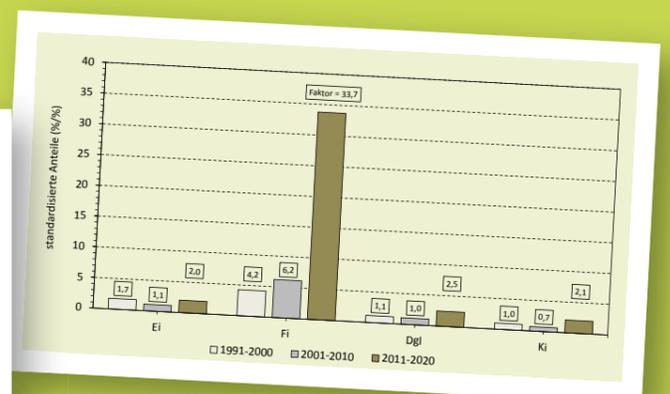


Abbildung 1C: Artspezifische standardisierte Anteile der Kalamitätsnutzungen am Gesamtvorrat (Mittelwerte) (Buche = 1,0) in den Dekaden 1991 – 2000, 2001 – 2010 und 2011 – 2020

GEBEUTELTE HAUPTBAUMART FICHTE

Von 1993 bis 1997 fielen bei der Fichte im Rahmen von Kalamitätsnutzungen 215 000 m³ Rohholz je Jahr an. 1998 bis 2001 nahmen die außerplanmäßigen Nutzungen mit im Mittel 76 000 m³ je Jahr auf ein vergleichsweise geringes Niveau ab, um dann ab dem Jahr 2002 wieder stark anzusteigen. Nach einer Spitze im Jahr 2007 mit 1,4 Mio. m³ Fichten-Schadholz, die im Wesentlichen auf den Orkan »Kyrill« zurückgehen, flacht der Kurvenverlauf stark ab, bis der Sturm »Niklas« im März 2015 die Schadholzmengen nochmals auf 213 000 m³ ansteigen ließ. Von 2008 bis 2014 fielen bei der Fichte im Mittel 81 000 m³ Schadholz je Jahr an. Gravierender noch als »Kyrill« wirkten sich 2017 die Herbststürme »Herwart« und »Xavier« sowie direkt im Anschluss daran der Orkan »Friederike« im Januar 2018 negativ auf die Vorratsstruktur der Fichte in den NLF aus. Schadensschwerpunkte waren fast ausschließlich im Bergland verortet.

Die vor allem durch Käfertrocknis in den Jahren 2019 und 2020 hervorgerufenen Schadholzmengen führten bei der Fichte zu einer nochmaligen starken Zunahme der außerplanmäßigen Nutzungen. Sie betragen allein für 2019 und 2020 in der Summe 4,2 Mio. m³. Die Kalamitätsnutzungen bei der Fichte überstiegen damit den Hiebssatz der Forsteinrichtung im Jahr 2019 um das 2,8-Fache und im Jahr 2020 um das 3,4-Fache. Hinzu kommen noch die Massen, die als sogenannte »Dürrständer« auf der Fläche verbleiben und nicht durch die Bücher gehen.

GERINGERE REAKTIONEN BEI EICHE, BUCHE, DOUGLASIE UND KIEFER

Bei Eiche, Buche, Douglasie und Kiefer fielen im Mittel insgesamt 16 800 m³ Schadholz je Jahr an. Ausreißer gab es in den Jahren 1993, 2007, 2015 und 2018. Bei der Kiefer führten die durch Großschmetterlinge verursachten Schäden in der ersten Hälfte der 1990er Jahre zu einem Anstieg der Kalamitätsholzmengen. Buche und Kiefer zeichneten auf den Orkan »Kyrill« mit einem geringen Mengenanstieg, nicht aber Eiche und Douglasie. Für die Kiefer ist eine geringe Zunahme der Schadholzmenge unter den Auswirkungen des Sturmes »Niklas« im Frühjahr 2015 zu beobachten, während Buche, Douglasie und Kiefer mit einem geringen Anstieg der Kalamitätsnutzungen auf »Friederike« reagierten. Selbst in den Jahren 2019 und 2020 mit extrem warm-trockener Witterung flachten die Kurven dann wieder auf das vorherige, sehr geringe Niveau ab.

BUCHE IST LAUT VORRATSRELATIONEN AM STABILSTEN

Fichte, Buche und Kiefer tragen mit 33 %, 22 % und 16 % zum Gesamtvorrat im niedersächsischen Landeswald bei, während Eiche und Douglasie 13 % bzw. 4 % des Gesamtvorrats ausmachen. Abbildung 1B visualisiert die Vorratsentwicklung der Baumarten im Zeitraum 1991 bis 2020 in Mio. m³ (Derbholz). Als Maßstab für die Größenordnung der artspezifischen Schadholzmengen kann deren Verhältnis zum Vorrat der betreffenden Baumart herangezogen werden. Der objektivierte Vergleich der Baumarten erfolgt auf der Basis der standardisierten Anteile der Kalamitätsnutzungen am Vorrat. Dazu wird der Anteil der Buche, die sich über den 30-jährigen Beobachtungszeitraum am stabilsten zeigte, gleich 1 gesetzt. Das Verhältnis der Schadholzmengen zum Vorrat von Eiche, Fichte, Douglasie und Kiefer wird am Kalamitätsholz-Vorrats-Verhältnis der Buche relativiert und dadurch standardisiert. Die Ableitung der standardisierten Anteile für die Dekaden 1991 2000, 2001 2010 und 2011 2020 zeigt darüber hinaus periodische Trends.

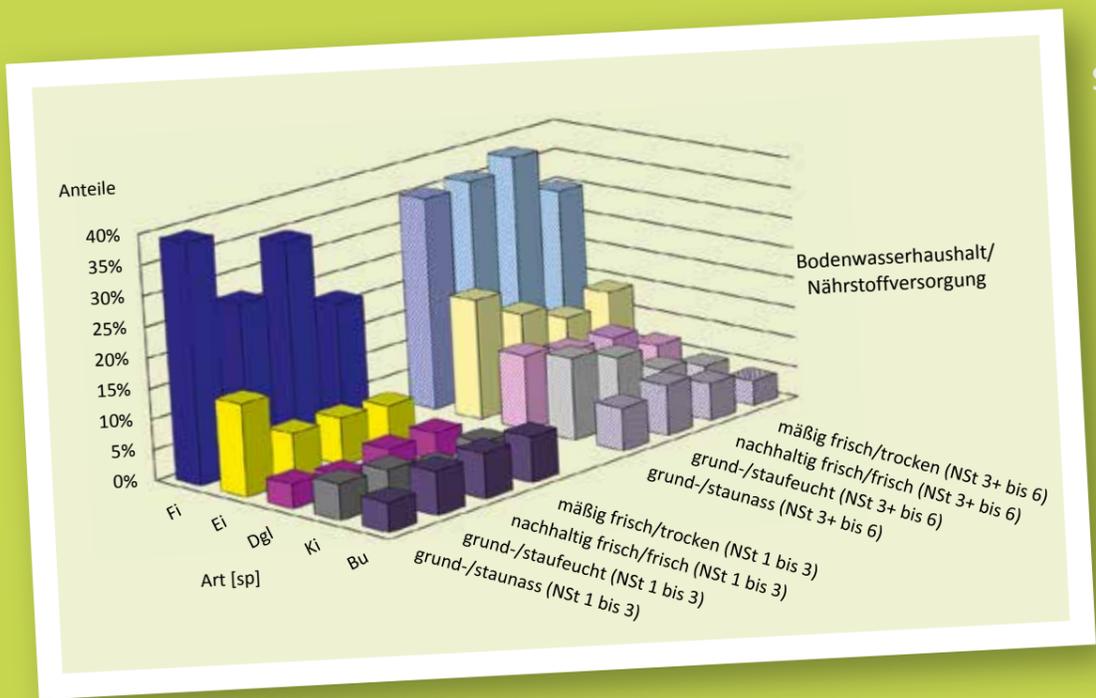


Abbildung 2: Artspezifische mittlere Anteile (%) der Kalamitätsnutzungen an den Gesamtnutzungen abhängig von Bodenwasserhaushalts- und Nährstoffgruppe im Zeitraum 1991 bis 2020. NST = Nährstoffstufe

Bei der Fichte nehmen die standardisierten Anteile der Kalamitätsnutzungen über die erste und zweite Dekade und insbesondere in der dritten Dekade sehr stark zu. Dabei befinden sich die Schadensschwerpunkte über den gesamten Beobachtungszeitraum in 41- bis 80-jährigen Beständen. Jüngere und ältere Fichtenbestände sind nur mit geringen Anteilen am Fichten-Kalamitätsholzaufkommen vertreten. Unter Berücksichtigung des Vorrats übersteigen die standardisierten Kalamitätsnutzungsanteile bei der Fichte den für die Buche berechneten und gleich 1 gesetzten Wert im Zeitraum 2011 bis 2020 um das 33,7-Fache. Für die Douglasie ist über die drei Dekaden ein geringer Anstieg der standardisierten Anteile der Kalamitätsnutzungen am Vorrat zu beobachten. In der dritten Dekade übersteigen die Anteile diejenigen der Buche um das 2,5-Fache. Eiche und Kiefer tendieren über den gesamten Beobachtungszeitraum um die 1,0-Linie. Auch für Eiche und Kiefer sind in der dritten Dekade die höchsten Anteile festzustellen, mit dem 2,0- bzw. 2,1-fachen Anteil der Kalamitätsnutzungen am Vorrat im Vergleich zur stabilsten Baumart, der Buche (Abbildung 1C).

ERGEBNISSE AUF DER BASIS VON STANDORTSINFORMATIONEN

Abbildung 2 stellt die Anteile der Kalamitätsnutzungen der untersuchten Baumarten als Mittelwerte für den Zeitraum 1991 bis 2020 abhängig von Bodenwasserhaushalt und Nährstoffversorgung der Standorte dar. Bezüglich des Bodenwasserhaushalts wurden vier Gruppen, basierend auf den Wasserhaushaltszahlen der niedersächsischen

Standortskartierung, gebildet. Diese Gruppen beinhalten nasse, feuchte, frische und trockene Standorte. Die mäßig frischen Böden wurden bei den trockenen Standorten eingruppiert.

Für Eiche und Kiefer ist eine deutliche Staffelung der Bodenwasserhaushaltsgruppen in Bezug auf die baumartenspezifischen Kalamitätsnutzungsanteile festzustellen. Die Kalamitätsnutzungen nehmen tendenziell von den nassen über die feuchten und frischen Standorte zu den trockenen Böden hin ab. Bei Buche und Douglasie sind die Kalamitätsnutzungsanteile in den vier Gruppen nahezu gleich. Bei der Buche bilden die feuchten und eher ärmeren Standorte mit etwas höheren Schadholzanteilen eine Ausnahme, und bei der Douglasie sind die vergleichsweise höchsten Kalamitätsnutzungsanteile auf den frischen und besser nährstoffversorgten Standorten zu beobachten.

KEIN EINDEUTIGER TREND BEI FICHTE

Bei der Fichte gibt es keinen eindeutigen Trend. Auf den mäßig frischen bzw. trockenen Standorten sind die geringsten Schadholzanteile zu beobachten. Im Vergleich dazu nehmen diese auf den besser wasserversorgten sowie auf den grund- und stauwasserbeeinflussten Böden zu, mit den höchsten Anteilen in der nassen und frischen Bodenwasserhaushaltsgruppe. Auf den nassen Böden wurzelt die Fichte flach und ist entsprechend instabil. Auf den frischen Böden ist sie sehr wüchsig und besitzt aufgrund zu erwartender Bonität ein erhöhtes Windwurfisiko.



Die Buche erwies sich als am vorratsstabilsten gegenüber Kalamitäten.

Foto: P. von Dittfurth

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN NÄHRSTOFFVERSORGUNG UND KALAMITÄT

Bezüglich der Nährstoffversorgung wurden Standorte mit sehr geringer bis mäßiger Nährstoffversorgung (Nährstoffstufe 1 bis 3) und solche mit ziemlich guter bis sehr guter Trophie (Nährstoffstufe 3+ bis 6) zusammengefasst. Für Eiche, Fichte, Douglasie und Kiefer besteht ein enger positiver Zusammenhang zwischen Standortgüte und Kalamitätsnutzungsanteilen. Bei Douglasie und Kiefer ist auf trockenen und gleichzeitig nährstoffreichen Böden eine Zunahme der Schadholzanteile gegenüber den frischen Böden zu beobachten.

Ausgenommen in Kombination mit nassen Böden sind bei der Fichte die Kalamitätsnutzungsanteile auf den gut nährstoffversorgten Standorten höher. Die zu erwartende bessere Höhenwuchsleistung auf den nährstoffkräftigen und -reichen Böden führt zu einem höheren Windwurfisiko. Zudem wurden auf den nachhaltig frischen Standorten, unabhängig von der Nährstoffversorgung, beim Orkan »Friederike« aufgrund der hohen Wassersättigung durch den nassen Herbst 2017 sehr viele Bestände geworfen. Diese Flächen waren anschließend durch die extreme Trockenheit in den Jahren 2018 bis 2020 das Initial großer Schadentwicklungen durch Borkenkäfer in den benachbarten Beständen. Bei der Douglasie kommen möglicherweise auch physiologisch bedingte Schäden hinzu, die auf reichen Böden mit gleichzeitig guter Wasserversorgung auftreten. Bei der Buche gibt es keinen Zusammenhang zwischen der Standortgüte und den Kalamitätsnutzungsanteilen.

WERTUNG DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Alle Klimamodelle projizieren höhere Temperaturen, geringere Niederschläge in veränderter jahreszeitlicher Verteilung und eine Zunahme von Witterungsextremen. Auf vielen Standorten werden die Klimaänderungen die aufstockenden Baumarten einem höheren Mortalitätsrisiko aussetzen. Vielerorts werden Baumarten überfordert sein,



Abbildung 3: Fortschreitende Auflösung ausgedehnter Fichtenbestände auf devonischem Standort im Oberharz (NFA Lauterberg, Revier Hohegeiß) durch Windwurf und Käfertrocknis (rechts). Im Vergleich dazu Ertragsversuch Lauterberg 211j. (125-jährig; H100 = 40,1 m) als Beispiel für die Stabilität der Douglasie auf analogem Standort (links und im rechten Bild grün umrandet).

Quellen: NLF und NW-FVA

was diese zukünftig als »normal« zu bezeichnenden Klimabedingungen angeht.

Die Untersuchung für die NLF zeigt, dass abiotische und biotische Schäden im Laufe der letzten 30 Jahre zugenommen haben. Insbesondere für die Fichte wurde ein zunehmend hohes Mortalitätsrisiko festgestellt. Die Häufung von Witterungsextremen und vor allem die Kombination dieser Extreme in einer ungünstigen zeitlichen Abfolge – z. B. hohe Niederschläge im Herbst 2017 mit daraus resultierenden wassergesättigten Böden, auf denen im Januar 2018 Bäume durch den Orkan »Friederike« geworfen wurden und dann langanhaltende Wärme und Trockenheit in den

Sommermonaten 2018 bis 2020 mit entsprechenden Käfergradationen – sind u. a. die Ursachen für die Zunahme der Schäden.

Die Buche zeigt im Untersuchungszeitraum die geringsten Schäden. Lediglich in den Jahren 2007 und 2018 sind stärkere Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit Stürmen zu verzeichnen, und in den letzten drei Jahren treten Trockenheits- und Vitalitätsschäden auf, die sich aber im Bereich der normalen Schadenshöhe bei der Buche bewegen. Eiche und Kiefer waren in den NLF während der letzten 30 Jahre ebenfalls stabil. Abgesehen von Extremereignissen durch Sturm waren nur geringe Schäden festzustellen. Für die Kiefer sind Ausreißer im Schadensverlauf in den Jahren 2007 und 2018 sowie – regional im östlichen Niedersachsen – durch den Sommerorkan im Jahr 2015 zu beobachten. Wie schon Anfang der 1990er Jahre können Gradationen der Kieferngrößschädlinge erhebliche Schäden anrichten.

Die Douglasie erweist sich im niedersächsischen Landeswald als ähnlich stabil wie Eiche und Kiefer. Abbildung 3 dokumentiert die hohe Stabilität eines Douglasienbestandes im devonischen Oberharz (NFA Lauterberg, Revier Hohegeiß) im Vergleich zur fortschreitenden Auflösung ausgedehnter Fichtenbestände durch Windwurf und Käfertrocknis auf analogem Standort.

Die künftige Waldentwicklung muss vor allem auch im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder der Betriebssicherheit der Baumarten Rechnung tragen. Ausgedehnte Reinbestände, die durch eine besondere historische Entwicklung entstanden sind, erweisen sich gegenüber den projizierten Klimaänderungen als sehr anfällig. Zur Risikominimierung gilt es hier, Baumarten zu identifizieren, die den sich verändernden Standortbedingungen bezüglich des Klimas standhalten und somit die Stabilität, Resistenz und Resilienz der Waldbestände durch Artenreichtum und durch eine Förderung der Bestandesstrukturen erhöhen.

Dr. Andreas Weller, Dr. Thomas Böckmann und Axel Noltensmeier, NW-FVA



Die Hauptbaumart Douglasie trotz dem Klimawandel und erweist sich auf vielen Standorten als Alternative.

Foto: Thomas Gasparini