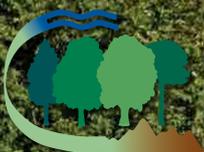




Waldzustandsbericht 2023



Vorwort



Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

gern möchte ich Ihnen den Waldzustandsbericht 2023 Sachsen-Anhalt vorstellen. Auch in diesem Jahr befasst sich der Bericht mit wichtigen Aussagen zum Gesundheitszustand unserer Wälder. Inhalt dieses Berichtes ist es, durch die Erhebung umfassender und vergleichbarer Daten über die Veränderungen, die in unseren Wäldern unter den derzeitigen Umweltbedingungen stattfinden, die Auswirkungen zu bewerten. Ferner sollen durch Forschung und Monitoring entsprechende Ursache-Wirkung-Beziehungen ermittelt werden. Im Bericht werden phänologische Veränderungen, die mit dem Klimawandel in Verbindung stehen, dargestellt. Gleichzeitig wird aufgezeigt, dass sich die Waldökosysteme wohl nur sehr langsam erholen werden. Waldökosysteme sind äußerst komplex. Um ihren Zustand bewerten und ihre künftige Entwicklung entsprechend der aktuellen und der erwarteten Umweltszenarien einschätzen zu können, sind große Datensätze

und eine kontinuierliche Beobachtung erforderlich. Aus diesem Grunde werden umfangreiche Daten im Rahmen der jährlich stattfindenden Waldzustandserhebung auf 151 Erhebungspunkten in einem Stichprobennetz von 8 km x 8 km erhoben.

Die Auswirkungen der Trockenheit der vergangenen Jahre sind auch 2023 deutlich am Vitalitätszustand der Waldbäume zu erkennen. Die mittlere Kronenverlichtung lag 2023 für alle Baumarten- und Altersgruppen mit 26 Prozent weiterhin auf dem hohen Niveau der Vorjahre. Mit 11 Prozent ist auch in diesem Jahr ein im Vergleich zum langjährigen Mittel sehr hoher Anteil der Bäume als stark geschädigt einzustufen (1991–2023: 3,9 Prozent). Dabei weist aktuell die Fichte mit 66 Prozent einen extrem hohen Anteil stark geschädigter Bäume auf.

Flächenmäßig dominiert in Sachsen-Anhalt die Kiefer; sie hat einen Anteil von insgesamt 60 Prozent. Durch ihren hohen Anteil und ihre vergleichsweise niedrigen mittleren Kronenverlichtungswerte senkt die Kiefer den Gesamtwert für alle Baumarten.

Alle anderen Baumarten außer der Kiefer werden auf einem verdichteten Raster von 4 x 4 km untersucht. Auf diesem Raster sind nach der Kiefer die sonstigen Laubbäume die zweithäufigste Baumartengruppe (25 Prozent), gefolgt von Eiche (21 Prozent), Buche (15 Prozent), der Gruppe der anderen Nadelhölzer (3 Prozent) sowie der Fichte (2 Prozent).

Vielorts spielen derzeit Pilze, die normalerweise unauffällig sind, eine zunehmend bedeutendere Rolle und verursachen spürbare Schäden. Teilweise treten zusammen mit diesen Pilzen rinden- und/oder holzbrütende Schadinsekten in Erscheinung und verschärfen den Schadensverlauf. Diese Aussage trifft insbesondere für die Hauptbaumart Kiefer vornehmlich in der Standortsregion Tiefland zu. Neben den massiven Schäden durch rindenbrütende Insekten (Kiefernborckenkäfer/Kiefernprachtkäfer) tritt das Kieferntriebsterben, verursacht durch den Pilz „*Sphaeropsis sapinea*“ auf, das für erhebliche Schäden in den Waldbeständen verantwortlich ist.

In Anbetracht der massiven Schäden werden erhebliche Verjüngungsmaßnahmen erforderlich, die eine waldbauliche Ausrichtung im Rahmen des Waldumbaus erfordern. Dies beinhaltet in der Regel die Begründung von Mischbeständen, mit Baumarten und Herkünften, die nach heutigem Stand des Wissens geeignet sind, sowohl dem jetzt herrschenden, als auch dem künftigen Klima gerecht zu werden und das Bestandesrisiko gegenüber biotischen und abiotischen Schäden zu minimieren.

Die Herausforderungen des Klimawandels erfordern, obwohl es in Abhängigkeit von dem Ausmaß der projizierten Klimaänderungen, den sonstigen Standortbedingungen, den waldbaulichen Ausgangssituationen und den von den Waldbesitzenden verfolgten Zielen sehr verschiedene Optionen für eine ökologische Waldentwicklung gibt, ein gemeinsames Handeln. Der Waldzustandsbericht 2023 ist in einem der schwierigsten Jahre für den Forstbereich eine notwendige und interessante Fachlektüre, die für den weiteren Waldumbau eine Hilfestellung bietet.

Ihr

Sven Schulze

Minister für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt



Foto: J. Evers

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Hauptergebnisse	4
Forstliches Umweltmonitoring Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar	6
WZE-Ergebnisse für alle Baumarten Caroline Klinck und Uwe Paar	8
Kiefer	10
Fichte	11
Buche	13
Eiche	14
Andere Laub- und Nadelbäume	16
Witterung und Klima Johannes Suttmöller	18
Insekten und Pilze Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp und Pavel Plašil	23
Stoffeinträge Birte Scheler	27
Eichenarten im Klimawandel: Unterschätzte Anpassungspotenziale? Aki Michael Höltken und André Hardtke	30
Nieder- und Mittelwälder: Waldkulturerbe und Hotspots der Biodiversität Andreas Mölder und Marcus Schmidt	33
FraxForFuture: Ein Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart Sebastian Fuchs, Sandra Peters, Philip Beckschäfer, Johannes Osewold, Christina Fey, Gitta Langer, Ralf-Volker Nagel und Aki Michael Höltken	37
Impressum	40

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Der Vitalitätszustand der Waldbäume Sachsen-Anhalts lässt auch 2023 die Auswirkungen der Trockenheit der vergangenen Jahre deutlich erkennen: Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 26 % für alle Baumarten- und Altersgruppen lag der Wert auch dieses Jahr auf dem hohen Niveau der Vorjahre. Im Vergleich zum langjährigen Mittel 1991–2023 von 3,9 % ist der diesjährige Anteil stark geschädigter Bäume mit 11 % fast um das Dreifache erhöht. Besonders hoch ist dabei der Anteil an Fichten, von denen 66 % als stark geschädigt einzustufen sind. Aufgrund der hohen Ausfälle seit 2018 ist es erstmalig in der Historie der Waldzustandserhebung Sachsen-Anhalts nicht mehr möglich, gesicherte Aussagen über den Kronenzustand der Hauptbaumart Fichte zu treffen. Deutlich wird die Situation der Fichte bei einem Blick auf die Baumartenverteilung im WZE-Kollektiv (verdichtetes Raster, 4 x 4 km): 2015 betrug der Fichtenanteil 17 %, bis zum Jahr 2023 sank er auf 2 %. Bezüglich der Häufigkeit der Baumarten im WZE-Kollektiv steht die Fichte nunmehr an zehnter Stelle nach Kiefer, Eiche, Rotbuche, Sandbirke, Schwarzerle, Roteiche, Bergahorn, Hainbuche und Europäischer Lärche.

Mit einem Anteil von 60 % dominiert in Sachsen-Anhalt flächenmäßig die Kiefer. Da sie zudem insgesamt vergleichsweise niedrige Kronenverlichtungswerte aufweist, senkt sie den Gesamtwert für alle Baumarten. In Sachsen-Anhalt erfolgt die Waldzustandserhebung für alle Baumarten bis auf die Kiefer auf einem verdichteten Raster von 4 x 4 km.

Nach der Kiefer ist auf diesem Raster die Gruppe der sonstigen Laubbölder, zu denen z. B. Erlen-, Birken- oder Ahornarten zählen, mit 25 % die zweithäufigste Baumartengruppe. Es folgt mit 21 % die Gruppe der heimischen Eichen, danach mit 15 % die Rotbuche. Die Gruppe der anderen Nadelhölzer mit Douglasie und Lärchenarten machen 3 % und die Fichte 2 % des WZE-Kollektivs aus.

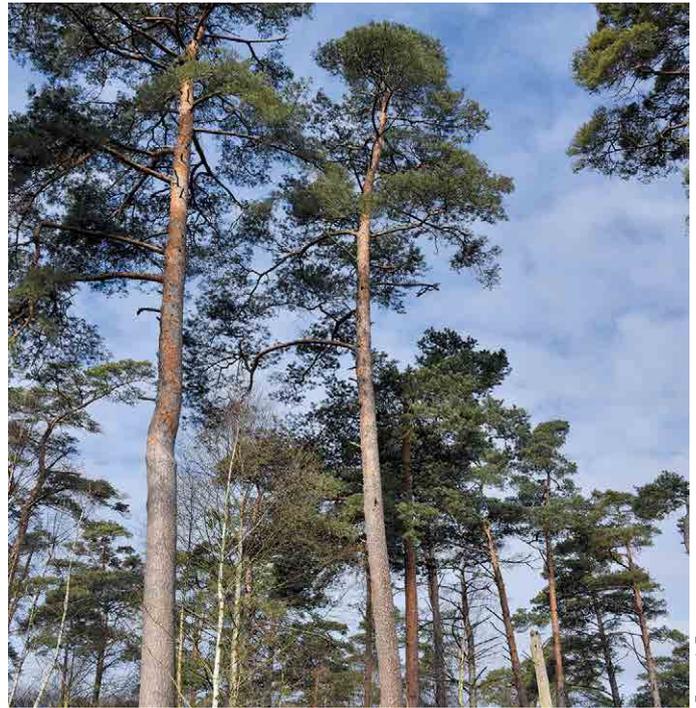


Foto: J. Evers

Witterung und Klima

Das Vegetationsjahr 2022/2023 war mit einer Mitteltemperatur von 10,8 °C wiederum eines der wärmsten seit Beobachtungsbeginn im Jahr 1881. Der langfristige Erwärmungstrend setzt sich ungehindert fort und bestätigt damit einmal mehr die beobachtete globale Erwärmung. Dabei waren alle Monate teilweise deutlich wärmer als im langjährigen Mittel der international gültigen Referenzperiode 1961–1990. Die Niederschlagssumme betrug im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt 591 mm und lag etwas über dem Niederschlagssoll. Infolge einer mehrwöchigen Trockenperiode zu Beginn der Vegetationszeit trockneten die Oberböden in weiten Teilen des Landes stark aus. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge im Sommer beendeten die Bodentrockenheit, so dass sich die Bodenfeuchtesituation in weiten Landesteilen günstig entwickelte.

Insekten und Pilze

Infolge der vorangegangenen und sich fortsetzenden Schwächung der Waldbäume durch Witterungsextreme waren diese vielerorts weiterhin anfällig und wenig abwehrbereit gegenüber unterschiedlichen Schaderregern.

Während das Schadgeschehen in der Fichte, vor allem wohl auch wegen des bereits eingetretenen Verschwindens dieser Baumart in den typischen Fichtenregionen, rückläufig war, nahm der Befall durch rindenbrütende Kiefernborckenkäfer auffällig zu. Bei den Laubbäumen ist das verbreitet auftretende Eschentriebsterben zu erwähnen, auf das im vorliegenden Bericht in einem gesonderten Artikel eingegangen wird. Bei der Eiche stiegen die Schäden durch Eichenprachtkäferbefall deutlich an.

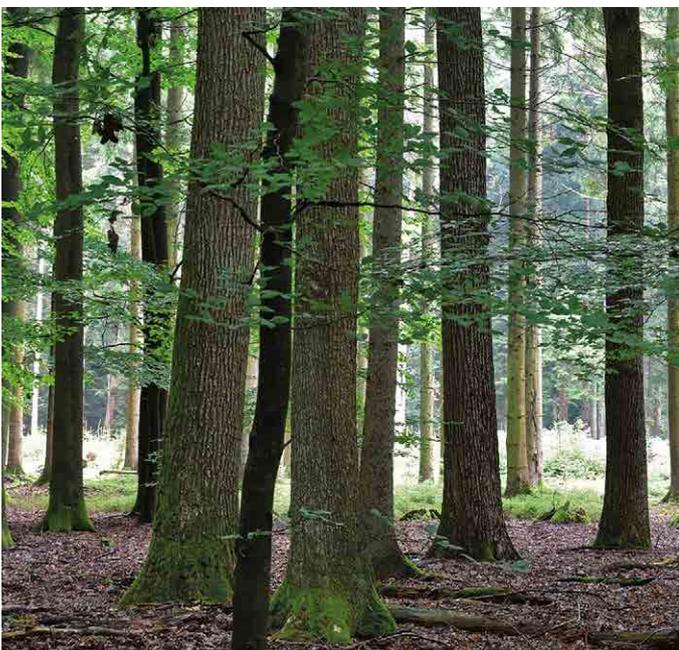


Foto: M. Spielmann

Stoffeinträge

Aufgrund der Filterwirkung der Baumkronen für Gase und Partikel (trockene Deposition) sind die Einträge luftbürtiger Nähr- und Schadstoffe im Wald höher als im Freiland.

Maßnahmen zur Luftreinhaltung haben bewirkt, dass der Eintrag von Sulfatschwefel in Wälder drastisch abgenommen hat. 2022 wurden unter Kiefer nur noch zwischen 1,7 kg und 1,9 kg und unter Douglasie 2,7 kg je Hektar Sulfatschwefel eingetragen.

Der anorganische Stickstoffeintrag mit der Gesamtdeposition hat durch den Rückgang der Stickoxid- und Ammoniakemissionen ebenfalls abgenommen. Er betrug 2022 unter Kiefer bis zu 11,3 kg je Hektar (Nedlitz) und unter Douglasie 13,0 kg je Hektar.

Eichenarten im Klimawandel: Unterschätzte Anpassungspotenziale?

Das ökologische Potential und die damit einhergehenden morphologischen und physiologischen Anpassungen qualifizieren besonders unsere heimischen Eichenarten für den forstlichen Anbau unter prognostizierten Klimaszenarien in Mitteleuropa. Allerdings wird die hohe genetische Vielfalt und die daraus resultierenden Anpassungskapazitäten dieser Baumartengruppe vermutlich noch nicht vollständig genutzt. An der NW-FVA werden mehrere Forschungsansätze zu ökologisch-genetischen Untersuchungen an der Eiche umgesetzt. Diese stellen eine wichtige Basis dar, um wertvolle genetische Ressourcen für die Nutzung von Eichen bei künftigen Walderneuerungen identifizieren und nachhaltig vermehren zu können.

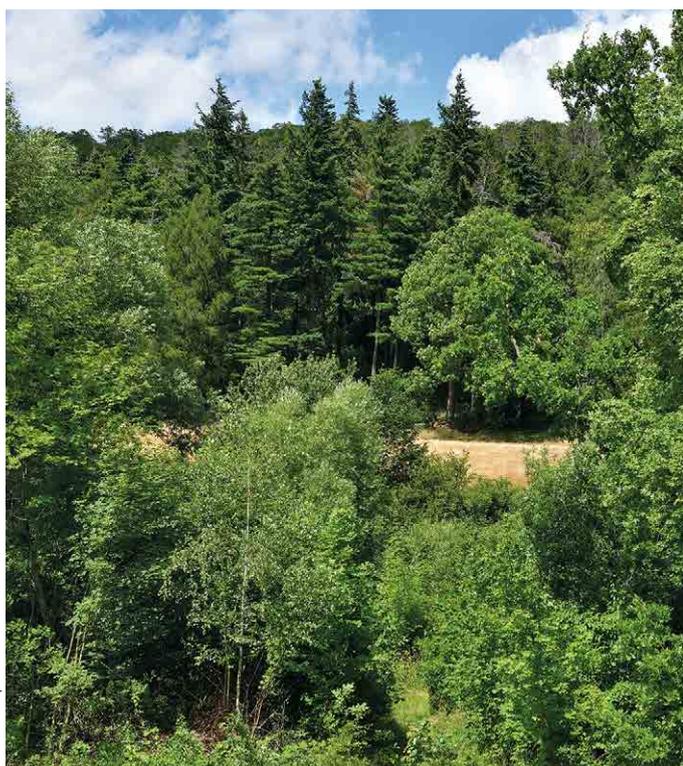


Foto: M. Spielmann



Foto: J. Evers

Nieder- und Mittelwälder: Waldkulturerbe und Hotspots der Biodiversität

Die Bedeutung der historischen Waldnutzungsformen Mittel- und Niederwald für die Entstehung und Erhaltung einer schutzbedürftigen Biodiversität wird in Wissenschaft und Praxis zunehmend erkannt. Waren Mittel- und Niederwälder in der Kulturlandschaft Mitteleuropas einst weit verbreitet, so sind gegenwärtig nur noch wenige Reliktbestände vorhanden. Diese enthalten häufig Zeugnisse und Spuren von historischen Bewirtschaftungstechniken und sind damit ein wichtiger Teil unseres Waldkulturerbes, das auch traditionelles Wissen und Brauchtum als immaterielles Kulturerbe einschließt. Heute sind zeitgemäße Bewirtschaftungs- und Pflegekonzepte unabdingbar, um die für viele Tier- und Pflanzenarten essentielle Habitatkontinuität in diesen meist arten- und strukturreichen Lebensräumen zu sichern und zu entwickeln.

FraxForFuture: Ein Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart

Das Europäische Eschentriebsterben wird durch einen aus Asien eingeschleppten Schlauchpilz ausgelöst und führt zunehmend zum Zusammenbrechen von Eschenbeständen in ganz Deutschland. Seit 3 Jahren forscht das Verbundprojekt „FraxForFuture“ zu diesem Krankheitsbild und an Lösungsansätzen, um die Esche als Wirtschaftsbaumart erhalten zu können. Unter anderem werden dabei Infektionen am Stammfuß (Stammfußnekrosen) genauer unter die Lupe genommen und verschiedene Monitoringansätze verfolgt, um die Symptome in der Krone im Rahmen der Waldzustandserhebung oder per Luftbildauswertung zu überwachen. Außerdem geben Untersuchungen zur Naturverjüngung und Genetik der Esche Hoffnung, dass zukünftige Eschengenerationen Toleranzen gegenüber dem Pathogen entwickeln.

Forstliches Umweltmonitoring

Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026759>

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

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

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring folgende Kategorien unterschieden:

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

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

Die methodischen Instrumente des Forstlichen Umweltmonitorings sind europaweit nach den Grundsätzen des ICP Forests (2016) harmonisiert. Die Waldzustandserhebung (WZE) liefert seit mittlerweile 40 Jahren als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen. Das Stichprobenraster der Waldzustandserhebung ist darauf ausgelegt, die gegenwärtige Situation des Waldes landesweit repräsentativ abzubilden. Das Ergebnis ist das Gesamtbild des Waldzustandes

für das Bundesland. Die Stichprobe der Waldzustandserhebung vermittelt ein zahlenmäßiges Bild zu dem Einfluss von Stürmen, Witterungsextremen sowie Insekten- und Pilzbefall. Lokale Befunde, wie sturmgefallene Bäume oder ein extremer Befall der Kiefer durch Pilze, können allerdings von dem landesweiten Ergebnis abweichen. Verschiedene Auswertungen belegen eine hohe Repräsentativität des Rasternetzes für verschiedene Fragestellungen.

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Die Waldzustandserhebung ist Teil des Forstlichen Umweltmonitorings in Sachsen-Anhalt. Sie liefert als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen. Die Aufnahmen zur Waldzustandserhebung erfolgten im Juli und August 2023. Sie sind mit qualitätssichernden Maßnahmen sorgfältig überprüft.

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Sachsen-Anhalt verteilten Rasternetz werden seit 1991 an jedem Erhebungspunkt Stichprobenbäume begutachtet. Die Waldzustandserhebung wurde im Zeitraum 1991 bis 2014 im 4 km x 4 km-Raster durchgeführt. Seit 2015 beträgt die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes 8 km x 8 km. Für Buche, Eiche, Fichte sowie die anderen Laub- und Nadelbäume (also alle Baumarten außer Kiefer) wurde das 4 km x 4 km-Raster beibehalten.

Nach einer Rasterüberprüfung im Frühjahr 2020 wurden 14 weitere WZE-Punkte in das 8 km x 8 km-Raster integriert, so dass jetzt 188 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv gehören. Infolge von temporären, kalamitätsbedingten Flächenstilllegungen reduzierte sich die Zahl für die landesweite Auswertung 2023 auf 151 Erhebungspunkte, wobei 77 zum Hauptnetz gehören. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene.

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 2023. 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. Fichten 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. jüngere Buche bis 60 Jahre), die in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen.

Trotz des geringen Anteils der Gruppe der anderen Nadelhölzer am Gesamtwald werden Ergebnisse für diese Baumarten im vorliegenden Bericht vorgestellt. Hintergrund ist neben dem relativ engen Vertrauensbereich der Ergebnisse die zunehmende Bedeutung von Baumarten, die zukünftig eine Alternative zur Fichte darstellen könnten.

Aufnahmeparameter

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

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

Baumannzahl, Plotanzahl, Raster sowie Standardfehler und 95 %-Konfidenzintervall der Kronenverlichtung für alle Baumarten- und Altersgruppen der Waldzustandserhebung 2023 in Sachsen-Anhalt. 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	526	42	4x4 km	3,8	32–47
	bis 60 Jahre	143	10	4x4 km	4,1	6–25
	über 60 Jahre	383	36	4x4 km	3,1	42–55
Eiche	alle Alter	749	75	4x4 km	2,9	33–44
	bis 60 Jahre	169	17	4x4 km	3,5	11–26
	über 60 Jahre	580	64	4x4 km	2,8	39–50
Fichte	alle Alter	77	7	4x4 km	16,5	28–109
	bis 60 Jahre	43	2	4x4 km	15,9	-156–247
	über 60 Jahre	34	5	4x4 km	2,7	90–105
Kiefer	alle Alter	1109	54	8x8 km	1,8	16–22
	bis 60 Jahre	227	15	8x8 km	2,5	6–17
	über 60 Jahre	882	44	8x8 km	1,8	17–25
andere Laubbäume	alle Alter	906	86	4x4 km	2,7	29–40
	bis 60 Jahre	249	39	4x4 km	5,5	18–40
	über 60 Jahre	657	64	4x4 km	3,2	30–43
andere Nadelbäume	alle Alter	102	11	4x4 km	1,3	11–16
	bis 60 Jahre	74	7	4x4 km	1,7	9–17
	über 60 Jahre	28	4	4x4 km	1,8	10–22
alle Baumarten	alle Alter	1848	77	8x8 km	2,1	22–30
	bis 60 Jahre	472	26	8x8 km	3,8	9–25
	über 60 Jahre	1376	62	8x8 km	2,5	24–34

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

Mittlere Kronenverlichtung

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

Starke Schäden

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

Absterberate

Die Absterberate ergibt sich aus den Bäumen, die zwischen der Erhebung im Vorjahr und der aktuellen Erhebung abgestorben sind und noch am Stichprobenpunkt stehen, bezogen auf die im Vorjahr noch lebenden Bäume.

Durch Windwurf und Durchforstung ausgefallene Bäume gehen nicht in die Absterberate, sondern in die Ausfallrate ein.

Ausfallrate

Das Inventurverfahren der WZE ist darauf ausgelegt, die aktuelle Situation der Waldbestände unter realen (Bewirtschaftungs-) Bedingungen abzubilden. Daher scheidet in jedem Jahr ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahme-kollektiv 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.

Literatur

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

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Caroline Klinck und Uwe Paar

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026840>

Die Witterung 2023 entschärfte die Situation für die Wälder Sachsen-Anhalts nicht nachhaltig. Das seit dem Extremjahr 2018 aufgebaute Wasserdefizit wurde nochmals verstärkt, regional trafen Sturmereignisse, Insekten- (Borkenkäfer-) und Pilzbefall die Bestände. Die Kronenverlichtung und der Anteil stark geschädigter Bäume bleiben in der Gesamtbetrachtung aller Baumarten und Alter etwa auf dem Niveau des Vorjahres. Die Absterbe- und auch die Ausfallrate gingen jeweils etwas zurück.

Mittlere Kronenverlichtung

Die im Sommer 2023 durchgeführte Waldzustandserhebung weist als Gesamtergebnis für die Wälder Sachsen-Anhalts (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 26 % aus. Damit liegt die Kronenverlichtung weiterhin auf höchstem Niveau und, wie auch in den vorangegangenen Jahren, deutlich über dem langjährigen Durchschnitt der Jahre 1991–2023 von 19 %.

Erstmalig in der Historie der Waldzustandserhebung Sachsen-Anhalts kann über die Gruppen der jungen Fichten und der Fichten aller Alter aufgrund der aktuell geringen Baumzahlen bzw. des weiten Konfidenzintervalls (vgl. Seite 7) keine statistisch gesicherte Aussage über deren Kronenzustand gemacht werden. Der Mittelwert der Kronenverlichtung für Fichten aller Alter liegt bei 69 %, der der jungen Fichten bei 46 %. Für beide Gruppen ist der Vertrauensbereich so weit, dass die Aussage sehr unsicher ist. Für die Gruppe der älteren



Foto: C. Klinck

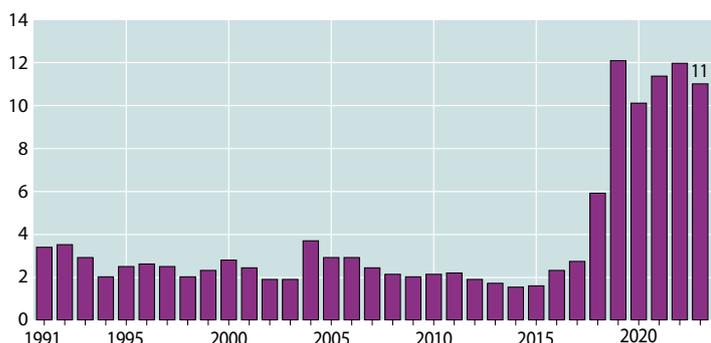
Fichten ist diese Unsicherheit aufgrund des einheitlich sehr schlechten Zustandes deutlich geringer. Die mittlere Kronenverlichtung liegt hier bei 98 % und dokumentiert das Absterben der älteren Fichte im gesamten WZE-Kollektiv Sachsen-Anhalts.

Auch die Buche zeichnet nach den langanhaltenden Trockenphasen deutlich. Die mittlere Kronenverlichtung der Buchen aller Alter erreichte mit 40 % den zweithöchsten Wert nach 2019 (42 %). Für die Eichen (alle Alter) wurde 2023 mit im Mittel 38 % die höchste Kronenverlichtung der Zeitreihe ermittelt. Auf gleichem Niveau wie im Vorjahr lagen die Werte für Kiefer (19 %) sowie die Gruppe der anderen Laubbölder (35 %). Bei der Gruppe der anderen Nadelhölzer liegt der Wert für die mittlere Kronenverlichtung mit 14 % auf dem Niveau des langjährigen Mittelwertes (14 %).

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Anteil starker Schäden

Die Waldzustandserhebung 2023 stuft 11 % aller aufgenommenen Bäume (alle Baumarten und Alter) als stark geschädigt ein. Dieser Wert reiht sich in die seit 2019 dokumentierten Höchstwerte ein und verdeutlicht den alarmierenden Vitalitätszustand der Wälder.

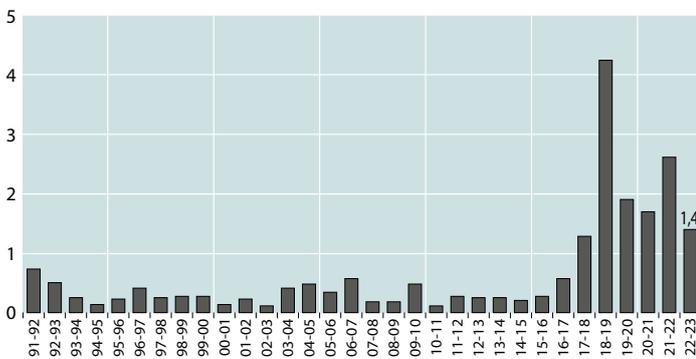
Differenziert nach einzelnen Baumarten und Baumartengruppen, zeigen die meisten Fichten starke Schäden (66 %, statistisch nicht gesichert), gefolgt von Buchen (23 %), Eichen (18 %) und der Gruppe der anderen Laubbäume (18 %). Der hohe Anteil stark geschädigter Bäume hat negative Auswirkungen auf die Widerstandskraft der Bestände gegenüber Stresssituationen, da sich Bäume mit hoher Kronenverlichtung nicht mehr optimal mit Wasser und Nährstoffen versorgen können.

Geringere Anteile stark geschädigter Bäume als den mittleren Wert von 11 % wurden 2023 mit 3,5 % für Kiefer ermittelt. Auch bei der Gruppe der anderen Nadelbäume, repräsentiert durch Douglasien und Lärchen, liegt der Anteil stark geschädigter Bäume mit 1 % sehr niedrig.

Absterberate

Im Vergleich zu den Vorjahren sank die Absterberate 2023 auf einen Wert von 1,4 %. Damit liegt der Wert jedoch noch immer deutlich über dem Niveau von vor 2018: In den Jahren 1991–2017 starben jährlich im Mittel 0,3 % der WZE-Bäume ab. Seit 2018 schwanken die Werte um 2,2 %. Hauptverantwortlich für diese hohe Rate ist die Fichte: 36 % aller im letzten Jahr noch lebenden Fichten des WZE-Kollektives sind seit der letztjährigen Waldzustandserhebung abgestorben. Dieser Wert stellt ein neues Maximum innerhalb der Zeitreihe dar. Auch bei den Kiefern starben mehr Bäume als in den Vorjahren ab; mit 1,3 % allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau. Bei allen anderen Baumarten ging die Absterberate zurück. Für Buche und andere Laubbaumarten liegt sie unter 1 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

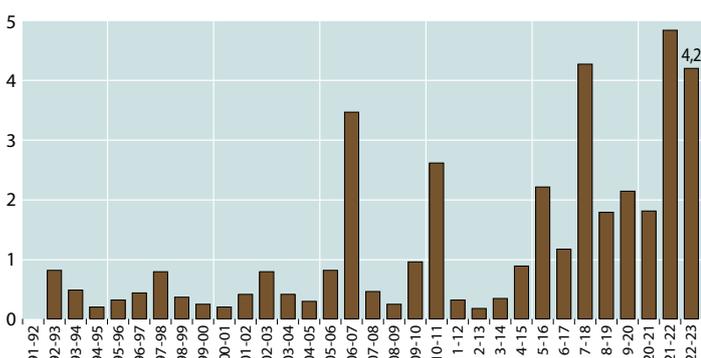


Ausfallrate

Die Ausfallrate beziffert den Teil der infolge von Sturmwurf, Trockenheit oder Insekten- bzw. Pilzbefall am Stichprobenpunkt liegenden oder entnommenen Bäume. Die Zeitreihe bildet die Folgen extremer Witterungsbedingungen ab. Gegenüber dem Maximalwert von 4,8 % im vergangenen Jahr sank die Ausfallrate 2023 geringfügig auf 4,2 %.

Auch im Jahr 2023 beeinflusst die Fichte mit einer neuen maximalen Ausfallrate von 64 % stark den Mittelwert aller Baumarten. Mit Ausnahme der Gruppe der anderen Laubbäume (2,5 %) lagen die Ausfallraten aller anderen Baumarten unter 2 %.

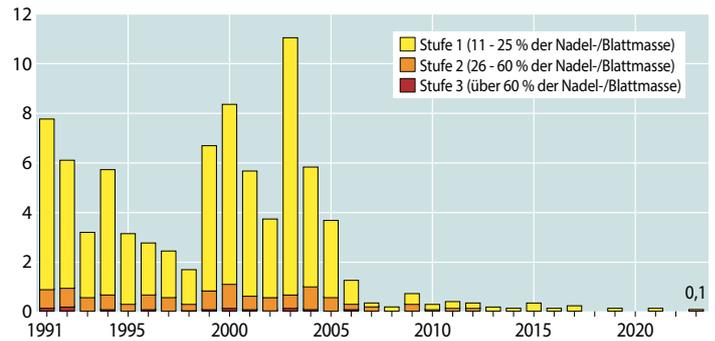
Jährliche Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume), alle Alter in %



Vergilbungen

Über die Ansprache der Vergilbung wird i. d. R. ein Magnesiummangel der Waldbäume aufgedeckt. Häufig trat dieses Phänomen in den 1980er und 90er Jahren infolge Sauren Regens auf. Seit den frühen 2000er Jahren ist der Anteil betroffener Bäume kontinuierlich gesunken. 2023 wurden lediglich 0,1 % der Bäume der Vergilbungsstufe 2 zugeordnet. Andere Vergilbungsschäden wurden nicht dokumentiert.

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



Fazit

Auch im Jahr 2023 verdeutlichen die Ergebnisse der Waldzustandserhebung einen alarmierenden Vitalitätszustand der Wälder Sachsen-Anhalts, der auf eine anhaltend extrem angespannte Situation bezüglich der Wasserversorgung zurückzuführen ist. Dieser Zustand äußert sich in hohen mittleren Kronenverlichtungswerten sowie teilweise erhöhten Absterbe- und Ausfallraten. Die damit verbundenen Auflösungserscheinungen von Bestandesstrukturen führen oft zur Destabilisierung der Wälder, z. B. zu erhöhter Anfälligkeit gegenüber Sturmschäden, Borkenkäfer- und Pilzbefall. In Sachsen-Anhalt konnte 2023 wegen fehlender Waldbestockung auf 37 WZE-Punkten keine Erhebung stattfinden; so viele Punkte waren noch nie vorübergehend stillgelegt. Auf vielen dieser Flächen mit mittlerweile abgestorbenem bzw. fehlendem Altbestand wird jedoch das Aufkommen von Jungwuchs aus Pflanzung und Naturverjüngung (auch Pioniergehölze) beobachtet. Mit Aufwachsen des Jungwuchses wird sich zukünftig die Zahl der stillgelegten WZE-Punkte wieder verringern.



Foto: M. Spielmann

Kiefer

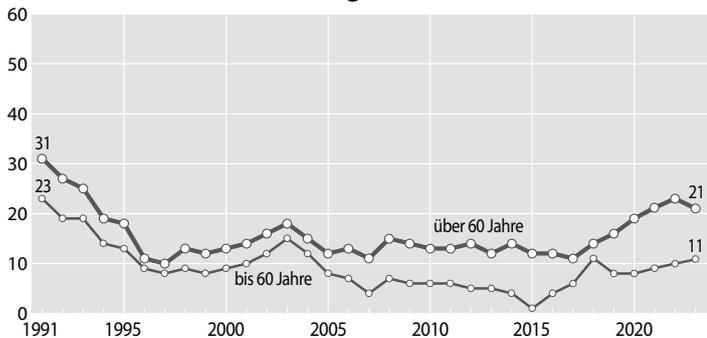
Selbst bei der trockenheitstoleranten Kiefer war in den vergangenen Jahren ein Anstieg der Kronenverlichtung zu sehen, der im Vergleich zu den anderen Baumarten aber nur gering ausfiel. Es treten Schäden durch Sturm, Befall durch Insekten, Pilze oder Mistel, aber auch direkte Schäden durch Trockenheit auf.

An 8 % der Kiefern wurden Misteln festgestellt; bei etwa 2 % der Kiefern ist der Mistelbefall stärker als 10 %.

Ältere Kiefer

Seit 2017 wurde vor allem bei der älteren Kiefer ein geringer, aber steter Anstieg der mittleren Kronenverlichtung dokumentiert. 2023 sinkt dieser Wert erstmalig wieder von 23 % im Vorjahr auf 21 %. Insgesamt ist die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer im Baumartenvergleich niedrig und beschreibt eine relativ stabile Situation.

Mittlere Kronenverlichtung in %



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

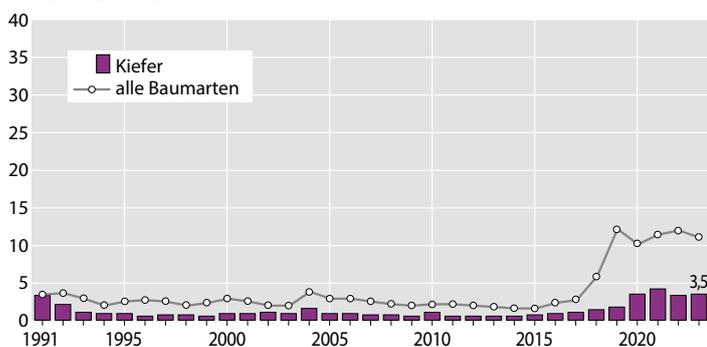


Foto: J. Evers

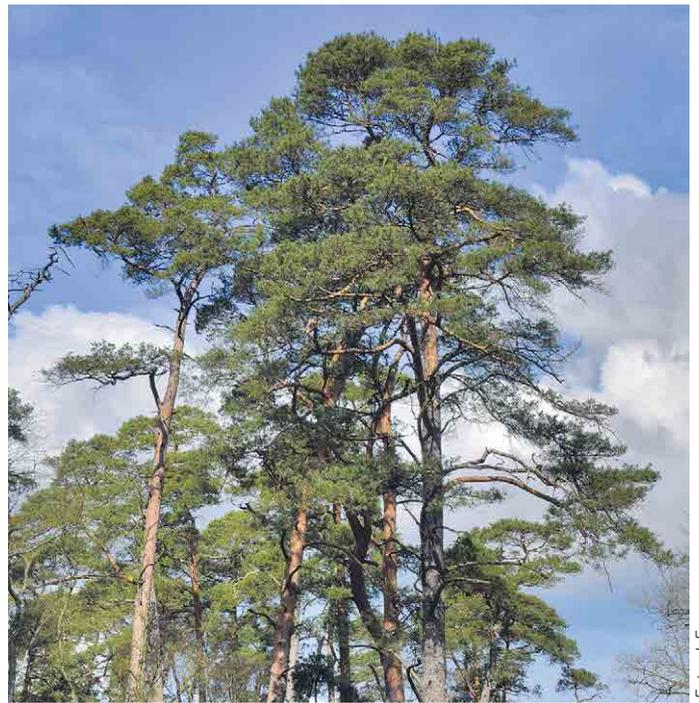


Foto: J. Evers

Allerdings wurde 2023 mit 1,3 % eine vergleichsweise hohe Absterberate ermittelt. Die Ausfallrate sank von 4,5 % (Höchstwert der Zeitreihe) im Vorjahr auf 1,7 %, liegt damit aber immer noch deutlich über dem langjährigen Mittel.

Als Zeichen der Vitalitätsschwäche ist Mistelbefall zu werten. 2023 wurde bei 8 % der Kiefern ein Befall mit Mistel nachgewiesen, was dem Vorjahresniveau entspricht. Starke Schäden durch Insekten traten auch 2023 bei Kiefer nicht auf; bei etwa 10 % der untersuchten Kiefern wurde geringer Befall durch Forleule, Nonne oder Kiefernbuschhornblattwespe festgestellt.

Jüngere Kiefer

Auch bei der jüngeren Kiefer fand in den vergangenen Jahren ein Anstieg der mittleren Kronenverlichtung statt. Dieser ist aber so gering und vollzieht sich auf einem so niedrigen Niveau (2023: 11 %), dass insgesamt von einem guten Kronenzustand der jüngeren Kiefer gesprochen werden kann.

Bei Kiefer gibt es hinsichtlich der Verlichtungswerte zwischen älteren und jüngeren Bäumen nicht so starke Unterschiede wie bei anderen Baumarten. 2023 liegt der Wert der jüngeren Kiefer genau 10 Prozentpunkte unter dem der älteren Kiefer.

Starke Schäden

In der Waldzustandserhebung 2023 wurden 3,5 % der Kiefern als stark geschädigt eingestuft. Damit liegt der Wert etwa auf dem Vorjahresniveau und wieder deutlich unter dem Mittelwert aller Baumarten. Im Vergleich mit dem Zeitreihenmittelwert für die Kiefer allein, der für den Zeitraum 1991–2023 bei 1,4 % liegt, ist ein Anteil von 3,5 % jedoch als deutlich erhöht zu bezeichnen.

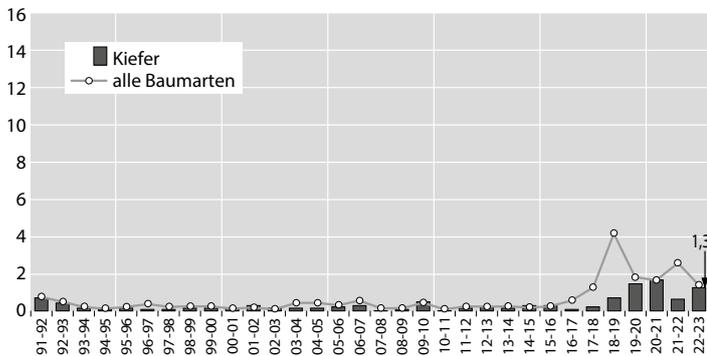
Absterberate

Seit Beginn der Erfassung des Waldzustandes in Sachsen-Anhalt im Jahr 1991 sterben jährlich im Mittel 0,4 % der Kiefern ab. Deutlich höhere Werte gibt es seit 2018. Nach dem Höchstwert von 1,7 % im Jahr 2021 liegt der Wert 2023 bei 1,3 %.

Ausfallrate

Nachdem für das Jahr 2022 mit 4,5 % ein neuer Höchstwert an Kiefern, die außerplanmäßig genutzt bzw. wegen Windwurfes ausgefallen sind, erreicht wurde, sank der Wert 2023 wieder auf 1,7 %. Damit liegt er wieder deutlich unter dem Wert für alle Baumarten (4,2 %).

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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

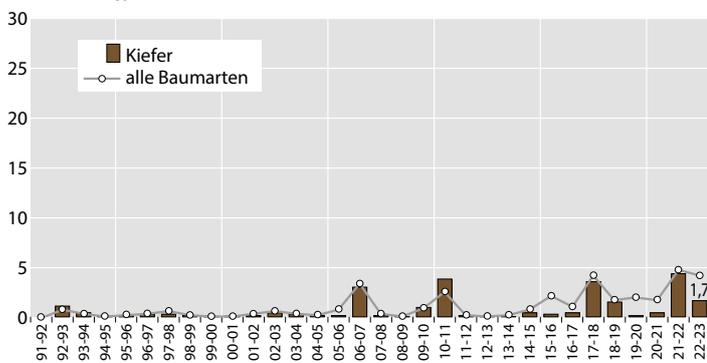


Foto: J. Evers

Die durch die Witterungsextreme der vergangenen Jahre entstandenen Schäden in Sachsen-Anhalts Fichtenbeständen übertreffen 2023 nochmals die der Vorjahre. Ihr Hauptvorkommen konzentriert sich auf die Harzregion, wo die Bestände seit 2018 durch Sturm, Trockenheit, Waldbrände und vor allem dem Borkenkäfer massiv geschädigt oder vernichtet wurden.

Zukünftig kann sich die Zahl der fichtendominierten Flächen wieder erhöhen. Auf vielen Plots kommt Naturverjüngung auf, die auch die Trockenheit der vergangenen Jahre gut überstanden hat. Allerdings sind auch diese Bäume später dem Risiko des Borkenkäferbefalls oder Windwurfes ausgesetzt.



Foto: O. van Straaten

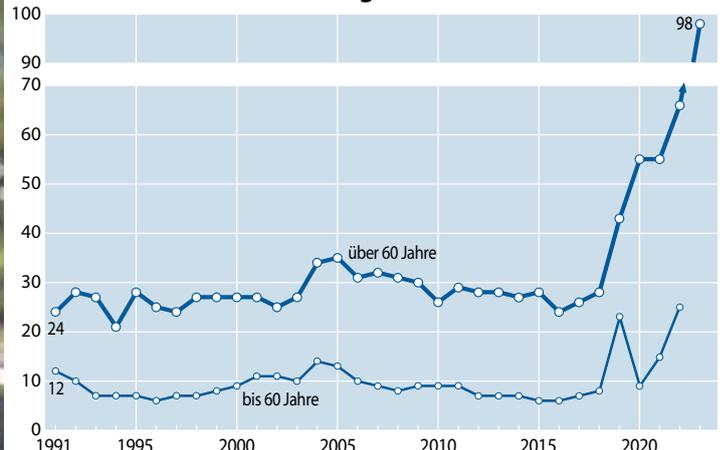
Ältere Fichte

Die Anzahl der älteren Fichten in der WZE-Stichprobe Sachsen-Anhalts ist dramatisch gesunken. Der Wert für die mittlere Kronenverlichtung liegt bei 98 % und streut in einem nur engen Rahmen, so dass er in der Grafik dargestellt wird (vgl. Seite 7). Diese Tatsache verdeutlicht den Zustand der älteren Fichten: Sie befinden sich im Absterbeprozess.

Jüngere Fichte

2023 wurde für die jüngere Fichte eine mittlere Kronenverlichtung von 46 % berechnet. Dieser Wert ist jedoch aufgrund der großen Streuung der Kronenverlichtungswerte bei gleichzeitig geringer Individuenzahl nicht belastbar. Die Aufnahmen

Mittlere Kronenverlichtung in %



im Sommer 2023 zeigten aber neben abgestorbenen jüngeren Fichten auch Fichten mit sehr geringer Kronenverlichtung und dementsprechend guter Vitalität. Allerdings ist bei sehr jungen Fichten mit noch dünner Borke der Befallsdruck durch den Buchdrucker noch gering.

Starke Schäden

Seit dem Extremjahr 2018 erhöhten sich die bis dahin relativ niedrigen Anteile stark geschädigter Fichten. Bis 2017 lag der Mittelwert bei 1,7 %, für die Jahre 2018–2022 betrug er 30 %. Da die mittlere Kronenverlichtung aufgrund der geringen Baumzahlen und der großen Streuung der Werte nicht mehr gesichert abbilden lässt, kann auch keine genaue Aussage zum Anteil stark geschädigter Fichten getroffen werden (vgl. Seite 7). Der berechnete Wert liegt bei 66 %, aufgrund des breiten Konfidenzintervalls ist dieser Wert nicht belastbar. Vermutlich liegt der wahre Wert aber tatsächlich deutlich über dem Vorjahreswert von 50 %.

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

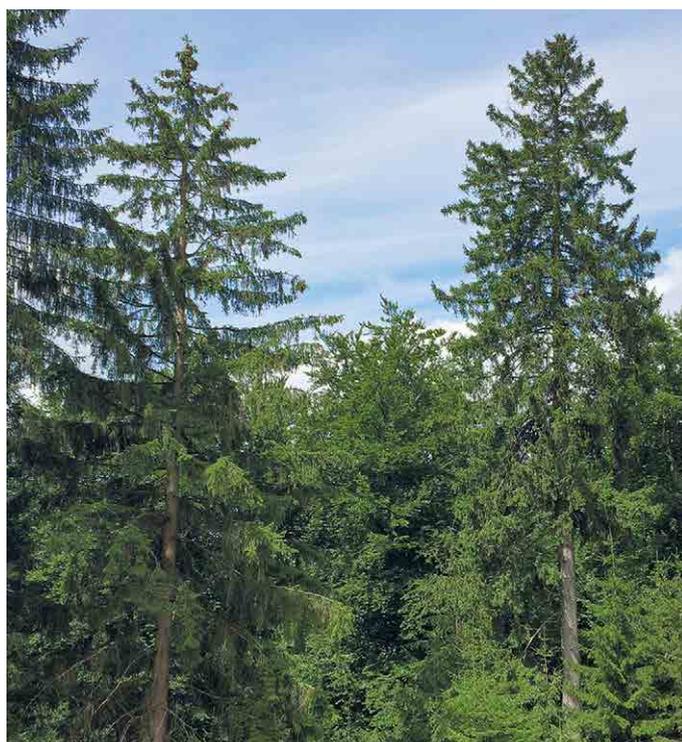
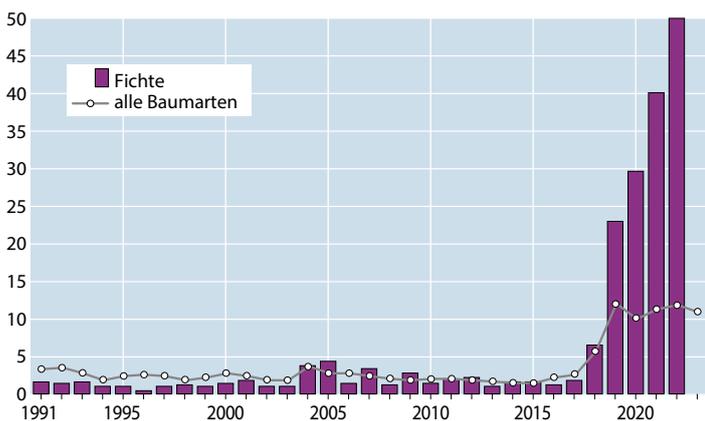


Foto: C. Klinck

Absterberate

Bis zum Jahr 2017 lag die Absterberate bei Fichte bei im Mittel 0,2 %. Höhere Raten waren überwiegend auf Borkenkäferbefall nach Stürmen zurückzuführen. Die extreme Trockenheit seit 2018, gepaart mit Sturmereignissen und Borkenkäferbefall, erhöht diesen Wert im Mittel der Jahre 2018 bis 2023 auf 18 %.

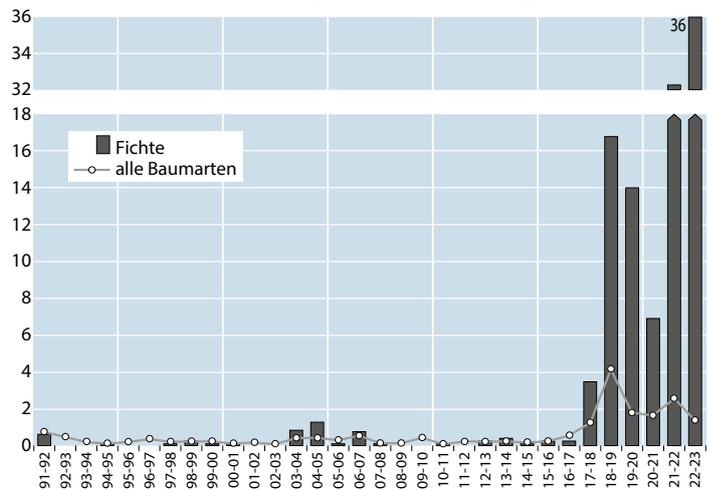
Im Jahr 2023 starben mit 36 % so viele Fichten wie noch nie ab. Der Wert liegt um ein Zehnfaches über dem langjährigen Mittel von 3,6 % (Mittelwert 1991–2023).

Ausfallrate

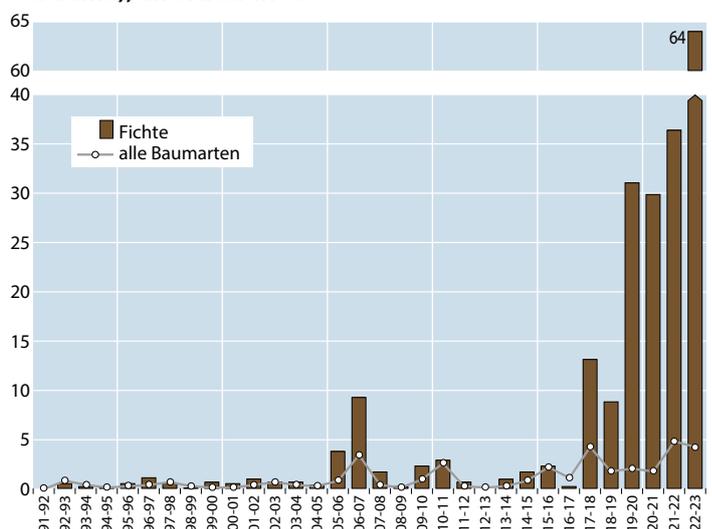
In der Ausfallrate zeigen sich die Folgen von Störungen wie Sturm oder außerplanmäßige Nutzung nach Borkenkäferbefall. Das Mittel der Zeitreihe 1991–2023 liegt bei 6,8 %. Im Vergleich: das Mittel 1991–2017 betrug 1,3 %.

Im Jahr 2023 mussten mit 64 % fast zwei Drittel der Fichten außerplanmäßig wegen Sturmschäden oder Borkenkäferbefalls entnommen werden. Auch dieser Wert stellt wieder einen neuen Höchstwert in der Zeitreihe dar.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Buche

Auch 2023 konnte für die Buchen Sachsen-Anhalts keine Verbesserung der Vitalität dokumentiert werden. Sowohl die mittleren Kronenverlichtungen als auch der Anteil starker Schäden stiegen gegenüber dem Vorjahr nochmals an. Die Absterberate dagegen sank das vierte Jahr in Folge.

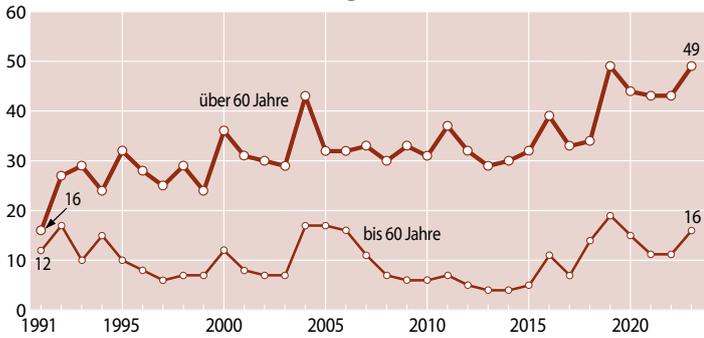
Ältere Buche

Die mittlere Kronenverlichtung der über 60jährigen Buche stieg 2023 auf 49 % und erreicht damit das bisherige Maximum aus dem Jahr 2019. Damit endet der seit 2020 beobachtete Trend einer geringfügigen Verbesserung des Kronenzustandes.

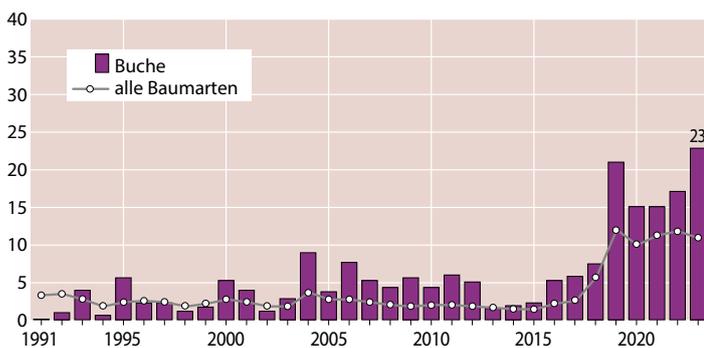
Jüngere Buche

Buchen unter 60 Jahren haben eine deutlich dichtere Krone als ältere Buchen. Im Mittel der Zeitreihe seit 1991 liegt die

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Kronenverlichtung bei 10 %. Sie ist 2023 mit 16 % deutlich erhöht. Auch hier war bis dahin eine Stabilisierung des Zustandes nach dem Extremjahr 2019 feststellbar.

Starke Schäden

Im Mittel der bisherigen Zeitreihe hatten etwa 6 % der Buchen in Sachsen-Anhalt Kronenverlichtungen von über 60 %, womit sie als stark geschädigt bezeichnet werden. Im Jahr 2023 liegt der Wert mit 23 % fast viermal so hoch und markiert ein neues Maximum der Zeitreihe.

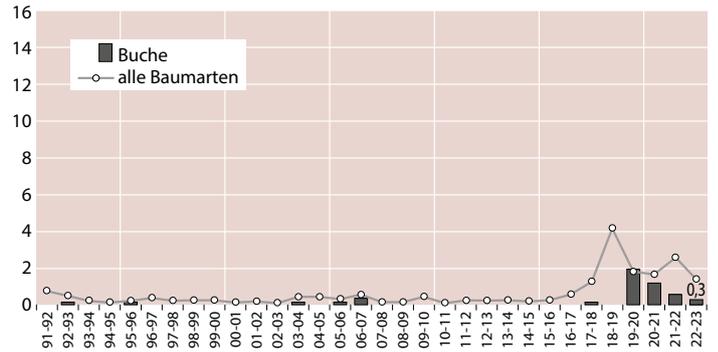
Absterberate

Von Beginn der Erhebungen bis zum Jahr 2019 war die Buche die Baumart mit der niedrigsten Absterberate. Sie lag im Mittel der Jahre 1991–2019 bei 0,05 %. Danach stieg sie auf über 2 % und lag damit über der Kiefer. Seitdem gibt es einen Rückgang der Absterberate. Im Jahr 2023 liegt sie mit 0,3 % wieder sowohl unter 1 % als auch unter dem Vorjahreswert.

Ausfallrate

Die Ausfallrate ist für Buche im Baumartenvergleich niedrig. Nach dem Höchstwert von 1,5 % im vergangenen Jahr fielen 2023 mit 0,8 % deutlich weniger Buchen wegen außerplanmäßiger Nutzung aus. In Bezug auf den langjährigen Mittelwert, der bei 0,3 % liegt, ist dieser Wert als leicht erhöht zu bewerten, im Vergleich zum Gesamtkollektiv der Baumarten (4,2 %) aber als niedrig.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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

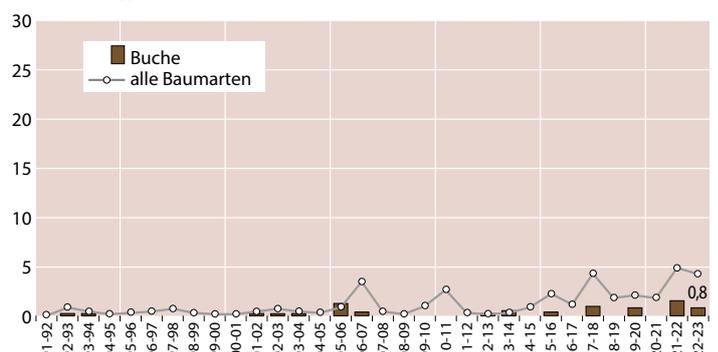


Foto: J. Evers

Fruchtbildung

Die Erhebungen zur Fruchtbildung im Rahmen der Waldzustandserhebung zeigen die Tendenz, dass die Buchen häufiger und vielfach intensiv fruktifizieren. Dies steht im Zusammenhang mit einer Häufung strahlungsreicher Jahre sowie einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. 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 Beobachtungszeitraum der Waldzustandserhebung 1991–2023 in Sachsen-Anhalt alle 2,1 Jahre eine starke Mast der Buche. Literaturrecherchen hingegen ergaben für den Zeitraum 1839–1987 Abstände zwischen zwei starken Masten für 20-Jahresintervalle zwischen 3,3 und 7,1 Jahren, also deutlich seltener als das die Ergebnisse der WZE für die letzten drei Jahrzehnte belegen.

Im Jahr 2023 fruktifizierten 31 % der älteren Buchen mittelstark bis stark. Damit ist für Sachsen-Anhalt das Jahr 2023 auf Landesebene nicht als Buchenmastjahr zu bezeichnen.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %

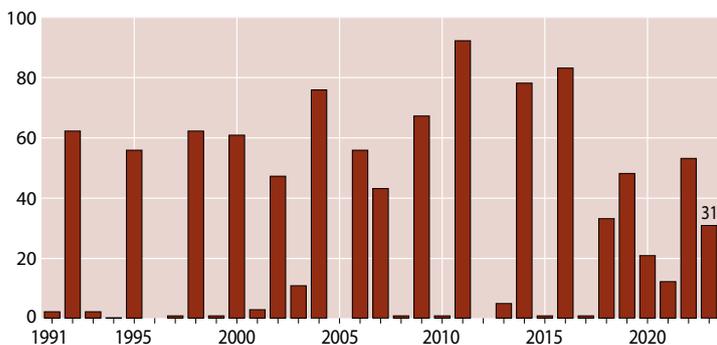


Foto: J. Evers

Eiche

Bei den Eichen ist im Gegensatz zu Fichte und Buche kein sprunghafter Anstieg der Verlichtungswerte nach 2017 festzustellen, sondern vielmehr eine stetige Zunahme von Kronenverlichtung, starken Schäden und Absterberate.

Ältere Eiche

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Eichen lag 2023 bei 44 % und damit leicht über den Werten der beiden Vorjahre. Der Trend eines langsamen Anstiegs ist seit 2017 zu beobachten. Der diesjährige Wert markiert einen neuen Höchstwert der Zeitreihe.

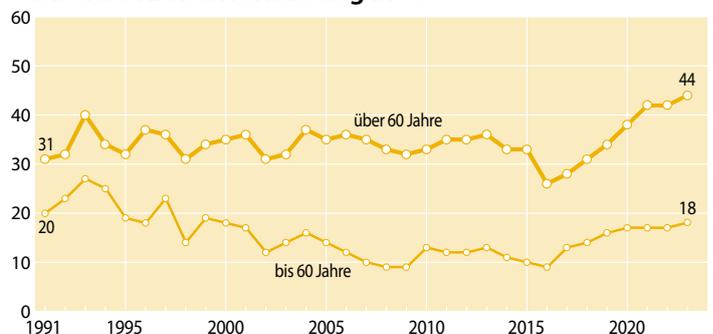
Die Entwicklung des Kronenzustandes der Eichen wird durch Insekten- und Pilzbefall beeinflusst. Für die Zunahme der Verlichtung in den letzten Jahren war der Insektenbefall allerdings nicht ausschlaggebend, da nur 8 % der Eichen mittlere bis starke Fraßschäden zeigten (Abb. Seite 15).

Der in den vergangenen Jahren auffällig gewordene Schleimfluss an Stämmen der Eichen, der als durch komplexe Wechselwirkungen zwischen Trockenheit, Hitze oder Frost sowie Pilzen und Insekten entstehendes Stresssymptom zu bewerten ist, wurde auch 2023 gehäuft beobachtet. An 11 % der älteren Eichen wurde am Stamm Schleimfluss festgestellt. Dabei betrug das Ausmaß an 3 % der älteren Eichen mindestens 15 % der Stammfläche.

Jüngere Eiche

Bei den Eichenarten ist der Unterschied zwischen älteren und jüngeren Bäumen bezüglich der Kronenverlichtung relativ groß. 2023 lag der mittlere Kronenverlichtungswert für jüngere Eichen bei 18 % und damit 26 % unter dem Wert der älteren Eichen. Auch bei den jüngeren Eichen ist seit 2017 ein allmählicher Anstieg der Werte zu erkennen. Gegenüber dem Mittelwert der Zeitreihe (16 %) ist dieser Wert leicht erhöht. Bei 3 der 169 jüngeren Eichen wurde geringer Schleimfluss (max. 5 % der Stammfläche) festgestellt.

Mittlere Kronenverlichtung in %

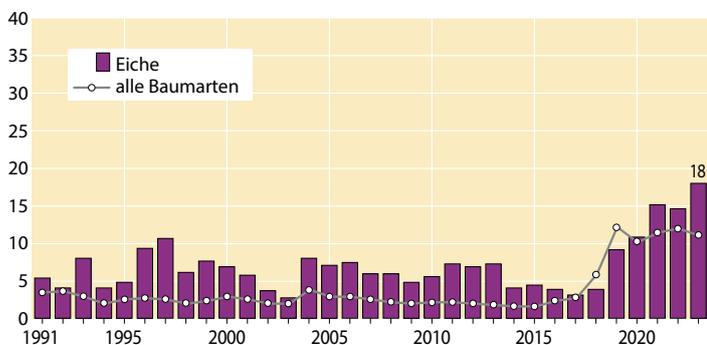


Starke Schäden

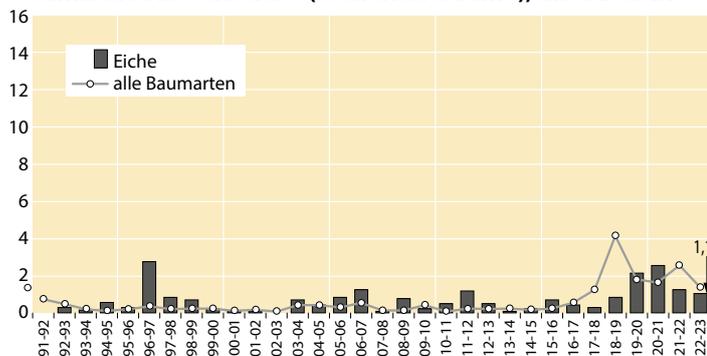
Bis zum Jahr 2017 lagen die Anteile starker Schäden bei Eichen mit durchschnittlich 6 % über den Werten für den Gesamtwald. Phasen erhöhter Anteile traten vor allem im

Anschluss an mittleren und starken Insektenfraß auf. Seit 2018 erhöhte sich der Anteil stark geschädigter Eichen, was allerdings nicht auf Fraßschäden zurückzuführen, sondern vermutlich trockenstressinduziert ist. 2023 wurden mit 18 % so viele Eichen wie noch nie als stark geschädigt eingestuft.

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



Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Absterberate

Überdurchschnittliche Absterberaten wurden bei den Eichen jeweils im Anschluss an Perioden mit starkem Insektenfraß ermittelt. Am höchsten war die Absterberate im Jahr 1997. Im Durchschnitt starben jährlich 0,7 % der Eichen ab. Im Jahr 2023 sank die Absterberate das zweite Jahr in Folge und liegt nun bei 1,1 %.

Ausfallrate

Auch die Ausfallrate der Eiche ist nach intensivem Insektenfraß erhöht. Im Mittel der Erhebungsjahre lag sie bei 0,6 %. Im Jahr 2023 fielen mit 1,6 % genauso viele Eichen durch außerplanmäßige Nutzung aus wie im Vorjahr.

Fraßschäden

Die periodische Vermehrung von Schmetterlingsraupen der sogenannten Eichenfraßgesellschaft trägt maßgeblich zu den Schwankungen der Belaubungsdichte der Eichen bei. Der Fraß an Knospen und Blättern durch die Eichenfraßgesellschaft fand verstärkt in den Jahren 1991–1997 statt. Das Maximum wurde 1993 beobachtet, als knapp die Hälfte aller älteren Eichen mittlere bis starke Fraßschäden aufwies. Von

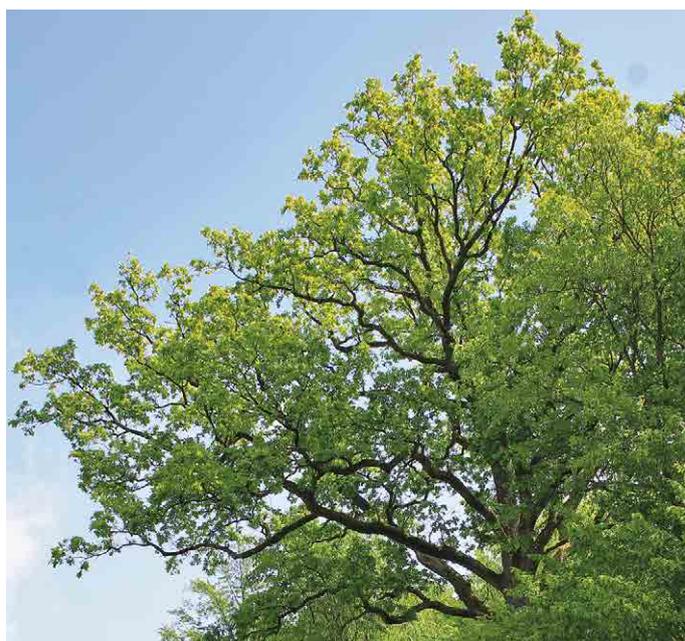
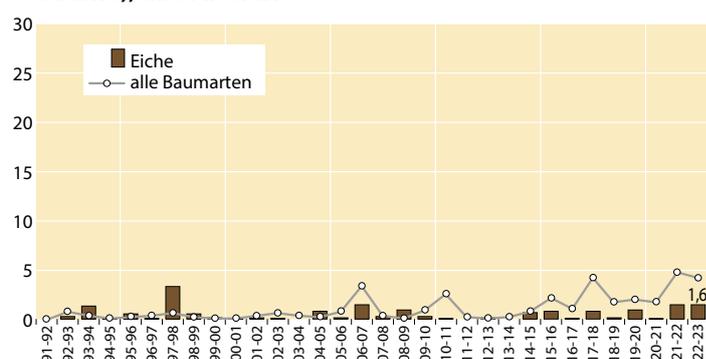
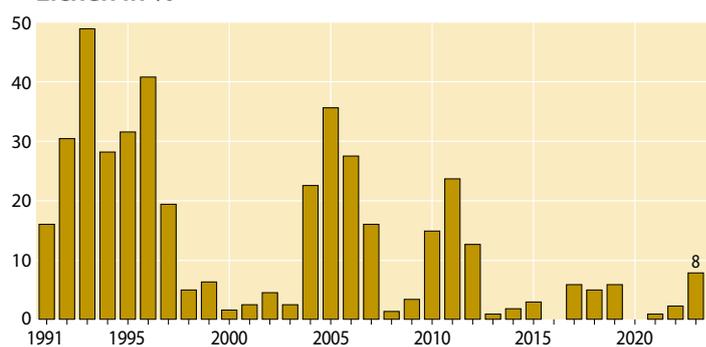


Foto: C. Klimck

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



Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %



2004–2007 und von 2010–2012 folgten zwei weitere Perioden mit Fraßschäden. Seit 2013 ist der Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen gering; 2023 lag er bei 8 %.

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. Während der Sommererhebung 2023 wurde bei 14 % der Eichen eine mittlere bis starke Fruktifikation festgestellt.

Andere Laub- und Nadelbäume

In Sachsen-Anhalt wurden bei der Waldzustandserhebung 2023 als landesweite, flächendeckende Stichprobeninventur 30 Baumarten erfasst. Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor, die im Verdichtungsnetz insgesamt knapp 28 % der Stichprobenbäume der Waldzustandserhebung in Sachsen-Anhalt ausmachen. Jede Baumart für sich genommen ist allerdings zahlenmäßig so gering vertreten, dass allenfalls Trendaussagen zur Kronenentwicklung möglich sind. Bei den Ergebnissen der Waldzustandserhebung werden sie daher in den Gruppen andere Laubbäume und andere Nadelbäume zusammengefasst. Das Vorkommen der anderen Nadelbäume beschränkt sich auf Europäische Lärche und Douglasie. Ihr Anteil ist mit 2,8 % sehr gering. Trotzdem werden im Folgenden Ergebnisse für diese Baumarten vorgestellt. Hintergrund ist neben dem relativ engen Vertrauensbereich der Ergebnisse die zunehmende Bedeutung von Baumarten, die zukünftig eine Alternative zur Fichte darstellen könnten.

Zu den anderen Laubbäumen gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde und Hainbuche. Am häufigsten ist die Sandbirke, gefolgt von der Schwarzerle.



Junger Ahorn

Foto: C. Klinck

Bei der Gruppe der anderen Nadelbäume lag die Kronenverlichtung außer im Anfangsjahr der Erhebungen immer unter der der anderen Laubbäume. Nach einer Erhöhung der Werte im Jahr 2019 sanken die Verlichtungswerte wieder. Sie liegen 2023 bei 14 % und damit auf dem Niveau des Mittelwertes über die Zeitreihe.

Mittlere Kronenverlichtung

Bereits im Jahr 2018 waren Trockenstresssymptome bei den anderen Laubbäumen (alle Alter) offensichtlich und die mittlere Kronenverlichtung angestiegen. Nach einem leichten Absinken 2021 stieg die Kronenverlichtung 2022 wieder auf 35 % an und blieb 2023 auf diesem Niveau.



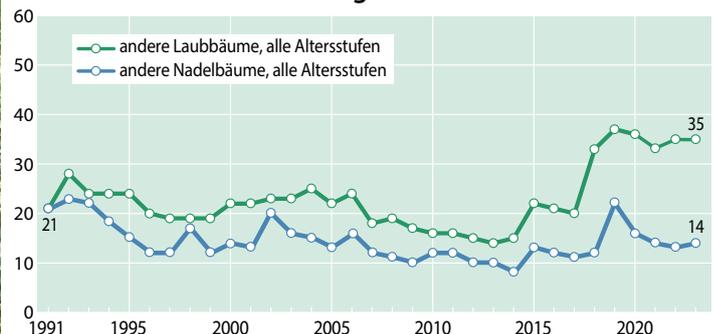
Hainbuche

Foto: J. Evers

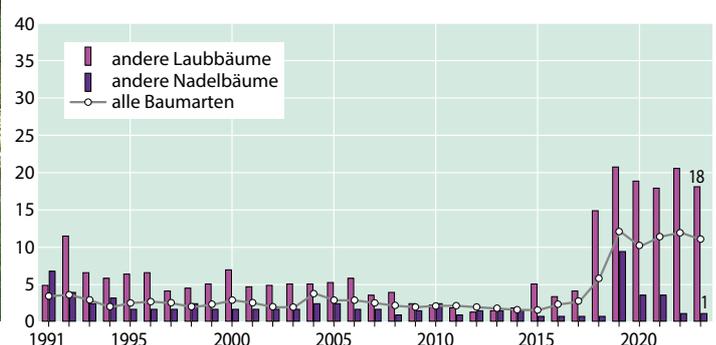
Starke Schäden

Für die anderen Laubbäume (alle Alter) liegt der Anteil starker Schäden im Mittel der Jahre 1991–2023 bei 7 %. Seit 2018 sind starke Schäden häufig (2023: 18 %). Bei der sehr kleinen Gruppe der anderen Nadelbäume ist mit durchschnittlich 2 % ein sehr viel geringerer Teil stark geschädigt. 2023 lag der Wert bei 1 %.

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Absterberate

Die Absterberate der anderen Laubbäume (alle Alter) war 2019 mit 6 % besonders hoch. Seitdem sinkt sie und liegt 2023 mit 0,8 % knapp unter dem langjährigen Mittel (0,9 %). Bei der Gruppe der anderen Nadelbäume gab es im Jahr 2020 mit 7 % die meisten neu abgestorbenen Bäume. 2023 starb kein Baum neu ab.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

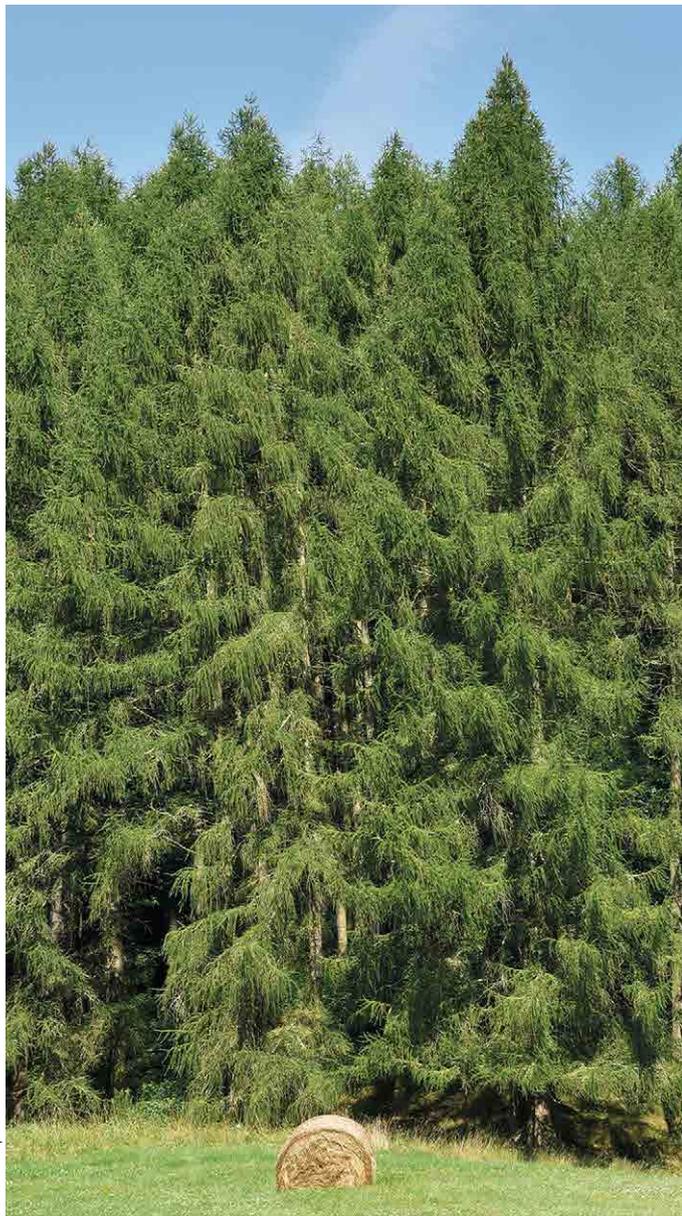
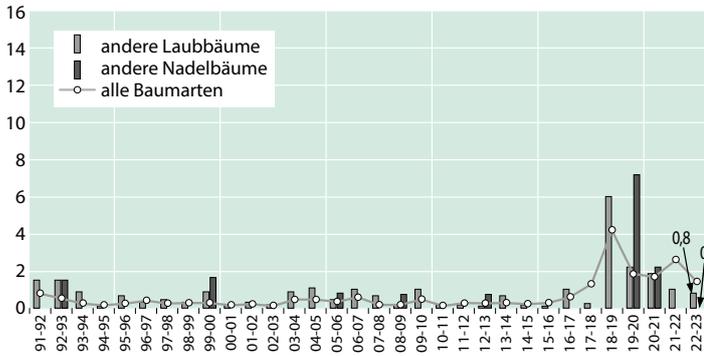


Foto: M. Spielmann

Lärchen



Foto: C. Klinck

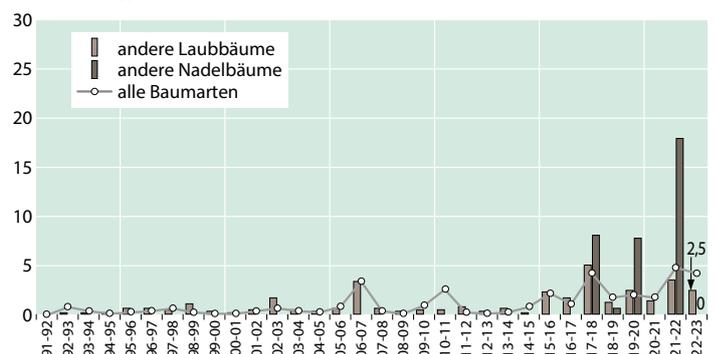
Birke

Ausfallrate

Nach den Stürmen 2007 und 2018 erhöhte sich die Ausfallrate der anderen Laubbäume auf maximal 3 %. 2023 sind mit 2,5 % zwar überdurchschnittlich viele (MW der Zeitreihe = 1,2 %), im Vergleich zum Vorjahr aber weniger Bäume außerplanmäßig genutzt worden.

Für die Gruppe der anderen Nadelbäume lässt sich die Ausfallrate für die Jahre vor 2018 nicht zuverlässig berechnen. Das Diagramm zeigt daher nur Werte ab 2018. Bei den Daten fällt der hohe Wert von 18 % im Jahr 2022 auf. Dagegen wurde 2023 kein Baum der Gruppe der anderen Nadelhölzer außerplanmäßig genutzt.

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



Witterung und Klima

Johannes Suttmöller

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026864>

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

Auch das Vegetationsjahr 2022/2023 folgt dem Erwärmungstrend der letzten Jahre. Mit einer Mitteltemperatur von 10,8 °C im Landesmittel von Sachsen-Anhalt war das aktuelle Vegetationsjahr um 2,2 K wärmer als im Mittel der Referenzperiode 1961–1990. Dabei waren alle Monate teilweise deutlich wärmer als im langjährigen Mittel der international gültigen Referenzperiode. Das Kalenderjahr 2022 war in Sachsen-Anhalt nach Auswertung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,8 °C das viertwärmste Jahr seit Beginn regelmäßiger Messungen im Jahr 1881.

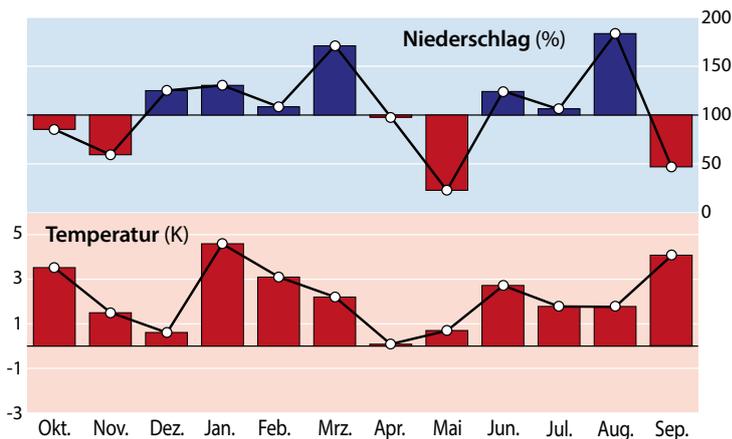
Im Vegetationsjahr 2022/2023 fielen 591 mm Niederschlag und damit etwas mehr als im Vergleich zum langjährigen Mittel. Dabei wechselten sich sehr trockene mit sehr nassen Monaten ab. Im Mai und Juni kam es zu einer längeren Trockenperiode. Dabei trockneten die oberen Bodenschichten stark aus. Ab Mitte Juni 2023 beendeten flächendeckende und ergiebige Niederschläge die Bodentrockenheit in weiten Teilen des Landes Sachsen-Anhalt.

Witterungsverlauf von Oktober 2022 bis September 2023

Im **Oktober** dominierten sehr milde Luftmassen das Wetter in Sachsen-Anhalt. Gleichzeitig war es sehr sonnenscheinreich. Mit 30 mm wurde das Niederschlagsoll im Landesmittel um 15 % unterschritten, wobei das Niederschlagsdefizit im äußersten Norden mehr als 50 % betrug. In weiten Landesteilen waren die Wassergehalte im Oberboden (bis 60 cm Tiefe) deutlich niedriger als zu dieser Jahreszeit üblich. Der Oktober 2022 war der wärmste seit Messbeginn. Die Monatsmitteltemperatur betrug 12,8 °C und lag damit 3,5 K über dem langjährigen Mittelwert (Abb. und Tabelle rechts). Im **November** setzte sich die milde und trockene Witterung fort. Mit einer Mitteltemperatur

von 5,9 °C war der Monat 1,5 K zu warm. Die Niederschlags-summe erreichte mit 26 mm rund 60 % des langjährigen Solls. Besonders trocken war es wiederum im äußersten Norden des Landes und im Harz, so dass die Bodenfeuchte regional sogar weiter abnahm. Der **Dezember** zeichnete sich durch große Temperaturkontraste aus. Die Monatsmitteltemperatur von 1,6 °C lag um 0,6 K über dem Mittelwert der Referenzperiode 1961–1990 und 0,4 K unter der langjährigen Monatsmitteltemperatur der aktuellen Periode 1991–2020. Zum Jahreswechsel verzeichneten viele Stationen des DWD in Sachsen-Anhalt

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 2022/23



Abweichungen von Niederschlag und Temperatur vom Mittel der Klimareferenzperiode 1961–1990 (durchgezogene schwarze Linie) in Sachsen-Anhalt, Monatswerte für das Vegetationsjahr 2022/2023 (Oktober 2022 – September 2023).

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Temperaturmittelwerte und Niederschlagssummen für das Vegetationsjahr 2022/2023 (Oktober 2022–September 2023) sowie die langjährigen Mittelwerte der Referenzperioden 1961–1990 und 1991–2020

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	2022/23	1961–1990	1991–2020	2022/23	1961–1990	1991–2020
Oktober	12,8	9,3	9,6	30	36	44
November	5,9	4,4	5,0	26	44	45
Dezember	1,6	1,0	2,0	60	48	47
Januar	4,2	-0,4	1,0	52	40	46
Februar	3,4	0,3	1,7	37	34	34
März	5,8	3,6	4,7	69	40	42
April	7,8	7,7	9,4	42	44	32
Nicht-vegetationszeit	5,9	3,7	4,8	316	286	291
Mai	13,4	12,7	13,6	12	53	56
Juni	18,7	16,0	16,8	80	64	57
Juli	19,2	17,4	19,0	57	54	72
August	18,8	17,0	18,5	108	59	59
September	17,7	13,6	14,3	20	42	50
Vegetationszeit	17,6	15,4	16,4	275	272	294
Vegetationsjahr	10,8	8,6	9,6	591	558	585



* Abweichung zur Periode 1961–1990



Foto: M. Spielmann

neue Rekordwerte für die Tageshöchsttemperatur (bsp. 18,2 °C am 31.12.2022 in Genthin und Quedlinburg). Die Niederschlagshöhe betrug im Flächenmittel des Landes 60 mm und übertraf das Niederschlagsoll um 25 %. Diese reichten jedoch nicht aus, um die Bodenwasserspeicher aufzufüllen, so dass landesweit weiterhin unterdurchschnittliche Bodenwassergehalte beobachtet wurden.

Der **Januar** 2023 begann, wie das Jahr 2022 endete, mit neuen Rekordwerten für die Tageshöchsttemperaturen an vielen Stationen des DWD. So wurde in Gardelegen mit 16,6 °C (75-jährige Zeitreihe) am 1.1.2023 der alte Tageshöchstwert für Januar übertroffen. Infolge der sehr milden Witterung lag die Monatsmitteltemperatur bei 4,2 °C und damit 4,6 K über dem langjährigen Mittelwert. Der Monat war nicht nur sehr mild, sondern auch überdurchschnittlich nass. Es fielen 52 mm Niederschlag. Dies entspricht rund einem Drittel mehr als das langjährige Mittel. Im **Februar** setzte sich die milde Witterung fort. Das langjährige Niederschlagsoll wurde mit 37 mm im Landesmittel leicht übertroffen. Dabei fielen in den südwestlichen Landesteilen teilweise weniger als 75 % der üblichen Niederschlagsmenge. Im Norden des Landes wurde regional dagegen ein Überschuss von mehr als 25 % des Niederschlagsolls gemessen. Die Mitteltemperatur betrug 3,4 °C und lag damit 3,1 K über dem Wert der Referenzperiode 1961–1990. Im **März** dominierten niederschlagsreiche Westwindwetterlagen die Witterung in Sachsen-Anhalt. Im Flächenmittel des Landes fielen 69 mm Niederschlag. Dies bedeutet einen Überschuss von fast 75 % gegenüber dem langjährigen Mittelwert. In der Mitte und im Norden von Sachsen-Anhalt wurden die durchschnittlichen Niederschlagssummen regional um mehr als das Doppelte überschritten. Bis auf einige Regionen im Südwesten des Landes waren die Wasserspeicher im Oberboden gut gefüllt. Die Monatsmitteltemperatur lag mit 5,8 °C um 2,2 K über dem langjährigen Mittelwert.

Der **April** war geringfügig wärmer als im Mittel der Periode 1961–1990. Die Monatsmitteltemperatur betrug 7,8 °C und es war damit 0,1 K wärmer als üblich. Mit 42 mm wurde das langjährige Flächenmittel annähernd erreicht (Abb. und Tabelle Seite 18). Anders als in den vergangenen Jahren war zu Beginn der Vegetationszeit die Bodenfeuchte überdurchschnittlich hoch und die Bodenwasserspeicher (bis 60 cm) vielfach komplett aufgefüllt. Im **Mai** dominierten in Sachsen-Anhalt Hochdruck-

wetterlagen. Vielfach wurden mit einer östlichen Anströmung trockene Festlandsluftmassen herangeführt, so dass der Monat extrem trocken war. Für den gesamten Monat wurden im Landesmittel 12 mm Niederschlag berechnet. Dies entspricht nur 20 % der langjährigen Niederschlagshöhe. So fielen an der Klimastation des DWD in Magdeburg nur 4 mm Niederschlag. Die trockene Witterung führte zu einer deutlichen Abnahme der Bodenfeuchte in den oberen Bodenschichten. Da die Nächte häufig sehr kühl waren und bis weit in den Mai Frost auftrat, lag die Monatsmitteltemperatur bei 13,4 °C und damit um nur 0,7 K über dem langjährigen Mittelwert. Der **Juni** war sehr warm und in weiten Landesteilen überdurchschnittlich nass. Die Monatsmitteltemperatur von 18,7 °C lag um 2,7 K über dem Wert der international gültigen Referenzperiode. Gleichzeitig fiel mit 80 mm rund 25 % mehr als die übliche Niederschlagsmenge, wobei in einem breiten Streifen über der Mitte des Landes die mittlere Niederschlagsmenge um das doppelte übertroffen wurde. So fielen in Wernigerode am 22./23. Juni 74 mm Niederschlag. Insbesondere im südlichen Sachsen-Anhalt setzte sich die Trockenheit jedoch fort, so dass die Werte für das pflanzenverfügbare Bodenwasser (nutzbare Feldkapazität, nFK) um oder unter 40 % lagen

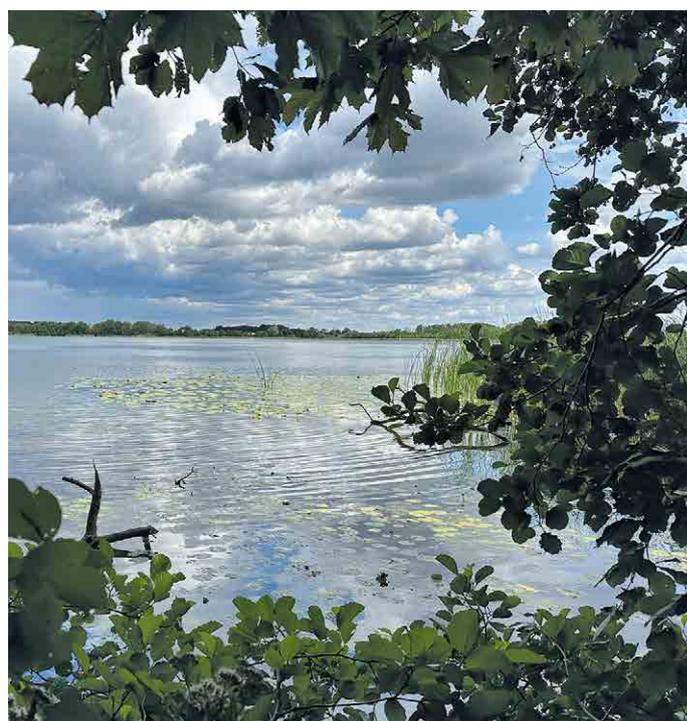
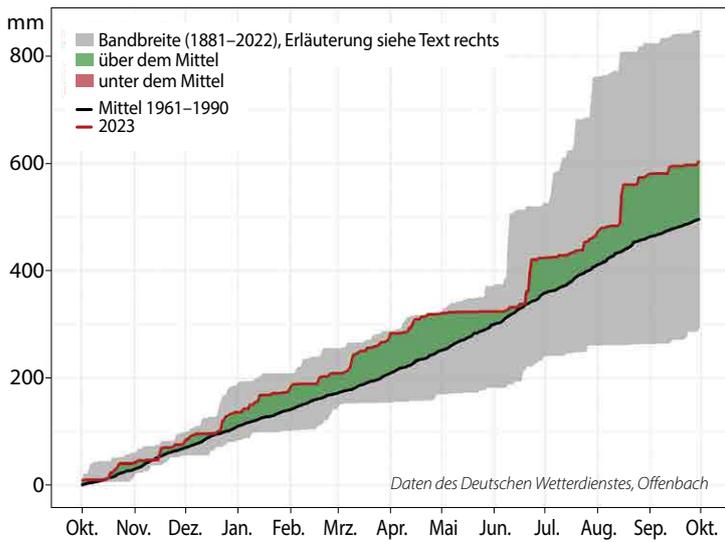


Foto: C. Klinck

Akkumulierter Niederschlag im Vegetationsjahr an der Klimastation Magdeburg



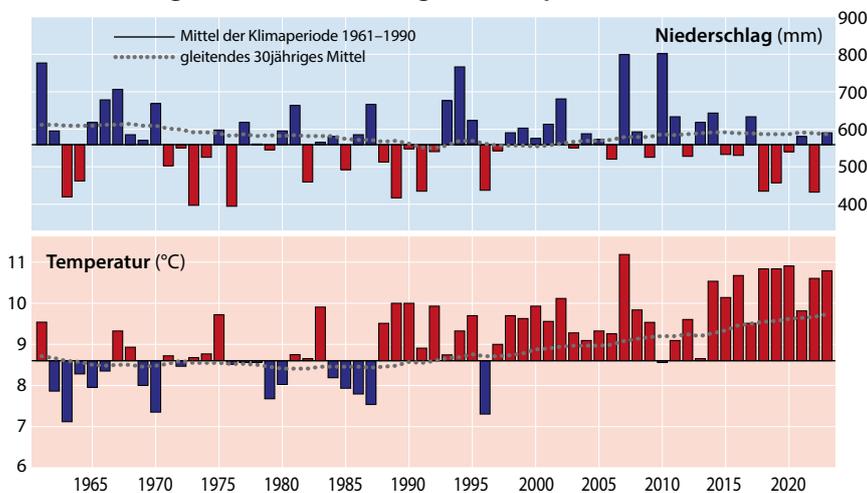
und damit ein ähnlich niedriges Niveau wie im vergangenen Jahr erreichten. In den von Starkregenereignissen betroffenen Gebieten stellten sich die Bodenfeuchteverhältnisse deutlich günstiger dar. Der **Juli** war in Sachsen-Anhalt sehr abwechslungsreich. Während in der ersten Monatshälfte warme bis heiße Luftmassen wetterbestimmend waren und teilweise Höchsttemperaturen von über 30 °C gemessen wurden, lagen die Tageshöchsttemperaturen in der letzten Monatsdekade häufig nur um 20 °C. Mit einer Mitteltemperatur von 19,2 °C war der Juli 1,8 K wärmer als im Mittel der Periode 1961–1990. In einer lebhaften Westströmung überquerten in der zweiten Monatshälfte wiederholt Tiefdruckgebiete mit ergiebigen Regenfällen das Land. Die Niederschlagssumme addierte sich zum Monatsende auf 57 mm und entsprach damit dem langjährigen Mittel. Allerdings fiel im Südosten regional weniger als 50 % der langjährigen Niederschlagssumme, so dass sich dort die Bodentrockenheit weiter fortsetzte. Auch in den

übrigen Landesteilen lag die Bodenfeuchte in den oberen 60 cm flächendeckend unter 50 % nutzbarer Feldkapazität. Im **August** setzte sich die zunächst kühle und feuchte Witterung fort. Ab der zweiten Monatsdekade dominierten feucht-warme Luftmassen die Witterung in Sachsen-Anhalt. Es fielen 108 mm Niederschlag und damit fast doppelt so viel wie üblich, wobei es insbesondere in den südlichen Regionen von Sachsen-Anhalt infolge von Starkregen und Unwettern sehr nass war. Die Monatsmitteltemperatur lag mit 18,8 °C um 1,8 K über dem langjährigen Mittelwert. Infolge der hohen Niederschlagssummen nahm die Bodentrockenheit in weiten Teilen des Landes ab. Eine beständige Omegawetterlage (Hochdruck über Mitteleuropa) führte im **September** dazu, dass der Monat rekordwarm, sehr sonnig und trocken war. Mit einer Mitteltemperatur von 17,7 °C war der September um 4,1 K wärmer als im Mittel der Referenzperiode 1961–1990. Dabei wurden für das Landesmittel nur 20 mm Niederschlag berechnet und folglich weniger als 50 % des langjährigen Niederschlagssolls.

In der Abbildung links ist der aufsummierte Niederschlag an der DWD-Klimastation Magdeburg für das vergangene Vegetationsjahr im Vergleich zu den Jahren 1881 (Messbeginn) bis 2022 dargestellt. In der Zeitreihe wurden teilweise Lücken gefüllt, so dass im gesamten Messzeitraum nur wenige Jahre aufgrund von Datenausfall nicht berücksichtigt werden konnten. Die Bandbreite wird durch das im Beobachtungszeitraum trockenste Jahr (1911) und niederschlagreichste Jahr (1955) aufgespannt.

Von Oktober bis Ende Dezember 2022 schwankten die aufsummierten Niederschläge an der Station Magdeburg um den langjährigen Mittelwert der international gültigen Klimanormalperiode 1961–1990. Danach führten überdurchschnittlich hohe Niederschläge dazu, dass bis Ende April das Niederschlagssoll um bis zu 100 mm übertroffen wurde. Es folgte eine mehrwöchige Trockenperiode, die Ende Juni durch

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 1961–2023



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

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

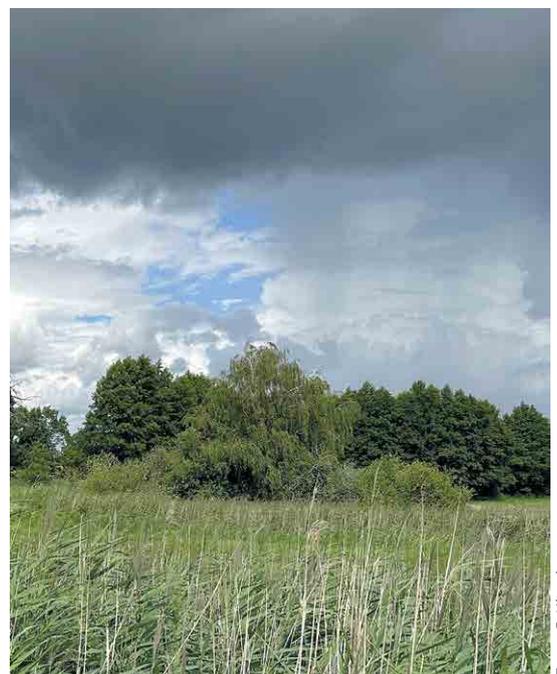


Foto: C. Klinck

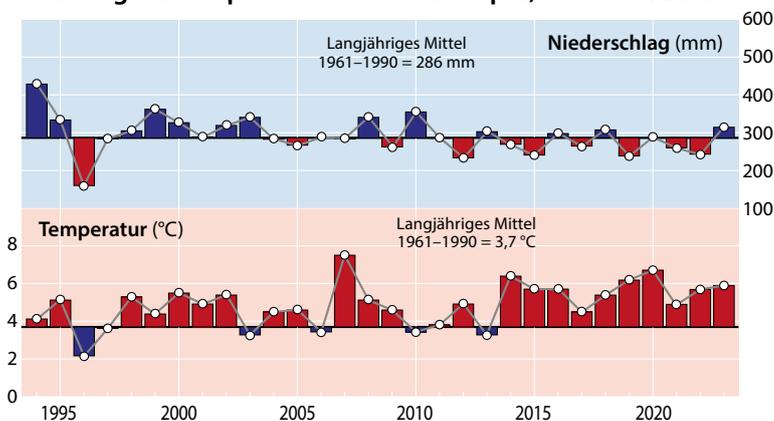
mehrere Starkniederschlagsereignisse beendet wurde. Dies hatte zur Folge, dass bis Ende August der Niederschlagsüberschuss auf über 125 mm im Vergleich zum langjährigen Mittel anwuchs. So fielen allein am 15.8.2023 an der Station Magdeburg 63,4 mm Niederschlag. Obwohl der September auch in Magdeburg deutlich trockener war als normal, lag die Niederschlagssumme im Vegetationsjahr 2022/2023 rund 100 mm über dem Mittelwert der Periode 1961–1990.

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

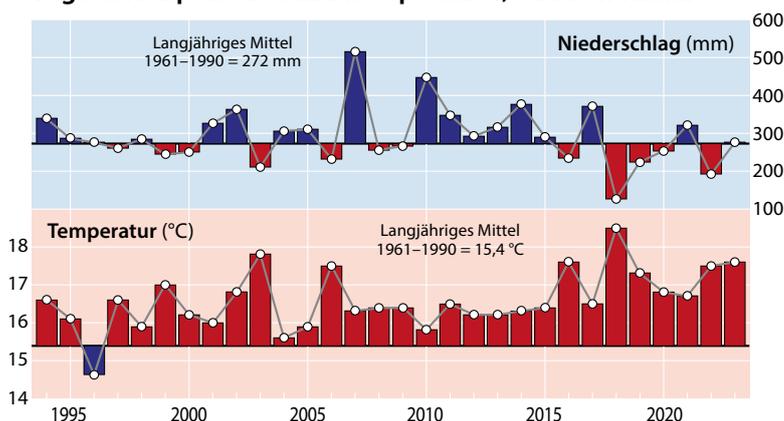
Das Vegetationsjahr 2022/2023 war mit 10,8 °C im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt 2,2 K wärmer als der Mittelwert der international gültigen Referenzperiode 1961–1990 und 1,2 K wärmer im Vergleich zur aktuellen Klimaperiode 1991–2020. Seit 1996 waren alle Vegetationsjahre wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode 1961–1990. Alle Monate des vergangenen Vegetationsjahres waren zum Teil deutlich wärmer als im langjährigen Mittel. Der langfristige Erwärmungstrend setzt sich ungehindert fort und bestätigt damit einmal mehr die beobachtete globale Erwärmung (s. Abb. Seite 20). Im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt fielen 591 mm Niederschlag und damit im Vergleich zu den betrachteten Referenzperioden etwas mehr als üblich (Tabelle Seite 18).

In der Nichtvegetationszeit von Oktober 2022 bis April 2023 wurde das Niederschlagssoll mit 316 mm um etwa 10 % übertroffen (Abb. unten). Dabei war es jedoch im Harz und Harzvorland um bis zu 20 % trockener als üblich, während in den übrigen Landesteilen von Sachsen-Anhalt ein leichter Niederschlagsüberschuss gemessen wurde (Abb. Seite 22 unten links). Die Mitteltemperatur der Nichtvegetationszeit betrug 5,9 °C (Abb. unten) und übertraf das langjährige Mittel um 2,2 K. Die höchsten Abweichungen traten im Harz und dessen Vorland auf (Abb. Seite 22 oben links). Auch die Vegetationszeit von Mai bis September 2023 war deutlich zu warm. Die Mitteltemperatur betrug 17,6 °C und war damit um 2,2 K wärmer im Vergleich zur Klimanormalperiode von 1961–1990 bzw. 1,2 K im Vergleich zur aktuellen Referenzperiode 1991–2020 (Abb. unten, Tabelle Seite 18). Wiederum war die Abweichung im Harz mit mehr als 2,5 K deutlich größer als in den tieferen Lagen von Sachsen-Anhalt. In Teilen der Altmark lag die Temperaturanomalie unter 2 K (Abb. Seite 22 oben rechts). Während der Vegetationszeit fielen landesweit im Mittel 275 mm Niederschlag. Dies entspricht der langjährigen mittleren Niederschlagsmenge (Abb. unten). Dabei war es in den östlichen und südlichen Landesteilen teilweise um bis zu 20 % trockener als im langjährigen Mittel, während besonders im Harzvorland infolge von Starkregenereignissen regional ein Niederschlagsüberschuss von bis zu 30 % beobachtet wurde (Abb. Seite 22 unten rechts).

Langjährige Klimawerte (1994–2023) Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Sachsen-Anhalt



Langjährige Klimawerte (1994–2023) Vegetationsperiode Mai bis September, Sachsen-Anhalt



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

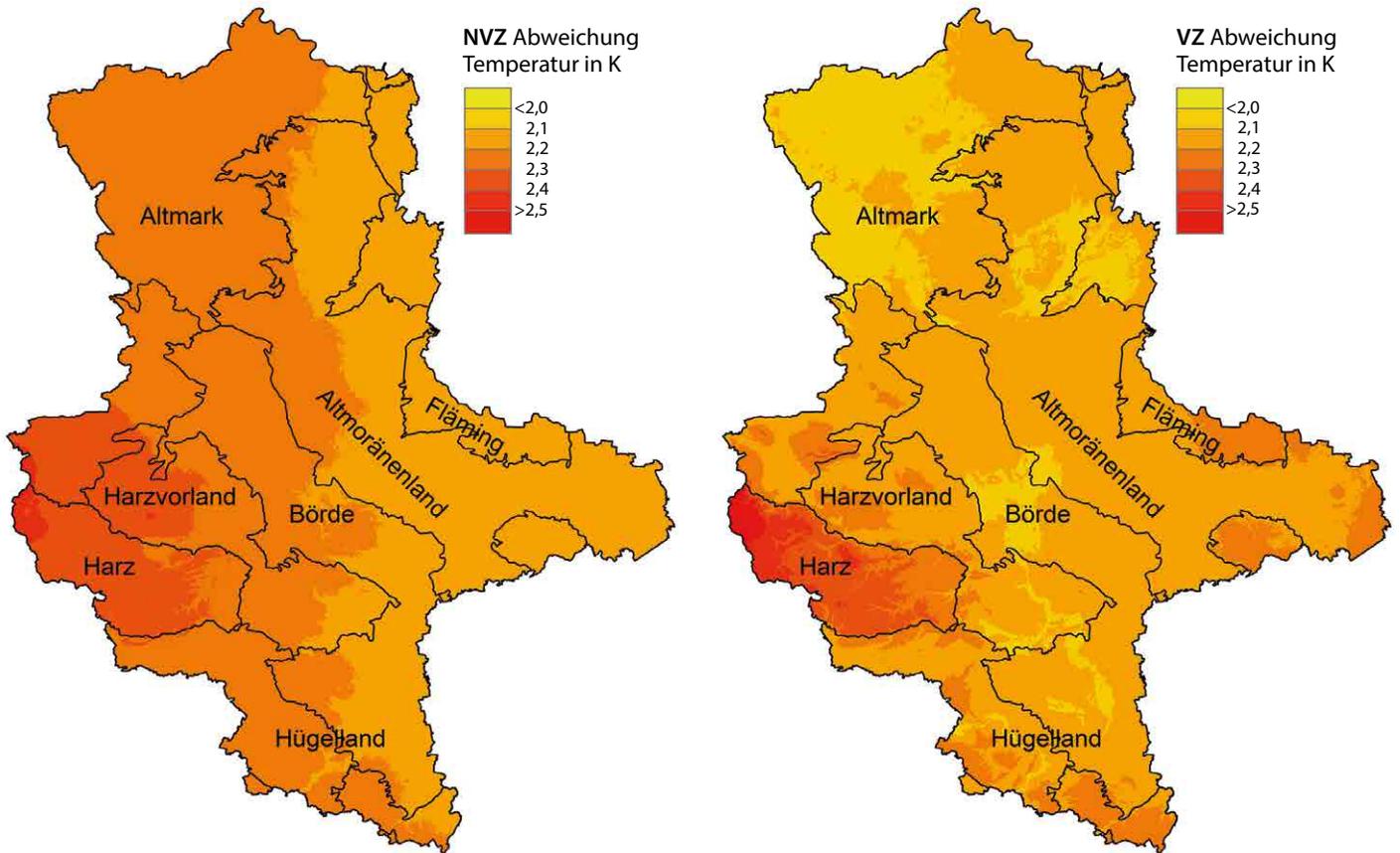
Fazit

- Das Vegetationsjahr 2022/2023 war mit einer Mitteltemperatur von 10,8 °C um 2,2 K wärmer als das vergangene Jahr und damit eines der wärmsten Jahre seit Beobachtungsbeginn im Jahr 1881. Der langjährige Erwärmungstrend setzte sich unvermindert fort.
- Alle Monate waren teilweise deutlich wärmer als im langjährigen Mittel der Periode 1961 bis 1990.
- Die Niederschlagsmenge von 591 mm im Flächenmittel des Landes übertraf das langjährige Mittel um rund 5 %.
- Zu Beginn der Vegetationszeit trockneten die Oberböden in weiten Teilen des Landes während einer mehrwöchigen Trockenperiode deutlich aus. Die überdurchschnittlich hohen Niederschläge im Sommer führten zu einer Erhöhung des Wasserspeichers im Oberboden, so dass sich die Bodenfeuchtesituation in weiten Teilen des Landes günstiger entwickelte.

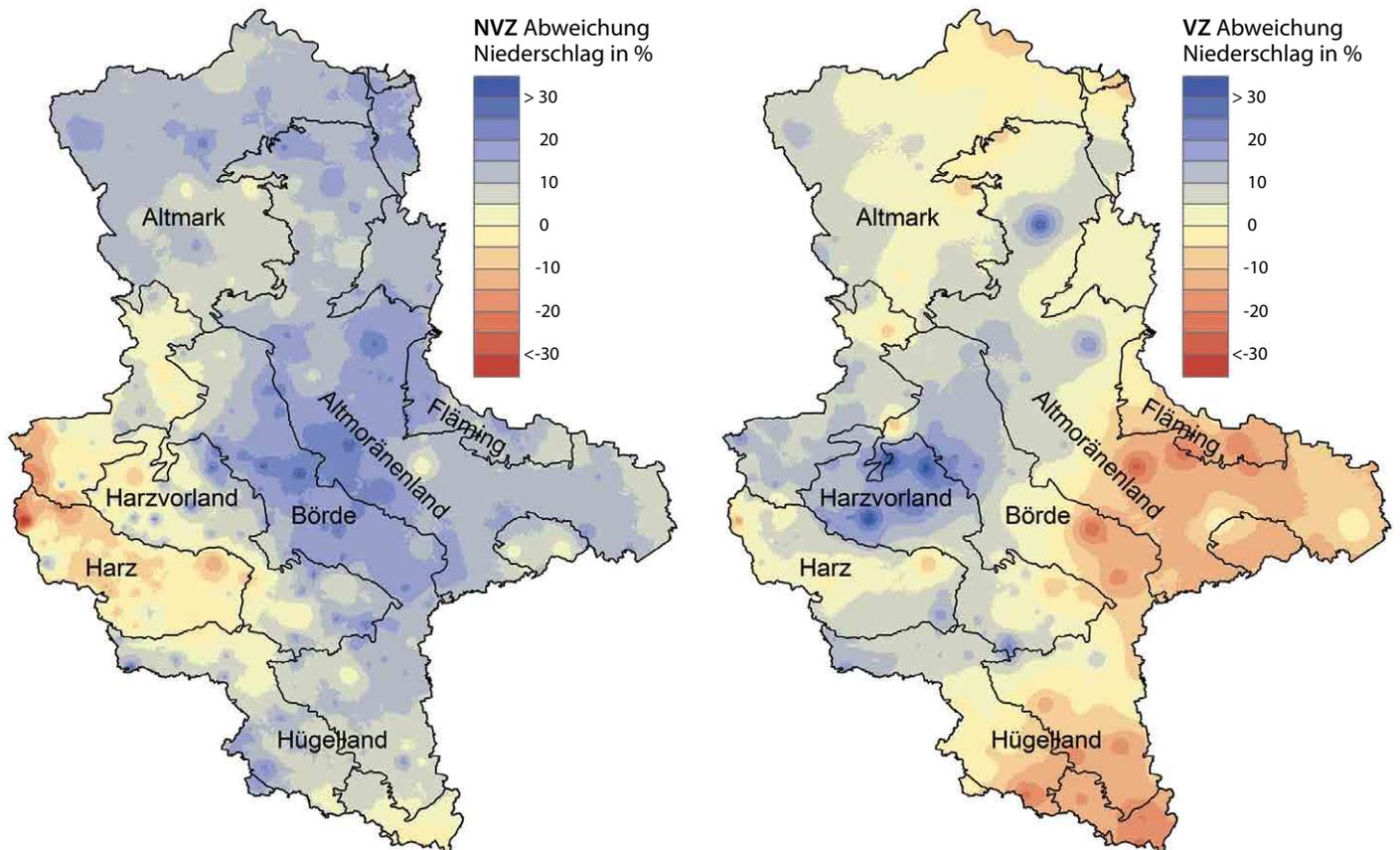
Literatur

- Deutscher Wetterdienst (2022): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus
- Deutscher Wetterdienst (2023): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus

**Abweichung der Temperatur vom langjährigen Mittel (1961–1990)
in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2022/2023 und in der Vegetationszeit (VZ) 2023**



**Abweichung der Niederschlagssumme vom langjährigen Mittel (1961–1990)
in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2022/2023 und in der Vegetationszeit (VZ) 2023**



Insekten und Pilze

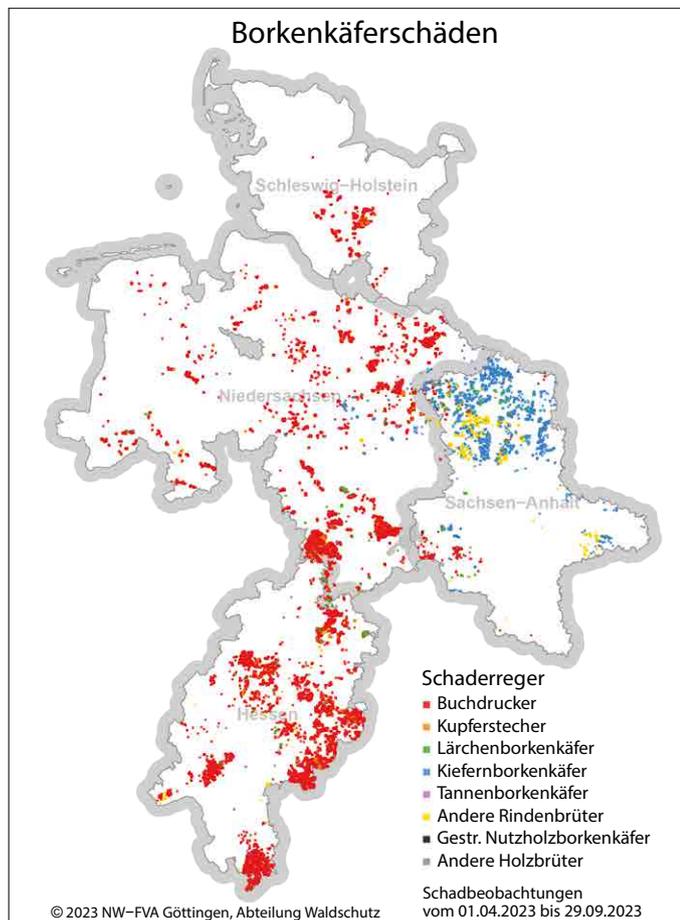
Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp und Pavel Plašil

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026881>

Borkenkäfer

Nach einer wiederum sehr trockenen und warmen, käferbegünstigenden Vegetationsperiode 2022 wurden im Winter 2022/2023 deutlich mehr Niederschläge als in den Vorjahren verzeichnet. Die Käfersaison 2023 startete bei eher kühlem, oft auch feuchtem Wetter zunächst verhalten, die Nadelbäume zeigten mehr Abwehrbereitschaft gegen erste Besiedelungsversuche der Borkenkäfer. So wurde zunächst überwiegend liegendes, ausreichend frisches Holz durch die hohe Zahl der aus dem Vorjahr überwinterten Käfer oft sehr stark besiedelt, zu Stehendbefall kam es in den ersten Wochen weniger.

Das änderte sich ab etwa Ende Mai deutlich. Niederschläge blieben weitgehend aus, die Temperaturen stiegen deutlich an. Schnell wurde in vielen Bereichen umfangreicher frischer Stehendbefall durch den **Buchdrucker** (*Ips typographus*) festgestellt, teils bereits durch Geschwisterbruten und Folgebruten der Überwinterergeneration. Wieder kühlere Temperaturen ab Anfang Juli und zahlreiche, meist sehr lokale Niederschläge haben die Entwicklung der Käferbruten unter der Rinde aber kaum beeinträchtigt. Vielerorts flogen ab etwa Ende Juni große Mengen an Jungkäfern aus und begaben sich auf die Suche nach neuen Wirtsbäumen.



Lage und Verteilung der Borkenkäferschäden in den Trägerländern für die Borkenkäfersaison 2023 (Meldungen im Waldschutzmeldeportal bis 29.09.2023)



Foto: J.-M. Schmeling

Bohrmehl des Zwölffährigen Kiefernborkekäfers

Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) an Fichte spielten nur lokal und eine deutlich untergeordnete Rolle.

Neben dem immer noch starken Neubefall von Fichten durch den Buchdrucker nimmt der Umfang des Befalls von Kiefern durch die **Kiefernborkekäferarten** weiter zu. Größere Schadholzmengen Kiefer werden vor allem aus nördlichen Teilen Sachsen-Anhalts gemeldet. Die Anteile der beteiligten Arten Zwölffähriger, Sechszähriger und Zweizähriger Kiefernborkekäfer am jeweiligen Schaden schwanken von Forstort zu Forstort stark. Regionen mit ausgeprägtem Befall durch Kiefernborkekäfer sind auch das östliche Sachsen-Anhalt und die südliche Heideregion Niedersachsens. Weitere Vorkommen sind kleinräumig in fast allen Kiefernregionen vorhanden. Vor allem in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen tritt der **Blaue Kiefernprachtkäfer** (*Phaenops* ssp.) häufig vermischt mit Kiefernborkekäfern auf.

Durch den **Lärchenborkekäfer** (*Ips cembrae*) wurde nur lokal größerer Schaden verursacht.



Foto: C. Hehn

Nach Borkenkäferbefall absterbende Kiefern

Großer brauner Rüsselkäfer

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

Prachtkäfer und Kernkäfer an Eiche

Schäden durch **Eichenprachtkäferbefall** (*Agrilus biguttatus*) in Eichenbeständen nehmen im laufenden Jahr teils dramatische Ausmaße an. Zurzeit am schwersten betroffen sind Eichen-Regionen im mittleren und südlichen Hessen sowie im südlichen Sachsen-Anhalt. Befallen sind dort mittlerweile häufig ganze Bestände bereits ab den jüngeren Altersklassen. Ohne konsequente Gegenmaßnahmen (Sanitärhiebe) ist zu befürchten, dass solche Waldgebiete ihre – gerade auch für den Naturschutz bedeutsamen – Eichenanteile fast restlos verlieren werden. Für einige Schutzgebiete ist bereits deren zentraler Schutzzweck, nämlich der Erhalt von Eichen-Lebensräumen, akut gefährdet. Bereits jetzt gibt es erste Beispiele starker „Enteichung“ ganzer Bestände durch den Prachtkäfer. Hinzu kommt häufig eine Besiedlung alter Eichen durch im Kernholz brütenden Arten wie dem **Eichenholzbohrer** (*Xyleborus monographus*), oft in Vergesellschaftung mit dem **Eichenkernkäfer** (*Platypus cylindrus*), was zu einer technischen Entwertung des Holzes führt.



Foto: R. Hurling

Prachtkäfergänge

Eichenfraßgesellschaft und Kieferngroßschädlinge

In Sachsen-Anhalt wurde auf rund 1.100 Hektar auffälliger Fraß durch die Raupen der Eichenfraßgesellschaft (**Eichenwickler** (*Tortrix viridana* L.), **Kleiner Frostspanner** (*Operophtera brumata* L.), **Großer Frostspanner** (*Erannis defoliaria* Cl.) und **Schwammspinner** (*Lymantria dispar* L.)) verursacht, wovon etwa 100 Hektar auf starken Fraß im Bereich Flechtingen entfielen. Weitere Schwerpunkte waren die Regionen Altmark, Dessau und Anhalt. Überwiegend in geringer oder mittlerer

Dichte trat der **Eichenprozessionsspinner** (*Thaumetopoea processionea* L.) im Gebiet Dessau sowie der westlichen Altmark auf und stellt dort weiterhin ein gesundheitliches Risiko dar.

Auf etwa 23 Hektar wurde mittlerer Fraß durch die **Kleine Dunkle Kiefernbuschhornblattwespe** (*Gilpinia frutetorum* F.) aus dem LZW BFoA Dessau dokumentiert, der aber nicht zu Bestandesgefährdungen führte. Weitere Fraßereignisse durch nadelfressende Raupen in Kiefernbeständen traten nicht auf.

Sonstige Schäden durch Schmetterlinge

Auffällig war starker, als bestandesbedrohend eingeschätzter Fraß von **Goldafterraupen** (*Euproctis chryorrhoea* L.) in Eichenbeständen im Bereich des LZW BFoA Annaburg, wobei durch den Blattfraß auch eine Kultur betroffen war. Insgesamt wurden Schäden durch den Goldafter in Sachsen-Anhalt auf insgesamt 50,6 Hektar dokumentiert.

Normalerweise besiedelt der wärmeliebende Goldafter verschiedene Laubbaum- und Straucharten in der offenen Landschaft sowie in Gärten und Streuobstwiesen. Das Auftreten innerhalb von Waldbeständen ist bemerkenswert und eventuell auch eine Reaktion auf die sich verändernden klimatischen Bedingungen.

Da die Raupen des Goldafters, ähnlich wie die des Eichenprozessionsspinners, Brennhaare besitzen, kann der Kontakt auch zu allergischen Reaktionen führen.

Mäuse

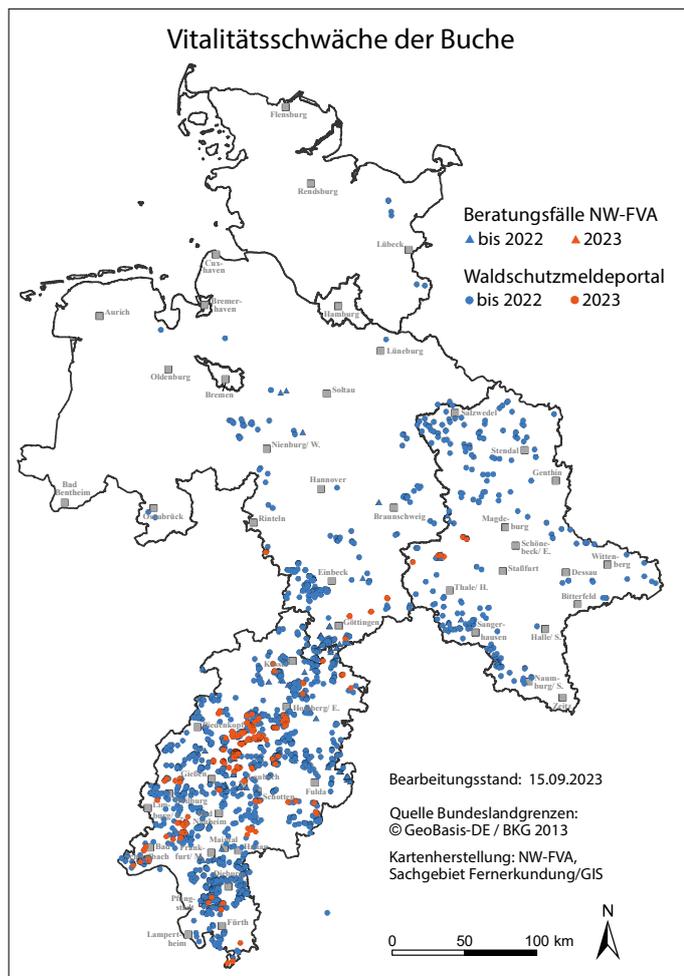
Die Populationsdichten der oberirdisch fressenden Kurzschwanzmäuse nehmen in der mehrjährigen Betrachtung seit einigen Jahren stetig zu. Obwohl der zyklische Populationsverlauf der Erd-, Feld- und Rötelmäuse aktuell eine Abnahme zeigt, sind deren Dichten weiterhin auf einem hohen Niveau. In Sachsen-Anhalt traten auf insgesamt 16,5 Hektar Kulturschäden durch Mäuse auf.

Komplexe Schäden an Rotbuche

Wie auch in den fünf vergangenen Jahren wurden weit verbreitet und teilweise bestandesbedrohend Absterbeerscheinungen infolge von Hitze und Trockenheit bei Rotbuchen in Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt beobachtet, die sich dem Schadbild der so genannten **Buchen-Vitalitätsschwäche** zuordnen lassen.

Typische Symptome sind: Vorzeitiger Blattfall, frühzeitiges Verbraunen und Absterben des Laubes in der Krone, Feinreisigverlust, Rindenrisse, Schleimflussflecken, Bildung von Pilzfruchtkörpern verschiedener Arten auf, in und unter der Rinde, Rindennekrosen, abblätternde Rinde, ausbleibender Austrieb im Frühjahr, Absterben von Kronenästen und Stammbereichen, massive Holzverfärbungen sowie zum Teil sekundärer Befall mit Pracht- und Borkenkäfern. Insbesondere

der Pilzbefall führt zu einem schnellen Absterben der Bäume und einer schnellen Holzersetzung. Häufig zeigte sich dabei auch eine starke Beteiligung des Hallimaschs. Dabei sind fast alle Altersklassen der Buche als Folge der Hitze- und Trockenheit des Vorjahres und der vorangegangenen Jahre betroffen. Die Schäden treten auch bei jüngeren Baumhölzern und in geschlossenen Beständen und sogar in Nordhanglagen auf. Mittlerweile sind nicht nur Einzelbäume betroffen, sondern es gibt bereits Regionen, in denen sich Rotbuchenbestände in der Auflösung befinden.



Schadensmeldungen zur Rotbuche bis zum 15.09.2023. Zusammengefasst aus teilweise zusammengefassten Einzelmeldungen
 Quelle: Waldschutzmeldeportal der NW-FVA (WSMP) und Meldungen/Untersuchungen im SG B3 der NW-FVA

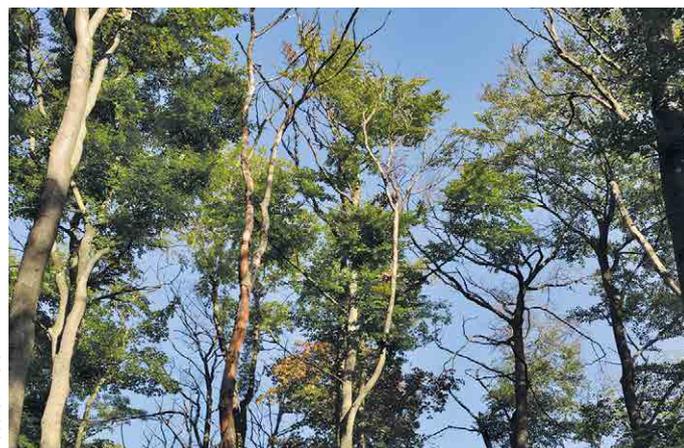


Foto: J. Evers

Geschädigte Buchenkronen

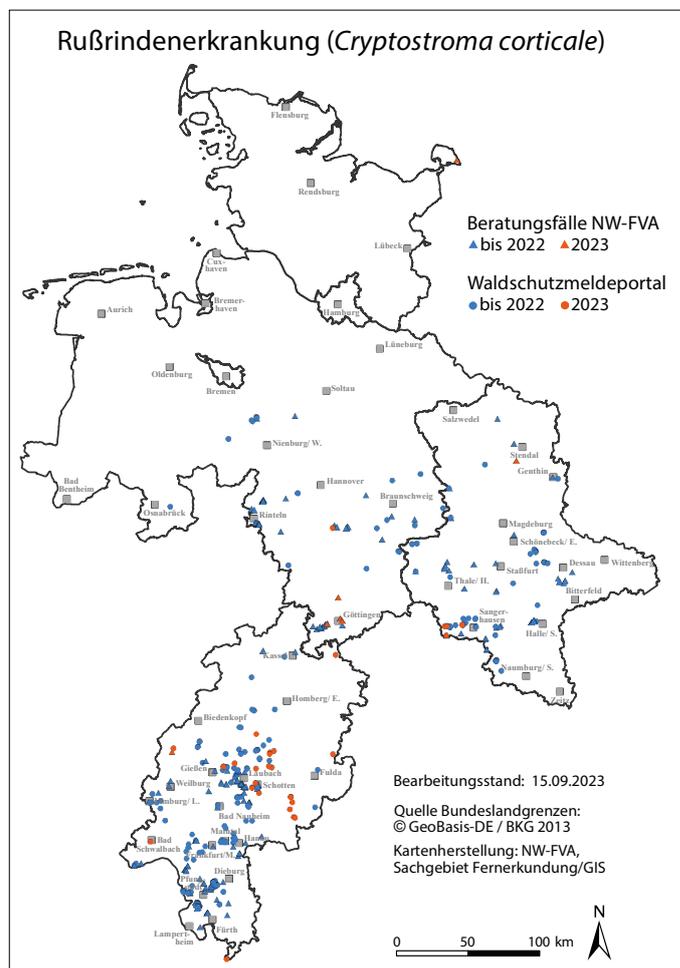
Eschentriebsterben (ETS, Erreger: *Hymenoscyphus fraxineus*)

Bei den Laubbäumen ist das verbreitet auftretende Eschentriebsterben zu erwähnen, auf das im vorliegenden Bericht auf Seite 37 „FraxForFuture: Ein Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart“ eingegangen wird.

Rußrindenerkrankung des Ahorns (Erreger: *Cryptostroma corticale*)

Als Folge der Hitze und Niederschlagsdefizite in den Jahren 2018 bis 2020 sowie 2022 kam es in den Trägerländern der NW-FVA, insbesondere in Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt, vermehrt zum Auftreten der **Rußrindenerkrankung** des Ahorns. Die Rußrindenerkrankung wird durch den ursprünglich in Nordamerika beheimateten, invasiven Schlauchpilz *Cryptostroma corticale* (linkes Foto Seite 26) ausgelöst. Die Ausbreitung des Pilzes erfolgt luftgebunden über Sporen (Konidien). Die Rußrindenerkrankung tritt in Deutschland in erster Linie beim Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), seltener bei Spitz- (*A. platanoides*) und Feldahorn (*A. campestre*) auf.

Neben *C. corticale* führten auch andere pilzliche Folgeschadenerreger zu Absterbeerscheinungen bei Ahorn, z. B. der Arten-



Rußrindenerkrankung des Ahorns bis zum 15.09.2023 – Schadensfälle in den Trägerländern der NW-FVA

komplex um *Stegosporium pyriforme* (mittleres Foto unten, Hauptfruchtform *Prosthecium pyriforme*) oder *Diaporthe pustulata*. Der Schlauchpilz *S. pyriforme* kann das sogenannte *Stegosporium*-Ahorntriebsterben meist bei jüngeren Pflanzen bzw. Bäumen hervorrufen. Die schwarzen Sporenlager von *Stegosporium* an Ahornstämmen können gemeinsam oder unabhängig von *C. corticale* auftreten. *S. pyriforme* ist ebenso wie *C. corticale* ein Schwächepathogen, das von der trockenwarmen Witterung begünstigt war und die Bäume schädigt. Im Gegensatz zu *C. corticale*, der eine flächige Sporenschicht unter der obersten Rindenschicht seiner Wirtsbäume bildet (linkes Foto unten), fruchtet *Stegosporium* sichtbar auf der Rinde mit schwarzen, linsenförmigen, in die Rinde eingesenkten Sporenlagern (Acervuli, mittleres Foto unten). Eine Verteilung der Schadensfälle an Ahorn assoziiert mit *C. corticale* bzw. mit *Stegosporium* zeigt die Karte Seite 25.



Fotos: NW-FVA, Abt. Waldschutz

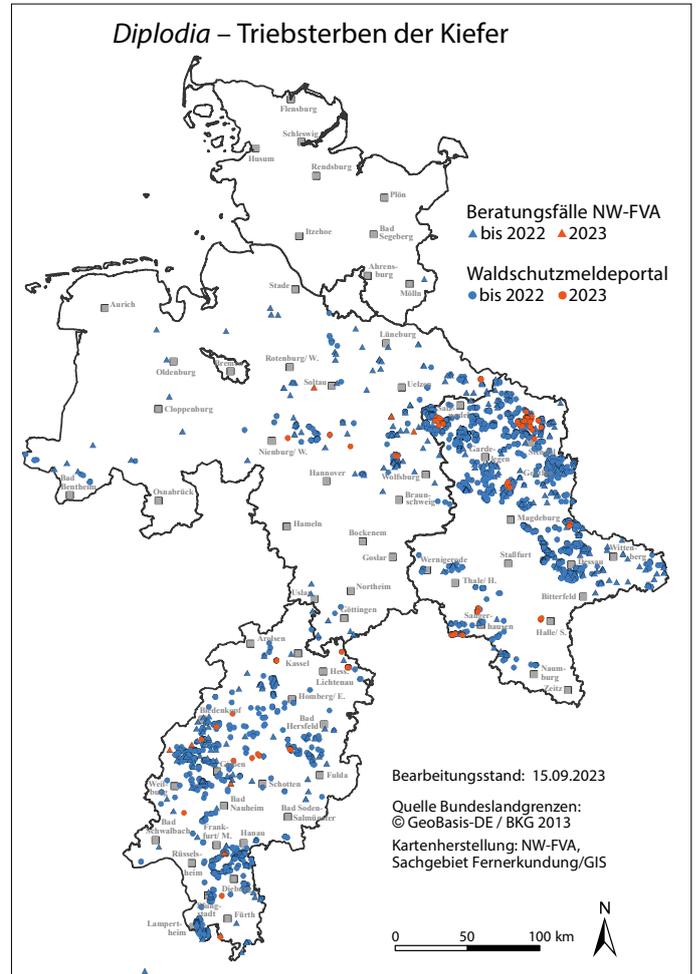
Links: *Cryptostroma corticale*; Mitte: *Stegosporium pyriforme*, rechts: *Stegosporium*-Triebsterben

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

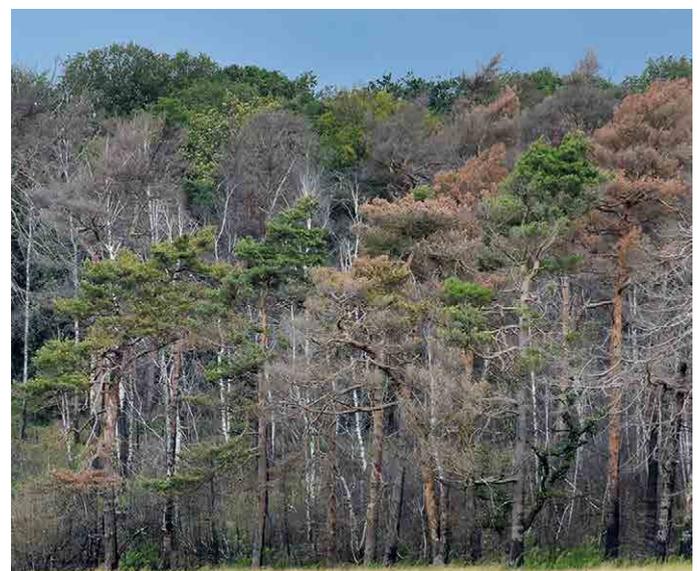
Der wärmeliebende Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia sapinea*) tritt seit den letzten 20 Jahren verstärkt in Kiefernbeständen des Zuständigkeitsgebietes der NW-FVA auf. Unsere Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass dieser Pilz endophytisch in allen Kiefernbeständen des Zuständigkeitsbereichs der NW-FVA und bundesweit sehr verbreitet ist. Schaden löst er erst aus, wenn der Pilz bei vorgeschädigten oder geschwächten Wirtspflanzen in seine parasitische Phase übergeht und das *Diplodia*-Triebsterben verursacht. Dem Auftreten des *Diplodia*-Triebsterbens geht in der Regel eine Schwächung der Kiefer voraus. Auslösende Faktoren können nach derzeitiger Einschätzung sein: Wasserdefizite durch Trockenheit/Hitze/starke Besonnung (siehe Niederschlagsdefizite) oder Verletzungen der Triebe durch Hagelschlag. Ein prädisponierender Faktor kann Mistelbefall sein, der ebenfalls Trockenstress hervorruft bzw. verstärkt. Trockenstress kann zudem auf flachgründigen, südexponierten Standorten oder in Kuppenlagen entstehen. Zahlreiche Schadensfälle stehen mit Wurzelfäulen, insbesondere durch den Wurzelschwamm, in Verbindung, der auch als prädisponierender Faktor in Erscheinung tritt. Ferner wird angenommen, dass anhaltende

Wärmephasen im Winter im Wechsel mit Kälteperioden zu einer physiologischen Schwächung der Kiefer beitragen. Vermutlich führt eine Kombination mehrerer schwächender Faktoren eher zu Krankheitsfällen als ein einzelner der genannten Faktoren.

Seit 2006 werden die gemeldeten und im Labor untersuchten Schadensfälle kartiert (Karte unten).



Diplodia-Triebsterben in den Trägerländern der NW-FVA, Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des Waldschutzmeldeportals (WSMP) der NW-FVA bis zum 15.09.2023.



Geschädigter Kiefernbestand

Foto: M. Spielmann

Stoffeinträge

Birte Scheler

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026908>

Mit dem Niederschlag gelangen Nähr- und Schadstoffe in gelöster Form in den Wald. Zusätzlich werden diese Stoffe in gas- und partikelförmiger Form eingetragen. Dieser atmosphärische Stoffeintrag stellt für das Ökosystem Wald jedoch eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern. Um die mit den anthropogenen Stoffeinträgen verbundenen Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme beurteilen zu können, wurde der Stoffeintrag in Kiefernbestände des nordostdeutschen Tieflandes erstmals 1985 bis 1989 durch die Forschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Eberswalde erfasst (Simon u. Westendorff, 1991). Seit 1998 wird der Stoffeintrag im Rahmen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings in zwei Kiefernbestände in Klötze (Altmark) und Nedlitz

(Fläming), seit 2013 zusätzlich in einen Douglasienbestand in Klötze und auf dem Großlysimeter in Colbitz bestimmt. Jeder Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. Mit Hilfe eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich 1991) werden aus den gemessenen Stoffflüssen Gesamtdositionsraten berechnet.

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch verschiedene Faktoren wie Niederschlagsmenge und -verteilung, Windgeschwindigkeit, Baumart, Bestandeshöhe, Kronenrauigkeit oder lokale Emittenten bestimmt. Der Baumarteneffekt zeigt sich sehr gut in Klötze, wo eine Douglasien- und eine Kiefernfläche in unmittelbarer Nachbarschaft und somit unter gleichen klimatischen und luftchemischen Verhältnissen beobachtet werden. Aufgrund der dichteren Benadelung sind die Stoffeinträge unter Douglasie höher als unter Kiefer.

Niederschlag

2022 war in Sachsen-Anhalt ein weiteres sehr trockenes Jahr. Die Niederschlagsmenge im Freiland betrug in Colbitz nur 388 mm, in Klötze fielen 437 mm und in Nedlitz 530 mm Niederschlag. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 2012–2021 betrug die Abweichung in Colbitz -124 mm (-24 %), in Klötze -148 mm (-25 %) und in Nedlitz -81 mm (-13 %). Entsprechend gering war der Bestandesniederschlag, der den Bäumen für ihr Wachstum und zur Stärkung ihrer Vitalität zur Verfügung stand. Unter Kiefer betrug er in Colbitz 289 mm (-115 mm bzw. -28 %), in Klötze 338 mm (-105 mm bzw. -24 %) und in Nedlitz 431 mm (-25 mm bzw. -6 %). Dem Douglasienbestand standen nur 249 mm (-143 mm bzw. -36 %) Niederschlag zur Verfügung. Die vergleichsweise geringen Abweichungen beim Bestandesniederschlag in Nedlitz dürften Folge eines waldbaulichen Eingriffs sein. Der Wasserhaushalt der Bestände war 2022 durch geringe Niederschläge in Kombination mit überdurchschnittlichen Temperaturen ein weiteres Jahr sehr angespannt.

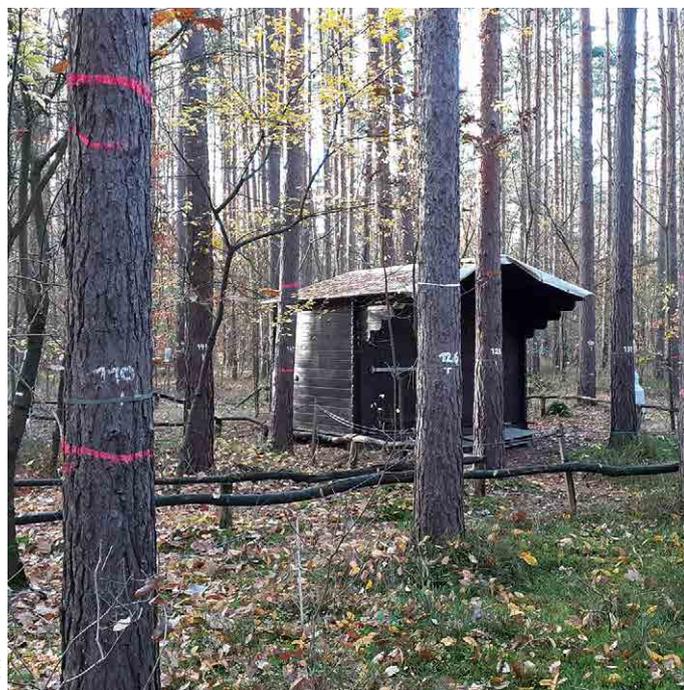
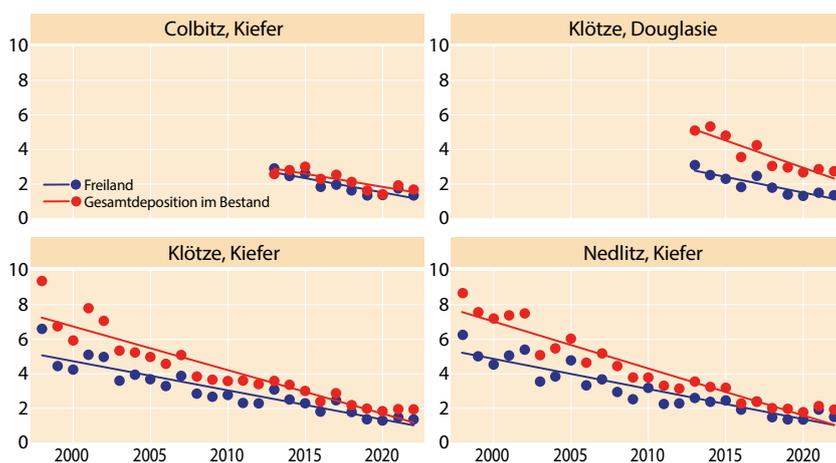


Foto: NW-FVA

Level II-Kiefernfläche Nedlitz

Sulfatschwefeleintrag (SO₄-S) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



durchgezogene Linie: signifikante Abnahme, gepunktete Linie: kein signifikanter Trend

Schwefeleintrag

Durch die Substitution der Braunkohle als Hauptenergieträger nach der Wiedervereinigung, die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung und die Einführung schwefelarmer Kraft- und Brennstoffe konnten die Schwefeldioxidemissionen wirksam reduziert werden. Der Schwefeleintrag in die Wälder Sachsen-Anhalts in gasförmiger und gelöster Form hat in Folge dieser Maßnahmen sehr deutlich abgenommen, eine Entwicklung, die bis 2022 angehalten hat. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 2012–2021 hat er 2022 im Freiland nochmals zwischen 0,5 und 0,9 kg je Hektar und mit der Gesamtdepo-

Foto: J. Evers

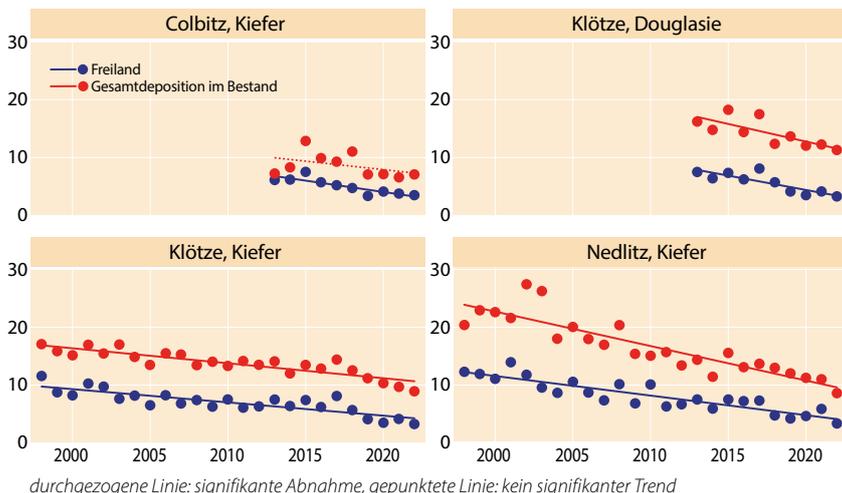


sition zwischen 0,6 und 1,1 kg je Hektar abgenommen. 2022 betrug der Sulfatschwefeleintrag mit dem Bestandesniederschlag je Hektar unter Kiefer 1,7 kg in Colbitz und 1,9 kg in Klötze und Nedlitz sowie 2,7 kg unter Douglasie (Klötze). Im Freiland lag er zwischen 1,3 (Colbitz, Klötze) und 1,5 kg je Hektar (Nedlitz).

Stickstoffeintrag

Stickstoff wird als Nitrat (oxidierte Form) und als Ammonium (reduzierte Form) in das Ökosystem eingetragen. Die größten Emittenten für Stickoxide (NO_x) waren 2021 die Bereiche „Verkehr“ (37 %), „Energiewirtschaft“ (24 %) sowie „private Haushalte und Kleingewerbe“ (12 %). Die Ammoniakemissionen stammen zu ca. 95 % aus der Landwirtschaft (UBA, 2023). Aufgrund der von 1990 bis 2021 erfolgten Reduktion der Emissionen (NO_x -66 %, Ammoniak -29 %), sind die Stickstoffeinträge im Freiland und mit der Gesamtdosition im Beobachtungszeitraum deutlich zurückgegangen.

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



durchgezogene Linie: signifikante Abnahme, gepunktete Linie: kein signifikanter Trend

Bezogen auf das fünfjährige Mittel zu Beginn der Untersuchungen (1998–2002) betrug die Reduktion der Nitratreinträge (Mittel 2020–2022) im Freiland in Klötze 60 % und in Nedlitz 50 % sowie mit der Gesamtdosition unter Kiefer 42 % (Klötze) bzw. 44 % (Nedlitz). In den vergangenen 10 Jahren (2013–2022) hat der Nitratstickstoffeintrag sowohl mit der Gesamtdosition (Ausnahme Colbitz Kiefer) als auch im Freiland weiter deutlich abgenommen. 2022 betrug er je Hektar unter Kiefer zwischen 3,1 kg (Colbitz) und 4,0 kg (Nedlitz), 5,3 kg unter Douglasie (Klötze) und im Freiland 1,5 kg (Colbitz, Klötze) bzw. 1,6 kg (Nedlitz).

Die Reduktion der Ammoniumeinträge betrug im Freiland 65 % (Klötze) bzw. 68 % (Nedlitz) und mit der Gesamtdosition 36 % (Klötze) bzw. 61 % (Nedlitz). In den letzten 10 Jahren ist der Ammoniumeintrag im Freiland und mit der Gesamtdosition (Ausnahme Colbitz Kiefer) erfreulicherweise weiter gesunken. Er betrug 2022 unter Kiefer je Hektar 4 kg in Colbitz, 5,6 kg in Klötze und 4,5 kg in Nedlitz, unter Douglasie (ebenfalls Klötze) lag er bei 6 kg und im Freiland bei 1,8 kg (Klötze, Nedlitz) bzw. 2,0 kg in Colbitz.

Der Anteil des Ammoniums am anorganischen Stickstoffeintrag hat im Beobachtungszeitraum seit 1998 in Nedlitz sowohl im Freiland als auch der Gesamtdosition abgenommen, während er in Klötze unter Kiefer signifikant angestiegen, im Freiland jedoch gleich geblieben ist. Im Mittel der Jahre 2020 bis 2022 betrug er im Freiland zwischen 53 % (Klötze) und 57 % (Nedlitz), unter Kiefer zwischen 56 % (Colbitz) und 61 % (Klötze) und unter Douglasie 54 %.

Obwohl der anthropogen bedingte anorganische Stickstoffeintrag seit Beginn der Untersuchungen deutlich abgenommen hat, überschreitet er im Mittel der letzten 5 Jahre (2018–2022) mit Wer-

ten bis zu 11,1 kg je Hektar und Jahr unter Kiefer (Nedlitz) und 12,3 kg unter Douglasie (Klötze) nach wie vor den Bedarf der Wälder für das Baumwachstum. Stickstoff, der nicht für das Wachstum der Vegetation benötigt wird, reichert sich im Ökosystem an. Im Fall von Störungen der Stoffkreisläufe durch Kalamitäten wie Windwurf oder Borkenkäferkalamität, wie sie seit 2018 in anderen Trägerländer der NW-FVA großflächig auftraten, wird der Stickstoff rasch mineralisiert und es kommt zu erhöhten Nitratausträgen. Nitrat wird im Bodenwasser von Nährstoffkationen wie Calcium, Magnesium oder Kalium sowie sauren Kationen wie Aluminium begleitet. Dadurch verliert das Ökosystem einerseits wichtige Nährstoffe aus den ohnehin meist nährstoffarmen Waldböden, andererseits erhöht sich die Konzentration von Kationen wie z. B. Aluminium in der Bodenlösung, die für die Vegetation schädlich sind. Angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundgewässer werden ggf. durch hohe Nitratausträge gefährdet. Eine weitere Reduktion der Stickstoffemissionen ist zum Schutz der Ökosysteme wichtig.

Gesamtsäureeintrag

Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile, Gauger et al. 2002). 2022 betrug der Gesamtsäureeintrag im Freiland 0,3 (Colbitz, Klötze, Nedlitz), unter Kiefer zwischen 0,6 (Colbitz) und 0,7 (Klötze, Nedlitz) sowie unter Douglasie 1,0 kmol_c je Hektar. Ein Teil des Säureeintrags wird durch ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragene Basen neutralisiert. Diese Säureneutralisationskapazität durch Baseneintrag lag 2022 zwischen 0,2 kmol_c je Hektar (Klötze, Kiefer) und 0,4 kmol_c je Hektar (Nedlitz, Kiefer) bzw. zwischen 28 % (Klötze Kiefer) und 58 % (Nedlitz, Kiefer) des Säureeintrags. Der Eintrag basischer Stäube spielte in Sachsen-Anhalt bis zum Einbau moderner Filteranlage in Kraftwerken nach der Wiedervereinigung eine

große Rolle, heute hingegen nur noch in Einzelfällen, bspw. in der Nähe von Steinbrüchen. Ein weiterer Teil der Säureeinträge wird im Waldboden gepuffert, da bei der Verwitterung Basen freigesetzt werden.

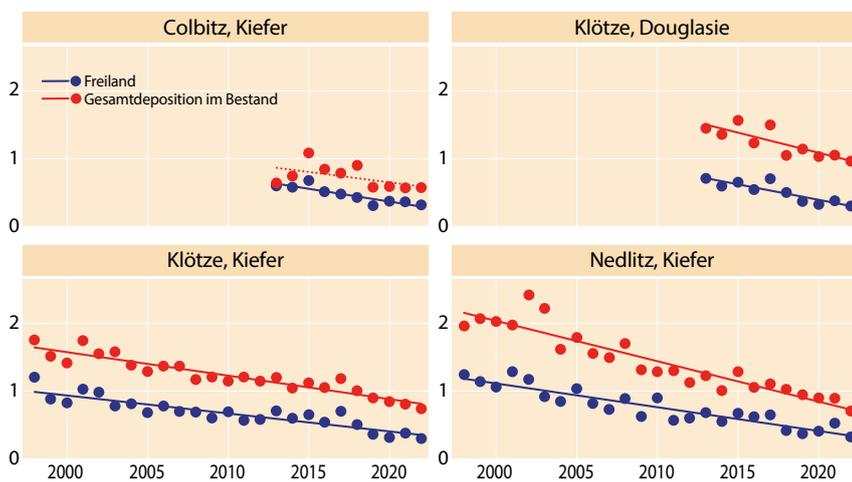
Die nachhaltige Säurepufferkapazität aus Verwitterung reicht auf den oft nährstoffarmen Waldstandorten jedoch auch unter Berücksichtigung der Baseneinträge nicht aus, um die Säureeinträge vollständig zu kompensieren. Eine standortangepasste Kalkung zum Schutz der Waldböden und der Erhaltung ihrer Filterfunktion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

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

Literatur

- Gauger, T.; Anshelm, F.; Schuster, H.; Draaijers, G. P. J.; Bleeker, A.; Erisman, J. W.; Vermeulen, A. T. & Nagel, H.-D. (2002): Kartierung ökosystembezogener Langzeittrends atmosphärischer Stoffeinträge und Luftschadstoffkonzentrationen in Deutschland und deren Vergleich mit Critical Loads und Critical Levels. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU/UBA, FE-Nr. 299 42 210, Institut für Navigation, Univ. Stuttgart. 207 S.
- UBA (2023): <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/stickstoffoxid-emissionen#entwicklung-seit-1990>
- Simon, K.-H.; Westendorff, K. (1991): Stoffeinträge mit dem Niederschlag in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes in den Jahren 1985–1989. Beiträge Forstwirtschaft 25(4),177–180.
- Ulrich, B. (1991): Beiträge zur Methodik der Waldökosystemforschung. Berichte des Forschungszentrums für Waldökosysteme/Waldsterben. Reihe B, Bd. 24, 204–210.

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



Level II-Douglasienfläche Klötze

Foto: NW-FVA

Eichenarten im Klimawandel: Unterschätzte Anpassungspotenziale?

Aki Michael Höltken und André Hardtke

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026914>

Klimaszenarien für Deutschland sagen nicht nur länger andauernde Hitze- und Trockenperioden voraus, es bleibt gleichzeitig auch ein Risiko schädlicher Frostereignisse bestehen. Gerade auf kalamitätsbedingt entstandenen, größeren Freiflächen werden solche Witterungsextreme künftig verstärkt zu beobachten sein. Für deren Wiederbestockung sollten also vornehmlich Baumarten ausgewählt werden, die große jährliche Temperaturschwankungen (hohe sommerliche Temperaturen, Winter- und Spätfröste), aber auch periodische Wasserdefizite in der Vegetationsperiode tolerieren können.

Eine Baumartengruppe, welche durch die klimatischen Entwicklungen begünstigt wird, sind unsere heimischen Eichenarten. Sie zeigen sich deutlich unempfindlicher gegenüber Trockenstress als viele andere mitteleuropäische Baumarten. Im Vergleich der beiden häufigsten Eichenarten (Stiel-Eiche und Trauben-Eiche) schneiden die Trauben-Eichen aufgrund einer optimierten Wassernutzungseffizienz besser ab als die Stiel-Eichen. Bis heute finden sich alte Reliktbestände der Trauben-Eiche auf sehr trockenen Standorten an schwer zugänglichen, unbewirtschafteten Blockschutt- und Felshängen. Mit noch weiter abnehmender Wasserverfügbarkeit kommt noch eine weitere heimische Eichenart ins Spiel: Die Flaum-Eiche. In sogenannten Flaum-Eichen-Transitionswäldern kommen zunächst beide Arten (Flaum- und Trauben-Eichen) sowie ihre Hybriden in Mischung vor. Diese Eichenartenkomplexe sind nicht nur – wie vielfach angenommen – auf Standorte im Südwesten Deutschlands beschränkt. Ihr Vorkommen ist bis ins östliche Brandenburg und nordwestliche Polen mit deutlich kontinentalerem Einfluss belegt (Höltken et al. 2012). Dort haben waldbauliche Beobachtungen gezeigt, dass Hybriden zwischen Trauben- und Flaum-Eiche mit hoher Vitalität in Bestandeslücken einwandern können, wo vermehrt Kiefern wegen extremer Trockenheit abgestorben sind (Kätzel et al. 2012).

Da Eichen vorwiegend künstlicher Verjüngung bedürfen, werden schon jetzt große Mengen an forstlichem Vermeh-



Foto: A. M. Höltken

Trocken-warmes Klima an einem exponierten Südhang mit altem Trauben-Eichen-Reliktbestand im nördlichen Hessen (teilweise über 500-jährige Bäume) in Mischung mit Mehl- und Elsbeere

rungsgut benötigt. Der Auswahl geeigneter Saatgutquellen kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu. Denn nur mit angepasstem Vermehrungsgut kann der Grundstein für vitale Bestände unter künftigen Klimabedingungen gelegt werden. Die Erfassung und nachhaltige Nutzung verfügbarer Genressourcen heimischer Eichenarten stellt nicht nur einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung arten- und strukturreicher, klimaresilienter Mischbestände dar, sondern dient auch zur Risikovorsorge zum grundsätzlichen Walderhalt unter Extrembedingungen (Kätzel et al. 2012).



Fotos: A. Hardtke

Saatguterntebestand der Trauben-Eiche auf besser wasserversorgtem Standort (linke Abb.); Trauben-Eichen-Bestand auf sehr trockenem, sandigem Standort (rechte Abb.)

Genetische Vielfalt und Anpassungsmuster

Genetische Vielfalt innerhalb einer Art ist die Voraussetzung für Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen und daher für einzelne Populationen und die gesamte Art überlebenswichtig. Dies gilt auch für unsere Eichenarten, die schon lange vor menschlichen Einflüssen mit sehr unterschiedlichen Lebensraumbedingungen konfrontiert waren und sich an verschiedene Klimazonen (ozeanisch bis kontinental), Höhenlagen (Meereshöhe bis 1.800 m ü. NN) und Wasserhaushalte (zeitweise überflutet bis extrem trocken) angepasst und diese „Erfahrungen“ in ihrem Genpool gespeichert haben (Bonfils et al. 2015). Die so entstandenen genetischen Anpassungsmuster innerhalb der Verbreitungsgebiete haben bislang aber nur ansatzweise in der praxisrelevanten Forschung Beachtung gefunden. Da nicht alle Eichen unempfindlich auf Trockenstress reagieren, sind für die künstliche Begründung von Beständen Informationen über die Eignung von forstlichem Vermehrungsgut an heutige und künftige Standortbedingungen von besonderer Bedeutung.

Bedeutung heimischer Herkunft

Aktuell wird oft diskutiert, ob in Zeiten des Klimawandels fremde, mediterrane Eichenarten oder fremde Herkunft heimischer Arten aus wärmeren und trockeneren Regionen Süd- und Südosteuropas in Deutschland eingeführt werden

sollen. Viele Anbauversuche haben jedoch gezeigt, dass dies in den meisten Regionen Deutschlands nicht empfohlen werden kann. Provenienzttests mit südosteuropäischen Trauben-Eichen-Herkünften belegen die hohe Anfälligkeit gegenüber Spätfrösten. Aber nicht nur Spätfröste, auch tiefe Wintertemperaturen werden nach wie vor auch unter den prognostizierten Klimaveränderung periodisch auftreten (siehe extreme Frostperiode in der nördlichen Hälfte Deutschlands mit unter -25 °C im Februar 2021). Dafür sind insbesondere mediterrane Herkünfte nicht geschaffen. Aufgrund einiger Anbauerfahrungen besteht aus heutiger Sicht deshalb wenig Hoffnung, lokale Vorkommen Mitteleuropas durch süd- und südosteuropäische Herkünfte ersetzen zu können (vgl. Kätzel et al. 2019). Für den Aufbau neuer, klimastabiler Wälder sollte daher im Wesentlichen auf das Anpassungspotenzial einheimischer Herkünfte zurückgegriffen werden. Hier sollte auf die Verfügbarkeit unterschiedlicher, erblich bedingter Anpassungsmuster gesetzt werden, was bislang nur wenig Berücksichtigung gefunden hat.

Anpassungspotenzial der Eichen

Eichenarten besitzen eine überdurchschnittliche genetische Variabilität. Ein Grund dafür ist der hohe Genaustausch insbesondere durch Pollenflug, wodurch neue Genvarianten aus anderen Umweltsituationen „importiert“ werden können. Dieser effiziente, innerartliche „Genfluss“ wird als ein Grund für das hohe Anpassungspotenzial der einzelnen Eichenarten hinsichtlich klimarelevanter Merkmale gewertet. Unsere heimischen Eichenarten haben aber noch eine vorteilhafte Eigenschaft: Genaustausch zwischen Arten über die Bildung von Hybriden. Da die natürliche Selektion innerhalb von Baumarten aufgrund der langen Generationszeiten nur sehr langsam verläuft, kann zwischenartlicher Genaustausch eine schnellere Anpassung an extreme Umweltverhältnisse begünstigen. Hybridisierung zwischen nah verwandten Eichenarten mit unterschiedlichen ökologischen Anpassungen tritt regelmäßig in den natürlichen Kontaktzonen verschiedener Arten auf. Dieser Vorgang ist grundsätzlich zwischen

allen drei heimischen Arten möglich, am häufigsten jedoch zwischen der Trauben- und der Flaum-Eiche auf extrem trockenen Standorten. In Überlappungszonen der beiden Arten führt das zu sogenannten „Hybridschwärmen“ (Bonfils et al. 2015, Gailing et al. 2022, Höltken et al. 2023).

Forschung an der NW-FVA

Um das Anpassungsspektrum unserer heimischen Eichen-vorkommen zu untersuchen, haben an der NW-FVA verschiedene Vorhaben begonnen, die sich mit folgenden Themenbereichen beschäftigen:

- Erfassung der genetischen Vielfalt sowie der Artzusammensetzung der ausgewählten Bestände (Trauben-, Flaum- oder Hybridformen) mit Hilfe von DNA-Untersuchungen.
- Erfassung von Eichen-Herkünften, die den Wasserhaushaltsgradienten vollständig abdecken (von gut wasserversorgt bis extrem trocken): Der Wasserhaushalt wird dabei durch die Standortwasserbilanz (SWB) beschrieben. Diese umfasst sowohl die Speichermöglichkeit des Bodens (nutzbare Feldkapazität) als auch die Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung (klimatische Wasserbilanz) und wird wie Niederschlag in mm/Jahr angegeben. Je höher der Wert, desto mehr Wasser steht zur Verfügung. Insbesondere bei negativen Werten ist von einem zeitweisen Wassermangel auszugehen.
- Beerntung von Einzelbäumen an diesen Standorten und die Anzucht von Versuchsmaterial für die Anlage von Versuchsserien, welche ebenfalls den Wasserhaushaltsgradienten abdecken, sowie für gezielte Trockenstressexperimente unter Laborbedingungen.

Diese Forschungsvorhaben werden durch den Klimaplan Hessen („Anpassungspotenziale von Eichenarten“) sowie durch den Waldklimafonds des Bundes („OakZones –Dynamische Verwendungszonen für Traubeneiche“) gefördert. In den nächsten Jahren werden sie detaillierte Erkenntnisse über die Anpassungspotenziale der jeweiligen Herkünfte liefern. Auf Basis der gewonnenen Daten sollen der Forstpraxis dann fundierte Empfehlungen für die Auswahl von geeignetem forstlichem Vermehrungsgut zu Verfügung gestellt werden.

Bäume aus dem Reagenzglas

Für Forschungszwecke werden an der NW-FVA sogar ausgewählte Altbäume unter sterilen Bedingungen im „Reagenzglas“ nachgezüchtet. Denn der Einfluss von Genetik und Umwelt auf bestimmte Eigenschaften kann nur durch die Erzeugung genetisch identischer Kopien eines Baumes eindeutig bestimmt werden. Da sich viele Baumarten in der Regel nicht oder nur sehr schwer über die konventionelle Stecklingsvermehrung vermehren lassen, hat sich die NW-FVA auf die *In-vitro*-Vermehrung (=Mikrovermehrung) spezia-



Fotos: M. Mühlbauer

Anzucht von Versuchspflanzen aus Saatgut verschiedener Trauben-Eichen-Herkünfte

liert. Die Technik ermöglicht es, Bäume von Standorten mit unterschiedlichen Umweltbedingungen (von Extremstandorten bis hin zu optimalen Standortverhältnissen) vegetativ zu vermehren und anschließend sowohl unter Laborbedingungen als auch im Freiland zu testen. Weitere Vorteile der *In-vitro*-Vermehrung: Die Produktion von Versuchsgliedern ist unbegrenzt und unabhängig von Jahreszeiten möglich. So können Pflanzen ganzjährig produziert und in ihrer jeweiligen Lebensphase für die Versuchsdurchgänge synchronisiert werden. Diese Methode bietet somit eine erhebliche zeitliche Beschleunigung von Forschungs- und Züchtungsvorhaben, was in Anbetracht des hohen Veränderungsdrucks durch die Dynamik des Klimawandels gerade bei Arten mit sehr langen Generationszyklen von großer Bedeutung ist.

Fotos: I. Wenzlitschke



Schritte der vegetativen Vermehrung von Eichen mit Hilfe der *In-vitro*-Technik: Etablierungsphase über sterile Sprosskulturen (links), Vermehrungszyklen (Mitte) und Bewurzelung (rechts) von Trauben-Eichen in verschiedenen Nährmedien

Aktuelle Saatgutversorgung

Forstvermehrungsgut unserer heimischen Eichenarten wird hauptsächlich in zugelassenen Saatguterntebeständen (SEB) gewonnen. Diese stocken jedoch zum größten Teil auf Standorten, die eine mittlere bis gute Wasserversorgung vorweisen. Mit zunehmender Trockenheit sinkt die Fläche der für die Produktion von forstlichem Vermehrungsgut zugelassenen Bestände. Auf Marginalstandorten existieren keine SEB mehr, obwohl in diesem Bereich noch Eichenbestände, meist Trauben-Eichen oder möglicherweise sogar Hybrid-Formen mit der Flaum-Eiche, zu finden sind.

Der Grund für die Unterrepräsentanz der trockenen Standorte dürfte folgender sein: Eichenvorkommen auf sehr trockenen Standorten entsprechen meist nicht den Mindestkriterien der Forstvermehrungsgut-Zulassungsverordnung (FoVZV). Diese schreibt neben einer guten Vitalität auch einen überdurchschnittlichen Volumenzuwachs und eine überdurchschnittliche phänotypische Ausstattung vor.

Noch bedeutender als die flächen- und zahlenmäßige Unterrepräsentanz zugelassener SEB auf trockenen Standorten dürfte deren Unterrepräsentanz bei den tatsächlich durchgeführten Saatguternten sein. Da insgesamt nur ein relativ kleiner Teil der SEB regelmäßig beerntet wird, werden bei den kommerziellen Ernten die trockenen und sehr trockenen Standorte mit ihrer häufig geringeren Fruktifikation gar nicht oder nur sehr selten berücksichtigt.

Aufgrund der derzeitigen Beerntungsstrategien kann also davon ausgegangen werden, dass für Standorte mit erhöhtem

Trockenstressrisiko lediglich geringer angepasstes Material zur Verfügung steht. Dies kann zu hohen Ausfällen bei der Wiederbegründung von Waldflächen und – in der Folge – zu einem deutlichen wirtschaftlichen Minderertrag führen.

Fazit

Über die gesamte Bandbreite des erblich bedingten Anpassungspotenzials unserer Eichenarten ist bislang nur sehr wenig bekannt. Sollten die Forschungsvorhaben der NW-FVA zu dem Ergebnis kommen, dass eine spezifische Anpassung an Trockenstandorte bereits erfolgt ist und das derzeit am Markt verfügbare Saatgut von überwiegend gut wasserversorgten Standorten hinsichtlich der erblich bedingten Trockenstresstoleranz nicht gut für Trockenstandorte geeignet ist, muss bei der Bereitstellung und Verwendung von Saatgut entsprechend reagiert werden. Denn die Verwendung von nur schlecht an Dürre- und Hitzeperioden angepasstem Vermehrungsgut erschwert nicht nur die künftige Wiederaufforstung von Waldbeständen, sondern hat womöglich auch zu deutlichen Vitalitätsschwächen in künstlich begründeten, älteren Eichenbeständen geführt. Solche Bestände stellen dann auch eine Eintrittspforte für weitere (biotische) Schädigungen dar, z. B. durch den Eichen-Prachtkäfer. Besonders in den schon jetzt trockenen Regionen sollten dann gezielt Saatguterntebestände identifiziert und zugelassen werden. Hierfür werden eine Anpassung gesetzlicher Rahmenbedingungen und die Änderung von Kriterien für die Zulassung von Saatguterntebeständen künftig dringend erforderlich. Auch bei den Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen wird man den standörtlichen Aspekt des Trockenstresses dann differenziert berücksichtigen müssen.

Literatur

- Bonfils P, Rigling A, Brändli UB, Brang P, Forster B, Engesser R, Gugerli F, Junod P, Müller R, Günthardt-Georg MS (2015): Die Eiche im Klimawandel – Zukunftschancen einer Baumart. Merkblatt für die Praxis. Eidg. Forschungsanstalt WSL Birmensdorf 55: 1-12.
- Gailing O, Budde KB, Müller M (2022): Veränderung genetischer Variationsmuster von Waldbäumen unter Gesichtspunkten des Klimawandels. Allg. Forst- u. J.-Ztg 192: 93-105.
- Höltken AM, Buschbom J, Kätzel R (2012): Die Artintegrität unserer heimischen Eichenarten *Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. und *Q. pubescens* (Willd.) aus genetischer Sicht. Allg. Forst- u. J.-Ztg 5-6: 100-110.
- Höltken AM, Opfermann N, Fehrenz S (2023): Hybridisierung und genetische Introgression: Bedeutung für Waldbau, Forstpflanzenzüchtung und Naturschutz. In: Liesebach M (Hrsg.), Beiträge von Forstpflanzenzüchtung und Forstgenetik für den Wald von Morgen: 7. Tagung der Sektion Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung vom 12. bis 14. September 2022 in Ahrensburg: Tagungsband, Thünen Report, Bd. 105. Braunschweig, S. 134–152.
- Kätzel R, Becker F, Schröder J, Glatthorn J, Höltken AM, Löffler S (2012): Flaum- und Zerr-Eiche in Brandenburg – Alternative Baumarten im Klimawandel? Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 49: 23-36.
- Kätzel R, Becker F, Kanter G, Hlawati N, Löffler S (2019): Herkunftsversuche als Bewährungsprobe bei Witterungsextremen: Südosteuropäische Herkünfte der Trauben-Eiche (*Quercus petraea* MATT. LIEBL.) in Brandenburg – Eine erste Auswertung. In: Die Auswirkungen des Dürrejahres 2018 auf den Wald in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 67. 115 S.

Nieder- und Mittelwälder: Waldkulturerbe und Hotspots der Biodiversität

Andreas Mölder und Marcus Schmidt

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026983>

Die Bedeutung von historischen Waldnutzungsformen für die Entstehung und Erhaltung einer schutzbedürftigen Biodiversität wird in Wissenschaft und Praxis zunehmend erkannt (Buckley 2020, Willinger 2022, Hamřík et al. 2023). Waren Mittel-, Nieder- und auch Hutewälder in der Kulturlandschaft Mitteleuropas einst weit verbreitet, so sind gegenwärtig nur noch wenige Reliktbestände vorhanden. Auf der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands sind sowohl traditionell genutzte als auch durchwachsende Niederwälder als stark gefährdet bis von vollständiger Vernichtung bedroht eingestuft, und zwar mit einer abnehmenden aktuellen Entwicklungstendenz. Traditionell genutzte Mittelwälder gelten sogar als akut von vollständiger Vernichtung bedroht (Finck et al. 2017). Dabei werden in den meisten Fällen die Nutzungsformen, die zu ihrer Entstehung geführt haben, nicht mehr ausgeübt (Unrau et al. 2018, Buckley 2020) – die Fläche der aktiv bewirtschafteten Niederwälder schätzt Kamp (2022) für Deutschland auf weniger als 12000 Hektar ein. Gemäß der dritten Bundeswaldinventur (BWI3) von 2012 nehmen alle Wälder mit Niederwaldstrukturen, also einschließlich durchgewachsener Niederwälder bis zu einem Alter von 40 Jahren, rund 32500 Hektar ein. Wälder mit Mittelwaldstrukturen finden sich gemäß der BWI3 auf einer Fläche von rund 46000 Hektar. Dabei liegt ein Schwerpunkt in Genossenschaftswäldern Frankens (Vollmuth 2021). Die verbliebenen Nieder- und Mittelwälder enthalten häufig Zeugnisse und Spuren von historischen Bewirtschaftungstechniken wie Schneitelung, Waldstreunutzung oder Absenkerverjüngung (Mölder u. Schmidt 2023, Vollmuth 2023) und sind damit ein wichtiger Teil unseres Waldkulturerbes (BMEL 2015). Damit eng verbunden ist das immaterielle Kulturerbe im Wald, das traditionelles Wissen, Handwerk und Brauchtum umfasst, welches mit der Ausübung von historischen Waldnutzungsformen eng verbunden ist. Beispielhaft zu nennen sind hier die Köhlerei, die Verlosung von Nutzungsberechtigungen in Genossenschaftswäldern oder besondere Erntetechniken in Niederwäldern, etwa zur Lohrindegewinnung (Leppin 2014, Vollmuth 2023).



Foto: A. Mölder

Durchgewachsener Eichen-Niederwald mit einzelnen Rotbuchen im Zwölfmorgental bei Wernigerode, Landkreis Harz

Heute sind zeitgemäße Bewirtschaftungs- und Pflegekonzepte unabdingbar, um die für viele Tier- und Pflanzenarten essenzielle Habitatkontinuität in diesen meist arten- und strukturreichen Lebensräumen zu sichern und zu entwickeln (Mölder et al. 2019, Buckley 2020, Weiss et al. 2021). Gleichzeitig gilt es, das materielle und immaterielle Kulturerbe im Wald zu erhalten und zukunftssicher zu machen. Im Hinblick auf Nieder- und Mittelwälder eröffnen sich dabei gegenwärtig große Chancen, die energetische Nutzung von Holz effektiv mit der Erhaltung und Entwicklung wertvoller Waldlebensräume zu verbinden.

Niederwaldwirtschaft

Die Niederwaldwirtschaft ist seit der Antike bekannt und kann als die erste Form der systematischen nachhaltigen Forstwirtschaft im Hinblick auf den Holztrag gelten, da sie das Prinzip des Flächenfachwerks konsequent umsetzt: Eine Waldfläche wird in so viele einzelne Schläge eingeteilt, wie die Umtriebszeit in Jahren beträgt (Hamberger 2003). Historisch waren dies 10 bis 40 Schläge und dementsprechend 10 bis 40 Jahre. Jährlich werden die Bäume einer Hiebsfläche auf den Stock gesetzt, in den Folgejahren verjüngen sie sich vegetativ durch Stockausschläge. Typische Baumarten der Niederwaldwirtschaft sind Eichen, Hainbuche, Linden, Ahorne, Esche, Hasel, Birken und auch die Rotbuche, wenn die Umtriebszeit länger ist und die klimatischen Rahmenbedingungen günstig sind (Suchomel et al. 2013, Bartsch et al. 2020). Eng mit der Niederwaldnutzung verwandt, ist die Schneitelung, bei der Äste und belaubte Triebe regelmäßig in einer Stammhöhe abgeschnitten werden, die außerhalb der Reichweite des Weideviehs liegt (Burrichter u. Pott 1983). Neben Brennholzgewinnung und Holzkohlerzeugung war auch die Gewinnung von Lohrinde für die Gerberei bis ins 20. Jahrhundert ein Ziel der Niederwaldnutzung. Häufig resultierte die Niederwaldwirtschaft aus dem Bedarf vor- und frühindustrieller Wirtschaftszweige nach permanenter Brennholz- bzw. Holzkohlezufuhr, etwa zur Salzsiederei oder Eisenverhüttung (Hamberger 2003, LANUV 2007). Darüber hinaus wurde diese Betriebsart auch dort eingesetzt, wo schwere Zugänglichkeit, Nässe oder steile Hänge keine andere Form der Holzerzeugung erlaubten, etwa in Flusstälern oder Bruchwäldern (Manz 1993, Suchomel et al. 2013). Dem Hiebszyklus entsprechend entsteht in Niederwäldern ein sich dauerhaft wandelndes Mosaik aus unterschiedlichsten Licht- und Wärmesituationen, Verbuschungsstadien und Stangenhölzern (LANUV 2007, Suchomel et al. 2013).

Mittelwaldwirtschaft

Ein traditionell bewirtschafteter Mittelwald ist zweischichtig aufgebaut und besteht aus einem locker-lichten Oberholz und einer Hauschicht (Unterholz) aus Stockausschlägen. Jede Mittelwaldfläche, auch Hiebszug genannt, ist in einzelne Schläge aufgeteilt, die zumeist kleiner als zwei Hektar



Durchgewachsener Mittelwald mit Stieleiche im Oberholz, FFH-Gebiet „Hakel südlich Kroppenstedt“, Landkreis Börde, Harz und Salzlandkreis.

sind und jeweils einem Nutzungszyklus von 20 bis 30 Jahren unterliegen. Dabei wird die Hauschicht des jeweiligen Schlags bis auf wenige sogenannte Lassreitell, die das zukünftige Oberholz bilden sollen, vollständig geerntet. Je nach Bedarf und Verfügbarkeit werden auch einzelne Stämme aus dem Oberholz entnommen. Dementsprechend ist der Mittelwald eine multifunktionale Betriebsart, die verschiedenste Ansprüche von der Brennholzgewinnung über die Bauholzerzeugung bis hin zur Waldweide erfüllt (Cotta 1832, Groß u. Konold 2010, Vollmuth 2021). Dadurch entsteht ein kleinräumiges Mosaik unterschiedlicher Sukzessionsstadien und Baumalter auf engem Raum, die sich durch ein verschiedenartiges Licht- und Wärmeangebot in Bodennähe auszeichnen. Typische Baumarten des Oberholzes sind Stiel- und Trauben-Eiche, aber auch Buche und Edellaubhölzer; das Unterholz wird wie im Niederwald von ausschlagfähigen Baumarten wie Hainbuche, Winter- oder Sommer-Linde und zahlreichen Straucharten gebildet; hier sind etwa Feld-Ahorn, Weißdorn und Hasel zu nennen (Schröder 2009, Vollmuth 2021).

Nachdem der Mittelwald seit dem 17. Jahrhundert eine angesehene Waldbauform gewesen war, führten veränderte ökonomische Rahmenbedingungen und forstliche Lehrmeinungen ab der Mitte des 19. Jahrhunderts zur Umwandlung der meisten Mittelwälder in Hochwaldbestände. In Gemeinde-, Kommunal- und kleinen Privatwäldern hielt sich die Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung aufgrund anderer Bewirtschaftungsziele zwar länger als im Staatswald, spätestens nach dem Zweiten Weltkrieg wurde sie aber auch dort zunehmend zurückgedrängt (Mölder u. Tiemeyer 2019, Vollmuth 2021).

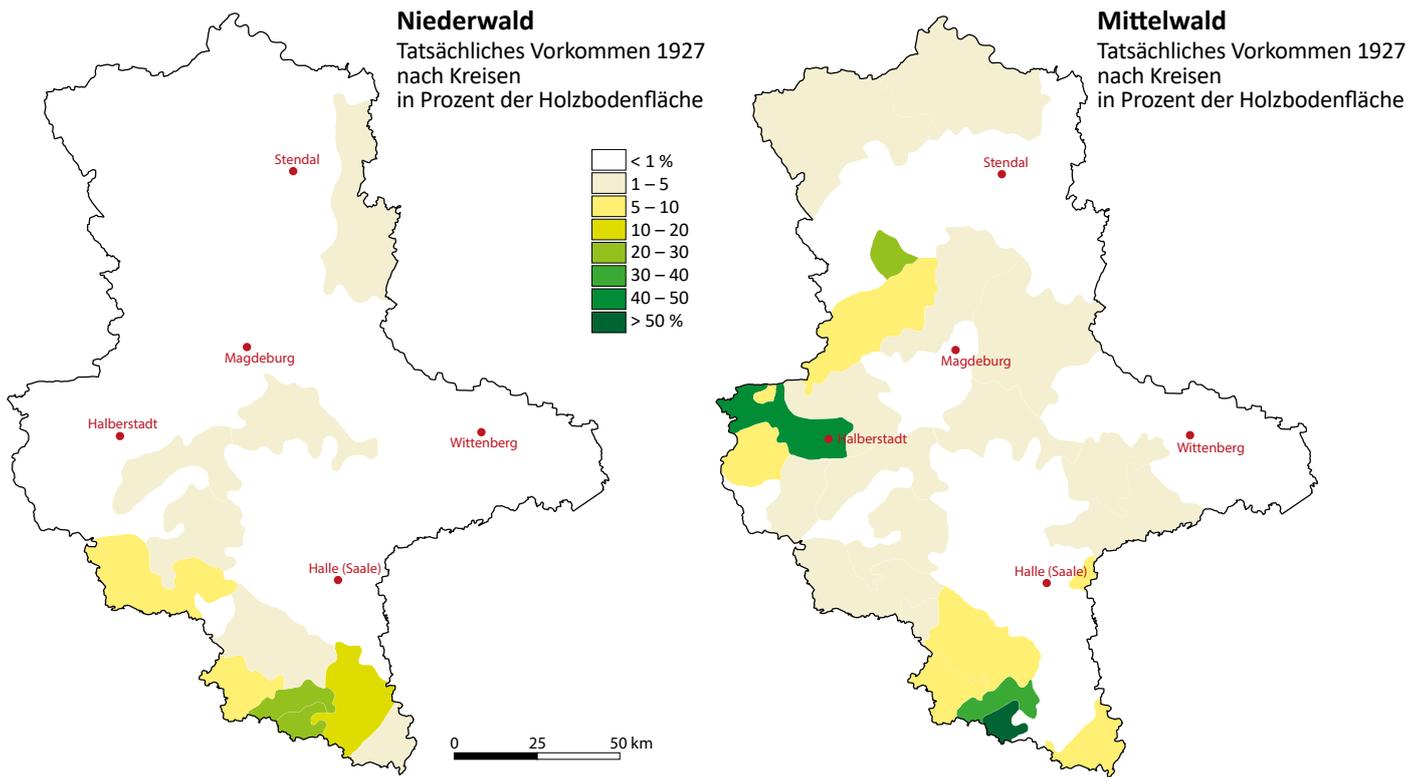
Biologische Vielfalt

Zahlreiche Untersuchungen belegen die große Bedeutung von strukturreichen Mittel- und Niederwäldern mit Habitatkontinuität für licht- und wärmeliebende, aber im Hinblick auf Mittelwälder auch alt- und totholzbewohnende Arten. Dabei findet eine Vielzahl von oft spezialisierten Tier- und Pflanzen-

arten des Waldes, der Waldränder sowie auch des Offenlandes einen vielfältigen und wertvollen Lebensraum. Hier sind neben den Gruppen der Schmetterlinge, Stechimmen, Ameisen, Spinnen, Reptilien, Singvögel und Gefäßpflanzen auch Spechte, totholzbewohnende Käfer, Moose und Flechten zu nennen (LANUV 2007, Schröder 2009, Buckley 2020, Weiss et al. 2021). In den ersten Jahren nach einer Hauung bildet sich eine dichte, artenreiche Krautschicht aus, die sich mit abermals dichter werdender Hauschicht und entsprechend abnehmendem Lichtangebot wieder ausdünn (Strubelt et al. 2019, Vollmuth 2021). Die heutige Seltenheit und Gefährdung vieler Arten der Mittel- und Niederwälder kann auf den Rückgang dieser einst flächenmäßig sehr bedeutenden Bewirtschaftungsformen in den letzten 200 Jahren zurückgeführt werden. Die Mittelwaldvergangenheit von Beständen ist jedoch auch nach Jahrzehnten nicht nur am breitkronigen Habitus der Bäume aus dem früheren Oberholz, sondern auch in der Krautschicht sowie in der Zusammensetzung der Gehölzarten noch erkennbar (Schröder 2009, Vollmuth 2021). Auch durchgewachsene Niederwälder weisen noch lange nach der Aufgabe der ursprünglichen Nutzungsweise typische Strukturen wie mehrstämmige Baumindividuen und oft totholzreiche große Wurzelstöcke auf (Helfrich u. Konold 2010, Mölder u. Tiemeyer 2019).

Nieder- und Mittelwald in Sachsen-Anhalt

Gemäß der BWI3 von 2012 finden sich in Sachsen-Anhalt rund 800 Hektar an Wäldern mit Mittelwald- und etwa 400 Hektar an Wäldern mit Niederwaldstrukturen (Vollmuth 2021). Die räumlichen Schwerpunkte dieser Betriebsarten entsprechen dabei deren Vorkommen in den 1920er-Jahren, als sie insgesamt noch größere Flächen einnahmen (Hesmer 1937). Allerdings fand auch im heutigen Sachsen-Anhalt insbesondere in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein großflächiger Umbau von Nieder- und Mittelwäldern zu Hochwald statt. Zur Mitte des 19. Jahrhunderts waren Mittelwälder noch weiter verbreitet, vor allem im nordöstlichen Harzvorland und in den Auen von Elbe und Mulde (Maron 1862). Dabei war die Mittelwaldwirtschaft im Mittelbegebiet bis ins 19. Jahrhundert immer mit der Waldweide verbunden (Reichhoff 2010). Magdeburger und Halberstädter Urkunden aus dem 13. und 14. Jahrhundert lassen darauf schließen, dass es auch schon zu dieser Zeit mittelwaldähnliche Waldnutzung gab (Vollmuth 2021). Heute finden sich Mittelwaldrelikte insbesondere bei Halberstadt in den Waldgebieten Hakel und Huy. Im Gartenreich Dessau-Wörlitz an der Mittelbe wurde diese Nutzungsform in einem Versuch wiederbelebt (Patzak 2010, Mölder et al. 2020). Niederwälder mit Weide, Birke und Erle waren historisch in den Auen weit verbreitet (Maron 1862). Von Eichen dominierte Niederwälder hatten ihren Schwerpunkt auf nährstoffarmen Hangstandorten am Harzrand und an den trocken-warmen Flusstalhängen von Saale und



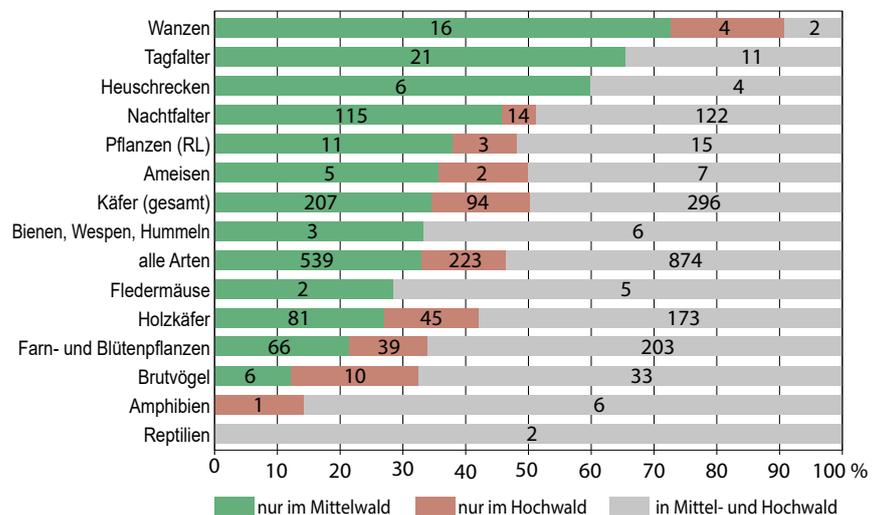
Vorkommen von Nieder- und Mittelwald in Sachsen-Anhalt im Jahre 1927, Flächenbezug sind die damaligen Kreise. Umgezeichnet nach Hesmer (1937).

Unstrut, wo es daneben auch Mittelwald gab. Dort finden sich heute durchwachsende Niederwaldrelikte, die eine artenreiche Flora und Fauna aufweisen und daher naturschutzfachlich sehr bedeutend sind (Jentsch u. Reichhoff 2013).

Forschung im Mittelwald Liebenburg

Im Mittelwald Liebenburg der Niedersächsischen Landesforsten, gelegen im Salzgitter-Höhenzug am nordwestlichen Harzrand, wurde 1986 die Mittelwaldwirtschaft auf zunächst 15 Hektar und ab 1989 auf über 200 Hektar wieder aufgenommen. Das Ziel ist die Wiederherstellung und Erhaltung eines historischen Mittelwald-Komplexes durch die Reaktivierung des traditionellen Bewirtschaftungszyklus (Mölder et al. 2022). Dies geschieht unter Beachtung der heutigen ökonomischen und technischen Rahmenbedingungen sowie veränderter Umweltverhältnisse. Ausgehend von dauerhaften Erschließungslinien wird die Hauschicht auf 20 Jahresschlägen von einem Harvester mittels Fäller-Bündler-Aggregat geerntet, am Fahrweg abgelegt, gehackt und als Energieholz vermarktet. Diese Mittelwald-Reaktivierung wird seit 2002 von der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt wissenschaftlich begleitet. Im Rahmen dieser Forschung wurden 2015/16 Artenvielfalt, Vegetation und Waldstruktur dieses reaktivierten Mittelwaldes mit denen eines benachbarten Hochwaldes verglichen.

Der zusammenfassende Vergleich der Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten im Mittel- und Hochwald zeigt, dass es zwar aufgrund ähnlicher standörtlicher und vegetationsökologischer Voraussetzungen eine große Schnittmenge gemeinsamer Arten gibt, dass jedoch der Artenreichtum insgesamt und vor allem die Anzahl exklusiver Arten im Mittelwald deutlich höher ist als im Hochwald. Insgesamt dokumentieren die Untersuchungen der Tier- und Pflanzenvorkommen nach dem initialen Reaktivierungszyklus eine hohe und für Mittelwälder typische Biodiversität. Auch wird deutlich, dass eine aktive Mittelwaldbewirtschaftung sehr gut dazu geeignet ist, den günstigen Erhaltungszustand von Waldlabkraut-Eichen-Hain-



Exklusivität der Artvorkommen im Mittelwald Liebenburg und in einem benachbarten Hochwald im relativen Vergleich, die Zahlen in den Balken geben die absoluten Artzahlen an. RL = Arten der Roten Liste.

buchenwäldern und damit des FFH-Lebensraumtyps 9170 dauerhaft zu sichern bzw. wiederherzustellen. Im Hinblick auf die Fauna reagieren Tag- und Nachtfalter, Holzkäfer, Heuschrecken, Wanzen, Bienen und Hummeln positiv auf das höhere Licht- und Wärmeangebot sowie den Blütenreichtum im Mittelwald (Mölder et al. 2022). Dort bewirkt der turnusmäßige Einschlag der Hauschicht ein kleinflächiges Nebeneinander unterschiedlicher Sukzessionsstadien und damit verbunden unterschiedliche kleinklimatische Verhältnisse (vgl. Weiss et al. 2021). Diese Lebensräume fehlen im geschlossenen Hochwald. Dementsprechend umfasst auch die Vogelfauna im Mittelwald mehr Arten der Auflichtungen und Waldränder, während im Hochwald bei ähnlicher Artenzahl die Höhlenbrüter stärker vertreten sind. Auch die Zusammensetzung von Flora und Vegetation sowie deren zeitliche Entwicklung über den Hiebszyklus hinweg spiegeln das kleinflächige Nebeneinander unterschiedlicher Sukzessionsstadien im Mittelwald wider. Der im Vergleich zum Hochwald besonders hohe Anteil von Farn- und Blütenpflanzenarten der Roten Liste unterstreicht die große naturschutzfachliche Bedeutung der Mittelwaldbewirtschaftung (Mölder et al. 2022). Als entscheidend für den Erfolg der Mittelwald-Reaktivierung im Hinblick auf Flora und Vegetation kann auch die relative kurze Unterbrechung der Mittelwaldbewirtschaftung von 30 bis 40 Jahren gelten, die das erfolgreiche Überdauern von Mittelwald-typischen Pflanzenarten in Restbeständen oder als Diasporen in der Bodensamenbank ermöglicht hat (van Calster et al. 2008).

Literatur

- Bartsch, N.; Lüpke, B. von; Röhrig, E. (2020): Waldbau auf ökologischer Grundlage. 8. Aufl. Verlag Eugen Ulmer, 676 S.
- BMEL (Hrsg.) (2015): Der Wald in der Weltgeschichte – Eine Zeitreise durch unser Waldkulturerbe. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 27 S.
- Buckley, P. (2020): Coppice restoration and conservation: a European perspective. *Journal of Forest Research* 25(3): 125–133. <https://doi.org/10.1080/13416979.2020.1763554>
- Burrichter, E.; Pott, R. (1983): Verbreitung und Geschichte der Schneitelwirtschaft mit ihren Zeugnissen in Nordwestdeutschland. *Tuexenia* 3: 443–453
- Cotta, H. (1832): Grundriss der Forstwissenschaft. Arnoldische Buchhandlung, 379 S.
- Finck, P.; Heinze, S.; Raths, U.; Riecken, U.; Szymank, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands – dritte fortgeschriebene Fassung 2017. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 156: 1–637. <https://doi.org/10.19213/973156>
- Groß, P.; Konold, W. (2010): Mittelwald als Agroforstsystem zwischen geordneter Nachhaltigkeit und Gestaltungsvielfalt – Eine historische Studie. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 181(3/4): 64–71
- Hamberger, J. (2003): Nachhaltigkeit – eine Idee aus dem Mittelalter? *LWF aktuell* 37: 38–41
- Hamřík, T.; Košulič, O.; Gallé, R.; Gallé-Szpisjak, N.; Hédli, R. (2023): Opening the canopy to restore spider biodiversity in protected oakwoods. *Forest Ecology and Management* 541: 121064. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121064>
- Helfrich, T.; Konold, W. (2010): Formen ehemaliger Niederwälder und ihre Strukturen in Rheinland-Pfalz. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 44(4): 157–168
- Hesmer, H. (1937): Die heutige Bewaldung Deutschlands. Paul Parey, 52 S.
- Jentzsch, M.; Reichhoff, L. (2013): Handbuch der FFH-Gebiete Sachsen-Anhalts. Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 616 S.
- Kamp, J. (2022): Coppice loss and persistence in Germany. *Trees, Forests and People* 8: 100227. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100227>
- LANUV (Hrsg.) (2007): Niederwälder in Nordrhein-Westfalen: Beiträge zur Ökologie, Geschichte und Erhaltung. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 510 S.
- Leppin, G. (2014): Von Heidereitern, Waldfrauen und Zapfenpflückern – Historische Wald- und Holzberufe im Wandel der Zeit. Landesbetrieb Forst Brandenburg, 116 S.
- Manz, E. (1993): Vegetation und standörtliche Differenzierung der Niederwälder im Nahe- und Moselraum. *Pollichia-Buch* 28: 1–413
- Maron, E. W. (1862): Forst-Statistik der sämtlichen Wälder Deutschlands einschließlich Preußen. Springer, 356 S.
- Mölder, A.; Bedarff, U.; Lorenz, K.; Meyer, P.; Schmidt, M. (2022): Erfolgreiche Reaktivierung eines Mittelwaldes im niedersächsischen Bergland – Artenvielfalt, Vegetation und Waldstruktur. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 54(9): 24–35. <https://doi.org/10.1399/NuL.2022.09.02>
- Mölder, A.; Schmidt, M. (2023): Integrativer Waldnaturschutz zur Sicherung des Natur- und Kulturerbes in Wäldern. In: *Kulturerbe im Wald schützen und nutzen*. Bund Heimat und Umwelt in Deutschland (BHU), S. 27–36.
- Mölder, A.; Schmidt, M.; Nagel, R.-V.; Meyer, P. (2020): Erhaltung der Habitatkontinuität in Eichenwäldern – Aktuelle Forschungsergebnisse aus Sachsen-Anhalt. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt* 56: 61–78
- Mölder, A.; Tiemeyer, V. (2019): Die Verjüngung der Rotbuche durch Absenker: Waldbauliche Verfahren, Geschichte und Bedeutung für den Naturschutz. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 51(5): 218–225
- Patzak, P. (2010): Mittelwald an der Mittelelbe – Wiederbelebung einer kulturhistorischen Bewirtschaftungsform im Gartenreich Dessau-Wörlitz. Veröffentlichung der LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH 5: 21–36
- Reichhoff, L. (2010): Mittelwald in der Region Dessau-Wörlitz. Veröffentlichungen der LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH 5: 7–12
- Schröder, K. (2009): Der Mittelwald als waldbauliche Option in Deutschland. In: *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege* (22. Erg. Lfg. 1/09): 1–14. <https://doi.org/10.1002/9783527678471.hbnl2009004>
- Strubelt, I.; Diekmann, M.; Griese, D.; Zacharias, D. (2019): Inter-annual variation in species composition and richness after coppicing in a restored coppice-with-standards forest. *Forest Ecology and Management* 432: 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.014>
- Suchomel, C.; Konold, W.; Helfrich, T. (2013): Niederwald. In: *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege* (27. Erg. Lfg. 01/13): 1–24. <https://doi.org/10.1002/9783527678471.hbnl2013001>
- Unrau, A.; Becker, G.; Spinelli, R.; Lazdina, D.; Magagnotti, N.; Nicolescu, V.-N.; Buckley, P.; Bartlett, D.; Kofman, P. D. (Hrsg.) (2018): Coppice forests in Europe. Albert Ludwig University, 388 S.
- van Calster, H.; Chevalier, R.; van Wyngene, B.; Archaux, F.; Verheyen, K.; Hermy, M. (2008): Long-term seed bank dynamics in a temperate forest under conversion from coppice-with-standards to high forest management. *Applied Vegetation Science* 11(2): 251–260. <https://doi.org/10.3170/2008-7-18405>
- Vollmuth, D. W. (2021): Die Nachhaltigkeit und der Mittelwald: Eine interdisziplinäre vegetationskundlich-forsthistorische Analyse – oder: Die pflanzensoziologisch-naturschutzfachlichen Folgen von Mythen, Macht und Diffamierungen. *Göttinger Forstwissenschaften* 10: 1–568. <https://doi.org/10.17875/gup2021-1602>
- Vollmuth, D. W. (2023): Kulturerbe im Wald – erkennen und bewahren. In: *Kulturerbe im Wald schützen und nutzen*. Bund Heimat und Umwelt in Deutschland (BHU), S. 10–26
- Weiss, M.; Kozel, P.; Zapletal, M.; Hauck, D.; Prochazka, J.; Benes, J.; Cizek, L.; Sebek, P. (2021): The effect of coppicing on insect biodiversity. Small-scale mosaics of successional stages drive community turnover. *Forest Ecology and Management* 483: 118774. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118774>
- Willinger, G. (2022): Niederwälder – Die Wiederkehr der alten Wälder. *Spektrum der Wissenschaft Kompakt* 22: 29–35

FraxForFuture: Ein Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart

Sebastian Fuchs, Sandra Peters, Philip Beckschäfer, Johannes Osewold, Christina Fey, Gitta Langer, Ralf-Volker Nagel und Aki Michael Höltken

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10027000>

Das Europäische Eschentriebsterben (ETS), welches die Esche in ihrer Existenz bedroht, wird durch den aus Asien eingeschleppten, invasiven Schlauchpilz *Hymenoscyphus fraxineus* (Falsches Weißes Stengelbecherchen) ausgelöst. FraxForFuture ist ein bundesweites, interdisziplinäres Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart (Langer et al. 2022). Die NW-FVA ist mit mehreren Vorhaben an FraxForFuture beteiligt und stellt Ergebnisse aus vier Forschungsbereichen vor.



Foto: J. Evers

Ein durch das Eschentriebsterben weitgehend zusammengebrochener Eschenbestand

Stammfußnekrosen und assoziierte Pilze

Die primäre Eintrittspforte für die Sporen des windverbreiteten Schadpilzes sind die Blätter von Eschen. Allerdings ist *H. fraxineus* auch in der Lage, mit seinen Sporen in den Wurzelanlauf/Stammfuß der Esche einzudringen und dort Läsionen („Stammfußnekrosen“) auszulösen. Bei der Bildung von Stammfußnekrosen können neben *H. fraxineus* viele weitere Pilzarten, unter anderem auch holzerzetzende Pilze, beteiligt sein. Letztere führen zu einer raschen Holzentwertung und Bruchgefährdung der betroffenen Bäume. Stammfußnekrosen treten häufig bei an ETS erkrankten Bäumen auf und stellen derzeit den Hauptmortalitätsfaktor dar. Im Rahmen von Schadbonituren auf WZE-Rasterpunkten in Eschenbeständen wurden an 1331 (62 %) von 2180 untersuchten Eschen Stammfußnekrosen festgestellt.

Darüber hinaus wurden insgesamt 105 Eschenstammfüße von 10 über Deutschland verteilten Standorten im Labor mykologisch untersucht (Langer et al. 2023, Peters et al. 2023). Dabei wurden aus verschiedenen Gewebebereichen der Nekrosen Pilze isoliert sowie morphologisch und DNA-gestützt identifiziert. Insgesamt wurden knapp 280 verschiedene Pilzarten (Endophyten, Saprophyten und Pathogene) gefunden. Darunter befanden sich einige erstmals an Esche beschriebene Arten, wie zum Beispiel *Cryptostroma corticale*,

den Erreger der Ahorn-Rußrindkrankheit. Außerdem wurde mit *Vexillomyces fraxinicola* eine neue Pilzart entdeckt und beschrieben. Neben *H. fraxineus* waren Hallimasch-Arten und *Diplodia fraxini* die häufigsten Pilze. Die Pilzgesellschaften der Stammfußnekrosen an unterschiedlichen Standorten waren sehr verschieden, jedoch war das Spektrum der am häufigsten isolierten Pilze (meist *Armillaria* spp., *D. fraxini* und *H. fraxineus*) ähnlich. Insgesamt führen diese Untersuchungsergebnisse zu einem besseren Verständnis des Schadsymptoms Stammfußnekrose und der damit assoziierten Pilzarten.



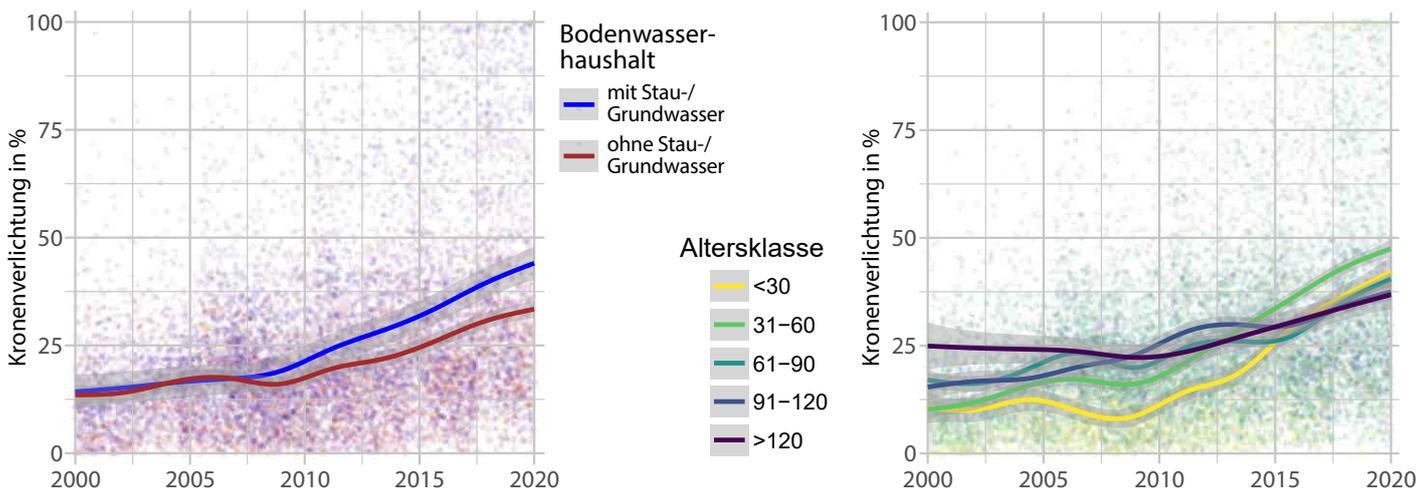
Fotos: S. Peters

Stammfußnekrose am noch stehenden Baum (links) und im Längsschnitt mit Verfärbungen im Holzkörper, die über den von außen sichtbar geschädigten Bereich hinausgehen (rechts)

Eschenmonitoring – terrestrisch und mittels Fernerkundung

Dringt der Erreger wiederholt über die Blätter in die Triebe und Äste ein, manifestieren sich die Symptome des ETS u. a. in den strukturellen Eigenschaften der Krone (abnehmende Belaubung, transparente Krone, zunehmender Totastanteil). Zum einen werden solche Kroneneigenschaften bei der terrestrischen Waldzustandserhebung angesprochen, zum anderen lassen sie sich mittels Luftbildauswertung erheben. Damit bieten sich sowohl terrestrische als auch fernerkundungsgestützte Monitoringverfahren an, um die Dynamik des ETS zeitlich und räumlich zu erfassen.

Im Stichprobenraster der Waldzustandserhebung ist die Esche in Süddeutschland häufig, in Norddeutschland dagegen nur selten vertreten. Dadurch ist die Analyse der ETS-Ausbreitung erschwert. Es lassen sich jedoch Zusammenhänge zwischen Schadentwicklung und Standort sowie Bestandesstruktur ableiten. Nach der Ausbreitung des Erregers über große Teile des Bundesgebiets (etwa seit 2009) ließ sich auf grund- oder stauwasser geprägten Standorten eine stärkere Zunahme der Kronenverlichtung beobachten (Abb. Seite 38). Im Vergleich



Verlauf der bundesweiten Eschen-Kronenverlichtung seit dem Jahr 2000 (Erstnachweis ETS in Deutschland: 2002). Links ist der Einfluss des Bodenwasserhaushalts auf den zeitlichen Verlauf dargestellt, rechts der des Bestandesalters.

zu Altbeständen nahm die Kronenverlichtung junger Bestände, die vor Verbreitung des ETS naturgemäß weniger stark verlichtet waren als Altbestände, stärker zu.

Fernerkundungsgestütztes Monitoring bietet die Möglichkeit, anhand historischer und aktueller Luftbilder die Dynamik der Ausbreitung der ETS-Symptome nachzuvollziehen sowie die akute Entwicklung zu überwachen. Ein solches Monitoring muss jedoch nach einem standardisierten Verfahren erfolgen und die Eigenschaften der Luftbilddaten berücksichtigen, um qualitativ hochwertige und vergleichbare Daten zu erzeugen. Zu diesem Zweck wurden zwei Luftbildinterpretationsschlüssel entwickelt, die (a) zur Identifikation von Eschen und (b) zur Ansprache des Kronenzustands eingesetzt werden können und so eine Erfassung der ETS-Symptome ermöglichen. Mit diesen Schlüsseln können aus dem Flugzeug aufgenommene Luftbilder, die mittels eines Stereobildschirmsystems als 3D-Bilder angezeigt werden, standardisiert ausgewertet werden.

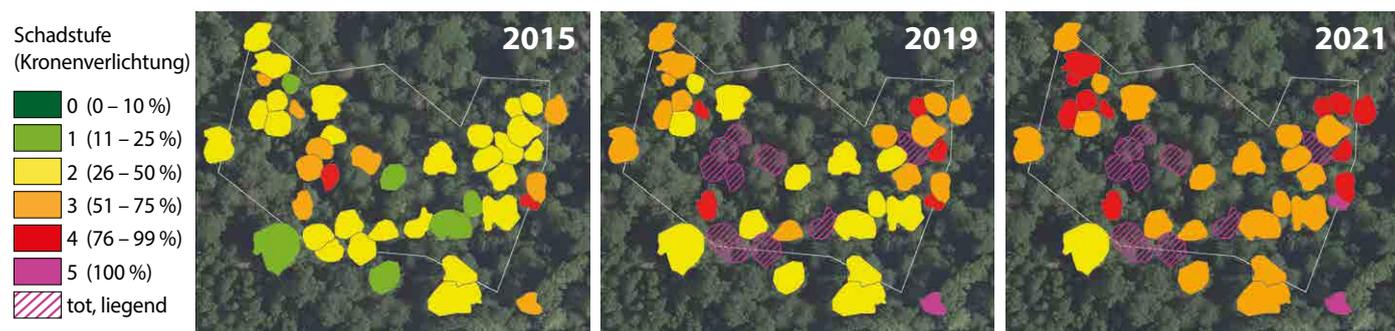
Kronenschädigungen von Eschen wurden auf einem Set von Monitoringflächen anhand von Luftbilddata aus dem Zeitraum 2006–2022 erfasst. Insgesamt zeigte sich hierbei eine klare Tendenz zu einer Abnahme der Kronenvitalität. Die Geschwindigkeit der Verschlechterung variierte sowohl zwischen einzelnen Kronen als auch zwischen den Monitoringflächen sehr stark. Auch wurde beobachtet, dass sich der Kronenzustand temporär wieder verbessern kann. Diese Verbesserungen waren jedoch nur vorübergehend und von kurzer Dauer.

Durch die Entwicklung der Luftbildinterpretationsschlüssel zur Identifikation von Eschen und zur Kronenansprache wurde eine Grundlage geschaffen, um das Fortschreiten der ETS-Symptome auch in Zukunft per Luftbilddatenauswertung zu überwachen.

Genetik

Trotz des unvermindert schweren Verlaufs des ETS und dem teilweise flächenhaften Ausfall der Esche gibt es doch Anlass zur Hoffnung: Beobachtungen einzelner nicht oder nur wenig geschädigter Eschen in stark befallenen oder schon abgestorbenen Beständen lassen vermuten, dass Unterschiede im Schädigungsgrad zwischen einzelnen Individuen zu einem großen Teil erblich bedingt sind. Verschiedene wissenschaftliche Studien lassen darauf schließen, dass zumindest ein geringer Anteil von Eschen dazu in der Lage ist, sich langfristig gegen das ETS zu behaupten bzw. in Koexistenz mit dem Pilz nahezu symptomlos zu überleben.

Im gesamten Zuständigkeitsbereich der NW-FVA (Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein) wurden Eschenvorkommen evaluiert und besonders vitale und gesunde Einzelbäume, sogenannte Plusbäume, ausgewählt. Die Sicherung dieser Plusbäume erfolgte über vegetative Vermehrung von Kronenreisern. Um die ETS-Toleranz zu validieren, wurden die vegetativen Abkömmlinge dieser Plusbäume zusätzlich standardisierten Infektionsversuchen unter



Per Luftbilddatenauswertung erfasste und dokumentierte Kronenverlichtung der Eschen auf der Monitoringfläche Schotten (HE1) in Hessen

Laborbedingungen mit maximalem Sporendruck des ETS-Erregers ausgesetzt. Um besonders tolerante Individuen erhalten zu können, wurden klassische Veredelungstechniken, aber auch Methoden der Gewebekultur (In-vitro-Technik) eingesetzt. Die In-vitro-Technik ist eine interessante Alternative, um auch große Individuenzahlen kostengünstig konservieren zu können. Dazu zählt u. a. die Kryokonservierung, die es ermöglicht, kleine meristematische (teilungsaktive) Gewebeteile einzelner Pflanzen in flüssigem Stickstoff einzufrieren, ohne dass an dem Pflanzenmaterial genetische oder physiologische Veränderungen stattfinden. Das so eingefrorene Material kann auch Jahrzehnte später, zu jedem beliebigen Zeitpunkt und in beliebigen Mengen, wieder „aufgeweckt“ und vermehrt werden.

Wichtiges Ziel ist der Aufbau von Erhaltungs-Samenplantagen, die sowohl der Erhaltung genetischer Ressourcen der Esche dienen, aber auch für weiterführende Züchtungsarbeiten sowie die künftige Produktion von forstlichem Vermehrungsgut genutzt werden können. Dies trägt wesentlich dazu bei, Anpassungsprozesse der Esche an den Krankheitserreger zu beschleunigen bzw. zu unterstützen.



Vegetative Vermehrung einer Esche aus Kryokonservierung (flüssiger Stickstoff) unter sterilen Laborbedingungen (In-vitro)

Eschennaturverjüngung und waldbauliche Auswirkungen des ETS

Die waldbaulichen Auswirkungen des ETS werden an der NW-FVA bereits seit 2013 auf 33 Versuchsflächen beobachtet. Der Gesundheitszustand von zunächst 1011 Eschen im Oberstand wurde jährlich erfasst. Dabei zeigte sich, dass sich einzelne Individuen vorübergehend erholen können und auch ganze Bestände bessere und schlechtere Jahre haben. Im Jahr 2022 waren jedoch nur noch 422 Bäume vorhanden. Die höchste Mortalität trat bei jungen Eschen im Stangen- und schwachen Baumholz auf, während ältere Eschen länger mit starken Symptomen überleben konnten.

Die genetische Veranlagung von höherer Toleranz einzelner Eschen gegenüber dem ETS macht auch für die natürlichen Anpassungsprozesse Hoffnung. Bisher wurden in Eschenbeständen zwei Selektionsprozesse beobachtet, die zu gesünderen Eschenpopulationen führen können. Zum einen sind viele sehr anfällige Altbäume bereits abgestorben bzw. stark

geschädigt und bringen daher weniger Nachkommen hervor (Semizer-Cuming et al. 2021). Dieser Prozess alleine würde allerdings einige Generationen in Anspruch nehmen. Zum anderen wird auch die Naturverjüngung durch das ETS infiziert. Deshalb wurde der Frage nachgegangen, wie sich diese Infektionen auf die Entwicklung der jungen Eschen auswirken. Dazu wurde auf 11 Monitoringflächen jeweils 1 % der gesamten Naturverjüngung aufgenommen. Es zeigte sich, dass die Esche bei günstigen Bedingungen noch immer in sehr hohen Verjüngungsdichten (289.000/ha) vorkommen kann, aber nur 5–15 % der Eschen ETS-Symptome aufweisen. Dieser geringe Anteil ist hauptsächlich auf sehr junge Eschen unter 20 cm Höhe zurückzuführen, während die Wahrscheinlichkeit von Symptomen mit zunehmender Höhe erheblich steigt.

Vergleicht man infizierte mit gesunden Eschen in der Naturverjüngung, führt die Infektion sowohl zu geringerem Höhenzuwachs (hauptsächlich durch Schädigung des Leittriebes), als auch zu höherer Mortalität. Unter der konservativen Annahme, dass ein Promille der Naturverjüngung mit dem Pilz leben kann und die restlichen 99,9 % durch Konkurrenzdruck und Mortalität ausscheiden, würden von 200.000 jungen Eschen 200 gesunde Eschen übrigbleiben. Angesichts dieser Möglichkeit sollte der Waldbau dafür sorgen, dass sich auch in Zukunft Eschenverjüngung ansamen und entwickeln kann, indem auch in sehr kranken Beständen Alteschen belassen werden und das Wildmanagement mit der Lichtregulierung abgestimmt wird. Allerdings beschreiben diese Daten nur 2 Jahre und nur 13.000 Eschen auf 11 Flächen. Der Eschenverjüngung sollte daher mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Förderung

Der FraxForFuture-Verbund wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Waldklimafonds, der von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. administriert wird. Am vorliegenden Artikel beteiligte Teilprojekte: FraxMon 2.3 (FKZ 2219WK20C4), FraxGen 3.4 (FKZ 2219WK21D4), FraxPath/FraxCollar 4.1 (FKZ 2219WK22A4), FraxSilva 5.1 (FKZ 2219WK23A4)

Literatur

- <https://www.fraxforfuture.de>
- Langer G.J., Fuchs S., Osewold J., Peters S., Schrewe F., Ridley M., Kätzel R., Bubner B., Grüner J. (2022): FraxForFuture—research on European ash dieback in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection* 129(6): 1285–1295. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00670-z>
- Langer G.J., Peters S., Bußkamp J., Bien S. (2023): *Cryptostroma corticale* and fungal endophytes associated with *Fraxinus excelsior* affected by ash dieback. *Journal of Plant Diseases and Protection*. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00750-8>
- Peters S., Fuchs S., Bien S., Bußkamp J., Langer G.J., Langer E.J. (2023): Fungi associated with stem collar necroses of *Fraxinus excelsior* affected by ash dieback. *Mycological Progress* 22(7): 52. <https://doi.org/10.1007/s11557-023-01897-2>
- 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>



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Impressum:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Abteilung Umweltkontrolle
Sachgebiet Wald- und Bodenzustand
Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen
Tel.: 0551/69401-0
Fax: 0551/69401-160
Zentrale@nw-fva.de
www.nw-fva.de

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

Titelfoto: Evers J

Layout: Starick E

Herstellung: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Printec Offset Kassel

Zitervorschlag

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt,
Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirt-
schaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt
(Hrsg.) (2023): Waldzustandsbericht 2023 für
Sachsen-Anhalt, 40 S
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026719>

Zitate der Einzelbeiträge bitte nach
folgendem Schema:

Klinck C, Paar U (2023): WZE-Ergebnisse
für alle Baumarten. In: Nordwestdeutsche Forst-
liche Versuchsanstalt, Ministerium für Wirtschaft,
Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Lan-
des Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Waldzustandsbericht
2023 für Sachsen-Anhalt. S 8-19.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10026840>

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

Der Waldzustandsbericht 2023
ist abrufbar unter
<https://www.nw-fva.de> und
<https://mwl.sachsen-anhalt.de>

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



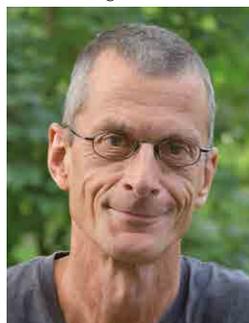
Dr. Caroline Klinck
Leiterin der Außenaufnahmen,
Auswertung, Redaktion



Dr. Jan Evers
Bodenzustandserhebung



Andreas Hafner
Datenmanagement



Peter Gawehn
Außenaufnahmen und Kontrollen



Michael Spielmann
Außenaufnahmen und Kontrollen



Dr. Bernd Westphal
Außenaufnahmen und Kontrollen



Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Sachsen-Anhalt herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen und Wahlwerbern, Wahlhelferinnen und Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Europa-, Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.