

Klimawandel aus Nord(west)en!

Ergebnisse der WZE 2019 in Bayern zeigen Nord-Süd-Gefälle der Schäden

Alexandra Wauer und Hans-Joachim Klemmt

Spätestens seit dem Trockensommer 2015 besteht kein Zweifel mehr: Der Klimawandel ist in Bayerns Wäldern angekommen. Wie die Waldzustandserhebung (WZE) 2019 verdeutlicht, wirkt sich der Klimawandel besonders in Nordbayern aus, vor allem von Nordwesten her. Aufgrund der langen Zeitreihe der WZE-Aufnahmen lassen sich mittlerweile die am stärksten betroffenen Regionen identifizieren. Das »Nord-Süd-Gefälle« der Schadentwicklung wird evident. Die besonders unter den Veränderungen leidenden Baumarten kristallisieren sich immer deutlicher heraus.

WZE in Bayern – von der Initiative zu wechselnden Rasterdichten

Das Verfahren der Waldzustandserhebung (WZE) wurde Anfang der 1980er Jahre an der ehemaligen bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt entwickelt, um das damals in Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit intensiv und oft kontrovers diskutierte »Waldsterben« zu erforschen. Der erste Waldzustandsbericht erschien 1983, die anderen Bundesländer übernahmen das Verfahren und zogen 1984 nach, viele europäische Länder ab 1986. In Bayern wurden damals an 1.686 Inventurpunkten circa 75.000 Bäume aufgenommen. Ab 1987 war die Aufnahme auch als »Unterstichprobe« möglich (Forschungsbeirat Waldschäden/Luftverunreinigungen 1986). Damit reduzierte sich die Aufnahme auf circa 130 Inventurpunkte mit etwa 6.000 Bäumen. Diese Zahlen entsprachen dem EU-weit vorgeschriebenen Mindest raster von 16 x 16 km und zusätzlichen Verdichtungspunkten für seltene Baumarten wie Eiche und Tanne. Auf Grund politischer Entscheidungen wechselten in den Folgejahren Unter- und Vollstichproben, auch die Variante »Unterstichprobe« und »nur in den Alpen Vollstichprobe« wurde in einzelnen Jahren gewählt.

Einen Einblick in die lange Zeitreihe der Waldzustandserhebung gewähren die Abbildungen 5 und 6. Sie zeigen die Entwicklung der Mittelwerte (Abbildung 5) bzw. der Schadstufen (Abbildung 6) seit 1995. Auswirkungen der Trockensommer 2003, 2015, 2018 und 2019 sind anhand des höheren Anteils der Schadstufen 2 bis 4 deutlich zu erkennen.

WZE, BZE und BWI: Aus drei Netzen wird eines

2006 wurde in Bayern das Inventurnetz der Waldzustandserhebung auf das Traktornetz der Bundeswaldinventur (BWI, 4 x 4 km) und der Bodenzustandserhebung (BZE, 8 x 8 km) verlegt. Das gemeinsame Netz bietet viele Vorteile, denn damit lassen sich die Daten der WZE zum Gesundheitszustand der Bäume mit waldwachstumskundlichen und bodenkundlichen Parametern kombinieren. Leider führte diese Änderung nicht zu einer konsequenten Beibehaltung der Rasterdichte, weiterhin wurde zwischen dem

8 x 8 km-Raster mit circa 370 Inventurpunkten und etwa 9.000 Bäumen und dem 16 x 16-km-Raster, das nur 97 Punkte, einschließlich der Verdichtung für Tanne und Eiche 154 Inventurpunkte umfasst, gewechselt. 2014 und 2015 wurde sogar auf die Aufnahme der Eichenverdichtungspunkte verzichtet. Nur 137 Aufnahmepunkte blieben übrig. Als Ausgleich wurden ab 2014 die Probestämme der Bundeswaldinventur in die jährliche Aufnahme einbezogen.

Klimawandel rückt Wald und Waldschäden ins Licht der Öffentlichkeit

Eine Wende brachte der Trockensommer 2015, die Waldzustandserhebung rückte wieder mehr ins Blickfeld der Öffentlichkeit und der Politik. Um die Auswirkungen des Trockensommers 2015 langfristig besser quantifizieren zu können, integrierten wir ab 2016 in den besonders betroffenen Wuchsgebieten »Fränkische Platte«, »Keuper« und »Jura« einschließlich der mittelfränkischen Kieferengebiete sowie in den Bayerischen Alpen zusätz-



1 Seit dem Jahr 2006 wird die Waldzustandserhebung auf den Inventurpunkten der BWI durchgeführt. So lässt sich der Gesundheitszustand der Bäume mit waldwachstumskundlichen Parametern kombinieren. Foto: LWF

	alle Bäume	Fichte	Tanne	Kiefer	Buche	Eiche	Nadelbäume	Laubbäume
Mittelwert 2019	24,7	21,4	19,9	31,6	23,5	27,1	25,0	24,2
Mittelwert 2018	21,3	19,3	19,5	26,0	20,3	21,6	21,7	20,5
Differenz	-3,4	-2,1	-0,4	-5,6	-3,2	-5,5	-3,3	-3,7

2 Die wichtigsten Ergebnisse der WZE 2019 im Vergleich mit 2018

liche Inventurpunkte aus dem 8 x 8 km-Raster in die Aufnahme. Mittlerweile ist das »Waldsterben« der 1980er Jahre ad acta gelegt, der Fokus hat sich vom Saurer Regen auf den Klimawandel verlagert. Angesichts der rasch zunehmenden Schäden in den Wäldern sprechen einige Politiker und Medien bereits vom »Waldsterben 2.0«. Die jährliche Waldzustandserhebung stellt aufgrund ihrer Konzeption als Großrauminventur ein wichtiges Instrument dar, um die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald quantitativ zu belegen und belastbare Steuerungsimpulse für politische Entscheidungsträger zu liefern. Künftig werden dabei verstärkt auch Verfahren der Fernerkundung unterstützend eingesetzt.

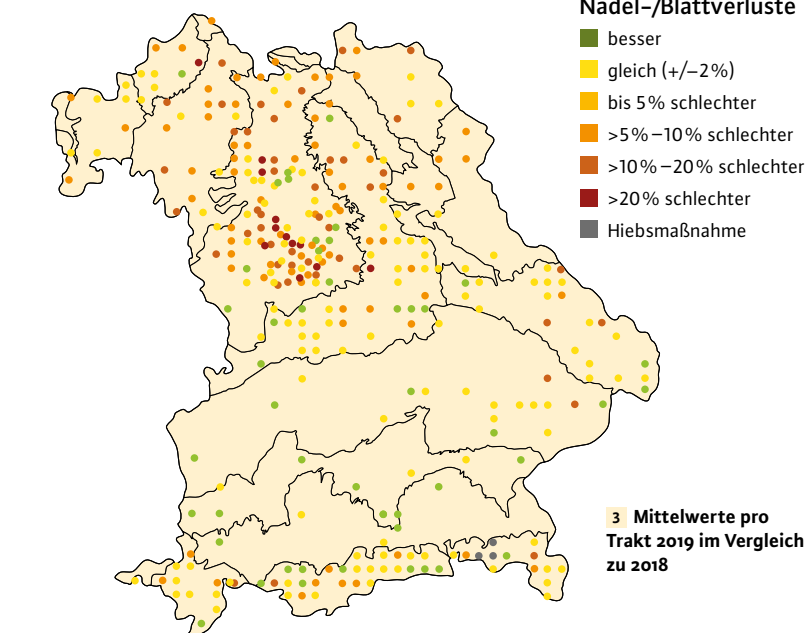
Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019

Das extrem trockene Frühjahr und der trocken-heiße Sommer 2018 sowie der trocken-heiße Früh- und Hochsommer 2019 spiegeln sich auch in den Ergebnissen der Waldzustandserhebung 2019 wider. Gegenüber 2018 hat sich der Zustand der Waldbäume insgesamt verschlechtert. Abbildung 2 enthält die Mittelwerte der Nadel- und Blattverluste für die Hauptbaumarten sowie die Differenzen zu 2018. Mit mittleren Nadel- bzw. Blattverlusten von 24,2% wies das Jahr 2019 den ungünstigsten Wert seit 1994 auf (Abbildung 5).

Bezogen auf den Vergleich zwischen 2018 und 2019 zeigte die Baumart Kiefer die ungünstigste Entwicklung, ihre Nadelverluste sind im gesamten Freistaat höher als 2018 (Abbildung 4).

Auch die Eiche weist 2019 deutlich höhere Verluste gegenüber dem Vorjahr auf. Bei Buche und Fichte hält sich die Verschlechterung in Grenzen. Die Nadelverluste der Tanne unterscheiden sich nur minimal von den Werten 2018. Sie ist jedoch fast ausschließlich in regenreicheren Regionen im Süden und Südosten Bayerns im Stichprobenkollektiv der WZE vorhanden.

Bei der Interpretation der Daten ist zu berücksichtigen, dass die Aufnahme wie jedes Jahr im Juli stattfand und deshalb die



3 Mittelwerte pro Trakt 2019 im Vergleich zu 2018

erst im Spätsommer auftretenden Schäden, vor allem an Buchen, noch nicht zu erkennen waren.

Vergleicht man die Mittelwerte pro Trakt (Durchschnittswert aller Bäume eines Aufnahmepunktes) von 2019 mit denen von 2018, zeigen sich die Verschlechterungen vor allem in den trockenen, kiefernreichen Regionen Bayerns. Auf der Bayernkarte (Abbildung 3) weisen die unterschiedlichen Farben der Inventurpunkte auf den Grad der Veränderung hin.

Regionale Unterschiede

Seit 2018 wurden die Daten der WZE an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) auch kleinräumig ausgewertet. Regionale Unterschiede treten deutlich hervor. Im von Hitze und Trockenheit 2018 und 2019 besonders stark betroffenen Nordbayern weisen alle Baumarten in beiden Jahren höhere Nadel-/Blattverluste auf als in Südbayern. Der Durchschnittswert für

alle Baumarten beläuft sich in Südbayern auf 19,1%, in Nordbayern dagegen auf 28,5%. Die Eichen verschlechterten sich insbesondere in den fränkischen Trockengebieten. Fichten und Buchen weisen ebenfalls in Franken schlechtere bis deutlich schlechtere Werte auf als im Süden und Südosten des Freistaates.

Am wenigsten unterscheiden sich die Buchen in den beiden Regionen (20,4% Verlust im Süden, 25,7% im Norden), am meisten die Eichen (17,3% im Süden, 28,3% im Norden). Fichten und Kiefern liegen mit 6,3 bzw. 8,1 Prozentpunkten Differenz dazwischen.

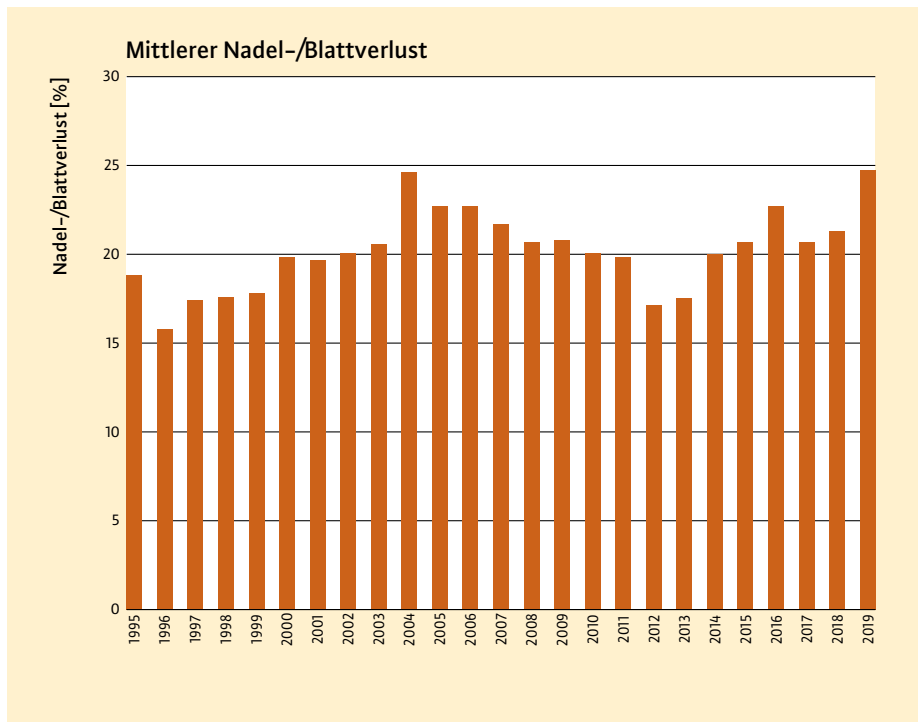
Greift man die fränkischen Trockengebiete (Fränkische Platte, Keuper und Jura) heraus, werden die Unterschiede zu Südbayern noch deutlicher (Mittelwert aller Baumarten 29,1%), insbesondere bei Kiefer und Eiche.

Am schlimmsten betroffen von Hitze und Trockenheit zeigten sich die Kiefern im Raum Nürnberg-Ansbach-Schwabach-Roth. Die Abwärtsspirale, in der sich die

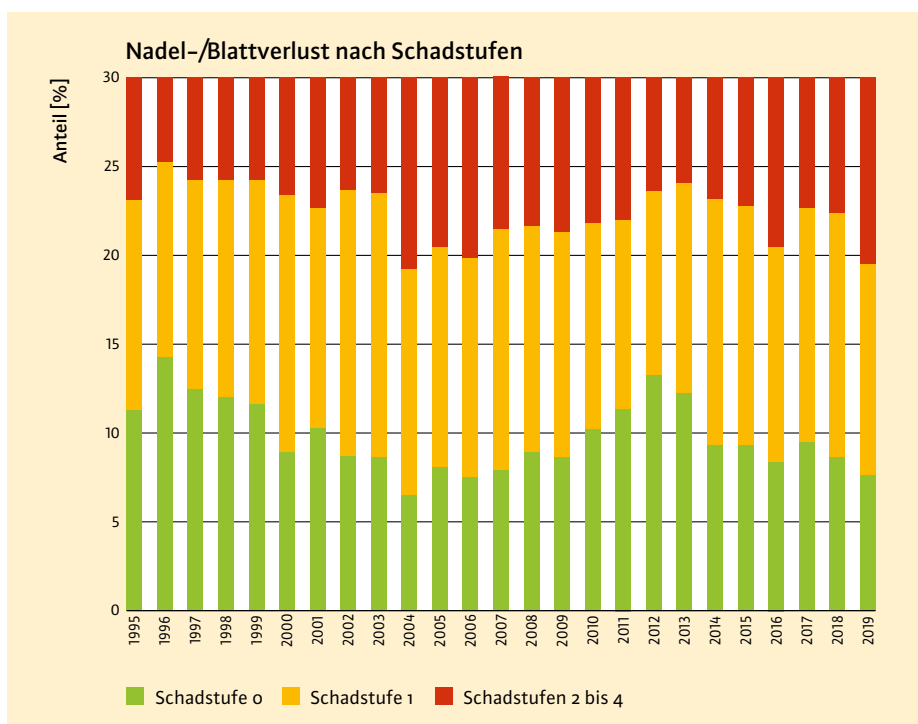
Region	Mittelwert [%]	Anteil Schadstufen 2-4 [%]
Südbayern	24,0	32,9
Nordbayern	32,1	52,7
Fränkische Trockengebiete	33,2	56,1
Mittelfranken	35,2	61,3
Alpen	28,8	38,5

4 Mittlere Nadelverluste und Anteile der Schadstufen 2 bis 4 bei der Kiefer 2019 nach Regionen

Schadstufe 2: 25-60% Verlust
Schadstufe 3: 65-99% Verlust
Schadstufe 4: 100% Verlust, abgestorben



5 6 Mittelwerte des Nadel-/Blattverlustes aller Baumarten von 1995 bis 2019 (oben) und nach Schadstufen (unten)



Kiefer derzeit befindet, kommt hier am deutlichsten zum Ausdruck (siehe Abbildung 4), ihr mittlerer Nadelverlust erreicht 35,2%, 2018 waren es noch 29,0%. In den von der Trockenheit noch kaum oder nur wenig betroffenen Alpen sind die Nadel-/Blattverluste bei allen Baumarten mit Ausnahme der Tanne am geringsten, liegen jedoch insgesamt leicht über den Werten von 2018. Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich der Klimawandel auch im Alpenraum be-

merkbar macht und sich die Standortbedingungen dort langfristig verändern werden (z.B. höhere Temperaturen in den Hochlagen, Humusschwund, Rückgang der Gletscher, geringere Wasserspenden etc.). In diesem Wuchsraum liegt der durchschnittliche Nadel-/Blattverlust aller Baumarten bei 21,2% und damit unter dem gesamt-bayerischen Durchschnitt (24,7%) und deutlich unter dem Wert für Nordbayern (28,5%).

Mistelbefall

Die Mistel als Halbschmarotzer entzieht dem besiedelten Baum Wasser. Bei stärkerem Befall leidet der Baum vor allem in Trockenperioden unter Wasserstress. Starker Mistelbesatz führt zu Zuwachsverlusten und schließlich zum Absterben. Im Rahmen der jährlichen Waldzustandserfassung wird der Mistelbefall seit 2007 erfasst. In diesem Jahr lag die relative Befallsrate der Kiefernmistel noch bei 1,5%. Der Mistelbefall an Tanne und Kiefer hat erheblich zugenommen. 2016 waren an den Inventurpunkten bereits etwa 19% der Kiefern und circa 11% der Tannen mit Misteln besiedelt. 2019 wurde bei knapp 34% der begutachteten Kiefern Mistelbefall beobachtet. Der Mistelbefall bei Tanne stieg auf 14%. 2017 wurden erstmals drei von Misteln befallene Fichten beobachtet. Allerdings zeichnen sich deutlich regionale Befallsschwerpunkte ab. In den Wuchsgebieten Fränkische Platte und Jura sind, im Gegensatz zu Mittelfranken, vergleichsweise wenige Kiefern von Misteln befallen. Für Mittelfranken zeigte sich, dass schon etwas mehr als die Hälfte der aufgenommenen Kiefern mit Misteln besiedelt sind. Die Befallsschwerpunkte finden sich außer in Mittelfranken auch in der Oberpfalz (Kiefer) bzw. im Westallgäu und im südostbayerischen Grenzgebirge (Tanne). In den Alpen sind bereits knapp 3% der Tannen befallen, die in dieser Region (WG 15) begutachteten Kiefern dagegen sind bisher frei von Misteln. Diese unterschiedliche regionale Verteilung steht im Einklang mit den Temperaturansprüchen der Mistel. Nach Auswertungen verschiedener Klimaparameter lassen sich signifikante positive Einflüsse der Jahresdurchschnittstemperatur und insbesondere der Sommertemperatur sowie ein signifikant negativer Einfluß der Jahresniederschlagsmenge auf den Mistelbefall feststellen (Hardtke & Wauer 2013; Petercord et al. 2017; Behrendt 2018).

Ausblick

Die Waldzustandserhebung hat sich als Großrauminventur zur überregionalen Erfassung der Vitalität der Wälder etabliert. Gerade in Zeiten zunehmender Heterogenität der Umweltbedingungen stellt sie ein leistungsfähiges Monitoring-instrument dar. Das zugrundeliegende Rasternetz in Bayern ist auch nach der Erweiterung 2016 noch relativ grobmaschig. Vergleiche von Folgejahren zeigen eher tendenzielle Änderungen als statistisch nachweisbare Vitalitätsveränderungen auf, insbesondere auch wegen der früher politisch gewollten und angeordneten Wechsel der Rasterdichten. Dennoch lassen sich Änderungen der Wachstumsbedingungen in den bayerischen Wäldern deutlich nachweisen. Besonderen Wert erhalten die Daten auf Grund ihres langen Zeitreihencharakters, trotz der anfangs genannten Mängel. Die positiven Erfahrungen sowie die Erwartungen weiterer Umweltveränderungen untermauern das Ziel, den Zeitreihencharakter der Daten der WZE beizubehalten, in besonderem Maße. Die 2016 konzipierte Aufnahme des Mindestrasters mit Verdichtungen für Regionen, in denen mittelfristig deutliche Änderungen im Waldaufbau auf Grund des Klimawandels zu erwarten sind, ist unverändert beizubehalten. Auf diese Weise wird zukünftig das bewährte Verfahren konsequent fortgeführt.



7 Die Kiefer zeigte 2019 die ungünstigste Entwicklung. Ihre Nadelverluste sind in ganz Bayern höher als 2018. Diese Kiefer ist dem Diplodia-Triebsterben zum Opfer gefallen. Die Nadeln bleiben lange in der Krone hängen – ein typisches Kennzeichen dieser Pilzkrankung. Foto: R. Petercord, LWF



8 Ein stattliches Exemplar einer Kiefern- mistel in der Krone einer Waldkiefer Foto: G. Wallerer, LWF

Zukünftig wird dem Einsatz von Fernerkundungsmethoden eine zusätzliche Bedeutung zukommen. Derzeit werden in mehreren Studien die Einsatzfähigkeit von Nahbereichs-Fernerkundungssystemen (insbes. Drohnen) und Satellitensystemen an der LWF getestet (s. Beitrag Straub & Seitz, S. 30 in diesem Heft). Mittel- bis langfristig soll der derzeit experimentelle Einsatz dieser Systeme die im Moment noch übliche, klassische und bewährte Inventur im Feld ergänzen.

Zusammenfassung

Die Waldzustandserhebung wurde Anfang der 1980er Jahre entwickelt, um das »Waldsterben« zu erforschen. 2006 wurde das WZE-Inventurnetz auf das Traktnetz der Bundeswaldinventur verlegt. Die Trockenjahre 2018 und 2019 wirkten sich auf die Ergebnisse der WZE 2019 aus. Der mittlere Nadel-/Blattverlust von 24,2 % ist der ungünstigste Wert seit 1994. Die Verluste waren im von Hitze und Trockenheit geprägten Nordbayern höher als im Süden. 34 % der Kiefern und 14 % der Tannen sind von Misteln befallen. Die WZE hat sich als Großrauminventur zur Erfassung der Vitalität der Wälder etabliert. Besonderen Wert erhalten die Daten auf Grund ihres langen Zeitreihencharakters. Die Aufnahme einschließlich der Verdichtungen für Regionen, in denen Änderungen im Waldaufbau auf Grund des Klimawandels zu erwarten sind, ist beizubehalten. Der Einsatz von Fernerkundungsmethoden wird an Bedeutung gewinnen.

Literatur

- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten:** Waldzustandsberichte 1983 bis 2019. München
- Dietrich, H.-P. et al. (2018):** Umwelt- und Standortsbedingungen in raschem Wandel. LWF aktuell 117, S. 6–11
- Eickenscheidt, N.; Augustin, N.; Wellbrock, N.; Dühnel, P.; Hilbrig, L. (2016):** Kronenzustand – Steuergrößen und Raum-Zeit-Entwicklung von 1989 – 2015. Thünen-Report 43, S. 387–456
- Forschungsbeirat Waldschäden/Luftverunreinigungen (1986):** 2. Bericht, Mai 1986. Karlsruhe
- Hardtke, A.; Wauer, A. (2013):** Waldzustandserhebung in Bayern – Auswertung von Schwerpunktthemen. LWF, unveröffentlicht
- Hartmann, T. (1990):** Die Kiefern- und Tannemisteln im Raum Schwabach/Mittelfranken. Allgemeine Forstzeitschrift Nr. 36, S. 914–920
- Klemmt, H.-J.; Wauer, A.; Zimmermann, L.; Dietrich, H.-P.; Raspe, S. (2018):** Zu nass, zu trocken, zu windig. LWF aktuell 117, S. 16–20
- Hilker, N.; Rigling, A.; Dobbertin, M. (2005):** Mehr Misteln wegen der Klimaerwärmung? Wald und Holz 3, S. 39–42
- Petercord, R.; Wauer, A.; Krüger, F.; Wallerer, G. (2017):** Grüne Mitesser – Die Misteln an Tanne, Kiefer und Laubbaumarten. LWF aktuell, S. 18–22
- Wauer, A. (2016):** Verdichtung des WZE-Rasters 2016 in bestimmten Regionen – Analyse und Empfehlung. LWF, unveröffentlicht, 20 S.
- Wauer, A.; Klemmt, H.-J. (2016):** Waldzustandserhebung 2017 – Konzeption und Planung. LWF, unveröffentlicht, 11 S.
- Wauer, A.; Zimmermann, L.; Klemmt, H.-J. (2018):** Sonderauswertungen der WZE 2017 in Bayern. AFZ/DerWald 6, S. 43–48
- Wauer, A.; Mette, T.; Klemmt, H.-J. (2018):** Quo vadis, Kiefer? LWF aktuell 117, S. 30–32

Autoren

Dr. Alexandra Wauer ist Mitarbeiterin in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und Inventurleiterin der bayerischen Waldzustandserhebung. Dr. Hans-Joachim Klemmt leitet die Abteilung »Boden und Klima«.

Kontakt: Alexandra.Wauer@lwf.bayern.de