



Forstwirtschaft

WALDZUSTANDSBERICHT 2023 DES LANDES BRANDENBURG



KLIMA. SCHUTZ. WALD.
Brandenburg handelt.

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) Referat Öffentlichkeitsarbeit
Henning-von-Tresckow-Straße 2-13, Haus S, 14467 Potsdam
Telefon: +49 (0)331 866-7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de
Internet: mluk.brandenburg.de oder www.agrar-umwelt.brandenburg.de

Redaktion

Landesbetrieb Forst Brandenburg
Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde
E-Mail: lfe@lfb.brandenburg.de
Internet: forst.brandenburg.de

Autoren

Jörg Ecker, Branko Eisermann, Dr. Ulrike Hagemann, Dr. Rainer Hentschel, Prof. Dr. Ralf Kätzel, Aaron Lange, Dr. Katrin Möller, Gordon Peetz, Dagmar Schneck, Dr. Christoph-Josef Thieme (Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde)
Dr. Daniel Doktor, Dr. Maximilian Lange, Sebastian Preidl, Anne Reichmuth (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ)

Produktionsleitung

Dr. Jan Engel

Titelfoto

Andreas Neumann

Satz und Druck

DRUCKZONE GmbH & Co. KG
Gedruckt auf Recyclingpapier
Auflage: 100 Exemplare

Potsdam, Dezember 2023

Diese Veröffentlichung ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

Sie darf nicht für Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Broschüre dem Empfänger zugegangen ist, darf sie, auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl, nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Forstwirtschaft

WALDZUSTANDSBERICHT 2023 DES LANDES BRANDENBURG



Inhaltsverzeichnis

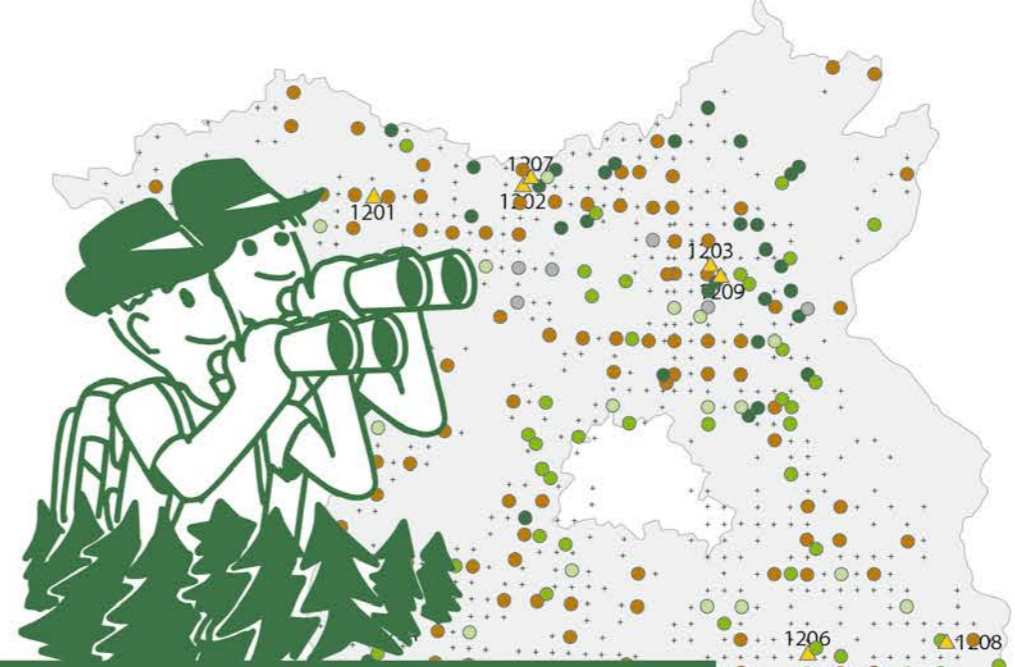
Zusammenfassung	9
Waldmonitoring in Brandenburg – Woher wir wissen, wie es dem Wald geht	10
Waldzustandserhebung – Wie geht es dem Brandenburger Wald?.....	11
Kiefer.....	13
Eiche.....	14
Rot-Buche	15
Andere Laubbäume	16
Andere Nadelbäume.....	17
Einfach nur Wetter? – Witterung, Wasserversorgung und witterungsbedingte Schäden	18
Witterung.....	18
Wasserversorgung.....	18
Witterungsbedingte Schäden	20
Insekten, Pilze & Co. – Biotisch bedingte Schäden	22
Komplexe Schäden.....	22
Nadel- und blattfressende Insekten an Kiefer und Eiche	23
Für den Wald von morgen – Blüte und Samenernte.....	25
Blüte der Waldbäume.....	25
Saatguternte 2022/2023.....	26
Muss das sein? – Müll im Wald.....	27
Im Fokus! Der Waldzustandsmonitor des UFZ – Chancen und Limitierungen eines fernerkundungsbasierten Tools für die Waldzustandserhebung	28
Der UFZ-Waldzustandsmonitor.....	28
Interpretation der Waldzustandswerte.....	29
Unsicherheiten des UFZ-Waldzustandsmonitors.....	29
Validierung und Überprüfung.....	30
Fazit.....	32
Mehr Wissen? – Weiterführende Informationen.....	33
Quellen	34
Anhang	35
Anhang 1 – Methodik der Klimaregionalisierung.....	35
Anhang 2 – Methodik der Waldzustandserhebung	37
Anhang 3 – Tabellarische Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2023	43

ERGEBNISSE AUF EINEN BLICK – WALDZUSTAND IN BRANDENBURG 2023

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist ein Stichprobenverfahren zur Erfassung von Waldflächenanteilen unterschiedlicher Gesundheitszustände auf Landesebene.

Die Waldgesundheit wird durch die Kronenverlichtung der Waldbäume angezeigt und als Verlust an Nadel- bzw. Blattmasse gutachterlich eingeschätzt.

Das Auftreten von Schaderregern (Pilze, Insekten) oder auch Schadereignisse (Waldbrände, Stürme) werden zentral erfasst und ausgewertet.



FORSTLICHE MONITORINGFLÄCHEN IN BRANDENBURG IM JAHR 2023

Legende

- + Stichprobenetz 4 x 4 km Bundeswaldinventur (BWI)
- Waldzustandserhebung (Level I)
- ▲ Dauerbeobachtungsfläche (Level II)




Baumartengruppe

- Kiefer
- Buche
- Eiche
- sonstige Nadelbäume
- sonstige Laubbäume

VITALITÄTSZUSTAND DER BAUMARTEN

Schadstufen der Waldfläche in Prozent

Darstellung der Veränderung zum Vorjahr in %-Punkten

Schadstufe	ohne Schäden	Warnstufe	deutliche Schäden
Schadstufe	0	1	2-4
Gesamtwald	25 % ↗ +18	59 % ↘ -14	16 % ↘ -4
Kiefer 	30 % ↗ +25	61 % ↘ -19	9 % ↘ -6
Eiche 	11 % ↗ +7	53 % ↗ +8 %	35 % ↘ -15 %
Buche 	6 % ↘ -2	61 % ↗ +23	33 % ↘ -21

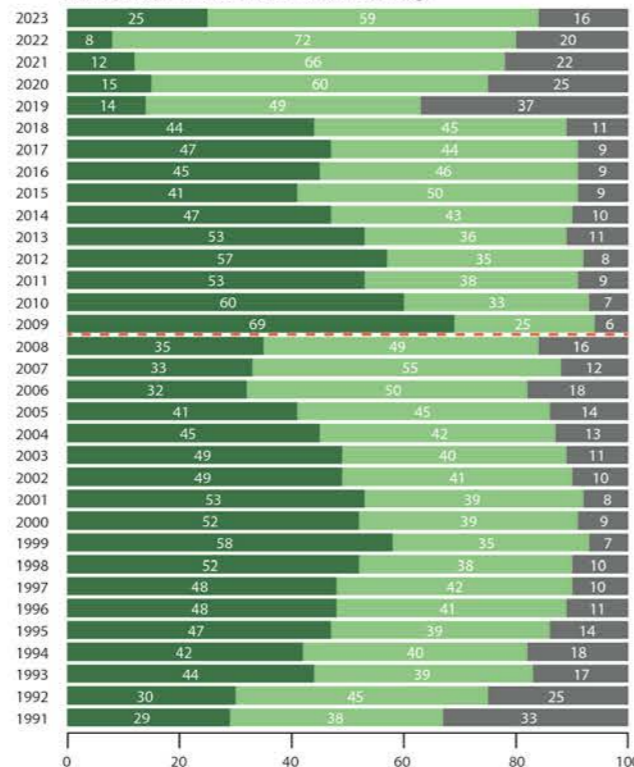
In Deutschlands Wäldern gibt es rund **1.215 Pflanzenarten**, darunter allein **90 verschiedene Baum- und Straucharten**. Die häufigsten Bäume in Brandenburg sind **Kiefern (70,1 Prozent)**, **Eichen (6,7 Prozent)** und **Buchen (3,3 Prozent)**.



Schadstufenanteile (%): alle Baumarten

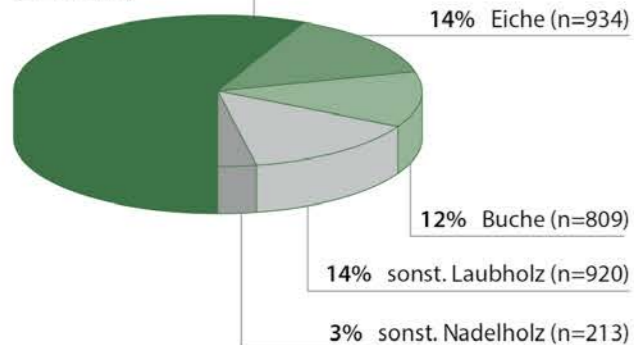
- Schadstufe 0
- Schadstufe 1
- Schadstufe 2-4

Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung.



BAUMARTENANTEILE

Probebäume (n=6.624)



Im Land Brandenburg gab es 2023 **244 Waldbrände** auf einer Gesamtfläche von **763,14 Hektar**. Knapp **95 %** aller Waldbrände blieben unter einem Hektar Schadfläche. (Stand 26.10.2023)

Im Jahr 2023 fehlen den Bäumen im Durchschnitt **20,4 Prozent** der Blatt- bzw. Nadelmasse.

- **2,3 Prozent** der Bäume zeigen mehr als **60 Prozent Kronenverlichtung** (langjähriger Mittelwert 1,3 Prozent),
- **0,78 Prozent** der Bäume sind seit der letzten Erhebung **abgestorben** (langjähriger Mittelwert 0,37 Prozent).



Zusammenfassung

Die Gesundheit des Waldes hängt nicht nur von vielen Faktoren ab, sondern lässt sich auch auf verschiedenen Ebenen erfassen und beschreiben. Die Waldzustandserhebung zeigt anhand des Kronenzustands die langfristige Entwicklung des Gesundheitszustands. Das Waldschutzmeldewesen dokumentiert ebenfalls im Zeitverlauf, wo und in welchem Ausmaß es zu Waldschäden gekommen ist bzw. wo diese aufgrund von Prognosen zur Populationsentwicklung künftig zu erwarten sind. Die Waldforschung schlussendlich kann Aufschluss über die Ursachen-Wirkungs-Beziehungen geben und Empfehlungen zur Förderung der Waldgesundheit liefern. So greifen die verschiedenen Komponenten bei der Beobachtung, Analyse und Beschreibung des Waldzustands ineinander.

Im Jahr 2023 hat sich der Waldzustand im Vergleich zum extrem schlechten Zustand im Vorjahr wieder verbessert (siehe Infografik in der vorderen Umschlagseite). Der geschätzte Waldflächenanteil mit deutlichen Schäden ging auf nun 16 % leicht zurück, während gleichzeitig der Anteil ohne Schäden von 8 auf 25 % anstieg. Dies ist vor allem auf den guten Nadelaustrieb der Kiefer zurückzuführen. Das Frühjahr war niederschlagsreich und im Verlauf der Vegetationsperiode waren die Waldbäume relativ gut mit Wasser versorgt. Dennoch sind die mit Klimawandel zusammenhängenden Trocken- und Hitzeschäden der vergangenen Jahre weiterhin sichtbar. Insgesamt blieb der Anteil an stark geschädigten Bäumen mit einem Blatt- bzw. Nadelverlust von mehr als 60 % im Vergleich zum Vorjahr mit ca. 2 % in etwa gleich. Auch werden über ein Drittel der Eichen- und Buchenwälder weiterhin als deutlich geschädigt eingestuft. Trotz der günstigen Witterung zeigen insbesondere die stark geschädigten Bäume keine Anzeichen von Erholung, so dass auch weiterhin mit einer erhöhten Sterblichkeit zu rechnen ist. Die Waldzustandserhebung widerspiegelt somit eindrücklich die Folgen des Zusammenwirkens der in den vergangenen Jahren häufiger und intensiver auftretenden abiotischen und biotischen Schadfaktoren.

Auch das Waldschutzmonitoring zeigt mit jedem Jahr deutlicher die Folgen der mit dem Klimawandel verbundenen extremen Witterungsereignisse, die sich bei den Hauptbaumarten zunehmend durch Komplexkrankheiten äußern. Obwohl im Jahr 2023 die Schäden durch Stürme, Hagel, Waldbrände, Dürre und Spätfrost auf einem relativ niedrigen Niveau lagen und auch die zu Massenvermehrungen neigenden blatt- oder nadelfressenden Insekten nur lokal eine Rolle spielen, gibt es insgesamt keinen Trend zur Verbesserung der Waldschutzsituation.

Basierend auf den Modellierungen verschiedener Klimaszenarien ist zu erwarten, dass sich die skizzierten klimatischen Trends fortsetzen und somit zu einer weiteren Verschärfung der abiotischen und biotischen Risiken für Waldökosysteme führen werden. Für die zukünftige Waldbewirtschaftung ist daher die gezielte Entwicklung und Pflege widerstandsfähiger, gemischter Waldbestände mit standortgerechten Baum- und Straucharten und stabiler, vielfältiger Waldränder von essenzieller Bedeutung. Daher wird am Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) in verschiedenen Forschungsprojekten die Anbaueignung unterschiedlicher Baumarten in Brandenburg unter heutigen und den zukünftig erwarteten Klimabedingungen und unter Berücksichtigung kleinräumiger Standortbedingungen untersucht.

Die Ergänzung der sich natürlich verjüngenden Baumarten erfordert ausreichend geeignetes Saatgut der zu etablierenden standortgerechten Baumarten aus zertifizierten Saatgutbeständen. In der Erntesaison Herbst 2022 bis Frühjahr 2023 konnten für zahlreiche Baumarten zumindest durchschnittliche Saatgutmengen gewonnen werden, und sogar überdurchschnittliche Mengen für die Rot-Buche. Die vorläufigen Ergebnisse der aktuellen Erntesaison versprechen insbesondere für Stiel-Eiche und Hainbuche sehr gute Saatguterträge.

Die angestrebte Vielfalt von Baumarten und Waldstrukturen stellt jedoch bei gleichzeitig höherer Dynamik und Variabilität der Witterungs- und Standortbedingungen auch das Waldmonitoring vor neue Herausforderung. Durch methodische Weiterentwicklungen können die flächenbezogene Aussagekraft erweitert und baumartenspezifische Ursache-Wirkungs-Beziehungen beleuchtet werden. Anhand von Satellitenbildern können mit dem neu entwickelten UFZ-Waldzustandsmonitor Schadflächen im Wald detektiert und erfasst werden. Die fernerkundungsgestützten Analysen einer Forschergruppe des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ zeigen am Beispiel von größeren Schadereignissen, wie Anomalien im Waldzustand detektiert werden können. In Ergänzung zur Waldzustandserhebung und anderen terrestrischen Monitoringverfahren kann diese Methode zukünftig dabei helfen, flächig den Waldzustand einzuschätzen und Waldschäden zu erfassen.

Waldmonitoring in Brandenburg – Woher wir wissen, wie es dem Wald geht

Die Gesundheit des Waldes wird mit verschiedenen Methoden kontinuierlich überwacht. Die jährliche Waldzustandserhebung stellt ein wichtiges standardisiertes Instrument dar, um die Waldgesundheit über einen langen Zeitraum beurteilen zu können (S. 11). Darüber hinaus gibt es großräumige Waldinventuren, die den Waldzustand in mehrjährigen Zeitintervallen erfassen und systematische Aussagen über die Waldentwicklung ermöglichen. Hervorzuheben sind hier die Bundes- und Landeswaldinventur, die Bodenzustandserhebung sowie das Vegetations- und Wildinflussmonitoring.

Durch den Klimawandel ändern sich die Standorts- und Wachstumsbedingungen der Waldbäume, wobei insbesondere die Wasserverfügbarkeit während der Vegetationsperiode eine große Rolle spielt (S. 18). Zur Bewertung von Klima und Witterung in Brandenburg werden unter anderem die Klimastationen des Level-II-Monitoringprogramms genutzt. Besonders heiße und trockene Perioden erhöhen die Gefahr großflächiger Waldbrände. Extreme Witterungsereignisse wie Stürme können zu großflächigen Schäden führen, während Spätfrost neben jungen Bäumen auch die Blüten der Waldbäume schädigen und damit die Saatgutverfügbarkeit beeinflussen (S. 25).

Die Witterung beeinflusst auch die Entwicklung unterschiedlicher Insekten- und Pilzarten. Das Waldschutzmeldewesen erfasst daher kontinuierlich die Populationen wichtiger Schadorganismen, darunter die für Brandenburg besonders bedeutenden blatt- und nadelfressenden Schadinsekten (S. 22). Ziele sind neben der Erfassung von Schadereignissen auch die Prognose von Massenvermehrungen, die Bewertung möglicher Schäden und gegebenenfalls die Einleitung von Gegenmaßnahmen in Abstimmung mit den Waldbesitzenden. Wälder können auch durch Schad- und Fremdstoffeinträge geschädigt werden, darunter illegale Ablagerungen von Müll im Wald (S. 27).

Insgesamt sind die **Auswirkungen des Klimawandels** auf die Brandenburger Wälder bereits **deutlich spürbar**. Die Daten zum aktuellen Waldzustand sind daher eine wichtige Grundlage für die strategische Weiterentwicklung der Baumartenempfehlungen mit dem Ziel der Entwicklung widerstandsfähiger und vielfältiger Mischwälder. Die angestrebte Vielfalt von Waldstrukturen stellt jedoch bei gleichzeitig höherer Dynamik und Variabilität der Witterungs- und Standortsbedingungen auch das Waldmonitoring vor neue Herausforderung. Dies erfordert methodische Weiterentwicklungen, um die flächenbezogene Aussagekraft zu erweitern. Die Rubrik „Im Fokus“ (S. 28) stellt daher ein neu entwickeltes fernerkundungsbasiertes Verfahren zur Abschätzung der Waldgesundheit vor, welches am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) entwickelt wurde.

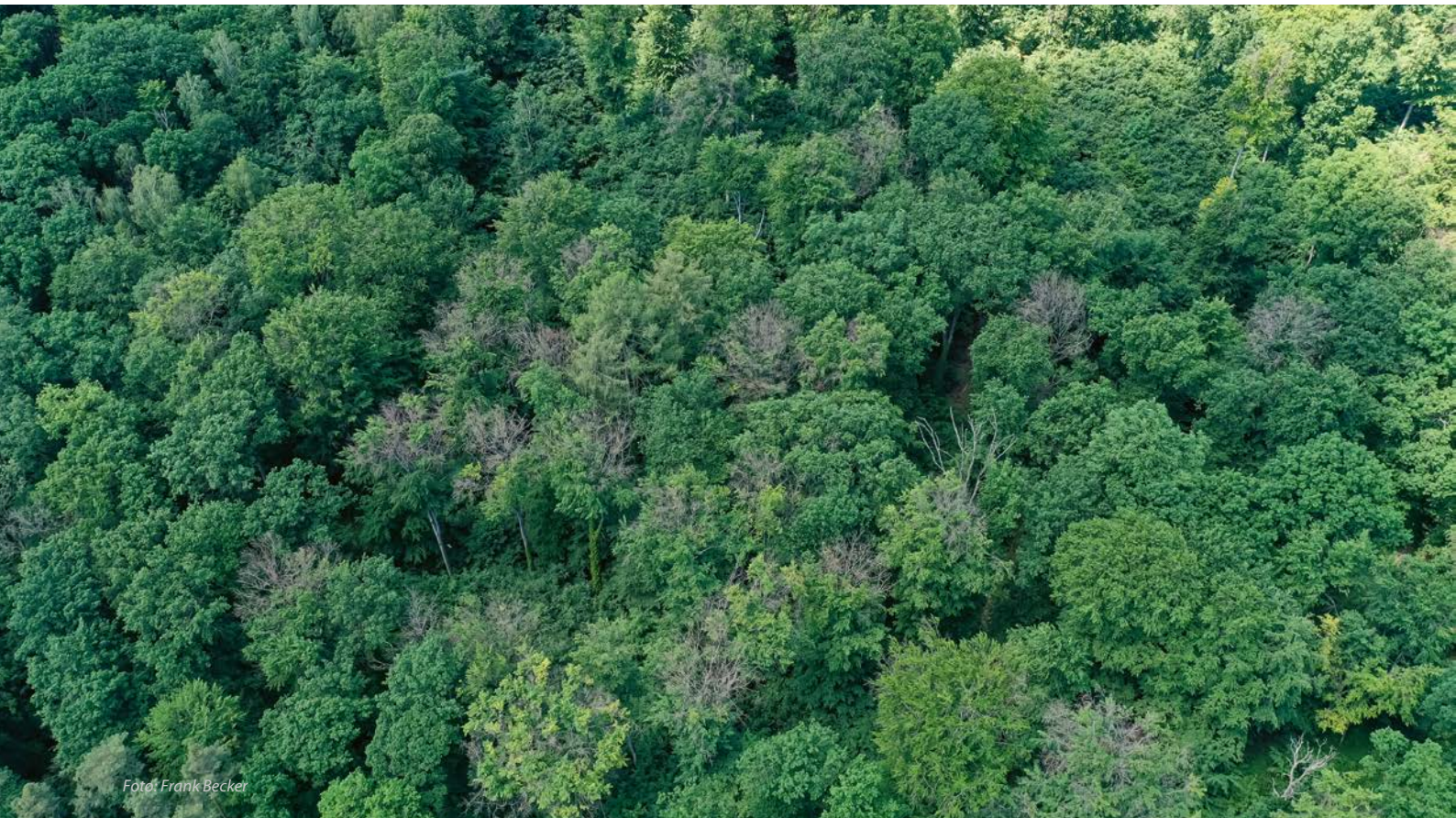


Foto: Frank Becker

Waldzustandserhebung – Wie geht es dem Brandenburger Wald?

Die Waldzustandserhebung (WZE) dokumentiert seit mehr als 30 Jahren den Gesundheitszustand der Waldbäume in Deutschland. Mit diesem Monitoringverfahren wird anhand des Kronenzustands abgeschätzt, wieviel Waldfläche gesund, gefährdet oder geschädigt ist. Der Kronenzustand steht hierbei stellvertretend für die Vitalität eines Baumes. Der Vergleich mit den Ergebnissen anderer Bundesländer erlaubt es, regionale Entwicklungen insbesondere für die Hauptbaumarten einzuschätzen. Eine ausführliche Herleitung der Waldflächenanteile nach Baumartengruppen und Vitalitätsklassen findet sich in den weiterführenden Informationen (siehe S. 37).

In Brandenburg wird die WZE als systematische Stichprobe im 8 x 8 km-Basisnetz durchgeführt. Für die Baumarten Eiche und Buche wurde das Basisnetz auf 2 x 2 km verdichtet. Im Jahr 2023 wurden an 276 Probepunkten insgesamt 6.624 Probebäume hinsichtlich ihres Gesundheitszustands beurteilt (Abb. 1). Aus den Beobachtungen der Kronenverlichtung (relativer Nadel-/Blattverlust eines Baumes) und der Kronenvergilbung (Anteil der Krone mit Anzeichen von Vergilbung) werden kombinierte Schadklassen gebildet. Hat ein Baum eine Kronenverlichtung über 25 % oder weist er eine starke Kronenvergilbung auf, sprechen wir von deutlichen Schäden (Schadstufe 2–4).

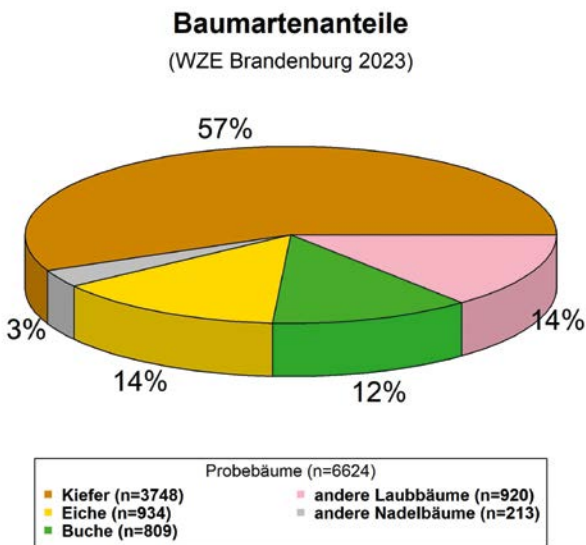


Abb. 1: Baumartengruppen und Anzahl an Probebäumen der WZE im Jahr 2023

Nach Rückgang des „Sauren Regens“ Anfang der 1990er Jahre hatte sich der Gesundheitszustand der Wälder Brandenburgs insgesamt deutlich verbessert. Seither beeinflussen vornehmlich die Auswirkungen von Dürreperioden oder der Fraß von Insekten an Nadel- und Blattwerk den Kronenzustand der Wälder Brandenburgs. In den vergangenen Jahren wurden vor allem die zunehmenden Auswirkungen der zum Teil extremen Trockenheit in den Jahren 2018, 2019, 2020 und 2022 sichtbar.

Aufgrund der vergleichsweise günstigen Witterungsbedingungen wurde im Jahr 2023 eine deutliche **Verbesserung des Kronenzustandes** festgestellt. Der geschätzte Waldflächenanteil mit deutlichen Schäden ging von 20 auf 16 % zurück, während gleichzeitig der Anteil ohne Schäden von 8 auf 25 % anstieg (Abb. 2). Dies ist vor allem auf die sehr gute Entwicklung des Kronenzustandes der Kiefer zurückzuführen, die knapp drei Viertel der Waldfläche Brandenburgs einnimmt. Erfreulicherweise ist auch die mittlere Kronenverlichtung deutlich gesunken, insbesondere bei den Bäumen bis 60 Jahre (Abb. 3).

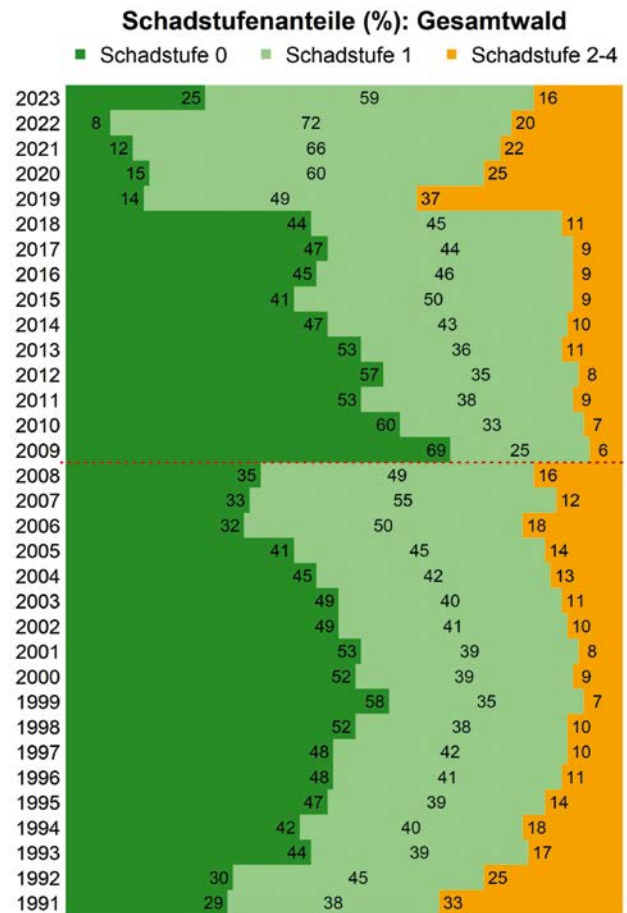


Abb. 2: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung. Darstellung für den Gesamtwald.

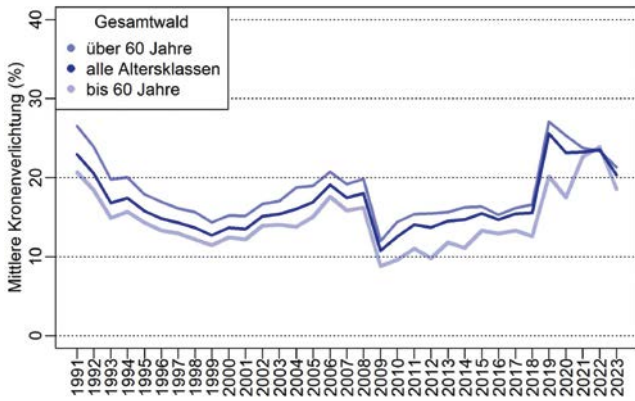


Abb. 3: Mittlere Kronverlichtung in %. Darstellung für den Gesamtwald.

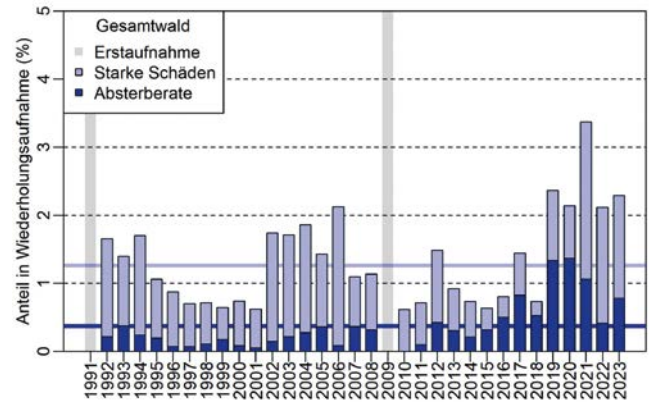


Abb. 4: Jährliche Absterberate und Anteil an starken Schäden (Kronverlichtung über 60 %) in der Wiederholungsaufnahme.

Der Anteil an stark geschädigten Bäumen (Nadel-/Blattverlust über 60 %) blieb im Vergleich zum Vorjahr mit ca. 2 % in etwa gleich. Die jährliche Absterberate hingegen stieg leicht an und war mit 0,8 % etwa doppelt so hoch wie im langjährigen Mittel. Trotz der günstigen Witterung zeigten die stark geschädigten Bäume keine Anzeichen von Erholung, so dass auch weiterhin mit einer erhöhten Sterblichkeit zu rechnen ist.

Etwa 40 % der Probestämme zeigten zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Sommer 2023 einen mittleren bis starken Fruchtbehang (Abb. 5). Die geernteten Saatgutmengen einzelner Baumarten können hiervon jedoch abweichen (vgl. S. 26). Bei guter Fruktifikation kann sich bei ausreichendem Lichteinfall, günstigem Bodenzustand und angepassten Wilddichten Naturverjüngung etablieren.

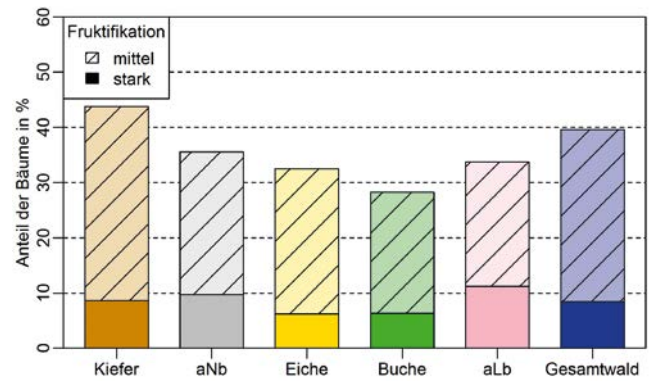


Abb. 5: Anteil an leicht und mittel-starkem Fruchtbehang. Darstellung für den Gesamtwald und getrennt nach Baumarten.



Foto: Jan Engel



KIEFER

Die Waldkiefer ist mit 70,1 % (MLUL, 2015) die flächenmäßig bedeutsamste Baumart in Brandenburg. Entsprechend groß ist ihr Einfluss auf den Gesundheitszustand des Gesamtwaldes. In den vergangenen zwei Jahrzehnten wurde der Gesundheitszustand der Kiefer vornehmlich durch Massenvermehrungen von Kiefern-großschädlingen beeinflusst. Seit 2019 kam es dann in Folge der anhaltenden Trockenheit zu einer massiven Verschlechterung des Kronenzustands.

Im Jahr 2023 betrug der geschätzte Waldflächenanteil der Kiefer mit deutlichen Kronenschäden 9 % (Abb. 6). Der Anteil der Bäume ohne sichtbare Schäden stieg sprunghaft von einem Rekordtief im Vorjahr auf nun 30 %. Diese merkbare Verbesserung des Kronenzustandes ist vornehmlich auf die bessere Wasserverfügbarkeit zu Beginn der Vegetationsperiode zurückzuführen. Für den Nadelaubtrieb im Mai stand ausreichend Wasser zur Verfügung und so konnten die Nadelverluste älterer Nadeljahrgänge teilweise ausgeglichen werden.

Die mittlere Kronenverlichtung der Kiefer ging auf 18 % zurück (Abb. 7). Seit dem Jahr 2020 hat sich die Kronenverlichtung von jüngeren und älteren Kiefern angenähert, während zuvor stets eine geringere Kronenverlichtung der jüngeren Altersklasse zu beobachten war. Diese zuvor typische Unterscheidung zwischen jüngeren und älteren Bäumen scheint sich in Folge der wiederholten Trockenheit der vergangenen Jahre aufgelöst zu haben. Der Anteil an Kiefern mit einer Kronenverlichtung von über 60 % stieg leicht an, ebenso wie die jährliche Absterberate (vgl. Abb. 4). Offensichtlich können sich die in den Vorjahren besonders stark geschädigten Kiefern nicht mehr erholen und sterben ab.

Die Fruchtbildung der Kiefer nahm in den letzten drei Jahrzehnten deutlich zu. Auch 2023 fruktifizierten wieder mehr als 80 % der beobachteten Bäume. Der Anteil an Kiefern mit mittleren bis starkem Fruchtbehang liegt im Jahr 2023 bei über 40 % (Abb. 5).

Die im Jahr 2023 am häufigsten beobachteten Schadmerkmale an Kiefern waren mechanische Schäden durch das „Peitschen“ der Nachbarbäume (34 %) sowie einzelne verbrauchte Triebspitzen in der Oberkrone der Kiefern (20 %). Letztere könnten unter anderem auf das Wirken des Großen Waldgärtners (*Tomicus piniperda* L.) zurückzuführen sein. Bei jeweils 10 % der Kiefern wurde Trockenreißig in der Lichtkrone und Befall durch die Weißbeerige Mistel beobachtet. Die im Vorjahr noch an 20 % der Kiefern auftretende Verbrennung von Nadeln wurde aktuell nur noch an 8 % der Kiefern beobachtet.

Schadstufenanteile (%): Kiefer

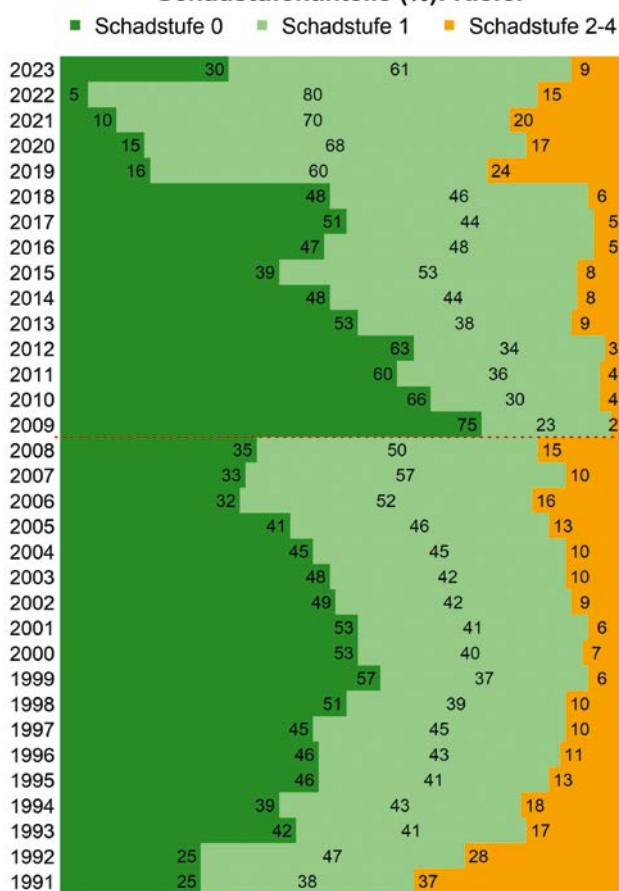


Abb. 6: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung – Kiefer.

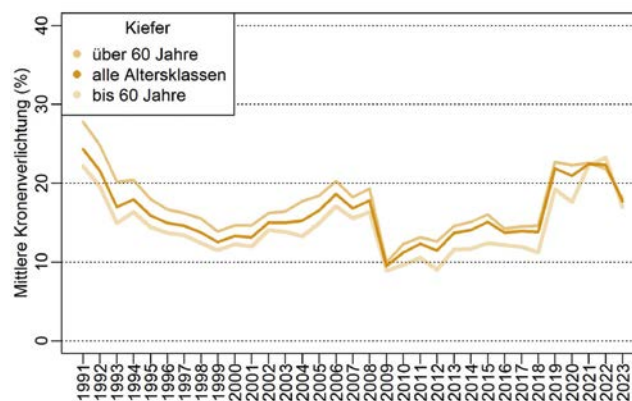


Abb. 7: Mittlere Kronenverlichtung in % – Kiefer



EICHE

Die Trauben-Eiche und die Stiel-Eiche werden in Brandenburg als Baumartengruppe „Eiche“ zusammengefasst. Mit 6,7 % (MLUL, 2015) ist die Eiche die flächenmäßig bedeutsamste Laubbaumart in Brandenburg.

Der Gesundheitszustand der Eichen zeigte in der Vergangenheit wiederholt starke Schwankungen. In den Jahren 2004, 2012 und 2019 wurden extreme Abweichungen beobachtet. Im Jahr 2012 war dies auf starken Insektenfraß zurückzuführen (vor allem durch Eichenprozessionsspinner und Frostspanner), in den beiden anderen Jahren auf eine extreme Trockenheit in den jeweiligen Vorjahren. Dem Jahr 2018 folgten weitere Trockenjahre und der Gesundheitszustand der Eiche blieb bis zum Jahr 2022 auf einem extrem schlechten Niveau.

Aktuell deutet sich eine gewisse Erholung an. Im Jahr 2023 wiesen 35 % der Eichen deutliche Kronenschäden auf, im Vergleich zu 50 % im Vorjahr. Der Anteil ohne sichtbare Schäden stieg auf immerhin 12 % an.

Allerdings ist die Verbesserung des Kronenzustands vor allem beschränkt auf die jüngeren Eichen. Hier nahm die mittlere Kronenverlichtung stark ab und ist aktuell vergleichbar mit der Kronenverlichtung dieser Altersgruppe zu Beginn der Trockenschäden im Jahr 2018. Der Zustand der älteren Eichen verbesserte sich hingegen nur geringfügig und zeigt immer noch eine mittlere Kronenverlichtung nahe 30 %.

Insgesamt ging der Anteil an stark geschädigten Eichen mit einer Kronenverlichtung von über 60 % auf 2,3 % zurück (vgl. Abb. 4). Nur ein Monitoringbaum starb seit der letzten Erhebung ab. Dies zeigt, dass Eichen auch starke Kronenschäden überstehen und ihre Kronen regenerieren können. Das darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass diese Eichen massive Strukturschäden in der Krone aufweisen und ihre Vitalität noch über Jahre geschwächt sein kann.

Die Fruktifikation der Eiche zeigte das zweite Jahr in Folge einen Anteil von mittlerem bis starkem Fruchtbehang von über 20 % (vgl. Abb. 5). In der Vergangenheit folgten einem Jahr mit starkem Fruchtbehang (Mastjahr) oft mehrere Jahre mit geringerer Fruchtbildung. In den letzten zehn Jahren wurde mit Ausnahme von 2019 bei einzelnen Bäumen immer wieder stärkerer Fruchtbehang beobachtet.

Das im Jahr 2023 am häufigsten beobachtete Schadmerkmal an Eichen war mit 23 % erneut das trockene Feinreisig in den Kronen. Der im letzten Jahr erhobene Wert von 35 % zeigt, dass ein Teil der abgestorbenen Äste aus der Krone herausgebrochen ist, was zu den beobachteten Strukturschäden der Eichenkronen führte. Trotz guter Belaubung reduziert sich dadurch die Kronengröße und damit die photosynthetisch aktive Blattmasse des Baumes.

Als zweithäufigstes Schadmerkmal wurden bei 20 % aller untersuchten Eichen Fraßschäden an den Blättern festgestellt. Dennoch verloren weniger als 1 % der Bäume dadurch mehr als 10 % an Blattmasse. Als direkte Trockenschäden wurden an 12 % der Eichen Blattverbräunungen und an 10 % Kleinblättrigkeit festgestellt.

Schadstufenanteile (%): Eiche

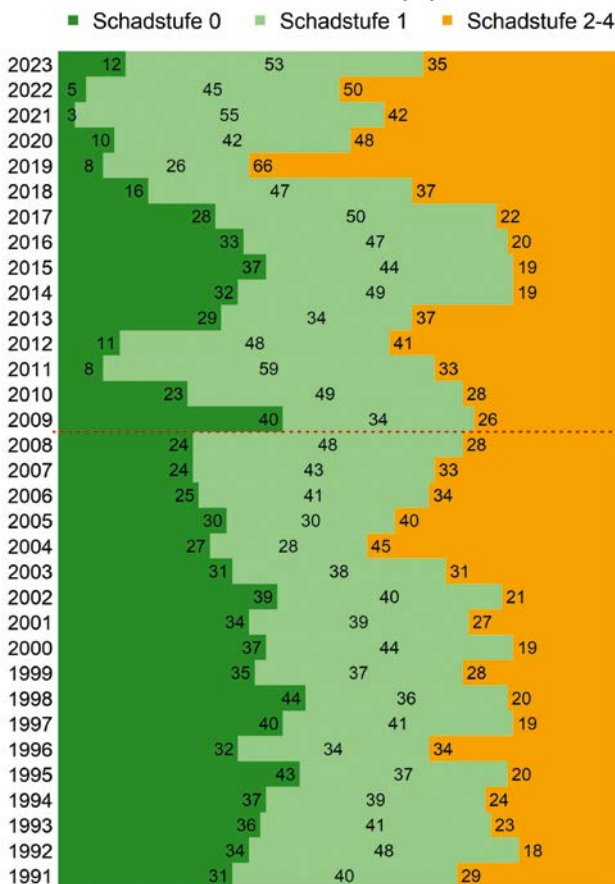


Abb. 8: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung – Eiche.

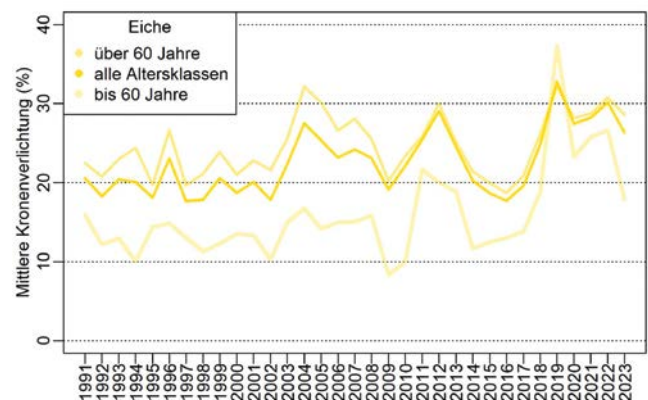


Abb. 9: Mittlere Kronenverlichtung in % – Eiche



ROT-BUCHE

Die Rot-Buche hat einen Flächenanteil in Brandenburg von 3,3 % (MLUL, 2015). Insbesondere im Norden Brandenburgs prägt sie viele Waldbilder. Angesichts aktueller Klimaprojektionen ist es jedoch vielerorts fraglich, ob die Buche ihre vorherrschende Stellung beibehalten oder sich zu größeren Anteilen als Nebenbaumart entwickeln wird (Riek et al., 2023).

Die Buche zeigte bereits nach dem Trockenjahr 2003 einen merklichen Anstieg der Kronenverlichtung, der noch über mehrere Jahre den Gesundheitszustand prägte. Bis zum Jahr 2018 verbesserte sich der Gesundheitszustand der Buche dann wieder. In Folge der Trockenheit in den Jahren 2018 und 2019 war ein noch nie dagewesener Vitalitätseinbruch zu beobachten. Seither ist der Gesundheitszustand der Baumart kritisch und über 90 % der Buchen-Waldflächen in Brandenburg weisen Kronenschäden auf.

Im Jahr 2023 betrug der geschätzte Waldflächenanteil der Buchen mit deutlichen Kronenschäden 33 % – eine deutliche Verbesserung im Vergleich zum Vorjahr. Allerdings hatten nach wie vor nur 6 % der untersuchten Buchen keine Kronenschäden. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Buchen verbesserte sich von 31 % auf 28 %, während sich die mittlere Kronenverlichtung der jungen Buchen von 21 % auf 22 % sogar leicht verschlechterte. Insgesamt ist somit keine nennenswerte Erholung des Belaubungszustandes festzustellen. Der Gesundheitszustand der Buche befindet sich weiterhin auf einem historischen Tiefstand.

Dennoch ist bisher keine der im Kollektiv der WZE beobachteten Buchen abgestorben. Das zeigt, dass die Buche trotz starker Kronenschäden sehr lange überleben kann und sich unter Umständen sogar wieder erholt. Aktuell bleibt der Anteil mit starken Kronenschäden jedoch weiterhin auf einem vergleichsweise hohen Niveau von ca. 2 % (vgl. Abb. 4).

Fast 30 % der Buchen wiesen 2023 erneut einen üppigen Fruchtbehang aus (vgl. Abb. 5). Innerhalb der letzten zehn Jahre lag der Anteil von mittel bis stark fruktifizierenden Buchen nur dreimal unter 10 %. Da der Fruchtbehang aufgrund des hohen Energieaufwands für die Bäume einen negativen Einfluss auf den Belaubungszustand haben kann, ist anzunehmen, dass nach dem Mastjahr 2022 der Vitalitätszustand der Baumart auch im Jahr 2023 noch negativ beeinflusst wurde.

Das im Jahr 2023 am häufigsten beobachtete Schadmerkmal an Buche war mit 28 % erneut der Anteil des Trockenreisigs. Ebenso wie bei der Eiche ging der Anteil auch hier stark zurück, was auf ein Herausbrechen von abgestorbenen Kronenteilen hindeutet. Zudem wurden bei 6 % der Buchen starke Totäste (Durchmesser > 10 cm) beobachtet.

Als zweithäufigstes Schadmerkmal wurde bei 18 % aller untersuchten Buchen eine Vergilbung der Blätter beobachtet. Die Blattvergilbung wird in der kombinierten Schadstufe mitberücksichtigt und führt zu einem Herabsetzen der Vitalität. Ebenso wie bei den Eichen wurden auch bei den Buchen Trockenschäden in Form von Krallenbildung, Blattrollen/Schiffchenbildung und Kleinblättrigkeit beobachtet.

Schadstufenanteile (%): Buche

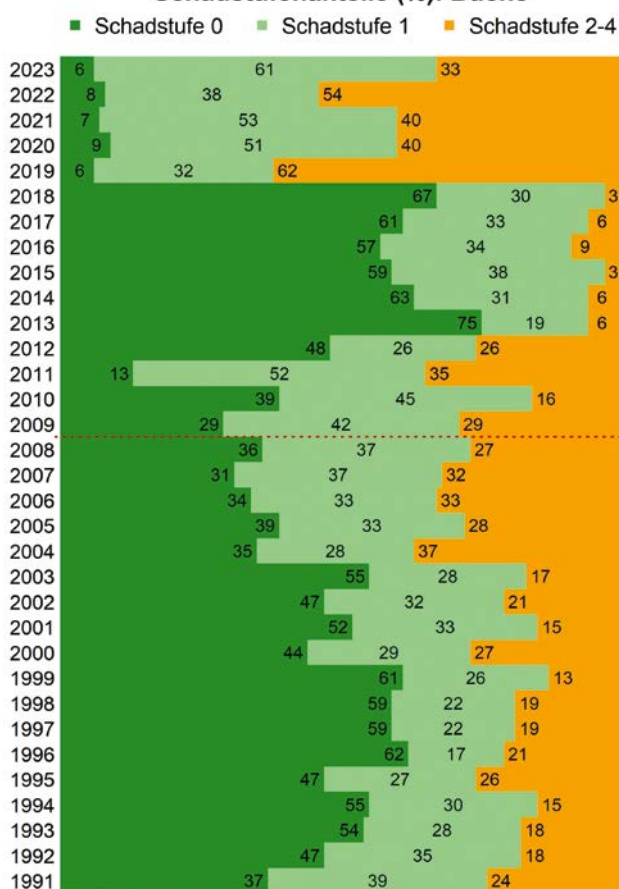


Abb. 10: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung – Buche.

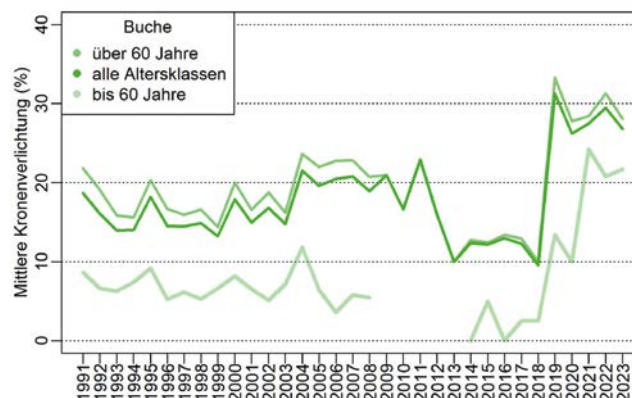


Abb. 11: Mittlere Kronenverlichtung in % – Buche



ANDERE LAUBBÄUME

Neben Buchen und Eichen werden alle anderen Laubbaumarten, die auf den Rasterpunkten des WZE-Netzes vorkommen, zu der Baumartengruppe „Andere Laubbäume“ zusammengefasst. Birken, Erlen und Robinien sind die drei häufigsten Gattungen bzw. Arten.

Diese Baumartengruppe zeigte im Trend einen vergleichbaren Verlauf der Kronenschadstufen wie Eiche und Buche, jedoch auf einem etwas besseren Niveau. Der Anteil der Bäume ohne Kronenschäden lag bisher immer über 10 %.

Im Jahr 2023 betrug der geschätzte Anteil mit deutlichen Kronenschäden 21 %, eine im Vergleich zum Vorjahr leichte Verbesserung um 3 Prozentpunkte. Der Anteil der Bäume ohne Kronenschäden stieg um 9 Prozentpunkte auf 23 %. Die mittlere Kronenverlichtung der anderen Laubbaumarten betrug 23 %, mit geringfügigen Unterschieden zwischen jüngeren und älteren Bäumen.

Die Analyse der Zeitreihe zeigt, dass sich die bereits stark geschädigten Bäume nicht erholen konnten und die jährliche Absterberate mit mehr als 6 % erneut deutlich über dem langjährigen Mittel liegt (vgl. Abb. 4). Bei den frisch abgestorbenen Bäumen handelte es sich bei knapp 70 % um Birken. Wie schon in den Vorjahren zeigt diese Baumart als Folge der Trockenheit eine deutlich erhöhte Sterblichkeit.

Charakteristisch für die in dieser Gruppe dominierenden Pionierbaumarten ist die Intensität der nahezu jährlichen Fruchtbildung (vgl. Abb. 5). In den letzten zehn Jahren fiel nur in drei Jahren der Anteil der mittel bis stark fruktifizierenden Bäumen unter 20 %. Am stärksten fruktifizierten in diesem Jahr Birke, Hainbuche und Winterlinde.

Auch in dieser Baumartengruppe war das im Jahr 2023 am häufigsten beobachtete Schadmerkmal erneut der hohe Anteil des Trockenreisigs in den Baumkronen (33 %). Ebenso wie bei Eiche und Buche hat die Trockenheit der vergangenen Jahre zu einem Absterben von mehr oder weniger großen Kronenbereichen geführt. Als zweithäufigstes Schadmerkmal wurde Blattfraß an 22 % der untersuchten Bäume beobachtet. Mit jeweils knapp 10 % folgten die Schadmerkmale Peitschschaden, Kleinblättrigkeit und Trockenäste.

Schadstufenanteile (%): andere Laubbäume

■ Schadstufe 0 ■ Schadstufe 1 ■ Schadstufe 2-4

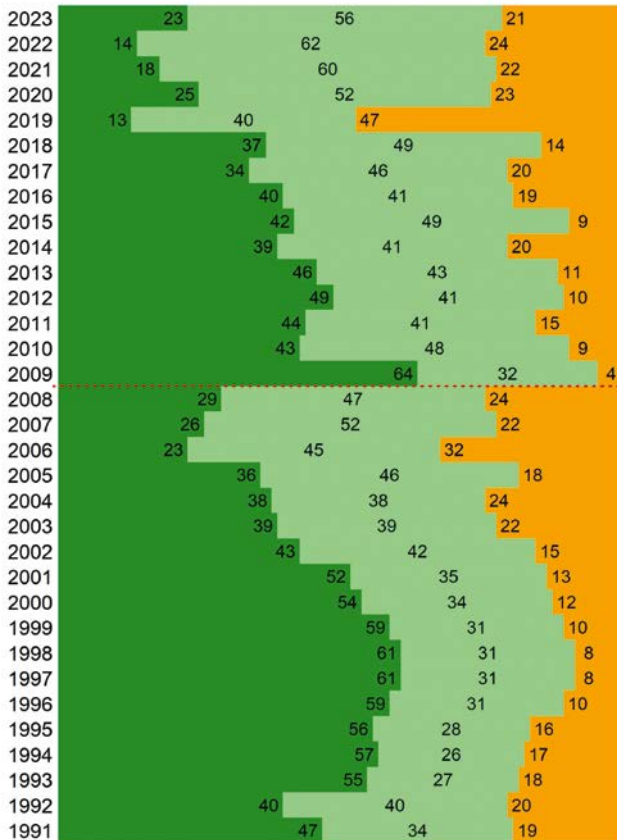


Abb. 13: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung – Andere Laubbäume.

Baumartenanteile

(WZE Brandenburg 2023)

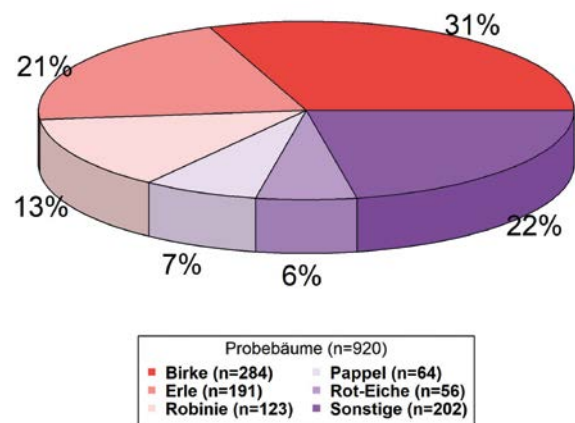


Abb. 12: Baumartenverteilung – Andere Laubbäume

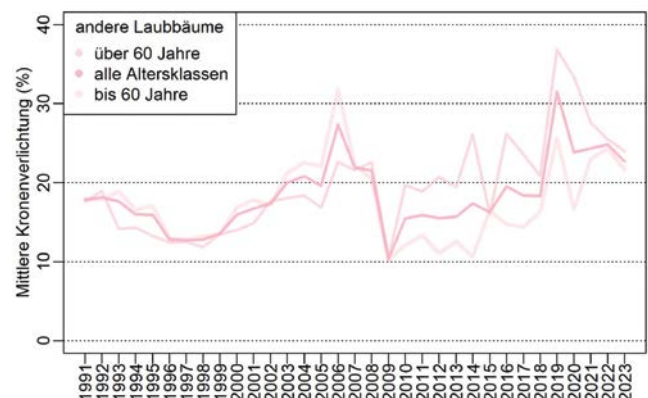


Abb. 14: Mittlere Kronenverlichtung in % - Andere Laubbäume



ANDERE NADELBÄUME

Alle Nadelbaumarten außer Kiefer, die im WZE-Netz vorkommen, werden zu der Baumartengruppe „Andere Nadelbäume“ zusammengefasst. Die Europäische Lärche, die Gemeine Fichte und die Douglasie sind die drei häufigsten Baumarten in dieser Gruppe. Aufgrund der geringen Stichprobengröße sind die Ergebnisse mit Vorbehalt zu behandeln.

Im Jahr 2023 hatten in dieser Baumartengruppe nur 19 % der Bäume deutliche Kronenschäden, eine sehr deutliche Verbesserung im Vergleich zum Vorjahr. Ebenso erhöhte sich der Anteil der anderen Nadelbäume ohne sichtbare Kronenschäden deutlich um 21 Prozentpunkte auf 37 %. Ähnlich wie bei der Kiefer ermöglichte das relativ feuchte Frühjahr gute Startbedingungen für einen vitalen Nadelaustrieb. Allerdings können die Vorjahresschäden an den älteren Nadeljahrgängen nicht regeneriert werden, so dass diese auf einem hohen Niveau verbleiben.

Dennoch verbesserte sich die mittlere Kronenverlichtung insgesamt deutlich auf aktuell 21 %, wobei die jüngeren Bäume einen schlechteren Kronenzustand aufweisen als die älteren Bäume (Abb. 17). Der Anteil an starken Schäden verbleibt aus den genannten Gründen auf einem relativ hohen Niveau (vgl. Abb. 4). Aufgrund der geringen Stichprobengröße werden die Ergebnisse jedoch stark von einigen wenigen abgestorbenen Bäumen beeinflusst.

Das im Jahr 2023 am häufigsten beobachtete Schadmerkmal bei den anderen Nadelbaumarten waren wie bei der Kiefer die Peitschenschäden (27 %). Als zweithäufigstes Schadmerkmal wurde bei 22 % der untersuchten Bäume Trockenreisig in den Kronen beobachtet, gefolgt von der Verbraunung von Nadeln mit 15 %.

Schadstufenanteile (%): andere Nadelbäume

■ Schadstufe 0 ■ Schadstufe 1 ■ Schadstufe 2-4

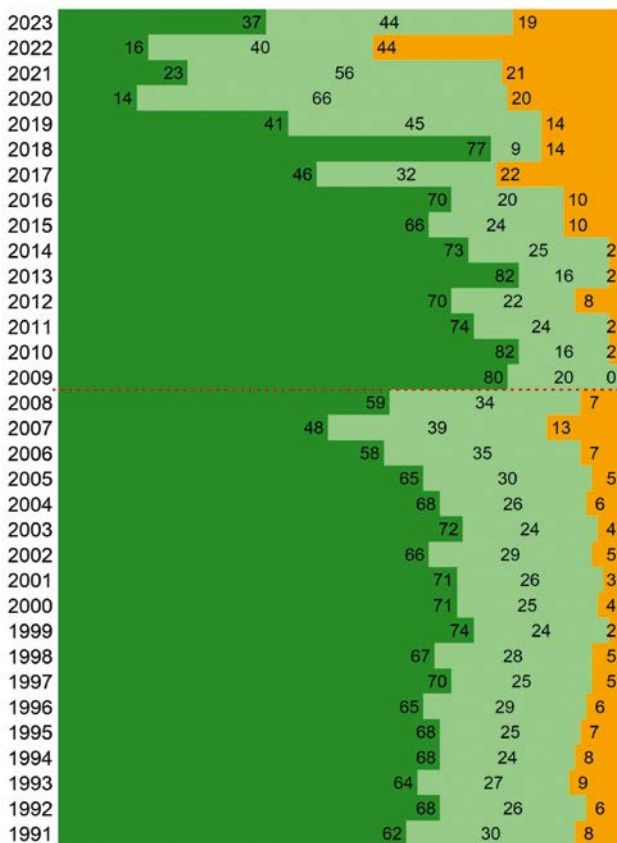


Abb. 16: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung – Andere Nadelbäume.

Baumartenanteile

(WZE Brandenburg 2023)

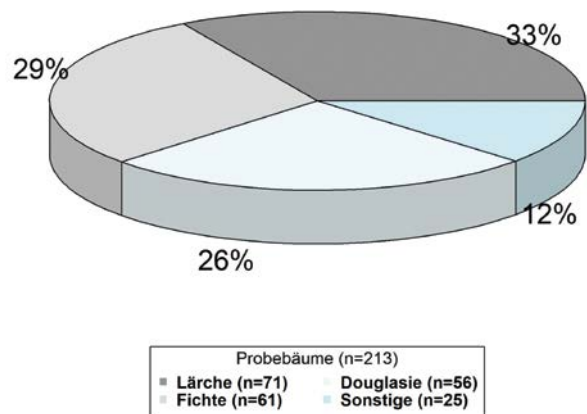


Abb. 15: Baumartenverteilung – Andere Nadelbäume

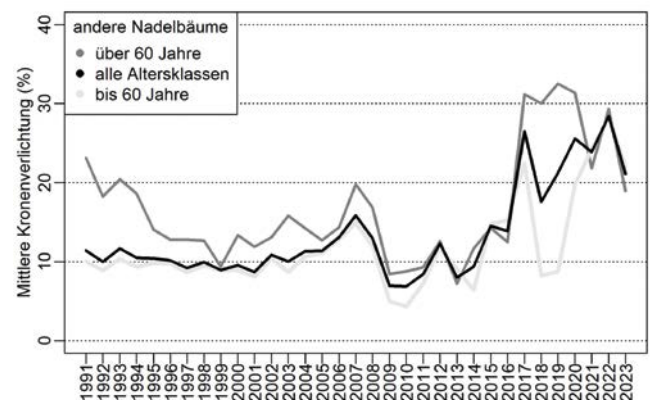


Abb. 17: Mittlere Kronenverlichtung in % – Andere Nadelbäume

Einfach nur Wetter? – Witterung, Wasserversorgung und witterungsbedingte Schäden

Seit dem Jahr 2018 waren die Witterungsbedingungen in der Vegetationsperiode in Brandenburg durch zum Teil extreme Hitze und Trockenheit geprägt. Im Jahr 2023 entspannte sich die Situation etwas, wobei auch in diesem Jahr längere Trockenperioden auftraten. Das Frühjahr war jedoch deutlich feuchter als in den Vorjahren, so dass die Vegetationsperiode insgesamt mit relativ guten Ausgangsbedingungen für das Pflanzenwachstum begann. Zur Bewertung von Klima und Witterung in Brandenburg können eigene Messreihen von den Waldklimastationen des Level-II-Programms herangezogen werden. Außerdem wurden die freiverfügbaren Messdaten des Deutschen Wetterdienstes genutzt, um das Witterungsgeschehen zu regionalisieren. Nähere Angaben zu den Methoden sind in Anhang 1 (S. 35) zu finden.

Witterung

Das Witterungsgeschehen kann durch die monatlichen Niederschlags- und Temperaturabweichungen vom langjährigem Mittel charakterisiert werden. Die Daten der meteorologischen Freilandstation in Kienhorst (Schorfheide) zeigen einen im Trend charakteristischen Witterungsverlauf für Brandenburg (Abb. 18).

Die Niederschlagsmenge im Vorjahr war deutlich unterdurchschnittlich. Seit Jahresbeginn 2023 fielen teilweise leicht, in den Monaten Januar und März deutlich, überdurchschnittliche **Niederschlagsmengen**. Ab Mai wurde es wieder trockener.

Im Vorjahr wiesen 5 Monate deutlich überdurchschnittliche **mittlere Monatstemperaturen** auf. Auch das Jahr 2023 startete mit einem extrem warmen Januar, näherte sich dann aber den langjährigen Mittelwerten an. Nur im April waren die Temperaturen deutlich unterdurchschnittlich. Die Vegetationsperiode endete mit einem extrem warmen September.

Wasserversorgung

Um abzuschätzen, wieviel Wasser den Bäumen zur Verfügung steht, kann die **klimatische Wasserbilanz** berechnet werden. Dafür wird vom gefallenen Niederschlag die potentielle Verdunstung abgezogen und die Differenz über das Jahr aufsummiert. So ist ersichtlich, wann es im Jahresverlauf zu einer eingeschränkten Wasserversorgung kam. Die potentielle Verdunstung repräsentiert jene Wassermenge, die bei unlimitierter Wasserverfügbarkeit theoretisch verdunsten, d.h. von der Atmosphäre aufgenommen werden kann. Es ist daher normal, dass die klimatische Wasserbilanz in den Sommermonaten in den negativen Bereich fällt. Die aktuelle Verdunstung hingegen hängt in starkem Maß von der Bodenbedeckung und im Wald insbesondere von der Transpiration der Bäume ab.

Die lange Zeitreihe der Messstation in Kienhorst verdeutlicht, dass die Wälder im Frühjahr 2023 überdurchschnittlich gut mit Wasser versorgt waren (Abb. 19). Ab Mai fiel die klimatische Wasserbilanz dann relativ steil ab. Ende Juni und Anfang August sorgten dann eher durchschnittliche Niederschlagsmengen (vgl. Abb. 18) für ein Einpendeln der klimatischen Wasserbilanz nahe dem langjährigem Mittel. Im September nahm die klimatische Wasserbilanz aufgrund der überdurchschnittlich warmen und trockenen Witterungsbedingungen dann erneut ab.

Um die Wasserversorgung für Brandenburg insgesamt beschreiben zu können, kann die regionalisierte klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperioden (April-September) der letzten neun Jahre herangezogen werden. In Abb. 25 sind die Jahre und Regionen mit eingeschränkter Wasserverfügbarkeit an den Rottönen gut erkennbar. Das extreme Trockenjahr 2018 sticht heraus, wobei auch die Jahre 2019, 2020 und 2022 fast überall in Brandenburg überdurchschnittlich trocken waren. Letztmalig im Jahr 2017 konnten die Wälder als gut wasserversorgt angesehen werden, mit einer im Norden Brandenburgs sogar positiven klimatischen Wasserbilanz. Das Jahr 2023 lässt sich hinsichtlich der Wasserversorgung somit als **moderat wasserversorgt** einordnen.



Foto: Jan Engel

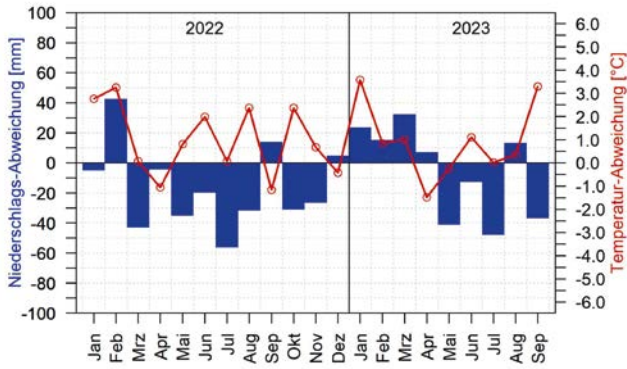


Abb. 18: Monatliche Niederschlags- und Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittel (1996 bis 2021) an der Level II Fläche Kienhorst (1203).

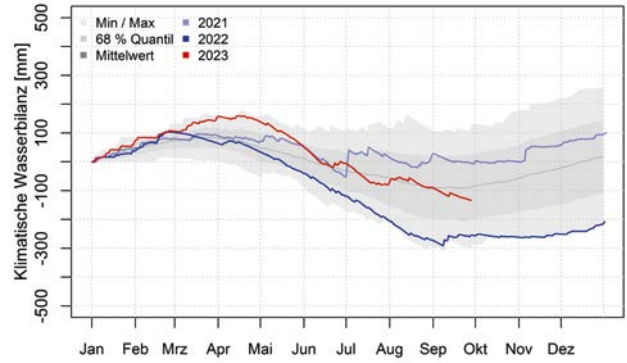


Abb. 19: Klimatische Wasserbilanz der letzten drei Jahre und als langjähriges Mittel (1996 bis 2022) an der Level II Fläche Kienhorst (1203).

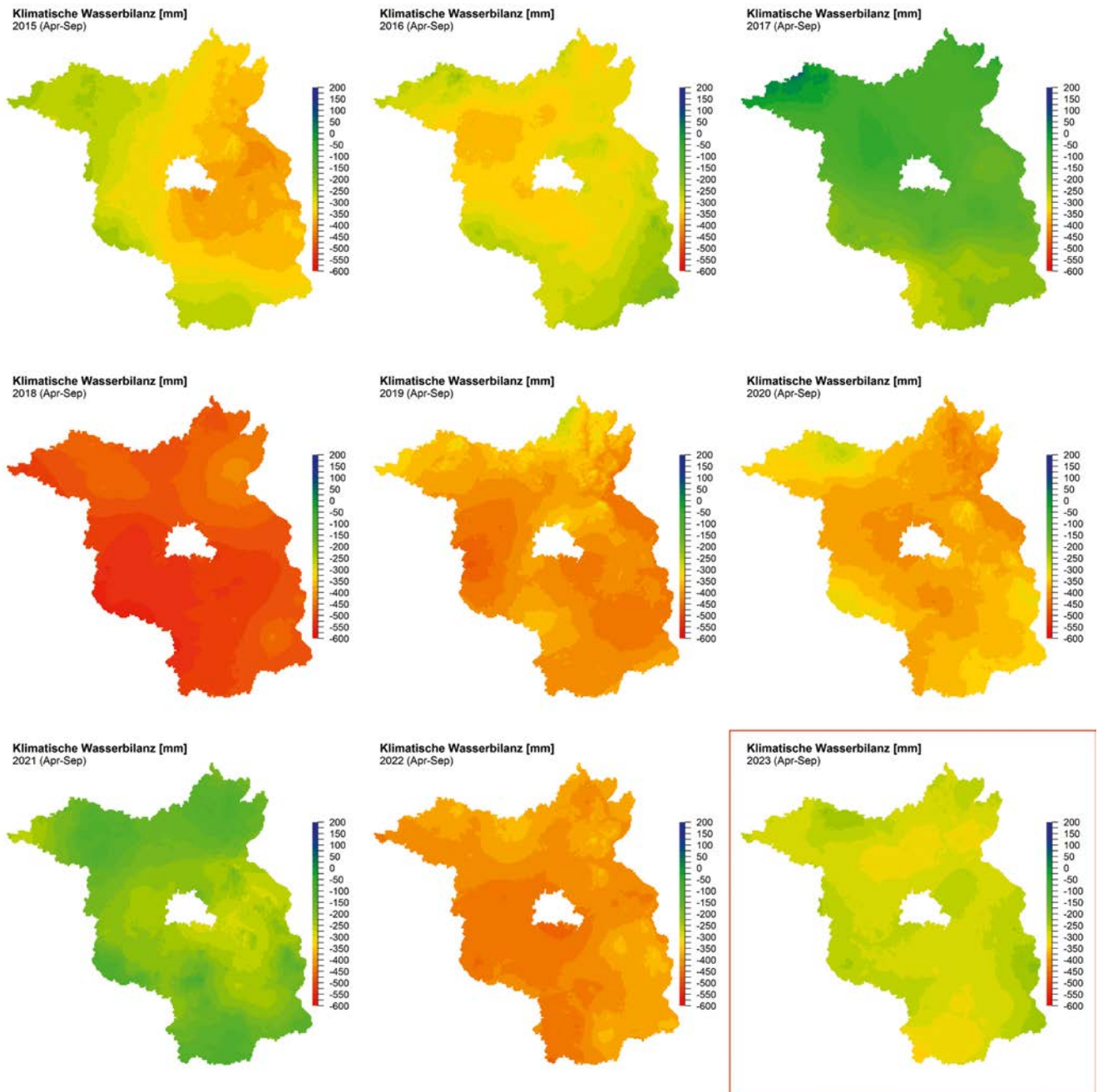


Abb. 20: Regionalisierte klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode (April bis September) in Brandenburg in den Jahren 2015 bis 2023.

Witterungsbedingte Schäden

Das Jahr 2023 war im Hinblick auf Schäden durch Stürme, Dürre, Spätfröste oder Hagel **vergleichsweise unauffällig**. Auch das Waldbrandjahr 2023 war für Brandenburg ein durchschnittliches (Abb. 21). Bis Ende Oktober wurden 244 Waldbrände gemeldet, die insgesamt eine Waldfläche von 763,14 Hektar erfassten¹. Knapp 95 % aller Waldbrände blieben unter einem Hektar Schadfläche. Ein Großbrand nahe Jüterbog schädigte 688 Hektar.

Im Frühjahr kam es in Verjüngungen nur lokal und in sehr geringem Umfang zu Spätfrostschäden. Die Dürreschäden in jungen Beständen erreichten mit Stand September 2023 das mittlere Niveau der vergangenen 10 Jahre. Die Schadfläche umfasst ca. ein Drittel des in den Dürrejahren 2018 und 2019 gemeldeten Umfangs (Abb. 22). Schwierig für die angestrebten Waldumbauziele ist, dass somit seit 6 Jahren die Dürreschäden in Kunst- und Naturverjüngungen durchgängig auf relativ hohem Niveau liegen. Schäden durch Hagel wurden für über 450 Hektar gemeldet, ein relativ hoher Wert (Abb. 23). Intensive Hagelschäden verursachen häufig im Zusammenspiel mit folgend pilzlichen Schaderregern sowie holz- und rindenbrütenden Insekten das flächige Absterben von Bäumen.



Foto: Bente Däitz



Foto: Raimund Engel

¹ Siehe auch ausführliche jährliche Waldbrandstatistik unter <https://forst.brandenburg.de/lfb/de/ueber-uns/landeskompetenzzentrum-lfe/aktuelle-waldschutzinformationen/>

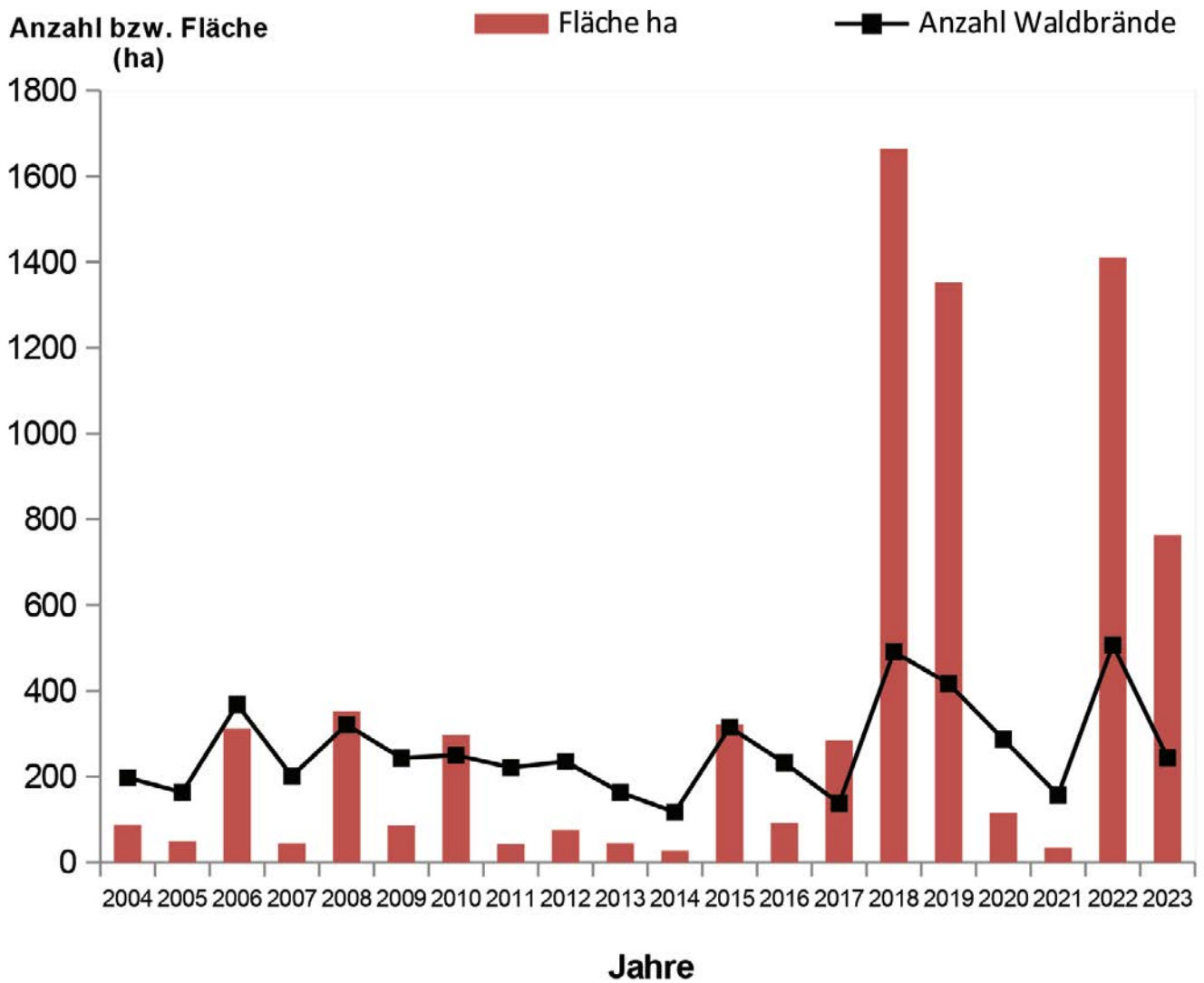


Abb. 21: Die Waldbrandstatistik der vergangenen 20 Jahre im Land Brandenburg (LFB).

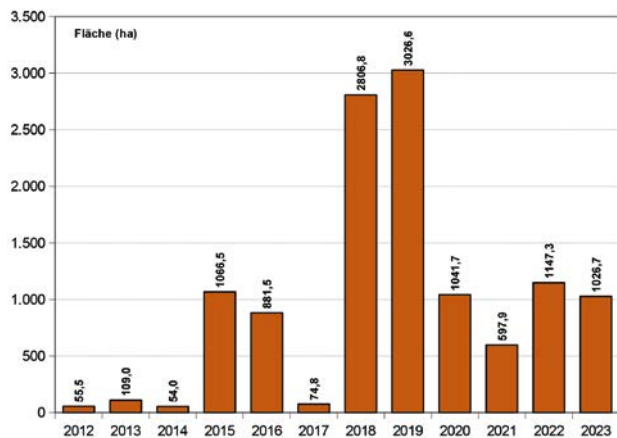


Abb. 22: Schäden an Waldverjüngung im Land Brandenburg durch Dürre (Monatlicher Waldschutzmeldedienst des LFB).

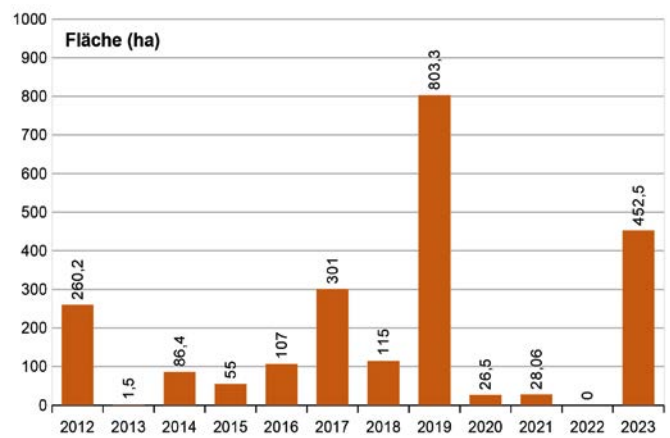


Abb. 23: Schäden im Land Brandenburg durch Hagel (Monatlicher Waldschutzmeldedienst des LFB).

Insekten, Pilze & Co. – Biotisch bedingte Schäden

Während die Waldzustandserhebung einmal jährlich in der Vegetationsperiode repräsentativ auf festgelegten Rasterpunkten durchgeführt wird, erfolgt im Gesamtwald über das ganze Jahr ein flächendeckendes Waldschutzmonitoring. Dieses ist unverzichtbar für das Waldschutzrisikomanagement, d. h. die Erfassung, Bewertung und Kommunikation der aktuellen Waldschutzsituation sowie die Beratung der Waldbesitzenden zu Möglichkeiten der Prophylaxe oder etwaigen Gegenmaßnahmen. Basis ist der sogenannte „Monatliche Waldschutzmeldedienst“. In jedem Forstrevier der Oberförstereien werden für den Beobachtungszeitraum typische Schäden, Schädlinge (u. a. Insekten und Mäuse) oder Schaderreger (u. a. Pilze, Bakterien, Viren) sowie witterungsbedingte Schadereignisse erfasst (S. 20).

Für die in Brandenburg zu Massenvermehrungen fähigen Insekten erfolgen spezielle Überwachungsmaßnahmen, deren Intensität an die aktuelle Befallssituation angepasst wird. Dies betrifft insbesondere die nadelfressenden Insekten an Kiefer, wie Nonne oder Kiefernspinner, und die blattfressenden Insekten an Eiche, wie Eichenprozessionsspinner oder Frostspanner. So können lokale Hotspots von Waldschäden sowohl prognostiziert und abgegrenzt als auch biotischen und abiotischen Schadursachen zugeordnet werden.

Detaillierte Informationen zum Waldschutzmonitoring und zur aktuellen Waldschutzsituation sind im jährlichen Waldschutzbericht² zu finden (siehe auch S. 33).

Komplexe Schäden

Obwohl im Jahr 2023 nicht nur witterungsbedingte Schäden auf einem relativ niedrigem Niveau lagen (S. 20), sondern auch die zu Massenvermehrungen neigenden blatt- oder nadelfressenden Insekten nur lokal eine Rolle spielen, gibt es insgesamt **keinen Trend zur Verbesserung der Waldschutzsituation**. Die Vitalität aller Hauptbaumarten in Brandenburg wird durch das komplexe Zusammenspiel zahlreicher Einflussfaktoren negativ beeinflusst, darunter vor allem die seit 2018 anhaltende Trockenheit. Infolge der nur eingeschränkten oder ausbleibenden Erholung der Bäume nach den Dürrejahren, der überdurchschnittlichen Häufung starker Stürme oder Waldbrände in den Vorjahren sowie flächigen Fraßschäden durch nadelfressende Insekten kommt es nicht nur bei Kiefer, Eiche und Rot-Buche, sondern auch vielen weiteren Baumarten zunehmend zu Absterbeprozessen (Abb. 24). Profiteure der von Stürmen, Waldbränden, Dürre oder Insektenfraß zunehmend häufiger betroffenen Wälder sind – landesweit – verschiedenste pilzliche Schaderreger und Insekten, darunter eine Vielzahl holz- und rindenbrütender Käferarten.

2 verfügbar unter <https://forst.brandenburg.de/lfb/de/ueber-uns/landeskompetenzzentrum-lfe/aktuelle-waldschutzinformationen/>



Abb. 24: Absterbende Kiefern als Folge komplexer Schadereignisse (Foto: Aline Wenning)



Abb. 25: Mistelbefall an Kiefern (Foto: Aline Wenning)

Wichtige pilzliche Faktoren im komplexen Schadgeschehen sind wie in den Vorjahren in den Kiefernbeständen das Diplodia-Triebsterben (Erreger: *Sphaeropsis sapinea*) und bei der Rot-Buche rindenbesiedelnde Pilze wie der Münzenförmige Rindenkugelpilz (*Biscogniauxia nummularia*) und der Spaltblättling (*Schizophyllum commune*). Gleichzeitig hat an Kiefern der Befall durch Misteln deutlich zugenommen (Abb. 25).

Das landesweit im Sommer 2023 beobachtete neuartige Schadgeschehen in Douglasienbeständen belegt das hohe **Gefährdungspotenzial komplexer Schadereignisse**, an denen auch eingeschleppte invasive „Mittäter“ beteiligt sind. Als Verursacher der in Nord- und Westbrandenburg auffälligen Schäden an jungen Douglasien wurden mit unterschiedlichen Anteilen das Diplodia-Triebsterben (*Sphaeropsis sapinea*), die aus Nordamerika stammende und 2016 erstmalig in Brandenburg nachgewiesene Douglasien-Gallmücke (*Contarinia cf. pseudotsugae*; Abb. 26), die Rußige Douglasienschütte (*Nothophaeocryptopus gaeumannii*) und die Sitka-Fichtengallenlaus bzw. Douglasien-Wolllaus (*Adelges cooleyi/coweni*-Komplex) ermittelt.



Abb. 26: Gallen der Douglasien-Gallmücke *Contarinia cf. pseudotsugae* (Foto: K. Hielscher)



Abb. 27: Ruheneist des Kiefernprozessionsspinner (Foto: Pascal Ebert)

Nadel- und blattfressende Insekten an Kiefer und Eiche

Nadel- bzw. blattfressende Larven der für Brandenburg typischen Bestandesschädlinge von Kiefer, Trauben- und Stiel-Eiche haben 2023, wie auch in den Vorjahren, nur sehr lokal auffällige Fraßschäden verursacht. Der Eichenprozessionsspinner und die Frühjahrsfraßgemeinschaft der Eiche, mit u. a. Großem und Kleinem Frostspanner, verursachten selbst in Nordwestbrandenburg nur sehr geringe Schäden. In Südbrandenburg führte der Fraß der Gemeinen Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini*) im Landkreis Elbe-Elster auf ca. 1.000 ha lokal zu merklichen Schäden in Kiefernbeständen. In der Lausitz kam es kleinflächig zu merklichen Nadelverlusten durch Raupen des Kiefernspinners. Auffälliger als in den Vorjahren war in Südbrandenburg der Kiefernprozessionsspinner (Abb. 27), bei dem das Hauptproblem weniger der Raupenfraß an Kiefernadeln als die gesundheitliche Gefährdung von Waldbesuchern oder Waldarbeitern durch die Gifthaare der Raupen ist.

Im äußersten Nordwesten Brandenburgs, nahe Lenzen, verursachten die Larven der Kleinen Dunklen Kiefernbuschhornblattwespe (*Gilpinia frutetorum*) wie schon 2021 und 2022 merkbare bis starke Fraßschäden in ca. 1.000 ha Kiefernbeständen (Abb. 28). Das Befallsgebiet umfasst wie in den Vorjahren auch benachbarte Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Witterungsextreme im Frühsommer beeinträchtigten die Larvenentwicklung dieser Pflanzenwespe und verhinderten einen auf Grundlage des intensiven Schädlingsmonitorings prognostizierten Kahlfraß. Mit der Zunahme der Klimaextreme wird also nicht nur die Vielfalt der Schadfaktoren und deren Zusammenspiel immer komplexer, sondern gleichzeitig auch die Prognose von Schäden immer anspruchsvoller.

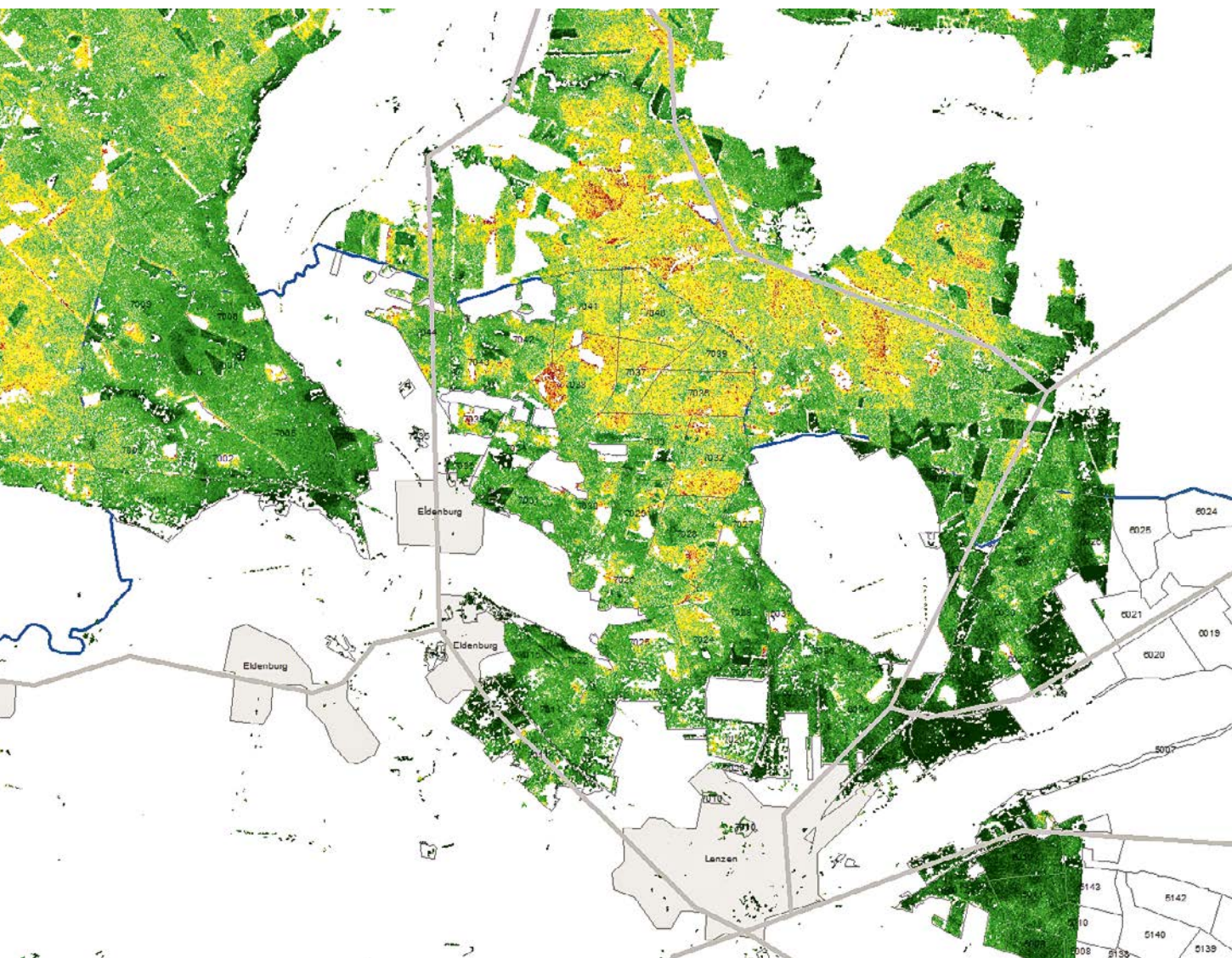


Abb. 28: Schadgebiet der Kleinen Dunklen Kiefernbuschhornblattwespe in der Prignitz als Darstellung der Vitalität der Kiefern nach Satellitenaufnahmen (EogreenAnalytics, LFB).

Für den Wald von morgen – Blüte und Samenernte

Blüte der Waldbäume

Das Blühen der Waldbäume führt zu einer ersten Einschätzung der Aussichten für die Saatguternte der kommenden Saison. Die Blühintensität wird dabei von mehreren Faktoren beeinflusst, darunter z.B. die Baumart, die Fruktifikationsstärke in den vorangegangenen Jahren, die genetische Veranlagung, die aktuelle Witterung und die Witterung des Vorjahres. Die aktuelle Witterung zur Zeit der Blüte wirkt sich auch auf die genetischen Parameter der Saatgutpartie aus. Eine kurze starke Blüte nach einem kalten Winter und Vorfrühling führt zu einer kurzen intensiven Blühphase mit optimaler Pollenwolke. So können sich viele Bäume einer Population gegenseitig befruchten.

Die Blühintensität der Waldbäume wird bundesweit jährlich bis Anfang Juni bewertet. Die Einschätzung reicht von „keine Blüte“ (1) bis „volle Blüte“ (4). Die Bewertung der beiden letzten Jahre für Brandenburg ist aus Tab. 1 ersichtlich.

Tab. 1: Blühintensität von Waldbäumen in Brandenburg 2022 und 2023. Die Einschätzung reicht von „keine Blüte“ (1) bis „volle Blüte“ (4).

	Blühintensität 2022	Blühintensität 2023	Trend
Spitz-Ahorn	3,4	3,3	⇒
Berg-Ahorn	3,1	3,3	↗
Rot-Erle	3,0	2,5	↓
Sand-Birke	3,1	3,1	⇒
Hainbuche	2,8	3,6	↑
Ess-Kastanie	2,9	2,9	⇒
Rot-Buche	3,4	2,0	↓
Vogel-Kirsche	3,4	3,4	⇒
Trauben-Eiche	3,1	2,7	↓
Stiel-Eiche	3,2	2,7	↓
Rot-Eiche	3,2	2,6	↓
Winter-Linde	3,3	3,2	⇒
Sommer-Linde	3,3	3,2	⇒
Weiß-Tanne	3,0	2,5	↓
Europäische Lärche	2,8	2,6	↘
Kiefer	3,4	2,9	↓
Douglasie	2,8	2,0	↓

Das Frühjahr 2023 war in Brandenburg durch eine eher kühle und feuchte Witterung mit einer langgestreckten Blühphase geprägt. Auswirkungen hatte dies besonders auf den Spitz-Ahorn, der nach einer guten Blüte nur einen durchschnittlichen bis geringen Fruchtansatz zeigte. Besonders reichlich blühten dagegen die Lindenarten (Abb. 29) und die Hainbuche. Die Blüte der beiden heimischen Eichenarten war schwer zu bewerten; teilweise zeigte sich im Jahresverlauf ein guter Fruchtansatz. Die Rot-Buche blühte nur schwach und nur in den südlichen Landesteilen, nachdem sie im Vorjahr reichlich fruktifizierte.



Abb. 29: Blüte der Winter-Linde (Foto: Dagmar Schneck)

Saatguternte 2022/2023

Das Erntejahr für forstliche Arten erstreckt sich immer von vom 1. Juli eines Jahres bis zum 30. Juni des Folgejahres. Nach zwei schlechten Jahren konnte über alle Arten betrachtet für die Saison Herbst 2022 bis Frühjahr 2023 zumindest eine durchschnittliche Ernte eingebracht werden. Tab. 2 enthält die in 276 Einzelernten erzielten Mengen an Rohsaatgut.

Tab. 2: Saatguterntemengen der Waldbäume in Brandenburg im Erntejahr 2022

Baumart	Rohsaatgut (kg)	Wildlinge (Stück)
Berg-Ahorn	515	1.000
Douglasie*	28.231	2.400
Ess-Kastanie	1.935	
Europäische Lärche*	205	
Fichte*	2.935	
Große Küsten-Tanne*	4.521	570
Hainbuche	48	
Kiefer*	23.751	
Rot-Buche	44.686	
Rot-Eiche	5.554	
Sand-Birke	8,5	
Spitz-Ahorn	581	
Schwarz-Kiefer*	1.678	
Stiel-Eiche	11.100	
Trauben-Eiche	61.521	649.350
Vogel-Kirsche	757	
Winter-Linde	13	

* Gewicht der Zapfen

Bei der Rot-Buche (Abb. 30) wurde mit knapp 45 t nach dem Spitzenjahr 2019 (53 t Rohsaatgut) das zweitbeste Ergebnis in der Geschichte Brandenburgs erzielt. Auch bei der Douglasie fiel die Ernte mit 28 t Zapfen überdurchschnittlich aus, ebenso wie bei der Vogelkirsche mit 750 kg Früchten. Auf nur durchschnittliche Erntemengen kamen dagegen die sonstigen Laubgehölze wie Ahorn (Abb. 30) und Hainbuche. Bei den Eichenarten konnten 70 t Saatgut gewonnen werden, davon allein 61,5 t für die Trauben-Eiche. Ergänzt wurde die Saatguternte durch die Gewinnung von 650.000 Wildlingen, überwiegend Traubeneichen.

In der aktuellen Erntesaison 2023 konnte bei der Stiel-Eiche mit 14,2 t das Vorjahresergebnis (2,1 t) deutlich übertroffen werden. Für die Trauben-Eiche liegt das vorläufige Ergebnis bei knapp 50 t Rohsaatgut. Bei der Hainbuche wurde mit 2,8 t ein Spitzenergebnis erzielt.



Abb. 30: Samen von Rot-Buche (oben) und Berg-Ahorn (unten) (Fotos: Dagmar Schneck)

Muss das sein? – Müll im Wald

Abfälle, die im Wald unzulässig abgelagert wurden und bei denen ein Verantwortlicher nicht festgestellt werden kann, werden vom Landesbetrieb Forst Brandenburg erfasst und eingesammelt. Im Jahr 2022 wurden mehr als 6.078 Kubikmeter Müll illegal in den Wäldern Brandenburgs abgelagert. Dies entspricht einem 6 Kilometer langen, 1 Meter breiten und 1 Meter hohen Müllwall. Auch im Jahr 2023 wurden bis Ende Oktober bereits 5.197 Kubikmeter illegaler Müll registriert. Das Einsammeln und Entsorgen erfolgt sowohl mit eigenen Arbeitskräften als auch mit beauftragten Fachunternehmen. Im Jahr 2022 kostete allein das Einsammeln dieses Mülls, noch ohne Entsorgung, mehr als 2,1 Millionen Euro.



Abb. 31: Gefährlicher gewerblicher Abfall im Wald (Foto: LFB)

Neben achtlos weggeworfenen Bonbonpapieren, Haushaltsmüll, Siedlungsabfällen und ganzen Datschenmöblierungen werden zunehmend auch gefährliche Abfälle wie z. B. Asbest, Dämmstoffe oder Dachpappe im Wald abgeladen. Die ordnungsgemäße Entsorgung dieses Sondermülls würde die Abfallverursacher aufgrund der Schadstoffbelastung sonst viel Geld kosten – eine mögliche Ursache für den steigenden Anteil gefährlichen gewerblichen Mülls, der illegal im Wald abgelagert wird.



Abb. 32: Typische Siedlungsabfälle (Foto: LFB)

Das berlinnahe Brandenburger Umland ist von den illegalen Müllplätzen besonders stark betroffen. Die Autobahnausfahrten und umliegenden Waldflächen entlang des Berliner Rings sind „Hotspots“ der illegalen Müllablagerung. Trauriger Spitzenreiter ist die Oberförsterei Neuendorf im Landkreis Oberhavel mit 724 Kubikmetern im Jahr 2022 sowie bislang 627 Kubikmetern im Jahr 2023. Dies bedeutet, dass die hoch qualifizierten Waldarbeiter der Oberförsterei den überwiegenden Teil ihrer Arbeitszeit zum Mülleinsammeln verwenden müssen und somit ihren originären forstlichen Fachaufgaben wie beispielsweise der Waldpflege nicht nachkommen können.



Abb. 33: Auch kontaminiertes Altholz findet den Weg zurück in den Wald (Foto: LFB)



Hyperspektrale Befliegung des Waldgebietes „Hohes Holz“ (südwestlich von Magdeburg) vom Juni 2023 - Darstellung in Falschfarben. (© UFZ AG | ACY 2023).

Im Fokus! Der Waldzustandsmonitor des UFZ – Chancen und Limitierungen eines fernerkundungsbasierten Tools für die Waldzustandserhebung

Der UFZ-Waldzustandsmonitor

Der [Waldzustandsmonitor](https://www.ufz.de/index.php?de=48150)³ ist ein von der Helmholtz-Gemeinschaft finanziertes Projekt in der Arbeitsgruppe Landbedeckung & Dynamik am [Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ](https://www.ufz.de/index.php?de=37497)⁴ in Leipzig. Der Monitor stellt fernerkundungsbasierte, flächendeckende, jährliche und saisonale Ableitungen des Waldzustands fortlaufend seit 2017 bereit. Der Begriff „Waldzustand“ bezeichnet in diesem Fall den Kronenzustand der vom Satelliten beobachteten Waldbestände. Durch die Auswertung aktueller Satellitendaten im Vergleich zu langjährigen Beobachtungen werden Veränderungen von Blattfläche, Pflanzenwassergehalt sowie Pigmentgehalten erfasst und ausgewertet. Ziel ist dabei die Identifikation von geschädigten Waldflächen, d.h. Flächen mit Veränderungen des Waldzustands bzw. negativen Anomalien. Anschließend werden diese Anomalien anhand von forstwirtschaftlichen Erhebungen und Schadkartierungen an ausgewählten Beobachtungsstandorten validiert.

Der Waldzustandsmonitor liefert Informationen für sämtliche von Wald bedeckten Flächen in Deutschland. Anhand der berechneten Waldzustandsanomalien von 2017-2022 zeigen insbesondere Gebiete in der Mitte Deutschlands, z. B. in den Regionen Harz, Sauerland und Sächsische Schweiz, einen deutlichen Anstieg der geschädigten Waldfläche, speziell ab 2019 (Lange et al., in review). Die wissenschaftliche Aufarbeitung mittels Satellitendaten zeigt damit erstmals flächenhaft die durch den Klimawandel induzierte Dynamik des Waldzustands. Dafür gibt es vielfältige Ursachen: Hitze, Dürre und Schädlingsaufkommen sowie deren Zusammenspiel schädigen die Wälder und führen auch zu Folgeschäden, u.a. Sturmwurf und erhöhte Waldbrandgefahr. Eine genaue Interpretation der Anomalien bzw. der tatsächlichen Ursachen kann jedoch nur im Zusammenspiel mit den Landesforstbehörden und dem terrestrischen Monitoring erreicht werden.

3 <https://www.ufz.de/index.php?de=48150>

4 <https://www.ufz.de/index.php?de=37497>

Der UFZ-Waldzustandsmonitor ist somit als komplementäre Ergänzung zu etablierten terrestrischen Stichprobeninventuren wie der im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft stattfindenden Waldzustandserhebung (WZE) zu verstehen. Eine Stichprobeninventur wie die WZE erfasst sehr detaillierte Daten auf Einzelbaumebene, ist aber entsprechend zeit- und personalintensiv und damit in der Anzahl der Erhebungspunkte limitiert. Durch die Verwendung beider Komponenten besteht zukünftig das Potenzial, erstmals insbesondere die regionale Betrachtungsebene robuster abzubilden und eine flächenhafte Übersetzung der forstlich erhobenen Statistiken zu ermöglichen. Die flächenhafte Darstellung des Waldzustandes kann dabei helfen, großflächige Schadereignisse räumlich präzise darzustellen und Regionen mit höherem Gefährdungspotential zu identifizieren. Hierbei sind jedoch die Unsicherheiten und Grenzen fernerkundungsbasierter Ansätze zu beachten und kritisch zu prüfen. Die Arbeitsgruppe Forstliche Fernerkundung der Länder hat diesbezüglich ein Positionspapier erarbeitet, das noch in diesem Jahr veröffentlicht werden soll.

Neben dem Waldzustand leitet das Projekt auch weitere Produkte wie Hauptbaumarten, die Vegetationslänge (Phänologie) oder die zukünftige Baumartenverbreitung unter dem Einfluss des Klimawandels ab. Die Ergebnisse des Waldzustandsmonitors können online über ein [WebGIS⁵](#) eingesehen werden.

Interpretation der Waldzustandswerte

Der Waldzustand wird aus der Abweichung von langjährigen Beobachtungen abgeleitet. Eine negative Abweichung stellt in der Regel einen schlechteren Waldzustand dar, z. B. aufgrund negativer Änderungen im Chlorophyll- oder Wassergehalt oder als Folge der Kronenverlichtung. Über eine Validierung mittels eigener Waldbegehungen, Daten aus dem Copernicus Emergency Management System und anderen aktuellen Karten zur Waldbedeckung lässt sich sicher feststellen, dass ein Bestand mit einem Wert von unter -0.15 stark geschädigt oder abgestorben ist. Stärkere Schäden (z. B. starker Nadel-/Blattverlust, Absterben der Bäume) sind hierbei im Allgemeinen besser zu erfassen als leichte Schäden (z. B. leichter Nadel-/ Blattverlust).

Mittlere Waldzustandswerte zeigen entsprechend keine Anomalie und stellen den für die jeweilige Baumart zu erwartenden Normalzustand am jeweiligen Zeitpunkt innerhalb des Jahres dar. Positive Waldzustandswerte zeigen eine positive Abweichung vom zu erwartenden Zustand, die z. B. durch positive Änderungen im Chlorophyll- oder Wassergehalt oder durch dichtere Belaubung bzw. Benadelung entstanden sein kann.

Unsicherheiten des UFZ-Waldzustandsmonitors

Die Ergebnisse spiegeln die typischen Unsicherheiten optischer Satellitenbeobachtungen wieder; darunter Sensorunsicherheiten, einschließlich des Signal-Rausch-Verhältnisses, radiometrischen Unsicherheiten und Lageungenauigkeiten, sowie Bewölkung und Beleuchtungsbedingungen.

Diese Ungenauigkeiten haben einen Einfluss auf die Klassifikationsgüte der Baumarten. Dazu kommen die Unsicherheiten in den Bodenreferenzdaten. Die verwendeten Forsteinrichtungsdaten der Bundesländer sind kein einheitlicher Datensatz. So ist z. B. der Erhebungszeitpunkt unterschiedlich und kann zum Teil mehrere Jahre in der Vergangenheit liegen. Zudem werden in den Forsteinrichtungsdaten lediglich Flächenanteile von Baumarten innerhalb großflächiger Gebiete angegeben.

Eine räumlich explizite Standortangabe innerhalb dieser Gebiete liegt nicht vor, so dass eine 1:1-Zuweisung zwischen Bildpixel und Baumart oder Baumartenmischung nicht erfolgen kann. Dies beeinträchtigt insbesondere die Unterscheidung von Nebenbaumarten, da das Trainieren des Klassifikationsalgorithmus hier nur mit einem relativ kleinen und stark verrauschten Datensatz erfolgen kann. Die letztlich erzielte Klassifikationsgenauigkeit wird schließlich in einer Konfusionsmatrix pro Baumart quantifiziert. Die Gesamtgenauigkeit der Baumartenkarte beträgt ca. 80% (PREIDL ET AL., *in review*).

Die Unsicherheiten bei der Klassifizierung von Baumarten können sich auch auf die Bewertung des Waldzustands auswirken, da verschiedene Baumarten unterschiedliche spektrale und zeitliche Reflektionsmuster aufweisen. Folglich wirken sich Verwechslungen von Baumarten direkt auf die langjährigen Beobachtungen aus, die als Referenzzeitreihe verwendet werden. Hier ist die größte Unsicherheit von Pixeln in Mischwäldern zu erwarten, da die hohe Anzahl gemischter Pixel die Wahrscheinlichkeit falscher Klassifizierungen erhöht und die Mischung von Reflektionsmustern innerhalb eines solchen Pixels die korrekte Auswahl einer Referenzzeitreihe erschwert. Ebenso weisen Verjüngungsflächen andere Reflektionsmuster als Altbestände auf und werden daher in der Regel nicht zeitnah erkannt bzw. entsprechend als negative Abweichung dargestellt. Negative Waldzustandsanomalien (Werte kleiner als -0.15) sind zu einem sehr großen Anteil – aber nicht zwingend – Kahlflecken. Hier können auch Flächen mit einem geringen Restvorrat im Oberstand bzw. mit Naturverjüngung integriert sein. Die Kombination sämtlich beschriebener Unsicherheiten bedeutet, dass für konkrete Planungsvorhaben nur Flächen mit mehr als 0,3 ha – wenn möglich mit vor Ort Begehungen – analysiert werden sollten.

Darüber hinaus wird die Erkennung von Störungsereignissen dadurch erschwert, dass optische Fernerkundungsdaten verwendet werden, welche aus physikalischen Gründen nur das Kronendach erfassen. So wird z. B. die Kronenverlichtung in den unteren Ebenen der Baumkronen möglicherweise nicht berücksichtigt. Auch die gewählte zeitliche Aggregation (monatlich, saisonal oder jährlich) kann die Erkennung bestimmter Schadereignisse abschwächen. Kurze Aggregationszeiträume wie z. B. die monatliche Aggregation sind anfälliger für Sensorunsicherheiten, Bewölkung und Beleuchtungsbedingungen, und könnten daher ein solches Störungsereignis kurzfristig nicht erfassen. Dagegen könnten lange Aggregationszeiträume kurze Störungsereignisse, von denen sich die Bäume zudem schnell wieder erholen, verschleiern. Dazu zählen etwa kleinräumige Insektenschäden und leichte Kronenverlichtungen.

Die Validierung der Ergebnisse ist daher von entscheidender Bedeutung, um die Ursachen und Größenordnungen von Unsicherheiten zu bewerten. Allerdings sind auch die Validierungsdaten mit Unsicherheiten behaftet. Hier wurden u. a. Daten aus dem *Copernicus Emergency Management Service* verwendet, die nachgewiesene Störungsgebiete ausweisen, wobei jedoch das umliegende Gebiet und damit die Kontrollpixel ebenfalls von nicht erfassten Störungen betroffen sein könnten. Dies hängt auch mit der Verwendung von bestimmten Waldmasken zusammen. Folglich gibt es einige Gebiete mit Störungen oder Bewirtschaftungsmaßnahmen, die vor dem hier gewählten Beobachtungszeitraum stattgefunden haben, wodurch die Holzbodenfläche in der gesamten Zeitreihe entwaldet ist. Zudem wurde hier nicht zwischen Störungen (z. B. Insektenbefall, Sturmschäden, Waldbrände) und Bewirtschaftungsmaßnahmen (z. B. Durchforstungen) unterschieden. Ein Teil der festgestellten Störungen ist daher wahrscheinlich auf menschliches Management zurückzuführen.

5 <https://webapp.ufz.de/waldzustandsmonitor>

Validierung und Überprüfung

Für die Prüfung auf Korrektheit und die Validierung des Waldzustands wurden unterschiedliche Referenzdaten verwendet. Sie sollen potentiell mehrere Gebiete in Deutschland abdecken und verschiedene Schadursachen aufweisen. Die Validierung wurde mit folgenden Daten durchgeführt:

- Eigene Feldkampagnen in vier unterschiedlichen Waldgebieten (Dübener Heide, Hohes Holz, Leipziger Auwald, Oberharz)
- Nadel-/Blattverlust in der Waldzustandserhebung
- Schadkartierungen aus dem Copernicus Emergency Management Service
- Schadflächen durch Insektenbefall (Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald)
- international begutachtete (peer review) Satellitenprodukte (z. B. „forest loss“)

Im Folgenden werden beispielhaft drei Anwendungsfälle mit unterschiedlichen Schadursachen dargestellt:

- Sturmereignis Winter 2018 (Solling, Hessen)
- Waldbrand Sommer 2018 (Treuenbrietzen, Brandenburg)
- Borkenkäferbefall 2021 (Bayerischer Wald).

Die räumlichen Ausschnitte umfassen für Solling und Treuenbrietzen 10 x 10 km und für den Bayerischen Wald 4 x 4 km.

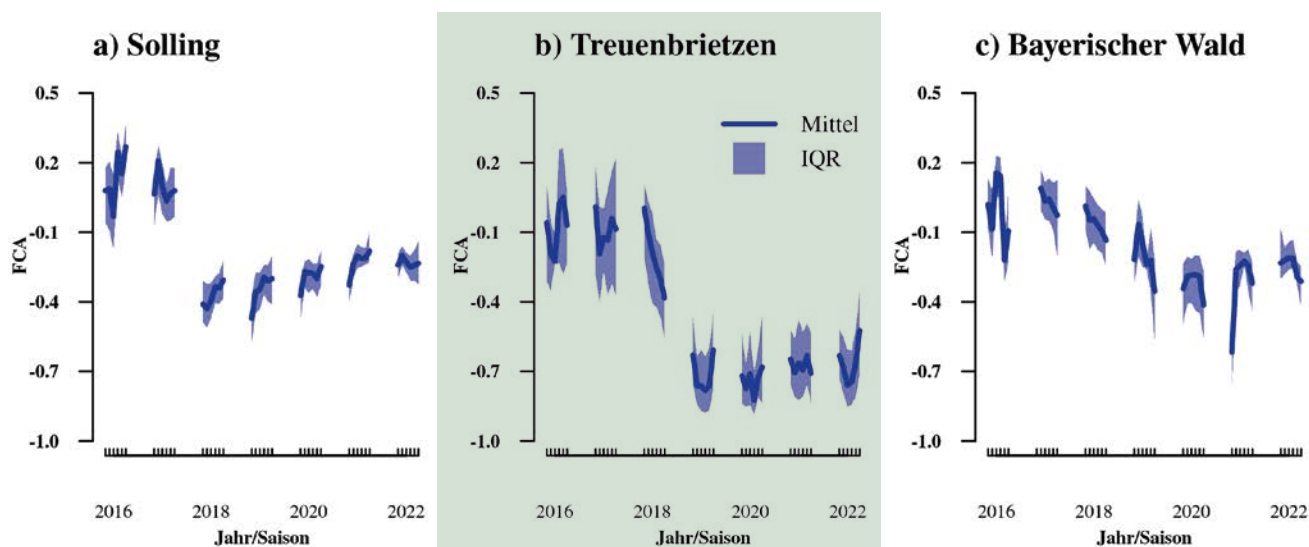


Abb. 34: Zeitlicher Verlauf der fernerkundungsbasierten Waldzustandsanomalien (FCA) von 2016-2022 mit saisonaler Auflösung für die Untersuchungsgebiete Solling (a), Treuenbrietzen (b) und Bayerischer Wald (c). Blaue Linie: mittlerer Waldzustand; blau schattiert: FCA Interquartilsabstand. Gezeigt werden Flächen mit bekannten Schädigungen. Je nach Schadursache unterscheiden sich die zeitlichen Verläufe.

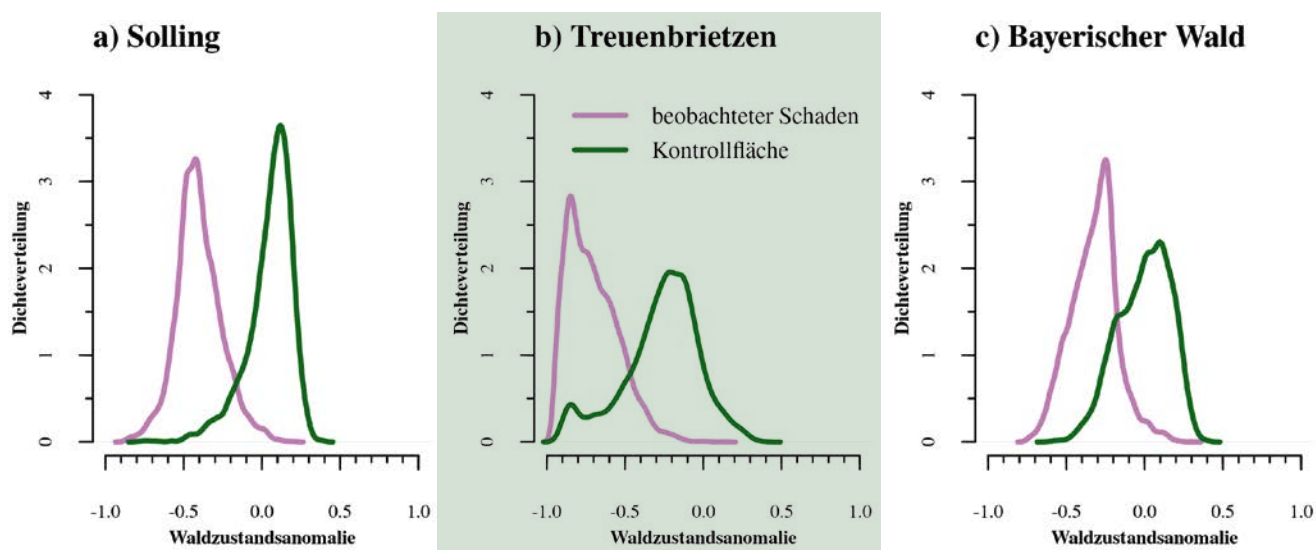


Abb. 35: Vergleich der Waldzustandsanomalien für verifizierte geschädigte (beobachteter Schaden) bzw. nicht geschädigte (Kontrollfläche) Flächen innerhalb der Untersuchungsgebiete Solling (a), Treuenbrietzen (b) und Bayerischer Wald (c). Dargestellt sind die Dichteverteilungen der jeweiligen Flächen, die auf mehreren Tausend Satellitenpixeln beruhen (1 Pixel = 20 m Kantenlänge). Eine weitere im Anschluss vorgenommene Analyse in Treuenbrietzen zeigte, dass ein Teil der ursprünglich als ungeschädigt deklarierten Flächen doch deutliche Schädigungen aufwies. Geschädigte Flächen weisen stabil Waldzustandsanomalien von < -0.15 auf.

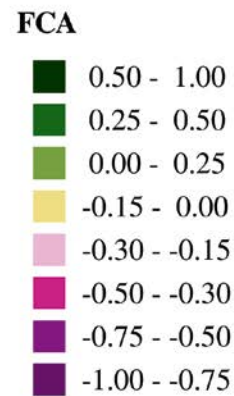
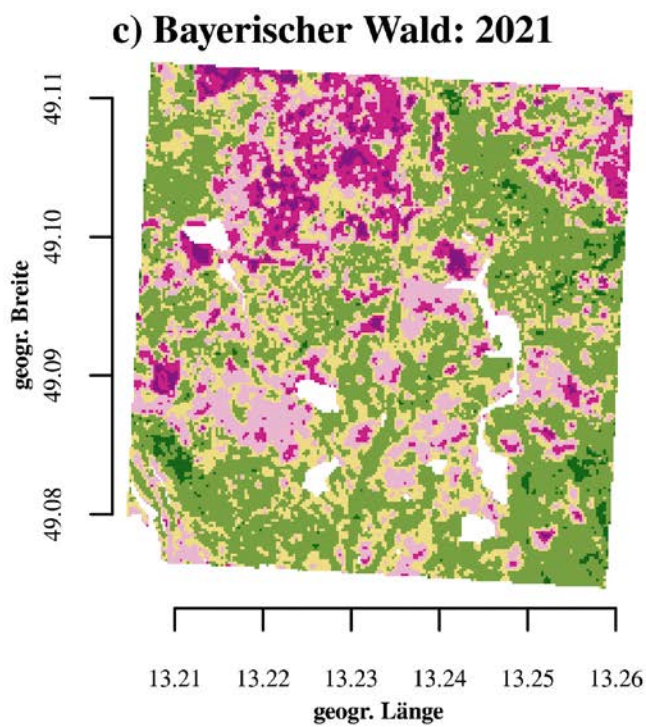
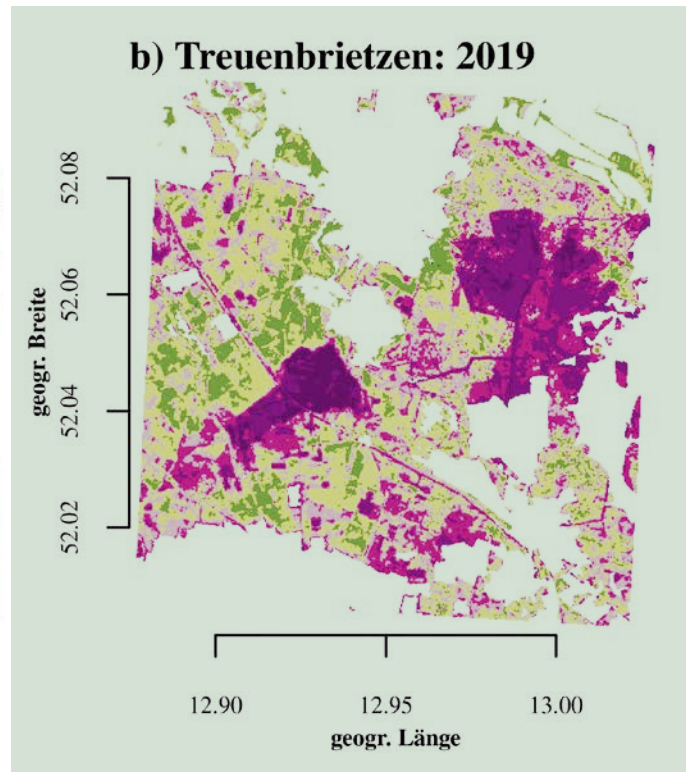
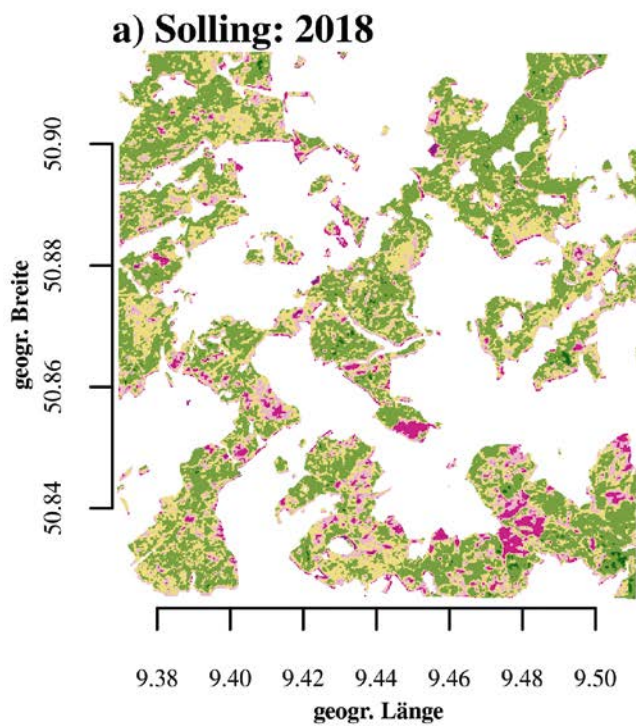


Abb. 36: Flächenhafte Darstellung der mittleren saisonalen Waldzustandsanomalien (FCA) der Untersuchungsgebiete Solling (a, 10 x 10 km), Treuenbrietzen (b, 10 x 10 km) und Bayerischer Wald (c, 4 x 4 km) über ein ganzes Kalenderjahr. Die stark geschädigten Bereiche sind deutlich zu erkennen (Magenta versus Grün).

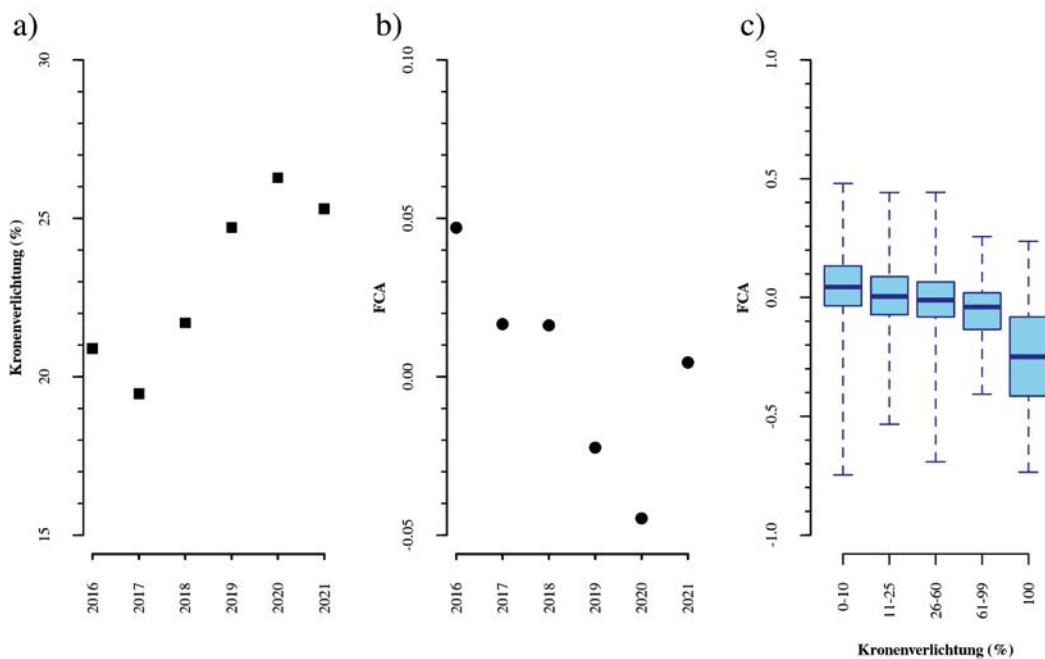


Abb. 37: Vergleich der fernerkundungsbasierten Waldzustandsanomalien (FCA) mit der Waldzustandserhebung, im speziellen Kronenverlichtung. a) Zeitlicher über Deutschland gemittelter Verlauf der Kronenverlichtung von 2016-2021. b) Zeitlicher über Deutschland gemittelter Verlauf der Waldzustandsanomalien von 2016-2021 an den (ungefähren) Punkten der Waldzustandserhebung. c) Boxplot der Zusammenhänge von Klassen mit bestimmter Kronenverlichtung der Waldzustandserhebung mit Waldzustandsanomalien an den (ungefähren) Punkten der Waldzustandserhebung.

Die betrachteten Großschadensereignisse lassen sich sehr präzise anhand des digitalen Waldzustandsmonitors detektieren. Die Verteilungen der Anomalie-Indexwerte unterscheiden sich hierbei signifikant (Abb. 37). Je nach Schadursache (Sturm, Feuer, Kalamität) unterscheiden sich die zeitlichen Verläufe der Waldzustandsanomalien innerhalb und zwischen den Jahren (stabile Überlappung von FCA-detektierten geschädigten Flächen bei FCA kleiner als -0.15). Schwierig bzw. unsicher ist die Beurteilung der Überlappungsbereiche. Neben methodischen Unsicherheiten (z. B. Reflexionssignale der Bodenvegetation) können dies reguläre Durchforstungsmaßnahmen oder aber eine Verschlechterung des Kronenzustands aufgrund einer Vitalitätsschwächung der Einzelbäume sein.

Die durch die WZE dokumentierte Kronenverlichtung bildet sich in entsprechend negativen Waldzustandsanomalien ab. Allerdings sind direkte Vergleiche bedingt durch

- a) Lageungenauigkeiten der Standorte
- b) das WZE Aufnahmedesign
- c) forstliche Ansprache am Boden versus rein physikalische Messung des Kronendachs

nur begrenzt möglich. Hier ist weitere Forschung notwendig und eine Anpassung ausgewählter WZE-Standorte im Sinne flächenhafter und skalierbarer Messungen wünschenswert, um eine solide Validierung und Kalibrierung des Waldzustandsmonitors anhand von Bodenaufnahmedaten zu ermöglichen.

Fazit

Die vorgestellte Methode zeigt das große Potential der Nutzung von Satellitenbildern zur Erfassung des Waldzustands. Dabei besteht weiterhin die Herausforderung, Unsicherheiten zu quantifizieren und mittelfristig zu minimieren. Nicht unerwähnt bleiben soll die enorme Rechenleistung, die für die bisherigen Auswertungen aufgewendet wurde. Neben der riesigen Datenmenge von 150 TB, die in den Data-Cube des UFZ eingespielt wurden, waren 2 Millionen Prozessorstunden notwendig, um die Waldzustandsanomalien abzuleiten. Die Datenverarbeitung und die Ergebnisvalidierung sollten zudem kontinuierlich fortgeführt werden. Im Ergebnis ist jedoch zu erwarten, dass die satellitenbasierten Flächendaten des Waldzustandsmonitors in Verbindung mit terrestrischen Stichprobenerhebungen ein sehr genaues Abbild der Waldzustandsentwicklung liefern, welches für die strategische Waldbauplanung und die Klimafolgenforschung von größtem Wert ist.



Gastbeitrag

Dr. Daniel Doktor ist Leiter der Arbeitsgruppe Landbedeckung / Dynamik (LACY) am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Leipzig. Anne Reichmuth, Dr. Maximilian Lange und Sebastian Preidl sind Mitarbeitende in dieser Arbeitsgruppe.



Foto: Jan Engel

Mehr Wissen? – Weiterführende Informationen

METHODEN DES WALDMONITORINGS

Waldzustandserhebung in Brandenburg

- Methodik der Klimaregionalisierung (S. 35)
- Methodik der Waldzustandserhebung (S. 37)
- Tabellarische Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2023 (S. 43)

Bundesweite Waldzustandserhebung (WZE)

<https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldoekosysteme/projekte/bodenschutz-und-waldzustand/projekte-waldzustandserhebung/bundesweite-waldzustandserhebung>

Forstwirtschaft-in-Deutschland

<https://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/waelder-entdecken/waldzustand/>

Waldschutzmonitoring für Brandenburg

Dokumente und Informationen zur aktuellen Waldschutzsituation und zum Waldschutzmonitoring unter <https://www.brandenburg-forst.de/waldschutz/start>



Foto: Christian Müller



Quellen

- ADRIAENSSENS, S., STAELENS, J., BAETEN, L., VERSTRAETEN, A., BOECKX, P., SAMSON, R., VERHEYEN, K. (2013): Influence of canopy budget model approaches on atmospheric deposition estimates to forests. *Biogeochemistry* 116 (1-3): 215–229. URL <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-013-9846-0>.
- ALLOWAY, B.J., AYRES, D.C. (1996): *Schadstoffe in der Umwelt - Chemische Grundlagen zur Beurteilung von Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzungen*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, [u. a.], 382 S.
- BBODSCHV (2015): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 16 des Gesetzes vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
- BLIEFERT, C. (1997): *Umweltchemie*. 2. Aufl. WILEY-VCH, New York.
- DVWK (1988): *Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schadstoffen – Teil I: Beurteilung der Fähigkeit von Böden, zugeführte Schwermetalle zu immobilisieren*. Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Bd. 212. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V., Paul Parey, Berlin, S. 8 S.
- FORUMV (2013): *Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring vom 20. Dezember 2013* (BGBl. I S. 4384).
- HAGEMANN, H., BILKE, G., MURACH, D., SCHULTE, A. (2008): Bilanzierung und Bewertung von Nährelementenzügen durch Vollbaumnutzungsstrategien bei der Kiefer (*Pinus sylvestris*) in Brandenburg. *Arch. f. Forstwes. u. Landsch.ökol.* 42 (1): 16–25.
- HILLENBRAND, T., TOUSSAINT, D., BÖHM, E., FUCHS, S., SCHERER, U., RUDOLPHI, A., HOFFMANN, M., KREISSIG, J., KOTZ, C. (2005): Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden - Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen, UBA-Texte, Bd. 19:05. Umweltbundesamt.
- LANGE ET AL. „Estimating forest condition with a continuous index based on regionalised tree species-specific reflectance deviations in Sentinel-2 time series“, in review
- MLUL (2015): *Wälder Brandenburgs. Ergebnisse der ersten landesweiten Waldinventur*. Potsdam, 35 Seiten.
- PACYNA, J.M. (1986): *Toxic metals in the atmosphere. Advances in environmental sciences and technology*, Bd. 17, Kap. Atmospheric trace elements from natural and anthropogenic sources. John Wiley & Sons, New York, S. 33–52.
- PREIDL ET AL. „Large-scale tree species mapping and the impact of composite period combinations on model performance“, in review
- RUSS, A., MARTIN, J., RIEK, W. (2017): *Forstliches Umweltmonitoring Mecklenburg-Vorpommern - Ergebnisse der Untersuchungen auf den Intensivmonitoringflächen (Level II)*, Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern, Bd. 10. Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 204 S.
- SCHMIDT, M. (1987): *Atmosphärischer Eintrag und interner Umsatz von Schwermetallen in Waldökosystemen*, Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben, Reihe A, Bd. 34. Forschungszentrum Waldökosysteme / Waldsterben der Universität Göttingen, 174 S.
- SEYFERTH, D. (2003): *The rise and fall of tetraethyllead*. 2. Organometallics.
- TA LUFT (2002): *Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 24. Juli 2002*.
- TRINKWV (2013): *Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013* (BGBl. I S. 2977), die durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist.
- TYLER, G. (1992): *Critical concentrations of heavy metals in the mor-horizon of swedish forests*. Report 4078, Swedish Environmental Protection Agency, Solna, S. 38 S.
- UBA (2023): *Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen (Schwermetalle) 1990 - 2021 EU-Resubmission: 15.03.2023*. Umweltbundesamt. URL <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen>.
- ULRICH, B. (1991): *XVIII Rechenweg zur Schätzung der Flüsse in Waldökosystemen Identifizierung der sie bedingenden Prozesse*. In: B. ULRICH (Hrsg.): *Beiträge zur Methodik der Waldökosystemforschung*. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe B, Bd. 24. S. 204–210.
- UNECE (2023): *Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks, and Trends*, UBA Texte, Bd. 109/2023. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- WELLBROCK, N., RIEK, W. (2003): *Typisierung des Depositionsgeschehens von Wäldern im bundesweiten Maßstab und am Beispiel Brandenburg*. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 37 (4): 160–165.

Anhang 1 – Methodik der Klimaregionalisierung

Als Grundlage für die Klimaregionalisierung dienen die frei verfügbaren Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2018). Um den Zugriff auf diese Daten zu operationalisieren, wurde an der NW-FVA (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt) eine Download-Funktion geschrieben und im R-Paket „vegperiod“ (NUSKE, 2017) bereitgestellt. Mit Hilfe der beiden ebenfalls an der NW-FVA entwickelten R-Pakete „KSPclimreg“ und „KSPclimpredict“, lassen sich Klimadaten für ganz Deutschland aufrufen und regionalisieren (SCHMIDT-WALTER, 2019, 2018). Hierbei werden die meteorologischen Kennwerte auf Basis eines digitalen Höhenmodells mit 1x1 km-Auflösung räumlich vorhergesagt.

Als Methode für die räumliche Interpolation haben sich für Niederschlag und Sonnenscheindauer das „Universal Kriging“, für alle anderen Klimakennwerte die Nutzung von generalisierten additiven Modellen (s. WOOD, 2017) mit Koordinaten und Seehöhe als Eingangsvariablen bewährt (KÖHLER ET AL., 2015). Am LFE wurden die genannten R-Pakete in eine Routine eingebunden mithilfe dessen die tagesweise Regionalisierung von Klimakennwerte in Brandenburg automatisiert wurde. Neben den meteorologischen Messgrößen wurden weitere meteorologische Kenngrößen simuliert (z.B. FAO-Grass-Referenzverdunstung nach ALLEN ET AL., 1998) und verschiedene Klimakennwerte berechnet (z.B. klimatische Wasserbilanz der Vegetationszeit).

Um die Güte der Klimaregionalisierung beurteilen zu können, wurden die Ergebnisse den Messwerten der sieben in Brandenburg betriebenen Level II Freilandklimastationen gegenübergestellt. Mit Ausnahme der Station 1208, die erst im Jahr 2003 eingerichtet wurde, konnten Messwerte für den Zeitraum 1995 bis 2020 berücksichtigt werden. Für eine einfache Validierung wurden die Monatswerte für mittlere Lufttemperatur (°C) und Niederschlagssumme (mm) gebildet und der mittlere Fehler (mbe) entsprechend der Messwerte (obs) und der Regionalisierung (sim) über alle Jahre berechnet und dargestellt:

$$mbe = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n sim - obs$$

(1)

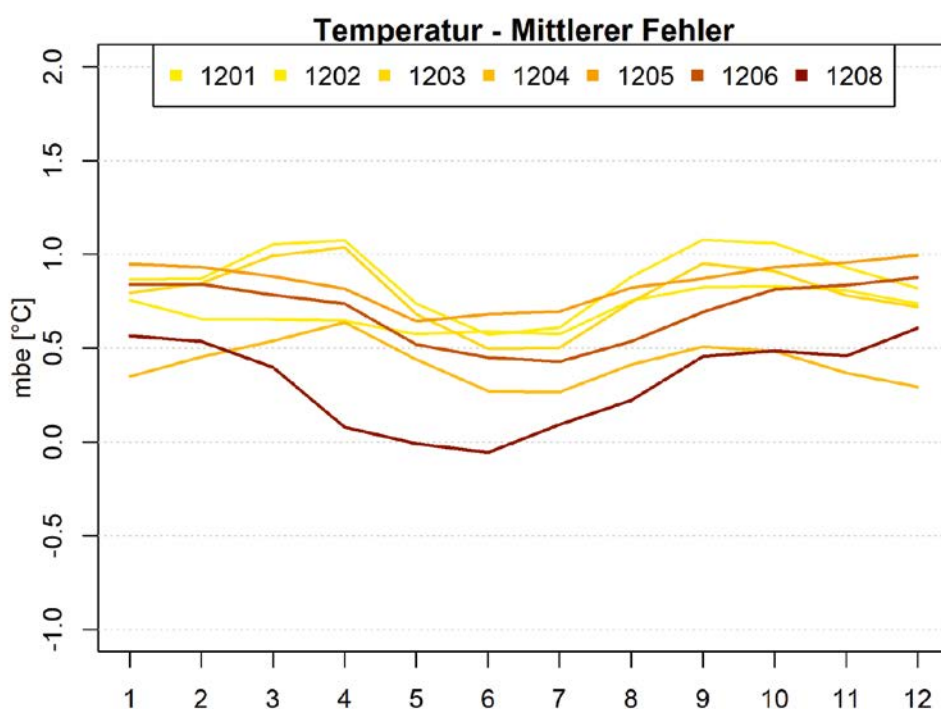


Abb. 38: Mittlerer Fehler (mbe) der Monatswerte für Temperatur (°C)

Für die Lufttemperatur beträgt die Fehlerspanne ca. 0 bis 1 °C (Abb. 38) und für den Niederschlag ca. etwa -15 bis 7 mm (Abb. 39). Es ist ein deutlicher Jahresgang in der Vorhersagegüte zu erkennen, wobei die Sommermonate einen geringeren mittleren Fehler aufweisen.

Bei den Ergebnissen der Klimaregionalisierung ist zu berücksichtigen, dass es sich um Modellergebnisse handelt. Die Modelle sind relativ einfach aufgebaut nutzen lediglich die geographische Lage, die Höhe über Normalnull und die Messwerte der aktuell etwa 550 DWD-Stationen als Eingangsdaten. Hierdurch ist es jedoch möglich die Großwetterlage in Deutschland zu beschreiben und die wichtigsten Klimakennwerte flächendeckend zu schätzen. Für den rein deskriptiven Vergleich der Witterungsbedingungen verschiedener Vegetationsperioden und die Darstellung der räumlichen Verteilung von Klimakennwerte in Brandenburg kann von einer hinreichenden Genauigkeit ausgegangen werden.

Quellen

- ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. (1998): Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome 300, 1–15.
- CDC - DWD CLIMATE DATA CENTER (2018): Historical daily station observations (temperature, pressure, precipitation, sunshine duration, etc.) for Germany, version v006.
- KÖHLER, M., AHREND, B., MEESENBERG, H. (2015): Wie gut ist einfach? Evaluierung verschiedener Verfahren zur Regionalisierung täglicher Wetterdaten. Poster auf dem Tag der Hydrol. Bonn, 19.-20. März 2015.
- NUSKE, R. (2017): vegperiod: Determine Thermal Vegetation Periods [Software]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1466541>
- SCHMIDT-WALTER, P. (2019): KSPclimreg: Routines for interpolating daily climatic variables. R package version 0.1.0.
- SCHMIDT-WALTER, P. (2018): KSPclimpredict: Predict daily climate parameters from saved ModelObjects and Data. R package version 0.1.0.
- WOOD, S.N. (2017): Generalized Additive Models: An Introduction with R., 2nd ed. Chapman and Hall/CRC.

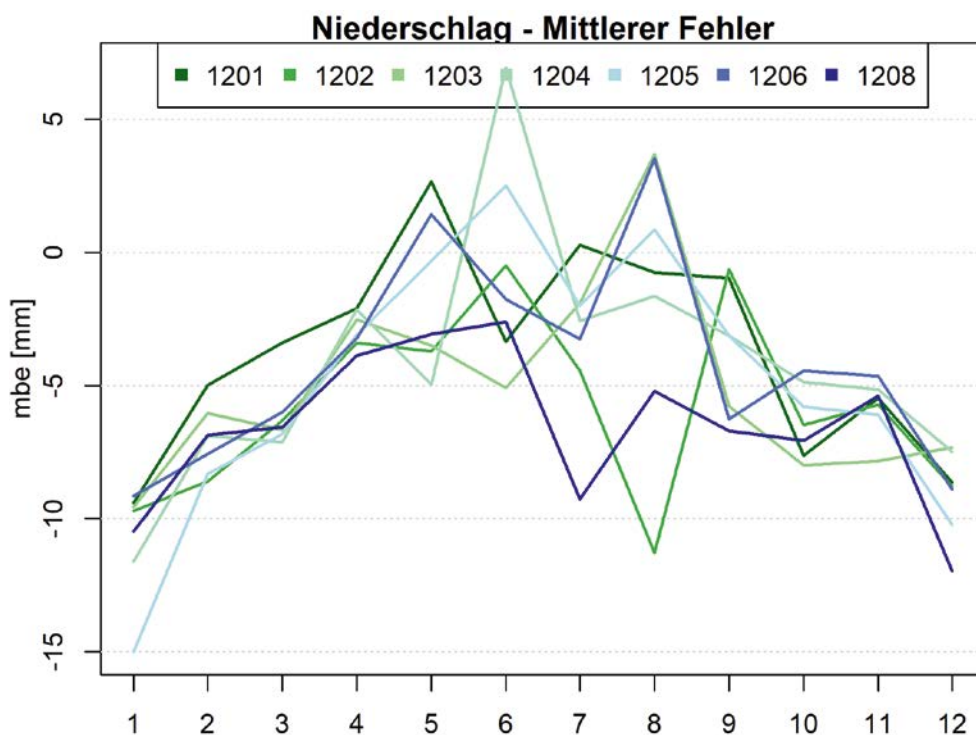


Abb. 39: Mittlerer Fehler (mbe) der Monatswerte für Niederschlag (mm)

Anhang 2 – Methodik der Waldzustandserhebung

Forstliches Umweltmonitoring

Im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings (ForUm) werden bundesweit einheitlich Daten zum Wald- und Bodenzustand, sowie zu den Ursache-Wirkungs-Beziehungen in Waldökosystemen erhoben und ausgewertet. Die Basis hierfür ist die im §41a Absatz 6 BWaldG verankerte Bundesverordnung ForUmV. Das zuständige Ministerium ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Koordiniert werden die verschiedenen Monitoringprogramme durch das Thünen Institut für Waldökosysteme (TI-WO). Alle erforderlichen Erhebungen werden in der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Umweltmonitoring Wald (BLUMWALD) abgestimmt. Das forstliche Umweltmonitoring ist darüber hinaus Teil des europäischen Waldmonitorings (ICP Forests).

Waldzustandserhebung

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist eine jährlich stattfindende Stichprobeninventur und Teil des forstlichen Umweltmonitoring. Hierbei wird der Gesundheitszustand der Wälder anhand des Kronenzustands von Einzelbäumen erfasst und Waldflächenanteile verschiedener Kronenschadstufen berechnet. Des Weiteren werden die Fruktifikation und im Falle der Kiefer auch die Blühintensität der Probebäume festgestellt. Eine detaillierte Schadansprache ermöglicht zudem die Beschreibung und Quantifizierung möglicher Schadursachen. Die Erhebungen folgen dabei einer bundesweit abgestimmten Verfahrensbeschreibung (WELLBROCK ET AL., 2020).

Stichprobendesign

Die WZE ist eine Stichprobeninventur auf einem permanenten systematischen Stichprobenraster (Level-I-Netz). Die Erhebungen basieren auf der sogenannten 6-Baum-Stichprobe im Kreuztrakt (Abb. 40). Im Regelfall werden an jedem Probepunkt jedes Jahr die gleichen 24 Probebäume begutachtet und hinsichtlich ihres Vitalitätszustandes bewertet.

Eine stichprobentheoretische Untersuchung über das bis heute angewendete Stichprobenverfahren der WZE lieferten seinerzeit SARBOROWSKI ET AL. (1998). Die Autoren stellten heraus, dass mit dem Verfahren Waldflächenanteile von Schadstufen verlässlich geschätzt werden können, aber keine Stammzahlprozente von Schadstufen. Letztes gilt insbesondere bei altersklassenübergreifenden Auswertungen. Der Untersuchung lag ein 4x4 km-Basisnetz mit Verdichtungsregionen zu Grunde. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass nach der damaligen Verfahrensbeschreibung jeder Satellit des Kreuztraktes in ein und demselben Bestand liegen mussten.

Die aktuell immer heterogener werdenden Bestandesstrukturen erforderten eine Anpassung der ursprünglichen Verfahrensanleitung und Öffnung hinsichtlich der Satellitenanlage in unterschiedlichen Beständen (WELLBROCK ET AL., 2020). Die Förderung von Mischwaldstrukturen lässt zudem eine immer höhere Baumartenvielfalt innerhalb eines Bestandes erwarten. Abgesehen von dem Wert der langen Zeitreihen der Einzelbäume für die Waldschadensforschung muss die Frage gestellt werden, inwiefern die Schätzmethoden von Waldflächenanteilen erwartungstreu bleiben und wie der Stichprobenfehler auch für Nebenbaumarten reduziert werden kann.



Foto: Rainer Hentschel

Die Maschenweite des Stichprobenrasters ist hierbei sicherlich eine entscheidende Einflussgröße, aber auch eine Stratifizierung der Stichprobe sollte in Betracht gezogen werden sofern Informationen über die tatsächliche Baumartenverteilung vorliegen. Auch die Verschneidung der WZE mit anderen Erhebungen oder fernerkundungsbasierten Datensätzen kann helfen den Fehler der Waldflächenanteilsschätzung zu reduzieren ohne die langen und für die Waldschadensforschung ungemein wertvollen Zeitreihen aufgeben zu müssen.

Um dem Rechnung zu tragen wurde in Brandenburg ab diesem Jahr das Stichprobenraster für einzelne Baumarten verdichtet und eine waldfächen-basierte Gewichtung eingeführt. Nachdem es in Brandenburg wiederholt zu Ausdünnung des Stichprobennetzes kam und im Jahr 2009 auf das BWI Netz mit 16x16 km-Maschenweite umgestellt wurde (KALLWEIT, 2016), wurde im Jahr 2021 wieder das 8x8 km-Basisnetz aufgenommen.

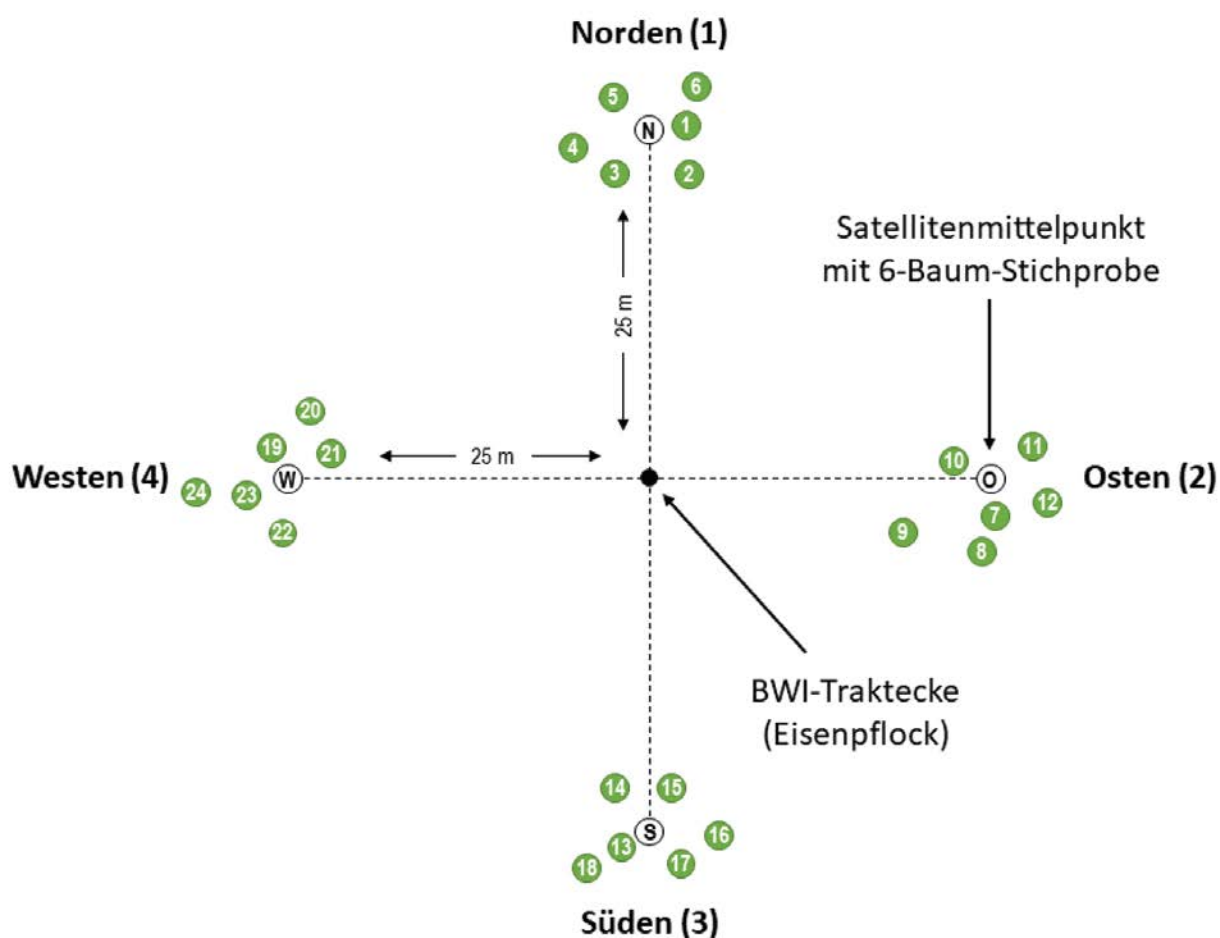


Abb. 40: Schematische Darstellung der 6-Baum-Stichprobe im Kreuztrakt

Stichprobenverdichtung

Im Jahr 2023 wurde die WZE-Stichprobe für die Baumarten Eiche und Buche auf das 2x2 km-Netz der Landeswaldinventur verdichtet. Hierbei wurde auf Grundlage der aktuellen Erhebungen der Landeswaldinventur Probepunkte berücksichtigt, wenn mindestens zehn Bäume dieser Baumarten in der Winkelzählprobe mit Zählfaktor eins vorhanden waren. Die Auswahl wurde unter der Annahme getroffen, dass ab dieser Anzahl von Bäumen in der Winkelzählprobe von der entsprechenden Hauptbaumart des Bestandes ausgegangen werden kann. Auf diese Art und Weise wurden 78 zusätzliche Probepunkte in das WZE-Kollektiv aufgenommen (Abb. 41). Wie zu erwarten sind durch die gewählte Auswahl viele Punkte mit Eiche und Buche als Hauptbaumart (Mehrheit der Baumart im WZE-Kreuztrakt) ausgewählt worden, aber auch viele Probepunkten mit anderen Laubbaumarten. Letzteres war ebenfalls deutlich gewünscht, da so die Stichprobengröße für andere Laubbäume deutlich erhöht werden konnte.

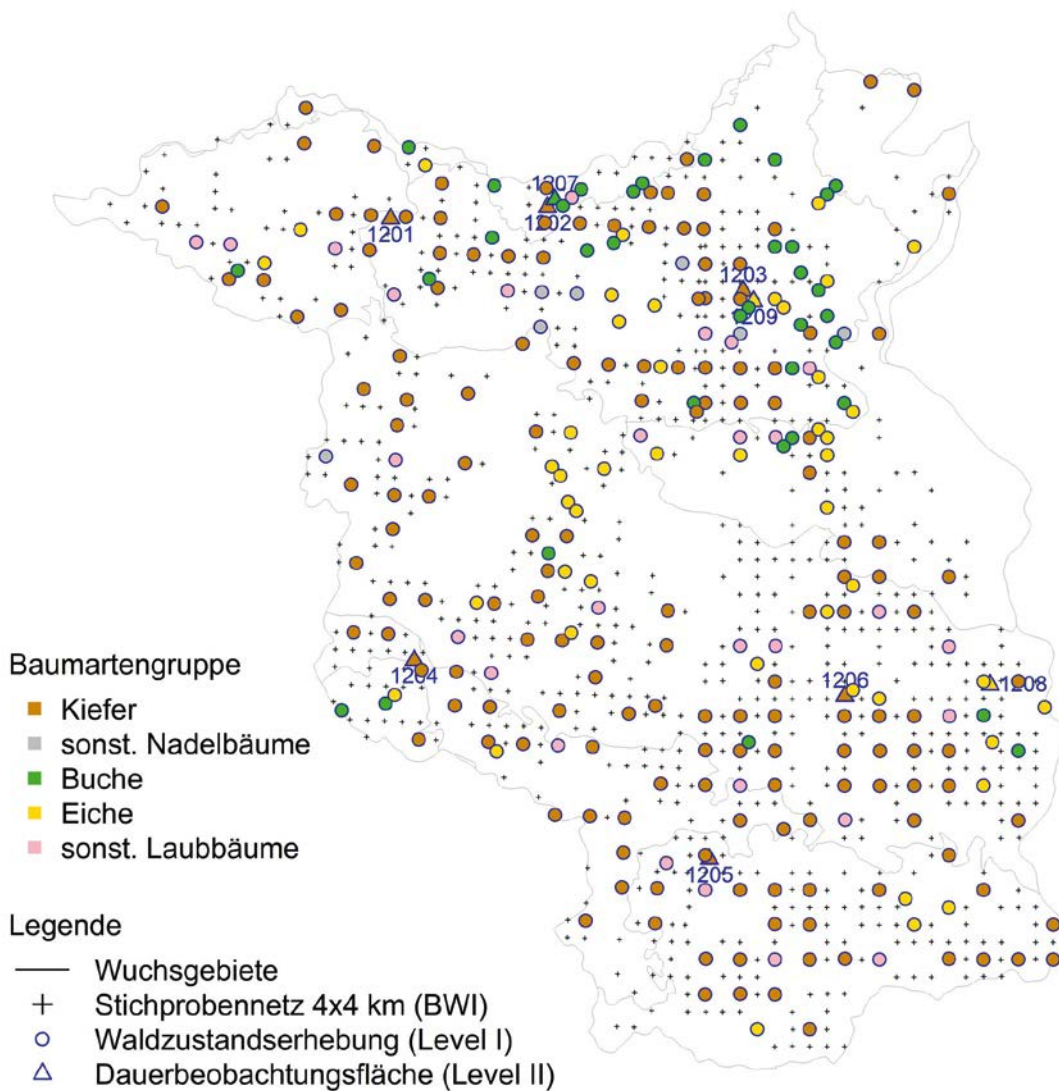


Abb. 41: WZE Stichprobe Brandenburg im 8x8 km-Basisnetz und 2x2 km-Verdichtungsrastrer für Eiche und Buche

Aufgrund der baumartenspezifischen Verdichtung des Stichprobennetzes wird es notwendig die Probepunkte zu gewichten um den waldfächenrepräsentativen Charakter der WZE zu wahren. Um verschiedene Punktverdichtungen auf Länderebene in bundesweiten Auswertungen berücksichtigen zu können wurde am Thünen Institut für Waldökosysteme ein geometrischer Ansatz zur Gewichtung der Stichprobenpunkte angewendet. Hierbei wurden sogenannte Voronoi-Mosaik berechnet um WZE-Punkte für verschiedene Netzweite gemäß der Waldfläche innerhalb ihrer jeweiligen Voronoi-Zelle zu gewichten (DĂNESCU ET AL., 2022).

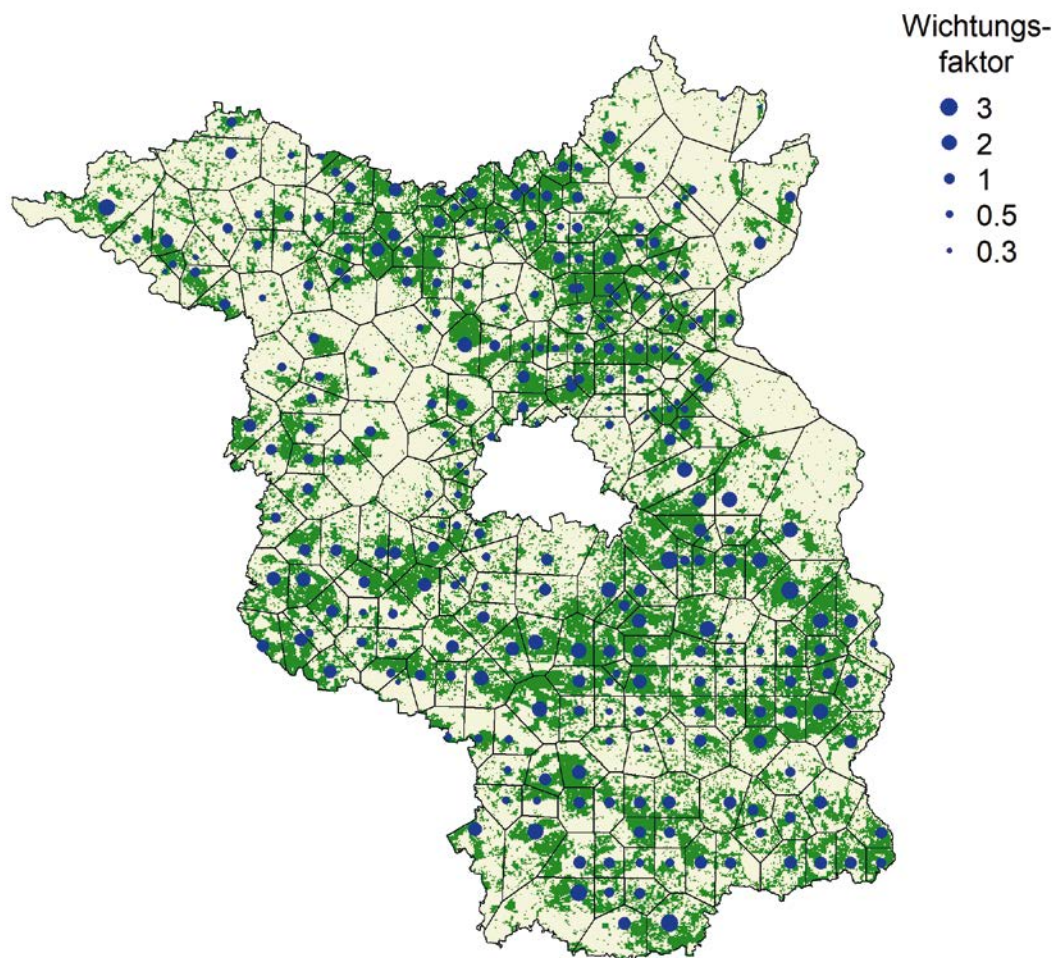


Abb. 42: Voronoi-Mosaik der WZE Stichprobenpunkte Brandenburg

Für die Berechnung der Gewichtung der Punkte wurden die WZE-Punktkoordinaten und der Dominant Leaf Type Layer 2018 von Copernicus als Waldmaske verwendet. Hierdurch wird unabhängig von der Baumart jeder Stichprobenpunkt auf die Waldfläche von Brandenburg bezogen und entsprechend gewichtet (Abb. 42). Der Wichtungsfaktor eines Stichprobenpunktes (W_i) ergibt sich hierbei aus der Waldfläche innerhalb der Voronoi-Zelle (A_i), der Gesamtwaldfläche in Brandenburg (A_{ges}) und der Anzahl an Stichprobenpunkten (N):

$$W_i = \frac{A_i}{A_{ges}} \times N$$

(1)

Die so berechneten Wichtungsfaktoren der Probepunkte wurden anschließend für die Berechnung der Waldflächenanteile und für gewichtete Mittelwerte der Merkmalsausprägungen der Probebäume genutzt.

Erhebungsmerkmale

Das Hauptmerkmal der WZE ist die Kronenverlichtung, die den relativen Nadel-/Blattverlust (NBV) im Vergleich zu einem ungeschädigten Referenzbaum angibt (EICHHORN ET AL., 2016). Als Orientierung dient hierbei eine Bilderserie zur Einschätzung der Kronenverlichtung von Waldbäumen (MEINING ET AL., 2007).

Für die Beurteilung von Kronenschäden wird in Brandenburg die kombinierte Schadstufe verwendet (Tab. 3). Ein Baum der mehr als ein Viertel seiner Nadel- bzw. Blattmasse verloren hat oder eine starke Kronenvergilbung aufweist wird als „deutlich geschädigt“ bewertet (WELLBROCK ET AL., 2020). Der Anteil deutlicher Schäden (Schadstufe 2-4) bestimmt maßgeblich den Waldzustand.

Tab. 3: Berechnung der kombinierten Schadstufe

Kronenverlichtung	Kronenvergilbung			
	0 – 10 %	11 – 25 %	26 – 60 %	61 – 100 %
0 – 10 %	0	0	1	1
11 – 25 %	1	1	2	2
26 – 60 %	2	2	3	3
61 – 99 %	3	3	3	3
100 %	4			

Um die Reaktion der Einzelbäume auf die Umwelteinflüsse des aktuellen Jahres zu untersuchen werden in einer weiteren Auswertung nur die Bäume betrachtet die im letzten Jahr bereits Teil der WZE waren (keine Ersatzbäume oder neu angelegte Probestandpunkte). Um die jährliche Absterberate zu berechnen werden hiervon die im letzten Jahr noch lebenden Bäume (NBV < 100) mit den in diesem Jahr frisch abgestorbenen Bäumen (NBV = 100) ins Verhältnis gesetzt. Bei der Betrachtung einzelner Baumartengruppen und geringen Stichprobenumfängen ist die Aussagekraft der jährlichen Absterberate jedoch begrenzt.

In der Auswertung für Brandenburg wird der Anteil starker Schäden (Schadstufen 3 und 4) ebenfalls für die Wiederholungsaufnahme berechnet. Hierdurch kann abgeschätzt werden wie sich Probestandpunkte mit starken Schäden seit dem letzten Jahr entwickelt haben. Sinkt der Anteil dieser Schadstufen ist zu prüfen ob sich der Kronenzustand dieser Bäume tatsächlich erholt hat oder ob diese Bäume als tote Bäume ohne Feinreisig aus dem WZE-Kollektiv ausgeschieden sind. Letzteres wird bei der WZE als Regel für die Auswahl eines Ersatzbaumes angewendet.

Die Auswahl eines Ersatzbaumes hat dabei direkten Einfluss auf die Stichprobe. Daher musste eine Regel gefunden werden, nach der abgestorbene Bäume nicht mehr als Teil des Waldes in Bezug auf den Waldzustand zählen und die Stichprobe verlassen. Es wird angenommen, dass der Wuchsraum im Wald solange besetzt ist solange noch Feinreisig an dem abgestorbenen Baum vorhanden ist. Auf diese Weise wurde gewährleistet, dass sich der erhobene Waldzustand nach einer Katastrophe nicht sprunghaft in Folge der Ersatzbaumauswahl erholt. Geht der Baum in die Zersetzungphase über was bei Verlust des Feinreisigs angenommen werden kann, wird ein Ersatzbaum gewählt. Hierbei kann es sich jedoch ebenfalls um einen toten Baum handeln, sofern dieser noch Feinreisig trägt. Die Frage ab wann ein Baum tot ist und ab wann dieser nicht mehr bei der Waldzustandserhebung berücksichtigt wird ist hierdurch eindeutig in der Verfahrensanleitung definiert (s. WELLBROCK ET AL., 2020).

Als weitere Merkmale des Kronenzustandes wurden seit dem Jahr 1994 die Fruktifikation der Probestandpunkte und im Falle der Kiefer auch die Blühintensität aufgenommen. Diese werden in Klassen von null bis drei angegeben, wobei null kein Auftreten und drei eine maßgebliche Beeinflussung des Erscheinungsbildes der Krone ausweist. Die mittlere Fruchtintensität wird für Probestandpunkte über 40 Jahre angegeben, da dieses Alter als untere Grenze für den Eintritt der Mannbarkeit angenommen wird.

Neben der Einschätzung des Kronenzustandes wird für jeden Probestandpunkt eine detaillierte Schadansprache durchgeführt. Hierbei werden beobachtete Symptome nach Ort, Alter und Ausprägung codiert, Ursachen zugeordnet und das Ausmaß in 5 %-Stufen eingeschätzt. Um die Eingabe während der WZE zu erleichtern sind die am häufigsten auftretenden Baumschäden in einer abgestimmten Schadliste vordefiniert (s. WELLBROCK ET AL., 2020). Die beobachteten Schäden können herangezogen werden um physiologische Reaktionen der Bäume zu beschreiben, das Auftreten von Insekten oder Pilzen zu dokumentieren und Ursachen für einen schlechten Vitalitätszustand aufzunehmen.

Quellen

- DĂNESCU, A., KNAPP, N., BIELEFELDT, J., DÜHNELT, P., WELLBROCK, N. (2022): WZE Einflussgrößen auf den Kronenzustand. Studie 1. Ursachen für den Ausfall von Probestäumen. Bericht Thünen-Institut für Waldökosysteme 1–18.
- EICHHORN, J., ROSKAMS, P., POTOČIĆ, N., TIMMERMANN, V., FERRETTI, M., MUES, V., SZEPESI, A., DURRANT, D., SELETKOVIĆ, I., SCHRÖCK, H., NEVALAINEN, S., BUSSOTTI, F., GARCIA, P., WULFF, S. (2016): Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents., in: UNECE ICP Forests Programme Co-Ordinating Centre (Ed.): Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution On. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 49 p. + Annex.
- KALLWEIT, R. (2016): Messnetze der forstlichen Umweltkontrolle in Brandenburg, in: LFE (Ed.), 30 Jahre Forstliches Umweltmonitoring in Brandenburg - Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 63. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MLUL), pp. 16–26.
- MEINING, S., BAUER, A., DAMMANN, I., GAWEHN, P., SCHRÖCK, H., WENDLAND, J. (2007): Waldbäume - Bilderserien zur Einschätzung von Kronenverlichtungen bei Waldbäumen. Verlag M FASTE, Kassel.
- SABOROWSKI, J., DAHM, S., ACKERMANN, J. (1998): Stichprobentheoretische Analyse der Waldschadenserhebung in Niedersachsen. Allg. Forst- und Jagdzeitung 169, 47–52.
- WELLBROCK, N., EICKENSCHIEDT, N., HILBRIG, L., DÜHNELT, P.-E., HOLZHAUSEN, M., BAUER, A., DAMMANN, I., STRICH, S., ENGELS, F., WAUER, A. (2020): Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung in Deutschland, 2nd ed. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 98 p., Thünen Working Paper.

Anhang 3 – Tabellarische Ergebnisse der Waldzustands- erhebung 2023

WZE Ergebnisse 2023

Gruppe	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronen- verlichtung (%)	Stichpro- benumfang (Anzahl Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
Gesamtwald	25	58,6	13,6	1,1	1,6	16,3	20	6624
bis 60 Jahre	29,2	58,1	10,6	0,7	1,2	12,6	19	2246
über 60 Jahre	22,7	58,9	15,2	1,3	1,9	18,4	21	4378
Kiefer	30,4	60,6	7,6	0,2	1,2	9	18	3748
bis 60 Jahre	32,9	58,4	7,6	0,2	0,9	8,7	17	1228
über 60 Jahre	29,1	61,7	7,5	0,2	1,4	9,2	18	2520
andere Nadelbäume	36,1	44,5	13,8	0	5,6	19,4	21	213
bis 60 Jahre	33,5	46,5	13,2	0	6,8	20	22	148
über 60 Jahre	41,6	40,2	15	0	3,3	18,2	19	65
Eiche	11,4	53,2	32,1	1,6	1,7	35,4	26	934
bis 60 Jahre	27	61	12,1	0	0	12,1	18	174
über 60 Jahre	7,2	51,1	37,6	2	2,2	41,7	29	760
Buche	5,9	61	26,9	5,6	0,6	33,1	27	809
bis 60 Jahre	8,7	77,4	12,2	1,5	0,3	13,9	22	180
über 60 Jahre	5,2	57	30,5	6,6	0,7	37,8	28	629
andere Laubbäume	23,2	55,7	15,7	2,1	3,3	21,1	23	920
bis 60 Jahre	23,7	54,6	17,7	2,5	1,5	21,7	22	516
über 60 Jahre	22,5	57,1	13,3	1,5	5,6	20,4	24	404

WZE Ergebnisse Gesamtwald

Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)	Stichprobenumfang (Anzahl Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
2023	25	58,6	13,6	1,1	1,6	16,3	20	6624
2022	7,2	72,4	18,2	0,9	1,2	20,4	24	4740
2021	11,4	66,2	20,2	0,8	1,4	22,4	23	4746
2020	14,9	59,7	23,3	0,9	1,2	25,4	23	1362
2019	14,5	48,9	34,2	1,5	1,1	36,7	26	1224
2018	44,7	44,6	10	0,2	0,5	10,7	16	984
2017	46,3	44,4	7,8	0,6	0,8	9,2	15	984
2016	45,8	45,6	7,6	0,4	0,5	8,5	15	1008
2015	40,4	50,2	8,8	0,3	0,3	9,4	15	1008
2014	47,4	42,9	9	0,5	0,2	9,8	15	984
2013	52,5	36	10,6	0,6	0,3	11,5	15	984
2012	56,8	34,8	7	1	0,4	8,4	14	984
2011	52,6	38,4	8,2	0,6	0,1	8,9	14	984
2010	59,9	33,4	6,1	0,6	0	6,7	13	984
2009	69,4	25	5,4	0,2	0	5,6	11	984
2008	35,4	48,8	14,4	0,9	0,5	15,8	18	5459
2007	32,8	55,1	11,2	0,6	0,3	12,1	17	5424
2006	32,4	49,6	16,1	1,5	0,5	18	19	5501
2005	41,2	44,7	12,8	0,8	0,5	14,1	17	5476
2004	45,2	42,3	11	1,1	0,5	12,5	16	5388
2003	48,5	40,2	9,4	1,5	0,3	11,2	15	13694
2002	48,7	41,3	8,5	1,3	0,2	10	15	13795
2001	53,1	39,4	6,8	0,5	0,3	7,6	13	13776
2000	52,8	38,7	7,6	0,7	0,3	8,5	14	13727
1999	57,2	35,5	6,6	0,5	0,3	7,4	13	13589
1998	52,5	37,7	9	0,5	0,3	9,8	14	13604
1997	48,2	42,1	9	0,6	0,3	9,8	14	13656
1996	47,7	40,8	10,3	0,8	0,4	11,5	15	13656
1995	47,1	39,1	12,1	1,1	0,6	13,8	16	13584
1994	42,1	40,1	15,6	1,5	0,6	17,8	17	13367
1993	43,8	39,2	15,3	1,2	0,6	17,1	17	13224
1992	29,7	44,8	23,8	1,4	0,3	25,5	21	13008
1991	29	37,7	29,5	3,9	0	33,4	23	12618

WZE Ergebnisse Baumartengruppen

KIEFER

Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2023	30,4	60,6	7,6	0,2	1,2	9	18
2022	5,5	79,7	13,8	0,2	0,8	14,8	22
2021	10,2	69,5	19,2	0,4	0,8	20,3	22
2020	15,4	68	15,3	0,5	0,8	16,6	21
2019	16,9	59,6	22,3	0,8	0,4	23,5	22
2018	47,8	46,1	5,8	0,3	0	6,1	14
2017	50,4	44,4	4,4	0,4	0,4	5,2	14
2016	46,8	47,9	4,8	0,3	0,1	5,2	14
2015	38,5	53,3	8,2	0	0	8,2	15
2014	48,1	43,9	7,5	0,3	0,1	7,9	14
2013	53,5	37,6	8,4	0,3	0,3	8,9	14
2012	63,3	33,6	2,6	0,4	0,1	3,2	11
2011	59,7	35,9	4	0,3	0,1	4,4	12
2010	65,9	30,5	3,3	0,3	0	3,6	11
2009	74,8	22,8	2,5	0	0	2,5	10
2008	35,1	50	13,6	0,9	0,4	14,8	18
2007	33	57,2	9,3	0,3	0,2	9,8	17
2006	32	51,6	15	1,1	0,2	16,4	19
2005	40,8	46,4	11,7	0,7	0,4	12,8	17
2004	45,5	44,6	8,9	0,6	0,4	9,9	15
2003	48,7	41,8	7,9	1,5	0,2	9,5	15
2002	48,7	42,3	7,5	1,3	0,2	9	15
2001	52,9	40,8	5,8	0,3	0,1	6,3	13
2000	52,6	40	6,8	0,4	0,2	7,4	13
1999	56,7	36,8	5,9	0,3	0,3	6,5	13
1998	50,9	39,5	9	0,4	0,2	9,6	14
1997	45,6	44,8	9	0,4	0,3	9,7	15
1996	45,8	43,4	9,9	0,5	0,4	10,8	15
1995	45,2	41,5	11,9	0,8	0,7	13,4	16
1994	39,1	42,7	16,3	1,4	0,6	18,3	18
1993	41,7	41,2	15,8	0,8	0,6	17,1	17
1992	25,7	46,6	26,1	1,3	0,3	27,7	22
1991	25	38,4	32,3	4,3	0	36,6	24

EICHE

Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2023	11,4	53,2	32,1	1,6	1,7	35,4	26
2022	4,4	45,1	46,5	2,7	1,3	50,4	30
2021	3,6	54,5	39,6	0,9	1,4	41,9	28
2020	10,1	41,9	46,9	0,6	0,6	48	27
2019	8,3	25,8	63,6	0,8	1,5	65,9	33
2018	16,4	46,6	37,1	0	0	37,1	25
2017	27,6	50	21,6	0,9	0	22,4	20
2016	33	47	19,1	0,9	0	20	18
2015	36,5	44,3	17,4	0,9	0,9	19,1	19
2014	32	49	16	2	1	19	20
2013	28,9	34	33	3,1	1	37,1	25
2012	10,3	48,5	35,1	4,1	2,1	41,2	29
2011	8,2	58,8	28,9	4,1	0	33	25
2010	22,7	49,5	23,7	4,1	0	27,8	22
2009	40,2	34	23,7	2,1	0	25,8	19
2008	23,4	48,4	24,8	0,8	2,6	28,2	23
2007	23,9	43	29,3	2	1,8	33,1	24
2006	25,3	40,6	31,7	1,2	1,2	34,1	23
2005	30	30,2	36,1	2,4	1,2	39,7	25
2004	26,9	28,3	36,2	7,3	1,2	44,8	28
2003	30,9	37,6	28,9	2,2	0,4	31,5	22
2002	39,1	40,2	19,9	0,6	0,2	20,7	18
2001	34,5	38,7	25,6	1,3	0	26,9	20
2000	36,9	43,9	17,7	0,6	0,8	19,2	19
1999	34,8	37,5	25,3	1,8	0,7	27,7	21
1998	43,9	35,7	18,4	1,3	0,8	20,5	18
1997	40	41,4	17,7	0,7	0,2	18,6	18
1996	31,8	34,1	29,6	4,5	0	34,1	23
1995	42,9	36,6	17,8	2,7	0	20,4	18
1994	37,6	38,6	20,1	3,5	0,2	23,8	20
1993	35,3	41,4	20,3	2,7	0,2	23,3	20
1992	33,6	48,1	16,3	2	0	18,3	18
1991	31,6	39,8	27,7	1	0	28,6	21

BUCHE

Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2023	5,9	61	26,9	5,6	0,6	33,1	27
2022	8,2	38	50	3,8	0	53,8	29
2021	6,6	53	37,6	2,2	0,6	40,3	27
2020	9,3	50,7	38,1	1,9	0	40	26
2019	6	32,3	59	2,8	0	61,8	31
2018	66,7	30,3	3	0	0	3	10
2017	60,6	33,3	6,1	0	0	6,1	12
2016	56,2	34,4	9,4	0	0	9,4	13
2015	59,4	37,5	3,1	0	0	3,1	12
2014	62,5	31,2	6,2	0	0	6,2	12
2013	74,2	19,4	6,5	0	0	6,5	10
2012	48,4	25,8	25,8	0	0	25,8	16
2011	12,9	51,6	35,5	0	0	35,5	23
2010	38,7	45,2	16,1	0	0	16,1	17
2009	29	41,9	29	0	0	29	21
2008	36,2	36,7	26,3	0,8	0	27,1	19
2007	31,5	36,7	31	0,8	0	31,8	21
2006	34	32,9	32,3	0,8	0	33,2	20
2005	38,9	33,2	26,6	1,1	0,3	27,9	20
2004	35,8	27,6	34,4	2,2	0	36,6	22
2003	54,2	28,5	16,4	0,8	0	17,3	15
2002	46,2	32,5	19,6	1,7	0	21,3	17
2001	51,4	33,1	14,6	0,8	0	15,5	15
2000	43,9	29	26	1,1	0	27,1	18
1999	60,7	26,3	11,6	1,2	0,3	13	13
1998	58,7	22,3	17,1	2	0	19,1	15
1997	59	22,3	16,5	2,3	0	18,8	14
1996	61,6	17,2	16,3	4,9	0	21,2	15
1995	47,2	26,7	24,3	1,4	0,3	26,1	18
1994	55,4	30	12,8	1,2	0,6	14,6	14
1993	53,7	28	16,2	1,5	0,6	18,3	14
1992	47	35,1	15,8	1,8	0,3	17,9	16
1991	37,5	39	22	1,5	0	23,5	19

ANDERE LAUBBÄUME

Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2023	23,2	55,7	15,7	2,1	3,3	21,1	23
2022	14	61,7	18,2	3,4	2,8	24,3	25
2021	18,5	59,5	16,2	1,9	3,9	22	24
2020	25	51,7	17,4	1,7	4,1	23,3	24
2019	12,7	40	38,2	4,5	4,5	47,3	32
2018	36,6	49,5	11,8	0	2,2	14	18
2017	34,1	46,2	18,7	1,1	0	19,8	18
2016	39,8	40,9	16,1	0	3,2	19,4	20
2015	42,4	48,9	6,5	1,1	1,1	8,7	16
2014	38,8	41,2	20	0	0	20	17
2013	45,6	43	11,4	0	0	11,4	16
2012	48,7	41	7,7	2,6	0	10,3	16
2011	43,6	41	15,4	0	0	15,4	16
2010	42,9	48,1	9,1	0	0	9,1	15
2009	64,5	31,6	3,9	0	0	3,9	10
2008	29	47,1	21,4	1,6	0,9	23,9	22
2007	25,5	52,4	18,2	3,2	0,8	22,1	22
2006	23,1	45,3	22,1	6,4	3,1	31,6	27
2005	36,2	45,9	15	1,6	1,3	17,9	20
2004	38,7	37,7	19,4	3,3	1	23,6	21
2003	38,4	39,2	18,8	2,9	0,8	22,4	20
2002	42,9	41,9	13,1	1,8	0,3	15,1	17
2001	52,1	35,2	8,5	1,5	2,7	12,7	17
2000	53,5	34,3	7,8	3,6	0,8	12,2	16
1999	59,9	30,6	7,4	1,7	0,5	9,5	14
1998	61,1	31,1	6,3	1,4	0,2	7,9	13
1997	61	31,3	6,2	1	0,5	7,7	13
1996	58,9	31,4	8,1	1,2	0,4	9,7	13
1995	56,5	27,9	11,1	3,9	0,6	15,6	16
1994	56,9	26,4	13,2	2,4	1,1	16,7	16
1993	54,8	27,1	12,3	4,9	0,9	18,2	18
1992	40,1	40,2	16,2	2,6	1,1	19,8	18
1991	47,2	33,6	15,3	3,9	0	19,2	18

ANDERE NADELBÄUME

Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2023	36,1	44,5	13,8	0	5,6	19,4	21
2022	16,2	40	38,8	0,6	4,4	43,8	28
2021	22,6	56	14,5	1,3	5,7	21,4	24
2020	13,6	65,9	13,6	0	6,8	20,5	26
2019	40,5	45,2	7,1	0	7,1	14,3	21
2018	77,1	8,6	5,7	0	8,6	14,3	18
2017	45,9	32,4	5,4	2,7	13,5	21,6	26
2016	70	20	5	2,5	2,5	10	14
2015	65,9	24,4	4,9	2,4	2,4	9,8	15
2014	72,9	25	0	2,1	0	2,1	9
2013	82	16	0	2	0	2	8
2012	70,6	21,6	3,9	2	2	7,8	12
2011	74,5	23,5	2	0	0	2	8
2010	82,4	15,7	2	0	0	2	7
2009	80,4	19,6	0	0	0	0	7
2008	58,5	34,4	5,7	0,8	0,6	7,1	13
2007	47,9	38,9	11,8	0,8	0,6	13,3	16
2006	57,8	34,7	6,1	0,8	0,6	7,5	13
2005	65,5	29,6	3,5	0,3	1,1	4,9	11
2004	67,7	26	4,9	0,3	1	6,3	11
2003	71,5	24,2	2,9	0,7	0,6	4,3	10
2002	65,2	29,5	4	0,4	0,9	5,3	11
2001	71	25,7	2,4	0,9	0	3,2	9
2000	70,6	25,4	3,4	0,3	0,3	4	10
1999	73,6	24,2	1,5	0,3	0,4	2,2	9
1998	67,8	27,6	3,7	0,6	0,3	4,6	10
1997	70	25,4	3,7	0,7	0,1	4,6	9
1996	64,8	29,1	5,5	0,4	0,1	6,1	10
1995	67,6	25,3	6,2	0,7	0,1	7,1	10
1994	68,2	23,7	7,3	0,6	0,2	8,1	10
1993	63,5	27,1	7,7	1,3	0,5	9,4	12
1992	68,9	25,5	4,5	0,5	0,6	5,6	10
1991	61,5	30,2	7,9	0,5	0	8,4	11

WZE Ergebnisse Fruktifikation der Hauptbaumarten

KIEFER

Jahr	Anteile der Intensitätsstufen der Fruktifikation in %				mittlere Intensitätsstufe
	ohne 0	gering 1	mittel & stark 2 + 3	mit Zapfen 1 - 3	
2023	8,6	47,7	43,8	91,4	1,5
2022	13,1	66	20,8	86,8	1,2
2021	17,3	60,1	22,5	82,6	1,2
2020	24,1	71,7	4,1	75,8	0,8
2019	2,6	80,9	16,5	97,4	1,1
2018	12,3	85,3	2,4	87,7	0,9
2017	14	70,6	15,4	86	1
2016	11,1	29,5	59,2	88,7	1,7
2015	48,4	35,4	16,2	51,6	0,7
2014	20	34,2	45,8	80	1,5
2013	10,2	38,2	51,4	89,7	1,6
2012	54,1	27,6	18,3	45,9	0,8
2011	20,6	34	45,4	79,4	1,5
2010	18,5	23,5	58	81,5	1,9
2009	18,2	30,9	50,9	81,8	1,7
2008	66,4	30,7	2,9	33,6	0,9
2007	44,7	44,2	11,1	55,3	1,6
2006	37,8	48,1	14,1	62,2	1,8
2005	51,5	40,1	8,4	48,5	1,4
2004	48,4	42,5	9,2	51,6	1,5
2003	54,4	40,1	5,4	45,6	1,2
2002	46,5	45,2	8,3	53,5	1,5
2001	51,5	41,8	6,7	48,5	1,3
2000	62,7	33,7	3,6	37,3	1
1999	39	46,3	14,7	61	1,9
1998	49,4	38,3	12,3	50,6	1,6
1997	74,1	23	2,9	25,9	0,8
1996	71,3	25,5	3,2	28,7	0,9
1995	62,4	31,7	5,8	37,6	1,2
1994	73,3	23,7	3	26,7	0,8

EICHE

Jahr	Anteile der Intensitätsstufen der Fruktifikation in %				mittlere Intensitätsstufe
	ohne 0	gering 1	mittel & stark 2+3	mit Eicheln 1-3	
2023	28,1	39,3	32,5	71,9	1,2
2022	35	42,5	22,1	64,6	1
2021	55,9	36,9	6,3	43,2	0,5
2020	39,7	55,9	4,5	60,3	0,7
2019	91,7	8,3	0	8,3	0,1
2018	12,1	66,4	21,6	87,9	1,2
2017	53,4	39,7	6,9	46,6	0,6
2016	25,2	34,8	40	74,8	1,2
2015	41,7	45,2	13	58,3	0,8
2014	63	25	12	37	0,5
2013	55,7	39,2	4,1	43,3	0,5
2012	80,4	15,5	3,1	18,6	0,2
2011	76,3	17,5	6,2	23,7	0,3
2010	93,8	5,2	1	6,2	0,1
2009	69,1	19,6	11,3	30,9	0,4
2008	88,5	11,3	0,2	11,5	0,5
2007	93,2	6,6	0,2	6,8	0,3
2006	81,6	16	2,4	18,4	1,1
2005	96	4	0	4	0,2
2004	97,8	2,2	0	2,2	0,1
2003	74,5	19,6	5,9	25,5	1,7
2002	95,1	4,7	0,2	4,9	0,2
2001	80,5	14,9	4,6	19,5	1,1
2000	81,9	14,3	3,8	18,1	1,1
1999	91,8	7,1	1,1	8,2	0,4
1998	81,4	13,5	5,1	18,6	1,1
1997	95,1	4,9	0	4,9	0,3
1996	98,4	1,1	0,4	1,6	0,1
1995	89,7	8,5	1,8	10,3	0,6
1994	99,3	0,7	0	0,7	0

BUCHE

Jahr	Anteile der Intensitätsstufen der Fruktifikation in %				mittlere Intensitätsstufe
	ohne 0	gering 1	mittel & stark 2 + 3	mit Früchten 1 - 3	
2023	34,2	37,6	28,2	65,8	1
2022	16,8	27,2	55,4	82,6	1,8
2021	45,3	41,4	13,3	54,7	0,7
2020	59,1	37,2	3,7	40,9	0,5
2019	20,3	26,7	53	79,7	1,6
2018	57,6	42,4	0	42,4	0,5
2017	9,1	45,5	45,5	90,9	1,6
2016	21,9	31,2	46,9	78,1	1,4
2015	59,4	12,5	28,1	40,6	0,7
2014	37,5	40,6	21,9	62,5	0,9
2013	100	0	0	0	0
2012	100	0	0	0	0
2011	0	6,5	93,5	100	2,5
2010	90,3	9,7	0	9,7	0,1
2009	9,7	22,6	67,7	90,3	2
2008	91,8	7,9	0,3	8,2	0,1
2007	46	32,1	21,9	54	0,9
2006	47,9	36,7	15,3	52,1	0,8
2005	97,5	2,5	0	2,5	0
2004	36,3	30,1	33,6	63,7	1,1
2003	88,2	10,4	1,4	11,8	0,1
2002	44	33,9	22,1	56	0,9
2001	91,4	8,6	0	8,6	0,1
2000	30,4	20,7	48,9	69,6	1,6
1999	92,2	7,8	0	7,8	0,1
1998	49,1	31,5	19,4	50,9	0,8
1997	97,1	2,9	0	2,9	0
1996	97,7	2	0,3	2,3	0
1995	30,1	32,8	37,1	69,9	1,3
1994	99,4	0,6	0	0,6	0

**WALDWIRTSCHAFT
- ABER NATUERLICH**

**Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und
Klimaschutz des Landes Brandenburg (MLUK)**

Landesbetrieb Forst Brandenburg
Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde

Alfred-Möller-Straße 1
16225 Eberswalde
Tel.: (03334) 2759-203
Fax: (03334) 2759-206
E-Mail: LFE@lfb.brandenburg.de
www.forst.brandenburg.de