

Waldzustandsbericht 2025





Foto: C. Klinck

Inhaltsverzeichnis

	Seite
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
Fallbeispiele anderer Laub- und Nadelbäume in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen	20
Caroline Klinck	
Witterung und Klima	23
Johannes Sutmöller	
Insekten und Pilze	28
Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Robert Fritz	
Atmosphärische Stoffeinträge bis 2024	32
Birte Scheler	
Naturschutzwerte, Verbreitung und Bewirtschaftung historischer Hutewälder in Schleswig-Holstein	36
Dario Wolbeck, Marcus Schmidt und Andreas Mölder	
Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems der klimaangepassten Baumartenwahl (BaEm)	39
Matthias Schmidt und Hans Hamkens	
Hoffnung für die Esche – Erkenntnisse aus der Genressourcenforschung	42
Katharina Birgit Budde, André Hardtke, Martin Hofmann und Aki Michael Höltken	
Humusformen als Spiegel des Waldes: Dynamik, Wandel und Funktion	45
Oliver van Straaten, Felix Grün und Jan Evers	
Impressum	48

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Die Waldzustandserhebung 2025 gibt für alle Baumarten und Alter eine leichte Verbesserung der Vitalität im Vergleich zum Vorjahr aus. Die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 22 % ein Prozentpunkt unter dem Vorjahreswert. Insgesamt 2,9 % der Bäume sind als stark geschädigt einzustufen. Von den insgesamt 3072 angesprochenen Bäumen waren 6 neu abgestorben (0,2 %) und 15 fielen wegen Windwurfs bzw. biotischer Ursachen aus (0,49 %).

Die Baumarten im Einzelnen

Das WZE-Kollektiv umfasst in Schleswig-Holstein aktuell 31 Baumarten. Mit 26 % hat die Buche den größten Anteil, gefolgt von der Gruppe der sonstigen Laubbäume mit 22 %. Anteile unter 20 % haben die Fichte mit 17 %, die Gruppe der sonstigen Nadelhölzer mit 16 % und Eichen mit 14 %. Kiefern nehmen einen Anteil von 6 % ein.

Nach der sehr starken Fruktifikation bei Buche im vergangenen Jahr hatten 2025 nur wenige Buchen starken Fruchtbehang. Durch die geringere Fruktifikation sank wie nach jedem Mastjahr die Kronenverlichtung der Buche wieder ab. Sie liegt 2025 für ältere Buchen mit 26 % 5 Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert. Geringere Rückgänge der Kronenverlichtung gab es bei Eiche, anderen Laubhölzern und Kiefer, Anstiege bei anderen Nadelhölzern und Fichte.

Der Anteil von als stark geschädigt eingestuften Bäumen erhöht sich bei Fichte und der Gruppe der anderen Laubhölzer, bei allen anderen Baumarten sank er im Vergleich zum Vorjahr. Die Absterberate ist insgesamt weiter sehr niedrig und stieg nur bei den anderen Laubhölzern und Eiche etwas an. Auch die Ausfallrate, also wegen Windwurfs oder biologischer Schädlinge entnommene Bäume, ist noch niedriger als im Vorjahr. Allein bei Fichte erhöhte sie sich leicht.

Fallbeispiele anderer Laub- und Nadelbäume in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen – Vitalität von Gemeiner Birke, Bergahorn, Europäischer Lärche und Douglasie

In der Waldzustandserhebung werden alle Baumarten außer Buche, Eiche, Fichte und Kiefer in den Gruppen der anderen Laub- und der anderen Nadelhölzer zusammengefasst. Ihre waldbauliche Bedeutung nimmt aktuell jedoch immer mehr zu. Die Waldzustandsberichte geben seit Jahren einen Einblick in die Vitalität dieser beiden Baumartengruppen. Auf einzelne Baumarten wurde bisher wegen ihrer geringen Anzahlen in den länderspezifischen Berichten nicht eingegangen. Aus der Idee heraus, die Daten aller vier Trägerländer der NW-FVA zusammen auszuwerten, wird die Vitalität von Gemeiner Birke, Bergahorn, Europäischer Lärche und Douglasie als sehr häufig vorkommende Nebenbaumarten im Vergleich zu den Hauptbaumarten überblicksartig betrachtet.

Jüngere Birken haben sowohl im Vergleich zu Bergahorn als auch zu Buche und Eiche eine höhere mittlere Kronenverlich-

tung. Bei den älteren Birken ist die Verlichtung wie bei Bergahorn niedriger als bei Buche und Eiche. Birke reagierte stärker auf die Trockenheit nach 2018 als Bergahorn.

Sowohl die über 60-jährige Europäische Lärche als auch die ältere Douglasie zeigen geringere Kronenverlichtungswerte als die Fichte bzw. im Mittel ähnliche wie die Kiefer im jeweiligen Alter. Auf die Trockenheit nach 2018 reagierten beide Baumarten in allen Altern.

Witterung und Klima

Im Vegetationsjahr 2024/25 fielen im Flächenmittel von Schleswig-Holstein mit 730 mm Niederschlag rund 50 mm weniger als im langjährigen Mittel. Dabei kam es von Februar bis Anfang Juli zu einer fünfmonatigen Trockenperiode.

Mit einer Mitteltemperatur von 10,2 °C war das Vegetationsjahr wiederum eines der wärmsten seit Auswertungsbeginn. Der langfristige Erwärmungstrend setzt sich unvermindert fort. Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961–1990 beträgt die Erwärmung nach der neuen LOESS-Trendlinienberechnung 2,2 K. Das Zusammenspiel von überdurchschnittlich hohen Temperaturen und gleichzeitig geringen Niederschlägen führte dazu, dass im Frühjahr und Frühsommer die Oberböden besonders im Nordosten und Südosten des Landes stark austrockneten.

Insekten und Pilze

Die Auswertungen des Waldschutzmeldedeportals und andere Untersuchungen des Waldschutzes geben ergänzende Einblicke zu biotischen Schädigungen der Wälder in Schleswig-Holstein jenseits des Rasters der Waldzustandserhebung. 2025 erhöhte sich die Schadholzmenge durch rindenbrütende Borkenkäfer im Vergleich zum Vorjahr. Bei Kiefer trat das *Dipodia*-Triebsterben auf. Für Eichen wurden neben überwiegend nur geringem Fraß durch die Eichenfraßgesellschaft spürbare Schäden unter Beteiligung von Eichenprachtkäfern und verschiedenen Bakterienarten dokumentiert.

Es wurden keine neuen Fälle von komplexen Buchenerkrankungen registriert. An Douglasien kam es vereinzelt zu Schädigungen, die zumeist auf pilzliche Erreger zurückzuführen waren.

Atmosphärische Stoffeinträge bis 2024

Das Kalenderjahr 2024 war niederschlagsreich. Unter dem Kronendach wurden in Bornhöved 115 % des 10-jährigen Mittels (2014–2023) registriert.

Der Sulfatschwefeleintrag in den Bestand hat im Zeitraum 2015–2024 trotz des bereits erreichten niedrigen Niveaus noch weiter signifikant abgenommen. 2024 betrug er unter Buche 2,9 kg je Hektar, davon ist knapp die Hälfte meersalzbürtig und damit nicht anthropogen bedingt.

Die Gesamtdeposition von anorganischem Stickstoff (Ammonium und Nitrat) betrug 2024 unter Buche 10,8 kg je Hektar. Seit Untersuchungsbeginn (Mittel 1989–1998) hat sie um 66 % abgenommen.



Foto: J. Evers

Naturschutzwerte, Verbreitung und Bewirtschaftung historischer Hutewälder in Schleswig-Holstein

Historische Hutewälder sind Wälder, die bis heute Spuren früherer Waldweidenutzung aufweisen, etwa alte Bäume mit tiefen Kronenansätzen oder durch Viehverbiss entstandene besondere Wuchsformen. Aufgrund der Kombination aus Lichtwaldstrukturen, langlebigen Altbäumen, Totholz und vielfältigen Mikrohabitaten sind sie Hotspots der Biodiversität im Wald. Eine umfassende Literatur- und Datenrecherche diente der Erstellung einer aktuellen Verbreitungsübersicht historischer Hutewälder in Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein sowie der Zusammenführung des verfügbaren Wissens zu deren Artenvielfalt, Bewirtschaftung und Geschichte.

Trotz ihrer herausragenden naturschutzfachlichen Relevanz sind historische Hutewälder und die an sie gebundenen Arten akut gefährdet, insbesondere durch die Ausbreitung von Schattbaumarten seit Aufgabe der Beweidung. Die Entwicklung tragfähiger Schutz- und Erhaltungskonzepte ist daher dringend notwendig. Daher befasst sich die NW-FVA zurzeit im Rahmen eines Forschungsvorhabens mit der nachhaltigen Entwicklung historischer Hutewälder durch Waldweide.

Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems der klimaangepassten Baumartenwahl (BaEm)

Der Klimawandel stellt für die Forstwirtschaft durch die begrenzte Anpassungsfähigkeit unserer Baumarten eine besondere Herausforderung dar. Die wichtigste waldbauliche Handlungsoption zur Risikovorsorge ist bei Wiederbewaldung von Schadflächen die Wahl standortgerechter Baumarten. Das aktuelle System der NW-FVA für die Entscheidungsunterstützung bei der Baumartenwahl (BaEm) basiert auf der Standortswasserbilanz und der Nährstoffversorgung der forstlichen Standorte. Die Standortswasserbilanz ist eine dynamische Größe zur

Abschätzung des baumartenspezifischen Trockenstressrisikos, die auf der Grundlage von Klimaprojektionen auch Projektionen des zukünftigen Risikos erlaubt. Das bisherige System der Baumartenempfehlungen schöpft allerdings die Optimierungsmöglichkeiten bei der Baumartenwahl bei weitem nicht aus. Daher wird aktuell ein multikriterieller Bewertungsansatz im Rahmen des Projektes „Modellbetrieb für Klimaschutz plus im Staatswald des Hessischen Forstamts Burgwald“ (Burgwaldprojekt) erprobt, der zusätzlich zum Trockenstress das Risiko durch Winterstürme und Fichtenborkenkäfer berücksichtigt. Außerdem werden Wuchsleistung und Kohlenstoffsequestrierung explizit projiziert, sodass Mortalitätsrisiken und Zuwachsverluste getrennt betrachtet werden können. Im Rahmen des Projektes wurde auch ein Ansatz zur naturschutzfachlichen Bewertung von Waldentwicklungszielen (WEZ) integriert.

Hoffnung für die Esche – Erkenntnisse aus der Genressourcenforschung

Die Gemeine Esche ist eine Baumart von ökologischer, wirtschaftlicher und kultureller Bedeutung, die lange Zeit als eine Art mit hohem Anpassungspotenzial an den Klimawandel galt, da sie ein breites Spektrum an Umweltbedingungen tolerieren kann. Das Eschentreibsterben, verursacht durch den Pilz „Falsches Weißes Stängelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*), hat jedoch in den letzten zwei Jahrzehnten zu einem starken Rückgang der Eschenbestände in Deutschland geführt. Experimentelle Anpflanzungen haben gezeigt, dass die Anfälligkeit für das Eschentreibsterben zum Teil genetisch bedingt ist, und dass in vielen Beständen ein geringer Anteil der Eschen bereits weniger anfällig gegenüber dem Pathogen ist. Dies sind gute Voraussetzungen für den Erhalt dieser Baumart und aktuelle Ergebnisse lassen vermuten, dass die natürlichen Bestände sich langsam an den Erreger anpassen. Ein waldbauliches Management, das gezielt die Naturverjüngung der Gemeinen Esche fördert, kann den Anpassungsprozess unterstützen.

Humusformen als Spiegel des Waldes: Dynamik, Wandel und Funktion

Die Beobachtung von Humusformen über lange Zeiträume stellt ein nützliches Werkzeug zur Beurteilung des Zustandes von Waldböden dar. Humusformen geben Aufschluss über die Abbauraten von organischem Material und somit über den gesamten Nährstoffkreislauf des Waldbodens. Im Rahmen der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) wurde untersucht, wie sich die Humusformen in den Wäldern Nordwestdeutschlands in den letzten 30 Jahren entwickelt haben. Die Ergebnisse zeigen, dass sich der Anteil nährstoffärmer Rohhumusformen deutlich verringert hat, während nährstoffreichere Humusformen wie Mull häufiger vorkommen. Gründe dafür liegen in der Verbesserung der Streuqualität durch zunehmenden Waldumbau hin zu höheren Laubwaldanteilen, aber auch in der Verbesserung der Streuabbaubedingungen durch den fortschreitenden Temperaturanstieg, erhöhte atmosphärische Stickstoffdeposition und der rückläufigen Säureeinträge.

Forstliches Umweltmonitoring

Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524581>

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: waldflächenrepräsentative 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 (Experimentalflächen).

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 (2020) harmonisiert. Die Waldzustandserhebung (WZE) liefert seit mittlerweile 42 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 zum Einfluss von Witterungs-



Foto: C. Klinck

WZE-Aufnahmeteams bei der Schulung im Juli 2025

extremen, Stürmen sowie Insekten- und Pilzbefall. Lokale Befunde, wie sturmgefallene Bäume oder ein extremer Befall eines Bestandes 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 Erhebungs raster (4 x 2 km) mit 129 Stichprobenpunkten eingerichtet. 2025 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 2025 in Schleswig-Holstein 31 Baumarten. Den größten Anteil hat mit 26 % die Buche, gefolgt von der Gruppe der sonstigen Laubbäume (22 %). Hier sind Birken, Erlen und Ahorne besonders häufig vertreten, gefolgt von Esche, Hainbuche, Roteiche sowie Pappel und Weidenarten. Anteile unter 20 % haben die Fichte (17 %), die sonstigen Nadelhölzer (15 %), in die vor allem Lärchen, aber auch Sitkafichte, Douglasien und verschiedene Tannen fallen, und die Eiche mit 14 %. Kiefern nehmen einen Anteil von 6 % ein.

Die Aufnahmen zur Waldzustandserhebung erfolgten im Juli und August 2025. 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 2025. Je weiter

der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Ab einem Standardfehler von > 5 werden die Werte in 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 über 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 Nadelholz bis 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,

Baumanzahl, Plotanzahl, Raster sowie Standardfehler und 95 %-Konfidenzintervall der Kronenverlichtung für alle Baumarten- und Altersgruppen der Waldzustandserhebung 2025 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	Standard-fehler	95%-Konfidenz-intervall
Buche	alle Alter bis 60 Jahre	796	73	4x2 km	1,8	18–25
	über 60 Jahre	184	27	4x2 km	1,9	4–11
		612	52	4x2 km	1,6	23–29
Eiche	alle Alter bis 60 Jahre	445	66	4x2 km	1,7	21–28
	über 60 Jahre	121	20	4x2 km	2,2	9–18
		324	51	4x2 km	1,9	25–32
Fichte	alle Alter bis 60 Jahre	522	57	4x2 km	2,3	24–33
	über 60 Jahre	142	17	4x2 km	4,8	10–30
		380	44	4x2 km	2,3	27–36
Kiefer	alle Alter bis 60 Jahre	172	21	4x2 km	1,2	12–17
	über 60 Jahre	19	4	4x2 km	3,8	1–25
		153	18	4x2 km	1,3	12–17
andere Laubbäume	alle Alter bis 60 Jahre	661	79	4x2 km	1,7	17–23
	über 60 Jahre	333	36	4x2 km	1,9	10–17
		328	54	4x2 km	2,1	23–31
andere Nadelbäume	alle Alter bis 60 Jahre	476	54	4x2 km	1,9	15–23
	über 60 Jahre	176	20	4x2 km	2,5	10–20
		300	37	4x2 km	2,4	16–26
alle Baumarten	alle Alter bis 60 Jahre	3072	128	4x2 km	0,9	20–24
	über 60 Jahre	975	56	4x2 km	1,4	11–16
		2097	97	4x2 km	1,0	24–28

eine allgemeine Belastungssituation 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 Probebäumen 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 (2020): 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.17524589>

Mittlere Kronenverlichtung

Die über alle Baumarten und Alter gemittelte Kronenverlichtung beträgt 2025 in Schleswig-Holstein 22 % und liegt damit geringfügig unter dem Vorjahreswert. Der Rückgang fand in der Gruppe der älteren Bäume statt, wo der Wert um 2 Prozentpunkte von 28 % auf 26 % sank. Bei den jüngeren Bäumen gab es mit erneut 14 % keine Veränderung gegenüber dem Vorjahr.

Entscheidend für diese Entwicklung ist der Rückgang der Kronenverlichtung bei den älteren Buchen, die im vergangenen Jahr infolge der sehr starken Fruktifikation eine höhere Kronenverlichtung aufwiesen. Der vorübergehende Anstieg der Verlichtung durch Fruktifikation ist nicht als Vitalitätsverlust zu werten.

Insgesamt wurde eine leichte Verbesserung bei allen Laubbaumarten dokumentiert. Bei allen Nadelbäumen bis auf die ältere Kiefer erhöhte sich die Kronenverlichtung leicht.

Mittlere Kronenverlichtung in %

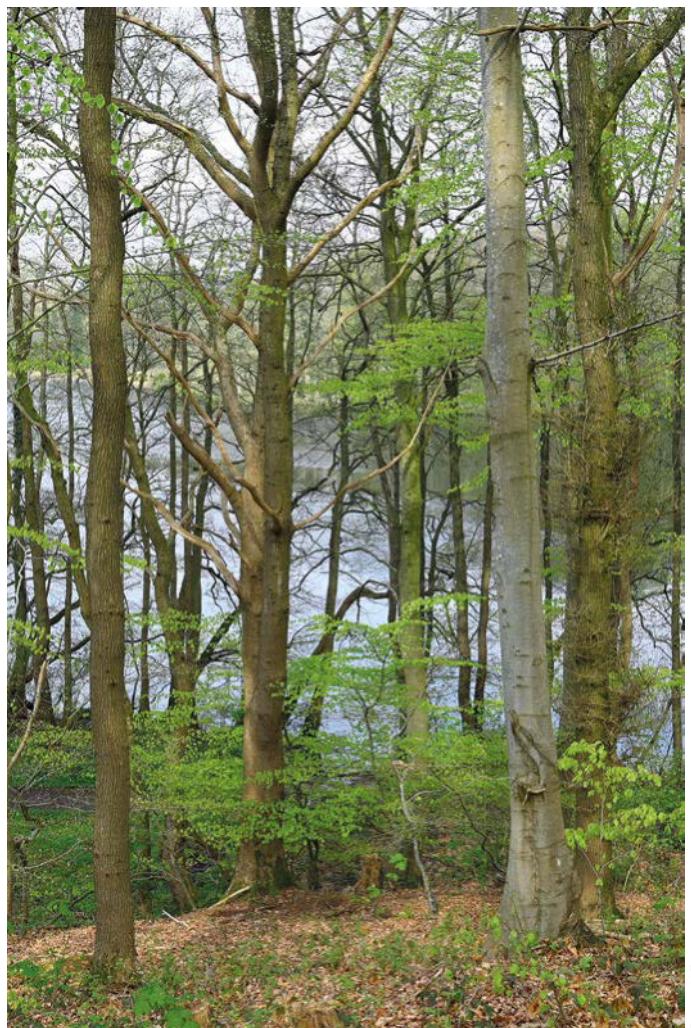


Foto: J. Evers

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, verringert sich dadurch.

Nach den erhöhten Anteilen stark geschädigter Bäume in den Jahren 2019 und 2020 sanken die Werte bis 2023 kontinuierlich. 2024 stieg der Anteil wieder deutlich auf 3 %, im aktuellen Jahr sank er leicht auf 2,9 %.

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

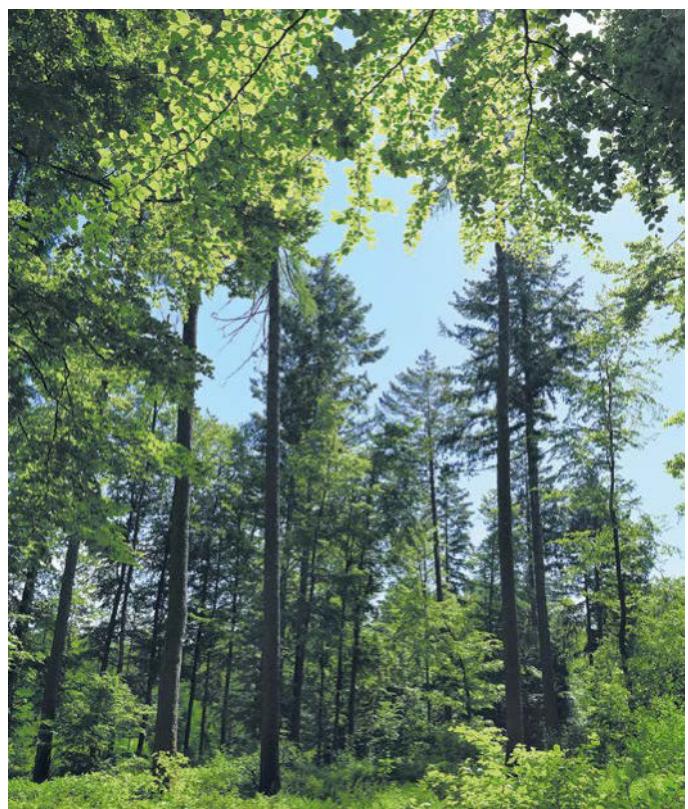
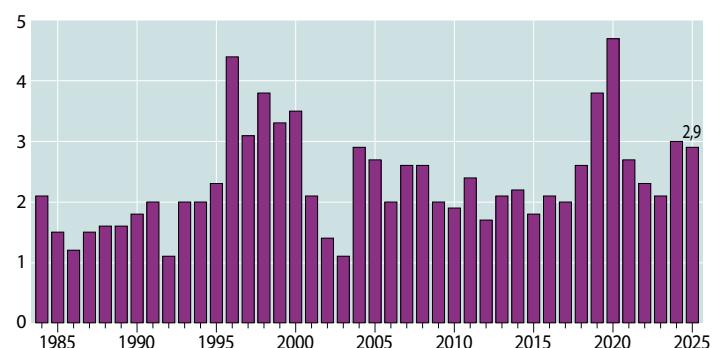


Foto: J. Evers

Absterberate

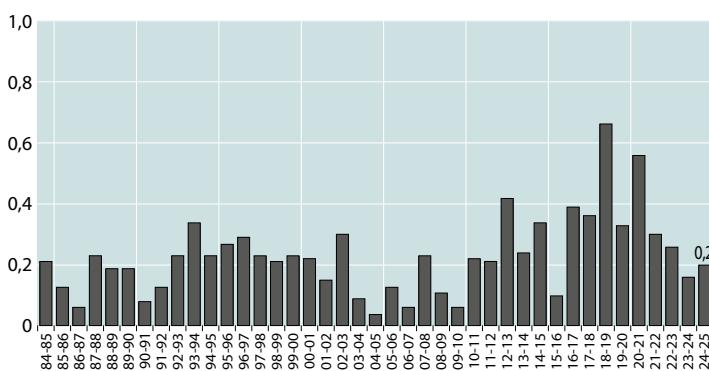
Bäume mit einer erstmaligen Kronenverlichtung von 100 % gehen in die Absterberate ein. 2025 starben in Schleswig-Holstein insgesamt 6 Bäume neu ab, was bei der Gesamtzahl von 3072 angesprochenen Bäumen einem Prozentsatz von 0,2 % entspricht.

Im Mittel der Beobachtungsjahre liegt die Absterberate für alle Baumarten und Alter bei 0,23 % auf einem sehr niedrigen Niveau. Geringfügige Anstiege gab es 2025 nur bei Eiche und der Gruppe der anderen Laubholzger.

Ausfallrate

In die Ausfallrate zählen alle infolge von Sturmwurf, Trockenheit, Insekten und Pilzbefall am Stichprobenpunkt entnommenen Bäume. In Schleswig-Holstein sind vor allem Stürme für einen Anstieg der Ausfallrate verantwortlich. Die mit 5 % höchsten Ausfälle versursachte das Sturmtief "Xaver" im Oktober 2013.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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

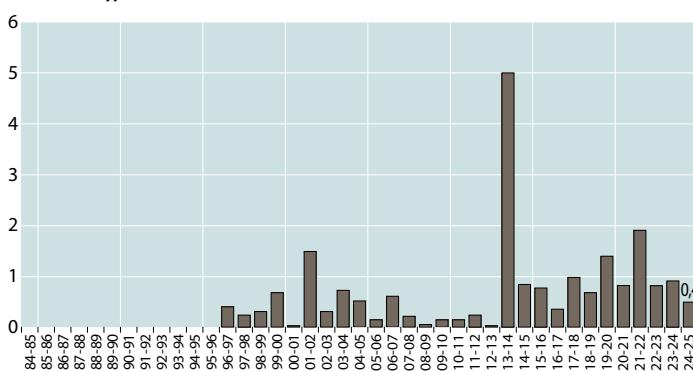


Foto: J. Evers



Foto: J. Evers

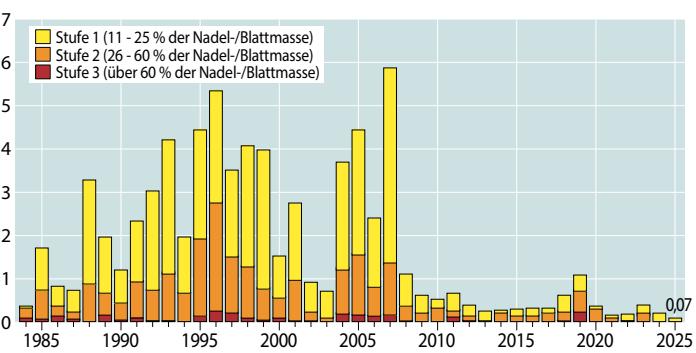
für einen Anstieg der Ausfallrate verantwortlich. Die mit 5 % höchsten Ausfälle versursachte das Sturmtief "Xaver" im Oktober 2013.

2025 fielen 0,49 % der Stichprobenbäume aus, was einen Rückgang von ca. einem halben Prozentpunkt gegenüber dem Vorjahr darstellt.

Vergilbung

Vergilbungen von Nadeln oder Blättern sind in Schleswig-Holstein im Beobachtungszeitraum insgesamt wenig aufgetreten. Der Anteil von Bäumen mit Vergilbungen der Nadeln bzw. Blätter von über 10 % am Gesamtkollektiv liegt im Mittel bei 1,7 % und maximal bei 5,9 % im Jahr 2007. Seit 2008 sind durchgehend niedrige Vergilbungswerte ermittelt worden, die nur in den Jahren 2008 und 2019 über 1 % lagen. 2025 markiert der Wert 0,07 % ein neues Minimum in der Zeitreihe.

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



Fazit

Die mittlere Kronenverlichtung für den Gesamtwald in Schleswig-Holstein verringert sich 2025 leicht gegenüber dem Vorjahr. Vor allem bei den über 60-jährigen Bäumen gibt es leichte Verbesserungen. Sowohl die Absterberate als auch der Anteil der als Schadholz entnommenen Bäume (Ausfallrate) sind 2025 sehr niedrig.

Die Vergilbung hat 2025 einen neuen Minimalwert erreicht.

Buche

Ältere Buche

Die Kronenverlichtung der über 60-jährigen Buchen lag in den vergangenen Jahrzehnten zwischen 20 % und 38 % bei einem Mittelwert von 26 %. Höchstwerte wurden in den Jahren 2000 und 2004 erreicht. Auch die Jahre 2009, 2011, 2019 und 2024 fallen durch überdurchschnittliche Kronenverlichtungswerte auf, auf die in allen Fällen ein Absinken im Folgejahr zu beobachten ist. Ursache dafür ist jeweils starke Fruktifikation, denn jedes dieser Jahre war für Buche in Schleswig-Holstein ein Mastjahr. 2025 sank die Kronenverlichtung um fünf Prozentpunkte auf 26 %.

Jüngere Buche

Bei den Buchen sind die Unterschiede in der Belaubungs-dichte zwischen jüngeren und älteren Beständen besonders stark ausgeprägt. Bei der jüngeren Buche liegt das langjährige Mittel der Kronenverlichtung bei 7 %. Sie reagierte mit einem moderaten Anstieg der Kronenverlichtung auf die Trockenjahre 2018 und 2019. Im aktuellen Erhebungsjahr 2025 sank der Wert im Vergleich zum Vorjahr leicht von 9 % auf 7,5 %. Da die Blühfähigkeit der Buche erst mit einem Alter

Mittlere Kronenverlichtung in %

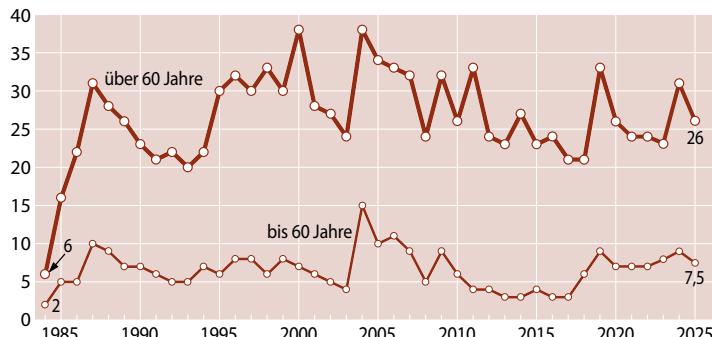


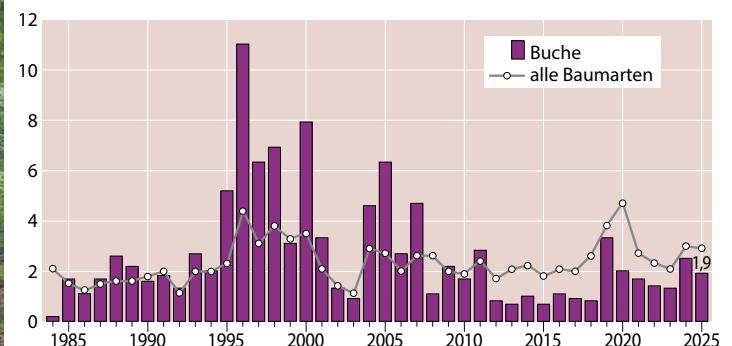
Foto: J. Evers

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 schwankte auch der Anteil stark geschädigter Buchen (alle Alter) im Beobachtungszeitraum erheblich. Die Werte lagen zwischen 0,2 % (1984) und 10,8 % (1996). Mit 1,9 % liegt der Anteil stark geschädigter Buchen 2025 sowohl unter dem langjährigen Mittel von 2,6 % als auch um 0,6 Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert.

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 1984–2025 0,06 % und maximal 0,4 % (2019) die niedrigste Absterberate auf. Bis auf das Jahr 1996 ist die Rate bei Buche immer niedriger als die aller Baumarten. 2025 starb keine Buche neu ab. Damit erhöht sich die Zahl der Jahre mit einer Absterberate von 0 % auf 27 im 41-jährigen Beobachtungszeitraum.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

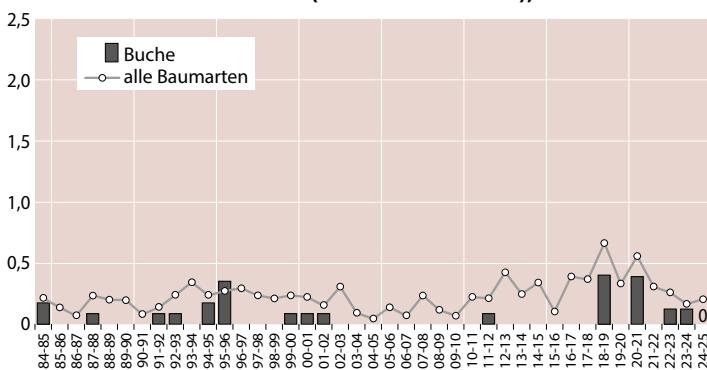


Foto: J. Evers

Ausfallrate

Die durchschnittliche Ausfallrate ist bei Buche über alle Jahre hinweg mit 0,31 % niedrig. 2014, 2015, 2018 und 2022 sind durch Sturmschäden vermehrt Buchen ausgefallen, wobei

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

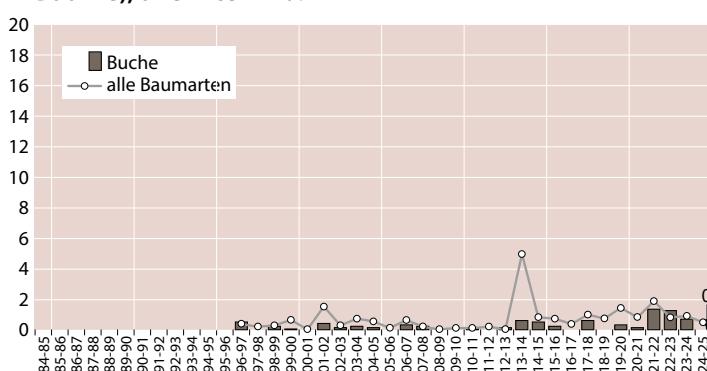


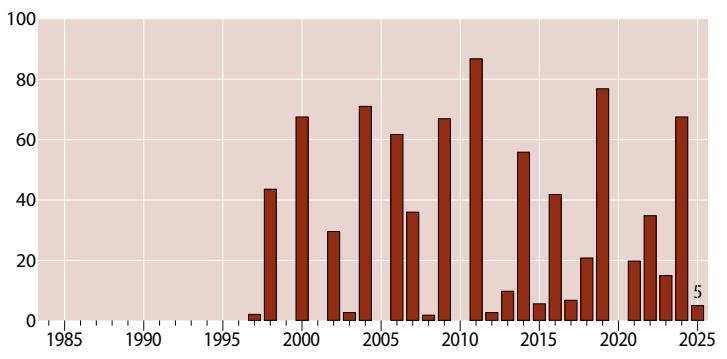
Foto: J. Evers

das Maximum von 1,4 % im Jahr 2022 erreicht wurde. Im Jahr 2025 fiel keine Buche durch Windwurf oder biotische Ursachen aus. Damit liegt die Ausfallrate in insgesamt 9 der 41 Beobachtungsjahre bei 0 %.

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-Jahresintervalle, 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. Nach dem Mastjahr 2024 haben 2025 mit 5 % nur sehr wenige ältere Buchen stark fruktifiziert.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



Eiche

Ältere Eiche

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Eichen war zu Beginn der Zeitreihe sehr niedrig. Es folgte ein rascher Anstieg mit besonders hohen Kronenverlichtungswerten bis über 30 % in den Jahren 1999 und 2004 bzw. 2005. Seitdem bewegten sich die Werte auf einem erhöhten Niveau um 25 %. Nach dem Anstieg im Vorjahr sanken die Werte 2025 leicht von 29 % auf 28 % ab. 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 etwa 10 Jahren wird jedoch eine stetige Vitalitätsabnahme beobachtet, obwohl während der Waldzustandserhebung kaum Schäden durch Insektenfraß dokumentiert werden. 2025 lag der Anteil von Eichen mit mittlerem oder starkem Fraß bei 7,1 % (siehe Abb. Seite 13 unten).

Jüngere Eiche

Wie bei der Buche sind die Kronenverlichtungen der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre deutlich niedriger als die der älteren Eichen. Im Zeitraum von 1984–2003 wurden Werte

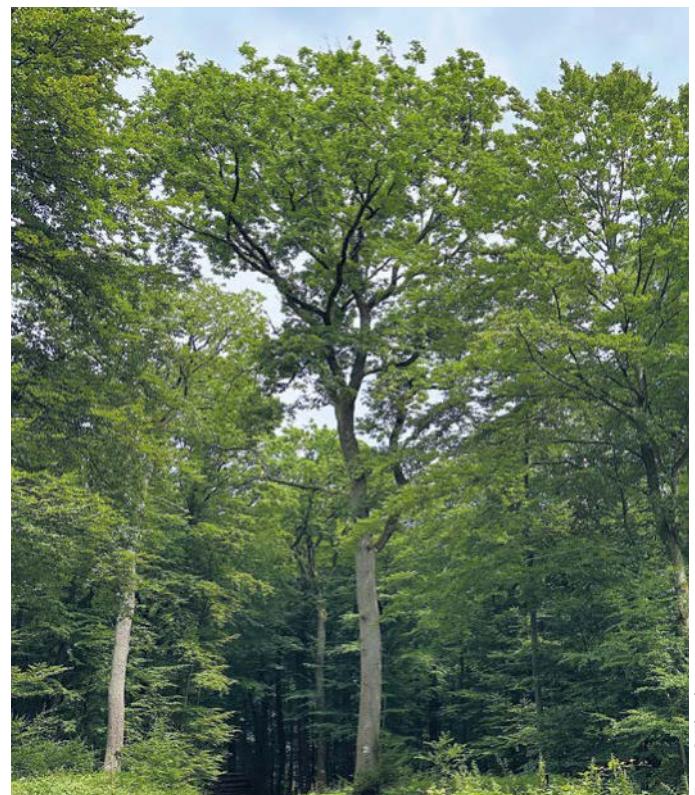


Foto: C. Klinck

um 5 % ermittelt. Der Trockensommer 2003 verursachte einen Anstieg auf 12 %, und auch in den Folgejahren waren die Werte noch erhöht. Von 2012–2017 sanken die Werte wieder auf etwa 5 %. Ab 2018 gab es einen steten und deutlichen Anstieg der mittleren Kronenverlichtung bei den jüngeren Eichen. 2025 sank der Wert erstmalig wieder leicht um zwei Prozentpunkte auf 14 %. Damit liegt er genau doppelt so hoch wie das langjährige Mittel (7 %).

Starke Schäden

Im langjährigen Mittel sind in Schleswig-Holstein 1,3 % der Eichen aller Alter stark geschädigt. 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. Nach dem deutlichen Anstieg des Wertes 2024 auf 3,2 % sind 2025 nur noch 1,1 % der Eichen als stark geschädigt eingestuft.

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

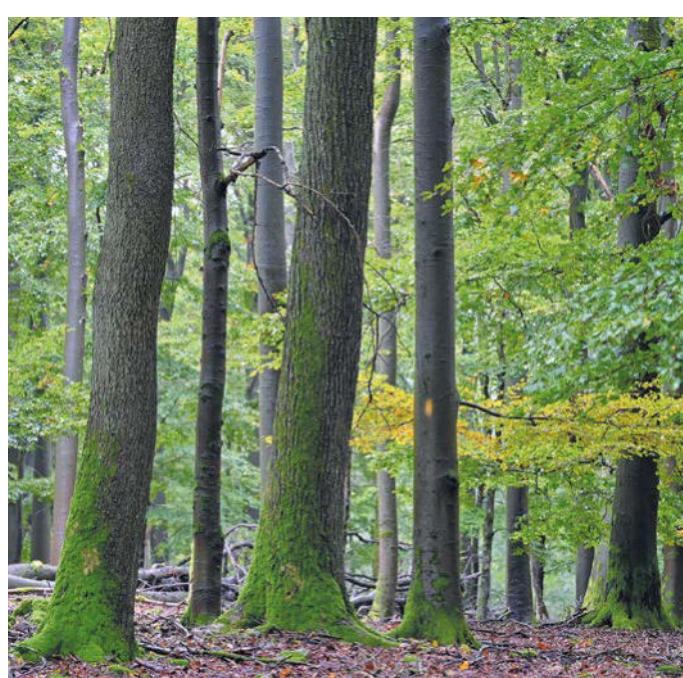
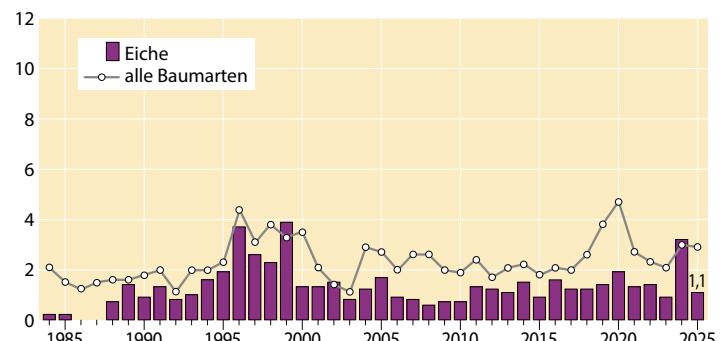


Foto: J. Evers



Absterberate

Die Absterberate der Eichen ist im Mittel der Jahre 1984–2025 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 %. 2025 erhöhte sich die Rate von 0 % auf 0,22 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

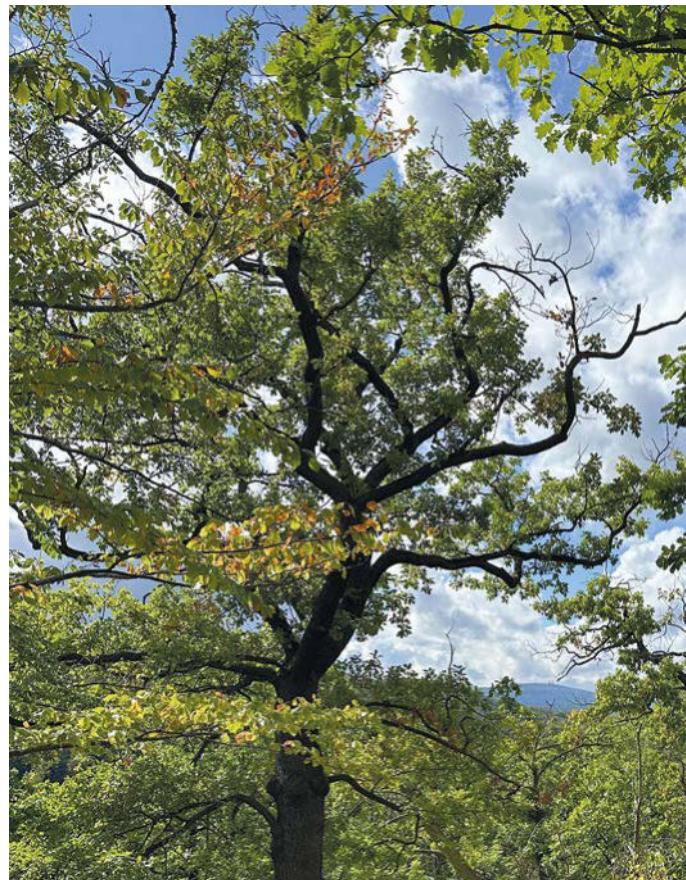
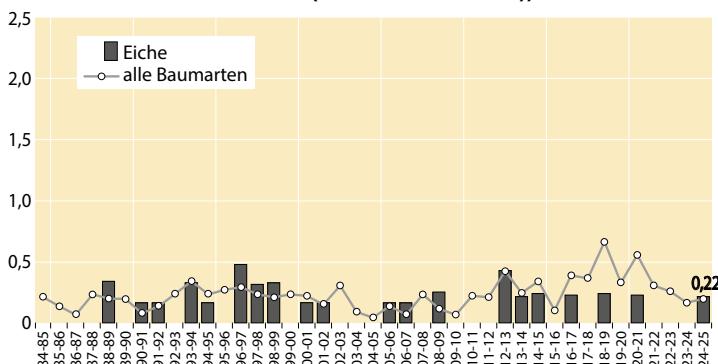
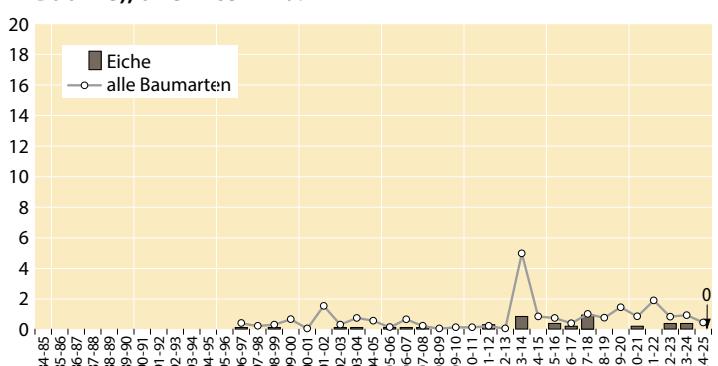


Foto: C. Klinck

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 0,17 % vergleichsweise deutlich überschritten. 2025 wurde keine Eiche außerplanmäßig aufgrund von Sturmschäden oder Insektenbefall aus dem WZE-Kollektiv entnommen, die Ausfallrate liegt bei 0 %.

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



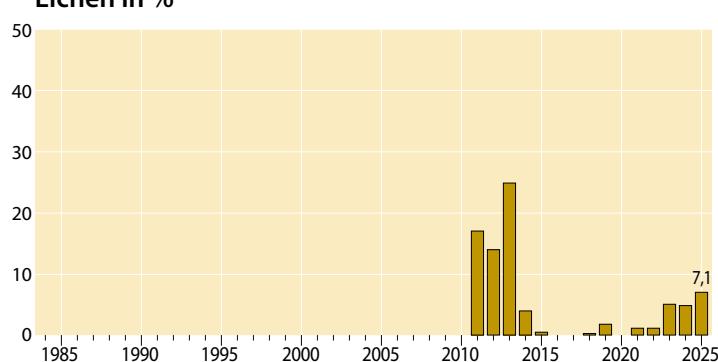
Fruchtbildung

Die Fruchtbildung der Eiche ist zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung im Juli und August nur schwer einzuschätzen, weil die Eicheln dann noch sehr klein sind. 2025 konnte dennoch nach 16 % im Vorjahr bei 27 % der Eichen ein mittlerer bis starker Fruchtbehang erkannt werden. Es ist davon auszugehen, dass dieser Wert die tatsächliche Fruktifikationsintensität unterschätzt.



Foto: C. Klinck

Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %



Fichte

Ältere Fichte

Bei der älteren Fichte lag die mittlere Kronenverlichtung im Betrachtungszeitraum zwischen 19 % und 37 % um einen Mittelwert von 29 %. Nach einer Phase des Absinkens von 33 % im Jahr 2011 auf 19 % im Jahr 2018 stiegen die Werte mit einer Unterbrechung zwischen 2020 und 2023, in der sie konstant bei 27 % lagen, wieder an. Sie erreichen 2025 32 % und liegen damit über dem langjährigen Mittel.

Auffällig ist bei der älteren Fichte ein sehr geringer Behang. Sehr vielen Fichten tragen noch reichlich Zapfen aus dem Vorjahr, diesjährige Zapfen wurde jedoch kaum dokumentiert.

Jüngere Fichte

Im Betrachtungszeitraum unterschied sich die Kronenverlichtung der jüngeren, unter 60-jährigen Fichten anfangs deutlich von der älteren Fichten. Bis 2009 lagen die Werte für die jüngeren Bäume ca. 20 Prozentpunkte unter denen der älteren Bäume.

Mittlere Kronenverlichtung in %

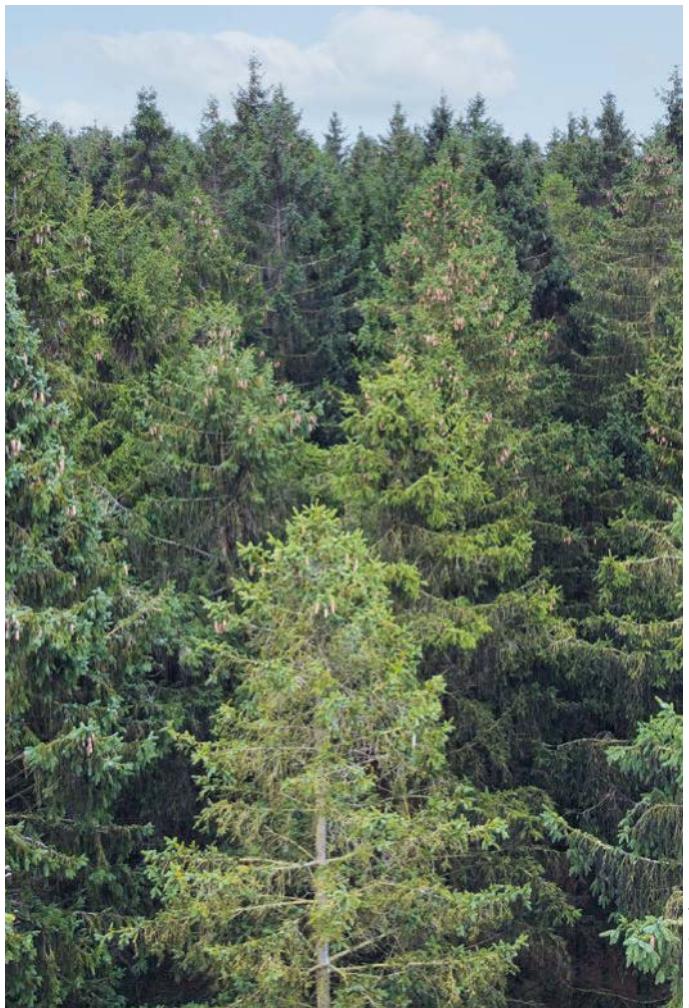


Foto: M. Spielmann



Foto: M. Spielmann

ren Bäume. Seitdem haben sich die Kronenverlichtungswerte beider Altersgruppen angenähert. Aktuell liegen sie für die jüngeren Fichten mit 20 % 12 Prozentpunkte unter dem Wert der älteren Fichten und 7 Prozentpunkte über dem langjährigen Mittelwert.

Starke Schäden

Im Mittel der Erhebungsjahre 1984–2025 wurden 2,6 % der Fichten aller Alter als stark geschädigt eingestuft. 2025 erreicht der Wert mit 4,8 % ein neues Maximum in der Zeitreihe. Er liegt auch über dem diesjährigen Wert für alle Baumarten (2,3 %).

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

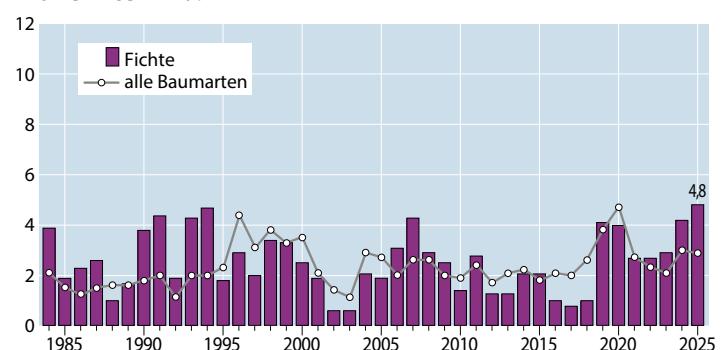


Foto: C. Klinck

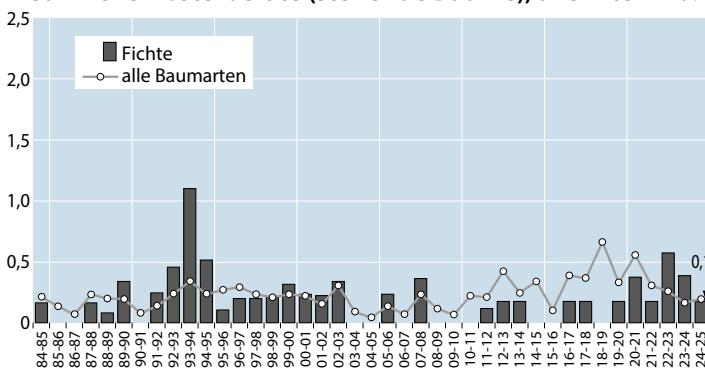


Foto: C. Klinck

Absterberate

Die Absterberate der Fichten liegt im Mittel der Jahre 1984–2025 bei 0,21 % mit einem Maximum von 1,1 % im Jahr 1994. Für 2023 wurde mit 0,6 % der zweithöchste Wert der Zeitreihe ermittelt, danach sank die Rate wieder. 2025 liegt sie bei 0,19 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Jährlich fallen im Mittel (1997–2025) ca. 1 % der Fichten in der WZE-Stichprobe durch Sturmschäden oder Insektenbefall aus. Nach den Orkanen „Christian“ und „Xaver“ waren es 2014 mit 4,8 % besonders viele Fichten. Nach der niedrigen Ausfallrate von 0,19 % im Vorjahr stieg der Wert 2025 auf 0,96 % an. Er liegt damit etwas über dem Wert von 0,73 % für den Gesamtwald.

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

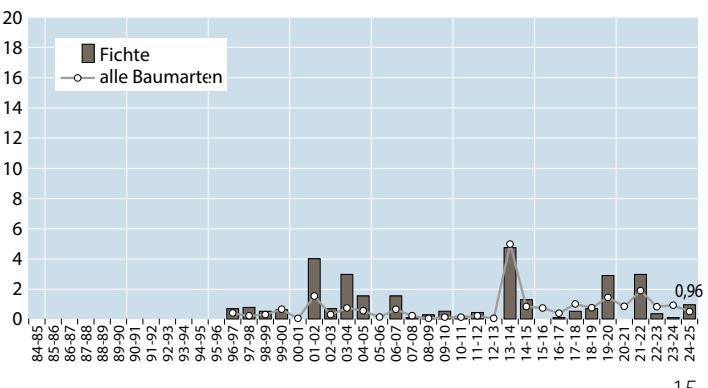


Foto: C. Klinck



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. 2025 beträgt er 15 %.

Mittlere Kronenverlichtung in %

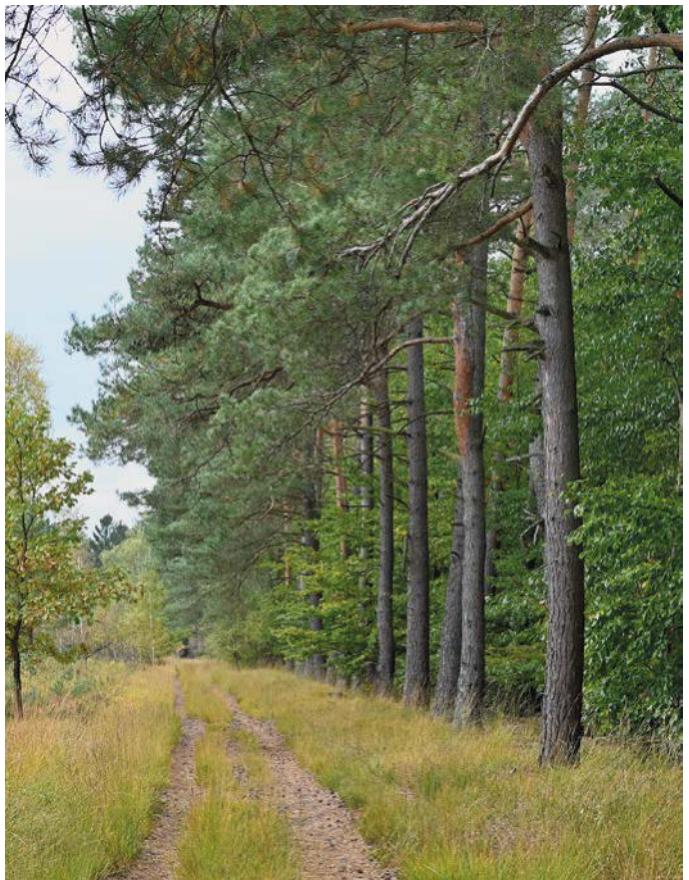
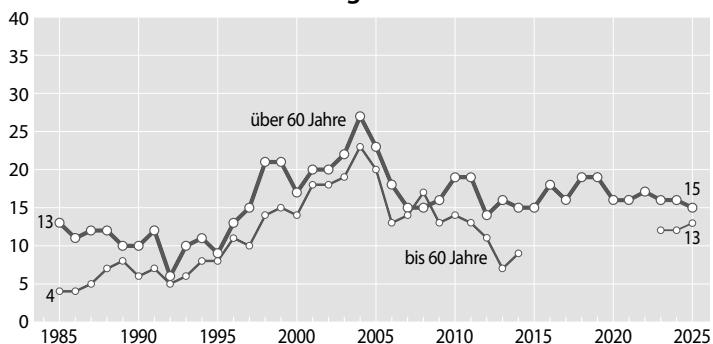


Foto: J. Evers



Foto: J. Evers

Jüngere Kiefer

Die Kronenverlichtung der jüngeren Kiefern folgt 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 werden musste. Seit 2023 kann der Wert wieder angegeben werden. Er liegt 2025 bei 13 %. Der Mittelwert über alle Jahre ist mit 11 % etwas niedriger.

Starke Schäden

Mit 0,9 % im Mittel der Zeitreihe 1984–2025 sind die starken Schäden bei Kiefer vergleichsweise gering. Der Wert für 2025 lag mit 0,6 % noch darunter und auch weit unter dem Wert für alle Baumarten (2,3 %).

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

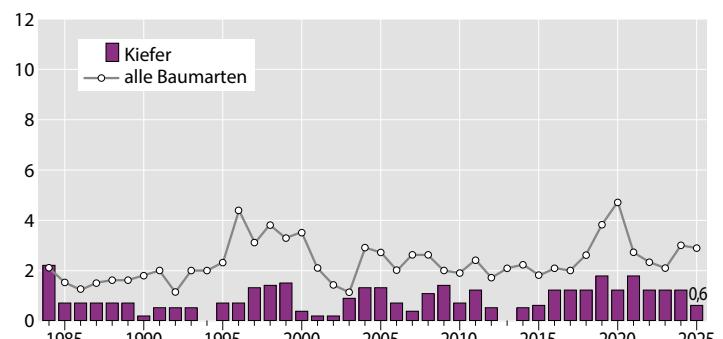




Foto: J. Evers

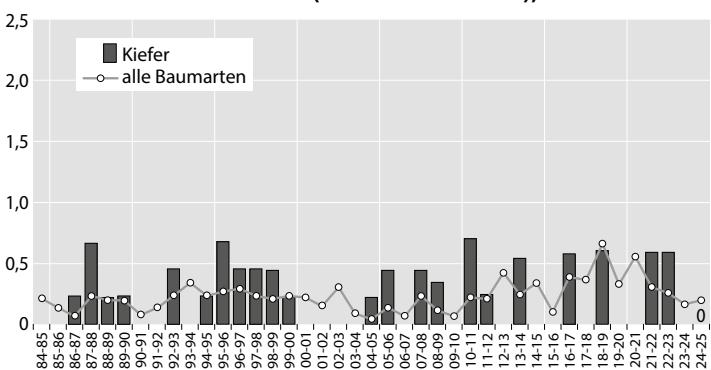
Absterberate

Die Absterberate der Kiefer liegt im Mittel der Zeitreihe bei 0,23 %. Im Erhebungszeitraum schwankt sie 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 %. Wie auch im Vorjahr starb 2025 keine Kiefer aus der WZE-Stichprobe neu ab.

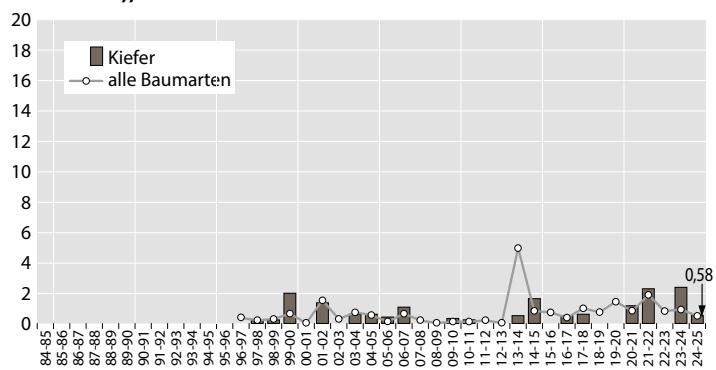
Ausfallrate

Die Kiefer hat im Vergleich zu anderen Nadelbäumen in Schleswig-Holstein eine relativ geringe Ausfallrate. Für das WZE-Kollektiv beträgt sie im Mittel über alle Jahre 0,59 %. Nachdem im Vorjahr mit 2,4 % ein neuer Höchstwert erreicht wurde, fielen 2025 mit 0,58 % deutlich weniger Kiefern aus. Dieser Anteil liegt leicht über dem Wert für den Gesamtwald.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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 2025 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 Trendaussagen 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 Bergahorn auch z. B. Esche, Hainbuche, Pappel, Roteiche oder Wildkirsche. Bei den anderen Nadelbäumen handelt es sich vorwiegend um Sitkafichte, Europäische und Japanlärchen sowie Douglasie, aber auch z. B. um Edel-, Weiß-, Nordmanns- 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 42-jährigen Zeitreihe dar. Zwischenzeitlich sank der Wert wieder allmählich und erreichte 2022 17 %. Nach dem Anstieg auf 21 % im Vorjahr sank der Wert 2025 wieder auf 20 %. Er 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 %

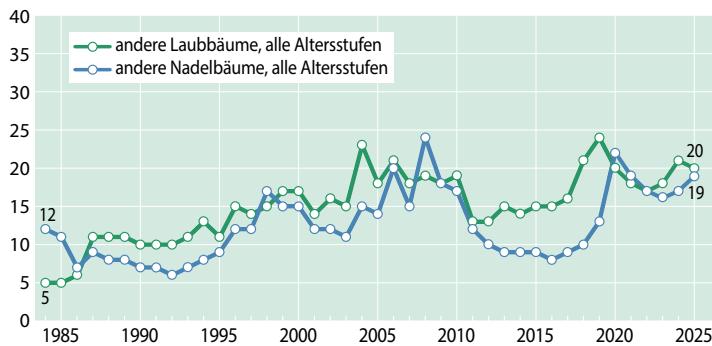


Foto: J. Evers



Foto: T. Friedhoff

Sitkafichte

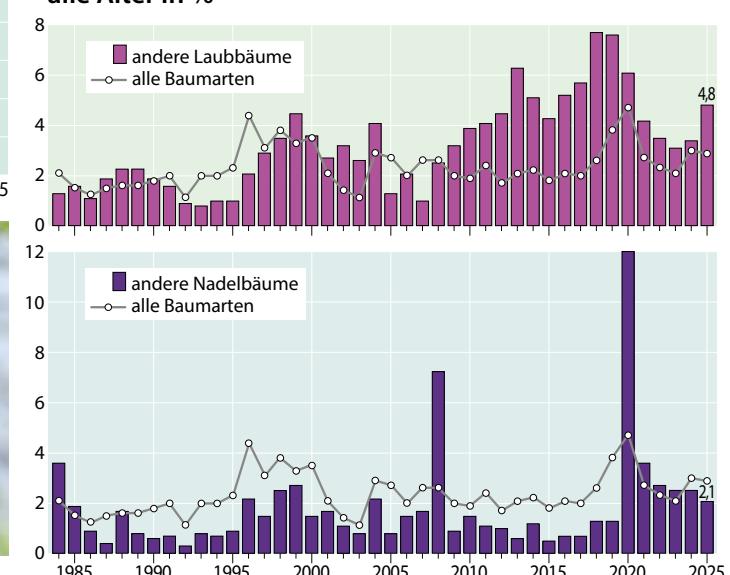
höchste Wert seit 1984 erreicht. Nach einer Erholungsphase stieg der Wert 2025 von 17 % im Vorjahr auf 19 %. Er liegt damit ca. 6 Prozentpunkte über dem langjährigen Mittelwert.

Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt für die Gruppe der anderen Laubbäume (alle Alter) im Erhebungszeitraum im Mittel bei 3,3 %. Mit Ausnahme von 2023 wurde dieser Durchschnittswert seit 2009 fortlaufend überschritten. Auch 2025 liegt er mit 4,8 % deutlich darüber.

Für die anderen Nadelbäume (alle Alter) gibt es 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 %. 2025 wurden mit 2,1 % etwas weniger Bäume als stark geschädigt eingestuft als im Vorjahr.

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



Absterberate

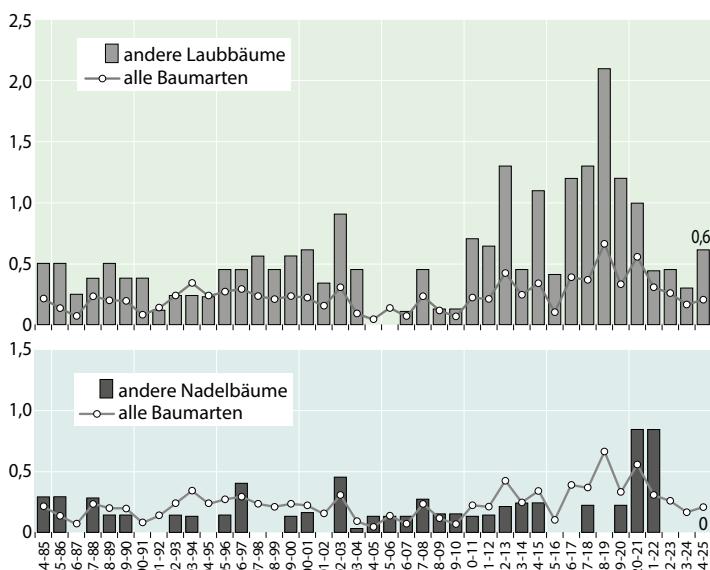
Die Absterberate der anderen Laubbäume liegt in fast allen Erhebungsjahren über dem Wert aller Baumarten. Im Jahr 2025 sind mit 0,61 % doppelt so viele Bäume abgestorben wie im langjährigen Mittel (0,55 %).

Die Absterberate der anderen Nadelbäume liegt im Zeitraum 1984–2024 im Mittel bei 0,17 %. Das dritte Jahr in Folge starb 2025 kein Baum aus der Gruppe der anderen Nadelhölzer neu ab.

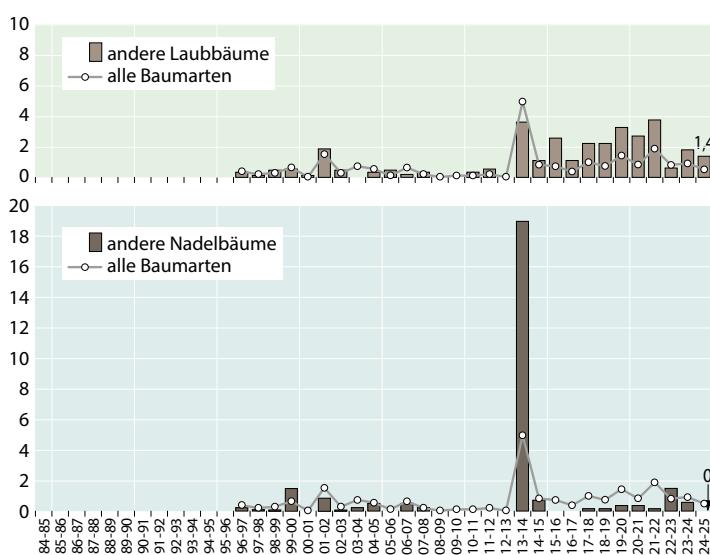
Ausfallrate

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 auch 2025 liegt er mit 1,4 % darüber.

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 und erreichte mit 19 % ein absolutes Maximum der Ausfallrate. Anschließend blieb die Rate mit unter 0,5 % niedrig. Nach einem vorübergehenden Anstieg auf 1,5 % im Jahr 2023 fiel 2025 kein Baum neu aus.

Esche

Die Esche spielt in Schleswig-Holstein eine besondere Rolle. Sie kommt mit einem Anteil von 1,7 % am Gesamtkollektiv allerdings nicht sehr häufig vor; in der Gruppe der anderen Laubhölzer steht sie mit 7,6 % an vierter Stelle. Daher sind Ergebnisse zur Esche statistisch nicht belastbar und sollen hier nur zur Orientierung aufgeführt. 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. 2025 liegen sie bei 41 %, und 25 % der Eschen sind stark geschädigt.



Foto: C. Klinck

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 2 Eschen aus dem Kollektiv neu ab, was einer Rate von 3,7 % entspricht. Die Ausfallrate ist wie im Vorjahr erhöht und beträgt 2025 mit 11 % ([siehe dazu Seite 42](#)).

Sitkafichte

Die Sitkafichte ist mit einem Anteil von 31 % die häufigste Baumart in der Gruppe der anderen Nadelbäume und ist im WZE-Gesamtkollektiv mit einem Anteil von ca. 5 % vertreten. Wie bei der Esche reicht es auch hier durch die geringe Baumzahl nur für einen groben Überblick und nicht für eine statistisch gesicherte Aussage. 2020 hatten die Schäden bei der Sitkafichte (alle Alter) – auch aufgrund von Befall durch die Fichtenröhrenlaus – sehr stark zugenommen. Die mittlere Kronenverlichtung lag bei 50 % und übertraf damit alle bisherigen Werte im Erhebungszeitraum. Seitdem verbesserte sich die Situation allmählich. Allerdings stieg die Kronenverlichtung 2025 wieder leicht um einen Prozentpunkt gegenüber dem Vorjahr an und liegt nun bei 29 %. Wie im Vorjahr wurden 6 % der angesprochenen Sitkafichten auch im aktuellen Jahr 2025 als stark geschädigt eingestuft. Die Absterberate liegt das vierte Jahr in Folge bei 0 %. Auch die Ausfallrate liegt bei 0 %, da 2025 keine Sitkafichte aus dem Kollektiv außerplanmäßig als Schadholz entnommen wurde.

Fallbeispiele anderer Laub- und Nadelbäume in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen

Vitalität von Gemeiner Birke, Bergahorn, Europäischer Lärche und Douglasie

Caroline Klinck

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524620>

In der Waldzustandserhebung werden die sogenannten Nebenbaumarten in den Gruppen der anderen Laub- und der anderen Nadelhölzer zusammengefasst. Immer häufiger jedoch werden Baumarten dieser beiden Gruppen in Wäldern eingebracht, um den Ausfall der Hauptbaumarten zu kompensieren oder um die Baumartenvielfalt in den Beständen zu erhöhen und damit das Risiko von Schäden zu verringern.

Die Waldzustandsberichte beschreiben seit Jahren die Vitalität dieser beiden Baumartengruppen, ohne ausführlicher auf einzelne Baumarten eingehen zu können. Hintergrund ist die geringe zahlenmäßige Besetzung in den Datensätzen, sofern die Bundesländer einzeln betrachtet werden.

Im Folgenden wird der Ansatz verfolgt, die Daten der Nebenbaumarten nach den beiden Altersklassen getrennt über die vier Trägerländer der NW-FVA Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen zusammenzufassen, um einen stabileren Datensatz zu erhalten. Für einige Baumarten reicht auch das nicht aus, um statistisch gesicherte Aussagen treffen zu können. Außerdem erhöht sich durch das große Bezugsgebiet die Standortsvielfalt, die einen erheblichen Einfluss auf die Vitalität hat. Die Ergebnisse sind daher stets vor diesem Hintergrund zu bewerten.

In den folgenden Abbildungen sind, getrennt nach den Altersgruppen ≤ 60 Jahre und > 60 Jahre, die mittleren jährlichen Kronenverlichtungen von Buche, Eiche, Birke und Bergahorn sowie von Kiefer, Fichte, Europäischer Lärche und Douglasie dargestellt. Dabei ist jeweils im unteren Diagrammteil die Anzahl der eingehenden Bäume pro Jahr für die Nebenbaumarten eingefügt und oben die der Hauptbaumarten. Veränderungen dieser Zahlen sind nicht zwingend auf veränderte Anteile im Wald zurückzuführen, sondern können auch durch Änderungen der Rasterdichte verursacht sein.

Für eine Vitalitätsbetrachtung ist außerdem die Absterberate von Bedeutung. Sie bezieht sich auf alle Altersstufen.



Gemeine Birke

Bezogen auf das WZE-Stichprobennetz der vier betrachteten Bundesländer ist die Gemeine Birke oder Sandbirke mit einem Gesamtanteil von 4 % aktuell die häufigste Baumart neben den vier Hauptbaumarten. Die seltenere Moorbirke wird hier nicht betrachtet.

Die Gemeine Birke kommt in allen betrachteten Bundesländern vor. Als Pionierbaumart erreichen die

hier untersuchten Birken selten Alter über 100 Jahre. Von den jüngeren Birken des WZE-Kollektivs stehen jeweils 35 % in Niedersachsen und Schleswig-Holstein, 22 % in Sachsen-Anhalt und 8 % in Hessen. Bei den älteren Birken befinden sich 40 % in Niedersachsen, 28 % in Sachsen-Anhalt, 23 % in Schleswig-Holstein und 9 % in Hessen.

Die Kronenverlichtung der jüngeren Birken liegt im Mittel bei etwa 15 % und ist damit im Vergleich zu den anderen Laubbauarten relativ hoch. Im Erhebungszeitraum gab es Phasen erhöhter Werte wie Anfang der 1990er Jahre, zwischen 2004 und 2006 sowie ab 2018, und Phasen mit niedrigen Werten wie 2011–2017. Nach dem Trockenjahr 2003 gab es einen Anstieg der Werte. 2018 erhöhte sich die mittlere Kronenverlichtung bereits im Trockenjahr selbst und in den Folgejahren noch weiter. Sie erreichten im Jahr 2019 einen Maximalwert von fast 40 %.

Zur Beurteilung der Vitalität muss darauf hingewiesen werden, dass die Kronenverlichtungswerte innerhalb der Jahre selten normalverteilt sind. Gerade in den Jahren nach 2018 lag der Median, also der Wert, den die Hälfte der Bäume aufwies, deutlich unter dem Mittelwert. Das bedeutet einerseits, dass die Spannbreite der Kronenverlichtungswerte in den Jahren sehr groß ist und es durchaus eine große Zahl an Birken gibt, die sehr niedrige Verlichtungen aufweisen. Andererseits gibt es genügend Birken mit hohen und sehr hohen Verlichtungswerten, die den Mittelwert anheben. Diese Birken sind in ihrer Vitalität geschwächt, was durch die relativ hohe mittlere Absterberate bestätigt wird. So starben im Mittel der Betrachtungsjahre mit 0,9 % vergleichsweise viele der Birken des WZE-Kollektivs ab (ohne Abb.). Es gab auch insgesamt nur vier Jahre, in denen die Rate bei null lag. Am höchsten war sie im Jahr 2019, als fast 8 % der Birken (49 Einzelbäume) abstarben.

Bergahorn

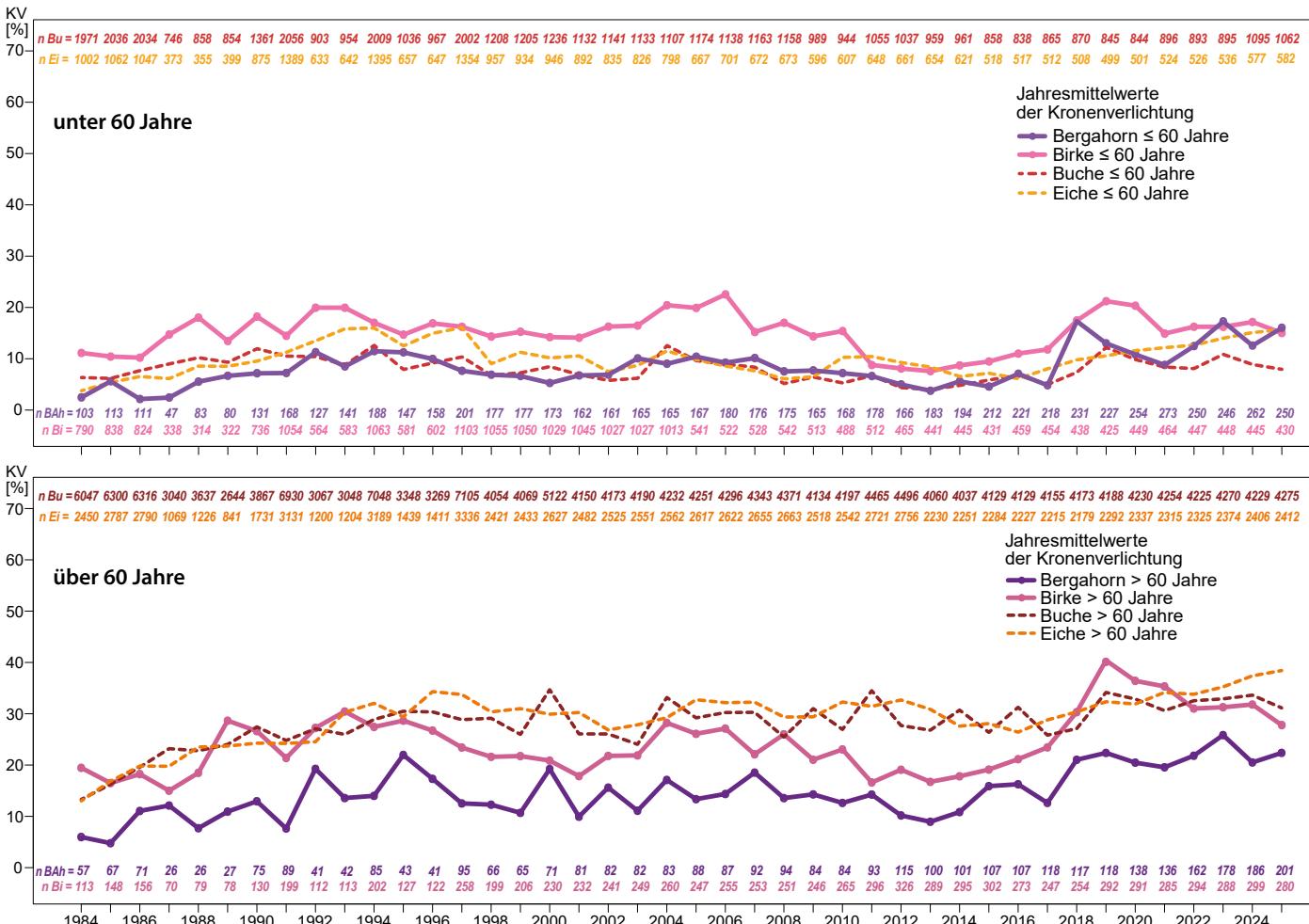
Die im WZE-Datensatz vorhandenen Bergahorne befinden sich zu ähnlichen Anteilen in allen vier Trägerländern der NW-FVA (unter 60 Jahre: 32 % Niedersachsen, 26 % Hessen, 24 % Schleswig-Holstein, 18 % Sachsen-Anhalt; über 60 Jahre: jeweils 32 % Niedersachsen und Sachsen-Anhalt, 30 % Schleswig-Holstein, 6 % Hessen). Bezuglich der Häufigkeit des Vorkommens steht er nach Birke, Esche, Erle, und Hainbuche an fünfter Stelle in der Gruppe der anderen Laubbäume. Seit etwa 10 Jahren nimmt der Anteil von Bergahorn langsam, aber kontinuierlich zu. Die Hälfte der betrachteten Bergahorne ist jünger als 50 Jahre.

Die Altersklasse der jüngeren Bergahorne hat im Mittel sehr niedrige Kronenverlichtungen. Sie reagierten auffällig stark auf



Foto: M. Spielmann

Kronenverlichtung bei Birke, Bergahorn, Buche und Eiche für alle Bundesländer



die Trockenheit 2018, danach sanken die Werte jedoch wieder bis 2021. 2022 und 2023 stiegen die mittleren Verlichtungen wieder auf das Maximalniveau von 2018.

Die älteren Bergahorne über 60 Jahre haben im Mittel die im Vergleich zu den anderen Laubbäumarten niedrigsten Verlichtungswerte. Die Werte schwankten zwischen den Jahren relativ stark und stiegen 2018 deutlich an. Seitdem liegen sie auf erhöhtem Niveau.

Die Absterberate (ohne Abbildung) bei den Bergahornen der WZE-Stichprobe ist gering; sie liegt im Mittel bei 0,1 %. Die höchste Absterberate wurde im Jahr 2023 mit 1,23 % (5 Einzelbäume) erreicht. In 33 der 40 Betrachtungsjahre starben keine Bergahorne des Kollektivs ab.

Europäische Lärche

Neben Kiefern und Fichten sind Lärchen im WZE-Kollektiv der vier Trägerländer der NW-FVA die häufigsten Nadelbäume. Dabei ist die Europäische Lärche etwas häufiger als die Japanische Lärche. In Schleswig-Holstein überwiegen Japanische Lärchen, während in Hessen und Niedersachsen mehrheitlich und in Sachsen-Anhalt ausschließlich Europäische Lärchen stehen.

Das Vorkommen der Europäischen Lärchen in der WZE-Stichprobe hat einen Schwerpunkt in Hessen: 50 % der jüngeren und 48 % der älteren Europäischen Lärchen stehen hier. Auf

Niedersachsen entfallen 24 % der jüngeren und 38 % der älteren Lärchen. In Sachsen-Anhalt stehen 22 % der jüngeren und 8 % der älteren Bäume

und in Schleswig-Holstein 4 % bzw. 8 % der Europäischen Lärchen der WZE-Stichprobe.

Die unter 60-jährigen Europäischen Lärchen hatten eine mit den anderen Nadelbaumarten vergleichbare mittlere jährliche Kronenverlichtung. Erhöhte Werte von etwas über 15 %

wurden zu Anfang der 1990er Jahre und seit 2019 beobachtet. Die mittleren Jahreswerte der Kronenverlichtung für die älteren Europäischen Lärchen verlaufen auf einem ähnlichen Niveau wie die der Kiefer und deutlich unter dem der Fichte. Dabei schwanken die Werte zwischen den Jahren stärker als bei der Kiefer. Das kann einerseits auf den deutlich kleineren Datensatz zurückzuführen sein oder andererseits auch darauf, dass der Einfluss der saisonalen Witterung bei Lärchen durch den jährlichen Nadelabwurf früher und im Folgejahr kaum noch zu erkennen ist. So stiegen die Werte der Kronenverlichtung



Foto: T. Friedhoff

in den Trockenjahren 2018/19 stark an, sanken jedoch bereits 2020 wieder deutlich ab und blieben seitdem auf einem leicht erhöhten Niveau. Im Vergleich zu Kiefer oder Douglasie reagierten die älteren Lärchen damit kurzfristig deutlich auf die Trockenjahre, erholteten sich aber schnell wieder.

Die mittlere Absterberate über den 40-jährigen Betrachtungszeitraum liegt für die Europäischen Lärchen aller Alter bei 0,3 % (ohne Abb.), wobei in insgesamt 25 Jahren gar kein Baum neu abstarb. Die höchsten Werte gab es 2019 mit knapp 7 % bzw. 23 Einzelbäumen. Zum Vergleich: 2019 lag die Absterberate für Fichte über die vier Bundesländer mit 163 Bäumen bei 8 %.

Douglasie

Als häufig gewählte Ersatzbaumart für die Fichte spielt die Douglasie innerhalb der Gruppe der anderen Nadelbäume eine bedeutende Rolle. In der WZE-Stichprobe ist sie die zweithäufigste Baumart innerhalb der Gruppe der anderen Nadelbäume. Provenienzen können hier nicht unterschieden werden. Die im WZE-Datensatz vorkommenden jüngeren Douglasien (≤ 60 Jahre) befinden sich mit 49 % zum größten Teil in Niedersachsen; 30 % stehen in Hessen, 18 % in Schleswig-Holstein und 3 % in Sachsen-Anhalt. Von den über 60-jährigen Douglasien stehen 49 % in Hessen, 36 % in Niedersachsen, 14 % Schleswig-Holstein und 1 % in Sachsen-Anhalt.

Die Kronenverlichtungswerte der jüngeren Douglasien sind niedrig und liegen mit Werten um 10 % auf dem Niveau der jüngeren Fichten und Kiefern. Eindeutige Anstiege sind 2005/2006 und 2018 zu beobachten. Nach 2006 sanken die Werte bis zum Jahr 2009 wieder auf das Ausgangsniveau, wogegen nach 2018 bis jetzt kein Absinken erkennbar ist.

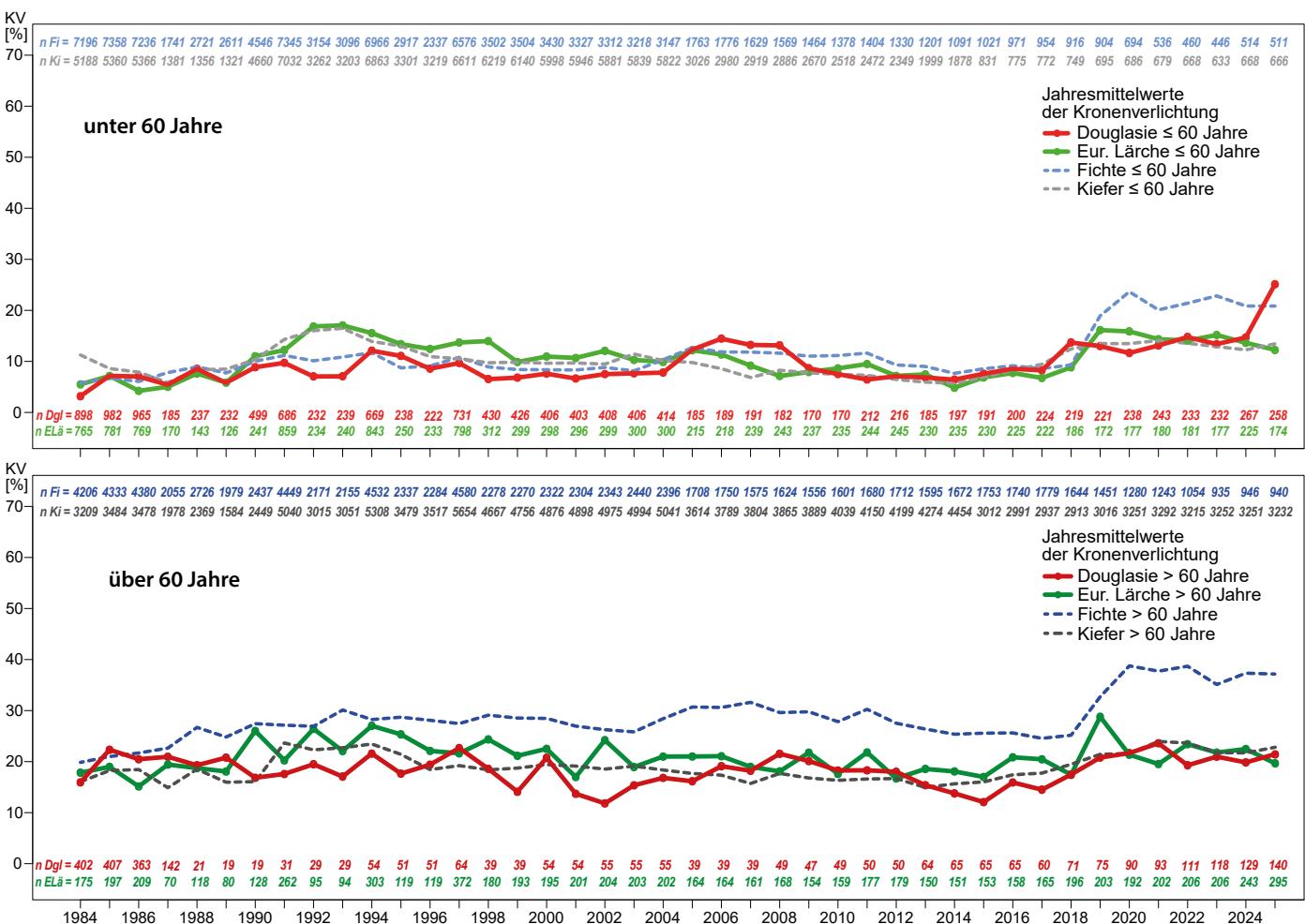


Foto: H.J. Andt

Die Jahresmittel der Kronenverlichtungswerte der älteren Douglasien liegen etwa auf dem Niveau derer der Kiefer und in einigen Jahren unter denen von Fichte, Kiefer und auch Europäischer Lärche. Nach den Trockenjahren 2018/19 stiegen die Werte langsam, aber deutlich bis 2021 an und sanken danach leicht ab. Seitdem liegen sie auf leicht erhöhtem Niveau, allerdings sehr deutlich unter den Werten der Fichte.

Im Mittel der Jahre ist die Absterberate bei Douglasie mit 0,04 % sehr gering. Im Betrachtungszeitraum gab es in 34 Jahren keine Absterbeerscheinungen innerhalb des WZE-Kollektivs. In sechs der 41 Jahre starb nie mehr als eine Douglasie neu ab.

Kronenverlichtung bei Douglasie, Europäischer Lärche, Fichte und Kiefer für alle Bundesländer



Witterung und Klima

Johannes Sutmöller

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524642>

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 Mitteltemperatur wird in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) und die Abweichung in Kelvin (K, entspricht $^{\circ}\text{C}$) angegeben. Im Waldzustandsbericht wird die Witterung des aktuellen Vegetationsjahres beschrieben. Das Vegetationsjahr umfasst die Monate Oktober des Vorjahrs bis einschließlich September des aktuellen Jahres. Um den anthropogen verursachten Erwärmungstrend zu verdeutlichen, werden die Monatsmittelwerte des aktuellen Vegetationsjahrs mit den langjährigen Werten der international gültigen Klimanormalperiode 1961–1990 verglichen. Neben eigenen Auswertungen werden die Ergebnisse aus den Klimastatusberichten des DWD berücksichtigt.

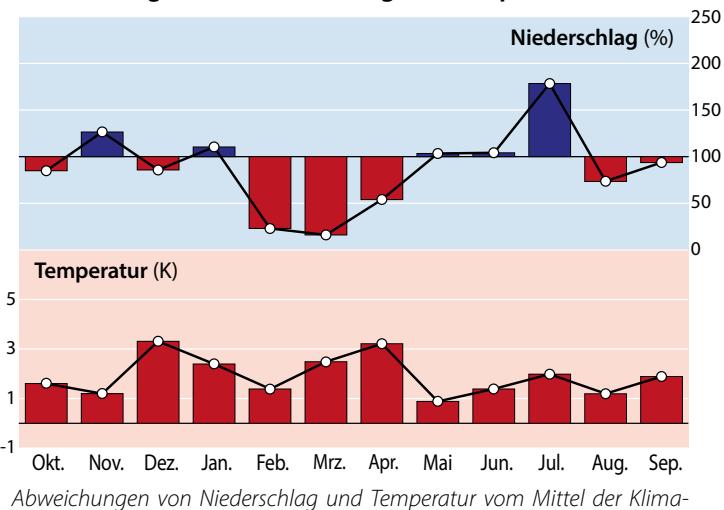
Das Vegetationsjahr 2024/25 war im Landesmittel von Schleswig-Holstein mit $10,2^{\circ}\text{C}$ um $1,9\text{ K}$ wärmer als das Mittel der Klimanormalperiode und um $0,9\text{ K}$ im Vergleich zur aktuellen Klimareferenzperiode 1991–2020 (Tabelle rechts). Dabei waren alle Monate wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode. Das Kalenderjahr 2024 (Januar bis Dezember) war mit rund $10,8^{\circ}\text{C}$ das mit Abstand wärmste Jahr seit Beobachtungsbeginn in Schleswig-Holstein. Die Jahresmitteltemperatur lag um $0,3\text{ K}$ über dem Rekordwert aus den Jahren 2020 und 2014. Im Vegetationsjahr 2024/25 fielen rund 730 mm Niederschlag. Dies sind rund 50 mm weniger im Vergleich zum langjährigen Mittel und fast 400 mm Niederschlag weniger als im vergangenen Jahr. Dabei wurde von Februar bis Juni nur etwas mehr als 60 % der sonst üblichen Niederschlagsmenge gemessen und nur die Monate November und Juli wiesen einen deutlichen Überschuss auf.

Witterungsverlauf von Oktober 2024 bis September 2025

Zu Beginn des Vegetationsjahres 2024/25 setzte sich die unbeständige Witterung der Vormonate fort. Die erste Monatshälfte im **Oktobe**r war durch eine rege Tiefdrucktätigkeit mit häufigen Niederschlägen geprägt. Fast im gesamten Land waren die Böden sehr feucht. Die Bodenfeuchte lag in den obersten Bodenschichten bis 60 cm häufig über 100 % nutzbarer Feldkapazität (nFK) und damit deutlich über den langjährigen Mittelwerten. Nach Monatsmitte setzte sich stabiles Hochdruckwetter durch und es fiel kaum noch Niederschlag. Mit 61 mm Niederschlag wurde das Monatssoll um knapp 15 % unterschritten. Die Monatsmitteltemperatur betrug $11,1^{\circ}\text{C}$. Damit war der Oktober 2024 um $1,6\text{ K}$ wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode (Tab. und Abb. rechts). Auch zu

November begann dominierte ruhiges, durch Hochdruckwetterlagen geprägtes Herbstwetter. In der zweiten Monatshälfte lebte die Tiefdrucktätigkeit auf und mehrere Sturmtiefs brachten dem gesamten Land ergiebige Niederschläge. Im Nordseeumfeld fiel verbreitet mehr als 150 % der üblichen Niederschlagsmenge. Im Landesmittel fielen 103 mm Niederschlag. Dies sind rund 25 % mehr als im 30-jährigen Mittel der Periode 1961–1990. Im November setzte sich die milde Witterung fort. Mit einer Monatsmitteltemperatur von $6,3^{\circ}\text{C}$ war der Monat $1,2\text{ K}$ wärmer als normal. Die obersten Bodenschichten wiesen

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 2024/25



Abweichungen von Niederschlag und Temperatur vom Mittel der Klima-
referenzperiode 1961–1990 (durchgezogene schwarze Linie) in Schleswig-
Holstein, Monatswerte für das Vegetationsjahr 2024/2025 (Oktober 2024–
September 2025).

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Temperaturmittelwerte und Niederschlagssummen für das Vegetationsjahr
2024/2025 (Oktober 2024–September 2025) sowie die langjährigen Mittel-
werte der Referenzperioden 1961–1990 und 1991–2020

	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)			Niederschlag (mm)		
	2024/25	1961–1990	1991–2020	2024/25	1961–1990	1991–2020
Oktober	11,1	9,5	9,9	61	73	75
November	6,3	5,1	5,7	103	82	70
Dezember	5,2	1,9	2,9	63	74	77
Januar	2,7	0,3	1,9	69	63	71
Februar	2,1	0,7	2,1	9	41	55
März	5,7	3,2	4,3	8	52	53
April	9,8	6,6	8,2	25	48	39
Nicht- vegetationszeit	6,1	3,9	5,0	338	433	440
Mai	12,4	11,5	12,2	55	53	54
Juni	16,4	15,0	15,4	71	68	73
Juli	18,3	16,3	17,7	142	80	84
August	17,4	16,2	17,6	53	74	84
September	15,2	13,3	14,2	69	74	72
Vegetationszeit	15,9	14,5	15,4	390	349	367
Vegetationsjahr	10,2	8,3	9,3	728	782	807

zu kalt* -5 K -3 K -1 K +1 K +3 K +5 K zu warm*

zu nass* 175 % 150 % 125 % 75 % 50 % 25 % zu trocken*

* Abweichung zur Periode 1961–1990

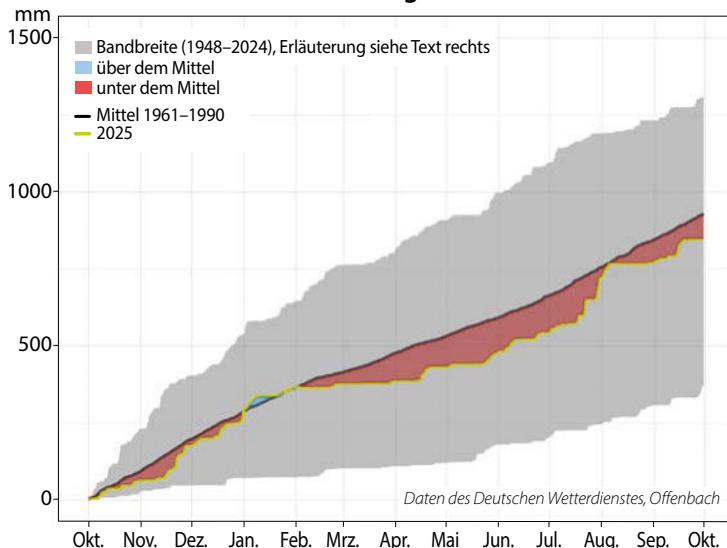
weiterhin hohe Bodenfeuchtwerte von über 100 % nFK auf. Der **Dezember** war sehr mild, trocken und infolge häufiger Inversionswetterlagen überwiegend trüb. Die Mitteltemperatur von 5,2 °C lag um 3,3 K über dem langjährigen Mittelwert der Klimanormalperiode. Das Niederschlagssoll wurde landesweit um rund 15 % unterschritten. Die Niederschlagshöhe betrug 63 mm. Infolge des geringen Verdunstungsanspruchs der Vegetation waren auch im Dezember die Böden bis 60 cm Tiefe überdurchschnittlich mit Wasser gefüllt.

Der **Januar** 2025 war nass und mild. Dabei fiel in den westlichen Landesteilen überdurchschnittlich viel Niederschlag, während im Südosten das langjährige Soll regional nicht erreicht wurde. Die Niederschlagsmenge von 69 mm im Landesmittel lag um 10 % über dem Wert der Klimanormalperiode. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 2,7 °C war der Januar um 2,5 K wärmer als im Durchschnitt der Periode 1961–1990. Im **Februar** stellte sich die Wetterlage nachhaltig um. Häufiger Hochdruckeinfluss führte dazu, dass mit 9 mm Niederschlag nur rund 20 % der üblichen Menge gemessen wurde. Besonders trocken war es mit einem Niederschlagsdefizit von bis zu 90 % in den mittleren und südlichen Landesteilen (nur 3 mm Niederschlag in Wedel). Im Laufe des Monats trockneten die Oberböden etwas ab, sodass die Böden leicht unterdurchschnittliche Wassergehalte aufwiesen. Die Monatsmitteltemperatur betrug 2,1 °C. Somit war der Februar 2025 1,4 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode und entsprach der Monatsmitteltemperatur der aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Auch der **März** war extrem trocken, überdurchschnittlich warm und sehr sonnenscheinreich. Stabile Hochdruckwetterlagen führten dazu, dass es zu ausgeprägten Tagesgängen bei der Temperatur kam und der Monat mit einer Mitteltemperatur von 5,7 °C um 2,5 K im Landesmittel zu warm war. Die Niederschlagshöhe erreichte mit 8 mm nur rund 15 % des langjährigen Klimamittels. Besonders in den westlichen und südöstlichen Landesteilen wurde an einigen Stationen so gut wie kein Niederschlag gemessen (z. B. 3 mm in Oldenburg in Holstein). Infolge der zunehmenden Verdunstungsraten und geringen Niederschläge nahm die Bodenfeuchte in den obersten 60 cm deutlich ab und lag vielfach unter den langjährigen Werten. Die trockene Witterung setzte sich mit kurzen Unterbrechungen im **April** fort.

Im Gebietsmittel von Schleswig-Holstein fielen 25 mm Niederschlag. Dies entspricht rund 50 % der langjährigen Niederschlagssumme. Dabei gab es regional große Unterschiede in der Niederschlagshöhe. Während im Nordwesten und im Osten des Landes teilweise nur 10 mm Niederschlag gemessen wurde, führten intensive Niederschläge am 23./24. April dazu, dass im äußersten Süden und Südwesten mit rund 60 mm Niederschlag das Monatssoll übertroffen wurde. In weiten Teilen des Landes nahm die Bodenfeuchte im Oberboden weiter ab und lag deutlich unter den durchschnittlichen Werten. Der April war nicht nur trocken, sondern auch warm und sehr sonnig. Die Monatsmitteltemperatur von 9,8 °C bedeutet eine positive Anomalie von 3,2 K. Auch der **Mai** präsentierte sich trocken und sehr sonnenscheinreich. Aufgrund häufiger Anströmung von kühlen Luftmassen aus nördlichen Richtungen war er jedoch nur um 0,9 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode. Die Monatsmitteltemperatur von 12,4 °C entsprach annähernd der langjährigen Temperatur der aktuellen Referenzperiode 1991–2020, wobei es in den südöstlichen Landesteilen etwas kühler war als normal. Geringer Luftfrost um -1 °C wurde nur noch zu Beginn des Monats an einigen Stationen beobachtet. Die trockene Witterung der vergangenen Monate setzte sich in den meisten Regionen fort. Im Flächenmittel von Schleswig-Holstein fielen 55 mm Niederschlag. Dies entspricht dem langjährigen Mittelwert. In den östlichen und südlichen Landesteilen wurde ein Defizit von bis zu 30 % beobachtet, während im Nordseefeld und Teilen der Mitte die mittlere Niederschlagshöhe deutlich übertroffen wurde. Infolge der anhaltenden Trockenheit im Süden und Osten lagen die Wassergehalte im Oberboden teilweise um bis zu 30 % unter den für Mai üblichen Werten. Der **Juni** war im Südosten und Nordosten von Schleswig-Holstein der fünfte zu trockene Monat in Folge. Im Landesmittel fiel jedoch mit 71 mm rund 100 % der langjährigen Niederschlagsmenge. Typisch für einen Sommermonat war die ungleiche Verteilung der Niederschläge im Land. Infolge von Starkregenereignissen wurde in einem Streifen von der Nordsee bis nach Kiel das Niederschlagssoll deutlich übertroffen (106 mm, Itzehoe), während im nordwestlichen und südöstlichen Schleswig-Holstein ein Niederschlagsdefizit von bis zu 30 % gemessen wurde. Auch die Böden waren in diesen



Akkumulierter Niederschlag im Vegetationsjahr an der Klimastation Schleswig



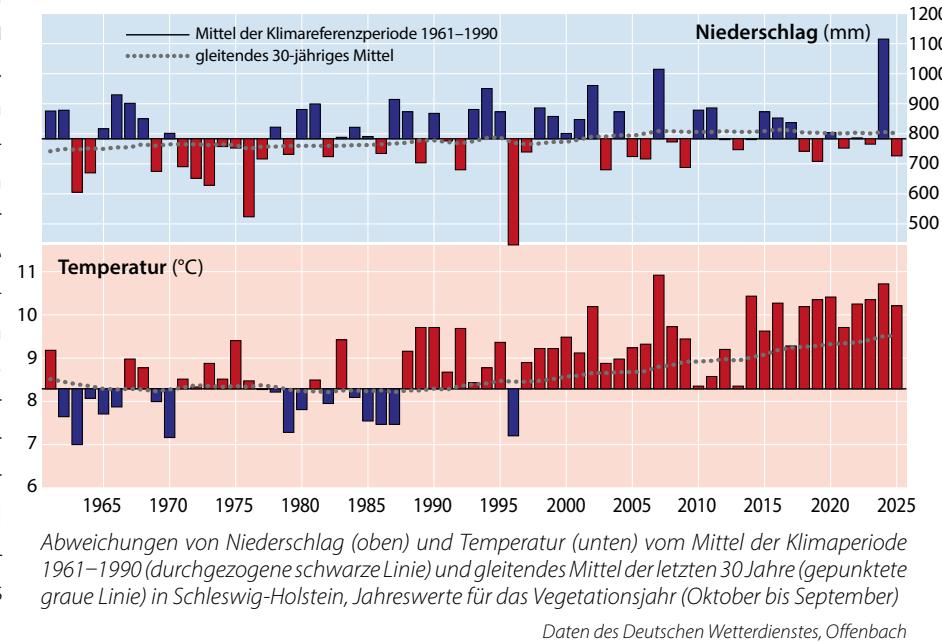
Teilen des Landes deutlich trockener als üblich. Die Monatsmitteltemperatur betrug 16,4 °C. Der Juni war im Flächenmittel 1,4 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode. Der **Juli** startete heiß. In Grambeck stieg das Thermometer am 2. Juli auf 37,6 °C. Die Monatsmitteltemperatur mit 18,3 °C lag um 2,0 K über dem Wert der Klimanormalperiode. Dabei war die Temperaturabweichung im Nordwesten von Schleswig-Holstein deutlich größer als in den südlichen Landesteilen. Im Juli wurde das Niederschlagssoll landesweit deutlich übertroffen. Besonders in den Regionen in der Landesmitte fiel teilweise mehr als das Doppelte der üblichen Niederschlagsmenge. Die Niederschlagshöhe lag im Flächenmittel bei 142 mm. An der Station Wittenborn bei Bad Segeberg betrug die Monatssumme 185 mm. Während in der Mitte des Landes die Bodenwasserspeicher in den obersten 60 cm überdurchschnittlich gefüllt waren, erreichte das Bodenwasserdefizit in den übrigen Gebieten bis zu 30 % im Vergleich zu den langjährigen Wassergehalten. Der **August** startete mit einer dreiwöchigen Trockenperiode und erst am Monatsende führte Tiefdruckeinfluss zu einer vermehrten Niederschlagsaktivität. Mit 53 mm im Gebietsmittel blieb es um knapp 30 % trockener als üblich. Der sonnige und trockene Monat war mit 17,4 °C um 1,2 K wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode. Um die Monatsmitte traten nochmals in diesem Sommer Höchsttemperaturen von mehr als 30 °C auf. Zum Abschluss des Vegetationsjahres 2024/25 folgte ein warmer und sonnenscheinreicher **September**. Die Monatsmitteltemperatur betrug 15,2 °C und lag damit um 1,9 K über dem langjährigen Mittel. Im Flächenmittel von Schleswig-Holstein fielen 69 mm Niederschlag und damit etwas weniger als das Niederschlagssoll.

In der Abbildung links ist der aufsummierte Niederschlag an der DWD-Klimastation Schleswig für das Vegetationsjahr 2024/25 im Vergleich zu den Jahren 1947/48 (Messbeginn) bis 2023/24 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 (1995/96) und das bisher niederschlagsreichste Jahr (2023/24) aufgespannt. Von Oktober 2024 bis Anfang Februar 2025 schwankten die aufsummierten Niederschläge an der DWD-Klimastation Schleswig um den langjährigen Durchschnitt der Klimanormalperiode 1961–1990. Von Februar bis Ende Juni fielen an der Messstation nur rund 180 mm Niederschlag statt der üblichen 300 mm. Zum Ende der fünfmonatigen Trockenperiode betrug das Niederschlagsdefizit mehr als 100 mm. Nachfolgend setzten im Juli vermehrt Niederschläge ein, sodass das Defizit nahezu abgebaut wurde. Da im August und September weniger Niederschlag gemessen wurde als im langjährigen Mittel, erhöhte sich das Niederschlagsdefizit bis zum Ende des Vegetationsjahres auf 85 mm.

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Obwohl das aktuelle Vegetationsjahr 0,5 K kühler war als das sehr warme Vegetationsjahr 2023/24, setzt sich der langfristige Erwärmungstrend unvermindert fort. Nach dem gleitenden Mittel der letzten 30 Jahre beträgt die Temperaturzunahme 1,2 K (Abb. unten). Seit April dieses Jahres verwendet der DWD ein neues Verfahren zur Trendlinienberechnung. Das sogenannte LOESS-Verfahren (Locally estimated/weighted Scatterplot Smoothing) bildet den beschleunigten Temperaturanstieg der letzten Jahre realitätsnäher ab als rein lineare Berechnungsmethoden. Dabei werden die Jahresmitteltemperaturen der

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 1961–2025



jüngeren Vergangenheit stärker gewichtet als die der älteren Vergangenheit. Nach dem LOESS-Verfahren beträgt die Erwärmung in Schleswig-Holstein bereits 2,2 K im Vergleich zur Klimanormalperiode. Auch im vergangenen Vegetationsjahr waren alle Monate wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode und kein Monat kühler als das Mittel der aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Das Vegetationsjahr 2024/25 war etwas trockener als im langjährigen Mittel. Es fielen knapp 730 mm bzw. 50 mm weniger Niederschlag als üblich, wobei sieben von zwölf Monaten teilweise deutlich zu trocken waren. Eine fünfmonatige Trockenperiode von Anfang Februar bis Anfang Juli führte dazu, dass die Oberböden (bis 60 cm Tiefe) in Nordosten und Südosten von Schleswig-Holstein flächenhaft austrockneten.

Die **Nichtvegetationszeit** von Oktober 2024 bis April 2025 war sehr mild und trocken. Die Temperatur erreichte einen Mittelwert von 6,1 °C (Abb. unten, Tab. Seite 23). Damit war die Nichtvegetationszeit 2,2 K wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode. Die höchsten Abweichungen mit mehr als 2,5 K wurden in den nördlichen Landesteilen beobachtet (Abb. Seite 27 oben links). Auch in den östlichen Landesteilen war die Abweichung überdurchschnittlich hoch, während im Südwesten von Schleswig-Holstein die positive Temperaturanomalie regional unter 2 K lag. Das Niederschlags-

defizit summierte sich auf fast 100 mm des langjährigen Solls. Mit 338 mm im Gebietsmittel fiel weniger als 80 % der üblichen Niederschlagsmenge. Dabei war es im ganzen Land zu trocken, wobei im Osten und Südosten das Defizit mit deutlich mehr als 30 % am höchsten war (Abb. Seite 27 unten links).

Auch die **Vegetationszeit** von Mai bis September 2025 war überdurchschnittlich warm, jedoch deutlich feuchter als üblich. Die Mitteltemperatur betrug 15,9 °C und lag um 1,4 K über dem 30-jährigen Mittelwert der Klimanormalperiode (Abb. unten, Tab. Seite 23). Wiederum war die Abweichung in den nördlichen Landesteilen mit bis zu 1,8 K am größten, während im südwestlichen Schleswig-Holstein mit 1,3 K die niedrigsten Temperaturanomalien gemessen wurden (Abb. Seite 27 oben rechts).

Im Flächenmittel von Schleswig-Holstein fiel mit 390 mm Niederschlag rund 10 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel (Abb. unten, Tab. Seite 23). Dabei war es in weiten Landesteilen bis zu 20 % feuchter als üblich. Nur für die Regionen im äußersten Südosten wurde ein leichtes Niederschlagsdefizit von bis zu 10 % berechnet (Abb. Seite 27 unten rechts).

Fazit

- Das Vegetationsjahr 2024/25 war warm und sonnenscheinreich. Mit einer Mitteltemperatur von 10,2 °C wurde das langjährige Mittel um 1,9 K übertroffen. Nach der neuen LOESS-Trendlinienberechnung beträgt die Erwärmung in Schleswig-Holstein im Vergleich zur Klimanormalperiode bereits 2,2 K (nach dem gleitenden Mittel der letzten 30 Jahre 1,2 K).
- Alle Monate waren im Vergleich zur international gültigen Klimanormalperiode 1961–1990 teilweise deutlich wärmer.
- Mit knapp 730 mm Niederschlag fielen rund 50 mm weniger im Vergleich zum langjährigen Niederschlagssoll und fast 400 mm weniger als im vorausgegangenen Vegetationsjahr.
- Von Februar bis Juli summieren sich das Niederschlagsdefizit auf rund 60 % der langjährigen Niederschlagshöhe. In der Folge trocknen die Oberböden im Frühjahr und Frühsommer in weiten Teilen des Landes stark aus. Besonders betroffen waren die nordöstlichen und südöstlichen Regionen in Schleswig-Holstein.

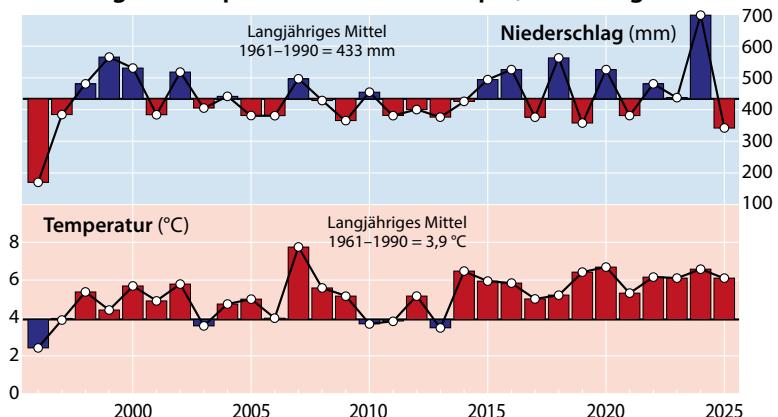
Literatur

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

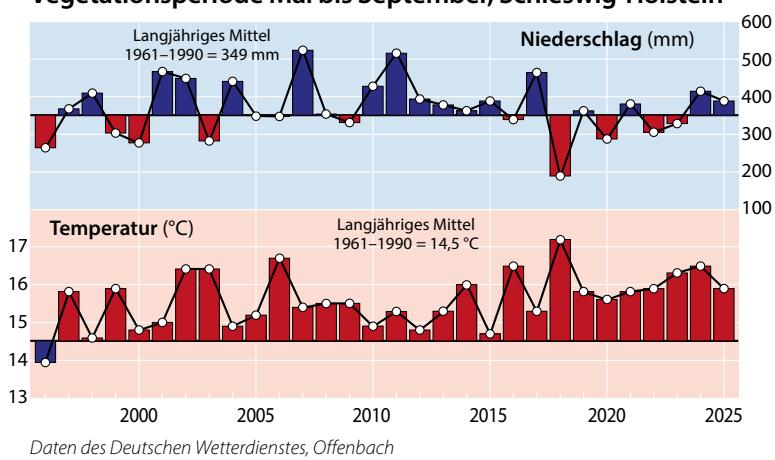
DWD (2025): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus

DWD (2025): Pressemitteilung vom 01.04.2025. https://www.dwd.de/DE/presse/pressekonferenzen/DE/2025/K_2025_04_01/langfassung_loess-filter.pdf?__blob=publicationFile&v=2

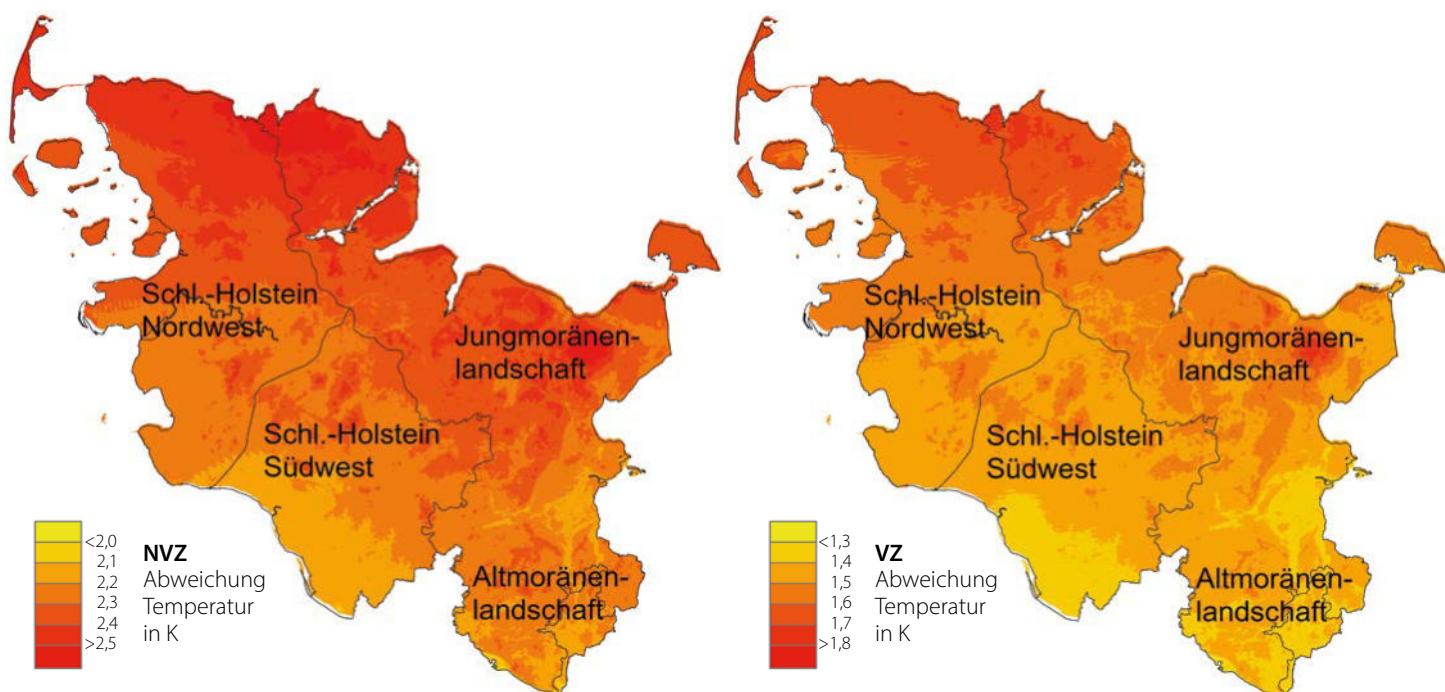
Langjährige Klimawerte (1996–2025)
Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Schleswig-Holstein



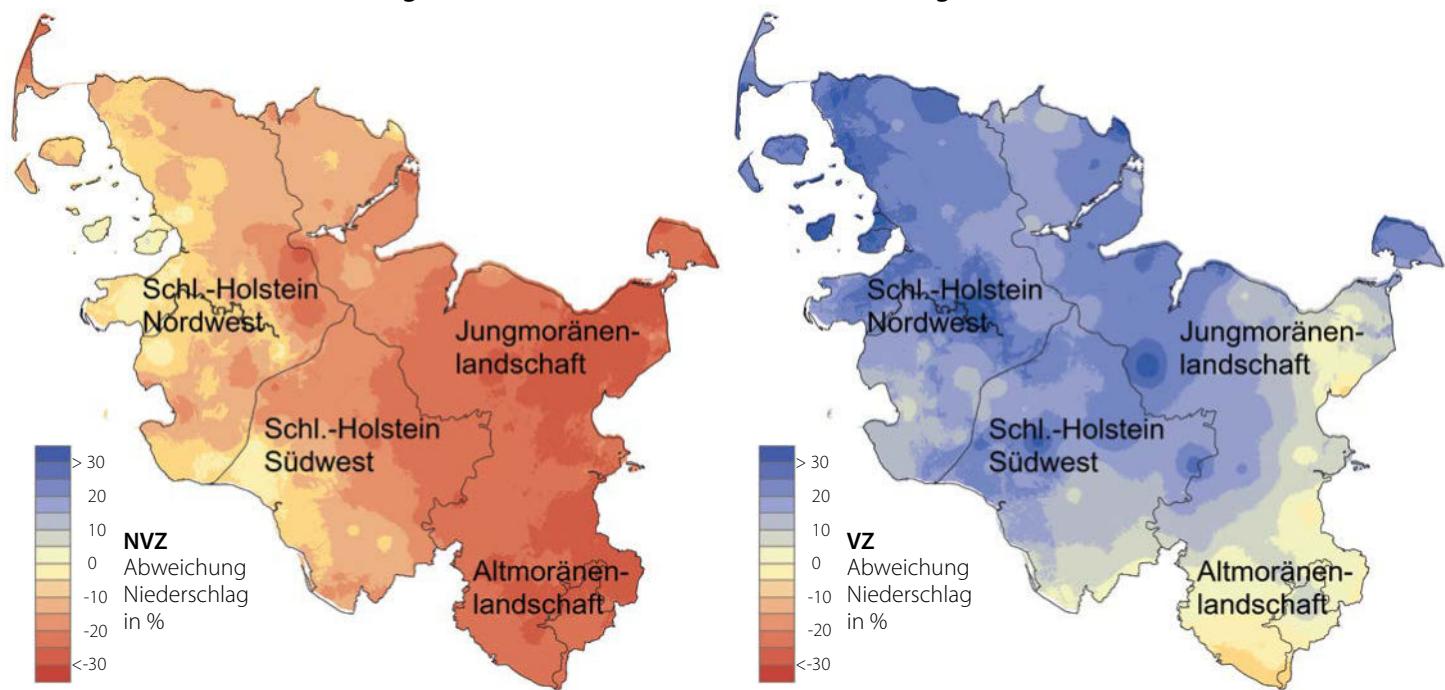
Langjährige Klimawerte (1996–2025)
Vegetationsperiode Mai bis September, Schleswig-Holstein



**Abweichung der Temperatur vom langjährigen Mittel (1961–1990)
in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2024/2025 und in der Vegetationszeit (VZ) 2025**



**Abweichung der Niederschlagssumme vom langjährigen Mittel (1961–1990)
in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2024/2025 und in der Vegetationszeit (VZ) 2025**



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach



Insekten und Pilze

Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp,

Pavel Plašil und Robert Fritz

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524652>

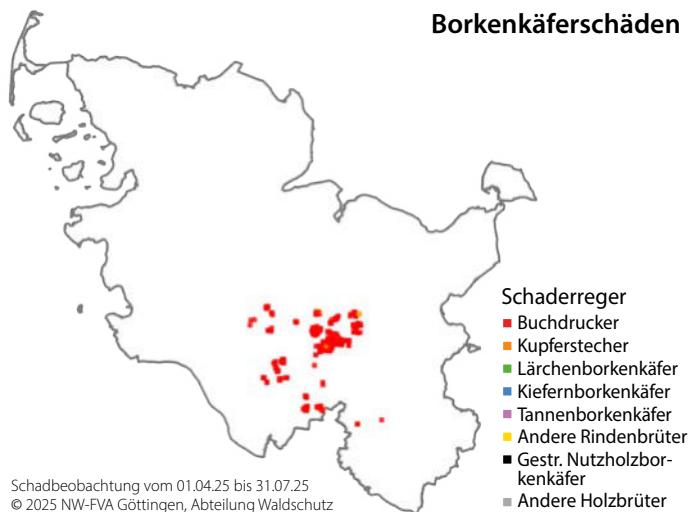
Borkenkäfer

Bereits im Jahr 2024 waren die im Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA gemeldeten Schäden durch Borkenkäfer deutlich geringer als in den Vorjahren seit 2018.

Die Käfersaison 2025 startete relativ verhalten ab etwa Mitte April, mit deutlich höheren Fangzahlen erst ab der 2. Maiwoche. Ab Mitte Juni wurden etwa vier Wochen lang bei zunächst günstiger Witterung, später häufigeren Niederschlägen und geringen Temperaturen unregelmäßig stärkere Schwärme und geringen Temperaturen unregelmäßig stärkere Schwärme und nur vereinzelt Neubefall festgestellt.



Foto: M. Spielmann
Borkenkäferschäden an Fichte



Lage und Verteilung der Borkenkäferschäden in Schleswig-Holstein für die Borkenkäfersaison 2025 (Meldungen im Waldschutzmeldeportal 01.04.2025 bis 31.07.2025)

Im Waldschutzmeldeportal gemeldetes Schadvolumen durch rinden- und holzbrütende Borkenkäfer vom 01.04.2025–31.07.2025 sowie Windwurf und Windbruch vom 01.01.2025–31.07.2025

Gebiet	Rindenbrütende Borkenkäfer		Holzbrütende Borkenkäfer		Windwurf/-bruch	
	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m³)	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m³)	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m³)
Schleswig-Holstein	617	4.733	1	2	87	122
Bundesforsten	1	130	0	0	5	5.009

Die in der Tabelle unten für die Käfersaison 2025 (Stand 01.04. bis 31.07.) aufgeführten Meldeanzahlen und zugehörigen Schadvolumina fassen Borkenkäferschäden über alle Baumarten, liegend und stehend, zusammen. Getrennt wird Befall durch rindenbrütende bzw. holzbrütende Borkenkäferarten. Außerdem führt diese Tabelle die ab Anfang Januar gemeldeten Schadvolumina an Windwurf bzw. Windbruch auf. In allen Trägerländern ist die durch Windwurf und Windbruch verursachte Schadholzmenge gegenüber 2024 bis zum Sommer deutlich geringer ausgefallen. Außer zu Buchdruckerbefall gab es in Schleswig-Holstein kaum Meldungen bezüglich des Befalls durch andere Borkenkäfer.

Prachtkäfer und Kernkäfer an Eiche

Wie schon 2024 wurde Befall durch Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus* u. a.) in einigen Gebieten in Niedersachsen gemeldet. Ausgedehnte, oft mehrjährige Schadverläufe kann in einigen Fällen mit Sanitärbieben entgegengewirkt werden. Die gegenüber den Vorjahren ab Herbst 2024 günstigere Wasserversorgung zeigte in einigen Regionen schon verhalten positive Auswirkungen auf die Vitalität der Eichen. Von Eichenprachtkäfern geschädigte Eichen werden auch weiterhin oft in direkter Folge durch den Eichenkernkäfer (*Platypus cylindrus*) besiedelt, häufig in Vergesellschaftung mit dem Eichenholzbohrer (*Xyleborus monographus*) und weiteren im Kernholz brütenden Arten. Der Schadumfang durch kernbesiedelnde Käferarten verläuft auf ähnlich hohem Niveau wie in den Vorjahren.

Eichenfraßgesellschaft

Im ersten Halbjahr 2025 wurden im Waldschutzmeldeportal (WSMP) in Schleswig-Holstein kaum Fraßschäden (Fraßbonitur und Schadensmeldung) durch blattfressende Schadinsekten in Eichenbeständen gemeldet. Lediglich Fraßschäden durch Eichenprozessionsspinner (EPS, *Thaumetopoea processionea*) wurde für eine Fläche von unter 1 ha



Foto: J. Weymar
Befressene Eichenblätter

Ergebnisse der Fraßbonituren und gemeldete Schäden in Eichenbeständen in Schleswig-Holstein im ersten Halbjahr 2025, Stand: 01.07.2025 (Quelle: Waldschutz-Meldeportal der NW-FVA)

Bundesland	Fraßverursacher	Ergebnisse der Fraßbonituren				Schadens-meldungen [ha]	Gesamtfläche [ha]
		unbefressen [ha]	geringer Fraß [ha]	mittlerer Fraß [ha]	starker Fraß bis Kahlfraß [ha]		
Schleswig-Holstein	Eichenprozessionsspinner	-	-	-	-	0,16	0,16

gemeldet. In der Tabelle oben sind die im ersten Halbjahr 2025 im WSMP dokumentierten Fraßereignisse in Eichenbeständen für die in Schleswig-Holstein relevanten Schadorganismen aufgeführt. Schäden durch andere fraßverursachende Schadorganismen, die der Eichenfraßgesellschaft zuzuordnen sind, wurden in Schleswig-Holstein im relevanten Zeitraum nicht gemeldet.

Komplexe Schäden an Rotbuche

Auch 2025 wurden vereinzelt Absterbeerscheinungen als Langzeitwirkung von Hitze und Trockenheit bei Rotbuchen in Niedersachsen beobachtet, die sich dem Schadbild der sogenannten Buchen-Vitalitätsschwäche zuordnen lassen. Vereinzelt hat das Vorkommen von Buchenwollschildläusen (*Cryptococcus fagisuga*) zugenommen.

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 Holzzersetzung. In der Regel waren die Schlüsselpathogene Scharlachrotes Pustelpilzchen (*Neonectria coccinea*) und die Pfennigkohlenkruste (*Biscogniauxia nummularia*) beteiligt, und oft gab es auch einen Befall mit Hallimasch (*Armillaria spec.*). Es sind fast alle Altersklassen der Buche betroffen. Die Schäden treten auch bei jüngeren Baumhölzern und in geschlossenen Beständen und sogar in Nordhanglagen auf. Bei den betroffenen Rotbuchen zeichnet sich noch keine grundlegende Erholung ab.



Hallimasch

Foto: G. Langer

Eschentreibsterben

Das Eschentreibsterben (ETS) 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 Bestandesteilen und zum Absterben von Eschen. Nahezu alle Bestände sind betroffen.



Geschädigte Eschenkrone

Foto: P. Gawehn

Rußrindenerkrankung des Ahorns

Der ursprünglich aus Nordamerika stammende, invasive Schlauchpilz *Cryptostroma corticale* befiehl vorrangig Bergahorn, seltener auch Spitzahorn. Zudem wurde *C. corticale* einzelfallweise auch im Gewebe von Stammfußnekrosen bei Gemeinen Eschen im Schadensprozess des Eschentreibsterbens nachgewiesen. Mittlerweile kommt die Erkrankung in Wäldern aller Trägerländer der NW-FVA vor. Als Folge der trockenen Sommer 2018–2020 und 2022 kam es vermehrt zum Auftreten der Rußrindenerkrankung in Ahornbeständen. Das Schadgeschehen hat sich aber seit 2023 etwas verlangsamt.

Tannen-Rindenekrose

Die komplexe Erkrankung der Tannen-Rindenekrose, die seit dem Frühjahr 2017 regional im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA beobachtet wird, ist 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.

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

Der wärmeliebende Pilz *Diplodia sapinea* (Synonym: *Sphaeropsis sapinea*) tritt seit den letzten 20 Jahren verstärkt in Kiefernbeständen des Zuständigkeitsgebiets der NW-FVA auf. Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass dieser Pilz endophytisch bundesweit in allen Kiefernbeständen sehr verbreitet ist. Schaden löst er erst aus, wenn der Pilz bei vorgesägten 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 Wasserdefizite durch Trockenheit, Hitze bzw. starke Besonnung oder Verletzungen der Triebe durch Hagelschlag sein. Ein prädisponierender Faktor kann Mistelbefall sein, der ebenfalls Trockenstress hervorruft bzw. verstärkt. Trockenstress kann zudem auf flachgründigen, südexponierten Standorten oder in Kuppenlagen entstehen.

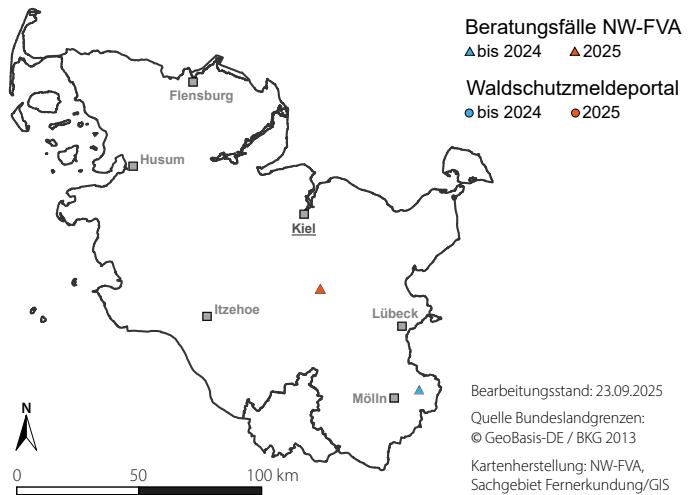


Diplodia-Triebsterben an Kiefer

Foto: M. Spielmann

Zahlreiche Schadensfälle stehen mit Wurzelfäulen, insbesondere durch den Wurzelschwamm, der auch als prädisponierender Faktor in Erscheinung tritt, in Verbindung. Ferner wird angenommen, dass anhaltende Wärmephasen im Winter im Wechsel mit Kälteperioden zu einer physiologischen Schwächung der Kiefer beitragen.

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

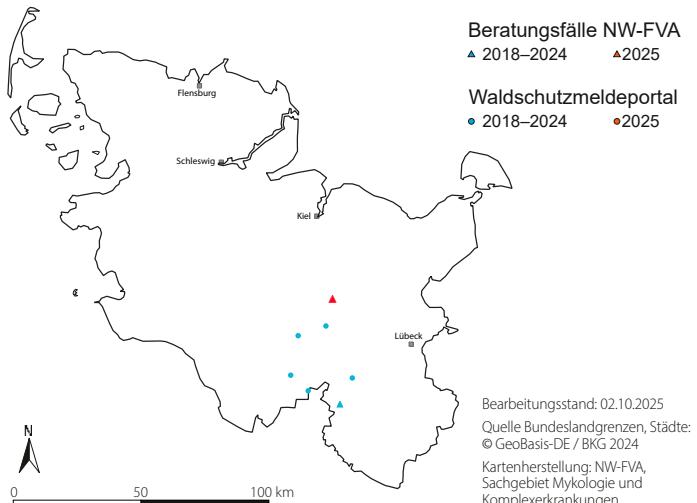


Diplodia-Triebsterben in Schleswig-Holstein. Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des Waldschutz-Meldeportals der NW-FVA bis zum 23.09.2025.

Schäden an Douglasien

Regional wurden auch 2025 starke Vitalitätsverluste bei mittelalten und alten Douglasien infolge von Hitze und Dürre in den Jahren 2018–2020 festgestellt. Sowohl bei Jungpflanzen als auch älteren Douglasien wurde Befall mit Hallimasch (*Armillaria spec.*) und dem Erreger des Kieferntriebsterbens festgestellt. Regional kam es nach den Barfrostereignissen im Februar 2025 zum vorzeitigen Nadelverlust infolge eines Befalls mit der Rußigen Douglasienschütt (Nothophaeoctoporus gaeumannii).

Waldschutzmeldungen Douglasie 2018–2025



Auswertung von Schadensmeldungen zur Douglasie in Schleswig-Holstein exklusive von Meldungen zu Windwurf. Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des Waldschutz-Meldeportals der NW-FVA von 2018 bis 02.10.2025.

Foto: M. Spielmann

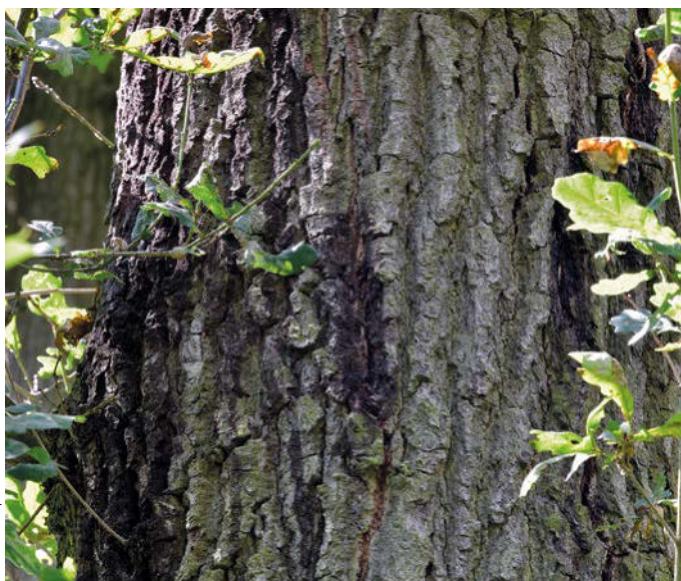


Schüttre Douglasienkronen

Akutes Eichensterben

Seit dem Jahr 2024 treten in Deutschland vermehrt typische Symptome des Akuten Eichensterbens (Acute oak decline, AOD), wie z. B. Schleimfluss am Stamm, auf (Langer et al. 2024). Diese komplexe Erkrankung der Eichen ist assoziiert mit dem Befall durch Eichenprachtkäfer und durch Bakterien aus der Ordnung der Enterobacterales (meist *Brenneria goodwinii*, *Gibbsiella quercinecans* und *Rahnella victoriana*) sowie mit einer vorausgegangenen abiotischen Schwächung der Eichen durch Wassermangel. Zudem können verschiedene pilzliche bzw. pilzähnliche Schaderreger an den Schadensprozessen beteiligt sein. Im Frühsommer des Jahres 2024 konnte die NW-FVA erstmals das Vorhandensein der Bakterien (*B. goodwinii*, *G. quercinecans*) in zwei Eichenbeständen in Sachsen-Anhalt bestätigen

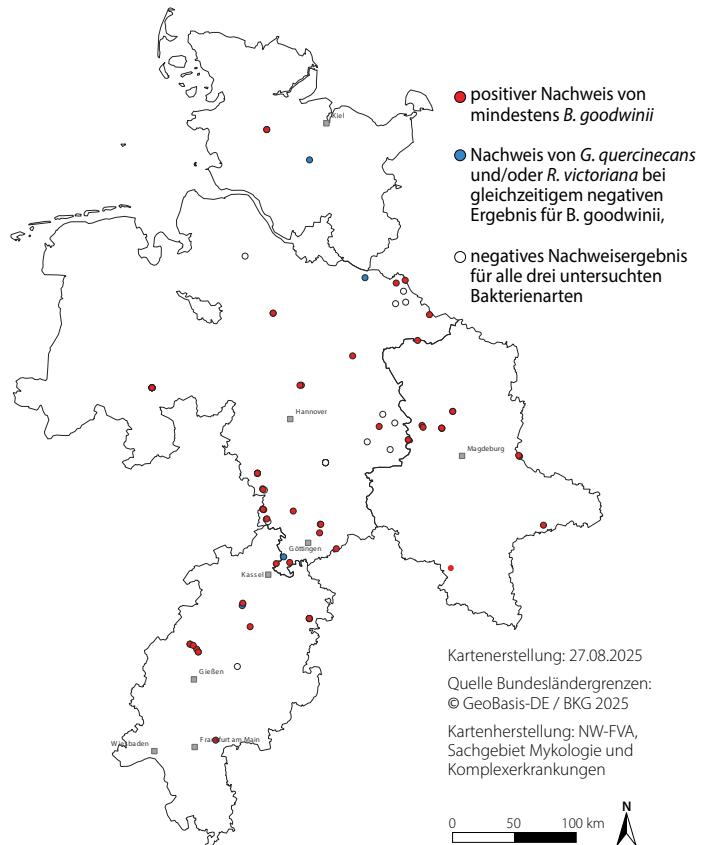
Foto: M. Spielmann



Schleimfluss an Eiche

(NW-FVA, 2024). *B. goodwinii* wurde sowohl an schwer geschädigten, absterbenden Traubeneichen als auch an Roteichen nachgewiesen. Im Rahmen eines Screenings in mehreren Bundesländern konnten alle drei AOD-assoziierten Bakterienarten von der NW-FVA in Deutschland nachgewiesen werden und erste Ergebnisse zeigen, dass AOD-Symptome weit verbreitet vorkommen. In der Mehrzahl (71 %) der untersuchten Bestände (n = 65) zum Stichtag 30.06.2025 ließ sich mindestens das vermutete bakterielle AOD-Schlüsselpathogen *B. goodwinii* nachweisen. In insgesamt 75 % der untersuchten Bestände wurde mindestens eine der mit AOD assoziierten Bakterienarten festgestellt.

Vorkommen mit AOD-assoziierten Bakterien



Untersuchte Bestände in den Trägerländern der NW-FVA auf Vorkommen mit AOD-assoziierten Bakterien mittels qPCR (quantitative Echtzeit Polymerase-Kettenreaktion) – Nachweisverfahren nach Crampton et al. (2020), Stand: 30.06.2025. Kreise symbolisieren untersuchte Bestände.

Literatur

- Crampton, B. G.; Plummer, S. J.; Kaczmarek, M.; McDonald, J. E. & Denman, S. (2020): A multiplex real-time PCR assay enables simultaneous rapid detection and quantification of bacteria associated with acute oak decline. *Plant Pathology*, 69(7), 1301-1310 <https://doi.org/10.1111/ppa.13203>
- Langer, G. J.; Tropf J.-S.; Bußkamp, J.; Bien, S. (2024): Forschung zu Schäden an Rotbuchen und Eichen in den Projekten BucheAkut, Tro-WaK und VitaWald. *ImDialog*. 04/2024, 8–11
- NW-FVA (2024): Waldschutzinfo Nr. 2024-04 Eichensterben: Erstmals Beteiligung von Bakterien an betroffenen Eichen in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen nachgewiesen. Göttingen: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz. Retrieved from <https://doi.org/10.5281/zenodo.13837690>.

Atmosphärische Stoffeinträge bis 2024

Birte Scheler

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524667>

Nähr- und Schadstoffe werden sowohl in gelöster Form mit dem Niederschlag als auch gas- und partikelförmig in Wälder eingetragen. Aufgrund ihrer großen Kronenoberflächen filtern Bäume große Mengen an Schadstoffen und (Fein-)Stäuben aus der Luft (Immissionsschutzfunktion). Daher ist der atmosphärische Stoffeintrag in Wäldern höher als bei allen anderen Landnutzungsformen. Diese Einträge stellen aber für das Ökosystem Wald eine Belastung dar, da hohe Einträge von Säure und Stickstoff (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern. Seit 1989 wird in Schleswig-Holstein im Rahmen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings der Stoffeintrag in einen Buchenbestand bei Bornhöved erfasst. Ziel ist einerseits die Quantifizierung der atmosphärischen Stoffeinträge, insbesondere der von Schwefel, Stickstoff und Säure. Andererseits ermöglicht das umfassende Monitoringprogramm die Untersuchung der Folgen und Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme, die mit erhöhten Stoffeinträgen, aber auch mit dem Klimawandel verbunden sein können.

Der Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. Zusätzlich wird zur Erfassung des gesamten Bestandesniederschlags der Stammablauf gemessen und analysiert, der in Buchenbeständen im



Foto: J. Evers

Vergleich zu anderen Baumarten quantitativ bedeutsam ist. Mittels eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich, 1994) werden aus den gemessenen Stoffflüssen im Bestand und Freiland Gesamtdepositionsraten berechnet.

Niederschlag

Das Kalenderjahr 2024 war niederschlagsreich. Im Freiland fielen 891 mm und im Bestand inkl. Stammablauf 697 mm Niederschlag. Im Vergleich zum 10-jährigen Mittel der Jahre 2014–2023 wurde damit im Freiland 115 mm und im Bestand 91 mm mehr Niederschlag registriert.

Relativ gesehen fielen sowohl im Freiland als auch im Bestand 115 % des 10-jährigen Niederschlagsmittels (2014–2023).



Foto: J. Evers

Schwefeleintrag

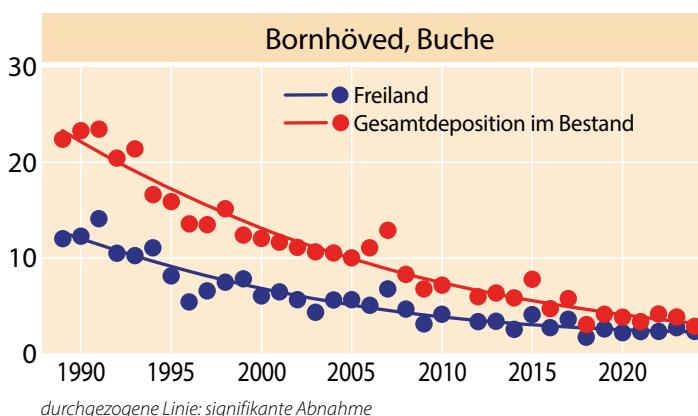
Durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung sowie die Einführung schwefelarmer bzw. schwefelfreier Kraft- und Brennstoffe wurden die Schwefeldioxidemissionen in den letzten Jahrzehnten wirksam reduziert. Durch dieses Maßnahmenpaket sind die ehemals sehr hohen Schwefeleinträge in die Waldökosysteme nur noch sehr gering. Im Freiland liegt der Eintrag seit 2015 mit jährlichen Schwankungen auf einem ähnlich niedrigen Niveau, im Bestand wurde in den letzten 10 Jahren weiterhin ein signifikanter Rückgang des Sulfatschwefeleintrags beobachtet.

2024 betrug er im Freiland 2,3 kg und unter Buche 2,9 kg je Hektar. Von der Schwefelgesamtdeposition unter Buche waren aufgrund der Nähe zum Meer 1,6 kg pro Hektar bzw. 55 % seesalzbürtig, d. h. natürlichen Ursprungs.



Foto: J. Evers

Sulfatschwefeleintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$ inkl. seesalzbürtigem Anteil) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



Stickstoffeintrag

Stickstoff wird als Nitrat (oxidierte Form: 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 2015–2024 bei 59 % und mit der Gesamtdeposition bei 56 %.

Durch die Umsetzung verschiedener Maßnahmen zur Reduktion der Stickstoffemissionen haben die anorganischen Stickstoffeinträge in Bornhöved seit Untersuchungsbeginn deutlich abgenommen. Die signifikante Abnahme von Nitrat- und Ammoniumstickstoff hat sich in den vergangenen 10 Jahren

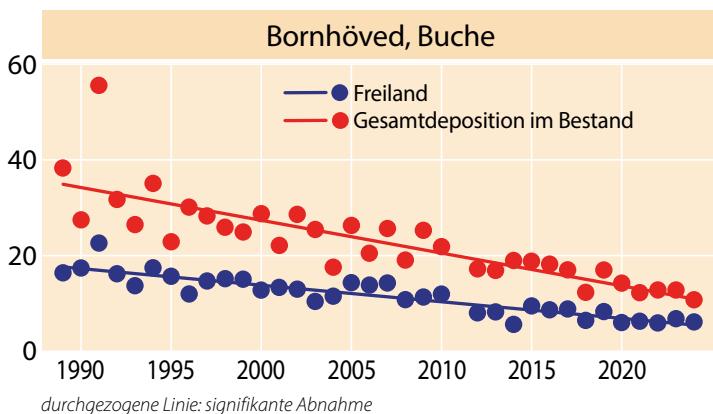


Foto: J. Evers

Atmosphärische Stoffeinträge bis 2024

von 2015–2024 sowohl mit der Gesamtdeposition unter Buchen als auch im Freiland fortgesetzt. 2024 betrug der Nitratstickstoffeintrag je Hektar im Freiland 2,6 kg und 5,1 kg unter Buche (Gesamtdeposition), der Ammoniumeintrag belief sich auf 3,5 kg im Freiland und 5,7 kg unter Buche (Gesamtdeposition).

Stickstoffeintrag ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



Trotz der beobachteten Abnahme sind die anthropogen bedingten atmosphärischen anorganischen Stickstoffeinträge unter Buche mit 13,0 kg je Hektar und Jahr (Mittel 2020–2024) immer noch auf erhöhtem Niveau. Sie sollten jedoch in einer Größenordnung liegen, die durch die internen Regulationsmechanismen der Ökosysteme (Pflanzenaufnahme und Speicherung) kompensiert werden kann. Bei einer langfristigen Überschreitung der Belastungsgrenzen können nach dem bisherigen Kenntnisstand schädigende Effekte für das Ökosystem Wald und angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundwasserkörper nicht ausgeschlossen werden.

Gesamtsäureeintrag

Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürige Anteile, Gauger et al. 2002). 2024 betrug er im Freiland 0,5 kmol_c und unter Buche 0,9 kmol_c je Hektar.



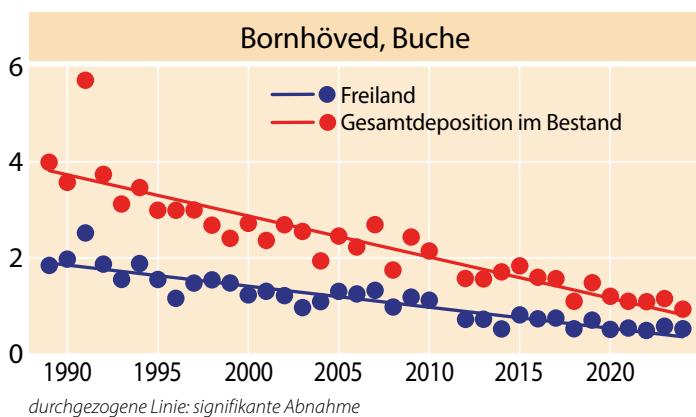
Foto: J. Evers

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 2020–2024 15 % der Gesamtsäureeinträge durch nicht seesalzbürige eingetragene Basen gepuffert.

Obwohl die Gesamtsäureeinträge deutlich zurückgegangen sind (vgl. Abb. unten), zeigen viele Waldstandorte erhöhte Konzentrationen von basischen und/oder sauren Kationen im Sickerwasser. Dieses gilt insbesondere für Standorte, die in der Vergangenheit hohen Schwefeldepositionen ausgesetzt waren. Auf entsprechenden Standorten werden nach wie vor standortsangepasste Bodenschutzkalkungen erforderlich sein, um das Nährstoffangebot und die Filterfunktion der Waldböden langfristig zu erhalten und zu stabilisieren.

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 Langzeitrends 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. (1994): Nutrient and Acid-Base Budget of Central European Forest Ecosystems. In: Godbold, D. u. Hüttermann, A.: Effects of Acid Rain on Forest Processes. Wiley-Liss, New York. S. 1-50.

Naturschutzwerte, Verbreitung und Bewirtschaftung historischer Hutewälder in Schleswig-Holstein

Dario Wolbeck, Marcus Schmidt und Andreas Mölder

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524693>

Die große Bedeutung historischer Waldnutzungsformen für den Waldnaturschutz wird zunehmend erkannt. Neben der Nieder- und Mittelwaldwirtschaft (Mölder u. Schmidt 2023) zählt insbesondere die Waldweide zu den traditionellen Waldnutzungen, die über Jahrhunderte bis Jahrtausende hinweg das Erscheinungsbild der mitteleuropäischen Waldlandschaften maßgeblich geprägt haben. Waldbereiche, in denen die durch Waldweide entstandenen Strukturen bis heute erhalten geblieben sind, werden als historische Hutewälder bezeichnet (Wolbeck et al. 2025). Diese zeichnen sich durch eine besondere Vielfalt von Arten aus, die an einen hohen Strukturreichtum lichter Waldstrukturen und eine lange Habitatkontinuität gebunden sind (Kratochwil u. Aßmann 1996, Assmann u. Falke 1997, Plieninger et al. 2015, Lőrincz et al. 2024). Häufig finden sich in diesen Beständen kulturhistorische Relikte der früheren Nutzung, wie etwa Grenzsteine von Hutebezirken oder Bäume mit charakteristischen Schneitelformen (Jørgensen u. Quelch 2014).

Von dieser einst in Deutschland und Europa weit verbreiteten Nutzungsform (Seidensticker 1896, Bergmeier et al. 2010) sind heute nur noch kleinflächige Reste erhalten (Glaser u. Hauke 2004). Nach unseren Hochrechnungen im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekts (Nr. 38031/01) beläuft sich der aktuelle Bestand historischer Hutewälder bundesweit auf etwa 10.000 Hektar. Das entspricht lediglich 0,1 % der deutschen Waldfläche. Damit ist dieser Biotoptyp wesentlich seltener als andere historische Waldnutzungsformen wie Niederwälder (32.500 ha) und Mittelwälder (46.000 ha) (Mölder u. Schmidt 2023). Die verbliebenen Bestände werden heute in der Regel nicht mehr beweidet und eine auf den Erhalt der spezifischen Schutzgüter ausgerichtete Pflege findet nur noch in Ausnahmefällen statt – und dies, obwohl der Biotoptyp Hutewald in der Roten Liste der Biotoptypen Deutschlands als „akut von vollständiger Vernichtung bedroht“ eingestuft wird (Finck et al. 2017).



Foto:D. Wolbeck
Frühlingsaspekt im mit Rindern beweideten historischen Hutewald Lange Bahn im Bramwald, Südniedersachsen

Dennoch gibt es gute Gründe, optimistisch in die Zukunft zu blicken. So entstehen vermehrt lokale Beweidungsprojekte in historischen Hutewaldbeständen, die exemplarisch aufzeigen, wie Waldweide unter heutigen Rahmenbedingungen erfolgreich zum integrativen Waldnaturschutz beiträgt (Sonnenburg u. Gerken 2004, Menke 2012, Thiery 2021, Tielkes et al. 2025). Zudem betonen Konzepte von Bund und Ländern, wie etwa die Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030 oder das Niedersächsische Landschaftsprogramm, die Notwendigkeit der Wiederentwicklung von Waldweidekonzepten und eines angepassten Schutzes historischer Hutewälder, um deren einzigartige Biodiversität und kulturhistorische Bedeutung zu bewahren (z. B. BMUV 2024, MU 2021, WBW u. WBBGR 2020).

Biodiversität

Hutewälder vereinen Strukturen halboffener und bewaldeter Lebensräume und besitzen daher das Arteninventar beider Habitate, ergänzt um Spezialisten lichtreicher Waldstandorte (Vossel u. Assmann 1995, Assmann u. Falke 1997, Lőrincz et al. 2024). Charakteristisch für historische Hutewälder sind insbesondere ein hoher Anteil an Alt- und Totholz sowie eine außergewöhnliche Vielfalt an Baummikrohabitaten (Ranius u. Jansson 2000, Broughton et al. 2022). Da viele dieser Wälder nachweislich seit der frühen Neuzeit bestehen, sind ihre Habitatstrukturen seit mehreren Jahrhunderten kontinuierlich vorhanden. Diese langfristige Habitatkontinuität ist von großer Bedeutung für spezialisierte, häufig ausbreitungsschwache Arten – insbesondere Holzkäfer, Pilze und Flechten – und gilt als kaum oder gar nicht regenerierbar (Jørgensen u. Quelch 2014).

Auch ohne Weidenutzung haben viele historische Hutewälder durch Beweidung entstandene Habitatmerkmale, Strukturen und Arten bis heute bewahrt. Diese sind jedoch zunehmend durch die natürliche Sukzession schattentoleranter Baumarten, insbesondere der Rotbuche und der Hainbuche, gefährdet. Die damit einhergehende Vereinheitlichung der Lichtverhältnisse und zunehmende Beschattung führen insbesondere zum Verlust lichtbedürftiger Arten, die auf sonnige Habitatstrukturen angewiesen sind (Heinecke 2000, Schaffrath 2001, Kaiser 2008). In der Krautschicht verschwinden zunächst konkurrenzschwache, später lichtliebende Arten (Topp et al. 2018).

Nur durch eine fortgesetzte oder wiederaufgenommene Beweidung lässt sich die Habitatkontinuität historischer Hutewälder nachhaltig bewahren. Darüber hinaus schafft das Weidevieh zusätzliche wertvolle Strukturen wie Rohbodenstellen, die etwa für Wildbienen bedeutend sind, oder liefert Dung, der spezialisierten Käferarten als Lebensgrundlage dient (Jedicke 2015, Buse et al. 2022). Auch Mikrohabitatem an Bäumen entstehen unter dem Einfluss der Weidetiere in verstärktem Maße.

Hutewaldwirtschaft historisch

Waldweide und Waldmast zählen zu den ältesten Waldnutzungsformen Mitteleuropas. Seit der Sesshaftwerdung des Menschen und der Entwicklung der Viehhaltung in Mitteleuropa vor etwa 6000 Jahren wurde der Wald als Weidefläche genutzt (Bergmeier et al. 2010, Ptáková et al. 2021). Die Waldweide war fest in den jahreszeitlichen Zyklus der Viehhaltung integriert und spielte eine zentrale Rolle für die Sicherung der Lebensgrundlagen der Bevölkerung. Wiesen waren bis zum Ende des 19. Jahrhunderts fast ausschließlich für die Heugewinnung zur Winterfütterung reserviert (Berthold 2023), während das Vieh in den Sommermonaten zur Weide in den Wald getrieben wurde (Burckhardt 1864, Vowinkel 1998, Franke et al. 2002).

Der Erhalt der Waldbestände war dabei von großer Bedeutung, da sie neben Grünfutter auch zahlreiche weitere Ressourcen zur Verfügung stellten. Dazu gehörten etwa Eicheln und Bucheneckern für die Schweinemast, Brenn- und Bauholz, Gerberrinde, Heilpflanzen und Früchte (Burckhardt 1879, Oppermann 2014). Die Waldweide stellte damit eine differenzierte Wirtschaftsform dar, die spätestens seit dem Mittelalter unter zunehmender staatlicher Kontrolle stand. In

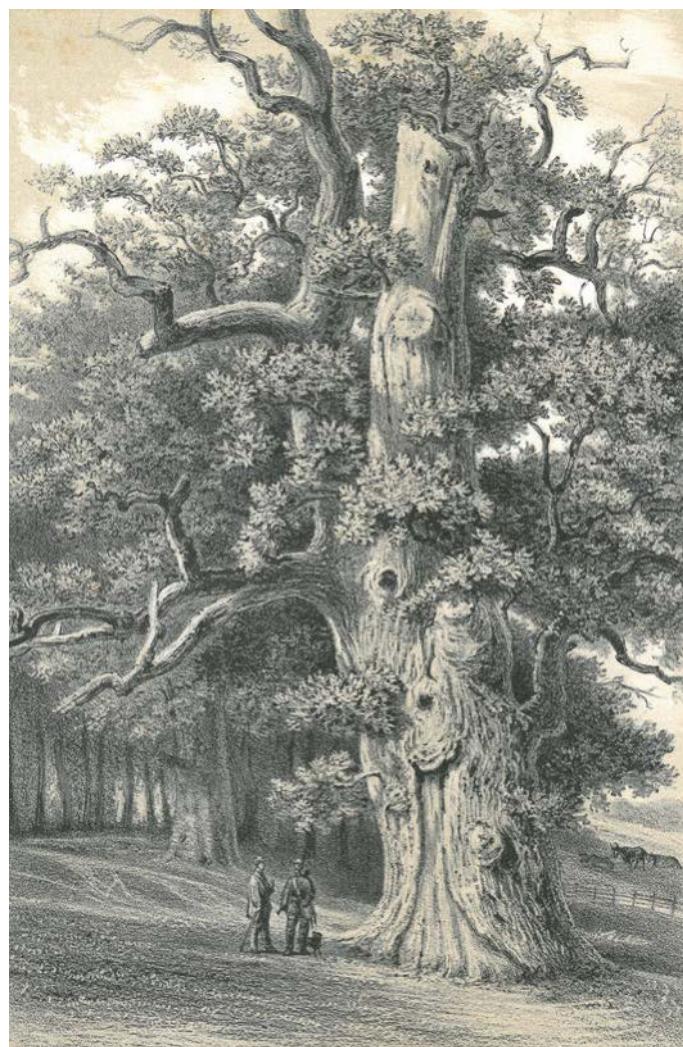
Hutereglements wurde die Nutzung formal geregelt, um die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes und die Sicherung seiner vielfältigen Erträge zu gewährleisten (Grebe 1861, Hesmer u. Schroeder 1963).

Mancherorts kam es ab dem 17. Jahrhundert insbesondere aufgrund von Bevölkerungswachstum zu einer Überbeanspruchung der Wälder auch durch die Viehweide, deren Ablösung die moderne Forstwirtschaft ab dem ausgehenden 18. Jahrhundert anstrehte (Mölder u. Schmidt 2024). Darüber hinaus machten Fortschritte in der Landwirtschaft die Hutewaldwirtschaft im 19. Jahrhundert zunehmend unattraktiv, und der wirtschaftliche Fokus im Wald verlagerte sich insgesamt auf Bauholz als Hauptnutzung (Burckhardt 1879, Huss et al. 2017). Diese Entwicklungen führten im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert zur weitgehenden Aufgabe der Waldweide und letztlich zum Verlust wertvoller Lebensräume (Meyer et al. 2018).

Merkmale historischer Hutewälder

Eine reglementierte Waldweide führt zur Entwicklung eines heterogenen, lichten Waldbestandes mit einer dichten, artenreichen Krautschicht mit zahlreichen Elementen der Magerrasen und Heiden (Hüppé 1997). Markante Baumformen röhren vom Einfluss großer Weidetiere her (Pott u. Hüppé 1991) und lassen sich in vielen aufgegebenen früheren Waldweiden noch heute erkennen. Bei Waldbeweidung überlebt durch selektiven Verbiss nur ein Teil der Gehölzverjüngung. Die zurückbleibenden Bäume wachsen krumm auf und entwickeln bereits in jungen Jahren Mikrohabitata (Ranius u. Jansson 2000). Besonders die Eiche profitiert vom Verbiss schattentoleranter Konkurrenzarten – historisch war sie zudem von zentraler Bedeutung für die Schweinemast (Burckhardt 1879, Seidensticker 1896). Infolgedessen sind viele historische Hutewälder bis heute durch markante, dickstämmige und krumme Eichen mit tief ansetzenden, ausladenden Kronen geprägt. Diese entstanden entweder durch ihre relative Solitärstellung im lichten Bestand oder gezieltes Kappen zur Erhöhung des Mastertrages (Wolbeck et al. 2025). Auch wurden Eichen planmäßig nach gepflanzt oder Eichen-Pflanzwälder im systematischen Raster von ca. 10 x 10 Meter angelegt, die Waldweide, Mast und Holzwirtschaft vereinten (Burckhardt 1864, Seidensticker 1896).

Neben Eichen finden sich in historischen Hutewäldern häufig Kopfbäume, meist Hainbuchen, die in 2–3 m Höhe – oberhalb der Mäuler des Viehs – regelmäßig geschnitten wurden, etwa zur Gewinnung von Laubheu, Flechtmaterial oder Brennholz (Burrichter u. Pott 1983, Pott u. Hüppé 1991). Die Strauchschiicht wird häufig von dornenreichen Arten geprägt, die vom Weidevieh gemieden werden, etwa Weiß- und Schwarzdorn, Wildrosen oder Wacholder (Seidensticker 1896). Diese Gehölze begünstigen die sogenannte „Käfigverjüngung“, indem sie jungen Bäumen Schutz vor Verbiss bieten (Pott u.

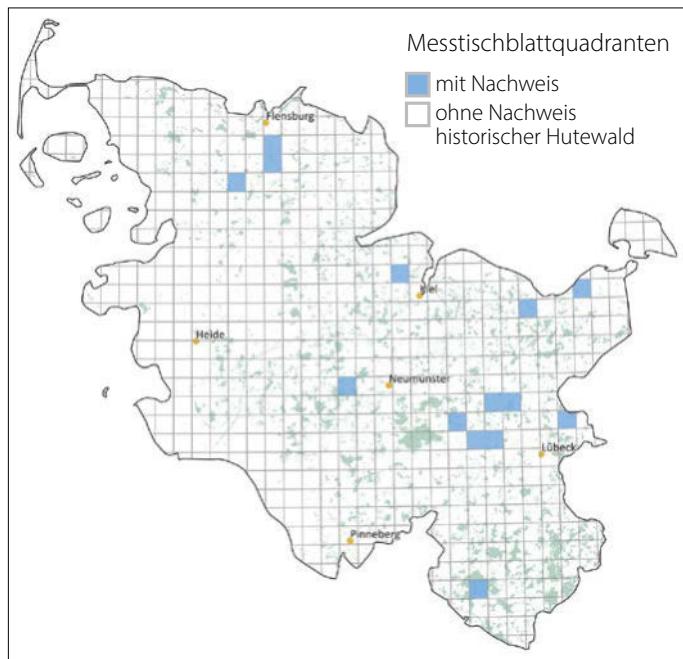


Alte Hutewaldeiche beim Gut Salzau in Holstein. Lithographie, abgebildet in Mielck (1863).



Foto: C. Koppitz

Strukturen historischer Waldweidenutzung im Geschendorfer Moor zwischen Geschendorf und Strukdorf



Verbreitung historischer Hutewaldrelikte im Land Schleswig-Holstein auf Basis der TK25-Messtischblatt-Quadranten (Quellen: Hutewaldflächen: Kartierung NW-FVA, Stand: 01.2025; Grenzen Bundesländer & TK25-Quadranten: © GeoBasis-DE/BKG (2025))

Hüppe 1991). Auch Wildapfel und Wildbirne zählen zu den dornenbewehrten Arten, deren Früchte historisch zur Viehmast genutzt wurden (Michel u. Mahn 1998).

Situation der Hutewälder in Schleswig-Holstein

Durch Abfragen und die Auswertung von Geodaten sowie einschlägiger Literaturquellen konnten in Schleswig-Holstein insgesamt etwa 87 Hektar historischer Hutewälder identifiziert werden, verteilt auf 15 Einzelflächen. Dies entspricht lediglich rund 0,05 % der gesamten Waldfläche des Bundeslandes. Die Verbreitungsschwerpunkte dieser historischen Waldnutzungsform liegen in der Oberen Treenlandschaft im

Kreis Schleswig-Flensburg sowie im Raum Bad Segeberg. Historisch wurde schon im frühen 19. Jahrhundert die Ablösung der Waldweide konsequent vorangetrieben. Die wirtschaftlich produktivsten Waldstücke wurden als erstes von aller Beweidung freigestellt und fortan als „geschlossene Gehege“ nach forstlichen Gesichtspunkten bewirtschaftet. Diese Gehege wurden mit dichten Knicks (Wallhecken) umgeben, um das Eindringen von Weidevieh zu verhindern (Mölder et al. 2014).

Neben den klassischen Hutewäldern kommen in Schleswig-Holstein vielerorts Krattwälder vor. Diese Niederwälder, meist aus Hainbuche oder Eiche bestehend, entstanden infolge historischer Brennholznutzung und sind in Teilen durch bäuerliche Waldweide beeinflusst (Koppitz et al. 2025). Aufgrund der fehlenden Dominanz der Waldweide als Hauptnutzungsform wurden sie jedoch im Rahmen der Erhebung durch die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) nicht erfasst.

Von den in Schleswig-Holstein erfassten Hutewaldflächen liegen acht zu mindestens 10 % innerhalb von Fauna-Flora-Habitat-(FFH-)Gebieten und sieben zu mindestens 10 % in Naturschutzgebieten. Auf sieben Flächen findet zumindest teilweise Beweidung statt.

Die größte dokumentierte Fläche mit erkennbarem Einfluss historischer Waldweide stellt ein etwa 23 Hektar großer Kopfhainbuchenbestand bei Schieren (Kreis Segeberg) dar. Weitere bedeutende Relikte sind im Tönsheder Wald im Kreis Rendsburg-Eckernförde erhalten, wo rund 21 Hektar zusammenhängender Hutewald bis heute existieren. Darüber hinaus befindet sich im Sachsenwald ein historischer Eichenpflanzwald, der zur kombinierten Nutzung für Waldweide, Schweinemast und Holzproduktion angelegt wurde und damit auch kulturhistorische Bedeutung besitzt.

Die Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Schleswig-Holstein benennt als Maßnahme die Entwicklung und Umsetzung eines Pflegeprogramms unter Berücksichtigung historischer Waldnutzungsformen (MELUND 2021). Im Hinblick auf den Einsatz der Waldweide ist dabei sicherzustellen, dass Zielkonflikte zwischen den Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes sorgfältig vermieden werden. Die Waldweide sollte in ausgewählten bewaldeten Teilen von Schutzgebieten rechtlich zu einer dem Schutzzweck oder einer den Erhaltungszielen dienlichen Pflegemaßnahme werden. Insbesondere sollte sie dazu dienen, die landestypische und historische Vielfalt des Waldes zu erhalten und zu entwickeln (Koppitz et al. 2025).

Literatur

Download des Literaturverzeichnisses unter:
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17529332>

Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems der klimaangepassten Baumartenwahl (BaEm)

Matthias Schmidt und Hans Hamkens

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524699>

Der Klimawandel stellt für die Forstwirtschaft eine besondere Herausforderung dar, da abzusehen ist, dass die Anpassungsfähigkeit der heimischen Baumarten auf vielen Standorten nicht ausreichen wird, um leistungsfähige, multifunktionale Wälder zu erhalten. Die extremen Witterungsbedingungen der letzten Jahre haben dabei deutlich gemacht, dass die Widerstandsfähigkeit der Baumarten gegenüber klimawandelbedingten Risikofaktoren sehr unterschiedlich ist. Sowohl die insgesamt gestiegenen Mortalitätsraten als auch deren große baumartenspezifische Unterschiede lassen sich für die Hauptbaumarten anhand der Waldzustandserhebungen statistisch nachweisen (<https://www.nw-fva.de/veroeffentlichen/waldzustandsberichte>).

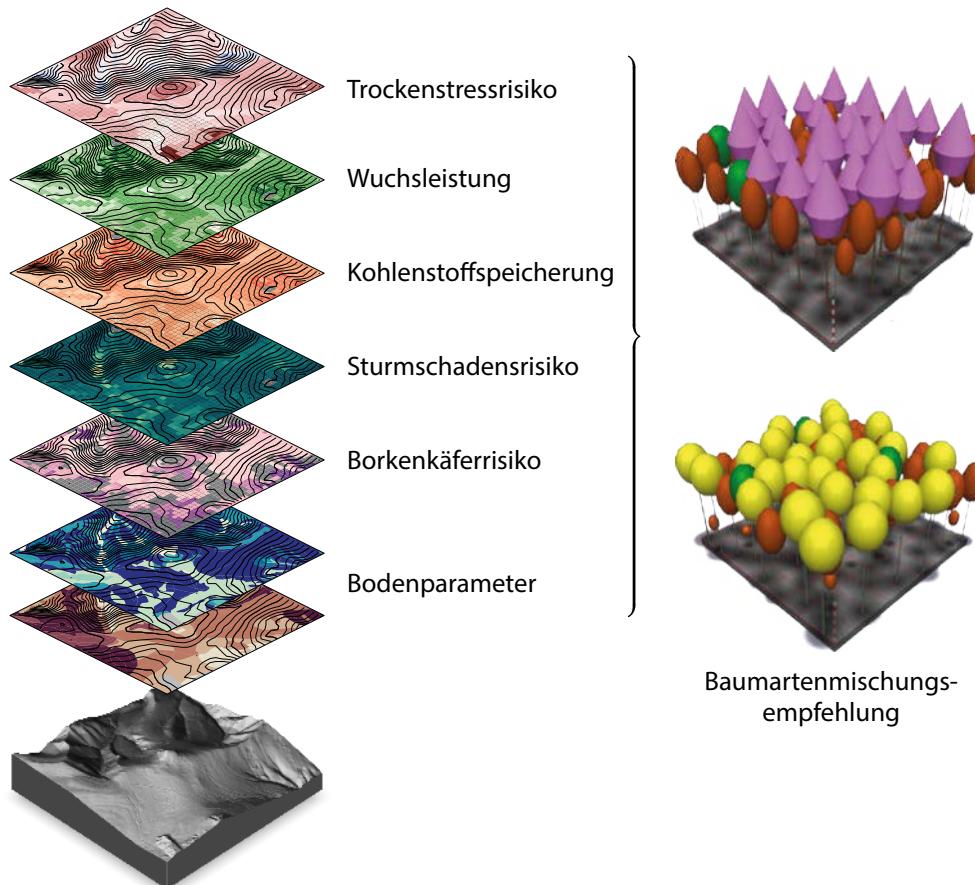
Die Widerstandsfähigkeit von Baumarten kann in unterschiedlichem Ausmaß durch waldbauliche Maßnahmen bspw. zur Förderung der Einzelbaumvitalität erhöht werden. Auch die Verkürzung der Produktionszeiträume über abgesenkte Zielstärken kann die Vulnerabilität von Einzelbäumen und Beständen reduzieren. Die mit Abstand wichtigste waldbauliche Handlungsoption zur Risikovorsorge aber ist die Wahl standortgerechter Baumarten und ihrer Mischung. Fehler bei der Baumartenwahl sind besonders schwerwiegend, da sie aufgrund der langen Produktionszeiträume kurz-

fristig kaum oder nur mit kostenintensiven waldbaulichen Maßnahmen korrigiert werden können. Ein Schwerpunkt der Klimafolgenforschung an der NW-FVA liegt daher in der stetigen methodischen Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems der Baumartenwahl (BaEm: <https://www.nw-fva.de/unterstuetzen/software/baem>).

Das aktuelle System der NW-FVA für die Entscheidungsunterstützung bei der Baumartenwahl basiert auf der Standortswasserbilanz und Nährstoffversorgung der forstlichen Standorte. Die Standortswasserbilanz ist eine dynamische Größe zur Abschätzung des baumartenspezifischen Trockenstressrisikos, die auf der Grundlage von Klimaszenarien auch Projektionen des zukünftigen Risikos erlaubt. Das System der Baumartenempfehlungen hat sich seit seiner Einführung grundsätzlich bewährt. Allerdings schöpft der Ansatz die Anpassungsmöglichkeiten bei der Baumartenwahl bei weitem nicht aus. Vor diesem Hintergrund wird aktuell ein multikriterieller Bewertungsansatz im Rahmen des Projektes *Modellbetrieb für Klimaschutz-plus im Staatswald des Hessischen Forstamts Burgwald* (Burgwaldprojekt) erprobt. Der Ansatz berücksichtigt zusätzlich zur Trockenstressgefährdung das Risiko durch Winterstürme und Fichtenborkenkäfer und ermöglicht somit eine sehr viel differenziertere Analyse der Standortsgerichtigkeit einer Baumart. Als weitere Indikatoren werden die Wuchsleistung und die Kohlenstoffspeicherung standortssensitiv projiziert (Abb. links). Damit wird eine Unterscheidung zwischen dem Mortalitätsrisiko und dem Risiko von Zuwachsverlusten möglich.

Alle Indikatoren werden für den Zeitraum bis 2100 projiziert, wobei die Bedingungen verschiedener Klimaläufe unterstellt und die zugehörigen Klimaparameter in der Modellanwendung verwendet werden.

Die Verwendung eines Klimaensembles, d. h. mehrerer Klimaprojektionen, dient der Berücksichtigung der großen Unsicherheit von Klimaszenarien. Die verschiedenen Indikatoren basieren dabei in stärkerem Maße auf empirischen, d. h. datenbasierten Modellen als das aktuelle Expertensystem der Baumartenempfehlungen. Die Indikatoren sind überwiegend sensibel gegenüber kleinräumigen, topographisch-bedingten Standortsunterschieden. Daher werden die Indikatoren in einer räum-

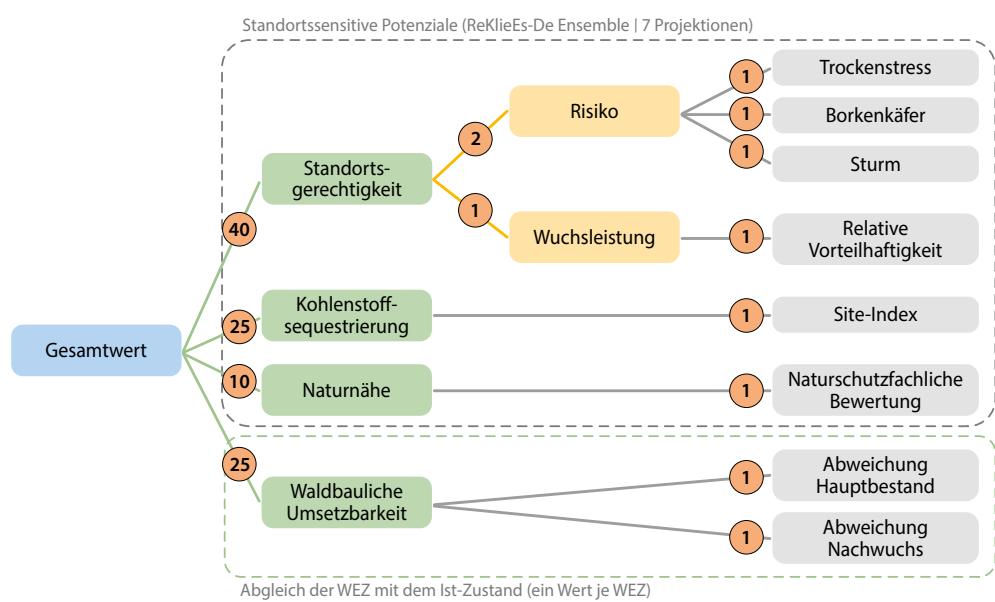


Datengrundlagen des multikriteriellen Entscheidungsunterstützungssystems der klimaangepassten Baumartenwahl. Die abstrahierten Baumartenmischungen (rechts) stehen stellvertretend für die länderspezifischen Listen an möglichen Baumartenkombinationen.

lichen Auflösung von 50 x 50 m projiziert und erst anschließend für Standortspolygone gemittelt. Auf diese Weise können bspw. die Unterschiede zwischen Nord- und Südhängen bzgl. der Risiken durch Winterstürme, Fichtenborkenkäfer und Trockenstress berücksichtigt werden. Wie im aktuellen System der Baumartenempfehlung werden ergänzend Setzungen auf der Grundlage von Erfahrungswissen wie der Ausschluss von Fichte auf Kalk- und wechselfeuchten Standorten verwendet. Der multikriterielle Bewertungsansatz ist modular aufgebaut und kann prinzipiell für eine noch umfassendere Bewertung der Waldfunktionen um zusätzliche Indikatoren erweitert werden. So sind z. B. Indikatoren für die Grundwassererneuerung und die Nährstoffnachhaltigkeit denkbar. Das umfassend erweiterte, multikriterielle Entscheidungsunterstützungssystem der klimaangepassten Baumartenwahl wird derzeit intensiv evaluiert. Dabei werden die Ergebnisse der Baumartenempfehlungen in Zusammenarbeit mit den Landesforstbetrieben der Trägerländer der NW-FVA analysiert und bewertet. Darüber hinaus werden die Datengrundlagen, die verwendeten Methoden und die grundsätzliche Konzeption detailliert dokumentiert. Erste Ergebnisse aus dem Burgwaldprojekt zeigen bereits die deutlich verbesserten Planungsmöglichkeiten auf, die das multikriterielle Entscheidungsunterstützungssystem bietet.

Das multikriterielle Entscheidungsunterstützungssystem der klimaangepassten Baumartenwahl (BaEm) als Grundlage für die strategische Waldbauplanung im Staatswald des Hessischen Forstamtes Burgwald

Die standortssensitive, multikriterielle Bewertung von Baumartenmischungen (Abb. Seite 39) ist auch eine hervorragende Grundlage für die strategische Waldbauplanung unter zusätzlicher Berücksichtigung von Nebenbedingungen, wie sie aus Schutzgebietsauflagen, Zertifizierungsvorgaben, betrieblichen Zielen und übergeordneten forstpolitischen Vorgaben resultieren sowie der waldbaulichen Ausgangssituation, die im Rahmen der Forsteinrichtung erfasst wird. Die strategische Waldbauplanung gleicht somit die Potenzialbetrachtung der Bewertung von Baumartenmischungen in Abhängigkeit von baumarten- und standortssensitiven Risiken mit den spezifischen Nebenbedingungen und Zielen eines Forstbetriebes ab.



Spezifischer Wertbaum, der im Rahmen des Burgwaldprojektes entwickelt wurde. Der Gesamtwert (blau) einer Baumartenmischung (WEZ/WET/BZT) für einen spezifischen Bestand wird aus den unterschiedlichen Kriterien (grün; Subkriterien: gelb) berechnet, welche wiederum aus den Indikatoren (grau) abgeleitet werden. Die roten Kreise beschreiben die Gewichte der jeweiligen Kriterien/Indikatoren. Der Wertbaum teilt sich in standortssensitive Kriterien und den Abgleich mit dem Ist-Zustand, d. h. der waldbaulichen Ausgangssituation, auf.

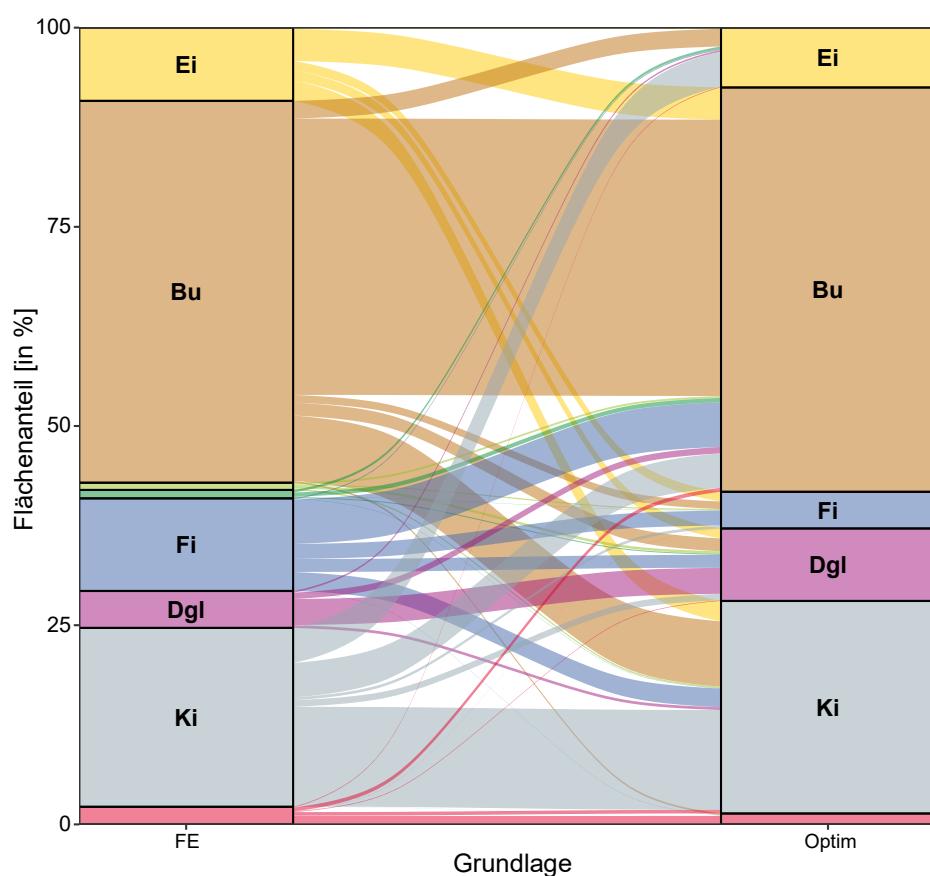
Zentrales Instrument der multikriteriellen Bewertung sowohl in der Potenzialbetrachtung als auch unter zusätzlicher Berücksichtigung von Nebenbedingungen im Entscheidungsunterstützungssystem der NW-FVA ist ein Wertbaum. Der spezifische Wertbaum, der im Rahmen des Burgwaldprojektes mit Vertretern von HessenForst und dem Hessischen Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat (HMLU) entwickelt und abgestimmt wurde, beinhaltet verschiedene Kriterien (Abb. oben). Zum einen sind dies Kriterien, die sich aus standortssensitiven Indikatoren (Abb. Seite 39) ableiten und somit die Potenziale ohne Berücksichtigung der waldbaulichen Ausgangssituation abbilden. Zum anderen sind dies Kriterien auf Basis von Indikatoren zum Abgleich mit der waldbaulichen Ausgangssituation. Die waldbauliche Ausgangssituation wird über Daten der Forsteinrichtung zum Hauptbestand und Nachwuchs erfasst. Alle Indikatoren werden mit Hilfe von Wertfunktionen auf einen vergleichbaren Wertebereich im Intervall [0,1] transformiert und dann gewichtet zu einem Gesamtwert je Handlungsalternative und Planungseinheit (Bestand) aufsummiert. Die Gewichte spiegeln die Zielsetzungen des Forstbetriebes wider. Die Handlungsalternativen sind definierte Baumartenmischungen. Diese Baumartenmischungen werden in Hessen als Waldentwicklungsziele (WEZ), in Niedersachsen und Schleswig-Holstein als Waldentwicklungstypen (WET) und in Sachsen-Anhalt als Betriebszieltypen (BZT) bezeichnet. Mit Bezug zum Burgwaldprojekt wird hier die Abkürzung WEZ verwendet. Die Definition der WEZ beinhaltet neben den Baumartenanteilen eine zusätzliche Einordnung bzgl. der Waldfunktionen. So werden u. a. auch Produktionsziele in Form von Zielstärken definiert. Diese Aspekte spielen für die Bewertung allerdings nur eine untergeordnete Rolle.

Die spezifische Gewichtung der verschiedenen Indikatoren und Kriterien im Burgwaldprojekt war Ergebnis der Abstimmung mit dem Forstbetrieb HessenForst und dem HMLU. Nebenbedingungen resultierten u. a. aus den Wassereinzugsgebieten der Waldmoore. Auf diesen Flächen wurden Baumartenmischungen mit Nadelbäumen in Abhängigkeit einer Prioritätsstufe teilweise oder ganz ausgeschlossen, um die Grundwassererneubildung zu erhöhen. Auch die Vorgaben bezüglich Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie wurden in den entsprechenden Beständen berücksichtigt. Einschränkungen aufgrund von Zertifizierungen wurden dagegen nicht vorgenommen. Anhand der über den Wertbaum bestimmten Gesamtwerte resultiert eine Rangfolge der WEZ für jeden Bestand. Das WEZ mit dem höchsten Wert ist somit theoretisch die beste Wahl für diesen Bestand. Allerdings gibt es gesamtbetrieblich betrachtet – d. h. im Burgwaldprojekt auf den Staatswald im Forstamt Burgwald bezogen – weitere Nebenbedingungen, die bei der Wahl eines WEZ zu berücksichtigen sind. In diesem Fall wurde der Douglasienanteil auf maximal 15 % und der Lärchenanteil auf mindestens 5 % festgelegt. Die Berücksichtigung derartiger Nebenbedingungen ist deutlich komplexer, als lediglich die Liste der möglichen WEZ in bestimmten Beständen einzuschränken. Zur Problemlösung wurde hier die Methodik der Ganzzahligen Linearen Optimierung (ILP; Integer Linear Programming) verwendet, welche sehr recheneffizient die bestmögliche – und somit optimale

- Lösung unter Berücksichtigung aller Nebenbedingungen ermittelt.

Ein Vergleich der Flächenanteile der WEZ, die über die klassische Forsteinrichtung geplant wurden, mit der hier beschriebenen modellgestützten Optimierung wird in Form eines "Wählerwanderdiagramms" dargestellt (Abb. rechts). Die Flächenanteile für Buche, Kiefer und Eiche sind ähnlich, während die Optimierung bei Fichte zu deutlich geringeren, bei Douglasie aber zu deutlich höheren Flächenanteilen führt. Beobachtet man, ausgehend von der klassischen Forsteinrichtungsplanung, für welche Bestände die gleiche Baumart geplant wird, so weisen hier Douglasie und Buche die geringsten "Baumartenwanderungen" auf. Für Kiefer, Eiche und Fichte zeigt sich ein abweichendes Bild. Obwohl die Gesamtfläche von Kiefer und Eiche in beiden Planungen ähnlich ist, treten bei der Zuweisung der Baumart zu den einzelnen Beständen deutliche (Kiefer) bzw. sehr starke (Eiche) Unterschiede auf. So gibt es bei Eiche so gut wie keine Übereinstimmung auf der

Ebene der Bestände. Bei der Fichte resultiert der geringe Anteil an übereinstimmenden Einzelbestandsplanungen aus der starken Reduktion der Gesamtfläche. Eine vertiefte Analyse, inwieweit bspw. die Berücksichtigung zusätzlicher Indikatoren in der Optimierung oder eine abweichende Gewichtung der waldbaulichen Ausgangssituation in den beiden Planungen zu den unterschiedlichen Ergebnissen geführt hat, steht noch aus. An dieser Stelle muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Forsteinrichtung noch unter anderen Rahmenbedingungen stattgefunden hat. Beispielsweise wurde die Douglasie wegen der noch geltenden FSC-Zertifizierung deutlich restriktiver behandelt. Um eine größere Praxisnähe in der nächsten Planungsperiode zu gewährleisten, wurde die Optimierung nach Wegfall der FSC-Zertifizierung ohne die entsprechenden Einschränkungen durchgeführt. Die hier dargestellten Ergebnisse sind daher nur begrenzt für Vergleiche geeignet. Außerdem können die Modellgrundlagen noch nicht die komplette Baumartenpalette abdecken, weshalb bspw. keine Edellaubholz-WEZ berücksichtigt werden können. Ein grundsätzlicher Vorteil der modellgestützten Waldbauplanung besteht darin, dass verschiedenste Varianten wie z. B. mit und ohne Berücksichtigung von Zertifizierungsaufgaben berechnet und analysiert werden können. Auch können nicht nur einzelne Forstämter, sondern ganze Waldbaugebiete oder auch ganze Landesforstbetriebe sehr recheneffizient optimiert werden.



Vergleich der WEZ-Auswahl aus der Forsteinrichtung (FE) und der optimierten Lösung des ILP (Optim). WEZ sind gruppiert nach der führenden Baumart. WEZ-Gruppen mit sehr geringen Anteilen sind unbeschriftet (hellgrün = Edellaubbäume; dunkelgrün = Weichlaubbäume; rot = Lärche).

Hoffnung für die Esche – Erkenntnisse aus der Genressourcenforschung

Katharina Birgit Budde, André Hardtke, Martin Hofmann und
Aki Michael Höltken
<https://doi.org/10.5281/zenodo.1752470>

Das Eschentriebsterben (ETS) hat in den letzten zwei Jahrzehnten zu einem starken Rückgang der Eschenbestände (*Fraxinus excelsior* L.) in Deutschland geführt. Der Schlauchpilz *Hymenoscyphus fraxineus* (Falsches Weißes Stängelbecherchen) wurde mit Pflanzenmaterial aus Ostasien eingeschleppt, wo er als harmloser Blattpilz die dort natürlich vorkommenden Eschenarten besiedelt, ohne dass Schadsymptome an den Wirtsbäumen auftreten. Unsere einheimische Gemeine Esche weist allerdings eine sehr hohe Anfälligkeit gegenüber diesem invasiven Erreger auf und eine Infektion endet in den meisten Fällen tödlich.

Der teils flächenweise Ausfall der Esche hat nicht nur ökonomische Auswirkungen, es wird auch die Diversität unseres einheimischen Baumartenspektrums um eine besonders klimaresiliente Art dezimiert. Ein unvermindert schwerer Verlauf ist auch mit dem Verlust einer Vielzahl von auf die Esche spezialisierten Artengemeinschaften verbunden. Es ist also dringend geboten, Maßnahmen zu ergreifen, mit denen diese ökologisch und ökonomisch wertvolle Baumart langfristig erhalten werden kann. Hoffnung ruht auf der genetischen Vielfalt und damit auf genetischen Anpassungskapazitäten der Esche gegenüber dem ETS. Deshalb stellen einerseits die Züchtung von potenziell weniger anfälligen Eschen und die anschließende Gewinnung entsprechenden Vermehrungsguts, andererseits aber auch die Förderung natürlicher Anpassungsprozesse wichtige Komponenten der Gesamtstrategie für den Erhalt der Esche dar.

Anfälligkeit und Anpassungspotenziale der Gemeinen Esche

Symptome des ETS wurden erstmals Anfang der 1990er Jahre in Polen und den baltischen Ländern beobachtet. Die Krankheit hat sich in den folgenden Jahrzehnten nahezu flächendeckend in Europa ausgebreitet. Die Ascosporen des Erregers werden durch den Wind ausgetragen, entwickeln sich



Foto: NW-FVA-Archiv

Kontrollierter Infektionsversuch an vegetativen Replikaten ausgewählter Plusbaumkandidaten durch Einbringung infizierter Blattstreu der Esche

in den Apothecien (Fruchtkörper) an den Blattspindeln der Eschenstreu des Vorjahrs, infizieren im Sommer die neu austreibenden Blätter und wachsen über die Blattstiele in den Spross. Dies verursacht nekrotische Läsionen, die schließlich zum Welken der Blätter und Absterben der Triebe führen. Die Schwere der Schäden hängt u. a. vom Standort ab, wobei feuchtere Standorte meist deutlich stärker betroffen sind als trockene.

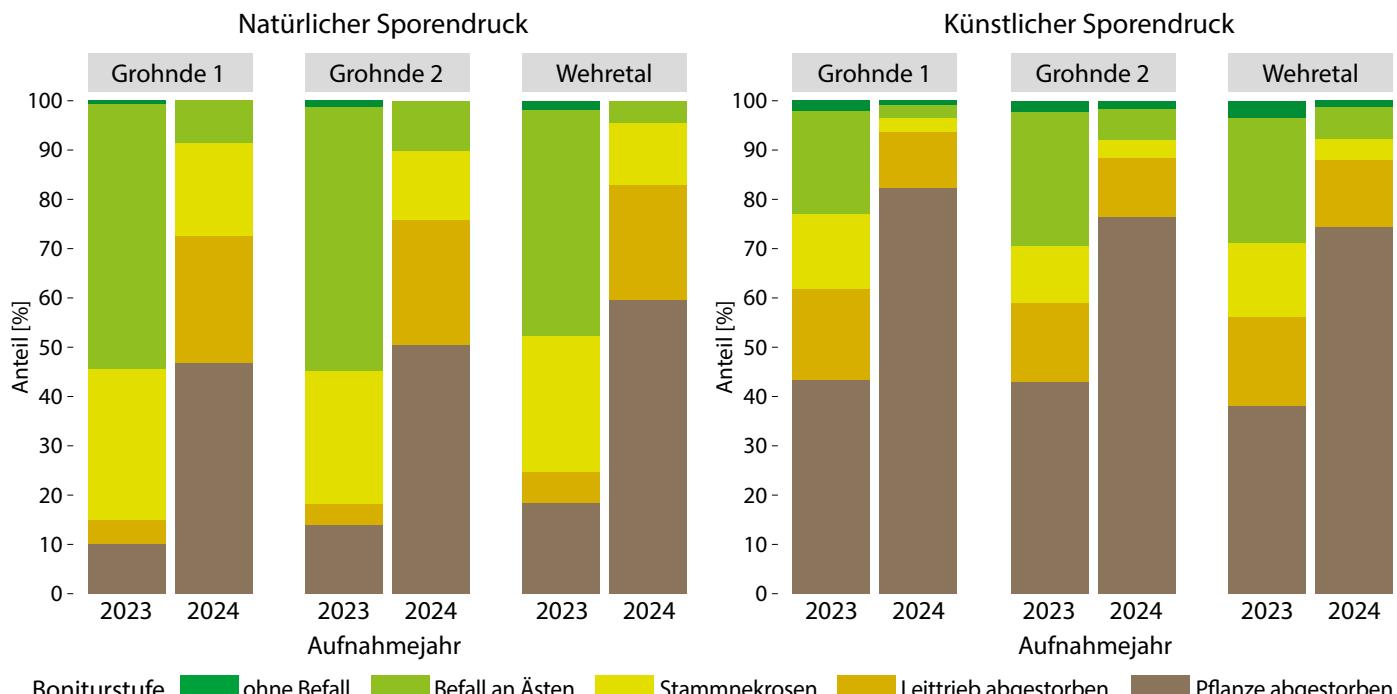
Bisherige wissenschaftliche Untersuchungen deuten aber darauf hin, dass die ETS-Anfälligkeit der Eschen ein mäßig erbliches Merkmal und damit in Teilen genetisch bedingt ist. Dabei sind eine Vielzahl von Merkmalen entdeckt worden, die für den Schädigungsgrad einer Esche verantwortlich sind. So zeigen Eschen, die früher im Herbst die Blätter abwerfen, typischerweise geringere ETS-bedingte Schäden. Vermutlich hat das Pathogen in solchen Fällen nicht ausreichend Zeit, um über Blatt und Blattstiel den Spross zu infiltrieren und die Esche langfristig zu befallen. Ferner wurde in kontrollierten Infektionsversuchen erkannt, dass Eschen unterschiedliche Nekrosenlängen entwickeln können. Vermutlich kann das Wachstum des Erregers in der Pflanze durch sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe bei bestimmten Individuen besser unterbunden werden als bei anderen.

Die Gemeine Esche und der ETS-Erreger haben in Europa keine Koevolution durchlebt, d. h. vor dem Krankheitsausbruch in den 1990er Jahren haben keine spezifischen Selektionsprozesse hinsichtlich der Toleranzmechanismen gegen das ETS in der Esche stattgefunden. Jeder genetisch bedingte Mechanismus der Krankheitstoleranz ist daher höchstwahrscheinlich eine sogenannte „Exaption“, also ein Merkmal, das aufgrund anderer Selektionsdrücke entstanden ist. Verschiedene genetische Untersuchungen haben gezeigt, dass es nicht ein oder wenige Gene mit großem Effekt gibt, sondern dass eine Vielzahl von Genen mit jeweils kleinen Effektgrößen die ETS-Anfälligkeit bei der Esche bedingen (Doonan et al. 2025).



Foto: NW-FVA-Archiv

Anzucht generativer Nachkommen ausgewählter Eschenplusbäume zur Überprüfung des Selektionserfolgs auf verschiedenen Versuchsflächen



Nachkommen aus drei älteren Eschen-Samenplantagen in zwei replizierten Baumschulversuchen (nach künstlich erhöhtem Sporendruck und nach natürlichem Sporendruck aus der Umgebung)

Die hohe Sterblichkeit von durchschnittlich 70 % in Beständen adulter Bäume und 82 % bei jungen Bäumen verdeutlichen den extrem starken Selektionsdruck durch den Erreger (Coker et al. 2019). Genetische Untersuchungen in der Naturverjüngung stark geschädigter Eschenbestände belegen diesen Sachverhalt. Hoch anfällige adulte Bäume mit deutlichen Schadensymptomen weisen weniger Nachkommen in der Naturverjüngung auf als weniger anfällige, gesündere Bäume (Semizer-Cuming et al. 2021). Dies bedeutet, dass die genetischen Varianten der gesünderen Bäume eher weitergegeben und somit in der Naturverjüngung häufiger werden. Zusätzlich befällt der Pilz bereits sehr junge Pflanzen, sodass die Selektion und die Sterblichkeit insbesondere in der Naturverjüngung sehr hoch sind. Dies lässt eine schnelle Selektionsantwort vermuten. Ein Vergleich zwischen der Eltern- generation und der Naturverjüngung anhand genetischer Marker konnte entsprechend zeigen, dass Selektion hinsichtlich geringerer ETS-Anfälligkeit bereits stattfindet und somit genetische Anpassungspotenziale in der Gemeinen Esche vorhanden sind (Metheringham et al. 2025).

establiert und deren Bäume nach anderen Kriterien als der ETS-Toleranz ausgewählt worden sind (Form, Vitalität, Wuchsleistung etc.). Ziel des Versuches war es, genauere Kenntnis über das Infektionsgeschehen zu erhalten und mögliche Unterschiede in der Befallsstärke zwischen Nachkommen einzelner Samenbäume festzustellen. So konnten in den Samenplantagen keine Bäume gefunden werden, welche eine deutliche Differenzierung hinsichtlich der ETS-Toleranz in den Nachkommen hervorbrachten. Innerhalb eines 4-jährigen Beobachtungszeitraums führte das ETS an allen Nachkommenschaften zu hohen Schäden und Ausfällen (Abb. oben). Dem Aufbau neuer Züchtungskollektive durch gezielte Selektion und der anschließenden Vermehrung potenziell ETS-toleranter Eschen kommt künftig daher eine besondere Bedeutung zu. Ferner sollte berücksichtigt werden, dass natürliche Anpassungsvorgänge, vor allem, wenn damit eine sehr starke Reduktion der Bestandesgrößen einhergeht, auch mit einer deutlichen Verringerung genetischer Vielfalt verbunden sind.



In-vitro-Vermehrung potenziell ETS-toleranter Eschen

Strategien für den Erhalt der Gemeinen Esche

Auch wenn die genannten Forschungsergebnisse Hoffnung wecken, ist es dennoch ungewiss, ob sich unsere Eschen ausreichend schnell anpassen können. Versuche der künstlichen Wiedereinbringung der Esche über bisher verfügbare Saatgutquellen wie z. B. Samenplantagen werden zurzeit nur einen geringfügigen Beitrag zur Steigerung der ETS-Toleranz leisten können. Dies zeigt sich in einem Baumschulversuch an der NW-FVA an Nachkommen aus drei älteren Samenplantagen, die schon vor der Zeit der Ausbreitung des ETS-Erregers

(genetischer Flaschenhalseffekt). Beide Aspekte, Selektionserfolg sowie die gleichzeitige Aufrechterhaltung einer hohen genetischen Vielfalt, sind wichtige Grundvoraussetzungen für die zukünftige Rekonstruktion von anpassungsfähigen Eschenpopulationen. Im Rahmen des durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) finanzierten Verbundprojektes FraxForFuture wurden hierzu grundlegende und vielversprechende Verfahrensabläufe entwickelt, die an der NW-FVA Anwendung finden:

1. Identifizierung und Selektion von Eschen mit potenziell hoher ETS-Toleranz nach strengen Boniturkriterien (phänotypische Auswahl von sogenannten „Plusbaumkandidaten“)
2. Sicherung der Plusbaumkandidaten über vegetative Vermehrungstechniken
3. Infektionsstudien an vegetativen Replikaten dieser Plusbaumkandidaten unter kontrollierten Bedingungen im Labor und Gewächshaus (maximaler Sporendruck) für die weitere Selektion von sogenannten „Plusbäumen“
4. Anlage von Nachkommenschaftsprüfungen der „Plusbäume“ zur Überprüfung des Selektionserfolgs
5. Aufbau einer genetisch vielfältigen „Plusbaum“-Klonsammlung

Für die Etablierung von Erhaltungspopulationen können verschiedene Methoden angesetzt werden. Die klassische Variante sind Klonsammlungen auf Basis von Veredelungen ETS-toleranter Genotypen auf angezogenen Sämlingsunterlagen. Von steigender Bedeutung sind aber labortechnische Verfahren wie die In-vitro-Technik. Damit lassen sich auch große Individuenzahlen kostengünstig erhalten und wiedervermehren. Dazu zählt auch die Kryokonservierung, die es ermöglicht, (teilungsaktive) Gewebeteile einzelner Pflanzen in flüssigem Stickstoff einzufrieren. Das so eingefrorene Material kann Jahrzehnte später zu jedem beliebigen Zeitpunkt und in beliebigen Mengen wieder „aufgeweckt“ und vermehrt werden („Arche-Noah-Prinzip“).

Um natürliche Anpassungsprozesse zu beschleunigen, sollen aus diesen Erhaltungspopulationen später neue Vermehrungsgutquellen für die künstliche Begründung bzw. Anreicherung vorhandener Bestände mit ETS-toleranten Eschen entstehen. Dies kann über vegetative Vermehrung (in-vitro) aber auch über die Etablierung neuer Saatgutquellen (Samenplantagen) erfolgen.

Es wird jedoch noch einige Zeit in Anspruch nehmen, bis Samenplantagen ein Alter erreicht haben, um auch nennenswerte Mengen an Saatgut produzieren zu können. Für die Erhaltung der Eschen hat daher die Naturverjüngung zur Sicherung natürlicher Anpassungsprozesse weiterhin eine besondere Bedeutung. Die vom Waldklimafonds der FNR herausgegebenen waldbaulichen Handlungsempfehlungen („Zukunft der Esche“) sollen dazu ermutigen, sich auch weiterhin forstlich mit der Esche zu beschäftigen und vorschnelle Entnahmen oder gar eine Abkehr von dieser Baumart zu vermeiden. Um die Etab-



Foto: NW-FVA-Archiv

Handveredelte Plusbaumkandidaten

lierung von Eschennaturverjüngung zu gewährleisten, wird empfohlen, vitale (Alt-)Eschen zur Erhaltung ihres Vermehrungspotenzials zu fördern, günstige Lichtverhältnisse für das Wachstum von Eschennaturverjüngung zu schaffen, aber auch Maßnahmen zur Begrenzung des Verbissdrucks zu ergreifen (Fuchs et al. 2023; Steinhart et al. 2024).

Literatur

- Coker T. L. R., Rozsypálek J., Edwards A., Harwood T. P., Butfoy L., & Buggs R. J. A. (2019). Estimating mortality rates of European ash (*Fraxinus excelsior*) under the ash dieback (*Hymenoscyphus fraxineus*) epidemic. *Plants, People, Plantet* 1(1), 48–58.
<https://doi.org/10.1002/ppp3.11>
- Doonan J. M., Budde K. B., Kosawang C., Lobo A., Verbylaite R., Brealey J. C., Martin M. D., Pliura A., Thomas K., Konrad H., Seegmüller S., Liniiewicz M., Cleary M., Nemesio-Gorriz M., Fussi B., Kirisits T., Gilbert M. T. P., Heuertz M., Kjær E. D. & Nielsen L. R. (2025). Multiple, Single Trait GWAS and Supervised Machine Learning Reveal the Genetic Architecture of *Fraxinus excelsior* Tolerance to Ash Dieback in Europe. *Plant, Cell & Environment*, 48(5), 3793–3809.
<https://doi.org/10.1111/pce.15361>
- Fuchs S., Peters S., Beckschäfer P., Osewold J., Fey C., Langer G., Nagel R.-V. & Höltken A. M. (2023). FraxForFuture: Ein Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart. In Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt & Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Eds.), Waldzustandsbericht 2023 für Niedersachsen (pp. 37–39).
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10083078>
- Metheringham C. L., Plumb W. J., Flynn W. R. M., Stocks J. J., Kelly L. J., Gorriz M. N., Grieve S. W. D., Moat J., Lines E. R., Buggs R. J. A. & Nichols R. A. (2022). Rapid polygenic adaptation in a wild population of ash trees under a novel fungal epidemic. *BioRxiv*.
<https://doi.org/10.1101/2022.08.01.502033>
- Semizer-Cuming D., Chybicki I. J., Finkeldey R. & Kjær E. D. (2021). Gene flow and reproductive success in ash (*Fraxinus excelsior* L.) in the face of ash dieback: Restoration and conservation. *Annals of Forest Science*, 78(1), 14.
<https://doi.org/10.1007/s13595-020-01025-0>
- Steinhart F., Westhauser A., Mausolf K., Osewold J., Schrewe F. R., Fischer H., Burzlaff T. & Nagel R.-V. (2024). Zukunft der Esche – Empfehlungen zum forstbetrieblichen Umgang mit dem Eschentreibsterben (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Ed.).
<https://mediathek.fnr.de/zukunft-der-esche.html>

Humusformen als Spiegel des Waldes: Dynamik, Wandel und Funktion

Oliver van Straaten, Felix Grün und Jan Evers

<https://doi.org/10.5281/zenodo.1752470>

Die Humusaufgabe eines Waldbodens ist wie ein Bankkonto für Nährstoffe und Wasser – Speicher und Umschlagsplatz zugleich. Sie besteht aus angesammeltem organischem Material – wie abgestorbenen Blättern, Zweigen, Holz – in unterschiedlichen Stadien der Zersetzung. Wie ein Schwamm saugt die Humusaufgabe Niederschläge auf und gibt sie im Laufe der Zeit langsam wieder ab, wodurch der Wasseranteil des Bodens stabiler bleibt und für Pflanzen und Bodenorganismen besonders in Trockenperioden länger verfügbar ist. Die in der organischen Substanz enthaltenen Nährstoffe werden in dieser Schicht gespeichert, bis sie durch Zersetzungsprozesse freigesetzt und durch biologische Aktivität in tiefere Bodenschichten verlagert werden. Durch diese immerzu fortschreitenden Kreisläufe werden die für das Pflanzenwachstum essentiellen Nährstoffe wie z. B. Stickstoff, Kalium, Kalzium und Magnesium in das Ökosystem zurückgeführt und liefern so die Grundlage für lebenswichtige Pflanzenfunktionen und Wachstum. Der Abbau der organischen Substanz erfolgt durch eine vielfältige Gemeinschaft von Zersetzern, darunter Bakterien und Pilze sowie größere Organismen wie Regenwürmer und Arthropoden (z. B. Tausendfüßer, Milben, Springschwänze und Käfer). Die Effizienz dieser Zersetzung oder Mineralisation, in dem organisches Material in pflanzenverfügbare Nährstoffe und Kohlendioxid (CO_2) umgewandelt wird, hängt von mehreren Faktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit und der chemischen Zusammensetzung der Streu ab. Ähnlich wie ein Bankkonto ist die Humusaufgabe ein dynamisches System, in dem die Menge des gespeicherten organischen Materials im Laufe der Zeit schwankt, abhängig vom Gleichgewicht zwischen Einträgen (z. B. Laubfall) und Austrägen (z. B. Zersetzung). Die zeitlichen Schwankungen des Streueintrags werden weitgehend von der Produktivität des Waldes beeinflusst, die von Faktoren wie dem Alter des Waldes und der Baumartenzusammensetzung abhängt. Im Gegensatz dazu werden Zersetzungsraten durch Umweltbedingungen gesteuert, einschließlich Temperatur, Feuchtigkeit und Art der Streu (z. B. Nadel- oder Laubstreu), sowie durch externe Einträge wie stickstoff- oder schwefelhaltige Säureeinträge und den Bodeneigenschaften. Diese Faktoren bestimmen gemeinsam die Zusammensetzung, Struktur und Mächtigkeit der Humusschicht und führen letztlich dazu, dass sich im Laufe der Zeit verschiedene Ausprägungen der Humusschicht bilden, den sogenannten „Humusformen“.

Humusformen können in verschiedene Kategorien – oder „Schubladen“ – eingeteilt werden, die auf unterschiedlichen Merkmalen der organischen Schicht beruhen, wie Morphologie, Struktur, Zersetzungsstadium, Anzeichen biologischer Aktivität und der Wechselwirkung zwischen organischem Material und Mineralboden (Abb. rechts). Das deutsche Humusform-Klassifikationssystem, entwickelt von der Arbeits-



Rohhumus



Moder



Mull

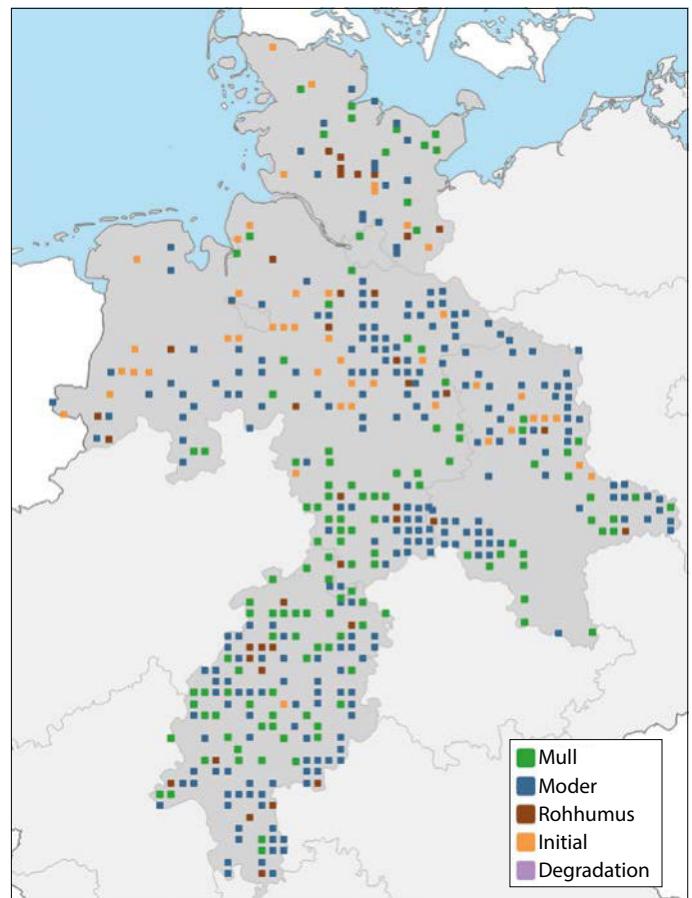
Humusformen im Wald: Zunehmende biologische Aktivität vom Rohhumus über Moder zum Mull (Fotos: NW-FVA, Abt. Umweltkontrolle)

gruppe Humusformen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, folgt einem hierarchischen Rahmen, der von allgemeinen Kategorien zu spezifischeren Typen nach verschiedenen diagnostischen Kriterien übergeht. Auf der allgemeinsten Ebene werden terrestrische Standorte als (F- oder

L-)Mull, Moder oder Rohhumus klassifiziert, was einen Gradienten der biologischen Aktivität und der Zersetzungsraten organischer Stoffe darstellt. Eine „Mull“-Humusform ist durch eine rasche Zersetzung der eingetragenen Streu gekennzeichnet, was zu einer nur minimalen Anreicherung organischer Substanz führt. In diesem Milieu zersetzen vielfältige Bodenorganismen – von Mikroben über Würmer bis hin zu Gliederfüßern – aktiv die Streu und integrieren sie in die oberen mineralischen Bodenschichten. Mull-Humusformen findet man häufig unter Laubwäldern und auf nährstoffreichen Standorten (z. B. Kalk- oder Basaltböden). Die nächste Stufe der Humusformen sind die „Moder“-Humusformen, die in Nordwestdeutschland am weitesten verbreitet sind. Sie entstehen typischerweise auf sauren, nährstoffarmen Böden unter Nadelwäldern, wo langsamere Zersetzungsraten zu einem allmählichen Aufbau einer organischen Schicht führen. Am Ende des Spektrums stehen die „Rohhumus“-Formen, die sich durch eine mächtige organische Schicht aus stark zersetzenem Material, dem sogenannten Oh-Horizont, auszeichnen. Die Zersetzungsgeschwindigkeit der organischen Stoffe ist in Rohhumusformen aufgrund des sauren organischen Substrats und der nährstoffarmen Bedingungen im Allgemeinen sehr langsam.

Humusformen spiegeln das kumulative Ergebnis interagierender Umweltfaktoren wie pH-Wert, Feuchtigkeit, Temperatur und biologischer Aktivität wider, die gemeinsam die Dynamik der Zersetzung steuern. Da Humusformen empfindlich auf Umweltveränderungen reagieren, eignen sie sich gut als Indikator für den Zustand von Waldböden, deren zeitliche Entwicklung und möglicher Störungen. Ist das Gleichgewicht zwischen Streuanlieferung und Zersetzung durch z. B. zu hohe Säureeinträge gestört, sammelt sich unvollständig zersetzte Streu in der Humusauflage an. Damit stehen die so gebundenen Nährstoffe den Waldbäumen nicht mehr zur Verfügung. Ähnliche Wirkungen können andauernde Trockenheit, Bodenverdichtungen oder auch zu hohe Nadelholzanteile haben. Stickstoffeinträge und hoher Lichteinfall nach Kalamitäten dagegen können die Streuzersetzung so stark fördern, dass die Wurzeln die Nährstoffe nicht vollständig aufnehmen können und sie mit dem Sickerwasser dem verfügbaren Wurzelraum verloren gehen.

Im Rahmen der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) wurde daher untersucht, wie sich die Humusformen in den letzten 30 Jahren in Nordwestdeutschland entwickelt haben. Die BZE verwendet ein rasterbasiertes Stichprobendesign mit einem 8 × 8 km-Raster, das einen Teil des größeren Waldzustandserhebungs-Stichprobennetzes (WZE) darstellt. Insgesamt gibt es 465 BZE-Messpunkte, die über sechs Bundesländer im Nordwesten Deutschlands verteilt sind: Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Hessen, Bremen und Hamburg. Das BZE-Monitoring-Programm wird bundesweit etwa alle 16 Jahre durchgeführt, mit Erhebungen in den Jahren 1990, 2006 und zuletzt 2023. Die BZE ist ein

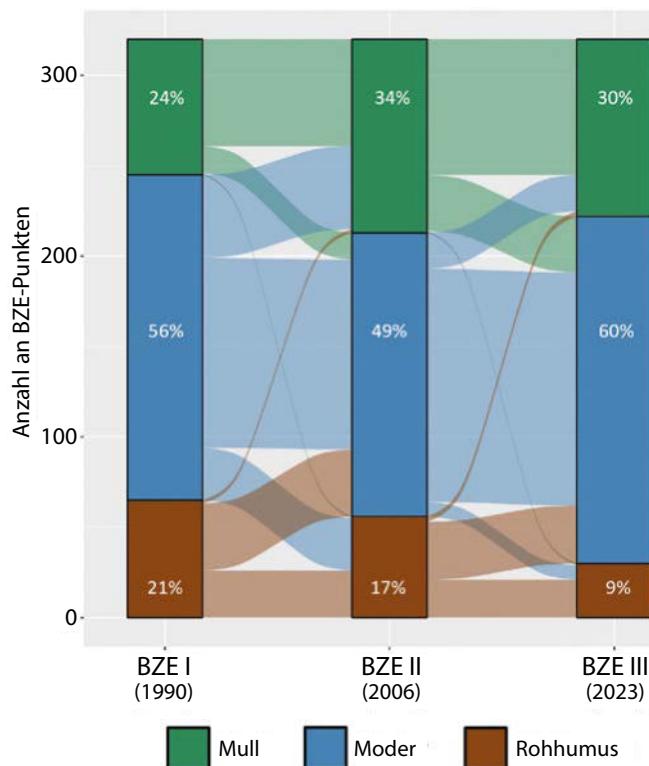


Humusformen bei der dritten Bodenzustandserhebung im Wald

zentraler Baustein des Waldmonitorings in Deutschland und liefert wichtige Informationen über Veränderungen in der Boden- und Baumernährung, die Kohlenstoffspeicherung, die Bodenversauerung, die Nährstoffkreisläufe sowie die langfristigen Auswirkungen des Klimawandels und der Waldbewirtschaftung auf Ökosystemprozesse. Das langfristige und flächendeckende Untersuchungsdesign der BZE ermöglicht eine detaillierte Erfassung dieser Indikatoren über Raum und Zeit und bietet damit eine umfassende Datengrundlage, um die Entwicklung der Humusformen der letzten 30 Jahre abzubilden und zu bewerten.

In der letzten BZE-Erhebung von 2023 wurden Mull-Humusformen auf etwa einem Drittel der beprobten Flächen festgestellt, Moder auf etwas mehr als der Hälfte, Rohhumus auf rund 10 % der Flächen und sogenannte „Initial“-Humusformen (frühe Entwicklungsstadien) ebenfalls bei etwa 10 % der BZE-Punkte (Abb. oben und Seite 47). Diese Initial-Humusformen wurden im Rahmen der neuesten Humusklassifikation von der AG Humusformen (2024) eingeführt und kennzeichnen Humusformen, die sich in einem frühen Stadium ihrer Entwicklung befinden, z. B. Erstaufforstungen und Kalamitätsflächen.

Im Laufe der letzten 30 Jahre zeigte sich eine generelle Verschiebung der genannten Humusformen der Trägerländer weg von Rohhumus und hin zu mehr Mull- und Moder-Humusformen. Genauer gesagt, stieg der Anteil der BZE-Punkte mit Mull-Humusformen von 24 % in der ersten BZE 1990 auf



Zeitliche Veränderung der Humusformen in den letzten 30 Jahren (BZE I, II und III) in den Trägerländern

34 % in der zweiten BZE 2006 deutlich und sank auf 30 % in der letzten BZE 2023. Auf der anderen Seite sank der Anteil der Standorte mit Rohhumus-Humusformen von 21 % in der ersten BZE auf 17 % in der zweiten BZE und schließlich auf nur 9 % in der dritten BZE (Abb. oben).

Für die Analyse der zeitlichen Entwicklung der Humusformen wurden ausschließlich nur jene Flächen berücksichtigt, die in allen drei Inventuren (1990, 2006 und 2023) beprobt werden konnten – insgesamt 319 Beobachtungsflächen. Organisch geprägte Standorte wie Moorwälder und Flächen mit Initial-Humusformen wurden aus dieser Auswertung ausgeschlossen.

Der allgemeine Trend zu mehr Mull- oder Moder-Humusformen deutet darauf hin, dass verschiedene externe Einflüsse zu einer erhöhten Zersetzungsraten der organischen Substanz beigetragen haben. Dies hat unter anderem zu einer allgemeinen Verringerung der Mächtigkeit der organischen Auflage und zu einem schnelleren Nährstoffumsatz geführt. Mehrere Faktoren könnten diesen Wandel vorangetrieben haben: Erstens fand durch die anhaltend hohe Stickstoffdeposition aus intensiver Landwirtschaft und Industrie eine effektive Düngung der Waldböden statt, was den Streuabbau beschleunigte und die Nährstoffdynamik, insbesondere in Westniedersachsen und Schleswig-Holstein, veränderte. Zweitens minderte die in den letzten Jahrzehnten abnehmende Säuredeposition – infolge strengerer Luftreinhaltevorschriften – die Bodenversauerung, wodurch günstigere Bedingungen für biologische Aktivität in den oberen Bodenschichten geschaffen wurden. Drittens wurde durch die groß-

flächige Kalkung von Waldökosystemen der pH-Wert erhöht und die Basensättigung verbessert, was wiederum die mikrobielle Aktivität und den Humusumsatz begünstigte. Viertens haben steigende Durchschnittstemperaturen, insbesondere während der Vegetationsperiode, enzymatische und mikrobielle Prozesse angeregt, die den Abbau organischer Substanz fördern. Dieser Erwärmungseffekt wird jedoch zunehmend durch längere Trockenperioden und wiederkehrende Dürren abgeschwächt, wodurch die Bodenfeuchtigkeit verringert und somit auch die mikrobielle Mineralisierung gehemmt wird. Fünftens verbesserte ein gradueller Wechsel von Nadel- zu Laubbäumen in vielen Regionen die Qualität der Streu und schuf somit günstigere Bedingungen für die Humusentwicklung. Schließlich führten Veränderungen in der Forstwirtschaft – wie verstärkte Verjüngung im Unterstand und eine stärkere Auflichtung des Kronendachs – zu einer erhöhten Lichtverfügbarkeit am Waldboden, was die mikrobielle Aktivität und den Umbau organischer Substanz zusätzlich förderte.

Während die allgemeine Verschiebung hin zu Humusformen mit schnellerer und effizienterer Streuzersetzung die Nährstoffkreisläufe verbessert und möglicherweise die Waldproduktivität steigern kann, bringt sie auch bedeutende Veränderungen in der Morphologie und Chemie der Waldböden mit sich. Diese Veränderungen können eine Kaskade von Auswirkungen auf zentrale Ökosystemfunktionen auslösen – darunter Kohlenstoffspeicherung, Nitratauswaschung, Wasserspeicherung und Treibhausgasemissionen.

Die beobachtete Entwicklung verdeutlicht, dass Humusformen auf veränderte Umweltbedingungen sensibel reagieren und wie wertvoll sie als Indikatoren für langfristige ökologische Veränderungen in Waldökosystemen sind. Ihre sorgfältige Beobachtung und Analyse ermöglicht es, frühzeitig Auswirkungen von Klimawandel, Luftverschmutzung und Forstwirtschaft zu erkennen und entsprechend im Hinblick auf die Waldbewirtschaftung zu steuern.



Podsol in Norddeutschland

Foto: J. Evers

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,
 Gaweijn P, Spielmann M und Talkner U

Titelfoto: Evers J

Layout: Starick E

Herstellung: Nordwestdeutsche
 Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Klartext GmbH Göttingen

Zitievorschlag

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt,
 Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räu-
 me, Europa und Verbraucherschutz des Landes
 Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2025): Waldzustands-
 bericht 2025 für Schleswig-Holstein, 48 S
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524571>

Zitate der Einzelbeiträge bitte nach
 folgendem Schema:

Klinck C, Paar U (2025): 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 2025 für Schleswig-
 Holstein. S 8-19.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17524589>

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

Der Waldzustandsbericht 2025
 ist abrufbar unter
<https://www.nw-fva.de> und
[https://www.schleswig-holstein.de/](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 Sutmöller
 Witterung und Klima



Peter Gaweijn
 Außenaufnahmen, Kontrollen



Michael Spielmann
 Außenaufnahmen, Kontrollen



Torben Wahler
 Außenaufnahmen, Kontrollen