

## 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 Kalamitäsholz 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

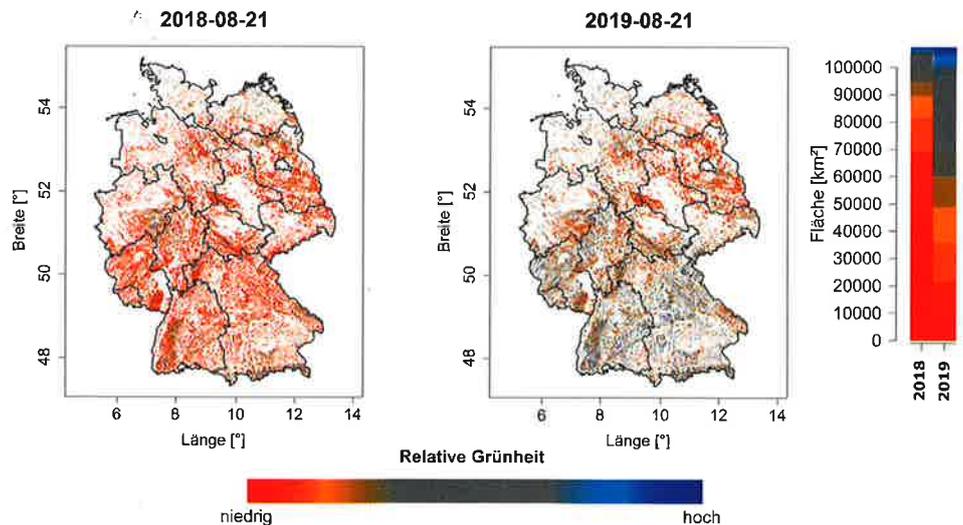
allan@buras.eu  
www.lsal.wzw.tum.de

<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 Jahringforschung gegeben. Mittels dendroökologischer Verfahren kann die Wuchsleistung 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).

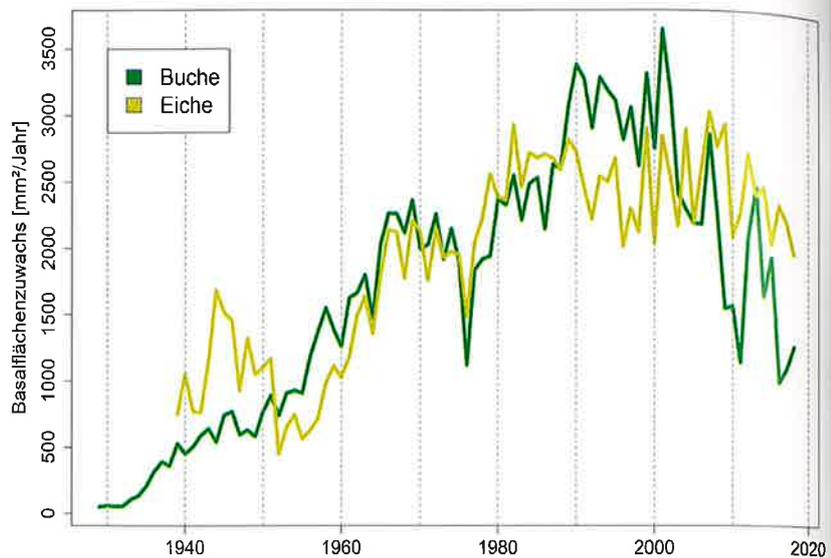
<sup>2</sup> Eine Fläche kann nur einmal über den Gesamtzeitraum 2003–2019 den niedrigsten Grünheitswert aufweisen. Deshalb können die Flächen mit den niedrigsten Quantilen über zwei Jahre aufsummiert werden.

### 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 Anbaurisiko genutzt werden.

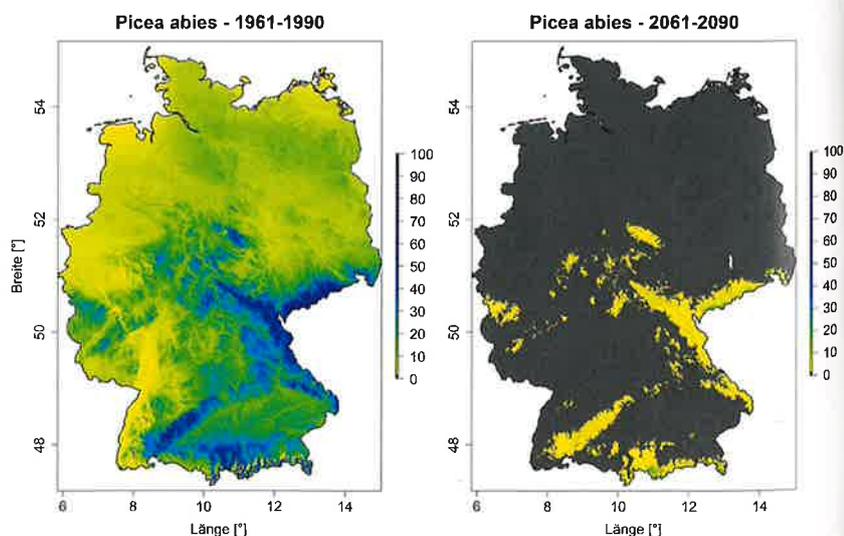
In der Gesamtschau deuten die genannten Ergebnisse darauf hin, dass der Wald in Deutschland deutliche Anzeichen von erhöhtem Stress zeigt. Drei Hauptbaumarten der deutschen Wälder sind in besonderem Maße betroffen. Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Klimaveränderungen des 21. Jahrhunderts rückt 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)