



Forstwirtschaft

WALDZUSTANDSBERICHT 2024 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

Dr. Ulrike Hagemann

E-Mail: lfe@lfb.brandenburg.de

Internet: forst.brandenburg.de

Produktion und Umschlagbild

Dr. Jan Engel

Satz und Druck

DRUCKZONE GmbH & Co. KG

Gedruckt auf Recyclingpapier

Auflage: 100 Exemplare

Potsdam, Dezember 2024

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 2024 DES LANDES BRANDENBURG



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
<i>Dr. Ulrike Hagemann</i>	
Waldmonitoring in Brandenburg – Woher wir wissen, wie es dem Wald geht	3
<i>Dr. Ulrike Hagemann</i>	
Waldzustandserhebung – Wie geht es dem Brandenburger Wald?	4
<i>Dr. Rainer Hentschel</i>	
Einfach nur Wetter? – Witterung und Wasserversorgung	11
<i>Dr. Rainer Hentschel, Prof. Dr. Winfried Riek, Dr. Daniel Ziche</i>	
Extremereignisse und witterungsbedingte Schäden	14
<i>Dr. Katrin Möller</i>	
Insekten, Pilze & Co. – Biotisch bedingte Schäden	15
<i>Dr. Katrin Möller</i>	
Die Waldbrandsaison 2024: Keine Entwarnung trotz „gefühl“ reichlich Niederschlag	18
<i>Raimund Engel</i>	
Im Fokus: Waldboden – Star des Jahres 2024	20
<i>Prof. Dr. Winfried Riek, Dr. Alexander Russ</i>	
Die nächste Generation – Wie steht es um die jungen Bäume?	24
<i>Torsten Wiebke, Paula Schlösser</i>	
Für den Wald von Morgen – Blüte und Saatguternte	26
<i>Dagmar Schneck</i>	
Müll im Wald – ein anhaltendes Ärgernis	28
<i>Jörg Ecker</i>	
Mehr Wissen? Weiterführende Informationen	29
Anhang	30

ERGEBNISSE AUF EINEN BLICK WALDZUSTAND IN BRANDENBURG 2024

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 Schadereignissen (Waldbrände, Stürme) wird außerdem im Waldschutzmeldewesen erfasst und ausgewertet.

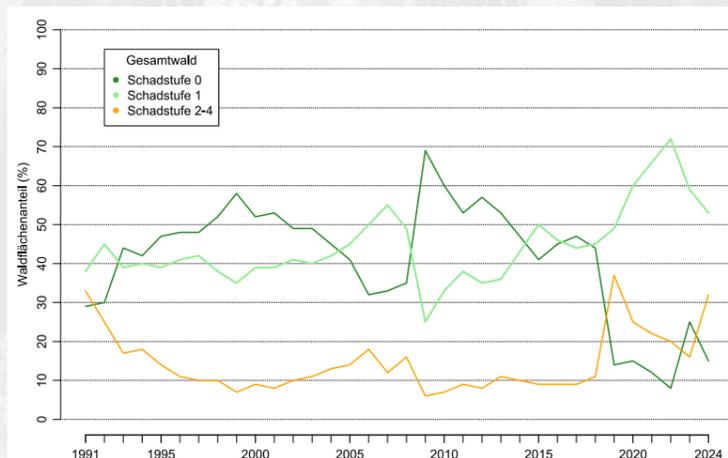


Die häufigsten Bäume in Brandenburg sind

69 % Kiefern
8 % Eichen
4 % Buchen

Entwicklung der Schadflächenanteile im Gesamtwald Brandenburg von 1991 bis 2024 in Prozent

Schadstufe 0 (ohne Schäden)
Schadstufe 1 (Warnstufe)
Schadstufe 2-4 (deutliche Schäden)



Schadstufen der Waldfläche in Prozent

Darstellung der Veränderung zum Vorjahr in %-Punkten

Schadstufe	ohne Schäden 0	Warnstufe 1	deutliche Schäden 2-4
Gesamtwald	15 % (-10)	53 % (-6)	32 % (+16)
Kiefer	19 % (-11)	64 % (+3)	17 % (+8)
Eiche	3 % (-9)	22 % (-31)	75 % (+40)
Buche	5 % (-1)	31 % (-30)	64 % (+31)

Probebäume (n=6.540)

57 % Kiefer (n=3.728)
14 % Eiche (n=939)
12 % Buche (n=812)
14 % sonst. Laubholz (n=854)
3 % sonst. Nadelholz (n=207)

Im Jahr 2024 fehlen den Bäumen im Durchschnitt **25,7 % der Blatt- bzw. Nadelmasse.**

→ **4,0 % der Bäume** zeigen mehr als **60 % Kronenverlichtung** (langjähriger Mittelwert 1,3 %)

→ **0,64 % der Bäume** sind seit der letzten Erhebung **abgestorben** (langjähriger Mittelwert 0,36 %)

In Land Brandenburg gab es 2024 **211 Waldbrände** auf einer Gesamtfläche von **230 Hektar.** Mehr als **95 %** aller Waldbrände blieben unter einem Hektar Schadfläche



Zusammenfassung

Die Gesundheit des Waldes hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab und lässt sich auf unterschiedlichen Ebenen erfassen. Die **Waldzustandserhebung** beschreibt anhand des Kronenzustands die langfristige Entwicklung des Gesundheitszustands. Das kontinuierliche **Waldschutzmeldewesen** dokumentiert und analysiert, wo und in welchem Ausmaß es zu Waldschäden gekommen ist bzw. wo diese aufgrund von Prognosen zur Populationsentwicklung von Schadorganismen 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.

Nach einer leichten Erholung im Vorjahr kam es im Jahr 2024 erneut zu einem **drastischen Anstieg der Waldfläche mit deutlichen Schäden** (siehe Infografik in der vorderen Umschlagseite). Über alle Baumarten gemittelt verdoppelte sich der Schadflächenanteil auf nunmehr 32 %. Die mittlere Kronenverlichtung über alle Baumarten und Altersklassen stieg in diesem Jahr auf 25,7 % – ein neuer trauriger Höchstwert. Insgesamt sank der Waldflächenanteil ohne sichtbare Schäden auf 15 %.

Den Baumarten Buche und Eiche wurde der schlechteste je beobachtete Kronenzustand attestiert, mit einem geschätzten Waldflächenanteil mit deutlichen Schäden von 64 % bzw. 75 %. Nur noch 3 % der Eichen und 5 % der Buchen zeigen keine sichtbaren Schäden.

Diese alarmierenden Ergebnisse sind zum einen auf die **Vorschädigung vieler Waldbäume** durch die Trockenjahre 2018, 2019, 2020 und 2022 zurückzuführen. Darüber hinaus ist der schlechte Kronenzustand in diesem Jahr teilweise eine Folge der Spätfröste Ende April und der damit verbundenen Schädigung der frisch ausgetriebenen Blätter. Trotz der insgesamt moderaten Wasserversorgung der Bäume im Jahr 2024 trugen die wiederkehrenden Hitzetage ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$) und regional auftretende Trockenperioden zu den Vitalitätsverlusten bei. Besonders auffällig war in diesem Jahr eine baumartenübergreifend beobachtete sogenannte Kleinblättrigkeit, d. h. eine Reduktion der Blatt- bzw. Nadeloberfläche.

Auch das Waldschutzmonitoring zeigt mit jedem Jahr deutlicher die Folgen der mit dem Klimawandel verbundenen extremen Witterungsereignisse. Diese äußern sich bei den Hauptbaumarten zunehmend durch **Komplexkrankheiten**. Obwohl im Jahr 2024 die Schäden durch Stürme, Waldbrände und Dürre auf einem relativ niedrigen Niveau lagen und auch die meisten der zu Massen-

vermehrungen neigenden blatt- oder nadelfressenden Insekten nur lokal eine Rolle spielten, gibt es insgesamt keinen Trend zur Verbesserung der Waldschutzsituation. Aufgrund des warmen Frühjahrs kam es zu einem zeitigen Austrieb der Vegetation und umfangreichen Schäden durch Spätfrost im April 2024. Im Süden Brandenburgs führte die Massenvermehrung des Kiefernspinners in einem Befallsgebiet von insgesamt auf über 11.000 Hektar zu Nadelverlusten von mehr als 30 %. Insgesamt 700 Hektar waren von Kahlfraß betroffen. Das Ausmaß der dadurch entstandenen Waldschäden ist insbesondere von der Witterung der nächsten Jahre, der Entwicklung rindenbrütender Käfer und dem Umfang forstlicher Maßnahmen (Sanitärhiebe) abhängig.

Angesichts der prognostizierten klimatischen Trends ist daher die gezielte Weiterentwicklung der Kiefernwälder in widerstandsfähige, gemischte Waldbestände mit standortgerechten Baum- und Straucharten und vielfältigen Waldrändern von essenzieller Bedeutung, um den zunehmenden abiotischen und biotischen Risiken für Waldökosysteme zu begegnen.

Zu Recht steht der **Waldboden als „Boden des Jahres 2024“** somit im Rampenlicht der diesjährigen Rubrik „Im Fokus“. Denn die Eigenschaften der Waldböden spielen eine zentrale Rolle – insbesondere in Brandenburg mit seinen für Wälder und Waldbewirtschaftung herausfordernden klimatischen und geologischen Bedingungen. Die Fähigkeit des Waldbodens, Wasser und Nährstoffe pflanzenverfügbar zu speichern und Schadstoffe zu filtern, entscheidet maßgeblich über die Vitalität und das Wachstum von Waldökosystemen. Darüber hinaus tragen viele Waldböden zur Biodiversität bei, indem sie Lebensraum für zahlreiche Organismen bieten. Selbst die in Brandenburg häufig vorkommenden nährstoffarmen, sauren Böden spielen eine wichtige Rolle. Sie sind der Lebensraum seltener und schützenswerter Arten, die an diese speziellen Bedingungen angepasst sind. So leisten unsere Waldböden einen unersetzlichen Beitrag zum Erhalt des ökologischen Gleichgewichts und zum Schutz der Artenvielfalt.

Um aus vorhandenen Kiefernreinbeständen standortangepasste und gemischte Waldbestände auf gesunden Waldböden zu entwickeln, bedarf es außerdem einer ausreichenden Pflanzendichte und Artenvielfalt in der nachwachsenden Waldgeneration. Für inzwischen 40 % der Waldfläche Brandenburgs konnten vorliegende Daten des Verjüngungszustands- und Wildeinflussmonitorings ausgewertet werden. Das Ergebnis zeigt leider, dass in der Verjüngungsschicht weder die wünschenswerte Baumartenvielfalt noch eine ausreichende Dichte ungeschädigter Jungpflanzen vorhanden ist. Immerhin sind auf aktuell knapp 20 % der Waldfläche

mehr als 4 Baumarten in der Verjüngung zu finden. Auffällig ist jedoch der starke Verbiss der jungen Laubbäume, darunter die mit 27 % am häufigsten in der Verjüngungsschicht vorkommende Eiche. Dieser Befund weist darauf hin, dass durch den selektiven **Wildverbiss insbesondere seltenerer Laubbaumarten** eine „Entmischung“ stattfindet, die das Ziel der Entwicklung widerstandsfähiger Mischwälder gefährdet.

Insgesamt sind die Ergebnisse der aktuellen Waldzustandserhebung sehr besorgniserregend. Bei allen Baumartengruppen in den Wäldern Brandenburgs fehlen Blatt- bzw. Nadelbiomasse. Die damit einhergehende Reduktion der Photosyntheseleistung schränkt nicht nur die Revitalisierung der Bäume ein, sondern ist wahrscheinlich auch mit einem Rückgang des Zuwachses und damit der CO₂-Senkenwirkung der Wälder verbunden. Die sicht-

baren Schäden der Baumkronen sind sehr wahrscheinlich auch im Wurzelbereich der Bäume wiederzufinden, so dass sich insgesamt die Fähigkeit der Bäume zur Wasser- und Nährstoffaufnahme erheblich vermindert. Die Waldzustandserhebung spiegelt somit eindrücklich die Folgen des Zusammenwirkens der häufigeren und intensiveren abiotischen und biotischen Schadfaktoren sowie der mit Blick auf die klimatischen Veränderungen noch unzureichenden Mischung und Struktur in den Wäldern Brandenburgs wider. Landesweit sollten wir daher die **Anstrengungen zu einer aktiven Waldentwicklung** der bisher von Kiefern dominierten Bestände **intensivieren**. Wirksame Instrumente sind die Schaffung abwechslungsreicher Lichtverhältnisse am Waldboden im Zuge von Waldpflege und Holzernte, die Sicherstellung walddverträglicher Wilddichten mittels Jagd, und die Anreicherung der sich etablierenden Naturverjüngung mit weiteren standorts- und klimagerechten Baumarten.



Foto: Jan Engel



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. 4 ff.). Darüber hinaus gibt es großräumige Waldinventuren, die den Waldzustand in mehrjährigen Zeitintervallen erfassen und systematische Aussagen über die Wälder Brandenburgs, ihre Zusammensetzung, ihre Struktur und ihre Entwicklung ermöglichen. Hervorzuheben sind hier neben der gerade abgeschlossenen Bundes- und Landeswaldinventur (<https://www.bundeswaldinventur.de>) die in Auswertung befindliche Bodenzustandserhebung sowie das Brandenburger Verjüngungs- und Wildeinflussmonitoring.

Durch den Klimawandel ändern sich die Standorts- und Wachstumsbedingungen der Waldbäume, wobei insbesondere die Wasserverfügbarkeit während der Vegetationsperiode eine große Rolle spielt (S. 11 ff.). Insbesondere die Waldböden spielen aufgrund ihrer Fähigkeit, Wasser und Nährstoffe pflanzenverfügbar zu speichern, hier eine zentrale Rolle. In diesem Jahr steht daher der Waldboden – als Boden des Jahres 2024 – im Mittelpunkt der Rubrik „Im Fokus“ (S. 20 ff.).

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 von Waldbränden (S. 18 f.). Extreme Witterungsereignisse wie Stürme können zu großflächigen Schäden führen, während Spätfroste neben jungen Bäumen auch die Blüten der Waldbäume schädigen und damit die Saatgutverfügbarkeit beeinflussen (S. 26 f.).

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. 15 ff.). 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. 28).

Wie auch die Ergebnisse der Bundeswaldinventur 2022 zeigen, 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 auch zukünftig die zahlreichen gesellschaftlich gewünschten Ökosystemleistungen erbringen.

Waldzustandserhebung – Wie geht es dem Brandenburger Wald?

Die Waldzustandserhebung (WZE) liefert seit mehr als 30 Jahren die Datengrundlagen für die Bewertung des Gesundheitszustandes der Waldbäume in Deutschland. Mit diesem Monitoringverfahren wird anhand des Kronenzustands differenziert nach Baumarten(gruppen) abgeschätzt, wie hoch der Anteil gesunder, gefährdeter oder geschädigter Waldbestände ist. Der Zustand der Belaubung oder Benadelung der Krone 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 im Anhang.

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 2024 wurden an 273 Probepunkten insgesamt 6.540 Probebäume hinsichtlich ihres Gesundheitszustands beurteilt (Abb. 1). Aus den Beobachtungen der Kronenverlichtung (relativer Nadel- bzw. Blattverlust eines Baumes) und der Kronenvergilbung (Anteil der Belaubung mit Vergilbung) werden kombinierte Schadklassen gebildet. Hat ein Baum eine Kronenverlichtung über 25 % oder weist die Krone einen hohen Vergilbungsanteil auf, wird dies als deutlicher Schaden gewertet (Schadstufe 2–4).

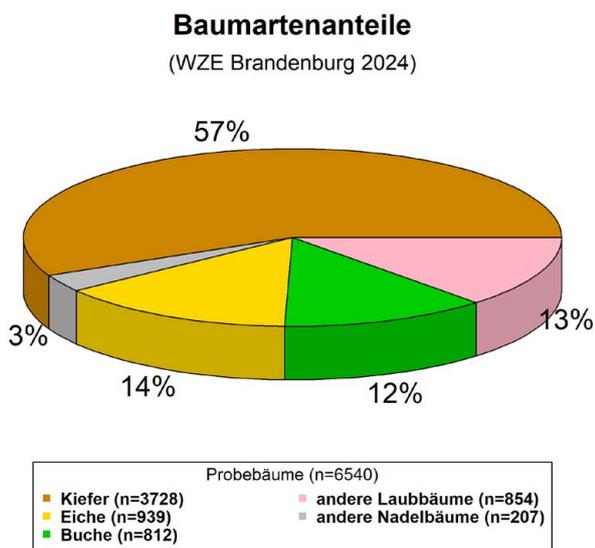


Abb. 1: Baumartengruppen und Anzahl an Probebäumen der WZE im Jahr 2024

Nach dem 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 in Folge des Klimawandels zum Teil extremen Trockenheit in den Jahren 2018, 2019, 2020 und 2022 sichtbar.

Im Jahr 2024 kam es erneut zu einem drastischen Anstieg der Waldfläche mit deutlichen Schäden. Nach dem extremen Anstieg der mittleren Kronenverlichtung im Jahr 2019 und einer leichten Erholungstendenz in den Folgejahren erreichte in diesem Jahr die mittlere Kronenverlichtung über alle Baumarten und Altersklassen einen neuen Höchstwert (Abb. 3).

Im Gesamtwald beträgt der Schadflächenanteil 32 % (Abb. 2) und verdoppelte sich damit im Vergleich zum Vorjahr. Der Waldflächenanteil ohne sichtbare Schäden ging auf 15 % zurück und liegt damit in etwa auf dem Niveau der Jahre 2019-2020. Probebäume über 60 Jahre weisen mit 27,1 % im Mittel eine höhere Kronenverlichtung auf als jüngere Bäume (22,8 %).

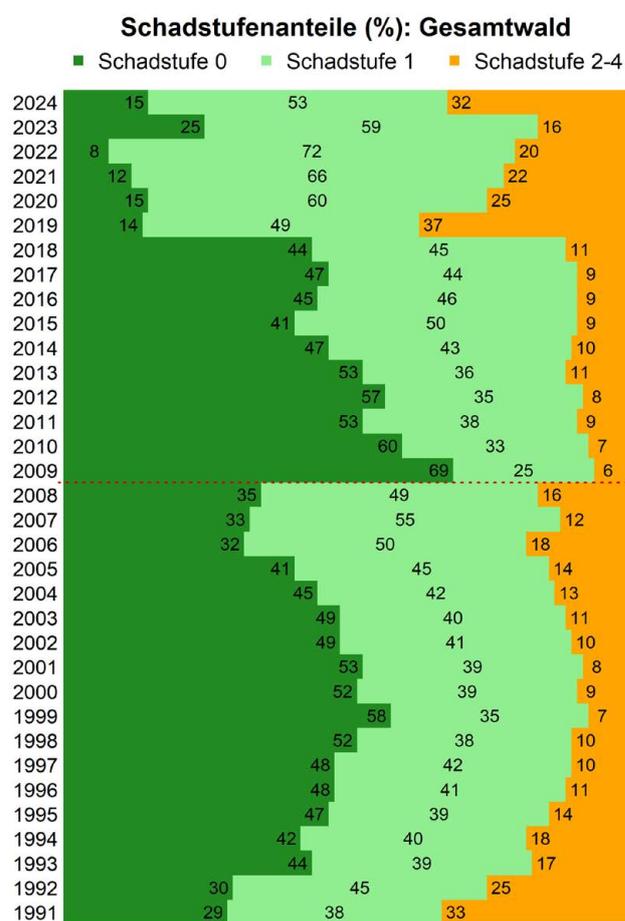


Abb. 2: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung. Darstellung für den Gesamtwald

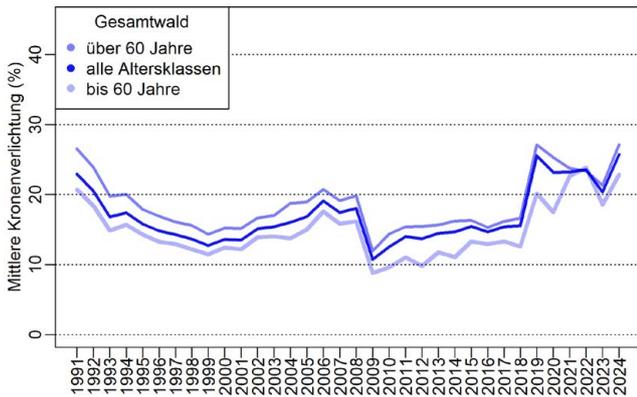


Abb. 3: Mittlere Kronverlichtung in %. Darstellung für den Gesamtwald

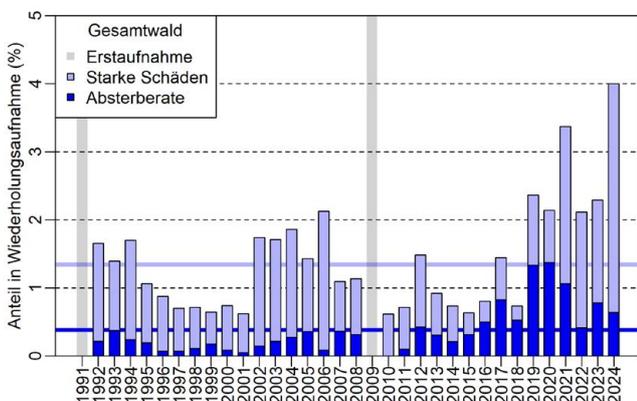


Abb. 4: Jährliche Absterberate und Anteil an starken Schäden (Kronverlichtung über 60%) in der Wiederholungsaufnahme

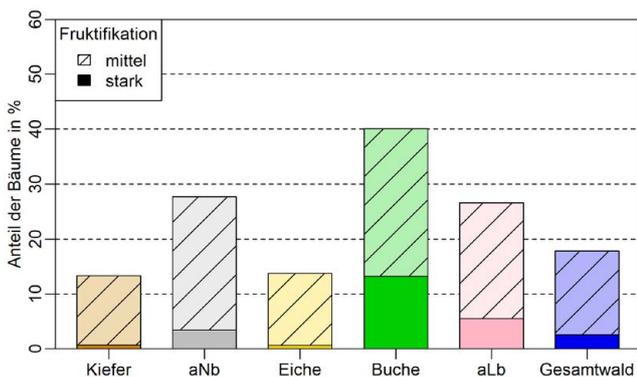


Abb. 5: Anteil an leicht und mittel-starkem Fruchtbehag. Darstellung für den Gesamtwald und getrennt nach Baumarten.

Der Anteil an stark geschädigten Bäumen, d. h. mit einem Nadel- bzw. Blattverlust über 60 %, liegt in diesem Jahr auf einem neuen Höchstwert von 4 % (Abb. 4). Die jährliche Absterberate ist etwas geringer als im Vorjahr, jedoch immer noch auf einem überdurchschnittlich hohen Niveau.

Der Kronenzustand steht auch in Wechselwirkung mit der Frucht- oder Zapfenbildung. In diesem Jahr lag der Anteil der Bäume mit starkem Fruchtbehag deutlich unter 10 %; nur bei der Buche trugen 13 % der beobachteten Buchen eine Mast (Abb. 5). Hingegen zeigten 36 % der stark geschädigten Buchen eine starke Fruktifikation – eine mögliche Folge der sogenannten Not-Regeneration, bei der vitalitätsgeminderte Bäume ihre verbleibenden Ressourcen in die Produktion von Früchten und Samen verlagern.

Neben den Witterungs- bzw. Wuchsbedingungen des aktuellen Jahres hat die Vorschädigung vieler Waldbäume in Folge der Trockenjahre 2018, 2019, 2020 und 2022 zu den Vitalitätsverlusten beigetragen. Darüber hinaus ist der schlechte Kronenzustand in diesem Jahr teilweise auf die Spätfröste Ende April und die damit verbundene Schädigung der frisch ausgetriebenen Blätter oder Nadeln zurückzuführen. Ab Ende Juni traten dann wiederkehrend Hitzetage ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$) auf, die ebenfalls den Blatt-/Nadelzustand negativ beeinflussen. Gemessen an der klimatischen Wasserbilanz war die Wasserversorgung der Bäume im Jahr 2024 moderat. Regional traten jedoch auch in diesem Jahr mehr oder weniger lange Trockenperioden auf.

Auch in diesem Jahr konnten Trockenstresssymptome beobachtet werden, beispielsweise bei der Buche. Durch ein Einrollen von Blättern (Schiffchenbildung), der Reduktion der Blattoberfläche oder der Ausbildung von Kurztrieben (Krallenbildung) kann der Wasserverbrauch in Zeiten von Wassermangel reduziert werden, was zunächst einer Anpassungsreaktion entspricht. Bei aufeinanderfolgenden Trockenperioden können die Reserven jedoch überbeansprucht werden.

Neben den vorhandenen Strukturschäden vieler Baumkronen wurden in diesem Jahr außerdem relativ häufig reduzierte Blatt- bzw. Nadeloberflächen (sogenannte Kleinblättrigkeit) beobachtet. Zudem waren bei den Laubbäumen nekrotische Blattflächen, die als Blattbräune mit in die Abschätzung des Blattverlusts eingehen, besonders auffällig.

Insgesamt sind die Ergebnisse der Waldzustandserhebung somit alarmierend. Es fehlt bei allen Baumartengruppen in den Wäldern Brandenburgs an Blatt- bzw. Nadelmasse. Die damit einhergehende Reduktion der Photosyntheseleistung schränkt nicht nur die Revitalisierung der Bäume ein, sondern dürfte auch mit einem Rückgang des Holzzuwachses und damit der CO_2 -Senkenwirkung der Wälder verbunden sein.

Es ist außerdem davon auszugehen, dass sich die sichtbaren Schäden der Baumkronen analog auch im Wurzelbereich der Bäume wiederfinden. Zum einen schränkt eine Verringerung des photosynthetisch aktiven Kronenraums das Wurzelwachstum ein. Zum anderen können durch Trockenheit insbesondere die für die Wasseraufnahme bedeutsamen Fein- und Feinstwurzeln geschädigt werden, so dass sich insgesamt die Fähigkeit der Bäume zur Wasser- und Nährstoffaufnahme erheblich vermindert.



Kiefer

Die Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) ist mit 68,7 % die flächenmäßig bedeutsamste Baumart in Brandenburg (MLUK, 2024). Entsprechend groß ist der statistische Einfluss auf den Gesundheitszustand des Gesamtwaldes.

Anfang der 1990er Jahre war der schlechte Zustand der Kiefer vornehmlich auf die hohen Immissionsbelastungen dieser Zeit zurückzuführen. Nach der Erholung des Kronenzustandes u. a. in Folge strengerer gesetzlicher Auflagen und damit besserer Luftreinhaltung wurde der Gesundheitszustand der Kiefer hauptsächlich durch Massenvermehrungen von Kiefern großschädlingen beeinflusst.

Im Jahr 2019 kam es in Folge der anhaltenden Trockenheit zu einem deutlichen Anstieg der Schadflächenanteile der Kiefer. Über vier Jahre lag die mittlere Kronenverlichtung bei mehr als 20 %. Im Jahr 2023 führte die Ausbildung kräftiger Maitriebe zu einer deutlichen Verbesserung des Kronenzustandes. Dieser Erholungstrend konnte sich 2024 nicht fortsetzen, so dass der Kronenzustand sich erheblich verschlechterte.

Im Jahr 2024 liegt der Waldflächenanteil der Kiefer mit deutlichen Schäden bei 17 %. Der Anteil der Bäume ohne sichtbare Schäden sank auf 19 %. Die mittlere Kronenverlichtung über alle Altersklassen beträgt aktuell etwa 20 %. Ein Unterschied zwischen den Altersklassen ist seit dem Jahr 2021 nicht mehr erkennbar.

Der Anteil an starken Schäden nahm ebenso wie die jährliche Absterberate leicht ab und entspricht jeweils dem langjährigen Mittel. Der Anteil an Kiefern mit mittleren bis starkem Zapfenbehang liegt im Jahr 2024 bei 13 % (vgl. Abb. 5), verglichen mit 44 % im Vorjahr.

Das im Jahr 2024 am häufigsten beobachtete Schadmerkmal an Kiefern waren mit knapp 30 % einzelne verbrauchte Triebspitzen in der Oberkrone, die u. a. dem Wirken des Waldgärtners (*Tomicus piniperda* L.) zugeordnet wurden. Die Weißbeerige Mistel (*Viscum album* L.) wurde an 13 % der Probestämme beobachtet. An 15 % der Kiefern fiel ein besonders hoher Anteil an Trockenreisig auf, an 8 % merkbare Anteile verbrauchter Nadeln.

Schadstufenanteile (%): Kiefer

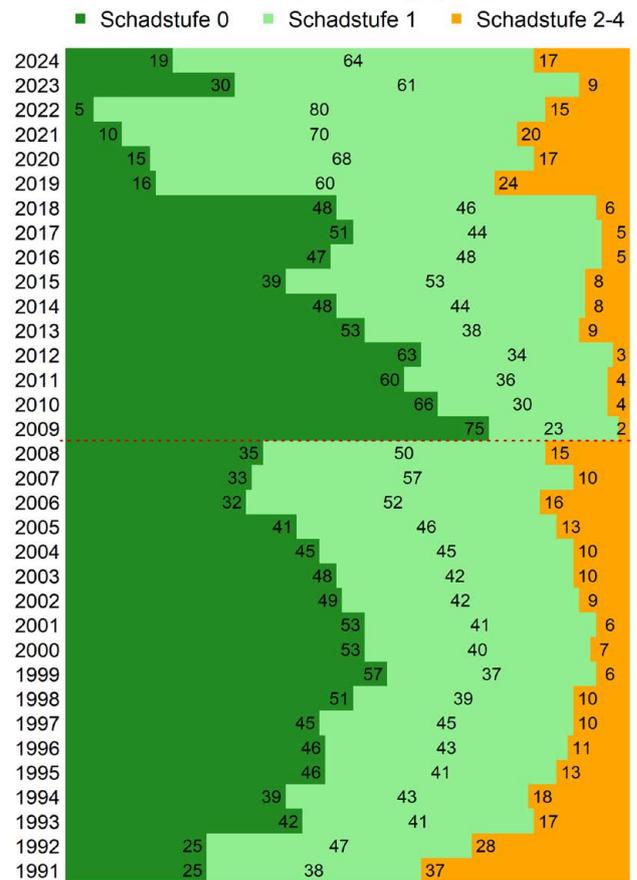


Abb. 6: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung

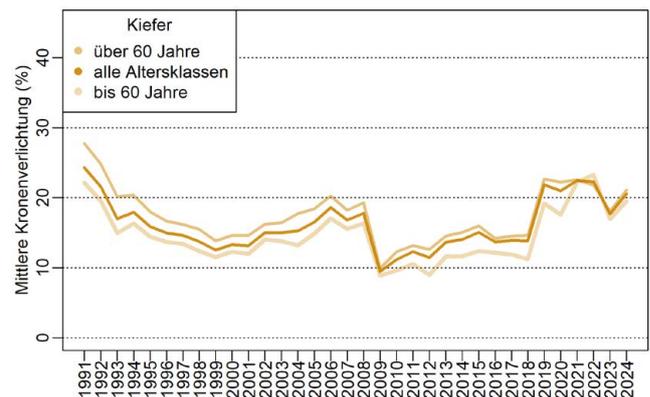


Abb. 7: Mittlere Kronenverlichtung in % - Kiefer



Eiche

Die Trauben-Eiche (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) und die Stiel-Eiche (*Quercus robur* L.) werden als Baumartengruppe „Eiche“ zusammengefasst. Mit einem Anteil von 8 % (MLUK, 2024) 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 Verschlechterungen 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. Im Jahr 2023 erholten sich die Eichen etwas.

Im Jahr 2024 kam es erneut zu einer extremen Verschlechterung des Kronenzustands. Der geschätzte Waldflächenanteil mit deutlichen Schäden beträgt nun 75 %. Nur 3 % der Eichen zeigen keine sichtbaren Schäden. Damit wird der Eiche der schlechteste je beobachtete Kronenzustand attestiert.

In diesem Jahr besonders prägend waren die teilweise über mehrere Tage anhaltenden Spätfröste Ende April. Diese zogen nicht nur die Obstblüte massiv in Mitleidenschaft, sondern ließen ebenfalls das frisch ausgetriebene Laub vieler Waldbäume absterben. Zusammen mit den Vorschädigungen der letzten Trockenjahre, insbesondere irreversiblen Strukturschäden der Krone, war die Belaubung der Eichen daher extrem spärlich.

Die mittlere Kronenverlichtung lag im Vorjahr mit 26 % schon sehr hoch und stieg nun auf einen neuen Höchstwert von 39 % an. Insbesondere bei Eichen über 60 Jahren wurde ein extrem hoher Wert der mittleren Kronenverlichtung von 42 % beobachtet, während die jüngeren Eichen mit 29 % deutlich besser dastehen. Auch der Anteil an Eichen mit einer Kronenverlichtung über 60 % stieg in diesem Jahr sprunghaft auf 10,7 %. Die jährliche Sterberate nahm ebenfalls zu, liegt mit 0,7 % aber im durchschnittlichen Bereich. Die Fruktifikation der Eiche war in diesem Jahr nicht besonders ausgeprägt (vgl. Abb. 5).

Ein 2024 besonders auffälliges Schadmerkmal der Eiche war die Blattbräune bzw. die Ausbildung nekrotischer Blattflecken. Hinzu kommt eine beobachtete Blattvergilbung. Da diese Blattschäden in die Berechnung der Schadstufen eingehen und bei 24 % bzw. 10 % der Probestämme beobachtet wurden, trugen sie mit zu den hohen Schadanteilen bei.

Der Anteil an Eichen mit Trockenreisig in den Kronen blieb mit 20 % ebenso wie der Fraß am Eichenlaub mit 19 % im Vergleich zum Vorjahr annähernd konstant. Starke abgestorbene Äste an 9 % der untersuchten Eichen sind eine irreversible Folge der Trockenjahre. Dabei blieben bereits herausgebrochene Kronenteile unberücksichtigt, so dass der Anteil an dauerhaft geschädigten Eichenkronen deutlich höher liegen wird.

Schadstufenanteile (%): Eiche

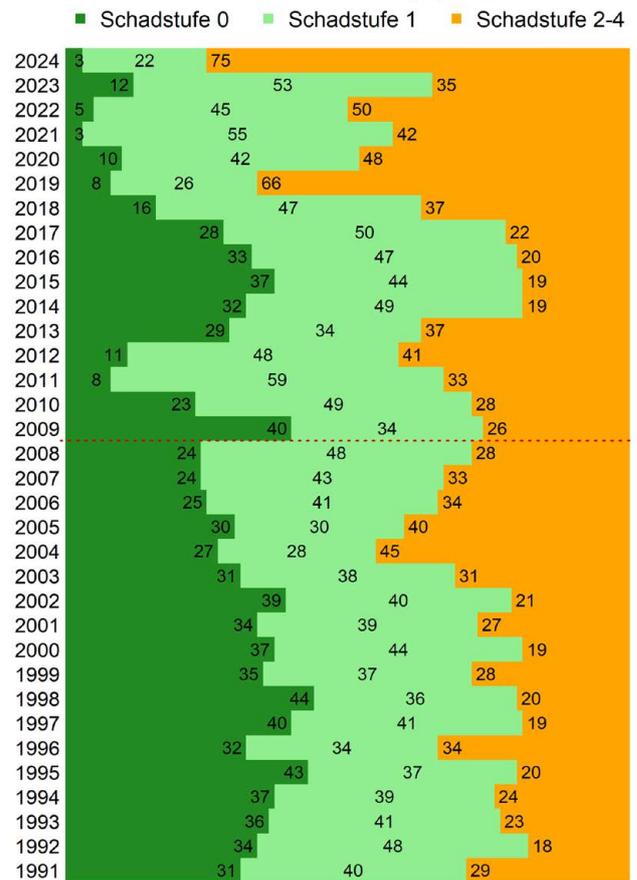


Abb. 8: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung – Eiche

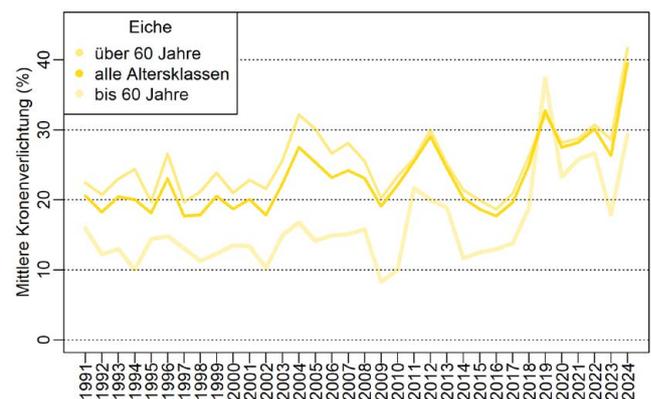


Abb. 9: Mittlere Kronenverlichtung in % – Eiche



Buche

Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) hat in Brandenburg einen Flächenanteil von 3,6 % (MLUK, 2024). Insbesondere im Norden Brandenburgs prägt sie viele Waldbilder. Angesichts aktueller Klima-projektionen ist es jedoch vielerorts fraglich, ob die Buche ihre dort vorherrschende Stellung beibehalten oder sich eher zu einer Misch- bzw. 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 2024 betrug der geschätzte Waldflächenanteil der Buche mit deutlichen Schäden 64 % und war damit 31 Prozentpunkte schlechter als im Vorjahr. Der Anteil ohne Kronenschäden blieb mit 5 % auf einem extrem niedrigen Niveau.

Die mittlere Kronenverlichtung der Buche erreichte einen neuen Höchstwert von 37 %. Buchen unter 60 Jahren hatten mit 30 % eine etwas geringeren Blattverlust. Der Anteil an Buchen mit einer Kronenverlichtung über 60 % stieg auf einen neuen Höchstwert von 10,9 %. Wie bei den Eichen muss damit der Buche der schlechteste je beobachtete Kronenzustand attestiert werden.

An 36 % der stark geschädigten Buchen wurde ein starker Fruchtbehang als Zeichen einer Not-Regeneration beobachtet (vgl. Abb. 5). Bei insgesamt 95 % der stark fruktifizierenden Buchen wurde eine Kronenverlichtung über 25 % festgestellt.

Das im Jahr 2024 am häufigsten beobachtete Schadmerkmal in der Krone war mit einem Anteil von 29 % erneut der hohe Trockenreisiganteil. Zudem wurden bei 6 % der Buchen starke Totäste (Durchmesser über 10 cm) beobachtet. Wie auch bei den Eichen zeigen sich hier die anhaltenden, teilweise dauerhaften Folgeschäden der vergangenen Trockenjahre.

Als zweithäufigstes Schadmerkmal wurde eine Krallenbildung (aufgelichtete Krone mit gekrümmten Zweigen und Zeichen einer Vergrüßung) der äußeren Zweige bei 20 % der Buchen beobachtet. Des Weiteren hatten 10 % der Bäume auffällig kleine Blätter, 10 % Blattvergilbung und 7 % eingerollte Blätter. Diese Symptome verringern die Blattoberfläche und zeigen Trockenstress an. Wie bei den Eichen könnten auch diese Symptome ursächlich auf frühere Wurzelschäden hinweisen, so dass das Niederschlagswasser nicht mehr in ausreichenden Mengen aufgenommen werden kann.

Schadstufenanteile (%): Buche

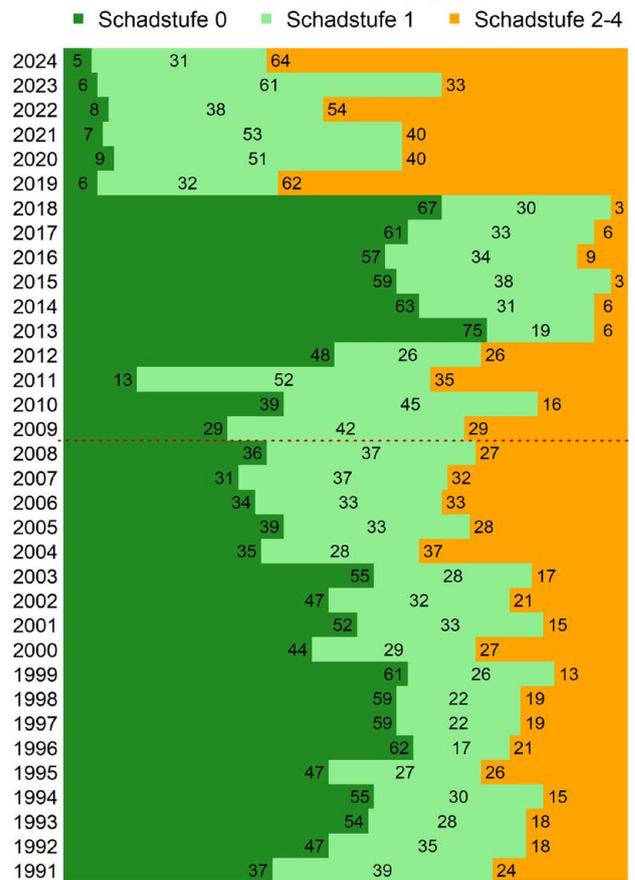


Abb. 10: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung – Buche

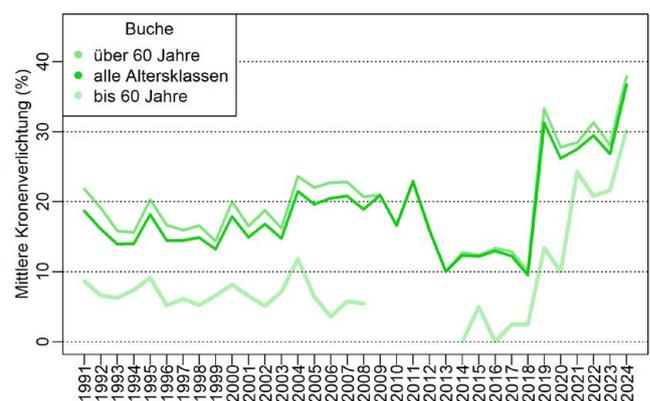


Abb. 11: Mittlere Kronenverlichtung in % - Buche



Andere Laubbäume

Neben Buchen und Eichen werden alle anderen Laubbbaumarten, 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.

Bei dieser Baumartengruppe handelt es sich zumeist um Arten mit einem geringeren Lebenshöchstalter als die Eiche oder die Buche. Die Birke tritt häufig als Pionierbaumart auf und hat eine hohe Reproduktionsrate. Die Schwarz-Erle ist meist in sogenannten Bruchwäldern mit guter Wasseranbindung zu finden, während die Robinie als vergleichsweise anspruchslos bezüglich der Nährstoff- und Wasserversorgung gilt.

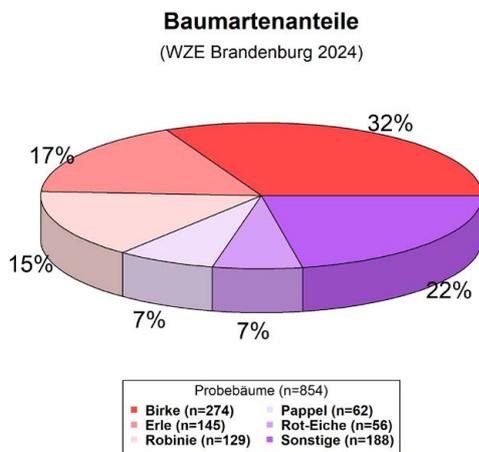


Abb. 12: Baumartenverteilung – Andere Laubbäume

Diese Laubbbaumarten zeigten 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 2024 beträgt der geschätzte Waldflächenanteil mit deutlichen Kronenschäden 36 %, eine im Vergleich zum Vorjahr dennoch deutliche Verschlechterung der Belaubung um 15 Prozentpunkte. Der Anteil der Bäume ohne Kronenschäden sank um zehn Prozentpunkte auf 13 %. Die mittlere Kronenverlichtung betrug 29 %, mit nur geringfügigen Unterschieden zwischen jüngeren und älteren Bäumen.

Der Anteil an Probepflanzen mit einer Kronenverlichtung über 60 % stieg im Vergleich zum Vorjahr nur geringfügig auf jetzt 7 % und ist damit deutlich geringer als bei Eiche und Buche. Die jährliche Sterberate ist wie im Vorjahr mit 2,5 % sehr hoch. Von den frisch abgestorbenen Probepflanzen dieser Baumartengruppe waren 67 % Birken.

Charakteristisch für die in dieser Gruppe dominierenden Pionierbaumarten ist die Intensität der nahezu jährlichen Fruchtbildung (vgl. Abb. 5). In den letzten zehn Jahren fiel der Anteil der mittel bis stark fruktifizierenden Bäumen nur in drei Jahren unter 20 %. Am stärksten fruktifizierten in diesem Jahr die Schwarz-Erle, der Berg-Ahorn und die Spätblühende Traubenkirsche. Ein mittlerer bis starker Fruchtbehang wurde hier an 47 %, 44 % bzw. 39 % der Probepflanzen beobachtet.

Ähnlich zum letzten Jahr war das häufigste Schadmerkmal bei anderen Laubbäumen das Trockenreisig mit einem Anteil von 33 % gefolgt von Blattfraß mit einem Anteil von 16 %. Deutlich erhöht war hingegen auch für diese Baumartengruppe die Blattvergilbung mit einem Anteil von 12 %.

Schadstufenanteile (%): andere Laubbäume

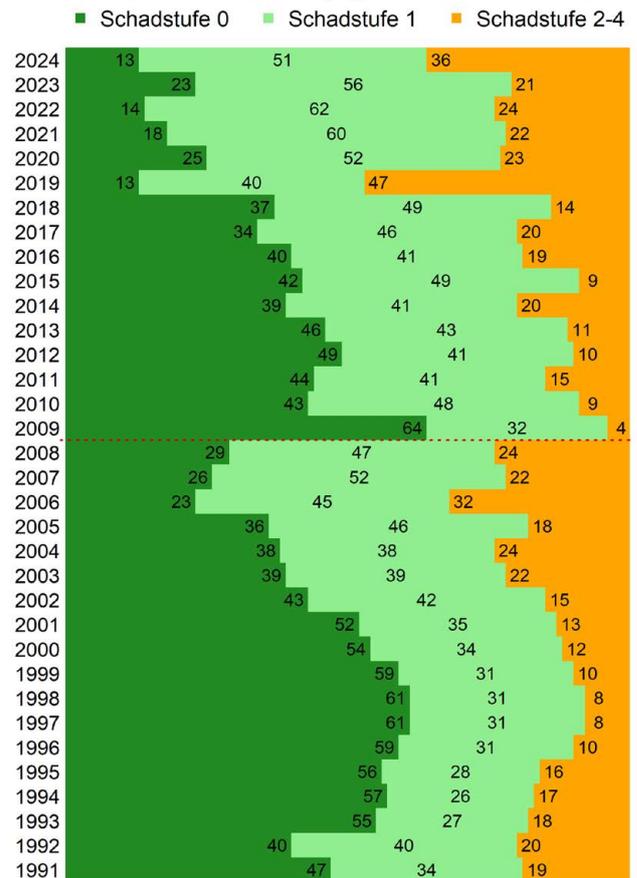


Abb. 13: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung - andere Laubbäume

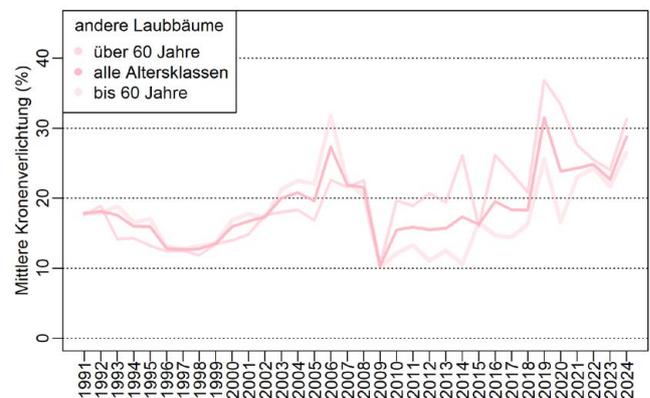


Abb. 14: Mittlere Kronenverlichtung in % - andere Nadelbäume



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 von nur 207 Probestämmen sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren.

Baumartenanteile

(WZE Brandenburg 2024)

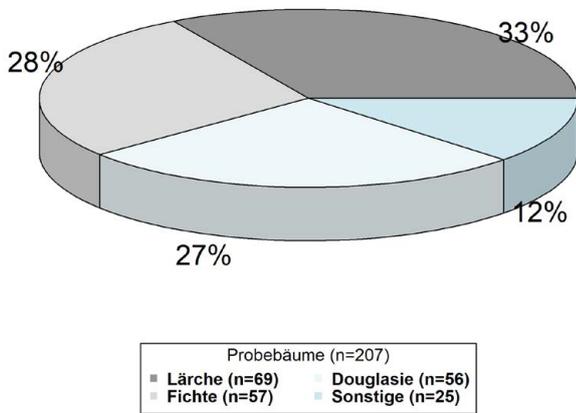


Abb. 15: Baumartenverteilung – Andere Nadelbäume

Im Jahr 2024 hatten in dieser Baumartengruppe 49 % der Bäume deutliche Kronenschäden, was eine extreme Verschlechterung zum Vorjahr darstellt (plus 30 Prozentpunkte). Der Anteil ohne sichtbare Schäden ging auf 21 % zurück. Die mittlere Kronenverlichtung erreichte einen neuen Höchstwert von 32,3 %. Ein Nadelverlust von über 60 % wurde bei 12 % der Probestämme beobachtet. Die jährliche Sterberate lag mit 3,8 % deutlich über dem langjährigen Mittel (plus 2,3 Prozentpunkte). Weymouth-Kiefern (Strobe) und Fichten starben besonders häufig ab.

Auch bei dieser Baumartengruppe waren trockene Zweige bei 24 % der Bäume das häufigste Schadmerkmal. Bei 17 % bzw. 7 % der Probestämme wurden zudem vergilbte bzw. verbrauchte Nadeln beobachtet.

Schadstufenanteile (%): andere Nadelbäume

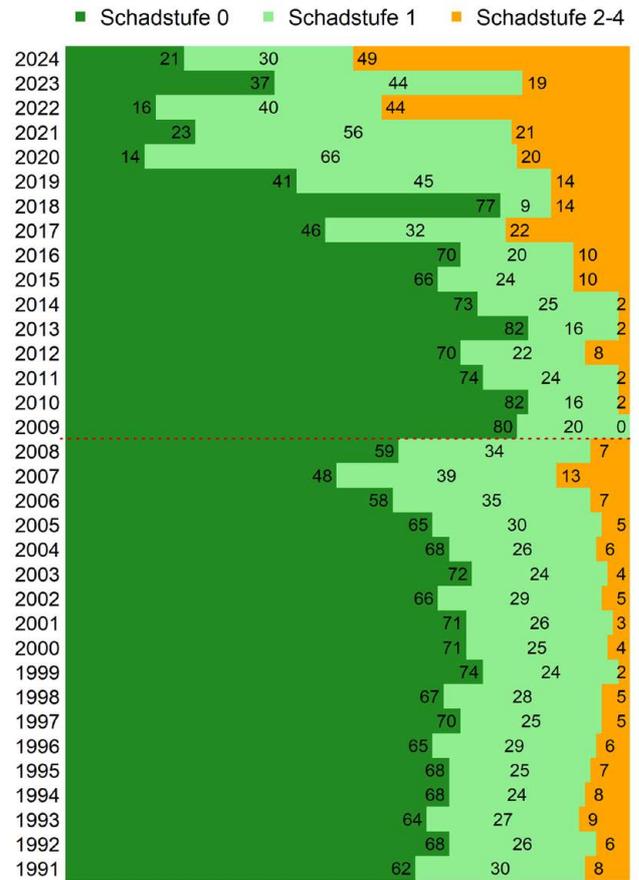


Abb. 16: Schadstufen in %. Die rote Linie markiert eine Messnetzumstellung

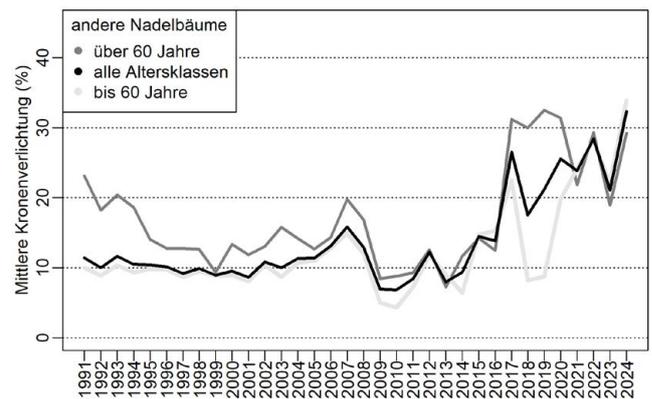


Abb. 17: Mittlere Kronenverlichtung in % – andere Nadelbäume

Einfach nur Wetter? – Witterung und Wasserversorgung

Seit dem Jahr 2018 waren die Witterungsbedingungen der Vegetationsperiode in Brandenburg durch zum Teil extreme Hitze und Trockenheit geprägt. Die Jahre 2018, 2019, 2020 und 2022 haben als extreme Trockenjahre den Waldzustand maßgeblich beeinflusst.

Um den Einfluss von Klima und Witterung auf die Wälder Brandenburgs bewerten zu können, werden eigene Messreihen von den Waldklimastationen des Level-II-Programms herangezogen. Außerdem ermöglichen freiverfügbare Messdaten des Deutschen Wetterdienstes eine Regionalisierung des Witterungsgeschehens. Nähere Angaben zu den Methoden sind im Anhang zu finden.

Witterung

Das Witterungsgeschehen wird u. a. durch die monatlichen Niederschlags- und Temperaturabweichungen vom langjährigem Mittel (1996–2022) charakterisiert. Die Daten der meteorologischen Freilandstation in Kienhorst (Schorfheide) zeigen hierbei einen im Trend beispielhaften Witterungsverlauf für Brandenburg (Abb. 1).

Die Wintermonate 2023/24 waren überaus niederschlagsreich. Im Laufe des Sommers zeigten sich leicht unterdurchschnittliche **Niederschlagsmengen**. Da der Regen regional sehr unterschiedlich verteilt war, kam es mancherorts auch in diesem Jahr wieder zu mehr oder weniger langen Trockenphasen.

Die **Lufttemperatur** ist räumlich relativ gleichmäßig verteilt, und so war das deutlich überdurchschnittlich warme Frühjahr überall in Brandenburg spürbar. Infolgedessen kam es zu einem auffällig frühen Laubaustrieb. Als extremes Witterungsereignis hatten daher die **Spätfröste** Ende April 2024 gravierende Auswirkungen auf die Gehölzentwicklung. In mehreren Nächten kam es zu Lufttemperaturen von bis zu minus 5° Celsius, so dass nicht nur die Obstblüte, sondern auch das frisch ausgetriebene Laub der Waldbäume erheblich geschädigt wurde.

In den Sommermonaten Juni und Juli zeigten sich eher durchschnittliche Temperaturen, gefolgt von einem erneut sehr warmen August. Ab Ende Juni traten dann wiederkehrend Hitzetage mit Lufttemperaturen über 30° Celsius auf. Laut dem Deutschen Wetterdienst war Brandenburg im Juli 2024 zudem das Bundesland mit den meisten Sonnenstunden.

Niederschlag und Wasserbilanz

Um abzuschätzen, wieviel Wasser den Bäumen zur Verfügung steht, wird u. a. die **klimatische Wasserbilanz** berechnet. Hierbei wird die potentielle Verdunstung nach FAO56 (s. Anhang) vom tatsächlich gefallenen Niederschlag abgezogen und die Differenz über das Jahr aufsummiert. So ist ersichtlich, wann es im Jahresverlauf zu einer eingeschränkten Wasserversorgung gekommen ist. Es ist normal, dass die klimatische Wasserbilanz in den Sommermonaten in den negativen Bereich abfällt. 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 Klimamessstation in Kienhorst (Abb. 2) verdeutlicht, dass die Waldbestände im Frühjahr überdurchschnittlich gut mit Wasser versorgt waren. Ab Mai fiel die klimatische Wasserbilanz allerdings relativ steil ab. Ende Juni bis Anfang August sorgten dann mehrere kleinere Niederschlagsereignisse für ein Einpendeln der klimatischen Wasserbilanz nahe dem langjährigen Mittel.

Um die Wasserversorgung für Brandenburg insgesamt beschreiben zu können, kann die **regionalisierte klimatische Wasserbilanz** der Vegetationsperioden (April bis September) der letzten neun Jahre herangezogen werden. Jahre und Regionen mit stark eingeschränkter Wasserverfügbarkeit sind in Abb. 3 gut an der Rotfärbung erkennbar. Das extreme Trockenjahr 2018 sticht ganz besonders 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.

Ähnlich wie das Vorjahr, lässt sich das Jahr 2024 hinsichtlich der Wasserversorgung als **moderat wasserversorgt** einordnen. Allerdings zeigen gelbe und orange Farbtöne in der Karte Regionen an, in denen die Wasserverfügbarkeit auch in diesem Jahr deutlich eingeschränkt war.

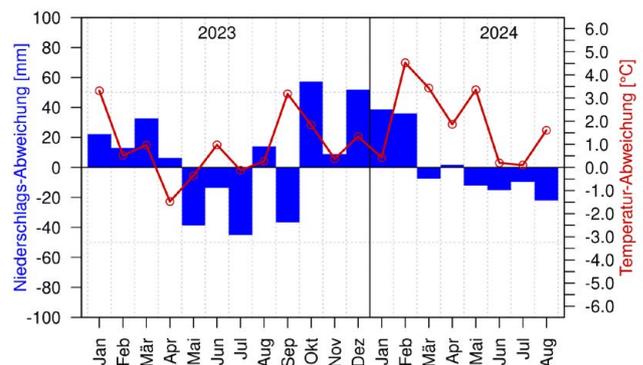


Abb. 1: Monatliche Niederschlags- und Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittel (1996 bis 2022) an der Level II Fläche Kienhorst (1203)

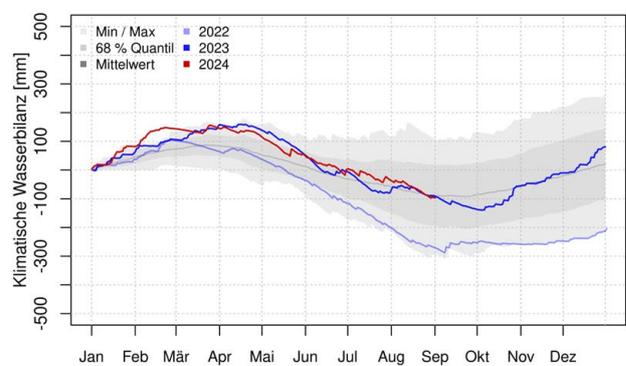


Abb. 2: Klimatische Wasserbilanz der letzten drei Jahre und als langjähriges Mittel (1996 bis 2023) an der Level II Fläche Kienhorst (1203)

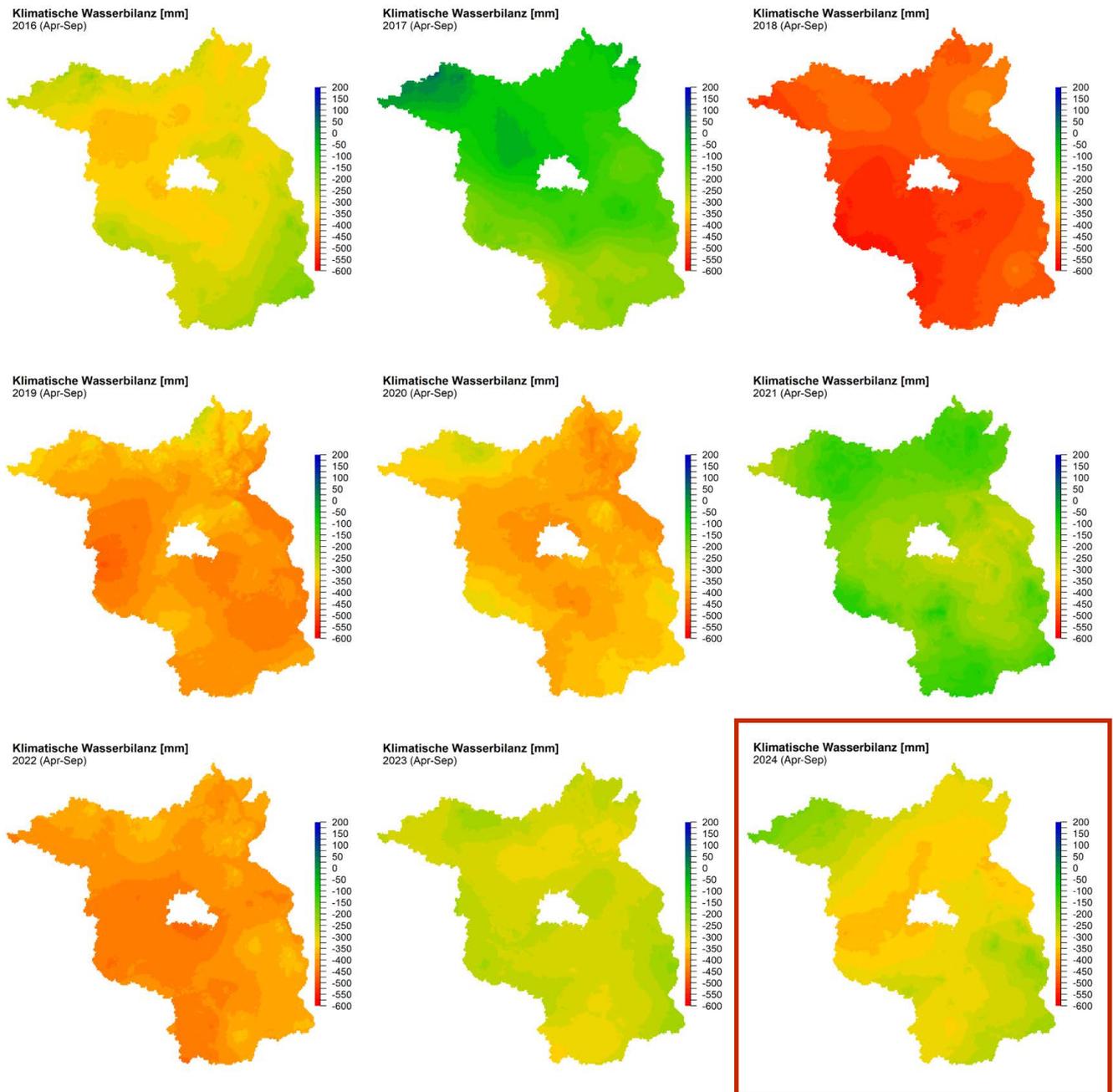


Abb. 3: Regionalisierte klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode (Apr.-Sep.) in Brandenburg der Jahre 2016 bis 2024

Die aktuelle Situation des Bodenwasserhaushalts

Eine der zentralen Funktionen des Waldbodens ist die Versorgung der Vegetation mit Wasser und den darin gelösten Nährstoffen (siehe S.11). Die Fähigkeit des Bodens zur Speicherung von pflanzenverfügbarem Wasser – die je nach Bodenbeschaffenheit stark variieren kann – wird im Kontext des Klimawandels immer wichtiger. Durch das im Winter aufgefüllte Bodenwasserreservoir können sommerliche Trockenperioden überbrückt und die Pflanzen vor übermäßigem Trockenstress geschützt werden. Dabei spielt eine intakte Bodenstruktur eine Schlüsselrolle: Wie ein Schwamm hält der Waldboden einen Teil des Niederschlagswassers zurück und macht es für die Vegetation nutzbar. Wie viel Wasser der Boden aufnehmen und speichern kann, hängt von mehreren Faktoren ab. Dazu zählen die Korngrößenzusammensetzung, der Humusgehalt, eventuelle Verdichtungen sowie die biologische Aktivität des Bodens. Diese Faktoren bestimmen die Struktur des Porenraums, also die Größe, Verteilung und Art der Hohlräume zwischen den Bodenpartikeln. Dieser Porenraum ist anteilig gefüllt mit Luft und Wasser, beherbergt viele Bodenorganismen und ist daher essentiell für die ökologischen Funktionen des Bodens.

Man unterscheidet drei Arten von Poren: Grob-, Mittel- und Feinporen. Grobporen leiten Wasser schnell in tiefere Bodenschichten ab und sind meist luftgefüllt. In Sandböden entstehen sie durch die großen Zwischenräume der Sandkörner, während sie sich in feinkörnigeren Böden eher durch Pflanzenwurzeln, grabende Tiere oder Schrumpfungsvorgänge bilden. Mittelporen sind besonders wichtig für die Wasserspeicherung und damit für das Pflanzenwachstum. In diesen Poren wird Wasser gegen die Schwerkraft gehalten und bleibt für die Wurzeln verfügbar. Das Volumen dieser Poren wird auch als „nutzbare Feldkapazität“ (nFK) bezeichnet.

Die nutzbare Feldkapazität gibt jedoch nur an, wie viel Wasser der Boden theoretisch speichern könnte, ähnlich einem Eimer, der eine maximale Füllmenge hat. Der tatsächliche Wassergehalt des Bodens zu einem bestimmten Zeitpunkt hängt vom Witterungsgeschehen ab, vor allem vom Niederschlag und von der Verdunstung. Die damit verbundenen Wasserflüsse im Boden lassen sich durch Simulationsmodelle berechnen, die mithilfe von täglichen Messungen auf den Dauerbeobachtungsflächen des Level-II-Monitoring-Programms kalibriert werden. Für die Inventurpunkte der brandenburgischen Bodenzustandserhebung (BZE) sind in Abb.4 die mit Hilfe eines solchen Modells geschätzten monatlichen Durchschnittswerte des Bodenwasservorrats dargestellt. Die horizontale Null-Linie zeigt den langjährigen Mittelwert des pflanzenverfügbaren Bodenwasservorrats seit 1981, während die geschwungene Linie den gleitenden Mittelwert der monatlich verfügbaren Wassermengen abbildet.

Insbesondere dicht aufeinanderfolgende Dürrejahre (2018, 2019, 2020, 2022) haben zu einer kumulativen Austrocknung der tieferen Bodenschichten geführt. In den oberen Bodenschichten (0–1 m Tiefe) wird das Wasserdefizit der Vegetationsperiode durch die Winterniederschläge auch nach Trockenjahren größtenteils ausgeglichen. In den tieferen Schichten (bis 3 m Tiefe) besteht jedoch seit 2019 ein anhaltendes Defizit. Erst durch etwas feuchtere Jahre begann sich dieses allmählich zu verringern. Die Tendenz zur Wiederauffüllung setzt sich bis ins Jahr 2024 fort. Erstmals seit 2018 waren die Böden im niederschlagsreichen Winter 2023/24 wieder gut gefüllt. Das sehr warme Frühjahr 2024 führte jedoch zu einem frühen Beginn der Vegetationsperiode, wodurch die darauffolgenden Trockenphasen die Bodenwasservorräte rasch erschöpften.

Weitere Trockenperioden im Sommer dieses Jahres – trotz intensiver Niederschläge im Juli – verstärkten diesen Effekt, sodass die Wasservorräte im Boden auch 2024 noch unter dem langjährigen Mittelwert liegen.

Die zunehmende Dauer und Intensität der Austrocknung der unterschiedlichen Bodenschichten kann die Vitalität der Wälder und die Stabilität der Ökosysteme auf Dauer beeinträchtigen. Insbesondere die langfristige Abnahme des Wasservorrats in den tieferen Bodenschichten verdeutlicht die Auswirkungen der Trockenheit auf den Landschaftswasserhaushalt: Die verringerte Bodenfeuchte reduziert die Grundwasserneubildung, was die Wasserversorgung sowohl für die Natur als auch für menschliche Nutzungen, wie beispielweise die Trinkwasserversorgung, weiter erschwert. Diese Entwicklungen erfordern langfristig angepasste Strategien im Wasser- und Bodenmanagement, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserspeicherung zu minimieren und nachhaltige Lösungen zu entwickeln.

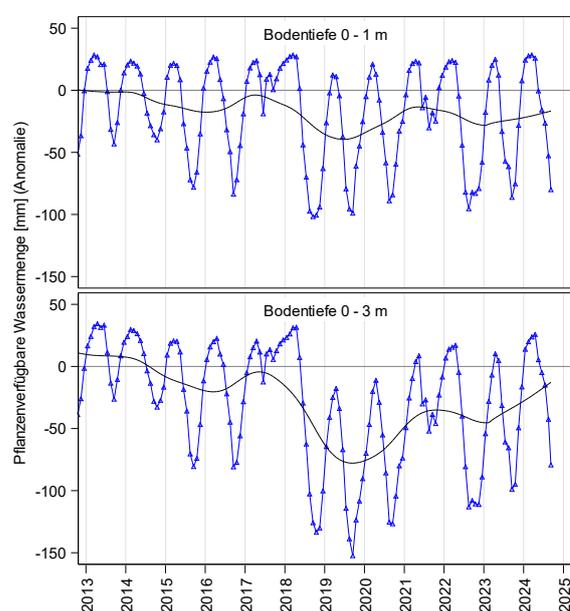


Abb. 4: Pflanzenverfügbare Bodenwassermenge in 0–1 m und 0–3 m Tiefe bezogen auf den jeweiligen langjährigen Mittelwert von 317 BZE-Punkten (blaue Linie und Symbole) sowie jahresübergreifender Trend (schwarze Linie)

Extremereignisse und witterungsbedingte Schäden

Die Folgen der extremen Witterungsereignisse der Vorjahre wirken weiter fort. Das Zusammenspiel zahlreicher Einflussfaktoren wie die seit 2018 anhaltende Trockenheit, hohe Populationsdichten zahlreicher holz- und rindenbrütender Käferarten sowie die weiterhin häufige Beteiligung pilzlicher Schaderreger beeinflussen die Vitalität aller Hauptbaumarten negativ. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung spiegeln diese komplexen Schadereignisse und Störungskaskaden wider.

Die Gefahr von Spätfrostschäden ist besonders hoch, wenn in einem ungewöhnlich warmen Frühjahr die Vegetationsentwicklung sehr früh beginnt. Im April 2024 wurden im Waldschutzmeldedienst für ca. 6.800 Hektar auffällige Frostschäden an jungen Bäumen registriert. Betroffen waren sowohl Pflanzungen als auch Naturverjüngung verschiedenster Baumarten, teilweise sogar unter schützendem Altholzschirm.

Von schwerwiegenden Sturmereignissen blieb Brandenburg 2024 bis in den Frühherbst hinein verschont. Auch Hagelschlag war in diesem Jahr auf kleine Flächen begrenzt. Spürbar wurden jedoch die Folgen eines intensiven Hagelschlagereignisses im Landkreis Märkisch-Oderland, welches im Juli 2023 insbesondere Kiefern getroffen hatte. Eine massive Beschädigung der Spiegelrinde im Bereich von Krone und oberem Stamm durch die Hagelkörner kann ausreichen, um Bäume zum Absterben zu bringen. Verletzte Kiefern sind in der Folge besonders anfällig gegenüber pilzlichen Schaderregern wie dem Diplodia-Triebsterben und für den Befall durch rindenbrütende Käfer. Im Sommer 2024 betrafen solche Folgeschäden bereits mehrere Hundert Hektar Wald (Abb. 1). Nur durch die Eindämmung des Käferbefalls mit Hilfe von Sanitärhiebsen können weitere Schäden minimiert werden.

Das Waldbrandjahr 2024 war vergleichsweise ruhig (siehe S. 18 f.). Problematisch bleibt der Waldverlust der vorherigen Jahre. Eine aktive Wiederbewaldung solcher Störungsflächen ist vor dem Hintergrund sich verstärkender Witterungsextremereignisse eine große Herausforderung.

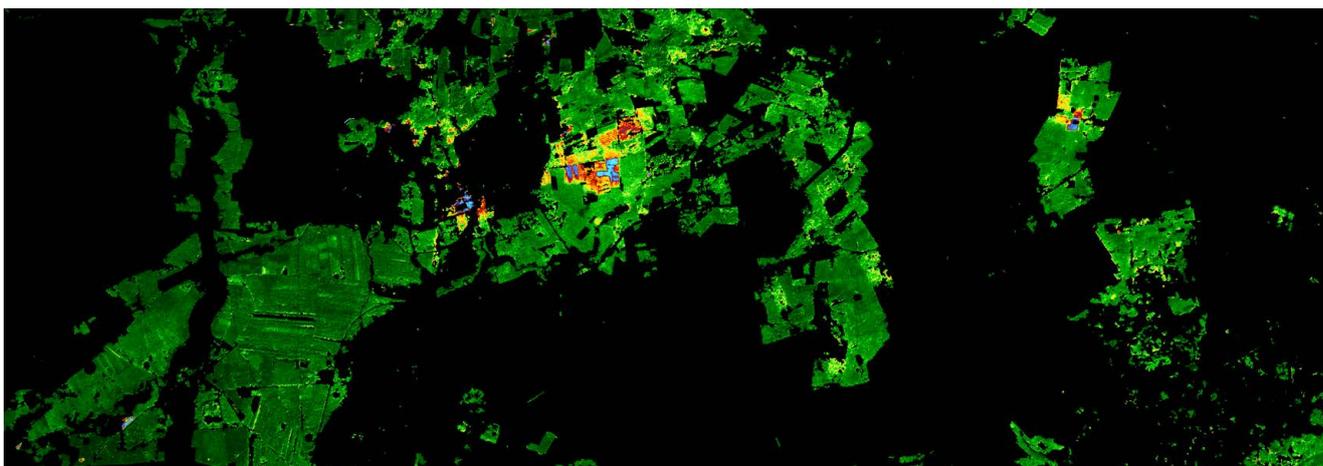


Abb. 1: Die Folgen schweren Hagelschlags im Vorjahr, Waldverlust auf ca. 200 ha (Satellitenrasterdaten, Daten: Planet Scope, Bearbeitung: Eogreen Analytics)

Insekten, Pilze & Co. – Biotisch bedingte Schäden

Blatt- und nadelfressende Insekten

Wie in den Vorjahren waren die meisten nadel- bzw. blattfressenden Larven der für Brandenburg typischen Bestandesschädlinge von Kiefer, Trauben- und Stiel-Eiche 2024 nur lokal auffällig. Sowohl Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) als auch die Frühjahrsfraßgemeinschaft der Eiche, mit u. a. Großem und Kleinem Frostspanner (*Operophtera brumata*, *Erannis defoliaria*), und auch Schwammspanner (*Lymantria dispar*) verursachten keine nennenswerten Fraßschäden.

Anders sah es beim Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*) aus, der im Süden Brandenburgs eine immer wiederkehrende Gefahr ist. Zu Massenvermehrungen dieses Nachtfalters kommt es etwa alle 10 Jahre. Die Raupen werden bis 8 cm lang (Abb. 2). Sie fressen Nadeln, Knospen und Triebe der Kiefer. Bekannt ist, dass Kiefern einen vollständigen Verlust ihrer Nadeln nicht überleben. Deshalb wird auch diese Schmetterlingsart mit bewährten Verfahren überwacht. Die Winterbodensuchen ([Video auf www.forst.brandenburg.de](https://www.forst.brandenburg.de)) und die anschließende Überwachung mit Leimringen hatten für den Sommer 2024 für annähernd 2.000 Hektar die Prognose intensiver Fraßschäden ergeben. Da die betroffenen Flächen im Vogelschutzgebiet „Spreewald und Lieberoser Endmoräne“ liegen, erfolgten keine Waldschutzmaßnahmen. Im Juli 2024 bestätigte sich die Prognose. Ca. 700 Hektar Kiefernwald sind von Kahlfraß durch die Raupen (Nadelverluste über 90 %) betroffen; ca. 900 Hektar von starkem Fraß (50-90 % Nadelverlust) (Abb. 3 und 4). Bei Berücksichtigung der Nadelverluste schon ab 30 % ergibt sich ein Befallsgebiet von insgesamt über 11.000 Hektar. Wie umfangreich die Waldschäden letztlich werden, ist nicht nur von der Witterung in den nächsten Jahren abhängig. Entscheidend ist auch, wie konsequent die Entwicklung der rindenbrütenden Käfer überwacht wird und in welchem Umfang Sanitärhiebe erfolgen. Ein Großteil der für diese Insekten attraktiven bzw. bereits befallenen Kiefern müssen gefällt und umgehend aus dem Wald abgefahren werden, um Folgeschäden auch für die umliegenden Waldbestände zu minimieren.



Abb. 3: Kahlfraß durch Kiefernspinner im Kronenraum (Drohne/Foto: P. Ebert)

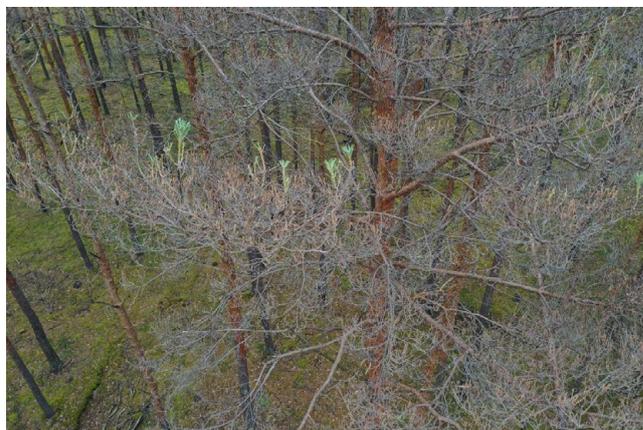


Abb. 4: Das Ausmaß der Fraßschäden per Drohne festgehalten (Foto: P. Ebert)



Abb. 2: Raupe des Kiefernspinners (Foto: K. Möller)

Im äußersten Nordwesten Brandenburgs hatten die Larven der Kleinen Dunklen Kiefernbuschhornblattwespe (*Gilpinia frutetorum*) zwischen 2021 und 2023 starke Fraßschäden in Kiefernforsten verursacht. Das ca. 1.000 Hektar große Befallsgebiet grenzt direkt an weitere betroffene Flächen in Mecklenburg-Vorpommern an. Die Fraßschäden waren zwar auch 2024 noch sichtbar, aber die meisten Kiefern konnten mit dem Maitrieb ihre Nadelmasse gut regenerieren. Im Spätsommer 2024 war endlich die – schon erwartete – winzige Erzwespe *Dahlbomius fuscipennis* zahlreich in den Kokons der Blattwespen nachweisbar (Abb. 5). Dieser Parasitoid ist bekannt dafür, eine Massenvermehrung der Kleinen Dunklen Kiefernbuschhornblattwespe beenden zu können. Davon wird nach der 3 Jahre andauernden Massenvermehrung jetzt ausgegangen. In den durch Nadelfraß geschädigten Waldgebieten mussten die rindenbrütenden Käfer als potenzielle Folgeschädlinge auch 2024 noch weiter überwacht werden.

Aus dem gesamten Süden Brandenburgs wurden zudem Vorkommen des Kiefernprozessionsspinners gemeldet, mit zumeist nur leichten Fraßschäden. Problematisch ist bei dieser Art jedoch die Gefährdung der Gesundheit von Waldbesuchern oder Waldarbeitern durch die Gift Haare der Raupen.



Abb. 5: Natürlicher Gegenspieler der Kleinen Dunklen Kiefernbuschhornblattwespe – knapp 1 mm große Erzwespen (*Dahlbomius fuscipennis*) beenden die Massenvermehrung in der Prignitz (Foto. C. Müller)

Komplexe Schäden

Hauptursache des insgesamt schlechten Waldzustandes und der zunehmenden Absterbeprozesse bei vielen Baumarten sind seit 2018 anhaltende komplexe Schadereignisse, die vorwiegend auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Insbesondere einige unter der Rinde brütende Käferarten profitieren von dieser Situation. Für eine erfolgreiche Entwicklung der Larven benötigen diese Insekten vitalitätsgeschwächte oder frisch abgestorbene Bäume. Die auch 2024 relativ großen Schadholzmengen, verursacht durch u. a. Blaue Kiefernprachtkäfer, Buchdrucker, Zwölfzähligen und Sechszähligen Kiefernborkekäfer, Lärchenborkekäfer sowie seltener durch Eichenprachtkäfer und Eichensplintkäfer widerspiegeln diese Situation. Letztlich steigt auch die Gefährdung durch Käferarten, die sich nicht unter der Rinde, sondern im Holz der Bäume entwickeln. An absterbenden Eichen wurde beispielsweise wie schon im Vorjahr auch 2024 der Eichenkernkäfer nachgewiesen (Abb. 6).

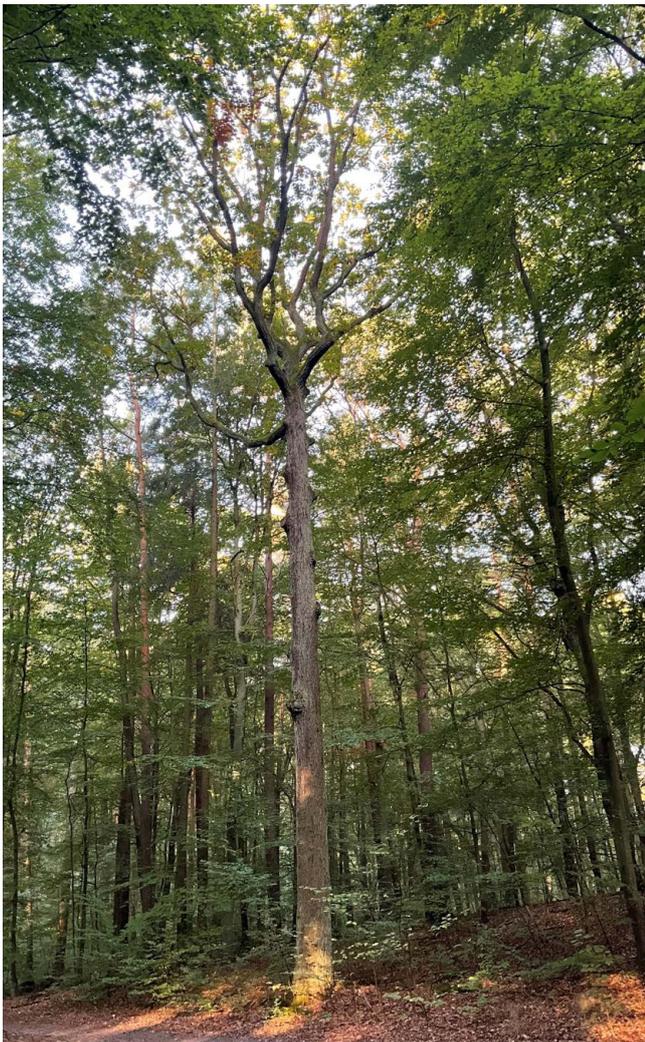


Abb. 6: Eiche mit komplexen Schäden (Foto: K. Hielscher)



Abb. 7: Mistelbefall an Kiefern (Foto: A. Wenning)

Das 2023 erstmals intensive Schadgeschehen in Douglasienbeständen belegt das hohe Gefährdungspotenzial komplexer Schadereignisse auch mit Beteiligung eingeschleppter invasiver Insekten. Als Verursacher der auch 2024 weiter auffälligen Schäden an überwiegend jungen Douglasien in Nord- und Westbrandenburg waren das Diplodia-Triebsterben (*Sphaeropsis sapinea*), die aus Nordamerika stammende und 2016 erstmalig in Brandenburg nachgewiesene Douglasien-Gallmücke (*Contarinia cf. pseudotsugae*), die Rußige Douglasienschütte (*Nothophaeocryptopus gaeumannii*) und die Sitka-Fichtengallenlaus bzw. Douglasien-Wolllaus (*Adelges cooleyi/coweni*-Komplex) beteiligt.

Wichtige pilzliche Faktoren im komplexen Schadgeschehen sind wie in den Vorjahren in den Kiefernforsten das Diplodia-Triebsterben (Erreger: *Sphaeropsis sapinea*) und bei der Rot-Buche rindenbesiedelnde Pilze, u. a. der Münzenförmige Rindenkugelpilz (*Biscogniauxia nummularia*). In Eichenbeständen blieben pilzliche Schaderreger auch 2024 unauffällig.

Besorgniserregend ist der weiter zunehmende Befall von Kiefern durch die Weißbeerige Mistel (*Viscum album* L.) (Abb. 7). Mit zunehmendem Befall verstärkt der wachsende Entzug von Wasser und Nährstoffen durch diese Halbschmarotzer den Vitalitätsverlust der Bäume.

Die Waldbrandsaison 2024: Keine Entwarnung trotz „gefühl“ reichlich Niederschlag

Das Jahr 2024 startete mit Blick auf die Waldbrandgefahr unter keinen guten Vorzeichen. Mit 11,8°C war es das wärmste Frühjahr seit Aufzeichnungsbeginn des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Auch über die Sommermonate lag die Mitteltemperatur mit 19,2°C rund 2°C über dem langjährigen Mittel. Im Landkreis Spree-Neiße wurden bereits in den Frühjahrsmonaten 18 Sommertage verzeichnet, die die Waldbrandgefahr anstiegen ließen. Trotz reichlicher Niederschläge im Mai und Juli blieb es in den Brandenburger Wäldern bis in den September weiterhin zu trocken, was sich auch im Brandgeschehen bemerkbar gemacht hat. Im August und September kam es zu ungewöhnlich hohen Temperaturen. Zum Ende der Waldbrandsaison im September wurde an sechs Tagen in Folge nochmals die Marke von 30°C (sogenannte Hitzetage) erreicht bzw. überschritten. Auch die Anzahl der Sonnenstunden lag im Frühjahr und Sommer um 15 % über dem langjährigen Durchschnitt.

Die Waldbrandgefahrenstufe (WGSt.) wird jeden Tag auf der Grundlage meteorologischer Daten und phänologischer Merkmale der Vegetation durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) berechnet. Für die Ermittlung einer Waldbrandgefahrenstufe im jeweiligen Landkreis werden dabei die Daten von mindestens drei repräsentativen Wetterstationen ausgewertet und ein Mittelwert berechnet. Die täglich um 8:00 Uhr auf den Internetseiten des MLUK bekannt gegebenen Waldbrandgefahrenstufen gelten dann für 24 Stunden.



Abb. 1: Auch im Jahr 2024 gab es wieder zahlreiche Tage mit der höchsten Waldbrandgefahrenstufe (Foto: J. Engel)

Die WGSt. gibt einen Hinweis über die aktuelle Gefahrenlage in dem jeweiligen Landkreis. Bereits ab einer mittleren Gefahr (Gefahrenstufe = 3) sind die Voraussetzungen dafür gegeben, dass sich ein Waldbrand als Flächenbrand ausbreiten kann. Bei Gefahrenstufen 4 (hohe Gefahr) und 5 (sehr hohe Gefahr) sind die Witterungsbedingungen so ungünstig, dass sich Waldbrände sehr schnell und nicht vorhersehbar ausbreiten können. Ein wesentlicher Kennwert für die Berechnung der WGSt. ist auch die sogenannte Streufeuchte. Hierbei handelt es sich um einen Wert, der angibt, wie viel Feuchtigkeit noch in der am Oberboden liegenden Biomasse enthalten ist. Je geringer die Feuchtigkeit in der Biomasse, desto geringer auch der Zündzeitpunkt. Eine sehr hohe Gefahrenlage liegt immer dann vor, wenn die Temperaturen über 30°C liegen, die Luftfeuchtigkeit weniger als 30 % beträgt und eine Windgeschwindigkeit von über 30 km/h herrscht.

In den Landkreisen Havelland und Potsdam-Mittelmark wurden an fast 100 Tagen die WGSt. 3, 4 oder 5 ausgerufen. In den meisten Landkreisen bewegte sich die Anzahl der Tage mit einer Gefahrenstufe 3-5 zwischen 80 und 90 Tagen. Lediglich die Landkreise Prignitz, Ostprignitz-Ruppin und Uckermark lagen in der Anzahl der Tage mit mittlerem bis sehr hohem Risiko etwas dahinter (65 Tage).

Im Jahr 2024 fanden in Brandenburg 90 % der Waldbrände bei einer ausgelösten Gefahrenstufe 3-5 statt. Die Korrelation zwischen Brandfläche und Gefahrenstufe war sogar noch eindeutiger: 99 % der Brandfläche entstand bei Brandereignissen, wo zuvor die Gefahrenstufe 3,4 oder 5 (Abb. 1) ausgerufen war.

Bis zum Ende der Waldbrandsaison 2024 wurden durch den Landesbetrieb Forst Brandenburg insgesamt 195 Waldbrände mit einer Gesamtfläche von 222,9 Hektar registriert und detailliert erfasst. In dieser vorläufigen Bilanz fehlen noch die Waldbrandereignisse, die sich auf Bundeswaldflächen ereignet haben und gesondert durch die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben erfasst werden. Durch die automatisierte Waldbrandfrüherkennung liegen dem Landesbetrieb Forst Brandenburg Nachweise für insgesamt 16 Brandereignisse auf Flächen des Bundes vor, so dass die vorläufige Gesamtbilanz 2024 voraussichtlich 211 Waldbrände mit einer Brandfläche von insgesamt 230 Hektar umfasst.

Die meisten Brände ereigneten sich im Monat Mai (54), gefolgt von Waldbränden im August (39) und September (37). Die Monate Juni und Juli blieben hinsichtlich des Brandgeschehens deutlich zurück. Diese für das Waldbrandgeschehen im Land Brandenburg glücklichen Umstände sind vorrangig auf die Witterungsbedingungen zurückzuführen, dank denen die Trockenperioden von wenigen Wochen immer wieder Phasen mit reichlich Niederschlag unterbrochen wurden.

Auch im Jahr 2024 gab es wieder Brandereignisse auf ehemaligen Truppenübungsplätzen in Brandenburg, die infolge des hohen Kampfmittelverdachts nicht durch die Einsatzkräfte in der Fläche direkt bekämpft werden konnten. So ereignete sich am 29. August 2024 ein Waldbrand auf dem ehemaligen Truppenübungsplatz Jüterbog-West in der Nähe des Löffelberges. Dieser Brand konnte sich, begünstigt durch die Witterungslage in den folgenden Tagen, auf eine Fläche von 172,5 Hektar ausbreiten. Den Einsatzkräften am Boden und mit Unterstützung einer Brandbekämpfung aus der Luft gelang es, ein Überspringen der Feuerfront über die entmunitionierten Haltelinien zu verhindern. Der Brand konnte nach Einsatzen am 2. September 2024 an den Waldbesitzer zur Brandwache übergeben werden. In der ersten Septemberwoche ereigneten sich nochmals mehrere Waldbrände, die mit einer Ausdehnung von über 5 Hektar ein großes mediales Interesse weckten.



Schwerpunkt: Waldbrandprävention

Der Landesbetrieb Forst Brandenburg setzt 2024 im Rahmen einer durch die europäische Gemeinschaft geförderten Maßnahme die Modernisierung der Sensoren zur Waldbrandfrüherkennung fort. Bis zum Beginn der Waldbrandsaison 2025 werden nochmals 42 Sensoren auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Ebenso wird in Kooperation mit den integrierten Leitstellen der Feuerwehr und des Rettungsdienstes an einer verbesserten Weiterleitung der Informationen über erkannte Brandereignisse gearbeitet. Ein kleiner Baustein in der Alarmierungskette, der aber wesentlich von Bedeutung sein wird.

Das Land Brandenburg unterstützt weiterhin den privaten und kommunalen Waldbesitz durch verschiedene Förderprogramme. Maßnahmen der Waldbrandprävention werden dabei im Maßnahmenbereich III „Waldbrandschutz“ der EU-MULK Forst-Richtlinie abgebildet, die für einzelne Maßnahmen eine bis zu 100%ige Förderung im Land Brandenburg gewährt. Im Jahr 2024 wurden über 70 Anträge mit einem Fördervolumen von 5,6 Millionen EURO bewilligt. Damit wurden bzw. werden 33 Löschwasserannahmestellen errichtet, 95 km Waldwege (Abb. 2) instandgesetzt und zwei Waldbrandriegelsysteme (Abb. 3) im Privat- und Kommunalwald geschaffen.

In einem weiteren Pilotprojekt des Landesbetriebes Forst Brandenburg werden zusätzlich 100 Löschwasserentnahmestellen im Privatwald errichtet. Hierzu haben die Waldbesitzenden einen Vertrag mit dem Landesbetrieb Forst Brandenburg abgeschlossen, auf dessen Grundlage das Land mit finanzieller Unterstützung der EU diese Brunnen errichtet und über den Zweckbindungszeitraum unterhält. Danach gehen diese Flächen und Einrichtungen der Waldbrandvorsorge wieder in den Besitz und die Verantwortung der jeweiligen Waldbesitzenden über. Die Umsetzung dieser Maßnahmen zur Verbesserung der Löschwasserversorgung in den Waldflächen erfolgt im Winter 2024/2025. Wenn die Witterung es zulässt, stehen damit zum Beginn der Waldbrandsaison 2025 den Einsatzkräften weitere 100 Löschwasserentnahmestellen für die Waldbrandbekämpfung zur Verfügung.



Abb. 3: Waldbrandschutzstreifen entlang von Straßen und Wegen sollen das Übergeifen von Feuer in den Wald verhindern (Foto: J. Engel)

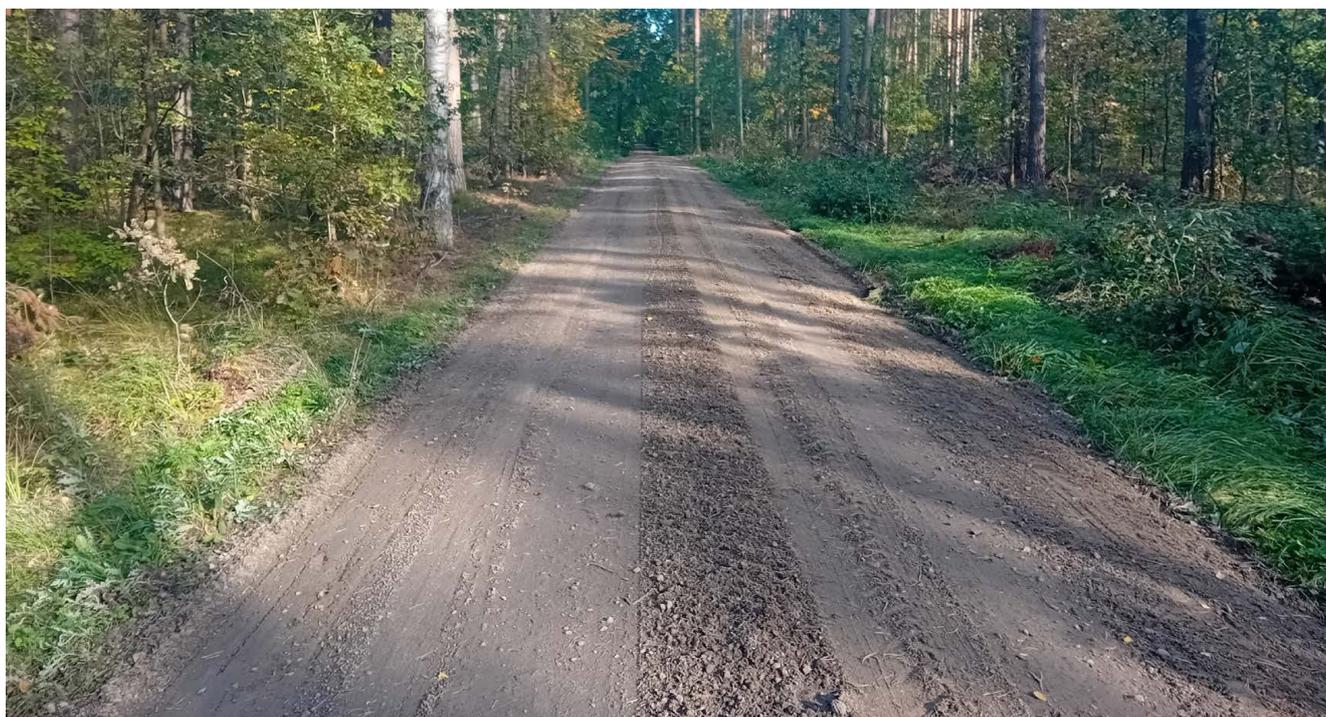


Abb. 2: Die Pflege und der Ausbau von Forstwegen sind ein wichtiges Instrument für die Bekämpfung von Waldbränden (Foto: J. Engel)

Im Fokus: Waldböden – Star des Jahres 2024

Jedes Jahr kürt ein Expertengremium einen bestimmten Bodentyp oder eine besondere Gruppe von Böden zum „Boden des Jahres“. 2024 ging der Titel an die Gesamtheit aller Waldböden in ihrer ganzen Vielfalt und Unterschiedlichkeit. Zahlreiche Veranstaltungen, Workshops und Waldführungen widmen sich aktuell diesem Thema. Anlass genug, auch hier einen Blick auf die verschiedenen Waldbodentypen in Brandenburg und ihre Leistungen zu werfen.

Aktion „Boden des Jahres“

Das Konzept „Boden des Jahres“ wurde vor 20 Jahren von der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) und dem Bundesverband Boden e. V. ins Leben gerufen. Ziel der Aktion ist es, das Bewusstsein für den Schutz der Ressource Boden und dessen Funktionen im Naturhaushalt zu stärken. Letztes Jahr stand der Ackerboden im Fokus, dieses Jahr wurde der Waldboden zum „Boden des Jahres“ gekürt.

Als Waldboden kann man jeden Boden bezeichnen, der sich unter Wald entwickelt hat. „Waldboden“ steht somit als Sammelbegriff für die vielen unterschiedlichen Waldbodentypen, die sich in Abhängigkeit vom Klima, Ausgangsgestein und Relief im Wechselspiel mit der Vegetation und menschlichen Nutzung über die Zeit ausgeformt haben. Gemeinsame Merkmale der Waldböden sind der weitgehend naturnahe, vom Menschen nur wenig beeinflusste Aufbau und die Ausbildung unterschiedlicher standorts- und vegetationspezifischer Humusaufgaben aus abgestorbener mehr oder weniger zersetzter Pflanzenstreu.

Mit der Wahl des Waldbodens zum „Boden des Jahres“ wird auf die vielen Leistungen und Funktionen hingewiesen, die gesunde Waldböden für Mensch und Umwelt erbringen. Gesunde Waldböden schaffen die Grundlage für stabile und anpassungsfähige Wälder.

Das unsichtbare Fundament des Waldes

Der Boden spielt eine zentrale Rolle im Ökosystem Wald. Er dient als Raum für biochemische Prozesse und ist die wichtigste Schnittstelle zwischen den biotischen und abiotischen Komponenten des Ökosystems. Die Funktionen und Leistungen von Waldböden (Tabelle 1) gehen somit weit über die Bereitstellung eines Standorts für Pflanzen hinaus. Als Regel- und Steuerinstanz für den Wasser-, Nährstoff- und Wärmehaushalt eines Waldes ist der Waldboden unverzichtbar für das ökologische Gleichgewicht, was wiederum die Basis für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung bildet. Besonders in Brandenburg, wo klimatische und geologische Bedingungen die Forstwirtschaft herausfordern, ist die Bedeutung der Bodeneigenschaften immens. Die Fähigkeit des Waldbodens, Wasser und Nährstoffe pflanzenverfügbar zu speichern und Schadstoffe zu filtern, entscheidet maßgeblich über die Vitalität und Produktivität von Wäldern. Darüber hinaus tragen viele Waldböden zur Biodiversität bei, indem sie Lebensraum für zahlreiche Organismen bieten. Selbst nährstoffarme, saure Böden, wie sie in Brandenburg häufig vorkommen, spielen eine wichtige Rolle. Sie sind der Lebensraum seltener und schützenswerter Arten, die an diese speziellen Bedingungen angepasst sind. So leisten unsere Waldböden einen unersetzlichen Beitrag zum Erhalt des ökologischen Gleichgewichts und zum Schutz der Artenvielfalt.

Tab. 1: Leistungen und Funktionen der Waldböden

Wasser- und Nährstoffspeicher	Waldböden versorgen die Waldbäume kontinuierlich mit Wasser und Nährstoffen, die für ihr Wachstum und ihre Gesundheit notwendig sind.
Biodiversität	Sie sind im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Böden besonders naturnah und bieten Lebensraum für eine hohe Artenvielfalt.
Klimaschutz	Durch die Akkumulation von Humus entziehen Waldböden der Atmosphäre Kohlendioxid und tragen damit aktiv zum Klimaschutz bei.
Hochwasserschutz und Erosionsvermeidung	Sie nehmen Starkregen auf, verhindern Überschwemmungen und schützen vor Erosion und Erdbeben.
Trinkwasserqualität	Waldböden fördern die Bildung von sauberem Grundwasser und verbessern so die Trinkwasserqualität.
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Als natürliche Archive bewahren Waldböden Spuren der Natur- und Kulturgeschichte.

Waldböden unter Beobachtung

Die bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) ist – neben der alljährlichen Waldzustandserfassung (WZE) und dem Level-II-Intensivmessprogramm – ein wichtiger Bestandteil des forstlichen Umweltmonitorings in Deutschland. Sie findet alle 15 Jahre statt und dokumentiert langfristige Veränderungen der Waldböden. Die rechtliche Grundlage für diese bundesweite Inventur bildet die „Verordnung über Erhebungen zum Zustand des Waldbodens“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BZE-Verordnung – BZE).

Im Land Brandenburg wurde die erste Bodenzustandserhebung 1992/93 auf dem 8x8-km-Punkteraster der damaligen Waldschadenserhebung durchgeführt (BZE-1). Die Wiederholungsinventur fand von 2006 bis 2009 statt (BZE-2), gefolgt von einer weiteren Erhebung auf Flächen der Bundeswaldinventur von 2009 bis 2011 (BZE-2a). Derzeit läuft bundesweit die dritte Bodenzustandserhebung (BZE-3). In Brandenburg wird diese auf 217 Inventurpunkten basierend auf dem Stichprobennetz der Bundeswaldinventur und der Waldzustandserhebung durchgeführt. Im Zentrum eines jeden Inventurpunktes wird eine Bodengrube angelegt und der Boden ausführlich beschrieben und beprobt. Im Abstand von 10 m werden 8 Satellitenpunkte eingemessen und ebenfalls beprobt, um auch die kleinräumige Bodenvariabilität zu erfassen. Fast 2.000 Einzelbohrungen bis in eine Tiefe von 140 cm kommen so zusammen. Zusätzlich werden der Zuwachs und die Vitalität der Bäume, das Vorkommen von ökologisch wertvollem Totholz und die Bodenvegetation erfasst. In den Baumkronen erfolgt eine Entnahme von Nadel- und Blattproben zur Beurteilung der aktuellen Ernährungssituation der untersuchten Bestände.

Das Landeskompetenzzentrum Forst in Eberswalde koordiniert die Bodenzustandserhebung in Brandenburg. Die Feldarbeiten werden von spezialisierten Dienstleistern durchgeführt, während

die chemische Analyse der Boden- und Pflanzenproben im Zentralen ökologischen Labor der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) erfolgt. Bei der Auswertung der Daten werden Fragen zu Kohlenstoffanreicherung, Nährstoffbilanz, Bodenversauerung und den Auswirkungen des Waldumbaus auf die Böden untersucht. Auch die nach wie vor hohen Stickstoffeinträge stehen im Fokus. Ergebnisse der BZE-3 sind bis 2026 zu erwarten.

Waldbodentypen in Brandenburg

Waldböden lassen sich in verschiedene Bodentypen unterteilen, die je nach Entwicklungsstadium unterschiedliche Bodenhorizonte aufweisen. Ein Bodenhorizont ist eine Schicht im Boden, die durch gleiche oder ähnliche physikalische, chemische und biologische Eigenschaften gekennzeichnet ist. Zur Beschreibung dieser Horizonte verwendet man Buchstabenkombinationen. Aus der Abfolge der verschiedenen Horizonte in einem Bodenprofil kann der Bodentyp abgeleitet werden (Abb. 1).

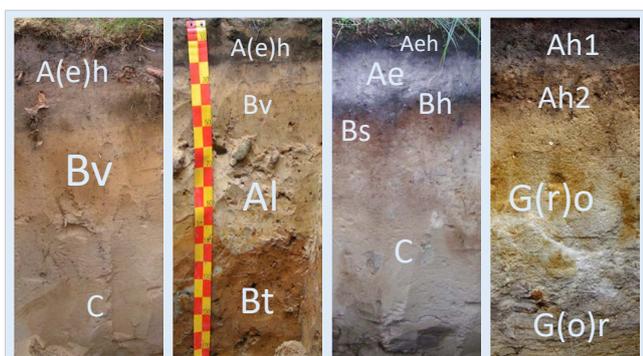


Abb. 1: Beispiele der Bodentypen Braunerde, Fahlerde, Podsol und Gley (v.l.n.r.) mit Horizontsymbolen

Im nordostdeutschen Tiefland, und besonders in Brandenburg, prägt die Vielfalt der eiszeitlichen Ablagerungen die Bodenlandschaft. Dieses oft kleinräumig gegliederte Mosaik reicht von jungen, nährstoffarmen Sandböden, wie sie auf Flugsanddünen vorkommen, bis zu tiefgründig entwickelten Böden auf lehmigen Endmoränen, die sehr fruchtbar und nährstoffreich sein können. Hydromorphe Böden, die durch Grundwassereinfluss geprägt werden, stellen eine weitere Gruppe dar. Hier beeinflusst die Chemie des Grundwassers – etwa der Kalkgehalt – maßgeblich die Bodenfruchtbarkeit.

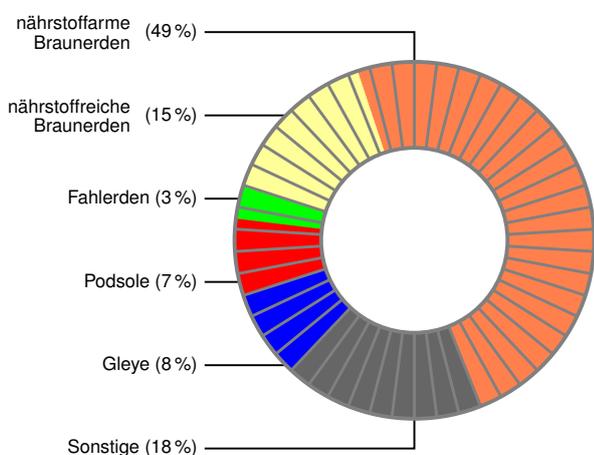


Abb. 2: Anteile der Bodentypen in der brandenburgischen BZE-Stichprobe

Endgültig abgeschlossen ist die Entwicklung eines Bodens eigentlich nie. Ständig laufen neue Prozesse ab, die die Ausprägung der Bodenhorizonte beeinflussen. Böden entwickeln sich somit kontinuierlich weiter. In der Landschaft finden sich meist verschiedene Entwicklungsstufen und zahlreiche Übergangstypen nebeneinander. Die flächenrepräsentative Bodenzustandserhebung (BZE) liefert Informationen darüber, welche Bodentypen in Brandenburg vorkommen und wie sie sich in Bezug auf ihre ökologischen Funktionen unterscheiden. Der häufigste Bodentyp ist die Braunerde, gefolgt von Gley, Podsol und Fahlerde (Abb. 2). 18 % der BZE-Stichprobe werden als „sonstige Böden“ zusammengefasst. Dies sind sogenannte Kolluvien, Stauwasserböden, Rohböden, Regosole und Pararendzinen sowie Moore und zahlreiche Übergangsformen, deren jeweilige Stichprobenumfänge zu gering sind für verallgemeinerbare Aussagen.

Braunerde

Besonders weit verbreitet ist mit einem Flächenanteil von 64 % die Braunerde (einschließlich Braunerde-Übergangsformen), die vor allem auf trockenen Sand- und Moränenstandorten vorkommt. Charakteristisch ist der sogenannte Bv-Horizont, der durch Verwitterungsprozesse entsteht und sich an den humusangereicherten Oberboden (Ah-Horizont) anschließt. Die namensgebende Färbung der Braunerden resultiert aus Eisenoxidverbindungen, hauptsächlich dem beige-braun erscheinenden Mineral Goethit – benannt nach dem deutschen Dichter und Naturforscher J. W. von Goethe.

Die Nährkraft und Fruchtbarkeit der Braunerden hängt wesentlich vom Alter der eiszeitlichen Sedimente ab. Im Nordosten Brandenburgs, wo sich das Eis vor etwa 10.000 Jahren endgültig zurückzog, sind die Böden relativ jung und nährstoffreich. Oft enthalten sie im Untergrund noch Kalk, sodass hier anspruchsvolle Baumarten gedeihen können. In Südbrandenburg und der Prignitz hingegen sind die oberflächlichen Sedimente deutlich älter, teilweise über 100.000 Jahre alt, und wurden nicht durch jüngere Ablagerungen überdeckt. Die längere Verwitterungszeit und tiefgründige Entkalkung führten zu nährstoffarmen Böden, die natürlicherweise von genügsamen Eichen-Kiefern-Mischwäldern besiedelt werden. In den Abb. 3 – 6 wird deshalb zwischen kalkhaltigen (nährstoffreichen) und kalkfreien (nährstoffarmen) Braunerden unterschieden.

Braunerden sind vielseitig und erfüllen die Bodenfunktionen meist gut. Nährstoffreiche Braunerden speichern Wasser und Nährelemente effizient, was das Wachstum von Mischwäldern fördert. Die nährstoffarmen Braunerden, die in Brandenburg wesentlich häufiger vorkommen, speichern zwar weniger Nährstoffe (Abb. 4), halten jedoch meist ausreichend Wasser, insbesondere, wenn sie hohe Humusgehalte aufweisen (Abb.3). Jedoch ist etwa die Hälfte aller Braunerden als „sehr humusarm“ einzustufen; die BZE-Auswertung sieht daher ein erhebliches Potenzial für die zukünftige Humus- und Kohlenstoffspeicherung im Unterboden. Humusreiche Braunerden speichern mehr Kohlenstoff und schützen in bewaldeten Endmoränengebieten durch ihre stabile Struktur besser vor Erosion.

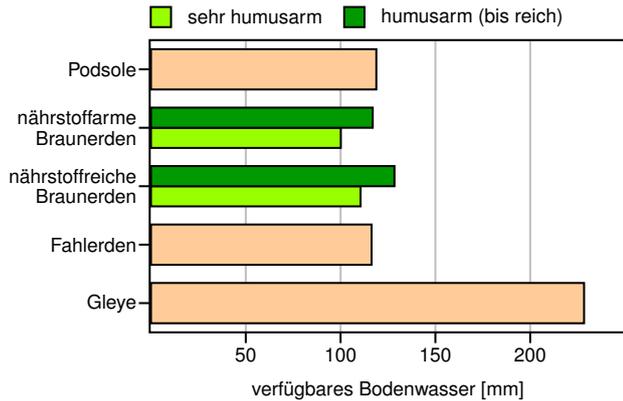


Abb. 3: Verfügbares Bodenwasser bis 1,0 m Bodentiefe (= Bodenwasserspeicher + kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser)

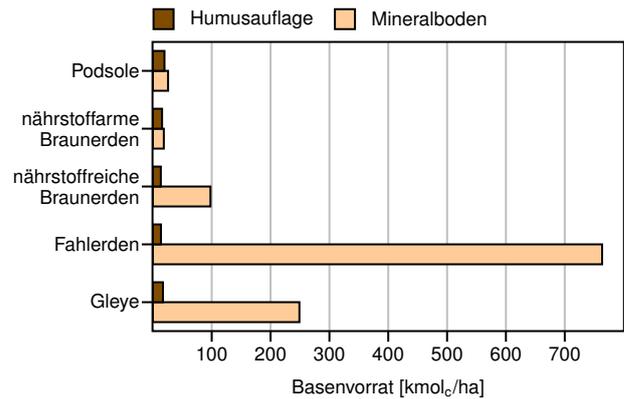


Abb. 5: Summe der Basenvorräte (Kalium, Magnesium, Calcium) in Humusauflage und Mineralboden bis 90 cm Tiefe

Fahlerde

Der Prozess der Tonverlagerung unterscheidet die Fahlerde von der Braunerde. Feinste Teilchen, hauptsächlich Tonminerale mit einem Durchmesser von weniger als 0,002 mm, werden durch Sickerwasser aus oberen Bodenschichten ausgewaschen und tiefer wieder abgelagert. Dadurch entstehen ein tonverarmter (Al-Horizont) und ein darunterliegender tonangereicherter, häufig sehr dicht gepackter, Horizont (Bt-Horizont). In Brandenburg kommen Fahlerden vor allem auf Moränenflächen vor. Diese Böden sind grundsätzlich auch für den Ackerbau gut geeignet; sie machen daher nur etwa 3 % der durch die BZE erfassten Waldfläche aus.

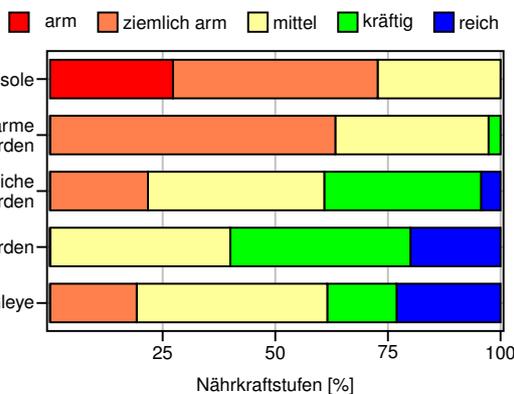


Abb. 4: Anteile von Nährkraftstufen nach der forstlichen Standortskartierung innerhalb der Bodentypen

Fahlerden erfüllen viele der Bodenfunktionen gut: Durch den tonreichen Bt-Horizont können sie Nährstoffe sehr gut binden, was diese Böden besonders fruchtbar macht (Abb. 4). Der Vorrat an basischen Nährelementen, wie Calcium, Magnesium und Kalium (Abb. 5), ist hier mit Abstand am höchsten. Fahlerden bieten Lebensräume für eine Vielzahl an Pflanzen und Tieren, die von der Fruchtbarkeit dieser Böden profitieren. Dank ihrer stabilen Struktur schützen sie gut vor Erosion, insbesondere auf flacheren Hängen. Sie speichern zwar viel Wasser in den feinen Poren des Bt-Horizontes, davon ist aber nur ein Teil verfügbar, sodass sie sich hinsichtlich der pflanzenverfügbaren Wassermenge kaum von den anderen grundwasserfernen Böden unterscheiden (Abb. 3). Fahlerden filtern und reinigen das Sickerwasser sehr effektiv, tragen allerdings weniger zur Grundwasserneubildung bei als durchlässigere (Sand-)Böden.

Podsol

Podsolböden sind durch die Verlagerung von Humusstoffen und Eisenverbindungen charakterisiert, ein Prozess, der als Podsolierung bezeichnet wird. Sie machen 7 % der BZE-Stichprobe aus. Diese Böden entstehen auf nährstoffarmen Sandstandorten mit Vegetation, die nur geringe Nährstoffsprünge hat. Hier herrschen saure Bedingungen vor, unter denen die Aktivität von Bodenorganismen und damit der Abbau von Pflanzenstreu gehemmt ist. So bildet sich eine dicke Auflage aus Rohhumus über dem Mineralboden. Humussäuren aus der Streuschicht bleichen den Oberboden (Ae-Horizont), während die verlagerten Huminstoffe und Eisenverbindungen sich in tieferen Schichten (Bh- oder Bs-Horizont) anreichern. Podsole treten in unterschiedlichen Ausprägungen auf – von Eisen- bis Humuspodsole – und sind in Brandenburg typisch für Böden aus nährstoffarmen Sanden, wie sie in den Flugsandgebieten und Urstromtälern vorkommen (Abb. 4).

Die Erfüllung der Bodenfunktionen der Podsole ist ambivalent. Sie sind nährstoffarm und speichern aufgrund des sandigen Substrats nur begrenzt Wasser. Gleichwohl ist ihre Lebensraumfunktion bedeutend, da sie Bedingungen für entsprechend spezialisierte und seltene Organismengesellschaften bieten. Die mächtige Rohhumusaufgabe und der AnreicherungsHorizont Bh können große Mengen Kohlenstoff speichern (Abb. 6), sodass der Beitrag zum Klimaschutz vergleichsweise hoch ist. Allerdings kann es beim Absterben des Waldbestands zum raschen Abbau der Auflage und zu Kohlenstofffreisetzung kommen, was ein besonderes Risiko bei diesen Böden darstellt. Infolge ihrer lockeren Struktur können Podsole anfälliger für Erosion sein und sie bieten wenig Schutz vor Hochwasser. Jedoch tragen sie erheblich zur Grundwasserneubildung bei, da das durchlässige Material das Wasser effektiv in tiefere Schichten leitet.

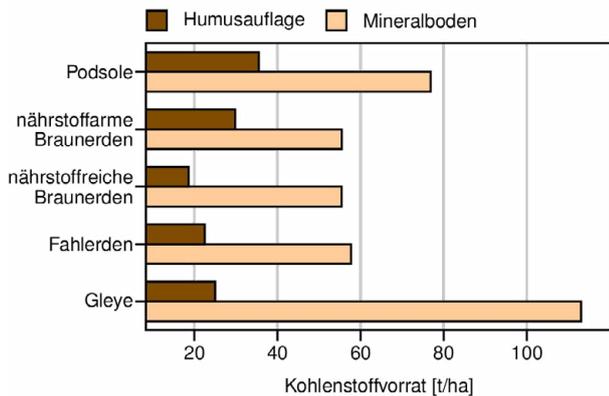


Abb. 6: Kohlenstoffvorräte in der Humusauflage und im Mineralboden bis 90 cm Tiefe

Gley

Gleye sind in der BZE-Stichprobe mit einem Anteil von 8 % vertreten. Sie entstehen in Gebieten mit hohem Grundwasserspiegel, wie den eiszeitlichen Urstromtälern oder Flussniederungen, wo das Grundwasser bis in den Oberboden reicht. Diese Böden sind durch ihre charakteristische Rostfleckung aus Eisenoxid im Bereich der Grundwasserschwankungen (Go-Horizont) leicht erkennbar. Seit dem Mittelalter wurden viele Niederungen durch Entwässerungsmaßnahmen trockengelegt, sodass sogenannte Reliktgleye entstanden sind, bei denen der Grundwasserspiegel abgesenkt wurde.

Gleye sind bedeutsam für die Wasserregulation und den Hochwasserschutz. Ihre Fähigkeit, große Mengen Wasser zu speichern, macht sie zu natürlichen Puffersystemen, die den Wasserabfluss regulieren und zum Erosionsschutz beitragen. Gleye speichern große Mengen Kohlenstoff (Abb. 6). Eine Entwässerung dieser Böden kann – wie bei den Moorböden – zu einer Freisetzung von Treibhausgasen führen, weshalb intakte Gleye aus Sicht des Klimaschutzes besonders wichtig sind. Diese Böden bieten spezielle Lebensräume für feuchtigkeitsliebende Pflanzen- und Tierarten. Ihre besondere Habitatstruktur leistet einen hohen Beitrag zur Biodiversität. Dank ihres wasserreichen Milieus sind Gleye zudem bedeutende Archive für die Natur- und Kulturgeschichte, da sie organische Substanz, Pollen und sogar Artefakte über lange Zeiträume konservieren können und so Hinweise auf die historische Landnutzung und Bodenentwicklung in Brandenburg geben.

Sonstige Bodentypen

Kolluvien bestehen aus den Ablagerungen andernorts erodierten Bodenmaterials. Meist handelt es sich um mehr oder weniger humose Erde, die durch Wasser an Hängen abgespült und anschließend am Hangfuß und in Senken abgelagert wird.

Rohböden und Ah-C-Böden (Regosole, Pararendzinen) entstehen nach Interaktion der Vegetation mit dem Ausgangssubstrat am Anfang der Bodenbildung. Es sind also sehr junge Böden unter Pioniervegetation und jungen Aufforstungen etwa auf Dünen und vom Menschen geschaffenen Standorten (z B. Kippen im Braunkohletagebau).

Abb. 7: Entnahme eines Bohrkerns im Wald zur späteren Laboranalyse (Foto: J. Engel)

Bei den Stauwasserböden (u. a. Pseudogleyen) führt ein zeitweiliger Wasserüberschuss im Boden zu Sauerstoffmangel. Meist finden sich auf diesen Böden Waldgemeinschaften mit Stieleiche und Hainbuche, also Baumarten, die mit dieser Standortbesonderheit zurechtkommen. Aufgrund der Niederschlagsarmut sind Stauwasserböden in Brandenburg jedoch selten.

Moorböden sind besonders in feuchten Senken der eiszeitlichen Grund- und Endmoränen sowie in den Urstromtalniederungen verbreitet. Diese Böden sind entscheidend für das Lokalklima und den Wasserhaushalt der Region. Ob kleinflächig in Senken oder ausgedehnt in Niederungen sind sie unverzichtbar für die Wasserrückhaltung in den Wäldern und tragen wesentlich zum Erhalt der charakteristischen, eiszeitlich geprägten Landschaft Brandenburgs bei.

Zusammenfassung und Fazit

Der Boden spielt als integraler Bestandteil von Waldökosystemen eine entscheidende Rolle für die Gesundheit und das Funktionieren der Wälder sowie für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen wie Kohlenstoffbindung, Wasserspeicherung und Biodiversitätserhaltung. Ein gesunder Waldboden trägt daher nicht nur zum Erhalt der Wälder bei, sondern auch zum Klimaschutz und zur Sicherung unserer natürlichen Lebensgrundlagen. Um ihre Funktionen langfristig zu bewahren, ist es von entscheidender Bedeutung, Waldböden zu schützen und sorgsam zu behandeln. Das Monitoring im Rahmen der Bodenzustandserhebung und mittels Dauerbeobachtung auf Intensivmessflächen ist vor diesem Hintergrund ein unerlässliches Instrument sowohl zur Überwachung der Funktionsfähigkeit unserer Waldböden als auch zur Kontrolle von menschlichen Eingriffen und Maßnahmen des Bodenschutzes.



Die nächste Generation – Wie steht es um die jungen Bäume?

Viele Faktoren beeinflussen das Überleben und das Wachstum der jungen Bäume, darunter Lichtverfügbarkeit, Standortbedingungen, intra- und interspezifische Konkurrenz und der Verbiss durch pflanzenfressende Wildarten. In Brandenburg gibt es daher seit 2022 das Verjüngungszustand- und Wildeinflussmonitoring (VWM) – eine Waldinventur, die der Erfassung und Beobachtung der natürlichen Verjüngung des Waldes, ihres Zustands und dem Einfluss des Wildes auf die jungen Bäume dient.

Methodik

Das VWM ist eine Stichprobeninventur. Die Stichprobenpunkte sind gleichmäßig über das Land Brandenburg und alle Eigentumsarten verteilt. Jedes Jahr wird ein Teil der Waldfläche Brandenburgs durch das VWM abgedeckt. Alle 5 Jahre werden dieselben Punkte erneut erfasst. Zusätzlich gibt es 1.338 Dauerbeobachtungspunkte, die jedes Jahr erfasst werden. So kann die Veränderung der Waldverjüngung an derselben Stelle über einen langen Zeitraum hinweg beobachtet werden.

Die einzelnen Punkte werden mittels GNSS aufgesucht und können bei Wiederholungsaufnahmen zusätzlich über einen Baumplot zentimetergenau wiedergefunden werden. Ein Baumplot bildet die vom Stichprobenpunkt nächsten fünf Bäume mit Entfernung, Winkel und Brusthöhendurchmesser in 1,30 m Höhe (BHD) ab, bei denen auch Schäl- und Fegeschäden erfasst werden. Die eigentliche Verjüngungsaufnahme findet in einem 20 m langen und 2 m breiten Transekt statt, das vom Stichprobenpunkt aus Richtung Norden angelegt wird. In diesem Streifen werden alle Verjüngungspflanzen mit Baumart, Höhenstufe und Zustand der Triebe im oberen Drittel der Pflanze erfasst. Es werden alle Bäume ab 10 cm Höhe bis zu einem BHD von 7 cm aufgenommen. Eine ergänzende Bestandesbeschreibung, die das Waldbild um den Punkt herum charakterisiert, ermöglicht unter anderem einen Rückschluss auf Standortfaktoren wie Licht-, Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit.

Mithilfe der aufgenommenen Daten lassen sich die Zusammensetzung, der Zustand, die Dichte und die zeitliche Entwicklung der Verjüngung in Brandenburg darstellen und regional analysieren.

Einblick in die Daten

Seit dem Start des VWM im Jahr 2021 wurden ca. 11.000 Stichprobenpunkte aufgenommen. Mit diesen Daten lässt sich ungefähr die Hälfte der Brandenburger Waldfläche abdecken; der Osten und Nordosten des Landes sind größtenteils noch nicht aufgenommen (Abb. 1).

Ein Einblick in diese Daten gibt erste, vorläufige Erkenntnisse über die Zusammensetzung und der Zustand der nachwachsenden Waldgeneration in Brandenburg.

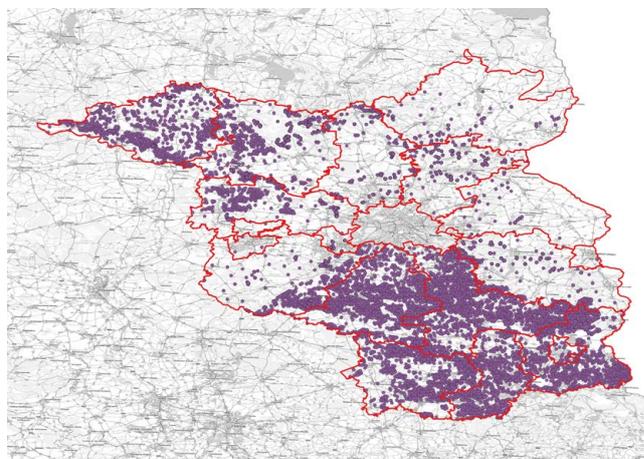


Abb. 1: Verteilung der bis 2024 aufgenommenen VWM Punkte

Zusammensetzung der Verjüngung

Auf 29 % der aufgenommenen Flächen findet sich nur eine einzige Baumart in der Verjüngung (Abb. 2), auf über der Hälfte der erfassten Flächen weniger als drei unterschiedliche Baumarten. Fünf oder mehr unterschiedliche Baumarten in der Verjüngung finden sich nur auf knapp 10 % der Flächen.

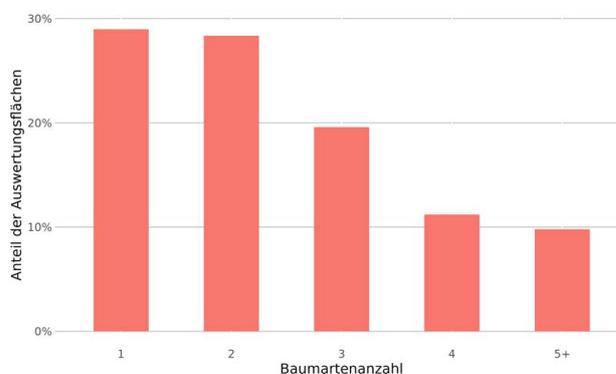


Abb. 2: Anzahl unterschiedlicher Baumarten (Spätblühende Traubenkirsche und Faulbaum ausgenommen) auf den durch das VWM erfassten Flächen

Die am häufigsten in der Verjüngung vertretene Baumartengruppe ist die Eiche (Stiel- und Traubeneiche), sie steht auf mehr als 25 % der Flächen (Abb. 3). Die Kiefer ist auf ca. 14 % der Flächen zu finden, dicht gefolgt von Laubbäumen geringer Lebensdauer (ALN; darunter fallen z.B. Erle, Pappel, Weide) und der Spätblühenden Traubenkirsche (STK).

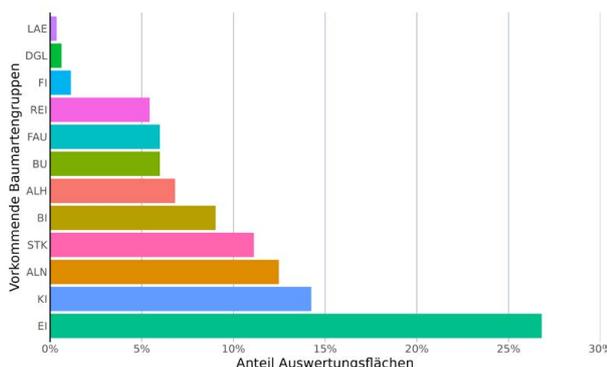


Abb. 3: Vorkommen verschiedener Baumartengruppen auf den durch das VWM bis jetzt erfassten Waldflächen in Brandenburg. EI: Eichen, KI: Kiefern, ALN/ALH: andere Laubbäume niedriger/hoher Lebensdauer, STK: Spätblühende Traubeneiche, BI: Birke, FAU: Faulbaum, REI: Roteiche, BU: Buche, FI: Fichte, DGL: Douglasie, LAE: Lärche.

Dichte der Verjüngung

Neben den vorhandenen Baumarten ist insbesondere die Anzahl der Verjüngungspflanzen, d. h. die Pflanzendichte pro Hektar, entscheidend für die sichere Etablierung der nächsten Waldgeneration.

Kiefern und andere Laubbäume haben die höchste Dichte mit 750 Pflanzen pro Hektar (Tab. 1). Eichen und Buchen sind im Mittel mit 500 Pflanzen pro Hektar vertreten. Andere Nadelbäume kommen nur mit 316 Pflanzen pro Hektar vor.

Die Pflanzendichte pro Hektar ist über alle Höhenstufen mit ähnlicher Häufigkeit verteilt (Abb. 4). Das heißt, alle Höhenstufen kommen in den meisten Aufnahmepunkten mit einer ähnlichen Pflanzendichte vor.

Tab. 1: Durchschnittliche (Median) Pflanzendichte pro ha für die Baumartengruppen über alle Höhenstufen. Der Median wurde gewählt, um statistische Ausreißer einiger weniger stark bewachsener Flächen zu korrigieren.

Baumartengruppe	Mittlere Pflanzendichte pro Hektar
Kiefer (KI)	750
Eichen (EI)	500
Buchen (BU)	500
andere Laubbäume (AL)	750
andere Nadelbäume (AN)	316

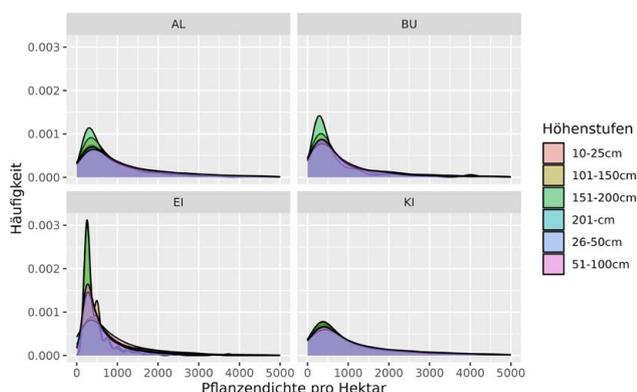


Abb. 4: Verteilung der erfassten Pflanzendichten pro ha über alle Höhenstufen mit Kerndichteschätzer für die Baumartengruppen Kiefer, andere Laubbäume, Eichen und Buchen.

Zustand der Verjüngung

Den stärksten Verbiss, der in Tab. 2 dargestellten Baumartengruppen, weisen mit Abstand die Eichen auf. Im Durchschnitt zeigen 43 % der aufgenommenen Eichen in den Höhenstufen 10 cm bis 150 cm einen Triebverlust durch Wildverbiss im oberen Drittel auf. Andere Laubbäume niedriger Lebensdauer (fallen hier unter AL – andere Laubbäume) weisen sogar einen durchschnittlichen Verbiss von 49 % auf. Am wenigsten verbissen sind Fichten und Kiefern mit einem durchschnittlichen Verbissprozent von 4 %. Bäume mit einer Höhe von über 150 cm wurden bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt, da ihr Haupttrieb bereits außerhalb der Reichweite des Schalenwilds ist.

Triebverlust durch Trockenheit wurde sehr viel seltener festgestellt als durch Verbiss. Hierbei stechen einzig die Douglasien (unter AN – andere Nadelbäume) hervor, mit durchschnittlich 16 % Triebverlust durch Trockenheit.

Tab. 2: Durchschnittlicher Triebverlust im oberen Drittel der Pflanzen durch Schalenwildverbiss bzw. Trockenheit.

Baumartengruppe	Durchschnittlicher (%) Triebverlust im oberen Drittel	
	durch Verbiss	durch Trockenheit
Kiefer (KI)	4	3
Eichen (EI)	43	5
Buchen (BU)	30	5
andere Laubbäume (AL)	29	5
andere Nadelbäume (AN)	16	8

Ausblick

Obwohl dies lediglich ein erster Einblick in die Daten ist und es noch einer detaillierteren, statistisch geprüften Auswertung bedarf, können wir ein erstes Fazit ziehen.

Für einen klimaresilienten Mischwald braucht es in der Verjüngungsschicht Baumartendiversität und eine ausreichende Dichte ungeschädigter Jungpflanzen. Auf der bislang untersuchten Hälfte der Waldfläche in Brandenburg ist die Situation mit Blick auf beide Aspekte unzureichend.

Immerhin finden wir auf knapp 20 % der Waldfläche mehr als 4 Baumarten in der Verjüngung und das Vorkommen der Eiche in der Verjüngung mit 27 % zeigt deutlich das große Potenzial zur Etablierung von Mischwäldern. Doch auch die Kiefer ist in Brandenburg nicht wegzudenken: als zweithäufigste Baumart kommt sie in der Verjüngung mit der höchsten Pflanzendichte vor und wird ein fester Bestandteil der nächsten Waldgeneration sein.

Die Dichte der erfassten Verjüngungspflanzen, ob verbissen oder nicht, reicht in Brandenburg in allen Höhenstufen momentan nicht aus, um zukünftig einen standortangepassten und gemischten Wald mit qualitativ hochwertigen Waldbeständen zu erhalten. Insbesondere der starke Verbiss der Eiche und der anderen Laubbäumen niedriger Lebensdauer weist darauf hin, dass der selektive Wildverbiss von bestimmten Baumarten die Gefahr der „Entmischung“ mit sich bringt und somit das Ziel der Etablierung widerstandsfähiger Mischwälder gefährdet.

Für den Wald von morgen – Blüte und Saatguternte

Blüte der Waldbäume

Das Blühen der Waldbäume führt zu einer ersten Einschätzung der Ernteaussichten der kommenden Saison. Die Stärke der Blüte wird dabei von mehreren Faktoren beeinflusst, darunter z.B. die Baumart, die genetische Veranlagung, die Witterung des laufenden und des Vorjahres. Die aktuelle Witterung zur Zeit der Blüte wirkt wiederum auf die genetischen Parameter der Saatgutpartie. Eine kurze starke Blüte nach einem kalten Winter und Vorfrühling führt zu einer kurzen, intensiven Blühphase mit optimaler Pollenwolke. Viele Bäume einer Population können sich gegenseitig befruchten. Im Gegensatz dazu sind bei einer langanhaltenden Blühphase die frühblühenden Individuen bereits abgeblüht bevor die letzten ihre Knospen oder Blütenstände öffnen.

Bundesweit wird jährlich die Blühstärke der Waldbäume 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 Tabelle 1 ersichtlich.

Im Jahr 2024 startete die phänologische Entwicklung in Brandenburg durch milde Temperaturen im Spätwinter im Vergleich zum langjährigen Mittel etwa 2 bis 3 Wochen früher. Das führte zu einem sehr zeitigen Blühen der Waldbäume. Die bei vielen Arten recht gute Blütenanlage fiel allerdings den verbreitet auftretenden Spätfrösten im April zum Opfer. Daher wurde bei fast allen Arten die Blüte 2024 zum Teil deutlich schlechter als im Vorjahr eingeschätzt. Auch die wenigen Arten, die eine stärkere Blüte als im Vorjahr zeigten, befanden sich nur auf einem mittleren Blühniveau. Gut fiel nur die Blüte der Rot-Buche im Nord-Osten Brandenburgs aus (Abb. 1). Auch die Stiel-Eiche zeigt trotz der Frostschädigung noch einen mittleren Fruchtansatz (Abb. 2).

Tabelle 1: Blühintensität von Waldbäumen in Brandenburg 2023 und 2024. Die Einschätzung reicht von „keine Blüte“ (1) bis „volle Blüte“ (4).

	Blühintensität 2023	Blühintensität 2024	Trend
Spitz-Ahorn	3,3	2,6	↓
Berg-Ahorn	3,3	2,6	↓
Rot-Erle	2,5	2,7	↗
Sand-Birke	3,1	2,6	↓
Hainbuche	3,6	2,6	↓
Ess-Kastanie	2,9	2,6	↓
Buche	2,0	2,6	↑
Vogel-Kirsche	3,4	2,8	↓
Trauben-Eiche	2,7	2,3	↓
Stiel-Eiche	2,7	2,5	↓
Rot-Eiche	2,6	2,3	↓
Winter-Linde	3,2	2,7	↓
Sommer-Linde	3,2	3,0	↓
Weiß-Tanne	2,5	2,6	→
Küsten-Tanne	1,5	2,0	↗
Europ. Lärche	2,6	2,2	↓
Fichte	2,1	2,4	↗
Kiefer	2,9	2,6	↓
Douglasie	2,0	2,1	→

Saatguternte in Brandenburg 2023/2024

Das Erntejahr für forstliche Arten erstreckt sich immer vom 1. Juli eines Jahres bis zum 30. Juni des Folgejahrs. Die vorliegenden Daten beziehen sich damit auf die Saison Herbst 2023 bis Frühjahr 2024.

Das Erntejahr brachte bei vielen Baumarten gute Ergebnisse. So konnten mit 14 t Stiel-Eiche, 7 t Hainbuche, 13 t Lärchenzapfen und 5 t Ess-Kastanie bei 4 Arten sehr gute Ernten eingebracht werden. Auch die Trauben-Eiche lieferte mit 51 t ein durchschnittliches Ergebnis. Rot-Buche und Fichte wurden nicht beerntet. Tabelle 2 enthält die in 255 Einzelernten erzielten Mengen an Rohsaatgut.

Ausblick Ernte Herbst 2024

Die aktuelle Erntesaison verläuft sehr erfolgreich. So wurden bereits 17 t Buchen- und 140 t Eichensaatgut geerntet.

Tab. 2: Saatguterntemengen der Waldbäume in Brandenburg im Erntejahr 2023

Baumart	Rohsaatgut (kg)	Wildlinge (Stück)
Berg-Ahorn	1.181	
Douglasie	1.666	
Ess-Kastanie	5.180	
Europäische Lärche	13.229	
Große Küsten-Tanne		700
Hainbuche	7.108	
Kiefer	11.090	
Rot-Eiche	33.985	
Sand-Birke	67	
Spitz-Ahorn	287	
Schwarz-Kiefer		
Stiel-Eiche	14.238	
Trauben-Eiche	51.087	303.100
Vogel-Kirsche	274	
Winter-Linde	525	

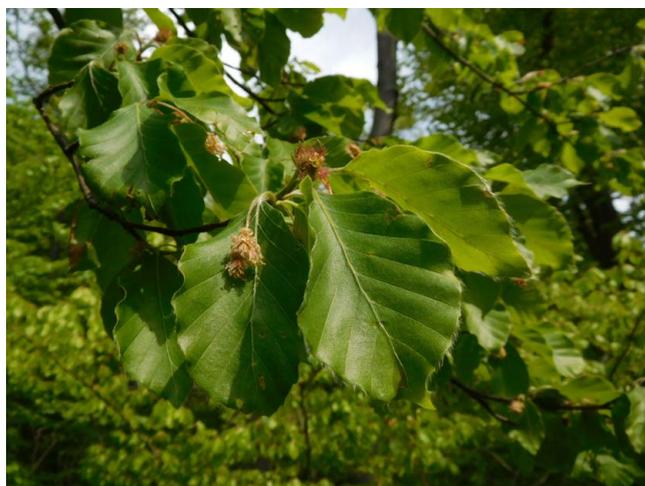


Abb. 1: Weibliche und männliche Blüte der Rot-Buche (Foto: D. Schneck)



Abb. 2: Fruchtstand der Stiel-Eiche; nicht alle weiblichen Blüten bilden einen Samen aus (Foto: D. Schneck)

Müll im Wald – ein anhaltendes Ärgernis

Leider hat die illegale Ablagerung von Abfällen im Wald in den letzten Jahren nicht spürbar abgenommen. Auch 2023 fand sich nahezu dieselbe, illegal „entsorgte“ Müllmenge wie 2022 im Wald. Insgesamt wurden in den Wäldern Brandenburgs 5.973 Kubikmeter Müll forstbehördlich erfasst, im Vergleich zu 6.078 Kubikmeter im Vorjahr. Diese Müllmenge entspricht einem 6 Kilometer langen, 1 Meter breiten und 1 Meter hohen Müllwall.

Abfälle, die im Wald unzulässig abgelagert wurden und bei denen ein Verantwortlicher nicht festgestellt werden kann, müssen von der unteren Forstbehörde, d. h. dem Landesforstbetrieb Brandenburg, eingesammelt und fachgerecht entsorgt werden. Diese Aufgabe wird sowohl mit eigenen Arbeitskräften als auch mit beauftragten Fachunternehmen durchgeführt. Allein das Einsammeln dieses Mülls, noch ohne Entsorgung, kostete mehr als 2,1 Millionen Euro. Außerdem bedeutet dies, dass die hoch qualifizierten Waldarbeiter des Landesbetriebs Forst Brandenburg einen Teil ihrer Arbeitszeit zum Mülleinsammeln verwenden müssen und somit ihren originären forstlichen Fachaufgaben wie beispielsweise der Waldpflege nicht nachkommen können.

Neben achtlos weggeworfenen Bonbonpapieren, Haushaltsmüll, Siedlungsabfällen (Abb. 1) und ganzen Kellerinhalten werden verstärkt auch gefährliche und gewerbliche Abfälle (Abb. 2) wie z. B. Asbest, Dämmstoffe oder Dachpappe im Wald abgeladen. Dieser Sondermüll ist aufgrund der Schadstoffbelastung ordnungsgemäß zu entsorgen, was zu hohen Entsorgungskosten führt.



Abb. 1 Hausmüll (Kategorie Siedlungsabfälle) (Foto: J. Ecker)



Abb. 2 Gefährlicher Abfall: Asbestplatten (Foto: J. Ecker)

Tab. 1: Die TOP 5 des „Müll-Rankings“ der Landkreise

Landkreis	Abfall im Wald (m ³)
Dahme-Spreewald	980
Oberhavel	752
Potsdam-Mittelmark/Potsdam	711
Teltow-Fläming	709
Märkisch Oderland	489

Das berlinnahe Brandenburger Umland ist von den illegalen Müllplätzen besonders stark betroffen. Deutlich wird dies beispielsweise im Landkreis Oder-Spree, wo von insgesamt 487 Kubikmetern im Landkreis 82 % (397 Kubikmeter) im berlinnahen Bereich in der Region Erkner erfasst wurden.

Ähnliches gilt für den Landkreis Oberhavel. Auch dort liegt der Schwerpunkt der Abfallablagerungen im Süden des Landkreises, zumeist entlang des Autobahnringes der A 10 nahe Oranienburg. Die Ausfahrten entlang des Berliner Rings und die naheliegenden Waldflächen sind auch im Süden (Königs Wusterhausen) „Hotspots“ (Tab. 1) der illegalen Müllablagerung.



Foto: J. Engel

Mehr Wissen? – Weiterführende Informationen

Methoden des Waldmonitorings

Waldzustandserhebung in Brandenburg

- Methodik der Waldzustandserhebung (S. 30)
- Methodik der Klimaregionalisierung (S. 33)
- Tabellarische Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2024 (S. 34)

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/>

Vierte Bundeswaldinventur (2022)

<https://www.bundeswaldinventur.de/>
<https://bwi.info/>

Waldschutzmonitoring für Brandenburg

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



Foto: Rainer Hentschel

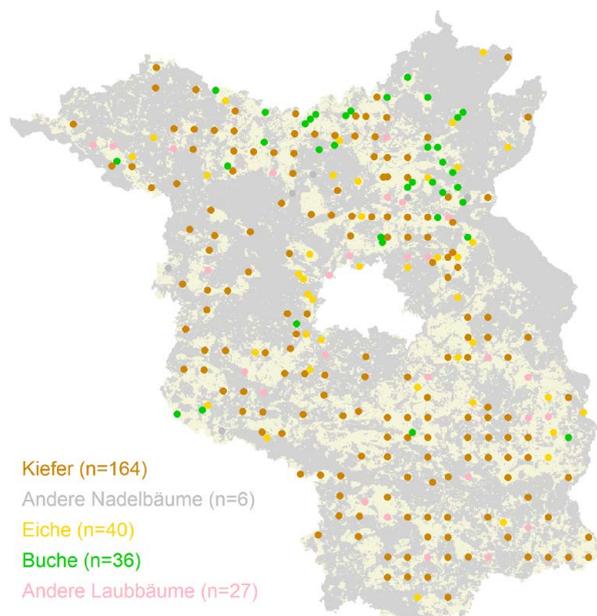


Abb. 2: WZE Stichprobe Brandenburg 2024 im 8x8 km-Basisnetz und 2x2 km-Verdichtungsraaster für Eiche und Buche. Die Farbcodierung bezieht sich auf die Hauptbaumart am Probepunkt

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).

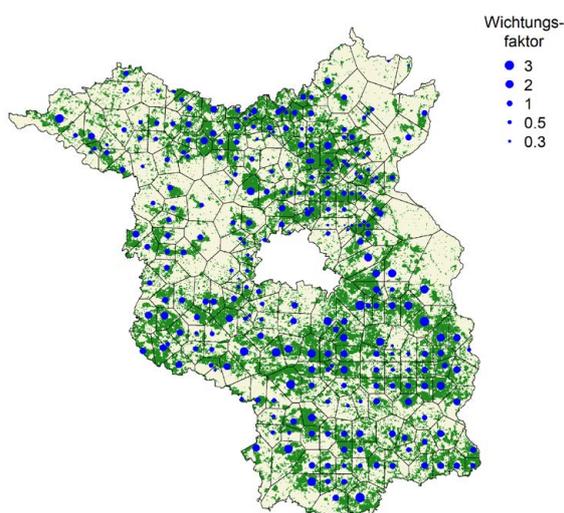


Abb. 3: Voronoi-Mosaik der WZE Stichprobenpunkte Brandenburg 2024

Für die Berechnung der Gewichtung der Punkte wurden die WZE-Punktkoordinaten des aktuellen Jahres und der *Dominant Leaf Type* Layer 2018 von Copernicus (Copernicus CLMS, 2020) als Waldmaske verwendet. Hierdurch wird unabhängig von

der Baumart jeder Stichprobenpunkt auf die Waldfläche von Brandenburg bezogen und entsprechend gewichtet (Abb. 3). 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):

$$W_i = \frac{A_i}{A_{ges}} \times N \quad (Gl. 1)$$

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

Erhebungsmerkmale

Das Hauptmerkmal der WZE ist die Kronverlichtung, 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 Kronverlichtung von Waldbäumen (MEINING ET AL., 2007). Für die Beurteilung von Kronenschäden wird in Brandenburg die kombinierte Schadstufe verwendet (Tab.1 ein Viertel seiner Nadel- bzw. Blattmasse verloren hat oder eine starke Kronenvergilbung aufweist, wird als „deutlich geschädigt“ bewertet (WELLBROCK ET AL., 2018). Der Anteil deutlicher Schäden (Schadstufe 2-4) bestimmt maßgeblich den Waldzustand.

Tab. 1: Berechnung der kombinierten Schadstufe

Kronverlichtung	Kronenvergilbung			
	0 – 10 %	1 – 25 %	2 – 60 %	6 – 100 %
0 – 10 %	0	0	1	1
1 – 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 Probepunkte). 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 Probewälder 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 Kalamität nicht sprunghaft in Folge der Ersatzbaumauswahl erholt. Geht der Baum in die Zersetzung-phase 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., 2018).

Als weitere Merkmale des Kronenzustandes wurden seit dem Jahr 1994 die Fruktifikation der Probebäume 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 Probebäume 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 Probebaum 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.

Literatur

- COPERNICUS CLMS, 2020. DOMINANT LEAF TYPE 2018 (RASTER 10 M), EUROPE, 3-YEARLY, SEP. 2020 [WWW DOCUMENT]. EEA GEOSPATIAL DATA CAT. URL [HTTPS://SDI.EEA.EUROPA.EU/CATALOGUE/COPERNICUS/API/RECORDS/7B28D3C1-B363-4579-9141-BDD09D073FD8](https://sdi.eea.europa.eu/catalogue/copernicus/api/records/7b28d3c1-b363-4579-9141-bdd09d073fd8) (ACCESSED 9.11.23).
- DĂNESCU, A., KNAPP, N., BIELEFELDT, J., DÜHNELT, P., WELLBROCK, N., 2022. WZE Einflussgrößen auf den Kronenzustand. Studie 1. Ursachen für den Ausfall von Probebäumen. 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 vonThünen-Institut, 98 p., Thünen Working Paper 84.

Anhang - Methodik der Klimaregionalisierung

Als Grundlage für die Klimaregionalisierung dienen die frei verfügbaren Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (CDC, 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:

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

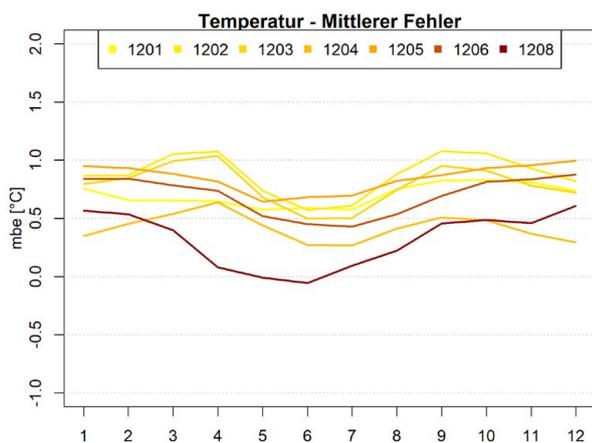


Abb. 4: Mittlerer Fehler (*mbe*) der Monatswerte für Temperatur (°C)

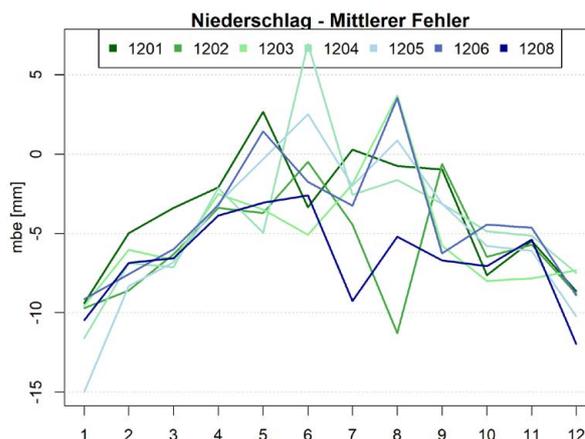


Abb. 5: Mittlerer Fehler (*mbe*) der Monatswerte für Niederschlag (mm)

Für die Lufttemperatur beträgt die Fehlerspanne ca. 0 bis 1 °C (Abb. 4) und für den Niederschlag ca. etwa -15 bis 7 mm (Abb. 5). Es ist ein deutlicher Jahrgang 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.

Literatur

- 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.
- DWD CLIMATE DATA CENTER (CDC), 2018. Historical daily station observations (temperature, pressure, precipitation, sunshine duration, etc.) for Germany, version v006.
- KÖHLER, M., AHRENDTS, 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/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.

Anhang – WZE-Ergebnisse

Gruppe	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)	Stichprobenumfang (Anzahl Bäume)
	0	1	2	3	4	2–4		
Gesamtwald	15,4	53,1	27,1	2,9	1,5	31,5	26	6540
bis 60 Jahre	21,8	52,7	22,9	1,1	1,5	25,4	23	2055
über 60 Jahre	12,3	53,2	29,2	3,8	1,6	34,5	27	4485
Kiefer	19,6	63,7	15,6	0,3	0,8	16,8	21	3728
bis 60 Jahre	25,9	57,6	15,9	0,1	0,4	16,5	20	1180
über 60 Jahre	16,5	66,6	15,5	0,4	1	16,9	21	2548
andere Nadelbäume	20,6	30,3	37,9	2,3	8,9	49,1	32	207
bis 60 Jahre	24,2	27,3	32,6	3,5	12,3	48,5	34	142
über 60 Jahre	13,5	36,2	48,2	0	2,1	50,3	29	65
Eiche	2,9	22,4	63	10,2	1,5	74,6	39	939
bis 60 Jahre	4,9	44	49,1	2	0	51,1	29	137
über 60 Jahre	2,5	17,9	65,9	11,9	1,8	79,6	42	802
Buche	5,3	31	52,2	11	0,6	63,7	37	812
bis 60 Jahre	13,4	41,8	40,5	3,7	0,4	44,7	30	139
über 60 Jahre	3,8	29	54,3	12,2	0,6	67,2	38	673
andere Laubbäume	13	50,5	29,3	2,8	4,4	36,5	29	854
bis 60 Jahre	15,6	49,5	30	2,4	2,5	35	27	457
über 60 Jahre	10	51,7	28,5	3,1	6,6	38,2	31	397

WZE Ergebnisse

Gesamtwald Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronen- verlichtung (%)	Stichproben- umfang (Anzahl Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
2024	15,4	53,1	27,1	2,9	1,5	31,5	26	6540
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 nach Baumartengruppe

KIEFER Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2024	19,6	63,7	15,6	0,3	0,8	16,8	21
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

WZE Ergebnisse nach Baumartengruppe

EICHE Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2024	2,9	22,4	63	10,2	1,5	74,6	39
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

WZE Ergebnisse nach Baumartengruppe

BUCHE Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2024	5,3	31	52,2	11	0,6	63,7	37
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

WZE Ergebnisse nach Baumartengruppe

ANDERE LAUBBÄUME Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2024	13	50,5	29,3	2,8	4,4	36,5	29
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

WZE Ergebnisse nach Baumartengruppe

ANDERE NADELBÄUME Jahr	kombinierte Schadstufe(n) in %						mittlere Kronenverlichtung (%)
	0	1	2	3	4	2-4	
2024	20,6	30,3	37,9	2,3	8,9	49,1	32
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	
2024	28,3	59,1	12,6	71,7	0,9
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

WZE Ergebnisse Fruktifikation der Hauptbaumarten

EICHE Jahr	Anteile der Intensitätsstufen der Fruktifikation in %				mittlere Intensitätsstufe
	ohne 0	gering 1	mittel & stark 2+3	mit Eicheln 1-3	
2024	46,1	40,9	13	53,9	0,7
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

WZE Ergebnisse Fruktifikation der Hauptbaumarten

BUCHE Jahr	Anteile der Intensitätsstufen der Fruktifikation in %				mittlere Intensitätsstufe
	ohne 0	gering 1	mittel & stark 2+3	mit Früchten 1-3	
2024	22	39,7	38,3	78	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