

## Wie geht es den deutschen Wäldern?

Dr. Allan Buras, Ben Meyer, Dr. Christian S. Zang

**Der Rekordsommer von 2018 und der trocken-heiße Sommer von 2019 haben ihre Spuren im Wald hinterlassen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie es derzeit um Deutschlands Wälder bestellt ist und wie sich die Zukunft des Waldes in Deutschland gestalten könnte. Anhand des 2019 gestarteten Waldzustandsmonitors, einem dendroökologischen Fallbeispiel sowie der Projektion der potenziellen Verbreitung der Leitbaumart Fichte werden hier diese zentralen Fragestellungen der aktuellen waldökologischen Forschung behandelt. Im Ergebnis weist der Wald deutliche Anzeichen von erhöhtem Stress auf, von denen die drei Hauptbaumarten Fichte, Kiefer und Rotbuche besonders betroffen sind.**

Berechnungen des Weltklimarates deuten darauf hin, dass es durch den Klimawandel zu einer Häufung von Hitzewellen kommt (IPCC 2014). Falls diese Hitzewellen mit langanhaltender Trockenheit zusammenfallen, entstehen sog. heiße Dürren (Allen et al. 2015), also Dürren, die im Vergleich zu den einschlägigen europäischen Dürreereignissen des 20. Jahrhunderts (z. B. 1947, 1976) eine deutlich erhöhte Temperatur aufweisen. Solche heißen Dürren gehen mit einer großen Belastung für Bäume einher, da diese unter Wassermangel entweder 1) ihre Spaltöffnungen schließen, um Wasserverluste zu reduzieren, dadurch aber gleichzeitig die Photosynthese drosseln, oder 2) bei aufrecht erhaltener Transpiration Gefahr laufen, dass ihr hydraulisches System – welches die Wasserversorgung für die Photosynthese gewährleistet – kollabiert (Sevanto et al. 2014). Unter beiden Szenarien sind Bäume einem erhöhten Mortalitätsrisiko ausgesetzt – entweder, weil durch den Mangel der Herstellung von Photoassimilaten der Pflanzenmetabolismus nicht aufrechterhalten werden kann (der Baum

„verhungert“) oder, weil durch den Verlust der Wasserversorgung der Krone die Photosynthese zum Erliegen kommt (der Baum „verdurstet“). Durch die mit beiden Szenarien einhergehende Minderung der Photosynthese verringern sich zudem die natürlichen Abwehrkräfte der Bäume (z. B. durch geringere Produktion von Baumharzen) und machen diese deshalb anfälliger für Pathogene wie den Borkenkäfer und Pilze, welche letzten Endes zum Absterben der Bäume führen können (Ayres und Lombardero 2000; Bigler et al. 2006; Desprez-Loustau et al. 2006). So ist z. B. das momentan stattfindende flächendeckende Absterben der Fichte im Hochharz auf die rasante Ausbreitung des Borkenkäfers in Folge der Dürre 2018 nach dem Orkan Friederike zurückzuführen (MDR 2019).

### Waldzustandserhebung und Waldzustandsmonitor machen Trockenstress deutlich

Die heißen Dürren der Jahre 2003, 2015 sowie die aufeinanderfolgenden Dürrejahre 2018/2019 haben einen Vorgeschmack auf den bevorstehenden Klimawandel vermittelt. In den diesen Ereignissen nachfolgenden Monaten und Jahren kam es in deutschen Wäldern zu einem vermehrten Absterben einzelner Bäume. Während nach 2003 vor allem die gemeine Fichte (*Picea abies*) durch eine erhöhte Mortalität auffiel,

wurde die Entwicklung der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) nach 2015 mit Sorge beobachtet (Buras et al. 2018). Nach dem extremen Sommer von 2018 und dem nachfolgenden trockenen Jahr 2019 war zusätzlich zu Fichte und Kiefer erstmals auch ein vermehrtes Absterben der Rotbuche zu beobachten (*Fagus sylvatica*, Buras et al. 2020; Schuldt et al. 2020). Bei mehr als einem Drittel der in der Waldzustandserhebung 2019 untersuchten Bäume kam es zudem zu einer deutlichen Auflichtung der Kronen. Lediglich 22 % aller untersuchten Bäume wiesen keine Kronenverlichtung auf (BMEL 2019a). Im Eckpunktepapier des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) für den im September 2019 abgehaltenen Nationalen Waldgipfel ist die Rede von 105 Mio. Festmetern Kalamitätsholz sowie einer Fläche von 180 000 ha (ca. 1,5 % der Waldfläche Deutschlands), auf welcher die Wälder neu aufzubauen sind (BMEL 2019b). Unter den Hauptbaumarten sind besonders Fichte, Kiefer und Buche betroffen, welche zusammengenommen ca. 65 % der Waldfläche Deutschlands ausmachen.

Einen Überblick über das flächige Ausmaß der aktuellen Stresssituation der Wälder Deutschlands liefert der Waldzustandsmonitor<sup>1</sup>, welcher im August 2019 veröffentlicht wurde und den Zustand des Waldes für alle Dürrejahre

Dr. Allan Buras, Ben Meyer,  
Dr. Christian S. Zang

Professur für Land Surface-Atmosphäre  
Interactions, Technische Universität München

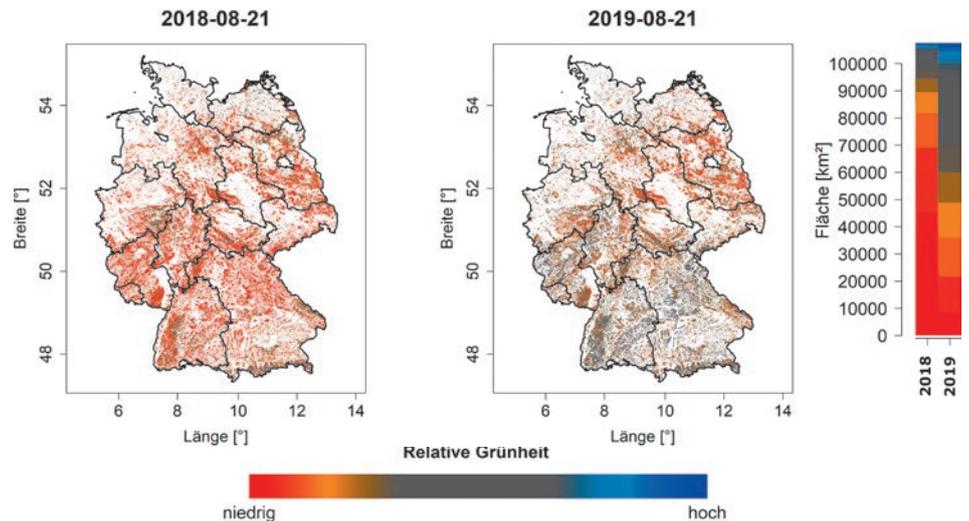
allan@buras.eu  
www.lisai.wzw.tum.de

<sup>1</sup> www.waldzustandsmonitor.de

seit 2003 abbildet. Er beruht auf wöchentlich gewonnenen Satellitenbildern, welche es erlauben, die „Grünheit“ der Wälder nahezu in Echtzeit abzubilden. Es gilt: je niedriger die Grünheit, desto wahrscheinlicher, dass der Wald im betroffenen Gebiet unter Stress steht. Da die Satellitenbilder seit 2003 kontinuierlich zur Verfügung stehen, können zudem Aussagen über die relative Veränderung der Grünheit im Vergleich zu anderen Jahren getroffen werden. So lässt sich aus dem Waldzustandsmonitor ablesen, dass im August 2018 – dem Höhepunkt der Rekorddürre in Deutschland – ca. 40 % der Waldfläche Deutschlands den niedrigsten gemessenen Grünheitswert seit Beginn der Satellitenmission aufwies. 2019 kamen – als Folge der anhaltenden Trockenheit – nochmal 5 % hinzu (s. Abb. 1).<sup>2</sup> Fasst man die beiden Klassen niedrigster Grünheit für beide Zeitschnitte zusammen, ergibt sich eine betroffene Gesamtfläche von 9 Mio. ha (ca. 80 %). Aufgrund der relativ groben räumlichen Auflösung der Satellitenbilder von 231 m x 231 m lassen sich daraus zwar keine direkten Aussagen bzgl. der Mortalität ableiten, jedoch scheint es aufgrund sog. Stressdosis-Hysterese-Beziehungen wahrscheinlich, dass es auf diesen Flächen in Folge der Stresssituation in den Folgejahren zu einem vermehrten Absterben einzelner Bäume bis hin zu ganzen Beständen kommt (s. o.).

Diese Einschätzung deckt sich im Wesentlichen mit den Ergebnissen der Waldzustandserhebung von 2019. Während der Waldzustandsmonitor auf ca. 80 % der Waldfläche Deutschlands Stresssymptome andeutet (basierend auf 2018 und 2019, s. Abb. 1), berichtet die Waldzustandserhebung von 78 % der untersuchten Bäume, welche in die Kategorien „Warnstufe“ (42 %)

**Abbildung 1:** Zeitschnitte des Waldzustandsmonitors vom 21. August 2018 (linke Karte) und 21. August 2019 (rechte Karte) sowie die Flächenanteile der jeweiligen Klassen relativer Grünheit (ganz rechts). Zusammengenommen weisen ca. 90 000 km<sup>2</sup> (9 Mio. ha) die beiden niedrigsten Klassen relativer Grünheit auf.



Quelle: eigene Darstellung

bzw. „deutliche Kronenverlichtung“ (36 %) fallen. Die gute Übereinstimmung der aus den beiden unabhängigen Methoden abgeleiteten Flächengrößen weist auf eine komplementäre Ergänzung dieser beiden Verfahren hin. Während die punktweise in einem engen Raster vom Boden gewonnenen Informationen der Kronenzustandserhebung wertvolle Aussagen über die tatsächliche Vitalität der Bäume zulassen, erlaubt es der Waldzustandsmonitor, flächendeckend potenzielle Stresssituationen der Wälder abzubilden.

### Jahresringe lassen in die Vergangenheit blicken

Eine weitere Möglichkeit, die Stressbelastung verschiedener Baumarten zu ermitteln, ist durch die Jahrringforschung gegeben. Mittels dendroökologischer Verfahren kann die Wachstumsleistung verschiedener Baumarten am selben Standort verglichen und in Hinsicht auf deren Reaktion auf die zunehmende Trockenheit untersucht werden. Exemplarisch

soll dies an einem Vergleich zwischen Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) und Stieleichen (*Quercus robur*) an einem Standort südlich von Coburg dargestellt werden (s. Abb. 2). Es zeigt sich, dass beide Baumarten auf Dürren mit Wachstumseinbrüchen reagiert haben (z. B. 1976, 2003). Allerdings konnten sich die Eichen an diesem Standort vergleichsweise schnell von dem Dürrejahr 2003 erholen, während die Buchen seitdem einen stetigen Rückgang ihrer Wachstumsleistung aufweisen. Dies deutet womöglich darauf hin, dass die Buche an diesem Standort aufgrund der Klimaveränderungen der vergangenen Jahrzehnte bereits an der Trockengrenze ihres Verbreitungsgebiets angekommen ist. Unter weiterer Verschärfung der Trockenheit dürfte die Buche auf diesem Standort wahrscheinlich eine erhöhte Mortalität erfahren. So lassen rezente Erkenntnisse darauf schließen, dass ein Rückgang des Wachstums über mehrere Jahrzehnte das Absterben einzelner Bäume im Bestand ankündigt (Buras et al. 2018; Cailleret et al. 2017).

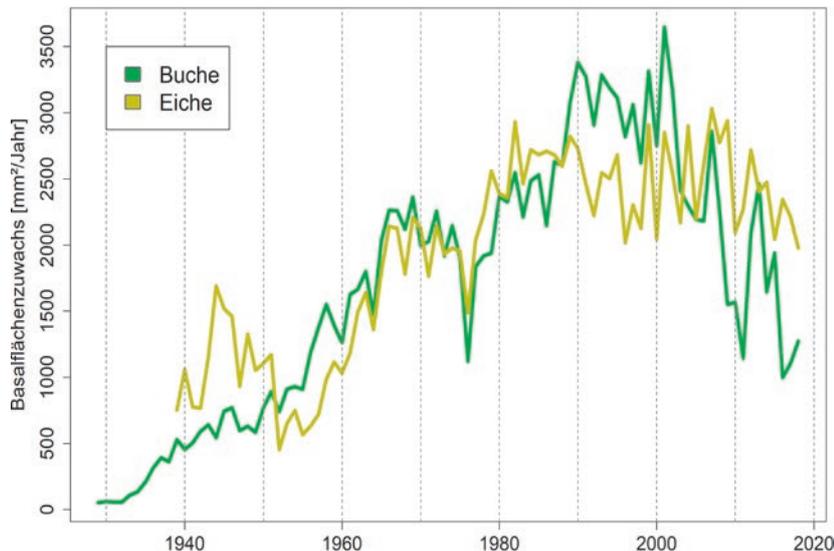
<sup>2</sup> Eine Fläche kann nur einmal über den Gesamtzeitraum 2003–2019 den niedrigsten Grünheitswert aufweisen. Deshalb können die Flächen mit den niedrigsten Quantilen über zwei Jahre aufsummiert werden.

### Fichte künftig nur noch auf wenigen Flächen

Da die deutschen Wälder nachweislich unter heißen Dürren leiden und deren Frequenz und Intensität im Zuge des Klimawandels wahrscheinlich weiter zunehmen, stellt sich die Frage, welche Baumarten den Wald der Zukunft gestalten können. Das ist nach den Trockensommern von 2018 und 2019 v. a. für die Forstwirtschaft entscheidend, da der Wald in Folge der Trockenschäden auf ca. 1,5% der Waldfläche neu aufzubauen ist. Aufgrund langer Umtriebszeiten müssen deshalb bereits heute jene Baumarten identifiziert und angebaut werden, welche an das Klima zum Ende des 21. Jahrhunderts angepasst sind. Um diese Baumarten zu ermitteln, kombiniert die aktuelle Forschung Artverbreitungsmodelle mit Klimaprojektionen, um deren rezente und zukünftige potenzielle Verbreitung abzuschätzen (Buras und Menzel 2019; Walentowski et al. 2017). Beispielhaft sei dies für die gemeine Fichte (*Picea abies*) für das folgenschwerste Klimawandelszenario SSP 585 (Hurt et al. 2017) dargestellt (s. Abb. 3). Während die Fichte in der Klimanormalperiode 1961–1990 in den Tieflagen Deutschlands mäßige und in den Mittelgebirgen hohe Vorkommenswahrscheinlichkeiten aufwies, weist sie unter diesem Szenario zum Ende des 21. Jahrhunderts insgesamt nur noch geringe Vorkommenswahrscheinlichkeiten in den Mittelgebirgen auf. Mit anderen Worten: Unter extremem Klimawandel kann die Fichte – der Brotbaum der Forstwirtschaft – nur noch auf wenigen Flächen bei erhöhtem Anbauisiko genutzt werden.

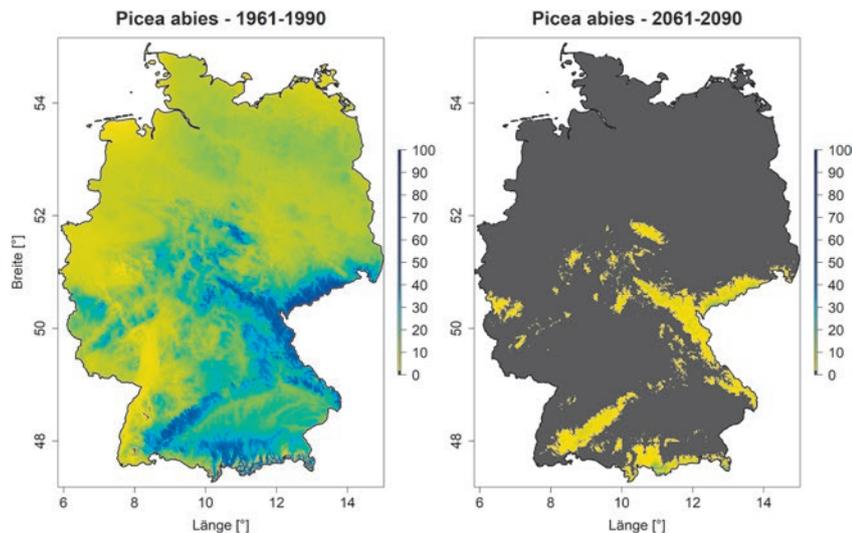
In der Gesamtschau deuten die genannten Ergebnisse darauf hin, dass der Wald in Deutschland deutliche Anzeichen von erhöhtem Stress zeigt. Drei Hauptbaumarten der deutschen Wälder sind in besonderem Maße betroffen. Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Klimaveränderungen des 21. Jahrhunderts rückt die Identifikation von Ersatzbaumarten, welche an zukünftige Klimabedingungen besser angepasst sind, in den Fokus des momentan stattfindenden Waldumbaus und der damit verknüpften waldökologischen Forschung. ■

**Abbildung 2:** Basalflächenzuwachskurven von Buche und Eiche für einen Standort auf dem Bausenberg, südlich von Coburg. Deutlich zu sehen ist der gemeinsame Wachstumseinbruch im Jahr 1976 mit einer raschen Erholung beider Baumarten sowie der Wachstumseinbruch 2003, seit welchem die Buche einen stetigen Abwärtstrend aufweist.



Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 3:** Vorkommenswahrscheinlichkeiten der Gemeinen Fichte für die historische Klimanormalperiode 1961–1990 (links) sowie zum Ende des 21. Jahrhunderts für das folgenschwerste Klimawandelszenario SSP585 (rechts). Die Werte der Vorkommenswahrscheinlichkeit nehmen von blau über gelb bis grau (< 2,5 %) ab.



Quelle: eigene Darstellung

Literatur zu diesem Artikel finden Sie unter:  
[www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Buras-Meyer-Zang.pdf](http://www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Buras-Meyer-Zang.pdf)

## Wie lassen sich die Wälder in Deutschland als Kohlenstoffsенke erhalten?

Prof. Dr. Andreas Bolte

Der Klimawandel hat die Wälder in den letzten beiden Jahren stärker als bisher erwartet getroffen. Durch die aktuellen Waldschäden, die besonders zuwachsstarke mittelalte Fichtenbestände betreffen, ist ein Rückgang der Kohlenstoffeinbindungsraten zu befürchten. Langfristig ist eine Anpassung der Wälder an den Klimawandel und die Erhaltung der Klimaschutzfunktion durch den Ersatz risikoreicher Fichtenreinbestände durch Mischbestände von Laubbäumen mit zuwachsstarken Nadelbaumarten wie Weißtanne, Douglasie und Küstentanne in den mittleren bis höheren Berglagen sinnvoll. In unteren Lagen und im Tiefland steht die Walderhaltung durch Nutzung trockenheitsangepasster Herkünfte und Züchtung heimischer Arten sowie die Einbringung von alternativen Baumarten aus südlichen Nachbarregionen im Vordergrund. Auch „passive“ Anpassung durch bewusstes „Sich-selbst-Überlassen“ der Wälder ist dabei eine wichtige Komponente. Eine Ausweitung von Forschung und Versuchen sowie intensive Forschungs-Praxis-Netzwerke zu den Chancen und Risiken der Umgestaltung unserer Wälder sowie Nutzung alternativer Baumarten und Mischungen sind dringend erforderlich.

Nach den Stürmen des Winters 2017/2018 haben besonders die Hitze- und Trockensommer der Jahre 2018 und 2019 zu erheblichen Waldschäden geführt. Der Anteil von Waldbäumen mit deutlicher Kronenverlichtung (> 25 %) erreichte im Jahr 2019 deutschlandweit mit 36 % den höchsten Wert seit Beginn der Erhebungen im Jahre 1984 und auch der Anteil der während des letzten Jahres abgestorbenen Bäume war mit knapp 0,6 % noch nie so hoch wie in den letzten 25 Jahren (BMEL 2020a). Nach Schätzungen für die Jahre 2018 bis 2020 belaufen sich deutschlandweit die Schadholzmengen auf ca. 160 Mio. m<sup>3</sup>, und flächig abgestorbene Waldbestände müssen auf ca. 245 000 ha wiederbewaldet werden (BMEL 2020b). Da ein Ende der Schadentwicklung noch nicht abzusehen ist, können sich die Waldschäden noch deutlich ausweiten. Diese Schadentwicklung beeinflusst die Klimaschutzfunktion unserer Wälder, da nur vitale und wuchskräftige Wälder Kohlenstoff binden und so Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) nachhaltig aus der Atmosphäre entfernen (Weingarten et al. 2016).

### Was sind die Gründe für die Waldschäden?

Deutschlandweit sind besonders bei Fichten Schäden und Absterbeerscheinungen zu beobachten, gebietsweise aber auch bei Buchen und weiteren Arten. Kiefern und Eichen scheinen insgesamt etwas weniger betroffen. Dies liegt zum einen an einer höheren Toleranz der beiden Arten gegenüber Trockenheit und Hitze (hier ist besonders die Traubeneiche zu nennen), aber auch an z. T. weniger „dramatischen“ Bedingungen in den Hauptverbreitungsgebieten von Kiefer und Eiche (Thünen-Institut 2020). Regional leiden beide Baumarten jedoch unter dem Befall von einer Vielzahl von Schaderregern (u. a. Diplodia-Triebsterben, Nonne und Forleule an Kiefern sowie Eichenprozessionsspinner, Schwammspinner, Frostspanner und Eichenwickler an Eichen, vgl. AFZ-DerWald 2020).

Bei der Fichte sind hauptsächlich Borkenkäfer (Buchdrucker, Kupferstecher) für die Schäden verantwortlich. Diese konnten sich aufgrund der bereits erheblichen Schäden in den Jahren 2017 (Sturm) und 2018 (Trockenheit,

Borkenkäfer) und dem Angebot an frischem Totholz als Brutsubstrat weiter ausbreiten.

Buchen sind durch die direkte Wirkung von Hitze (Blattschädigung, Sonnenbrand) und Trockenheit (Kronenwelke) geschädigt und geschwächt worden. Pilze und andere Schaderreger wie z. B. der Kleine Buchenborkenkäfer können dann die Bäume in der Folge zum Absterben bringen (Niesar 2020; Rohde et al. 2020).

### Bleiben unsere Wälder eine Senke für Kohlendioxid?

Nach den Ergebnissen der Kohlenstoffinventur 2017 war der Wald vor den aktuellen Waldschäden eine deutliche CO<sub>2</sub>-Senke. In der Summe aller Kohlenstoffpools (lebende und tote Biomasse, Boden und Streu) entlastete der Wald in Deutschland im

#### Prof. Dr. Andreas Bolte

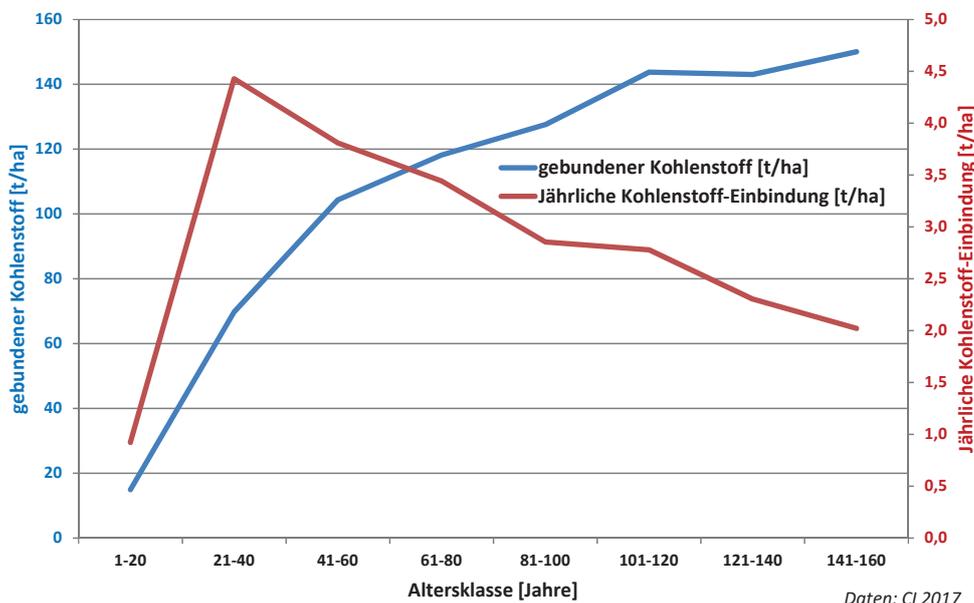
Leiter Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

andreas.bolte@thuenen.de  
www.thuenen.de/de/wo



Foto: Thünen-Institut

**Abbildung 1: Einfluss des Bestandesalters auf den gebundenen Kohlenstoff und die jährliche Kohlenstoff-Einbindung bezogen auf 1 ha Waldfläche**



Quelle: Riedel 2019

Daten: CI 2017

Zeitraum von 2012 bis 2017 die Atmosphäre jährlich um 62 Mio. t CO<sub>2</sub> und kompensierte damit rund 7 % der deutschen Treibhausgasemissionen in diesem Zeitraum (Riedel et al. 2019). Wie sich die Waldschäden auf die Klimaschutzleistung der Wälder auswirken, werden erst die Ergebnisse der Bundeswaldinventur 2022 zeigen. Inventurergebnisse aus Frankreich für das Trockenjahr 2018 zeigen aber, dass der Gesamtwuchs der Wälder im Vergleich zu 2013 um fast 10 % zurückgegangen ist (Antoine Colin, IFG-IGN Frankreich, persönliche Mitteilung). Rückgänge an Zuwachs und CO<sub>2</sub>-Festlegung sind auch in den Wäldern Deutschlands möglich, weil die Schäden insbesondere die wuchsstarken Fichtenbestände „im besten Alter“ zwischen 40 und 80 Jahren betreffen. In älteren Wäldern ist zwar viel Kohlenstoff gebunden, aber die laufende Kohlenstoff-Einbindung pro Fläche nimmt stark ab, wogegen junge Wälder unter 20 Jahren weder einen hohen Kohlenstoffvorrat noch eine hohe Einbindungsrate aufweisen

(s. Abb. 1; Riedel 2019). Für die Erhaltung einer CO<sub>2</sub>-Senke im Wald ist es daher sinnvoll, möglichst das Schadholz zu nutzen und dafür den regulären Holzeinschlag in intakten Wäldern herunterzufahren. Ein überwiegendes Belassen des Schadholzes im Wald mag aus Sicht des Naturschutzes sinnvoll erscheinen, um die Totholzvorräte für den Schutz totholzbewohnender Organismen anzureichern; aus Klimaschutzgründen ist dagegen die Nutzung und Verarbeitung des Schadholzes, besonders in langlebige Holzprodukte, die bessere Alternative (Riedel 2019). Dies gilt insbesondere, wenn dafür energieintensive Materialien wie Stahl, Kunststoff oder Beton durch Holz ersetzt werden (Bauhus et al. 2017).

### Wie können wir Wälder und ihre Klimaschutzfunktion im Klimawandel langfristig erhalten?

Bäume zählen zu den langlebigsten Organismen und Waldstrukturen sind häufig über Jahrzehnte

hinweg weitgehend konstant. Entscheidungen zur Baumartenwahl und deren Mischung sollten daher für mindestens 60, manchmal über 100 Jahre tragen (vgl. Bolte und Degen 2010). Dazu sind räumlich hochaufgelöste Projektionen und Bewertungen zum Klima- und Standortwandel auf lokaler Ebene notwendig, die aber bisher und auch in der Zukunft mit hoher Unsicherheit belastet sind. Für die Entscheidungen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel bietet sich daher eine zweigleisige Strategie der „aktiven“ Anpassung an: (1) Auswahl von Baumarten für den Waldbau anhand der zukünftigen Entwicklungstendenzen meist mit zunehmender Wärme, Trockenheit und verändertem Schaderregerregime; dabei müssen die gewählten Baumarten aber auch (noch) an heutige Bedingungen angepasst sein und (2) eine Mischung von Baumarten mit unterschiedlichen Klima- und Standortansprüchen, quasi als Risikostreuung, falls sich die Wuchsbedingungen anders als projiziert entwickeln (s. a. Abb. 2). Auch eine „passive“ Anpassung sollte Teil einer Anpassungsstrategie sein, indem man bewusst auf eine waldbauliche Steuerung verzichtet und Wälder der natürlichen Entwicklung überlässt. Diese Option bietet sich besonders dort an, wo große Unsicherheiten bei der zukünftigen Baumartenwahl bestehen und/oder „Zukunftsbaumarten“ sich bereits natürlich ausbreiten (Bolte et al. 2009). Der derzeit diskutierte Gegensatz von „aktivem“ Waldbau und „passivem“ „Sich-selbst-Überlassen“ bei der Wiederbewaldung der aktuellen Schadflächen ist nicht zielführend, weil beide Optionen ihre Berechtigung haben und je nach Standort, Vorbestand und waldbaulicher Zielsetzung gewählt oder gar kombiniert werden können. Wo Pionierbaumarten wie Birke, Aspe oder Eberesche

ein hohes Entwicklungspotenzial haben, kann es durchaus sinnvoll sein, diese als Folgebestand zu übernehmen oder als schützenden Vorwald für später zu pflanzende Bestände zu nutzen. Auf Flächen mit Tendenz zur Ausbreitung von konkurrenzstarken Gräsern oder Kleinsträuchern wie Brombeere ist hingegen eine schnelle Wiederaufforstung zu empfehlen (Bolte et al. 2019).

Eine noch wichtigere Aufgabe als die Wiederbewaldung aktueller Schadflächen ist aber die Anpassung zukünftiger Hochrisikobestände besonders mit Fichte. Bestände mit dominierender Fichte unter 600 m Geländehöhe finden sich bundesweit auf fast 3 Mio. h Waldfläche, das sind mehr als 25 % der Gesamtwaldfläche. Eine wichtige Maßnahme zur Klimaanpassung der Wälder ist der Umbau von Fichtenreinbeständen

in mittleren bis oberen Berglagen zu Misch- und Laubwäldern. Durch den Einsatz von zuwachsstarken, bewährten und wirtschaftlich interessanten Nadelbaumarten wie Weißtanne, Douglasie, Küstentanne in Mischung mit Laubbäumen kann die Produktivität in den Berglandregionen verbessert und auch die Klimaschutzoption durch hohe Kohlenstoff-Einbindung gestärkt werden (vgl. Weingarten et al. 2016). Im Tiefland und in wärmeren unteren Berglandlagen steht dagegen die Walderhaltung im Vordergrund, um die Klimaschutzfunktion und andere Waldfunktionen zu erhalten. Wichtige Optionen sind dabei zum einen die Verwendung trocken- und hitzetoleranter Herkünfte aus den süd(öst-)lichen Randbereichen des Verbreitungsgebiets unserer heutigen Laubbaumarten wie z. B. Buche und Eiche („Assisted Migration“; s. Abb. 2) sowie auch die gezielte Züchtung von

besser klimaangepasstem Vermehrungsgut. Zum anderen könnten bisherige Nebenbaumarten wie Esskastanie, Elsbeere, Winterlinde sowie frostharte Baumarten südeuropäischer Verbreitung wie Orientbuche oder Ungarische Eiche als alternative Baumarten stärker genutzt werden. Exoten aus trocken-warmen Klimaten anderer Kontinente bilden die letzte Möglichkeit der Walderhaltung (s. Abb. 2; Chakraborty et al. 2019). Unbedingt notwendig ist ein forstliches Versuchswesen mit Baumarten-, Herkunfts- und Management-Experimenten, das an der Prämisse der Walderhaltung und am künftigen Rohholzbedarf ausgerichtet ist. Zusätzlich sind ForschungsPraxis-Netzwerke gefragt – sie ermöglichen den schnellen Austausch neuer Erkenntnisse zwischen Wissenschaft und Praxis (Bolte et al. 2019). ■

**Abbildung 2: Verschiedene Optionen zur Waldanpassung an den Klimawandel mit ansteigender Wirksamkeit von links nach rechts**



Quelle: Chakraborty et al. 2019

Literatur zu diesem Artikel finden Sie unter: [www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Bolte.pdf](http://www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Bolte.pdf)

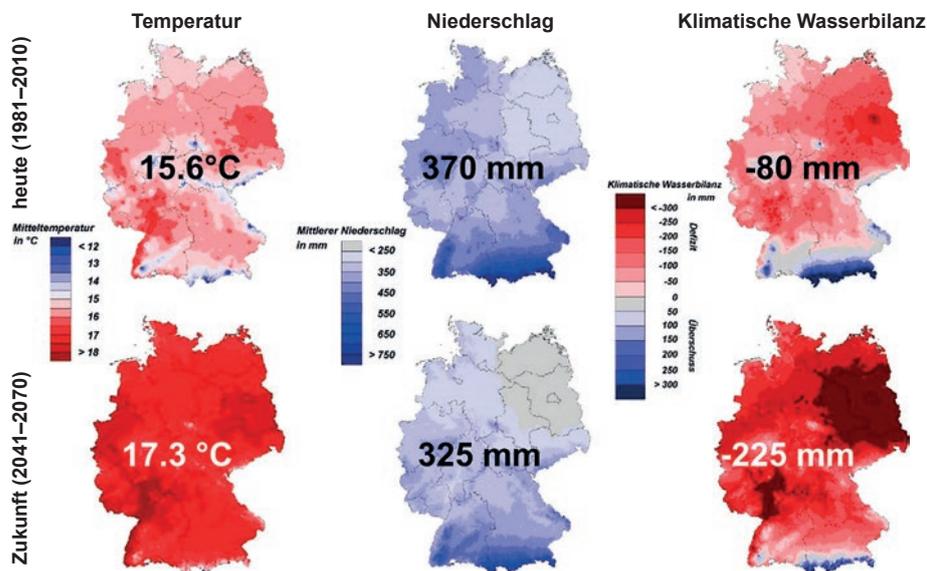
## Entscheidungshilfen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel

Prof. Dr. Hermann Spellmann

Der Klimawandel führt in Deutschland zu veränderten Produktionsgrundlagen, Produktionsrisiken und Ertragsaussichten für die Forstwirtschaft. Es werden Entscheidungshilfen zur Klimaanpassung vorgestellt, die in ein adaptives Management der Forstbetriebe zu integrieren sind, das den Fortschritt der Klimafolgenforschung nutzt, um die Ökosystemleistungen der Wälder zu sichern. Angesichts der Langfristigkeit der forstlichen Planungs- und Produktionszeiträume verbietet sich jede Form von Aktionismus.

Für die Forstwirtschaft ist der Klimawandel aufgrund ihrer weitreichenden Bindung an die Standortverhältnisse und langen Produktionszeiträume eine besondere Herausforderung. Es wird erwartet, dass Ausmaß, räumliche und zeitliche Verteilung sowie Geschwindigkeit des Klimawandels vielerorts die Anpassungsfähigkeit unserer Baumarten überschreiten. Forstbetriebe und Gesellschaft müssen sich daher auf eine Zunahme der abiotischen und biotischen Gefahren, eine Veränderung des Landschaftsbildes und eine auf weiten Flächen verminderte Produktivität einstellen. Sie sind daher gut beraten, Risikoprüfung zu betreiben. Dabei sind Klimaanpassung und Klimaschutz zwei Seiten einer Medaille, denn nur durch den Erhalt stabiler, produktiver Wälder und die Nutzung der Potenziale in der Holzverwendung lässt sich der Beitrag der Forst- und Holzwirtschaft zum Klimaschutz aufrechterhalten und ggf. ausbauen, um die weitere Klimaerwärmung zu begrenzen (WBAE u. WBW 2016).

Abbildung 1: Auswirkungen des Klimawandels auf wichtige meteorologische Kenngrößen in der Vegetationszeit



(Datengrundlage: Klimadaten (1981–2010) DWD, Klimaprojektion (2041–2070) RCP8.5, ECHAM6 STARS II)  
Quelle: eigene Darstellung

Mögliche Klimaentwicklungen werden heute durch die vom Weltklimarat veröffentlichten RCP<sup>1</sup>-Klimaszenarien (IPCC 2014) beschrieben. Während das optimistische Szenario RCP 2.6 gegenüber dem Zeitraum 1986–2005 einen Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur um 0,3 °C bis 1,7 °C bis zum Ende des Jahrhunderts projiziert, ist nach dem pessimistischen Szenario RCP 8.5 mit einer Temperaturerhöhung von 2,6 °C bis 4,8 °C zu rechnen. Ungeachtet der Unterschiede im Detail lassen sämtliche Klimaprojektionen für Deutschland einen deutlichen Temperaturanstieg bei gleichzeitig veränderten jährlichen

Niederschlagsverteilungen erwarten (vgl. Abb. 1). Hinzu kommt ein gehäuftes Auftreten von Witterungsextremen wie Trockenperioden, Starkregenereignissen oder Stürmen (IPCC 2014; UBA 2015).

### Klimaanpassung wird zur Daueraufgabe

Die laufenden und z. T. unvorhersehbaren klimatischen Entwicklungen werden die Klimaanpassung der Wälder zu einer Daueraufgabe der Forstbetriebe machen. Trotz aller Unsicherheiten im Detail erlaubt das bislang erarbeitete Wissen die Bereitstellung von Entscheidungshilfen zur Klima-



**Prof. Dr. Hermann Spellmann**

ehemaliger Direktor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen

hermann.spellmann@mailbox.org

<sup>1</sup> RCP = Representative Concentration Pathways: Deren Ziffern geben an, welche zusätzliche Energie (in Watt/m<sup>2</sup>) maximal durch den fortschreitenden Treibhauseffekt in die bodennahe Atmosphäre eingebracht wird.

**Tabelle: Trockenstress-Risikoklassifizierung wichtiger Baumarten im Anhalt an die Standortwasserbilanz**

klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (Grasreferenz) und nutzbare Feldkapazität (nFK)

Trockenstressrisiko	Fichte	Buche	Eiche/Douglasie	Kiefer
gering	> 0 mm	> -50 mm	> -150 mm	> -200 mm
mittel	0 bis -80 mm	-50 bis -100 mm	-150 bis -350 mm	-200 bis -450 mm
hoch	< -80 mm	< -100 mm	< -350 mm	< -450 mm

- Roterle - Moorbirke	- Weißtanne - Japanlärche - Bergulme - Schwarznuss	- Roteiche - Ahornarten - Esche - Hainbuche - Linde - Europ. Lärche - Küstentanne	- Sandbirke - Schwarzkiefer
--------------------------	---	---	--------------------------------

Quelle: eigene Darstellung

anpassung, die in der Forstpraxis in ein adaptives Management zu integrieren sind, das grobe Fehler vermeidet und dem Erkenntnisfortschritt folgt. Bei den verschiedenen für Deutschland vorgelegten Vorschlägen ist darauf zu achten, auf welchen Klimaszenarien, Regionalisierungstechniken, Grundannahmen, Bewertungsansätzen und Setzungen die jeweils abgeleiteten waldbaulichen Handlungsempfehlungen beruhen.

Der Forschungsansatz an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) geht davon aus, dass zunehmender Trockenstress aufgrund verlängerter Vegetationsperioden und erhöhtem Verdunstungsanspruch bei den meisten mitteleuropäischen Baumarten zu einer verminderten Produktivität und einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber weiteren abiotischen und biotischen Stressfaktoren führt. Die Einschätzung des Trockenstressrisikos für grund- und stauwasserfreie Waldstandorte erfolgt über Schwellenwerte der Standortwasserbilanz (SWB) nach Grier und Running (1977). Sie verrechnet die klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (Verhältnis zwischen Verdunstungsanspruch und zur Verfügung stehenden Niederschlägen) mit der nutzbaren Feldkapazität

des Bodens (pflanzenverfügbares Bodenwasser) und nutzt damit Eingangsgrößen, die flächendeckend hoch aufgelöst zur Verfügung stehen. Dabei wird davon ausgegangen, dass den Bäumen zu Beginn der Vegetationsperiode ein gefüllter Bodenspeicher zur Verfügung steht. Die Schwellenwerte bewerten die Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Leistungsfähigkeit der Baumarten, ohne jedoch bei hoher Gefährdung deren absolute Verbreitungsgrenzen aufzuzeigen (s. Tab.)

Nach diesem Bewertungsansatz zeichnen sich zwischen den Perioden 1981–2010 und 2041–2070 gravierende Veränderungen in der Trockengefährdung der Istbestockung an den Stichprobenpunkten der dritten Bundeswaldinventur ab. Die Verschlechterungen bei Buche und Fichte sind geradezu dramatisch (s. Abb. 2).

### Standortgemäßen Waldumbau sorgfältig planen

Die waldbaulichen Handlungsoptionen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel reichen vom standortgemäßen Waldumbau über die Stabilisierung der vorhandenen Wälder bis hin zur Senkung bzw. Verteilung der Risiken.

Die auf den einzelnen Bestand bezogene Baumartenwahl sollte einem Entscheidungsbaum (s. Abb. 3) folgen, der zunächst anhand des Trockenstressrisikos und der Schutzgebietsauflagen die Potenziale abschätzt, dann anhand von Wuchsleistung und Gefährdung unter den standortgemäßen Baumarten weiter differenziert und schließlich die waldbaulichen Ausgangssituationen (Istbestockung, Vorverjüngung) und betrieblichen Belange (Ertrags-erwartung, Risikobereitschaft, Investitionsbereitschaft, Schutz-ziele etc.) berücksichtigt. Die Baumarten können in Mischbeständen führend, beigemischt oder begleitend sein oder ausgeschlossen werden. Hierdurch wird erreicht, dass die Baumarten nur innerhalb ihres standörtlichen Anbauspektrums begründet bzw. verjüngt werden.

Zur Potenzialabschätzung der Baumarten wurden an der NW-FVA Zuordnungstabellen für die Waldbesitzer\*innen entwickelt, die für bestimmte Stufen der Standortwasserbilanz (50 mm-Stufen) und der Trophie (6 Stufen) die Rangfolge der Baumarten in Mischbeständen (führend, beigemischt, begleitend) ausweisen. Sie werden demnächst in einem Web-Service bereitgestellt, der auf hochaufgelöste Karten mit den zuvor genannten Standortinformationen zurückgreift und Nutzer\*innen eine Auswahl standortgemäßer Mischbestandstypen anbietet.

Für die Bevorzugung von Mischbeständen spricht vor allem ihre oft höhere Stabilität, fast immer aber höhere Elastizität zum Ausgleich von Störungen. Bei der Begründung von Mischbeständen müssen die Standortsansprüche und das Konkurrenzverhalten der Baumarten streng beachtet werden, um den Erfolg der Mischungen

zu sichern, den Pflegeaufwand zu begrenzen und natürliche Entwicklungen gezielt nutzen zu können. Die betriebswirtschaftliche Bedeutung unterschiedlicher Mischungsanteile der jeweils leistungsfähigeren Baumart darf dabei nicht unterschätzt werden.

**Existierende Bestände stabilisieren**

Zur Stabilisierung der vorhandenen Wälder muss es das vorrangige Ziel der Bestandespflege sein, die Einzelbaumstabilität zu erhöhen, die Vitalität der Bäume zu sichern sowie Mischbaumarten zu erhalten bzw. zu fördern. Dies fängt in der Jungwuchspflege mit der Mischungsregulierung oder der frühzeitigen Stammzahlreduktion in flächtigen, stammzahlreichen, wenig differenzierten

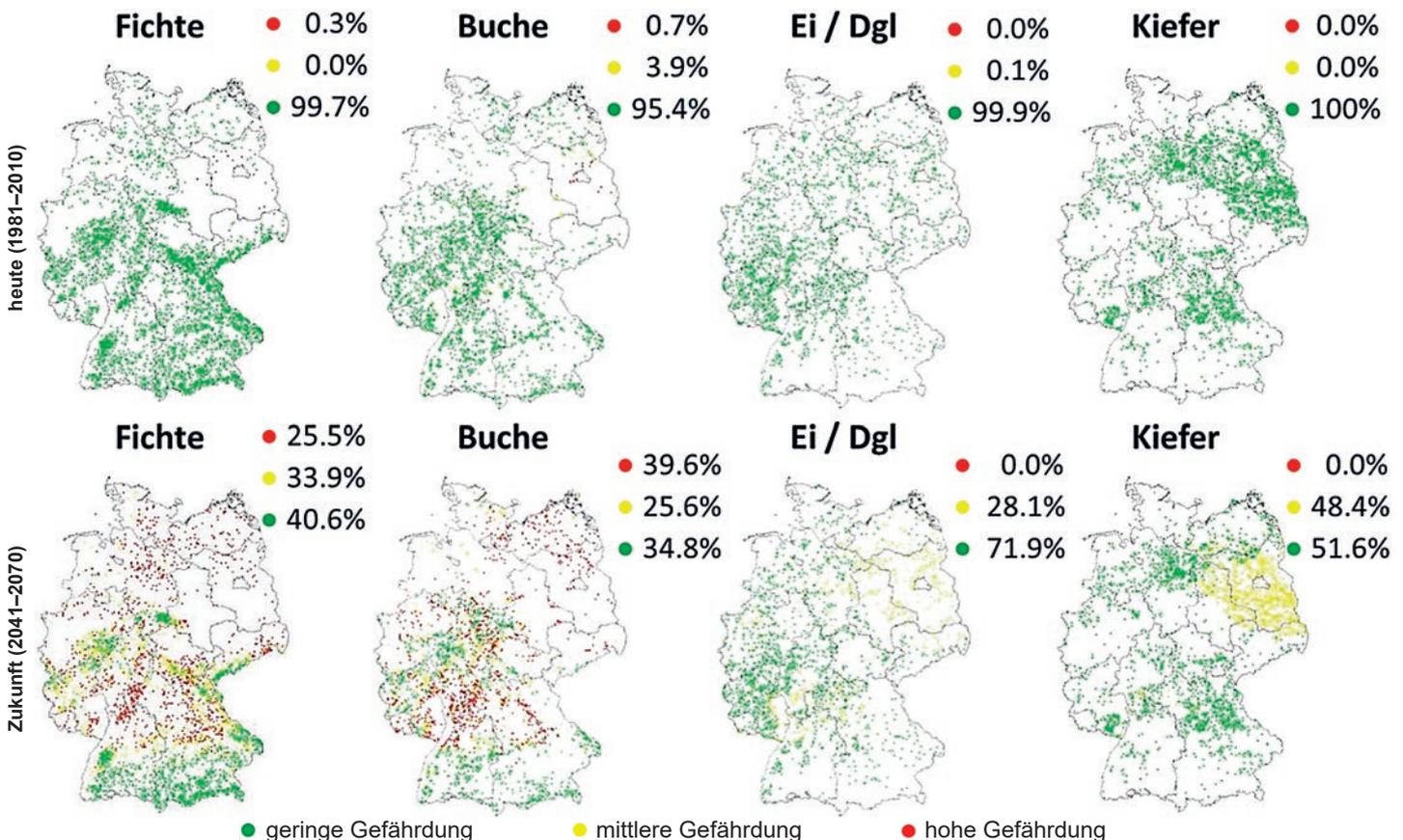
Fichten-Naturverjüngungen an, setzt sich in der Läuterungsphase mit der Förderung von Mischbaumarten fort und wird in der anschließenden Durchforstungsphase durch eine gezielte Pflege der bestveranlagten Bäume und die Ausformung der Bestandesstrukturen entscheidend beeinflusst.

**Senkung bzw. Verteilung der Risiken**

Die Senkung bzw. Verteilung der Risiken beginnt mit der natürlichen Verjüngung standortsgemäßer Baumarten, um mit einer großen Individuenzahl und einer hohen genetischen Diversität zu starten, die mit der Zeit Auswahlmöglichkeiten bietet. Da mit dem Klimawandel die Risiken allgemein zunehmen, sollte gerade bei einer frühzeitigen Auswahl und bevor-

zugten Pflege der bestveranlagten Zukunftsbäume deren Anzahl nicht zu gering bemessen werden. Diese verringert sich im Laufe der Zeit und gleichzeitig nimmt ihre Durchmesserdiversifizierung zu. Hieraus ergeben sich unterschiedliche optimale Nutzungszeitpunkte für Einzelbäume bzw. Baumgruppen und damit Ansätze für die Entwicklung ungleichaltriger Bestandesstrukturen. Das Zielstärkenkonzept in der Endnutzung der Bestände ist umso besser anwendbar, je strukturreicher die Bestände sind. Während sich die Baumarten Douglasie, Buche und Kiefer relativ unproblematisch nach Zielstärke nutzen und langfristig verjüngen lassen, sind die Verhältnisse in Fichtenbeständen häufig schwieriger, weil das Sturm-schadensrisiko mit zunehmendem Alter, steigender Baumhöhe,

Abbildung 2: Veränderungen in der Trockenstressgefährdung der Hauptbaumarten Fichte, Buche, Eiche/Douglasie und Kiefer an den Stichprobenpunkten der dritten Bundeswaldinventur

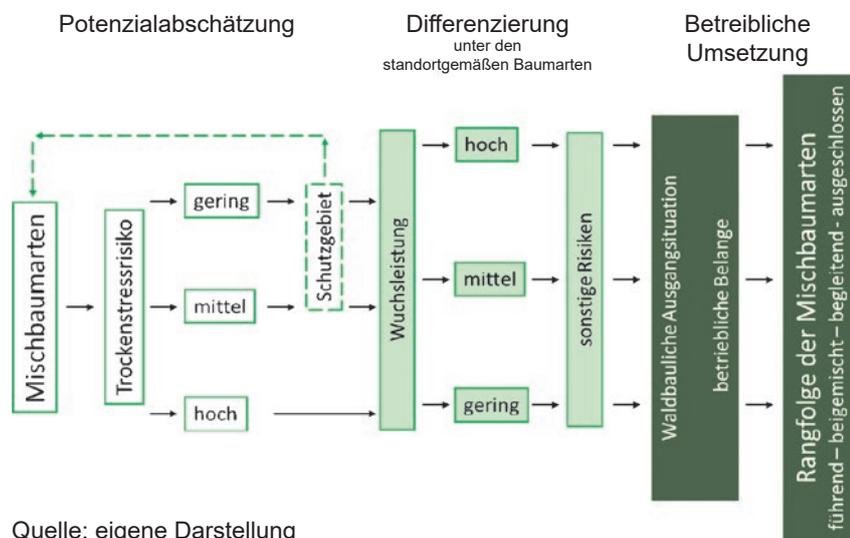


(Datengrundlage: Klimadaten (1981-2010) DWD, Klimaprojektion (2041-2070) RCP8.5, ECHAM6 STARS II; nutzbare Feldkapazität (nFk) aus WKF-Projekt WP-KS-KW 2017)  
Quelle: eigene Darstellung

wachsendem Vorrat und der Eingriffsstärke beträchtlich steigt. Deshalb wird es sich in labilen Fichtenaltbeständen oder bei großflächigen, starkholzreichen Fichtenaltholzkomplexen oft nicht vermeiden lassen, die Vorräte im Zuge von Saumschlägen und begrenzten Kahlschlägen schneller zu nutzen und zu verjüngen. Zur weiteren Risikovorsorge trägt ein Verzicht auf Maßnahmen, die die Stabilität gefährden (z. B. eine nachträgliche Verdichtung des Erschließungsnetzes) ebenso bei wie die rechtzeitige Etablierung von standortgemäßem Nachwuchs. In jedem Fall ist ein konsequenter Waldschutz erforderlich. Er setzt beim vorbeugenden Waldschutz an (Einzelbaumvitalität, Bestandesstruktur, saubere Waldwirtschaft, Waldbrandvorbeugung, Waldschutzmonitoring) und setzt sich in der Anwendung wirksamer Maßnahmen beim Überschreiten von Schwellenwerten fort. Unverzichtbar sind angepasste Wildbestände.

Im Rahmen der Klimaanpassung bedarf es neben den waldbaulichen Optionen der Risikovorsorge wei-

**Abbildung 3: Entscheidungsbaum zur Wahl standortgemäßer Waldentwicklungsziele unter sich ändernden Klimabedingungen**



Quelle: eigene Darstellung

terer technischer (kontinuierliche Wegeunterhaltung, Feuerwachtürme, Feuerschutzstreifen, Löschteiche bzw. Wasserzapfstellen), betrieblicher (Flexibilisierung von Planungszeiträumen, Bildung angemessener finanzieller Rücklagen, Förderung von Waldschadensversicherungen) und politischer Maßnahmen (Unterstützung der Forstbetriebe bei der Klimaanpassung, Anpassung des Forstschäden-Ausgleichsgesetzes

(ForstSchAusglG), Gewährleistung des Integrierten Pflanzenschutzes, Waldschutz auch als öffentliche Aufgabe, Waldschadensmonitoring, Verschärfung von Einfuhrbestimmungen), um den großen Herausforderungen zu begegnen. Die vielfältigen Ökosystemleistungen des Waldes rechtfertigen eine finanzielle Unterstützung der Waldbesitzenden bei dieser großen Aufgabe mit öffentlichen Geldern (WBW 2019). ■

Literatur zu diesem Artikel finden Sie unter: [www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Spellmann.pdf](http://www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Spellmann.pdf)

## Wälder im Klimawandel

### Steigerung von Anpassungsfähigkeit und Resilienz durch mehr Vielfalt und Heterogenität

Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg, 2019, 31 S. Kostenlos abrufbar unter [www.bfn.de/ueber-das-bfn/positionspapier](http://www.bfn.de/ueber-das-bfn/positionspapier)

Das Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz betont mit Blick auf den Klimawandel die Bedeutung von funktionsfähigen Waldökosystemen. Zentraler Aspekt in diesem Zusammenhang ist eine erhöhte Diversität und Diversifizierung von Wäldern, um deren Resilienz und Anpassungsfähigkeit an klimatische Veränderungen zu verbessern. Ebenfalls ein wichtiger Punkt ist die verstärkte Wahrnehmung

von Wäldern über ihre ökonomische Leistung der Holzherzeugung hinaus und die Fokusverschiebung auf die ökologischen Leistungen für Natur und Gesellschaft. Hierzu beinhaltet das Positionspapier Maßnahmenvorschläge und Risikokalkulationen. Gefordert werden Veränderungen wie eine schonendere Bewirtschaftung, stärkere Unterstützung von Waldbesitzer\*innen durch die Honorierung von ökologischen Leistungen, Beratung und Weiterbildung sowie verstärkte Forschung zur Entwicklung standortgerechter Lösungen. ■ am

**LESETIPP!**



## Waldstrategie der Bundesregierung 2050:

# Nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern an die Herausforderungen des Klimawandels anpassen

Interview mit Cajus Caesar, Waldbeauftragter der Bundesregierung, zu Gestaltung und Nutzung der Wälder und zur Waldstrategie 2050

*Herr Caesar, welche Maßnahmen hat die Bundesregierung ergriffen, um die Anpassung der Wälder an den Klimawandel zu fördern und Waldbesitzer\*innen bei dieser Aufgabe zu unterstützen?*

Die in Deutschland praktizierte nachhaltige Forstwirtschaft ist der Schlüssel dafür, dass der Wald seine vielfältigen Funktionen als Lebensraum, Klimaregulator, Erholungsraum, aber auch Rohstofflieferant jetzt und zukünftig erfüllen kann. Deswegen sind sowohl die Funktionen des Waldes als auch die Maßnahmen zu deren Erhalt im Bundeswaldgesetz, den Waldgesetzen der Länder und der Waldstrategie 2020 der Bundesregierung verankert.

Bund und Länder betreiben seit Jahrzehnten den Umbau großflächiger Reinbestände zu mehrstufigen strukturreichen Mischbeständen aus Laub- und Nadelbaumarten, denn standortangepasste Mischbestände sind am besten geeignet, dem Klimawandel zu begegnen.

Außerdem fördern die Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) Forschung, Entwicklung und Modellprojekte zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel und zur Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Speicherfähigkeit von Wäldern mit Mitteln aus dem Waldklimafonds. Für 2020 stellen die beiden Ministerien insgesamt 25 Mio. € dafür bereit. Aktuell werden über den Waldklimafonds 173 Projekte mit insgesamt 61 Mio. € gefördert. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträgerin des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) koordiniert und betreut darüber hinaus 138 weitere Forschungsprojekte im Bereich Forstwirtschaft mit einer Fördersumme von 42,8 Mio. € aus dem Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe.

*Wie unterstützt die Bundesregierung die Waldbesitzenden nach den letzten beiden Dürre Jahren bei der Bewältigung der Schäden?*

Am 3. Juni hat die Bundesregierung 700 Mio. € für den Erhalt und die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder inklusive Digitalisierung in der Forstwirtschaft aus ihrem Konjunkturpaket zur Bewältigung der Corona-Krise in Aussicht gestellt.

Bis 2023 stellt das BMEL aus dem Fond „Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) finanzielle Unterstützung für von Schäden betroffene Waldbesitzer in Höhe von 480 Mio. € zur Verfügung. Mit Finanzbeteiligung der Länder stehen knapp 800 Mio. € für Schadholzaufarbeitung, für Wiederaufforstungen und den klimaangepassten Waldumbau bereit.

Private Waldbesitzer können sich auf der Internetseite der FNR über Möglichkeiten der finanziellen Förderung beim Waldbau oder der Schadensbewältigung durch Extremwetterereignisse aus Mitteln des Bundes, der Länder und der EU (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes, ELER) informieren.<sup>1</sup> Länderspezifische Förderoptionen wie Zuschüsse zu Verjüngungskosten nach Waldbrandschäden, Angebote der Landwirtschaftlichen Rentenbank, Erklärungen zur Antragstellung und Kontakte wichtiger Ansprechpartner in den einzelnen Bundesländern sind ebenfalls auf der Internetseite zu finden.

*Wie sehen die Schritte zur Erarbeitung der Waldstrategie 2050 aus? Was sind Ihre Aufgaben in diesem Zusammenhang?*

Die Waldstrategie 2050 wird auf Basis der Waldstrategie 2020 der Bundesregierung weiterentwickelt. Wesentlich ist dabei die Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim BMEL. Dieser Beirat ist mit Vertretern wissenschaftlicher Fachdisziplinen besetzt, die alle gesellschaftlichen Anforderungen an den Wald repräsentieren. In seiner jüngsten Stellungnahme<sup>2</sup> zur Waldstrategie 2050 zeigt der Beirat anhand der Handlungsfelder der bisherigen Waldstrategie 2020 die Veränderungen auf,

<sup>1</sup> privatwald.fnr.de

<sup>2</sup> Wissenschaftlicher Beirat Waldpolitik beim BMEL (Hrsg.) (2020): Eckpunkte der Waldstrategie 2050. Stellungnahme. Berlin, 71 S., [www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/\\_Ministerium/Beiraete/waldpolitik/stellungnahme-waldstrategie-2050.pdf](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/waldpolitik/stellungnahme-waldstrategie-2050.pdf) (letzter Zugriff 12.6.2020).

Cajus Caesar ist seit 2018 Waldbeauftragter des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Zwischen 1974 und 1998 war der Diplom-Forstingenieur insgesamt 20 Jahre als Revierleiter zunächst im Forstrevier Lage, später im Forstrevier Kirchberg tätig und war in der Zeit von 1998 bis 2017 Mitglied des Bundestages. Seit 2015 ist Caesar außerdem Mitglied im Deutschen Forstzertifizierungsrat (DFZR).



die sich bis 2050 für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel, für die Biodiversität, für Boden und Wasser, für Waldbau, Wild und Wald sowie für die Digitalisierung und Rohstoffverwendung, für Tourismus, Erholung und für die Forschung ergeben. In die Erarbeitung der Ziele, der aktuellen Risikoszenarien und der Lösungsansätze werden alle relevanten Akteure des Bundes und der Länder eingebunden.

Die Waldstrategie leistet auch einen Beitrag, um in der Öffentlichkeit das Bewusstsein für die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes zu stärken – denn Wissen und Verständnis sind Voraussetzung für deren gesellschaftliche Akzeptanz.

In meiner Funktion als Waldbeauftragter bin ich je nach Erfordernis Aufklärer oder Vermittler, weil ich mit den Fachleuten ebenso wie mit den verschiedenen Nutzergruppen des Waldes in Kontakt stehe. Als Waldbeauftragter habe ich auch die Schirmherrschaft für das Projekt „Generationendialog Wald“ der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald (SDW) übernommen, das den Austausch zwischen Akteuren verschiedenen Alters ermöglicht hat. Auch die dort entwickelten Ideen fließen in die Waldstrategie 2050 der Bundesregierung mit ein.

*Welche Prioritäten und Ideen wurden von den Teilnehmenden des Generationendialogs mit Blick auf die zukünftige Gestaltung und Nutzung der Wälder formuliert?*

Der „Generationendialog Wald“ bot 18- bis 29-Jährigen die Gelegenheit, aktiv an der Entwicklung

neuer Ziele und Maßnahmen für den Wald der Zukunft mitzuwirken. Auf fünf Veranstaltungen zwischen Juli 2019 und Januar 2020 wurden die Schwerpunktthemen der bisherigen Waldstrategie 2020 in Gruppenarbeiten von jungen Erwachsenen mit Experten intensiv bearbeitet. Handlungsbedarf sahen die Teilnehmenden insbesondere im Bereich der Bildung, Waldpädagogik und Umweltbildung. Sie wünschen sich die Verankerung von Wald- und Umweltthemen in Bildungsplänen oder anerkannten Vollzeitausbildungsberufen und Studiengängen in allen Bereichen der Umweltbildung. Weitere Forderungen der jungen Leute galten dem Klimaschutz oder der Stabilität der Wälder durch maximale Baumarten- und Strukturvielfalt.

*In welcher Weise werden Ihrer Ansicht nach die Erfahrungen der letzten beiden Extremsommer Einfluss auf die Waldstrategie 2050 nehmen?*

Die Dürresommer 2018 und 2019 verdeutlichen einmal mehr die Notwendigkeit des Umbaus zu ökologisch stabilen Wäldern, die bei nachhaltiger Bewirtschaftung alle Waldfunktionen erfüllen. Dazu gehört auch die Produktion des klimafreundlichen Rohstoffes Holz. Ausmaß und Geschwindigkeit des Klimawandels und die Ausbreitung von Pathogenen und Schädlingen müssen dabei berücksichtigt werden. Der Klimawandel lässt Standortverhältnisse entstehen, die es bisher in Deutschland nicht gab. Das muss sich in den Waldbaukonzepten für die nächsten Jahrzehnte natürlich niederschlagen. Auch personelle und finanzielle Ressourcen der Forstbetriebe müssen an die neuen Erfordernisse angepasst werden. ■

## Herausforderung Klimawandel – Waldeigentümer\*innen in Bedrängnis

Hans-Georg von der Marwitz

**Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Deutschland angekommen und in der Natur als erstes spürbar. Wer in diesem Sommer durch die Wälder geht, wird vertrocknete Bäume, kahle Flächen und große Holzpolter mit Schadholz sehen. Eine ganze Kette von Wetterextremen hat zu schweren Verwüstungen in den Wäldern geführt. Der Umgang hiermit stellt eine große Aufgabe für die Waldeigentümer\*innen dar.**

Der Deutsche Wetterdienst hat von Rekordtemperaturen im April gesprochen, in der ersten Aprilhälfte seien knapp 3 % (1,5 l/m<sup>2</sup>) der im Monat April üblichen Regenmengen gefallen. Die Folge waren bereits im Frühjahr zahlreiche Waldbrände sowie eine rasante Schädlingsvermehrung. Borkenkäfer, Schwamm- und Eichenprozessionsspinner sowie eine Vielzahl von Krankheiten zerstören ganze Waldflächen. Betroffen sind alle Baumarten – alte Buchenwälder in Thüringen ebenso wie Kiefern Schonungen in Brandenburg. Als Waldeigentümer\*innen sind wir entsetzt über die Katastrophe, die sich zzt. in unseren Wäldern abspielt. In diesem Jahr befürchten wir ein drittes Dürrejahr infolge.

Bislang haben die Schäden laut Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) zu rund 160 Mio. Festmetern Schadholz geführt. Und dabei wird es nicht bleiben. Das viele Schadholz, das auf die Märkte flutet, treibt die Holzpreise gerade für die geschädigten Nadelbaumarten ins Bodenlose. Folglich erschöpft

sich bei vielen Forstbetrieben und Waldbesitzenden die Liquidität, um in die Wiederbewaldung zu investieren, ihre Wälder quasi zu sanieren. Hinzu kommt die Coronapandemie, die diesen Negativtrend verstärkt, da über Nacht Absatzmärkte wegbrachen, Sägewerke ihre Kapazitäten heruntergefahren haben, Arbeitskräfte für die Frühjahrspflanzungen fehlten. Noch sind die wirtschaftlichen Auswirkungen nicht in Gänze absehbar. Wir ahnen aber: Diese Pandemie wird für deutliche Einschnitte in unserem Wirtschaftsgefüge sorgen und weitere Auswirkungen auch auf das Cluster Forst und Holz haben.

Viele Menschen lieben den Wald. Gerade jetzt – im Zuge der Pandemie und der daraus folgenden Kontaktbeschränkungen – zieht es noch einmal mehr Wander\*innen oder Spaziergänger\*innen, Reiter\*innen oder Jogger\*innen in die Wälder. Vielen von ihnen ist nicht bekannt, dass rund zwei Drittel (67 %) des Waldes in Deutschland von privaten, kommunalen oder körperschaftlichen Waldeigentümer\*innen gehegt und gepflegt werden. Das Gros der rund 2 Mio. Waldbesitzer\*innen wiederum, die etwa die Hälfte der über 11 Mio. ha Wald in Deutschland bewirtschaften, zählt zu den Kleinprivatwaldbesitzer\*innen. Waldbesitzer\*innen verfügen im Durchschnitt gerade mal über 3 ha Wald. Gleichzeitig gibt es große Forstbetriebe, die neben

dem Holzverkauf auch einen Reiterhof, ein Hotel, einen Ökobauernhof oder einen Friedwald betreiben. Die Waldeigentümer\*innen sind höchst vielfältig. Und genau dies ist unsere Stärke: Wir stehen damit für das größte Maß an Biodiversität.

### Waldeigentümer\*innen stärken die regionale Wertschöpfung

Eine weitere positive Eigenschaft charakterisiert die Waldeigentümer\*innen in Deutschland: Sie fühlen sich ihrem Wald in hohem Maße verbunden. Die einen haben Wald von ihren Eltern oder Großeltern geerbt, die anderen haben ihn erworben – so wie ich im östlichen Brandenburg –, weil sie nach dem Mauerfall in den neuen Ländern an die Tradition ihrer Vorfahren anknüpfen und etwas Positives für eine Region gestalten wollten. Denn die Bindung an ein eigenes Stück Land führt zu einem Gefühl der Verantwortung auch gegenüber der Region, in der wir leben und arbeiten. Als Waldeigentümer\*innen tragen wir zur Belebung des ländlichen Raumes bei: Wir stärken die regionale Wertschöpfung, schaffen Beschäftigung und Anziehungspunkte jenseits der urbanen Zentren. Daher ist es eines unserer zentralen Anliegen, diese Vielfalt und regionale Verwurzelung der Eigentümerschaft zu erhalten.



**Hans-Georg  
von der Marwitz**

Präsident der AGDW –  
Die Waldeigentümer

LSchulz-Trieglaff@  
waldeigentuemmer.de



Foto: AGDW/Alotis Hens



Foto: M.F. Baßler/Hannes Leißner



Foto: AGDW/Karsten Spinner

Waldbrände, Befall durch Schädlinge wie den Schwammspinner und absterbende Bäume stellen Waldeigentümer\*innen vor große Herausforderungen.

Wenig bekannt ist darüber hinaus: Die Waldeigentümer\*innen sind Teil eines bedeutenden Wirtschaftsklusters. Zum Cluster Forst und Holz zählen rund 1,1 Mio. Beschäftigte, die in über 128 000 vor allem mittelständisch geprägten Unternehmen tätig sind. Gemeinsam erwirtschaften sie einen jährlichen Umsatz von über 180 Mrd. €. Die Basis dieses Clusters ist die Nachhaltigkeit: Wald und Holz leisten einen Klimaschutzbeitrag von rund 127 Mio. t CO<sub>2</sub> im Jahr, damit speichern sie etwa 14 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands. Darüber hinaus leistet die nachhaltige Waldbewirtschaftung einen zentralen Beitrag zur Sauerstoffproduktion, zur Artenvielfalt in den Wäldern und zur Erholung.

Der Wald und seine nachhaltige Bewirtschaftung und Pflege ist damit ein wichtiger Pfeiler für den Klimaschutz. Daher muss alles dafür getan werden, um die Wälder in der aktuellen Krise zu stabilisieren und klimaresilient aufzustellen. Die Bundesregierung hat diese Notlage erkannt und uns im vergangenen Jahr rund 800 Mio. € Hilfen für die Beseitigung der Schäden und für die Wiederbewaldung zugesichert. Darüber hinaus hat Bundeslandwirtschaftsministerin Julia Klöckner zahlreiche Maßnahmen in die Wege geleitet, etwa ein modernes Schadensmonitoring, Investitionen in Forschungseinrichtungen und Personalaufbau etc.,

um Waldeigentümer\*innen und Forstwirtschaft bei der Rettung der Wälder zu unterstützen.

In der Tat stehen wir vor gewaltigen Herausforderungen. Schauen wir auf den Waldbau und die künftige Baumartenwahl. Wir wissen nicht, wie sich das Klima in den nächsten Jahrzehnten entwickeln wird und welche Baumarten in unseren Wäldern eine Zukunft haben. Was wir dank unserer forstlichen Expertise wissen, ist: Wir müssen uns im Waldbau breit aufstellen und neben heimischen Baumarten auch jene einbeziehen, die in Ländern erfolgreich wachsen, an deren Klima wir uns annähern. Viele Waldeigentümer\*innen sind seit Jahrzehnten mit dem Waldumbau hin zu vielfältigen Mischwäldern beschäftigt. Jedoch haben die vergangenen zwei Dürresommer gezeigt, dass auch Laubbaumarten gefährdet sind, die bislang als wetterfest und hitzeresistent galten. Ganze Wälder aus Eichen, Buchen oder Ahorn halten den trockenen Sommern und schweren Stürmen nicht Stand. Da unsere Entscheidungen viele Jahrzehnte vorhalten müssen, stehen wir also unter einem besonderen Druck.

### Holzverkauf allein reicht nicht mehr, um Pflege der Wälder zu bezahlen

Schauen wir auf die Liquidität der Waldeigentümer\*innen. Viele

Leistungen, von der Waldpflege bis zur Verkehrssicherung, erbringen sie bislang kostenlos. Daher ist eine zentrale Forderung unseres Verbandes, dass die Ökosystemleistungen des Waldes honoriert werden. Im letzten Jahr haben wir die Forderung nach einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung eingebracht, die dem Wald zugutekommt und die Klimaschutzleistung der Wälder honoriert. Ebenso müssen weitere Ökosystemleistungen wie die Erholung oder die Artenvielfalt honoriert werden. Denn vom Holzverkauf allein können die Waldeigentümer\*innen die Pflege ihrer Wälder nicht mehr bestreiten. Wenn aber die Liquidität bei den Waldbewirtschaftenden fehlt, ist die Stabilität der Wälder gefährdet.

In einer technologisch hochentwickelten und hochgradig technologiegläubigen Gesellschaft wie der unsrigen wird oftmals nicht mehr gesehen, dass der Wald unsere Lebensgrundlage ist. Ohne die Wälder, die unseren Sauerstoff produzieren, ist kein Leben auf der Erde möglich. Der Klimawandel legt keine Pause ein. Trotz anderer Krisen und politischer Topthemen setzt sich der globale Temperaturanstieg fort. Daher muss die Rettung der Wälder ganz oben auf der politischen Agenda bleiben. ■

## Für einen ökosystembasierten Umgang mit der Waldkrise

Prof. Dr. Pierre L. Ibisch und Jeanette S. Blumröder

**In der aktuellen Waldkrise drängen forstliche Akteure auf aktive Umgestaltung der Wälder, um mit „neuen Ökosystemen“ dem Klimawandel besser trotzen zu können. Die theoretische und empirische Untermauerung dieses Ansatzes ist dürftig. Gleichzeitig wird behauptet, dass heimische Baumarten vom Klimawandel überfordert würden – die tatsächliche Komplexität der Ökosysteme und die Grundlagen der ökologischen Funktionalität scheinen dabei unterschätzt zu werden. Eine ökosystembasierte Waldbewirtschaftung ist nicht rückwärtsgerichtet, sondern ergebnisoffen. Sie priorisiert die Förderung der Selbstregulations- und Selbstorganisationsfähigkeit der Ökosysteme.**

### Klimatolerante Einzelbäume und Natur aus Försterhand

Den Waldökosystemen in Deutschland geht es schlecht und das nicht nur hier. Die letzten beiden aufeinanderfolgenden Extremjahre mit heißen und trockenen Sommern drängen viele Waldbäume über einen Kipp-Punkt. Ihre Vitalität sinkt rasant, die Mortalität steigt auf ein neues Rekordniveau. Warnungen der Vergangenheit wurden überhört oder ignoriert, ein Jahrzehnt der effektiven Klimawandelanpassung durch Stärkung der Funktionsfähigkeit von Ökosystemen verpasst. Forstliche Fehleinschätzungen werden nicht analysiert und kritisch reflektiert. Die reduktionistische Analyse lautet vielmehr: Nun ist der Klimawandel da, unsere heimischen Baumarten sind überfordert; jetzt müssen wir aufräumen und die Natur neu schaffen.

Mit Hilfe von eingeführten Baumarten sollen „neue Waldökosysteme“<sup>1</sup> entstehen, die dann „klimatolerant“<sup>2</sup> sein sollen. Dem Dogma vieler Förster\*innen und des Bundeslandwirtschaftsministeriums – „Wald: Natur aus Försterhand“<sup>3</sup> – folgend, gilt es nun, mit vereinten Ingenieurskräften dem Wald auf die Sprünge zu helfen und ihn „zukunftsfähig“<sup>4</sup> zu machen. Zu den postfaktischen Scheingewissheiten, die in den höchsten Etagen kommuniziert werden,

gehört, dass es ohne aktives Pflanzen in der Zukunft keine Bäume mehr geben wird. Positionen, die mahnen, die Naturkräfte nicht einfach abzuschreiben, werden von der zuständigen Fachministerin sogar als „ignorant“ abgetan: „Jetzt ist der Wald am Sterben und wenn wir da nicht helfen und davon reden, na ja, in 300 Jahren hat sich das, dann finde ich das ziemlich ignorant, weil jeder Baum, den wir heute nicht pflanzen, der fehlt unseren Enkeln und Urenkeln“ (Julia Klöckner im Deutschlandfunkinterview 2019<sup>5</sup>).

Bemerkenswert ist auch die regelmäßig geäußerte Position, dass der Mensch die Natur jetzt zwangsläufig gestalten müsse, da der Klimawandel auch von uns verursacht sei. Dahinter steht die Hypothese, dass der Klimawandel die Ökosysteme überfordern könnte. Selbstzweifel, dass die Ingenieurskunst noch schneller an ihre Grenzen geraten könnte als die Ökosysteme, werden dabei nicht zugelassen. Die Sprache vieler forstlicher Akteur\*innen verrät ebenso wie ihre Konzepte und ihr Handeln, wie sich in der Waldkrise statt angemessener Verunsicherung dogmatische Simplizismen und auch Hybris verbreiten. Die Steuerbarkeit von Natur in Form eines atomistischen Einzelteilmanagements wird ggf. überschätzt, der Klimawandel eher unterschätzt. Die Situation stellt sich im Lichte überaus reichhaltiger wissenschaftlicher Befunde etwas komplexer dar.



Prof. Dr. Pierre L. Ibisch und Jeanette S. Blumröder

Centre for Ecomics and Ecosystem Management,  
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

pierre.ibisch@hnee.de  
www.centreforecomics.org



<sup>1</sup> Prof. M. Müller in Stellungnahme für den Deutschen Bundestag, [www.bundestag.de/resource/blob/667004/8f82ecd166bc942bdf2b36cd5fc6ed7f/Stellungnahme\\_C\\_Mueller-data.pdf](http://www.bundestag.de/resource/blob/667004/8f82ecd166bc942bdf2b36cd5fc6ed7f/Stellungnahme_C_Mueller-data.pdf) (S. 5)

<sup>2</sup> Vgl. z. B. Bayerisches Forstministerium: „Waldumbau – zukunftsfähige Strategie für anpassungsfähige und klimatolerante Wälder“, [www.stmelf.bayern.de/wald/forstpolitik/wald-im-klimawandel/005196/index.php](http://www.stmelf.bayern.de/wald/forstpolitik/wald-im-klimawandel/005196/index.php)

<sup>3</sup> [www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/UnserWald-NaturAusFoersterhand.html](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/UnserWald-NaturAusFoersterhand.html)

<sup>4</sup> Vgl. z. B. Thüringenforst: Große Waldgebiete müssen „zu einem zukunftsfähigen, klimatoleranten Wald umgebaut werden“, [www.thueringenforst.de/waldumbauportal](http://www.thueringenforst.de/waldumbauportal)

<sup>5</sup> [www.deutschlandfunk.de/waldsterben-jeder-muss-sich-um-seinen-wald-kuemmern.694.de.html?dram:article\\_id=457492](http://www.deutschlandfunk.de/waldsterben-jeder-muss-sich-um-seinen-wald-kuemmern.694.de.html?dram:article_id=457492)



Foto: Pierre Ibisch

Foto: Pierre Ibisch

Sukzession nach einem Waldbrand: Eine Fläche, auf der die durch Feuereinwirkung abgestorbenen Kiefern belassen wurden, wurde nach weniger als 12 Monaten spontan von Espen besiedelt (Treuenbrietzen, Brandenburg, Juli 2019).

Walderneuerung auf einer ehemaligen, nur teilweise beräumten Sturmwurffläche im Oberbergischen: Eine Fichte konnte sich auf Totholz etablieren (Genkeltalsperre, Nordrhein-Westfalen, Mai 2020).

## Klimawandel, Bäume und Ökosysteme: eine etwas komplexere Sachlage

Der fortschreitende Klimawandel wirkt u. a. durch Veränderung von durchschnittlichen Werten der Temperatur und des Niederschlags, von Extremereignissen oder der Saisonalität subtil und vielfach auf allen Ebenen der natürlichen Gefüge durch Einflüsse auf abiotische Ressourcen, Arten und ökologische Prozesse. Seltene Extreme sind kurzfristig wirkmächtiger als allmähliche Veränderungen von Durchschnittswerten. Auf lange Zeit geht es nicht um das Eintreten eines neuen zukünftigen Klimas, sondern um fortgesetzten und ggf. sich beschleunigenden Wandel, der sich vor allem auch durch immer wieder neuartige Kombinationen von (Extrem-)Wettersituationen auszeichnen kann – z. B. warme Winter und Frühjahre mit Spätfrösten und Serien von warm-trockenen Sommern mit Rekord-Höchsttemperaturen und Strahlungsmengen – an die weder heimische noch exotische Organismen ohne Weiteres angepasst sind.

Alle Organismen sind „klimatolerant“ – in dem Sinne, dass sie bei bestimmten Kombinationen von klimatischen Gegebenheiten existieren können. Die klimatische Toleranz von Arten an gegebenen Standorten ist nicht absolut, sondern wird auch durch Leistungen des ökosystemaren Gefüges moderiert. Ökosysteme sind nicht Ansammlungen von koexistierenden Arten an einem Ort, sondern vielmehr sich durch Interaktion ihrer Komponenten selbst organisierende und entwickelnde Gefüge. Diese Interaktionen bedingen emergente Eigenschaften, die im Zuge von Rückkopplungen und Synergien wesentlich das Haushalten mit knappen Ressourcen und die physikalische Arbeitsfähigkeit des Ökosystems ausmachen. Wichtiger Aspekt der physikalischen Arbeit im Ökosystem

ist die Verwendung von Energieinput zur Erhöhung desselben, zur Energiespeicherung und dem Ausgleichen von Schwankungen der Verfügbarkeit von Ressourcen (Energie, Wasser, Nährstoffe). Den Ökosystemspeichern in Wäldern wie etwa Humus, lebendes und totes Holz kommen Vielfachfunktionen zu – sie sind nicht nur Energie-, Nährstoff-, Kohlenstoff- und Wasserspeicher, sondern wirken u. a. auch als Strukturbildner, Schattenspender und Puffer.

Etlliche in Deutschland vorkommende Baumarten wie z. B. die Winterlinde, die Hainbuche, die Flatterulme oder der Feldahorn haben große Verbreitungsgebiete und kommen sowohl in trockeneren, wärmeren als auch in kontinentaleren Regionen vor. Sie könnten noch für eine geraume Weile die derzeit absehbaren Klimaveränderungen tolerieren. Wenn Ausmaß und Geschwindigkeit des Umweltwandels diese Arten überfordern sollten, wird es mit hoher Wahrscheinlichkeit für praktisch alle Baumarten eng – heimisch oder exotisch.

„Oikos-Systeme“ sind haushaltende Gefüge, die durch eine Zunahme der Biomasse, des genetisch gespeicherten Informationsgehalts sowie der Vernetzung zwischen den Komponenten reifen. Dabei nimmt auch ihre Funktionalität und Anpassungsfähigkeit zu. Die thermischen, hydrischen und biotischen Puffer sind für die Resistenz eines Ökosystems maßgeblich, aber sie beeinflussen ebenso wie Struktur- und Artenvielfalt auch die Resilienz, also die Fähigkeit nach schwerwiegenden Schädigungen, z. B. durch ein extremes Wetterereignis, das System möglichst rasch neu zu organisieren.

Es gibt vielfache Belege für die natürliche Regenerationsfähigkeit von geschädigten Waldökosystemen, vor allem, wenn sie auf intakte Speicher zurückgreifen

können und die Flächen nicht kahlgeräumt wurden. Die Sukzession entfaltet sich räumlich-zeitlich differenziert, sie kriert „unordentliche“ Strukturvielfalt. Natur pflanzt nicht in Reihen und Altersklassen. Die im Rahmen von Sukzession entstehenden Wälder haben sich bisher als robuster erwiesen als vom Menschen angelegte Plantagen.

Arten in Ökosystemen leben nicht allein, Bäume schon gar nicht. In jüngster Zeit erfolgt ein rasanter Wissenszuwachs bezüglich des Status vor allem von „höheren“ Lebewesen als Holobionten. Insbesondere die Gesamtheit der Mikroorganismen, die mit und in Mehrzellern leben, das Mikrobiom, scheint maßgebliche Einflüsse auf physiologische, ökologische und evolutive Eigenschaften ihrer „Wirte“ zu haben, die über lange bekannte symbiotische Effekte weit hinausgehen. Sie beeinflussen und vermitteln etwa die Trockenheitsresistenz oder die kommunikative Abstimmung von Pflanzen. Die vertikale und horizontale Komplexität und damit die Integriertheit der haushaltenden Systeme der Natur – die Ökosysteme – scheinen bislang grob unterschätzt worden zu sein.

Die diversen Puffer in Ökosystemen bedingen, dass die Klimawandelwirkungen in Ökosystemen verzögert, nicht-linear und zuweilen abrupt eintreten. Aufgrund der hohen Komplexität der Wirkungsgefüge sind ökosystemare Antworten inhärent indeterminiert und auch mit den besten Rechenkapazitäten nicht modellierbar – unauflösbares Nichtwissen. Der Veränderung des Mikrobioms kommt hierbei eine besondere Rolle zu, vor allem, wenn eine Schwächung der organismischen Abwehr mit abiotisch bedingtem Stress und dem Auftreten neuartiger Pathogene zusammenfällt.

Spontan aufwachsende Baum-Holobionten keimen und überleben an den besser geeigneten Mikrostandorten, dabei spielen auch evolutive Prozesse wie Selektion eine Rolle, die die Anpassungsleistung des Ökosystems stärken.

### Schlussfolgerungen für einen ökosystembasierten Umgang mit der Waldkrise

Ökosystembasierte Waldbewirtschaftung fokussiert auf die Stärkung der Ressourcen und Prozesse der Selbstregulation und -organisation im Wald. Ökosystemare adaptive Prozesse sind nicht „von gestern“, sondern die natürliche Heuristik, die ohne Kenntnis kommender Herausforderungen sämtliche Entwicklung bis heute möglich gemacht und das Ökosystem in jeweils unbekannte Zukünfte getragen hat. Im Angesicht großer Unsicherheit und unermesslicher Veränderungen sowie Störungen gilt die strikte Beachtung der Vorsichts- und Vorsorgeprinzipien. Niemals sollte aus dem Wald leichtfertig entnommen werden, was nicht schnell und von selbst zurückkommt. Es sollte zudem nichts eingebracht werden, was ökosystemfremd ist und zusätzliche, nur schwer abschätzbare Risiken mit sich bringt. In Zeiten des Klimawandels geht es insbesondere um die Erhaltung größtmöglicher Ökosystemspeicher, vor allem von Biomasse und humusreichen Böden.

Das ökosystemare Primat bedeutet, dass Technologie und entnommene Produkte daran angepasst werden, was der Wald verträgt, braucht und leisten kann – nicht umgekehrt. Ökosystembasierte Waldbewirtschaftung erkennt an, dass sie sowohl die Komplexität des Waldes als auch die Nebenwirkungen ihres Tuns mit großer Wahrscheinlichkeit unterschätzt. Wälder sind Natur trotz Försterhand. ■



Foto: Pierre Ibisch

Über 100 ha großer, flächig befahrener Kahlschlag nach Waldbrand; sämtliche geschädigte und abgestorbene Kiefern wurden beräumt, um neue Pflanzungen vorzubereiten (Treuenbrietzen, Brandenburg, Februar 2019).



Foto: Pierre Ibisch

Ein Jahr nach einem Waldbrand wächst auf einer beräumten Fläche eine spontan etablierte Birke neben einer abgestorbenen gepflanzten Kiefer (Treuenbrietzen, Brandenburg, September 2019).

# Der Buchdrucker – Erfahrungen aus dem Nationalpark Bayerischer Wald

Martin Scholz

In Deutschland gibt es mehr als 100 Arten von Borkenkäfern, wobei die meisten an Kiefern und Fichten vorkommen, in geringerem Umfang werden aber auch Tannen, Lärchen sowie Laubbaumarten befallen (Bussler et al. 2011). Wenn vom Borkenkäfer die Rede ist, ist fast immer *Ips typographus*, der große achtzählige Fichtenborkenkäfer, auch „Buchdrucker“ genannt, gemeint. Er ist für uns Menschen der wichtigste, weil er der Borkenkäfer mit dem größten „Gestaltungspotenzial“ ist.

Der Buchdrucker ist in seinem Lebenszyklus eng an die heimische Rotfichte (*Picea abies*) gebunden. Diese stellt die derzeit ökonomisch wichtigste Baumart in den deutschen Wirtschaftswäldern dar. Wegen seiner regelmäßig auftretenden Massenvermehrungen, die zum großflächigen Absterben mittelalter und alter Fichtenwälder führen können, ist der Käfer bei Waldbesitzer\*innen gefürchtet. Allerdings kann der ökonomische Schaden ökologisch betrachtet ein Gewinn sein.

Viele der fichtendominierten Waldgesellschaften in Eurasien und Nordamerika verjüngen sich über Großstörungsereignisse. Das bedeutet, dass große Waldflächen durch Windwürfe, Waldbrände oder Massenvermehrungen von Insekten in kurzer Zeit absterben. Dies entspricht, anders als bei der Buche, dem Lebenszyklus der Fichte: Sie produziert eine große Menge an leichten, sich über den Wind verbreitenden Samen, um große Störungsflächen schnell wieder besiedeln zu können. Sie ist auch als junger Baum auf ausreichend Licht – wie es große Störungsflächen bieten – angewiesen und kann nicht wie die Buche jahrelang im Schatten der Altbäume in „Lauerstellung“ auf Licht zum Wachsen warten.

In der heute in Deutschland überwiegend praktizierten Forstwirtschaft wird die Fichte in ein für sie nicht natürliches Korsett gezwängt: Mit der kahlschlagfreien Bewirtschaftung im Dauerwaldmodell fördert man eine kleinflächige Verjüngung der Wälder, der Nutzungszeitpunkt wird vom Menschen bestimmt

und Großstörungsereignisse sollen weitestgehend ausgeschaltet werden. Auch für das Management eines Waldnationalparks im dicht besiedelten Mitteleuropa ist das natürliche „Verhalten“ von Fichtenwäldern eine Herausforderung.

## Buchdrucker im Nationalpark Bayerischer Wald

Der Nationalpark Bayerischer Wald wurde 1970 auf einer Fläche von ca. 13 250 ha gegründet und umfasste zu diesem Zeitpunkt zu großen Teilen Fichtenhochlagenwälder zwischen den markanten Bergen Lusen und Rachel. 1997 erfolgte eine Erweiterung um weitere ca. 11 000 ha. Nachdem anfänglich auch im Nationalpark planmäßige Forstwirtschaft erfolgte, wurden ab 1983 größere Windwürfe ungenutzt liegen gelassen. Die Orkane Vivien und Wiebke 1990 sorgten für kleinere Windwurfnester in den Hochlagen, gefolgt von vergleichsweise trockenen Jahren zwischen 1989 und 1992. Diese Entwicklungen waren die Basis für die Massenvermehrung des Buchdruckers; zwischen 1995 und 2000 starben – insbesondere um den Lusen – jährlich zwischen 400–800 ha Fichtenwald ab.

## Klimawandel fördert Borkenkäfer

Die Klimaentwicklung der letzten Jahrzehnte hatte für den Buchdrucker positive Effekte. Einerseits wird es auch im Bayerischen Wald wärmer, gleichzeitig haben sich die Niederschlagsmengen in den letzten zehn Jahren verringert (s. Tab.).

**Tabelle: Entwicklung von Niederschlag und Temperatur seit 1972 an der Klimastation „Waldhäuser“**

	Durchschnittlicher Jahresniederschlag in mm	Jahresdurchschnittstemperatur (gerundet) in °C
1972–1979	1 210	5,6
1980–1989	1 433	5,5
1990–1999	1 359	6,1
2000–2009	1 379	6,4
2010–2019	1 120	7,1

Quelle: eigene Darstellung

### Martin Scholz

Stellvertretender Leiter Sachgebiet Wald- und Flächenmanagement, Nationalpark Bayerischer Wald

[martin.scholz@npv-bw.bayern.de](mailto:martin.scholz@npv-bw.bayern.de)  
[www.nationalpark-bayerischer-wald.bayern.de](http://www.nationalpark-bayerischer-wald.bayern.de)



Die höheren Temperaturen beschleunigen die Entwicklung der Käfer auch in den vergleichsweise kühlen Hochlagen<sup>1</sup>. Die schnellere Entwicklung – insbesondere im Sommer – führt zu mehr Käfergenerationen pro Jahr, was zu Massenvermehrungen und damit zu einem höheren Befallsdruck auf die Fichten führt.

Eine zweite Folge ist die verstärkte Verdunstung. Einerseits verdunstet mehr Regenwasser, bevor es in den Boden eindringen kann, andererseits verdunsten die Bäume auch wegen der verlängerten Vegetationszeiten mehr Wasser. In den beiden phänologischen Gärten des Nationalparks beginnt die Vegetationszeit inzwischen um 2–4 Wochen früher als zu Beginn der Aufzeichnungen in den 1970er Jahren (Beudert et al. 2020). Durch die Trockenheit wird der natürliche Abwehrmechanismus der Bäume gestört: Die Fichte wehrt sich gegen die Besiedlung durch den Borkenkäfer, indem sie versucht, die sich in die Rinde bohrenden Käfer „auszuharzen“. Leidet der Baum unter Wassermangel, kann er das nicht bzw. nur noch in eingeschränktem Umfang leisten. Im Ergebnis können die Käfer den Baum somit leichter und damit auch erfolgreicher besiedeln.

### Buchdrucker-Management im Nationalpark

Damit die an den Nationalpark angrenzenden Wirtschaftswälder nicht durch die natürlichen Prozesse im Nationalpark beeinträchtigt werden, wurde über die Ausweisung verschiedener Zonen ein Borkenkäfermanagement etabliert.

Die „Naturzone“ umfasst aktuell ca. 17 500 ha, hier gilt „Natur Natur sein lassen“. In der 1 100 ha großen „Entwicklungszone“ findet aktuell noch ein Borkenkäfermanagement statt, die Flächen im Nordteil des Nationalparks werden bis zum Jahr 2027 schrittweise in die Naturzone überführt. Auf einem im Mittel ca. 500 m breiten Streifen zu den angrenzenden Privat- und Staatswäldern, der sog. „Randzone“, findet auf ca. 5 200 ha ein dauerhaftes Borkenkäfermanagement statt. Hier soll ein Übergreifen von Buchdruckern in die angrenzenden Wirtschaftswälder verhindert werden. Dies geschieht durch frühzeitiges Erkennen und schnelles Entfernen von befallenen Bäumen. Können Bäume nicht schnell genug entfernt werden, so werden sie durch Entrindung bzw. Schlitzung der Rinde brutuntauglich gemacht. Das „Schlitzen“ wurde entwickelt, nachdem beobachtet worden war, dass voll entrindete Stämme schnell austrocknen und oft jahrelang ohne weitere Besiedlung durch Insekten oder Pilze bleiben – der natürliche Zersetzungsprozess ist gestört und vielen Tierarten der benötigte Lebensraum entzogen. Beim



Das im Nationalpark Bayerischer Wald entwickelte „Schlitzen“ verhindert die Entwicklung des Borkenkäfers fast vollständig.

„Schlitzen“ wird die Rinde nur teilweise, streifenförmig am Stamm entlang, entfernt, dazwischen bleiben schmale, ca. 1,5 cm breite Rindenstreifen stehen. Diese Rindenstreifen sind zwar zu schmal, um dem Buchdrucker eine erfolgreiche Entwicklung zu ermöglichen, geben aber anderen Insekten oder Pilzen die Chance den Stamm zu besiedeln (Thorn et al. 2016).

### Totholz ist ein Schlüssel für die Wiederbewaldung

Obwohl erst gut 25 Jahre seit Beginn der ersten großflächigen Absterbeereignisse im Nationalpark vergangen sind, können bereits interessante Schlussfolgerungen gezogen werden: Auch in den Hochlagen der Mittelgebirge stellt Wald die natürliche Vegetationsform dar, d. h. auch hier findet nach einem natürlichen Absterben großer Flächen keine Versteppung statt, sondern auf Wald folgt neuer Wald. Essenziell für die Wiederbewaldung ist das Belassen von Totholz. Die anfängliche Befürchtung, dass sich die absterbenden Fichtenwälder zu einer Grassteppe entwickeln, basiert auf Erfahrungen aus dem Wirtschaftswald, dort ist Vergrasung auf Störungs-/Freiflächen tatsächlich ein Problem. Die Ursache hierfür ist die im Wirtschaftswald übliche Entnahme des Totholzes. Wird das Totholz auf Störungsflächen belassen, ist es ein wichtiger Schlüssel für das Entstehen des neuen Waldes:

- Stehendes Totholz beschattet den Boden und dämmt die Vergrasung ein.
- Die herabfallende Rinde bildet nach ihrer Zersetzung um den Stamm ein gutes Keimsubstrat für junge Bäume.
- Das später umfallende Totholz bildet mit fortschreitender Zersetzung ebenfalls ein wichtiges Keimsubstrat. Die jungen Bäume keimen auf dem sich zersetzenden Stamm, es entsteht die sog. „Rannenverjüngung“.

<sup>1</sup> Durch die Temperaturerhöhung dehnt sich das Verbreitungsgebiet des Buchdruckers außerdem auf bisher nicht betroffene Bergwälder am Alpenrand aus.

- Totholz in späteren Zersetzungsstadien speichert Wasser und verbessert somit die Wuchsbedingungen für die Verjüngung.
- Durch das viele Totholz entstehen immer wieder kleine Nischen, die für Pflanzenfresser unzugänglich sind und somit seltener Baumarten in gewissem Rahmen vor Verbiss durch Rehe und Hirsche schützen.
- Insbesondere das stehende Totholz bietet Sitz- und Brutmöglichkeiten für Vögel. Diese wiederum tragen über ihren Kot Baumarten wie z. B. die Eberesche in die Flächen ein.

Der natürlich nachwachsende Wald ist deutlich diverser als der vormalige geschlossene und überwiegend gleichaltrige Wirtschaftswald. Durch das zeitlich versetzte Absterben über mehrere Jahre sowie die unterschiedliche Geschwindigkeit der Wiederbewaldung entsteht ein kleinflächiges Mosaik aus Freiflächen und unterschiedlich alten Waldinseln. Ferner ist der neue Wald momentan vielfältiger hinsichtlich der Baumarten. Obwohl die Fichte wieder dominiert, kommen mit Buche, Weide oder Eberesche mehrere Laubbaumarten vor. Inwieweit sich diese Arten in Zukunft im älter werdenden Wald behaupten können, bleibt abzuwarten.

Die neuen Waldflächen stellen durch ihre Struktur aus Licht und Schatten, Freifläche und Dickung, Wechsel aus Fichte, Heidelbeere und Eberesche die derzeitigen Kernlebensräume des Auerhuhnes im Nationalpark dar. Vom vielen Totholz profitieren Pilzarten wie die Zitronengelbe Tramete (*Antrodia citrinella*), die im Wirtschaftswald aus Mangel an Lebensraum fast nicht mehr vorkommt.

## Tourismus wegen und trotz der Borkenkäfer

Zu Beginn der großen Absterbewellen um den Lusen ab 1995 war die Öffentlichkeit geschockt, was mit der Diskussion um das „Waldsterben“ in den 1980er Jahren in Zusammenhang stand. Auch wenn das Sterben der Fichtenwälder im Nationalpark eine natürliche Ursache hatte, befürchteten Viele, dass sich der Wald nicht wieder erholt, sondern sich die Flächen zu einer Art Grassteppe entwickeln. Es fehlten Erfahrungswerte zur natürlichen Regeneration von Fichtenwäldern, denn schließlich ist das weitgehende Minimieren der natürlichen Mortalität seit Jahrhunderten ein Kernanliegen der Forstwirtschaft



Frisch abgestorbener Bergfichtenwald am Lusen, Bayerischer Wald, Ende der 1990er Jahre



Die gleiche Perspektive wie im obigen Bild: Ohne menschliches Zutun hat sich inzwischen ein junger Wald gebildet.

und in der deutschen Seele verankert: Der Wald hatte grün und dauerhaft zu sein.

Während Mitte der 1990er Jahre ein „Katastrophen-tourismus“ zu den absterbenden Wäldern einsetzte, besuchen heute viele Menschen den Nationalpark, um eben jenen vom Menschen unbeeinflussten Wald, auch wenn er erst gut 25 Jahre alt ist, zu sehen. Und während in den 1990er Jahren viele kritische Briefe zum Waldsterben bei der Nationalparkverwaltung eingingen, gehen inzwischen Beschwerden über die durch den neuen Wald zuwachsende Aussicht ein. ■

Literatur zu diesem Artikel finden Sie unter: [www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Scholz.pdf](http://www.asg-goe.de/pdf/LR0220-Literatur-Scholz.pdf)

## Klimaplastischer Dauerwald durch naturgemäße Waldwirtschaft

Holger Weinauge und Heike Dubbert

Am Beispiel eines mecklenburgischen Forstbetriebes wird gezeigt, wie die konsequente Anwendung der Grundsätze der Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft innerhalb eines kurzen Zeitrahmens zu einem ertragreichen und ökologisch wertvollen, vor allem aber überlebensfähigen Wald führt. Darüber hinaus werden im beschriebenen Forstbetrieb Urwaldmechanismen genutzt, aktuelle klimatische Prognosen berücksichtigt und moderne Jagdstrategien angewendet. Die Waldbewirtschaftung orientiert sich nachdrücklich am „Waldwohl“ und berücksichtigt bei allen forstlichen Maßnahmen die Erkenntnisse über die Selbstregulierungsfähigkeit und Funktionsfähigkeit des Wald-Ökosystems, was in Hinblick auf die zu erwartende Zunahme von Klimaextremen unverzichtbar ist. Nur in langfristig stabilen Wäldern können permanent waldverträgliche Holznutzungen erfolgen und nur diese Wälder werden nachhaltig die wichtige Funktion als CO<sub>2</sub>-Senke wahrnehmen können. Ein Schwerpunkt ist die Revitalisierung der überlebenswichtigen „Klimafunktion“ des Waldes, sowohl für das Waldökosystem selbst als auch für die Kühlung der waldumgebenden Landschaft. Der zunehmend geforderte Nutzungsverzicht in Sekundärwäldern wird in überschaubaren Zeiträumen die CO<sub>2</sub>-Senkenfunktion und die Klimafunktion nicht in so hohem Maße fördern können wie die ökologisch orientierte dynamische Waldbewirtschaftung.

### Ausgangssituation in Deutschland

Die Wälder in Mecklenburg-Vorpommern (MV) stellen sich heute ausnahmslos als entwicklungsgeschichtlich junge Sekundärwälder dar, welche durch den Menschen in unterschiedlichem Maße beeinflusst wurden und werden. Unbeeinflusste nacheiszeitliche Primärwälder sind in Mitteleuropa kaum und in MV gar nicht mehr zu finden. Aufgrund dieser Nutzungs-, Umgestaltungs- und Beeinflussungsgeschichte sind mehr oder weniger verarmte Wald- und Forstgesellschaften entstanden, die eine unterschiedliche Naturnähe aufweisen. Je naturferner diese Wald- und Forstgesellschaften sind, um so störanfälliger sind sie. Insbesondere schnelle klimatische Veränderungen verstärken die Störanfälligkeit erheblich und können bis zum Verlust der Waldbestände führen. Durch die oft nicht am „Waldwohl“ orientierte Teil- und Vollmechanisierung der Holzernteverfahren (z. B. zu schwere Rückemaschinen) und durch die Einführung eines fest fixierten Fahrgassenaufschlusses als Vorgabe der beiden Zertifizierungssysteme FSC<sup>1</sup> und PEFC<sup>2</sup> ist die Störanfälligkeit der Wirtschaftswälder erheblich verstärkt worden.

Für die Wasserspeicherungs- und Wassertransportfunktionen der Waldböden sowie für das Waldinnenklima sind fest fixierte engmaschige Fahrgassen – egal ob im 20 oder im 40 m Abstand – eine fatale Fehlentwicklung mit häufig irreversiblen Schäden. Insbesondere bei klimatischem Stress sind die Trockenschäden entlang der Gassen deutlich zu sehen.

Mit der Prädatorenentnahme (z. B. Wildkatze, Uhu, Luchs, Wolf, Braunbär) und der einseitigen Entwicklung der Jagd als ein vor allem auf das Trophäen tragende Schalenwild ausgerichtetes Freizeitvergnügen wurde das ökologische Gleichgewicht zwischen Konsumenten (wiederkäuendes Schalenwild<sup>3</sup>) und Produzenten (Pflanzengemeinschaften) stark gestört oder zerstört. In Folge dieses Jagdverständnisses stiegen die Schalenwildbestände – vor allem nach dem 2. Weltkrieg bis heute unaufhörlich an. Weil die Wilddichten bereits seit einem längeren Zeitraum weit über dem naturverträglichen Maß liegen, ist in vielen Wäldern kaum noch eine artenreiche Verjüngungsdynamik möglich.

Bei diesen Ausgangsbedingungen ist der waldbauliche Handlungsspielraum gering. Soll ein solcher Wald revitalisiert werden, muss die Ausgangssituation zunächst mittels einer „funktionalen Landschaftsanalyse“ und/oder einer „umfassenden Systemanalyse“ analysiert und ein spezifisches Handlungskonzept entwickelt werden. Dabei ist der Abweichungsgrad des zu revitalisierenden Waldes vom ungestörten Primärwald entscheidend.

Holger Weinauge und Heike Dubbert

Forstbetrieb Kalebsberg

wulwald@aol.com

<sup>1</sup> Forest Stewardship Council

<sup>2</sup> Programme for the Endorsement of Forest Certification

<sup>3</sup> Hier Rehwild, Rot- und Damwild

## Ausgangssituation im Forstbetrieb Kalebsberg

Der Forstbetrieb Kalebsberg wurde 2005 von der BVVG erworben. Die derzeitige Gesamtgröße beläuft sich auf rund 280 ha. Neben Resten alter beweideter Laubwälder (Hutewälder) waren hauptsächlich Ende des 19. Jahrhunderts mit Nadelholz aufgeforstete Flächen vorhanden.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde die Baumartenvielfalt von Wilhelm Borrock (1876–1962)<sup>4</sup> deutlich erhöht und erstmalig Rehwild konsequent bejagt. Mit der Bodenreform nach 1945 erfolgte erst eine eigentumsrechtliche Parzellierung und dann die teilweise Zwangskollektivierung. In dieser Zeit wurden zwar Kahlschläge durchgeführt, aber auch zahlreiche Laubholzbestockungen<sup>5</sup> weiterentwickelt. 2005 gab zwar einen gewissen Anteil von Laub- und Nadelholzmischbeständen, mehrschichtige Bestände waren jedoch fast nicht vorhanden (s. Bild 1). Naturverjüngungen und Pflanzungen ließen sich aufgrund der hohen Wilddichte bis 2008 nicht ohne Zaun etablieren. Ab 2007 erfolgte die jagdliche Bewirtschaftung in Eigenregie und gleichzeitig begann die ökologisch-dynamische Waldbewirtschaftung mit dem Ziel, einen klimaplastischen Dauerwald als Waldmodell für die Zukunft entstehen zu lassen. 2010 waren 51 % der Flächen mit Laubbaumarten und 49 % der Flächen mit Nadelbaumarten bedeckt.

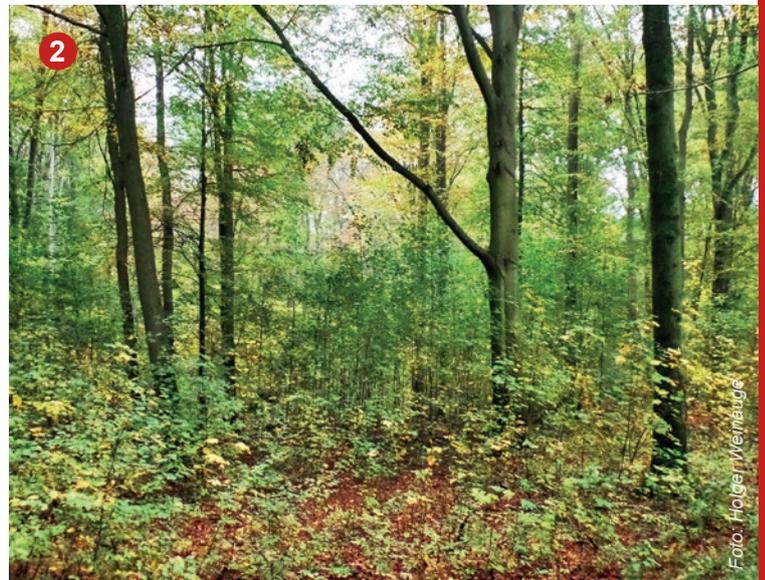
## Ökologisch-dynamische Waldbewirtschaftung im Forstbetrieb Kalebsberg

Zum Zeitpunkt der Übernahme des Forstbetriebes gehörte das Wissen über die negativen Auswirkungen überhöhter Schalenwildbestände, die mangelnde Betriebssicherheit einschichtiger Reinbestände sowie die z. T. irreversiblen Folgen und Funktionsverluste verdichteter Waldböden bei unsachgemäßer Befahrung zum allgemeinen Forstingenieurwissen und praktische Beispiele für erfolgreiche Dauerwaldbetriebe waren als Gegenentwurf zur klassischen Forstwirtschaft bekannt. Die Beschäftigung mit wissenschaftlichen Beiträgen zu den absehbaren, prognostizierten klimatischen Änderungen<sup>6</sup> und Veröffentlichungen von Forschungsergebnissen zum wahrscheinlich letzten ungestörten Primärwald seit der nacheiszeitlichen Wiederbewaldung in Mitteleuropa, dem Rothwald in Österreich<sup>7</sup>, sowie dessen Besuch führten zu der Erkenntnis, dass es zukünftig unverzichtbar sein wird, auch im Rahmen forstlicher Maßnahmen das Ökosystem Wald so zu fördern, dass es den zu erwartenden globalen Problemen möglichst langfristig standhalten kann.

Ein komplexes Waldökosystem (Biosphäre) kann nur dann erfolgreich revitalisiert werden, wenn an allen wichtigen Stellschrauben gleichzeitig gedreht wird; geschieht dies, kann Wald in unglaublich kurzer Zeit



Waldzustand 2008 – eine Naturverjüngung ist nicht vorhanden.



Waldzustand 2019 mit mehrschichtiger Verjüngung, ca. 50 m vom Standort von Bild 1 entfernt

<sup>4</sup> Autorenkollektiv: Forstliche Biographien aus Mecklenburg-Vorpommern – Leben und Wirken für das Forstwesen 1566-1999, hg. vom Forstverein MV, 348 S., rd. 80 Abb., Faksimiles, Karten und Zeittafeln.

<sup>5</sup> Bestockung = Baumbestand

<sup>6</sup> Z. B. A. Bolte und P. L. Ibisch: Neun Thesen zum Klimawandel, Waldbau und Waldnaturschutz. In: AFZ-Der Wald 11/2007, S. 572–576.

<sup>7</sup> W. Ripl et al.: Funktionale Landschaftsanalyse im Albert Rothschild Wildnisgebiet Rothwald. Endbericht, hg. von Systeminstitut Aqua Terra e.V. und Technische Universität Berlin, Berlin 2004, 154 S.

eine zauberhafte, fast schon unfassbare Eigendynamik entwickeln, die alle Erwartungen deutlich übertrifft, wie das wenige Jahre später aufgenommene Bild 2 zeigt.

### Maßnahmenpaket zur Revitalisierung eines Waldes, das sich grundsätzlich in jedem Wald umsetzen lässt

#### 1. Schnelle Reduzierung der wiederkäuenden Schalenwildbestände mittels eines störungsarmen Intervalljagdsystems

Es hat sich gezeigt, dass sichtbare schnelle Effekte zur Etablierung einer artenreichen permanenten Naturverjüngung nur bei einer Bejagung des Rehwildbestandes oberhalb der jährlichen Entnahmestärke von mindestens 15–25 Stück je 100 ha Wald zu erzielen sind (ein Reh konsumiert innerhalb eines Jahres mindestens 150 000 bis 180 000 Triebspitzen von Bäumen und Sträuchern). Bei Dam- und Rotwildbeständen können auch starke Reduzierungen auf bis zu 5–10 % des Ausgangsbestandes notwendig sein. Eine möglichst störungsarme Intervalljagd mit Gruppenansätzen im Frühjahr und 1–2 Beunruhigungsjagden zum Jahresende sind hierfür geeignet und werden dem jahreszeitlich unterschiedlichen Raum-Zeit-Verhalten des Wildes flexibel angepasst.

Ein 2010 ohne Zaun angelegtes Zählquadrat (s. Bild 3) wies im Mai 2020 ca. 222 500 Pflanzen/ha auf. Es liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zu einem Weiser-gatter<sup>8</sup>, in welchem Weißtanne und Vogelkirsche Verjüngungszahlen von über 500 000 Pflanzen/ha erreichen. Diese permanente artenreiche Vorausverjüngung, findet entgegen der landläufigen Meinung

auch unter einem geschlossenen Kronendach statt und entwickelt mit der Zeit eine explosive Eigendynamik, welche dazu beiträgt, das Waldinnenklima positiv zu verändern (Windruhe, Verdunstungsschutz, Stockwerksaufbau etc.).

#### 2. Etablierung von Urwaldmechanismen

Die Erkenntnisse aus der Erforschung eines primären nacheiszeitlichen Urwaldes<sup>7</sup> verändern und entwickeln das bisherige forstliche Grundwissen. Sie zeigen, dass es für instabile Wald- und Forstgesellschaften durchaus einen Weg gibt, diese wieder zu einer deutlich besser funktionierenden Biozönose zu entwickeln. Am Rothwald (primärer Tannen-, Buchen-, Fichtenurwald mit Esche, Ahorn und Bergulme) ist z. B. das Weißtannensterben scheinbar spurlos vorbeigegangen. Auffällig sind die Baumhöhen der Tannen von bis zu 70 m und ein Einzelstammvolumen von bis zu 100 m<sup>3</sup>. Ein Tannenzklus dauert im Rothwald ca. 1 000–1 100 Jahre, wobei die Tannen bis zu 700 Jahre alt werden, ca. 100 Jahre als stehendes Totholz überdauern und schließlich als riesiger liegender Totholzkörper in weiteren 200–300 Jahren allmählich zersetzt werden. Der hohe Totholz-, Streu- und Humusanteil wirkt wie ein Schwamm, der große Mengen Wasser aufnehmen und als Wasserdampf wieder abgeben kann. Durch die Wärmeaufnahme des bodennahen Wasserdampfes wirken die liegenden Totholzkörper wie Kältepumpen. Die erhebliche Wasserdampfentwicklung (aus Transpiration und Evaporation) verbleibt als kurzgeschlossener Wasserkreislauf im System, wobei ein besonders kühles Waldinnenklima und gleichzeitig ortskonservative Stoffkreisläufe geschaffen werden. D. h., dass es, anders als in überhitzten Wäldern, nicht oder kaum zu Stoffausträgen kommt. Damit verläuft der Alterungsprozess im Rothwald deutlich langsamer als in bewirtschafteten Wäldern. Die enorme Vielfalt von ca. 600 fruchtkörpertragenden Pilzen und ca. 30 000 nicht Fruchtkörper tragenden Pilzen (Mykorrhiza-Pilzen) ist für die Funktionalität und Vitalität des Rothwaldes mit von entscheidender Bedeutung.

Für die bewirtschafteten Wälder ergeben sich aus den „Rothwald-Erkenntnissen“ sehr klare Notwendigkeiten, die Bewirtschaftungsformen so zu verändern, dass die beschriebenen Funktionen wieder ablaufen können. Hierzu muss insbesondere die Freilage und Besonnung der Waldböden verhindert und die Stockwerkshöhe vergrößert werden. Im Forstbetrieb Kalebsberg wurden deshalb besonders alte und starke Bäume aus der Nutzung genommen (Gigantenkonzept, s. Bild 4) und zufällig entstandenes, forstsanitär unkritisches, stehendes und vor allem liegendes Starktotholz im Wald belassen



Permanentes Zählquadrat ohne Zaun zur Kontrolle der Verjüngungsdynamik im September 2019. Weißtanne, Rotbuche, Berg- und Spitzahorn sowie Vogelkirsche sind gut zu erkennen.

<sup>8</sup> Wilddicht umzäunte Fläche



Gigantenkonzept zur Verbesserung der Stockwerkshöhe



Liegendes Starktotholz zur Verbesserung der Wasserspeicherfunktion

(Wasserspeicher- und Kältepumpenfunktion, s. Bild 5).

Das zunehmend kühlere Waldinnenklima fördert die Verjüngungsdynamik erheblich. Auch in trockenen Jahren, in denen in benachbarten klassisch bewirtschafteten Wäldern die spärliche Verjüngung regelrecht vertrocknete, führte die verbesserte bodennahe Wasserdampfzirkulation zu einem uneingeschränkten Naturverjüngungserfolg.

### 3. Etablierung eines Dauerwalds

Angesichts der immer schneller fortschreitenden Klimaänderungen besteht die Notwendigkeit, das Dauerwaldkonzept anzuwenden und mit den Erkenntnissen aus der Rothwaldforschung und der Geobotanik zu verknüpfen. Da das Wanderungs- und Anpassungsvermögen der heimischen Baumarten nicht mit der Verschiebung der Temperaturgrenzen (Isothermenwanderung) Schritt halten kann, müssen geobotanische Überlegungen stärker in die Dauerwaldbewirtschaftung einbezogen werden.

#### Bodenschutzkonzept

Die nacheiszeitlichen Waldbodenentwicklungsprozesse sind sehr langsame Prozesse und beinhalten neben der chemisch-physikalischen Entwicklung auch eine auf die Etablierung der Pflanzenarten abgestimmte biologische Entwicklung. Die unfassbare Mykorrhizen-Artenvielfalt im Rothwald (ca. 30 000 Arten) belegt dieses eindrucksvoll. Primäre unbeschädigte alte Waldböden gibt es in Mitteleuropa – abgesehen vom Rothwald – allenfalls als kleine Reliktinseln in unzugänglicher Lage. Bei den vorhandenen Waldböden ist der Artenschwund an Mykorrhizen meist erheblich,

die ungestörte Waldbodenentwicklung ist daher mit einer bodenpfleglichen Waldbewirtschaftung zu fördern.

Im Forstbetrieb Kalebsberg wurde fast überall von einem Fahrgassenaufschluss abgesehen. Insbesondere die Befahrung aller älteren Waldböden konnte so vermieden werden. Die Vorlieferung des eingeschlagenen Holzes erfolgte bis zu einer Entfernung von ca. 150 m mit Pferden (s. Bild 6) und seilunterstützt mit z. T. selbstfahrenden Kleinstraupen (Wicki-Raupe). Als Vorlieferungslinien für den Maschineneinsatz (Forwarder mit Moorbändern) dienen i. d. R. alte Wege und bereits existierende Bestandes-Hauptgassen. Weitere Vorlieferungslinien in den Beständen sind, abweichend vom starren Gassensystem, hoch-



Bodenschonender Einsatz von Rückepferden

flexibel und richten sich nach der Befahrungsempfindlichkeit und der Bestandesdynamik.

Die großflächig unbefahrenen Bereiche sind die Garantie für die Entwicklung eines kühlen Waldinnenklimas und für den Erhalt der horizontalen und vertikalen hydraulischen Eigenschaften der Waldböden. Die leichten Bodenverwundungen durch den Pferdeinsatz erzeugen außerdem verbesserte Keim- und Wuchsbedingungen für eine artenreiche Naturverjüngung.

#### **Strukturdurchforstung und Zielstärkennutzung**

Die Art und Weise sowie die Menge und Struktur der Holzentnahmen beeinflusst das Aussehen und die Funktionalität eines Dauerwaldes entscheidend. Es handelt sich dabei meist um Einzelfallentscheidungen.

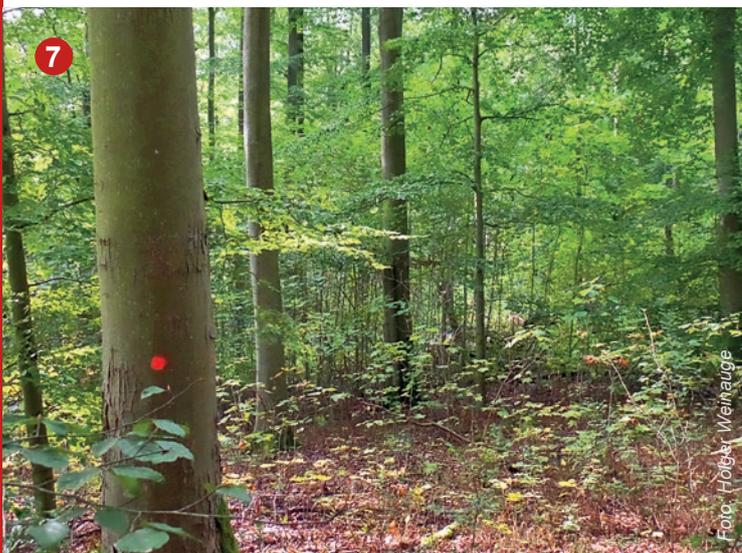
Im Forstbetrieb Kalebsberg stellen die motormanuellen Holzentnahmen immer Strukturdurchforstungen dar (s. Bilder 7 und 8), welche auch fallweise mit einer vereinzelt Zielstärkennutzung kombiniert werden können. Dabei werden in allen Bestandesschichten Qualitätsauslesen sowie Durchmesser- und Höhenstrukturierungen durchgeführt. Das Giganten- und Totholzkonzept, der Boden- und Artenschutz und das Innenklima sind dabei wichtige Orientierung und können Ausschlussgründe für Holzentnahmen sein. Für die Auswahl der zu entnehmenden Bäume bedarf es einer räumlichen und zeitlichen Vorstellungskraft, mit der man die kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen der Entnahme abzuschätzen versucht. In Abhängigkeit von der Baumartenzusammensetzung wird immer

ein „harmonisches Spiel von Licht und Schatten“ innerhalb eines Bestandes angestrebt. Diese waldästhetische Wirkung ist auch für den forstlichen Laien erkennbar (s. Bild 8).

#### **4. Etablierung von klimaplastischen Baumarten**

Wie es sich am Beispiel des Rothwaldes zeigt, ist es möglich, bei einer intakten Selbstregulierungsfähigkeit schnelle klimatische Änderungen und Auswirkungen vorerst abzupuffern. Die meisten Wirtschaftswälder in Deutschland sind darauf nicht oder nur schlecht vorbereitet und auch die bereits existierenden naturgemäßen Dauerwälder werden mittel- und langfristig instabiler werden. Die Fähigkeit der eigenen Wasserdampfkühlung weisen nur wenige naturgemäße Dauerwälder auf und über einen kurzgeschlossenen Wasserkreislauf und einen ortskonservativen Stoffkreislauf dürfte noch kein einziger naturgemäßer Dauerwald verfügen.

Normalerweise sind klimatische Änderungen und Verschiebungen von Vegetationszonen langsame Prozesse, denen die Pflanzen- und Tierwelt mit Anpassungs-, Selektions- und Wanderungsprozessen weitgehend folgen kann. Der anthropogen verursachten und klimatisch spürbaren Änderung der Umweltbedingungen können die in ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit eher langsamen Baumarten wahrscheinlich nicht folgen. Insbesondere Klimaxbaumarten wie Rotbuche, Stiel- und Traubeneiche mit schweren Samen werden eher davon betroffen sein als leichtsamige Pionierbaumarten wie z. B. Sandbirke, deren Samen vom Wind weiter verfrachtet werden können.



Bestand nach einem Strukturtrieb mit geringer Entnahmestärke von ca. 20–25 fm/ha



Optimale Wirkung einer Strukturdurchforstung nach 2 Jahren, das Bestandesbild zeigt ein „harmonisches Spiel von Licht und Schatten“.

## Rückkehrerarten

Auf die Einbürgerung von geeigneten Baumarten wird man nach dem jetzigen Erkenntnisstand nicht verzichten können. Allerdings gibt es bereits in Deutschland zahlreiche ältere Anbauten, aus denen sich zweifelsfreie Rückschlüsse für geeignete Arten ziehen lassen (s. Bild 9).

In langen Zeiträumen betrachtet könnten ohne das Zutun des Menschen bei einer langsamen Erwärmung mediterrane Mittelmeerarten und mediterrane eurasische Arten nordwärts wandern. Diese Arten wären somit Rückkehrerarten und sollten zuerst in die Betrachtung einbezogen werden. Es gäbe auf der Nordhalbkugel natürlich auch nordamerikanische und ostasiatische Arten mit Eignungspotenzial, was hier jedoch nicht thematisiert werden soll.

Für die richtige Auswahl von Rückkehrerarten sind geobotanische Kenntnisse notwendig. Die auszuwählenden Arten müssen einerseits mit den derzeitigen klimatischen Verhältnissen und andererseits mit den prognostizierten klimatischen Verhältnissen zurechtkommen. Deshalb sind genetisch flexible Arten mit einer weiten ökologischen Amplitude zu bevorzugen. Neben einer genetischen Analyse sind auch Erkenntnisse über die ursprünglichen Wanderwege der infrage kommenden Baumarten von Bedeutung. Offen bleiben noch viele Fragen – erfolgreiche Ausbreitungsmechanismen und Stabilität sowie Vergesellschaftung der interessanten Arten in den Herkunftsgebieten, Etablierung dieser Arten in den sich ändernden heimischen Forst- und Waldgesellschaften, Auswahl der geeigneten Standorte sowie die Art und Weise der Waldbewirtschaftung mit diesen Arten etc. –, die an dieser Stelle nicht behandelt werden können.

Für Mecklenburg-Vorpommern wären derzeit folgende Rückkehrerarten zu empfehlen:

- Weißtanne (*Abies alba*), kalabrische Hochlagenherkunft ab mindestens 1 400 m über NN bis 1 900 m über NN, Süditalien
- Bornmüllertanne (*Abies bornmuelleriana*), Hochlagenherkunft Pontus Gebirge, Nordwesttürkei
- Trojatanne (*Abies equi-trojani*), Hochlagenherkunft Ida-Gebirge, Westtürkei
- Baumhasel (*Corylus corluna*), höhere Gebirgslagen Westtürkei und Rumänien
- Orientalische Buche (*Fagus orientalis*) Hochlagen Pontus Gebirge mindestens 800 m über NN oder



Vitaler 90-jähriger Orientbuchen-Altbestand, Karlsruhe, September 2019; bei der trockenen Buche handelt sich es um eine gleichaltrige Rotbuche, die in Folge der Sommer 2018/2019 abgestorben ist.

höher, Nordwesttürkei sowie Kaspische Urwälder, Nordiran

- Libanonzeder (*Cedrus libani*), Hochlagen Westtaurus Gebirge, Südtürkei
- Esskastanie (*Castanea sativa*), sehr gute eingebürgerte heimische Saatgutbestände vorhanden

Im Forstbetrieb Kalebsberg wurden, neben anderen Arten, die o. g. erfolgreich etabliert. Der Prozess ist noch nicht abgeschlossen und bedarf weiterer Erkenntnisse und Versuche.

## Ausblick

Die Dauerwaldideen fanden bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts vereinzelt Eingang in die forstliche Praxis. 1922 wurde der Begriff „Dauerwald“ von Alfred Möller geprägt. Ziel ist es, mit den Methoden der kahlschlagsfreien Einzelbaumnutzung und sanften Entnahmetechniken, die auch den Bodenschutz berücksichtigen, ungleichaltrige gemischte Bestände entstehen zu lassen.

Leider überwiegen in der forstlichen Praxis in Deutschland immer noch Wirtschaftsweisen, welche diese Grundsätze nicht widerspiegeln. Die Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft hat sich seit den 50er Jahren in den westdeutschen Bundesländern und seit 1990 in den östlichen Bundesländern bemüht, dieses Wissen zu verbreiten und als Betriebsphilosophie umzusetzen. 2013 wurden die „Ökologischen Grundsätze der naturgemäßen Waldwirtschaft“ beschlossen, welche eine wegweisende Bedeutung besitzen. Leider ist aber in den „Ökonomischen Grundsätzen der naturgemäßen Waldwirtschaft“ immer noch das fest fixierte dauerhafte Gassensystem enthalten. ■

## Prävention und Bekämpfung von Waldbränden erfordert mehr als nur technische Lösungen

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Johann Georg Goldammer

**Angesichts des Klimawandels müssen hierzulande überkommene Strukturen, Zuständigkeiten und Verfahren bei der Waldbrandbekämpfung überdacht werden. Bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel darf die Feuerresilienz bestimmter Baumarten, aber auch der Waldlandschaften als Ganzes, nicht außer Acht gelassen werden.**

Sowohl aus internationaler als auch aus hiesiger Sicht galt Deutschland die letzten Jahrzehnte quasi als „Nicht-Waldbrandland“. Erklären lässt sich dies u. a. durch

- ein bislang überwiegend ausgeglichenes-gemäßigtes Klima mit seltenen extremen Trockenzeiten wie 2018 und 2019,
- eine gute Erschließung von Waldgebieten und Offenland durch Straßen, die für Holztransport und landwirtschaftliche Fahrzeuge und damit auch für straßengebundene Feuerwehrfahrzeuge geeignet sind,
- ein dichtes Netz an Freiwilligen Feuerwehren im ländlichen Raum mit einer (bislang noch) hohen Präsenz der Einsatzkräfte – auch wenn diese i. d. R. nicht für die Bekämpfung von Landschaftsbränden ausgerüstet und ausgebildet sind,
- die Tatsache, dass rechtliche Regelungen zum Umgang mit Feuer in der Natur von der Bevölkerung weitgehend beachtet werden.

Die Jahre 2018 und 2019 haben jedoch deutlich gemacht, dass Landschaftsbrände<sup>1</sup> in Deutschland nicht nur in Wäldern, sondern auch im Offenland zunehmend Probleme bereiten. Erstmals seit mehr als vier Jahrzehnten waren auch Siedlungen im ländlichen Raum bedroht und mussten evakuiert werden.

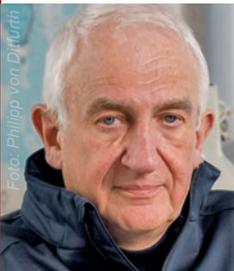
Insgesamt wurden laut Waldbrandstatistik der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) 2018 bundesweit rund 2 349 ha Waldfläche durch Feuer geschädigt oder zerstört. 2019 waren es sogar rund 2 711 ha.<sup>2</sup> Das ist die zweitgrößte Fläche (nach 1992 mit 4 908 ha) seit Beginn der statistischen Erfassung 1977 (s. Abb.).

### Klimawandel und gesellschaftliche Veränderungen erhöhen das Risiko großer Brandereignisse

Die durch die Klimaerwärmung bedingte Abschwächung des Jet-Streams wird voraussichtlich auch in Zukunft beständige Groß-

wetterlagen begünstigen. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Hochdrucklagen ohne Niederschläge über ungewöhnlich lange Zeit stationär bleiben können und andauernde Trockenperioden wie 2018 und 2019 zur Folge haben.

Neben dem Klimawandel erhöhen jedoch noch weitere Faktoren die Brandgefahr für Wälder und Landschaften, wie z. B. Veränderungen in den ländlichen Räumen weltweit. Die Urbanisierung – insbesondere in den Entwicklungsländern – ist auch in Europa noch nicht zum Erliegen gekommen. Wo die Menschen das Land verlassen, erlischt die menschliche Wirtschaftstätigkeit, die die Landschaften geprägt hat. Die verschiedenen Nutzungen des Landes haben vielfach die Menge an brennbarer Vegetation niedrig gehalten. Das ändert sich nun und ist z. B. mit einer der Gründe für die verheerenden Waldbrände in Portugal 2017. Erschwerend kommt hinzu, dass in Portugal seit Jahrzehnten eine besonders brennbare Baumart massenhaft gepflanzt wird, sich aber auch eigenständig massenhaft verbreitet: der Eukalyptus. Durch die Entleerung des ländlichen Raums, der noch vor wenigen Jahrzehnten durch Landwirtschaft und Weidewirtschaft geprägt war, greift nun die Vegetation ungehindert um sich.



**Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Johann Georg Goldammer**

Leiter des Global Fire Monitoring Center und der Arbeitsgruppe Feuerökologie des Max-Planck-Instituts für Chemie (Mainz) an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau

fire@fire.uni-freiburg.de  
www.gfmc.online

<sup>1</sup> Der vor allem vom GFMC eingeführte Begriff „Landschaftsbrand“ macht deutlich, dass Feuer häufig die Grenzen behördlicher, juristischer und hoheitlicher Zuständigkeiten überschreitet und seine Bekämpfung deshalb eine Querschnittsaufgabe darstellt.

<sup>2</sup> In der Waldbrandstatistik werden ausschließlich Brände von Waldflächen verzeichnet. Brände in der Offenlandschaft – einschließlich Brände auf landwirtschaftlichen Flächen – werden deutschlandweit statistisch nicht erfasst.

Die Arbeitsgruppe Feuerökologie wurde 1979 an der Universität Freiburg eingerichtet und ging 1990 zum Max-Planck-Institut für Chemie über – im Verbund mit der Universität Freiburg. Sie erforscht die Auswirkungen von Landschaftsbränden auf Umwelt und Gesellschaft weltweit.

1998 gründete sich aus der AG Feuerökologie heraus das Global Fire Monitoring Center (GFMC). Es berät Länder weltweit in Fragen des Feuer-Managements und der Vorbeugung von Waldbrandkatastrophen.

In Deutschland mag die Landflucht heute nicht mehr so ausgeprägt sein wie in den südeuropäischen Ländern, doch auch hier haben sich während des letzten Jahrhunderts Landschaften verändert, hauptsächlich im Zuge der Intensivierung von Land- und Forstwirtschaft. Bestimmte Landnutzungsformen wurden weitgehend aufgegeben, z. B. unterschiedliche Ausprägungen der Weidewirtschaft wie die Waldweide. Durch die Aufgabe landwirtschaftlicher Betriebe fallen ebenfalls Flächen aus der Nutzung. Das ist oft aus naturschutzfachlichen Gründen ein Problem, aber auch im Hinblick auf die Intensität von Bränden. Die naturschutzfachlich wertvollen Flächen müssen heute mit Beweidungskonzepten oder anderen pflegerischen Maßnahmen offengehalten werden. Eine dieser Maßnahmen ist die von der AG Feuerökologie entwickelte Methode des kontrollierten Brennens. Sie beruht auf der Erkenntnis, dass Feuer schon immer ein natürlicher Teil von Ökosystemen gewesen ist und zu ihrem Erhalt beiträgt. Das Unterdrücken jeder Art von Feuer führt dazu, dass sich mehr und mehr brennbares Material in den Landschaften ansammelt und Brände dann umso verheerender ausfallen.

Eine besondere Herausforderung stellen in Deutschland kampfmittelbelastete Flächen dar, wie die Brände 2018 bei Jüterbog in Brandenburg und 2019 bei Lübtheen in Mecklenburg-Vorpommern erneut gezeigt haben. Ein Ausbrennenlassen kann hier keine Lösung sein, da die Rauchentwicklung die umliegenden Regionen und die Gesundheit der dort lebenden Menschen belastet.

### Wälder und Landschaften auf künftige Klimaverhältnisse vorbereiten

Mit dem Umbau der bestehenden Wälder zu Mischwäldern verbindet sich nicht nur die Hoffnung, Wälder zu schaffen, die widerstandsfähiger gegenüber Hitze und Trockenheit sind, sondern die durch ihr verändertes Mikroklima auch weniger leicht brennen. Allerdings haben die letzten Jahre deutlich gemacht, dass die bislang als „Zukunftsbaum“ favorisierte Buche der Klimaveränderung nicht standhält. Die Suche nach möglichen Alternativen sollte sich nicht nur auf die Hitze- und Trockenheitstoleranz der einzelnen Baumarten konzentrieren, sondern auch deren Anpassung an Feuer berücksichtigen. An vorderster Stelle stehen

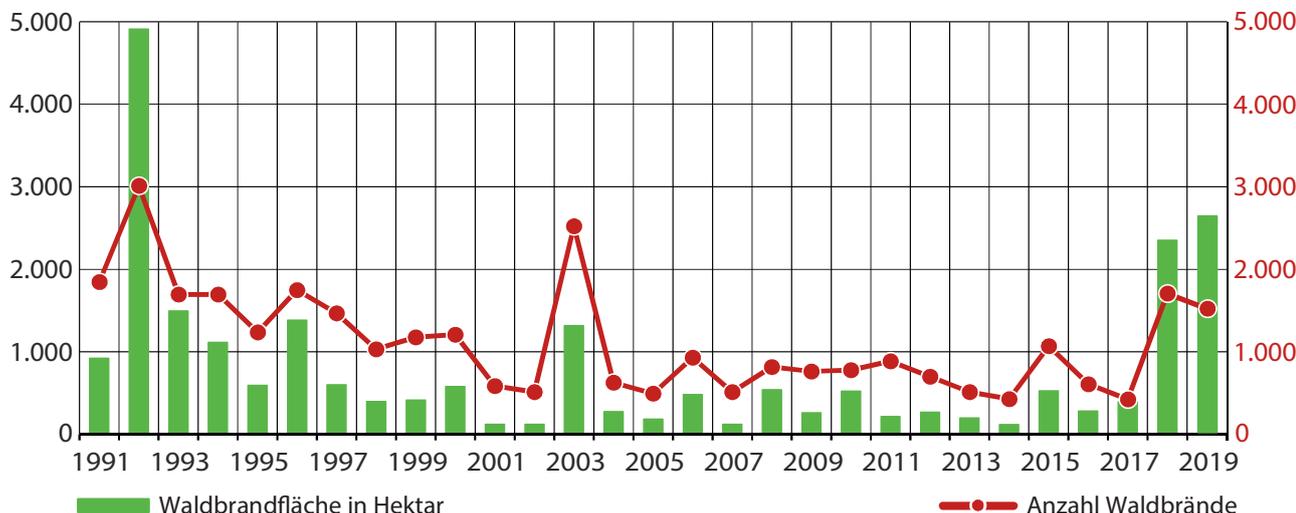


Foto: GFMC

Vielfach genutzter Kiefernwald für Waldweide und Holzzerzeugung bei verringerter Gefahr von Kronenfeuer, Windwurf oder Trockenstress

hier die heimische Waldkiefer und die Douglasie. Das mag zunächst paradox erscheinen, waren es doch gerade die Kiefernwälder, die im Zentrum der großen Waldbrände der letzten beiden Jahre standen. Der Grund liegt in der forstwirtschaftlichen Intensivierung, die die Kiefer dicht an dicht in Plantagenform kultiviert. Betrachtet man dagegen die Waldökosysteme, in denen diese Baumarten natürlicherweise gedeihen, findet man parkähnliche, offene Waldlandschaften wie beispielsweise in den alten Kiefernwäldern in Sibirien. Wiederkehrende Bodenfeuer reduzieren die Brandlast aus abgestorbener Bio-

Abbildung: Anzahl Brände und betroffene Fläche im Zeitraum 1991–2019



Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.), Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland 2019, Bonn 2020, Tabelle 7B

masse, ohne ganze Waldgebiete zu zerstören. Niedrige Wasserkonkurrenz und größere Standfestigkeit bei Sturm sind weitere Vorteile dieser offenen Wälder.

Hiesige Wälder lassen sich mit Hilfe von Feuerschutzkorridoren vor einer großflächigen Feuer- ausbreitung schützen, wie sie in der Vergangenheit bereits in größeren zusammenhängenden Kiefernrevieren und um Wildnis- Areale – vor allem auf kampfmittel- belasteten Standorten – aufgebaut wurden. Eine Umsetzung in der Fläche ist allerdings bislang unter- blieben.

In besonders feuergefährdeten Regionen bzw. Waldtypen sollte zumindest stellenweise darauf ver- zichtet werden, Schlagabraum im Wald zu belassen. Dies geschieht, um Lebensräume für gefährdete Arten zu schaffen oder die Bindung von Kohlenstoff zu erhöhen (oder auch schlicht aus arbeitsorgani- satorischen Gründen aufgrund geringer Personalausstattung der Forstbetriebe), stellt an manchen Standorten jedoch ein zusätzliches Waldbrandpotenzial dar.

### Ein Umdenken in der Brand- bekämpfung ist erforderlich

Aufgaben der Früherkennung und der Bekämpfung von Waldbränden sind in Deutschland weitgehend ent- koppelt. Während die Prävention Aufgabe der Landeigentümer\*innen ist, ist die Bekämpfung Aufgabe der Gemeinden und Landkreise. Im ländlichen Raum trägt die Freiwillige Feuerwehr die Hauptlast der Feuer- bekämpfung. Diese hat allerdings zunehmend mit Nachwuchssorgen zu kämpfen. Darüber hinaus ent- spricht die Ausstattung der Feuer- wehren nicht den Anforderungen bei der Bekämpfung von Landschafts- bränden, sondern ist auf Hilfelei- stung bei Unfällen und Schadens- lagen ausgerichtet. Hier besteht ein großer Bedarf an Ausbildung und angemessener Ausrüstung. Wichtig ist vor allem leichte Schutzkleidung, denn die Standard-Schutzkleidung der Feuerwehren ist zu schwer für einen stundenlangen mobilen Ein- satz im Gelände.

Auch sollte überlegt werden, ob nicht das Forstpersonal aktiv in die Brandbekämpfung eingebunden werden kann. Forstpersonal ist

während Zeiten hoher Waldbrand- gefahr im Wald präsent, jedoch nicht für den „Erstangriff“ eines Ent- stehungsbrandes bis zum Eintreffen der Feuerwehr ausgebildet und aus- gerüstet. In anderen europäischen Ländern ist das z. T. anders.

Grundsätzlich ist zu überdenken, ob die Bekämpfung von Landschafts- bränden auch in Zukunft die Aufgabe freiwilliger Einsatzkräfte bleiben soll oder ob nicht zumindest teilweise professionelle Strukturen geschaffen werden sollen. Dringend überdacht werden muss auch der Grundsatz „Wer bestellt, der bezahlt“ bei der Anforderung von Löschhubschrau- bern oder -panzern vor Ausrufung des Katastrophenfalls. Der Staat muss die Landkreise und Gemein- den hier entlasten.

Insgesamt werden beim Umgang mit Landschaftsbränden in Deutsch- land in erster Linie technische Lö- sungen favorisiert. Das bedeutet aber, das Pferd von hinten aufzu- zäumen. Vielmehr sollte darauf ab- gezielt werden, Wälder und Land- schaften feuerresilient zu gestalten und ländliche Räume weltweit zu stärken. ■

### Modellprojekt zur Sonderausbildung von Feuerwehr und Forstpersonal in Freiburg i. Br.

Das Freiburger Amt für Brand- und Katastrophenschutz greift seit einigen Jahren auf die Expertise des GFMC zurück, um für die klima- bedingt steigende Brandgefahr besser gerüstet zu sein. In einem Modellprojekt arbeitet das GFMC eng mit der Freiburger Feuerwehr und dem städtischen Forstamt zusammen. Zunächst entwickelte das GFMC ein Ausrüstungs- und Einsatzkonzept. 2014 wurde eine „Task Force Waldbrand“ gegründet, bestehend aus Angehörigen der Freiwilligen Feuerwehren Kappel und Waltershofen, und spezielle Ausrüstung beschafft: Rucksackspritzen und Handgeräte wie Spaten, Rechen, Feuerpatschen und Motorsägen zum manuellen Aufbau von Feuerschutzstreifen und zur Bekämpfung des Feuers im Unterholz. Zwischen 2015 und 2017 wurden die Feuerwehrleute für den neuen Einsatz geschult, 2019 wurde auch Personal des Forstamtes in das Ausbildungs- und Ausrüstungskonzept eingebunden. Ein Beispiel für den Erfolg des Projekts stellte ein kleiner Waldbrand am Sohlacker am Schauinsland Ende April 2020 dar. Er konnte von fachkundigen Forstarbeitern mit Handgeräten eingegrenzt werden, bis die Feuerwehr ihn vollständig löschen konnte.



Schulung der Freiwilligen Feuerwehr Waltershofen im Umgang mit Rucksackspritzen und Handgeräten im Jahr 2019

# Artenreiche Wälder wichtig für den Klimaschutz

Prof. Dr. Helge Bruelheide und Dr. Stefan Trogisch

**Wald bindet große Mengen an Kohlendioxid, filtert Luft, sorgt für sauberes Trinkwasser und reduziert Bodenerosion und die Gefahr von Überflutungen. Dass er mehr als die Summe seiner Bäume ist, ist seit langem bekannt. Unzählige Lebewesen wie Pilze, Insekten, Vögel und Säugetiere machen zusammen mit den verschiedenen Baumarten das Ökosystem Wald aus. Welche genaue Rolle dabei die Anzahl verschiedener Baumarten in einem Wald spielt, ist Gegenstand aktueller Forschung.**

## Baumdiversitätsexperimente liefern wichtige Erkenntnisse

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben in den letzten 20 Jahren Baumdiversitätsexperimente auf fünf Kontinenten angelegt<sup>1</sup>. Diese Experimente bestehen aus zahlreichen Untersuchungsflächen, die jeweils mit einer unterschiedlichen Mischung an Baumarten bepflanzt sind. Das derzeit größte Baumdiversitätsexperiment („BEF-China“) befindet sich 400 km westlich von Shanghai in den feuchten Subtropen Ostchinas<sup>2</sup>. Über 200 000 Bäume 40 verschiedener Arten wurden hier in über 500 Parzellen auf insgesamt 38 ha Fläche in den Jahren 2009 und 2010 gepflanzt. Die Anzahl an Baumarten pro Parzelle reicht dabei von Reinbeständen bis Mischungen bestehend aus 24 Baumarten.

In den letzten zehn Jahren hat ein internationales Forscherteam aus China und Europa das Baumwachstum und viele weitere Ökosystemfunktionen auf diesen Untersuchungsflächen untersucht. Es zeigte sich z. B., dass artenreiche Wälder doppelt so viel Kohlenstoff aufnehmen und damit doppelt so schnell wachsen wie Monokulturen<sup>3</sup>. Die Wiederaufforstung mit Mischbeständen, bestehend aus mehreren Baumarten, könnte somit die Kohlenstoffspeicherung im Wald langfristig befördern und damit besser zum Klimaschutz beitragen. Gerade in China, wo

weltweit am meisten aufgeforstet wird, wäre es möglich, mit Mischungen aus mehreren Baumarten erheblich mehr Kohlenstoff aus der Atmosphäre zu binden als mit den bisher üblichen Monokulturen.

## Erforschung von Bauminteraktionen erforderlich

Die nächste große Herausforderung besteht darin, die besten Baumartenmischungen für den jeweiligen Standort zu finden. Baumarten unterscheiden sich z. T. erheblich in ihren jeweiligen Ansprüchen an Licht- und Nährstoffverfügbarkeit und Interaktion mit anderen Lebewesen wie Pilzen und Mikroorganismen. Das Ziel ist, Mischbestände zu finden, die aus Baumarten bestehen, die sich optimal in ihren Umweltansprüchen ergänzen und damit Konkurrenz untereinander vermeiden und sich gleichzeitig gegenseitig in der Resistenz gegen Herbivoren oder Krankheitserreger fördern. Durch Mischung von Schatten- und Lichtbaumarten kann z. B. der begrenzte Kronenraum und das Lichtangebot optimal ausgenutzt werden. Allerdings spielen viele ober- und unterirdische Prozesse dabei gleichzeitig eine wichtige Rolle, was zu gegenseitigen Wechselwirkungen führt. Wie Bäume untereinander lokal interagieren und welche Mechanismen dabei zugrunde liegen, wird derzeit ebenfalls im Baumdiversitätsexperiment in China mit einer internationalen Graduiertenschule im Detail untersucht<sup>4</sup>. ■



**Prof. Dr. Helge Bruelheide**

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,  
Institut für Biologie/Geobotanik und Botanischer Garten  
Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig  
helge.bruehlheide@botanik.uni-halle.de stefan.trogisch@botanik.uni-halle.de  
www.botanik.uni-halle.de www.idiv.de



<sup>1</sup> www.treedivnet.ugent.be

<sup>2</sup> www.bef-china.com

<sup>3</sup> Huang et al.: Impacts of species richness on productivity in a large-scale subtropical forest experiment. In: Science 2018, Vol. 362, Issue 6410, pp. 80–83, DOI: 10.1126/science.aat6405

<sup>4</sup> www.treediv.de

## Künstliche Bäume oder neuer Wald?

Johann Böhling

**Momentan ruht der Schwerpunkt der forstpolitischen Aktivitäten in Deutschland auf einer Behebung der Folgen der katastrophalen Trocken- und Borkenkäferschäden der letzten beiden Jahre. Ein Mittel zur zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Bindung und damit ein Beitrag zum Klimaschutz wäre die Schaffung neuer, klimastabiler Wälder. Das Bundesland Schleswig-Holstein hat hierfür in der Vergangenheit Zeichen gesetzt. Für neue Impulse wären wichtige politische Weichenstellungen erforderlich.**

Zzt. überlagert die Corona-Pandemie viele andere Themen, die ein weltweites Echo verdienen. Dazu gehört der Klimawandel, den nur Menschen bestreiten, die entweder sehr kurzfristig denken, oder die alle einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnisse ignorieren. Die Ozeane haben sich seit 1880 global um 0,8 °C erwärmt, der Meeresspiegel ist um mehr als 20 cm angestiegen, das Eis der Polkappen geht zurück. In Deutschland waren von April 2018 bis April 2019 erstmals seit Beginn der Klimaaufzeichnungen 13 Monate in Folge zu warm<sup>1</sup>, mit teils drastischen Folgen für die Wälder – die abgestorbenen Bäume sind vielerorts im Landschaftsbild deutlich sichtbar.

### Wald als CO<sub>2</sub>-Speicher

Was ist zu tun? Auf den Umfang des globalen Ausstoßes von CO<sub>2</sub> und Treibhausgasen als wesentliche Ursachen für den Klimawandel können Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer nur wenig Einfluss

nehmen. Es ist Sache der internationalen Politik, hier kluge Entscheidungen zu treffen und in Abkommen umzusetzen. Es gibt eine Reihe von Denkmodellen, wie einem weiteren Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre entgegengewirkt werden könnte. Erstaunlich mutete es kürzlich an, dass Professorin Katja Matthes, neue Direktorin des Geomar Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung in Kiel als Gegenmittel neben der Carbon Capture and Storage-Technik (CCS)<sup>2</sup> auch die Installation künstlicher Bäume propagierte, die man im Stadtstaat Singapur bereits besichtigen kann.<sup>3</sup> Künstliche Bäume? Andere Forscherteams kamen zu anderen Ergebnissen. Die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich hat 2019 eine Studie vorgelegt<sup>4</sup>, nach der eine weltweite Aufforstung von 900 Mio. ha neuem Wald zwei Drittel des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes binden könnte. Das wäre eine Fläche fünfundsiebzig Mal so groß wie Deutschland. Zugleich müssten allerdings die weltweiten Waldverluste gestoppt werden.

Diese Dimensionen sind gigantisch bis unrealistisch. Sollte man deshalb allen Mut sinken lassen? In der deutschen Forstpolitik stehen derzeit die Wiederaufforstung der Schadflächen und die Stabilisierung der vorhandenen Wälder

im Vordergrund und werden vom Bund und den Ländern finanziell unterstützt. Die Neuwaldbildung fristet ein Nischendasein.

### Aufforstungsbilanz in Schleswig-Holstein

Am Beispiel des mit Abstand waldärmsten Bundeslandes Schleswig-Holstein (11 % Waldflächenanteil) soll dargestellt werden, wie die Waldfläche in den zurückliegenden Jahrzehnten vergrößert wurde und wie neue Impulse gesetzt werden könnten. Landtagsbeschlüsse aus den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts formulierten bereits das Ziel, den Waldflächenanteil in Schleswig-Holstein auf 12 % zu erhöhen. Dafür müssten etwa 15 000 ha neu aufgeforstet werden. Die CDU-Landtagsfraktion hat dieses Ziel kürzlich bei zwei Waldgipfeln mit allen wichtigen Akteuren wieder aufgegriffen.

Die Abbildung zeigt die Waldbilanz (= Neuaufforstung abzüglich Waldverluste) von 1969 bis 2018. Das Jahrzehnt von 1985 bis 1995 war ein „goldenes Waldjahrzehnt“. In dieser Zeit wurden durch die damalige Landesforstverwaltung und private Grundeigentümer\*innen 8 124 ha neuer Wald angelegt. Im Spitzenjahr 1993 waren es 1 175 ha. Von da an ging die Waldbilanz kontinuier-



Ministerialrat i. R.  
Johann Böhling

Strande

johann.boehling@gmx.de

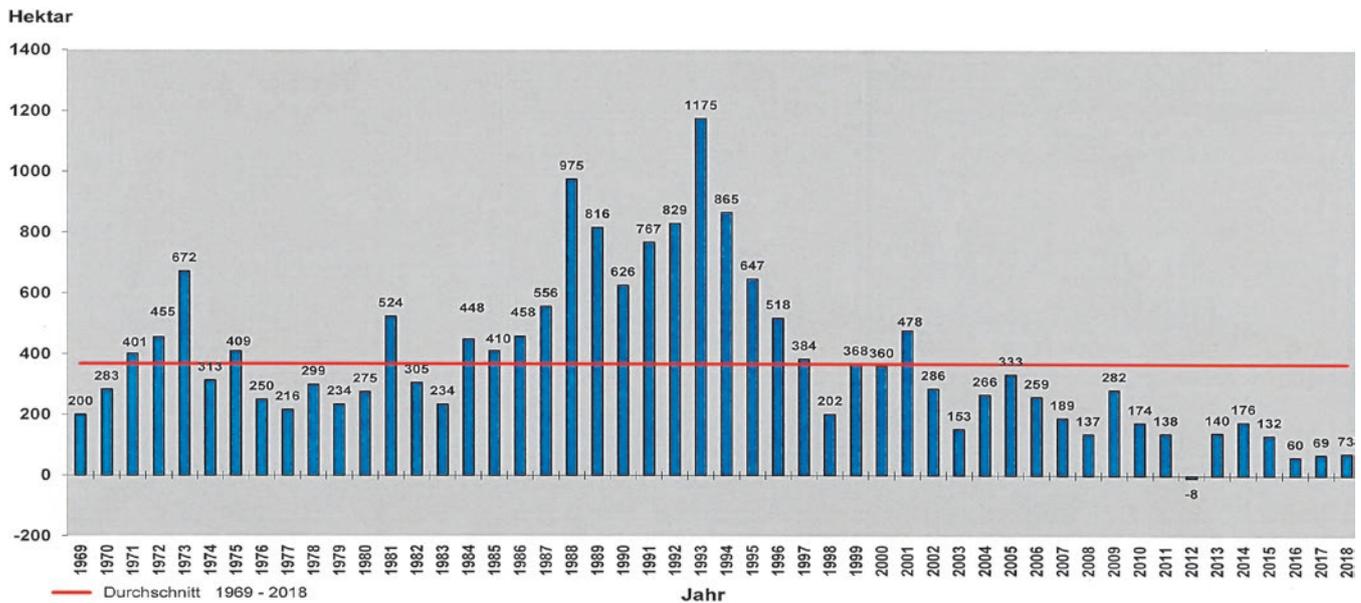
<sup>1</sup> S. hierzu auch die Grafik auf der Rückseite des Heftes.

<sup>2</sup> Technische Abspaltung von CO<sub>2</sub> am Kraftwerk (bzw. am Ort der Entstehung) und dauerhafte Einlagerung in unterirdischen Lagerstätten.

<sup>3</sup> Kieler Nachrichten 23.5.2020.

<sup>4</sup> Bastin J. F.; Finegold Y.; Garcia C.; Mollicone D.; Rezende M.; Routh D.; Zohner C. M.; Crowther T. W.: The global tree restoration potential, Science 5. Jul 2019: Vol. 365, Issue 6448, pp. 76-79, <http://dx.doi.org/10.1126/science.aax0848>

Abbildung: Waldbilanz (Neuaufforstung abzüglich Waldverluste) in Schleswig-Holstein (alle Besitzarten)



Quelle: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (V 54 Grafik – Stand 05/2019)

lich abwärts. Das letzte Jahrzehnt von 2008 bis 2018 brachte nur bescheidene 1 373 ha an Waldzuwachs.

## Impulse für die Neuwaldbildung

Es gibt verschiedene Gründe für die momentane Stagnation aber zugleich auch Möglichkeiten, wie die CO<sub>2</sub>-Bindung durch neuen Wald wieder angekurbelt werden könnte.

- Hauptproblem ist die Flächenverfügbarkeit. Flächen für die Neuwaldbildung könnten im Wesentlichen nur aus der Landwirtschaft kommen. Für ausscheidende Betriebe sind andere Nutzungsalternativen wie Verpachtung oder Verkauf zu hohen Preisen an andere landwirtschaftliche Betriebe derzeit attraktiver. Hier kann nur mit einer an die aktuellen agrarpolitischen Verhältnisse angepassten staatlichen Förderung gegengesteuert werden. Die Förderung darf nicht nur die Erstinvestition im Blick haben, sondern muss über einen längeren Zeitraum von 20 bis 30 Jahren laufende Überbrückungshilfen bis zum Anfallen der ersten Holzerträge beinhalten.

Sofern der Staat selbst Neuwaldbildung betreiben möchte, muss er bei den notwendigen Flächenankäufen die heutigen Grundstückspreise akzeptieren. Gegenüber den o. g. Alternativen wie CCS oder künstlichen Bäumen wäre dies immer noch ein sehr kostengünstiger Weg.

- Es gibt bei Wirtschaftsbetrieben und Einzelpersonen zunehmend die Bereitschaft, durch Spenden oder Waldzertifikate einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.<sup>5</sup> Hier wären mehr Koordinierung durch eine staatliche Stelle und eine Konzentration der Mittel auf zusammenhängende, größere Aufforstungsflächen erforderlich.
- Erstaufforstungen müssen in Schleswig-Holstein behördlich genehmigt werden. Das Genehmigungsverfahren ist aufwändig und offenbart manchmal eklatante Auffassungsunterschiede hinsichtlich der Waldfreundlichkeit zwischen den Forst- und Naturschutzbehörden. Eine Erstaufforstungsgenehmigung mit der Auflage, den Wald später nicht bewirtschaften und sinnvoll nutzen zu dürfen, ist für

die Grundeigentümer\*innen nichts wert und auch im Lichte der CO<sub>2</sub>-Bindung fragwürdig.

- Der Wald hat bekanntlich nicht nur eine Nutzfunktion, sondern erfüllt zahlreiche Sozialfunktionen, die bisher „umsonst“ erbracht werden. Es gibt schlüssige Konzepte, die eine Abgeltung der Schutz- und Erholungsfunktionen durch die Gesellschaft vorschlagen. Hieran gilt es zu arbeiten. Bei einer Umsetzung würde die Schaffung neuen Waldes, einhergehend mit der Schaffung neuer Arbeitsplätze, mehr Dynamik gewinnen.
- Ein wesentlicher CO<sub>2</sub>-Bindungseffekt des Waldes liegt in der Speicherung des Kohlenstoffs in langfristig genutzten Holzprodukten. Auch hier gilt es, anzusetzen und neue Möglichkeiten der Holzverwendung als Alternative zu Werkstoffen mit großem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu erschließen.

Es bleibt zu hoffen, dass die Forstpolitik weltweit und in Deutschland bald wieder deutlicher in den Fokus rückt. Statt künstlicher Bäume darf es nur heißen: „Wir brauchen mehr Wald!“ ■

<sup>5</sup> In Schleswig-Holstein sammelt beispielsweise die Stiftung Klimawald Gelder für Schaffung neuer Wälder.

## CO<sub>2</sub>-Speicherfähigkeit von Tropenwäldern nimmt ab

Voraussetzung für die Photosynthese und damit das Wachstum sind genügend Wasser und Nährstoffe sowie ein den Bedürfnissen der Pflanze entsprechender Temperaturbereich. Etwa die Hälfte des in Biomasse vorhandenen Kohlenstoffs ist in den Bäumen der tropischen Regenwälder gespeichert. Sofern ein Wald mehr CO<sub>2</sub> bindet, als er wieder abgibt, fungiert er als Kohlenstoffsенke, etwa 15 % der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden in den 1990er Jahren in den tropischen Wäldern festgelegt. Klimamodelle gehen in der Regel von einer gleichbleibenden CO<sub>2</sub>-Speicherfähigkeit aus; oft wird sogar wegen des Düngeeffekts der erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentration angenommen, dass zukünftig mehr Kohlenstoff in Holz gespeichert werden wird. Verschiedene Forschungsergebnisse weisen jedoch darauf hin, dass die Pufferwirkung tropischer Wälder nachlässt.

### Klimawandel reduziert Baumwachstum

In einer seit 1968 in elf afrikanischen Ländern sowie am Amazonas durchgeführten Studie wurden auf 565 intakten Regenwaldflächen regelmäßig alle Bäume mit mehr als zehn Zentimetern Stammumfang dokumentiert. Aus Anzahl und Größe der Bäume wurde das Wachstum ermittelt und so auch bestimmt, wie viel CO<sub>2</sub> die Bäume seit der letzten Messung aufgenommen hatten. Die Berechnungen zeigen, dass sich die Aufnahme von CO<sub>2</sub> durch Tropenwälder relativ zu den 1990er Jahren bereits deutlich verringert hat:

Ca. 46 Mrd. t CO<sub>2</sub> nahmen die tropischen Regenwälder in Südamerika und Afrika im Jahr 1990 aus der Atmosphäre auf – 17 % der anthropogenen Treibhausgase; 20 Jahre später lag die Aufnahme den Berechnungen zufolge bei nur noch 25 Mrd. t CO<sub>2</sub>.

Ursächlich für diese Veränderungen seien steigende Temperaturen und zunehmende Trockenheit, schreiben Hubau et al. im Fachmagazin „Nature“. Nach Aussage der Wissenschaftler\*innen aus mehr als 100 Forschungseinrichtungen weltweit gehe die CO<sub>2</sub>-Aufnahme am Amazonas bereits seit 1990 zurück, wenn sich der Trend fortsetze, werde der dortige Regenwald bereits 2035 von einer CO<sub>2</sub>-Senke zur CO<sub>2</sub>-Quelle. In den afrikanischen Regenwaldgebieten sei eine ähnliche Entwicklung erst seit 2015 zu verzeichnen. Die Unterschiede werden sowohl auf die unterschiedlichen Baumarten – die Bäume am Amazonas wachsen schneller, werden aber weniger alt – als auch auf die weniger starke Erhitzung der afrikanischen Wälder zurückgeführt, da diese sich im Schnitt in höheren Lagen befinden. Aber auch in Afrika werde die CO<sub>2</sub>-Aufnahme weiter abnehmen – bis 2040 auf nur noch 14 % der Menge, die zwischen 2010 bis 2015 absorbiert worden sei.

### Phosphormangel begrenzt Wachstum

Während sich Hubau et al. mit den Auswirkungen des Klimawandels auf das Wachstum der tropischen Wälder beschäftigten, entwickelte Dr. Katrin Fleischer, Professur für Land-Surface-Atmosphäre Interactions, TU München, zusammen mit Wissenschaftler\*innen aus zehn Ländern unterschiedliche Modelle, um den Einfluss des Nährstoffangebots im Amazonasgebiet auf die Produktion von Biomasse bei steigendem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre zu ermitteln. Bisherige Ökosystem-Modelle basieren meist auf den Bedingungen der gemäßigten Breiten. Im Gegensatz zu Böden in gemäßigten Breiten, sind die Böden im Amazonasgebiet meist Millionen Jahre alt und enthalten deshalb kaum Phosphor<sup>1</sup>. In den Modellen wurde das Wachstum bei jeweils 400 ppm und 600 ppm CO<sub>2</sub> verglichen. Ein Ergebnis war, dass bei Phosphormangel der CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt sinkt, je nach Modell entfällt er sogar ganz, was bedeutet, dass der Amazonasregenwald bezüglich der Kohlenstoffaufnahme schon jetzt am Limit ist. Die Ergebnisse von Fleischer et al. sollen in Freilandversuchen überprüft werden.

■ Dagmar Babel

### Literatur

Hubau, W.; Lewis, S. L.; Phillips, O. L. et al.: *Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests*. *Nature* 579: 80–87 (2020), <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2035-0>

Fleischer, K.; Rammig, A.; De Kauwe, M. G. et al.: *Amazon forest response to CO<sub>2</sub> fertilization dependent on plant phosphorus acquisition*. *Nat. Geosci.* 12: 736–741 (2019), <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0404-9>

<sup>1</sup> Phosphor wird durch Verwitterung des Gesteins freigesetzt und kann danach ausgewaschen werden – je älter der Boden, desto geringer ist also der Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor.