



Störungen in Waldschutzgebieten und Wirtschaftswäldern im Vergleich

Wie wirkt sich die Stilllegung von Wäldern auf das Störungsregime in Mitteleuropa aus? In einer deutschlandweiten Studie wurden Störungsmuster in Waldschutzgebieten und bewirtschafteten Wäldern über die letzten drei Jahrzehnte verglichen. Fernerkundungsdaten zeigen, dass Waldschutzgebiete im Vergleich zu Wirtschaftswäldern keine erhöhten Störungsraten aufweisen.

TEXT: KIRSTEN KRÜGER, CORNELIUS SENF, JONAS HAGGE, ROLAND BAIER, RUPERT SEIDL



Foto: R. Seidl

Abb. 1: Waldschutzgebiete weisen im Vergleich zu Wirtschaftswäldern keine erhöhten Störungsraten auf.

Störungen in Wäldern nehmen in vielen Teilen der Welt zu und stellen eine erhebliche Herausforderung für das Waldmanagement dar [1]. In Deutschland haben die Dürrejahre 2018 bis 2020 zu starken Trockenschäden und einer massiven Ausbreitung von Borkenkäfern geführt [2]. Gleichzeitig befinden wir uns in einer Biodiversitätskrise und das Ausweisen von Waldschutzgebieten ohne menschlichen Einfluss gilt als ein wichtiger Ansatz, um den fortschreitenden Ver-

lust der Artenvielfalt zu stoppen [3, 4]. In Deutschland sollen laut Nationaler Strategie zur biologischen Vielfalt ausgewählte Flächen künftig vorrangig natürlichen Prozessen überlassen oder naturschutzorientiert bewirtschaftet werden. Vorgaben auf EU-Ebene, etwa durch die Verordnung zur Wiederherstellung der Natur, zielen ebenfalls auf eine Ausweitung wirksamer Schutzmaßnahmen.

Großflächige Störungen in Waldschutzgebieten werden seit den

1980er Jahren u. a. in Wissenschaft und Forstpraxis sowie von Vertretern des Naturschutzes und der lokalen Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Ausgangspunkt war der Nationalpark Bayerischer Wald und die sich dort in den späten 1990er Jahren entwickelnde Borkenkäferdynamik, in den letzten Jahren kamen weitere prominente Schutzgebiete, unter anderem die Nationalparke Harz und Sächsische Schweiz hinzu. Im Zentrum der Debat-

Waldschutzgebiet



Wirtschaftswald



Abb. 2: Beispielhafter Vergleich von Störung durch Borkenkäfer in einem Wirtschaftswald und einem Waldschutzgebiet auf Basis von Luftbild- und Fotoaufnahmen.

te steht die Frage, ob unter Schutz gestellte, stillgelegte Wälder ohne aktives Risikomanagement stärker von Störungen betroffen sind als aktiv bewirtschaftete Wälder. Dieses potenziell erhöhte Störungsrisiko wird häufig als Argument gegen die Ausweisung neuer Waldschutzgebiete ohne aktives Management (Wälder mit natürlicher Entwicklung) innerhalb der Matrix wirtschaftlich genutzter Waldlandschaften angeführt. Bisher fehlte jedoch eine systematische Analyse darüber, wie sich die Stilllegung von Wäldern auf deren Störungsregime auswirkt [6].

Vor diesem Hintergrund untersuchte eine an der TU München durchgeführte Studie über ganz Deutschland hinweg räumliche Störungsmuster von wirtschaftlich genutzten Wäldern im Vergleich zu Waldschutzgebieten. Ziel war es zu klären, ob aus der Nutzung genommene Wälder eine höhere Anfälligkeit gegenüber natürlichen Störungen aufweisen als aktiv bewirtschaftete Wälder. Darüber hinaus analysierten die Autoren der Studie, wie sich diese Unterschiede in Jahren mit extremen Störungsereignissen - wie etwa großflächigen Stürmen oder ausgeprägten Trockenperioden - verhielten.

Die Untersuchungsgebiete

Die Studie untersuchte Schutzgebiete und Wirtschaftswälder in einem Nord-Süd-Gradienten über ganz Deutschland hinweg (Abb. 3). Dafür wurde ein Netzwerk von Waldschutzgebieten genutzt, welche seit mindestens 35 Jahren aus der Nutzung genommen wurden und mindestens 20 ha Waldfläche aufweisen. Insgesamt wurden 151 Schutzgebiete untersucht, welche eine Fläche von 31.483 ha umfassten. Davon waren 148 Gebiete Naturwaldreservate und Bannwälder sowie vier Nationalparks (Berchtesgaden, Bayerischer Wald, Hainich, Schwarzwald), die entweder vor dem Start des Untersuchungszeitraumes ausgewiesen wurden oder Teilflächen beinhalten, die bereits länger natürlicher Waldentwicklung unterliegen [7]. Als Vergleichsflächen wurde eine gleiche Anzahl von Waldgebieten mit vergleichbaren Baumarten und Standortbedingungen untersucht, welche nicht als Schutzgebiete ausgewiesen sind und somit die gesamte Bandbreite der Waldbewirtschaftung in Deutschland repräsentieren.

Analyse

In den Schutzgebieten und Wirtschaftswäldern wurden jeweils 20 ha große Untersuchungseinheiten ausgewählt. In großen Schutzgebieten wie Nationalparks wurde eine proportional mit der Flächengröße abnehmende Anzahl an Untersuchungseinheiten selektiert, um zu verhindern, dass die Ergebnisse übermäßig durch die großen Schutzgebiete beeinflusst werden. Zu jeder stillgelegten Untersuchungseinheit wurde eine vergleichbare Einheit im bewirtschafteten Wald ausgewählt, welche gleiche Baumartenzusammensetzung, Klima und Topografie aufwies. Dafür wurde eine auf Fernerkundung basierte Baumartenkarte verwendet, ein digitales Höhenmodell und die Klassifizierung der Wuchsgebiete. Insgesamt wurden so 314 Paare aus bewirtschafteten und stillgelegten Untersuchungseinheiten mit je 20 ha Waldfläche gebildet, welche zusammen eine Fläche von 6.281 ha umfassen (Abb. 3). Für die Quantifizierung der Störungsregime wurde eine auf Fernerkundung basierende Karte der Waldstörungsflächen mit jährlicher Auflösung für die Jahre 1986 bis 2020 verwendet [8]. Die Studie fokussierte auf Kronenöffnungen, die durch natürlich vorkommende Störungsursachen wie Windwurf, Dürre und Borkenkäferbefall ausgelöst wurden. Hauptziel

Collage: K. Krüger

Schneller ÜBERBLICK

- » **Waldschutzgebiete weisen kein erhöhtes Störungsrisiko auf als bewirtschaftete Wälder.**
- » **Das zeigt ein Vergleich von Störungen in 314 Paaren aus stillgelegten und bewirtschafteten Untersuchungsgebieten in Deutschland auf Basis von Fernerkundungsdaten von 1986 bis 2020.**
- » **Besonders in extremen Störungsjahren, etwa durch starke Dürre oder Sturm, sind Störungen im Wirtschaftswald stärker als in Schutzgebieten.**



„Waldschutzgebiete können in bewirtschaftete Wälder integriert werden ohne das Störungsrisiko zu erhöhen.“

KIRSTEN KRÜGER

der Arbeit war es, die Auswirkungen von Waldschutzgebieten auf die Rate (jährlich gestörter Waldflächenanteil je Untersuchungseinheit), Häufigkeit (Anzahl Störungsjahre), Anzahl (Zahl unabhängiger Störungsflächen), Größe (maximale Ausdehnung einer Störungsfläche in ha) und Stärke (Ausmaß des Verlusts an Kronendeckung) von Störungen zu quantifizieren. Zudem wurde untersucht, wie sich die Störungsrate in extremen Störungsjahren mit großen Stürmen oder intensiver Dürre zwischen Waldschutzgebieten und Wirtschaftswäldern unterscheidet. In bewirtschafteten Wäldern wurde der Effekt von Störungen und darauffolgender Waldbehandlung aufgrund von Waldschutzmaßnahmen gesamtheitlich analysiert. Wenn z. B. infolge eines Borkenkäferbefalls auch noch grüne Bäume entnommen werden, so werden diese auch zur Störung gezählt, da sie ursächlich im Zusammenhang mit dem Störungsereignis stehen.

Waldschutzgebiete haben eine niedrigere Störungsrate als Wirtschaftswälder

Waldschutzgebiete haben im Durchschnitt eine um 22 % niedrigere Störungsrate und eine um 32 % geringere Störungsstärke als aktiv bewirtschaftete Wälder. Für die Größe, Anzahl und Häufigkeit von Störungen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Waldschutzgebieten und Wirtschaftswäldern festgestellt werden (Abb. 4). Von den 628 betrachteten Untersuchungseinheiten wurde für 274 (44 %) zwischen 1986 und 2020 Störungen detektiert, wovon 156 bewirtschaftet

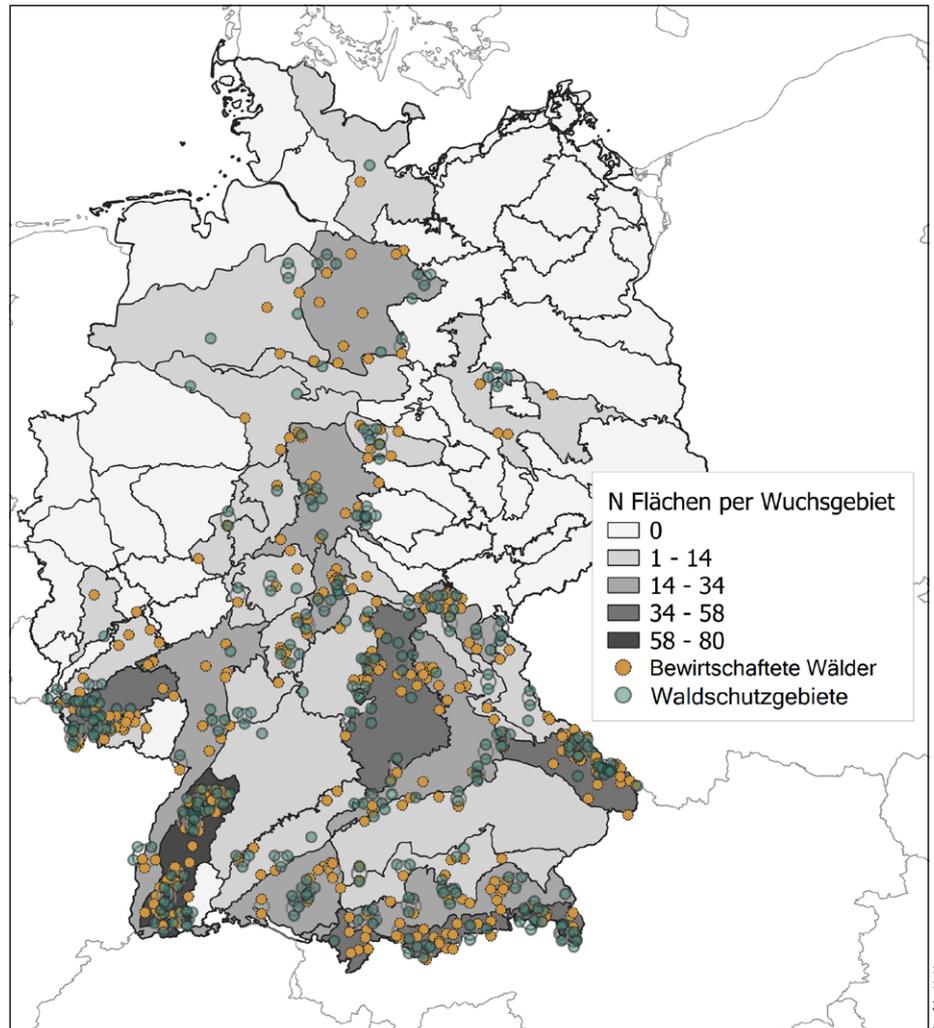


Abb. 3: Lage der untersuchten Flächen in bewirtschafteten Wäldern und Wälder mit natürlicher Entwicklung in Deutschland. Wuchsgebiete sind in grau dargestellt.

und 118 stillgelegt waren (57 % und 43 % der gestörten Untersuchungseinheiten).

Die geringere Störungsaktivität in Schutzgebieten war insbesondere in Misch- und Laubwaldtypen ausgeprägt. Je höher der Anteil an Fichten war, desto mehr glichen sich die Störungsdaten zwischen Wirtschaftswäldern und Schutzgebieten. Drei Faktoren werden hinter niedrigeren Störungsdaten in Waldschutzgebieten vermutet: Erstens weisen Schutzgebiete oft eine höhere strukturelle Komplexität auf, was ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen erhöht [10, 11]. Zweitens kann aktive Bewirtschaftung die Anfälligkeit gegenüber Störungen kurzfristig erhöhen, da Maßnahmen wie Durchforstungen oder Auflichtungen des Kronendaches (z.B. zur Einleitung der Verjüngung) Windwurf und Borken-

käferbefall in den Jahren unmittelbar nach dem Eingriff begünstigen können [12, 13]. Drittens können auf die Störung folgende Managementmaßnahmen wie Sanitärhiebe die Charakteristika von gestörten Flächen verändern und sowohl die Schwere als auch die Ausdehnung dieser vergrößern [14]. Wie stark diese jeweiligen Prozesse zum Untersuchungsergebnis beitragen, konnte in der vorliegenden Studie nicht ermittelt werden. Künftige Studien mittels experimenteller Ansätze können dazu beitragen, die Ursachen der beobachteten Unterschiede besser zu verstehen.

In extremen Störungsjahren stärkere Effekte

Der Unterschied in den Störungsregimes zwischen Waldschutzgebieten und Wirtschaftswäldern war in

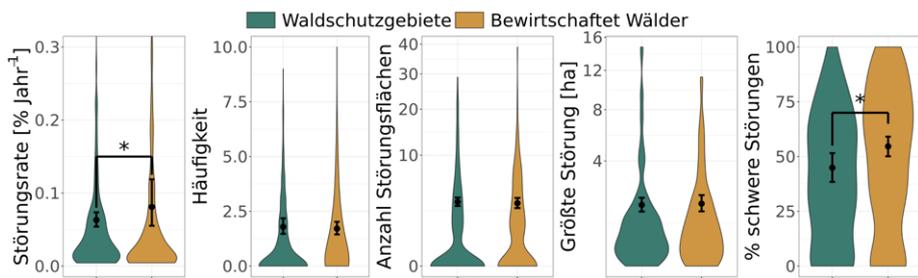


Abb. 4: Störungen in bewirtschafteten und stillgelegten Waldflächen: Die Verteilungen der Rohdaten (in Farbe) werden zusammen mit den Effekten aus statistischen Modellen dargestellt (Punkte und Fehlerbalken). Der Punkt zeigt den geschätzten Effekt des Modells, die Balken stellen das 95%-Konfidenzintervall dieses Effekts dar. Die Sternchen (*) markieren einen signifikanten Unterschied. Bitte beachten: Die y-Achsen bei der Anzahl der Störungsflächen und der maximalen Flächengröße sind nichtlinear.

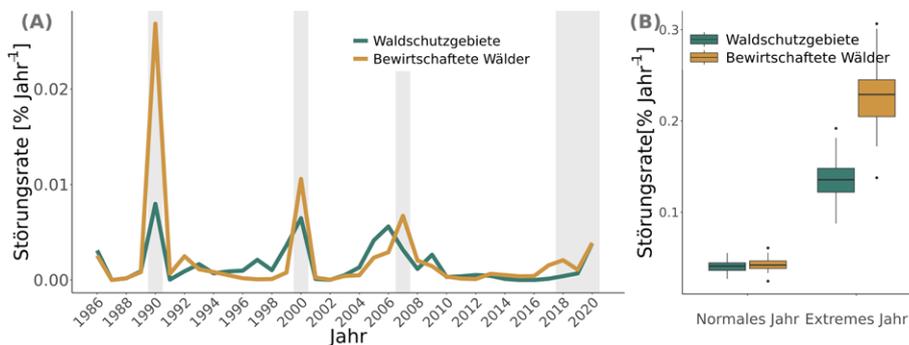


Abb. 5: (a) Zeitreihe der mittleren jährlichen Störungsrate in bewirtschafteten und stillgelegten Untersuchungseinheiten. Extremjahre sind grau hinterlegt. (b) Vergleich der Störungsrate in bewirtschafteten Wäldern und Waldschutzgebieten während extremer Störungsjahre und den restlichen Jahren der Zeitreihe (Normales Jahr).

Extremjahren, d. h. Jahren mit sehr hoher Störungsaktivität aufgrund extremer Sturm- oder Dürreereignisse, besonders ausgeprägt. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes waren sechs Jahre mit ausgeprägten Störereignissen (1990 – Stürme Vivian und Wiebke, 2000 – Sturm Lothar, 2007 – Sturm Kyrill sowie die Dürrejahre 2018 bis 2020) für 56 % der gesamten gestörten Fläche verantwortlich (Abb. 5). Während sich die Störungsrate in diesen Extremjahren in bewirtschafteten Wäldern mehr als verfünffachte, beobachteten wir in Waldschutzgebieten lediglich eine verdreifachte Störungsrate.

In Jahren mit starken Störereignissen stößt das forstliche Risikomanagement oft an seine Grenzen, wodurch dessen dämpfende Wirkung deutlich abnimmt [2]. Gleichzeitig könnten sich

in solchen Jahren die positiven Effekte komplexer Bestandsstrukturen in Stilllegungsflächen besonders stark auswirken, da räumliche Heterogenität die Ausbreitung von Störungen wirksam begrenzen kann [9].

Folgerungen

Zusammenfassend konnten keine Hinweise darauf gefunden werden, dass Wälder, die zum Schutz der Biodiversität aus der Nutzung genommen wurden, Störungen in Deutschland verstärken. Der Fokus lag auf kleinen Untersuchungseinheiten und Reservaten, da diese flächig in verschiedenen Waldtypen und in großer Zahl vorhanden sind. Damit ist anzumerken, dass Extreme, wie einzelne Ausreißer in großen Schutzgebieten hier keine Berücksichtigung fanden. Stillgelegte Waldschutzgebiete wiesen insbesondere in Jahren mit Extremereignissen eine geringere Störungsaktivität auf als aktiv bewirtschaftete Wälder. Wir schließen daraus, dass das forstliche Risikomanagement v. a. unter „nor-

malen“ Bedingungen wirkt, bei Extremereignissen jedoch an Wirkung verliert und Managementreaktionen wie z. B. Sanitärhiebs die Auswirkungen der Störung zusätzlich verstärken können. Die Ergebnisse zeigen auch, dass das aktuell in und um Schutzgebiete praktizierte Risikomanagement funktioniert, und dass auch kleine Reservate und Naturwaldzellen in bewirtschaftete Wälder integriert werden können ohne das Störungsrisiko zu erhöhen. Eine derartige Integration ist nicht nur für die Artenvielfalt förderlich, sondern lässt auch lokale Einsichten zur natürlichen Resilienz von Wäldern gegenüber Störungen zu.

Die Studie wurde veröffentlicht im Journal of Applied Ecology: Krüger, K., Senf, C., Hagge, J., & Seidl, R. (2025). Setting aside areas for conservation does not increase disturbances in temperate forests. *Journal of Applied Ecology*, 62, 1271–1281. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.70036>. Sie durchgeführt im Rahmen des Projektes DANK (Dynamik und Anpassung der Naturwälder an den Klimawandel), gefördert durch den Waldklimafonds (Förderkennzeichen: 2220WK78B4).



Kirsten Krüger

kirsten.krueger@tum.de

ist Doktorandin am Lehrstuhl für Ökosystemdynamik und Waldmanagement an der Technischen Universität München in Freising, welcher von **Prof. Dr. Rupert Seidl** geleitet wird. **Prof. Dr. Cornelius Senf** leitet den Lehrstuhl für Earth Observation für Ecosystem Management an der TUM, **Dr. Jonas Hagge** ist Mitarbeiter an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt und **Dr. Roland Baier** ist Leiter des Nationalparks Berchtesgaden.

Literaturhinweise:

Download des Literaturverzeichnisses in der digitalen Ausgabe von AFZ-DerWald (<https://www.digitalmagazin.de/marken/afz-derwald>) sowie unter: www.forstpraxis.de/downloads