

Waldzustandsbericht 2024





Liebe Leserinnen und Leser,

unsere Wälder sind wertvoll. Sie schützen das Grundwasser und das Klima, sie sind sehr artenreiche Lebensräume und schaffen Struktur in unserer Kulturlandschaft, sie liefern den nachwachsenden Rohstoff Holz und geben uns Menschen Ruhe- oder Bewegungsraum. Gerade deshalb müssen wir unsere Wälder sehr genau beobachten und verantwortungsvoll so weiterentwickeln, dass sie all ihre wichtigen Funktionen weiter erfüllen können.

Der alljährliche Waldzustandsbericht gibt uns wissenschaftlich fundiert Auskunft über die Entwicklung der Waldgesundheit. Diese kontinuierliche Beobachtung ist die Grundlage dafür, die richtigen Maßnahmen für die Zukunft abzuleiten.

Die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) erstellt dabei maßgeblich die Analysen und ordnet die Veränderungen ein. Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass sich der fortschreitende Klimawandel, insbesondere die zunehmende Erwärmung, auch auf unsere Wälder auswirkt. Es wird aber auch deutlich, dass wir keine großen Verschlechterungen zu verzeichnen haben.

Auf unsere Buchen, den wichtigsten Laubbaum unseres Landes, müssen wir achten. Sie sind noch gezeichnet von der Trockenheit des vergangenen Jahres und tragen in diesem Jahr besonders viele Früchte (Fruktifikation, Mast). Sehr erfreulich ist, dass die Absterberate bei allen Baumarten rückläufig ist – bei Eiche und Kiefer liegt sie sogar bei null Prozent.

Es liegt in unserer Verantwortung, die Wälder Schleswig-Holsteins auch für kommende Generationen zu bewahren und sie widerstandsfähig gegen die Herausforderungen des Klimawandels zu machen. In den folgenden Jahren werden wir daher gemeinsam weiter daran arbeiten, die Gesundheit unserer Wälder zu erhalten und zu stärken. Ein wichtiger Baustein hierfür ist unsere geplante Waldstrategie.

Ich danke allen, die an der Erstellung dieses Berichts beteiligt waren, und allen, die sich für den Erhalt unserer Wälder einsetzen. Studieren Sie nun den diesjährigen Waldzustandsbericht genau und behalten Sie unsere Wälder weiter im Blick.

Ihr Forstminister

Werner Schwarz

Werner Schwarz

Minister für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz



Foto: J. Evers

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Hauptergebnisse	4
Forstliches Umweltmonitoring	6
Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar	
WZE-Ergebnisse für alle Baumarten	8
Caroline Klinck und Uwe Paar	
Buche	10
Eiche	12
Fichte	14
Kiefer	16
Andere Laub- und Nadelbäume	18
Witterung und Klima	20
Johannes Suttmöller	
Insekten und Pilze	25
Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp und Pavel Plašil	
Stoffeinträge	30
Birte Scheler	
Auswirkung von extremer Witterung auf die Vitalität und Produktivität der Hauptbaumarten in Nordwestdeutschland	34
Anja Gröning, Caroline Klinck und Uwe Paar	
Wildobstarten: Erhaltung und nachhaltige Nutzung wertvoller genetischer Ressourcen	38
Katharina Birgit Budde, Nicole Opfermann, Katharina Volmer und Aki Michael Höltken	
Trockenjahre und Buchenmortalität: Geschlossenes Kronendach mindert Schäden	42
Peter Meyer, Andreas Mölder und Ralf-Volker Nagel	
Boden des Jahres: Waldboden	45
Jan Evers, Oliver van Straaten und Felix Grün	
Impressum	48

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Die günstige Witterung des Jahres 2023 setzte sich in Schleswig-Holstein auch 2024 fort. Das Vegetationsjahr war zwar wieder deutlich zu warm, jedoch auch gleichzeitig sehr nass, sodass der erhöhte Verdunstungsanspruch der Pflanzen durch Niederschläge ausgeglichen werden konnte.

Dennoch dokumentiert die Waldzustandserhebung 2024 eine leichte Verschlechterung des Zustandes des Gesamtwaldes gegenüber dem Vorjahr. Die mittlere Kronenverlichtung erreicht mit 23 % den zweithöchsten Wert der Zeitreihe. Mit 3 % ist ein deutlich erhöhter Anteil der Bäume als stark geschädigt einzustufen. Dieser Anstieg findet sich vor allem bei Buche, Eiche und Fichte wieder.

Bei Buche wurde 2024 eine sehr starke Fruktifikation festgestellt. 68 % der älteren Buchen fruktifizieren mittel bis stark, sodass das aktuelle Jahr als Mastjahr bezeichnet werden kann. Mit der starken Fruktifikation geht sehr oft eine reversible Erhöhung der Kronenverlichtung einher, was die hohen Verlichtungswerte bei Buche erklären könnte.

Die Absterberate ist 2024 bei allen Baumarten rückläufig, für Eiche, Kiefer und die anderen Nadelbäume beträgt sie sogar 0 %. Am häufigsten starben mit 0,39 % Fichten ab.

Die Ausfallrate lag mit 0,91 % leicht über der des letzten Jahres (0,8 %). Mit 2,4 % fielen am häufigsten Kiefern aus, gefolgt von 1,8 % bei den anderen Laubbäumen.

Das WZE-Kollektiv umfasst in Schleswig-Holstein aktuell 30 Baumarten. Den größten Anteil hat mit 26 % die Buche, gefolgt von der Gruppe der sonstigen Laubbäume (22 %). Anteile unter 20 % haben die Fichte (17 %), die sonstigen Nadelhölzer (16 %) und die Eiche mit 14 %. Kiefern nehmen einen Anteil von 5 % ein.



Foto: J. Evers

Witterung und Klima

Das Vegetationsjahr 2023/2024 war sehr warm und nass. Mit einer Mitteltemperatur von 10,7 °C wurde das langjährige Mittel um 2,4 K übertroffen und war damit eines der wärmsten Jahre seit Auswertungsbeginn. In 10 von 12 Monaten betrug die Abweichung mehr als 1 K. Die Niederschlagssumme von 1115 mm im Flächenmittel des Landes übertraf das langjährige Mittel um rund 40 %. Damit war das vergangene Vegetationsjahr das mit Abstand niederschlagsreichste Jahr seit Beginn der Auswertungen. Infolge der unbeständigen Witterung kam es zu keiner ausgeprägten Trockenperiode, sodass das pflanzenverfügbare Wasser in den Waldböden während der Vegetationszeit ausreichte, um die Wasserversorgung der Waldbestände zu gewährleisten.

Insekten und Pilze

Die insgesamt reichlichen Niederschläge seit dem Sommer des letzten Jahres haben die Abwehrbereitschaft der Waldbäume gegenüber biotischen Schaderregern deutlich verbessert, sodass auch die Schäden durch Buchdruckerbefall weiter zurückgegangen sind und gut bewältigt werden konnten. Die feuchtwarmen Bedingungen im ersten Halbjahr 2024 begünstigten aber die Entwicklungsmöglichkeiten von potenziell pathogenen Pilzen, die bei komplexen Erkrankungen eine Schadwirkung entfalten und wahrscheinlich auch als Auslöser für in diesem Jahr häufiger festgestellte Blatt- und Nadelfleckenerkrankungen an verschiedenen Baumarten verantwortlich sind. Weitere biotische Schaderreger spielten keine oder nur eine unbedeutende Rolle.

Stoffeinträge

2023 war ein überdurchschnittlich niederschlagsreiches Jahr. Unter dem Kronendach wurden in Bornhöved 120 % des 10-jährigen Flächenmittels (2013–2022) registriert.

Der Sulfatschwefeleintrag in den Bestand hat im Zeitraum 2014–2023 trotz des bereits erreichten niedrigen Niveaus



Foto: J. Evers

noch weiter signifikant abgenommen. 2023 betrug er unter Buche 3,9 kg je Hektar, davon ist gut die Hälfte meersalzbürtig und damit nicht anthropogen bedingt.

Die Gesamtdeposition von anorganischem Stickstoff (Ammonium und Nitrat) betrug 2023 unter Buche 12,9 kg je Hektar. Verglichen mit dem ähnlich niederschlagsreichen Jahr 2015 hat der anorganische Stickstoffeintrag in Bornhöved unter Buche um rund 30 % abgenommen.

Auswirkung von extremer Witterung auf die Vitalität und Produktivität der Hauptbaumarten in Nordwestdeutschland

Um baumartenspezifische Trockenheitsgrenzen als Referenz für die Waldbewirtschaftung festzulegen, wird in den Anbauempfehlungen unter anderem die Standortwasserbilanz (SWB) genutzt. Auf dieser Grundlage werden baumartenspezifische Schwellenwerte für das Trockenstressrisiko definiert. Um die definierten Schwellenwerte im Gelände zu evaluieren, untersucht das Teilprojekt L11 des „Klimaplanes Hessen“ entlang artspezifischer Standortwasserbilanzgradienten die Vitalität und das Wachstum der vier Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer mittels Jahrringanalyse. Es wurden ausschließlich Flächen ausgewählt, die sich innerhalb des Probenetzes der WZE (Waldzustandserhebung) und der BZE (Bodenzustandserhebung) befinden. So können zusätzlich zu den Jahrringmessungen sowohl plotspezifische Informationen über den Standort als auch baumindividuelle Informationen über den Kronenzustand in die Betrachtung einbezogen werden.

Wildobstarten: Maßnahmen zur Erhaltung wertvoller forstgenetischer Ressourcen

Aufgrund prognostizierter Klimaveränderungen sind vermehrt auch Baumarten aus der Familie der Rosengewächse (Wildobstarten wie Wildbirne, Wildapfel, Vogelkirsche, Elsbeere, Speierling) in den Fokus des Interesses gerückt. Diese weisen eine vergleichsweise hohe Trockenheits- und Hitzetoleranz auf und tragen gleichzeitig zu einer Erhöhung der Biodiversität unserer Wälder bei.

Der steigenden Nachfrage nach hochwertigem Vermehrungsgut stehen allerdings teilweise große Herausforderungen bei der Saatgutbeschaffung gegenüber. Anthropogene Einflüsse haben die Populationsstrukturen der von Natur aus seltenen bis zerstreuten Vorkommen zum Teil sehr stark verändert. Habitatverluste führten zum Verlust der reproduktiven Vernetzung und, in der Folge, auch zu Verlusten an genetischer Vielfalt und damit Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen. Zusätzlich hybridisieren verschiedene Arten mit häufig verbreiteten Kultursorten. Dies kann zur Verdrängung bzw. zum Verlust arttypischer und anpassungsrelevanter Eigenschaften führen und die ökolo-

gische Integrität der jeweiligen Art gefährden. In diesem Beitrag werden wissenschaftliche Grundlagen und daraus abgeleitete praxisrelevante Maßnahmen aufgezeigt, die sowohl der Erhaltung wertvoller genetischer Ressourcen als auch der nachhaltigen Produktion von genetisch vielfältigem Vermehrungsgut dienlich sind.

Trockenjahre und Buchenmortalität: Geschlossenes Kronendach mindert Schäden

Eine umfangreiche Studie in elf hessischen unbewirtschafteten Naturwaldreservaten und ihren weiterhin bewirtschafteten Vergleichsflächen gibt Auskunft über den Einfluss von Dürre und Bewirtschaftung auf die Buchenmortalität. Die Untersuchung zeigt, dass in den jüngsten Trockenjahren zwar ein Anstieg der Mortalität von Buchen zu beobachten ist, dieser aber auf den untersuchten Standorten überraschend moderat ausfiel. Zwischen bewirtschafteten und unbewirtschafteten Beständen ergaben sich signifikante Unterschiede. Zum einen ist in den bewirtschafteten Waldbeständen die Mortalität höher, zum anderen fallen hier dominantere Bäume mit höherer Wahrscheinlichkeit aus als in den vergleichsweise dicht geschlossenen Naturwaldreservaten. Die Untersuchungen weisen darauf hin, dass Auflichtungen des Kronendaches älterer Buchenbestände in Dürre Jahren das Ausfallrisiko oberständiger Bäume erhöhen.

Boden des Jahres: Waldboden

Der Waldboden als Boden des Jahres 2024 soll mit verschiedenen Beispielen in seiner Vielfalt, seinen Funktionen und seiner Bedeutung für eine klimaangepasste Baumartenwahl dargestellt werden. Dabei wird auch auf seine Funktion als Kohlenstoffspeicher, die Folgen seiner Belastung und die Aktualität der forstlichen Standortkartierung eingegangen.



Foto: J. Evers

Forstliches Umweltmonitoring

Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007250>

Das Forstliche Umweltmonitoring hat eine langjährige Geschichte und eröffnet damit einen guten Einblick in die Veränderung der Waldökosysteme. Die Umweltbedingungen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich verändert, aber das Ausmaß und die Geschwindigkeit der aktuellen Klimaveränderungen sind in der Geschichte des Forstlichen Umweltmonitorings einmalig. Die Waldschäden zu Zeiten des sauren Regens waren deutlich zu sehen, doch übertreffen die aktuellen Schäden in bestimmten Regionen und für einige Baumarten das damalige Ausmaß. In den 1990er Jahren wurden erfolgreich politische Maßnahmen ergriffen, um die versauernden Einträge in die Wälder zu minimieren. Nun stellt sich die Frage, ob wir auch erfolgreich in der Eindämmung des Klimawandels sein werden. Fest steht, dass die Reduzierung der CO₂-Emissionen notwendig ist, um den menschengemachten Klimawandel abzumildern und damit den Zustand des Waldes zu stabilisieren.

Das Forstliche Umweltmonitoring ist aus der Waldökosystemforschung entstanden. Die Ergebnisse der Untersuchungen dienen der Erarbeitung von Entscheidungshilfen für die forstliche Praxis und der Beratung der Politik auf fachlicher Grundlage.

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring folgende Kategorien unterschieden:

- Level I: waldfächenrepräsentative Übersichtserhebungen auf einem systematischen Stichprobenraster (Waldzustands- und Bodenzustandserhebung)
- Level II: Untersuchung von ausgewählten Waldökosystemen mit erhöhter Messintensität (Intensives Forstliches Umweltmonitoring)
- Level III: Erforschung der Auswirkungen von Waldbewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt von Wäldern (Experimentalfächen)

Die Verknüpfung und Kombination von Level I, II und III eröffnet die Möglichkeit der Übertragung von Ergebnissen aus dem Forstlichen Umweltmonitoring auf Waldflächen ohne Beobachtungen (Regionalisierung). Für die Beantwortung von komplexen forst- und umweltpolitischen Fragen ist die Vernetzung aller drei Kategorien des Forstlichen Umweltmonitorings zweckmäßig.

Die methodischen Instrumente des Forstlichen Umweltmonitorings sind europaweit nach den Grundsätzen des ICP Forests (2016) harmonisiert. Die Waldzustandserhebung (WZE) liefert seit mittlerweile 41 Jahren als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen. Das Stichprobenraster der Waldzustandserhebung ist darauf ausgelegt, die gegenwärtige Situation des Waldes landesweit repräsentativ abzubilden. Das Ergebnis ist das Gesamtbild des Waldzustandes für das Bundesland. Die Stichprobe der Waldzustandserhebung vermittelt ein zahlenmäßiges Bild zu dem Einfluss von Stürmen, Witterungsextremen sowie Insekten- und Pilzbefall.

Lokale Befunde, wie sturmgefallene Bäume oder ein extremer Befall der Kiefer durch Pilze, können allerdings von dem landesweiten Ergebnis abweichen. Verschiedene Auswertungen belegen eine hohe Repräsentativität des Rasternetzes für verschiedene Fragestellungen.

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Schleswig-Holstein verteilten Rasternetz werden seit 1984 an jedem Erhebungspunkt 24 Stichprobenbäume begutachtet. Für den Zeitraum 1984–2012 betrug die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes 2 x 2 km, 2 x 4 km, 4 x 2 km und 4 x 4 km mit 148 bis 200 Erhebungspunkten. Alle Stichprobenbäume wurden mit gleicher Gewichtung bei der Berechnung der Ergebnisse berücksichtigt.

Im Vorfeld der Erhebung 2013 wurde ein landesweit einheitliches Erhebungsraster (4 x 2 km) mit 129 Stichprobenpunkten eingerichtet. 2024 konnten 128 Erhebungspunkte in die Inventur einbezogen werden. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte, Kiefer und die Gruppen der sonstigen Laub- und Nadelbäume. Das WZE-Kollektiv umfasst 2024 in Schleswig-Holstein 30 Baumarten. Den größten Anteil hat mit 26 % die Buche, gefolgt von der Gruppe der sonstigen Laubbäume (22 %). Hier sind Birken, Ahorne und Erlen besonders häufig vertreten, gefolgt von Esche, Hainbuche, Pappel- und Weidenarten sowie Roteiche. Anteile unter 20 % haben die Fichte (17 %), die sonstigen Nadelhölzer (16 %), in die vor allem Lärchen, aber auch Sitkafichte, Douglasien und verschiedene Tannen fallen, und die Eiche mit 14 %. Kiefern nehmen einen Anteil von 5 % ein.

Die Aufnahmen zur Waldzustandserhebung erfolgten im Juli und August 2024. Sie sind mit qualitätssichernden Maßnahmen sorgfältig überprüft. Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle auf Seite 7 den Standardfehler und die 95 %-Konfidenzintervalle (Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2024. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Ab einem Standardfehler von > 5 werden die Werte in



WZE-Aufnahmeteams bei der Schulung im Juli 2024

Foto: C. Klinck

den Grafiken nicht mehr dargestellt. Die Weite des Vertrauensbereiches wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Anzahl der Stichprobenpunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte. Für relativ homogene Auswerteeinheiten (z. B. Buche bis 60 Jahre) mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten (z. B. sonstiges Laubholz über 60 Jahre), die sowohl in der Altersstruktur als auch in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen.

Aufnahmeparameter

Bei der Waldzustandserhebung erfolgt eine visuelle Beurteilung des Kronenzustandes der Waldbäume, denn Bäume reagieren auf Umwelteinflüsse u. a. mit Änderungen in der Belaubungsdichte und der Verzweigungsstruktur. Wichtigstes Merkmal ist die Kronenverlichtung der Waldbäume, deren Grad in 5 %-Stufen für jeden Stichprobenbaum erfasst wird. Die Kronenverlichtung wird unabhängig von den Ursachen bewertet, lediglich mechanische Schäden (z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind) gehen nicht in die Berechnung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung ein.

Die Kronenverlichtung ist ein unspezifisches Merkmal, aus dem nicht unmittelbar auf die Wirkung von einzelnen Stressfaktoren geschlossen werden kann. Sie ist daher geeignet, allgemeine

Baumanzahl, Plotanzahl, Raster sowie Standardfehler und 95 %-Konfidenzintervall der Kronenverlichtung für alle Baumarten- und Altersgruppen der Waldzustandserhebung 2024 in Schleswig-Holstein. Das 95 %-Konfidenzintervall (=Vertrauensbereich) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt. Das berechnete Konfidenzintervall kann jenseits der logischen Parametergrenzwerte (0 bzw. 100) liegen.

Baumarten-gruppe	Alters-gruppe	Anzahl Bäume	Anzahl Plots	Raster	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall
Buche	alle Alter	787	73	4x2 km	1,8	21–29
	bis 60 Jahre	213	29	4x2 km	1,3	6–12
	über 60 Jahre	574	50	4x2 km	1,6	28–34
Eiche	alle Alter	443	65	4x2 km	1,6	22–29
	bis 60 Jahre	121	20	4x2 km	3,1	9–22
	über 60 Jahre	322	51	4x2 km	1,6	26–32
Fichte	alle Alter	524	58	4x2 km	2,1	23–31
	bis 60 Jahre	143	18	4x2 km	3,7	10–26
	über 60 Jahre	381	44	4x2 km	2,2	26–35
Kiefer	alle Alter	168	20	4x2 km	0,9	14–18
	bis 60 Jahre	17	4	4x2 km	4,0	-1–25
	über 60 Jahre	151	17	4x2 km	0,7	15–18
andere Laubbäume	alle Alter	671	79	4x2 km	1,6	18–24
	bis 60 Jahre	365	39	4x2 km	2,1	11–20
	über 60 Jahre	306	52	4x2 km	1,7	24–31
andere Nadelbäume	alle Alter	479	54	4x2 km	1,9	13–20
	bis 60 Jahre	185	21	4x2 km	2,1	6–14
	über 60 Jahre	294	35	4x2 km	2,4	16–25
alle Baumarten	alle Alter	3072	128	4x2 km	1,0	21–25
	bis 60 Jahre	1044	59	4x2 km	1,3	11–16
	über 60 Jahre	2028	94	4x2 km	1,0	26–29

Belastungsfaktoren der Wälder aufzuzeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probestämmen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung ist der arithmetische Mittelwert der in 5 %-Stufen erhobenen Kronenverlichtungswerte der Einzelbäume.

Starke Schäden

Unter den starken Schäden werden Bäume mit Kronenverlichtungen über 60 % (inkl. abgestorbener Bäume) sowie Bäume mittlerer Verlichtung (30–60 %), die zusätzlich Vergilbungen über 25 % aufweisen, zusammengefasst.

Absterberate

Die Absterberate ergibt sich aus den Bäumen, die zwischen der Erhebung im Vorjahr und der aktuellen Erhebung abgestorben sind und noch am Stichprobenpunkt stehen, bezogen auf die im Vorjahr noch lebenden Bäume. Durch Windwurf und Durchforstung ausgefallene Bäume gehen nicht in die Absterberate, sondern in die Ausfallrate ein.

Ausfallrate

Das Inventurverfahren der WZE ist darauf ausgelegt, die aktuelle Situation der Waldbestände unter realen (Bewirtschaftungs-) Bedingungen abzubilden. Daher scheidet in jedem Jahr ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus. Der Ausfallgrund wird für jeden Stichprobenbaum dokumentiert. Gründe für den Ausfall sind u. a. Durchforstungsmaßnahmen, methodische Gründe (z. B., wenn der Stichprobenbaum nicht mehr zu den Baumklassen 1–3 gehört), Sturmschäden oder außerplanmäßige Nutzung aufgrund von Insektenschäden. Dort, wo an den WZE-Punkten Stichprobenbäume ausfallen, werden nach objektiven Vorgaben Ersatzbäume ausgewählt. Sind aufgrund großflächigen Ausfalls der Stichprobenbäume keine geeigneten Ersatzbäume vorhanden, ruht der WZE-Punkt, bis eine Wiederbewaldung erfolgt ist.

Die im Bericht aufgeführte Ausfallrate ergibt sich aus den infolge von Sturmschäden, Trockenheit und Insekten- oder Pilzbefall am Stichprobenpunkt entnommenen Bäumen. Die Ausfallrate wird seit dem Aufnahmejahr 1996/97 ermittelt.

Literatur

ICP Forests (2016): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Caroline Klinck und Uwe Paar
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007280>

Mittlere Kronenverlichtung

Für das Jahr 2024 weist die Waldzustandserhebung in Schleswig-Holstein eine mittlere Kronenverlichtung aller Baumarten und Alter von 23 % aus. Dieser Wert entspricht dem zweithöchsten Wert der bisherigen 41-jährigen Zeitreihe, der bereits 2006 schon einmal erreicht wurde. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Kronenverlichtung damit um 4 Prozentpunkte angestiegen. Nach der allmählichen Erholung, die sich in einem langsamen Absinken der Werte während der letzten 4 Jahre abzeichnete, ist dies eine deutliche Verschlechterung. Sie zeigt sich vor allem bei der Altersgruppe der über 60-jährigen Bäumen.

Bis auf die Kiefern, bei denen das Kronenverlichtungsniveau gleich blieb, verschlechterte sich der Zustand bei allen Baumartengruppen. Den größten Anteil am Anstieg des Gesamtwertes haben die älteren Buchen, deren Kronenverlichtung sich um 8 Prozentpunkte erhöht hat. Bei den älteren Eichen und Fichten stiegen die Werte moderater an.

Mittlere Kronenverlichtung in %

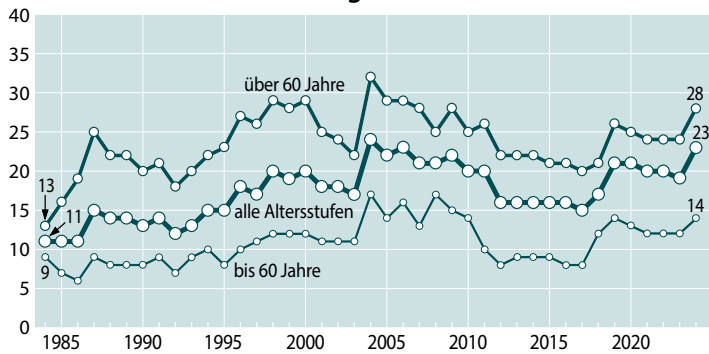


Foto: U. Klinck



Foto: C. Klinck

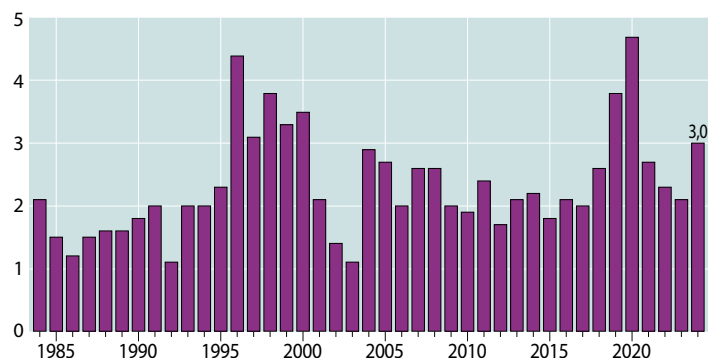
Buchen und die Gruppe der anderen Laubbäume, zu denen u. a. Birke, Ahorn, Esche oder Hainbuche gehören, nehmen zusammen mit 47,5 % fast die Hälfte der Waldfläche in Schleswig-Holstein ein. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung für den Gesamtwald sind daher stark durch die Verlichtungswerte dieser beiden Baumartengruppen geprägt. Bedeutende Anteile haben außerdem Fichte mit 17 %, die Gruppe der anderen Nadelhölzer wie Douglasie oder Sitkafichte, die zusammen auf knapp 16 % kommen, sowie die Eichen mit ca. 14 %.

Anteil starker Schäden

Bäume mit einer Kronenverlichtung von über 60 % werden als stark geschädigt bezeichnet. Im Vergleich zu Bäumen mit vollbelaubten Baumkronen kommt es bei Bäumen mit geringerer Belaubung zu Einschränkungen in der Versorgung der Bäume mit Wasser und Energie. Das Vermögen der Bäume, sich an wechselnde Bedingungen anzupassen, wird eingeschränkt.

Der Anteil stark geschädigter Bäume sank seit dem Anstieg auf bis zu 4,7 % in den Jahren 2018–2020 kontinuierlich. Bei einem langjährigen Mittel von 2,3 % ist der aktuelle Wert von 3 % für 2024 als deutlich erhöht zu bezeichnen. Baumartenspezifisch reicht die Spanne von 1,2 % bei Kiefer bis 4,2 % bei Fichte (jeweils bezogen auf Bäume aller Alter).

Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



Absterberate

In die Absterberate gehen Bäume ein, die erstmalig eine Kronenverlichtung von 100 % aufweisen. Im Mittel der Beobachtungsjahre ergibt sich für alle Baumarten und Alter mit 0,23 % eine sehr geringe Absterberate.

Die mit 0,66 % bzw. 0,56 % höchsten Werte wurden in den Jahren 2019 und 2021 registriert. Seit 2022 sank der Wert stetig. Im aktuellen Aufnahmejahr 2024 liegt er bei 0,16 % und damit (deutlich) unter dem zeitlichen Mittelwert. Im Baumartenvergleich starben am häufigsten Fichten ab, bei Eiche, Kiefer und der Gruppe der anderen Nadelhölzer lag die Absterberate bei 0 %.

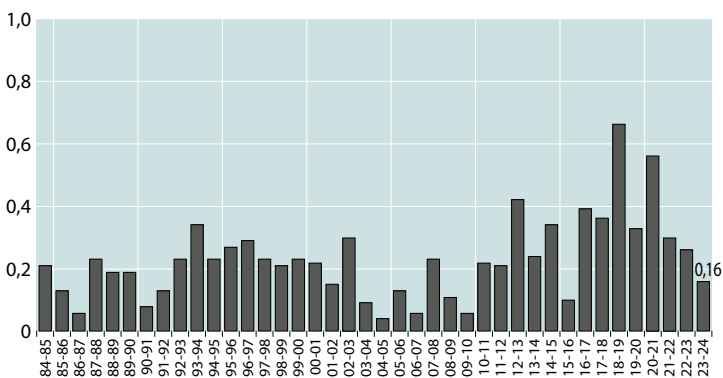
Ausfallrate

In die Ausfallrate zählen alle infolge von Sturmwurf, Trockenheit, Insekten- und Pilzbefall am Stichprobenpunkt entnommenen Bäume. Im Zeitraum 1997–2024 lagen die jährlichen Ausfallraten zwischen 0,02 % und 5 % und im langjährigen Mittel bei 0,74 %.

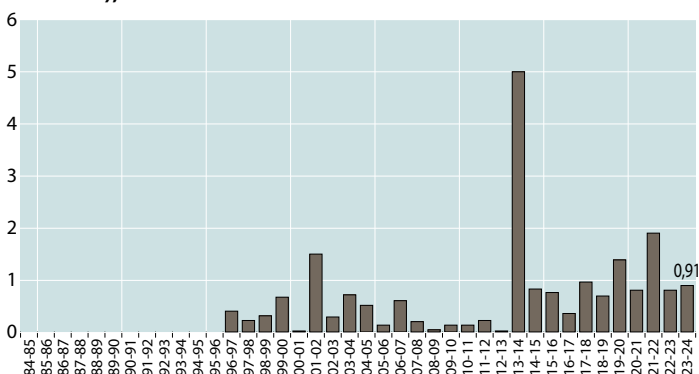
Im aktuellen Jahr 2024 lag die Ausfallrate mit 0,91 % leicht über der des letzten Jahres (0,8 %). Mit 2,4 % fielen am häufigsten Kiefern aus, gefolgt von 1,8 % bei den anderen Laubbäumen.

Die 2023/2024 auftretenden Stürme hatten keine besonders zerstörerische Auswirkung auf die Wälder Schleswig-Holsteins.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Jährliche Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume), alle Alter in %



Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind im Beobachtungszeitraum insgesamt wenig aufgetreten. Der Anteil an Bäumen mit Vergilbungen der Nadeln bzw. Blätter von über 10 % liegt zwischen 0,2 % und 5,9 %. Seit 2008 sind durchgehend niedrige Vergilbungswerte ermittelt worden, die nur in den Jahren 2008 und 2019 über 1 % lagen. 2024 liegt der Wert mit 0,2 % weiterhin auf sehr niedrigem Niveau und deutlich unter dem langjährigen Mittelwert von 1,8 %.

Anteil an den Vergilbungstufen, alle Baumarten, alle Alter in %

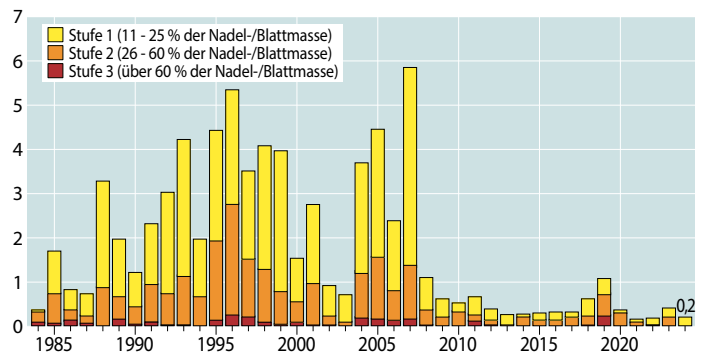


Foto: J. Evers

Fazit

Die mittlere Kronenverlichtung für den Gesamtwald in Schleswig-Holstein ist 2024 gegenüber dem Vorjahr deutlich erhöht. Vor allem bei den Buchen, Eichen und Fichten verschlechterte sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr erwähnenswert. Für Buche ist das Jahr 2024 als Mastjahr zu beschreiben, was erhöhte Verlichtungswerte erklären könnte. Der Anteil stark geschädigter Bäume liegt mit 3 % über dem langjährigen Durchschnitt von 2,3 % und kann als deutlich erhöht bezeichnet werden.

Sowohl die Absterberate als auch der Anteil der als Schadholz entnommenen Bäume (Ausfallrate) zeigen 2024 keine Auffälligkeiten.

Buche

Ältere Buche

Die Kronenverlichtung der Buche stieg nach einer Phase der Erholung zwischen 2019 und 2023 im aktuellen Aufnahmejahr stark an. Bei den älteren Buchen wurde 2024 ein Wert von 31 % ermittelt, was einen Anstieg von 8 Prozentpunkten bedeutet.

In der 41-jährigen Zeitreihe stieg die Kronenverlichtung in den ersten Jahren von einem sehr niedrigen Niveau unter 10 % stark an und bewegt sich seitdem zwischen 20 % und ca. 40 %.

Eine Ursache für die Variabilität der Verlichtungswerte ist die Intensität der Fruchtbildung, da starke Fruktifikation mit vorübergehend erhöhter Kronenverlichtung einhergeht. Auch 2024 kann der erhöhte Wert auf die starke Fruktifikation zurückzuführen sein.

Mittlere Kronenverlichtung in %

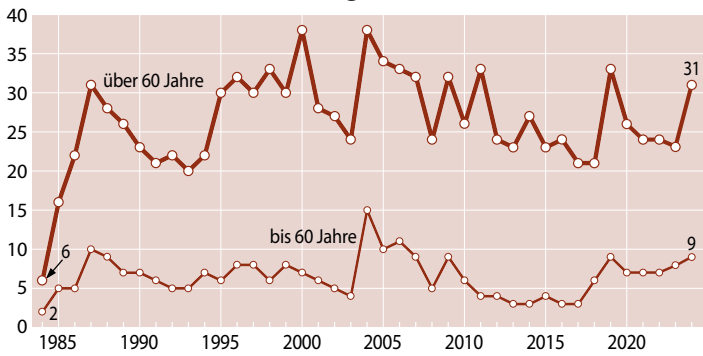


Foto: M. Spielmann



Foto: J. Evers

Jüngere Buche

Bei den Buchen sind die Unterschiede in der Belaubungsdichte zwischen jüngeren und älteren Beständen besonders stark ausgeprägt. Die jüngeren Buchen, deren langjähriges Mittel der Kronenverlichtung bei 7 % liegt, reagierten mit einem moderaten Anstieg der Kronenverlichtung auf die Trockenjahre seit 2018. Im aktuellen Erhebungsjahr 2024 erhöhte sich der Wert im Vergleich zum Vorjahr auf 9 %.

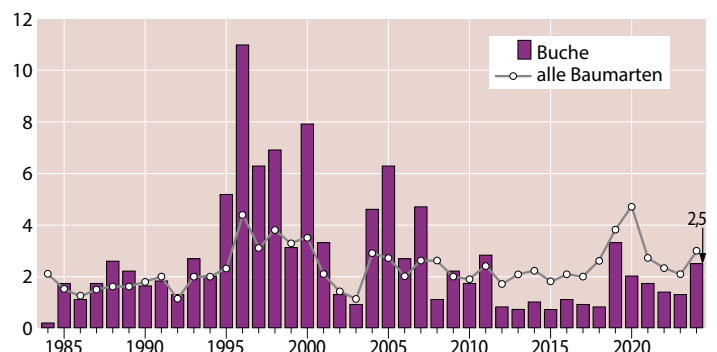
Da die Blühfähigkeit der Buche erst mit einem Alter von 40–60 Jahren einsetzt, wird die Kronenentwicklung der jüngeren Buchen nur in Ausnahmen durch die Fruchtbildung beeinflusst.

Starke Schäden

Wie beim Verlauf der mittleren Kronenverlichtung traten auch beim Anteil starker Schäden bei den Buchen (alle Alter) im Beobachtungszeitraum erhebliche Schwankungen auf.

Die Werte lagen zwischen 0,2 % (1984) und 10,8 % (1996). Mit 2,5 % liegt der Anteil stark geschädigter Buchen 2024 zwar leicht unter dem langjährigen Mittel von 2,7 % und auch unter dem Wert für alle Baumarten 2024 (3 %), ist gegenüber den Vorjahren aber dennoch erhöht.

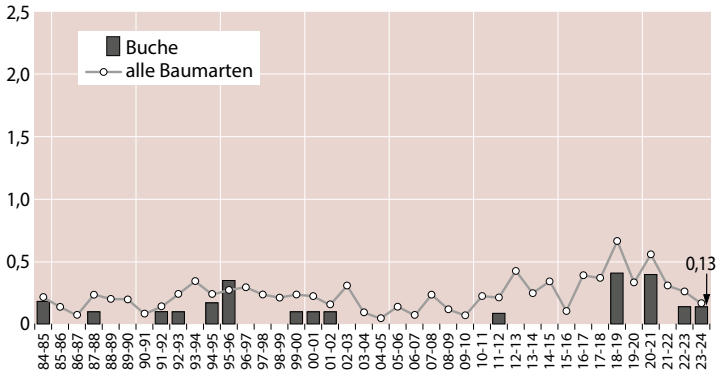
Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



Absterberate

Obwohl die Anteile starker Schäden bei den Buchen in einzelnen Jahren angestiegen waren, führte dies nicht zu einer Steigerung der Absterberate. Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten weist die Buche mit im Mittel der Jahre 1984–2024 0,06 % die niedrigste Absterberate auf. Bis auf das Jahr 1996 ist die Rate bei Buche immer niedriger als die aller Baumarten.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Die durchschnittliche Ausfallrate ist bei Buche über alle Jahre hinweg mit 0,32 % vergleichsweise niedrig. 2014, 2015, 2018 und 2022 sind durch Sturmschäden vermehrt Buchen ausgefallen, wobei das Maximum von 1,4 % im Jahr 2022 erreicht wurde. Im Vergleich zu den Vorjahren ist der Wert 2024 auf 0,76 % abgesunken.

Jährliche Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume), alle Alter in %

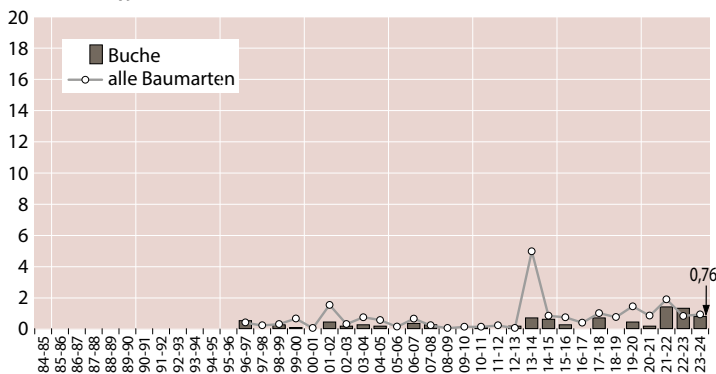


Foto: M. Spielmann

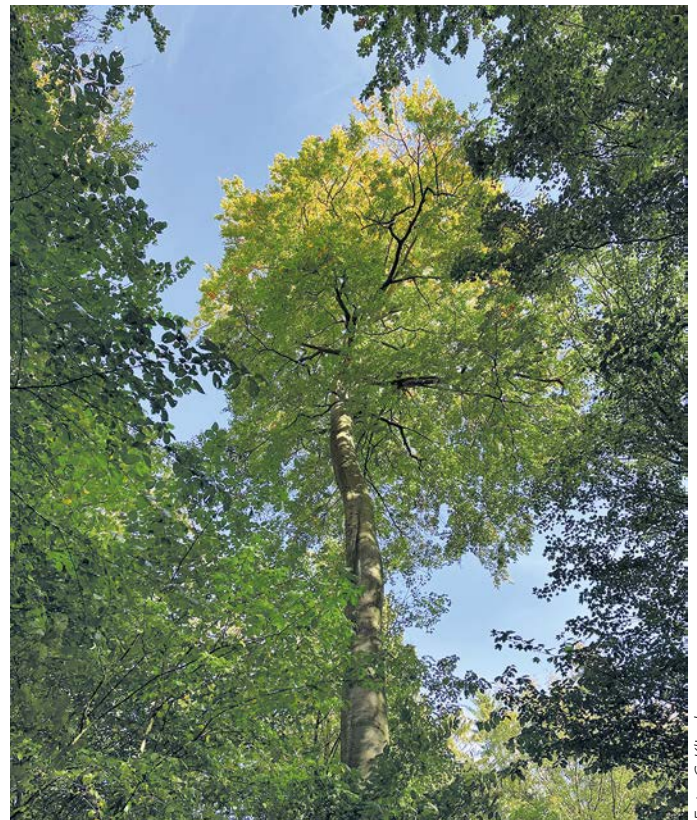
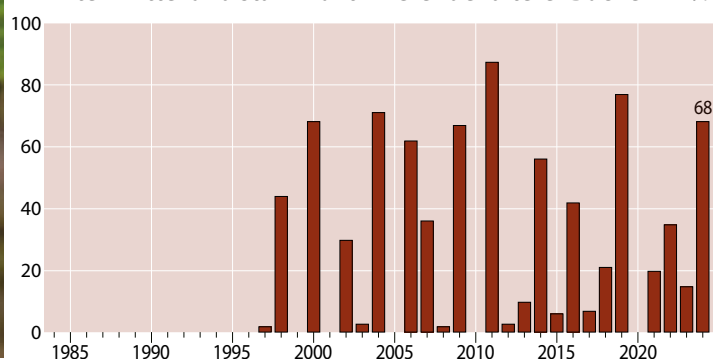


Foto: C. Klinck

Fruchtbildung

Die Ergebnisse zur Fruchtbildung im Rahmen der Waldzustandserhebung zeigen für die Buchen die Tendenz, in kurzen Abständen und vielfach intensiv zu fruktifizieren. Geht man davon aus, dass eine starke Mast erreicht wird, wenn ein Drittel der älteren Buchen mittel oder stark fruktifiziert, ergibt sich rechnerisch für den Zeitraum 1996–2024 alle 2,36 Jahre eine starke Mast. Literaturrecherchen hingegen ergaben jeweils für 20-Jeresintervalle, bezogen auf den Zeitraum 1839–1987, Abstände zwischen zwei starken Masten von 3,3 bis 7,1 Jahren. Diese deutlich kürzeren Intervalle stehen im Zusammenhang mit einer Häufung strahlungsreicher Jahre sowie einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Die intensivste Fruchtbildung wurde 2011 festgestellt, als 87 % der älteren Buchen mittlere oder starke Fruchtbildung aufwiesen. 2024 haben mit 68 % mehr als zwei Drittel der Buchen mittel bis stark fruktifiziert. Damit zählt dieses Jahr mit zu den stärksten Mastjahren seit Beginn der Aufnahmen.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



Eiche

Ältere Eiche

In der Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung der älteren Eichen lagen die Werte zu Beginn mit unter 15 % sehr niedrig. Es folgte ein rascher Anstieg mit besonders hohen Kronenverlichtungswerten bis über 30 % in den Jahren 1999 sowie 2004 und 2005. Seitdem bewegten sich die Werte auf einem erhöhten Niveau um 25 %. 2024 stiegen sie nochmals von 26 % im Vorjahr auf 29 % an.

Die Entwicklung des Kronenzustandes der Eichen wird durch Insekten- und Pilzbefall beeinflusst. Die periodische Vermehrung von Insekten der sogenannten Eichenfraßgesellschaft trägt maßgeblich zu Schwankungen der Belaubungsdichte der Eichen bei. Seit 2014 wurden jedoch kaum mittlere oder starke Schäden durch Insektenfraß beobachtet. 2024 lag der Anteil von Eichen mit mittlerem oder starkem Fraß wie im Vorjahr bei 5 %.

Jüngere Eiche

Die Kronenverlichtung der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre liegt deutlich unter der der älteren Eichen. Von 1984–2003 wurden Verlichtungswerte zwischen 2 % und 8 % ermittelt. Der Trockensommer 2003 verursachte einen Anstieg auf bis zu 12 %. Von 2012–2017 sanken die Werte wieder und lagen bei etwa 5 %. Seit 2018 gab es einen steten und deutlichen Anstieg der mittleren Kronenverlichtung bei den jüngeren Eichen, der sich auch im aktuellen Jahr fortsetzt. Der Wert lag 2024 bei 16 % und ist damit mehr als doppelt so hoch wie das langjährige Mittel (7 %).

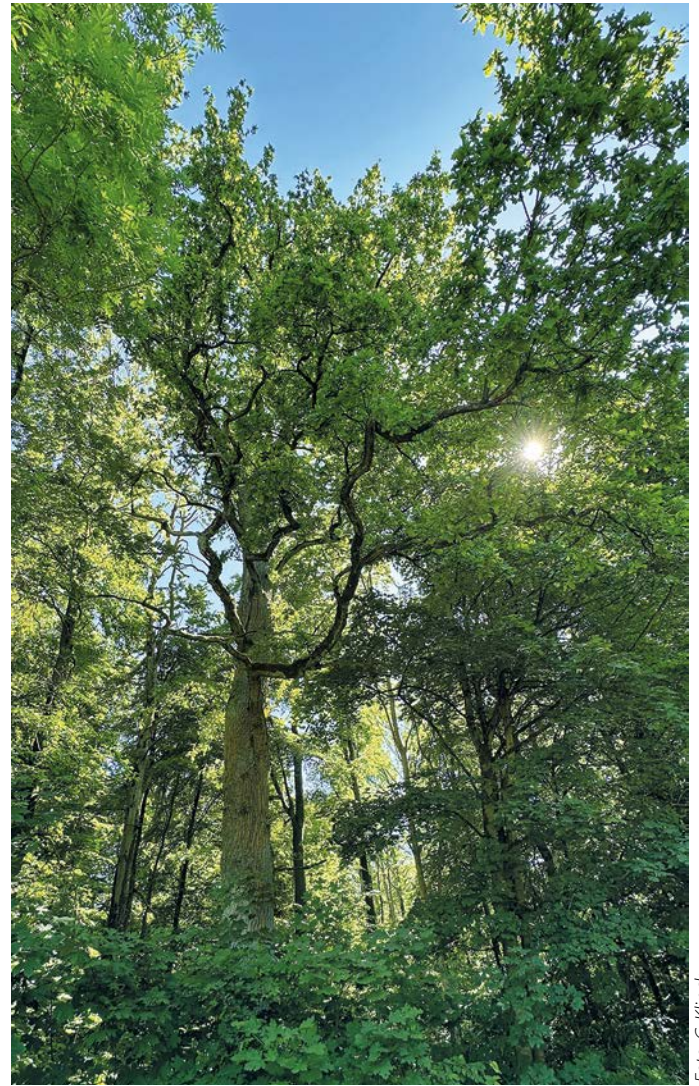


Foto: C. Klink

Mittlere Kronenverlichtung in %

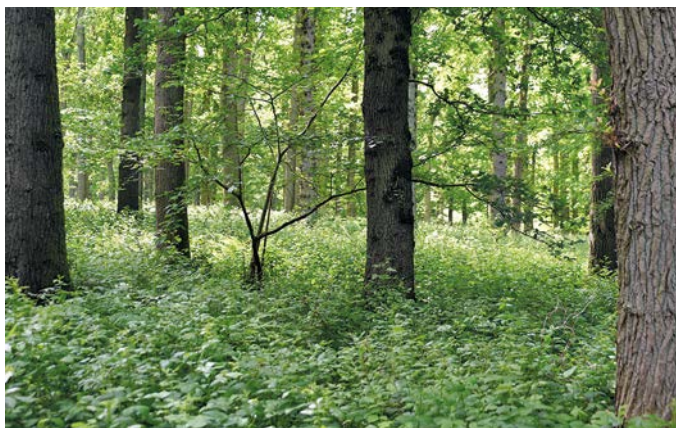
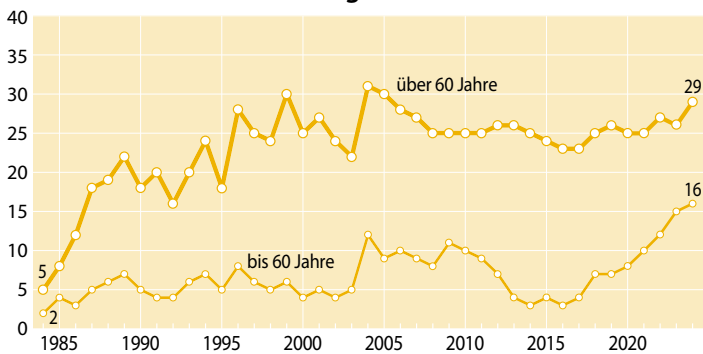


Foto: J. Evers

Starke Schäden

Der Mittelwert der starken Schäden bei Eichen aller Alter liegt in der 41-jährigen Zeitreihe bei 1,3 %. Eine Phase mit erhöhten Anteilen starker Schäden (bis 3,9 %) wurde für die Eichen im Zeitraum 1996–1999 in Verbindung mit intensivem Insektenfraß dokumentiert. Anschließend sind die starken Schäden wieder zurückgegangen. 2024 sind mit 3,2 % der Eichen deutlich mehr Eichen als stark geschädigt eingestuft als im langjährigen Mittel und auch mehr als im Vergleich mit allen Baumarten (3 %).

Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %

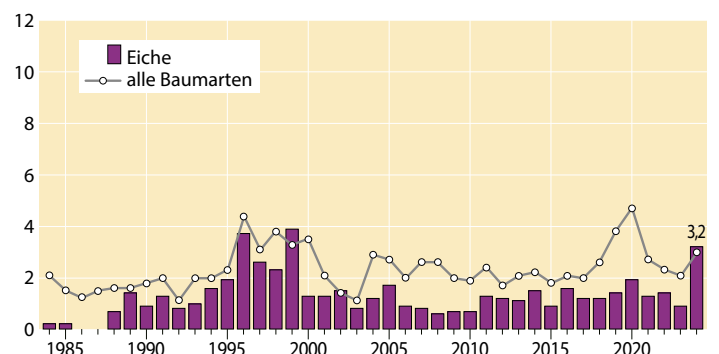




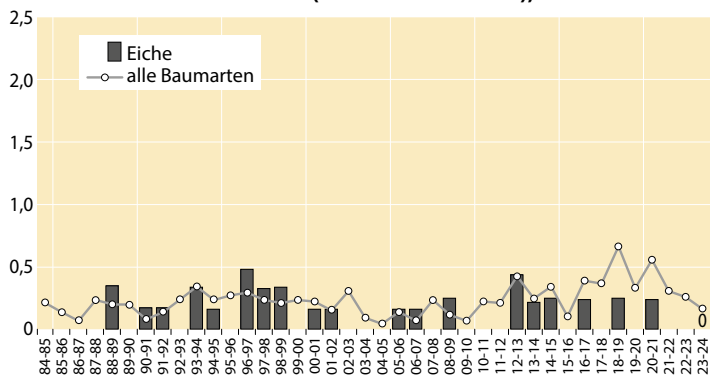
Foto: J. Evers

Absterberate

Im Mittel der Jahre 1984–2024 ist die Absterberate der Eichen mit 0,12 % vergleichsweise niedrig. Überdurchschnittliche Absterberaten wurden vor allem im Anschluss an starken Insektenfraß ermittelt, so zum Beispiel 1997 mit 0,5 % und 2013 mit 0,4 %.

Mit 2024 sind bereits das dritte Jahr in Folge keine Eichen aus dem WZE-Kollektiv abgestorben.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

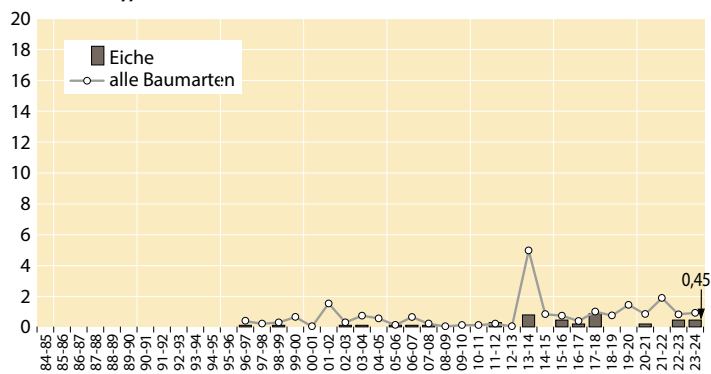


Ausfallrate

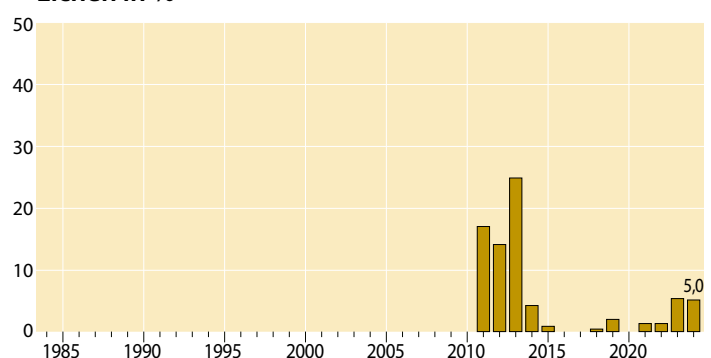
Wie bei der Buche ist die Ausfallrate der Eichen sehr niedrig und liegt bis auf 2006 und 2012 in allen Erhebungsjahren unter dem Wert für den Gesamtwald in Schleswig-Holstein. 2014 (0,85 %) und 2018 (0,94 %) gab es die bisher höchsten Ausfallraten, die den langjährigen Mittelwert von 0,18 % vergleichsweise deutlich überschritten.

2024 wurden, wie auch schon im Vorjahr, 0,45 % der Eichen außerplanmäßig aufgrund von Sturmschäden oder Insektenbefall aus dem WZE-Kollektiv entnommen.

Jährliche Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume), alle Alter in %



Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %



Fruchtbildung

Die Fruchtbildung der Eiche ist zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung im Juli und August nur schwer einzuschätzen, weil die Eicheln dann noch sehr klein sind. 2024 konnte bei 16 % der Eichen ein mittlerer bis starker Fruchtbehang erkannt werden. Im Vorjahr waren es 15 %. Es ist davon auszugehen, dass dieser Wert die tatsächliche Fruktifikationsintensität unterschätzt.



Foto: P. Gawehn

Fichte

Ältere Fichte

Die mittlere Kronenverlichtung bei den älteren Fichten schwankte in den inzwischen 41 Jahren der Aufnahmen zwischen 19 % und 37 % um einen Mittelwert von 29 %. Nach einer Phase des stetigen Absinkens von 33 % im Jahr 2011 auf 19 % im Jahr 2018 stiegen die Werte wieder an und erreichen 2024 31 %. Sie liegen damit etwas über dem langjährigen Mittel.

Jüngere Fichte

Im Betrachtungszeitraum unterschied sich die Gruppe der jüngeren, unter 60-jährigen Fichten anfangs deutlich von der der älteren Fichten. Bis 2009 lagen die Werte für die jüngeren Bäume ca. 20 Prozentpunkte unter denen der älteren Bäume. Seitdem haben sich die Verlichtungswerte beider Altersgruppen angenähert. Aktuell liegen sie für die jüngeren Fichten mit 18 % 13 Prozentpunkte unter dem Wert der älteren Fichten und 5 Prozentpunkte über dem langjährigen Mittelwert.

Mittlere Kronenverlichtung in %

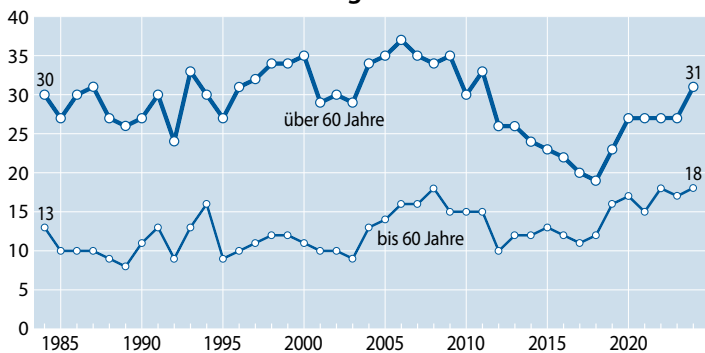


Foto: C. Kinck

Starke Schäden

Als stark geschädigt eingestuft wurden im Mittel der Erhebungsjahre 1984–2024 2,5 % der Fichten (alle Alter). 2024 liegt der Wert mit 4,2 % deutlich darüber und auch über dem diesjährigen Wert für alle Baumarten (3 %). Es ist der dritthöchste Wert in der Zeitreihe.

Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %

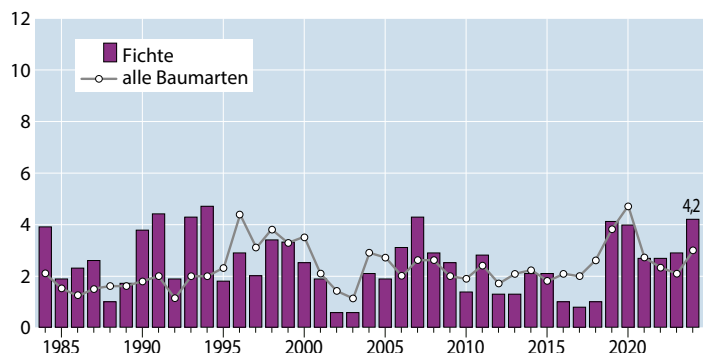


Foto: J. Evers

Absterberate

Die Absterberate der Fichten liegt im Mittel der Jahre 1984–2024 bei 0,21 % mit einem Maximum von 1,1 % im Jahr 1994. Für 2023 wurde mit 0,6 % der zweithöchste Wert der Zeitreihe ermittelt, 2024 sank die Rate auf 0,39 %. In insgesamt 14 von 40 Jahren liegt die Absterberate für Fichte über der des Gesamtwaldes.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

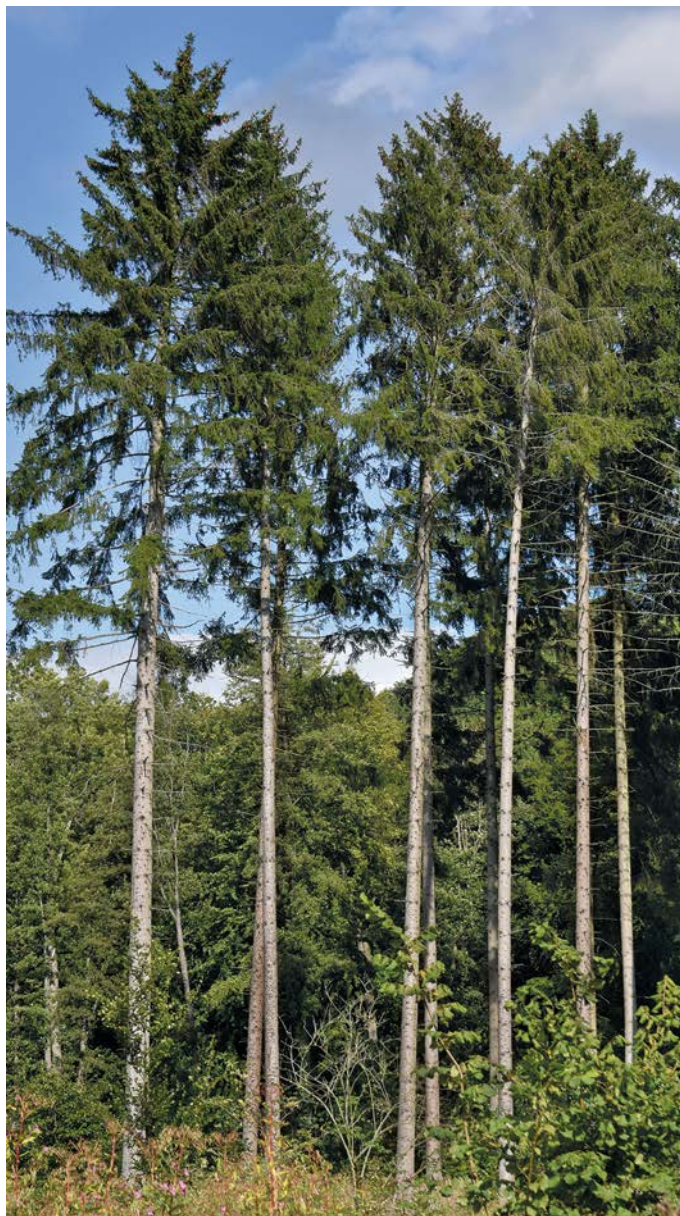
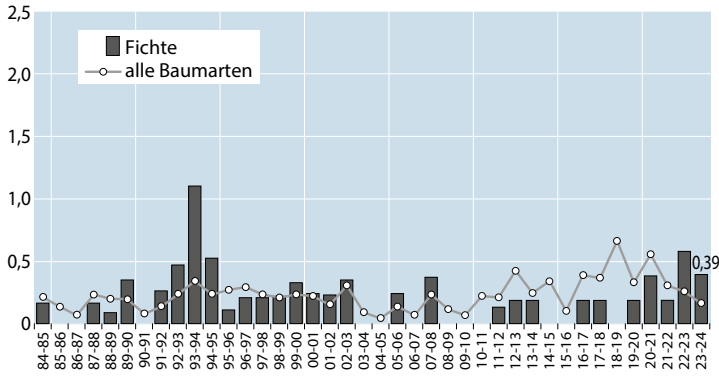


Foto: J. Evers

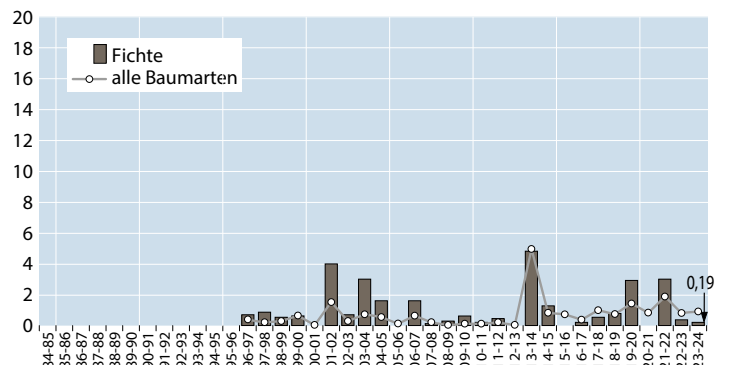


Foto: C. Klinck

Ausfallrate

Jährlich fallen im Mittel (1997–2024) ca. 1 % der Fichten in der WZE-Stichprobe durch Sturmschäden oder Insektenbefall aus. Nach den Orkanen „Christian“ und „Xaver“ fielen 2014 mit 4,8 % besonders viele Fichten aus. Nach der niedrigen Ausfallrate von 0,4 % 2023 sank der Wert 2024 noch einmal auf 0,19 % und liegt damit deutlich sowohl unter dem langjährigen Mittel als auch unter dem Wert für den Gesamtwald von 0,91 %.

Jährliche Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume), alle Alter in %



Kiefer

Ältere Kiefer

Für die älteren Kiefern wurden in den Anfangsjahren der Waldzustandserhebungen bis etwa 1996 sehr niedrige Kronenverlichtungswerte von unter 15 % dokumentiert. Danach stiegen die Werte kontinuierlich bis zu einem Maximum von 27 % im Jahr 2004 an. Anschließend erfolgte bis 2007 eine Erholungsphase, in der die Kronenverlichtung der älteren Kiefer auf 15 % zurückging. Seitdem liegt der Wert mit kleineren Abweichungen auf diesem Niveau. 2024 beträgt er wie im Vorjahr 16 %, was auch dem langjährigen Mittelwert entspricht.

Jüngere Kiefer

Die Kronenverlichtung der jüngeren Kiefern folgte dem Verlauf der Gruppe der älteren Kiefern auf einem etwas niedrigeren Niveau. Im Mittel liegen die Unterschiede bei 4 Prozentpunkten. Zwischen 2015 und 2022 gab es im WZE-Kollektiv sehr wenige junge Kiefern mit so stark streuenden Werten, dass auf eine Auswertung verzichtet wurde. Seit 2023 kann der Wert wieder angegeben werden, er liegt 2024 wie im Vorjahr bei 12 %. Der Mittelwert über alle Jahre ist mit 11 % geringfügig niedriger.

Mittlere Kronenverlichtung in %

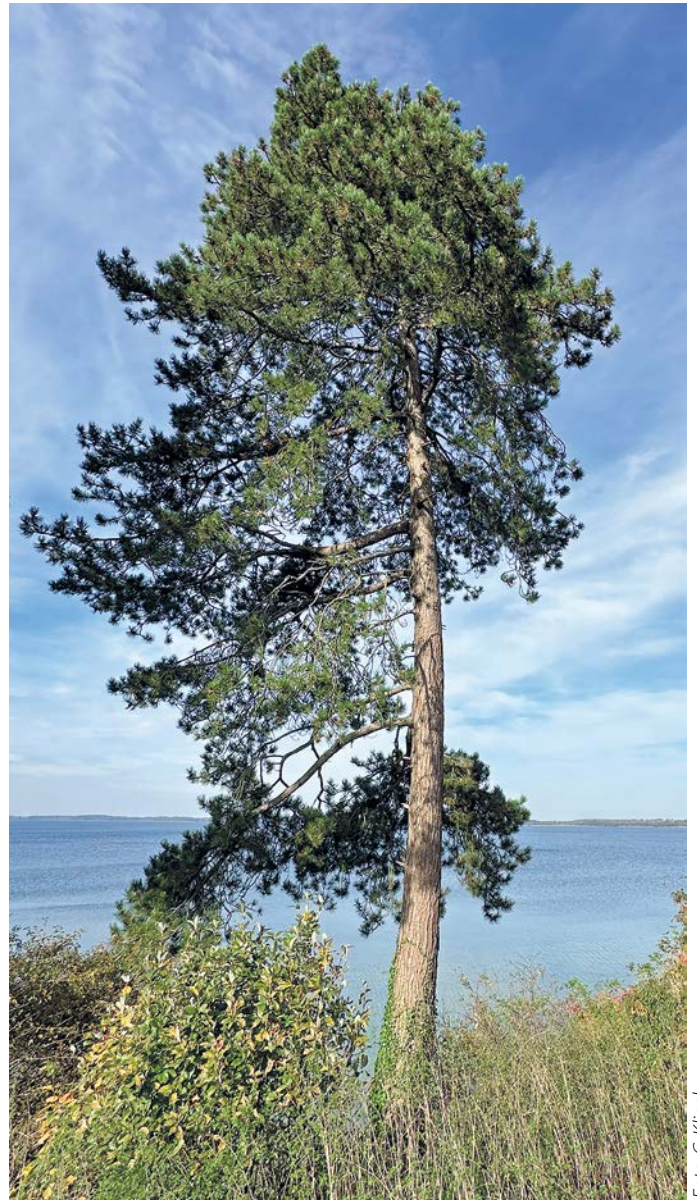
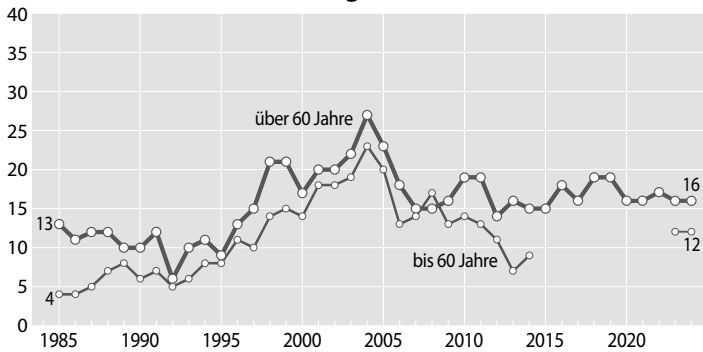


Foto: C. Klinck

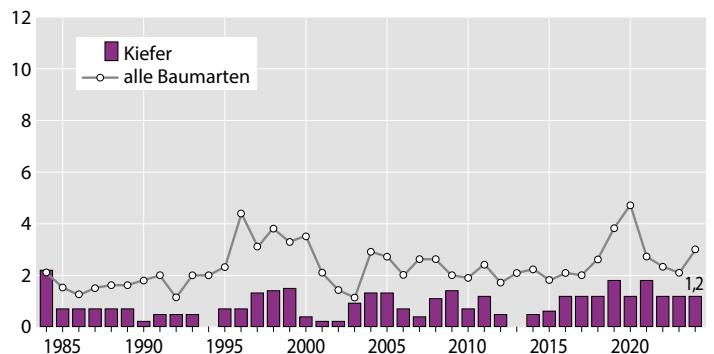


Foto: P. Gawehn

Starke Schäden

Mit 0,9 % im Mittel der Zeitreihe 1984–2024 sind die starken Schäden bei Kiefer vergleichsweise gering. 2024 wurden mit 1,2 % leicht überdurchschnittlich viele Kiefern als stark geschädigt eingestuft, der Wert liegt jedoch wie in allen andern Aufnahmejahren auch weit unter dem Wert für alle Baumarten (3 %).

Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



Absterberate

Die Absterberate der Kiefer liegt im Mittel der Zeitreihe bei 0,24 %. Sie schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 % und maximal 0,7 % im Jahr 2011. Nachdem 2020 und 2021 keine Kiefern abgestorben waren, betrug der Wert 2022 und 2023 0,6 %. 2024 starb dagegen keine Kiefer aus der WZE-Stichprobe ab.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

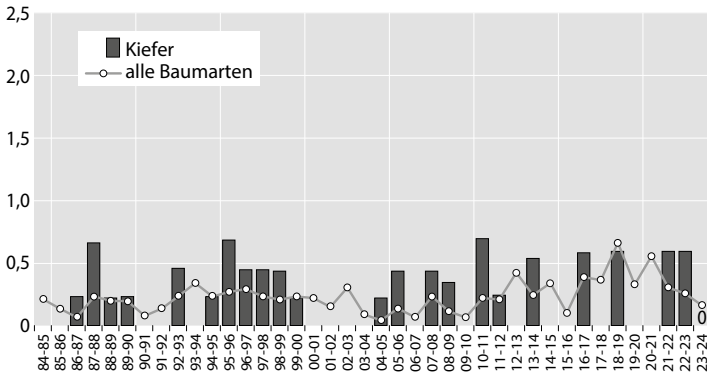


Foto: P. Gawehn

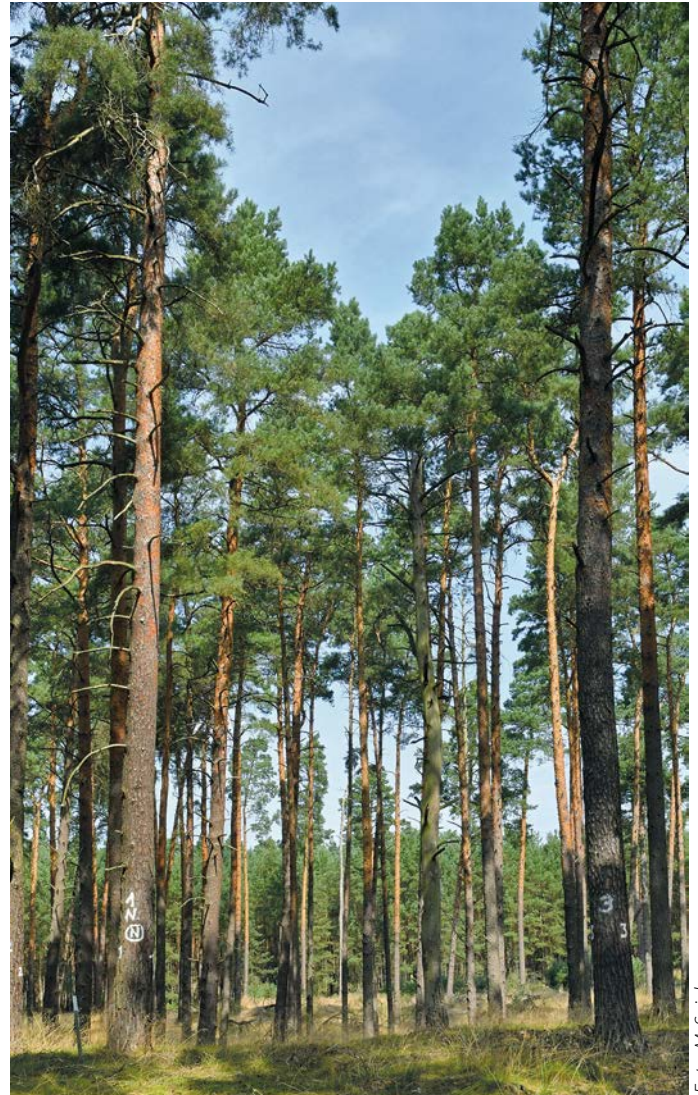
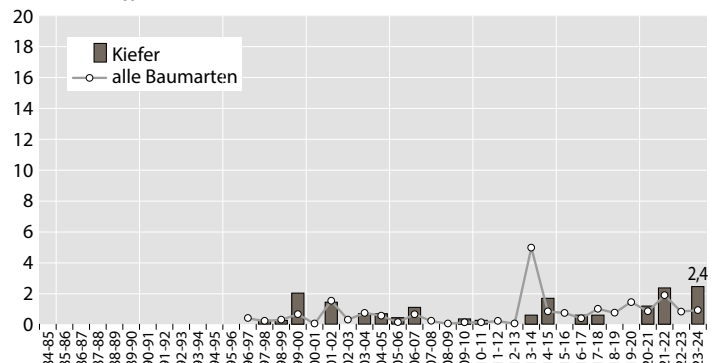


Foto: M. Spielmann

Ausfallrate

Die durchschnittliche Ausfallrate der Kiefern im WZE-Kollektiv beträgt 0,59 %. Höhere Ausfälle in den Jahren 2000 und 2015 sind durch Stürme bedingt. 2019 und 2020 mussten keine Kiefern als Schadholz entnommen werden. Nachdem 2021 mit 1,2 % bereits eine überdurchschnittlich hohe Ausfallrate erreicht wurde, stieg sie 2022 auf den bisherigen Maximalwert von 2,3 % an. 2024 wurde mit 2,4 % ein neues Maximum erreicht.

Jährliche Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume), alle Alter in %



Andere Laub- und Nadelbäume

Die Wälder Schleswig-Holsteins werden von einer Vielzahl von Baumarten geprägt. Im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung 2024 wurden insgesamt 30 Baumarten erfasst. Neben den Hauptbaumarten Buche, Fichte, Eiche und Kiefer kommen in den Wäldern Schleswig-Holsteins Birke, Lärche und auch z. B. Sitkafichte, Bergahorn oder Douglasie vor. Jede Baumart für sich genommen ist in der Stichprobe der Waldzustandserhebung allerdings zahlenmäßig so gering vertreten, dass allenfalls Trenderaussagen zur Kronenentwicklung möglich sind. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden sie daher in den Gruppen andere Laubbäume und andere Nadelbäume zusammengefasst.

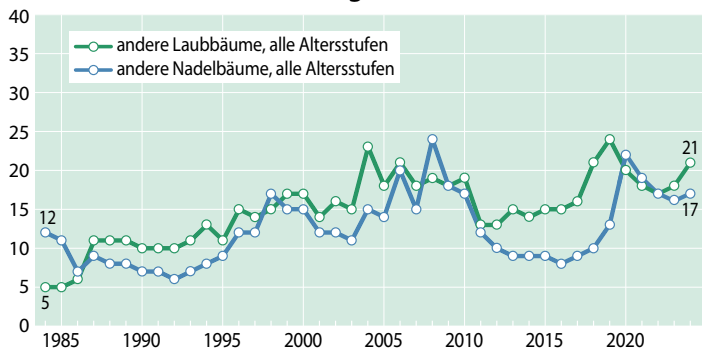
Zu den anderen Laubbäumen gehören neben den häufiger vorkommenden Baumarten Birke, Erle und Esche auch z. B. Bergahorn, Hainbuche, Pappel, Roteiche oder Wildkirsche. Bei den anderen Nadelbäumen handelt es sich vorwiegend um Europäische oder Japanlärchen, Sitkafichte und Douglasie, aber auch z. B. um Edel-, Weiß-, Nordmann- und Küstentanne.

Mittlere Kronenverlichtung

Die Gruppe der anderen Laubbäume (alle Alter) reagierte 2019 auf die vorangegangenen Witterungsbedingungen mit einer Erhöhung der Kronenverlichtung auf 24 %. Dieser Wert stellt das Maximum der inzwischen 41-jährigen Zeitreihe dar. Zwischenzeitlich sank der Wert wieder allmählich und erreichte 2022 17 %. Im aktuellen Aufnahmejahr 2024 stieg er wieder auf 21 % an und liegt damit deutlich über dem langjährigen Mittel von 15 %.

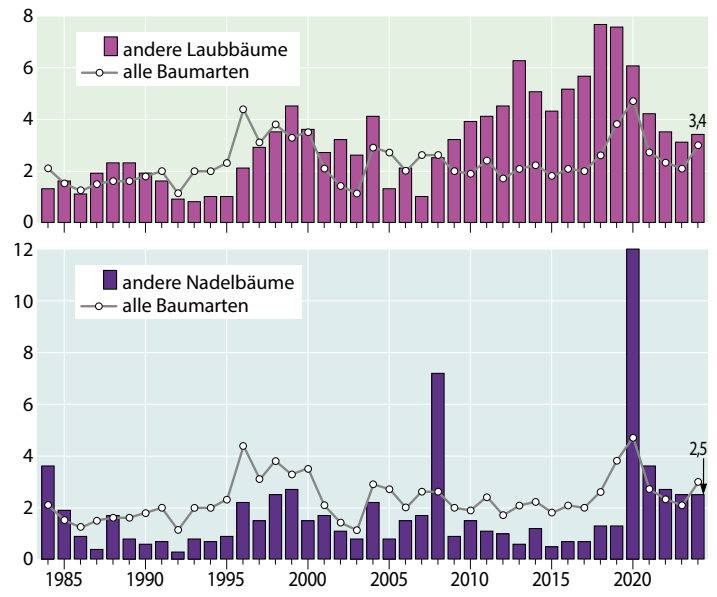
Auch die Gruppe der anderen Nadelbäume (alle Alter) reagierte auf die Trockenheit ab 2018 mit einem Anstieg der mittleren Kronenverlichtung. 2020 wurde mit 22 % der zweit-

Mittlere Kronenverlichtung in %



Lärche

Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



höchste Wert seit 1984 erreicht. Seitdem ist eine Erholung erkennbar. 2024 liegt der Wert bei 17 % und damit immer noch 5 Prozentpunkte über dem langjährigen Mittelwert.

Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt für die Gruppe der anderen Laubbäume (alle Alter) im Erhebungszeitraum im Mittel bei 3,2 %. Mit Ausnahme von 2023 wurde dieser Durchschnittswert seit 2009 fortlaufend überschritten. Auch 2024 liegt er mit 3,4 % darüber.

Für die anderen Nadelbäume (alle Alter) gibt es in der Zeitreihe seit 1984 starke Schwankungen beim Anteil starker Schäden, im Mittel sind es 1,8 %. Maxima lagen in den Jahren 2008 und 2020 mit 7 % bzw. 12 %. 2024 wurden mit 2,5 % genauso viele Bäume als stark geschädigt eingestuft wie im Vorjahr.

Absterberate

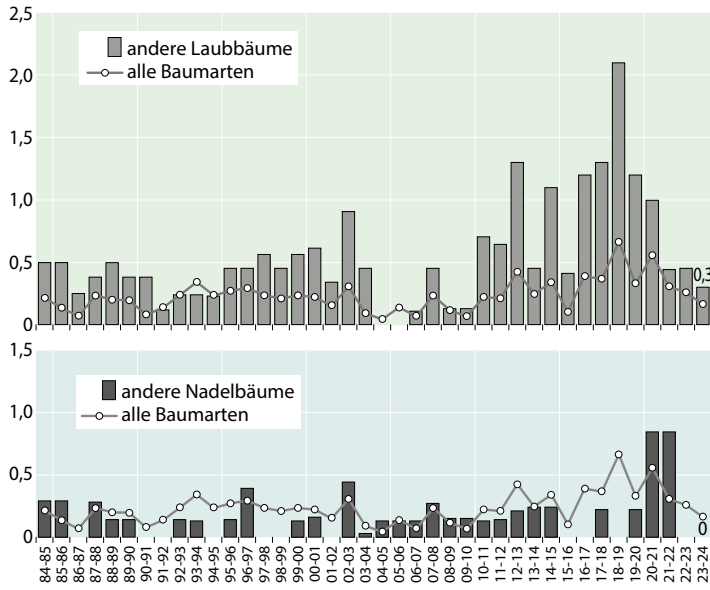
Die Absterberate der anderen Laubbäume liegt in fast allen Erhebungsjahren über dem Wert aller Baumarten. Im Jahr 2024 sind mit 0,3 % weniger Bäume als im langjährigen Mittel (0,55 %) abgestorben.

Die Absterberate der anderen Nadelbäume liegt im Zeitraum 1984–2024 im Mittel bei 0,17 %. Wie schon im Vorjahr starb 2024 kein Baum aus der Gruppe der anderen Nadelhölzer ab.

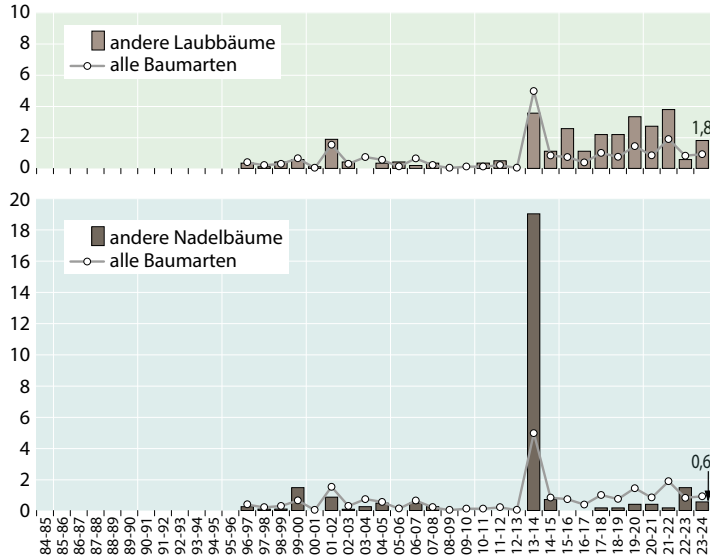
Ausfallrate

Bei den anderen Laubbäumen wird seit 2014 eine Ausfallrate festgestellt, die deutlich über dem langjährigen Mittel von 1,11 % liegt. 2023 lag der Wert mit 0,59 % erstmalig wieder darunter. 2024 stieg er allerdings wieder an und beträgt nun 1,8 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Jährliche Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume), alle Alter in %



Die Gruppe der anderen Nadelbäume war 2014 stärker als alle anderen Baumartengruppen durch Sturmschäden betroffen. Anschließend blieb die Ausfallrate mit unter 0,5 % niedrig. Nach einem vorübergehenden Anstieg auf 1,5 % im Jahr 2023 liegt sie 2024 bei 0,63 %.

Esche

Die Esche spielt in Schleswig-Holstein eine besondere Rolle. Sie kommt mit einem Anteil von 2 % am Gesamtkollektiv allerdings nicht sehr häufig vor; in der Gruppe der anderen Laubböler steht sie an vierter Stelle. Daher sind Ergebnisse zur Esche statistisch nicht belastbar und sollen hier nur zur Orientierung aufgeführt werden.

Die Vitalitätsentwicklung der Eschen (alle Alter) hebt sich deutlich von denen der anderen Baumarten ab. Bis 2003 waren die mittleren Kronenverlichtungen mit 3–16 % niedrig. Ab 2004 erfolgte ein Anstieg, der 2019 einen Höchstwert von

47 % erreichte. In den letzten Jahren gingen die Werte leicht zurück. 2024 liegen sie bei 39 % und damit auf dem Niveau der letzten 2 Jahre.

Die starken Schäden lagen bis 2007 unter 3 %, anschließend stiegen sie in den Jahren 2018 und 2019 bis auf 32 % an. 2024 sind 21 % der Eschen stark geschädigt.

Die Verschlechterung der Vitalität der Esche findet sich auch in den Absterberaten wieder. Seit 2011 wurden vergleichsweise hohe Raten von bis zu 8,7 % im Jahr 2019 festgestellt. 2024 starben mit 1,7 % nur wenige Eschen neu ab. Die Ausfallrate ist allerdings, verglichen mit dem Vorjahr, mit 16 % sehr hoch (2023: 3 %). Damit fielen 2024 von allen Baumarten am meisten Eschen aus.



Eschen

Foto: C. Klinck

Sitkafichte

Die Sitkafichte ist mit einem Anteil von 29 % die häufigste Baumart in der Gruppe der anderen Nadelbäume und ist im WZE-Gesamtkollektiv mit einem Anteil von ca. 5 % in der WZE-Stichprobe vertreten. Auch hier gibt es wie bei der Esche nicht genügend Bäume in der Stichprobe, um statistisch gesicherte Aussagen treffen zu können. Einen groben Überblick über die Situation können die Zahlen dennoch geben.

2020 hatten die Schäden bei der Sitkafichte (alle Alter) – auch aufgrund von Befall durch die Fichtenröhrenlaus – erheblich zugenommen. Die mittlere Kronenverlichtung lag bei 50 % und übertraf damit alle bisherigen Werte im Erhebungszeitraum.

Seitdem verbesserte sich die Situation. Wie im Vorjahr 2023 liegt die mittlere Kronenverlichtung auch 2024 bei 28 %.

Weiterhin 6 % der angesprochenen Sitkafichten wurden auch im aktuellen Jahr 2024 als stark geschädigt eingestuft.

Seit der Aufnahme 2022 starb keine Sitkafichte neu ab (Absterberate 2024: 0 %). Knapp 1,4 % der Sitkafichten wurden 2024 außerplanmäßig als Schadholz entnommen.

Witterung und Klima

Johannes Suttmöller

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007297>

Für eine flächenhafte Aussage für das Land Schleswig-Holstein werden die klimatologischen Größen Niederschlag und Temperatur anhand der Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ausgewertet. Die Messwerte werden mit einem kombinierten Regionalisierungsverfahren (Inverse Distance Weighting, Höhenregression) auf ein einheitliches 50-Meter-Raster interpoliert. Die Mitteltemperaturen werden in Grad Celsius (°C) und die Abweichung in Kelvin (K, entspricht °C) angegeben. Im vorliegenden Waldzustandsbericht wird die Witterung des Vegetationsjahres 2023/24 beschrieben. Das Vegetationsjahr umfasst die Monate Oktober des Vorjahres bis einschließlich September des aktuellen Jahres. Um den anthropogen verursachten Erwärmungstrend zu verdeutlichen, werden die Monatsmittelwerte des aktuellen Vegetationsjahres mit den langjährigen Werten der international gültigen Klimareferenzperiode 1961–1990 verglichen. Neben eigenen Auswertungen werden die Ergebnisse aus den Klimastatusberichten des DWD berücksichtigt.

Das Vegetationsjahr 2023/24 war mit 10,7 °C im Landesmittel von Schleswig-Holstein eines der wärmsten seit Messbeginn. Es war damit 2,4 K wärmer als das langjährige Mittel der Klimanormalperiode 1961–1990 bzw. 1,4 K im Vergleich zur aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Mit 1115 mm Jahresniederschlag wurde gleichzeitig die höchste Niederschlagsmenge seit 1961 gemessen und das langjährige Mittel von 782 mm um mehr als 40 % übertroffen. Dabei waren alle Monate teilweise deutlich wärmer als im langjährigen Mittel und fast alle Monate feuchter als normal. Von Oktober 2023 bis September 2024 kam es zu keiner ausgeprägten Trockenperiode, sodass das pflanzenverfügbare Wasser in den Waldböden während der Vegetationszeit ausreichte, um die Wasserversorgung der Waldbestände zu gewährleisten.

Das Kalenderjahr 2023 war in Schleswig-Holstein zusammen mit dem Jahr 2022 das zweitwärmste Jahr seit Beginn regelmäßiger Messungen im Jahr 1881. Die Jahresmitteltemperatur betrug jeweils 10,3 °C. Die wärmsten Jahre traten alle seit dem Jahr 2000 auf. Dies verdeutlicht, dass die globale Erwärmung sich ungebremst fortsetzt und weiter beschleunigt.

Witterungsverlauf von Oktober 2023 bis September 2024

Zu Beginn des Vegetationsjahres führten im **Oktober** 2023 Westwindwetterlagen zu häufigen und flächendeckenden Niederschlägen. Mit 167 mm im Flächenmittel von Schleswig-Holstein war der Monat sehr nass (mehr als das Doppelte der mittleren Niederschlagsmenge). Besonders niederschlagsreich war es in den westlichen Landesteilen. Im Laufe des Monats füllten sich die Bodenwasserspeicher, sodass am Monatsende überdurchschnittlich hohe Bodenfeuchtwerte beobachtet wurden. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 11,3 °C war der

Oktober 1,8 K wärmer als im langjährigen Durchschnitt (Abb. und Tabelle Seite 21). Im **November** setzte sich die milde und sehr niederschlagsreiche Witterung fort. Dabei war es häufig trüb und zeitweise stürmisch. Es fielen 115 mm Niederschlag und damit 40 % mehr als im 30-jährigen Mittel der Periode 1961–1990. Infolgedessen übertraf der Wassergehalt im Oberboden (bis 60 m Tiefe) häufig die nutzbare Feldkapazität (nFK) von 100 %. Zum Monatsende führte ein erster Kaltlufteinbruch zu Schneefällen und regional strengen Nachtfrosten (Itzehoe -16,6 °C am 30.11.). Die Monatsmitteltemperatur betrug 5,9 °C (+0,8 K). Trotz eines kühlen Starts in den **Dezember** war der Monat sehr mild und mit 4,2 °C um 2,3 K wärmer als üblich. Gleichzeitig fiel mit 115 mm deutlich mehr Niederschlag als im Vergleich zum Mittel der Klimanormalperiode (+50 %). Ab Weihnachten führten starke Niederschläge dazu, dass es infolge der gesättigten Böden regional zu Überschwemmungen kam, die bis in das Jahr 2024 anhielten. Die niederschlagsreiche Witterung setzte sich zu Beginn des Jahres 2024 fort. So war auch der **Januar** überdurchschnittlich nass. Das langjährige Niederschlagsoll wurde mit 90 mm im Flächenmittel deutlich übertroffen (+45 %). Gleichzeitig war der Monat sehr sonnig und mild. Die Monatsmitteltemperatur von 2,5 °C lag um 2,2 K über dem Mittel der Klimanormalperiode. Es folgte ein extrem milder **Februar**, der zu den wärmsten seit Messbeginn zählt. Die Monatsmitteltemperatur betrug 5,7 °C und lag um 5,0 K über dem langjährigen Mittelwert. Während des gesamten Monats dominierten Westwindwetterlagen, die feuchte und milde Atlantikluft nach Schleswig-Holstein führten. Im Landesmittel fielen 91 mm Niederschlag und damit mehr als die doppelte Menge im Vergleich zum Mittel der Klimanormalperiode. Es war der fünfte Monat in Folge, der deutlich zu nass

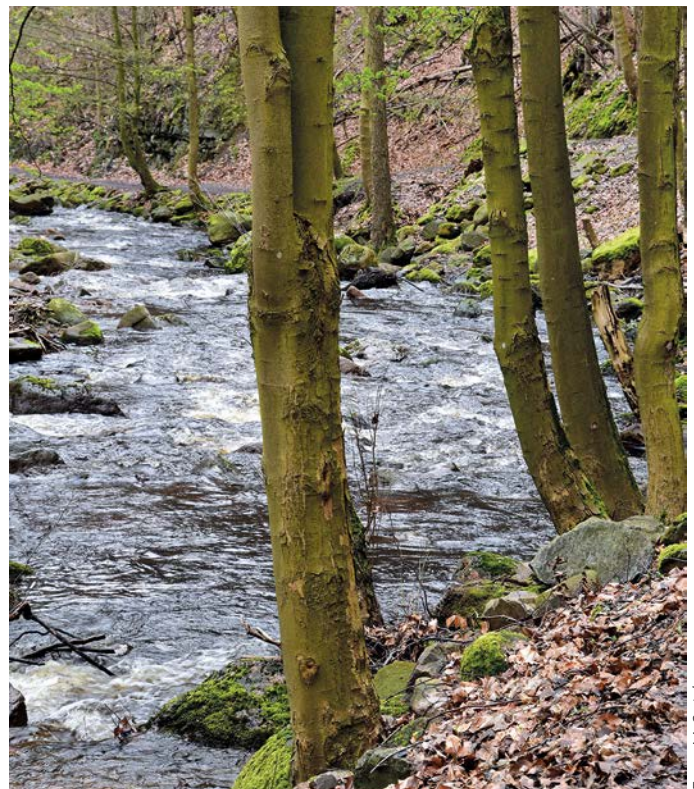
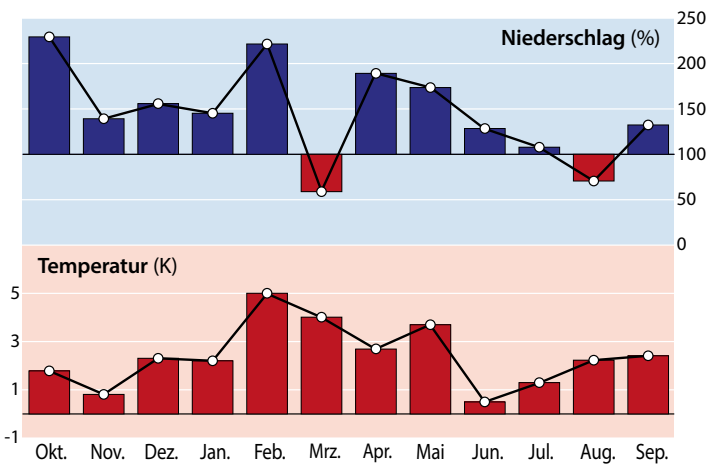


Foto: M. Spielmann

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 2023/24

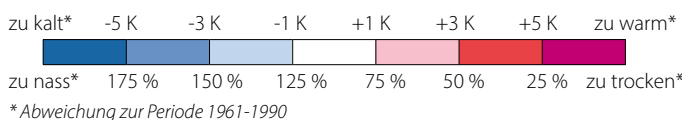


Abweichungen von Niederschlag und Temperatur vom Mittel der Klimareferenzperiode 1961–1990 (durchgezogene schwarze Linie) in Schleswig-Holstein, Monatswerte für das Vegetationsjahr 2023/2024 (Oktober 2023–September 2024).

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Temperaturmittelwerte und Niederschlagssummen für das Vegetationsjahr 2023/2024 (Oktober 2023–September 2024) sowie die langjährigen Mittelwerte der Referenzperioden 1961–1990 und 1991–2020

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	2023/24	1961–1990	1991–2020	2023/24	1961–1990	1991–2020
Oktober	11,3	9,5	9,9	167	73	75
November	5,9	5,1	5,7	115	82	70
Dezember	4,2	1,9	2,9	115	74	77
Januar	2,5	0,3	1,9	90	63	71
Februar	5,7	0,7	2,1	91	41	55
März	7,2	3,2	4,3	30	52	53
April	9,3	6,6	8,2	91	48	39
Nicht-vegetationszeit	6,6	3,9	5,0	699	433	440
Mai	15,2	11,5	12,2	92	53	54
Juni	15,5	15,0	15,4	88	68	73
Juli	17,6	16,3	17,7	86	80	84
August	18,4	16,2	17,6	52	74	84
September	15,7	13,3	14,2	98	74	72
Vegetationszeit	16,5	14,5	15,4	416	349	367
Vegetationsjahr	10,7	8,3	9,3	1115	782	807



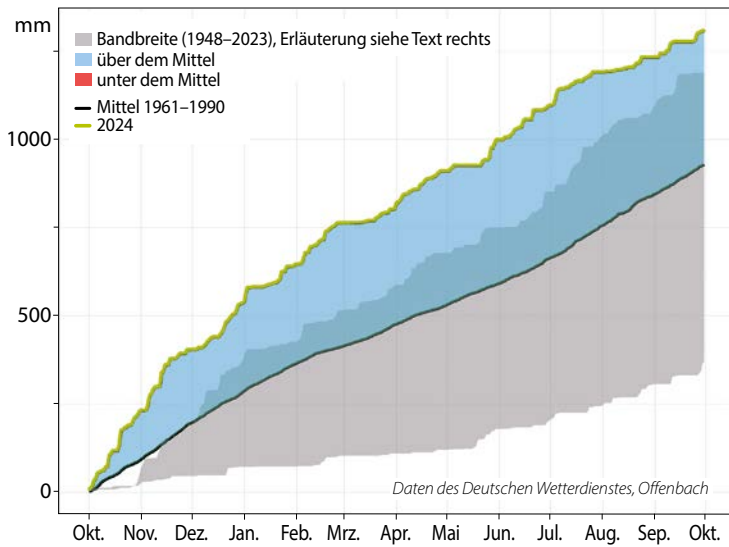
war. Nach dem rekordwarmen Februar wurde im **März** 2024 mit 7,2 °C ein neuer Höchstwert bei der Monatsmitteltemperatur für diesen Monat seit Messbeginn erzielt (Abweichung +4,0 K). Die für die Jahreszeit hohen Temperaturen ließen den Vegetationsbeginn um 2 bis 3 Wochen früher starten als normal. Während die erste Monatshälfte unter Hochdruckeinfluss trocken war, folgte in der zweiten Monatshälfte ein unbeständiger Witterungsabschnitt. Mit 30 mm wurde das langjährige Niederschlagssoll um mehr als 40 % unterschritten. In den östlichen Landesteilen fiel gebietsweise weniger als die Hälfte

der mittleren Niederschlagshöhe. Trotz der unterdurchschnittlichen Niederschlagsmenge trockneten die Oberböden nur langsam ab. Die wechselhafte Witterung setzte sich im **April** fort. Zu Beginn des Monats erreichte mit einer kräftigen Südströmung Warmluft, die in den höheren Luftschichten enorme Mengen an Saharastaub mitführte, Schleswig-Holstein. Am 30. April wurde ein erster Sommertag mit einer Tageshöchsttemperatur von mehr als 25 °C an einigen Stationen in den südlichen Landesteilen gemessen. Infolge der warmen Vormonate war die Vegetationsentwicklung bereits weit fortgeschritten, sodass in der letzten Monatsdekade Luftfröste gebietsweise zu Frostschäden führten. Die Monatsmitteltemperatur von 9,3 °C lag um 2,7 K über dem Mittelwert der Klimanormalperiode 1961–1990. Die Niederschlagshöhe betrug im Flächenmittel des Landes 91 mm und übertraf das Niederschlagssoll um fast das Doppelte. Besonders im äußersten Norden des Landes fiel teilweise annähernd das Dreifache der üblichen Niederschlagsmenge. Entsprechend waren die Böden vielfach wassergesättigt. Der **Mai** war überdurchschnittlich sonnenscheinreich und warm, aber gleichzeitig auch nass. Während in der ersten Monatshälfte stabile Hochdruckwetterlagen dominierten, setzten sich in der zweiten Monatshälfte feucht-warme und instabile Luftmassen durch. Es fielen 92 mm Regen, dies entspricht einem Überschuss von knapp 75 %. Die hohe Niederschlagssumme wurde vielfach durch Starkregeneignisse verursacht. Mit einer Mitteltemperatur von 15,2 °C war der Mai einer der wärmsten seit Aufzeichnungsbeginn in Schleswig-Holstein. Die positive Abweichung betrug +3,7 K. Trotz der hohen Verdunstungsleistung der Vegetation waren die Wasserspeicher im Oberboden landesweit aufgrund der niederschlagsreichen Witterung gut gefüllt. Der **Juni** war etwas wärmer als das klimatologische Mittel der Periode 1961–1990. Die Monatsmitteltemperatur betrug 15,5 °C und lag damit 0,5 K über dem langjährigen Monatsmittelwert. Am Ende des Monats wurden die ersten Hitzetage (Tagesmaximumtemperatur > 30 °C) des Jahres an vielen Messstationen in Schleswig-Holstein registriert. Ein wechselhafter Witterungscharakter dominierte den ersten Sommermonat des Jahres 2024. Häufige Starkregeneignisse führten dazu, dass es landesweit zu nass war. Die Niederschlagshöhe betrug 88 mm (+30 %). Besonders nass war es an der nordfriesischen Küste und auf den Nordseeinseln, während es im Südosten teilweise trockener als im Mittel war. Folglich waren auch die Böden überdurchschnittlich mit Wasser aufgefüllt und regional zeitweise wassergesättigt. Der **Juli**



Foto: P. Klinck

Akkumulierter Niederschlag im Vegetationsjahr an der Klimastation Schleswig

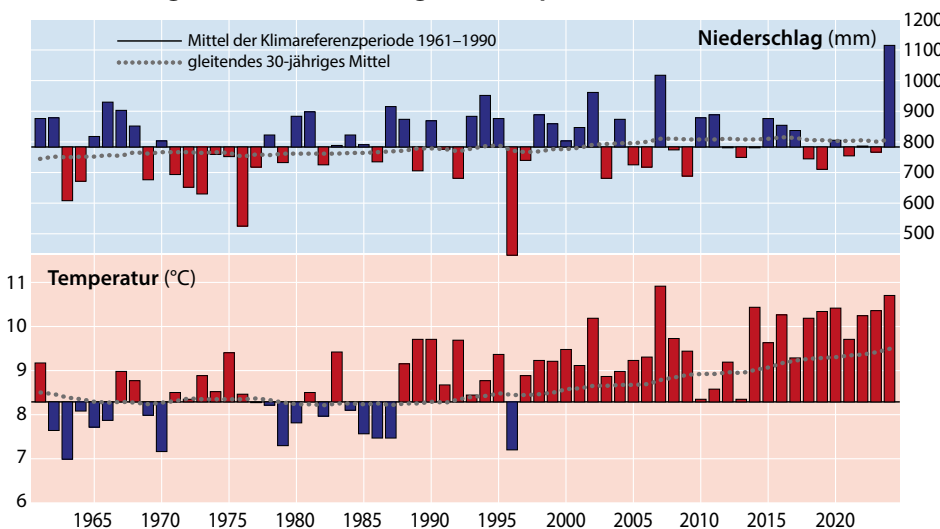


war in Schleswig-Holstein sehr abwechslungsreich. Obwohl mit 86 mm mehr Niederschlag fiel als im langjährigen Mittel, war der Monat sonnenscheinreich, da die Niederschläge häufig in Form von Starkregen auftraten. So fielen bspw. am 21. Juli an der Station Quickborn innerhalb weniger Stunden rund 64 mm Niederschlag. Entsprechend gab es regional große Unterschiede bei den Niederschlagsmengen. Im Nordwesten betrug der Niederschlagsüberschuss mehr als 50 %, während in der Mitte und im Südosten des Landes gebietsweise nur etwas mehr als die Hälfte der langjährigen Niederschlagssumme gemessen wurde. Trotz eines kühlen Starts in den Monat lag die Monatsmitteltemperatur bei 17,6 °C und damit um 1,3 K über dem Mittelwert der Klimanormalperiode von 1961–1990. Im **August** dominierten warme Luftmassen die Witterung. Im Landesmittel fielen 52 mm Niederschlag und damit 30 % weniger als im langjährigen Durchschnitt. Allerdings gab es regional große

Unterschiede in den Niederschlagsmengen. Insbesondere nördlich von Hamburg war es infolge von Starkregen teilweise überdurchschnittlich nass. An der Nordseeküste fiel dagegen gebietsweise nicht einmal die Hälfte der durchschnittlichen Niederschlagsmenge. Das Temperaturmittel lag mit 18,4 °C um 2,2 K über dem Wert der international gültigen Referenzperiode 1961–1990. Im **September** setzte sich die hochsommerliche Witterung fort, bevor ab der zweiten Monatsdekade ein erster Herbstgruß zu einer markanten Abkühlung führte. Es wurden nochmals einige heiße Tage mit einer Höchsttemperatur von über 30 °C gemessen (Crambeck 32,4 °C am 5. September). Die Monatsmitteltemperatur betrug 15,7 °C und übertraf damit das langjährige Mittel um 2,4 K. Auch der letzte Monat des Vegetationsjahres war sehr nass. Das langjährige Niederschlagsoll wurde mit 98 mm im Flächenmittel deutlich übertroffen (+30 %).

In der Abbildung links ist der aufsummierte Niederschlag an der DWD-Klimastation Schleswig für das vergangene Vegetationsjahr im Vergleich zu den Jahren 1948 (Messbeginn) bis 2023 dargestellt. In der Zeitreihe wurden teilweise Lücken gefüllt, sodass im gesamten Messzeitraum nur wenige Jahre aufgrund von Datenausfall unberücksichtigt blieben. Die Bandbreite wird durch das im Beobachtungszeitraum trockenste Jahr (1996) und das bisher niederschlagsreichste Jahr (1966) aufgespannt. Das Vegetationsjahr 2023/24 war an der Klimastation Schleswig das mit Abstand niederschlagsreichste Jahr seit Beobachtungsbeginn im Jahr 1948. Es fielen 1310 mm Niederschlag und damit mehr als 100 mm als im Jahr 1966. Bereits im Oktober 2023 wurde mit über 240 mm Niederschlag ein neues Maximum erreicht. Im weiteren Verlauf führten wiederholte Niederschläge dazu, dass während des gesamten Vegetationsjahres die aufsummierten Niederschläge deutlich über denen des bisher nassesten Jahres lagen.

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 1961–2024



Abweichungen von Niederschlag (oben) und Temperatur (unten) vom Mittel der Klimaperiode 1961–1990 (durchgezogene schwarze Linie) und gleitendes Mittel der letzten 30 Jahre (gepunktete graue Linie) in Schleswig-Holstein, Jahreswerte für das Vegetationsjahr (Oktober bis September)

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach



Foto: C. Klinck

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

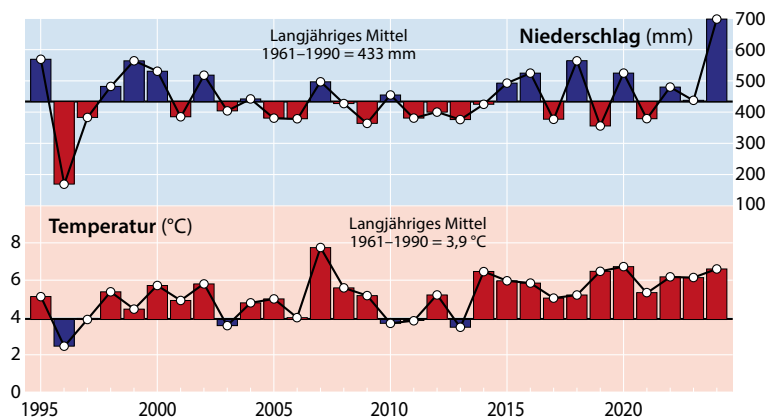
Das Vegetationsjahr 2023/24 war eines der wärmsten seit Messbeginn. Die Mitteltemperatur betrug 10,7 °C und lag damit 2,4 K über dem Mittelwert der international gültigen Klimanormalperiode 1961–1990 bzw. 1,4 K über der aktuellen Klimareferenzperiode 1991–2020 (Tabelle Seite 21). Der langfristige Erwärmungstrend setzt sich ungehindert fort, wie das gleitende 30-jährige Mittel verdeutlicht (gepunktete Linie in der Abb. Seite 22). Alle Monate waren im Vergleich zur Klimanormalperiode teilweise deutlich wärmer und kein Monat kühler als im Mittel der Periode 1961–2020. Das vergangene Vegetationsjahr war sehr niederschlagsreich. Im Flächenmittel von Schleswig-Holstein fielen 1115 mm Niederschlag (+43 %). Dabei fiel in fast allen Monaten deutlich mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Im Vergleich zu den letzten Jahren kam es landesweit aufgrund der unbeständigen Witterung zu keiner ausgeprägten Bodentrockenheit.

Die **Nichtvegetationszeit** von Oktober 2023 bis April 2024 war außergewöhnlich mild und nass. Die Mitteltemperatur betrug 6,6 °C und lag 2,7 K über dem Wert der Klimareferenzperiode von 1961–1990 (Abb. unten, Tabelle Seite 21). Dabei gab es ein Nordwest-Südost-Gefälle bei der Temperaturabweichung in Schleswig-Holstein. Während im Nordwesten des Landes die

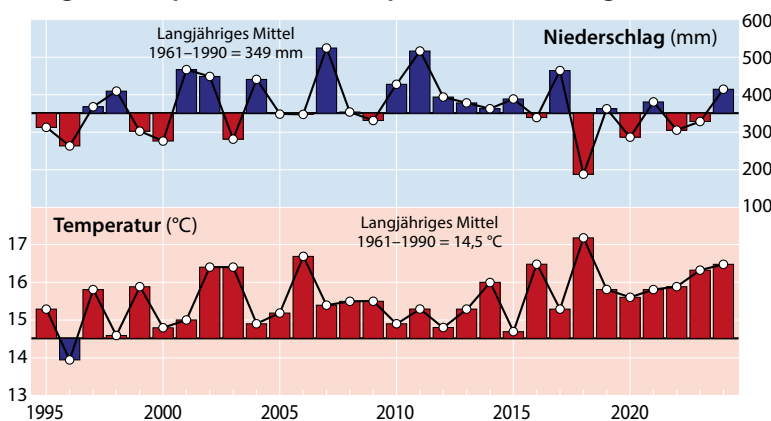
positive Abweichung weniger als 2,6 K betrug, wurden in der Altmoränenlandschaft mehr als 3,0 K Temperaturanomale gemessen (Abb. Seite 24 links oben). Die Niederschlagssumme erreichte im Flächenmittel 699 mm und damit rund 60 % mehr als im langjährigen Mittel. Besonders nass war es im Norden und Westen von Schleswig-Holstein, wo regional fast die doppelte Niederschlagsmenge fiel. In der Landesmitte wurde dagegen das Niederschlagsoll gebietsweise nur leicht übertroffen (Abb. Seite 24 links unten).

Auch die **Vegetationszeit** von Mai bis September 2024 zeichnete sich durch ein ausgeprägtes Temperaturgefälle bei den Abweichungen aus. In den nordwestlichen Landesteilen betrug die positive Abweichung weniger als 1,9 K, im Osten und Südosten von Schleswig-Holstein dagegen mehr als 2,3 K (Abb. Seite 24 rechts oben). Im Landesmittel war es um 2,0 K wärmer als der langjährige Durchschnitt der Klimaperiode 1961–1990. Die Mitteltemperatur betrug 16,5 °C (Abb. unten, Tabelle Seite 21). In der Vegetationszeit fielen 416 mm Niederschlag und damit knapp 20 % mehr als im langjährigen Durchschnitt (Abb. unten, Tabelle Seite 21). Besonders nass war es an der Nordseeküste und auf den nordfriesischen Inseln mit regional mehr als 50 % des Niederschlagsolls. In der Landesmitte wurde gebietsweise ein geringes Niederschlagsdefizit beobachtet (Abb. Seite 24 rechts unten).

Langjährige Klimawerte (1995–2024) Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Schleswig-Holstein



Langjährige Klimawerte (1995–2024) Vegetationsperiode Mai bis September, Schleswig-Holstein



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

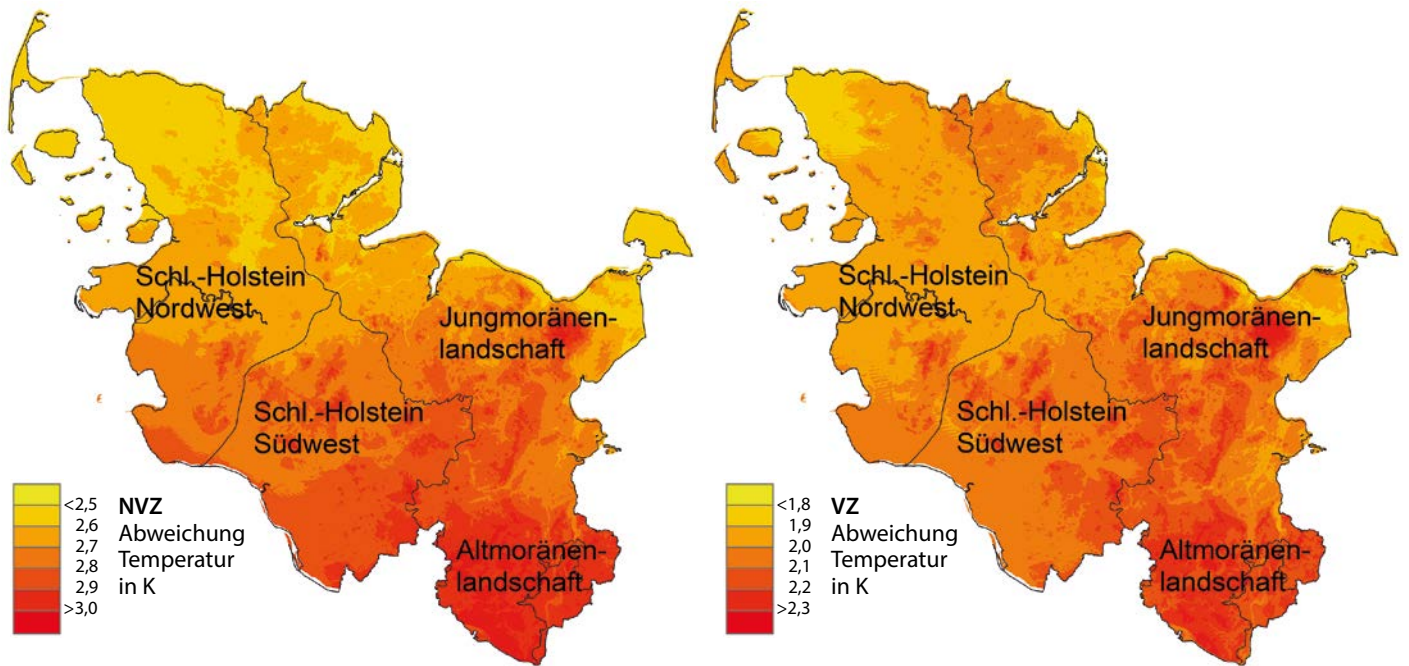
Fazit

- Das Vegetationsjahr 2023/2024 war sehr warm und nass. Mit einer Mitteltemperatur von 10,7 °C wurde das langjährige Mittel um 2,4 K übertroffen und war damit eines der wärmsten Jahre seit Messbeginn. Der langjährige Erwärmungstrend setzte sich unvermindert fort.
- Alle Monate waren im Vergleich zur international gültigen Klimareferenzperiode 1961–1990 wärmer. In 10 von 12 Monaten betrug die Abweichung mehr als 1 K.
- Die Niederschlagssumme von 1115 mm im Flächenmittel des Landes übertraf das langjährige Mittel um rund 40 %. Damit war das vergangene Vegetationsjahr das niederschlagsreichste Jahr seit Beginn der Auswertungen.
- Infolge der unbeständigen Witterung kam es zu keiner ausgeprägten Trockenperiode, sodass das pflanzenverfügbare Wasser in den Böden während der Vegetationszeit ausreichte, um die Wasserversorgung der Waldbestände zu gewährleisten.

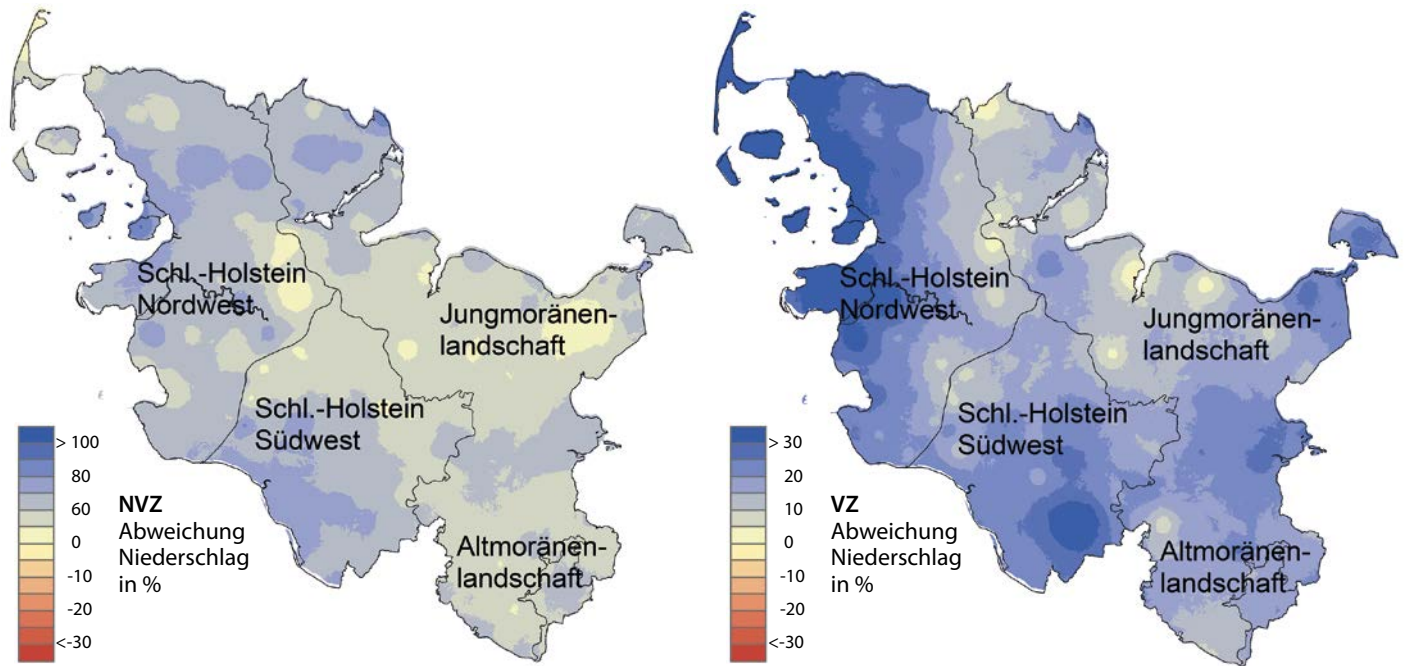
Literatur

- Deutscher Wetterdienst (2023): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus
- Deutscher Wetterdienst (2024): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus

Abweichung der Temperatur vom langjährigen Mittel (1961–1990) in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2023/2024 und in der Vegetationszeit (VZ) 2024



Abweichung der Niederschlagssumme vom langjährigen Mittel (1961–1990) in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2023/2024 und in der Vegetationszeit (VZ) 2024



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach



Foto: J. Evers

Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp und Pavel Plašil

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007344>

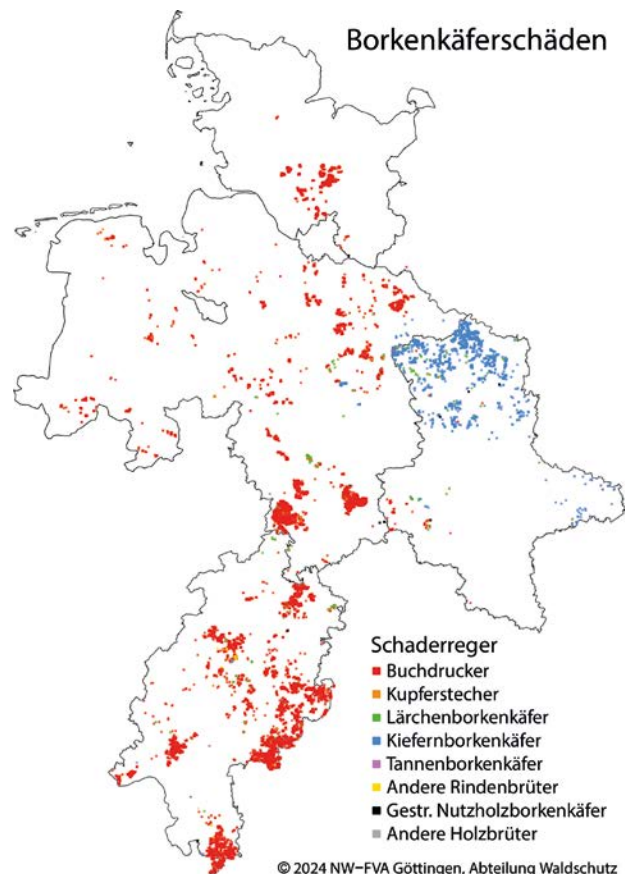
Borkenkäfer

Im Jahr 2023 kam es teilweise weiterhin zu stärkerem Befall durch Borkenkäfer. In nicht vollständig aufgearbeiteten Bereichen konnten teils größere Mengen an Borkenkäfern in die Überwinterung entkommen. Der Winter 2023/2024 verlief bezogen auf Temperaturen und Niederschläge unauffällig. Es konnte davon ausgegangen werden, dass überwinternde Käferbruten weder nennenswert gefördert noch beeinträchtigt wurden. Daher bestand für Bereiche mit größeren Mengen überwinternder Borkenkäfer weiterhin ein hohes Befallsrisiko im Frühjahr 2024. Die Käfersaison 2024 startete früh Anfang April, verlief dann ab Mitte April bei eher kühlem, oft auch feuchtem Wetter aber verhalten. Ab Ende April bis in den Sommer hinein wurden immer wieder teils sehr starke Niederschläge verzeichnet, die Temperaturen waren meist überdurchschnittlich hoch.

Anfang April kam es bereits zu erstem verhaltenem Stehendbefall, ab Ende April bis weit in den Mai hinein wurde umfangreicherer frischer Befall im Liegenden und im Stehenden festgestellt. Geschwisterbruten traten weniger in Erscheinung als in den Vorjahren. Vielerorts flogen ab etwa Ende Juni große Mengen an Jungkäfern aus, auf der Suche nach neuen Wirtsbäumen. Der Ausflug der Jungkäfer verlief, wahrscheinlich witterungsbedingt, verzettelt und zog sich bis weit in den Juli.

Insgesamt sind die im Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA bisher gemeldeten Schäden durch Borkenkäfer deutlich verhaltener als in den Vorjahren seit 2018. Die in der Tabelle unten für die erste Hälfte der Käfersaison 2024 (01.04. bis 08.07.) aufgeführten Meldeanzahlen und zugehörigen Schadvolumina fassen Borkenkäferschäden über alle Baumarten, liegend und stehend, zusammen. Getrennt wird nach Bundesländern sowie nach Befall durch rindenbrütende bzw. holzbrütende Borkenkäferarten.

Außerdem führt die Tabelle unten länderweise die ab Anfang Januar gemeldeten Schadvolumina an Windwurf bzw. Windbruch auf. Bis zum Stichtag hatte Hessen etwa doppelt so hohe Sturmschäden zu verzeichnen wie Sachsen-Anhalt und Niedersachsen. Die sturmbedingten Schadvolumina sind insgesamt nur noch wenig geeignet, um die Fortsetzung des Käferbefalls und das Entstehen neuer Befallsbereiche zu erklären. Durch den mehrjährigen Trockenstress bedingte Schäden dürften inzwischen an Bedeutung verlieren, da die Fichten und Kiefern sich aufgrund zunehmender Niederschläge wieder erholen. Ursache für Befallsfortschritte dürften eher



© 2024 NW-FVA Göttingen, Abteilung Waldschutz

Lage und Verteilung der Borkenkäferschäden in den Trägerländern für die erste Hälfte der Borkenkäfersaison 2024 (Meldungen im Waldschutzmeldeportal bis 08.07.2024)

Gemeldetes Schadvolumen durch rinden- und holzbrütende Borkenkäfer vom 01.04.2024–08.07.2024 sowie Windwurf und Windbruch vom 01.01.2024–08.07.2024

Land	Rindenbrütende Borkenkäfer		Holzbrütende Borkenkäfer		Windwurf/-bruch	
	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m ³)	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m ³)	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m ³)
Hessen	6.576	62.341	6	307	6.633	38.165
Niedersachsen	6.243	27.119	60	226	7.707	20.361
Sachsen-Anhalt	1.496	25.902	6	110	228	16.425
Schleswig-Holstein	800	2.784	0	0	1.809	3.434
Nationalpark Harz	0	0	0	0	0	0
Bundesforsten	9	84	0	0	0	0
Summe	15.124	118.230	72	643	16.377	78.385

unzureichende Aufarbeitungskapazitäten bei den Betrieben, aber auch nachlassende Aufmerksamkeit gegenüber durch Borkenkäfer bedingte Schäden sein.

Neben immer noch deutlichem Neubefall von Fichten durch den Buchdrucker spielt der Umfang des Befalls von Kiefern durch die **Kiefernborkearten** in der ersten Jahreshälfte 2024 eine gegenüber 2023 wieder abnehmende Rolle. Die diesjährigen Schäden in der Kiefer belaufen sich auf ca. 18.000 m³ und liegen damit erheblich unter den im Vergleichszeitraum 2023 gemeldeten 50.000 m³. Die Anteile der beteiligten Arten Zwölzfähriger, Sechszähriger und Zweizähriger Kiefernborkearten am jeweiligen Schaden schwanken von Forstort zu Forstort stark. Neben dem bereits genannten nördlichen Sachsen-Anhalt sind weitere Regionen mit weniger ausgeprägtem Befall durch Kiefernborkearten das östliche Sachsen-Anhalt und die südliche Heide-Region Niedersachsens. Sonstige Vorkommen sind kleinräumig in fast allen Kiefernregionen vorhanden. Vor allem in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen tritt der Blaue Kiefernprachtkäfer häufig vermischt mit Kiefernborkearten auf.

Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) an Fichte spielen im ersten Halbjahr laut Meldelage praktisch keine Rolle, während **Lärchenborkearten** (*Ips cembrae*) an Lärche in den Ländern Hessen und Sachsen-Anhalt mit je etwas über 1.000 m³, in Niedersachsen noch mit weniger als 1.000 m³ Schadumfang gemeldet wurden.

Die tatsächlichen Schadensausmaße werden im **Waldschutz-Meldeportal der NW-FVA** aus verschiedenen Gründen prinzipiell unzureichend wiedergegeben und damit unterschätzt.

Großer Brauner Rüsselkäfer

Fraßschäden an Nadelbaumkulturen durch den **Großen Braunen Rüsselkäfer** (*Hylobius abietis*) traten wie in den Vorjahren regional sehr unterschiedlich auf. Wiederum wurde vor allem auf und in der Umgebung ehemaliger Käferflächen zum Teil massiver Fraß beobachtet.

Prachtkäfer und Kernkäfer an Eiche

Der Befall durch **Eichenprachtkäfer** (*Agrilus biguttatus* u. a.) hat in einigen Regionen inzwischen bedrohliche Ausmaße angenommen. Überwiegend großflächige Schadverläufe können vor allem im südwestlichen Sachsen-Anhalt und in weiten Teilen Südhessens beobachtet werden. Die bereits mehrjährigen Schadverläufe werden bei schnell zunehmendem Schadumfang immer deutlicher wahrnehmbar. Zum Eichenprachtkäfer werden insbesondere seit dem Jahr 2023 stark ansteigende Schäden gemeldet. Dieser Anstieg setzte sich auch im bisherigen Jahr 2024 weiter fort. Starker Befall durch Eichenprachtkäfer führt unter den derzeitigen Bedingungen häufig bereits kurzfristig zum Absterben

der Eichen. Es wird empfohlen, stark von Prachtkäfern besetzte Eichen aus sanitären Gründen vor Ausflug der Jungkäfer zu entnehmen und unschädlich zu machen, um den verbleibenden Bestand zu schützen. Nach derzeitigem Stand muss davon ausgegangen werden, dass sich in fast allen betroffenen Regionen die Befallslage weiter angespannt hat.

Neben Eichenprachtkäferbefall wurden in absterbenden Eichen erstmals auch verschiedene Bakterienarten nachgewiesen, denen eine pathogene Rolle im komplexen Schadensgeschehen des Eichensterbens zugeschrieben wird. Umfang und genauere Zusammenhänge müssen jetzt genauer untersucht werden.

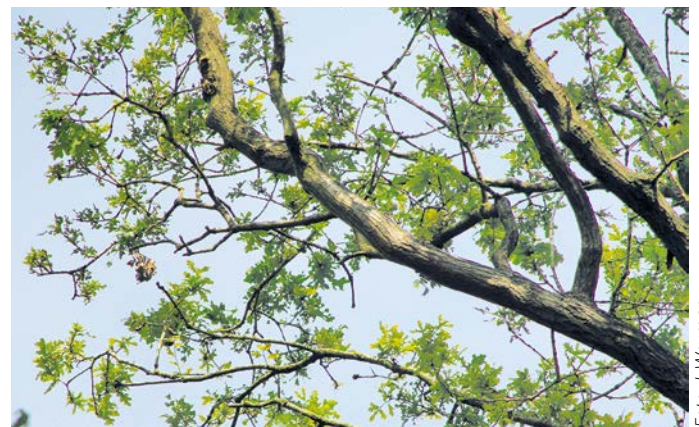
Von Eichenprachtkäfern geschädigte Eichen werden oft in direkter Folge durch den **Eichenkernkäfer** (*Platypus cylindrus*) besiedelt, oft in Vergesellschaftung mit dem **Eichenholzbohrer** (*Xyleborus monographus*) und weiteren im Kernholz brütenden Arten. Für den Waldbesitz ist dieser Befall problematisch, da er meist zu einer mehr oder weniger vollständigen Entwertung des Holzes führt. Kernbesiedeltes Eichenholz ist zurzeit kaum noch vermarktbar, in der Regel können nur geringe Preise erzielt werden.

Der Schadumfang durch kernbesiedelnde Käferarten verläuft wie in den Vorjahren auf ähnlich hohem Niveau.

Eichenfraßgesellschaft und Kieferngroßschädlinge

In der Abb. Seite 27 wird die Verteilung der im ersten Halbjahr 2024 im Waldschutz-Meldeportal (WSMP) erfassten Fraßschäden (Fraßbonitur und Schadensmeldung) durch blatt- und nadelfressende Schadinsekten in Eichenbeständen der Trägerländer der NW-FVA Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein dargestellt.

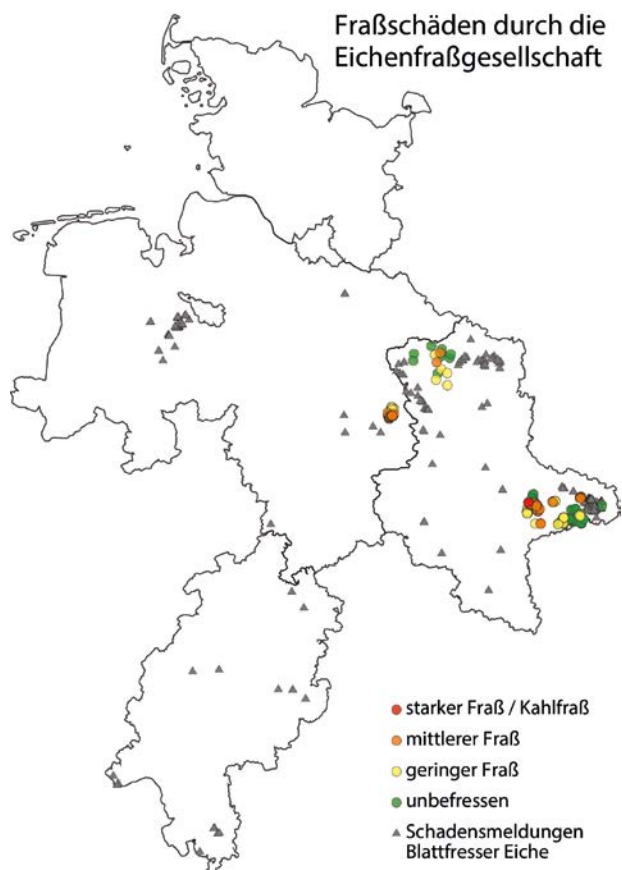
In der Tabelle auf Seite 27 sind die im ersten Halbjahr 2024 im WSMP dokumentierten Fraßereignisse in Eichenbeständen für die in den jeweiligen Trägerländern relevanten Schadorganismen aufgeführt. Sofern die fraßverursachenden Schadorganismen bei der Erfassung im WSMP nicht eindeutig benannt werden konnten, sind diese unter dem Oberbegriff „Eichenfraßgesellschaft“ (EFG) erfasst worden. Aus Schleswig-



Fraßschäden an Eiche

Ergebnisse der Fraßbonituren und gemeldete Schäden in Eichenbeständen in den von der NW-FVA betreuten Bundesländern im ersten Halbjahr 2024, Stand: 03.07.2024 (Quelle: Waldschutz-Meldeportal der NW-FVA)

Bundesland	Fraßverursacher	Ergebnisse der Fraßbonituren				Gesamtfläche der Fraßbonituren [ha]	Gesamtfläche der Schadensmeldungen [ha]
		unbefressen [ha]	geringer Fraß [ha]	mittlerer Fraß [ha]	starker Fraß bis Kahlfraß [ha]		
Hessen	Eichenfraßgesellschaft	–	–	–	–	0	2,1
	Eichenprozessionsspinner	–	–	–	–	0	0,1
	gesamt	–	–	–	–	0	2,1
Niedersachsen	Eichenfraßgesellschaft	16,0	400,1	26,0	–	442,1	192,8
	Eichenprozessionsspinner	–	–	–	–	0	55,0
	gesamt	16,0	400,1	26,0	–	442,1	247,8
Sachsen-Anhalt	Eichenfraßgesellschaft	339,4	108,9	131,2	8,3	587,8	551,8
	Eichenprozessionsspinner	–	14,1	32,0	–	46,1	701,0
	Eichenwickler	–	–	–	–	0	49,6
	Kleiner Frostspanner	–	–	–	–	0	178,0
	gesamt	339,4	123,0	163,2	8,3	633,9	1.480,4
Schleswig-Holstein	Eichenfraßgesellschaft gesamt	– –	– –	– –	– –	– –	– –
Summe		355,4	523,1	189,2	8,3	1.076	1.730,3



Auftreten blattfressender Schadinsekten (Kleiner Frostspanner, Eichenwickler, Eichenprozessionsspinner, Eichenfraßgesellschaft) in Eichenbeständen in den Trägerländern der NW-FVA Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein im Zeitraum vom 01.01. bis 30.06.2024, Stand: 03.07.2024 (Quelle: Waldschutz-Meldeportal der NW-FVA)

Holstein liegen im WSMP für das erste Halbjahr 2024 keine Informationen über Fraß oder Schäden durch blatt- oder nadelnagelfressende Schaderreger an Eiche oder Kiefer vor. Bei geringfügig unterschiedlichen Tendenzen befinden sich die Populationsdichten der Kieferngroßschädlinge in allen Trägerländern auf niedrigem Niveau.

Mäuse

Die Populationsdichten der oberirdisch fressenden Kurzschwanzmäuse nehmen in der mehrjährigen Betrachtung seit einigen Jahren stetig zu. Die Dichten sind weiterhin auf einem hohen Niveau und nehmen aktuell zu. Allerdings spielten Schadensmeldungen durch forstschädliche Kurzschwanzmäuse eine untergeordnete Rolle. Aus Schleswig-Holstein gibt es für 2024 bisher keine Schadensmeldungen.

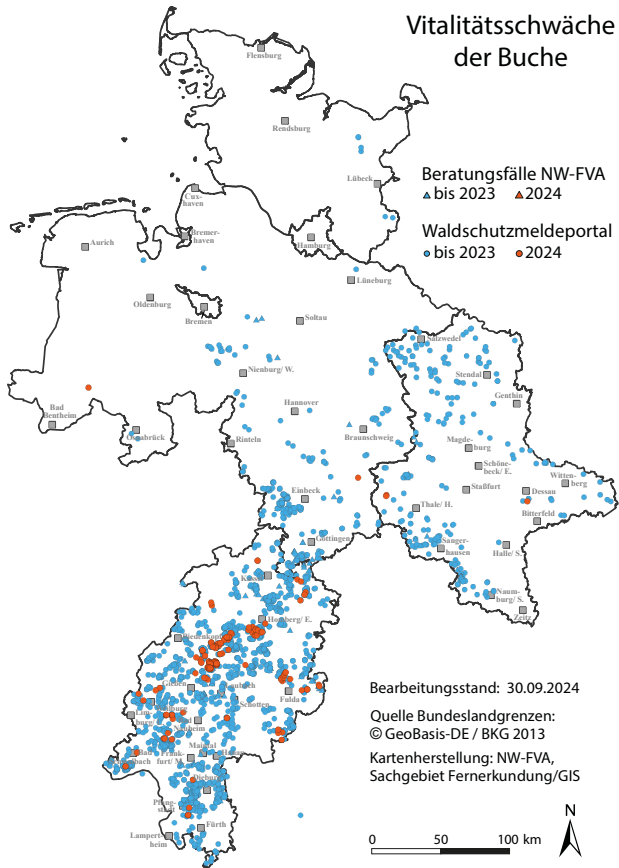
Komplexe Schäden an Rotbuche

In Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt wurden wie in den vergangenen Jahren Absterbeerscheinungen als Langzeitwirkung von Hitze und Trockenheit bei Rotbuchen beobachtet, die sich dem Schadbild der sogenannten Buchen-Vitalitätsschwäche zuordnen lassen und teilweise bestandesbedrohend auftreten können. Typische Symptome sind: Vorzeitiger Blattfall, frühzeitiges Verbraunen und Absterben des Laubes in der Krone, Feinreisigverlust, Rindenrisse, Schleimflussflecken, Bildung von Pilzfruchtkörpern verschiedener Arten auf, in und unter der Rinde, Rindennekrosen, abblätternde Rinde, ausbleibender Austrieb im Frühjahr, Absterben von Kronenästen und Stammbereichen, massive Holzverfärbungen sowie zum Teil sekundärer Befall mit Pracht- und Borkenkäfern. Insbesondere der Pilzbefall führt zu einem schnellen Absterben der Bäume und einer schnellen Holzersetzung. Häufig zeigte sich dabei auch eine starke Beteiligung des Hallimasch. Es sind fast alle Altersklassen der Buche betroffen. Trotz der auch für die Buche günstigen, feuchten Witterung seit dem Herbst des letzten Jahres zeichnet sich noch keine grundlegende Erholung bei den Buchen ab. Der Befallsfortschritt verläuft lediglich verlangsamt.

Foto: J. Evers



Stark geschädigte Buchenkrone



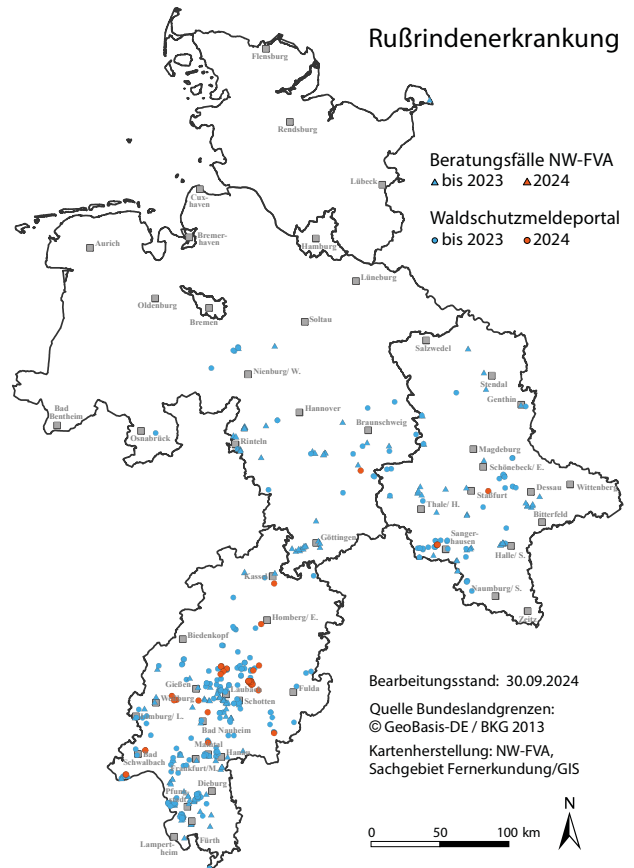
Schadensmeldungen zur Rotbuche bis zum 30.09.2024. Zusammengefasst aus den teilweise zusammengefassten Einzelmeldungen, Quelle: Waldschutzmeldeportal der NW-FVA (WSMP) und Meldungen/Untersuchungen im SG Mykologie und Komplexkrankheiten der NW-FVA.

Eschentriebsterben (ETS, Erreger: *Hymenoscyphus fraxineus*)

Das Eschentriebsterben wird in Europa und in den Trägerländern der NW-FVA weiterhin auf großer Fläche beobachtet. Der Erreger *Hymenoscyphus fraxineus* ist ein aggressives und höchst erfolgreiches, invasives Pathogen, das sich nach seiner Einschleppung in Mitteleuropa schnell verbreitete und schwerwiegende Folgen für die heimischen Eschen-Populationen hervorgerufen hat. Es führt örtlich im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA zur Auflösung von Bestandteilen und zum Absterben von Eschen. Nahezu alle Bestände sind betroffen, und auf den Beobachtungsflächen der NW-FVA finden sich keine gesunden Bäume mehr.

Rußrindenerkrankung des Ahorns (Erreger: *Cryptostroma corticale*)

Rußrindenerkrankung an Ahorn wird durch den ursprünglich aus Nordamerika stammenden, invasiven Schlauchpilz *Cryptostroma corticale* ausgelöst. 2014 wurde diese, in Deutschland weit verbreitete Erkrankung, in einem Waldbestand in den Trägerländern der NW-FVA festgestellt. Es handelte sich um einen Bergahorn-Jungbestand in Niedersachsen. Als Folge der trockenen Sommer 2018–2020 und 2022 kam es in Hessen, Sachsen-Anhalt und Niedersachsen vermehrt zum Auftreten der Rußrindenerkrankung in Ahornbeständen. Vornehmlich war Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), seltener auch Spitzahorn (*Acer platanoides*) betroffen. Zudem wurde *C. corticale* einzelfallweise auch im Gewebe von Stammfußnekrosen bei Gemeinen Eschen (*Fraxinus excelsior*) im Schadensprozess des Eschentriebsterbens in Niedersachsen nachgewiesen. Mittlerweile kommt die Erkrankung in Wäldern aller Trägerländer der NW-FVA vor.



Rußrindenerkrankung des Ahorns bis zum 30.09.2024 – Schadensfälle in den Trägerländern der NW-FVA

Tannen-Rindennekrose

Die komplexe Erkrankung der Tannen-Rindennekrose, die seit dem Frühjahr 2017 regional im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA (Niedersachsen, Hessen) beobachtet wird, ist auch 2024 noch nicht zum Stillstand gekommen. Auslösende Faktoren dieser Erkrankung sind die Witterungsbedingungen sowie ein Befall mit (Stamm) Läusen (in der Regel *Adelges*

piceae) und nachfolgendem Befall mit dem Mikropilz *Neonectria neomacrospora*. Erkrankte Bäume (*Abies alba* und *A. grandis*) der letzten Jahre sind weiterhin betroffen und fallen durch abnehmende Vitalität auf oder starben teilweise ab. Auch 2024 wurden ähnliche oder entsprechende Absterberscheinungen an Küstentanne in Niedersachsen sowie Weiß- und Küstentannen in Hessen mit Beteiligung von Tannenborrenkäfern gemeldet.

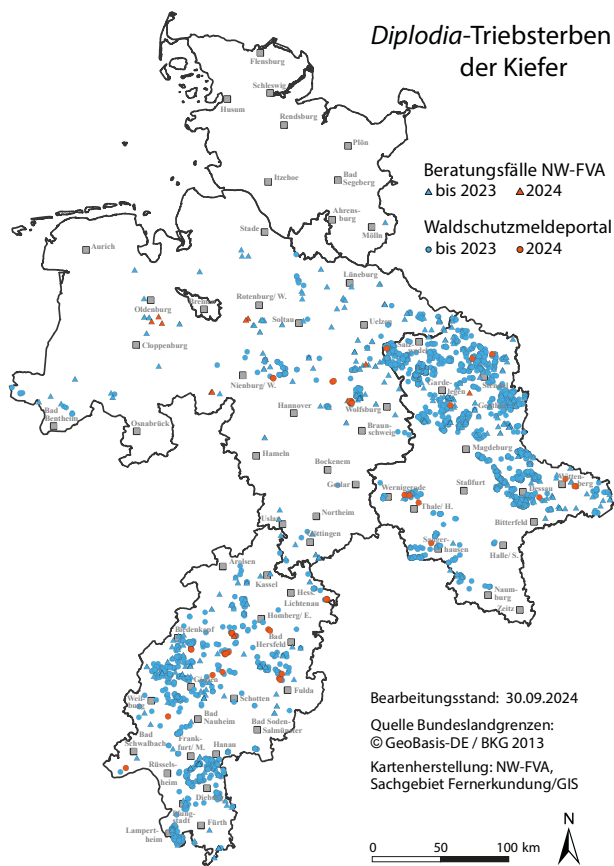
Diplodia-Triebsterben der Kiefer (Erreger: *Sphaeropsis sapinea*)

Der wärmeliebende Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia sapinea*) tritt seit den letzten 20 Jahren verstärkt in Kiefernbeständen des Zuständigkeitsgebietes der NW-FVA auf. Unsere Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass dieser Pilz endophytisch in allen Kiefernbeständen des Zuständigkeitsbereichs der NW-FVA und bundesweit sehr verbreitet ist. Schaden löst er erst aus, wenn der Pilz bei vorgeschädigten oder geschwächten Wirtspflanzen in seine parasitische Phase übergeht und das *Diplodia*-Triebsterben verursacht. Dem Auftreten des *Diplodia*-Triebsterbens geht in der Regel eine Schwächung der Kiefer voraus. Auslösende Faktoren können nach derzeitiger Einschätzung sein: Wasserdefizite durch Trockenheit / Hitze / starke Besonnung oder Verletzungen

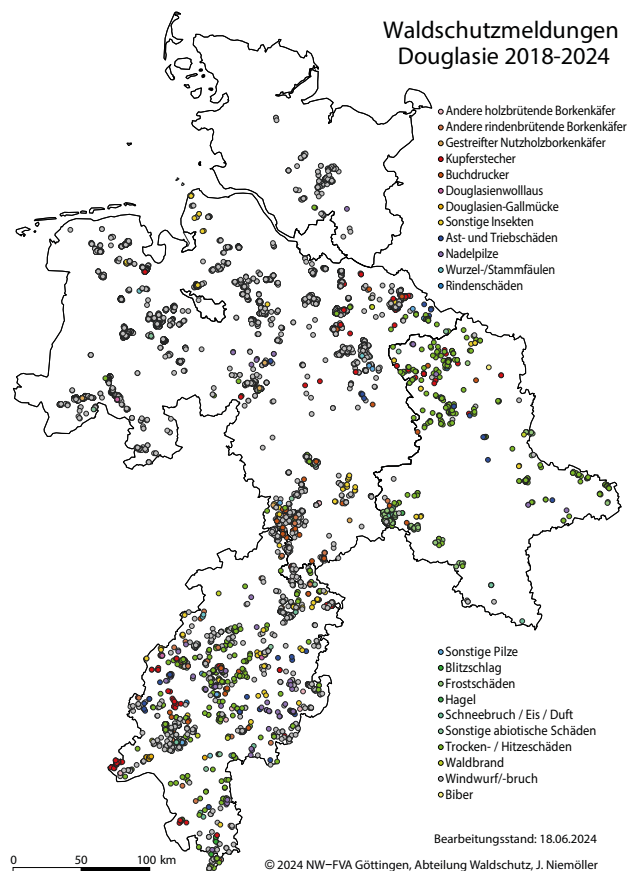
der Triebe durch Hagelschlag. Ein prädisponierender Faktor kann Mistelbefall sein, der ebenfalls Trockenstress hervorruft bzw. verstärkt. Trockenstress kann zudem auf flachgründigen, südexponierten Standorten oder in Kuppenlagen entstehen. Zahlreiche Schadensfälle stehen mit Wurzelfäulen, insbesondere durch den Wurzelschwamm, in Verbindung, der auch als prädisponierender Faktor in Erscheinung tritt. Ferner wird angenommen, dass anhaltende Wärmephasen im Winter im Wechsel mit Kälteperioden zu einer physiologischen Schwächung der Kiefer beitragen. Vermutlich führt eine Kombination mehrerer schwächender Faktoren eher zu Krankheitsfällen als ein einzelner der genannten Faktoren.

Schäden an Douglasien (*Pseudotsuga menziesii*)

Regional wurden auch im Jahr 2024 starke Vitalitätsverluste bei mittelalten und alten Douglasien festgestellt (Abb. unten). Auslöser waren Hitze und Dürre in den Vorjahren 2018–2020. Sowohl bei Jungpflanzen als auch älteren Douglasien wurde Befall mit Hallimasch und dem Erreger des Kiefertriebsterbens festgestellt. Ebenfalls regional kam es nach dem Barfrostergebnis im Januar 2024 zum vorzeitigem Nadelverlust infolge eines Befalls mit der Rußigen Douglasienschütte (*Nothophaeocryptopus gaeumannii*).



Diplodia-Triebsterben in den Trägerländern der NW-FVA, Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des Waldschutzmeldeportals (WSMP) der NW-FVA bis zum 30.09.2024.



Auswertung zu Schadensmeldungen bezüglich Douglasie in den Trägerländern der NW-FVA, Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des Waldschutzmeldeportals (WSMP) der NW-FVA von 2014 bis zum 18.06.2024.

Stoffeinträge

Birte Scheler

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007376>

Nähr- und Schadstoffe werden sowohl in gelöster Form mit dem Niederschlag als auch gas- und partikelförmig in Wälder eingetragen. Aufgrund der großen Oberflächen der Kronen ist der atmosphärische Stoffeintrag in Wäldern deutlich höher als bei allen anderen Landnutzungsformen. Diese sogenannte Immissionsschutzfunktion stellt jedoch für das Ökosystem Wald selbst eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern.

Um die mit den anthropogenen Stoffeinträgen verbundenen Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme beurteilen zu können, wird in Schleswig-Holstein seit 1989 im Rahmen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings der Stoffeintrag in einen 117-jährigen Buchenbestand bei Bornhöved erfasst. Der Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. Zusätzlich wird zur Erfassung des gesamten Bestandesniederschlags der Stammablauf gemessen und analysiert, der in Buchenbeständen quantitativ bedeutsam ist. Mittels eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich, 1991) werden aus den gemessenen Stoffflüssen Gesamtdpositionsraten berechnet.

Niederschlag

2023 war ein überdurchschnittlich niederschlagsreiches Jahr. Im Freiland fielen 955 mm und im Bestand inkl. Stammablauf 725 mm Niederschlag. Im Vergleich zum 10-jährigen Mittel der Jahre 2013–2022 wurde damit im Freiland 179 mm und im Bestand 119 mm mehr Niederschlag registriert. Relativ gesehen fielen im Freiland 123 % und im Bestand 120 % des 10-jährigen Niederschlagsmittel (2013–2022).



Foto: B. Scheler

Wartungsarbeiten auf der Level II-Fläche Bornhöved

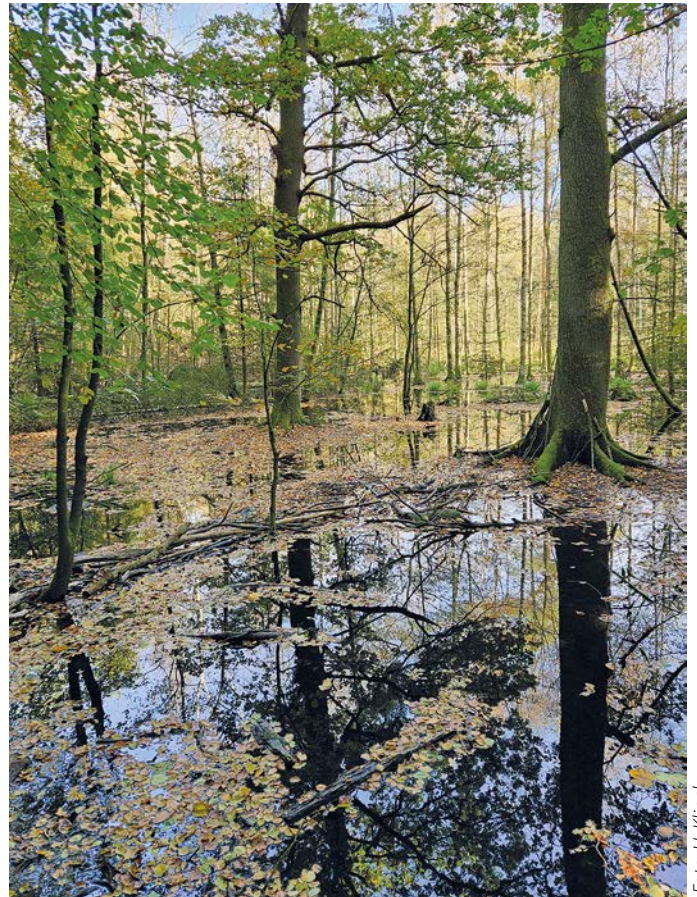
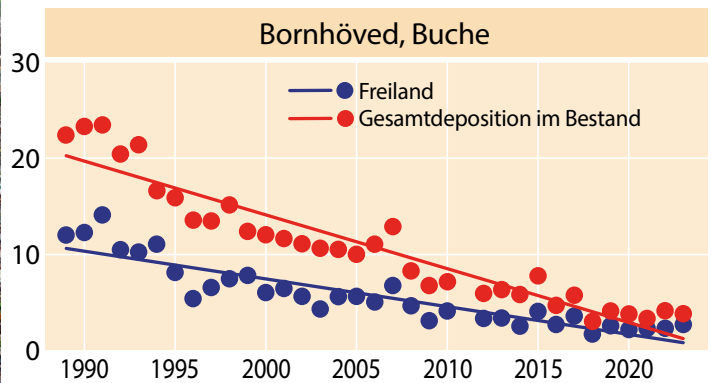


Foto: U. Klinck

Schwefeleintrag

Durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung und die Einführung schwefelarmer Kraft- und Brennstoffe seit Mitte der 1980er Jahre wurden die Schwefeldioxidemissionen und in der Folge der Sulfatschwefeleintrag in Wälder wirksam reduziert. Während er im Freiland seit 2014 mit jährlichen Schwankungen auf einem ähnlich niedrigen Niveau lag, war er im Bestand im gleichen Zeitraum weiter rückläufig. 2023 betrug er pro Hektar 2,7 kg im Freiland und 3,9 kg im Buchenbestand. Von der Schwefelgesamtdposition unter Buche waren aufgrund der Nähe zum Meer 2,2 kg pro Hektar bzw. 56 % seesalzbürtig, d. h. natürlichen Ursprungs.

Sulfatschwefeleintrag (SO₄-S inkl. seesalzbürtigem Anteil) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



Stickstoffeintrag

Stickstoff wird als Nitrat (oxidierte Form, Quellen: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse) und als Ammonium (reduzierte Form, landwirtschaftliche Quellen) in das Ökosystem eingetragen. Im Freiland lag der Ammoniumanteil am anorganischen Stickstoffeintrag im Mittel der Jahre 2014–2023 bei 59 % und mit der Gesamtdeposition bei 55 %. Seit Untersuchungsbeginn ist der Ammoniumanteil am Stickstoffeintrag sowohl im Freiland als auch im Bestand deutlich zurückgegangen.

Betrachtet man den Zeitraum seit 1989, hat der Nitratstickstoffeintrag in Bornhöved im Freiland und mit der Gesamtdeposition signifikant abgenommen. Diese deutliche Abnahme hat sich in den vergangenen zehn Jahren jedoch nur noch im Bestand fortgesetzt. 2023 betrug der Nitratstickstoffeintrag je Hektar im Freiland 3,0 kg und 6,4 kg unter Buche (Gesamtdeposition).

Der Ammoniumstickstoffeintrag hat auf der Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved seit Untersuchungsbeginn ebenfalls signifikant abgenommen. Im 10-Jahreszeitraum 2014–2023 wurde nur noch auf der Bestandesfläche eine weitere deutliche Abnahme beobachtet. Im Freiland betrug er 2023 3,8 kg je Hektar und unter Buche 6,5 kg.

Besonders eindrücklich zeigt sich die Abnahme des Stickstoffeintrags beim Vergleich mit dem Jahr 2015, das ähnlich niederschlagsreich war wie 2023. Betrag der anorganische Stickstoffeintrag je Hektar 2015 noch 18,8 kg, waren es 2023 nur noch 12,9 kg, was einem Rückgang von rund 30 % entspricht. Trotz der erfreulichen Abnahme des anthropogen bedingten atmosphärischen anorganischen Stickstoffeintrags überschritt er im Mittel der letzten fünf Jahre (2019–2023) mit 13,8 kg je Hektar nach wie vor den Bedarf der Wälder für

Stickstoffeintrag (NH₄-N + NO₃-N) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr

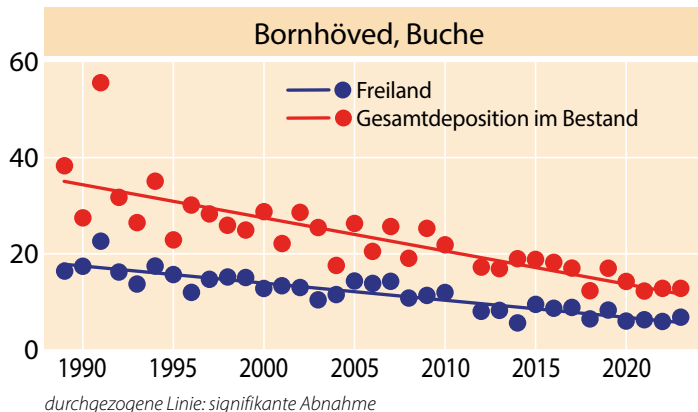


Foto: B. Scheler

Level II-Fläche Bornhöved

das Baumwachstum. Stickstoffeinträge, die über dem Bedarf des Ökosystems für das Wachstum liegen, reichern sich im Ökosystem an und ziehen – ggf. zeitverzögert – gravierende negative Konsequenzen nach sich.

Im Fall von Störungen der Stoffkreisläufe durch Kalamitäten wie Windwurf oder Schädlingsbefall, wie sie seit 2018 in vielen Regionen Deutschlands großflächig auftraten, wird der Stickstoff rasch mineralisiert und es kommt zu erhöhten Nitratausträgen. Nitrat wird im Bodenwasser von Nährstoffkationen wie Calcium, Magnesium oder Kalium sowie sauren Kationen wie Aluminium begleitet. Dadurch verliert das Ökosystem einerseits wichtige Nährstoffe aus den ohnehin meist nährstoffarmen Waldböden, andererseits erhöht sich die Konzentration von Kationen wie z. B. Aluminium in der Bodenlösung, die für die Vegetation schädlich sind. Angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundgewässer werden ggf. durch hohe Nitratausträge gefährdet. Eine weitere Reduktion der Stickstoffemissionen ist zum Schutz der Ökosysteme wichtig.

Gesamtsäureeintrag

Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdosition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile, Gauger et al. 2002).

2023 betrug er im Freiland 0,6 kmol_c und unter Buche 1,2 kmol_c je Hektar. Damit war er unter Buche trotz der durch die höheren Niederschläge bedingten höheren Stickstoffeinträge 0,2 kmol_c pro Hektar geringer als im Mittel der letzten zehn Jahre. Ein Teil des Säureeintrags wird durch die ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragenen Basen gepuffert. Berücksichtigt man diese Pufferleistung und zieht die nicht seesalzbürtigen Anteile der Basen Calcium, Magnesium und Kalium vom Gesamtsäureeintrag ab, erhält man den ökosystemar bedeutsamen Netto-Gesamtsäureeintrag (Gauger et al. 2002).

Auf der Fläche Bornhöved wurden im Mittel der Jahre 2019–2023 12 % der Gesamtsäureeinträge durch nicht seesalzbürtige Basen abgepuffert. Ein weiterer Teil des Säureeintrags wird im Erdreich durch Basen gepuffert, die durch Verwit-



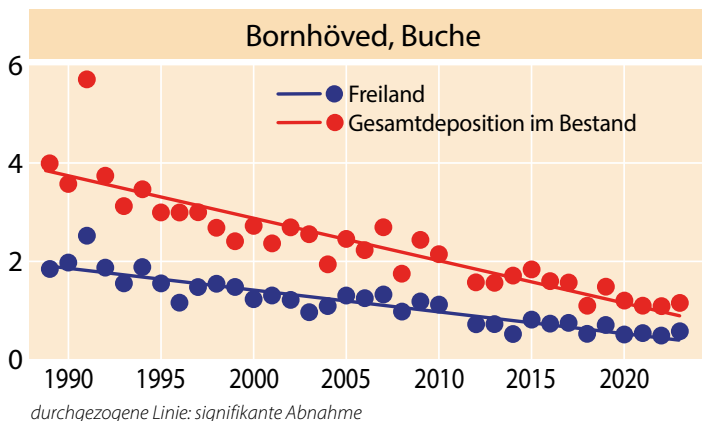
Foto: J. Evers



Foto: J. Evers

terung freigesetzt werden. Die nachhaltige Säurepufferkapazität aus Verwitterung reicht auf den oft nährstoffarmen Waldstandorten jedoch auch unter Berücksichtigung der Baseneinträge nicht aus, um die Säureeinträge vollständig zu kompensieren. Eine standortsangepasste Kalkung zum Schutz der Waldböden und der Erhaltung ihrer Filterfunktion für das Grundwasser kann deshalb empfohlen werden.

Gesamtsäureeintrag im Freiland und im Bestand in kmol_c je Hektar und Jahr



anthropogen = durch menschliche Aktivitäten verursacht
Deposition = Ablagerung von Stoffen
Eutrophierung = Nährstoffanreicherung
kmol_c (Kilomol charge) = Menge an Ladungsäquivalenten. Sie berechnet sich wie folgt: Elementkonzentration multipliziert mit der Wertigkeit des Moleküls (= Ladungsäquivalente pro Molekül), dividiert durch das Molekulargewicht. Multipliziert mit der Niederschlagsmenge ergibt sich die Fracht an Ladungsäquivalenten in kmol_c je Hektar.

Literatur

Gauger, T.; Anshelm, F.; Schuster, H.; Draaijers, G. P. J.; Bleeker, A.; Erisman, J. W.; Vermeulen, A. T. & Nagel, H.-D. (2002): Kartierung ökosystembezogener Langzeittrends atmosphärischer Stoffeinträge und Luftschadstoffkonzentrationen in Deutschland und deren Vergleich mit Critical Loads und Critical Levels. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU/UBA, FE-Nr. 299 42 210, Institut für Navigation, Univ. Stuttgart. 207 S.

Ulrich, B. (1991): Beiträge zur Methodik der Waldökosystemforschung. Berichte des Forschungszentrums für Waldökosysteme/Waldsterben. Reihe B, Bd. 24, 204-210.

Auswirkung von extremer Witterung auf die Vitalität und Produktivität der Hauptbaumarten in Nordwestdeutschland

Anja Gröning, Caroline Klinck und Uwe Paar

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007388>

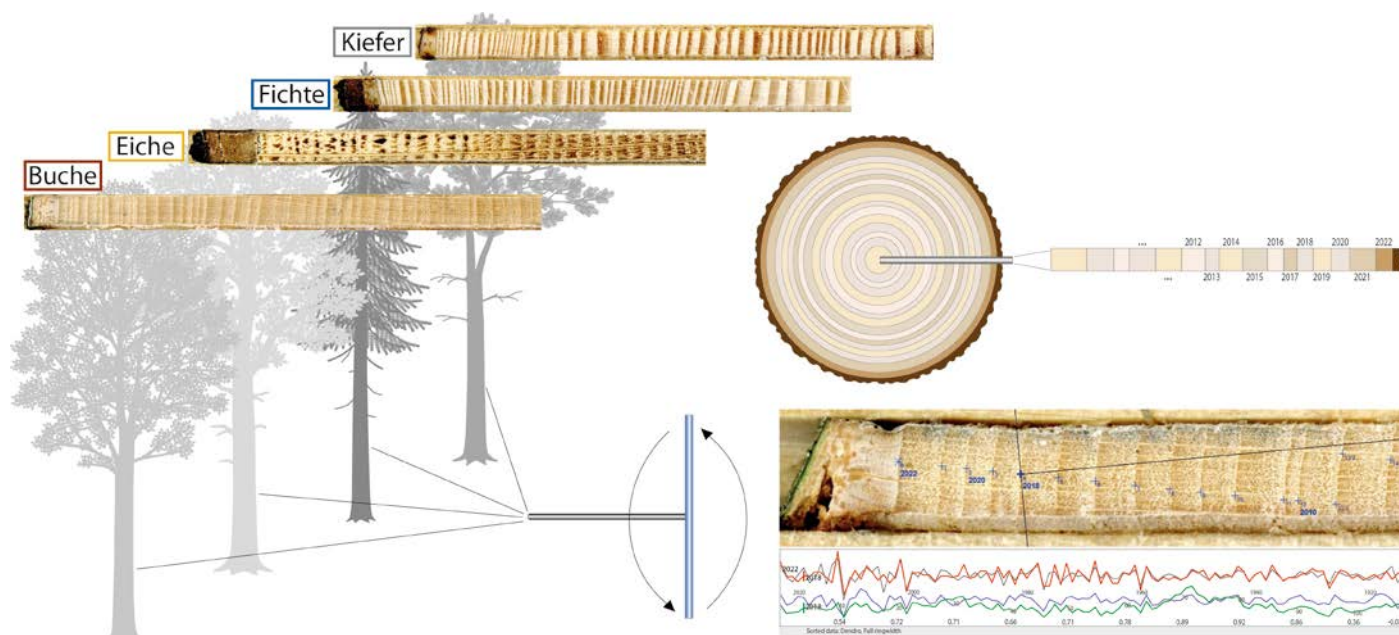
Hintergrund des Projekts

Die sich ändernden klimatischen Bedingungen führen zu einer Zunahme extremer Wetterereignisse. Besonders höhere Sommertemperaturen und reduzierte Niederschläge während der Vegetationsperiode, die zu intensiveren und länger andauernden Dürreperioden führen, hinterlassen in den Wäldern Nordwestdeutschlands deutliche Schäden (Ruhk et al. 2023). In der Waldzustandserhebung kann eine abnehmende Vitalität der Hauptbaumarten dokumentiert werden. Es wird allgemein angenommen, dass häufigerer Trockenstress die Vitalität der Bäume auf bestimmten Standorten reduziert, was wiederum eine geringere Produktivität und ein insgesamt höheres Risiko für weitere abiotische und biotische Stressfaktoren zur Folge hat. Für eine langfristige forstliche Planung müssen diese Bedingungen berücksichtigt werden. Ein Ansatz dabei ist, baumartenspezifische Trockenheitsgrenzen als Referenz für die Waldbewirtschaftung festzulegen. Die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt bezieht sich in ihren Anbauempfehlungen daher unter anderem auf die Standortwasserbilanz (SWB) nach Grier und Running (1977). Diese verrechnet den Mittelwert der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit (Verhältnis zwischen Verdunstungsanspruch und zur Verfügung stehenden Niederschlägen) mit der nutzbaren Feldkapazität des Bodens (pflanzenverfügbares Wasser) für eine Bezugstiefe von 1 m. Auf dieser Grundlage wurden baumartenspezifische Schwellenwerte für das Trockenstressrisiko als Entscheidungshilfe für die klimaangepasste Baumartenwahl festgelegt (Albert et al. 2017; Spellmann et al. 2011). Diese Schwellenwerte dienen zur Be-

wertung der Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Leistungsgrenzen der Baumarten. Um die definierten Schwellenwerte im Gelände zu überprüfen, untersucht das Projekt die Vitalität und das Wachstum der vier Hauptbaumarten Eiche (*Quercus petraea* + *Q. robur*), Kiefer (*Pinus sylvestris*), Fichte (*Picea abies*) und Buche (*Fagus sylvatica*) entlang artspezifischer Standortwasserbilanz-Gradienten mithilfe von Jahrringanalysen. Es wurden ausschließlich Flächen ausgewählt, die innerhalb des Probenetzes der Waldzustandserhebung (WZE) und der Bodenzustandserhebung (BZE) liegen. Dadurch können neben den Jahrringmessungen auch plotspezifische Informationen über den Standort aus der BZE sowie baumindividuelle Informationen über den Kronenzustand aus der WZE in die Analysen mit einbezogen werden.

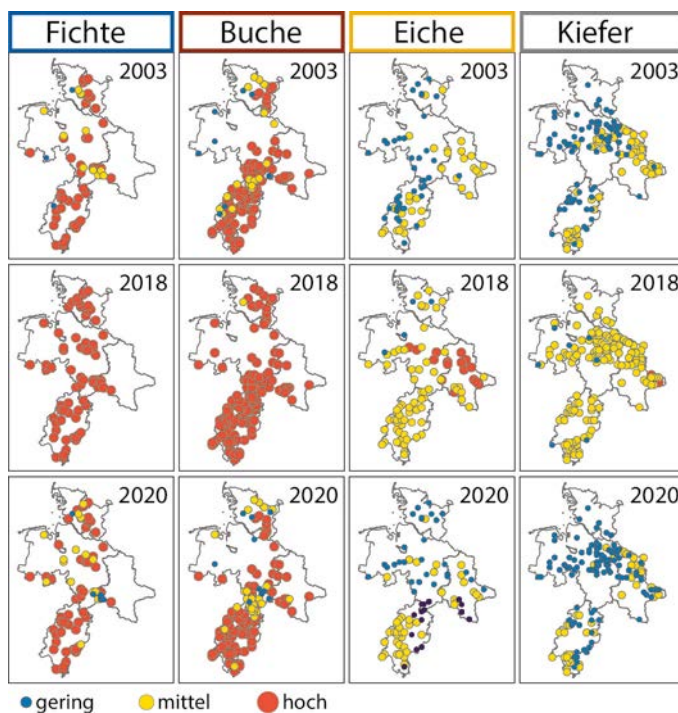
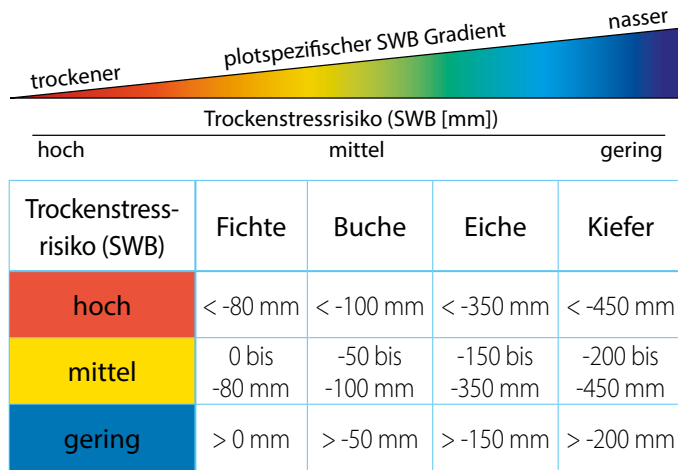
In Bäumen lesen – Jahrringanalyse als Werkzeug

Das Baumwachstum der gemäßigten Zone zeigt sich in jährlichen Ringen, die durch den Wechsel von Vegetations- und Nicht-Vegetationsperiode geprägt sind. Die einzelnen Jahrringe können durch Unterschiede in der Zellgröße und -dichte zwischen Frühholz (in der Regel großporiger und heller) und Spätholz (in der Regel kleinporiger und dunkler) differenziert werden (Fritts 2001). Die Breite und Dichte der Jahrringe variiert in Abhängigkeit von diversen Umweltfaktoren, wodurch die Wuchsbedingungen eines Baumes widergespiegelt werden. In der Regel lässt sich festhalten: Je besser die Bedingungen, desto größer die Jahrringe – und umgekehrt. Zur Bestimmung der Jahrringe wurden den Bäumen sogenannte Bohrkerne (von 5 mm Durchmesser) mit einem Zuwachsbohrer entnommen. Die Bohrkerne werden so auf-



Übersicht der Bohrkernentnahme und Aufbereitung. An Plots der WZE/BZE werden 10–15 Bäume beprobt. Die einzelnen Bohrkerne werden aufbereitet, sodass die Jahrringe eingemessen werden können. Die daraus gewonnenen Wachstumskurven sind Grundlage für die weiteren Analysen.

bereitete, dass die einzelnen Jahrringe sichtbar werden. Die einzelnen Jahrringe können per Software für jeden Bohrkern und jedes Baumindividuum millimetergenau eingemessen werden. Für jeden Baum erhält man so eine individuelle Wachstumskurve. Einzelne Wachstumskurven können zu Standortchronologien zusammengefasst werden und sind ein guter Indikator für das allgemeine Wachstumsverhalten auf bestimmten Standorten bzw. für eine Baumart. In Extremjahren zeigen die Kurven überregionale Reaktionen, die als Zeigerjahre identifiziert werden können. Beispiele für solche Zeigerjahre sind die sehr trockenen Jahre 2003 und 2018, was sich in einem verringerten Wachstum der Hauptbaumarten widerspiegelt. Wie stark und auf welche Art und Weise Bäume auf Extremereignisse reagieren, hängt dabei zum einem vom Standort, zum anderen von der Baumart selbst ab. So zeigen beispielsweise Buchen oft eine zeitversetzte Reaktion



Baumartenspezifischer Gradient der Standortwasserbilanz entlang der Schwellenwerte des Trockenstressrisikos. Eine Übersicht der WZE-Punkte zeigt, welche Plots der Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer für die Trockenjahre 2003, 2018 und 2020 ein geringes, mittleres und hohes Risiko nach den Schwellenwerten aufwiesen.



Fotos: A. Gröning

Probennahme eines Bohrkerns mit Hilfe eines Zuwachsbohrers

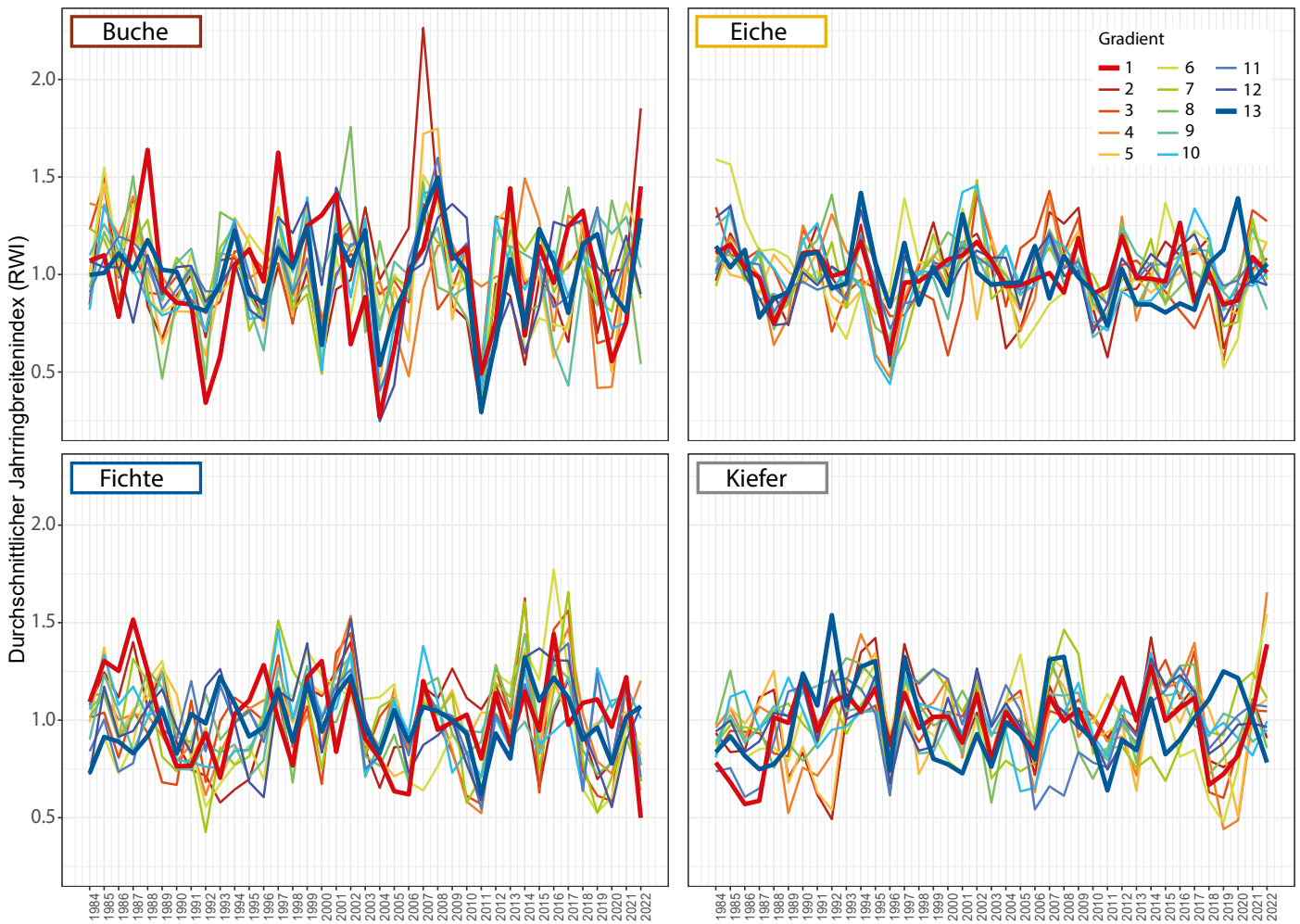
auf Trockenstress, was sich sowohl im Wachstum als auch in der Kronenverlichtung äußert (Meyer et al. 2020). Eichen und Kiefern gelten bisher als relativ trockenresistent, weshalb sie erst ab einem deutlich negativeren Standortwasserbilanz-Defizit in eine hohe Risikoklasse eingeordnet werden (Spellmann et al. 2011). Im Jahr 2018 wurden jedoch auch für die Eiche und die Kiefer Plots identifiziert, die ein hohes Risiko aufwiesen.

Gradienten-Design

Um zu identifizieren, wie sich die verschiedenen Baumarten entlang eines Gradienten der Standortwasserbilanz unterscheiden, wurden für das Projekt im Winter 2022/2023 insgesamt 1340 Bohrkern von 670 Bäumen auf jeweils 13 Plots pro Baumart gewonnen. Der Gradient für jede Baumart ist dabei so gewählt, dass die baumartenindividuellen Trockenstressgrenzen (durchschnittliche Standortwasserbilanz in der Vegetationsperiode im Zeitraum 1990–2020) abgebildet werden. So erstrecken sich die einzelnen Gradienten von trockenen Plots (mit höherem Risiko) zu feuchten Plots (mit geringerem Risiko).

Wachstumsverläufe

Da die Jahrringbreite von Bäumen sowohl durch klimatische als auch durch nicht-klimatische Faktoren beeinflusst wird, wird der Jahrringbreitenindex (RWI) verwendet, um das Wachstum von Bäumen vergleichbar zu machen (Fritts 2001). Der Jahrringbreitenindex wird durch die Standardisierung der Rohdaten (die gemessenen Jahrringbreiten in mm)



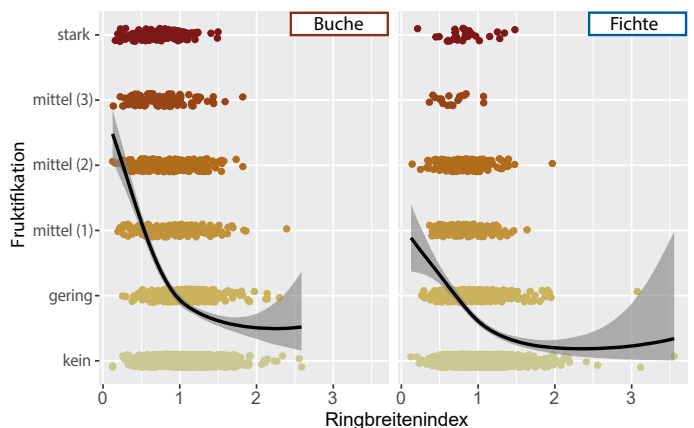
Durchschnittlicher Jahringbreitenindex (RWI) für die einzelnen Baumarten im Zeitraum der WZE entlang des Gradienten. 1 = trockenster Plot, 13 = feuchtester Plot einer Baumart.

berechnet. Ein Indexwert > 1 bedeutet, dass das Wachstum in diesem Jahr über dem erwarteten Wert lag (z. B. günstige Bedingungen) und umgekehrt. Im Zeitraum der WZE von 1984–2022 zeigten sich unterschiedliche Wachstumsverläufe der Baumarten. Die Buche zeigt die größten Wachstumsschwankungen, während Eiche, Kiefer und Fichte weniger ausgeprägte Schwankungen aufweisen. Insbesondere in oder nach den Trockenjahren 2003 und 2018 sind kleinere Werte des RWI für alle Baumarten zu verzeichnen, was ein reduziertes Wachstum beschreibt. In der Betrachtung der Plots entlang des Gradienten zeigten besonders die trockeneren Plots ein gesteigertes Wachstum im Feuchtejahr 2007, wohingegen feuchtere Plots in Trockenjahren (2003 und 2019) ein deutlich reduziertes Wachstum zeigten.

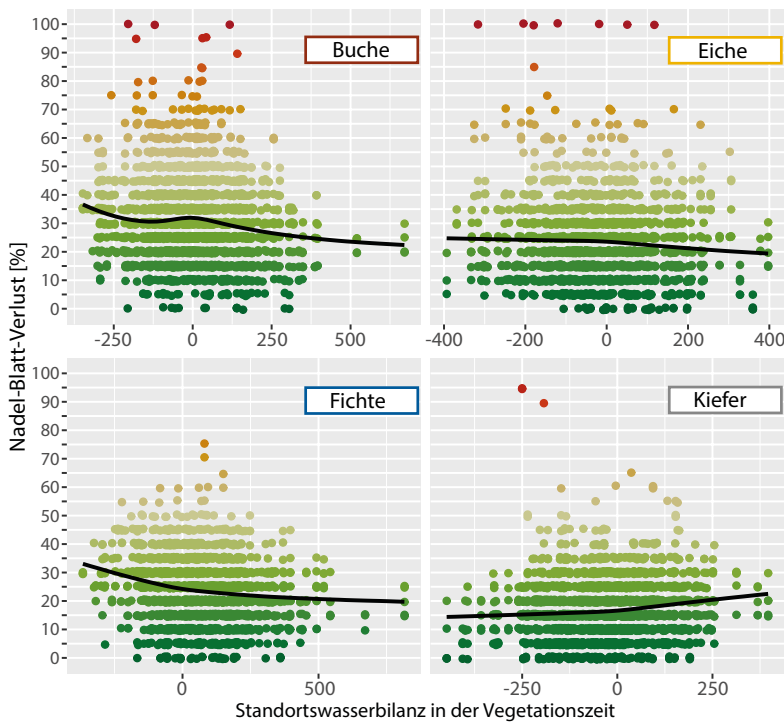
Zusammenhänge zwischen Vitalität und Wachstum

Die Kronenverlichtung, die Fruktifikation und das Wachstum beschreiben als Vitalitätsindikatoren den Gesundheitszustand von Bäumen und stehen in direkter Beziehung zueinander. Der Zusammenhang von Kronenverlichtung bzw. Fruktifikation und jährlicher SWB in der Vegetationszeit sowie

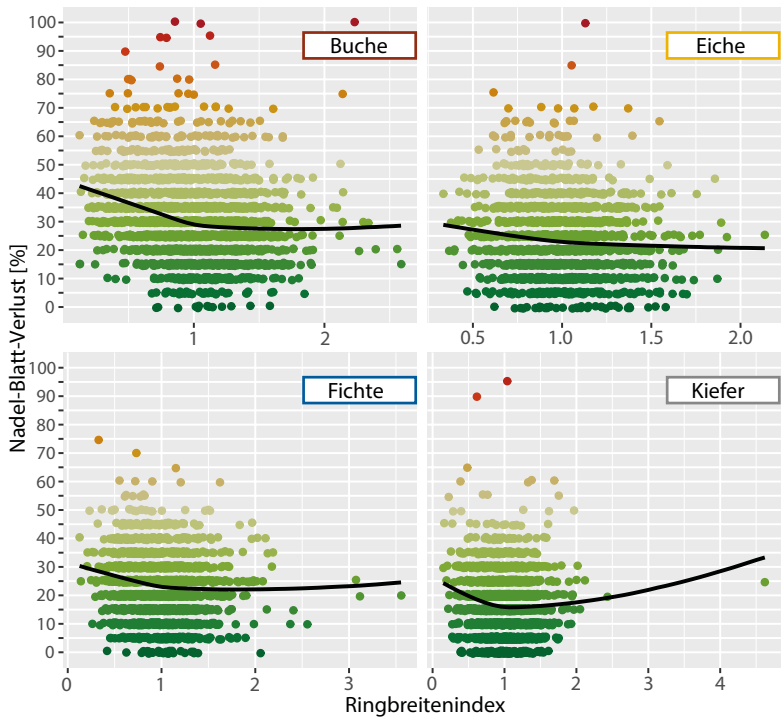
dem Ringbreitenindex kann durch ein nicht-lineares ordinales Modell beschrieben werden. Während Buche, Fichte und auch Eiche eine tendenziell höhere Kronenverlichtung bei negativeren SWB-Werten aufwiesen, wurde für Kiefer der gegenteilige Trend beobachtet. Für Buche, Fichte und Eiche ließ sich daraus schließen, dass Bäume auf trockeneren Standorten eine höhere Kronenverlichtung aufwiesen. Bei Bäumen mit höherer Kronenverlichtung wiederum wurde ein



Zusammenhang zwischen Fruktifikation nach Stärkestufen und dem Ringbreitenindex, für Buche und Fichte.



Kronverlichtung in % in Abhängigkeit von der jährlichen Standortswasserbilanz (SWB) in der Vegetationszeit im Zeitraum der WZE



Zusammenhang zwischen Kronverlichtung (in %) und Ringbreitenindex (RWI)



Foto: A. Gröning

geringerer Ringbreitenindex gemessen und somit geringeres Wachstum nachgewiesen. Dieser Trend war besonders deutlich für Buche und Fichte zu beobachten. Auch der Zusammenhang zwischen der Fruktifikation und dem Wachstum zeigte sich am deutlichsten in der Buche und der Fichte. Die Fruktifikation wird durch unterschiedliche Stärkestufen innerhalb der WZE im Sommer (Juli/August) erfasst. Je mehr die Bäume fruktifizieren, desto höher die Stufe. Umso höher die Stufe, desto geringer war auch das Wachstum. Für die Kiefer und die Eiche konnte kein so deutlicher Zusammenhang festgestellt werden. Für Eiche finden die Aufnahmen innerhalb der WZE zu früh statt, um die Ausprägung der Fruktifikation gut erfassen zu können.

Ausblick

Das Projekt bietet die Möglichkeit, wertvolle Zusammenhänge zwischen dem Wachstum und der Vitalität zu analysieren. Die Beprobung entlang eines Gradienten der SWB für die einzelnen Baumarten gibt Aufschluss über die Wirkungsweise von Trockenstress auf unterschiedlichen Standorten. Es zeigte sich, dass die Bäume entlang des Gradienten unterschiedlich auf Trockenstress reagieren. Diese Beobachtungen lassen sich besonders durch die Vitalitätsindikatoren der Kronverlichtung und des Wachstums beschreiben. Im weiteren Verlauf des Projekts werden die verschiedenen ökologischen Zusammenhänge in einem multi-kriteriellen Ansatz betrachtet.

Literatur

Albert, Matthias; Nagel, Ralf-Volker; Nuske, Robert; Suttmöller, Johannes; Spellmann, Hermann (2017): Tree Species Selection in the Face of Drought Risk—Uncertainty in Forest Planning. In: *Forests* 8 (10), S. 363. DOI: 10.3390/f8100363.

Fritts, Harold C. (2001): *Tree rings and climate*. Reprint of second printing 1976. London: The Blackburn Press.

Grier, Charles G.; Running, Steven W. (1977): Leaf Area of Mature Northwestern Coniferous Forests: Relation to Site Water Balance. In: *Ecology* 58 (4), S. 893–899. DOI: 10.2307/1936225.

Meyer, Benjamin F.; Buras, Allan; Rammig, Anja; Zang, Christian S. (2020): Higher susceptibility of beech to drought in comparison to oak. In: *Dendrochronologia* 64, S. 125780. DOI: 10.1016/j.dendro.2020.125780.

Rukh, Shah; Sanders, Tanja G. M.; Krüger, Inken; Schad, Tobias; Bolte, Andreas (2023): Distinct Responses of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) to Drought Intensity and Length—A Review of the Impacts of the 2003 and 2018–2019 Drought Events in Central Europe. In: *Forests* 14 (2), S. 248. DOI: 10.3390/f14020248.

Spellmann, Hermann; Albert, Matthias; Schmidt, Matthias; Suttmöller, Johannes; Overbeck, Marc (2011): Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse. In: *AFZ/Der Wald* 66 (11).

Wildobstarten: Erhaltung und nachhaltige Nutzung wertvoller genetischer Ressourcen

Katharina Birgit Budde, Nicole Opfermann, Katharina Volmer und Aki Michael Höltken

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007409>

Damit Waldökosysteme auch unter den prognostizierten Klimaveränderungen ihre vielfältigen Funktionen erfüllen können, werden auf vielen Standorten Veränderungen der Artenzusammensetzung und der Waldstrukturen unumgänglich sein. In dem Zuge werden vermutlich viele der heute noch seltenen Nebenbaumarten deutlich an Bedeutung gewinnen. Denn diese besitzen bereits häufig anpassungsrelevante Eigenschaften, die unter künftigen Umweltbedingungen von Vorteil sein können.

Im Fokus des Interesses stehen vermehrt auch Baumarten aus der Familie der Rosengewächse. Diese sind ausnahmslos wärmeliebende Lichtbaumarten und weisen eine vergleichsweise hohe Trockenheits- und Hitzetoleranz auf, so dass sie sich auch auf exponierten (Risiko-) Standorten gut behaupten können. Sie tragen zum Erhalt der Biodiversität unserer Wälder bei, da sie von einer Vielzahl von Insekten, insbesondere Bienen, Hautflüglern und Fliegen bestäubt werden und ihre Früchte einer Vielzahl von Tierarten als Nahrung dienen.

Unsere Wildobstarten verbindet eine Eigenschaft: Aufgrund ihres hohen Licht- und Wärmebedürfnisses ist ihr Vorkommen meist auf Sonderstandorte wie sonnige Hänge, Lichtungen, Waldränder oder lichte Auwälder begrenzt. Allerdings haben menschliche Eingriffe diese natürlichen Lebensräume in den letzten Jahrhunderten erheblich dezimiert, so dass ihr Flächenanteil im Wald heute deutlich unter 1 % der Gesamtbestockung ausmacht. Dies hat nicht nur die Bestandsgrößen, sondern auch populationsbiologische Prozesse zum Teil sehr stark beeinflusst: Räumliche Isolation der ohnehin von Natur aus seltenen bis zerstreuten Vorkommen führten zum Verlust der reproduktiven Vernetzung (Genfluss) und, in der Folge, auch zu Verlusten an genetischer Vielfalt und damit Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen.



Foto: NWFVA-Archiv

Früchte der Wildbirne auf einer Wildbirnen-Samenplantage

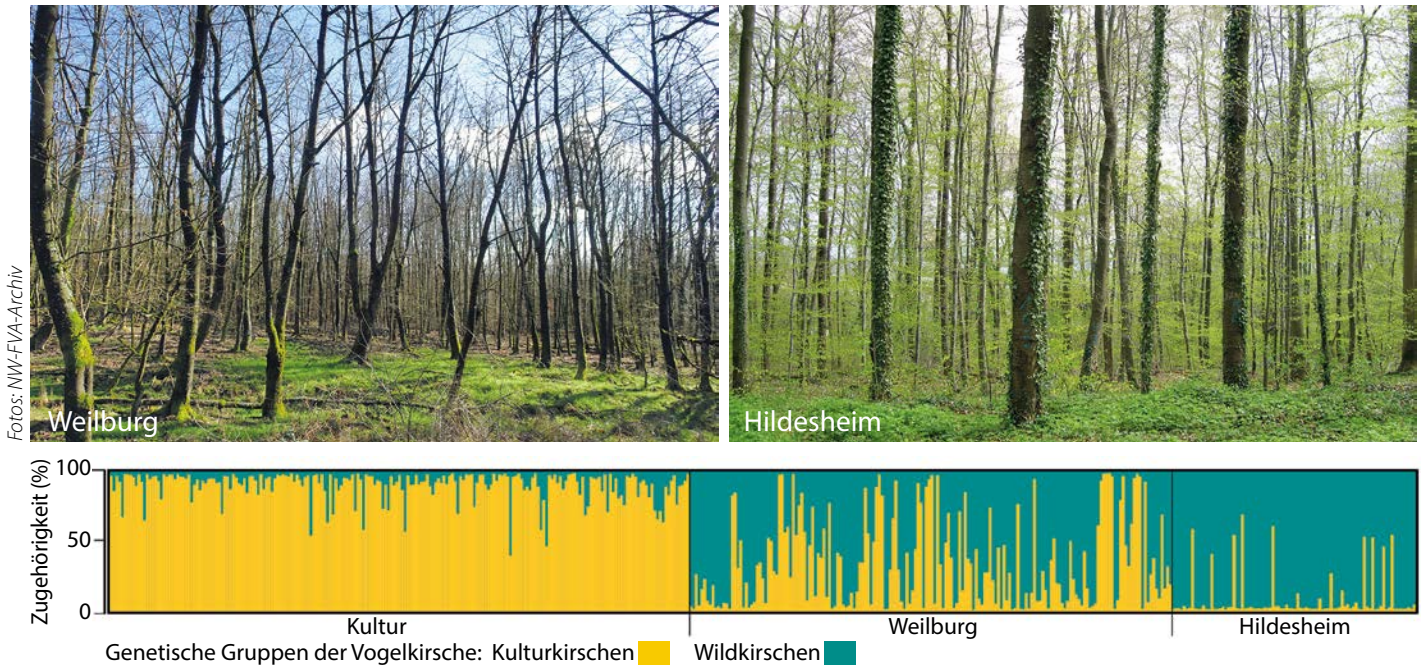
Für eine Reihe von Baumarten stellt die ausbleibende Naturverjüngung und die damit verbundene Überalterung der Bestände eine ernste Bedrohung dar. Für Wildbirne, Wildapfel und Elsbeere wird für nur 2 % bis 7 % der Vorkommen eine gute In-situ-Erhaltungsfähigkeit beschrieben, beim Speierling trifft dies auf kein einziges Vorkommen mehr zu (Schröder et al. 2013). Bei vielen Arten tritt noch ein weiteres Problem auf: Hybridisierung mit häufig verbreiteten Kultursorten aus dem Obstbau. Dies kann zur Verdrängung bzw. zum Verlust arttypischer Eigenschaften führen und die ökologische Integrität der jeweiligen Art gefährden.

Der gestiegenen Nachfrage nach Pflanzmaterial stehen demnach größere Herausforderungen bei der Beschaffung hochwertiger Vermehrungsguts gegenüber. Deshalb werden an der NW-FVA wissenschaftliche Grundlagen erarbeitet und daraus praxisrelevante Maßnahmen abgeleitet, die sowohl der Erhaltung wertvoller genetischer Ressourcen als auch der nachhaltigen Produktion von genetisch vielfältigem Vermehrungsgut dienlich sind.

Beispiel Vogelkirsche

Vorkommen: In mitteleuropäischen Waldgesellschaften ist die Vogelkirsche meist nur einzelstammweise oder zerstreut in kleinen Gruppen anzutreffen. Eine dauerhafte Existenz ist nur an Standorten gegeben, an denen die Konkurrenzkraft von dominierenden Baumarten, wie der Buche, deutlich nachlässt (Ausweichstrategie). Als licht- und wärmeliebende Art kommt sie deshalb in lichten, submediterran bis subkontinental geprägten Wäldern vor (thermophile Mischwälder, Linden-Mischwälder, Kiefern-Stieleichen- und Eichen-Hainbuchenwälder etc.). Ferner spielen historische Betriebsformen wie die Nieder- und Mittelwaldwirtschaft auch für ihre heutige Verbreitung noch eine entscheidende Rolle. Denn ihre Fähigkeit, nach einem Nutzungshieb erneut auszutreiben (Stockausschlag), brachte ihr einen enormen Vorteil gegenüber der Buche. Die Vogelkirsche konnte sich durch ihre Fähigkeit zur Ausbildung von Wurzelbrut auch vegetativ auf der Fläche ausbreiten, so dass noch heute größere, genetisch identische Baumgruppen (Klongruppen) in ehemaligen Mittelwäldern vorzufinden sind.

Als Pionierbaumart vermag die Vogelkirsche größere Lücken und Freiflächen im Waldbestand schnell zu besiedeln. Ihr rasches Jugendwachstum bei vergleichsweise hoher Trockenheits- und Spätfrosttoleranz ermöglicht ihr in den ersten Lebensjahren einen deutlichen Wuchsvorsprung gegenüber vielen Wirtschaftsbaumarten. Vitale Jungpflanzen können in den ersten Lebensjahren wipfelschäftige, aufrechte Triebe von mehr als einem Meter Länge erreichen, was sie auch stark gegenüber Konkurrenzvegetation macht. So kann die Vogelkirsche frühe sukzessionale Waldstadien besetzen, bis sie wieder durch Klimaxgesellschaften ersetzt wird (Lückenstrategie).



Fotos: Unterschiedliche Wuchsformen eines kulturkirschenbeeinflussten Vogelkirschenbestands (Weilburg) und eines Bestands bestehend aus annähernd reinen Wildkirschen (Hildesheim); Balkendiagramm: Anteil der Zugehörigkeit einzelner Bäume zur Wild- und Kulturform der Vogelkirsche in den Beständen Weilburg und Hildesheim im Vergleich zu Referenzmaterial von Kultursorten nach DNA-Analyse

Damit besitzt die Vogelkirsche Eigenschaften, welche aufgrund der veränderten Störungsregime im Rahmen des Klimawandels künftig von immer größerer Bedeutung sein werden.

Vermehrungsgut: Die Vogelkirsche ist nicht nur ökologisch wertvoll, sie ist für die Produktion von Wertholz auch von forstwirtschaftlichem Interesse. Deshalb unterliegt sie seit dem Jahr 2003 auch dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG). Bis zu diesem Zeitpunkt war Kirschensaatgut ohne Herkunftsnachweis handelbar. Entsprechend hoch war damit vermutlich auch der Anteil an Kirschen aus dem Obstbau, wo die Kerne oft als Abfallprodukt anfallen. Ferner besteht aufgrund des großflächigen Anbaus der Kulturkirsche in der freien Landschaft auch heute noch die Gefahr der Einkreuzung über Polleneinträge. Damit sind sowohl ökologische als auch ökonomische Auswirkungen verbunden, denn das Ziel der Züchtung von Süßkirschen-sorten ist die Produktion von starkastigen Bäumen mit hohen Fruchterträgen. Diese Form der menschlichen Selektion geht aufgrund einer veränderten Ressourcenverteilung von Höhenwuchs in Fruchtbildung oft auch mit einer Reduktion des Höhenwuchses einher. Deshalb zeichnen sich Vogelkirschenbestände nicht selten durch hohe Anteile krummer Stämme bzw. Bäumen mit vielen Steillästen oder sich schon früh auflösenden Kronen aus. Es besteht die Gefahr, dass die veränderten Wuchseigenschaften der Vogelkirsche zu einem weiteren Verlust ihrer Konkurrenzskraft führen.

Deshalb wird empfohlen, bei der Förderung der Naturverjüngung auf einen ausreichenden Abstand zu Kulturkirschenpflanzungen zu achten und gegebenenfalls auf Vermehrungsgut der Wildform aus den Kategorien „qualifiziert“ (Samenplantagen) oder „ausgewählt“ (Saatguterntebestände) zurück zu greifen. Vogelkirschen-Samenplantagen der NW-FVA stocken auf 5 Flächen mit insgesamt 7,1 ha in den Bundesländern Hessen und

Niedersachsen. Im Zuge des genetischen Qualitätsmanagements werden diese Plantagen auf Kulturkirschen-Anteile kontrolliert und Individuen mit Kultureinfluss nachträglich entfernt. Zusätzlich erfolgt in einigen Fällen auch eine Kontrolle des Saatgutes. Dies ermöglicht eine frühzeitige Erkennung potenzieller Fremdpolleneinträge und damit eine dauerhafte Sicherung der genetischen Qualität des Vermehrungsgutes (Erhaltung der Wildform und deren genetischer Vielfalt). Diese Form der Qualitätssicherung ist auch für zugelassene Saatguterntebestände in Bearbeitung. Hier sollte zusätzlich auf natürliche Verklonung durch Wurzelbrut geachtet werden. Nimmt diese Form der Ausbreitung größere Ausmaße an, kann es nicht nur zu einer Verringerung der genetischen Vielfalt des Bestandes, sondern auch zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Pollenübertragung aus Kulturkirschenvorkommen führen. Denn genetisch identische Bäume können sich nicht auf generativem Wege vermehren (Selbststerilität) und sind auf externe Pollenspender angewiesen.

Neben generativ erzeugtem Vermehrungsgut ist auch vegetativ vermehrtes Pflanzgut der Kategorie „geprüft“ verfügbar. Diese Klon-Mischung (silvaSELECT) hat sich in Feldprüfungen hinsichtlich Wuchs- und Qualitätsmerkmalen als überlegen gegenüber Sämlingen aus herkömmlichen Saatgutquellen erwiesen (Janßen et al. 2010).

Beispiele Wildbirne und Wildapfel

Vorkommen: Wildbirne (*Pyrus pyraster*) und Wildapfel (*Malus sylvestris*) sind von Natur aus seltene Baumarten und gehören zweifellos zu den forstbotanischen Raritäten. Da sie gegenüber dominanten (Wirtschafts-) Baumarten sowohl deutlich lichtbedürftiger als auch geringwüchsiger sind, sind ihre Hauptvor-

Foto: A. M. Höfken



Vegetative, buschartige Ausbreitung der Wildbirne auf einem sehr trockenen Felsstandort mit extremen sommerlichen Oberflächentemperaturen

kommen natürlicherweise nur an die äußersten Grenzen ihrer weiten Standortsamplitude begrenzt (Ausweichstrategie). Dazu zählen u. a. wärmeliebende Gebüsch- und Eichenwaldgesellschaften, aber auch Standorte mit starken Schwankungen zwischen periodischen Überflutungen und extremen Trockenphasen (Hartholzauen).

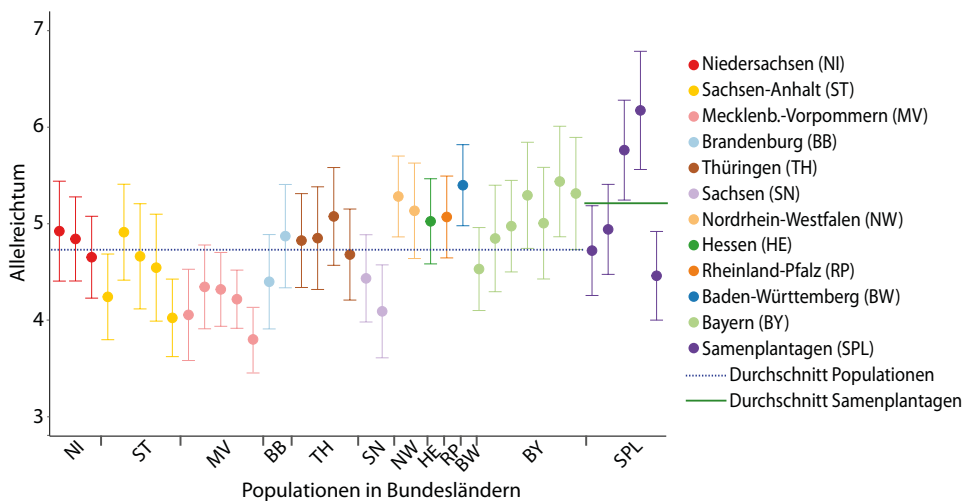
Gefährdung: Beide Arten stehen in einigen Bundesländern auf der Roten Liste und sind als gefährdet eingestuft. Denn die für ihre Vorkommen typischen extrazonalen Sonderstandorte stellen meist Relikte wärmezeitlicher Eichenwälder dar und sind in Mitteleuropa heute sehr selten. Auch die Wälder der Hartholzauen sind aufgrund von Flussbegradigungen und Trockenlegungen bis auf sehr vereinzelte Restvorkommen nahezu vollständig verschwunden. Ferner haben Veränderungen der forstwirtschaftlichen Betriebsformen, insbesondere die Umstellung von lichten Nieder- und Mittelwäldern auf den Hoch-

waldbetrieb mit meist geschlossenen Kronendächern, dazu beigetragen, dass diese beiden Arten heute nur sehr vereinzelt oder in kleinen, stark fragmentierten Populationen vorzufinden sind. Aus genetischer Sicht verringert die damit einhergehende Isolierung der Vorkommen die effektiven Populationsgrößen und fördert Drift- und Inzuchteffekte, die zu einer Reduktion der genetischen Vielfalt und herabgesetzter Fitness führen können. Zur Gefährdung durch Habitatverluste kommt aber noch eine weitere Bedrohung hinzu: Aufgrund der starken räumlichen Isolation vereinzelter Vorkommen, kombiniert mit Eigenschaften wie Selbststerilität und vegetativer Vermehrung über Wurzelbrut, sind viele der heutigen Reliktvorkommen auf externe Pollenspender angewiesen. Deshalb tendieren Wildapfel und Wildbirne noch stärker zur Hybridisierung mit weit verbreiteten Zuchtsorten als die häufigere Vogelkirsche. Dabei handelt es sich vielfach auch um andere Arten, aus denen unsere Zuchtsorten hervorgegangen sind. Bei der Kulturbirne werden bis zu acht asiatische Arten genannt, beim Wildapfel sind es im Wesentlichen zwei, ebenfalls aus dem asiatischen Raum stammende Arten.

Daraus resultieren weitere Probleme, denn die Vermischung des heimischen Genpools mit dem der Kultursorten birgt die Gefahr der Beeinträchtigung der genetischen und ökologischen Artintegrität. Studien am Wildapfel haben u. a. ergeben, dass die Einkreuzung von Kultursorten zu einer Abnahme der Überflutungs- und Beschattungstoleranz und damit zum Verlust der typischen Eigenschaften einer Auwaldbaumart führt (Ahl et al. 2021).

Vermehrungsgut: Um die heimische genetische Vielfalt (Anpassungspotenzial) und damit bestehende Populationen auch langfristig in ihrer Existenz zu sichern, sind aus forstgenetischer Sicht Maßnahmen zur Erhaltung der Artreinheit der Wildbirne und des Wildapfels dringend geboten. Da die morphologische Unterscheidung in sehr vielen Fällen kaum möglich ist, werden im genetischen Labor der NW-FVA DNA-basierte Verfahren eingesetzt. Diese ermöglichen nicht nur eine Unterscheidung von Wild- und Kulturformen, sondern auch eine recht genaue Einschätzung des Hybridstatus.

Für die Rekonstruktion natürlicher Vegetationsgesellschaften im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen (z. B. Hartholzauen) oder für die Erhaltung von Waldstrukturen auf Extremstandorten muss auch die Bereitstellung hochwertigen Pflanzguts gewährleistet werden. In dem Zusammenhang sollte aber nicht ausschließlich der Erhalt der Wildform dieser Baumarten im Vordergrund stehen. Auch die Erhaltung der genetischen Vielfalt ist von großer Bedeutung. Hier birgt die Verwendung von Vermehrungsgut aus In-situ-Beständen die Gefahr,



Genetische Vielfalt von In-situ-Vorkommen (nur Bestände ab 10 Individuen) und Samenplantagen reiner Wildbirnen nach DNA-basierter taxonomischer Bestimmung



Foto: NWFA-Archiv

Samenplantage der Vogelkirsche zur Erzeugung hochwertigen forstlichen Vermehrungsgutes

dass die genetische Vielfalt des Saatgutes aufgrund der oft sehr geringen Populationsgrößen für die Etablierung überlebensfähiger Populationen in vielen Fällen nicht ausreicht (Höltken et al. 2024).

Wildbirne und Wildapfel unterliegen nicht dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG). Daher besteht zusätzlich das Problem, dass durch Einbringung ungeeigneten Pflanzguts aufgrund fehlender rechtlicher Bestimmungen auch noch lokale genetische Strukturen und Anpassungsmuster verloren gehen. Samenplantagen stellen hier ein wichtiges Instrument dar, um für diese (wie auch andere seltene) Baumarten die Produktion von artreinem und herkunftsgesichertem Vermehrungsgut höchster Qualität zu gewährleisten. Auch die genetische Vielfalt kann auf einem regionaltypisch hohen Niveau gehalten werden (siehe Abb. Seite 40). Die NW-FVA ist führend in der Samenplantagen-Forschung und verfügt über ein deutschlandweit einzigartiges Flächenportfolio des Wildapfels und der Wildbirne. Insgesamt stehen 18 Flächen auf 24,1 ha als Genarchiv oder für die Beerntung zur Verfügung. Zur Vermeidung von Kulturpolleneintrag können einige dieser Flächen vollständig mit Insektennetzen abgedeckt werden. Die Bestäubung der Blüten innerhalb dieser Netze übernehmen dann kommerziell erhältliche Hummelvölker (Höltken et al. 2017, 2024).

Vorteile von Samenplantagen

Naturverjüngung und die damit verbundenen natürlichen Anpassungsprozesse sollten, wo immer möglich, gefördert werden. Jedoch ist die In-situ-Erhaltung vieler Wildobstbestände aufgrund fehlender Naturverjüngung und damit Überalterung der Bestände, Hybridisierung mit Kultursorten oder auch fehlender genetischer Vielfalt in vielen Fällen kaum realisierbar. Allgemein ist ein steigender Bedarf an hochwertigem Vermehrungsgut dieser Baumartengruppe zu verzeichnen, da die Sicherung einer dauerhaften Existenz vieler Vorkommen nur

durch künstliche Einbringung gesichert werden kann. Deshalb werden spezielle Samenplantagen mit hohen Qualitätsstandards eingerichtet. Insgesamt werden 30 Samenplantagen für die Baumarten Vogelkirsche, Wildbirne, Wildapfel, Elsbeere und Speierling von der NW-FVA bewirtschaftet. Gegenüber Freilandabsaaten können Samenplantagen für die Produktion von Vermehrungsgut sowohl ökologisch-genetisch als auch ökonomisch von großem Vorteil sein (Höltken et al. 2017):

- Garantie der Artreinheit bzw. der Erhaltung der Wildform bei Arten, die durch Einkreuzung nicht heimischer Arten bzw. Kultursorten gefährdet sind
- Schaffung von vergleichsweise großen Reproduktionseinheiten (Populationen) und damit Aufrechterhaltung einer hohen genetischen Vielfalt im Vermehrungsgut, insbesondere bei Arten, die von Natur aus selten sind und/oder teilweise ausgeprägte klonale Strukturen über vegetative Ausbreitung entwickeln
- Möglichkeit der optimalen Rekonstruktion der genetischen Ausstattung einer Region bzw. eines Vorkommensgebietes (genetische Vielfalt, Differenzierung)
- deutlich gesteigerte Erntemengen bei zeitlich-technisch einfacheren Beerntungsmöglichkeiten im Gegensatz zu In-situ-Beständen (Kostenoptimierung)
- Möglichkeit einer DNA-basierten Herkunfts- und Identitätskontrolle (Zertifizierung) von gehandeltem Vermehrungsgut.

Samenplantagen verschiedener Wildobstarten im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA

	Vogelkirsche	Wildbirne	Wildapfel	Elsbeere	Speierling
Hessen	1	3	4	1	1
Niedersachsen	4	4	3	2	–
Sachsen-Anhalt	–	1	1	2	1
Schleswig-Holstein	–	1	1	–	–

Literatur

Ahl L., Aas G., Walentowski H., Höltken A. M., Feulner M. (2021): Niche differentiation between *Malus sylvestris* and its hybrid with *Malus domestica* indicated by plant community, soil and light. *Journal of Vegetation Science*, 32:e13078, <https://doi.org/10.1111/jvs.13078>.

Höltken A. M., Hennig A., Kleinschmit J. R. G., Arndt H. J., Steiner W. (2017): Erhaltung und Produktion gebietseigener genetischer Vielfalt in Ex-situ-Populationen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49, 126-134.

Höltken A. M., Budde K. B., Šeho M., Steiner W. (2024): Die Wildbirne [*Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.]: Eine forstbotanische Rarität unter der genetischen Lupe. *Forstliche Forschungsberichte München*, in Druck.

Janßen A., Meier-Dinkel A., Steiner W., Degen B. (2010): Forstgenetische Ressourcen der Vogelkirsche. *Forst und Holz* 65, 19-24.

Schröder J., Kätzel R., Schulze T., Kamp T., Huber G., Höltken A. M., Steiner W., Konnert M. (2013): Seltene Baumarten in Deutschland: Zustand und Gefährdung. *AFZ-DerWald* 12, 4-6.

Trockenjahre und Buchenmortalität: Geschlossenes Kronendach mindert Schäden

Peter Meyer, Andreas Mölder und Ralf-Volker Nagel

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007459>

Das im Zuge der jüngsten Dürrejahre beobachtete Absterben von Rotbuchen lässt befürchten, dass diese wichtige einheimische Baumart künftigen Trockenperioden nicht gewachsen ist. Um das Ausmaß des Absterbens in den Dürrejahren der Periode 2018–2022 genauer zu quantifizieren und das Verständnis der Mortalitätsursachen zu verbessern, haben wir das Absterben von Buchen in elf hessischen Naturwaldreservaten jährlich erfasst.

Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten

Die meisten hessischen Naturwaldreservate wurden in den späten 1980er Jahren eingerichtet. Sie bestehen aus einem nicht mehr forstlich bewirtschafteten Totalreservat und einer weiterhin genutzten Vergleichsfläche. Ziel dieses Vergleichsflächen-Konzeptes ist es, den Einfluss der forstlichen Bewirtschaftung bzw. der Nutzungsaufgabe langfristig zu untersuchen. Dies bietet uns heute die Möglichkeit, das dürrebedingte Absterben von Buchen auf bewirtschafteten und nutzungsfreien Flächen unter sonst weitgehend gleichen Bedingungen zu analysieren. Da die Naturwaldreservate zudem bereits seit dem Ende der 1980er Jahre zweimal

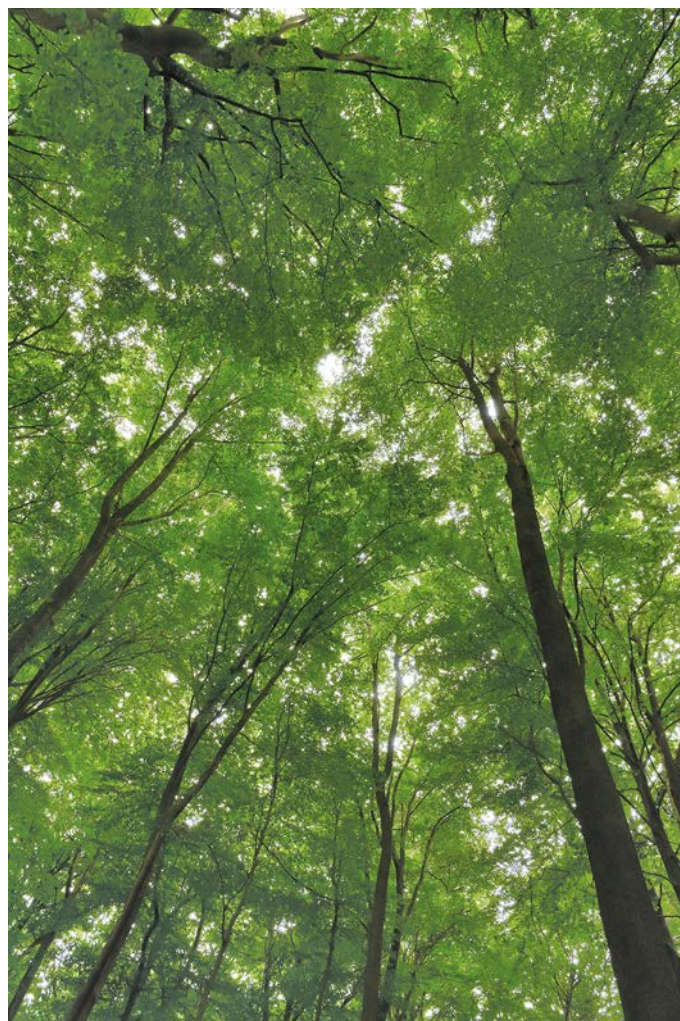
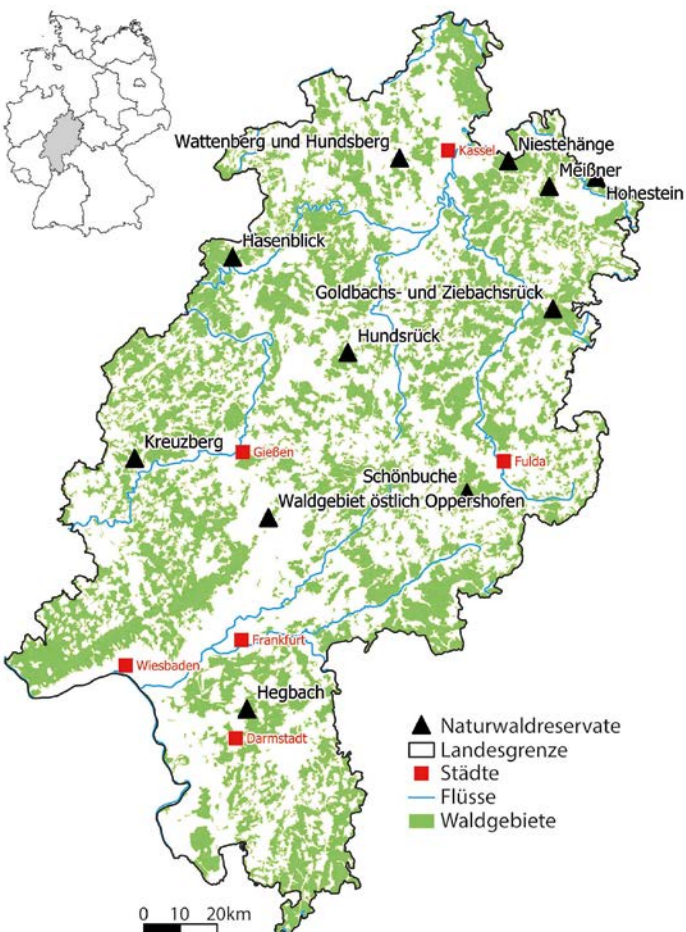


Foto: M. Spielmann



Lage der elf untersuchten Naturwaldreservate in Hessen. Geodaten: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation – © 2024

waldkundlich untersucht worden sind, kann das Mortalitätsgeschehen über einen ungewöhnlich langen Zeitraum von 35 Jahren analysiert werden.

Nach einem standardisierten Verfahren fanden in den 21 bis 69 Hektar großen Teilflächen der ausgewählten Naturwaldreservate Inventuren des Gehölzbestandes auf 0,1 Hektar großen Probekreisen statt, die in einem Raster von 100 m x 100 m über die Gesamtfläche verteilt sind. Da jeder Baum ab 7 cm Durchmesser in Brusthöhe anhand seiner Koordinaten bei Folgeinventuren wieder auffindbar ist, kann sein individuelles „Schicksal“ über den Gesamtzeitraum verfolgt werden.

Für die hier vorgestellte Studie wurden Buchenbestände ab einem Alter von 100 Jahren auf frischen bis mäßig trockenen Standorten ausgewählt. Damit werden hinsichtlich des Geländewasserhaushaltes mehr als 95 % der Standorte der hessischen Waldfläche repräsentiert. In den elf ausgewählten Naturwaldreservaten (Abb. links) wurden 276 Probeflächen in den Jahren 2020 bis 2023 jährlich erfasst.

Zur Berechnung der Absterberaten wird die Beobachtungszeit in drei Perioden unterteilt: 1.) Der Zeitraum von der ersten zur zweiten Inventur, 2.) der Zeitraum von der zweiten Inventur bis zum Jahr 2017 und 3.) die Periode der dürregeprägten

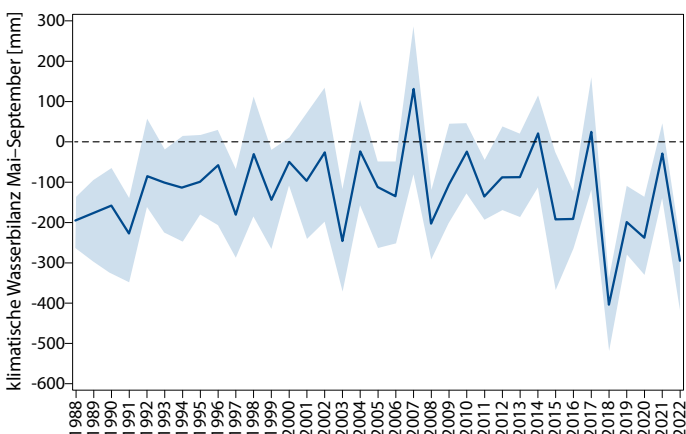
Jahre 2018–2022. Für jede abgestorbene Buche, die bei der Erstinventur erfasst worden war, wurde ermittelt, in welcher der drei Perioden sie abgestorben war. Bei der Datenanalyse wurde ausschließlich die natürliche Mortalität von Buchen betrachtet.

Um der Frage nachzugehen, ob eher dominante oder unterdrückte Bäume abgestorben waren, wurde ein Dominanzindex errechnet, der die Stellung eines Baumes im Kollektiv des Gesamtbestandes beschreibt. Der Dominanzindex ist der Quotient aus dem Grundflächen- und dem Stammzahlanteil des abgestorbenen Baumes bezogen auf den Bestand aller lebenden Bäume ≥ 7 cm Brusthöhendurchmesser.

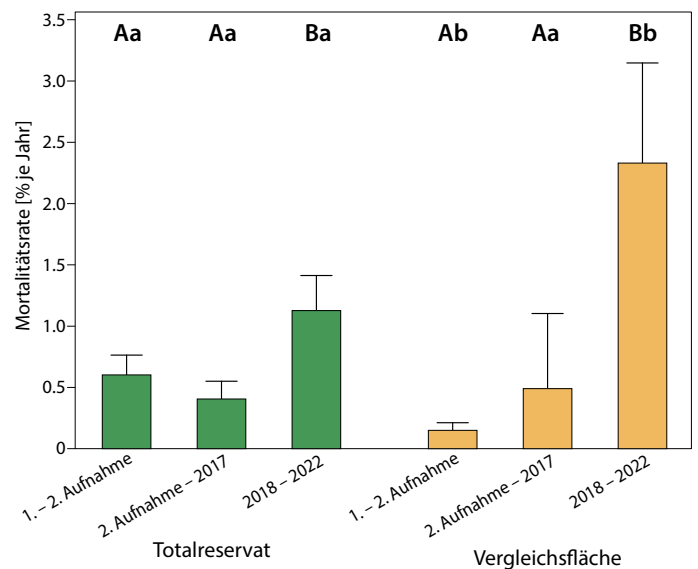
Dürrebedingte Mortalität in moderatem Umfang

Die Dichte des lebenden Baumbestandes (gemessen in Form der Grundfläche je Hektar) stieg in den Totalreservaten seit Ende der 1980er Jahre deutlich an, während sie – bei gleichem Ausgangsniveau – auf den Vergleichsflächen infolge von Durchforstungen und Ernteeingriffen erheblich abgesunken ist. Der Verlauf der klimatischen Wasserbilanz im Untersuchungszeitraum verdeutlicht den ausgeprägten Wassermangel in den Dürrejahren der Periode 2018–2022 (Abb. unten). Hierdurch ist sowohl in den Totalreservaten als auch in den Vergleichsflächen die natürliche Mortalitätsrate signifikant angestiegen (Abb. rechts oben). Insgesamt bewegen sich die Absterberaten jedoch auf einem moderaten Niveau. In den bewirtschafteten Vergleichsflächen erreicht die mittlere Absterberate einen mehr als doppelt so hohen Wert wie in den Totalreservaten. Dieser Unterschied zwischen den Teilflächen ist statistisch signifikant.

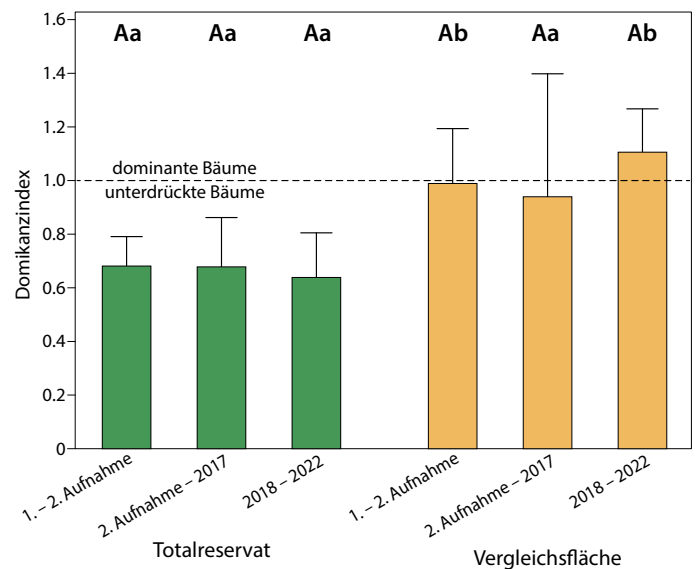
Allerdings erlaubt die alleinige Betrachtung der Mortalitätsraten keine Aussage darüber, ob lediglich unter- und zwischenständige Bäume abgestorben sind oder das obere Kronendach durch das Absterben dominanter Bäume aufge-



Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode für die Jahre von 1988 bis 2022 in den Untersuchungsflächen. Dunkelblaue Linie: Mittelwert der Probeflächen, hellblau unterlegt: 95%-Konfidenzintervall.



Mittelwerte und Obergrenze des 95%-Konfidenzintervalls der natürlichen Mortalitätsraten der Buche in den Untersuchungsperioden und Varianten. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen den Perioden innerhalb einer bestimmten Behandlung (Großbuchstaben) und zwischen den Behandlungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums (Kleinbuchstaben) nach einem Scheffé-Test.



Mittelwerte und Obergrenze des 95%-Konfidenzintervalls des Dominanzindex der natürlich abgestorbenen Buchen in den Untersuchungsperioden und Varianten. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen den Perioden innerhalb einer bestimmten Behandlung (Großbuchstaben) und zwischen den Behandlungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums (Kleinbuchstaben) nach einem Scheffé-Test.

lichtet wurde. Daher wurde zusätzlich zu den Mortalitätsraten der Dominanzindex berechnet. Für herrschende Bäume ist ein Wert über 1 und für unterdrückte Bäume ein Wert unter 1 kennzeichnend. Der Dominanzindex zeigt, dass sich Totalreservate und Vergleichsflächen erheblich hinsichtlich der Art der Mortalität voneinander unterscheiden (Abb. oben). Während in den unbewirtschafteten, geschlossenen Beständen vorrangig unterdrückte Bäume abgestorben sind, ist die Mortalität in den bewirtschafteten Vergleichsflächen auf die herrschende Kronenschicht konzentriert.



Foto: J. Weymar

Schlussfolgerungen

Die nur mäßig erhöhte Sterblichkeit während der Dürreperiode zwischen 2018 und 2022 gibt eine gewisse Entwarnung für die typischen Buchenstandorte im Zentrum des Verbreitungsgebietes dieser Baumart. Die Ergebnisse können jedoch nicht ohne weiteres auf andere Standorte mit geringeren Niederschlägen und ungünstigerer Wasserspeicherkapazität übertragen werden. Außerdem zeigte sich nach früheren Trockenperioden wie in den 1970er Jahren ein weiteres Anhalten des Schadgeschehens selbst in darauffolgenden Jahren mit günstigerem Witterungsverlauf.

Die Auswirkungen von Trockenheit, standörtlicher Ausgangssituation, Befall mit Pathogenen und der Auflichtung des Kronendaches auf die Mortalität von Buchen sind sehr komplex und erst teilweise aufgeklärt. In unserer Untersuchung konnten Dürre und Konkurrenz (vorrangiges Absterben unterdrückter Bäume in den Totalreservaten) als wichtige Mortalitätsursachen bestätigt werden. Ebenso zeigte sich, dass das Risiko des Absterbens herrschender Bäume in den aufgelichteten Vergleichsflächen während der Dürrejahre erhöht war. Vermutlich ist der Zusammenhang zwischen der Eingriffsstärke, dem Baumalter, der Vorbehandlung und der Witterung in den Folgejahren des Eingriffs von entscheidender Bedeutung für das Mortalitätsgeschehen. Wie eine Reihe von Untersuchungen zeigt, kann eine hohe Einzelbaumvitalität, die im Zuge von Auslesedurchforstungen in jüngeren Beständen angestrebt wird, auch in Dürrejahren zu einer geringeren Sterbewahrscheinlichkeit führen. Bei günstiger Witterung reagieren die geförderten Buchen mit einem erheblichen Lichtungszuwachs. Dies zeigt die grundsätzlich hohe Reaktionsfähigkeit der Baumart Buche auf forstliche Eingriffe. Gleichzeitig führt der dabei erhaltene Buchenunterstand zu einem günstigeren Bestandesklima, höherer Luftfeuchte und sorgt für die Beschattung der gegenüber extremer Hitze und Strahlung empfindlichen, glattrindigen Buchenstämme. In älteren Beständen ohne diese Vorpflege

sind solche Bestandesstrukturen nicht mehr erreichbar, erst recht, wenn sie bereits stärker aufgelichtet sind. Hier steigt in Trockenperioden die Wahrscheinlichkeit, dass auch oberständige Bäume absterben und sich der Bestand weiter auflöst. Es entspricht dem waldbaulichen Erfahrungswissen, dass ältere, vormals geschlossene Buchenwälder auf starke schirmschlagartige Auflichtungen oftmals mit einer schütterten Belaubung und Absterbeerscheinungen reagieren. Unsere Untersuchung weist darauf hin, dass ein aufgelichtetes Kronendach älterer Buchenbestände in Dürrejahren das Ausfallrisiko oberständiger Bäume erhöht.

Ein Umgang mit älteren noch weitgehend geschlossenen Buchenbeständen muss dies berücksichtigen. Vollflächige schirmschlagartige Auflichtungen sind deshalb nicht zielführend. Auch vollflächige Sanierungshiebe, die in gleiche Strukturen führen, sollen vermieden werden, soweit Belange des Arbeitsschutzes und der Verkehrssicherung dies zulassen. Verfahren des Femel- und Lochhiebes, die auch die Verjüngung trockenoleranterer, lichtbedürftiger Baumarten ermöglichen, sind auf die Verhältnisse zu kalibrieren, während die restlichen Bestandesteile im Zuge gestreckter Nutzungs- und Verjüngungszeiträume lange geschlossen gehalten werden. Ein solches behutsames und adaptives Vorgehen kann langfristig auch zu mutmaßlich resilienteren Bestandesstrukturen beitragen.

Weiterführende Literatur

Hoppmann T., Mölder A., Meyer P. (2022): Welche Folgen hat die Dürre seit 2018 für hessische Buchenwälder? Jahrbuch Naturschutz in Hessen 21: 53–58.

Meyer P., Mölder A., Spínu A. P., Bauhus J., Hoppmann T. (2022): Einfluss von Dürre und Bewirtschaftung auf die Buchenmortalität. AFZ-DerWald 177(24): 16–20.

Meyer P., Spínu A. P., Mölder A., Bauhus J. (2022): Management alters drought-induced mortality patterns in European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. Plant Biology 24(7): 1157–1170.

Boden des Jahres: Waldboden

Jan Evers, Oliver van Straaten und Felix Grün

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007489>

Die Waldböden bilden das Fundament unserer Wälder und sind eine bedeutende, begrenzte sowie schützenswerte natürliche Ressource, die viele ökologische Funktionen im Naturhaushalt erfüllt. Sie dienen nicht nur als Wasser- und Nährstoffspeicher, sondern übernehmen auch Filter- und Pufferfunktionen sowie die Bereitstellung von Lebens- und Wurzelraum. Insbesondere in Zeiten sich stark verändernder klimatischer Bedingungen leisten Waldböden einen wichtigen Beitrag zur Kohlenstoffspeicherung, zum Erhalt der Biodiversität und zum effektiven Hochwasserschutz. Neben Mooren stellen Wälder den größten Kohlenstoffspeicher in Deutschland dar, wobei rund die Hälfte der Kohlenstoffvorräte von Wäldern in den Waldböden gebunden ist.

Damit die ökologischen Funktionen unserer Waldböden auch in Zukunft gesichert sind, ist ein funktionierendes Zusammenspiel von wissenschaftlichen Erkenntnissen und einer naturnahen sowie nachhaltigen Waldwirtschaft erforderlich. Ungefähr ein Drittel der Landesfläche in Deutschland besteht aktuell aus Waldböden, was einer Gesamtfläche von insgesamt 11,4 Mio. Hektar entspricht. Die Waldflächen der Bundesländer Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein betragen zusammen 2,8 Mio. Hektar. Das sind 25 % der bundesweiten Waldfläche. Damit sind Waldböden allein schon wegen ihres Flächenanteils ein zentrales Element im Naturhaushalt. Sie finden sich überwiegend dort,



Fotos: J. Evers

Gut durchwurzelter, humoser Oberboden

wo es für die landwirtschaftliche Nutzung oder menschliche Besiedlung zu nährstoffarm, zu trocken oder zu nass, zu steil oder zu steinig ist. Wenn man bedenkt, dass Deutschland früher bis auf wenige Regionen (z. B. die Marschen an der Küste, Moore) komplett bewaldet war, finden alle Landnutzungen auf ehemaligem Waldboden statt. Der Mensch hat über die Epochen hinweg Wälder intensiv genutzt, die Spuren und Folgen von Baustoffgewinnung, Brennstoffherstellung, Waldweidennutzung, Köhlerei sowie Glashütten und Erzgewinnung sind bis heute deutlich erkennbar. Der Waldboden als Archiv hält noch immer wertvolle Informationen zur Archäologie und Erforschung menschlicher Kulturgeschichte bereit. Verlässt man befestigte Wege, geht es schnell über herabgefallenes Laub, Nadelreste, Zweige, Zapfen und dem, was davon übrig ist. Man bewegt sich auf dem Teil des Bodens, der Auflagehumus genannt wird. Er liegt dem Mineralboden auf, besteht aus Pflanzenteilen und organischer Feinsubstanz und hat je nach Standort und seinen Bedingungen unterschiedliche Eigenschaften.

Der Auflagehumus ist typisch für den Wald und seine Böden. Er kann sich ausbilden, weil Wald im Unterschied zu landwirtschaftlichen Böden kaum bearbeitet wird und die Anhäufung von Laub- und Nadelstreu recht hoch sein kann. Der Humus ist locker, weich und gut durchwurzelt, von Pilzmycel durchzogen und sehr belebt: Käfer, Regenwürmer, Milben, Asseln und Milliarden von Kleinstlebewesen. Daher findet man auch in einer Handvoll Waldhumus mehr Lebewesen, als es Menschen auf der Welt gibt – ein Alleinstellungsmerkmal unserer Waldböden.

Der Auflagehumus, der hauptsächlich von den Faktoren Standort und Bestand beeinflusst wird, hat wiederum großen Einfluss auf den darunter liegenden Mineralboden. Die Humifizierung von organischem Material führt in den oberen Bodenschichten zu den für Waldböden üblichen stark humosen obersten Schichten. Eine Bodenbearbeitung oder Düngung wird in der Regel im Wald nicht durchgeführt. Organisches



Foto: INW-FVA-Archiv, Abt. Umweltkontrolle

Pseudogley-Podsol aus schwach verlehmttem Sand

Material wird daher allein aufgrund von Durchwurzelung und das Durchmengen und Vermischen durch Lebewesen (Bioturbation, wie z. B. durch Regenwürmer) in tiefere Bodenschichten verlagert. Dies geschieht vorwiegend im Oberboden bis etwa 30 cm Bodentiefe. In tieferen Bodenschichten nehmen die Humusanteile und damit die Kohlenstoffgehalte deutlich ab, wodurch dort auch die Kohlenstoffvorräte zurückgehen. Im Oberboden bis 30 cm Bodentiefe mit Auflagehumus befinden sich bezogen auf 90 cm Bodentiefe rund drei Viertel des Kohlenstoffvorrats.

Grundsätzlich entstehen auch Waldböden aus Verwitterung und Verlagerung der jeweils anstehenden geologischen Ausgangssubstrate und bilden ein Gemisch aus Mineralboden, Luft und Wasser sowie organischen Bestandteilen. Mineralverwitterung, Niederschlag, Grundwasser und die Zersetzung organischer Substanz führen Nährstoffe zu, die von den Baumwurzeln aufgenommen und durch die Streu sowie die absterbende Wurzelmasse wieder zurückgeführt werden. Durch die zahlreichen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse entwickeln und verändern sich Waldböden ständig, sie sind offene und poröse Systeme. Waldböden entwickeln sich jedoch sehr langsam: Als Faustregel werden etwa 100 Jahre für die Bildung von einem Zentimeter Waldboden veranschlagt. Alte Waldstandorte können somit mehrere 10.000 Jahre alt sein. Dennoch sind der jeweilige Zustand und die ökologische Beschaffenheit des Waldbodens dynamisch; er reagiert zum Teil sehr empfindlich auf Veränderungen des Klimas, der Waldbewirtschaftung und der Stoffeinträge. Jeder dieser Faktoren beeinflusst die Bodenbiologie sowie das ökologische Gleichgewicht, den Nährstoffkreislauf und den Wasserhaushalt im Wald.



Braunerde-Podsol aus unverlehmtem Sand



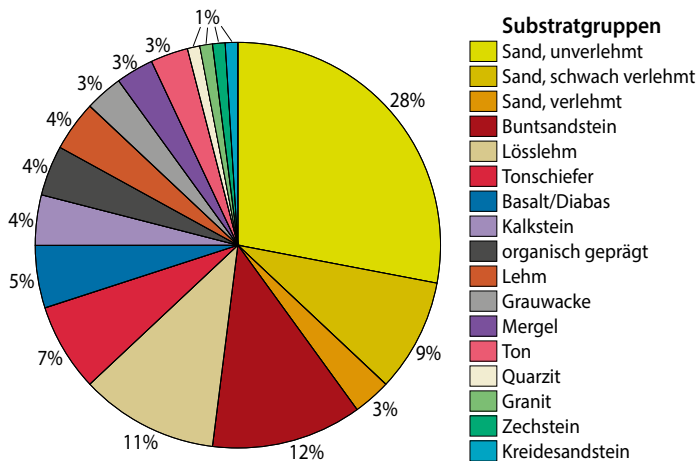
Normgley aus Mergel

Jeder Waldboden hat sich nach den spezifischen Bedingungen des Standortes entwickelt und ist damit einzigartig. Unterschiedliche Ausgangsgesteine, Klimafaktoren, Gelände-relief sowie der Einfluss von Wasser, Vegetation, Mensch und Zeit bringen eine enorme Vielfalt an Waldböden hervor. Von den periglazial geprägten Landschaften des Norddeutschen Tieflandes, über die Lössböden bis hin zu den Mittelgebirgen bieten die vier Bundesländer Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein geologisch ein sehr breites Spektrum.

Von den „reicheren“ Gesteinen wie Geschiebemergel, Kalkstein, Basalt oder Diabas, die deutlich basenreicher verwittern, reicht die Vielfalt an Ausgangsgesteinen über Sande, Beckentone, Lösslehme und Tonschiefer bis hin zu eher silikatärmeren Gesteinen wie Buntsandstein, Grauwacke oder Granit.

Je nach Bodenbildungsprozessen, die das Material umwandeln, verlagern oder durchmischen, über Frostspaltung zerkleinern, chemisch verwittern oder lösen und durch Anreicherung von organischer Substanz und Bioturbation Kohlenstoff einbinden, entstehen verschiedene Bodentypen unter Wäldern.

In Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt überwiegen mit Abstand die Sande mit ihren verschiedenen Verlehmungsgraden. Im Hessischen Bergland sind Buntsandstein, Basalt oder Tonschiefer am häufigsten. Waldmoore befinden sich überwiegend in Niedersachsen, obwohl sie vereinzelt überall vorkommen können. Reichere Mergelstandorte sind typisch für den Osten Schleswig-Holsteins, Lösslehm dagegen in den anderen drei Bundesländern.



Verteilung der wichtigsten geologischen Ausgangssubstratgruppen im Bereich der NW-FVA

Die nachhaltige und naturnahe Waldwirtschaft richtet sich nach den von der Natur gegebenen Bedingungen. Nur mit Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Waldböden kann ein langfristiger Walderhalt sichergestellt werden. Grundlage dafür ist die forstliche Standortskartierung, die flächig die erforderlichen Informationen zum Waldboden und seiner Nährstoff- und Wasserversorgung liefert. Vor dem Hintergrund des Klimawandels sind fundierte Informationen zum Wasserspeichervermögen des Bodens bedeutend, um eine möglichst klimaangepasste Baumartenwahl umsetzen zu können. Sich schnell verändernde klimatische Verhältnisse und daraus resultierende Schadereignisse wie Trockenstress, Borkenkäferbefall und Befall durch weitere Schaderreger fordern die forstliche Standortskartierung, Waldbauplanung und Waldforschung mit fachlich abgestimmten Baumartenempfehlungen stark heraus, um sowohl einen klimaangepassten und robusten Wald sicherzustellen als auch tragfähige Empfehlungen zur Aufforstung großer Schadflächen abgeben zu können.

Neben der Standortskartierung ist das forstliche Umweltmonitoring ein wichtiges Instrument, um länderübergreifend den Zustand und die Veränderung von Waldböden zu erfassen und zu bewerten. Diese Untersuchungen belegen, dass die atmosphärischen Säureeinträge seit dem Beginn der Industrialisierung neben einer Versauerung auch eine erhebliche Verarmung der Waldböden an Nährstoffen wie Calcium, Magnesium und Kalium verursacht haben. Eine Verknappung dieser essentiellen Nährstoffe kann die Bodenfruchtbarkeit deutlich herabsetzen, was zu verringerten Zuwächsen führen kann und Waldbestände anfälliger für Krankheiten und Schädlinge macht. Zusätzlich führten Stickstoffeinträge zu einer deutlichen Eutrophierung und weiteren Versauerung von Waldböden.

Um den Waldboden vor zunehmender Versauerung und Basenverarmung zu schützen, wurden großflächig Bodenschutzkalkungen durchgeführt. Außerdem konnten zusätzliche Säureeinträge durch eine deutlich strengere Luftreinhaltepolitik reduziert werden; die Stickstoffeinträge sind jedoch

vieleorts immer noch zu hoch und führen zu einer Schädigung der Ökosysteme. Zudem wirken die hohen Einträge noch viele Jahre nach, während ausgewaschene Nährstoffvorräte irreversibel verloren sind. Zusätzlich gelangen vor allem aus Industrie und der Schädlingsbekämpfung organisch persistente Schadstoffe und Ewigkeitschemikalien (PFAS) in den Waldboden und reichern sich dort an. Hier ist mit langfristigen negativen Auswirkungen auf die Bodenökologie zu rechnen, eindeutige Risikobewertungen gibt es jedoch noch nicht. Seit 2022 bis Ende 2024 läuft die dritte Bodenzustandserhebung im Wald als zweite Wiederholungsinventur auf fast 2.000 Punkten in allen Bundesländern gleichzeitig. Aktuelle Ergebnisse zum Zustand und zur Veränderung der Waldböden können erst nach Fertigstellung und Auswertung der umfangreichen Analysen erwartet werden.

Neben Säure- und Schadstoffeinträgen, Basenverarmung und Eutrophierung kann intensive Bewirtschaftung mit zu schweren Maschinen Waldböden schaden. Verdichtungen beeinträchtigen die Wasser- und Luftdurchlässigkeit der Waldböden, hemmen das Wurzelwachstum der Bäume sowie die biologische Aktivität.

Der Waldboden ist ein komplexes und sensibles System, das sowohl zahlreiche Funktionen erfüllt als auch erheblichen Risiken ausgesetzt ist. Durch eine nachhaltige Bewirtschaftung und gezielte Schutzmaßnahmen können die Potenziale des Waldbodens optimal genutzt und negative Einflüsse minimiert werden. Ein bewusster Umgang mit diesem wertvollen Ökosystem ist entscheidend, um die Gesundheit unserer Wälder langfristig zu sichern und ihre vielfältigen Funktionen zu erhalten.



Normmulm-niedermoor

Foto: NW-FVA-Archiv, Abt. Umweltkontrolle

Impressum:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
 Abteilung Umweltkontrolle
 Sachgebiet Wald- und Bodenzustand
 Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen
 Tel.: 0551/69401-0
 Zentrale@nw-fva.de
 www.nw-fva.de

Redaktion: Klinck C, Paar U,
 Gawehn P, Spielmann M und Talkner U

Titelfoto: Evers J

Layout: Starick E

Herstellung: Nordwestdeutsche
 Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Printec Offset Kassel

Zitiervorschlag

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt,
 Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume,
 Europa und Verbraucherschutz des Landes
 Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2024): Waldzustands-
 bericht 2024 für Schleswig-Holstein, 48 S
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007151>

Zitate der Einzelbeiträge bitte nach
 folgendem Schema:

Klinck C, Paar U (2024): WZE-Ergebnisse
 für alle Baumarten. In: Nordwestdeutsche Forst-
 liche Versuchsanstalt, Ministerium für Landwirt-
 schaft, ländliche Räume, Europa und Verbrau-
 cherschutz des Landes Schleswig-Holstein
 (Hrsg.): Waldzustandsbericht 2024 für Schleswig-
 Holstein. S 8-19.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14007280>

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative
 Commons Namensnennung 4.0 International
 Lizenz. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

Der Waldzustandsbericht 2024
 ist abrufbar unter
<https://www.nw-fva.de> und
<https://www.schleswig-holstein.de/>
 Landesregierung

Hauptverantwortliche für die Waldzustandserhebung in Hessen,
 Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein:



Dr. Ulrike Talkner
 Abteilungsleiterin
 Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
 Sachgebietsleiter Wald- und
 Bodenzustand, Redaktion



Dr. Caroline Klinck
 Leiterin der Außenaufnahmen,
 Auswertung, Redaktion



Dr. Jan Evers
 Bodenzustandserhebung



Andreas Hafner
 Datenmanagement



Dr. Uwe Klinck
 Datenmanagement



Birte Scheler
 Stoffeinträge



Johannes Suttmöller
 Witterung und Klima



Peter Gawehn
 Außenaufnahmen, Kontrollen



Michael Spielmann
 Außenaufnahmen, Kontrollen



Dr. Bernd Westphal
 Außenaufnahmen, Kontrollen