



Waldzustandsbericht 2022



Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,
liebe Waldinteressierte,

ich nutze diese Gelegenheit gerne, um mich Ihnen als neue niedersächsische Forstministerin vorzustellen.

Der Wald in Niedersachsen ist im Klimastress und die südniedersächsischen Wälder sind dabei überdurchschnittlich betroffen. Ein persönliches Bild vom katastrophalen Ausmaß der Schäden im Harz konnte ich mir im Sommer machen. Stürme, Trockenheit und der Borkenkäfer haben große Teile der Fichtenwälder geschädigt oder sogar ganz vernichtet. Uns vertraute Landschaften sind kaum wiederzuerkennen.

Die Hitze und Trockenheit des vergangenen Sommers brachten für unsere Wälder auch wieder keine Erholung. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) zeigen 2018 bis 2022 die höchsten Anteile an stark geschädigten und abgestorbenen Bäumen – die Krise ist nicht überstanden.

Der Gesundheitszustand unserer Waldbäume spiegelt sich in den mittel- und langfristigen Durchschnittswerten für die Kronenverlichtung, für den Anteil starker Schäden und für die Absterberate wider. Im Jahr 2022 hat er sich noch einmal weiter verschlechtert.

Mit 22 % bleibt die Kronenverlichtung auf dem hohen Niveau, das erstmals 2019 erreicht wurde. Der Anteil stark geschädigter Bäume ist 2022 weiterhin mehr als doppelt so hoch wie im langjährigen Mittel. Die Absterberate ist gegenüber dem Vorjahr nochmals angestiegen – insbesondere durch den hohen Anteil toter Fichten. Die Reihe alarmierender Kennzeichen und Kennzahlen reißt somit immer noch nicht ab. Im Gegenteil – sie setzt sich weiter fort.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) haben mit diesem Waldzustandsbericht die aktuellen Erkenntnisse zur Vitalität unseres Waldes dokumentiert. Er zeigt auch ganz deutlich, wie wichtig die Wiederbewaldung der vielen Schadflächen gerade zur Vermeidung schädlicher Stickstoffauswaschungen und Nährstoffausträge aus den Waldböden ist. Aber es geht um mehr.

Unsere Wälder sind von herausragender Bedeutung für den Wasserhaushalt und sie sind natürliche Klimaschützer. Ich möchte die Waldfläche auch deshalb gerne weiter erhöhen. Mein Ziel sind klimarobustere und artenreiche Laub- und Laubmischwälder. Dazu werden wir die Forschung an der NW-FVA stärken und den klimaangepassten Waldumbau sowie die forstliche Beratung in allen Besitzarten aktiv fördern.

Ich empfinde die Lage des niedersächsischen Waldes als wirklich dramatisch. Es muss uns allen um den Erhalt des Waldes in Niedersachsen mit all seinen wichtigen Funktionen gehen. Hier liegt noch sehr viel Arbeit vor den Forstleuten im Zusammenspiel mit der Natur.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre dieses Waldzustandsberichts, der uns zudem interessante Einblicke in die praxisnahe Arbeit der NW-FVA gibt.

Ihre

A handwritten signature in black ink that reads "M. Staudte". The script is cursive and fluid.

Miriam Staudte
Niedersächsische Ministerin
für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Hauptergebnisse	4
Forstliches Umweltmonitoring Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar	6
WZE-Ergebnisse für alle Baumarten Caroline Klinck und Uwe Paar	8
Kiefer	10
Fichte	11
Buche	12
Eiche	14
Andere Laub- und Nadelbäume	16
Witterung und Klima Johannes Suttmöller	18
Insekten und Pilze Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Ines Graw	23
Stoffeinträge Birte Scheler	26
Auswirkungen großflächiger Schadflächen auf den Wasser- und Stoffhaushalt von Wäldern Birte Scheler	30
Alternative Baumarten – ein Lösungsbeitrag für die Klimaanpassung der Wälder in Niedersachsen? Stefan Lieven, Franziska Fasse und Ralf-Volker Nagel	33
Die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (BZE III) hat begonnen Jan Evers und Oliver van Straaten	39
Impressum	40

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Die Waldzustandserhebung in Niedersachsen belegt auch für 2022 die anhaltend angespannte Situation der Wälder. Das wird nicht nur im Grad der Kronenverlichtung, sondern auch in hohen Absterbe- und Ausfallraten deutlich. Besonders betroffen ist nach wie vor die Fichte.

Seit mittlerweile vier Jahren liegt die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume Niedersachsens auf einem gleichbleibend hohen Niveau (2022: 22 %). Die Trockenheit des Sommers 2022 verschärfte die Probleme der Wälder, die seit 2018 aus der Kombination von Sturm, Trockenstress und Insektenbefall resultieren. Eine leichte Verbesserung der Situation wird für jüngere Buchen, Kiefern und auch Fichten festgestellt, wogegen die Kronenverlichtung der älteren (über 60 Jahre alten) Bäume dieser Baumarten weiter anstieg. Nur bei Eiche veränderte sich die Situation gegenüber dem Vorjahr kaum.

Der Anteil stark geschädigter Bäume ist in Niedersachsen 2022 mit 4 % etwas niedriger als 2021 (4,1 %), aber weiterhin mehr als doppelt so hoch wie das langjährige Mittel (1984–2022) von 1,6 %. Fichten haben mit 14,5 % den höchsten und Kiefern mit 1,4 % den geringsten Anteil stark geschädigter Bäume.

Die Absterberate ist gegenüber dem Vorjahr wieder angestiegen. Gegenüber 0,55 % im Jahr 2021 stieg der Wert 2022 auf 0,75 % und liegt damit fast viermal so hoch wie der Mittelwert von 1984 bis 2022. Er stieg vor allem bei Fichte um ein Vielfaches von 1,61 % 2021 auf 4,42 % 2022. Bei den anderen Baumarten blieb die Absterberate gleich oder sank leicht und ist am geringsten bei Buche (0,18 %).

Bei allen Baumarten stieg die Ausfallrate. Sie betrug 2022 4,5 % und ist damit sechsmal so hoch wie das langjährige Mittel (0,74 %) und auch wie der Vorjahreswert (0,75 %). Am höchsten war sie mit 22 % bei Fichte, am niedrigsten bei Buche (1 %).

Die Baumartenverteilung in der WZE-Stichprobe in Niedersachsen ergibt für die Kiefer einen Flächenanteil von 39 %. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung für den Gesamtwald in Niedersachsen werden daher stark durch die vergleichsweise niedrigen Verlichtungswerte der Kiefer geprägt. Die Fichte ist mit nur noch 10 % (2021: 13 %), die Buche mit knapp 17 % und die Eiche mit 8 % im Kollektiv der Waldzustandserhebung vertreten. Die anderen Laub- und Nadelbäume nehmen zusammen einen Anteil von 27 % ein.

Witterung und Klima

Im Vegetationsjahr 2021/2022 (Oktober bis September) fielen im Flächenmittel von Niedersachsen mit 652 mm rund 90 % der langjährigen Niederschlagsmenge von 749 mm. Allerdings waren von März bis August 2022 alle Monate deutlich zu trocken, so dass die Vegetationszeit durch eine extreme Trockenheit geprägt war. Diese betraf das gesamte Land mit Ausnahme der Küstenregionen. Mit einer Mitteltemperatur von 10,7 °C war das Vegetationsjahr 2021/2022 wiederum eines der wärmsten seit Messbeginn. Das Zusammenspiel von überdurchschnittlich hohen Temperaturen und gleichzeitig sehr geringen Niederschlagsmengen führte dazu, dass besonders in den östlichen und südlichen Landesteilen die ausgeprägte Bodentrockenheit seit nunmehr fünf Jahren anhält.

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. Primärschäden an Eiche und Kiefer durch Käfer traten regional und im Vergleich zu den Vorjahren deutlich gehäuft auf. Bei Eiche wurde vermehrt Fraß durch den Eichenprozessionsspinner beobachtet. Auch die Buchen-Vitalitätsschwäche, das Eschentriebsterben, die Rußbrindenerkrankung 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 weist auf allen Flächen weiterhin einen deutlich abnehmenden Trend auf. Auf den Fichten-



Foto: C. Klimck



Foto: M. Spielmann

flächen im Harz und unter Kiefer in Augustendorf wurden die niedrigsten Einträge seit Messbeginn registriert. 2021 betrug der Sulfatschwefeleintrag mit der Gesamtdeposition nur noch zwischen 2,2 und 4,1 kg je Hektar. Hier zeigt sich deutlich der Erfolg verschiedener Maßnahmen zur Luftreinhaltung.

Der anorganischen Stickstoffeintrag (Ammonium und Nitrat) hat im Zeitraum 2012–2021 auf den vier Fichten- und einer Buchenfläche weiter deutlich abgenommen, auf den anderen vier Flächen weist er hingegen nur einen leicht abnehmenden Trend auf. Er betrug 2021 zwischen 9,5 und 19,7 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 Stick-

stoffaufnahme 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 Niedersachsen?

Im Rahmen der Klimaanpassung der Wälder ist das Interesse der forstlichen Praxis an sogenannten Alternativen Baumarten in den letzten Jahren vor dem Hintergrund der massiven Waldschäden stark gestiegen. Nach dem Ansatz der Klimaanalogien rücken aktuell vor allem südeuropäische und vorderasiatische Nadel- und Laubbaumarten in den Fokus, für die im Nordwestdeutschen Raum wissenschaftliche Anbauversuche jedoch überwiegend fehlen. Der Anbau dieser Arten birgt daher ökonomische, aber vor allem auch ökologische Risiken.

Deshalb arbeitet die NW-FVA in einem aktuellen Forschungsprojekt daran, die größten Wissenslücken zu potenziell geeigneten Baumarten mit Hilfe von etablierten Praxisanbauten zu schließen. Erste Entscheidungshilfen für die Praxis sind nach Projektabschluss Ende 2023 zu erwarten.

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-Stichprobenetz durchgeführt und folgt damit der BZE I (1990) und BZE II (2006). Im Vordergrund der kommenden Auswertungen stehen die Veränderung von Kohlenstoff- und Stickstoffvorräten sowie wichtiger Nährstoffvorräte im Waldboden und Auflagehumus.



Foto: J. Weymar

Forstliches Umweltmonitoring

Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7299912>

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

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

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring folgende Kategorien unterschieden:

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

Die Verknüpfung und Kombination von Level I, II und III eröffnet die Möglichkeit der Übertragung von Ergebnissen aus dem Forstlichen Umweltmonitoring auf 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

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt seit 2005 8 km x 8 km, für Buche und Eiche werden zusätzliche Erhebungspunkte im 4 km x 4 km-Raster durchgeführt, wenn 2004 mindestens 6 Buchen oder Eichen am WZE-Punkt vorhanden waren. Nach einer Rasterüberprüfung im Frühjahr 2020 wurden 12 weitere WZE-Punkte in das 8 km x 8 km-Raster integriert, so dass jetzt inklusive der Verdichtung 312 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv gehören, von denen in diesem Jahr 286 Erhebungspunkte in die Inventur einbezogen werden konnten. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte, Kiefer und die Gruppen der anderen Laub- und Nadelbäume. Die Aufnahmen zur Waldzustandserhebung erfolgten im Juli und August 2022. Sie sind mit qualitätssichernden Maßnahmen sorgfältig überprüft.

Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle Seite 7 die 95 %-Konfidenzintervalle (= Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2022. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer



Foto: J. Evers

Bodenhydrologisches Messfeld auf einer Level II-Fläche

sind die Aussagen. Die Weite des Vertrauensbereiches wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Anzahl der Stichprobepunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte. Für relativ homogene Auswerteeinheiten mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen (z. B. Kiefer bis 60 Jahre) 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 (z. B. Fichte über 60 Jahre).

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

95 %-Konfidenzintervalle für die Kronenverlichtung der Baumarten- und Altersgruppen der Waldzustandserhebung 2022 in Niedersachsen. 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	2224	152	4x4 km	1,4
	bis 60 Jahre	320	26	4x4 km	0,7
	über 60 Jahre	1904	132	4x4 km	1,3
Eiche	alle Alter	1041	111	4x4 km	1,7
	bis 60 Jahre	175	27	4x4 km	1,5
	über 60 Jahre	866	93	4x4 km	1,5
Fichte	alle Alter	385	46	8x8 km	5,1
	bis 60 Jahre	128	16	8x8 km	5,7
	über 60 Jahre	257	32	8x8 km	6,8
Kiefer	alle Alter	1523	86	8x8 km	0,8
	bis 60 Jahre	293	17	8x8 km	1,6
	über 60 Jahre	1230	72	8x8 km	0,9
andere Laub- bäume	alle Alter	629	73	8x8 km	1,3
	bis 60 Jahre	325	35	8x8 km	1,7
	über 60 Jahre	304	42	8x8 km	1,9
andere Nadelbäume	alle Alter	415	46	8x8 km	2,0
	bis 60 Jahre	170	18	8x8 km	2,9
	über 60 Jahre	245	28	8x8 km	2,8
alle Baumarten	alle Alter	3888	162	8x8 km	1,0
	bis 60 Jahre	1083	58	8x8 km	1,2
	über 60 Jahre	2805	132	8x8 km	1,2

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

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung ist der arithmetische Mittelwert der in 5 %-Stufen erhobenen 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 letzten 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.7303420>

Die extremen Witterungsbedingungen der vergangenen Jahre setzten sich auch 2022 fort. Der extrem trockene Sommer 2022 verschärfte vielerorts die Situation für die Wälder in Niedersachsen und sorgte für einen anhaltend schlechten Vitalitätszustand.

Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2022 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Niedersachsen (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 22 % aus. Seit vier Jahren befinden sich die Verlichtungswerte auf dem höchsten Niveau in der Zeitreihe seit 1984. In den jüngeren (bis 60-jährigen) Beständen ist die mittlere Kronenverlichtung etwas abgesunken, die der Altersgruppe der über 60-jährigen Bestände ist nochmals leicht von 24 % auf 25 % gestiegen.

Die Kronenverlichtung der Kiefern (alle Alter) hat sich nochmals etwas erhöht (von 19 % 2021 auf 20 % 2022). Bei den Buchen (alle Alter) sind die Kronen um 3 Prozentpunkte lichter (2022: 27 %) geworden und damit wieder auf dem Niveau von 2020. Bei Fichte glich die Verbesserung bei den jüngeren Bäumen etwa die Verschlechterung der älteren Bäume aus. Einzig bei der Eiche gab es keine Veränderungen.

Insgesamt wird der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung für den Gesamtwald ganz wesentlich durch die Kiefer geprägt, die als häufigste Baumart in Niedersachsen maßgeblich das Gesamtergebnis mit relativ konstant niedrigen Verlichtungswerten beeinflusst. Auch die anderen Laub- und Nadelbäume, die 2022 an der WZE-Stichprobe einen Anteil von 27 % einnehmen, senken – trotz erhöhter Verlichtung seit 2018 – durch ihre vergleichsweise niedrigen Verlichtungswerte den Durchschnitt aller Baumarten.



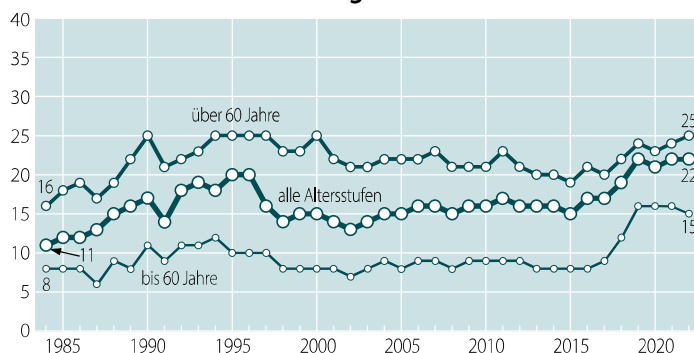
Foto: J. Evers

Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt im Mittel der Zeitreihe (1984–2022) bei 1,6 %. Seit 2019 wird dieser Mittelwert deutlich überschritten. 2022 liegt der Anteil starker Schäden nahezu auf demselben Niveau wie im Vorjahr. Der Wert von 4,0 % stellt den zweithöchsten Wert der Zeitreihe dar. Die Spanne der starken Schäden reicht in diesem Jahr von 1,4 % (Kiefer) bis 14,5 % (Fichte).

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 %

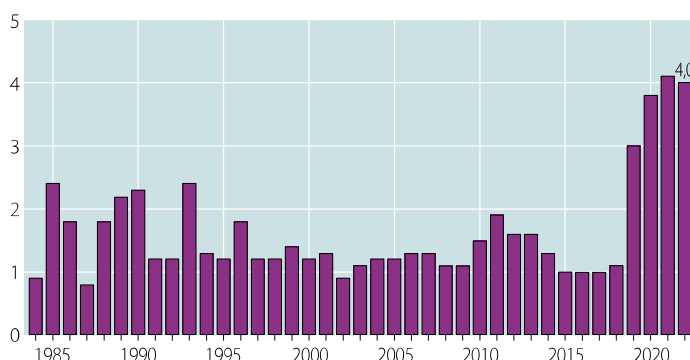


Foto: J. Weymar

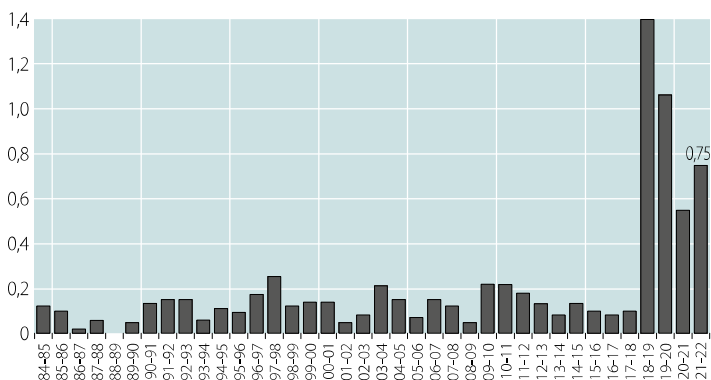
Absterberate

Zur Absterberate werden Bäume gezählt, die zum Zeitpunkt der Erhebung erstmalig eine Kronenverlichtung von 100 % aufweisen. Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) ist im Vergleich zu 2021 noch einmal angestiegen (2021: 0,55 %, 2022: 0,75 %) und übersteigt damit das langjährige Mittel fast um das 4-fache. Bei allen Baumarten(gruppen) liegen die aktuellen Absterberaten über den Durchschnittswerten.

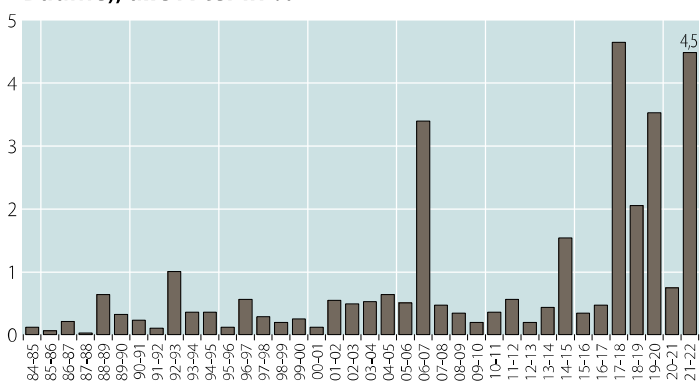
Ausfallrate

Die im Bericht dargestellte Ausfallrate ist das Ergebnis der infolge von Sturmwurf, Trockenheit, Insekten- und Pilzbefall (z. B. Borkenkäferbefall) am Stichprobenpunkt entnommenen Bäume. Die jährlichen Ausfallraten bilden die Auswirkungen von

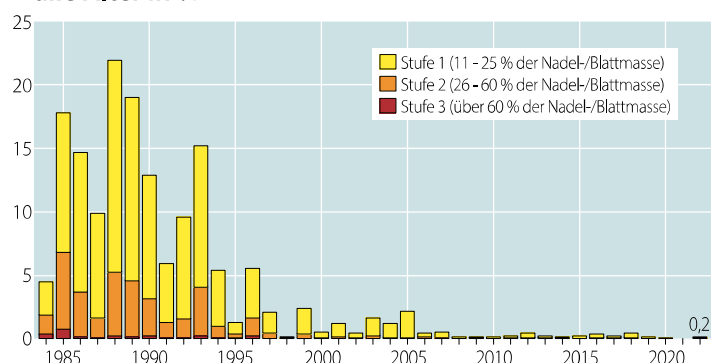
Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



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



Stürmen wie „Kyrill“ (2007) oder „Friederike“ (2018) deutlich ab. Sowohl 2007 als auch 2018 waren Sturmschäden die Hauptausfallursache. 2022 haben 49 % der Ausfälle eine abiotische und 42 % eine biotische Ursache. Letzteres ist in den meisten Fällen auf Borkenkäferbefall zurückzuführen.

Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind häufig ein Indiz für Magnesiummangel in der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Bis Mitte der 1990er Jahre waren Vergilbungen häufig beobachtet worden, seither ist die Vergilbungsrate merklich zurückgegangen. Im Jahr 2022 ist dieses Merkmal kaum aufgetreten, nur 0,2 % der Bäume hatten leichte bzw. mittlere Vergilbungen. Die von den Waldbesitzern und Forstbetrieben durchgeführten Waldkalkungen mit magnesiumhaltigen Kalken und der Rückgang der Schwefelemissionen haben dazu beigetragen, das Auftreten dieser Mangelerscheinung zu reduzieren.

Fazit

Die Nachwirkungen von Stürmen, Hitze- und Trockenperioden sowie Insektenbefall seit 2018 sind auch 2022 in den Wäldern unübersehbar. Sie wurden durch den extrem trockenen Sommer 2022 noch verschärft. Die landesweit repräsentativen Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen ab 2019 die höchsten Anteile an stark geschädigten und abgestorbenen Bäumen in der Zeitreihe. Die Ausfallrate war zwischen 2018 und 2020 besonders hoch und stieg 2022 wieder auf höchstes Niveau an. Vor allem Fichtenbestände sind akut betroffen; ihre Flächenanteile gehen dadurch stark zurück. In den letzten Jahren sind strukturelle Störungen in Form von Blößen und Freiflächen entstanden. Für viele Waldbestände bedeutet das eine Destabilisierung. Die Situation der Wälder ist weiterhin sehr kritisch, Folgeschäden werden auch in den nächsten Jahren noch festzustellen sein.



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 oder Pilze, aber auch direkte Schäden durch Trockenheit auf.

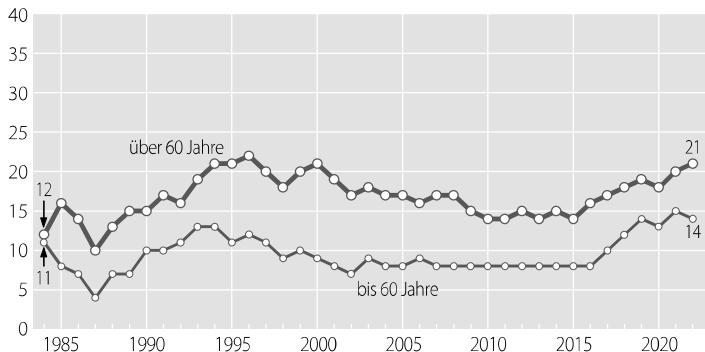
Ältere Kiefer

Die älteren Kiefern weisen über den gesamten Erhebungszeitraum einen stabilen, vergleichsweise niedrigen Kronenverlichtungsgrad auf. Die Verlichtungswerte der älteren Kiefer bleiben durchgehend unter denen von älteren Fichten, Buchen und Eichen. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefern ist 2022 gegenüber dem Vorjahr um einen Prozentpunkt auf 21 % angestiegen.

Jüngere Kiefer

Die Unterschiede im Kronenverlichtungsgrad zwischen den Altersgruppen sind bei der Kiefer im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten nur gering ausgeprägt. Seit 2016 stieg die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefern fast kontinuierlich an. 2022 sank sie im Vergleich zum Vorjahr um 1 Prozentpunkt auf 14 %.

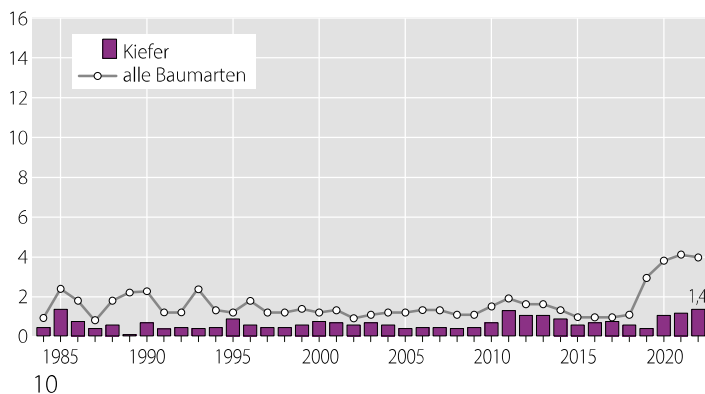
Mittlere Kronenverlichtung in %



Starke Schäden

Auch bei den starken Schäden heben sich die Ergebnisse der Kiefer von denen der anderen Baumarten ab. Im Erhebungszeitraum treten nur geringe Schwankungen auf. Mit 1 % ist

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

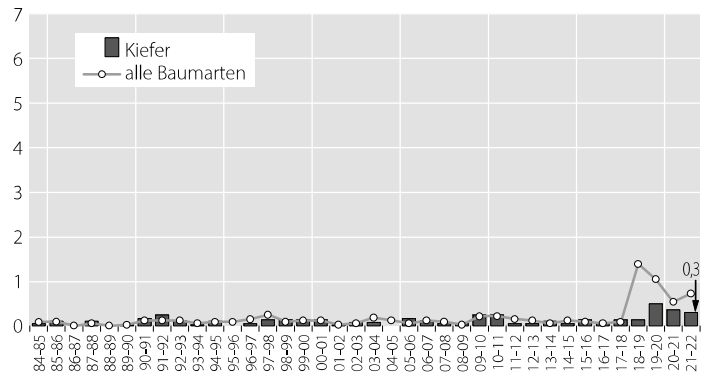


der Anteil stark geschädigter jüngerer Kiefern auf ähnlichem Niveau wie der der älteren Kiefern (1,5 %). Im langjährigen Mittel liegt der Anteil starker Schäden (alle Alter) unter 1 % (0,7 %), 2022 sind es 1,4 %.

Absterberate

Die Absterberate der Kiefer lag bis 2019 bemerkenswert niedrig; sie erreichte maximal 0,26 %. Seit 2020 war sie überdurchschnittlich, sank jedoch nach 2020 langsam wieder ab. 2022 lag sie bei 0,3 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Im Durchschnitt fallen jährlich 0,4 % der niedersächsischen Kiefern aufgrund außerplanmäßiger Nutzung (als Schadholz entnommene Bäume) aus. 2022 erhöhte sich die Ausfallrate stark auf 2,9 %, was ein Maximum in der bisherigen Zeitreihe seit 1984 bedeutet.

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

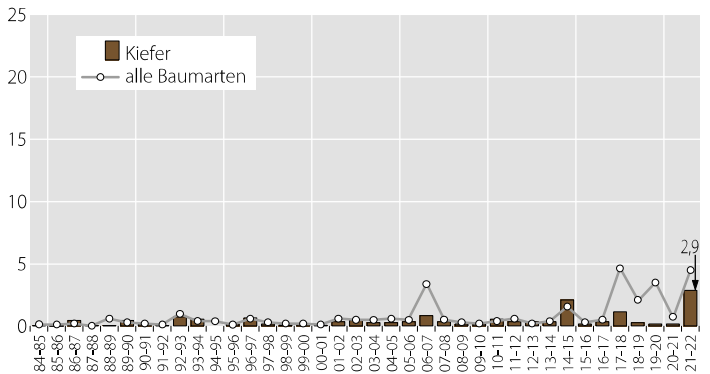


Foto: J. Evers

Fichte

Die in den letzten Jahren zu beobachtende Verschlechterung der Vitalität der Fichte ist die stärkste seit Jahrzehnten. Sie zeigt sich vor allem in außerordentlich hohen Anteilen starker Schäden sowie in hohen Absterbe- und Ausfallraten. Die Stabilität der verbleibenden Fichtenbestände ist erheblich beeinträchtigt und der Fichtenanteil am Gesamtwald geht drastisch zurück (2017: 18 %; 2022: 10 %).

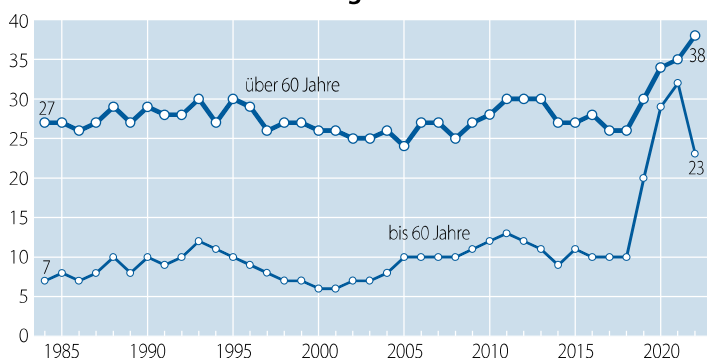
Ältere Fichte

Im Zeitraum von 1984 bis 2018 werden für die älteren Fichten Kronenverlichtungswerte zwischen 24 und 30 % festgestellt. Seit 2019 stieg dieser Wert stetig an und erreicht 2022 mit 38 % ein neues Maximum.

Jüngere Fichte

Bis 2018 gab es für die Fichte einen deutlichen Alterstrend: Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Fichten lag weit unter den Werten der älteren. Seit 2018 stieg die Kronenverlichtung der jüngeren Fichten stark an und erreichte 2021 mit 32 % ein Niveau ähnlich der älteren Fichten. 2022 sank der Wert wieder um 9 Prozentpunkte auf 23 %. Dennoch liegt auch dieser Wert noch weit über dem langjährigen Mittel von 11 %.

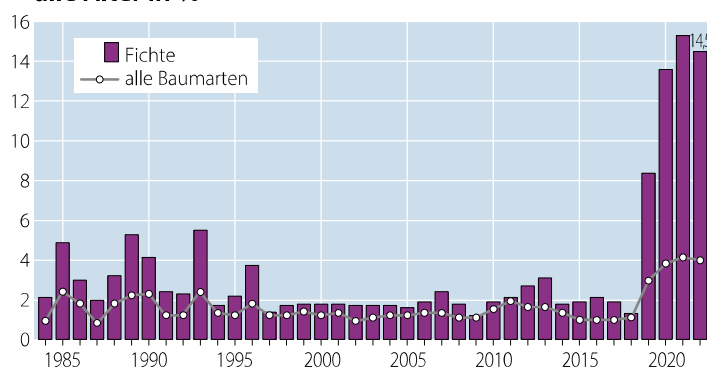
Mittlere Kronenverlichtung in %



Starke Schäden

Für die Fichten wurden bis 1996 wiederholt erhöhte Anteile an starken Schäden (bis 5,5 %) festgestellt. Bis Mitte der 1990er Jahre haben mittlere und starke Vergilbungen von

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

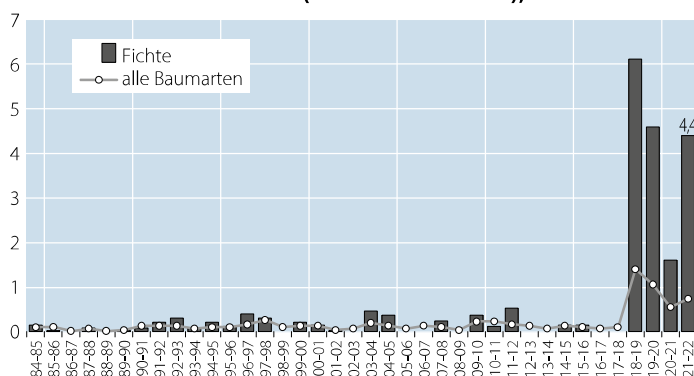


>25 % der Nadelmasse, die zur Einstufung in die nächsthöhere Schadstufe führen, eine bedeutsame Rolle gespielt. Mit dem Rückgang der Vergilbung gingen bei der Fichte auch die Anteile an starken Schäden zurück. Zwischen 1997 und 2018 sind dann nur leichte Schwankungen aufgetreten. Anschließend zeigt sich ein grundlegend anderes Bild: 2019 stieg der Anteil starker Schäden auf 8,4 % und 2020 wurde ein neuer Höchststand mit einem Anteil von 13,6 % erreicht. 2021 ist der Anteil stark geschädigter Fichten nochmals angestiegen (15,3 %). 2022 sank er erstmals wieder leicht auf 14,5 %.

Absterberate

Die Absterberate der Fichte (alle Alter) lag im Erhebungszeitraum bis 2018 bei im Mittel 0,14 % bei Maximalwerten von 0,5 %. 2019 und 2020 sind im Vergleich dazu extrem viele Fichten abgestorben (6,1 % bzw. 4,6 %). Nachdem die Absterberate 2021 mit 1,6 % geringer war als in den beiden Vorjahren, erhöhte sie sich 2022 wieder auf 4,4 %.

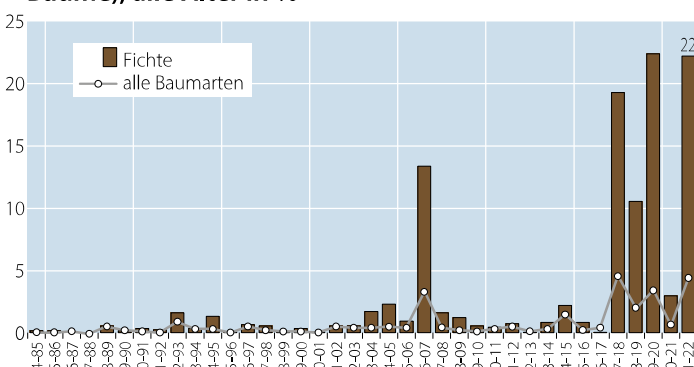
Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Der Anteil als Schadholz entnommener Fichten liegt im Mittel der Beobachtungsjahre bei jährlich 2,5 %. Seit 2018 mussten aufgrund von Sturmschäden und Borkenkäferbefall sehr viele Fichten außerplanmäßig genutzt werden. Nachdem 2021 die Ausfallrate mit 3 % fast durchschnittlich war, stieg sie 2022 wieder auf 22 %. 2018 überwogen die Ausfälle durch Sturmschäden, 2022 konnten 67 % der Ausfälle biotischen Ursachen (Borkenkäferbefall) zugeordnet werden.

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



Buche

Auf die Trockenheit 2018 reagierte die Buche mit einem Anstieg der Kronenverlichtung. Nachdem die Werte 2021 wieder leicht zurückgegangen waren, erhöhten sie sich 2022 wieder auf das Niveau von 2020 (27 %).

Ältere Buche

Für die älteren Buchen stieg die mittlere Kronenverlichtung 2022 wieder auf 31 % und damit das Niveau von 2020 an. Auffällig sind bei der Buche die Schwankungen von Jahr zu Jahr. Eine Ursache für die zunehmende Variabilität der Verlichtungswerte der älteren Buchen ist die Intensität der Fruchtbildung. In Jahren mit intensiver Fruchtbildung sind die Kronenverlichtungswerte erhöht, in den Folgejahren ohne Fruchtbildung weist die Buche dann wieder eine dichtere Belaubung auf.

Jüngere Buche

Bei der Buche sind die Unterschiede in der Belaubungsdichte zwischen jüngeren und älteren Bäumen besonders stark ausgeprägt. Die jüngeren Buchen weisen seit 1995 ein geringes Kronenverlichtungsniveau auf. Nach einer kurzfristigen Erhöhung 2019 und 2020 sank die Kronenverlichtung wieder ab und ist 2022 mit 5 % wieder auf dem niedrigen Niveau vor Beginn der Trockenjahre angekommen. Sie liegt damit unter dem langjährigen Durchschnitt von 7 %.

Mittlere Kronenverlichtung in %

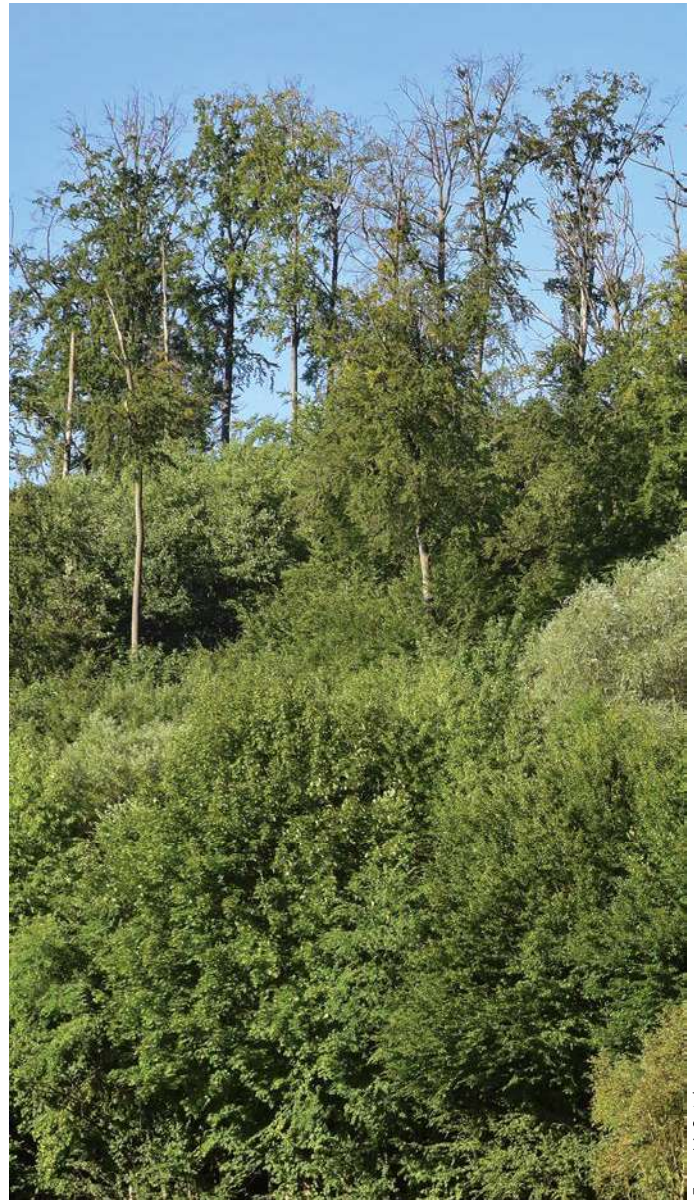
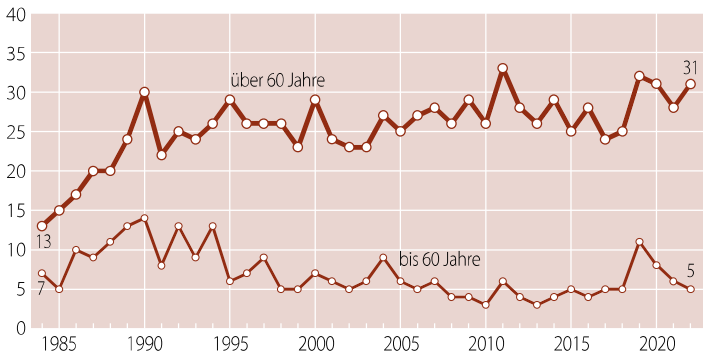


Foto: M. Spielmann

Starke Schäden

Auch beim Anteil starker Schäden treten bei den Buchen im Beobachtungszeitraum Schwankungen auf. Seit 2019 liegen die Anteile über dem langjährigen Mittel von 2,2 %. Nach einer vorübergehenden Erholung stieg 2022 der Anteil stark geschädigter Buchen wieder auf 4,9 %, was nach 2019 den zweithöchsten Wert der Zeitreihe darstellt.

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

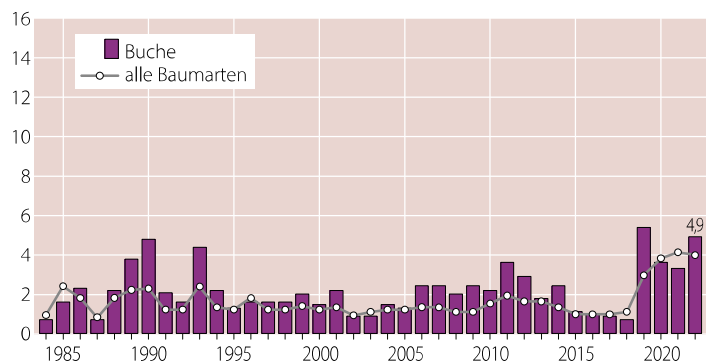
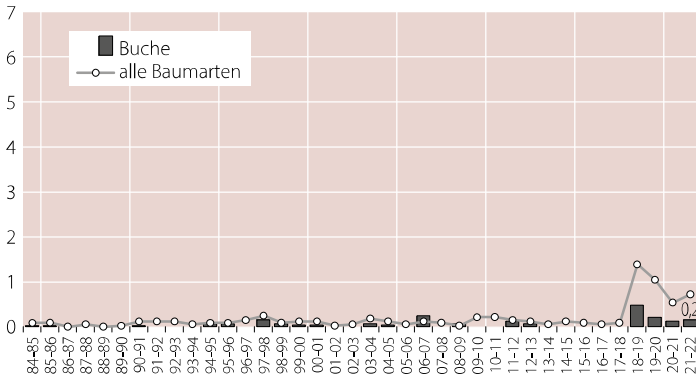


Foto: J. Weymar

Absterberate

Im Vergleich zu den anderen Baumarten weist die Buche eine auffallend niedrige Absterberate auf. Im Mittel der Zeitreihe liegt die Absterberate der Buche bei nur 0,06 %. Nach einer Erhöhung auf 0,48 % im Jahr 2019 ging der Anteil seitdem kontinuierlich zurück. 2022 starben 0,2 % der Buchen ab.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Die durchschnittliche Ausfallrate der Buchen (Bäume, die als Schadholz entnommen wurden) ist niedrig (0,4 %). Der Anteilstieg 2022 im Vergleich dazu an und lag bei 1 %.

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

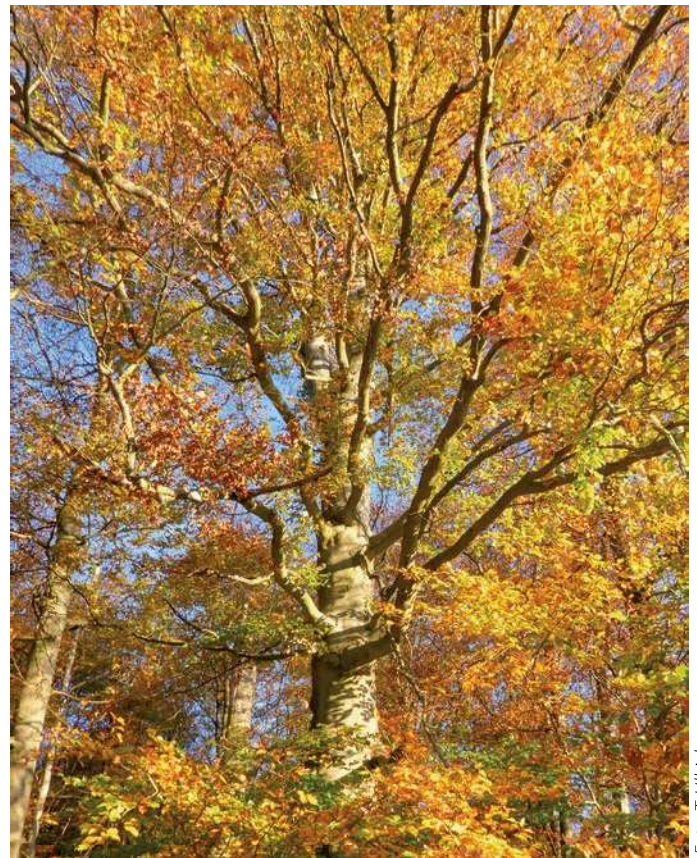
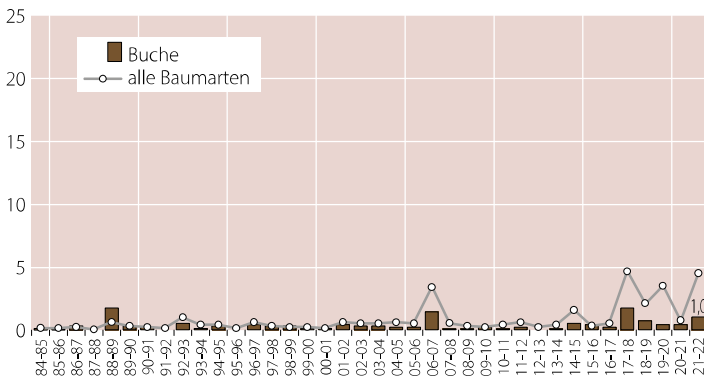


Foto: T. Ullrich

Fruchtbildung

Die Ergebnisse zur Fruchtbildung im Rahmen der Waldzustandserhebung zeigen die Tendenz, dass die Buchen in kurzen Abständen und vielfach intensiv fruktifizieren. Dies kann auf eine Häufung strahlungsreicher Jahre sowie eine erhöhte Stickstoffversorgung der Bäume zurückzuführen sein. 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 1984–2022 alle 2,1 Jahre eine starke Mast. Literaturrecherchen hingegen ergaben für den Zeitraum 1839–1987 Abstände zwischen zwei starken Masten für 20-Jahresintervalle zwischen 3,3 und 7,1 Jahren. In den Jahren 2018 bis 2020 zeigte sich erstmals im Beobachtungszeitraum eine Aneinanderreihung von drei Jahren mit intensiver Fruchtbildung. 2022 fruktifizierten 58 % der Buchen in Niedersachsen mittelstark oder stark.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %

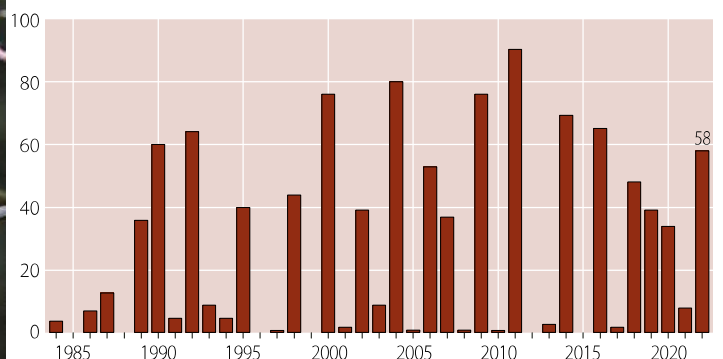


Foto: M. Spielmann

Eiche

Bei der Eiche war nach 2018 keine abrupte Vitalitätsverschlechterung festzustellen. Die Kronenverlichtung befindet sich seit 6 Jahren auf erhöhtem Niveau.

Ältere Eiche

In der Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung der älteren Eichen treten die höchsten Verlichtungswerte (>30 %) in den Jahren 1996–1997 und 2010–2013 unter dem Einfluss von starkem Insekten- und Pilzbefall auf. Für den allmählichen Anstieg der Verlichtung seit 2015 spielt die Eichenfraßgesellschaft allerdings keine Rolle, da in diesem Zeitraum nur moderate Fraßschäden beobachtet wurden. 2022 liegt die mittlere Kronenverlichtung weiterhin über 30 % (32 %).

Jüngere Eiche

Die Kronenentwicklung der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre zeigt einen sehr viel günstigeren Verlauf als die Entwicklung der älteren Eichen. In den letzten Jahren stiegen die Werte etwas an und liegen 2022 – wie im Vorjahr – mit 9 % leicht über dem langjährigen Mittel von 7 %.

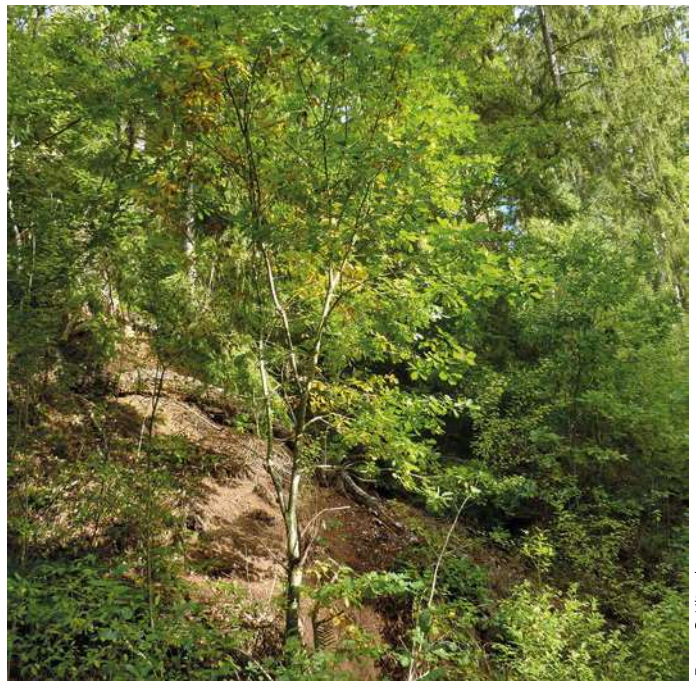
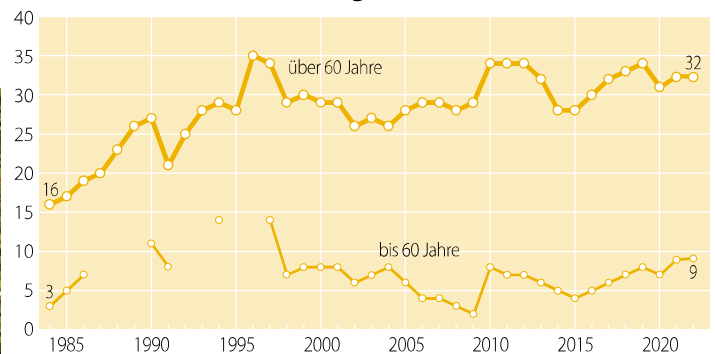


Foto: C. Klinck

Mittlere Kronenverlichtung in %



In den Jahren 1987-1989, 1992-1993 und 1995-1996 sind aufgrund des Stichprobenumfanges keine Aussagen für die Eiche bis 60 Jahre möglich.

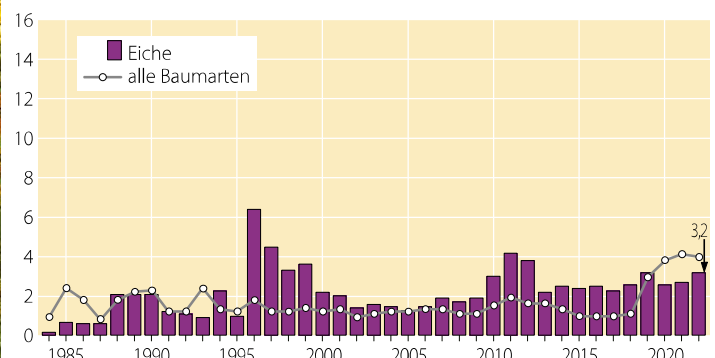


Foto: T. Ullrich

Starke Schäden

Parallel zu den erhöhten Kronenverlichtungswerten in den Jahren 1996–1997 und 2010–2013 waren in diesen Phasen auch erhöhte Anteile starker Schäden zu verzeichnen. Im Durchschnitt der Zeitreihe sind 2,2 % der Eichen als stark geschädigt eingestuft worden. Der diesjährige Anteil stark geschädigter Eichen (3,2 %) ist nur in sehr wenigen Fällen durch Insektenfraß bedingt.

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



Absterberate

Die Absterberate der Eiche liegt im Mittel der Jahre 1984–2022 bei 0,2 %. Überdurchschnittliche Absterberaten wurden jeweils im Anschluss an starken Insektenfraß ermittelt. Am höchsten war die Absterberate 1998 (0,9 %). Im Jahr 2022 lag die Absterberate mit 0,3 % auf dem Niveau des Vorjahres und damit leicht über dem Durchschnittswert.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

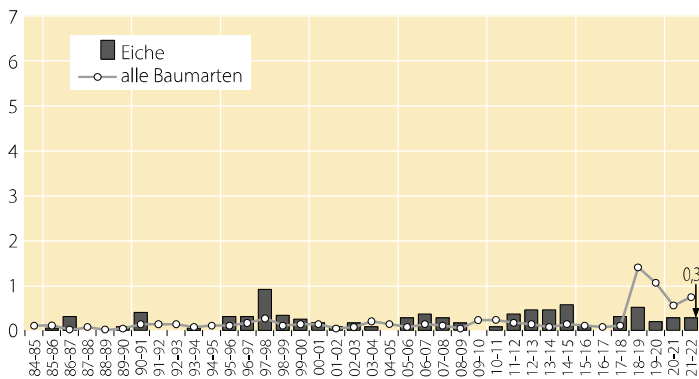
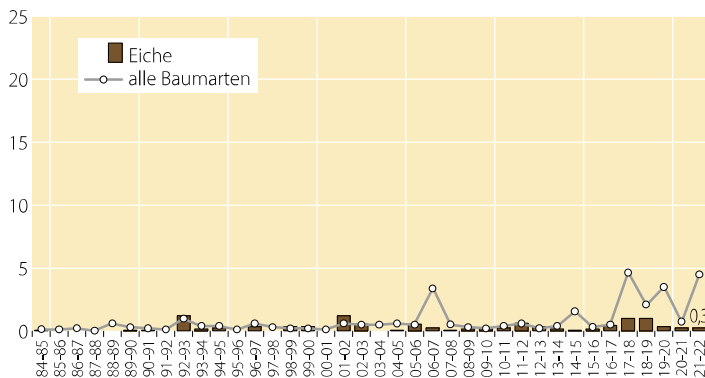


Foto: M. Spielmann

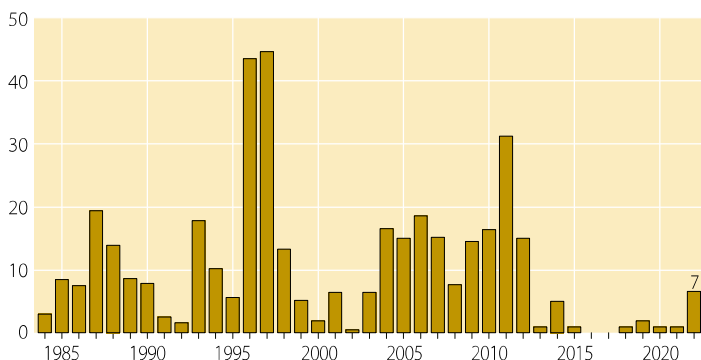
Ausfallrate

Die Ausfallrate ist für Eiche in allen Erhebungsjahren sehr gering. Sie liegt im Mittel bei 0,3 %. 2022 wurde mit 0,3 % der gleiche Wert wie im Vorjahr erreicht, nachdem die Ausfallrate 2018 und 2019 erhöht war (1,1 %).

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



Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %



Fraßschäden

Die periodische Vermehrung von Insekten der so genannten Eichenfraßgesellschaft trägt maßgeblich zu den Schwankungen der Belaubungsdichte der älteren Eichen bei. Der Fraß an Knospen und Blättern durch die Eichenfraßgesellschaft wirkte sich besonders stark in den Jahren 1996–1997 und 2011 aus. Seit 2013 ist der Anteil mittlerer und starker Fraßschäden gering. 2022 war er mit 7 % leicht erhöht.

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 im September durchgeführt. Aus diesen Aufnahmen und den Sommeraufnahmen kann gefolgert werden, dass 2022 mehr als ein Drittel der Eichen mindestens mittelstark fruktifiziert hat.



Foto: J. Weymar

Andere Laub- und Nadelbäume

In Niedersachsen wurden 2022 bei der Waldzustandserhebung als landesweite repräsentative Stichprobeninventur 33 Baumarten erfasst. Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor, die insgesamt 27 % der Stichprobenbäume der Waldzustandserhebung in Niedersachsen 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. Zu den anderen Laubbäumen gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde und Hainbuche. Am häufigsten ist die Birke, gefolgt von Erle und Bergahorn. Die Gruppe der anderen Nadelbäume setzt sich vorwiegend aus Lärche und Douglasie zusammen.

Mittlere Kronenverlichtung

Nachdem die mittlere Kronenverlichtung der anderen Laubbäume (alle Alter) 2019 auf einen Höchststand in der 39-jährigen Zeitreihe angestiegen war (21 %), ist die Kronenverlichtung 2020 und 2021 niedriger (16 %). Sie stieg 2022 wieder auf 17 % an. Bei den anderen Nadelbäumen (alle Alter) ist seit 2014 ein Anstieg der Kronenverlichtung festzustellen. Der Höchstwert von 19 % aus dem Vorjahr wurde auch 2022 wieder erreicht.

Mittlere Kronenverlichtung in %

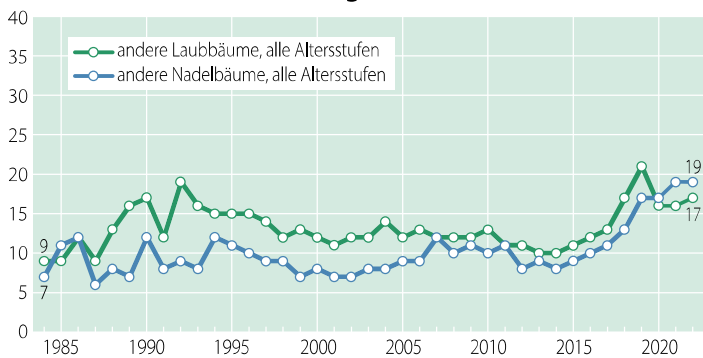


Foto: T. Friedhoff

Birke



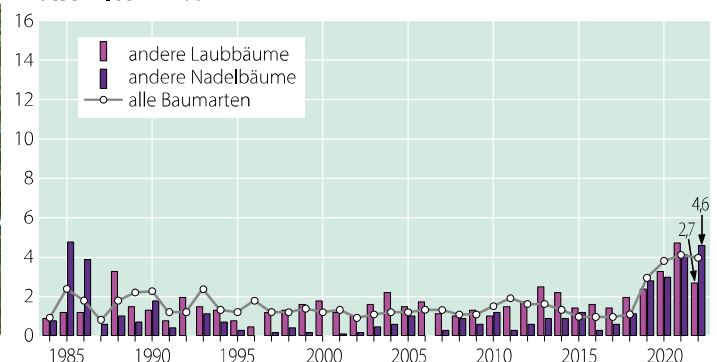
Foto: C. Klinck

Hainbuche

Starke Schäden

Für die anderen Laubbäume (alle Alter) schwanken die Anteile an starken Schäden von Jahr zu Jahr, im langjährigen Mittel wurden 1,6 % als stark geschädigt eingestuft. Im Vergleich zu 2021 sank dieser Anteil von 4,7 % auf 2,7 %. Bei den anderen Nadelbäumen wurden in den ersten Jahren der Waldzustandserhebung hohe Anteile an starken Schäden festgestellt, anschließend gingen die Werte zurück. Im Mittel ist 1 % der anderen Nadelbäume stark geschädigt. 2022 beträgt der Anteil 4,6 %.

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



Absterberate

Die Absterberaten waren für beide Baumartengruppen 2019 die höchsten im Beobachtungszeitraum seit 1984. 2022 lag die Rate bei anderen Laubbäumen bei 0,5 % und damit um 0,1 Prozentpunkte unter dem Vorjahr. Auch bei den anderen Nadelbaumarten lag die Absterberate bei 0,5 % und blieb damit auf dem Vorjahresniveau. Für beide Gruppen liegen die Werte jedoch nach wie vor über dem langjährigen Mittel.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %

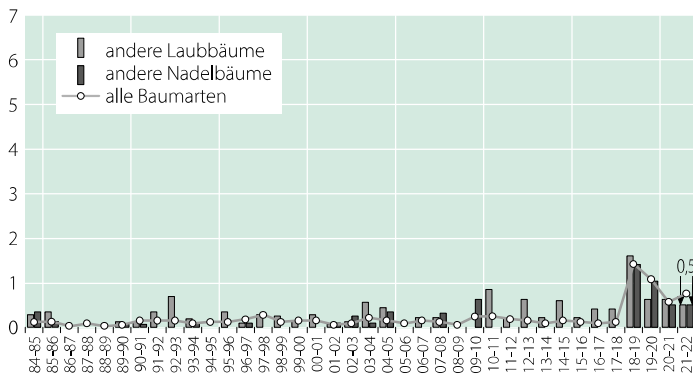


Foto: J. Evers

Erlenbestand



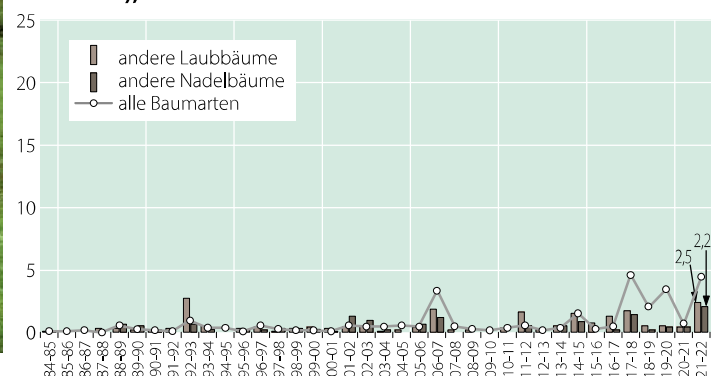
Foto: J. Weymar

Lärche

Ausfallrate

Die Gruppen der anderen Laub- und Nadelbäume weisen im Erhebungszeitraum niedrige mittlere Ausfallraten auf. 2022 stiegen die Ausfälle in beiden Gruppen stark an: bei der Gruppe der anderen Laubbäume auf 2,5 % und bei den anderen Nadelbäumen auf 2,2 %, was einen neuen Maximalwert darstellt.

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



Witterung und Klima

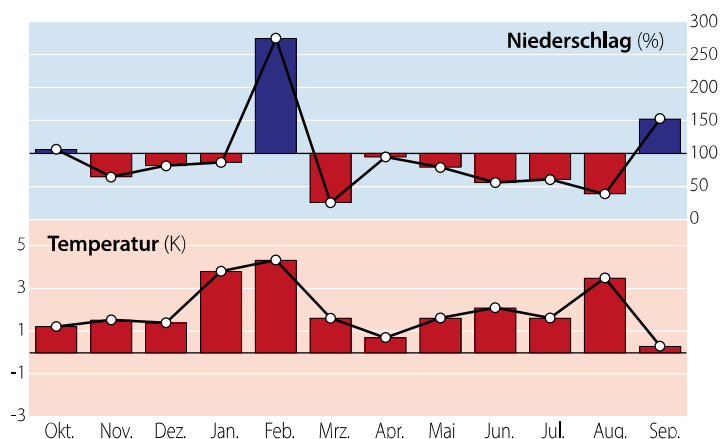
Johannes Suttmöller

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303437>

Für eine flächenhafte Aussage für das Land Niedersachsen 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 10,7 °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 Frühjahrs-trockenheit 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 bis auf

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 2021/22



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

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

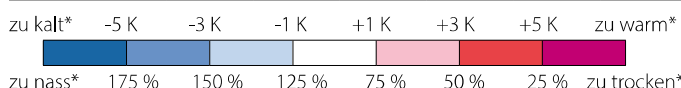
den Norden das ganze Land betraf. Infolgedessen trockneten die Waldböden in Niedersachsen stark aus, so dass das pflanzenverfügbare Bodenwasser vielfach nicht ausreichte, um eine ausreichende Wasserversorgung der Bestände zu gewährleisten. Die ausgeprägte Bodentrockenheit hält in weiten Teilen von Niedersachsen nunmehr seit fünf Jahren an.

Witterungsverlauf von Oktober 2021 bis September 2022

Der **Oktober** 2021 war in Niedersachsen etwas feuchter als normal und wärmer als im langjährigen Mittel der Klimareferenzperiode 1961 bis 1990. Mit 61 mm fielen im Flächenmittel rund 105 % der üblichen Niederschlagsmenge. Dabei war es im Nordwesten des Landes besonders nass, während im Süden regional nur wenig mehr als die Hälfte der üblichen Niederschlagsmenge fiel. Die Monatsmitteltemperatur betrug 10,9 °C und lag um 1,3 K über dem Durchschnittswert (Abb. und Tab. unten). Im **November** setzte sich die milde Witterung fort. Mit einer Mitteltemperatur von 6,6 °C war der Monat 1,6 K zu warm. Das langjährige Niederschlagsmittel wurde um rund 45 % unterschritten (43 mm). Besonders in der Westhälfte fiel teilweise weniger als 50 % der langjährigen Niederschlagsmenge. Es folgte ein sonnenscheinarmer, trockener und milder **Dezember**. Dabei fielen im Flächenmittel 57 mm Niederschlag. Dies entspricht rund 80 % des Niederschlagsolls, wobei im südlichen Niedersachsen regional weniger als 50 % der vieljährigen Monatssumme gemessen

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	10,9	9,6	9,6	61	57	65
November	6,6	5,0	5,8	43	67	63
Dezember	3,4	1,9	2,9	57	71	72
Januar	4,5	0,6	2,0	52	61	69
Februar	5,4	1,1	2,4	121	44	53
März	5,5	3,9	5,1	14	56	55
April	8,1	7,4	9,1	49	52	42
Nicht-vegetationszeit	6,3	4,2	5,3	397	408	419
Mai	13,8	12,2	13,0	48	62	57
Juni	17,4	15,3	16,1	43	76	68
Juli	18,3	16,7	18,2	44	73	81
August	20,1	16,6	17,9	28	70	75
September	13,9	13,5	14,2	92	60	65
Vegetationszeit	16,7	14,9	15,9	255	341	346
Vegetationsjahr	10,7	8,7	9,7	652	749	765



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

wurden. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 3,4 °C war der Dezember 2021 um 1,5 K zu warm. Entsprechend der Jahreszeit nahmen die Bodenwassergehalte zu, wobei die unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen nicht ausreichten, um die Bodenwasserspeicher vollständig aufzufüllen.

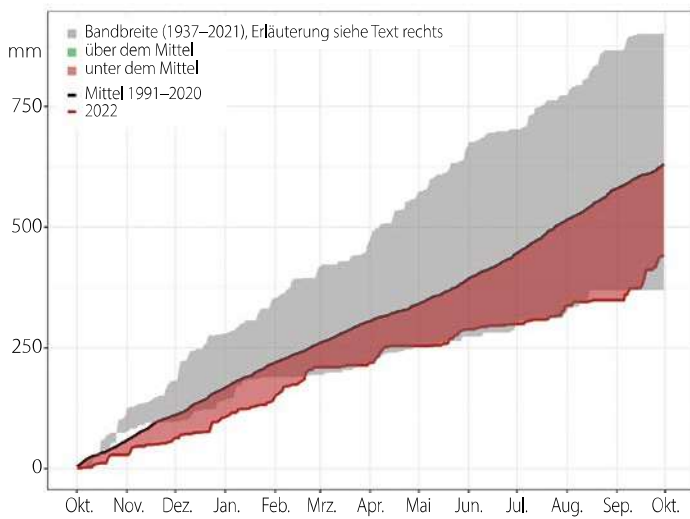
Die Witterung im **Januar** 2022 war durch trübes und überwiegend mildes Wetter geprägt. Die Monatsmitteltemperatur betrug 4,5 °C und lag damit knapp 4 K über dem langjährigen Mittelwert. Infolge häufiger Hochdruckwetterlagen fielen nur 52 mm (80 %) Niederschlag. In Teilen der Mitte wurde verbreitet 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 5,4 °C und einer positiven Temperaturabweichung von 4,3 K sehr mild. Infolge der zahlreichen Tiefdruckgebiete wurde das Niederschlagssoll um mehr als das Zweieinhalbfache im Landesmittel übertroffen. Dabei fielen 121 mm Niederschlag, wobei die nordwestlichen Landesteile besonders nass waren. Allerdings reichten die Niederschläge nicht überall 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 Niedersachsen wurden nur 14 mm Niederschlag berechnet. Dies entspricht 25 % der langjährigen mittleren Niederschlagshöhe. Im äußersten Nordosten des Landes wurde regional nahezu kein Niederschlag gemessen (Station Lüchow 2,9 mm). Der März war mit einer Mitteltemperatur von 5,5 °C nur unwesentlich wärmer als der Februar, jedoch um 1,6 K wärmer als im langjährigen Mittel der Periode 1961–1990. Die trockene Witterung führte zu einer deutlichen Abnahme der Bodenwassergehalte in den oberen Bodenschichten. Der **April** war in Niedersachsen etwas trockener als im

langjährigen Mittel. Es fielen 49 mm Niederschlag. Obwohl die Nächte häufig frostig waren, lag die Mitteltemperatur mit 8,1 °C um 0,7 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 48 mm entsprach rund 75 % der langjährigen mittleren Werte, wobei im südlichen Niedersachsen verbreitet weniger als 50 % des Solls gemessen wurde. Der Mai war mit 13,8 °C um 1,6 K zu warm. Auch der **Juni** war sehr sonnenscheinreich, trocken und sehr warm. Die Monatsmitteltemperatur von 17,4 °C lag um 2,1 K über dem Wert der Referenzperiode. Mit 43 mm im Flächenmittel fielen rund 55 % 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 (Barsinghausen-Hohenbostel am 20. Juli sogar 40,0 °C) gemessen. Die Mitteltemperatur lag in Niedersachsen mit 18,3 °C um 1,6 K über den langjährigen Durchschnittswerten. Die Niederschlagshöhe von 44 mm im Flächenmittel bedeutet ein Defizit von 40 % im Vergleich zur Periode 1961–1990 und sogar knapp 50 % zur aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Die ohnehin schon geringen Bodenwassergehalte nahmen weiter ab und verstärkten den Trockenstress. Der **August** war der sechste Monat in Folge, der teilweise deutlich zu trocken ausfiel. Rund 40 % (28 mm) der langjährigen Niederschlagsmenge wurden für das Flächenmittel berechnet. Punktuelle Starkniederschläge konnten die extreme Trockenheit nicht abmildern und führten nur vorübergehend zu einer leichten Aufweitung der oberen Bodenschichten. Zudem kam es zu zahlreichen Waldbränden



Foto: M. Schmitt

Akkumulierter Niederschlag im Vegetationsjahr an der Klimastation Hannover



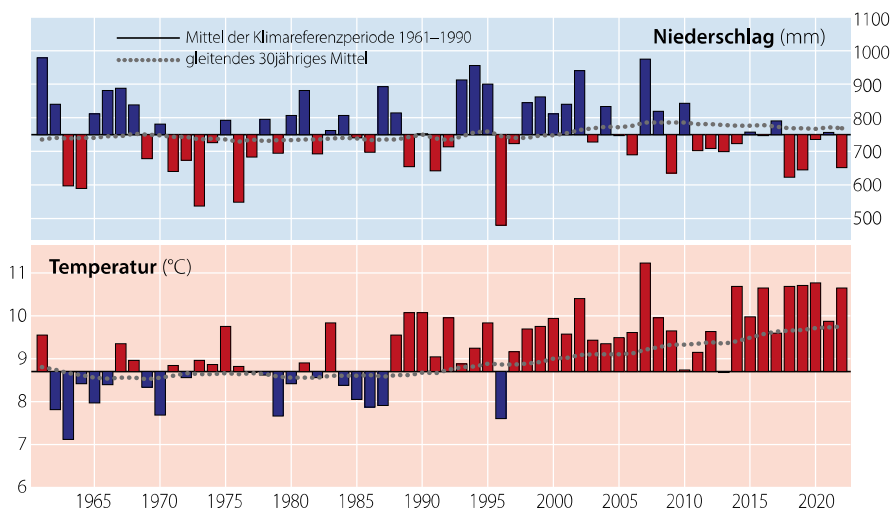
(u. a. im Harz). Die Monatsmitteltemperatur von 20,1 °C lag um 3,5 K über den Durchschnittswerten. Damit war der August 2022 einer der wärmsten seit Messbeginn im Jahr 1881. Zum Ende des Vegetationsjahres 2021/2022 wurden im **September** erstmals seit Februar wieder überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen in Niedersachsen gemessen. Das Flächenmittel des Niederschlags von 92 mm bedeutet ein Überschuss von rund 50 %. Allerdings reichten die Niederschläge nicht aus, um die extreme Bodentrockenheit insbesondere in den östlichen und südlichen Landesteilen zu beenden. Nach sommerlichem Beginn kühlte es ab der zweiten Septemberdekade deutlich ab, so dass die Monatsmitteltemperatur von 13,9 °C nur 0,4 K über dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1961–1990 lag. Um die extreme Trockenheit im Vegetationsjahr 2021/2022 zu verdeutlichen, wird am Beispiel der Klimastation Hannover des DWD der akkumulierte Niederschlag im Vergleich zu den

Jahren 1937 bis 2021 abgebildet (Abb. links). 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 (1959) und niederschlagreichste Jahr (1961) 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 (bzw. darunter) 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 eines der trockensten Jahre in der 85-jährigen Zeitreihe der Station Hannover. 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 10,7 °C im Flächenmittel von Niedersachsen 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 10 von 12 Monaten mehr als 1 K wärmer und kein Monat kälter als die langjährigen Mittelwerte (Abb. und Tab. Seite 18). 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 zu trocken. Im Flächenmittel von Niedersachsen fielen 652 mm Niederschlag und damit vergleichbar der Niederschlagsmenge in den Jahren 2018 (621 mm) und 2019 (643 mm). In den letzten

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 Niedersachsen, Jahreswerte für das Vegetationsjahr (Oktober bis September)

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach
20



Foto: J. Weymar



Foto: C. Klinck

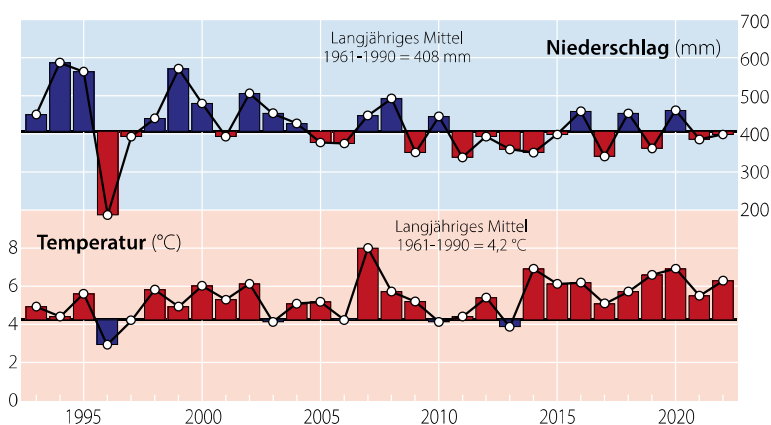
12 Monaten waren nur der Februar und September überdurchschnittlich nass, während 8 von 12 Monaten teilweise deutlich zu trocken ausfielen.

Die Nichtvegetationszeit von Oktober 2021 bis April 2022 war 2,1 K wärmer als der langjährige Mittelwert. Die Mitteltemperatur betrug 6,3 °C (Abb. unten). In den nördlichen Landesteilen lag die positive Temperaturabweichung regional über 2,5 K,

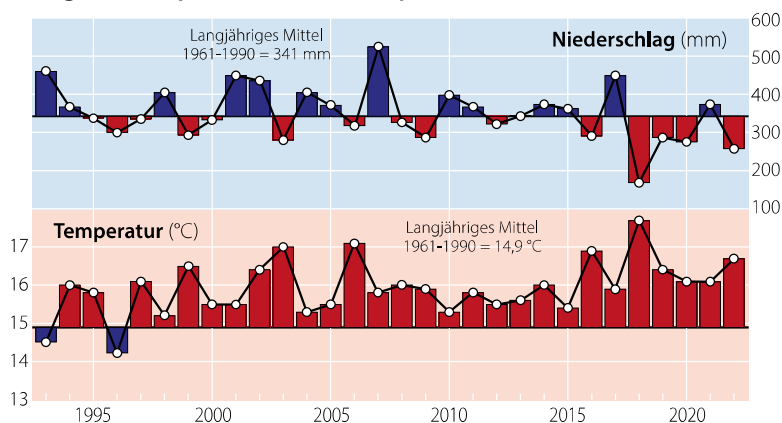
während die Temperaturen in den Höhenlagen des südlichen Berglandes und im Harz weniger als 2 K von den langjährigen Mittelwerten abwichen (Abb. Seite 22 oben links). In der Nichtvegetationszeit fielen im Flächenmittel von Niedersachsen 397 mm Niederschlag und damit annähernd so viel wie im langjährigen Mittel (Abb. unten). Dabei gab es ein starkes Nordwest-Südost-Gefälle in der Niederschlagsverteilung. Während im Nordwesten des Landes bis zu 20 % mehr Niederschlag fiel, war es im niedersächsischen Bergland und im Harz um bis zu 30 % trockener im Vergleich zum Mittel der Periode 1961–1990 (Abb. Seite 22 unten links).

Die Vegetationszeit von Mai bis September 2022 war ebenfalls überdurchschnittlich warm und trocken. Die Mitteltemperatur betrug 16,7 °C und lag damit 1,8 K über dem langjährigen Mittelwert (Abb. unten). Überdurchschnittlich hoch war die Temperaturabweichung mit mehr als 2,5 K im Harz, während im Küstenbereich die Temperaturen nur um +1,5 K von den Mittelwerten abwichen (Abb. Seite 22 oben rechts). Im Flächenmittel des Landes Niedersachsen fielen mit 255 mm nur 75 % der langjährigen Niederschlagsmenge (Abb. unten). Besonders niederschlagsarm war es in der gesamten Südosthälfte des Landes (Abb. Seite 22 unten rechts). Infolge von Starkniederschlagsereignissen betrug regional das Niederschlagsdefizit weniger als 10 %.

Langjährige Klimawerte (1993–2022) Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Niedersachsen



Langjährige Klimawerte (1993–2022) Vegetationsperiode Mai bis September, Niedersachsen



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Fazit

- Das Vegetationsjahr 2021/2022 war mit einer Mitteltemperatur von 10,7 °C eines der wärmsten Jahre seit Beobachtungsbeginn im Jahr 1881. Der langjährige Erwärmungstrend setzte sich unvermindert fort.
- Mit 652 mm fielen 87 % des langjährigen Niederschlagsolls, wobei die Vegetationszeit sehr trocken war.
- Dabei waren 8 von 12 Monaten teilweise deutlich zu trocken und alle Monate teilweise deutlich wärmer als im langjährigen Mittel der Periode 1961 bis 1990.
- Im östlichen und südlichen Niedersachsen hält die ausgeprägte Bodentrockenheit nunmehr seit fünf Jahren an.

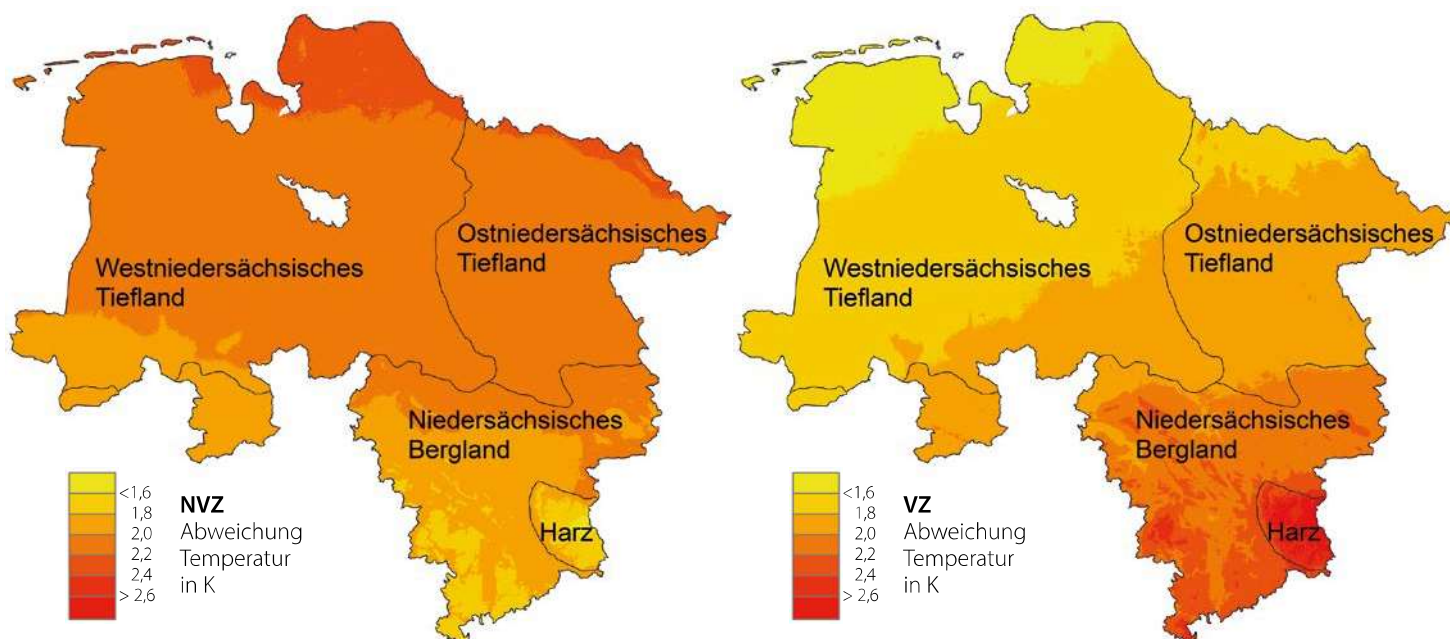
Literatur

- 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

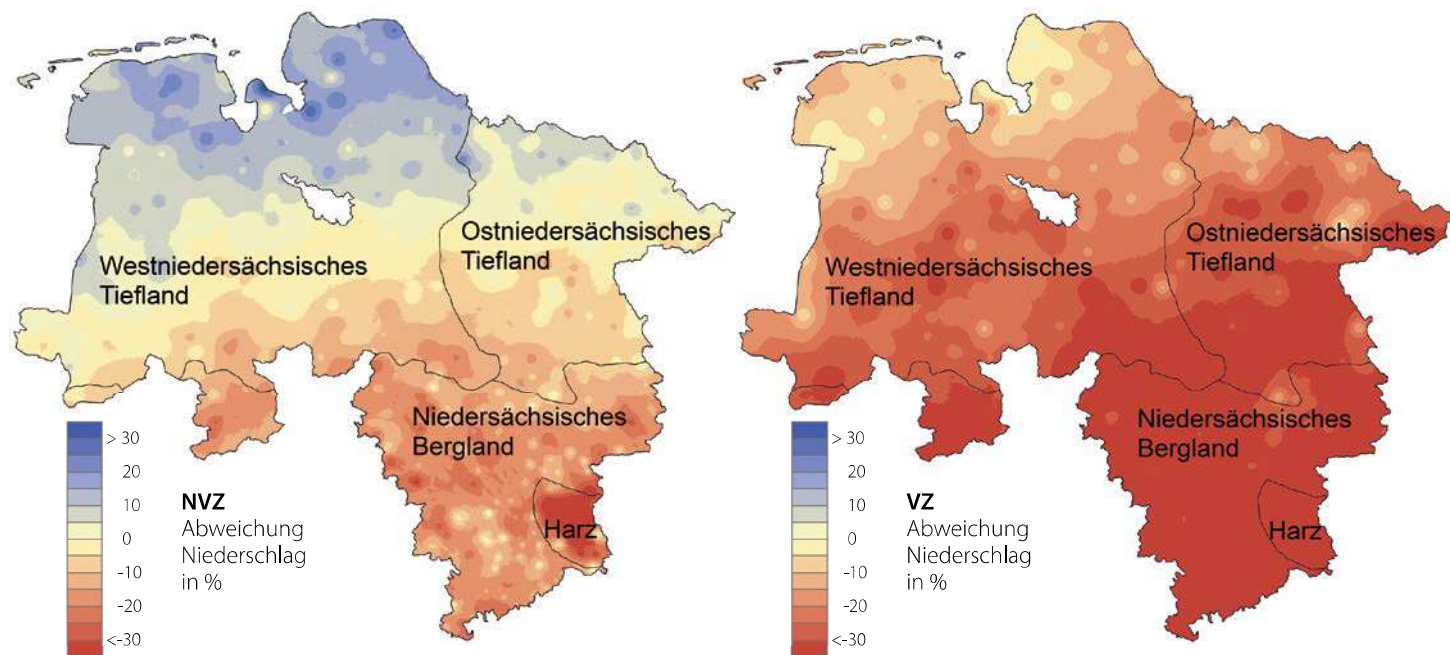
Foto: M. Spielmann



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



Insekten und Pilze

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

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303445>

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.

Während der **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus*) direkt nach der Überwinterung zunächst keine größere Rolle bei der Besiedlung liegenden Holzes spielte, trat er ab Mai 2022 deutlicher in Erscheinung. Vielerorts konnte beobachtet werden, dass der Kupferstecher in Windwürfen große Dichten erreichte und nun auch die Brutentwicklung des Buchdruckers im Liegenden erheblich stören konnte. Schäden



Foto: NW-FVA

Prachtkäfergangsystem auf Eichenholz nach Entnahme der Rinde

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 Kiefernborkekäfer, Kiefernprachtkäfer, Pissodes- und Bockkäferarten) in der ersten Jahreshälfte 2022 nochmals deutlich zurückgegangen. Erhebungen der NW-FVA und vereinzelte



Foto: J. Evers

Borkenkäferschäden

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 **Zwölfzähligen Kiefernborkekäfer** (*Ips sexdentatus*).

Zu **Buchenborkekäfer** 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 Pilzkrankungen als sekundäre Schädlinge auf. Im nunmehr 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 Kieferngrößschädlinge

Die Ergebnisse der Überwachung des **Kleinen Frostspanners** (*Operophtera brumata*) und **Großen Frostspanners** (*Erannis defoliaria*) mit Hilfe von Leimringen im Herbst 2021 wiesen auf der überwiegenden Anzahl der niedersächsischen Waldflächen auf Latenz hin. Die Überwachung des **Eichenprozessionsspinners** (*Thaumetopoea processionea*) mit Hilfe von Nesterzählungen erfolgte im Jahr 2021 nur durch das NFA Wolfenbüttel, Revier Wolfsburg, in insgesamt 26 Eichenbeständen. Der Schwellenwert wurde dabei lediglich in zwei Beständen knapp überschritten.

Im Sommer 2022 wurden Fraßbonituren in Eichenbeständen auf insgesamt 3.779 ha vom NFA Wolfenbüttel durchgeführt. Dem **Eichenprozessionsspinner** sind davon insgesamt 2.859 ha mit dem Fraßgrad „geringer Fraß“ (11–30 % Blattverlust) zuzuordnen (NFA Wolfenbüttel, Revier Barnbruch). In den Revieren Barnbruch und Wolfsburg (NFA Wolfenbüttel) wurden zudem auf 920 ha Fraß durch die **Eichenfraßgesellschaft** beobachtet. Davon wurde auf 2 ha der Fraßgrad „unbefressen“ (0–10 % Blattverlust), auf 317 ha „geringer Fraß“ (11–30 % Blattverlust) und auf 601 ha „mittlerer Fraß“ (31–70 % Blattverlust) dokumentiert.

Die Ergebnisse der Überwachung des Falterfluges der **Forleule** (*Panolis flammea*) mit Hilfe von Pheromonfallen ergaben im Jahr 2022 in Niedersachsen die niedrigsten Werte seit 2013. Fraßereignisse durch **Kieferngrößschädlinge** und **Nonne** wurden in Niedersachsen nicht beobachtet.

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.



Eschentriebsterben

Foto: NW-FVA

Komplexe Schäden an Rotbuche

Wie auch in den vergangenen Jahren seit 2018 wurden in Teilbereichen 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 Symptome waren mit Rindennekrosen, Rindentränen 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.



Buchen-Vitalitätsschwäche

Foto: M. Spielmann

Rußrindenerkrankung des Ahorns

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



Foto: R. Schläßer

Rußrinde

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

Der wärmeliebende 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 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 vorzeitigen Nadelverlust infolge eines Befalls mit der Rußigen Douglasienschütte (*Nothophaeocryptopus gaeumannii*) oder physiologischer Nadelröte der Douglasie infolge von Frosttrocknis.



Foto: NW-FVA

Rußige Douglasienschütte



Foto: NW-FVA

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

Stoffeinträge

Birte Scheler

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303457>

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.

Um die Wirkungen erhöhter Stoffeinträge und damit verbundener Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme wie beispielsweise das Grundwasser zu untersuchen, wurde bereits 1968 mit der systematischen Erfassung der Stoffeinträge auf je einer Buchen- und Fichtenfläche im Solling begonnen. Aktuell wird in Niedersachsen im Rahmen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings der Stoffeintrag in vier Fichten-, drei Buchenbeständen sowie jeweils einem Eichen- und Kiefernbestand erfasst.

Jeder Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. In Buchenbeständen wird zur Erfassung des Bestandesniederschlags neben der Kronen-

traufe auch der bei dieser Baumart quantitative bedeutsame Stammablauf gemessen. Mittels eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich 1991) werden aus den gemessenen Stoffflüssen Gesamtdepositionsraten berechnet.

Im Frühsommer 2021 wurde auf zwei Fichtenflächen in der Langen Bramke massiver Borkenkäferbefall festgestellt. Der rasch abgestorbene Bestand der Fläche Lange Bramke Kamm wurde im Herbst 2021 komplett geräumt. Das Absterben der Bäume und die anschließende Räumung haben sich auf die Höhe der Kronentraufe und der Stoffeinträge ausgewirkt. Bei der Fläche Nordhang war das unmittelbare Umfeld des Depositionsmessfeldes nicht durch Borkenkäferbefall betroffen, so dass die Messungen auf dieser Fläche im Jahr 2021 noch nicht beeinflusst waren. Leider hat sich der Befall im Jahr 2022 auf die gesamte Fläche und auch auf den Südhang ausgeweitet, so dass auch die Messungen in diesen Beständen ab dem Jahr 2022 nicht mehr repräsentativ für die Höhe der Kronentraufe und des Stoffeintrags eines 60–80-jährigen mittleren Fichtenbaumholzes sein werden.

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch verschiedene Faktoren wie Niederschlagsmenge, -intensität und -verteilung, Windgeschwindigkeit, Baumart, Bestandeshöhe, Kronenrauigkeit oder lokale Emittenten bestimmt. So sind die Stoffeinträge im Bergland (Harz und Solling) aufgrund größerer Niederschlagsmengen höher als im niedersächsischen Tiefland. Fichten- und Douglasienbestände sind wegen der



Foto: B. Scheler

Einbau von Lysimetern zur Untersuchung der Bodenlösung auf dem nach Borkenkäferbefall geräumten Teil der Fläche Lange Bramke Nordhang

ganzjährigen und im Vergleich mit Kiefern dichteren Benadelung stärker durch Stoffeinträge belastet als Buchen-, Eichen- und Kiefernbestände. Dieser Baumarteneffekt zeigt sich sehr deutlich im Solling, wo eine Fichten- und eine Buchenfläche in unmittelbarer Nachbarschaft und somit unter gleichen klimatischen Verhältnissen beobachtet werden.

Niederschlag

2021 lagen sowohl der Bestandes- als auch der Freilandniederschlag auf der Mehrzahl der untersuchten Monitoringflächen auf dem Niveau des 10-jährigen Mittels der Jahre 2011–2020. Größere positive Abweichungen wurden für das Ostniedersächsische (Ehrhorn, Lüss) sowie das Mittelwestdeutsche Tiefland (Augustendorf) registriert. Auf der Fläche Lüss betrug der Bestandesniederschlag 113 % (+74 mm) und der Freilächenniederschlag 110 % des 10-jährigen Mittels. In Ehrhorn betrug die Abweichung im Freiland + 8 % (+61 mm) und unter Eiche +23 % (+147 mm), in Augustendorf war nur der Bestandesniederschlag mit +13 % (+71 mm) nennenswert erhöht. Der im Vergleich zum Freilandniederschlag deutlich stärker erhöhte Bestandesniederschlag in Ehrhorn und Augustendorf kann durch eine veränderte Bestandesstruktur in Folge waldbaulicher Eingriffe erklärt werden.

Schwefeleintrag

Durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung und die Einführung schwefelarmer Kraft- und Brennstoffe seit Mitte der 1980er Jahre wurden die Schwefeldioxidemissionen und in der Folge der Schwefeleintrag in gasförmiger und gelöster Form in Wälder wirksam reduziert. Obwohl er Anfang der 2000er Jahre bereits auf einem relativ geringen Niveau lag, hat er im Zeitraum 2012–2021 weiter deutlich abgenommen. Er betrug 2021 mit dem Bestandesniederschlag unter Buche



Foto: C. Schwerdtfeger

Erfassung des Bestandesniederschlages auf einer Intensiv-Monitoringfläche

je Hektar zwischen 2,2 kg (Göttinger Wald) und 3,7 kg (Solling), unter Fichte zwischen 2,3 kg (Lange Bramke Nordhang und Südhang) und 4,1 kg (Solling), unter Kiefer (Augustendorf) 2,2 kg und unter Eiche 3,2 kg je Hektar. Der absolute Rückgang im Vergleich zum Mittel 2011–2020 lag zwischen 0,5 kg je Hektar (Ehrhorn Eiche) und 3,0 kg je Hektar (Solling Fichte), die relative Abnahme betrug zwischen 14 % (Ehrhorn Eiche) und 54 % (Lange Bramke Kamm). Im Freiland lag der Sulfatschwefeleintrag zwischen 1,6 kg je Hektar (Göttinger Wald) und 2,8 kg je Hektar (Solling), die absolute Abnahme bewegte sich zwischen 0,3 kg je Hektar (Ehrhorn, Solling) und 0,6 kg je Hektar (Lange Bramke).

Stickstoffeintrag

Stickstoff wird als Nitrat (oxidierte Form) und als Ammonium (reduzierte Form) in das Ökosystem eingetragen. Die Stickoxidemissionen (NOx) haben im Zeitraum 1990–2020 um 66 %, die Ammoniakemissionen um 25 % abgenommen. Trotz einer überproportional starken Abnahme der Stickoxidemissionen im Bereich „Verkehr“, stammen immer noch 40 % aus diesem

Sulfatschwefeleintrag (SO₄-S) auf ausgewählten Monitoringflächen in kg je Hektar und Jahr

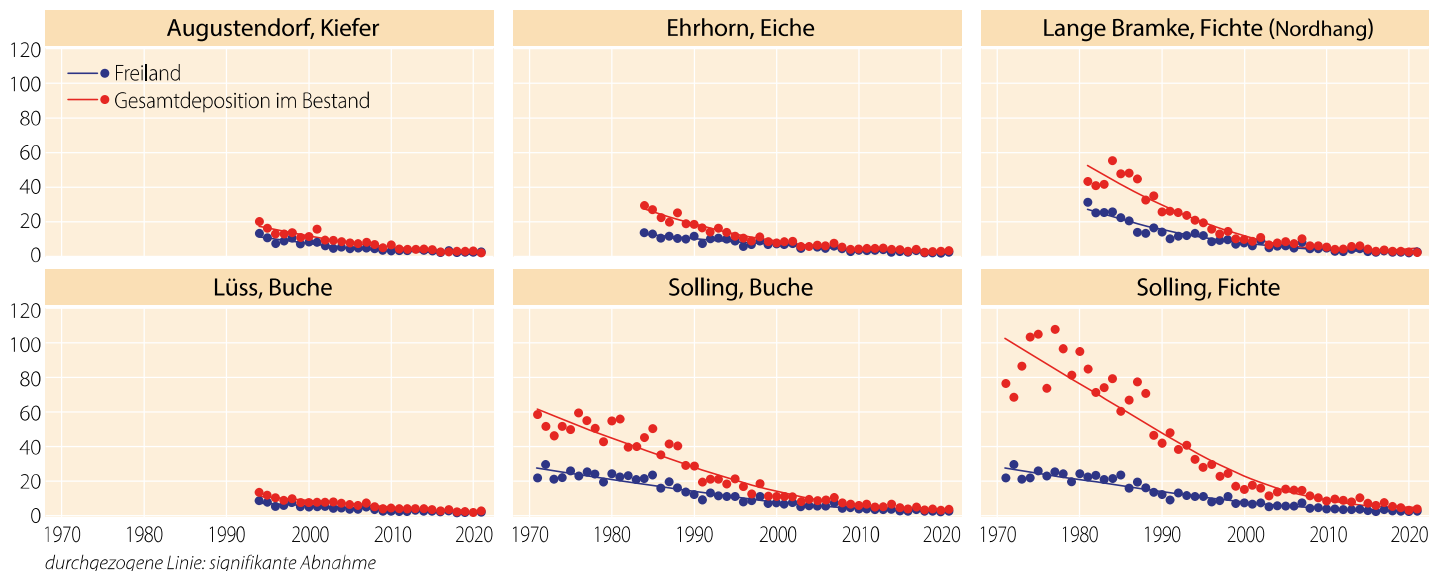


Foto: M. Spielmann



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 Emission sind die Stickstoffeinträge im Freiland und mit der Gesamtdeposition im Beobachtungszeitraum deutlich zurückgegangen.

Bezogen auf das Mittel der Jahre 1989–1991 betrug die Reduktion der Nitratreinträge (Mittel 2019–2021) im Freiland zwischen 47 % (Ehrhorn) und 72 % (Göttinger Wald). Die Reduktion mit der Gesamtdeposition betrug unter Buche zwischen 45 % (Solling) und 53 % (Göttinger Wald), unter Fichte zwischen 49 % (Solling) und 63 % (Lange Bramke Kamm) sowie 40 % unter Eiche (Ehrhorn). Betrachtet man jedoch nur den Zeitraum 2012–2021, zeigt sich ein uneinheitliches Bild: Auf zwei von drei Buchenflächen (Göttinger Wald, Lüss), drei von vier Fichtenflächen (Lange Bramke Kamm und Südhang, Solling) sowie auf zwei von sechs Freiflächen (Göttinger Wald, Lange Bramke) hat der Nitratstickstoffeintrag weiter abgenommen, auf allen anderen Flächen verharrt er mit jährlichen Schwankungen auf einem gleichbleibenden Niveau.

Die Reduktion der Ammoniumeinträge im Zeitraum 1990–2020 lag im Freiland zwischen 51 % (Ehrhorn) und 65 % (Lange Bramke) und fiel damit lokal deutlich höher aus als die Reduktion der bundesweiten Emissionen. Bei der Gesamtdeposition betrug die Reduktion unter Buche zwischen 50 % (Solling) und 54 % (Göttinger Wald), unter Fichte zwischen 51 % (Lange

Bramke Nordhang) und 60 % (Lange Bramke Kamm) und 44 % unter Eiche. In den letzten 10 Jahren hat der Ammoniumeintrag im Gegensatz zum Nitratstickstoffeintrag nur im Göttinger Wald unter Buche (Gesamtdeposition) weiter deutlich abgenommen.

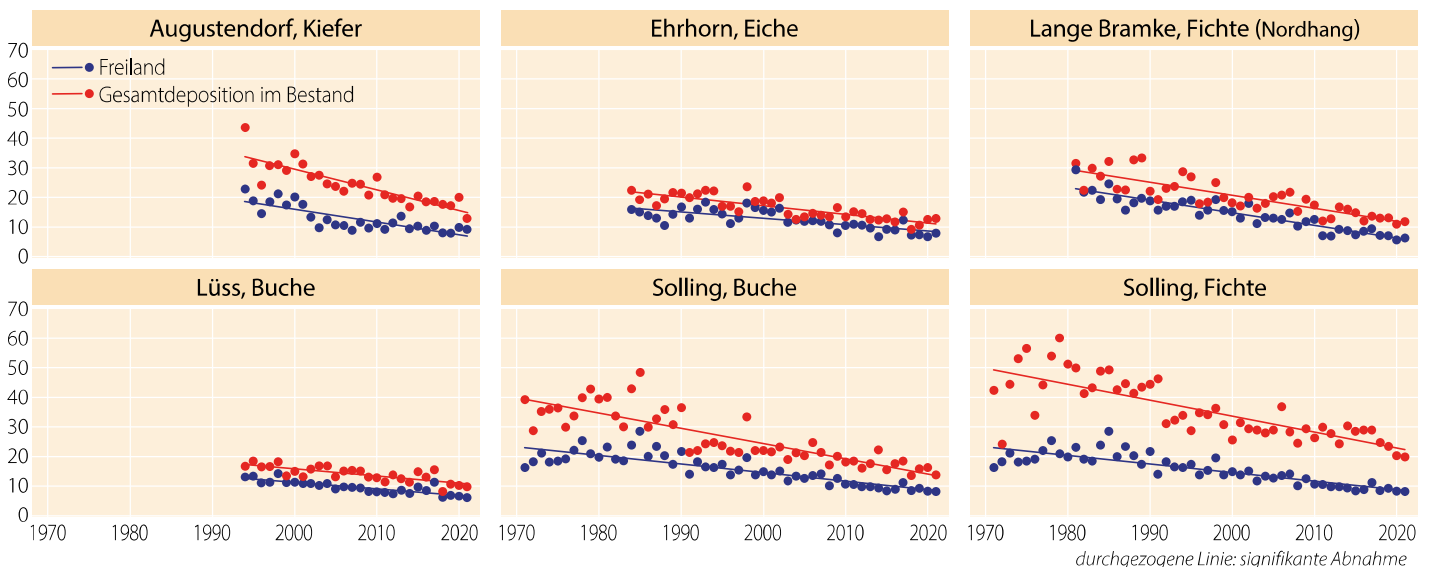
2021 lag der Ammoniumstickstoffeintrag je Hektar unter Buche zwischen 4,7 kg (Göttinger Wald) und 7,5 kg (Solling), unter Fichte zwischen 6,2 kg (Lange Bramke Südhang) und 11,5 kg (Solling), unter Kiefer bei 9,1 kg (Augustendorf) und unter Eiche bei 8,6 kg. Im Freiland lag er zwischen 3,1 kg (Göttinger Wald) und 6,1 kg (Augustendorf) je Hektar.

Bundesweit konnten die Stickoxidemissionen deutlich stärker reduziert werden als die Ammoniakemissionen. Dieser Unterschied spiegelt sich auf den niedersächsischen Untersuchungsflächen jedoch bei der Größenordnung der Reduktion der Nitrat- und Ammoniumeinträge kaum wider. Dementsprechend hat sich der Ammoniumanteil am anorganischen Stickstoffeintrag mit Ausnahme der Freifläche Göttinger Wald im Vergleich 1989–1991 mit 2021 um maximal 4 % verändert.

2021 betrug er zwischen 54 % und 67 % im Freiland, 50 % und 58 % unter Buche, zwischen 54 % und 59 % unter Fichte, 67 % unter Eiche und 71 % in Augustendorf unter Kiefer, einem Gebiet mit intensiver Tierhaltung.

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 15,6 kg je Hektar und Jahr unter Buche (Sol-

Stickstoffeintrag (NH₄-N + NO₃-N) auf ausgewählten Monitoringflächen in kg je Hektar und Jahr



ling), bis zu 23,4 kg je Hektar und Jahr unter Fichte (Solling), 12,1 kg je Hektar und Jahr unter Eiche (Ehrhorn) und 17,2 kg je Hektar und Jahr unter Kiefer nach wie vor den Bedarf der Wälder für das Baumwachstum. Stickstoff, der nicht für das Wachstum der Vegetation benötigt wird, reichert sich im Ökosystem an. Im Fall von Störungen der Stoffkreisläufe durch Kalamitäten wie Windwurf oder Borkenkäferbefall, die aktuell auf den Fichtenflächen Lange Bramke zu beobachten sind, wird der Stickstoff rasch mineralisiert und kann bei hohen Stickstoffvorräten im Boden zu stark erhöhten Nitratausträgen führen. 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. Auf sauren Böden kann die vermehrte Lösung von Aluminium einen Säureschub verursachen. 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 je Hektar im Freiland zwischen 0,5 kmol_c (Göttinger Wald) und 0,8 kmol_c (Augustendorf), unter Buche zwischen 0,8 (Göttinger Wald) und 1,2 kmol_c je Hektar (Solling) sowie unter Fichte zwischen 1,0 (Lange Bramke Nordhang und Südhang) und 1,7 kmol_c je Hektar (Solling). Der Gesamtsäureeintrag je Hektar unter Eiche (Ehrhorn) betrug 1,1 kmol_c und unter Kiefer (Augustendorf) 1,0 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

0,1 kmol_c je Hektar (Augustendorf, Kiefer) und 0,4 kmol_c je Hektar (Lüss, Buche) bzw. zwischen 8 % (Augustendorf, Kiefer) und 43 % (Lüss, Buche) des Säureeintrags. Ein anderer Teil der Gesamtsäure wird im Waldboden durch Basen gepuffert, die durch Verwitterung freigesetzt werden. Der partikuläre Eintrag basischer Stäube spielt nur in Einzelfällen bspw. in der Nähe von Steinbrüchen eine größere Rolle. Die nachhaltige Säurepufferkapazität aus Verwitterung reicht auf den oft nährstoffarmen Waldstandorten jedoch auch unter Berücksichtigung der Baseneinträge nicht aus, um die Säureeinträge vollständig zu kompensieren. Eine standortangepasste Kalkung zum Schutz der Waldböden und der Erhaltung ihrer Filterfunktion für das Grundwasser kann empfohlen werden.

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

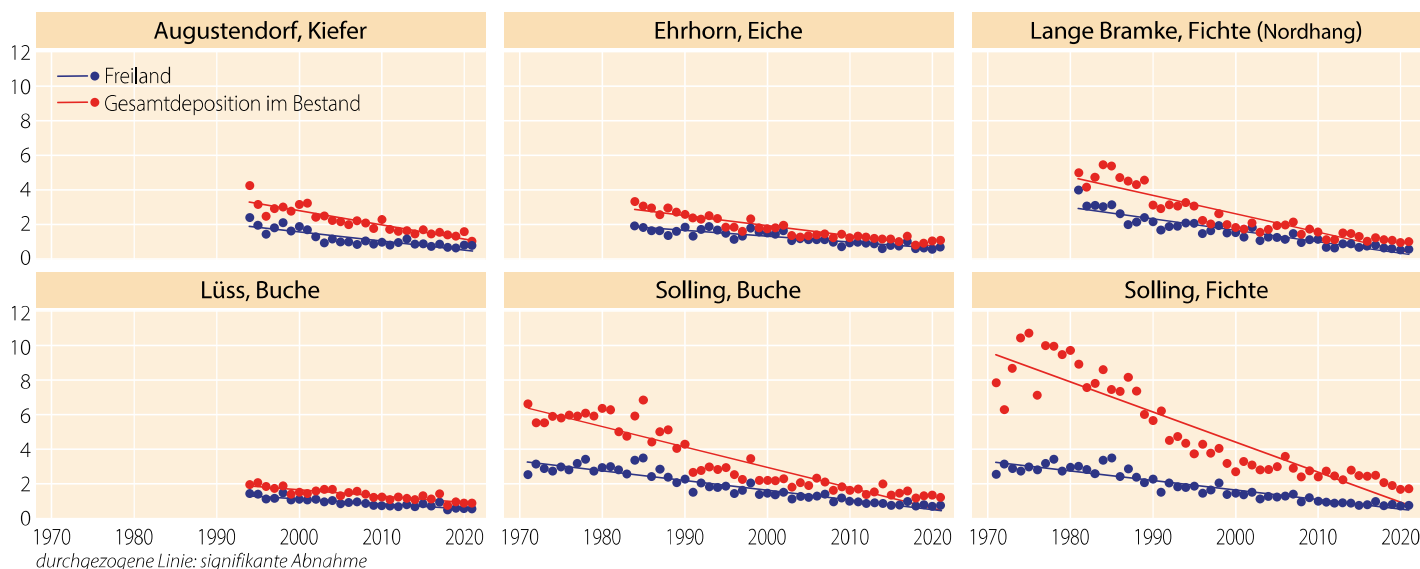
Literatur

Gauger T, Anshelm F, Schuster H, Draaijers 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

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

Gesamtsäureeintrag auf ausgewählten Monitoringflächen in kmol_c je Hektar und Jahr



Auswirkungen großflächiger Schadflächen auf den Wasser- und Stoffhaushalt von Wäldern

Birte Scheler

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303467>

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“ entstandenen 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 Nähr-elemente 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 Trans-



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.

piration 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.

Niederschlags- und Abflussmengen im Vergleich

	Mittel 1973-2005	2020	2021
Niederschlag [mm/m ²] im Hydrologischen Jahr	783	715	737
Niederschlag [mm/m ²] November bis April	376	373	344
Abfluss [mm/m ²] im Hydrologischen Jahr	246	146	126
Abfluss [mm/m ²] 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 Kahlfleichen 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.

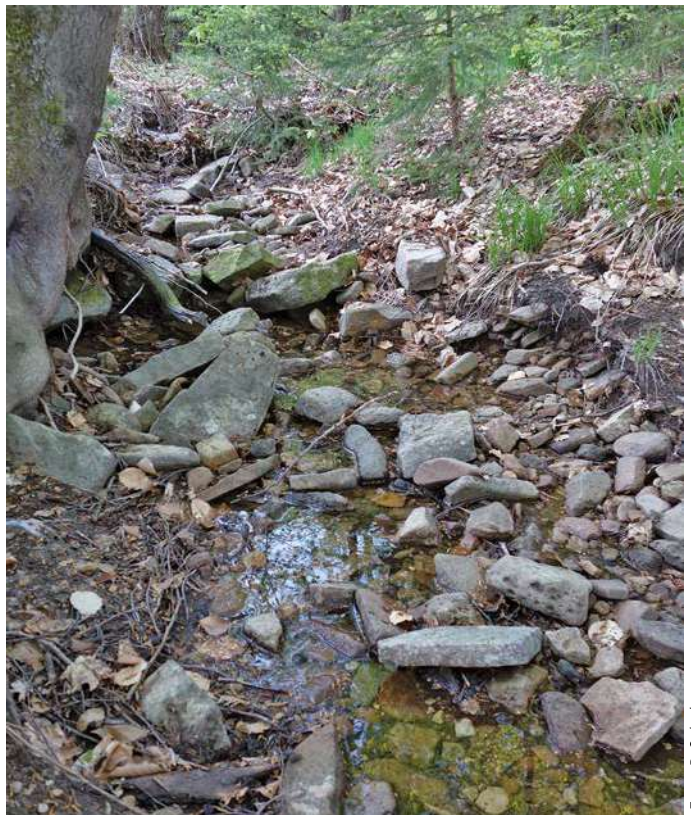


Foto: B. Scheler

Elsterbach „staunass“ im 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 verstärkten Abbau organischer Substanz auf Freiflächen wird außerdem Kohlenstoff freigesetzt, der einerseits in Form von CO₂ in die Atmosphäre abgegeben wird, andererseits 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-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.



Foto: B. Scheler

Elsterbach „staunass“ im Januar 2021

Alternative Baumarten – ein Lösungsbeitrag für die Klimaanpassung der Wälder in Niedersachsen?

Stefan Lieven, Franziska Fasse und Ralf-Volker Nagel

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303477>

Die sich vollziehende Klimaveränderung und insbesondere die gravierenden Waldschäden durch die seit 2018 praktisch anhaltenden Witterungsextreme haben 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 bei einigen der derzeit bedeutendsten heimischen Baumarten mit einer erhöhten Absterberate zu rechnen ist (Schmiedinger et al. 2009). So belegen die Ergebnisse der niedersächsischen Waldzustandserhebungen der vergangenen Jahre die schlechtesten Kronenzustände der 39-jährigen Zeitreihe und ein verstärktes Absterben, wovon neben der am stärksten geschädigten Fichte auch Buche sowie Eiche und Kiefer betroffen sind (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt und Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2021). Diese vier Baumarten nahmen 2012 mit rund 819.000 ha noch 71 % der Waldfläche in Niedersachsen 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 spät-sukzessionalen Baumarten die Resilienz der Wälder gegen Störungsereignisse (Lüpke 2004; 2009). Die Empfehlungen für die klimaangepasste Baumartenwahl in Niedersachsen basieren deshalb ausschließlich auf Mischbestandstypen, die

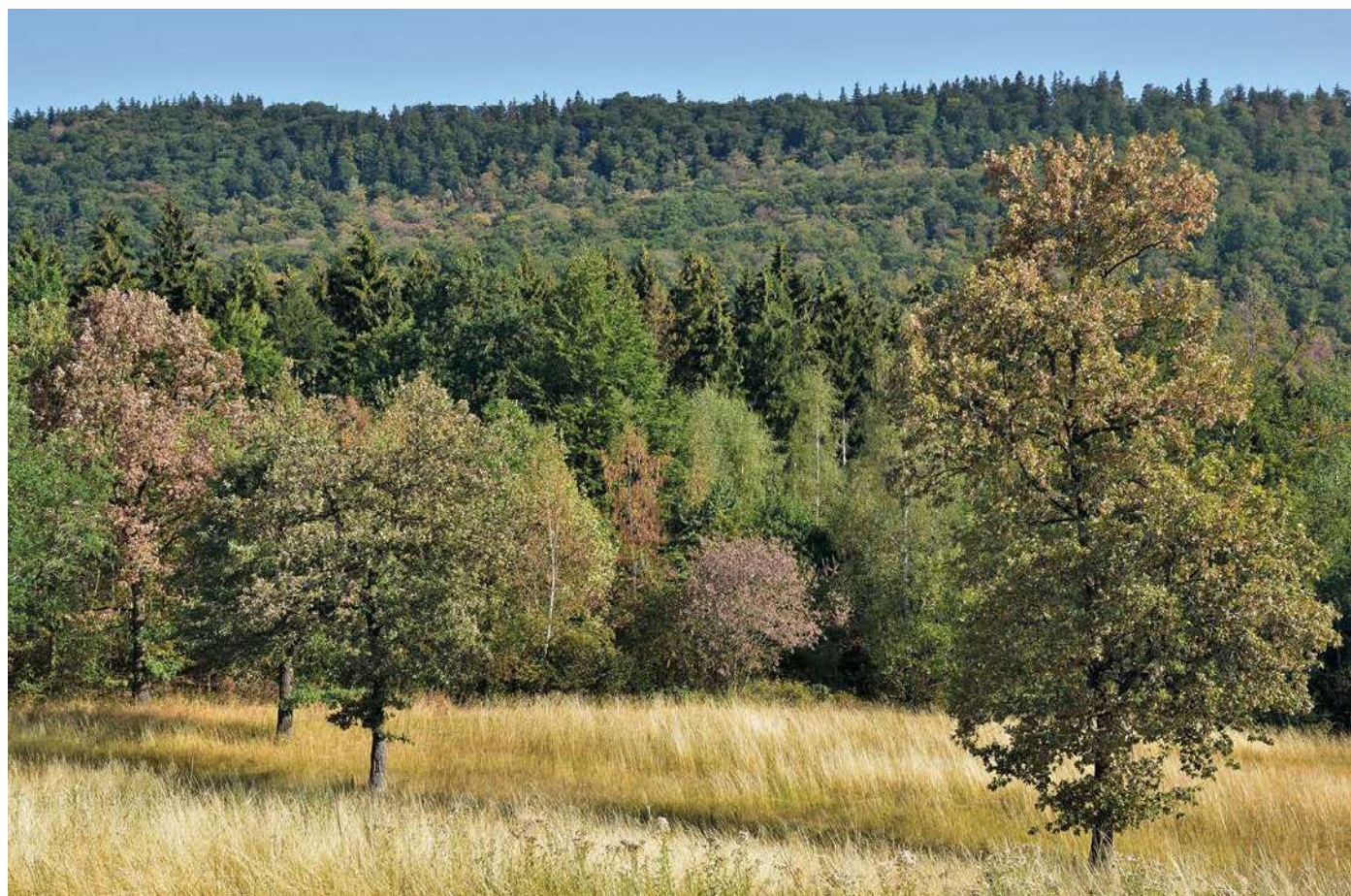


Foto: M. Spielmann

als Waldentwicklungstypen (WET) 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?

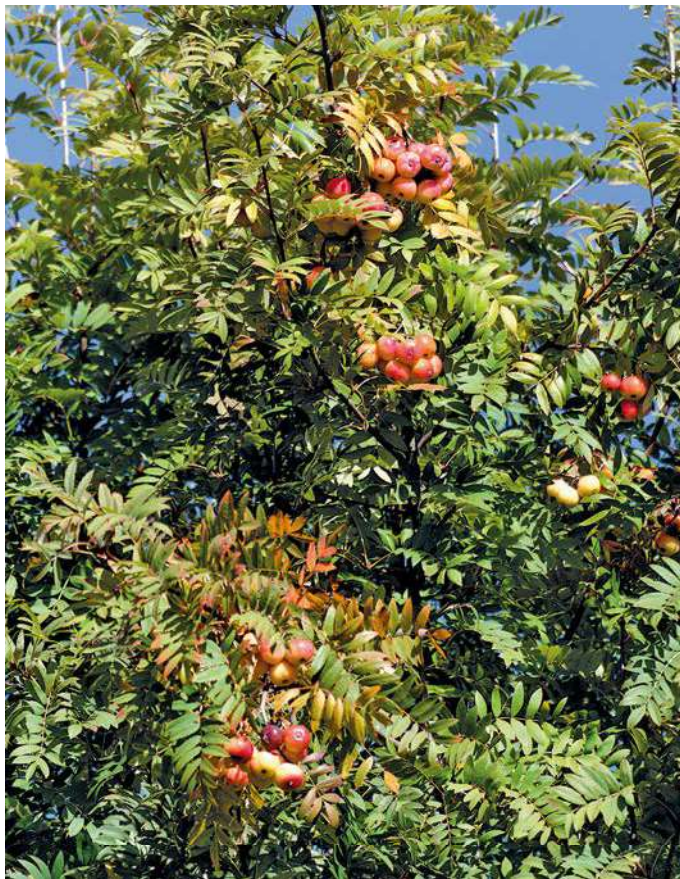


Foto: S. Lieven

Der Speierling als wärmeliebende Baumart, die bereits vor 2000 Jahren mit dem Weinbau nach Deutschland kam, ist in den Wäldern aber bisher wenig vertreten.

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 et al. 2016). Aufgrund der bisherigen klimatischen Verhältnisse haben sie jedoch als Waldbäume in Niedersachsen bisher keine erwähnenswerte 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 fossilen Energieträgern zu

großen Teilen durch Holzkohle gedeckt wurde, führten zu einer Degradierung der Wälder sowie zu Entwaldung und Holzknappeit (Nyssen et al. 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.

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 (Otto 1993; Vor et al. 2015). Invasive Arten nach § 7 BNatSchG werden von der Forstwirtschaft als ein ernst zu nehmendes Problem für die biologische Vielfalt angesehen. Bei einer drohenden Gefährdung



Foto: S. Lieven

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

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 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 et al. 2015) erwiesen.



Foto: F. Fasse

Häufige und sehr zahlreiche Samenproduktionen der westlichen Hemlocktanne und eine Verbreitung der Samen durch Wind über z.T. sehr große Entfernungen führen stellenweise zu Expansionen der Baumart in benachbarte Bestände.



Foto: J. Evers

Die nordamerikanische Roteiche ist auf einem breiten Standortsspektrum anbauwürdig und kam mit der Dürre der vergangenen Jahre vergleichsweise gut zurecht.

Für ein engeres Standortsspektrum 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 sind folgerichtig als Haupt- bzw. Mischbaumarten Bestandteil in etlichen Waldentwicklungszielen der aktuellen Empfehlungen zur klimaangepassten Baumartenwahl.

Der Blick nach vorn: Neue Baumarten unter der Lupe

Angesichts dieser 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 weiterer alternativer Baumarten

intensiviert (Brang et al. 2016; Frischbier et al. 2019; Avila et al. 2021; Liesebach et al. 2021; Schroeder et al. 2021). 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 Nordwestdeutschland nicht verfügbar. Eine allererste Orientierung können deshalb bislang nur umfangreiche Literaturrecherchen bieten (vgl. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) 2019, 2020; Avila et al. 2021). 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



Foto: F. Fasse

Der Tulpenbaum ist in einigen wenigen etablierten Praxisanbauten zu finden und wird darüber hinaus auch in den neuen Anbauversuchen auf seine Anbauwürdigkeit untersucht.

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)“, (Vor et al. 2015; Gossner 2016; Rigling et al. 2016).

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 et al. 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

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

Ein Blick auf die Anbauerfahrungen mit Douglasie und Rot-eiche 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 et al. 2021), anhand von Literaturrecherchen sowie orientiert am vorrangigen Bedarf hinsichtlich standörtlicher und waldbaulicher Einsatzbereiche. Im Ergebnis dessen konzentrieren



Foto: S. Lieven

Alternativbaumarten in etablierten Praxisanbauten: 17-jährige wüchsige Baumhasel

sich die derzeitigen Forschungen auf Arten aus dem Mittelmeerraum, Vorderasien und dem Kaukasusgebiet: Esskastanie, Orient-Buche, Baumhasel, Walnuss, Türkische Tanne, Troja- und Nordmantanne, 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



Foto: S. Lieven

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



Foto: H. J. Arndt

Die Eberesche ist eine heimische Pionierbaumart, die vorrangig an Waldrändern gefördert werden sollte.

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 trocken tolerant 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



Foto: M. Spielmann

Die Weißtanne ist eine tief wurzelnde heimische Nadelbaumart, die aber bisher nur als mäßig trockenheitstolerant gilt.

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, aufgefunden und in einer Datenbank erfasst. Dabei wurden zunächst ca. 840 Bestände identifiziert, die aufgrund einer Flächengröße von mindestens 0,1 ha und einer ausreichenden Bestandesdichte als potenziell geeignet erschienen.



Foto: J. Weymar

Die Hainbuche ist eine bisher weniger beachtete heimische Laubbaumart, die Dürre relativ gut widersteht.

Diese identifizierten Potentialflächen wurden zunächst beprobt und anhand von ordinal skalierten Kriterien bezüglich ihrer ökologischen Eigenschaften und Merkmalen der Vitalität bewertet. Im Ergebnis dessen zeigten sich über alle Baumarten hinweg 43 % der Potentialflächen als grundsätzlich für eine weitere Datenaufnahme und Auswertung geeignet. Die Anzahl der verfügbaren Flächen variiert jedoch zwischen den einzelnen Baumarten stark. Insbesondere seltener heimische Laubbaumarten sind in dem Flächenpotenzial zahlreich vertreten, so dass sich bei ihnen voraussichtlich eine gute Alters- und Standortsabdeckung erreichen lässt. Bei etlichen Baumarten mit einem Ursprung in Südeuropa und Kleinasien sind dagegen nur sehr wenige etablierte Bestände vorhanden.

Nach Vorauswertung der ersten Untersuchungsphase werden im zweiten Schritt für eine repräsentative Auswahl der Bestände auf Probeflächen 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.



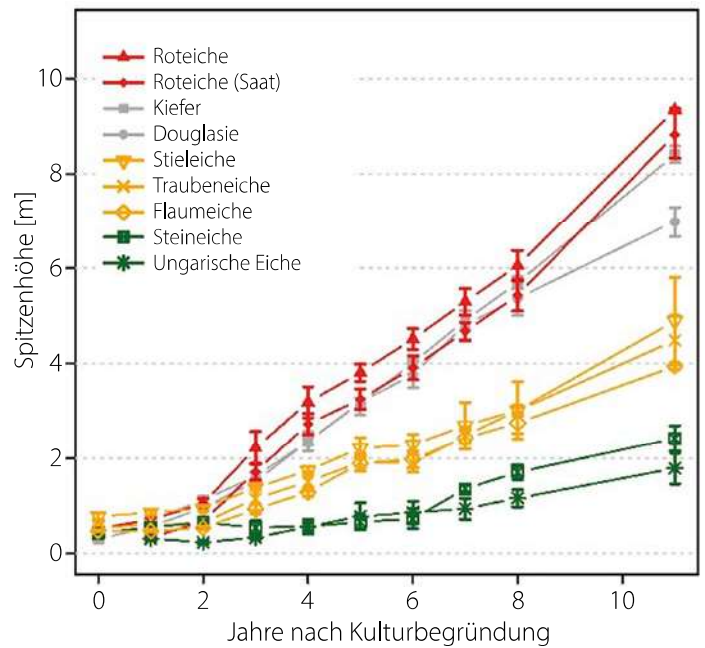
Foto: R. Merten

Anbauversuch mit mediterranen und heimischen Eichenarten sowie Roteiche, Kiefer und Douglasie im hessischen Forstamt Lampertheim. Links: Der Versuch im Juli 2019 und rechts: Höhenwachstum nach 11 Jahren, Mittelwerte und Standardabweichungen von drei Wiederholungen

Daher wurden von der NW-FVA parallel zu den Untersuchungsvorhaben etablierter Praxisbestände zuletzt Anbauversuche mit Alternativbaumarten auf verschiedenen Standorten neu angelegt. Als Referenzbaumarten 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 Hessens die höchsten, v. a. durch Spätfröste bedingten Ausfälle von bis über 70 % an den mediterranen Eichenarten gegenüber sehr hohen Überlebensanteilen von Roteiche, Kiefer und Douglasie. Im Höhenwachstum blieben

Höhenwachstum nach 11 Jahren



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 Niedersachsen auch Hessen, Sachsen-Anhalt 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 sollen 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 Waldentwicklungsziele 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.7303500>

Die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (BZE III) hat begonnen

Jan Evers und Oliver van Straaten

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303510>

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.

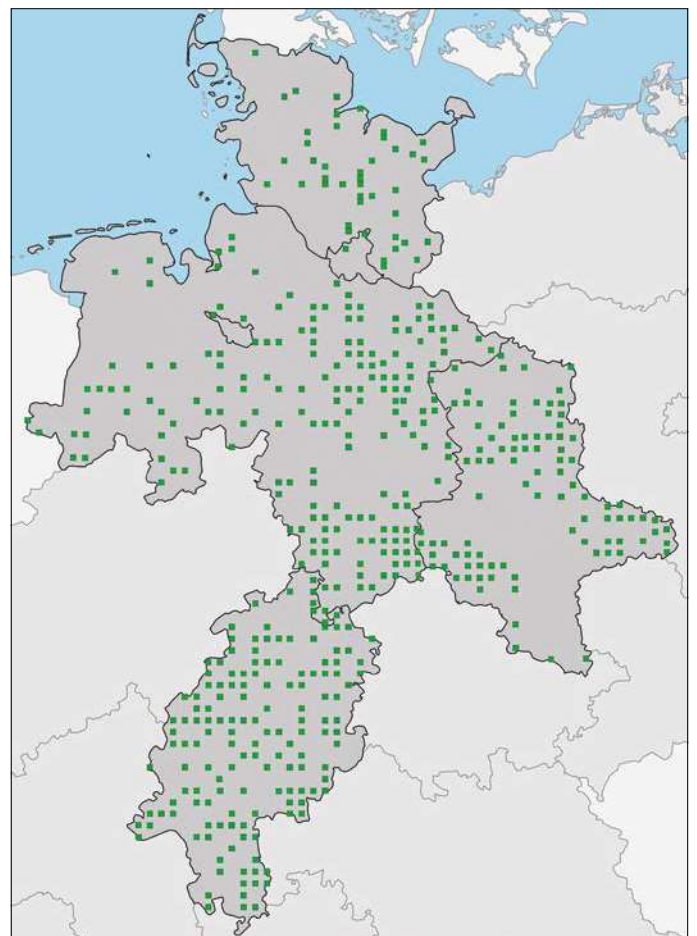
Die BZE III wird bundesweit einheitlich in den Jahren 2022–2024 auf einem 8 km x 8 km-Stichprobennetz durchgeführt und folgt damit der BZE I (1990) und BZE II (2006). Auf die Bundesländer Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein entfallen insgesamt 465 Stichprobepunkte (siehe Karte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

Podsol aus unverlehmtem Sand in Nordwestniedersachsen



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



Foto: J. Evers

Braunerde-Pseudogley einer Basalt-Lössfließerde über Basalt bei Marburg

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 Probenahme der Blätter von Eichen, Buchen und Hainbuchen sowie der Nadeln Europäischer Lärchen. Im Winter folgt die Nadelprobenahme 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.



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: Spielmann M

Layout: Starick E

Herstellung: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Printec Offset Kassel

Zitiervorschlag

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt,
Niedersächsisches Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.)
(2022): Waldzustandsbericht 2022 für Niedersach-
sen, 40 S
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7276926>

Zitate der Einzelbeiträge bitte nach
folgendem Schema:

Klinck C, Paar U (2022): WZE-Ergebnisse
für alle Baumarten. In: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt, Niedersächsisches
Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz (Hrsg.): Waldzustandsbericht
2022 für Niedersachsen. S 8-17.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303420>

Dieses Werk ist lizenziert 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://www.ml.niedersachsen.de> >=>
Themenbereich Wald, Holz und Jagd

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 Niedersächsischen Landesregierung 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.