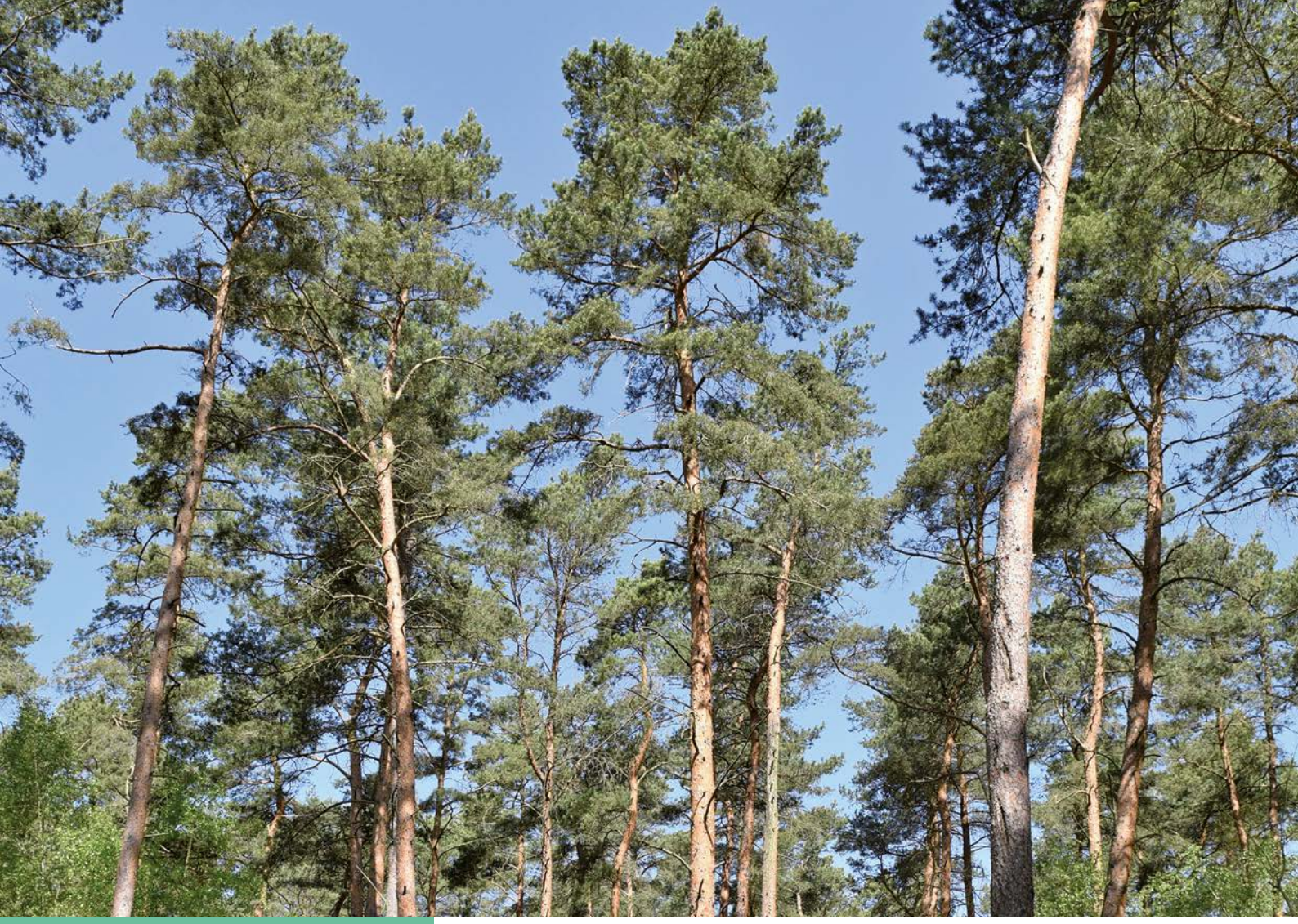


Waldzustandsbericht 2022

SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Wirtschaft, Tourismus,
Landwirtschaft und Forsten

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

der Wetterdienst bestätigt es: 2022 ist eines der wärmsten und trockensten Jahre seit 1881. Außerdem markiert das Jahr 2022 den bisherigen Höhepunkt einer nun seit mehreren Jahren andauernden Trockenperiode. Hohe Tagestemperaturen, wenig Regen, geringe Luftfeuchtigkeit und starke Winde: All diese Faktoren zusammen führen zu Dürreschäden und Ertragsverlusten in der Forst- und Landwirtschaft. Doch damit noch nicht genug: Zur besonderen Witterung kam in den vergangenen Jahren verstärkt die hohe bis sehr hohe Waldbrandgefährdung dazu.

Wie vital unsere Bäume sind – dafür liefert uns der Zustand der Baumkrone Hinweise. Es ist eine ernstzunehmende Nachricht, dass die mittlere Kronenverlichtung unserer Wälder bei allen Baumarten angestiegen ist – im Vergleich zum Vorjahr von 26 auf 27 Prozent. Der Wert liegt zum fünften Mal in Folge über dem langjährigen Durchschnitt.

Die häufigste Baumart im Bereich des Mittelgebirges ist die Fichte. Mit 66 Prozent ist der sichtbare Nadelverlust der Krone bei ihr besonders schwerwiegend. Bei der in Sachsen-Anhalt vorherrschenden Baumart – der älteren Kiefer – nahm die Kronenverlichtung geringfügig um zwei Prozentpunkte auf 23 Prozent zu. Was diese Zahl zeigt? Extreme Witterungsereignisse und ihre Folgeschäden mindern auch die Vitalität von Baumarten, die mit Trockenheit bisher gut umgehen konnten. Vielerorts geschwächt und anfällig für Schadorganismen ist trockenheitsbedingt auch der deutschlandweit am häufigsten vorkommende Laubbaum, die Buche. Bei älteren Buchen liegt der Blattverlust hierzulande bei 43 Prozent – und damit auf einem weiterhin sehr hohen Niveau.

Sachsen-Anhalts Wälder sind nicht zuletzt geprägt durch eine zunehmende Zahl von Schadflächen und Schadholzmengen. Die Ergebnisse des Waldzustandsberichts 2022 untermauern das. Es wird damit deutlicher denn je, wie wichtig nachhaltiges Handeln ist. Was ist dabei unsere zentrale Aufgabe? Wir müssen unsere Wälder fit für die Zukunft machen. Wir treiben den Waldumbau voran, um extremem Wetter und langanhaltender Trockenheit zu trotzen.

Zu den Zielen des Waldumbaus in Sachsen-Anhalt gehört der Ersatz von Nadelbaumarten. In den Wäldern steigen soll insgesamt der Anteil von Laubholz. Vorrang dabei hat der Aufbau mehrschichtiger Mischwälder. Der Vorteil künftiger Waldgenerationen: Sie sollen sich gegenüber biotischen und abiotischen Schadereignissen als stabiler erweisen. Und sie sollen besser auf den Klimawandel reagieren können und die vielfältigen Funktionen des Waldes dadurch nachhaltig sichern.

Unsere Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer unterstützen wir beim Aufbau mehrschichtiger Mischwälder mit Fördermitteln. Gemeinsam packen wir den Waldumbau an. Ziel ist es, den Zustand unserer Wälder jedes Jahr zu verbessern. Ich bin sicher: Der Waldzustandsbericht ist insbesondere in diesem schweren Jahr für Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer eine interessante Fachlektüre. Ich wünsche Ihnen interessante Einblicke beim Lesen.

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	12
Buche	14
Eiche	16
Andere Laub- und Nadelbäume	18
Witterung und Klima Johannes Sutmöller	20
Insekten und Pilze Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Ines Graw	26
Stoffeinträge Birte Scheler	29
Auswirkungen großflächiger Schadflächen auf den Wasser- und Stoffhaushalt von Wäldern Birte Scheler	32
Alternative Baumarten – ein Lösungsbeitrag für die Klimaanpassung der Wälder in Sachsen-Anhalt? Stefan Lieven, Franziska Fasse und Ralf-Volker Nagel	35
Douglasie ist nicht gleich Douglasie – zur Bedeutung von Herkünften und genetischen Ressourcen Aki Michael Höltken, Martin Hofmann und Wilfried Steiner	39
Die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (BZE III) hat begonnen Jan Evers und Oliver van Straaten	43
Impressum	44

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Im Jahr 2022 verschärfte sich der seit dem Extremjahr 2018 bestehende Trockenstress für Sachsen-Anhalts Wälder nochmals. Ursache waren neben den hohen Temperaturen die vielerorts unterdurchschnittlichen Niederschläge in der Vegetationszeit.

Die Auswirkungen auf die Bäume zeigen die Aufnahmen der Waldzustandserhebung: Die mittlere Kronenverlichtung steigt für alle Baumarten- und Altersgruppen auf einen Höchstwert (2022: 27 %).

Ein im Vergleich zum langjährigen Mittel (1991–2022: 3,6 %) sehr hoher Anteil der Bäume ist stark geschädigt (2022: 12 %), wobei die Fichte mit 50,3 % einen extrem hohen Anteil stark geschädigter Bäume aufweist.

Insgesamt ist die Situation der Fichte durch die Abfolge von Stürmen, extremen Trockenjahren und daraus folgenden Borkenkäfermassenvermehrungen in den vergangenen 5 Jahren als sehr alarmierend zu bezeichnen. Dies spiegelt sich auch in der Absterberate wider: Weitere 28 % der Fichten starben seit der Waldzustandserhebung 2021 ab. Dieser hohe Wert ist verantwortlich für den Anstieg der jährlichen Absterberate aller Baumarten und Alter, der sich im Vergleich zu 2021 um 0,9 Prozentpunkte auf 2,5 % erhöhte. Für alle anderen Baumartengruppen sank die Absterberate.

Auch in der Ausfallrate zeigen sich die Auswirkungen der extremen Witterung. Der Wert für 2022 stellt mit 4,8 % für alle Baumarten ein neues Maximum dar. Besonders hoch war er bei Fichte mit 36,5 %.

Foto: C. Klinck

Foto: J. Weymar

Die flächenmäßige Dominanz der Kiefer (ca. 59 % in der WZE-Stichprobe sind Kiefern) beeinflusst die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zum Positiven, da sie die niedrigsten Kronenverlichtungswerte aufweist.

Die zweithäufigste Baumartengruppe im Kollektiv der WZE (Hauptnetz) waren die sonstigen Laubbäume mit 16 %, gefolgt von Eiche (12 %) und Buche (9 %). Der Fichtenanteil ging von 5 % im Vorjahr auf 4 % zurück. Mit 0,5 % sehr selten sind sonstige Nadelbaumarten.

Aufgrund der geringen Flächenrepräsentanz werden alle Baumarten außer der Kiefer auf dem verdichteten Raster von 4 x 4 km angesprochen.

Witterung und Klima

Im Vegetationsjahr 2021/2022 (Oktober bis September) fielen im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt rund 77 % der langjährigen Niederschlagsmenge von 558 mm. Damit war das vergangene Vegetationsjahr ähnlich trocken wie 2017/2018. Seit März 2022 waren bis auf den September alle Monate deutlich zu trocken, so dass in der Vegetationszeit mit 191 mm nur 70 % der mittleren Niederschlagsmenge der Klimareferenzperiode 1961–1990 fielen. In einigen Regionen wurden von März bis August nicht einmal 100 mm Niederschlag gemessen. Mit einer Mitteltemperatur von 10,6 °C war das Vegetationsjahr 2021/2022 wiederum eines der wärmsten seit Messbeginn. Das Zusammenspiel von überdurchschnittlich hohen Temperaturen und gleichzeitig sehr geringen Niederschlagsmengen führte zu einer extremen Dürre, die das ganze Land betraf.

Insekten und Pilze

Die Witterungsbedingungen begünstigten weiterhin die Ausbreitung des Borkenkäfers. Vor allem durch die Trockenheit im Sommer 2022 war die Abwehrkraft bei Fichten gegenüber dem Käferbefall stark reduziert.

Schäden an Eiche und Kiefer durch Insekten traten regional auf und ordnen sich im Gesamtausmaß in die Vorjahre ein. Der Eichenprozessionsspinner breitete sich 2022 weiter aus.

Auch die Buchen-Vitalitätsschwäche, das Eschentriebsterben, die Rußrindenerkrankung des Ahorns, das *Diplodia*-Triebsterben der Kiefer und starke Vitalitätsverluste bei mittelalten und alten Douglasien infolge von Hitze und Dürre in den Vorjahren wurden 2022 zunehmend festgestellt.

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.
Der Eintrag von Sulfatschwefel hat seit 1998 auf den beiden langjährig untersuchten Kiefernflächen in Klötze und Nedlitz um knapp 80 % abgenommen. 2021 wurden unter Kiefer zwischen 1,9 kg und 2,1 kg und unter Douglasie 2,9 kg je Hektar Sulfatschwefel (SO_4-S) eingetragen.
Der anorganische Stickstoffeintrag mit der Gesamtdeposition hat seit 1998 um 43 % (Klötze) bzw. 46 % (Nedlitz) abgenommen. Er betrug 2021 unter Kiefer bis zu 11,0 kg je Hektar (Nedlitz) und unter Douglasie 12,3 kg je Hektar.

Auswirkungen großflächiger Schadflächen auf den Wasser- und Stoffhaushalt von Wäldern

Die Ergebnisse aus einem der wenigen langjährig untersuchten forsthydrologischen Forschungsgebiete (Elsterbach, Nordhessen) belegen, dass großflächige Störungen der Waldstruktur Störungen im Stoffhaushalt verursachen und Nährstoffverluste nach sich ziehen. Ein wichtiger Schlüsselprozess ist in diesem Zusammenhang die vermehrte Bildung von Nitrat (Überschussnitrifikation) aufgrund des veränderten Kleinklimas auf Kahlflächen bei gleichzeitig geringerer Stickstoffaufnahme durch die Vegetation. Erhöhte Nitratausträge können zum einen eine Belastung für das Grund- und Trinkwasser darstellen, außerdem verursachen sie je nach Standort erhöhte Austräge anderer Nährstoffe, deren Abnahme auf nährstoffarmen Standorten für die kommende Waldgeneration kritisch werden kann.

Alternative Baumarten – ein Lösungsbeitrag für die Klimaanpassung der Wälder in Sachsen-Anhalt?

Angesichts der Auswirkungen der vergangenen Extremjahre und der projizierten klimatischen Entwicklungen besteht Bedarf nach einer schnellen Erweiterung der Empfehlungen für alternative Baumarten. Dabei bestehen hohe Ansprüche für die Integration neuer Baumarten in bestehende Waldstrukturen bezüglich Anbauwürdigkeit, ökologischer Zuträglichkeit und Invasivität. Derzeitige Forschungen konzentrieren sich auf Arten aus dem Mittelmeerraum, Vorderasien und dem Kaukasusgebiet wie z. B. Esskastanie, Orient-Buche oder Libanonzeder, jedoch mit gleicher Gewichtung auch auf selten heimische Baumarten wie Linde, Spitzahorn, Eibe oder Vogelkirsche. Erste Empfehlungen hinsichtlich der Anbauwürdigkeit dieser Baumarten sind erst in einigen Jahren zu erwarten.

Foto: M. Spielmann

Douglasie ist nicht gleich Douglasie – zur Bedeutung von Herkünften und genetischen Ressourcen

Die Witterungsbedingungen der letzten Jahre haben bei vielen heimischen Baumarten zu Vitalitätsverlusten bis hin zum Absterben geführt. Deshalb ist das Interesse an fremdländischen, trocken- und hitzeresistenten Baumarten gestiegen. Zur Douglasie gibt es seit über 100 Jahren Wachstums- und Herkunftsversuche. Letztere deckten teilweise große Unterschiede der Toleranz gegenüber Witterungsextremen zwischen verschiedenen Herkünften auf. Empfohlen werden in Deutschland vor allem Herkünfte aus dem nördlichen und nordöstlichen Teil oder sogar aus höheren Lagen des Verbreitungsgebietes der Küstenform.
Vermehrungsgut aus Samenplantagen ist für die forstliche Praxis vorrangig zu empfehlen, denn dies verspricht nicht nur gute Wuchseigenschaften, sondern vor allem eine besonders hohe genetische Vielfalt und damit Anpassungsfähigkeit.

Die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (BZE III) hat begonnen

Die Bodenzustandserhebung im Wald liefert Informationen zum Zustand und zu Veränderungen von Bodeneigenschaften sowie zum Bestand, der Vegetation und Ernährungssituation der Waldbäume. Sie wird bundesweit einheitlich in den Jahren 2022–2024 auf einem 8 km x 8 km-Stichprobennetz durchgeführt und folgt damit der BZE I (1990) und BZE II (2006). Im Vordergrund der kommenden Auswertungen stehen die Veränderung von Kohlenstoff- und Stickstoffvorräten im Waldboden und Auflagehumus sowie wichtiger Nährstoffvorräte.

Forstliches Umweltmonitoring

Ulrike Talkner, Uwe Paar und Caroline Klinck
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152481

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 CO_2-Emissionen notwendig ist, um den menschengemachten Klimawandel abzumildern und damit den Zustand des Waldes zu stabilisieren.

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

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring folgende Kategorien unterschieden:

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

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

Die methodischen Instrumente des Forstlichen Umweltmonitorings sind europaweit nach den Grundsätzen des ICP Forests (2016) harmonisiert. Die Waldzustandserhebung (WZE) liefert 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 2022. 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. Ab 2015 beträgt die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes 8 km x 8 km. Für Buche, Eiche, Fichte sowie die anderen Laub- und Nadelbäume 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 2022 auf 151 Erhebungspunkte, wobei 78 zum Hauptnetz gehören. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene.

Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle unten die 95 %-Konfidenzintervalle (= Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-

Foto: J. Evers

Bodenhydrologisches Messfeld auf einer Level II-Fläche

Stichprobe 2022. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. 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 mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten, die sowohl in der Altersstruktur als auch in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen.

Aufnahmeparameter

Bei der Waldzustandserhebung erfolgt eine visuelle Beurteilung des Kronenzustandes der Waldbäume, denn Bäume reagieren auf Umwelteinflüsse u. a. mit Änderungen in der Belaubungsdichte und der Verzweigungsstruktur. Wichtigstes Merkmal ist die Kronenverlichtung der Waldbäume, deren Grad in 5 %-Stufen für jeden Stichprobenbaum erfasst wird. Die Kronenverlichtung wird unabhängig von den Ursachen bewertet, lediglich mechanische Schäden (z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind) gehen nicht in die Berechnung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung ein. Die Kronenverlichtung ist ein unspezifisches Merkmal, aus dem nicht unmittelbar auf die Wirkung von einzelnen Stressfaktoren geschlossen werden kann. Sie ist daher geeignet, allgemeine Belastungsfaktoren der Wälder aufzuzeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probebäumen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

95 %-Konfidenzintervalle für die Kronenverlichtung der Baumartengruppen und Altersgruppen der Waldzustandserhebung 2021 in Sachsen-Anhalt. Das 95 %-Konfidenzintervall (= Vertrauensbereich) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt.

Baumarten-gruppe	Alters-gruppe	Anzahl Bäume	Anzahl Plots	Raster	95%-Konfidenz-intervall (+/-)
Buche	alle Alter	520	41	4x4 km	3,8
	bis 60 Jahre	143	10	4x4 km	3,2
	über 60 Jahre	377	35	4x4 km	3,3
Eiche	alle Alter	729	69	4x4 km	2,8
	bis 60 Jahre	167	17	4x4 km	3,3
	über 60 Jahre	562	58	4x4 km	2,6
Fichte	alle Alter	177	11	4x4 km	12,8
	bis 60 Jahre	47	2	4x4 km	3,2
	über 60 Jahre	130	9	4x4 km	15,0
Kiefer	alle Alter	1096	54	8x8 km	1,6
	bis 60 Jahre	227	15	8x8 km	2,8
	über 60 Jahre	869	44	8x8 km	1,7
andere Laub-bäume	alle Alter	845	80	4x4 km	3,1
	bis 60 Jahre	247	39	4x4 km	6,3
	über 60 Jahre	598	59	4x4 km	3,5
andere Nadelbäume	alle Alter	102	11	4x4 km	1,3
	bis 60 Jahre	74	7	4x4 km	1,6
	über 60 Jahre	28	4	4x4 km	2,2
alle Baumarten	alle Alter	1872	78	8x8 km	2,3
	bis 60 Jahre	471	26	8x8 km	4,2
	über 60 Jahre	1401	63	8x8 km	2,6

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung ist der arithmetische Mittelwert der in 5 %-Stufen erhobenen Kronenverlichtung 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. Durch Windwurf und Durchforstung ausgefallene Bäume gehen nicht in die Absterberate, sondern in die Ausfallrate ein.

Ausfallrate

Das Inventurverfahren der WZE ist darauf ausgelegt, die aktuelle Situation der Waldbestände unter realen (Bewirtschaftungs-) Bedingungen abzubilden. Daher scheidet in jedem Jahr ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus. Der Ausfallgrund wird für jeden Stichprobenbaum dokumentiert. Gründe für den Ausfall sind u. a. Durchforstungsmaßnahmen, methodische Gründe (z. B. wenn der Stichprobenbaum nicht mehr zu den Baumklassen 1–3 gehört), Sturmschäden oder außerplanmäßige Nutzung aufgrund von Insektenschäden.
Dort, wo an den WZE-Punkten Stichprobenbäume ausfallen, werden nach objektiven Vorgaben Ersatzbäume ausgewählt. Sind aufgrund großflächigen Ausfalls der Stichprobenbäume keine geeigneten Ersatzbäume vorhanden, ruht der WZE-Punkt, bis eine Wiederbewaldung vorhanden ist.
Die im Bericht aufgeführte Ausfallrate ergibt sich aus den infolge von Sturmschäden, Trockenheit und Insekten- oder Pilzbefall (insbesondere durch Borkenkäfer) 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.7152589

Die Witterung des Jahres 2022 verschärfte vor allem infolge der extremen Trockenheit die Situation für die Wälder Sachsen-Anhalts. Das seit dem Extremjahr 2018 aufgebaute Wasserdefizit wurde nochmals verstärkt, regional trafen Sturmereignisse, Insekten- (Borkenkäfer-) und Pilzbefall die Bestände.
Alle Baumartengruppen zeigten erhöhte Ausfälle und eine teilweise erhebliche Verschlechterung ihrer Vitalitätsparameter.

Mittlere Kronenverlichtung

Die im Sommer 2022 durchgeführte Waldzustandserhebung weist als Gesamtergebnis für die Wälder Sachsen-Anhalts (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 27 % aus. Dieser Wert ist der höchste der gesamten Zeitreihe und liegt zum fünften Mal in Folge über dem langjährigen Durchschnitt.
Auch dieses Jahr hat die Gruppe der älteren Fichten die höchste mittlere Kronenverlichtung (66 %), gefolgt von älteren Buchen (43 %) und älteren Eichen (42 %). Der Wert für die Kiefer als Sachsen-Anhalts häufigste Baumart lag etwas höher als im Vorjahr (ältere Kiefer: 23 %, jüngere Kiefer: 10 %), aber deutlich unter den Werten der anderen Baumarten.

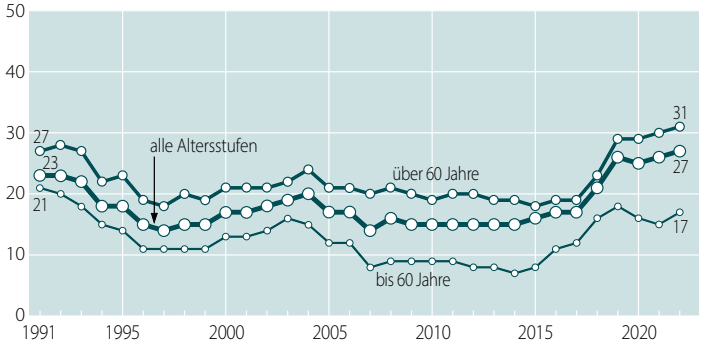
Foto: J. Weymar

Foto: J. Evers

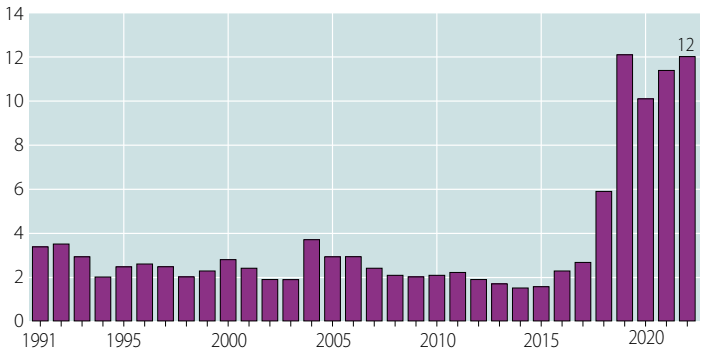
Anteil starker Schäden

Als stark geschädigt werden 2022 12 % aller Bäume (alle Alter) eingestuft. Dieser Wert liegt nur um 0,1 Prozentpunkte niedriger als der Höchstwert der Zeitreihe aus dem Jahr 2019. Die Kiefer liegt mit 3,4 % als einzige Baumart deutlich unter diesem Wert. Besonders dramatisch ist die Situation der Fichte: Über die Hälfte (50,3 %) aller Fichten sind stark geschädigt. Für alle Baumartengruppen lag der Wert 2022 über dem langjährigen Mittel, wobei er bei Eichen und bei Kiefer gegenüber dem Vorjahr leicht zurückging.
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.

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Absterberate

Im Vergleich zum Vorjahr stieg die Absterberate 2022 um 0,9 Prozentpunkte auf 2,5 % an. Damit hat das Jahr 2022 die zweithöchste Absterberate der gesamten Zeitreihe nach 2019. Hauptverantwortlich für diese hohe Rate ist die Fichte: Fast 28 % aller Fichten sind seit der letztjährigen Waldzustandserhebung abgestorben. Dieser Wert liegt deutlich über dem bisherigen Maximum der Zeitreihe aus dem Jahr 2019. Bei allen anderen Baumarten ging die Absterberate zurück. Für Buche, Kiefer und andere Laubbaumarten liegt sie unter 1 %.

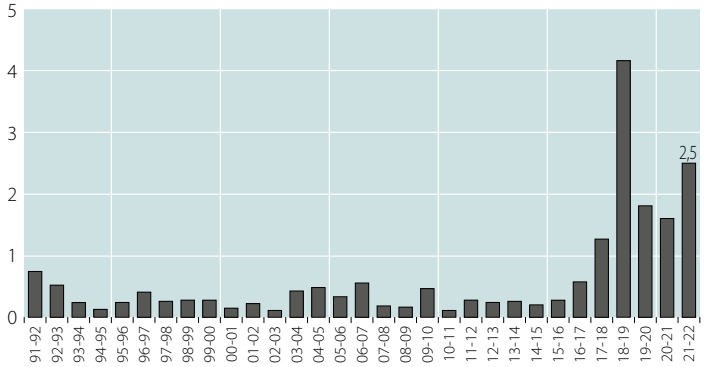
Ausfallrate

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. Der Wert für 2022 stellt mit 4,8 % ein neues, deutliches Maximum in der Zeitreihe dar. Ursächlich beeinflusst wird dieser Wert durch die extreme Ausfallrate bei Fichte: Mit 36,46 % sind über ein Drittel aller Fichten seit der letzten Waldzustandserhebung aus dem Kollektiv ausgeschieden. Auch bei den anderen Baumarten sind die Ausfallraten im Vergleich zu den Vorjahren sehr hoch, auch wenn sie deutlich unter der der Fichte liegen.

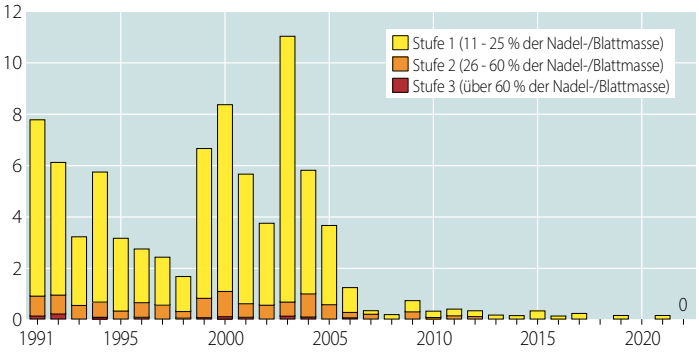
Vergilbungen

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. Die in der Waldzustandserhebung 2022 auftretenden Vergilbungserscheinungen haben durchweg ein Ausmaß von <10 % und fallen damit in die Stufe Null. Es ist nach 2020 das zweite Jahr, in dem keine Vergilbung auftrat.

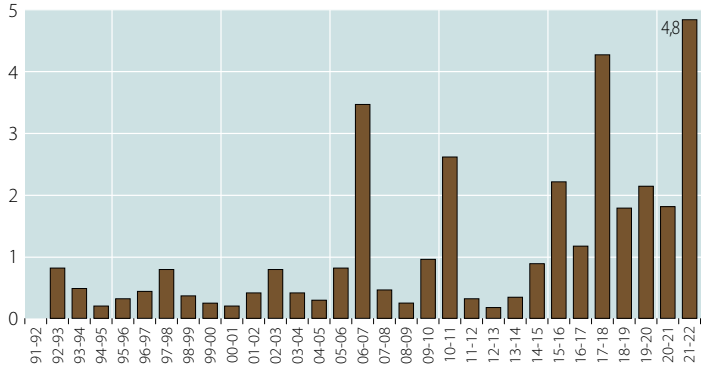
Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



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



Fazit

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung des Jahres 2022 dokumentieren die extrem angespannte Situation hinsichtlich der Wasserversorgung der Waldbestände Sachsen-Anhalts mit weiterhin hohen Kronenverlichtungswerten und hohen Absterbe- und Ausfallsraten. Damit verbunden sind Auflösungserscheinungen von Bestandesstrukturen. Oft führt das zu Destabilisierung der Wälder, z. B. zu erhöhter Anfälligkeit gegenüber Sturmschäden, Borkenkäfer- und Pilzbefall. Die extreme Trockenheit begünstigte 2022 zudem das Auftreten großflächiger Waldbrände.

Foto: M. Schmidt

Kiefer

Im Vergleich zu den anderen Baumarten reagierte die Kiefer nur wenig auf die extremen Witterungsbedingungen der vergangenen Jahre. Sowohl Kronenverlichtung als auch Absterbe- und Ausfallraten sind im Baumartenvergleich gering. Dennoch treten Schäden durch Sturm, Befall durch Insekten, Pilze oder Mistel, aber auch direkte Schäden durch Trockenheit auf.

Ältere Kiefer

Für die ältere Kiefer beschreibt der im Baumartenvergleich sehr niedrige Kronenverlichtungswert von 23 % eine insgesamt relativ stabile Situation. Eine Reaktion auf die extremen Witterungsbedingungen ist allerdings dennoch zu erkennen: So erhöhte sich die mittlere Kronenverlichtung seit 2017 zum fünften Mal in Folge (um 2 Prozentpunkte im Vergleich zum Vorjahr) und Ausfall- sowie Absterberate sind überdurchschnittlich hoch. Als Zeichen für Vitalitätsschwäche ist Mistelbefall zu werten. Im Jahr 2022 wurde bei 8,6 % der Kiefern ein Befall mit Mistel nachgewiesen. Starke Schäden durch Insekten traten 2022 bei Kiefer nicht auf.

Mittlere Kronenverlichtung in %

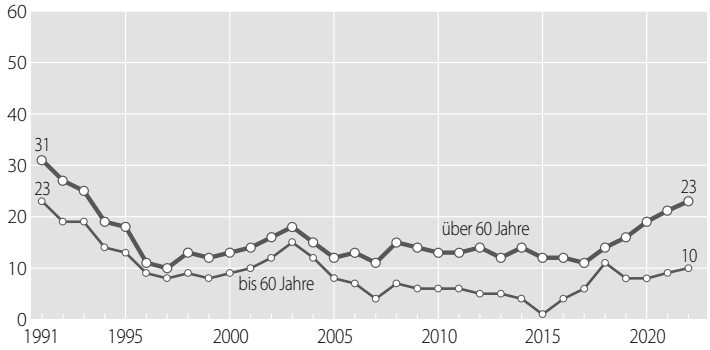


Foto: J. Weymar

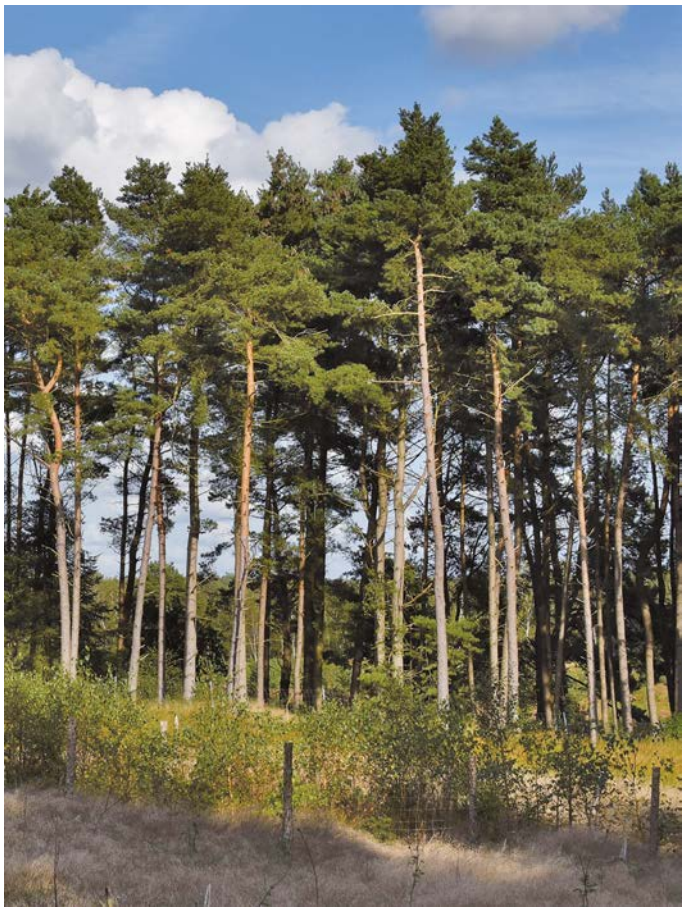


Foto: J. Evers

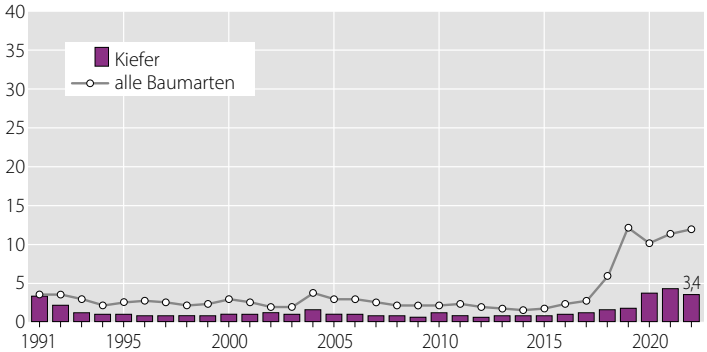
Jüngere Kiefer

Der in den vergangenen Jahren gute Kronenzustand der jüngeren Kiefer bestätigt sich auch 2022 mit einem relativ niedrigen Kronenverlichtungswert von 10 %. Damit steigt dieser Wert nur um 1 Prozentpunkt im Vergleich zum Wert 2021.
Bei Kiefer gibt es hinsichtlich der Verlichtungswerte zwischen älteren und jüngeren Bäumen nicht so starke Unterschiede wie bei anderen Baumarten.

Starke Schäden

Wie auch in den Vorjahren ist die Kiefer in 2022 die einzige Baumart, bei der der Anteil stark geschädigter Bäume unter dem Mittelwert aller Baumarten liegt. Der Wert sank auf 3,4 %. Innerhalb der Zeitreihe ist dies der dritthöchste Wert.

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



Absterberate

Für die Kiefer in Sachsen-Anhalt liegt die mittlere Absterberate bei 0,35 %. Erhöhte Werte gab es zu Beginn der Aufnahmen und seit 2018. Nach dem Höchstwert von 1,7 % im vergangenen Jahr sank der Wert 2022 auf 0,6 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

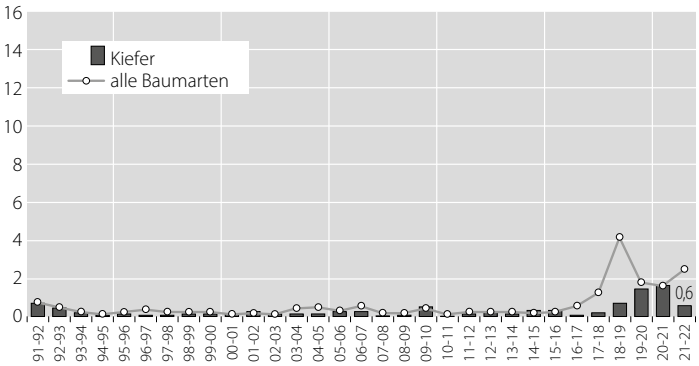


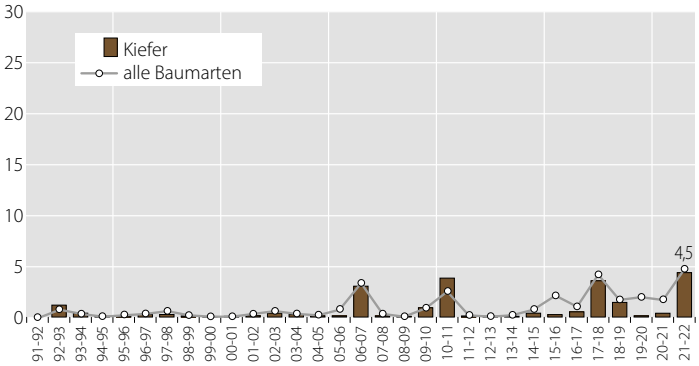
Foto: J. Evers

Foto: J. Evers

Ausfallrate

Im Jahr 2022 fielen mit 4,5 % die meisten Kiefern seit Beginn der Erhebungen durch Windwurf oder außerplanmäßige Nutzung aus. Das ist nicht nur deutlich mehr als im langjährigen Mittel, sondern auch eine deutlich höhere Ausfallrate im Vergleich mit den Laubbaumarten. Dabei spielte vor allem Windwurf eine entscheidende Rolle: 4,2 % der 2022 angesprochenen Kiefern hatten sturmbedingt Stammbruch oder sie sind umgefallen bzw. angeschoben.

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



Fichte

Die Schäden in Sachsen-Anhalts Fichtenbeständen erreichen im Jahr 2022 tragische Rekordwerte.
Das spiegelt sich in allen betrachteten Vitalitätskenngrößen wider und führt zu einer deutlichen Verringerung der flächenmäßigen Repräsentanz der Fichte.

Ältere Fichte

Die Kronenverlichtung der älteren Fichte ist in der gesamten Zeitreihe mit im Mittel 31 % relativ hoch. Einen starken Anstieg gibt es seit 2019. Im Vergleich zu 2021 stieg der Wert 2022 um 11 Prozentpunkte auf 66 % an.

Jüngere Fichte

Auch bei den jüngeren Fichten unter 60 Jahren erhöhte sich die Kronenverlichtung um 10 Prozentpunkte deutlich im Vergleich zum Vorjahr (2021: 15 %; 2022: 25 %). Der Wert von 25 % im Jahr 2022 stellt das Maximum der Zeitreihe dar und liegt deutlich über dem Mittel der Zeitreihe von 10 %.

Mittlere Kronenverlichtung in %

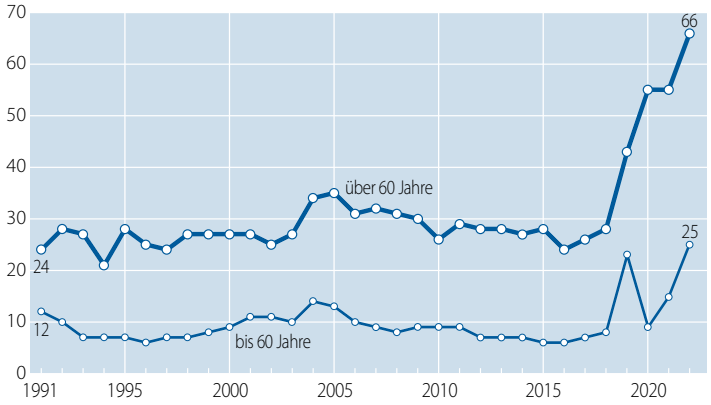


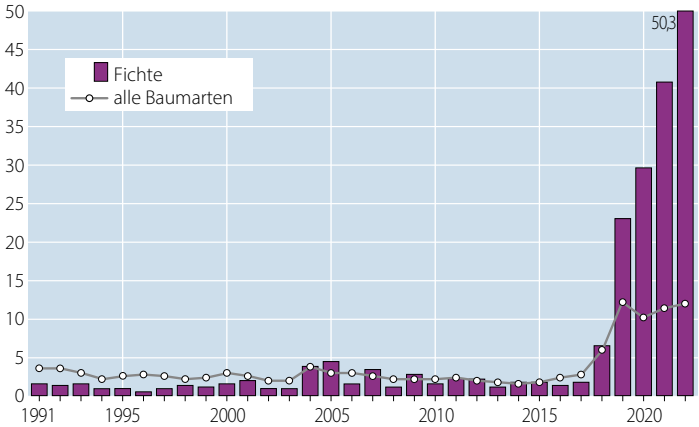
Foto: J. Weymar

Foto: M. Spielmann

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 beträgt er 30 %. Der Wert für 2022 stellt mit 50,3 % ein neues Maximum dar. Damit ist die Hälfte der Fichten Sachsen-Anhalts stark geschädigt.

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



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 diese Rate im Mittel der Jahre 2018 bis 2022 auf 12,7 %.

Die Absterberate im Jahr 2022 liegt mit 27,7 % um ein Vielfaches über dem langjährigen Mittel von 2,3 % (MW 1991–2022) und bildet ein neues Maximum der Zeitreihe. Damit ist jede vierte Fichte seit der Waldzustandserhebung 2021 abgestorben.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

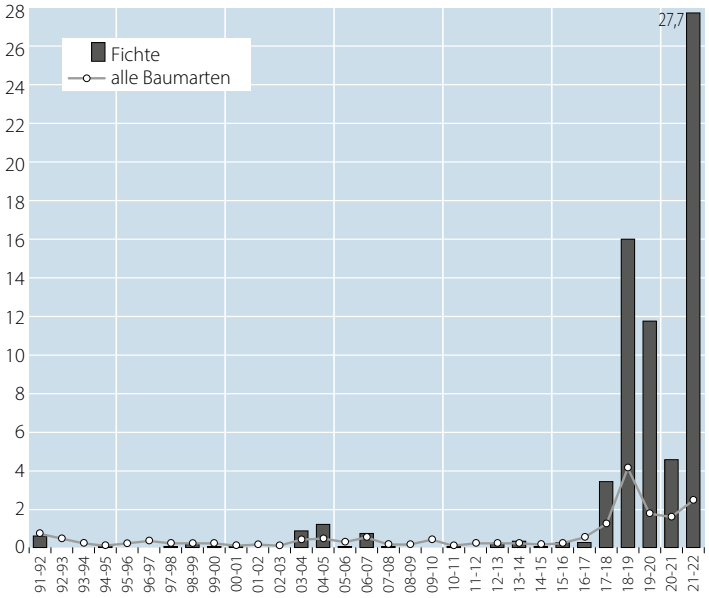


Foto: T. Ullrich

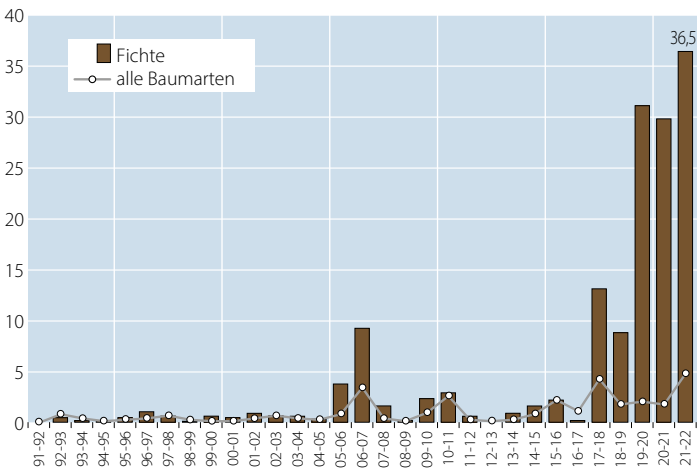
Foto: J. Evers

Ausfallrate

In der Ausfallrate zeigen sich die Folgen von Störungen wie Sturm oder außerplanmäßige Nutzung nach Borkenkäferbefall. Das Mittel der Zeitreihe seit 1991 liegt bei 4,9 %, bis 2017 lag es bei 1,3 %.

Im Jahr 2022 mussten mit 36,5 % über ein Drittel der Fichten außerplanmäßig wegen Sturmschäden oder Borkenkäferbefall entnommen werden. Auch dieser Wert stellt wieder einen neuen Höchstwert in der Zeitreihe dar.

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



Buche

Für die Buchen Sachsen-Anhalts brachte das Jahr 2022 keine Verbesserung der Vitalität. Sowohl die mittleren Kronenverlichtungen als auch der Anteil starker Schäden blieben auf einem hohen Niveau. Die Absterberate war weiterhin erhöht, sank aber im Vergleich zum Vorjahr (2021: 1,2 %; 2022: 0,6 %).

Ältere Buche

Die mittlere Kronenverlichtung der über 60jährigen Buche betrug 2022 43 % und blieb damit auf dem gleichen Niveau des letzten Jahres. Dieser Wert liegt deutlich über dem mittleren Wert aller Baumarten, blieb aber nach dem Maximum von 49 % im Jahr 2019 seit drei Jahren etwa gleich.

Jüngere Buche

Buchen unter 60 Jahren haben eine deutlich dichtere Krone als ältere Buchen. Im Mittel der Zeitreihe seit 1991 liegt die Kronenverlichtung bei 10 %. Sie ist 2022 mit 11 % nur leicht erhöht. Damit ist bei jüngeren Buchen seit 2019 (19 %) ein Rückgang der Kronenverlichtung feststellbar.

Mittlere Kronenverlichtung in %

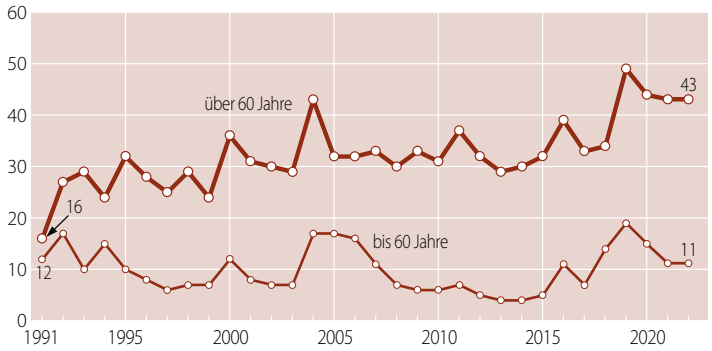


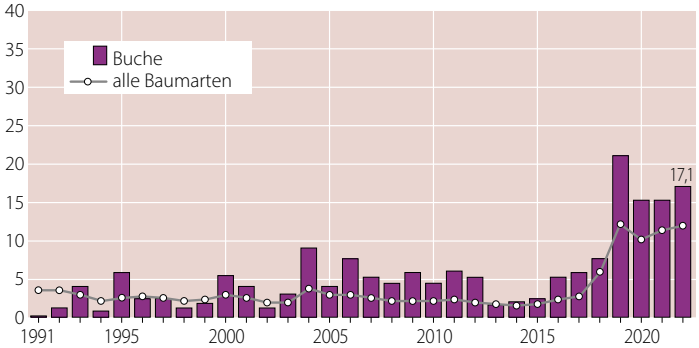
Foto: J. Weymar

Foto: M. Spielmann

Starke Schäden

Etwa 17 % der Buchen in Sachsen-Anhalt haben Kronenverlichtungen von über 60 % und werden als stark geschädigt bezeichnet. Das sind mehr als dreimal so viele wie im langjährigen Mittel und etwas zwei Prozentpunkte mehr als im Vorjahr 2021. Der Wert ist nach 2019 der zweithöchste der Zeitreihe.

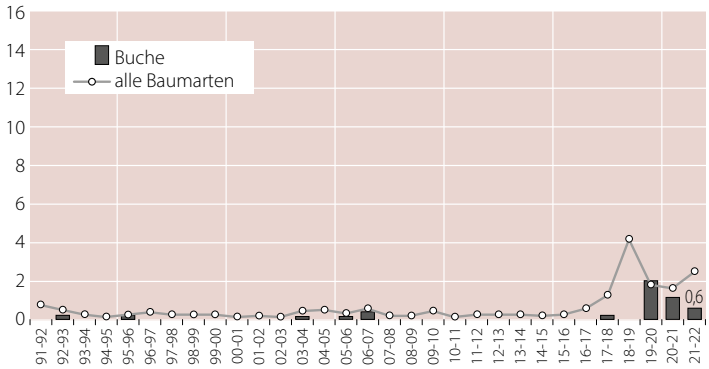
Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



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 der Kiefer. Seitdem gibt es einen Rückgang der Absterberate. Im Jahr 2022 liegt sie mit 0,58 % wieder unter 1 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Die Ausfallrate ist für Buche im Baumartenvergleich niedrig. Fielen im vergangenen Jahr keine Buchen aus dem WZE-Kollektiv aus, waren es 2022 mit 1,52 % so viele wie nie zuvor. Die Rate ist dennoch niedriger als die anderer Baumarten.

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

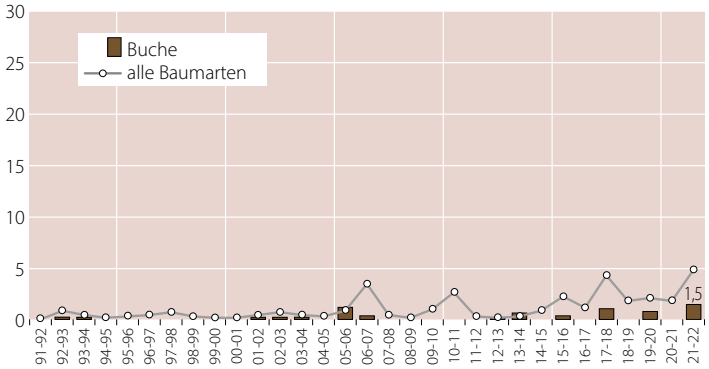


Foto: M. Spielmann

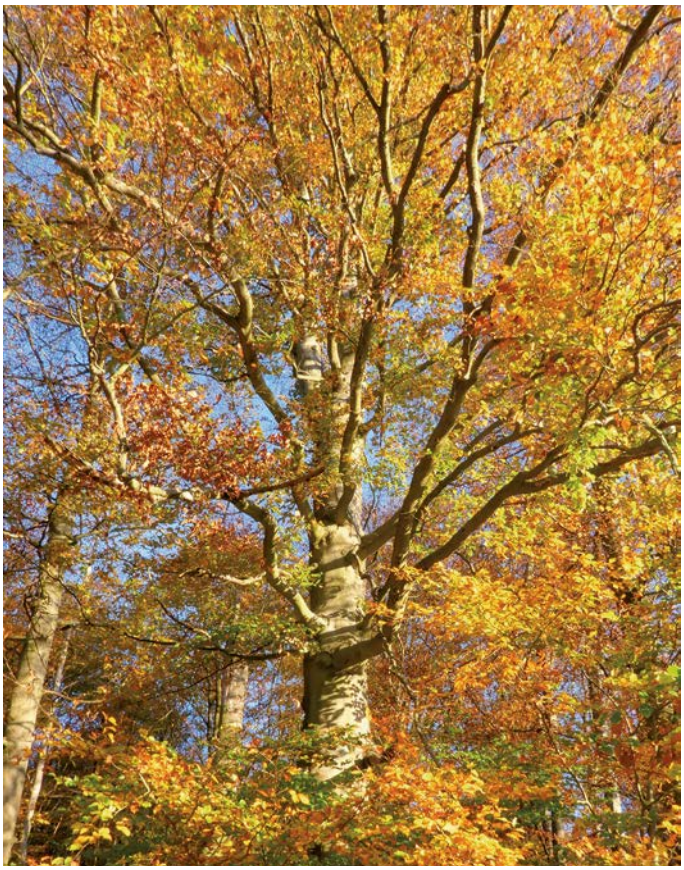


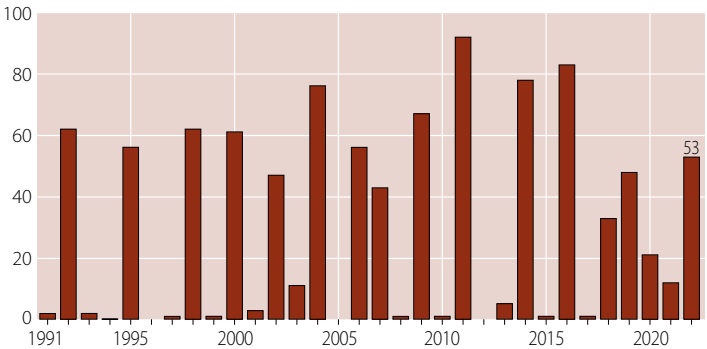
Foto: T. Ullrich

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 1991–2022 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 2022 fruktifizierten 53 % der älteren Buchen mittelstark bis stark.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



Eiche

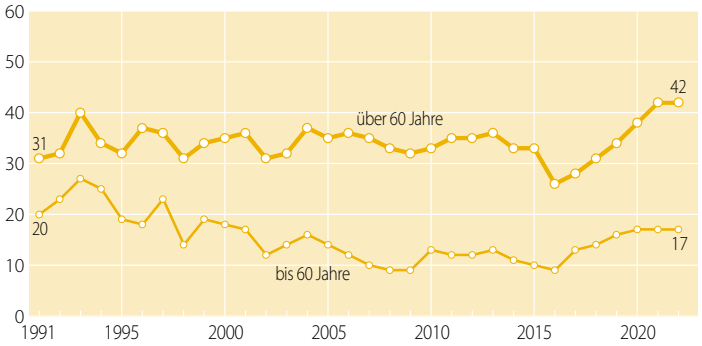
Bei den Eichen ist im Gegensatz zu Fichte und Buche kein sprunghafter Anstieg der Verlichtungswerte nach 2017 festzustellen. Nach einer stetigen Zunahme von Kronenverlichtung, starken Schäden und der Absterberate im Zeitraum 2017 bis 2021 ist 2022 eine Stagnation bzw. Abnahme zu erkennen.

Foto: M. Spielmann

Ältere Eiche

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Eichen lag 2022 bei 42 %. Damit sank dieser Wert erstmalig wieder seit 2017.
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 2 % der Eichen mittlere bis starke Fraßschäden zeigten (Abb. Seite17).
Der im vergangenen Jahr auffällig gewordene Schleimfluss an Stämmen der Eichen wurde auch 2022 gehäuft beobachtet. 11 % der Eichen zeigten dieses Stresssymptom, das durch komplexe Wechselwirkungen zwischen Trockenheit, Hitze oder Frost sowie Pilzen und Insekten entsteht.

Mittlere Kronenverlichtung in %



Jüngere Eiche

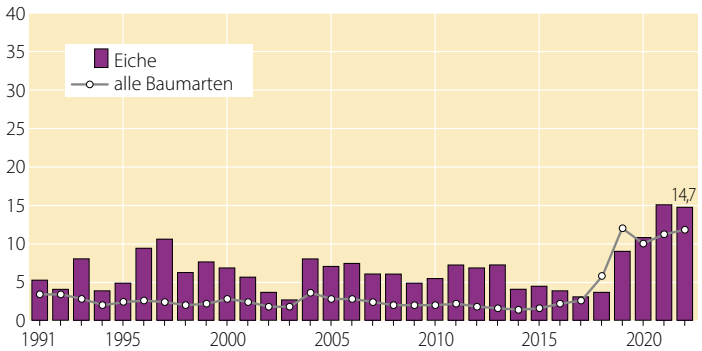
Wie die anderen Baumarten auch zeigen Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre einen sehr viel günstigeren Verlauf in der Kronenverlichtung als die älteren Eichen. Die mittlere Kronenverlichtung betrug 2022 wie in den zwei Vorjahren 17 %.

Foto: T. Ullrich

Starke Schäden

Bis zum Jahr 2017 lagen die Anteile starker Schäden bei Eichen mit im Mittel 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 stetig bis 2021, was allerdings nicht auf Fraßschäden zurückzuführen, sondern vermutlich trockenstressinduziert ist. Im Jahr 2022 sank der Wert vom vorjährigen Höchstwert (15,1 %) geringfügig auf 14,7 %.

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

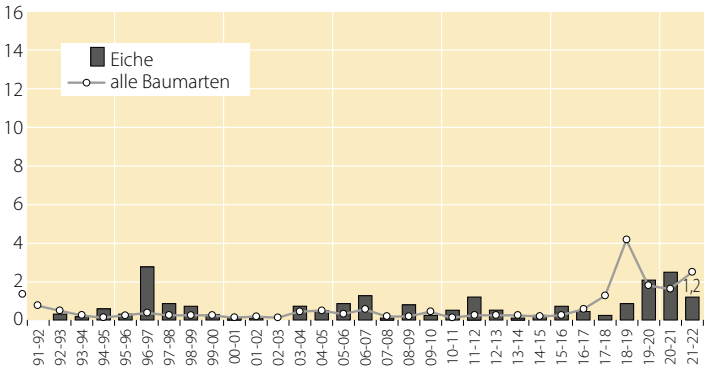


Absterberate

Überdurchschnittliche Absterberaten wurden bei den Eichen jeweils im Anschluss an Perioden mit starkem Insektenfraß ermittelt. Am höchsten war die Absterberate mit 2,7 % im Jahr 1997.

Im Durchschnitt starben jährlich 0,7 % der Eichen ab. Im Jahr 2022 sank die Absterberate von 2,5 % im Vorjahr auf 1,2 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Auch die Ausfallrate der Eiche ist nach intensivem Insektenfraß erhöht. Im Mittel der Erhebungsjahre lag sie bei 0,6 %. Im Jahr 2022 erhöhte sie sich deutlich und lag bei 1,6 %.

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

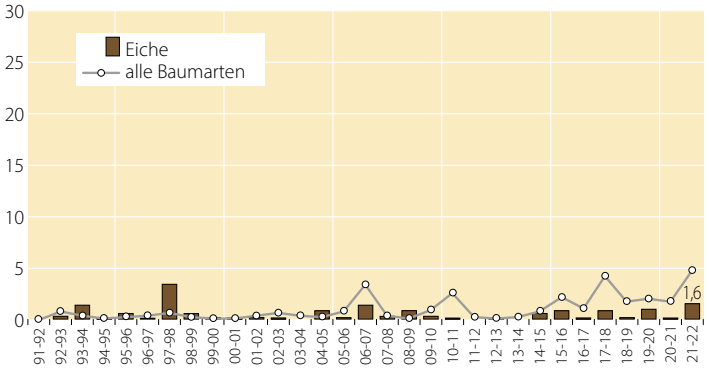
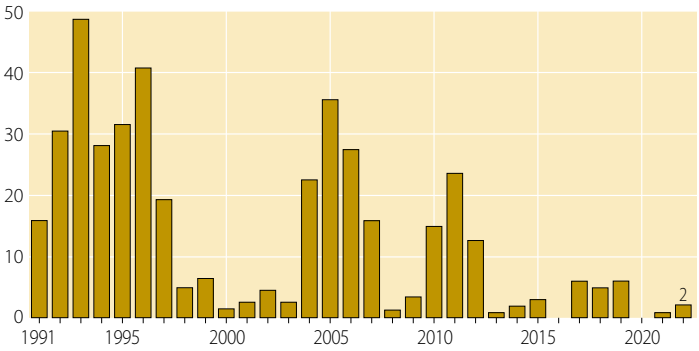


Foto: J. Weymar

Foto: J. Evers

Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %



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 wurde verstärkt in den Jahren 1991–1997 beobachtet. Das Maximum wurde 1993 beobachtet, als knapp die Hälfte aller älteren Eichen mittlere bis starke Fraßschäden aufwies. Von 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 und lag 2022 bei 2 %.

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. Im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA wurde daher für WZE-Punkte mit mindestens 17 Eichen im Alter über 60 Jahre im 8 km x 8 km-Raster eine zusätzliche Erfassung in der zweiten Septemberhälfte durchgeführt.

2022 wurden nur zwei Plots in Sachsen-Anhalt nochmals im September aufgenommen. Aus diesen Aufnahmen sowie der ersten Aufnahme kann abgeleitet werden, dass etwa 40 % der Eichen 2022 Früchte hatten, ein Mastjahr scheint das Jahr aber nicht gewesen zu sein.

Andere Laub- und Nadelbäume

In Sachsen-Anhalt wurden bei der Waldzustandserhebung 2022 als landesweite flächendeckende Stichprobeninventur 25 Baumarten erfasst. Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor, die insgesamt 16 % 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. Es ist mit 0,5 % so gering, dass auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet wird. Zu den anderen Laubbäumen gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde und Hainbuche. Am häufigsten ist die Birke, gefolgt von der Erle.

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.

Mittlere Kronenverlichtung in %

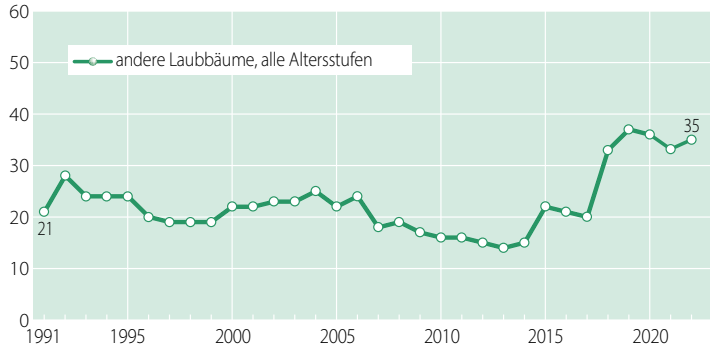


Foto: C. Klinck

Hainbuche

Foto: T. Friedhoff

Birke

Starke Schäden

Für die anderen Laubbäume (alle Alter) liegt der Anteil starker Schäden im Mittel der Jahre 1991–2022 bei 6,8 %. Seit 2018 sind starke Schäden häufig (2022: 20,6 %).

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

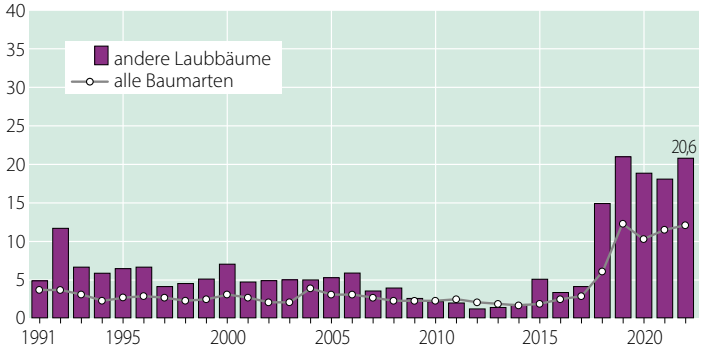


Foto: M. Spielmann

Linde

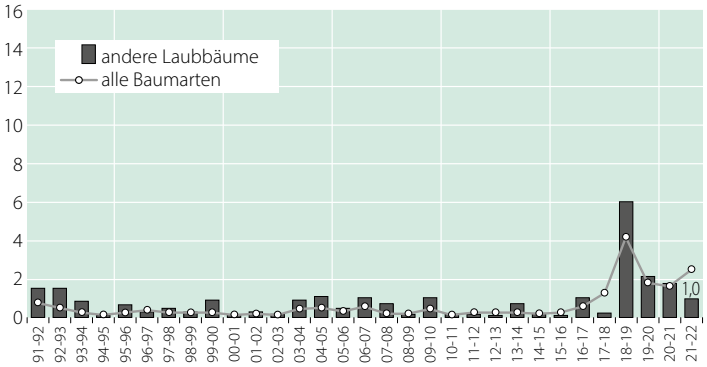
Absterberate

Die Absterberate der anderen Laubbäume (alle Alter) war 2019 besonders hoch (6 %). 2022 ist die Absterberate mit 0,95 % deutlich niedriger, liegt aber immer noch etwas über dem langjährigen Mittel (0,85 %).

Ausfallrate

Nach den Stürmen 2007 und 2018 war die Ausfallrate erhöht. 2022 sind mit 3,6 % wieder deutlich mehr Bäume dieser Baumartengruppe außerplanmäßig genutzt worden.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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

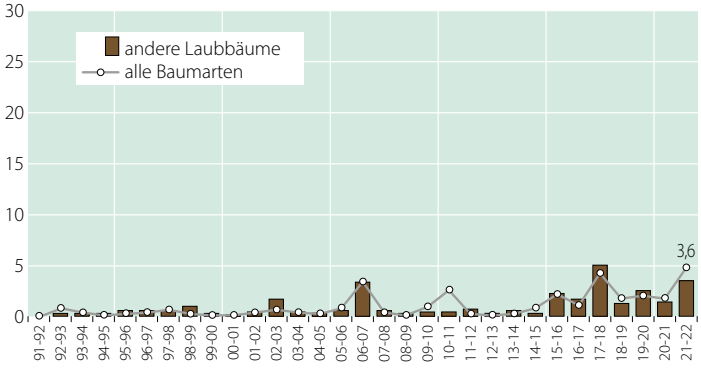


Foto: J. Evers

Erlenbestand

Witterung und Klima

Johannes Sutmöller
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152783

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. Infolge einer veränderten Parametrisierung in der Regionalisierungsmethodik kommt es zu geringfügigen Abweichungen bei den mittleren Niederschlagssummen und Temperaturmittelwerten im Vergleich zum letztjährigen Bericht. 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 im Text die Monatsmittelwerte des aktuellen Vegetationsjahres weiterhin mit den langjährigen Werten der international gültigen Klimareferenzperiode 1961–1990 verglichen.

Nach dem eher durchschnittlichen Vegetationsjahr 2020/2021 reihte sich das aktuelle Vegetationsjahr 2021/2022 in die sehr warmen Jahre der jüngsten Vergangenheit ein. Seit den 1990er Jahren ist eine Häufung überdurchschnittlich warmer Jahre zu beobachten. Mit einer Mitteltemperatur von 10,6 °C war das Vegetationsjahr 2021/2022 wiederum eines der wärmsten seit Messbeginn. Im Jahr 2022 trat vergleichbar mit den Jahren 2018 bis 2020 eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit auf. Diese setzte sich im Sommer 2022 unvermindert fort. Das Zusammenspiel von überdurchschnittlich hohen Temperaturen und gleichzeitig sehr geringen Niederschlagsmengen führte zu einer extremen Dürre, die das ganze Land betraf. Infolgedessen trockneten die Waldböden in Sachsen-Anhalt stark aus, so dass das pflanzenverfügbare Bodenwasser vielfach nicht ausreichte, um eine ausreichende Wasserversorgung der Bestände zu gewährleisten. Die ausgeprägte Bodentrockenheit hält in weiten Teilen von Sachsen-Anhalt nunmehr seit fünf Jahren an.

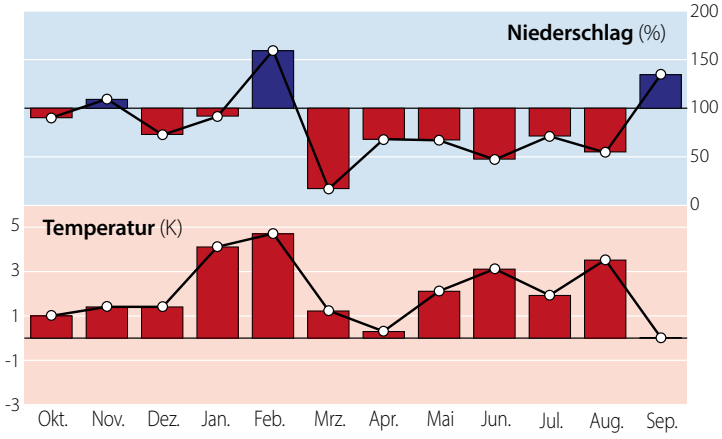
Witterungsverlauf von Oktober 2021 bis September 2022

Der **Oktober** 2021 war in Sachsen-Anhalt etwas zu trocken, überdurchschnittlich sonnenscheinreich und wärmer als im langjährigen Mittel der Klimareferenzperiode 1961–1990. Mit 32 mm fielen im Flächenmittel knapp 90 % der üblichen Niederschlagsmenge. Die Monatsmitteltemperatur betrug 10,2 °C und lag um 1 K über dem Durchschnittswert (Abb. und Tab. Seite 21). Im **November** setzte sich die milde Witterung fort. Mit einer Mitteltemperatur von 5,8 °C war der Monat 1,4 K zu warm. Besonders in der Osthälfte Deutschlands fiel überdurchschnittlich viel Niederschlag. So wurde das langjährige Mittel in Sachsen-Anhalt um rund 10 % übertroffen

Foto: M. Schmidt

(48 mm). Es folgte ein sonnenscheinarmer, trockener und milder **Dezember**. Dabei fielen im Flächenmittel nur 35 mm Niederschlag. Dies entspricht rund 70 % des Niederschlagssolls, wobei im Windschatten des Harzes regional weniger als 50 % der vieljährigen Monatssumme gemessen wurden. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 2,4 °C war der Dezember 2021 um 1,4 K zu warm. Entsprechend der Jahreszeit nahmen die Bodenwassergehalte zu, wobei die unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen nicht ausreichten, um die Bodenwasserspeicher vollständig aufzufüllen.

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 2021/22

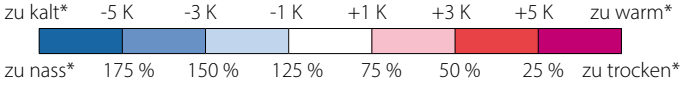


Abweichungen von Niederschlag und Temperatur vom Mittel der Klimareferenzperiode 1961–1990 (durchgezogene schwarze Linie) in Sachsen-Anhalt, Monatswerte für das Vegetationsjahr 2021/2022 (Oktober 2021 bis September 2022)

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Temperaturmittelwerte und Niederschlagssummen für das Vegetationsjahr 2021/2022 (Oktober 2021–September 2022) sowie die langjährigen Mittelwerte der Referenzperioden 1961–1990 und 1991–2020

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	2021/22	1961–1990**	1991–2020**	2021/22	1961–1990**	1991–2020**
Oktober	10,2	9,3	9,6	32	36	44
November	5,8	4,4	5,0	48	44	45
Dezember	2,4	1,0	2,0	35	48	47
Januar	3,7	-0,4	1,0	36	40	46
Februar	5,0	0,3	1,7	54	34	34
März	4,8	3,6	4,7	7	40	42
April	8,0	7,7	9,4	29	44	32
Nicht-vegetationszeit	**5,7**	**3,7**	**4,8**	**241**	**286**	**291**
Mai	14,8	12,7	13,6	35	53	56
Juni	19,1	16,0	16,8	30	64	57
Juli	19,4	17,4	19,0	37	54	72
August	20,6	17,0	18,5	32	59	59
September	13,6	13,6	14,3	57	42	50
Vegetationszeit	**17,5**	**15,4**	**16,4**	**191**	**272**	**294**
Vegetationsjahr	**10,6**	**8,6**	**9,6**	**432**	**558**	**585**



** Abweichung zur Periode 1961-1990, ** Neuberechnung (50 m Digitales Höhenmodell)*

Foto: C. Klinck

Die Witterung im **Januar** 2022 war durch trübes und überwiegend mildes Wetter geprägt. Die Monatsmitteltemperatur betrug 3,7 °C und lag damit um mehr als 4 K über dem langjährigen Mittelwert. Infolge häufiger Hochdruckwetterlagen fielen nur 36 mm (90 %) Niederschlag. Im nördlichen Sachsen-Anhalt wurden verbreitet weniger als 75 % der üblichen Niederschlagsmenge gemessen. Im **Februar** überwogen Westwindwetterlagen, die zu einer raschen Abfolge von Tiefdruckgebieten führten. Der Monat war mit einer Mitteltemperatur von 5,0 °C und einer positiven Temperaturabweichung von 4,7 K sehr mild. Infolge der zahlreichen Tiefdruckgebiete wurde das Niederschlagssoll um knapp 60 % im Landesmittel übertroffen. Dabei fielen 54 mm Niederschlag, wobei die westlichen Landesteile und der Harz besonders nass waren. Allerdings reichten die Niederschläge nicht aus, um auch die tieferen Bodenschichten nachhaltig zu durchfeuchten. Es folgte ein extrem trockener und der sonnenscheinreichste **März** seit Beobachtungbeginn im Jahr 1951. Für das Flächenmittel von Sachsen-Anhalt wurden nur 7 mm Niederschlag berechnet. Dies entspricht rund 15 % der langjährigen mittleren Niederschlagshöhe. Im äußersten Nordosten des Landes wurde regional nahezu kein Niederschlag gemessen (Station Stendal 1,8 mm). Der März war mit einer Mitteltemperatur von 4,8 °C kühler als der Februar, jedoch um 1,2 K wärmer als im langjährigen Mittel der Periode 1961 bis 1990. Die trockene Witterung führte zu einer deutlichen Abnahme der Bodenwassergehalte in den oberen Bodenschichten.

Auch der **April** war in Sachsen-Anhalt deutlich zu trocken. Es fielen nur 29 mm Niederschlag und damit knapp 70 % des Solls. Regional betrug das Niederschlagsdefizit in den östlichen Landesteilen mehr als 50 %. Obwohl die Nächte häufig frostig waren, lag die Mitteltemperatur mit 8,0 °C um 0,3 K über dem langjährigen Mittelwert. Mit Beginn der Vegetationszeit im **Mai** setzte sich die Trockenheit fort. Die sonnenscheinreiche und warme Witterung ließ die Böden weiter austrocknen. Die Niederschlagshöhe von 35 mm entsprach rund 65 % der langjährigen mittleren Werte, wobei im südlichen Sachsen-Anhalt verbreitet weniger als 50 % des Solls gemessen wurde. Der Mai war mit 14,8 °C um 2,1 K zu warm. Auch der **Juni** war sehr sonnenscheinreich, trocken und sehr warm. Die Monatsmitteltemperatur von 19,1 °C lag um 3,1 K über dem Wert der Referenzperiode. Mit 30 mm im Flächenmittel fielen nicht einmal 50 % des langjährigen Mittels. Die Bodenfeuchte in den oberen Bodenschichten sank vielfach auf unter 40 % des pflanzenverfügbaren Bodenwassers ab, so dass die Wälder verstärkt unter Trockenstress zu leiden hatten. Auch im **Juli** setzte sich die trockene und warme Witterung fort. Vielfach wurden um die Monatsmitte Tageshöchsttemperaturen von deutlich über 35 °C (Bernburg/Saale am 19. und 20. Juli jeweils mehr als 38 °C) gemessen. Die Mitteltemperatur lag in Sachsen-Anhalt mit 19,4 °C um 1,9 K über den langjährigen Durchschnittswerten. Die Niederschlagshöhe von 37 mm im Flächenmittel bedeutet ein Defizit von 30 % im Vergleich zur Periode 1961–1990 und sogar knapp 50 % zur aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Die ohnehin

Akkumulierter Niederschlag im Vegetationsjahr an der Klimastation Magdeburg

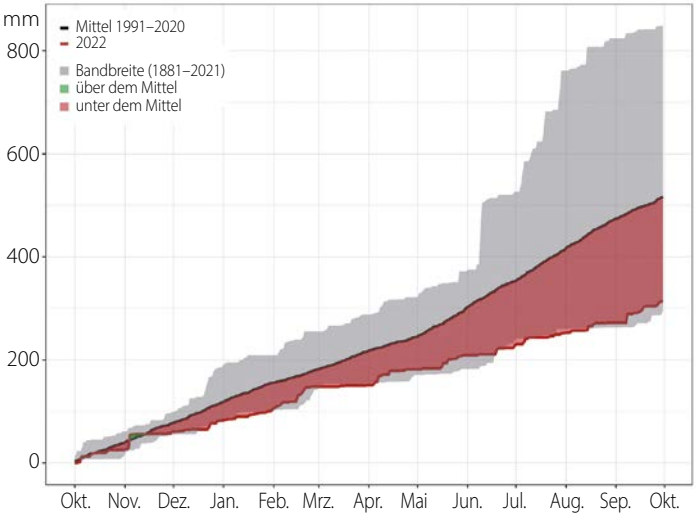


Foto: M. Spielmann

schon geringen Bodenwassergehalte nahmen weiter ab und verstärkten den Trockenstress. Zudem kam es zu zahlreichen Waldbränden. Der **August** war der sechste Monat in Folge, der deutlich zu trocken ausfiel. Rund 50 % (32 mm) der langjährigen Niederschlagsmenge wurden für das Flächenmittel berechnet. Punktuelle Starkniederschläge konnten die extreme Trockenheit nicht abmildern und führten nur vorübergehend zu einer leichten Auffeuchtung der oberen Bodenschichten. Die Monatsmitteltemperatur von 20,6 °C lag um 3,5 K über den Durchschnittswerten. Damit war der August 2022 einer der wärmsten seit Messbeginn in Jahr 1881.

Zum Ende des Vegetationsjahres 2021/2022 wurden im **September** erstmals seit Februar wieder überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen in Sachsen-Anhalt gemessen. Das Flächenmittel des Niederschlags von 57 mm bedeutet ein Überschuss von rund 30 %. Allerdings reichten die Niederschläge nicht aus, um die extreme Bodentrockenheit zu beenden. Nach sommerlichem Beginn kühlte es ab der zweiten Septemberdekade deutlich ab, so dass die Monatsmitteltemperatur von 13,6 °C genau dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1961–1990 entsprach.

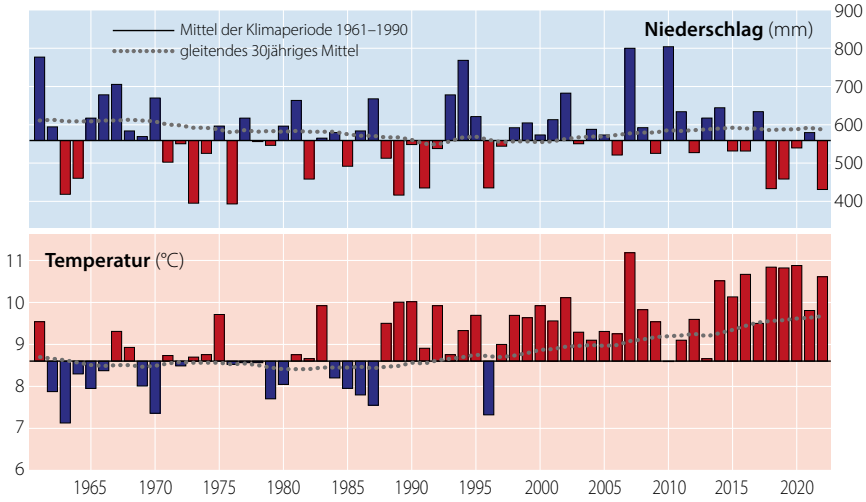
Um die extreme Trockenheit im Vegetationsjahr 2021/2022 zu verdeutlichen, wird am Beispiel der Klimastation Magdeburg des DWD der akkumulierte Niederschlag im Vergleich zu den Jahren 1881– 2021 abgebildet (Abb. Seite 22). In der Zeitreihe wurden teilweise Lücken gefüllt, so dass im gesamten Messzeitraum 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. Der Verlauf der summierten Tagesniederschläge zeigt, dass bereits ab Mitte November 2021 im Vergleich zur mittleren Niederschlagssumme der Periode 1991–2020 ein Defizit besteht. Dieses erhöht sich im weiteren Verlauf kontinuierlich und bewegt sich am unteren Rand der bisher beobachteten Niederschlagsbandbreite. Zu Beginn der Vegetationszeit im Mai 2022 beträgt das Defizit bereits knapp 100 mm und erhöht sich bis zum Ende des Vegetationsjahres auf rund 200 mm. Damit ist das aktuelle Vegetationsjahr das fünfttrockenste Jahr in der 140jährigen Zeitreihe der Station Magdeburg. Im Vergleich dazu betrug das Niederschlagsdefizit im Vegetationsjahr 2017/2018 ‚nur' 100 mm.

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Das Vegetationsjahr 2021/2022 war mit 10,6 °C im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt 2,0 K wärmer als der Mittelwert der Klimareferenzperiode 1961–1990 und 1,0 K wärmer im Vergleich zur aktuellen Periode 1991–2020. Dabei waren 9 von 12 Monaten mehr als 1 K wärmer und kein Monat kälter als die langjährigen Mittelwerte (Abb. und Tab. Seite 21). Der langfristige Erwärmungstrend setzt sich ungehindert fort, wie das gleitende Mittel der letzten 30 Jahre verdeutlicht (gepunktete Linie in der Abb. unten). Das vergangene Vegetationsjahr war erneut extrem trocken. Im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt fielen 432 mm Niederschlag und damit genauso wenig wie im Jahr 2018 (434 mm) und 2019 (458 mm). In den letzten 12 Monaten waren nur der Februar und September überdurchschnittlich nass, während 9 von 12 Monaten teilweise deutlich zu trocken ausfielen.

Die Nichtvegetationszeit von Oktober 2021 bis April 2022 war 2,0 K wärmer als der langjährige Mittelwert. Die Mitteltemperatur betrug 5,7 °C (Abb. Seite 24). In den nördlichen Landesteilen lag die positive Temperaturabweichung regional über 2,5 K, während die Temperaturen im Harz und im Hügelland

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 1961–2022



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: J. Weymar

Foto: M. Spielmann

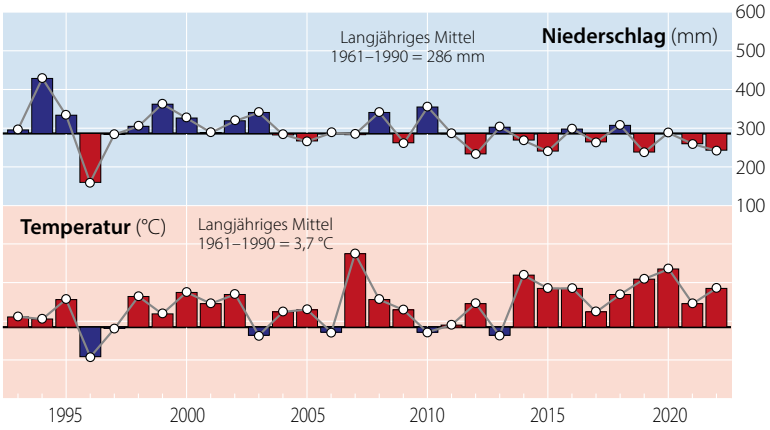
weniger als 2 K von den langjährigen Mittelwerten abwichen (Abb. Seite 25 oben links). In der Nichtvegetationszeit fielen im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt 241 mm Niederschlag und damit rund 15 % weniger als das langjährige Niederschlagssoll (Abb. rechts oben). Überdurchschnittlich trocken war es teilweise in der Altmark und im Hügelland sowie im östlichen Sachsen-Anhalt (Abb. Seite 25 unten links).

Die Vegetationszeit von Mai bis September 2022 war ebenfalls überdurchschnittlich warm und trocken. Die Mitteltemperatur betrug 17,5 °C und lag damit 2,1 K über dem Mittelwert der Periode 1961–1990 (Abb. rechts unten). Dabei gab es regional nur geringe Unterschiede (Abb. Seite 25 oben rechts), wobei im Harz und Harzumland die Abweichung etwas höher war als im übrigen Land. Im Flächenmittel des Landes Sachsen-Anhalt fielen mit 191 mm nur 70 % der langjährigen Niederschlagsmenge (Abb. links unten). Besonders niederschlagsarm war die gesamte Westhälfte des Landes (Abb. Seite 25 unten rechts). Infolge von Starkniederschlagsereignissen betrug regional das Niederschlagsdefizit weniger als 10 %.

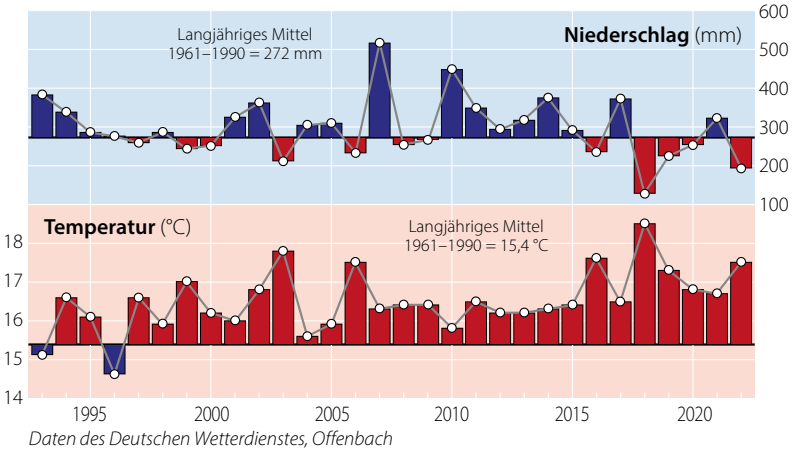
Fazit

- Das Vegetationsjahr 2021/2022 war mit einer Mitteltemperatur von 10,6 °C eines der wärmsten Jahre seit Beobachtungsbeginn im Jahr 1881. Der langjährige Erwärmungstrend setzte sich unvermindert fort.
- Mit 432 mm fielen nur 77 % des langjährigen Niederschlagssolls.
- Dabei waren 9 von 12 Monaten teilweise deutlich zu trocken und bis auf den September alle Monate zu warm.
- In weiten Teilen des Landes Sachsen-Anhalt hält die ausgeprägte Bodentrockenheit nunmehr seit fünf Jahren an.

Langjährige Klimawerte (1993–2022)
Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Sachsen-Anhalt



Langjährige Klimawerte (1993–2022)
Vegetationsperiode Mai bis September, Sachsen-Anhalt



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

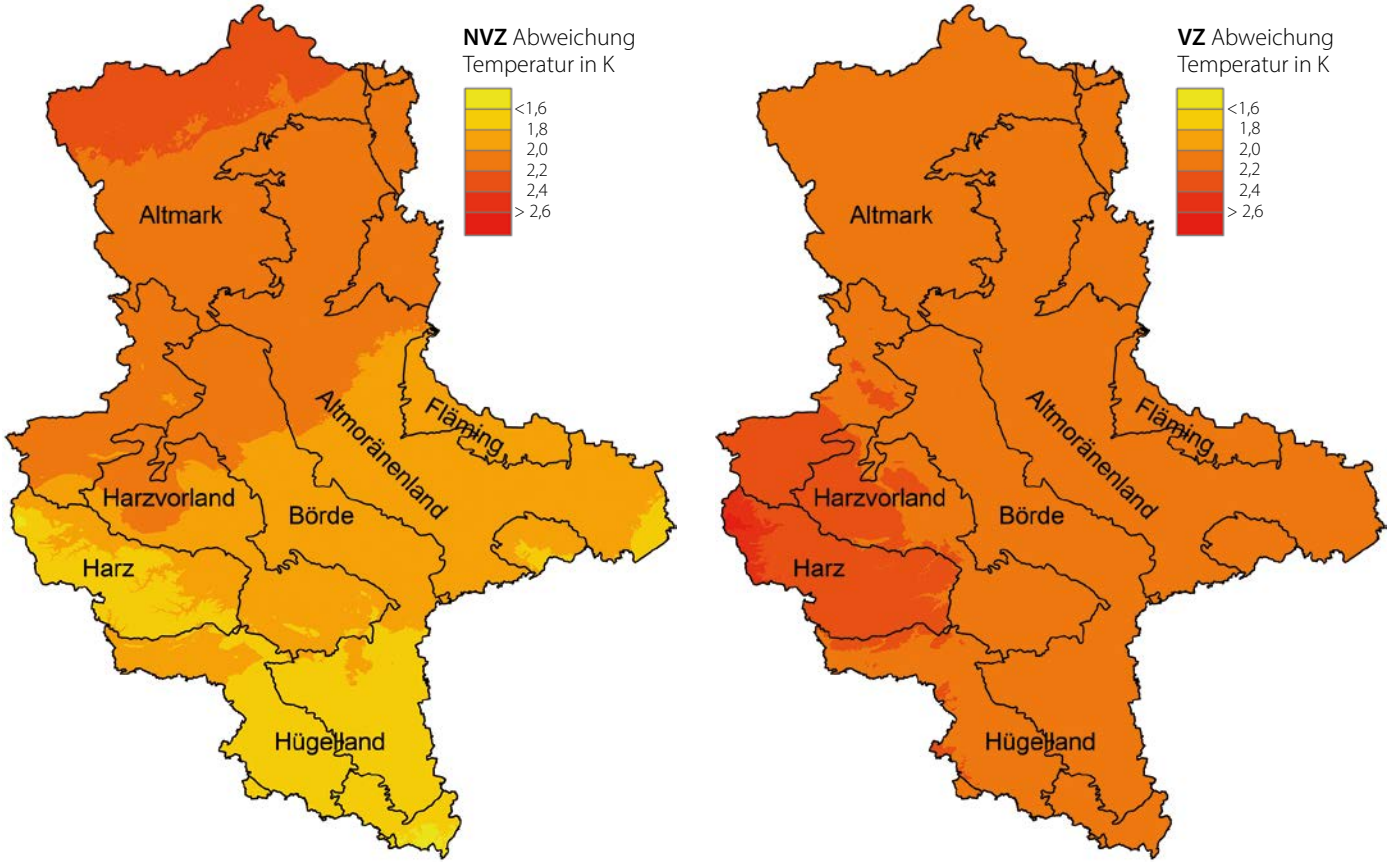
Literatur

Deutscher Wetterdienst (2021): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus

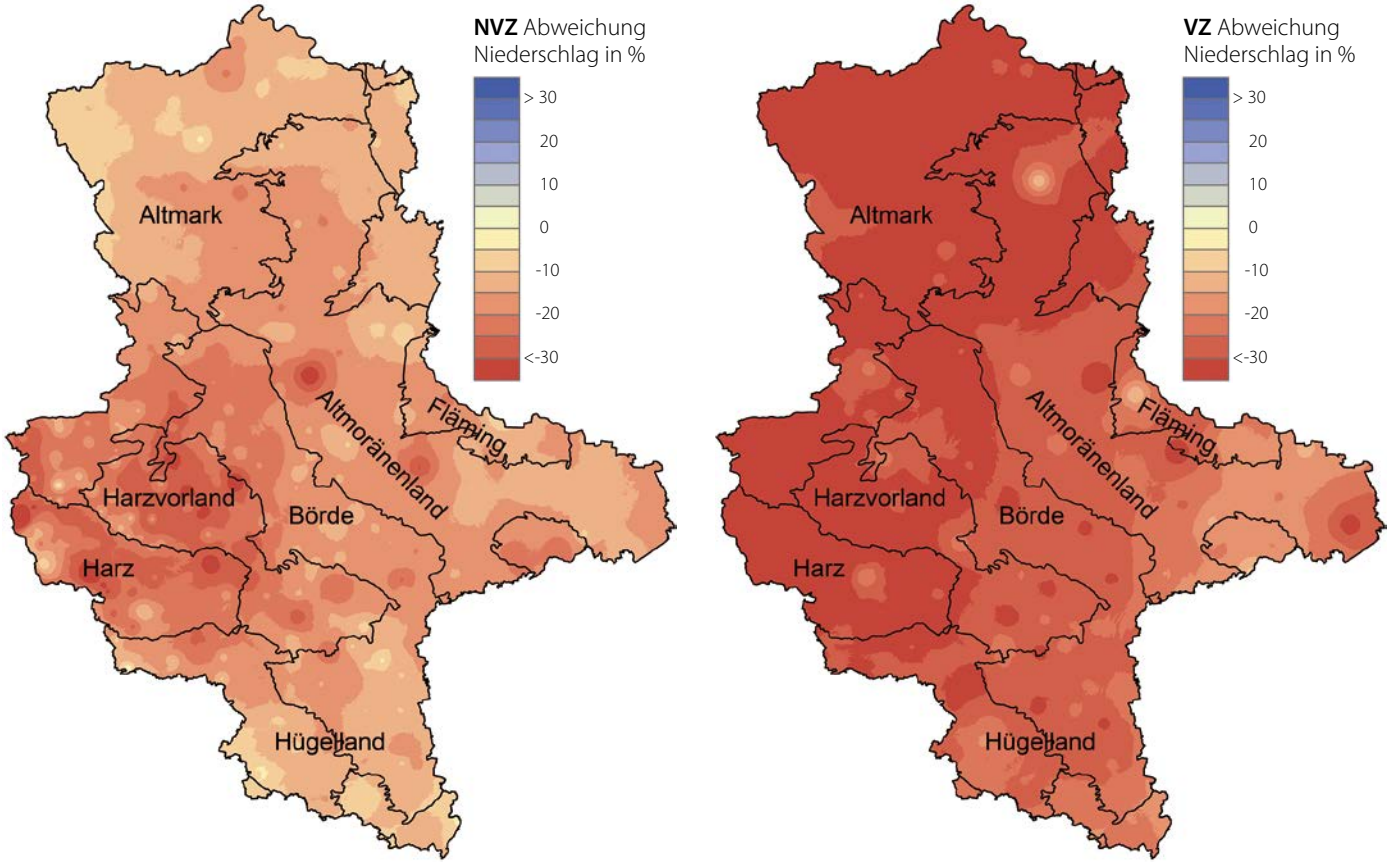
Deutscher Wetterdienst (2022): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus

Sutmöller J., Wagner, M., Meesenburg, H., Scheler B.(2022): Der Bodenfeuchtezustand der Waldböden im Vegetationsjahr 2021 – Ist die Bodentrockenheit in Nordwestdeutschland beendet? AFZ-DerWald Heft 11: 24–27.

**Abweichung der Temperatur vom langjährigen Mittel (1961–1990)
in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2021/2022 und in der Vegetationszeit (VZ) 2022**



**Abweichung der Niederschlagssumme vom langjährigen Mittel (1961–1990)
in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2021/2022 und in der Vegetationszeit (VZ) 2022**



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Insekten und Pilze

Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Ines Graw
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152785

Borkenkäfer

Bei insgesamt deutlich zu geringen Niederschlägen war die erste Jahreshälfte 2022 vor allem durch eine Folge von Stürmen des ausgehenden Winters geprägt. Rindenbrütende Borkenkäferarten zeigten verhaltene Flug- und Besiedlungstätigkeiten ab Mitte April. Es wurde kaum Stehendbefall beobachtet, Windwürfe wurden häufig zunächst nur gering besiedelt. Erste stärkere Schwärmflüge wurden in der ersten Maiwoche verzeichnet, starker Flug erst ab Mitte Mai. Entsprechend zögerlich verlief vielerorts auch die Besiedlung des liegenden Holzes. Gegen Ende Mai ließen die Schwärmaktivitäten des **Buchdruckers** (*Ips typographus*) wieder deutlich nach, um dann Mitte Juni erneut einzusetzen. Das deutet auf Flugaktivitäten von Weibchen hin, die überbesiedelte oder qualitativ schlechte Brutbereiche verließen, um in anderen Stämmen neue Bruten zu eröffnen (Geschwisterbruten). Ab Ende Juni wurden fertige Brutentwicklungen mit Jungkäfern beobachtet, nun traten auch helle Jungkäfer in Monitoringfallen auf. Aufgrund überwiegend deutlich zu geringer Niederschläge sind unsere Waldbäume vielerorts sehr geschwächt und können Besiedlungsversuchen von Borkenkäfern kaum etwas entgegensetzen.

Foto: C. Hein

Borkenkäferschäden im Harz 2022

Während der **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus*) direkt nach der Überwinterung zunächst keine größere Rolle bei der Besiedlung liegenden Holzes spielten, trat er ab Mai 2022 deutlicher in Erscheinung. Vielerorts konnte beobachtet werden, dass der Kupferstecher in Windwürfen große Dichten erreicht hat und nun auch die Brutentwicklung des Buchdruckers im Liegenden erheblich stören konnte. Schäden durch **Lärchenborkenkäfer** (*Ips cembrae*) wurden auf geringem Niveau gemeldet. Fraßschäden an Nadelbaumkulturen durch den **Großen braunen Rüsselkäfer** (*Hylobius abietis*) traten wie in den Vorjahren regional sehr unterschiedlich auf. Auch in der ersten Jahreshälfte 2022 wurde vor allem auf und in der Umgebung ehemaliger Käferflächen zum Teil massiver Fraß beobachtet.

Obwohl weiterhin trockenheitsbedingte Ausfälle und Prädispositionen auch an anderen Baumarten beobachtet werden können, ist die Zahl der Schadensmeldungen und Beratungsfälle für **Eiche** (Eichenprachtkäfer, kernbesiedelnde Käferarten, seltener Sägehörniger Werftkäfer) und **Kiefer** (diverse Kiefernborkenkäfer, Kiefernprachtkäfer, Pissodes- und Bockkäferarten) in der ersten Jahreshälfte 2022 nochmals deutlich zurückgegangen. Erhebungen der NW-FVA und vereinzelte Beratungsanfragen zeigen dagegen, dass primär durch Käfer verursachtes Absterben vor allem in Eichen- und Kiefernbeständen deutlich in Anzahl und Umfang zunimmt.
Zudem belegen Untersuchungen und Vorortberatungen eine auffällige Zunahme an Schäden durch den **Zwölfzähnigen Kiefernborkenkäfer** (*Ips sexdendatus*) vor allem in den sehr niederschlagsarmen Gebieten Sachsen-Anhalts. Dort entwickelte dieser Käfer, oftmals im Zusammenspiel mit dem **Sechszähnigen-** (*Ips acuminatus*) und dem **Zweizähnigen Kiefernborkenkäfer** (*Pityogenes bidentatus*) eine ähnliche Dynamik beim Befall von Kiefernbeständen wie der Buchdrucker in der Fichte.
Zu **Buchenborkenkäfer** und **Buchenprachtkäfer** liegen kaum Meldungen vor. Beide Arten werden nicht als Auslöser der bisher bei Buche zu beobachtenden Absterbeerscheinungen betrachtet, sondern treten weiterhin nach Trockenheit oder Pilzerkrankungen als sekundäre Schädlinge auf. Nunmehr im dritten Jahr werden Besiedlungen alter Eichen durch den **Eichenholzbohrer** (*Xyleborus monographus*), oft in Vergesellschaftung mit dem **Eichenkernkäfer** (*Platypus cylindrus*) und weiteren im Kernholz brütenden Arten beobachtet. In einigen Eichenregionen werden Schäden immer deutlicher wahrnehmbar. Ab dem Spätsommer 2021 wurde vermehrt beobachtet, dass Alteichenbestände mit Besiedlung durch Eichenkernkäfer und Eichenholzbohrer häufig auch ausgeprägten Befall durch **Eichenprachtkäfer** (*Agrilus biguttatus* u. a.) aufwiesen. Anders als bei den „Kernkäferarten" kann stärkerer Befall durch Eichenprachtkäfer auch zum Absterben der Eiche führen.

Eichenfraßgesellschaft und Kieferngroßschädlinge

Die Ergebnisse der laufenden Überwachung der beiden Frostspannerarten **Kleiner Frostspanner** (*Operophthera brumata*) und **Großer Frostspanner** (*Erannis defoliaria*) mit Hilfe von Leimringen bestätigen, dass sich die Populationen in Sachsen-Anhalt in Latenz befinden. Die Überwachung des **Eichenprozessionsspinners** (*Thaumetopoea processionea*) mit Hilfe von Nesterzählungen erfolgte im Jahr 2022 in insgesamt 26 Eichenbeständen durch die Betreuungsforstämter (BFoÄ) des Landeszentrums Wald (LZW) Dessau, Letzlingen und Westliche Altmark. Der Schwellenwert wurde dabei in 12 Beständen (46 %) der LZW BFoÄ Dessau und Letzlingen über-

Foto: Pavel Plašil

Raupe des Schwammspinners

schritten. Bei der Überwachung des **Schwammspinners** (*Lymantria dispar*) im Sommer 2022 mit Hilfe von Pheromonfallen wurde die Warnschwelle nicht überschritten; er befindet sich in Latenz.

Im Sommer 2022 wurden Fraßbonituren in Eichenbeständen auf insgesamt 1.264 ha durch die LZW BFoÄ Annaburg, Dessau und Westliche Altmark sowie den Landesforstbetrieb (LFB) Süd durchgeführt. Die **Eichenfraßgesellschaft** wurde auf insgesamt 1.218 ha festgestellt, wobei 405 ha mit dem Fraßgrad „unbefressen" (0 bis 10 % Blattverlust), 626 ha mit Fraßgrad „geringer Fraß" (11 bis 30 % Blattverlust), 166 ha mit Fraßgrad „mittlerer Fraß" (31 bis 70 % Blattverlust) und 21 ha mit Fraßgrad „starker Fraß bis Kahlfraß" (>70 % Blattverlust) dokumentiert wurden. Starker Fraß bis Kahlfraß wurde dabei im LZW BFoÄ Dessau (Revier Dessau) auf 20 ha und im LZW BFoA Annaburg (Revier Annaburg) durch den **Goldafter** (*Euproctis chrysorrhoea*) auf 1 ha festgestellt. Der **Eichenprozessionsspinner** wurde auf insgesamt 46 ha festgestellt. Dabei wurde auf ca. 3 ha der Fraßgrad „unbefressen" (0 bis 10 % Blattverlust), auf ca. 27 ha „geringer Fraß" (11 bis 30 % Blattverlust) und auf ca. 16 ha „mittlerer Fraß" (31 bis 70 % Blattverlust) in den LZW BFoÄ Westliche Altmark und Dessau beobachtet. Die Winterbodensuche erfolgte in Sachsen-Anhalt ab Dezember 2021 und wurde von den Mitarbeitern der BFoÄ des LZW und der Bundesforstbetriebe (BFB) Nördliches Sachsen-Anhalt und Mittelelbe in 544 Suchbeständen durchgeführt. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Präsenz der **Forleule** (*Panolis flammea*) in den Suchbeständen gegenüber dem Vorjahr zugenommen hat. Die Warnschwelle wurde in insgesamt 11 Suchbeständen (2 %) überschritten. Die Ergebnisse der Winterbodensuche haben zusätzlich gezeigt, dass sich das Vorkommen des **Kiefernspinners** (*Dendrolimus pini*) und des **Kiefernspanners** (*Bupalus piniarius*) in den Suchbeständen gegenüber dem Vorjahr stark erhöht hat. Beim Kiefernspanner wurde in drei Suchbeständen (LZW BFoÄ Fechtingen und Nordöstliche Altmark) die Warnschwelle überschritten. Beim Kiefernspinner wurde auf zwei Standorten des LZW BFoA Letzlingen die Warnschwelle überschritten. Die Präsenz der **Kiefernbuschhornblattwespen** (*Diprion* spp.) ist gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen. Im BFoA Dessau, Revier Dachsberg wurden hohe Dichten der **Kleinen Grünen Kiefernbuschhornblattwespe** (*Gilpinia frutetorum*) ermittelt. Die Vitalitätsuntersuchungen ergaben zu 95 % vitale Nymphen der Blattwespen, die aber zum Zeitpunkt der Winterbodensuche und auch später im Rahmen der Folgeuntersuchungen keine Schlupfbereitschaft aufwiesen.

Die Überwachung des Falterfluges der **Forleule** (*Panolis flammea*) mit Hilfe von Pheromonfallen hat gezeigt, dass diese sich in Latenz befindet. Fraßereignisse durch Kiefern-großschädlinge und Nonne wurden in Sachsen-Anhalt nicht beobachtet. Im BFoA Annaburg wurde das Vorkommen des **Kiefernprozessionsspinners** (*Thaumetopoea pinivora*) auf einer Fläche von 2 ha festgestellt.

Foto: Pavel Plašil

Larve der Kiefernbuschhornblattwespe

Komplexe Schäden an Rotbuche

Wie auch in den vergangenen Jahren seit 2018 wurden weit verbreitet und teilweise bestandesbedrohend Absterbeerscheinungen infolge der Hitze- und Trockenheit bei Rotbuchen beobachtet, die sich dem Schadbild der sogenannten **Buchen-Vitalitätsschwäche** zuordnen lassen. Typische Symptome sind das Absterben des Stammes von der Krone her und ein Auftreten von Schleimflussflecken. Diese Symp-

Foto: M. Spielmann

Buchen-Vitalitätsschwäche

tome waren mit Rindennekrosen, Rindenrissen und abplatzender Rinde verbunden. Sie lassen sich auf Sonnenbrand und/oder den Befall mit Rindenpilzen, teilweise gefolgt von einem Befall mit Borken- bzw. Prachtkäfern zurückführen. Nachfolgend treten verschiedene Holzfäulepilze auf.

Eschentriebsterben

Das Eschentriebsterben wird in Europa auf großer Fläche beobachtet. Der Erreger *Hymenoscyphus fraxineus* ist ein aggressives und höchst erfolgreiches, invasives Pathogen, das sich nach seiner Einschleppung in Mitteleuropa schnell verbreitete und schwerwiegende Folgen für die heimischen Eschen-Populationen hervorgerufen hat. Es führt örtlich im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA zur Auflösung von Bestandesteilen und zum Absterben von Eschen.

Foto: NW-FVA

Eschentriebsterben

Rußrindenerkrankung des Ahorns

Als Folge der Hitze und Niederschlagsdefizite in den Jahren 2018 bis 2020 kam es in den Trägerländern der NW-FVA, insbesondere in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt, auch in 2022 weiterhin zu auffälligem Auftreten der Rußrindenkrankheit des Ahorns. Die Rußrindenerkrankung wird

Foto: R. Schlößer

Rußrinde

durch den ursprünglich in Nordamerika beheimateten, invasiven Schlauchpilz *Cryptostroma corticale* ausgelöst. Die Ausbreitung des Pilzes erfolgt luftgebunden über Sporen (Konidien). Die Rußrindenkrankheit tritt in Deutschland in erster Linie beim Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), seltener bei Spitz- (*A. platanoides*) und Feldahorn (*A. campestre*) auf.

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

Der Wärme liebende Pilz *Diplodia sapinea* (Synonym: *Sphaeropsis sapinea*) tritt seit den letzten 20 Jahren verstärkt in Kiefernbeständen des Zuständigkeitsgebietes der NW-FVA auf. 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. Vermutlich führt eine Kombination mehrerer schwächender Faktoren eher zu Krankheitsfällen als ein einzelner der genannten Faktoren.

Schäden an Douglasien

Auffällig waren starke Vitalitätsverluste bei mittelalten und alten Douglasien infolge von Hitze und Dürre in den Vorjahren 2018–2020. Infolge der Vitalitätseinbußen und Trockenheit kam es sowohl bei Jungpflanzen als auch älteren Douglasien zum Befall mit Hallimasch und Borkenkäfern bzw. Einbohrversuchen von letzteren, die zu starken Ausharzungen führten. Regional kam es nach dem Winter 2021/2022 zum vorzeitigem Nadelverlust infolge eines Befalls mit der Rußigen Douglasienschütte (*Nothophaeocryptopus gaeumannii*) oder physiologische Nadelröte der Douglasie infolge von Frosttrocknis.

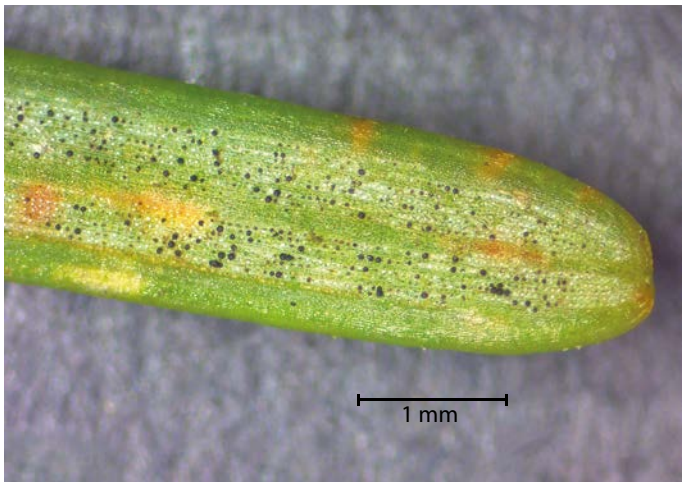


Foto: NW-FVA

Rußige Douglasienschütte

Stoffeinträge

Birte Scheler
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152799

Mit dem Niederschlag gelangen verschiedene Nähr- und Schadstoffe in gelöster Form in den Wald. Zusätzlich werden diese Stoffe in gas- und partikelförmiger Form eingetragen. Im Vergleich verschiedener Landnutzungsformen ist der atmosphärische Stoffeintrag aufgrund des ausgeprägten Filtereffekts der großen Kronenoberflächen für Gase und partikuläre Stoffe in Wäldern besonders hoch. Diese sogenannte Immissionsschutzfunktion des Waldes stellt jedoch für das Ökosystem Wald selbst eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern.

In Sachsen-Anhalt 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). Im Rahmen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings werden seit 1998 bzw. 2013 die Stoffeinträge in drei Kiefernbeständen in Nedlitz (Fläming), Klötze (Altmark) und Colbitz (Letzlinger Heide) sowie in einem Douglasienbestand (Klötze) erfasst, um die Wirkung erhöhter Stoffeinträge sowie damit verbundener Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme abschätzen zu können. Jeder Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. Mit Hilfe eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich 1991) werden aus den gemessenen Stoffflüssen Gesamtdepositionsraten 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.

Foto: O. Schwerdtfeger

Messung der atmosphärischen Stoffeinträge auf dem Großlysimeter Colbitz

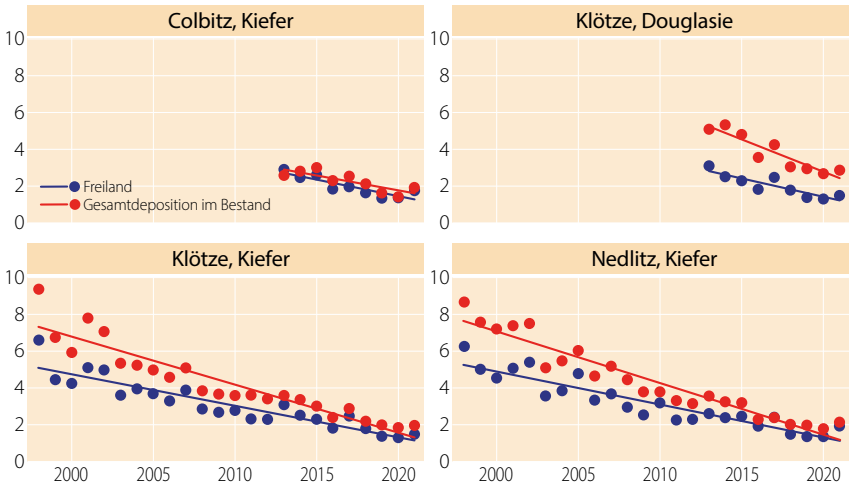
Niederschlag

In Sachsen-Anhalt war die Abweichung der Niederschlagsmenge 2021 vom Mittel der Jahre 2011–2020 uneinheitlich. Während im Fläming im Freiland 47 mm (+8 %) mehr Niederschlag fiel, waren es in Colbitz 19 mm (-4 %) und in Klötze (Altmark) 61 mm (-10 %) weniger Niederschlag. Entsprechend war der Bestandesniederschlag in Nedlitz unter Kiefer ebenfalls höher als im Mittel der Vorjahre (+102 mm bzw. +23 %) und in Klötze unter Kiefer 27 mm (-6 %) bzw. unter Douglasie 42 mm (-11 %) geringer. In Colbitz war der Bestandesniederschlag in Folge eines waldbaulichen Eingriffs trotz etwas geringerer Freilandniederschläge leicht erhöht (+14 mm bzw. +3 %). Der Wasserhaushalt der Bestände war durch insgesamt geringe Niederschläge in Kombination mit überdurchschnittlichen Temperaturen ein weiteres Jahr in Folge sehr angespannt.

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 extrem abgenommen. Obwohl der Eintrag bereits auf einem relativ geringen Niveau lag, hat er 2021 im Ver-

Sulfatschwefeleintrag (SO_4-S) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



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

gleich zum Mittel der Jahre 2011–2020 im Freiland nochmals zwischen 0,2 und 0,6 kg je Hektar und mit der Gesamtdeposition zwischen 0,5 und 1,1 kg je Hektar abgenommen. 2021 betrug der Sulfatschwefeleintrag mit dem Bestandesniederschlag je Hektar unter Kiefer 1,9 kg in Colbitz, 2,0 kg in Klötze, 2,1 kg in Nedlitz sowie 2,9 kg unter Douglasie. Im Freiland lag er zwischen 1,5 (Klötze) und 1,9 kg je Hektar (Nedlitz).

Foto: O. Schwerdtfeger

Blick in die Messhütte einer Level II-Fläche

Stickstoffeintrag

Stickstoff wird als Nitrat (oxidierte Form) und als Ammonium (reduzierte Form) in das Ökosystem eingetragen.

Die Stickoxidemissionen (NOx) haben im Zeitraum 2000–2020 um 48 %, die Ammoniakemissionen um 14 % abgenommen. Trotz einer überproportional starken Abnahme der Stickoxidemissionen im Bereich „Verkehr", stammen immer noch 40 % aus diesem Bereich, gefolgt von der Energiewirtschaft (22 %) sowie den privaten Haushalten und Kleingewerbe (12 %). Die Ammoniakemissionen stammen unverändert zu ca. 95 % aus der Landwirtschaft (UBA 2022).

Infolge der Reduktion der Emissionen sind die Stickstoffeinträge im Freiland und mit der Gesamtdeposition im Beobachtungszeitraum deutlich zurückgegangen.

Bezogen auf den Eintrag im Jahr1998 betrug die Reduktion der Nitrateinträge (Mittel 2019–2021) im Freiland in Nedlitz 46 % und in Klötze 60 %. Die Reduktion mit der Gesamtdeposition fiel unter Kiefer mit 31 % in Nedlitz und 40 % in Klötze geringer aus als im Freiland. Im Zeitraum 2012–2021 konnte auf allen Freiflächen und auf allen Bestandesmessflächen eine weitere deutliche Abnahme des Nitratstickstoffeintrags beobachtet werden. 2021 betrug er je Hektar unter Kiefer zwischen 3,0 kg (Colbitz) und 4,4 kg (Nedlitz) und unter Douglasie 5,5 kg. Damit war der Nitrateintrag auf der Douglasienfläche 1,6 kg je Hektar höher als auf der Kiefernfläche.

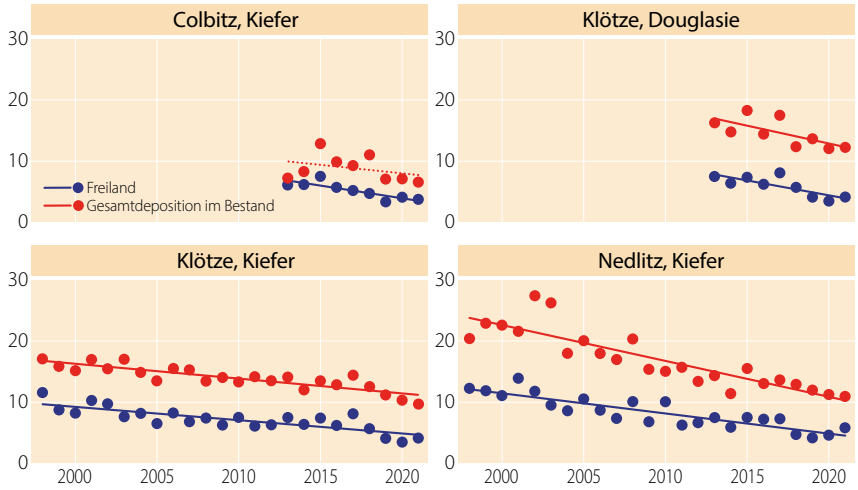
Die Reduktion der Ammoniumeinträge betrug, bezogen auf das Jahr 1998, im Freiland 67 % (Nedlitz) bzw. 74 % (Klötze). Bei der Gesamtdeposition unter Kiefer betrug sie 50 % in Nedlitz und 64 % in Klötze. Damit fiel die Reduktion der Ammoniumeinträge auf den untersuchten Flächen deutlich höher aus als die Reduktion der Ammoniakemissionen. Ursache hierfür könnte der Wegfall lokaler Emittenten sein. In den letzten 10 Jahren hat der Ammoniumeintrag in Klötze (Freiland und Kiefer) und in Colbitz (nur Freiland) weiter deutlich abgenommen, auf den Flächen Colbitz Kiefer, Klötze Douglasie sowie Nedlitz Freiland und Kiefer verharrt der Eintrag von reduziertem Stickstoff mit jährlichen Schwankungen auf einem gleichbleibenden Niveau.

2021 lag er unter Kiefer zwischen 3,6 (Colbitz) und 6,6 (Nedlitz) kg je Hektar und unter Douglasie bei 6,8 kg je Hektar. Der Ammoniumeintrag unter Douglasie war damit 1 kg je Hektar höher als unter der in der Nähe gelegenen Kiefer.

Zwar konnten bundesweit die Stickoxidemissionen wesentlich stärker reduziert werden als die Ammoniakemissionen, auf den beiden langjährigen Untersuchungsflächen in Sachsen-Anhalt gingen die Stickstoffeinträge in Form von Ammonium jedoch stärker zurück als die in Form von Nitrat. In der Folge hat der relative Anteil des Ammoniums am anorganischen Stickstoffeintrag leicht abgenommen. 2021 lag er im Freiland zwischen 49 % (Colbitz) und 60 % (Nedlitz), unter Kiefer zwischen 54 % (Colbitz) und 60 % (Klötze, Nedlitz) und unter Douglasie bei 55 %.

Obwohl der anthropogen bedingte anorganische Stickstoffeintrag seit Beginn der Untersuchungen deutlich abgenommen hat, überschreitet er im Mittel der letzten 5 Jahre (2017–2021) mit Werten bis zu 12,2 kg je Hektar und Jahr unter Kiefer (Nedlitz) und 13,6 kg je Hektar und Jahr unter Douglasie (Klötze) nach wie vor den Bedarf der Wälder für das Baumwachstum. Stickstoff, der nicht für das Wachs-

Stickstoffeintrag (NH_4-N + NO_3-N) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



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

Foto: M. Spielmann

tum der Vegetation benötigt wird, reichert sich im Ökosystem an. Im Fall von Störungen der Stoffkreisläufe durch Kalamitäten wie Windwurf oder Schädlingsbefall wird Stickstoff rasch mineralisiert, was bei hohen Stickstoffvorräten im Boden zu stark erhöhten Nitratausträgen führen kann. Nitrat wird im Bodenwasser von Nährstoffkationen wie Calcium, Magnesium oder Kalium und sauren Kationen wie Aluminium begleitet. Dadurch verliert das Ökosystem wichtige Nährstoffe aus den ohnehin meist nährstoffarmen Waldböden. Durch die vermehrte Lösung von Aluminium kommt es zu einem Säureschub. Außerdem werden angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundgewässer ggf. durch hohe Nitratausträge gefährdet. Eine weitere Reduktion der Stickstoffemissionen ist zum Schutz der Ökosysteme wichtig.

Gesamtsäureeintrag

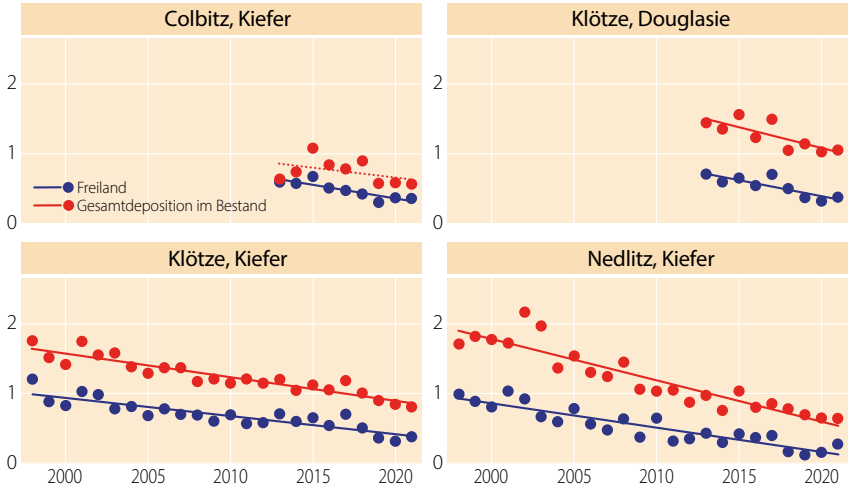
Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile, Gauger et al. 2002). 2021 betrug der Gesamtsäureeintrag im Freiland zwischen 0,4 (Colbitz, Klötze) und 0,5 (Nedlitz), unter Kiefer zwischen 0,6 (Colbitz) und 0,9 (Nedlitz) sowie unter Douglasie 1,1 $kmol_c$ je Hektar.

Ein Teil des Säureeintrags wird durch ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragene Basen neutralisiert. Diese Säureneutralisationskapazität durch Baseneintrag lag 2021 zwischen knapp 0,2 $kmol_c$ je Hektar (Klötze, Kiefer) und 0,3 $kmol_c$ je Hektar (Nedlitz, Kiefer) bzw. zwischen 23 % (Klötze Kiefer) und 51 % (Colbitz, 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 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 auf nährstoffarmen Standorten 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.

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



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

Literatur

Gauger T, Anshelm F, Schuster H, Draaijers GPJ, Bleeker A, Erisman JW, Vermeulen AT, 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

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

UBA (2022): https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/stickstoffoxid-emissionen#entwicklung-seit-1990

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

Auswirkungen großflächiger Schadflächen auf den Wasser- und Stoffhaushalt von Wäldern

Birte Scheler
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152804

1972 wurde das Forsthydrologische Forschungsgebiet Reinhardswald am Rande des nordöstlichen Kasseler Beckens eingerichtet, um grundlegende Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen dem Niederschlagsgeschehen und dem Abfluss eines Baches mit bewaldetem Einzugsgebiet zu gewinnen. Für die Beantwortung neuerer Fragestellungen, beispielsweise zu Auswirkungen des Klimawandels auf Abflussmenge und -verteilung oder den Einfluss großflächiger Störungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt, sind solche langjährigen Untersuchungen von unschätzbarem Wert.

Das Einzugsgebiet des Elsterbachs ist 426 Hektar groß, weist einen Höhenabfall von 465 m auf 220 m ü. NN auf und ist zu 95 % bewaldet. Der Bach speist sich aus zwei Gewässerarmen, deren Quellgebiete geologisch sehr unterschiedlich sind, was sich in der chemischen Zusammensetzung der beiden Gewässer deutlich zeigt. Der nordöstliche Arm (Elsterbach „staunass“) entspringt in den vom Buntsandstein dominierten, staunassen Plateaulagen. Er fällt in den Sommermonaten zeitweise trocken, bei hohen Abflüssen überwiegt hingegen sein Anteil am Gesamtabfluss durch einen schnellen, lateralen Makroporenabfluss der in den ebenen Plateaulagen vorherrschenden Stagnogleye (Molkeböden). Der nordwestliche Arm („Elsterbach Basalt“) kommt aus dem basaltisch geprägten Gebiet mit tiefgründigen, gut wasserdurchlässigen, überwiegend eutrophen Böden und fließt dauerhaft.

Im Teileinzugsgebiet „staunass“ (131 Hektar) dominierte vor dem Sturm „Friederike“ im Januar 2018 die Fichte mit einem Flächenanteil von 75 %, das Teileinzugsgebiet „Basalt“ (83 Hektar) ist hingegen zu 81 % mit Laubholz bestockt, der Fichtenanteil beträgt nur 19 %. Die Bestockung des Gesamteinzugsgebiets bestand zu 42 % aus Fichte, 39 % Buche, 6 % Eiche und 13 % sonstigen Baumarten.

Wie sich die Bestockung des Einzugsgebiets seit Januar 2018 durch Sturmwurf sowie massiven Borkenkäferbefall in den folgenden Jahren verändert hat, wurde von der Abteilung Waldschutz, Sachgebiet Fernerkundung und GIS der NW-FVA anhand von georeferenzierten Orthofotos nachgezeichnet.

Die durch „Friederike“ entstanden Freiflächen waren mit 5 % (Teileinzugsgebiet „staunass“), gut 2 % (Teileinzugsgebiet „Basalt“) bzw. 4,3 % (Gesamteinzugsgebiet) der Holzbodenfläche vergleichsweise moderat. Durch massiven Borkenkäferbefall in den Folgejahren vergrößerte sich der Anteil kalamitätsbedingter Freiflächen an der Holzbodenfläche bis zum Herbst 2020 jedoch auf 26 % (Teileinzugsgebiet „staunass“) respektive 10 % (Teileinzugsgebiet „Basalt“) und 17 % (Gesamteinzugsgebiet).

Hinzu kommt im Jahr 2021 noch stehendes Totholz auf 21 % der Holzbodenfläche (2020: 12 %) des Einzugsgebiets „staunass“ bzw. 3 % (2020: 2 %) des Teileinzugsgebiets „Basalt“ und auf 9 % (2020: 5 %) der Holzbodenfläche des Gesamteinzugsgebiets. In der Summe betrug der Anteil der verschiedenen Kalamitätsflächen an der ursprünglichen Holzbodenfläche im Herbst 2021 zwischen 47 % (Teileinzugsgebiet „staunass“), 27 % (Gesamteinzugsgebiet) bzw. 14 % (Einzugsgebiet „Basalt“). Die Rolle von stehendem Totholz ist im Hinblick auf den Wasser- und Stoffhaushalt noch weitgehend unerforscht.

Foto: B. Scheler

Kahlfläche und abgestorbene Fichten im Einzugsgebiet „staunass“

Auswirkungen auf die Gewässerqualität

Die Gewässerqualität des Elsterbachs (Wehr) und seiner Zuflüsse zeigen einen ausgeprägt saisonalen Verlauf. Ursache hierfür sind im Wesentlichen die unterschiedlichen Abflussmengen. Bei niedrigen Abflüssen im Sommerhalbjahr handelt es sich hauptsächlich um Wasser aus tieferen Bodenschichten und dem Grundwasser. Hohe Abflüsse im Winterhalbjahr oder ganzjährig nach extremen Starkregenereignissen speisen sich hingegen großenteils durch Wasser aus oberen, versauerten Bodenschichten.

Mit Werten um 3 mg je Liter (Median) und Maximalwerten von 10 mg je Liter war die Nitratkonzentration an der Messstelle Wehr im Zeitraum 1984–2003 relativ gering. Im hydrologischen Jahr 2021 wurde dann mit bis zu 22 mg je Liter Nitrat ein massiver Anstieg bei den Spitzenkonzentrationen beobachtet. Wesentlich deutlicher war der Anstieg der Nitratkonzentrationen im Bachwasser des Gewässerarms „staunass" mit einem großen Anteil von Kahlflächen im Einzugsgebiet. An allen Probenahmeterminen wurden in diesem Bach im Vergleich zu früheren Jahren deutlich höhere Konzentrationen gemessen, der Median der Nitratkonzentration stieg von 3 mg je Liter auf 10,5 mg je Liter, die Spitzenkonzentration von 15 mg je Liter auf 23 mg je Liter an. Ursache hierfür dürften die Mineralisierungsprozesse auf den Kalamitätsflächen sein. Da das Anion Nitrat durch die basischen Kationen Kalium, Magnesium und Calcium sowie die sauren Kationen Aluminium und Mangan begleitet wird, sind steigende Nitratkonzentrationen mit höheren Verlusten wichtiger Nährelemente oder einer stärkeren Lösung von Aluminium und Mangan verbunden.

Bis 2003 wurde im Bachwasser kein Kohlenstoff analysiert, ein Vergleich zu den Gehalten bei weitgehend ungestörten Verhältnissen im Einzugsgebiet ist deshalb nicht möglich. Mit 6 mg je Liter (Median) und Spitzenkonzentrationen im Juli 2021 von 14 mg je Liter waren die Konzentrationen von gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) im Gesamteinzugsgebiet Elsterbach jedoch deutlich höher als in den Bächen des zweiten hessischen forsthydrologischen Forschungsgebiets Krofdorf bei Gießen. Im Gewässerarm „staunass" des Elsterbachs wurden sogar DOC-Konzentrationen von 14 mg je Liter (Median) bzw. 33 mg je Liter (Maximum) gemessen.

Auswirkungen auf die Abflussmenge

Der mittlere Niederschlag betrug im Zeitraum 1973–2005 783 mm, der mittlere Abfluss 246 mm, d. h. rund 30 % des Niederschlags flossen im Mittel im Vorfluter ab. Während im hydrologischen Winter (November–April) rund 48 % des Niederschlags fielen, flossen 70 % des Jahresabflusses in diesem Zeitraum ab.

Aufgrund des großen Anteils zusätzlicher unbestockter Flächen und der hierdurch verringerten Interzeption und Transpiration könnte erwartet werden, dass ein höherer Anteil des Niederschlags im Vorfluter abfließt. Dies war in den beiden Jahren 2020 und 2021, für die lückenlose tägliche Abflussdaten vorliegen, jedoch nicht der Fall. In beiden Jahren war der Abfluss mit 20 % (2020) respektive 17 % (2021) des Niederschlags sogar sehr gering.

Dies dürfte einerseits eine Folge der seit Jahren beobachteten strukturellen Trockenheit in dem Waldökosystem sein, andererseits an der Niederschlagsverteilung liegen. So fiel in den hydrologischen Jahren 2020 und 2021 trotz durchschnittlicher Jahresniederschläge nur an vier bzw. zwei Tagen mehr als 20 mm Niederschlag.

Foto: B. Scheler

Hochwasser am 21.05.2019 nach 60 mm Regen innerhalb von 10 Stunden. 77.000 Liter Wasser flossen an diesem Tag durch das Wehr.

Niederschlags- und Abflussmengen im Vergleich

	Mittel 1973-2005	2020	2021
Niederschlag [mm/m²] im Hydrologischen Jahr	783	715	737
Niederschlag [mm/m²] November bis April	376	373	344
Abfluss [mm/m²] im Hydrologischen Jahr	246	146	126
Abfluss [mm/m²] November bis April	170	119	89

Hydrologisches Jahr: November des Vorjahres bis Oktober

Nährstoffverluste mit dem Bachwasser

Der Stickstoffverlust (Nitrat-N) belief sich 2021 auf 3,1 kg je Hektar und war damit trotz sehr geringer Abflüsse 0,7 kg je Hektar höher als im Mittel der Jahre 1985–2003. Im Vergleich mit den ähnlich abflussarmen Jahren 1996 und 2001 betrug der zusätzliche Verlust je Hektar 2,5 kg resp. 1,6 kg Nitratstickstoff je Hektar. Der Verlust an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) betrug 10,7 kg je Hektar bzw. 4560 kg insgesamt. Ein Vergleich mit früheren Jahren ist mangels Daten leider nicht möglich.

Der Nährstoffexport der wichtigen Nährelemente Calcium und Magnesium war 2021 mit 17,6 bzw. 6,9 kg je Hektar deutlich geringer als im Mittel der Jahre 1985–2003 (Calcium 40,1, Magnesium 16,6 kg je Hektar). Ursache hierfür sind vermutlich die deutlich zurückgegangenen Sulfatfrachten (Mittel 1985–2003: 48 kg je Hektar, 2021: 14,8 kg je Hektar) infolge der seit Mitte der 1980er sehr deutlich reduzierten Sulfateinträge. Der Kaliumverlust war mit 1,8 kg je Hektar zwar 1 kg je Hektar geringer als im Vergleich zum mehrjährigen Mittel (1985–2003), entsprach jedoch trotz stark reduzierter Sulfatfrachten in etwa den Kaliumverlusten der abflussarmen Jahre 1996 (1,5 kg je Hektar) und 2001 (1,8 kg je Hektar).

Fazit

Die Ergebnisse aus dem langjährig untersuchten Forschungsgebiet Elsterbach belegen, dass großflächige Störungen der Waldstruktur Störungen im Stoffhaushalt verursachen und Nährstoffverluste nach sich ziehen. Ein wichtiger Schlüsselprozess ist in diesem Zusammenhang die vermehrte Bildung von Nitrat (Überschussnitrifikation) aufgrund des veränderten Kleinklimas auf Kahlflächen bei gleichzeitig geringerer Stickstoffaufnahme durch die Vegetation, da die Bäume fehlen.
Erhöhte Nitratausträge können zum einen eine Belastung für das Grund- und Trinkwasser darstellen, außerdem verursachen sie je nach Standort erhöhte Austräge der Nährstoffkationen Kalium, Magnesium oder Calcium sowie der sauren Kationen Aluminium und Mangan.

Foto: B. Scheler

Elsterbach „staunass" im Januar 2021

Foto: B. Scheler

Elsterbach „staunass" im Mai 2022

Insbesondere auf sehr nährstoffarmen Standorten mit einer Basensättigung um 5 % über die gesamte Profiltiefe, wie sie im Einzugsgebiet Elsterbach „staunass" vorherrschend sind, sind solche Nährstoffverluste aus dem oberen Mineralboden für die kommende Waldgeneration sehr kritisch.
Beim verstärken Abbau organischer Substanz auf Freiflächen wird außerdem Kohlenstoff freigesetzt, der einerseits in Form von CO_2 in die Atmosphäre abgegeben wird, anderseits in gelöster Form mit dem Bodenwasser in Richtung Grundwasser verlagert wird bzw. mit dem Bachwasser das Ökosystem verlässt.
Diese Ergebnisse zeigen, dass einige Auswirkungen der Kalamitäten „auf den ersten Blick" nicht sichtbar sind.

Ausblick

Die Stoffkonzentrationen schwanken in Abhängigkeit von Wasserführung und Jahreszeit stark, die Probenahme für die Bachwasseranalysen kann aber nur an Stichtagen (i. d. R. wöchentlich) ohne vorherige Kenntnis der Abflusshöhe durchgeführt werden. Um genauere Daten zur Berechnung der Stofffrachten zu erhalten, wurde im Februar 2022 am Wehr des Elsterbachs eine Multiparametersonde eingebaut, die stündlich die Nitrat-, Nitrat-N- sowie DOC-Konzentration (gelöster organischer Kohlenstoff) erfasst.
Hierdurch wird es möglich sein, die Nährstoffverluste genauer zu berechnen und festzustellen, wann sich die infolge der Auswirkungen der Kalamität erhöhten Stoffkonzentrationen wieder auf dem Vor-Kalamitätsniveau einpendeln.

Alternative Baumarten – ein Lösungsbeitrag für die Klimaanpassung der Wälder in Sachsen-Anhalt?

Stefan Lieven, Franziska Fasse und Ralf-Volker Nagel
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152813

Die sich vollziehende Klimaveränderung und insbesondere die gravierenden Waldschäden durch die seit 2018 praktisch anhaltenden Witterungsextreme waren der maßgebliche Anlass der Überarbeitung der Waldbauplanung für Sachsen-Anhalt und haben gleichzeitig das Interesse der forstlichen Praxis an sogenannten alternativen Baumarten stark gesteigert. Darunter verstanden werden sollen in diesem Beitrag Baumarten, die bisher keine größere Bedeutung als Haupt- und Mischbaumarten erlangt haben. Teilweise handelt es sich um bisher forstlich kaum verwendete fremdländische Baumarten, es sollen aber auch bisher sehr seltene heimische Baumarten eingeschlossen werden. Nachdruck verleiht diesem Anliegen, dass unter den projizierten Klimaänderungen, die Sachsen-Anhalt besonders treffen, bei einigen der derzeit bedeutendsten heimischen Baumarten mit einer erhöhten Absterberate zu rechnen ist (Schmiedinger u. a. 2009). So belegen die Ergebnisse der Waldzustandserhebungen der vergangenen Jahre schlechte Kronenzustände und ein verstärktes Absterben, wovon neben der am stärksten geschädigten Fichte auch Buche sowie Eiche und Kiefer betroffen sind (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt und Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt 2021). Diese vier Baumarten nahmen 2012 noch 72 % der Waldfläche in Sachsen-Anhalt ein (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2016). Angesichts dessen verbindet sich das Interesse an Alternativbaumarten mit der Hoffnung auf eine bessere Anpassungsfähigkeit an ein künftig wärmeres und trockeneres Klima. Neben Dürren werden außerdem häufiger Stürme erwartet, Massenvermehrungen von Borkenkäfern und blattfressenden Insekten nehmen zu und Pilzerkrankungen werden vermehrt die Bäume schädigen. Eine „Wunderbaumart", die all dem gewachsen wäre, gibt es nicht, denn keine Baumart ist gleichermaßen widerstandsfähig gegen alle Gefährdungen. Umgekehrt sind bestimmte Risikofaktoren wie der Fichtenborkenkäfer regelrecht auf einzelne Baumarten, mitunter sogar in einem ganz bestimmten Altersbereich, spezialisiert. Besteht ein Wald also nur aus gleichalten Bäumen einer einzigen Baumart, kann schnell der gesamte Bestand vernichtet werden. Fällt dagegen in artenreichen Beständen, am besten noch mit unterschiedlichen Baumaltern, eine Art aus, stirbt nicht gleich der gesamte Waldbestand. Entstehende Lücken können durch die anderen Baumarten wieder geschlossen werden oder bieten Platz für natürliche Verjüngung. Und selbst nach katastrophalen Stürmen oder Bränden bleibt von gemischten Wäldern oft ein vielfältigeres Potenzial für die Neubesiedlung. So erhöhen Mischungen von Pionier- sowie mittel- und spätsukzessionalen Baumarten die Resilienz der Wälder gegen Störungsereignisse (Lüpke 2004, 2009). Die Empfehlungen der Waldbauplanung Sachsen-Anhalt zum Waldumbau und zur Wiederbewaldung basieren deshalb ausschließlich auf Mischbestandstypen, die als Bestandeszieltypen (BZT) bezeichnet werden. Beschrieben sind sie durch Mischungsanteile und Mischungsformen beteiligter Haupt-, Misch- und Begleitbaumarten und ihre standörtliche Zuordnung, neuerdings unter Berücksichtigung für die Zukunft projizierter Klimaverhältnisse.

Scheinbar im Widerspruch zu diesem „Vorteil durch Vielfalt" werden bisher nur wenige Baumarten aus anderen Ländern und Klimabereichen für den Einsatz in unseren Wäldern empfohlen. Warum ist das so und wie ist die weitere Perspektive?

Foto: S. Lieven

Alternativbaumarten in etablierten Praxisanbauten: 17-jährige wüchsige Baumhasel

Foto: S. Lieven

Auf extrem flachgründigen Kalkstandorten zeigen vitale Elsbeeren ihr Potenzial als Alternativbaumart im Klimawandel.

Frühere Anbauten fremdländischer Baumarten

Bereits zu Zeiten der Römer wurden die Baumarten Esskastanie, Walnuss und Speierling nach Deutschland eingeführt. Diese Baumarten werden aufgrund ihrer sehr frühen Einführung nach Deutschland als Archäophyten bezeichnet. Neben der Holznutzung hat damals vor allem auch die Versorgung von Mensch und Nutztieren mit Nahrung eine Rolle bei der Artenauswahl gespielt (Nyssen u. a. 2016). Aufgrund der bisherigen klimatischen Verhältnisse haben sie jedoch als Waldbäume in Sachsen-Anhalt bisher kaum eine Bedeutung erlangt. Der jüngere forstliche Anbau eingeführter Baumarten in Deutschland begann Mitte des 18. Jahrhunderts. Der Bevölkerungsanstieg in der frühen Neuzeit, nicht nachhaltige Landnutzung und der steigende Energiebedarf einer beginnenden Industrialisierung, der vor fossiler Energieträgern zu großen Teilen durch Holzkohle gedeckt wurde, führten zu einer Degradierung der Wälder sowie zu Entwaldung und Holzknappheit (Nyssen u. a. 2016). Eingeführte Arten sollten dazu beitragen, die Leistungsfähigkeit der Wälder wieder zu erhöhen. Die Fehlschläge eines unsystematischen Anbaus führten ab 1880 zur Anlage wissenschaftlicher Anbauversuche durch den Verein Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten. Von den ca. 50 seit dieser Zeit untersuchten Baumarten stammten die meisten aus Nordamerika und einige aus Ostasien. Baumarten aus Südeuropa und Kleinasien waren dagegen kaum vertreten, da klimatische Veränderungen damals noch keine Rolle spielten.

Foto: S. Lieven

Alternativbaumarten in etablierten Praxisanbauten: mehrjährige Esskastanien-Kultur nach Zurücksterben mit vieltriebigen Stockausschlägen

Mit Hilfe der Anbauversuche wurden Standortansprüche, Massen- und Wertleistung, Verwendbarkeit als Mischbaumarten, Widerstandsfähigkeit gegen Witterungsextreme und biotische Schäden sowie die Holzqualität wissenschaftlich untersucht. Noch heute gelten diese Kriterien zur Beurteilung der Anbaueignung. Mit steigendem Verständnis der komplexen Waldökosysteme wurden die Anforderungen für eine Anbaueignung deutlich umfangreicher. Berücksichtigt werden nunmehr auch Kriterien wie die Durchwurzelung des Mineralbodens, Effekte der Baumart auf die Humusbildung und -umsetzung und die Integration der eingeführten Arten in die heimische Flora und Fauna (Vor u. a. 2015; Otto 1993). Invasive Arten nach § 7 BNatSchG werden von der Forstwirtschaft als ein ernst zu nehmendes Problem für die biologische Vielfalt angesehen. Bei einer drohenden Gefährdung natürlich vorkommender Ökosysteme, Biotope oder Arten beispielweise durch eine unkontrollierte Ausbreitung einer eingeführten Baumart wird diese als nicht anbauwürdig eingestuft. Ein Beispiel einer solchen invasiven Baumart, die auch in den Wäldern Sachsen-Anhalts Probleme bereitet, ist die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina* Ehrh.).

Anbauwürdig, ökologisch zuträglich und nicht invasiv

Nach dem umfangreichen, aber berechtigten Katalog der Anforderungen, der einer „wahllosen" Vielfalt entgegen steht, haben sich in den nunmehr 140-jährigen Untersuchungen nur Douglasie, Küstentanne und Roteiche als uneingeschränkt anbauwürdig (Danckelmann 1884; Schwappach 1911; Penschuck 1935; Stratmann 1988; Spellmann 1994), ökologisch zuträglich (Otto 1993) und nicht invasiv (Vor u. a. 2015) erwiesen. Für ein engeres Standortspektrum und einen speziellen Einsatzbereich kommt noch die Japanlärche hinzu. Die wissenschaftliche Langzeitbeobachtung gibt diesem Urteil Sicherheit. Außerdem ist es für diese Baumarten inzwischen gelungen, weitere Fragen der waldbaulichen Behandlung, zu verwendender Herkünfte und ihrer Gefährdungen und Umweltauswirkungen differenziert zu beantworten. Die drei erstgenannten Baumarten werden in Mischung mit heimischen Baumarten übrigens auch unter wärmeren und trockeneren Verhältnissen in Sachsen-Anhalt noch empfohlen. Folgerichtig sind sie als Haupt- bzw. Mischbaumarten Bestandteil in etlichen Bestandeszieltypen der aktuellen Waldbauplanung.

Der Blick nach vorn: Neue Baumarten unter der Lupe

Angesichts der projizierten klimatischen Entwicklungen und vor dem Hintergrund der katastrophalen Auswirkungen der vergangenen Extremjahre wird von der forstlichen Praxis die schnelle Erweiterung der Empfehlungen für alternative Baumarten gefordert. Dies hat auch den wissenschaftlichen

Diskurs über die Einführung neuer alternativer Baumarten intensiviert (Brang u. a. 2016; Liesebach, Wolf und Beez 2021; Avila u. a. 2021; Schroeder, Panka und Degenhardt 2021; Frischbier u. a. 2019). Nach dem Ansatz der Klimaanalogie über Artverbreitungsmodelle rücken nun vor allem südeuropäische und vorderasiatische Nadel- und Laubbaumarten in den Fokus. Ihr geografischer Ursprung verspricht am ehesten die Anpassung an erwartete mildere Winter und trocken-heiße Sommer. Umfassende Anbauversuche dieser Baumarten waren bis vor kurzem für Nord- und Ostdeutschland nicht verfügbar. Eine allererste Orientierung können deshalb bislang nur umfangreiche Literaturrecherchen bieten (vgl. Avila u. a. 2021; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) 2019, 2020). Dies birgt Unsicherheiten, da die Informationen zu vielen Baumarten unvollständig sind, insbesondere im Hinblick auf Anbauerfahrungen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes. Daraus erwachsende Risiken gilt es zwingend zu vermeiden, denn mit dem Anbau eingeführter Baumarten verbindet sich eine hohe Verantwortung. Sie schließt im Rahmen einer nachhaltigen, multifunktionalen Forstwirtschaft das Teilziel „Naturschutz im Wald" mit ein. Daraus leitet sich die Verpflichtung ab, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und die Nutzungsfähigkeit der Naturgüter nachhaltig zu sichern und die Pflanzen- und Tierwelt sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft zu schützen (§ 1 BNatSchG), (Gossner u. a. 2016; Rigling u. a. 2016; Vor u. a. 2015). Die Auswirkungen eingeführter Baumarten auf Lebensgemeinschaften, Standorte und natürliche Prozesse sind bisher für viele der „neuen" fremdländischen Alternativbaumarten kaum erforscht. Schadorganismen, sowohl Pilze als auch Insekten, werden häufig bereits mit dem Saatgut importiert (Franić u. a. 2019). Jüngste Erfahrungen mit eingeschleppten Krankheiten und Schädlingen (z. B. das Eschentriebsterben oder der Asiatische Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*)) geben den Hinweis, dass auch heimische und gut angepasste Baumarten davon plötzlich existenziell bedroht sein können.

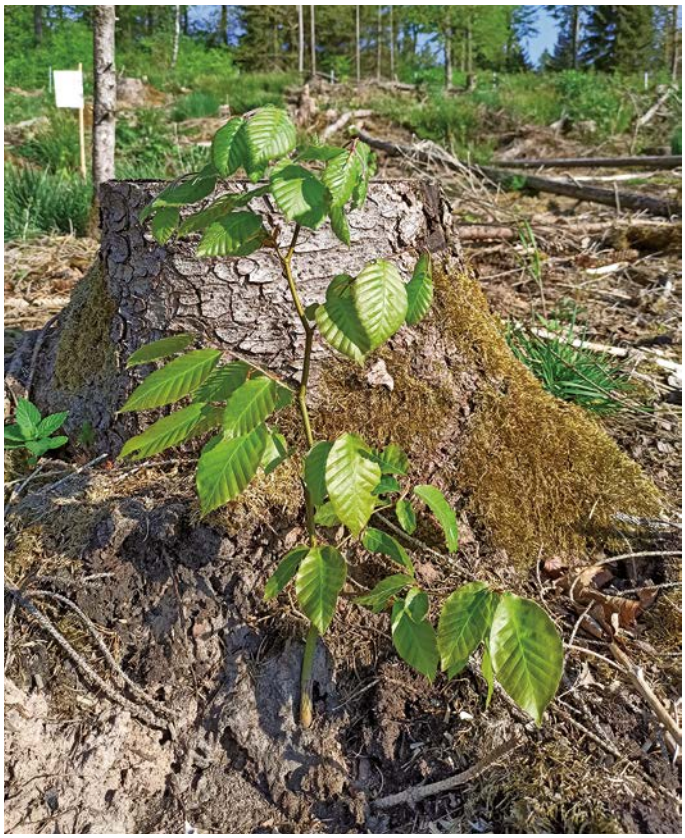


Foto: S. Lieven

Die Orientbuche gilt als einer der Hoffnungsträger im Klimawandel und ist eine der Baumarten, die aktuell in Anbauversuchen untersucht wird.

Ein Blick auf die Anbauerfahrungen mit Douglasie und Roteiche zeigt, welch langer Weg zurückzulegen ist, um einen entsprechenden Wissensstand über systematisch angelegte Versuchsflächen zu erlangen. Um dennoch möglichst rasch belastbare erste Empfehlungen geben zu können, arbeiten laufende Forschungsprojekte der NW-FVA an einer schnelleren Schließung der größten Wissenslücken. Die Vorauswahl näher zu untersuchender Kandidaten erfolgte nach einer bundesländerübergreifenden Abstimmung (vgl. Liesebach u. a. 2021), anhand von Literaturrecherchen sowie orientiert am vorrangigen Bedarf hinsichtlich standörtlicher und waldbaulicher Einsatzbereiche. Im Ergebnis dessen konzentrieren sich die derzeitigen Forschungen auf Arten aus dem Mittelmeerraum, Vorderasien und dem Kaukasusgebiet: Esskastanie, Orient-Buche, Baumhasel, Walnuss, Türkische Tanne, Troja- und Nordmanntanne, Atlas- und Libanonzeder. Gleichrangig einbezogen werden seltene heimische Baumarten besonderer Standorte wie Winter- und Sommerlinde, Elsbeere, Spitzahorn, Speierling und die anderen Sorbus-Arten, Eibe, Feldahorn, Hainbuche und Vogelkirsche, die in der Vergangenheit weniger beachtet und erforscht wurden und von denen keine ökologischen Risiken zu erwarten sind. Unter ihnen sind jedoch keine für die Bauholznutzung so wichtigen Nadelbaumarten, abgesehen von der Weißtanne, die bisher nur als mäßig trockentolerant gilt.

Die zügige Bereitstellung von Entscheidungshilfen soll durch ein mehrstufiges Vorgehen ermöglicht werden. Durch die Eigeninitiative früherer und heutiger Forstleute, in jüngerer Zeit insbesondere im Zusammenhang mit der Wiederbewaldung bereits entstandener Schadflächen, sind in der Praxis immer wieder Flächen mit bisher wenig erforschten Baumarten bepflanzt worden. Sie besitzen, trotz fehlenden wissenschaftlichen Anspruchs bei ihrer Anlage, eine gewisse Aussagekraft zum Wachstum und der Standortanpassung der betreffenden Arten. Dies gilt insbesondere, wenn mehrere Flächen einer Art auf verschiedenen Standorten und von jungen bis in höhere Alter gemeinsam betrachtet und ausgewertet werden können.

In einer ersten Untersuchungsphase werden solche etablierten Praxisanbauten der zu untersuchenden Zielarten durch vorhandene Unterlagen, z. B. Forsteinrichtungsdaten und systematische Abfragen bei den Forstbetrieben, ausfindig gemacht und in einer Datenbank erfasst. Eine erste Sichtung

Foto: S. Lieven

Tulpenbaum – wird aktuell neben anderen alternativen Baumarten auf neu begründeten Versuchsflächen auf seine Anbauwürdigkeit hin untersucht.

vorhandener Bestände seltener Baumarten ergab für Sachsen-Anhalt ein beachtliches Potenzial an Vorkommen seltener Baumarten mit mindestens 0,1 ha Flächengröße und ausreichender Bestandesdichte (Quelle: Datenspeicher Wald Sachsen-Anhalt, Stand 2021) von ca. 800 Beständen. Diese werden im Rahmen eines im September 2022 gestarteten Forschungsprojektes gesichtet und inventarisiert.

Insbesondere seltenere heimische Laubbaumarten sind in dem Flächenpotenzial so zahlreich vertreten, dass verschiedene Standorte und Baumalter voraussichtlich gut abgedeckt werden können. Bei etlichen Baumarten mit einem Ursprung in Südeuropa und Kleinasien sind dagegen bisher nur sehr wenige etablierte Bestände vorhanden.

In einer ersten Untersuchungsphase werden die identifizierten Potenzialflächen bereist und ihre ökologischen Eigenschaften und Merkmale der Vitalität anhand ordinal skalierter Kriterien bewertet.

Im zweiten Schritt und nach Vorauswertung der ersten Untersuchungsphase werden für eine repräsentative Auswahl der Bestände Daten zum Wachstum erhoben, das ebenfalls ein Ausdruck der Vitalität ist. Zu beachten ist, dass ein Vorgehen, welches sich nur auf die etablierten Praxisanbauten beschränkt, hinsichtlich der abschließenden Beurteilung der Anbauwürdigkeit unvollständig bleibt, da Misserfolge, insbesondere nicht dokumentierte Totalausfälle, überhaupt nicht erfasst und in die Auswertung einbezogen werden können.

Daher wurden von der NW-FVA parallel zu den Untersuchungsvorhaben etablierter Praxisbestände zuletzt Anbauversuche mit Alternativbaumarten auf verschiedenen Standorten neu angelegt. Als Referenz enthalten diese Versuche auch die heimische Winterlinde und die bewährte Douglasie, um die Standortanpassung, Mortalität und Wuchsleistung zu der Untersuchungsbaumart besser einordnen zu können. Wissenschaftliche Versuche als wesentliche Grundlage fundierter Anbauempfehlungen erstrecken sich normalerweise über Zeiträume von mindestens mehreren Jahrzehnten. Nur in einer solch langen Testphase lassen sich neben Wuchsleistungen auch die Auswirkungen, positive sowie negative, auf das heimische Ökosystem ausreichend überprüfen. Immerhin können die Versuche bereits nach wenigen Jahren Erkenntnisse zu geeigneten Pflanzensortimenten und Verfahren der Bestandesbegründung, artspezifischen Jugendgefahren und Überlebenswahrscheinlichkeiten sowie zum Jugendwachstum liefern. Bereits hier sind Überraschungen möglich. So zeigte ein Anbauversuch in der trocken-warmen Rhein-Main-Ebene die höchsten, v. a. durch Spätfröste bedingten Ausfälle von bis zu über 70 % an den mediterranen Eichenarten gegenüber sehr hohen Überlebensanteilen von Roteiche, Kiefer und Douglasie. Im Höhenwachstum blieben vor allem Steineiche und Ungarische Eiche nach 11 Jahren weit hinter Roteiche und Kiefer zurück, während Ausfälle und Wachstum der Flaumeiche sich zusammen mit den heimischen Eichenarten im mittleren Bereich bewegten.

Erste Ergebnisse der Untersuchungen, die neben Sachsen-Anhalt auch Hessen, Niedersachsen und im Rahmen eines Kooperationsprojektes Mecklenburg-Vorpommern einschließen, sind Ende 2023 zu erwarten. Die Projektergebnisse werden der Praxis in Form von handlungsorientierten Entscheidungshilfen zur Verfügung gestellt. Diese soll neben einer fundierten Abschätzung von Potenzialen und Risiken auch eine Eingrenzung des standörtlichen Einsatzbereiches klimaangepasster Baumarten in Mischung mit heimischen Baumarten enthalten. Darauf aufbauend sollen mit den aussichtsreichsten vorausgewählten Kandidaten, von denen gleichzeitig geringe ökologische Risiken erwartet werden, umfangreichere wissenschaftlich begleitete Praxisanbauversuche gestartet werden sowie die Aufnahme bestimmter Baumarten als Begleitbaumarten in passende Bestandeszieltypen erfolgen. Da von einer kurzfristigen Beantwortung aller Fragen nicht auszugehen ist, wird sich die Erweiterung der Baumartenpalette als ein dynamischer Prozess darstellen. Die Bewertung der Baumarten wird dabei laufend dem Erkenntnisfortschritt anzupassen sein. Keinesfalls können Alternativbaumarten allein die Probleme durch den Klimawandel für Wälder und Forstbetriebe kurz- bis mittelfristig lösen. Vielmehr sind sie ein Baustein im Rahmen aller Anpassungsmaßnahmen.

Literatur

Download des Literaturverzeichnisses unter:
https://doi.org/10.5281/zenodo.7185263

Douglasie ist nicht gleich Douglasie – zur Bedeutung von Herkünften und genetischen Ressourcen

Aki Michael Höltken, Martin Hofmann und Wilfried Steiner
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152959

Die Witterungsbedingungen der letzten Jahre haben von Vitalitätsverlusten einzelner Bäume bis zum Absterben ganzer Waldflächen geführt. Deshalb ist auch das Interesse an fremdländischen Baumarten, die potenziell besser an prognostizierte Trocken- und Hitzeperioden angepasst sind, enorm gestiegen. Eine Überführung in die forstliche Praxis kann aber nur dann von Erfolg sein, wenn verschiedene Anforderungen erfüllt sind. Dazu zählen einerseits Massen- und Wertleistung, Standortanpassung sowie die Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren. Andererseits müssen auch komplexe ökosystemare Kriterien geprüft werden wie z. B. Invasivität, bodenkundliche Effekte oder Wechselwirkungen mit anderen Tier- oder Pflanzenarten. Diese Prüfung kann viele Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Von überstürztem Handeln, insbesondere bei einer Reihe von „Alternativbaumarten" aus dem mediterranen oder asiatischen Raum, kann deshalb nur abgeraten werden. Auch künftig werden Frostereignisse (Spätfröste, Früh- und Winterfröste) bei vielen dieser Baumarten hohe Ausfallraten bzw. erhebliche Beeinträchtigungen der Reproduktion verursachen. Bislang haben sich nach langjährigen Untersuchungen nur sehr wenige fremdländische Baumarten bei uns als uneingeschränkt anbauwürdig, ökologisch zuträglich und nicht invasiv erwiesen. Dazu zählt insbesondere die Douglasie (*Pseudotsuga menziessii* [MIRB] FRANCO) (Nagel 2022). Sie ist eine der wichtigsten forstlich genutzten Baumarten Nordamerikas. In Europa geht ihre Einführung auf das Jahr 1827 zurück, wo sie recht schnell durch ihr überlegenes Wachstum beeindruckte. Erste forstliche Anbauten erfolgten schon zwischen 1880 und 1890. Systematische, wissenschaftlich begleitete Herkunftsversuche wurden in Deutschland bereits in den Jahren 1910 in Chorin und 1912 in Kaiserslautern angelegt. Am umfangreichsten war eine von der IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) im Jahr 1965 initiierte Einsammlung von Saatgut im nahezu gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet der Douglasie in den USA und Kanada, wovon in Deutschland ebenfalls umfangreiche Versuchsreihen angelegt wurden. Die Studien auf diesen Versuchsflächen dauern teilweise bis heute an, weshalb die Douglasie nicht nur die bei uns am häufigsten angebaute fremdländische Baumart ist, sondern auch die am besten untersuchte. Die abgeleiteten Ergebnisse ermöglichen eine sehr solide Grundlage zur Bewertung unterschiedlicher Douglasienherkünfte (=Provenienzen) hinsichtlich Leistung, Qualität und Anpassungsfähigkeit.

Foto: M. Lau

Starke Küstendouglasie in einem Mischbestand mit Buche und Fichte

Geeignete Provenienzen der Douglasie zeigen auf den meisten Standorten Nordwestdeutschlands eine hohe Wuchsleistung und Qualität, obwohl sich die klimatischen Gegebenheiten teilweise deutlich von denen im natürlichen Verbreitungsgebiet unterscheiden. Jährlich wiederkehrende Großwetterlagen mit bis zu mehrere Monate andauernden sommerlichen Dürreperioden und hohen Temperaturen sind in ihren Ursprungsregionen der USA (Washington, Oregon) oder auch Kanadas (Britisch-Kolumbien) keine Seltenheit. Hierauf begründen sich nicht zuletzt die hohen Erwartungen an die Douglasie vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaveränderungen. Darüber hinaus lässt sich die Douglasie waldbaulich leicht in heimische Waldökosysteme integrieren, um als Mischbaumart nicht mehr standortgemäße Baumarten abzulösen und damit waldbauliche Risiken zu senken bzw. zu verteilen (Spellmann et al. 2015, Höltken und Steiner 2022). Der Douglasie kommt auch für die Versorgung mit Nadelrohholz künftig eine steigende Bedeutung zu..

Auf die Herkunft kommt es an

Im Ursprungsgebiet reicht die Verbreitung der Douglasie von Britisch-Kolumbien im Norden entlang der pazifischen Westküste bis nach Kalifornien im Süden (2200 km) und in einem zweiten Teilareal im Landesinneren bis nach Mexiko (fast 4500 km). Abweichende eiszeitliche Refugialgebiete, die Isolation von Teilarealen (geringer Austausch an Samen und Pollen) sowie standörtliche Unterschiede haben allerdings zu einer genetischen Differenzierung in verschiedene geographische Herkünfte geführt. Bereits bei der forstlichen Einführung der Douglasie in Deutschland zum Ende des 19. Jahrhunderts hat man eine „grüne" Küstenform und eine „graue" Inlandsform sowie Übergangsformen zwischen diesen beiden Varietäten unterschieden. Auch wenn die Abgrenzung im Einzelfall nicht immer einfach ist, ist diese Einteilung in den Grundzügen bis heute gültig.

Provenienzversuche haben gezeigt, dass auf den meisten Standorten NW-Deutschlands die „grüne" Douglasie aus den Küstengebieten westlich der Kaskaden aus Washington und

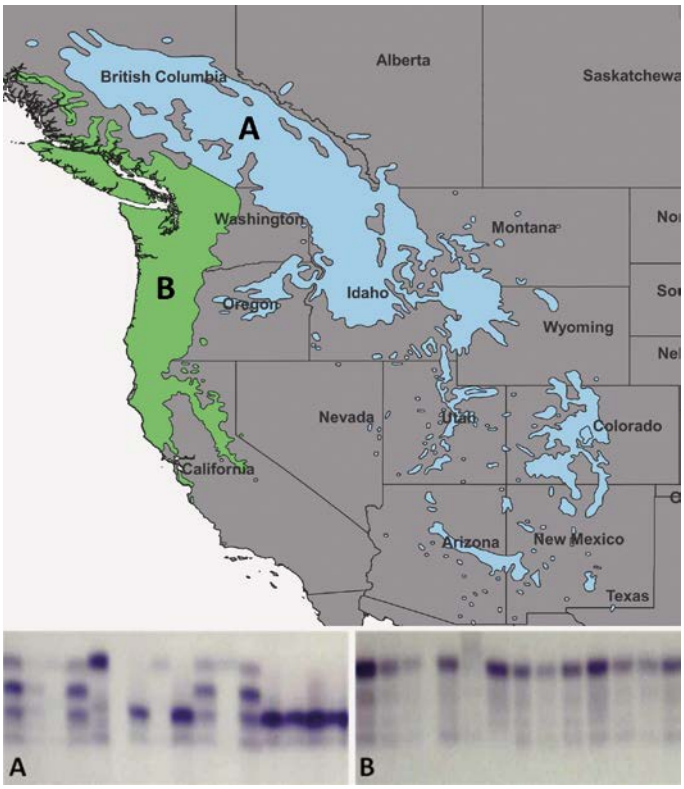


Abbildung: A. Hardtke, Isoenzym-Fotos: K. Haier

Natürliche Verbreitung der Douglasie in den USA und in Kanada: Inlandsdouglasie (A, blaue Fläche), Küstendouglasie (B, grüne Fläche) und deren Unterscheidung mit Hilfe genetischer Methoden (hier: Isoenzym-Muster)

Oregon (USA) sowie aus dem Südwesten Britisch-Kolumbiens (Kanada) hinsichtlich Wuchsleistung und Qualität die besten Anbauerfolge liefert. Sie leidet durch ihr relativ spätes Austreiben bedeutend weniger an Spätfrostschäden und zeigt eine deutlich bessere Resistenz gegenüber Schadorganismen wie der Rostigen Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*) als die Inlandsform. Auch wenn die „graue" Inlandsform eine bessere Winterfrosthärte zeigt, werden nach Modellierungen von Schüler und Chakraborty (2021) im erwarteten zukünftigen Klima nahezu alle potenziell geeigneten kontinentaleren Standorte nicht nur in Mittel- sondern auch in Osteuropa für die Inlandsherkünfte der Douglasie weitgehend verloren gehen. Eine Aufforstung mit diesem Material kann allein unter Berücksichtigung prognostizierter Klimaszenarien auf mitteleuropäischen Standorten deshalb nicht mehr empfohlen werden.

Andererseits zeigten sich in den ersten Anbauversuchen jedoch schon bald auch Probleme bei der Küstendouglasie, und zwar mit Früh- und Winterfrösten. Bis heute werden deshalb eher Herkünfte aus dem nördlichen und nordöstlichen Teil oder sogar aus höheren Lagen des Verbreitungsgebietes der „grünen" Küstenform für den Anbau in Deutschland empfohlen. Diese Herkünfte zeichnen sich durch späten Austrieb und frühen Vegetationsabschluss aus. Dies ist ein Beleg dafür, dass es selbst innerhalb der Vorkommensgebiete der Küstendouglasie häufig zu kleinräumig ausgeprägter Differenzierung in Teilpopulationen kommt. Dies bestätigen indirekt auch Ergebnisse aus deutschen Versuchen, bei denen deutliche Unterschiede zwischen Herkünften festgestellt wurden, die in ihrem Ursprungsgebiet relativ dicht beieinander liegen. Da die Weichen für den erfolgreichen Anbau der Douglasie bereits zum Zeitpunkt der Saatguternte gestellt werden, evaluiert die NW-FVA (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt) potenzielle Saatgutquellen der Douglasie für ihre Trägerländer Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein. Es hat sich allerdings gezeigt, dass die Beurteilung von Douglasienbeständen hinsichtlich ihres geographischen Ursprungs in Nordamerika allein nach phänotypischen Merkmalen nicht immer zuverlässig ist (Rau 2002). Da sich Populationen der „grünen" und „grauen" Douglasien aber labortechnisch voneinander unterscheiden lassen, werden an der NW-FVA zur genauen Klärung der Provenienzfrage Isoenzym-Untersuchungen durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass die meisten Saatgutvorkommen der Küstenform zugeordnet werden können, ein nicht unerheblicher Teil aber auch Inlandsformen oder Mischungen zwischen beiden Varietäten aufweist. Diese Art der genetischen Analyse, die an Altbäumen sowie an Vermehrungsgut vorgenommen werden kann, stellt deshalb eine wichtige Entscheidungsbasis bei der Beschaffung hochwertigen Vermehrungsgutes dar.

Hohe Nachfrage nach Vermehrungsgut

Nach Daten der letzten Bundeswaldinventur (BWI3 aus dem Jahre 2012) stammten 73 % der Verjüngungsfläche der Douglasie aus künstlicher Verjüngung. Dieser Anteil dürfte aufgrund der witterungsbedingt aufgetretenen Waldschäden eher eine noch zunehmende Tendenz aufweisen.

Bislang wird Vermehrungsgut der Douglasie größtenteils in zugelassenen Saatguterntebeständen (SEB) gewonnen. Deren behördliche Zulassung verlangt bestimmte, gesetzlich vorgeschriebene Mindestkriterien: Neben Formeigenschaften und Vitalität müssen SEB aus fruktifikationsfähigen Bäumen bestehen, die so zahlreich und gut verteilt sind, dass zwischen den Bäumen eine ausreichende gegenseitige Befruchtung gewährleistet ist. Vorgeschrieben sind mindestens 40 Bäume mit einem Mindestalter von 60 Jahren. Schon die Einhaltung dieser Minimalvorgaben engt die Verfügbarkeit

Foto: T. Boehl

Zapfen der Douglasie

geeigneter SEB aufgrund sich ändernder Waldbaustrategien aber zunehmend ein. Einerseits hat die Förderung von Struktur- und Artenvielfalt homogen aufgebaute, leicht zu beerntende Saatgutbestände vielerorts immer seltener werden lassen. Andererseits kann Zielstärkenutzung ein weiteres Problem in SEB darstellen, denn dadurch werden kontinuierlich und gezielt die genetischen Leistungsträger aus den Beständen entfernt. Insgesamt ist der Trend eindeutig: Dem steigenden Bedarf an qualitativ hochwertigem Douglasien-Saatgut steht eine abnehmende Verfügbarkeit geeigneter SEB gegenüber.

Genetische Analysen haben gezeigt, dass sich in den SEB je nach Bundesland ein sehr differenziertes Bild bezüglich der Zugehörigkeit zur Küsten- bzw. Inlandsform der Douglasie ergibt. In Sachsen-Anhalt konnte nahezu die Hälfte der untersuchten SEB der reinen Inlandsform bzw. Mischungen zwischen Küsten- und Inlandsformen zugeordnet werden. Diese Tatsache geht wahrscheinlich auf erste Auswertungen der zu Beginn des letzten Jahrhunderts angelegten Provenienzversuche in ostdeutschen Landesteilen zurück. Hier erwiesen sich einige Inlandsherkünfte als deutlich toleranter gegenüber Winterfrost und Frosttrocknis. Dies führte dazu, dass bestimmte kanadische Inlandsherkünfte für höhere Lagen der Mittelgebirge sowie für die kontinentaler geprägten Klimagebiete des Pleistozäns Ostdeutschlands besonders empfohlen wurden. Die SEB Niedersachsens, Schleswig-Holsteins und Hessens stellten sich bis auf wenige Ausnahmen als reine Küstenherkünfte heraus (Höltken und Steiner 2022).

Eine weitere Saatgutquelle sind Samenplantagen (SP). SP sind gewissermaßen forstliche Sonderkulturen, die ausschließlich der Produktion von forstlichem Saatgut dienen (Paul et al. 2020). Die Ausgangsbäume einer SP sind bei der Douglasie das Ergebnis einer sogenannten „Plusbaumauswahl". Das heißt, hier sind besonders vitale, angepasste, wüchsige, gutgeformte Bäume aus verschiedenen Vorkommen ausgewählt worden. Diese „Plusbäume" werden, wie im Obstbau, über Pfropfreiser vegetativ vermehrt, so dass zu jedem Plusbaum mehrere genetisch identische Kopien als Pfropflinge erzeugt werden. Anschließend werden die Pfropflinge nach einem speziellen Verteilungsmuster zu einer Reproduktionseinheit in SP gepflanzt, um hochwertiges forstliches Saatgut zu produzieren.

Foto: T. Boehl

Ein Zapfenpflücker in der Krone einer Douglasie während der Beerntung

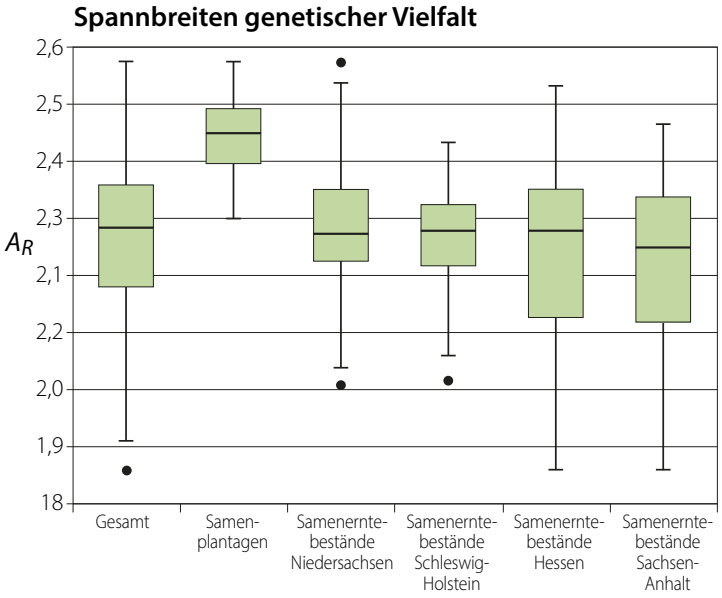
Vorteile von SP gegenüber SEB liegen in deutlich gesteigerten Erntemengen bei zeitlich-technisch einfacheren Beerntungsmöglichkeiten. Darüber hinaus haben genetische Untersuchungen ergeben, dass sich die bislang untersuchten SP im Bereich der NW-FVA ausnahmslos aus reinen Küstenprovenienzen der Douglasie zusammensetzen. Dies ist auch zu erwarten, da es sich entweder um Originalmaterial aus Ursprungsgebieten der „grünen" Küstenvariante handelt oder problematische Herkünfte in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich entfernt wurden, auch in Verbindung mit genetischen Analysen (Höltken und Steiner 2022).

Genetischer Flaschenhals bei der Douglasie?

Eine wichtige Voraussetzung für genetische Anpassungsprozesse an sich ändernde Umweltbedingungen ist die Verfügbarkeit genetischer Vielfalt auf Bestandesebene. Nur dann können im Rahmen der geschlechtlichen Vermehrung verschiedene genetische Varianten zu einer Vielzahl von Samen und Sämlingen mit potenziell neuen Eigenschaften rekombiniert werden. Damit auch ein möglichst großes Zufallsangebot an unterschiedlichen Genotypen in den Beständen produziert wird und natürlichen Anpassungsprozessen zur Verfügung steht, haben Bäume besonders effiziente Strategien entwickelt: Mechanismen zur Inzuchtvermeidung, eine effiziente Pollen- und Samenausbreitung sowie eine enorme Anzahl an Nachkommen in überlappenden Generationen. In der Biologie spricht man von „effektiv großen Populationen". Diese Eigenschaften gelten natürlich nicht nur für heimische, sondern auch für eingeführte Baumarten wie die Douglasie.

Da die Douglasie in ihrer nordamerikanischen Heimat bestandesbildend ist und aus „effektiv großen Populationen" besteht, kann davon ausgegangen werden, dass die teilweise deutlich geringeren Größen der künstlich angelegten mitteleuropäischen Bestände bezüglich der generationenübergreifenden Erhaltung genetischer Vielfalt eher nachteilig sind. Diverse Studien konnten eine Abnahme genetischer Vielfalt zwischen Elternbäumen und ihren Nachkommen bereits beobachten (Neophytou et al. 2019). Es besteht also die Gefahr, dass in nachfolgenden Generationen mit einem verstärkten genetischen Flaschenhals und damit einer immer geringeren genetischen Anpassungsfähigkeit oder sogar inzuchtbedingten Problemen (hoher Hohlkornanteil, Wertverluste in den Beständen) gerechnet werden kann (Liesebach et al. 2020). Diese negativen Auswirkungen können noch verstärkt werden, wenn es sich schon bei den Saatguterntebeständen um Nachkommen effektiv kleiner „Populationen" (schlimmstenfalls einzelner Bäume) handelt.

Um auch künftig Douglasienbestände mit hohen Anpassungskapazitäten zu etablieren, werden an der NW-FVA genetische Analysen nicht nur für die Unterscheidung der geographischen Herkünfte (Küsten- und Inlandsformen) vorgenommen, sondern auch für die Beurteilung der genetischen Vielfalt innerhalb einzelner Erntevorkommen.



Spannbreiten genetischer Vielfalt von Samenplantagen und Saatguterntebeständen der Douglasie (Parameter: A_R = allelic richness, nach Daten aus Höltken und Steiner 2022)

Genetische Vielfalt: Vorteile von Samenplantagen

Die genetische Vielfalt unserer Samenplantagen (SP) liegt auf einem konstant höheren Niveau als in zugelassenen Saatguterntebeständen (SEB). Das betrifft nicht nur die Durchschnittswerte. In SEB sind auch größere Schwankungen in deutlich niedrige Wertebereiche zu verzeichnen.

Der A_R (allelic richness) ist eines von vielen Maßen für genetische Vielfalt und reagiert sensibel auf die Auswirkungen geringer Bestandsgrößen und damit auch auf Gefahren der genetischen Einengung (Flaschenhalseffekt). Es zeichnet sich ab, dass die Zusammenstellung von Plusbäumen in SP tendenziell zu einer Erhöhung genetisch „effektiver" Populationsgrößen führt. Möglicherweise kann in SP eine deutlich geringere Mindestzahl an Genotypen für die Weitergabe genetischer Vielfalt an die Nachkommen ausreichend sein, da in SP meist deutlich mehr Pollen produziert wird und durch die zufallsmäßige Anordnung der Klone auf der Fläche eine viel bessere Durchmischung stattfinden kann. Auch Inzuchterscheinungen und eine damit verbundene Bildung von Hohlkörnern scheinen in SP deutlich geringer auszufallen als in SEB (Liesebach et al. 2020).

SP stellen deshalb ein wichtiges Element für die Erzeugung von Vermehrungsgut für die künstliche Begründung von Douglasienbeständen dar, insbesondere hinsichtlich der Erhaltung von genetischer Vielfalt und damit Anpassungspotenzial. Weitere Vorteile liegen auch in deren technisch einfacheren Beerntbarkeit und Pflege. Dennoch wird in absehbarer Zeit der größte Teil des Vermehrungsgutes der Douglasie aus SEB stammen. Mehrere, unabhängig voneinander durchgeführte wissenschaftliche Studien kommen hier aber zu dem Ergebnis, dass die bislang geltenden gesetzlichen Mindestkriterien für SEB und deren Beerntung gerade hinsichtlich der Erhaltung genetischer Vielfalt nicht ausreichen und dringend überarbeitet werden sollten. Diese Kriterien betreffen im Wesentlichen die minimale Anzahl an Altbäumen, Bestandesstrukturen (räumliche Anordnung der Bestäubungseinheiten) sowie die Anzahl der zu beerntenden Bäume (Liesebach et al. 2020).

Empfehlungen für die Praxis

Vermehrungsgut aus Samenplantagen ist für die forstliche Praxis vorrangig zu empfehlen, denn dies verspricht nicht nur gute Wuchseigenschaften, sondern vor allem eine besonders hohe genetische Vielfalt und damit Anpassungsfähigkeit. In den forstlichen Herkunftsempfehlungen der Bundesländer werden Erkenntnisse aus genetischen Untersuchungen und Herkunftsversuchen berücksichtigt. Sie stellen somit eine praxistaugliche Entscheidungshilfe für die Wahl geeigneten Vermehrungsguts dar. Hier finden sich – soweit vorhanden – auch Hinweise auf Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft", d. h. Material, das seine Wuchsüberlegenheit in Vergleichsprüfungen gezeigt hat.

Literatur

Höltken AM, Steiner W (2022): Genetische Ressourcen der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) in Nordwestdeutschland: Erkenntnisse aus 15 Jahren Inventur. AFJZ, in Druck

Liesebach H, Wojacki J, Pakull B, Eusemann P (2020): Genetische Diversität von Douglasiensaatgut aus zugelassenen Erntebeständen und Samenplantagen – Schlussfolgerungen für die Praxis. In: Liesebach M. (ed.), Forstpflanzenzüchtung für die Praxis, 6. Tagung der Sektion Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung vom 16.-18. Sept. 2019 in Dresden: Tagungsband, Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, S. 246-259

Nagel R (2022): Geht da noch mehr? Eingeführte Baumarten in Nordwestdeutschland für Vielfalt und Klimaanpassung. proWALD, Magazin des Deutschen Forstvereins 2, 4–8

Neophytou C, van Loo M, Hasenauer H (2019): Genetic diversity in introduced Douglas-fir and its natural regeneration in Central Europe. Forestry 2019: 1-10

Paul M, Steiner W, Schleich S, Lau M, Leisten D, Moos M, Schmidt C (2020): Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt. In: Waldzustandsbericht 2020 für Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein

Rau H-M (2002): Merkmale problematischer Douglasien-Herkünfte. AFZ/Der Wald 57:1276-1277

Schüler S, Chakraborty D (2021): Limitierende Faktoren für den Douglasienanbau in Mitteleuropa im Klimawandel. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 172: 84-93

Spellmann H, Weller A, Brang P, Michiels H-G, Bolte A (2015): Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco). In: Vor, Spellmann, Bolte, Ammer (Hrsg.) Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten; Universitätsverlag Göttingen, Göttinger Forstwissenschaften, Band 7, S. 187-217

Die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (BZE III) hat begonnen

Jan Evers und Oliver van Straaten
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152973

Die Bodenzustandserhebung im Wald liefert Informationen zum Zustand und zu Veränderungen von Bodeneigenschaften sowie zum Bestand, der Vegetation und Ernährungssituation der Waldbäume. Sie folgt damit dem Ansatz, möglichst ganzheitlich die verschiedenen Kompartimente in Waldökosystemen zu erfassen, integrativ auszuwerten und bewerten zu können.

Die BZE III wird bundesweit einheitlich in den Jahren 2022–2024 auf einem 8 km x 8 km-Stichprobennetz durchgeführt und folgt damit der BZE I (1990) und BZE II (2006). Auf die Bundesländer Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein entfallen insgesamt 465 Stichprobenpunkte (siehe Karte rechts). Die BZE III findet in Wäldern aller Besitzarten statt.

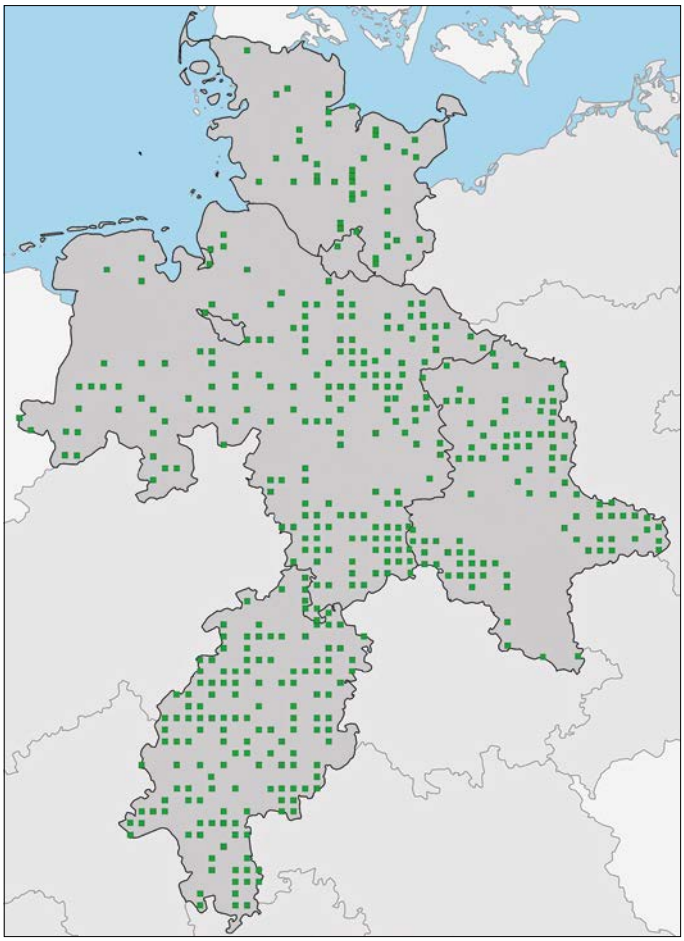
Im Vordergrund der kommenden Auswertungen stehen die Veränderung von Kohlenstoff- und Stickstoffvorräten im Waldboden und Auflagehumus sowie wichtiger Nährstoffvorräte wie Calcium, Magnesium und Kalium. Diese Informationen werden für die internationale Treibhausgasberichterstattung (Kohlenstoff), die nachhaltige Nutzung von Wäldern (Nährstoffe) sowie weiteren Klärung der Wechselwirkung zwischen Waldzustand und anthropogenen Einflüssen wie z. B. Stickstoff- oder Säureeinträgen benötigt. Auch die Folgen des Klimawandels auf den Waldboden wie fehlendes Bodenwasser oder gestörter Humusabbau sind wichtige Arbeitsbereiche der BZE III.

Foto: J. Evers

Braunerde-Pseudogley einer Basalt-Lössfließerde über Basalt bei Marburg

Foto: J. Evers

Podsol aus unverlehmtem Sand in Nordwestniedersachsen



Netz der BZE III für die NW-FVA mit 465 Stichprobenpunkten

Rechtsgrundlage für diese Erhebung ist die Verordnung über Erhebungen zum Zustand des Waldbodens auf Grundlage des Bundeswaldgesetzes. Alle Eigentümer von BZE-Punkten sind vorab postalisch informiert worden. Anschließend wurden die BZE-Punkte eingemessen und es wurden Profilgruben angelegt und abgesichert. Bereits abgeschlossen ist im Sommer 2022 die Probennahme der Blätter von Eichen, Buchen und Hainbuchen sowie der Nadeln Europäischer Lärchen. Im Winter folgt die Nadelprobennahme von Fichten, Kiefern und Douglasien. Jetzt aktuell wird der Waldboden und Auflagehumus beprobt. Alle Blatt-, Nadel- und Bodenproben werden zentral im Umweltlabor der NW-FVA analysiert.

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,
Weymar J, Spielmann M und Talkner U

Titelfoto: Evers J

Layout: Starick E

Herstellung: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Printec Offset Kassel

Zitiervorschlag
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt (Hrsg.) (2022): Waldzustandsbericht 2022 für Sachsen-Anhalt, 44 S
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152306

Zitate der Einzelbeiträge bitte nach folgendem Schema:
Klinck C, Paar U (2022): WZE-Ergebnisse für alle Baumarten. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Waldzustandsbericht 2022 für Sachsen-Anhalt. S 8-19.
https://doi.org/10.5281/zenodo.7152589

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

Der Waldzustandsbericht 2022
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:

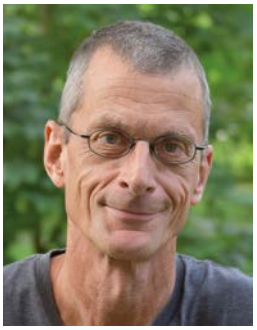
Dr. Ulrike Talkner
Abteilungsleiterin
Umweltkontrolle

Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Wald- und
Bodenzustand, Redaktion

Dr. Caroline Klinck
Leiterin der Außenaufnahmen,
Auswertung, Redaktion

Dr. Jan Evers
Bodenzustandserhebung

Andreas Hafner
Datenmanagement



Jörg Weymar
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.