

Waldzustandsbericht 2025



Vorwort



Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

unser hessischer Wald ist ein unschätzbar wertvolles Stück Heimat. Eine Heimat, für die wir eine besondere Verantwortung haben und der wir uns als Hessische Landesregierung sehr bewusst sind.

Der hessische Wald steht vor großen Herausforderungen: 2025 war für unsere Wälder durch das sehr trockene Frühjahr kaum weniger anspruchsvoll als die Jahre zuvor. Die Spuren der Kalamitäten seit 2018 – Dürreschäden, Befall durch Schädlinge, Windwurf – haben unverkennbar Narben hinterlassen. Die aktuelle Schadentwicklung setzt sich auch 2025 nahezu unvermindert fort und schlägt sich in den Ergebnissen des hier nun vorliegenden Waldzustandsberichts deutlich nieder. Die Daten hierfür wurden im Sommer 2025 durch die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) erhoben. Sie zeigen: Der hessische Wald ist in seiner Stabilität spürbar beeinträchtigt.

Deshalb treffen wir Entscheidungen für Maßnahmen, die den Wald über Jahrzehnte, teilweise sogar Jahrhunderte, mitprägen werden. Unser Ziel ist dabei klar: Den Wald der Zukunft naturnah, stabil und artenreich aufzustellen, damit er auch für kommende Generationen seine vielfältigen Funktionen als Natur-, Erholungs- und Wirtschaftsraum erfüllen kann.

Die Natur übernimmt gewiss einen Teil dieser Arbeit: Einige Schadensflächen haben sich bereits zum Teil von selbst wiederbewaldet und sind von jungen Bäumen bestanden. Andere Flächen hingegen sind weiterhin fast frei von nachwachsenden Waldbäumen. Hier zeigt sich, wie sehr die forstliche Bewirtschaftung davon lebt, ständig mit der Natur zu interagieren und sie zugleich aktiv zu gestalten, um klimaangepasste Mischwälder zu etablieren. Wir vertrauen dabei auf den Sachverstand und die Fähigkeiten unserer Försterinnen und Förster sowie der Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer. Und wir unterstützen sie, die sich tagtäglich um das Wohlergehen unseres Waldes kümmern, aktiv dabei. Mit den Waldentwicklungszielen und der Richtlinie für die forstliche Förderung ermöglichen wir die Anpflanzung neuer und klimaangepasster Baumarten. Damit fördern wir noch mehr die Entwicklung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und bauen vielfältige Mischwälder auf, die klimastabil sind und erhöhten Risiken standhalten können.

Unterstützen Sie uns weiterhin auf dem Weg zu einem stabilen Wald der Zukunft. Denn er ist unsere Lebensgrundlage und schützt unser Klima.

Ihr

Ingmar Jung

Hessischer Minister für Landwirtschaft und Umwelt,

Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat

Wiesbaden, im November 2025



Foto: C. Klinck

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Hauptergebnisse	4
Forstliches Umweltmonitoring und Klimaplan Hessen Ulrike Talkner, Uwe Paar, Caroline Klinck und Ronald Bialozyt	6
WZE-Ergebnisse für alle Baumarten Uwe Paar und Caroline Klinck	10
Buche	12
Eiche	14
Fichte	16
Kiefer	17
Andere Laub- und Nadelbäume	18
Wald in der Rhein- Main-Ebene Uwe Paar und Caroline Klinck	20
Fallbeispiele anderer Laub- und Nadelbäume in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen Caroline Klinck	22
Witterung und Klima Johannes Suttmöller	25
Insekten und Pilze Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Robert Fritz	30
Atmosphärische Stoffeinträge bis 2024 Birte Scheler	34
Naturschutzwerte, Verbreitung und Bewirtschaftung historischer Hutewälder in Hessen Dario Wolbeck, Marcus Schmidt und Andreas Mölder	36
Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungs- systems der klimaangepassten Baumartenwahl (BaEm) Matthias Schmidt und Hans Hamkens	39
Hoffnung für die Esche – Erkenntnisse aus der Genressourcenforschung Katharina Birgit Budde, André Hardtke, Martin Hofmann und Aki Michael Hölten	42
Humusformen als Spiegel des Waldes: Dynamik, Wandel und Funktion Oliver van Straaten, Felix Grün und Jan Evers	45
Impressum	48

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Hessen (alle Baumarten) hat sich von 28 % (2024) leicht auf nunmehr 27 % verringert.

Bei den älteren Bäumen hat sich die Kronenverlichtung von 32 % (2024) auf 31 % leicht verbessert. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Bäume sank geringfügig von 16 % (2024) auf 15 %.

In den Jahren 2018–2022 ist eine sehr starke Schädigung der hessischen Wälder eingetreten. In den vergangenen 2 Jahren hat sich der Vitalitätszustand nur geringfügig verbessert.

Die Baumarten im Einzelnen

Die Kronenverlichtung der älteren Buche hat sich im Vergleich zum Vorjahr verbessert (2024: 34 %; 2025: 32 %), die der älteren Eiche bleibt mit 31 % 2025 exakt auf dem Niveau des Vorjahres. Bei der älteren Fichte hatte sich nach der deutlichen Verschlechterung der Kronenverlichtung von 29 % (2018) auf 38 % (2019) der Kronenzustand 2020 nochmals erheblich verschlechtert (50 %). Auch 2021 und 2022 lag die mittlere Kronenverlichtung mit 49 % bzw. 47 % auf nahezu gleichem Niveau. Die Werte von 44 % (2023), 48 % (2024) und 47 % für 2025 sind statistisch nicht abgesichert, da sich das Gesamtkollektiv der Fichten infolge der hohen Absterbe- und Ausfallraten der letzten Jahre deutlich verringert hat. Bei der älteren Kiefer hat sich die Kronenverlichtung von 26 % (2024) auf 28 % verschlechtert.

Rhein-Main-Ebene

Die Waldzustandserhebung weist auch für 2025 einen schlechten Vitalitätszustand für die Wälder in der Rhein-Main-Ebene auf. Nach der deutlichen Verschlechterung des Kronenzustandes der älteren Bäume in der Rhein-Main-Ebene von 30 % (2018) auf 38 % (2019) ist die mittlere Kronenverlichtung in den letzten Jahren auf ein noch höheres Niveau angestiegen (2023: 44 %; 2024: 45 %; 2025: 44 %).

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

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

zu den Hauptbaumarten überblicksartig betrachtet. Jüngere Birken haben sowohl im Vergleich zu Bergahorn als auch zu Buche und Eiche eine höhere mittlere Kronenverlichtung. Bei den älteren Birken ist die Verlichtung wie bei Bergahorn niedriger als bei Buche und Eiche. Birke reagierte stärker auf die Trockenheit nach 2018 als Bergahorn. Sowohl die über 60-jährige Europäische Lärche als auch die ältere Douglasie zeigen geringere Kronenverlichtungswerte als die Fichte bzw. im Mittel ähnliche wie die Kiefer im jeweiligen Alter. Auf die Trockenheit nach 2018 reagierten beide Baumarten in allen Altern.

Witterung und Klima

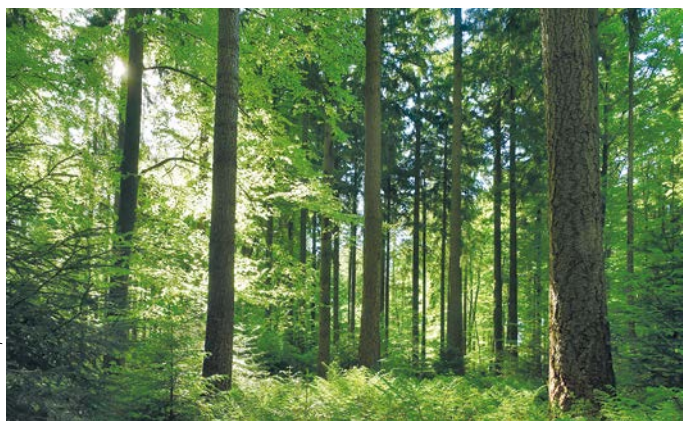
Im Vegetationsjahr 2024/25 fielen im Flächenmittel von Hessen mit knapp 650 mm Niederschlag rund 80 % der langjährigen Niederschlagsmenge. Dabei kam es von Februar bis Anfang Juli zu einer fünfmonatigen Trockenperiode, die zum Ende des Vegetationsjahres infolge überdurchschnittlich hoher Niederschläge abgemildert wurde. Mit einer Mitteltemperatur von 10,1 °C war das Vegetationsjahr wiederum eines der wärmsten seit Auswertungsbeginn. Der langfristige Erwärmungstrend setzt sich unvermindert fort. Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961–1990 beträgt die Erwärmung nach der neuen LOESS-Trendlinienberechnung 2,3 K. Das Zusammenspiel von überdurchschnittlich hohen Temperaturen und gleichzeitig sehr geringen Niederschlägen führte dazu, dass die Oberböden landesweit stark austrockneten.

Insekten und Pilze

Die Auswertungen des Waldschutzmeldeportals und andere Untersuchungen des Waldschutzes geben ergänzende Einblicke zu biotischen Schädigungen der hessischen Wälder jenseits des Rasters der Waldzustandserhebung. 2025 ging die Schadholzmenge durch rindenbrütende bzw. holzbrütende Borkenkäfer im Vergleich zum Vorjahr weiter deutlich zurück. Bei Kiefer trat das *Diplodia*-Triebsterben wieder als bedeutender Schadfaktor auf. Für Eichen wurden neben überwiegend nur geringem Fraß durch die Eichenfraßgesellschaft spürbare Schäden unter Beteiligung von Eichenprachtkäfern und verschiedenen Bakterienarten dokumentiert.

Atmosphärische Stoffeinträge bis 2024

Das Jahr 2024 war vergleichsweise niederschlagsreich. Im Freiland wurden zwischen 100 % und 134 %, unter dem Kronendach zwischen 106 % und 139 % des jeweiligen 10-jährigen Flächenmittels (2014–2023) registriert. Durch die konsequente Umsetzung von Luftreinhaltemaßnahmen in den letzten Jahrzehnten konnte der Sulfatschwefeleintrag seit Mitte der 1980er Jahre drastisch gesenkt werden. Er liegt seit vielen Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau. 2024 betrugen die Einträge auf den Buchenflächen zwischen 1,3 kg und 3,2 kg je Hektar und auf der Fichtenfläche 3,1 kg je Hektar (Fürth im Odenwald). Die Stickstoffgesamtd deposition (Ammonium und Nitrat) lag 2024 in den untersuchten Waldbeständen zwischen 4,8 kg und



18,8 kg je Hektar. Auf sechs der acht Flächen war sie geringer als im 10-jährigen Mittel (2014–2023). Auf einigen Flächen wird immer noch so viel Stickstoff eingetragen, dass nachteilige Effekte für die Wälder und nachgelagerte Ökosysteme nicht ausgeschlossen werden können.

Naturschutzwerte, Verbreitung und Bewirtschaftung historischer Hutewälder in Hessen

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

Trotz ihrer großen naturschutzfachlichen Relevanz ist die Fläche der Hutewälder in den letzten Jahrzehnten zurückgegangen. Historische Hutewälder und die an sie gebundenen Arten sind gefährdet. Um die Entwicklung tragfähiger Schutz- und Regenerationskonzepte zu unterstützen, befasst sich zurzeit die NW-FVA im Rahmen eines Forschungsvorhabens mit der nachhaltigen Entwicklung historischer Hutewälder durch Waldweide, unter Würdigung der forstrechtlichen Rahmenbedingungen.

Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems der klimaangepassten Baumartenwahl (BaEm)

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

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

Hoffnung für die Esche – Erkenntnisse aus der Genressourcenforschung

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

Humusformen als Spiegel des Waldes: Dynamik, Wandel und Funktion

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

Forstliches Umweltmonitoring und Klimaplan Hessen

Ulrike Talkner, Uwe Paar, Caroline Klinck und Ronald Bialozyt

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370199>

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. Aktuell stehen die Wälder angesichts des in den letzten Jahren unübersehbaren Klimawandels und der zunehmenden Extremwetterereignisse vor riesigen Herausforderungen. Die heutige große Aufgabe ist die Eindämmung des Klimawandels. Fest steht, dass die Reduzierung der CO₂-Emissionen notwendig ist, um den menschengemachten Klimawandel abzumildern und damit den Zustand des Waldes zu stabilisieren.

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

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring folgende Kategorien unterschieden:

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

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

Die methodischen Instrumente des Forstlichen Umweltmonitorings sind europaweit nach den Grundsätzen des ICP Forests (2020) 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



Foto: J. Evers



WZE-Aufnahmeteams bei der Schulung im Juli 2025

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. Zahlreiche Auswertungen belegen eine hohe Repräsentativität des Rasternetzes für verschiedene Fragestellungen.

Baumanzahl, Plotanzahl, Raster sowie Standardfehler und 95 %-Konfidenzintervall der Kronenverlichtung für alle Baumarten und Altersgruppen der Waldzustandserhebung 2025 in Hessen. Das 95 %-Konfidenzintervall (=Vertrauensbereich) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt. Das berechnete Konfidenzintervall kann jenseits der logischen Parametergrenzwerte (0 bzw. 100) liegen.

Baumarten-gruppe	Alters-gruppe	Anzahl Bäume	Anzahl Plots	Raster	Standard-fehler	95%-Konfidenz-intervall
Buche	alle Alter	1311	106	8x8 km	2,0	23–31
	bis 60 Jahre	223	32	8x8 km	1,0	4–8
	über 60 Jahre	1088	82	8x8 km	2,2	27–36
Eiche	alle Alter	373	59	8x8 km	2,7	23–34
	bis 60 Jahre	54	12	8x8 km	3,6	6–22
	über 60 Jahre	319	48	8x8 km	2,8	25–37
Fichte	alle Alter	310	43	8x8 km	4,5	24–42
	bis 60 Jahre	144	22	8x8 km	4,7	6–26
	über 60 Jahre	166	25	8x8 km	5,6	36–59
Kiefer	alle Alter	522	52	8x8 km	1,5	25–30
	bis 60 Jahre	40	8	8x8 km	6,0	5–33
	über 60 Jahre	482	44	8x8 km	1,5	25–31
andere Laubbäume	alle Alter	451	54	8x8 km	2,6	17–27
	bis 60 Jahre	314	36	8x8 km	3,2	13–26
	über 60 Jahre	137	26	8x8 km	4,7	17–36
andere Nadelbäume	alle Alter	273	47	8x8 km	2,5	16–26
	bis 60 Jahre	128	23	8x8 km	3,9	9–25
	über 60 Jahre	145	26	8x8 km	3,0	19–31
alle Baumarten	alle Alter	3240	135	8x8 km	1,2	24–29
	bis 60 Jahre	903	54	8x8 km	1,9	11–19
	über 60 Jahre	2337	107	8x8 km	1,3	29–34

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Die Waldzustandserhebung ist Teil des Forstlichen Umweltmonitorings in Hessen. Sie liefert als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen. Die Aufnahmen zur Waldzustandserhebung erfolgten im Juli und August 2025. Sie sind mit qualitätssichernden Maßnahmen sorgfältig überprüft.

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Hessen verteilten Rasternetz werden seit 1984 an jedem Erhebungspunkt Stichprobenbäume begutachtet.

Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt 8 km x 8 km, in der Rhein-Main-Ebene werden zusätzlich Erhebungen im 4 km x 4 km-Raster durchgeführt. Die landesweite Auswertung erfolgte 2025 auf der Basis von 135 Erhebungspunkten, für die Rhein-Main-Ebene wurden 46 Erhebungspunkte ausgewertet. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene. Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle links den Standardfehler und die 95 %-Konfidenzintervalle (= Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2025. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Ab einem Standardfehler von > 5 werden die Werte in den Grafiken nicht mehr dargestellt. Die Weite des Vertrauensbereiches wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Anzahl der Stichprobenpunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte. Für relativ homogene Auswerteeinheiten (z. B. Buche bis 60 Jahre) mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer

geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten, die sowohl in der Altersstruktur als auch in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen (z. B. Fichte, alle Alter).

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 für jeden Stichprobenbaum in 5 %-Stufen 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, eine allgemeine Belastungssituation der Wälder aufzuzeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probestämmen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

Mittlere Kronenverlichtung

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



Foto: P. Gawehn

Starke Schäden

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

Absterberate

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

Ausfallrate

Das Inventurverfahren der WZE ist darauf ausgelegt, die aktuelle Situation der Waldbestände unter realen (Bewirtschaftungs-) Bedingungen abzubilden. Daher scheidet in jedem Jahr ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahme-kollektiv aus. Der Ausfallgrund wird für jeden Stichprobenbaum dokumentiert. Gründe für den Ausfall sind u. a. Durchforstungsmaßnahmen, methodische Gründe (z. B., wenn der Stichprobenbaum nicht mehr zu den Baumklassen 1–3 gehört), Sturmschäden oder außerplanmäßige Nutzung aufgrund von Insektenschäden.

Dort, wo an den WZE-Punkten Stichprobenbäume ausfallen, werden nach objektiven Vorgaben Ersatzbäume ausgewählt. Sind aufgrund großflächigen Ausfalls der Stichprobenbäume keine geeigneten Ersatzbäume vorhanden, ruht der WZE-Punkt, bis eine Wiederbewaldung erfolgt ist.

Die im Bericht aufgeführte Ausfallrate ergibt sich aus den infolge von Sturmschäden, Trockenheit und Insekten- (insbesondere durch Borkenkäfer) oder Pilzbefall am Stichprobenpunkt entnommenen Bäumen.

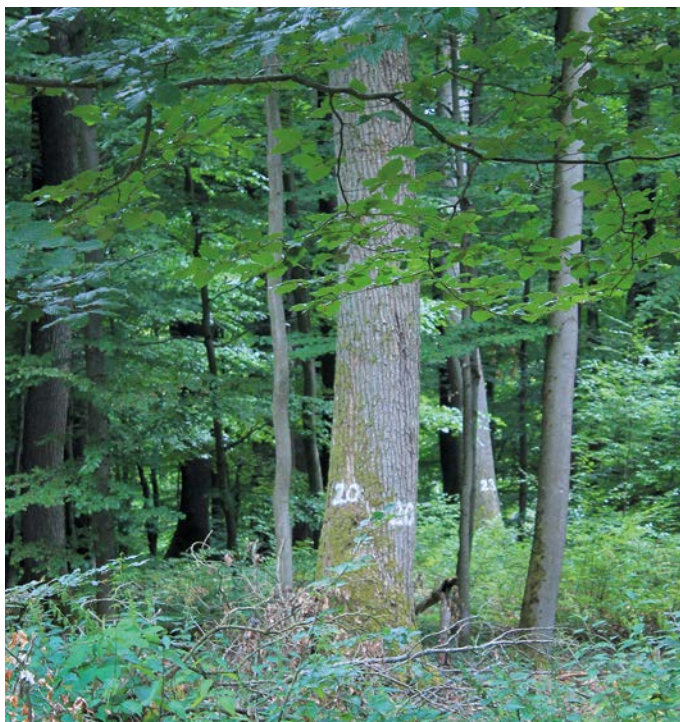


Foto: P. Gawehn



Foto: C. Klinck

Klimaplan Hessen

Der Klimaplan Hessen sucht Lösungsansätze zum Schutz des Klimas und zu Möglichkeiten der Anpassung in allen Lebensbereichen. Es geht nicht nur um die Analyse der Situation, sondern ganz wesentlich um eine Umsetzung von Maßnahmen und einer einheitlichen Dauerbeobachtung (Monitoring) der weiteren Entwicklungen in Hessen.

Zum Konzept des Klimaplans tragen verschiedene forstliche Projekte bei. Eines der als prioritär eingestuften Projekte ist: „Klimarisikokarten Forst – Verbesserte Beratungsgrundlagen für neue Herausforderungen an hessische Waldbesitzer“. Ziel des Projektes ist es, die Effekte des Klimawandels auf die Stabilität hessischer Wälder abzuschätzen und auf dieser Grundlage die Waldbesitzenden aller Besitzarten bei der Planung und Pflege ihrer Waldflächen zu unterstützen und zu beraten. Um einen klimaresilienten Wald der Zukunft aufbauen zu können, sind flächendeckend Informationen zum Klimawandel und zu forstlichen Standorten zu erheben. Dazu wurden im Verbund zwischen der NW-FVA, dem Hessischen Waldbesitzerverband und Hessen-Forst unterschiedliche Informationen zu Waldböden zusammengeführt und in Karten dargestellt. Auf der Grundlage der Daten sowie bestehender und neuer Modellentwicklungen der NW-FVA werden Anpassungsstrategien für den Waldbau unter den veränderten Rahmenbedingungen entwickelt. Für die Projektion des Klimawandels werden die vom ReKliEs-De Projekt (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland) erstellten Klimaszenarien genutzt.

Ein weiteres Projekt („Anbauwürdigkeit und ökologische Zuträglichkeit alternativer Baumarten in Hessen“) des Klimaplans Hessen hat u. a. zum Ziel, bisher seltene heimische und unter den bisherigen Bedingungen weniger konkurrenzstarke Baumarten auf ihre Eignung für den Anbau im Klimawandel zu überprüfen. Es wird insbesondere Wert auf eine standortsgerechte Baumartenwahl und Bestandesbehandlung unter Berücksichtigung des Standorts-Leistungsbezuges, aber auch mit Blick auf biotische oder abiotische Risiken gelegt. Dazu werden die Flächen in ganz Hessen, die mit diesen Baumarten bestockt sind, systematisch erfasst und wissenschaftlich ausgewertet.

Insgesamt haben die Maßnahmen zum Ziel, dazu beizutragen, gut durchmischte und artenreiche Wälder langfristig zu sichern, die klimaangepasst und klimaresilient sind. Die Ergebnisse fließen in ein Entscheidungsunterstützungssystem zur Baumartenwahl für Waldbesitzende aller Besitzarten ein, welches auf der Homepage der NW-FVA in einem Webportal (<https://www.nw-fva.de/BaEm/>) öffentlich zur Verfügung steht (siehe auch Seite 39). In diesem kann man die Baumartenempfehlungen im Klimawandel für jeden Waldstandort in Hessen abrufen. Zusätzlich steht eine mobile App zur Verfügung, um diese Empfehlungen auch im Gelände zur Hand zu haben.

Literatur

ICP Forests (2020): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Uwe Paar und Caroline Klinck

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370228>

Insbesondere durch die starke Trockenheit, Borkenkäferbefall und Windwurf ist in den Jahren 2018–2022 eine sehr starke Schädigung der hessischen Wälder eingetreten. In den vergangenen 2 Jahren hat sich der Vitalitätszustand nur geringfügig verbessert.

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Hessen (alle Baumarten) hat sich von 28 % (2024) geringfügig auf nunmehr 27 % verringert.

Bei den älteren Bäumen hat sich die Kronenverlichtung von 32 % (2024) auf 31 % leicht verbessert. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Bäume hat sich von 16 % (2024) auf 15 % etwas verringert.

Mittlere Kronenverlichtung in %

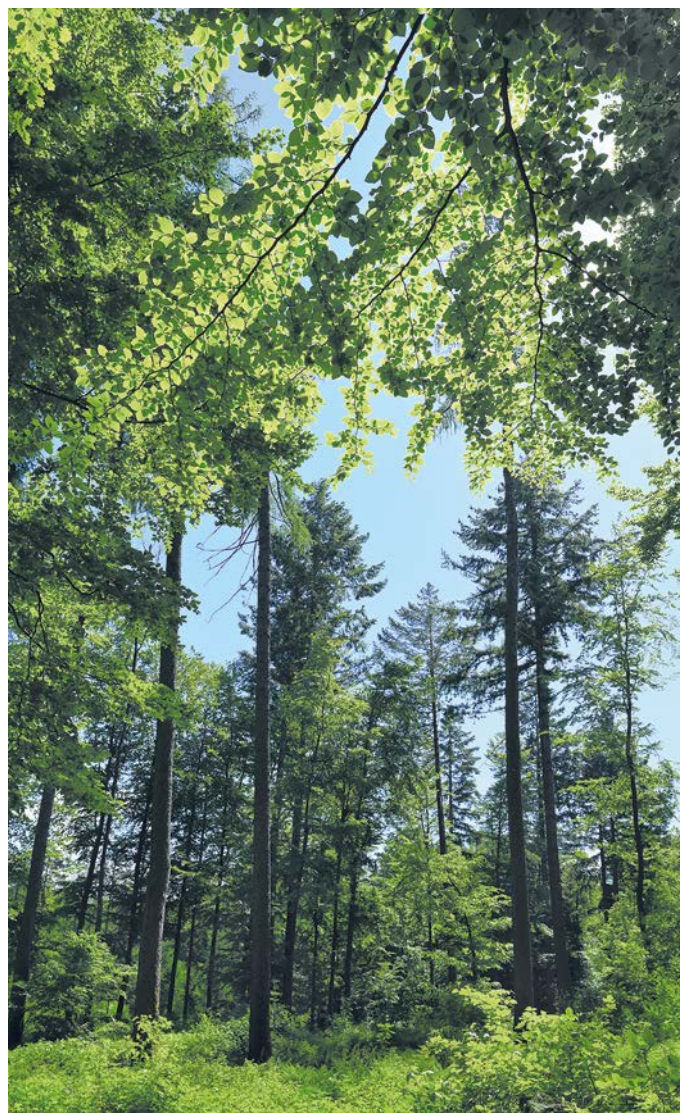
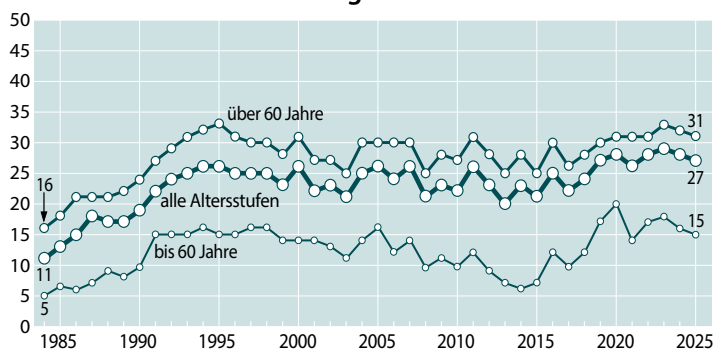


Foto: J. Evers

Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt mit 9 % auf dem Niveau des Vorjahres. Die Jahre 2019–2025 sind durch weit überdurchschnittliche Anteile starker Schäden im hessischen Wald gekennzeichnet.

Mit einer Kronenverlichtung über 60 % sind im Vergleich zu einer vollbelaubten Baumkrone Begrenzungen der Versorgung der Bäume mit Wasser und Energie verbunden. Das Vermögen der Bäume, sich an wechselnde Bedingungen anzupassen, wird eingeschränkt.

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

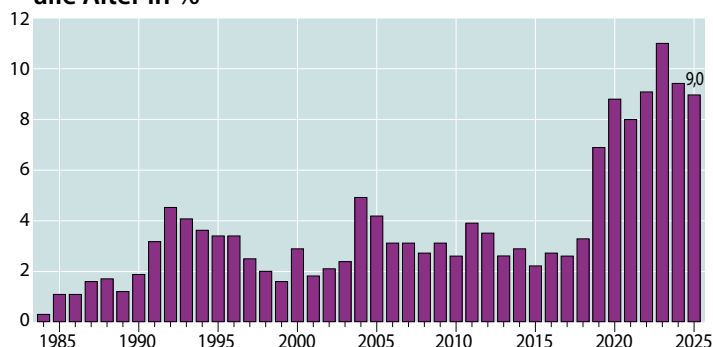
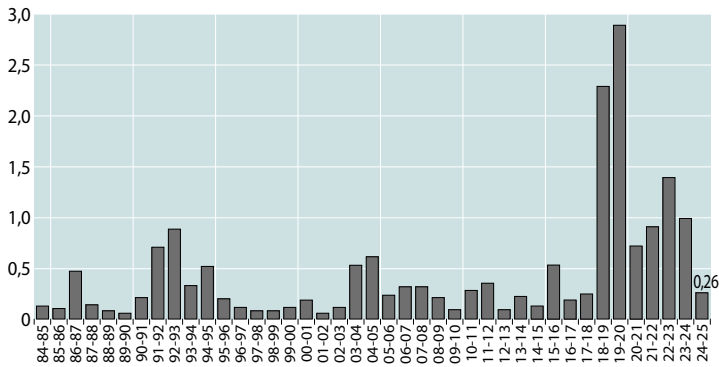


Foto: J. Evers

Absterberate

Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) hat sich 2025 von 1 % im Vorjahr stark verringert. Sie liegt mit 0,26 % erstmals seit sieben Jahren wieder unter dem langjährigen Mittel von 0,45 %. Die extrem hohen Absterberaten in den Jahren 2019 (2,3 %) und 2020 (2,9 %) werden in den letzten fünf Jahren nicht mehr erreicht.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Die Ausfallrate beschreibt die infolge von Sturmwurf, Trockenheit und Borkenkäferbefall außerplanmäßig genutzten Bäume. Sie ist nach dem starken Anstieg in 2019 (6 %) tendenziell rückläufig; im Vergleich zum Vorjahr (2,7 %) ist sie 2025 auf 1,9 % zurückgegangen. 2007 (Sturm „Kyrill“), 1990/1991 (Stürme „Vivian“ und „Wiebke“) und 1988 wurden deutlich höhere Ausfallraten als in den letzten sechs Jahren festgestellt.

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

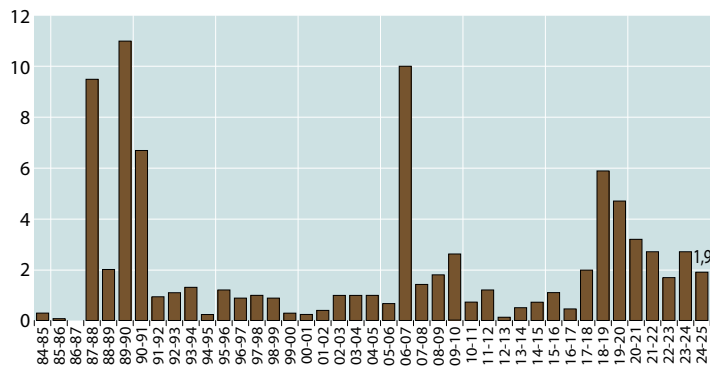


Foto: M. Spielmann

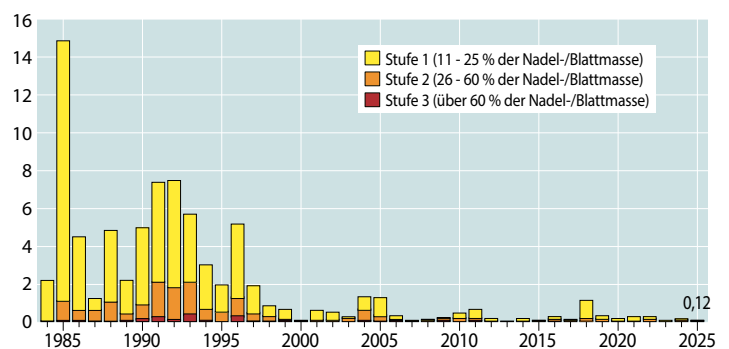


Foto: C. Klink

Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind häufig ein Indiz für Magnesiummangel in der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Mit Ausnahme des Jahres 1985 liegt der Anteil von Bäumen mit Vergilbungen der Blätter und Nadeln durchgehend auf einem eher geringen Niveau. Seit Mitte der 1990er Jahre gingen die Vergilbungserscheinungen nochmals deutlich zurück. 2025 beträgt der Wert 0,12 %. Die von den Waldbesitzenden und Forstbetrieben durchgeführten Waldkalkungen mit magnesiumhaltigen Kalken und der Rückgang der Schwefelemissionen haben dazu beigetragen, das Auftreten dieser Mangelerkrankung zu reduzieren.

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



Fazit

Die anhaltend extremen Witterungsbedingungen und deren Folgen (Sturmwurf, Trockenheit und Schädlingsbefall wie Borkenkäfer, Mistel oder *Diplodia*) zwischen 2018 und 2022 haben den Wald in Hessen destabilisiert und zeigen auch 2025 erhebliche Nachwirkungen.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung weisen für den Zeitraum 2019–2025 die seit 1984 höchsten Anteile an stark geschädigten Bäumen aus. In den vergangenen 2 Jahren hat sich der Vitalitätszustand nur geringfügig verbessert.

Buche

Ältere Buche

Nach dem deutlichen Anstieg der Kronenverlichtung im Zeitraum von 1984–1992 und einer Stagnation auf nahezu gleich bleibendem Niveau in der Zeit bis 1999 sind ab 2000 deutliche Schwankungen in der Ausprägung des Kronenzustandes der Buche festzustellen. Einen wesentlichen Einfluss dürften hierbei stärkere Fruktifikationsereignisse gehabt haben. 2025 hat sich die Kronenverlichtung von 34 % im Vorjahr auf 32 % verbessert.

Jüngere Buche

Bei der jüngeren Buche hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 10 % (2024) auf 5,9 % verringert.

Mittlere Kronenverlichtung in %

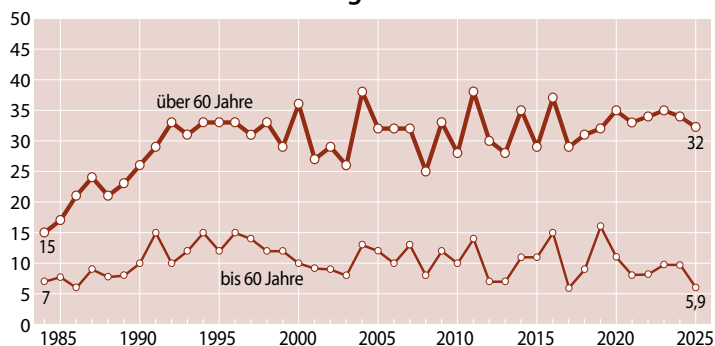


Foto: J. Evers

Starke Schäden

Der Anteil der Buchen (alle Alter) mit über 60 % Kronenverlichtung liegt mit 10 % exakt auf dem Niveau des Vorjahres. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt (1984–2025: 4,1 %) zeigt die Buche seit 2019 weit überdurchschnittliche Anteile starker Schäden.

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

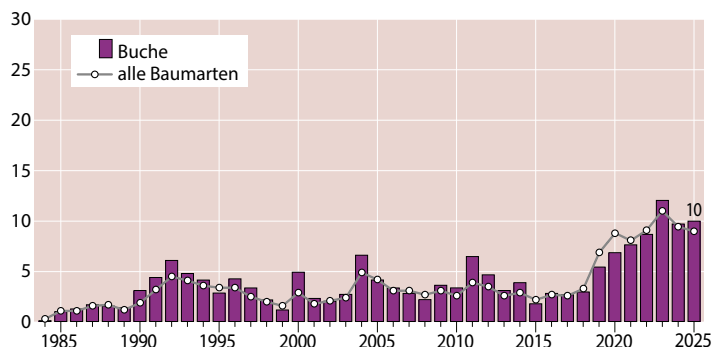


Foto: C. Klinck

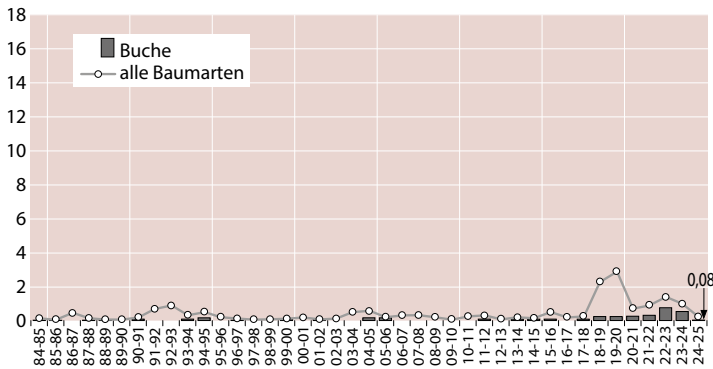


Foto: M. Spielmann

Absterberate

Ein Vergleich mit anderen Baumarten in Hessen belegt, dass die Buche im Mittel der bisherigen Beobachtungsreihe (1984–2025) eine vergleichsweise geringe Absterberate (0,1 %) aufweist. 2025 sind in der Stichprobe 0,08 % der Buchen abgestorben.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

Die sturm- und trockenheitsbedingten Ausfälle der Buche in Hessen haben sich von 1,8 % (2024) auf 0,92 % verringert. Sie liegen damit aktuell weiterhin auf einem eher niedrigen Niveau.

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

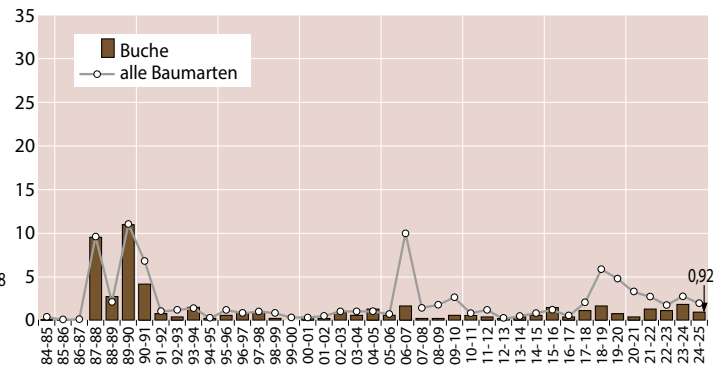
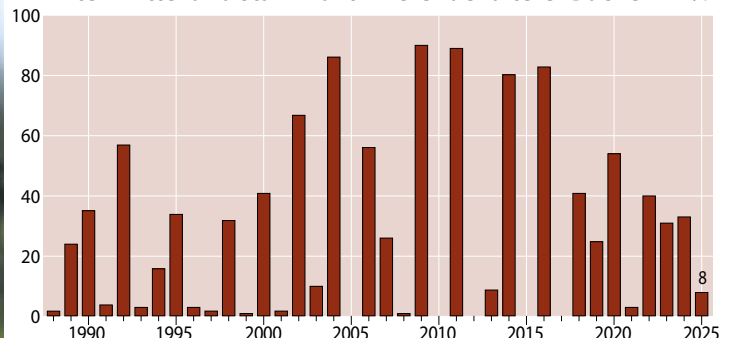


Foto: J. Evers

Fruchtbildung

Nach den starken Fruktifikationsjahren (2004, 2009, 2011, 2014, 2016) ist seit 2017 – mit Ausnahme des Jahres 2020 – keine stärkere Fruktifikation der Buche zu beobachten. 2025 haben nur 8 % der Buchen mittel oder stark fruktifiziert.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



Eiche

Ältere Eiche

Die Kronenverlichtung der älteren Eiche bleibt mit 31 % 2025 exakt auf dem Niveau des Vorjahres.

Die Entwicklung der Kronenverlichtung der Eiche wird insgesamt stark durch das unterschiedlich ausgeprägte Vorkommen der Eichenfraßgesellschaft bestimmt. In der Zeit von 2018–2022 wurden sehr geringe Fraßschäden festgestellt. Auch 2023 (7 %), 2024 (5 %) und 2025 (8,8 %) ist der Anteil mittlerer und starker Fraßschäden nur geringfügig erhöht (siehe Abb. Seite 15 rechts), die Kronenverlichtung jedoch steigt seit ca. 10 Jahren fast kontinuierlich. Hier besteht Forschungsbedarf hinsichtlich prädisponierender, schadauslösender und schadbegleitender Faktoren bei der Eiche.

Jüngere Eiche

Die Kronenverlichtung der jüngeren Eiche liegt mit 14 % exakt auf dem Niveau des Vorjahres.

Mittlere Kronenverlichtung in %

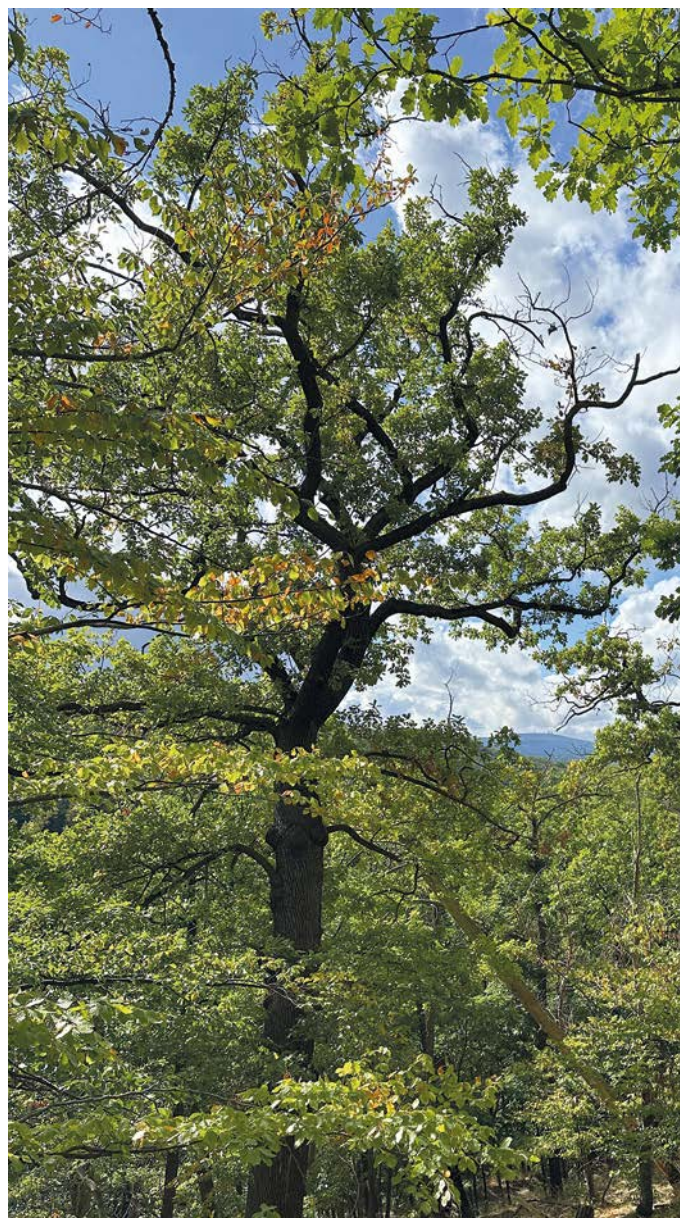
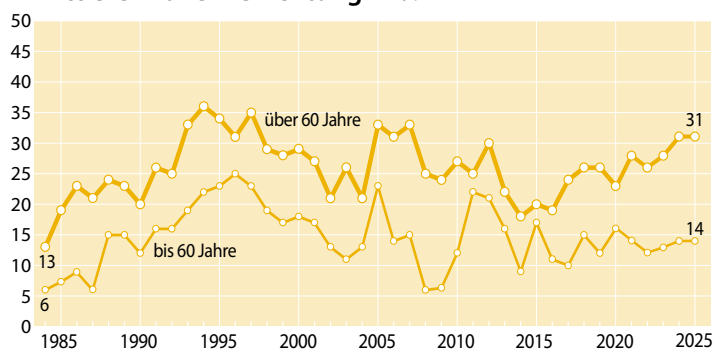


Foto: C. Klinck

Starke Schäden

Phasen mit erhöhten Anteilen starker Schäden (über 5 %) an Eichen stehen in der Regel in Verbindung mit intensivem Insektenfraß. 2024 liegt der Anteil starker Schäden für die Eiche bei 4 %, 2025 bei 5,6 %, obwohl der Insektenfraß mit einem Anteil von 5 % (2024) bzw. 8,8 % (2025) wenig auffällig war (Abb. Seite 15 rechts).

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

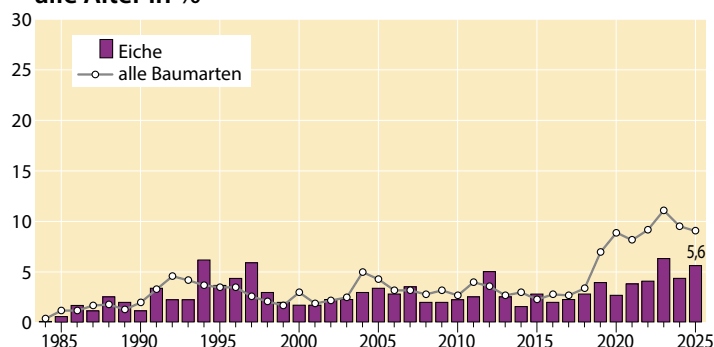
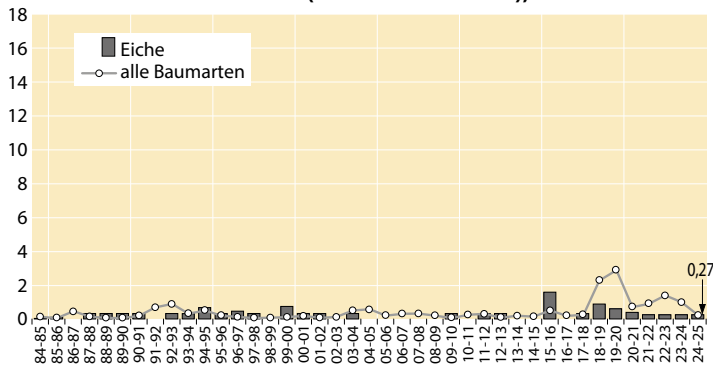


Foto: J. Evers

Absterberate

Die Absterberate der Eiche liegt im langjährigen Mittel bei 0,3 %. Auch 2025 sind 0,27 % der Eichen abgestorben.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Ausfallrate

2025 sind im WZE-Kollektiv bei der Eiche in Hessen 0,8 % Ausfälle durch Sturm oder Insektenbefall vorgekommen..

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

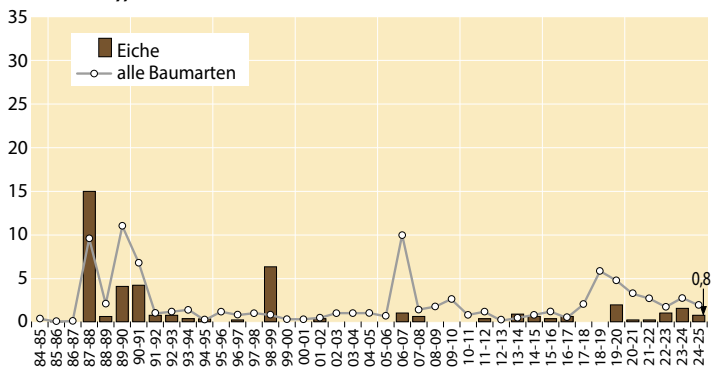


Foto: C. Klinck

Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %

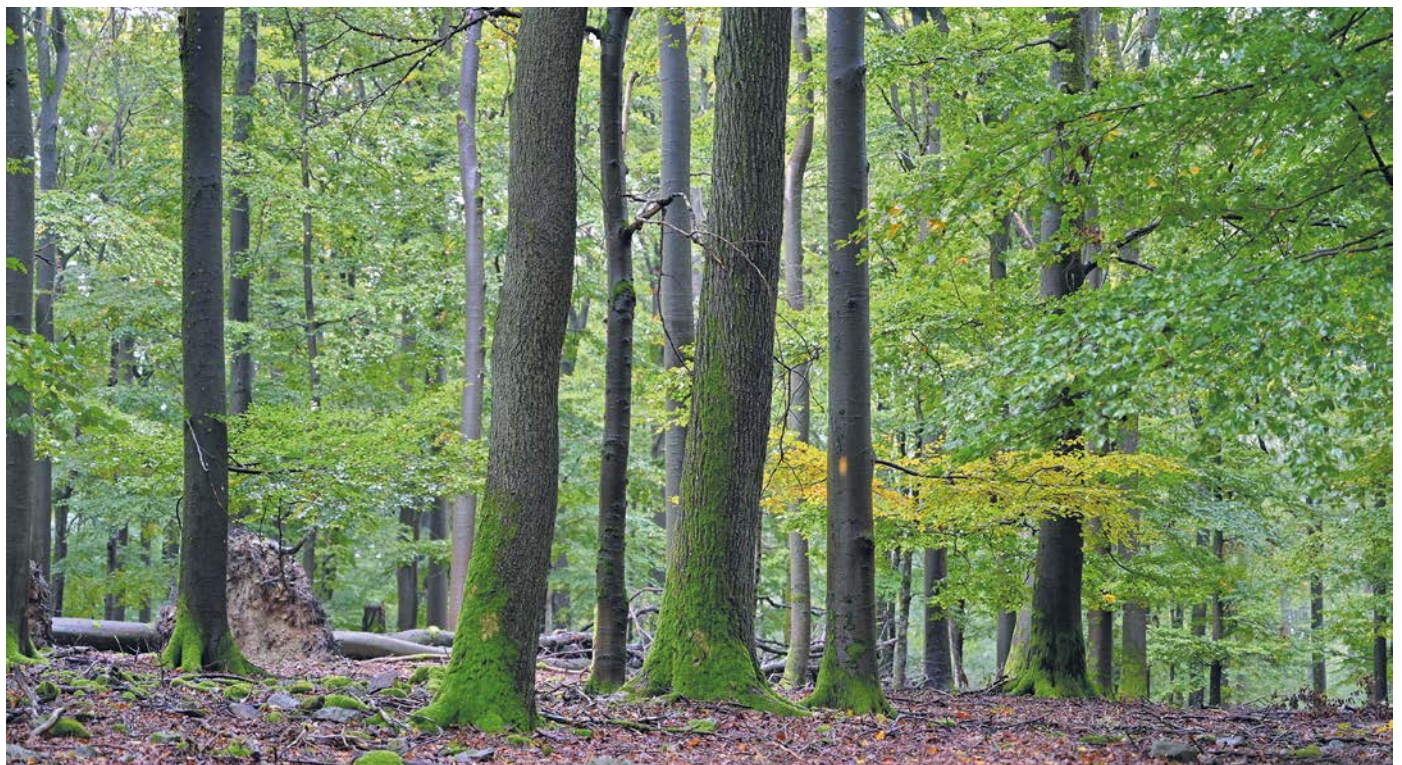
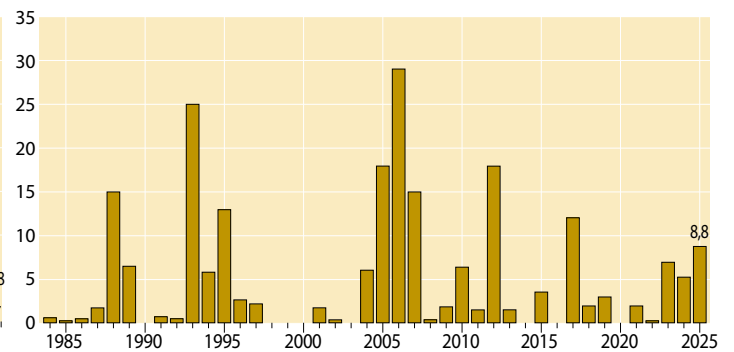


Foto: J. Evers

Fichte

Erhebliche Schäden sind seit 2018 in den Fichtenbeständen durch Sturm, Trockenheit und Borkenkäferbefall entstanden. Seit 2019 ist die Fichte die mit Abstand am stärksten geschädigte Baumart im hessischen Wald. Der Fichtenanteil im WZE-Kollektiv ist von 27,6 % im Jahr 2006 auf 9,7 % 2025 zurückgegangen. Die nachfolgenden Zahlen für die Fichte sind aufgrund des geringen Stichprobenkollektivs und der großen Wertespannen nicht statistisch abgesichert. Die Zahlenwerte werden deshalb in den Grafiken nicht dargestellt, in der textlichen Ergebnisbeschreibung aber erwähnt.

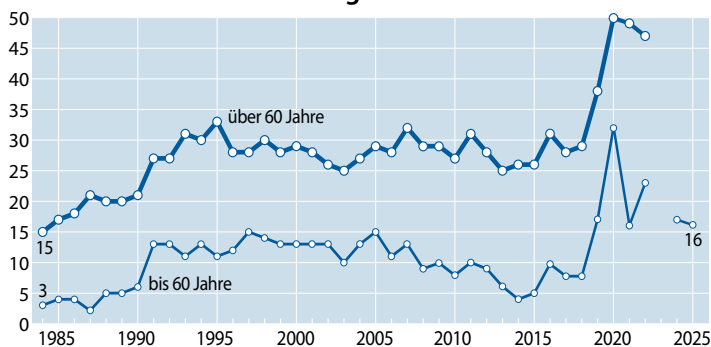
Ältere Fichte

Bei der älteren Fichte hatte sich nach der deutlichen Verschlechterung der Kronenverlichtung von 29 % (2018) auf 38 % (2019) der Kronenzustand 2020 nochmals erheblich verschlechtert (50 %). Auch 2021 und 2022 lag die mittlere Kronenverlichtung mit 49 % bzw. 47 % auf nahezu gleichem Niveau. Die Werte von 44 % (2023), 48 % (2024) und 47 % für 2025 sind statistisch nicht abgesichert, da sich das Gesamtkollektiv der Fichten infolge der hohen Absterbe- und Ausfallraten der letzten Jahre von 631 (2018) Bäumen auf 316 (2024) bzw. 310 2025 verringert hat.

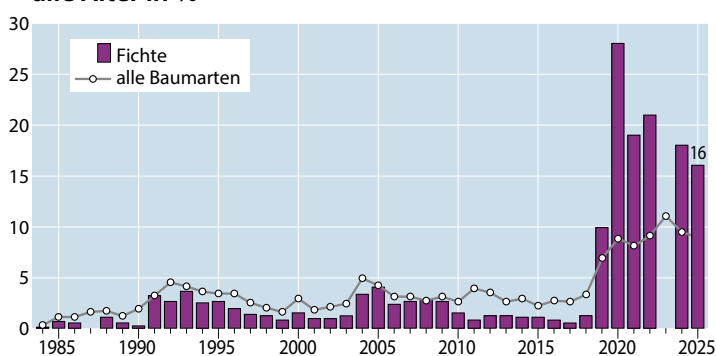
Jüngere Fichte

Der Kronenzustand der jüngeren Fichte (Alter bis 60 Jahre) hatte sich von 8 % (2018) auf 32 % 2020 deutlich verschlechtert. Danach verbleibt die Kronenverlichtung der jüngeren Fichte mit 23 % (2022) auf einem hohen Niveau. In den letzten beiden

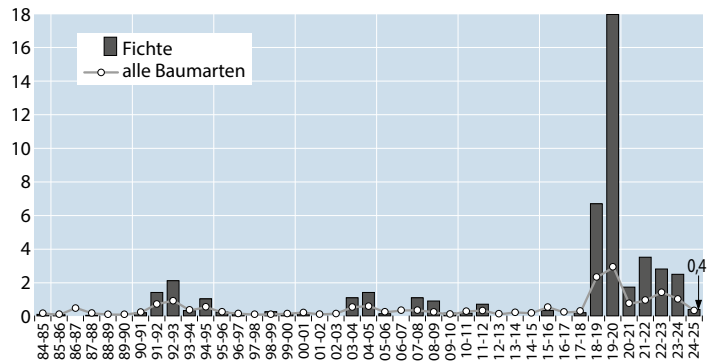
Mittlere Kronenverlichtung in %



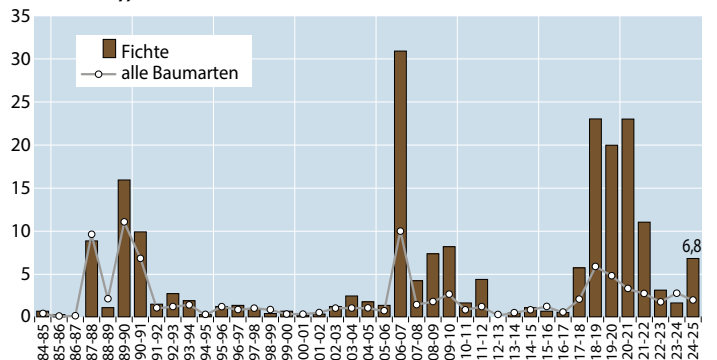
Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Jahren (2024: 17 %; 2025: 16 %) ist eine tendenzielle Entwicklung zu einer Verbesserung des Kronenzustandes festzustellen.

Starke Schäden

Im Mittel aller Erhebungsjahre liegt der Anteil starker Schäden bei 4 %. Aktuell sind dagegen 16 % der Fichten stark geschädigt. Nach dem Anstieg der starken Schäden von 2018 (1 %) auf 10 % 2019 bzw. 28 % 2020 liegt der Anteil starker Schäden seit 2021 mit Werten zwischen 16 % (2025) und 21 % (2022) weiterhin auf einem sehr hohen Niveau. Trockenstress, Windwürfe und starker Borkenkäferbefall seit 2018 haben zu einer sehr ungünstigen Vitalitätsentwicklung der Fichte geführt.

Absterberate

Die Absterberate der Fichte liegt im Mittel der Jahre 1984–2017 bei 1 %. Sie ist von 7 % 2019 auf 18 % 2020 angestiegen. In den letzten fünf Jahren ist sie wieder deutlich zurückgegangen (2021: 1,7 %; 2022: 3,5 %, 2023: 2,8 %, 2024: 2,5 %, 2025: 0,4 %).

Ausfallrate

2018 und 2019 haben Frühjahrsstürme vor allem Wälder im Norden des Landes getroffen. Vielerorts sind 2019 Fichten durch Sturm und Borkenkäferbefall ausgefallen (23 %). Auch 2020 und 2021 sind knapp 20 % bzw. 23 % ausgefallen. 2022 betrug die Rate nochmals 11 %, 2023 noch 3 % und 2024 nur noch 2 %. 2025 hat sich die Ausfallrate wieder auf 6,8 % erhöht.

Kiefer

Ältere Kiefer

Die Kronenverlichtung der älteren Kiefer hat sich von 26 % (2024) auf 28 % verschlechtert.

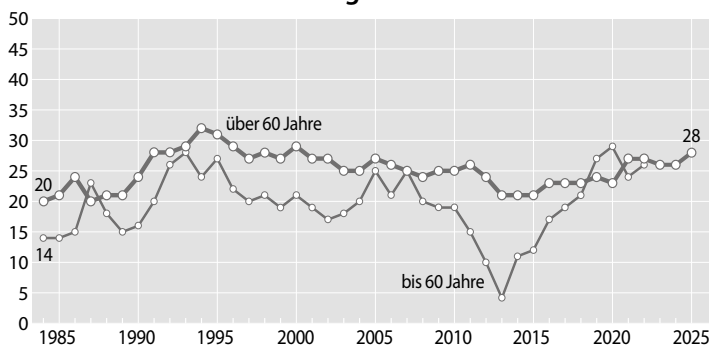
Jüngere Kiefer

Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer hatte sich von 22 % (2024) auf 19 % verbessert. Die Werte 2024 und 2025 sind aufgrund des hohen Standardfehlers statistisch nicht abgesichert.

Starke Schäden

Wie alle anderen Baumarten ist auch die Kiefer bei starken Kronenverlichtungen anfälliger gegenüber Risiken. 2025 liegt der Anteil stark geschädigter Kiefern (alle Alter) bei 6,3 %. Damit werden in den letzten sieben Jahren die Höchstwerte in der Zeitreihe erreicht.

Mittlere Kronenverlichtung in %



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

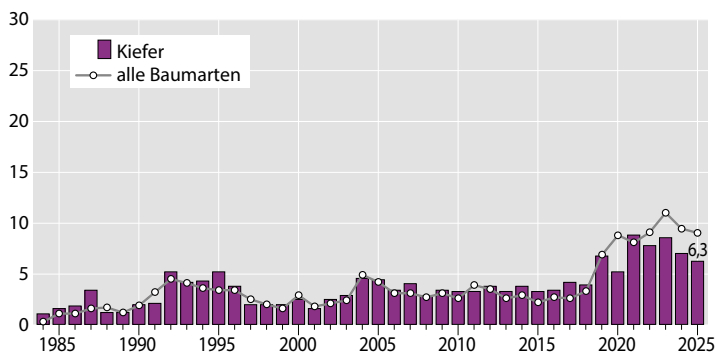


Foto: M. Spielmann

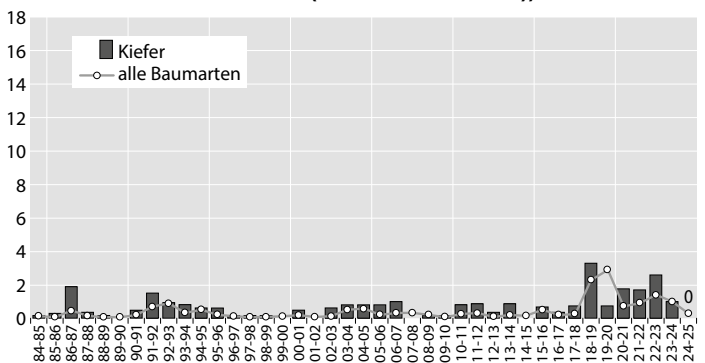
Absterberate

Die Absterberate der Kiefer (alle Alter) schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 % und 3 %, der Mittelwert 1984–2025 liegt bei 0,7 %. 2025 starb keine Kiefer neu ab.

Ausfallrate

Die Ausfallrate der Kiefer hat sich von 5,6 % (2024) auf 1,5 % verringert.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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

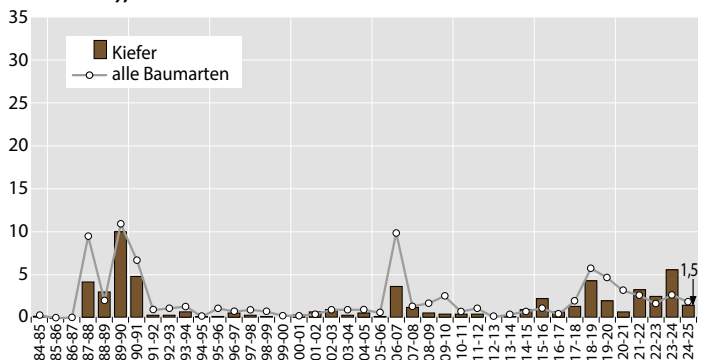


Foto: J. Evers

Andere Laub- und Nadelbäume

Mittlere Kronenverlichtung

Die anderen Laubbäume (Bergahorn, Hainbuche, Birke, Esche, Kirsche etc.) zeigen einen Anstieg der Kronenverlichtung von 17 % (2017) auf 24 % (2018). 2021 verringerte sich die Kronenverlichtung wieder auf einen Wert von 16 %. Nach einem Anstieg der mittleren Kronenverlichtung auf 28 % 2023 ist sie 2024 wieder auf einen Wert von 22 % zurückgegangen. Exakt dieses Niveau wird auch 2025 erreicht.

Die anderen Nadelbäume (Douglasie, Lärche, Küstentanne etc.) zeigen einen deutlichen Anstieg der Kronenverlichtung von 15 % (2018) auf 22 % (2019). Danach stabilisiert sich die mittlere Kronenverlichtung wieder. Sie liegt in der Zeit von 2020–2024 zwischen 18 % und 23 %. 2025 erreicht die mittlere Kronenverlichtung den Wert von 21 %.

Mittlere Kronenverlichtung in %

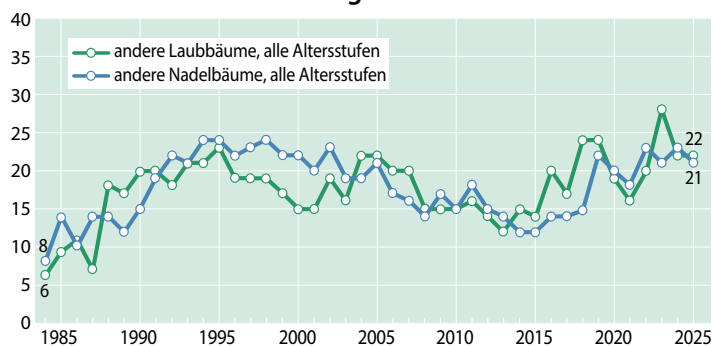


Foto: C. Klinck

Lärche

Starke Schäden

Die anderen Laubhölzer zeigen hinsichtlich der Entwicklung starker Schäden weniger auffällige Reaktionen auf die Trockenjahre 2018–2022 als andere Baumarten. Nach dem Anstieg der starken Schäden von 5 % (2017) auf 9 % (2018) lag deren Anteil in der Zeit von 2020–2022 ohne gerichtete Tendenz zwischen 4 % und 7 %. 2023 erhöhte sich der Anteil von 7 % (2022) auf 11 %. Danach verringerte sich der Anteil starker Schäden wieder leicht auf nunmehr 8,6 % (2025).

Der Anteil starker Schäden bei den anderen Nadelbäumen hat sich von 2018 auf 2019 von 1 % auf 9 % erhöht. Seitdem liegt das Niveau mit Werten zwischen 5 % und 11 % deutlich über dem langjährigen Durchschnitt (4 %). 2025 sind 6,2 % der anderen Nadelbäume stark geschädigt.

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

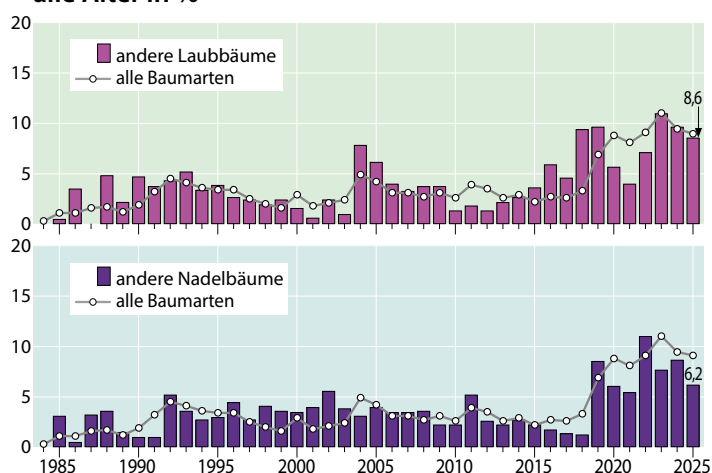


Foto: M. Spielmann

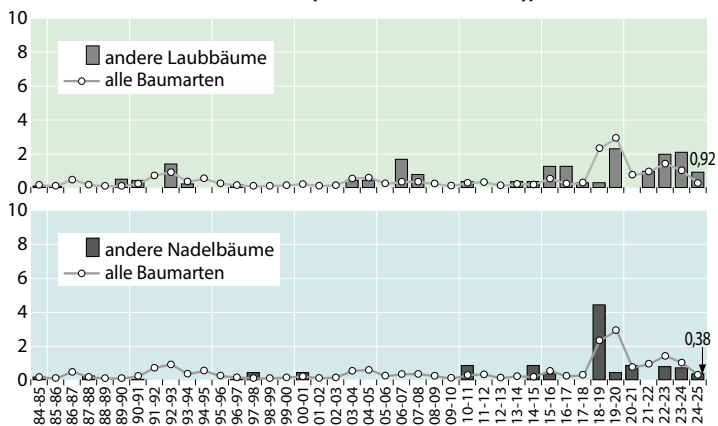
Birke

Absterberate

Der Anteil abgestorbener anderer Laubbäume ist von 0,3 % (2019) auf 2,3 % (2020) angestiegen. Danach hat sich der Anteil wieder verringert (2021: 0 %), (2022: 1,0 %). 2023 und 2024 sind wieder leicht erhöhte Anteile abgestorbener anderer Laubbäume festzustellen (2,0 % bzw. 2,1 %). 2025 liegt der Anteil abgestorbener anderer Laubbäume bei nur 0,92 %.

Der Anteil abgestorbener anderer Nadelbäume zeigt einen kurzfristigen Anstieg von 0 % (2018) auf 4,5 % (2019). Danach stabilisiert sich die jährliche Absterberate auf einem geringen Niveau und liegt in der Zeit von 2020–2025 zwischen 0 % und 0,9 %. 2025 erreicht die jährliche Absterberate den Wert von 0,38 %.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



Esche

Foto: C. Klinck



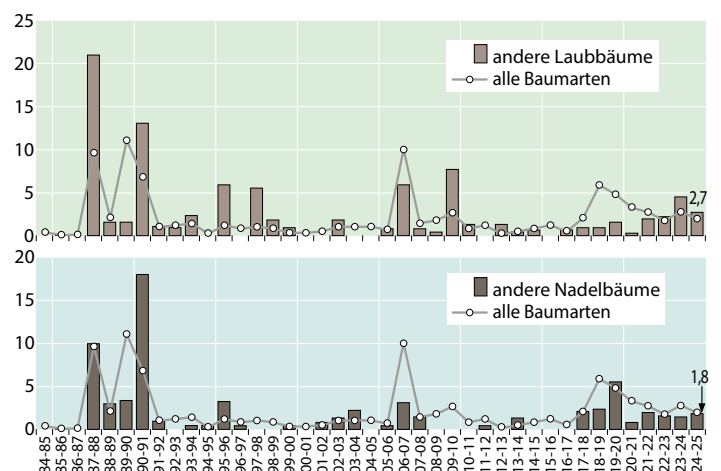
Douglasie

Ausfallrate

Die jährliche Ausfallrate für die anderen Laubbäume zeigt für die Trockenperiode von 2018–2022 nur geringfügig erhöhte Werte von 1–2 %. 2024 ist die Ausfallrate auf 4,5 % angestiegen. 2025 verringerte sie sich wieder auf 2,7 %.

Die jährliche Ausfallrate der anderen Nadelbäume liegt im langjährigen Durchschnitt bei 1,7 %. Sie ist in der Trockenperiode 2018–2022 nur im Jahr 2020 mit 5,6 % deutlich erhöht. 2025 sind nur 1,8 % der anderen Nadelbäume ausgefallen.

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



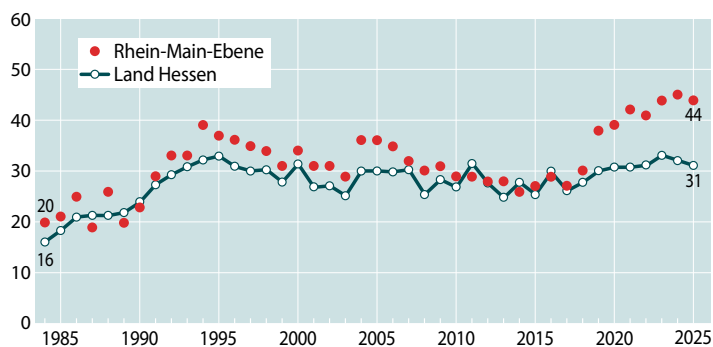
Wald in der Rhein-Main-Ebene

Uwe Paar und Caroline Klinck
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370272>

Nach der deutlichen Verschlechterung des Kronenzustandes der älteren Bäume in der Rhein-Main-Ebene von 30 % (2018) auf 38 % (2019) bzw. 39 % (2020) ist die mittlere Kronenverlichtung 2021 (42 %) und 2022 (41 %) auf hohem Niveau verblieben und in den letzten beiden Jahren nochmals angestiegen (2023: 44 %; 2024: 45 %; 2025: 44 %).

Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Bäume verbleibt mit 30 % nahezu auf dem hohen Niveau des Vorjahres (29 %). Insbesondere die jüngeren Bäume zeigen in der langen Zeitreihe einen deutlich schlechteren Kronenzustand als in Gesamthessen. Aber auch für die älteren Bäume in der Rhein-Main-Ebene hat sich der Unterschied zu Gesamthessen in den letzten sechs Jahren vergrößert.

Mittlere Kronenverlichtung in %
 alle Baumarten, über 60 Jahre



Mittlere Kronenverlichtung in %
 Eiche, über 60 Jahre

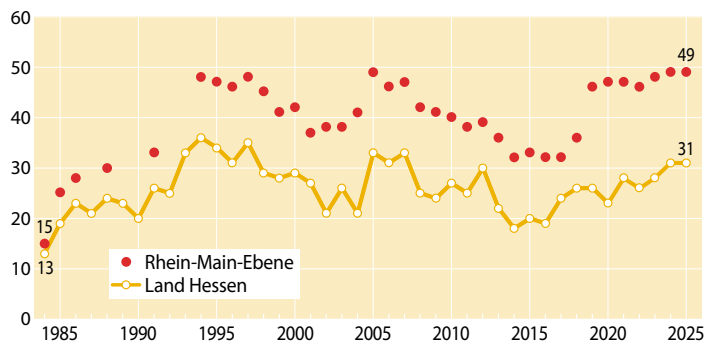


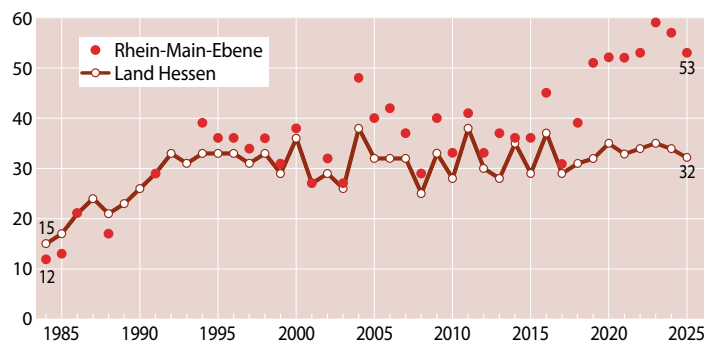
Foto: P. Gawehn

Die Eiche zählt zu den charakteristischen Baumarten dieser Region. Sie ist an die dortigen Klimabedingungen grundsätzlich gut angepasst.

Von 2018 auf 2019 hat sich der Kronenzustand der älteren Eiche sprunghaft verschlechtert (2018: 36 %; 2019: 46 %). In den letzten 6 Jahren werden Werte zwischen 46 % (2022) und 49 % (2025) erreicht.

Die kritische Situation der Eiche in der Rhein-Main-Ebene wird besonders in einem Vergleich zum landesweiten Eichenergebnis deutlich. Die Kronenverlichtung der älteren Eiche in Gesamthessen erreicht 2025 31 %. Im Vergleich dazu ist die Kronenverlichtung in der Rhein-Main-Ebene um 18 Prozentpunkte höher.

Mittlere Kronenverlichtung in %
 Buche, über 60 Jahre



Mittlere Kronenverlichtung in %
 Kiefer, über 60 Jahre

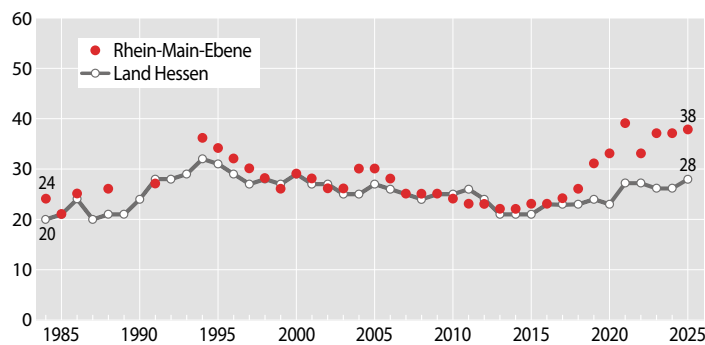
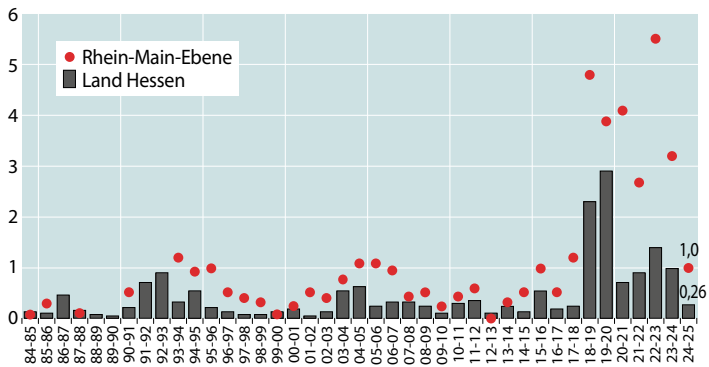


Foto: P. Gawehn

Der Kronenzustand der älteren Buche hat sich seit 2019 ebenfalls erheblich verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung ist von 39 % (2018) auf 51 % (2019) angestiegen. Sie lag von 2020–2022 zwischen 51 % und 53 %. 2023 ist sie nochmals erheblich auf 59 % angestiegen. Seitdem hat sie sich auf hohem Niveau leicht verringert (2024: 57 %; 2025: 53 %). Auch die Buche zeigt in der Rhein-Main-Ebene einen deutlich schlechteren Vitalitätszustand als im Landesdurchschnitt.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Baumarten, alle Alter in %



Wie die Eiche zählt auch die Kiefer zu den Baumarten, die an die ökologischen Bedingungen der Tieflagen besonders angepasst ist oder sein sollte. Sorge entsteht vor allem aus dem Befund einer deutlichen Verschlechterung der Kronenverlichtung der älteren Kiefer seit 2018 (26 %) auf maximal 39 % 2021. 2025 liegt die mittlere Kronenverlichtung bei 38 %.

Bereits im Rahmen der ersten Aufnahme zum Mistelbefall an der Kiefer im Jahr 2002 wurde für rund ein Drittel der Kiefern in der Rhein-Main-Ebene Mistelbefall festgestellt. Seitdem erhöhte sich der Anteil von Kiefern mit Mistelbefall auf 49 % (2025), wobei 25 % aller Kiefern einen stärkeren Befall von mehr als 10 % des Kronenvolumens aufweisen. Misteln profitieren vom Stoffhaushalt der Wirtsbäume. Ihr Vorkommen verringert die Widerstandsfähigkeit der Bäume gegenüber anderen Schadfaktoren. Die Waldzustandserhebung weist auch für 2025 einen schlechten Vitalitätszustand für die Wälder in der Rhein-Main-Ebene nach. Bisher ergriffene Maßnahmen haben nicht dazu geführt, die Walderhaltung wesentlich zu fördern. Die Stabilisierung der Wälder in der Rhein-Main-Ebene bleibt eine weiterhin vorrangige und anspruchsvolle Aufgabe.



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

Vitalität von Gemeiner Birke, Bergahorn, Europäischer Lärche und Douglasie

Caroline Klinck

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370341>

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

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

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

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

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

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

Die Kronenverlichtung der jüngeren Birken liegt im Mittel bei etwa 15 % und ist damit im Vergleich zu den anderen Laubbaumarten relativ hoch. Im Erhebungszeitraum gab es Phasen erhöhter Werte wie Anfang der 1990er Jahre, zwischen 2004 und 2006 sowie ab 2018, und Phasen mit niedrigen Werten wie 2011–2017. Nach dem Trockenjahr 2003 gab es einen Anstieg der Werte. 2018 erhöhte sich die mittlere Kronenverlichtung bereits im Trockenjahr selbst und in den Folgejahren noch weiter. Sie erreichten im Jahr 2019 einen Maximalwert von fast 40 %. Zur Beurteilung der Vitalität muss darauf hingewiesen werden, dass die Kronenverlichtungswerte innerhalb der Jahre selten normalverteilt sind. Gerade in den Jahren nach 2018 lag der Median, also der Wert, den die Hälfte der Bäume aufwies, deutlich unter dem Mittelwert. Das bedeutet einerseits, dass die Spannbreite der Kronenverlichtungswerte in den Jahren sehr groß ist und es durchaus eine große Zahl an Birken gibt, die sehr niedrige Verlichtungen aufweisen. Andererseits gibt es genügend Birken mit hohen und sehr hohen Verlichtungswerten, die den Mittelwert anheben. Diese Birken sind in ihrer Vitalität geschwächt, was durch die relativ hohe mittlere Absterberate bestätigt wird. So starben im Mittel der Betrachtungsjahre mit 0,9 % vergleichsweise viele der Birken des WZE-Kollektivs ab (ohne Abb.). Es gab auch insgesamt nur vier Jahre, in denen die Rate bei null lag. Am höchsten war sie im Jahr 2019, als fast 8 % der Birken (49 Einzelbäume) abstarben.

Bergahorn

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

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



Foto: M. Spielmann

Gemeine Birke

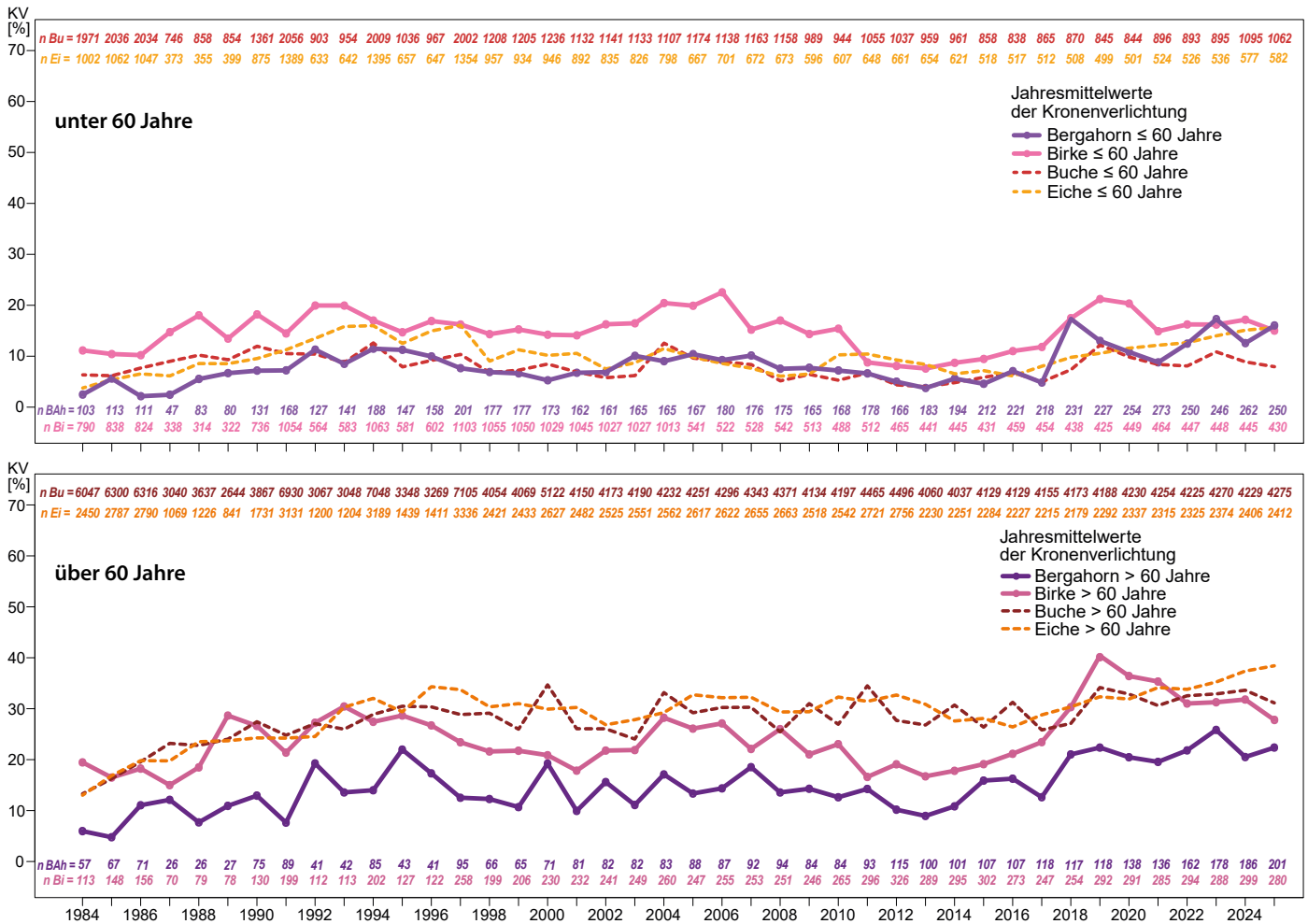
Bezogen auf das WZE-Stichprobenraster der vier betrachteten Bundesländer ist die Gemeine Birke oder Sandbirke mit einem Gesamtanteil von 4 % aktuell die häufigste Baumart neben den vier Hauptbaumarten. Die seltenere Moorbirke wird hier nicht betrachtet.

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



Foto: M. Spielmann

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



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

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

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

Europäische Lärche

Neben Kiefern und Fichten sind Lärchen im WZE-Kollektiv der vier Trägerländer der NW-FVA die häufigsten Nadelbäume. Dabei ist die Europäische Lärche etwas häufiger als die Japanische Lärche. In Schleswig-Holstein überwiegen Japanische Lärchen, während in Hessen und Niedersachsen mehrheitlich und in Sachsen-Anhalt ausschließlich Europäische Lärchen stehen. Das Vorkommen der Europäischen Lärchen in der WZE-Stichprobe hat einen Schwerpunkt in Hessen: 50 % der jüngeren und 48 % der älteren Europäischen Lärchen stehen hier. Auf

Niedersachsen entfallen 24 % der jüngeren und 38 % der älteren Lärchen. In Sachsen-Anhalt stehen 22 % der jüngeren und 8 % der älteren Bäume und in Schleswig-Holstein 4 % bzw. 8 % der Europäischen Lärchen der WZE-Stichprobe.

Die unter 60-jährigen Europäischen Lärchen hatten eine mit den anderen Nadelbaumarten vergleichbare mittlere jährliche Kronenverlichtung. Erhöhte Werte von etwas über 15 % wurden zu Anfang der 1990er Jahre und seit 2019 beobachtet. Die mittleren Jahreswerte der Kronenverlichtung für die älteren Europäischen Lärchen verlaufen auf einem ähnlichen Niveau wie die der Kiefer und deutlich unter dem der Fichte. Dabei schwanken die Werte zwischen den Jahren stärker als bei der Kiefer. Das kann einerseits auf den deutlich kleineren Datensatz zurückzuführen sein oder andererseits auch darauf, dass der Einfluss der saisonalen Witterung bei Lärchen durch den jährlichen Nadelabwurf früher und im Folgejahr kaum noch zu erkennen ist. So stiegen die Werte der Kronenverlichtung



Foto: T. Friedhoff

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

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

Douglasie

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

Die Kronenverlichtungswerte der jüngeren Douglasien sind niedrig und liegen mit Werten um 10 % auf dem Niveau der jüngeren Fichten und Kiefern. Eindeutige Anstiege sind 2005/2006 und 2018 zu beobachten. Nach 2006 sanken die Werte bis zum Jahr 2009 wieder auf das Ausgangsniveau. Nach 2018 sanken die Werte bisher nicht, und 2025 wurde ein neuer Höchstwert erreicht.

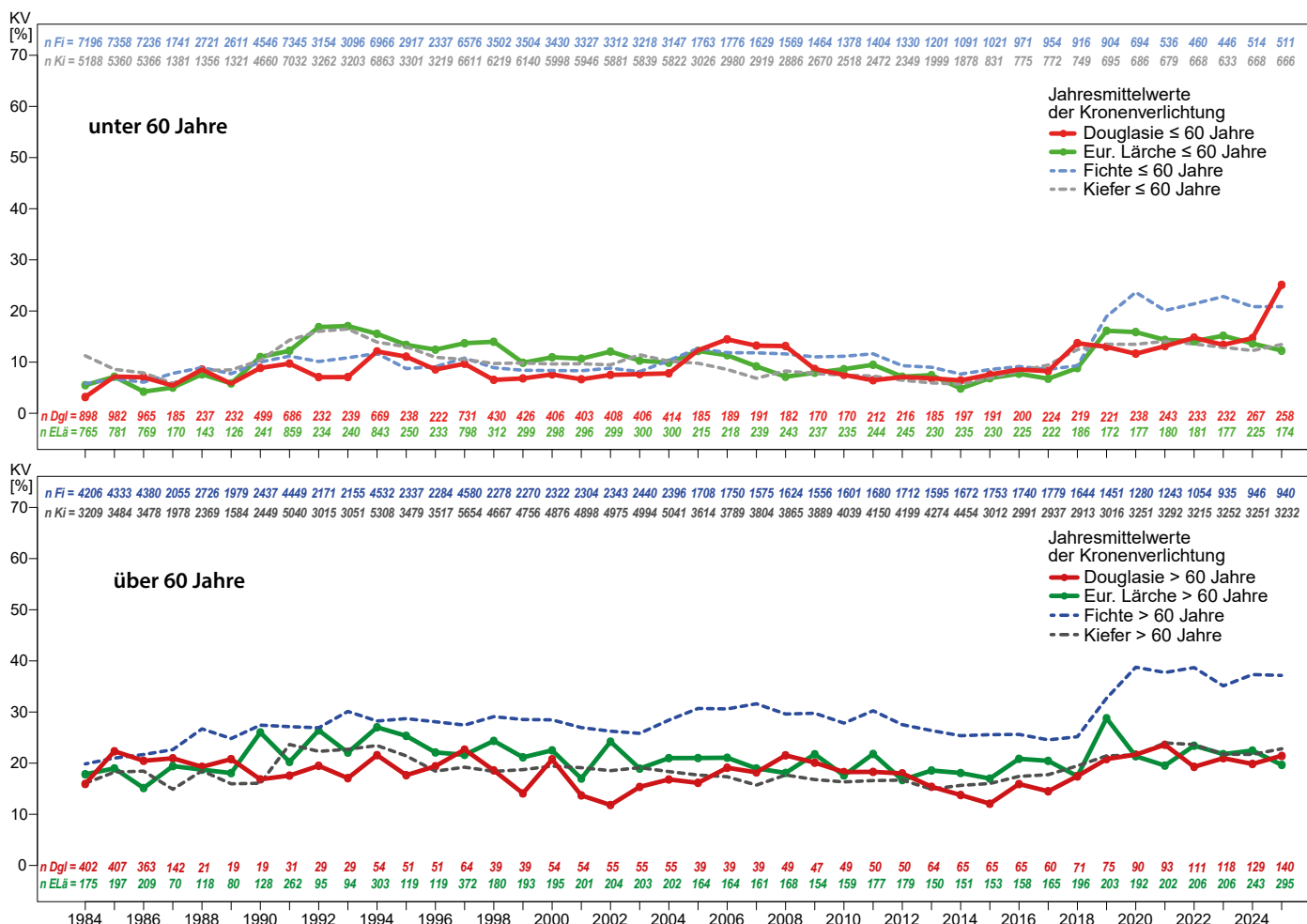
Die Jahresmittel der Kronenverlichtungswerte der älteren Douglasien liegen etwa auf dem Niveau derer der Kiefer und in einigen Jahren unter denen von Fichte, Kiefer und auch Europäischer Lärche. Nach den Trockenjahren 2018/19 stiegen die Werte langsam, aber deutlich bis 2021 an und sanken danach leicht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

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



Foto: H. J. Arndt

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



Johannes Suttmöller
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370381>

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

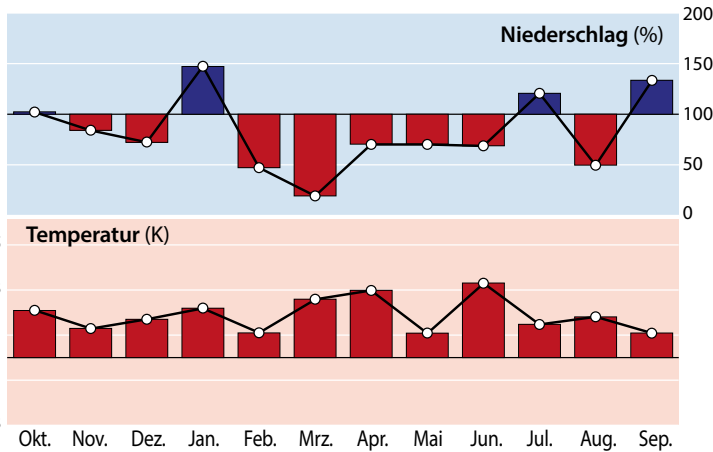
Das Vegetationsjahr 2024/25 war im Landesmittel von Hessen knapp 1 K kühler als das vergangene Jahr. Trotzdem war es mit 10,1 °C um 1,9 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode und um 0,8 K im Vergleich zur aktuellen Klimareferenzperiode 1991–2020 (Tab. rechts). Dabei waren alle Monate wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode. Das Kalenderjahr 2024 (Januar bis Dezember) war mit rund 10,7 °C das wärmste Jahr seit Beobachtungsbeginn in Hessen. Die Jahresmitteltemperatur lag um knapp 0,1 K über dem Rekordwert aus dem Jahr 2023. Im Vegetationsjahr 2024/25 fielen rund 650 mm Niederschlag. Dies sind knapp 20 % weniger im Vergleich zum langjährigen Mittel. Damit war das Vegetationsjahr 2024/25 ähnlich trocken wie die Jahre 2017/18, 2018/19 und 2021/22. Dabei fiel von Februar bis Juni nur etwas mehr als die Hälfte der sonst üblichen Niederschlagsmenge und nur die Monate Januar, Juli und September wiesen einen deutlichen Überschuss auf.

Witterungsverlauf von Oktober 2024 bis September 2025

Zu Beginn des Vegetationsjahres 2024/25 setzte sich die unbeständige Witterung der Vormonate fort. Die erste Monatshälfte im **Oktober** war durch eine rege Tiefdrucktätigkeit mit häufigen Niederschlägen geprägt. Fast im gesamten Land waren die Böden sehr feucht. Die Bodenfeuchte lag in den obersten Bodenschichten bis 60 cm über 100 % nutzbarer Feldkapazität (nFK) und damit deutlich über den langjährigen Mittelwerten. Nach Monatsmitte setzte sich stabiles Hochdruckwetter durch und es fiel kaum noch Niederschlag. Mit 62 mm Niederschlag wurde das Monatssoll erreicht. Die Monatsmitteltemperatur betrug 10,9 °C. Damit war der Oktober 2024 2,1 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode

(Tab. und Abb. unten). Auch zu **November**beginn dominierte ruhiges, durch Hochdruckwetterlagen geprägtes Herbstwetter. In der zweiten Monatshälfte lebte die Tiefdrucktätigkeit auf und mehrere Sturmtiefs brachten insbesondere den höheren Lagen im Nordwesten des Landes ergiebige Niederschläge. In weiten Landesteilen war es dagegen trockener als normal. Im Landesmittel fielen 59 mm Niederschlag. Dies sind rund 15 % weniger als im 30-jährigen Mittel der Periode 1961–1990. Im November setzte sich die milde Witterung fort. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 5,1 °C war der Monat 1,3 K zu warm.

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 2024/25

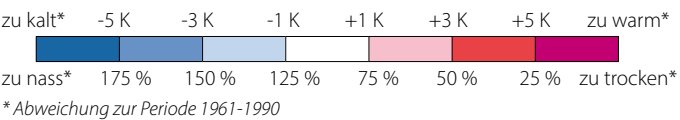


Abweichungen von Niederschlag und Temperatur vom Mittel der Klimareferenzperiode 1961–1990 (durchgezogene schwarze Linie) in Hessen, Monatswerte für das Vegetationsjahr 2024/2025 (Oktober 2024– September 2025).

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

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

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	2024/25	1961–1990	1991–2020	2024/25	1961–1990	1991–2020
Oktober	10,9	8,8	9,2	62	60	62
November	5,1	3,8	4,8	59	70	66
Dezember	2,6	0,9	1,8	55	77	75
Januar	1,9	-0,3	0,9	92	63	67
Februar	1,6	0,5	1,5	29	52	53
März	6,3	3,7	4,9	11	62	56
April	10,5	7,5	9,0	40	58	44
Nicht-vegetationszeit	5,6	3,6	4,6	348	442	423
Mai	13,1	12,0	13,0	48	70	68
Juni	18,5	15,2	16,2	54	80	65
Juli	18,3	16,8	18,2	88	73	79
August	18,2	16,4	17,8	34	68	68
September	14,3	13,2	13,6	76	57	60
Vegetationszeit	16,5	14,7	15,8	300	348	340
Vegetationsjahr	10,1	8,2	9,3	648	790	763



* Abweichung zur Periode 1961–1990

Die obersten Bodenschichten wiesen weiterhin hohe Bodenfeuchtwerte von über 100 % nFK auf. Der **Dezember** war mild, trocken und infolge häufiger Inversionswetterlagen überwiegend trüb. Nur in den Hochlagen der Mittelgebirge schien die Sonne überdurchschnittlich häufig. Die Mitteltemperatur von 2,6 °C lag um 1,7 K über dem langjährigen Mittelwert der Klimanormalperiode. Das Niederschlagssoll wurde landesweit um rund 30 % unterschritten. In der Rhein-Main-Ebene fiel teilweise weniger als 50 % der üblichen Niederschlagsmenge. Die Niederschlagshöhe betrug 55 mm. Infolge des geringen Verdunstungsanspruchs der Vegetation waren auch im Dezember die Böden bis 60 cm Tiefe überdurchschnittlich mit Wasser gefüllt. Der **Januar** 2025 war sehr nass und mild. Dabei fiel in der Rhein-Main-Ebene und in den mittleren und nördlichen Landesteilen überdurchschnittlich viel Niederschlag, während im Süden (Odenwald) das langjährige Soll regional nicht erreicht wurde. Die Niederschlagsmenge von 92 mm im Landesmittel lag um knapp 50 % über dem Wert der Klimanormalperiode. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 1,9 °C war der Januar um 2,2 K wärmer als im Durchschnitt der Periode 1961–1990. Dabei war die positive Temperaturabweichung im westlichen Hessen mit weniger als 1 K deutlich geringer als in den östlichen Landesteilen mit einer Abweichung von mehr als 2,5 K. Im **Februar** stellte sich die Wetterlage nachhaltig um. Häufiger Hochdruckeinfluss führte dazu, dass mit 29 mm Niederschlag nur rund 50 % der üblichen Menge gemessen wurde. Besonders trocken war es mit einem Niederschlagsdefizit von bis zu 75 % im äußersten Norden des Landes (Bad Sooden-Allendorf und Battenberg jeweils rund 10 mm Niederschlag). Im südlichen Hessen wurde das langjährige Niederschlagssoll regional fast erreicht. Im Laufe des Monats trockneten die Oberböden etwas ab, sodass die Bodenfeuchte leicht unterdurchschnittliche Wassergehalte aufwies. Die Monatsmitteltemperatur betrug 1,6 °C. Somit war der Februar 2025 1,1 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode und 0,1 K im Vergleich zur aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Es folgte ein extrem trockener, überdurchschnittlich warmer und sehr

sonnenscheinreicher **März**. Stabile Hochdruckwetterlagen führten dazu, dass es zu ausgeprägten Tagesgängen bei der Temperatur kam und der Monat mit einer Mitteltemperatur von 6,3 °C um 2,6 K im Landesmittel zu warm war. In den Hochlagen von Rhön und Vogelsberg betrug die positive Abweichung sogar mehr als 4 K. Die Niederschlagshöhe erreichte mit 11 mm nur rund 15 % des langjährigen Klimamittels. An einigen DWD-Stationen wurde so gut wie kein Niederschlag gemessen (Schwalbach und Mengerskirchen 3 mm). Infolge der zunehmenden Verdunstungsraten und geringen Niederschläge nahm die Bodenfeuchte in den obersten 60 cm deutlich ab und lag regional unter den langjährigen Werten. Die trockene Witterung setzte sich mit kurzen Unterbrechungen im **April** fort. Im Gebietsmittel von Hessen fielen 40 mm Niederschlag. Dies entspricht knapp 70 % der langjährigen Niederschlagssumme. Dabei gab es regional große Unterschiede in der Niederschlagshöhe. Während im Süden des Landes teilweise nur rund 10 mm Niederschlag gemessen wurde, führten intensive Niederschläge am 23./24. April dazu, dass im Norden regional mit mehr als 80 mm Niederschlag das Monatssoll deutlich übertroffen wurde. In weiten Teilen des Landes nahm die Bodenfeuchte bis 60 cm Tiefe weiter ab und lag unter den durchschnittlichen Werten. Der April war nicht nur trocken, sondern auch warm und sehr sonnig. Die Monatsmitteltemperatur von 10,5 °C bedeutet eine positive Anomalie von 3,0 K. Um die Monatsmitte wurde an einigen Stationen des DWD der erste Sommertag des Jahres registriert. Auch der **Mai** präsentierte sich trocken und sehr sonnenscheinreich. Der Monat war 1,1 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode. Die Monatsmitteltemperatur von 13,1 °C entsprach annähernd der langjährigen Temperatur der aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Geringer Luftfrost um -1 °C wurde nur noch an einigen Stationen beobachtet. Die trockene Witterung der vergangenen Monate setzte sich in den meisten Regionen fort. Im Flächenmittel von Hessen fielen 48 mm Niederschlag. Dies entspricht einem Defizit von 30 %, und nur im äußersten Süden des Landes an der Grenze zu Baden-Württemberg wurde die mittlere Niederschlagshöhe regional übertroffen. Infolge der anhaltenden Trockenheit lagen die Wassergehalte im Oberboden teilweise um bis zu 30 % unter den für Mai üblichen Werten. Der **Juni** war der fünfte zu trockene Monat in Folge. Es fiel mit 54 mm rund 70 % der langjährigen Niederschlagsmenge. Typisch für einen Sommermonat war die ungleiche Verteilung der Niederschläge im Land. Infolge von Starkregenereignissen wurde in einigen Landesteilen das Niederschlagssoll deutlich übertroffen (100 mm, Gedern-Schönhausen im Wetteraukreis), während im südlichen Hessen regional ein Niederschlagsdefizit von rund 50 % gemessen wurde (20 mm, Gernsheim). Auch die Böden waren in weiten Teilen des Landes deutlich trockener als üblich. Bei der Temperatur gab es ein ausgeprägtes Nord-Süd-Gefälle. Die Mitteltemperatur betrug 18,5 °C. Der Juni war im Flächenmittel 3,3 K wärmer als im Mittel der Klimanormalperiode. Allerdings war es im Norden weniger als 2 K wärmer, während in

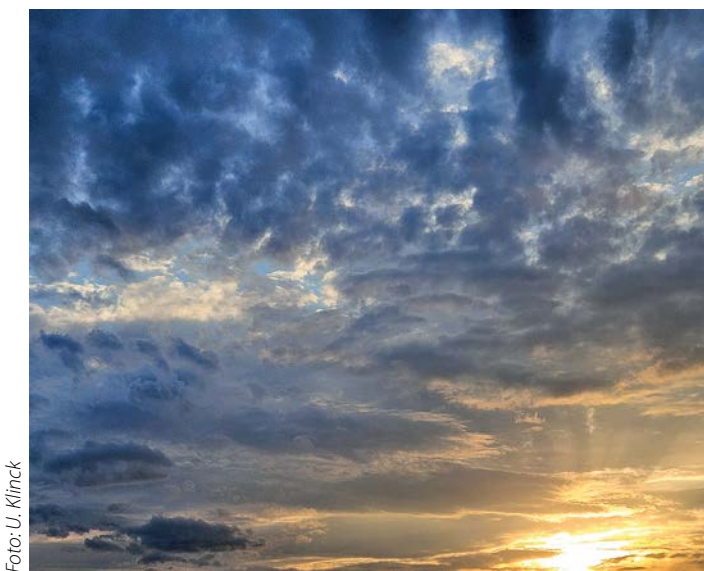
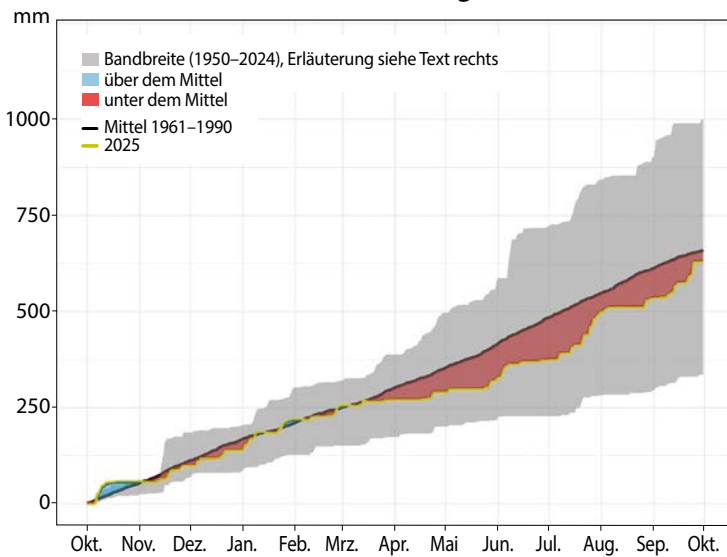


Foto: U. Klinck

Akkumulierter Niederschlag im Vegetationsjahr an der Klimastation Frankfurt/Flughafen



den südlichen Landesteilen die positive Anomalie bis zu 4 K betrug. Der **Juli** startete heiß. In Bad Nauheim stieg das Thermometer am 2. Juli auf 38,5 °C. Die Monatsmitteltemperatur mit 18,3 °C lag um 1,5 K über dem Wert der Klimanormalperiode. Diesmal war die Temperaturabweichung im Nordwesten von Hessen größer als in den südlichen Landesteilen. Im Juli wurde das Niederschlagssoll erstmals seit Januar mit 88 mm im Landesmittel um 20 % übertroffen. An der Station Messel in der Nähe von Darmstadt und in Hirschborn (Odenwald) betrug die Monatssumme jeweils rund 170 mm. Trotz der hohen Niederschläge waren die Bodenwasserspeicher in den obersten 60 cm landesweit unterdurchschnittlich aufgefüllt. In einigen Regionen erreichte das Bodenwasserdefizit bis zu 30 % im Vergleich zu den langjährigen Wassergehalten. Der **August** startete mit einer dreiwöchigen Trockenperiode, und erst am Monatsende führte Tiefdruckeinfluss zu einer vermehrten Niederschlagsaktivität. Mit 34 mm im Gebietsmittel blieb es um gut 50 % trockener als üblich. Der sehr sonnige und trockene Monat war mit 18,2 °C um 1,8 K wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode. Höchsttemperaturen von 30 °C bis regional in den mittleren Landesteilen von über 35 °C traten in diesem Sommer nochmals um die Monatsmitte auf. Zum Abschluss des Vegetationsjahres 2024/25 folgte ein milder und nasser **September**. Die Monatsmitteltemperatur betrug 14,3 °C und lag um 1,1 K über dem langjährigen Mittel. Am 20. September wurde an einigen Klimastationen nochmals ein heißer Tag mit einer Tageshöchsttemperatur von über 30 °C gemessen. Im Flächenmittel von Hessen fielen 76 mm Niederschlag und damit 33 % mehr als das Niederschlagssoll. Dabei war es im Norden trockener als

üblich, während in den südlichen Landesteilen teilweise das Doppelte der mittleren Niederschlagshöhe fiel, sodass hier die Bodenfeuchte über den jahreszeitlich üblichen Werten lag.

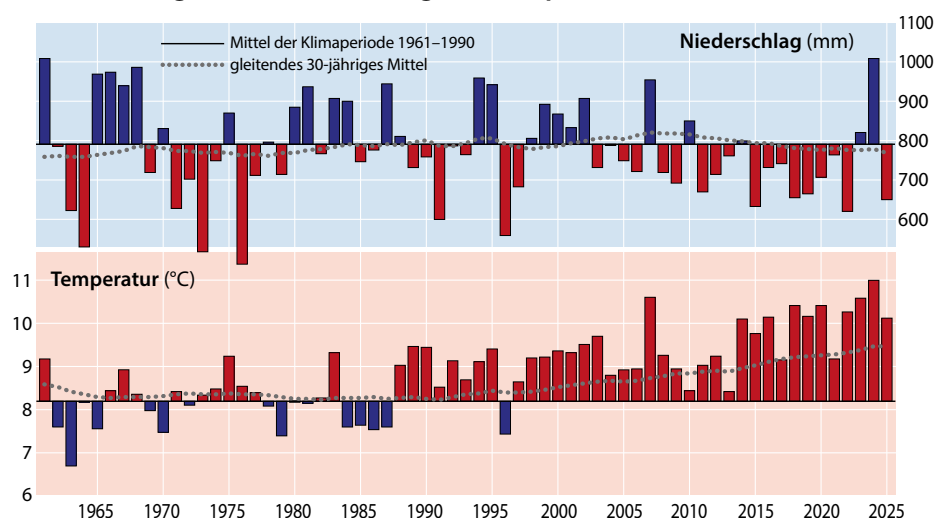
In der Abbildung links ist der aufsummierte Niederschlag an der DWD-Klimastation Frankfurt/Flughafen für das Vegetationsjahr 2024/25 im Vergleich zu den Jahren 1949/50 (Messbeginn) bis 2023/24 dargestellt. In der Zeitreihe gibt es kaum Datenlücken, sodass der gesamte Messzeitraum berücksichtigt werden konnte. Die Bandbreite wird durch das im Beobachtungszeitraum trockenste Jahr (1975/76) und das bisher niederschlagsreichste Jahr (1964/65) aufgespannt.

Von Oktober 2024 bis Mitte März 2025 schwankten die aufsummierten Niederschläge an der DWD-Klimastation Frankfurt/Flughafen um den langjährigen Durchschnitt der Klimanormalperiode 1961–1990. Von Februar bis Ende Juni fielen an der Messstation nur rund 150 mm Niederschlag statt der üblichen 270 mm. Zum Ende der fünfmonatigen Trockenperiode betrug das Niederschlagsdefizit mehr als 100 mm. Nachfolgend setzten im Juli vermehrt Niederschläge ein, sodass das Defizit auf rund 50 mm abnahm. Nach einer dreiwöchigen Trockenperiode im August führten im September mehrere Starkniederschlagsereignisse dazu, dass das Niederschlagsdefizit zum Ende des Vegetationsjahres an der Station Frankfurt/Flughafen fast vollständig abgebaut wurde.

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Obwohl das aktuelle Vegetationsjahr knapp 1 K kühler war als das bisher wärmste Vegetationsjahr 2023/24, setzt sich der langfristige Erwärmungstrend unvermindert fort. Nach dem gleitenden Mittel der letzten 30 Jahre beträgt die Temperaturzunahme 1,3 K (Abb. unten). Seit April dieses Jahres verwen-

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur 1961–2025



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 Hessen, Jahreswerte für das Vegetationsjahr (Oktober bis September)

Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

det der DWD ein neues Verfahren zur Trendlinienberechnung. Das sogenannte LOESS-Verfahren (Locally estimated/weighted Scatterplot Smoothing) bildet den beschleunigten Temperaturanstieg der letzten Jahre realitätsnaher ab als rein lineare Berechnungsmethoden. Dabei werden die Jahresmitteltemperaturen der jüngeren Vergangenheit stärker gewichtet als die der älteren Vergangenheit. Nach dem LOESS-Verfahren beträgt die Erwärmung in Hessen bereits 2,3 K im Vergleich zur Klimanormalperiode. Auch im vergangenen Vegetationsjahr waren alle Monate wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode und auch als das Mittel der aktuellen Referenzperiode 1991–2020. Das Vegetationsjahr 2024/25 war trockener als im langjährigen Mittel. Es fiel ungefähr 140 mm oder knapp 20 % weniger Niederschlag als üblich, wobei acht von zwölf Monaten teilweise deutlich zu trocken waren. Eine fünfmonatige Trockenperiode von Anfang Februar bis Anfang Juli führte dazu, dass die Oberböden (bis 60 cm Tiefe) in Hessen flächenhaft austrockneten.

Die **Nichtvegetationszeit** von Oktober 2024 bis April 2025 war sehr mild und trocken. Die Temperatur erreichte einen Mittelwert von 5,6 °C (Abb. unten, Tab. Seite 25). Damit war die Nichtvegetationszeit 2,0 K wärmer als im langjährigen Mittel der Klimanormalperiode. Die höchsten Abweichungen mit mehr als 2,2 K wurden in den Hochlagen der Mittelgebirge

beobachtet (Abb. Seite 29 oben links), während in der Rhein-Main-Ebene die positive Temperaturanomalie unter 1,7 K lag. Das Niederschlagsdefizit summierte sich auf fast 100 mm des langjährigen Solls. Mit 348 mm im Gebietsmittel fielen weniger als 80 % der üblichen Niederschlagsmenge. Dabei war es im ganzen Land zu trocken, wobei das Defizit in den südlichen Landesteilen mit regional mehr als 30 % am höchsten war (Abb. Seite 29 unten links).

Auch die **Vegetationszeit** von Mai bis September 2025 war überdurchschnittlich warm und trocken. Die Mitteltemperatur betrug 16,5 °C und lag um 1,8 K über dem 30-jährigen Mittelwert der Klimanormalperiode (Tab. Seite 25, Abb. links unten). Im Odenwald, Taunus und der Rhön war die Abweichung mit mehr als 2 K am größten, während im nördlichen Tiefland mit 1,5 K die niedrigsten Temperaturanomalien gemessen wurden (Abb. Seite 29 oben rechts).

Im Flächenmittel von Hessen fiel mit 300 mm rund 85 % der langjährigen Niederschlagsmenge (Tab. Seite 25, Abb. links unten). Dabei war es in den nordwestlichen Landesteilen besonders trocken. Für das südliche Hessen und besonders die Rhein-Main-Ebene wurden aufgrund des sehr nassen Septembers ein leichter Niederschlagsüberschuss von 10 % und regional auch mehr berechnet (Abb. Seite 29 unten rechts).

Fazit

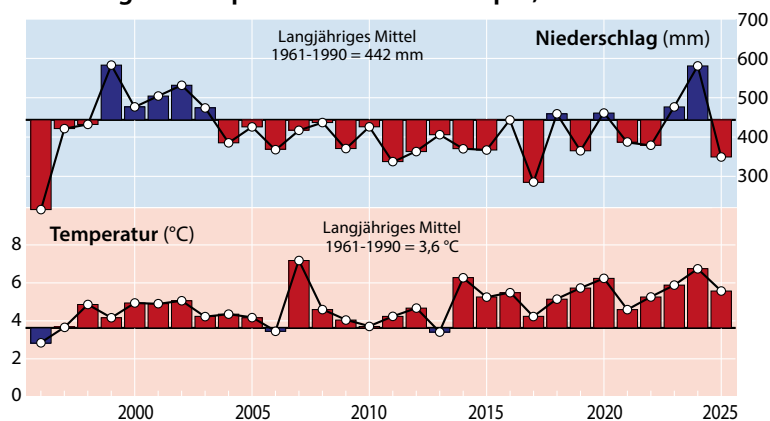
- Das Vegetationsjahr 2024/25 war sehr trocken, warm und sonnenscheinreich. Mit einer Mitteltemperatur von 10,1 °C wurde das langjährige Mittel um 1,9 K übertroffen. Nach der neuen LOESS-Trendlinienberechnung beträgt die Erwärmung in Hessen im Vergleich zur Klimanormalperiode bereits 2,3 K (nach dem gleitenden Mittel der letzten 30 Jahre 1,3 K).
- Alle Monate waren im Vergleich zur international gültigen Klimanormalperiode 1961–1990 teilweise deutlich wärmer.
- Mit 648 mm Niederschlag fiel nur rund 80 % des langjährigen Niederschlagssolls und rund 350 mm weniger als im vorausgegangen Vegetationsjahr.
- Von Anfang Februar bis Anfang Juli summierte sich das Niederschlagsdefizit auf rund 55 % der langjährigen Niederschlagshöhe. In der Folge trockneten die Oberböden im Frühjahr und Frühsommer in weiten Teilen des Landes stark aus.

Literatur

- Deutscher Wetterdienst (2024): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus
- Deutscher Wetterdienst (2025): Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus
- Deutscher Wetterdienst (2025): Pressemitteilung vom 01.04.2025. https://www.dwd.de/DE/presse/pressekonferenzen/DE/2025/PK_2025_04_01/langfassung_loess-filter.pdf?__blob=publicationFile&v=2

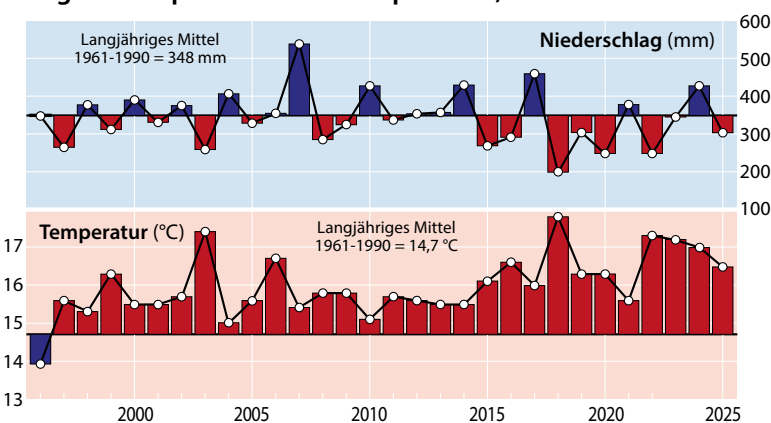
Langjährige Klimawerte (1996–2025)

Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Hessen



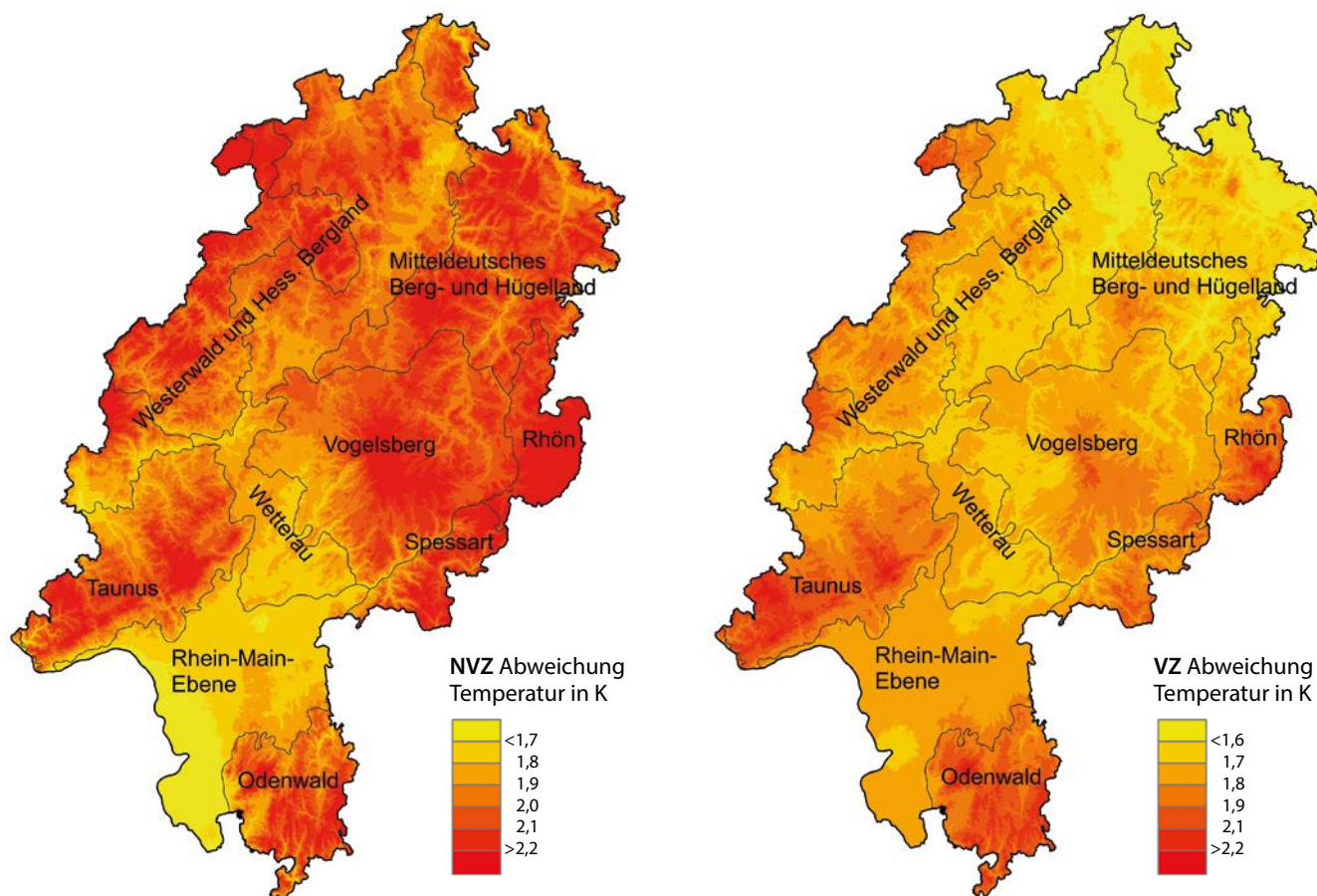
Langjährige Klimawerte (1996–2025)

Vegetationsperiode Mai bis September, Hessen

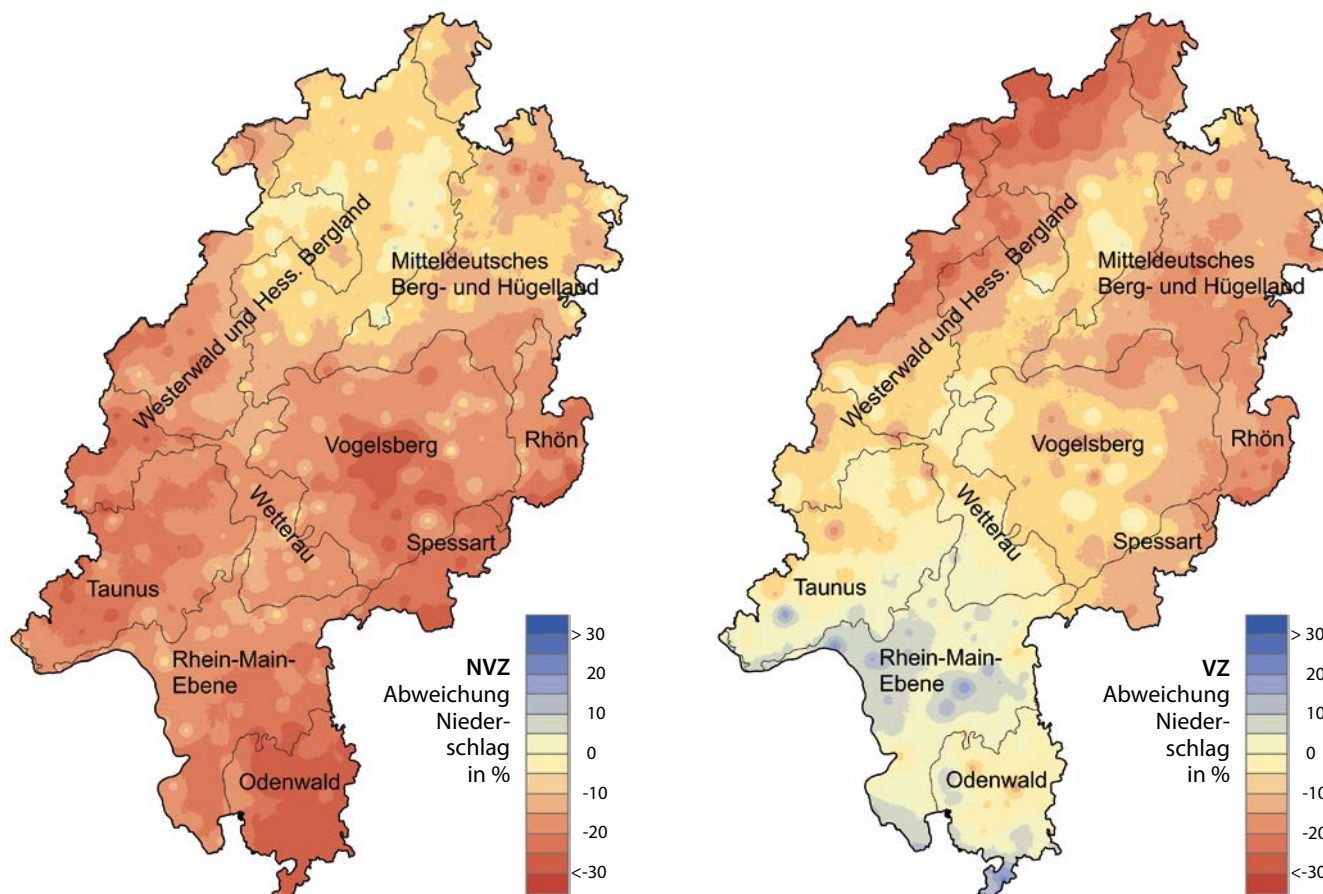


Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

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



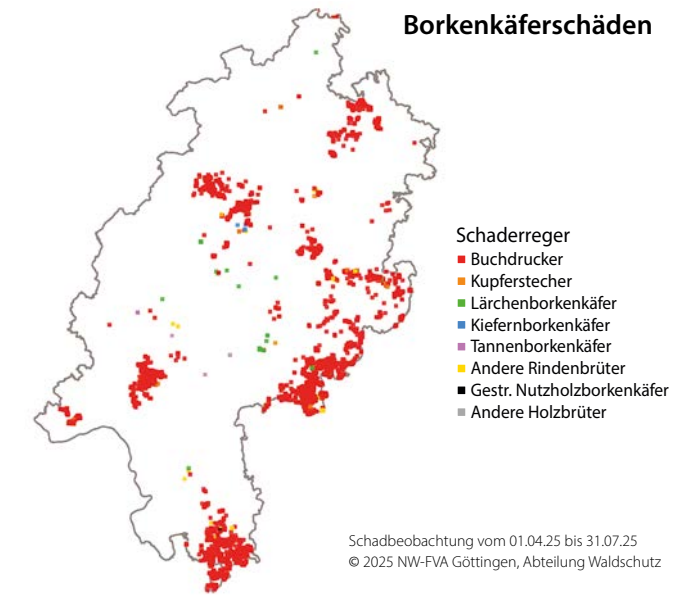
Abweichung der Niederschlagssumme vom langjährigen Mittel (1961–1990)
in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2024/2025 und in der Vegetationszeit (VZ) 2025



Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Robert Fritz
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370415>

Borkenkäfer

Bereits im Jahr 2024 waren die im Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA gemeldeten Schäden durch Borkenkäfer deutlich geringer als in den Vorjahren seit 2018. Die Käfersaison 2025 startete relativ verhalten ab etwa Mitte April, mit deutlich höheren Fangzahlen erst ab der 2. Maiwoche. Ab Mitte Juni wurden etwa vier Wochen lang bei zunächst günstiger Witterung, später häufigeren Niederschlägen und geringen Temperaturen unregelmäßig stärkere Schwärmlüge und nur vereinzelt Neubefall festgestellt. Die in der Tabelle unten für die Käfersaison 2025 (Stand 01.04. bis 31.07.) aufgeführten Meldeanzahlen und zugehörigen Schadvolumina fassen Borkenkäferschäden über alle Baumarten, liegend und stehend, zusammen. Getrennt wird nach Befall durch rindenbrütende bzw. holzbrütende Borkenkäferarten. Der gemeldete Befall durch holzbrütende Borkenkäferarten hat sich gegenüber 2024 in Hessen auf fast Null verringert (2024: 1.109 m³). Außerdem führt die Tabelle die ab Anfang Januar gemeldeten Schadvolumina an Windwurf bzw. Windbruch auf. In allen Trägerländern der NW-FVA ist die durch Windwurf und Windbruch verursachte Schadholzmenge gegenüber 2024 bis zum Sommer deutlich geringer ausgefallen.



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

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

Gebiet	Rindenbrütende Borkenkäfer		Holzbrütende Borkenkäfer		Windwurf/-bruch	
	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m³)	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m³)	Anzahl Meldungen	Schadvolumen (m³)
Hessen	3.264	19.562	1	2	3.016	10.251
Bundesforsten	1	130	0	0	5	5.009



Borkenkäferschäden an Fichte

Foto: M. Spielmann

Der Umfang des Befalls von Kiefern durch die Kiefernborke n k ä f e rarten in der ersten Jahreshälfte 2025 war gegenüber 2024 weiter abnehmend. Die Vorkommen sind kleinräumig in fast allen Kiefernregionen vorhanden. Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) an Fichte spielte 2025 bislang laut Meldelage nur noch eine untergeordnete Rolle und auch für den Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) lagen Meldungen und Schadvolumen auf niedrigem Niveau.

Prachtkäfer und Kernkäfer an Eiche

Wie schon 2024 hat der Befall durch Eichenprachtkäfer (*Agri-lus biguttatus* u. a.) in einigen Regionen, z. B. im mittleren und südlichen Hessen, bedrohliche Ausmaße angenommen. Den ausgedehnten, oft bereits mehrjährigen Schadverläufen kann in bestimmten Fällen mit Sanitärhieben entgegengewirkt werden. Die gegenüber den Vorjahren ab Herbst 2024 günstige Wasserversorgung zeigte in einigen Regionen schon verhalten positive Auswirkungen auf die Vitalität der Eichen. Von Eichenprachtkäfern geschädigte Eichen werden auch weiterhin oft in direkter Folge durch den Eichenkernkäfer (*Platypus cylindrus*) besiedelt, oft in Vergesellschaftung mit dem Eichenholzbohrer (*Xyleborus monographus*) und weiteren im Kernholz brütenden Arten. Der Schadumfang durch kernbesiedelnde Käferarten verläuft auf ähnlich hohem Niveau wie in den Vorjahren.

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

Bundesland	Fraßverursacher	Ergebnisse der Fraßbonituren				Schadensmeldungen [ha]	Gesamtfläche [ha]
		unbefressen [ha]	geringer Fraß [ha]	mittlerer Fraß [ha]	starker Fraß bis Kahlfraß [ha]		
Hessen	Eichenfraßgesellschaft	–	–	–	–	0,1	0,1
	Eichenprozessionsspinner	–	–	–	–	115,4	115,4
	gesamt	–	–	–	–	115,5	115,5

Eichenfraßgesellschaft

Zu den blattfressenden Schadinsekten der Eiche zählen u. a. Frostspanner, Eichenwickler, Eichenprozessionsspinner (EPS) und Schwammspanner. In der Tabelle oben sind die im ersten Halbjahr 2025 im Waldschutzmeldeportal (WSMP) dokumentierten Fraßereignisse in Eichenbeständen für die in den jeweiligen Trägerländern relevanten Schadorganismen aufgeführt. Sofern die fraßverursachenden Schadorganismen bei der Erfassung im WSMP nicht eindeutig benannt werden konnten, sind diese unter dem Oberbegriff „Eichenfraßgesellschaft“ (EFG) erfasst worden.

Aus Hessen wurden von den Forstämtern Jossgrund, Kirchhain, Wehretal, Weilmünster und Wolfhagen Fraßschäden in Eichenbeständen durch die EFG und den EPS auf einer Gesamtfläche von rund 116 ha dokumentiert (vgl. Tab. oben). Der Schwerpunkt des EPS lag mit 115 ha im Forstamt Weilburg.



Foto: J. Weymar

Befressene Eichenblätter

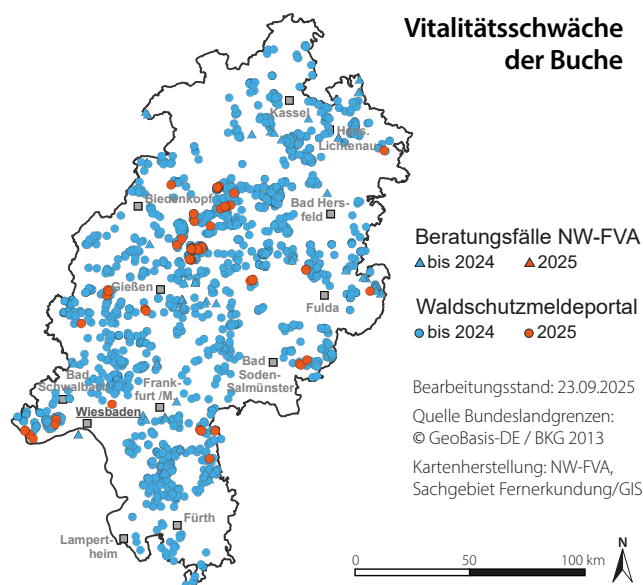
Waldmaikäfer

Von Ende April bis in die zweite Julihälfte 2025 fanden im Hessischen Ried Grabungen nach Engerlingen des 3. Stadiums des Waldmaikäfers statt. Diese Erhebungen finden periodisch alle vier Jahre statt und liefern Aussagen zu Dichte und Ausbreitungstendenzen dieser wurzelschädigenden Art. Die Grabungen finden für das große Untersuchungsgebiet (> 30.000 ha Wald) auf einem dauerhaften Raster von 500 x 500 m statt. In den letzten Jahren mehrten sich Hinweise auf ein Zusammenwachsen der beiden um zwei Entwicklungsjahre verschobenen Populationen „Hessisches Ried“ und „Hanau-Wolfgang“. Um dieser Frage nachgehen zu können, wurde das dauerhafte Raster des Projektgebietes Hessisches Ried Richtung Osten (Hanau und bayerische Grenze) erweitert und auch dort wurde nach demselben Verfahren gegraben. Insgesamt wurden 5.280 Grabungen auf 1.320 Rasterpunkten durchgeführt. Die Prüfung der erhobenen Daten sowie die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse dauert noch an.

Komplexe Schäden an Rotbuche

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

Typische Symptome sind vorzeitiger Blattfall, frühzeitiges Verbraunen und Absterben des Laubes in der Krone, Feinreisigverlust, Rindenrisse, Schleimflussflecken, Bildung von Pilzfruchtkörpern verschiedener Arten auf, in und unter der Rinde, Rindennekrosen, abblätternde Rinde, ausbleibender Austrieb im Frühjahr, Absterben von Kronenästen und Stammbereichen, massive Holzverfärbungen sowie zum Teil sekundärer Befall mit Pracht- und Borkenkäfern. Insbesondere der Pilzbefall führt zu einem schnellen Absterben der Bäume und einer schnellen Holzersetzung. In der Regel waren die Schlüsselpathogene Scharlachrotes Pustelpilzchen (*Neonectria coccinea*) und die Pfennigkohlenkruste (*Biscogniauxia nummularia*) beteiligt, und oft gab es auch einen Befall mit Hallimasch (*Armillaria spec.*). Es sind fast alle Altersklassen der Buche betroffen. Die Schäden treten auch bei jüngeren Baumhölzern in geschlossenen Beständen und sogar in Nordhanglagen auf. Bei den betroffenen Buchen zeichnet sich noch keine grundlegende Erholung ab.



Schadensmeldungen zur Rotbuche bis zum 23.09.2025, zusammengestellt aus Beratungsfällen des Sachgebiets Mykologie und Komplexerkrankungen sowie teilweise zusammengefassten Einzelmeldungen im Waldschutz-Meldeportal der NW-FVA

Eschentriebsterben

Das Eschentriebsterben (ETS) wird in ganz Europa weiterhin auf großer Fläche beobachtet. Der Erreger *Hymenoscyphus fraxineus* ist ein aggressives und höchst erfolgreiches, invasives

Pathogen, das sich nach seiner Einschleppung in Mitteleuropa schnell verbreitete und schwerwiegende Folgen für die heimischen Eschenpopulationen hervorgerufen hat (siehe auch Seite 42 – Hoffnung für die Esche). Es führt örtlich im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA zur Auflösung von Bestandesteilen und zum Absterben von Eschen. Nahezu alle Bestände sind betroffen.

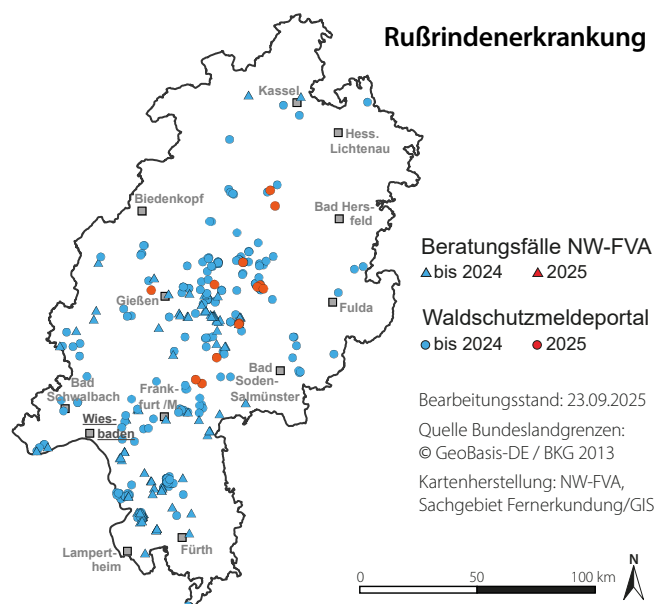


Foto: P. Gawehn

Geschädigte Eschenkrone

Rußrindenerkrankung des Ahorns

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



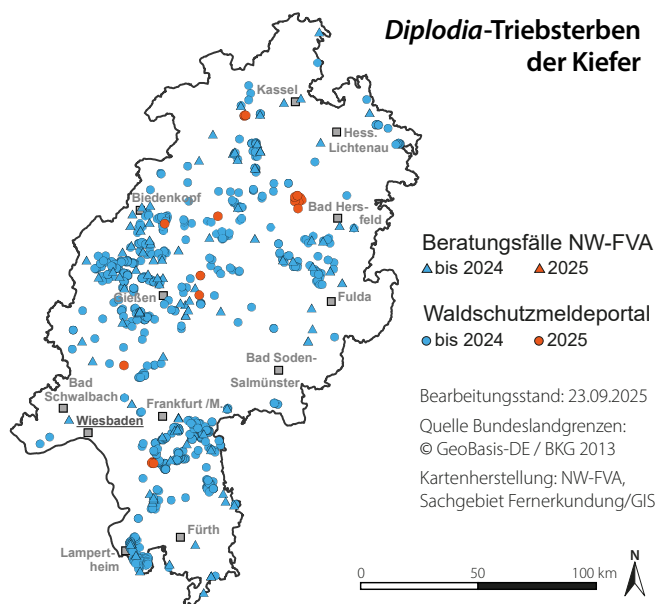
Rußrindenerkrankung des Ahorns – Schadensfälle in Hessen. Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des WSMP der NW-FVA bis zum 23.09.2025.

Tannen-Rindennekrose

Die komplexe Erkrankung der Tannen-Rindennekrose, die seit dem Frühjahr 2017 regional auch in Hessen beobachtet wird, ist noch nicht zum Stillstand gekommen. Auslösende Faktoren dieser Erkrankung sind die Witterungsbedingungen sowie ein Befall mit (Stamm-) Läusen (in der Regel *Adelges piceae*) und nachfolgendem Befall mit dem Mikropilz *Neonectria neomacrospora*. Erkrankte Bäume (*Abies alba* und *A. grandis*) der letzten Jahre sind weiterhin betroffen und fallen durch abnehmende Vitalität auf oder starben teilweise ab.

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

Der wärmeliebende Pilz *Diplodia sapinea* (Synonym: *Sphaeropsis sapinea*) tritt seit den letzten 20 Jahren verstärkt in Kiefernbeständen des Zuständigkeitsgebietes der NW-FVA auf. Die 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.



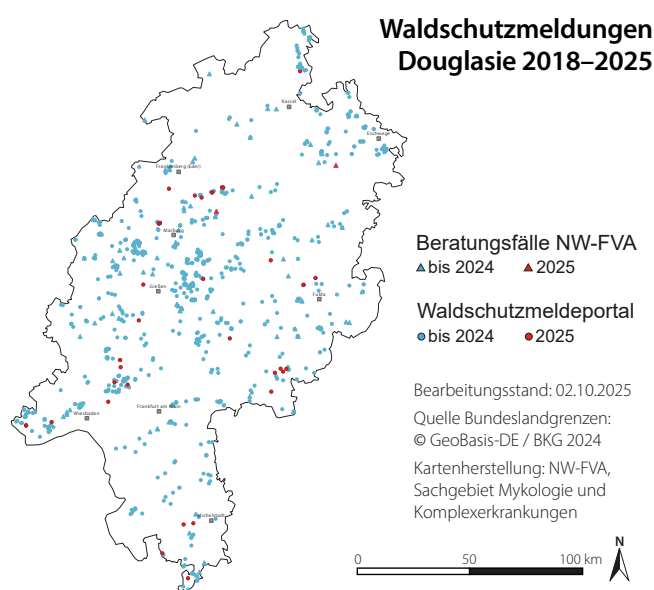
Diplodia-Triebsterben in Hessen. Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des Waldschutz-Meldeportals der NW-FVA bis zum 23.09.2025.

Dem Auftreten des *Diplodia*-Triebsterbens geht in der Regel eine Schwächung der Kiefer voraus. Auslösende Faktoren können nach derzeitiger Einschätzung Wasserdefizite durch Trockenheit, Hitze bzw. starke Besonnung oder Verletzungen der Triebe durch Hagelschlag sein. Ein prädisponierender Faktor kann Mistelbefall sein, der ebenfalls Trockenstress hervorruft bzw. verstärkt. Trockenstress kann zudem auf flachgründigen, südexponierten Standorten oder in Kuppenlagen entstehen. Zahlreiche Schadensfälle stehen mit Wurzelfäulen, insbesondere durch den Wurzelschwamm, in Verbindung, der auch als prädisponierender Faktor in Erscheinung tritt. Ferner wird

angenommen, dass anhaltende Wärmephasen im Winter im Wechsel mit Kälteperioden zu einer physiologischen Schwächung der Kiefer beitragen.

Schäden an Douglasien

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



Auswertung von Schadensmeldungen zur Douglasie in Hessen exklusive Meldungen zu Windwurf. Quellen: Beratungsfälle und Auswertung des Waldschutz-Meldeportals der NW-FVA von 2018 bis 30.06.2025.

Akutes Eichensterben

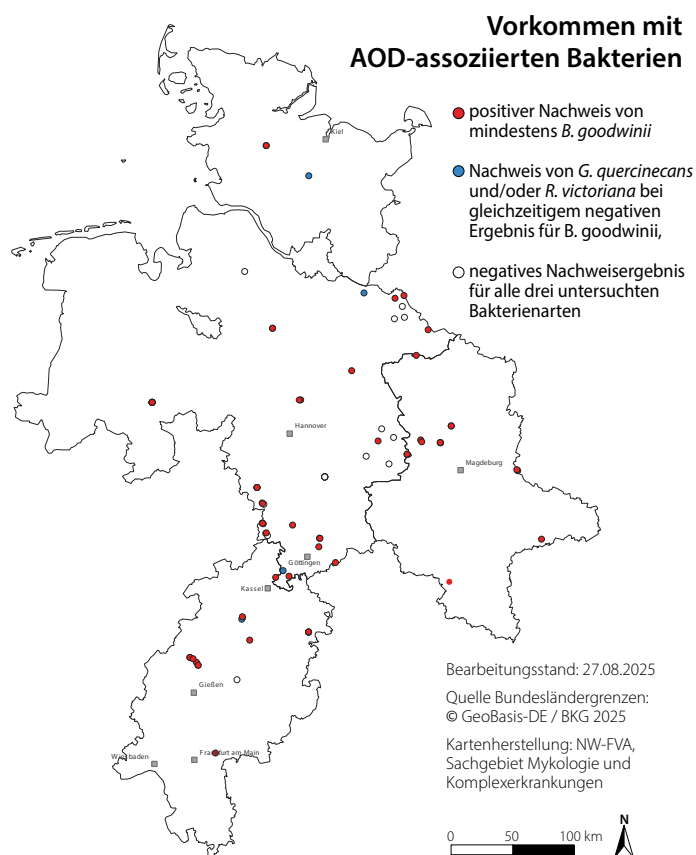
Seit dem Jahr 2024 treten in Deutschland vermehrt typische Symptome des Akuten Eichensterbens (Acute oak decline, AOD), wie z. B. Schleimfluss am Stamm, auf (Langer et al. 2024). Diese komplexe Erkrankung der Eichen ist assoziiert mit dem Befall durch Eichenprachtkäfer und durch Bakterien aus der Ordnung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

drei AOD-assoziierten Bakterienarten von der NW-FVA in Deutschland nachgewiesen werden und erste Ergebnisse zeigen, dass AOD-Symptome weit verbreitet vorkommen. In der Mehrzahl (71 %) der untersuchten Bestände (n = 65) zum Stichtag 30.06.2025 ließ sich mindestens das vermutete bakterielle AOD-Schlüsselpathogen *B. goodwinii* nachweisen. In insgesamt 75 % der untersuchten Bestände wurde mindestens eine der mit AOD assoziierten Bakterienarten festgestellt.



Schleimfluss an Eiche

Foto: J. Weymar



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

Literatur

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

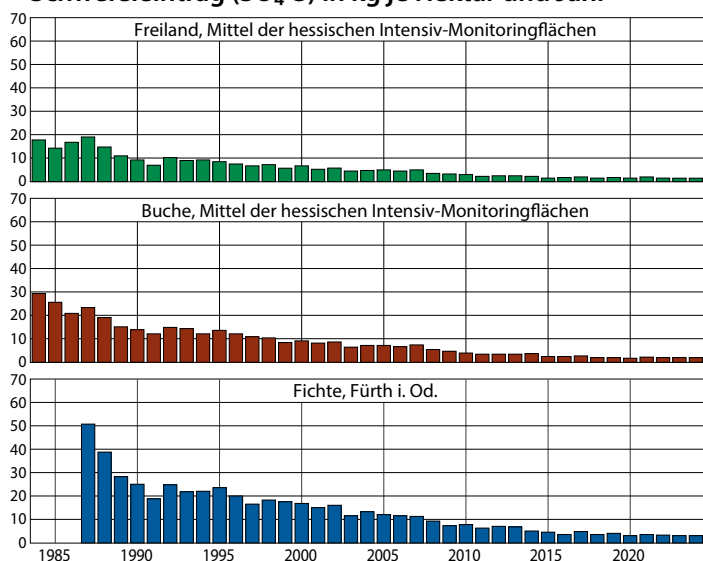
Atmosphärische Stoffeinträge bis 2024

Birte Scheler

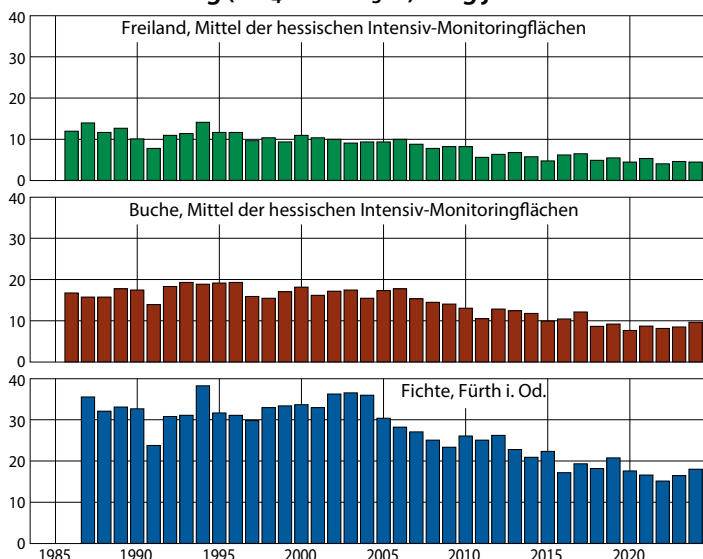
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370446>

Nähr- und Schadstoffe werden in gelöster Form mit dem Niederschlag sowie gas- und partikelförmig mit der Luft in Wälder eingetragen. Die großen Kronenoberflächen filtern große Mengen an Schadstoffen und (Fein-)Stäuben aus der Luft (Immissionsschutzfunktion). Der atmosphärische Stoffeintrag ist entsprechend in Wäldern höher als bei anderen Landnutzungsformen. Die erhöhten Einträge stellen für das Ökosystem Wald eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern. Die Höhe der Stoffeinträge wird durch Faktoren wie Niederschlagsmenge, -intensität und -verteilung, Windgeschwindigkeit, Baumart, Bestandeshöhe und Bestockungsgrad, Kronenrauigkeit oder lokale Emittenten bestimmt. So sind in den niederschlagsreichen Lagen der Mittelgebirge die Stoffeinträge höher als in den niederschlagsarmen Wetterau oder der Rhein-Main-Ebene. Fichten- und Douglasienbestände sind wegen der ganzjährigen dichteren Benadelung stärker durch Stoffeinträge

Schwefeleintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$) in kg je Hektar und Jahr



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



belastet als Laubwälder. In Hessen werden seit 1984 Stoffeintragsmessungen durchgeführt. Aktuell umfasst dieses Monitoringprogramm sechs Buchenbestände und je einen Fichten- und Kiefernbestand. Mittels eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich 1994) werden aus den gemessenen Stoffflüssen in den Waldbeständen und auf benachbarten Freiflächen Gesamtdepositionsraten berechnet.

Niederschlag

Die Höhe der Niederschlagsmenge erklärt einen Teil der Schwankungen in der Höhe der Stoffeinträge zwischen einzelnen Jahren.

2024 fiel im Freiland zwischen 100 % (Krofdorf) und 134 % (Kellerwald) des Mittels der vorangegangenen 10 Jahre 2014 bis 2023. Die absolute Niederschlagshöhe lag 2024 im Freiland zwischen 704 mm (Krofdorf) und 1.278 mm (Fürth im Odenwald).

Der Bestandesniederschlag der Buchenflächen betrug 2024 zwischen 619 mm (Krofdorf) und 1.048 mm (Fürth im Odenwald). Unter Fichte wurden 895 mm (Fürth im Odenwald) erfasst und unter Kiefer 749 mm (Hess. Ried). Damit lag der Bestandesniederschlag zwischen 49 mm (Krofdorf und Spessart, Buche) und 220 mm (Fürth und Hess. Ried, Buche) über dem Mittel der Jahre 2014–2023.

Schwefeleintrag

Durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung sowie die Einführung schwefelarmer bzw. schwefeldreier Kraft- und Brennstoffe wurden die Schwefeldioxidemissionen in den letzten Jahrzehnten wirksam reduziert. Durch dieses Maßnahmenpaket verringerte sich der Sulfatschwefeleintrag in Wälder seit Beginn der Messungen um bis zu 95 %.

2024 betrug der Eintrag je Hektar unter Buche zwischen 1,3 kg (Kellerwald) und 3,2 kg (Fürth im Odenwald), unter Fichte 3,1 kg (Fürth im Odenwald) und unter Kiefer 1,4 kg (Hess. Ried). Im Freiland lag er zwischen 1,2 kg (Spessart) und 2,3 kg je Hektar (Fürth).

Stickstoffeintrag

Stickstoff wird als Nitrat (oxidierte Form: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse) und als Ammonium (reduzierte Form: landwirtschaftliche Quellen) in Ökosysteme eingetragen. Im Freiland und unter Buche lag der Ammoniumanteil am anorganischen Stickstoffeintrag im 10-jährigen Mittel der Jahre 2015–2024 bei 53 %, unter Fichte bei 55 % und unter Kiefer bei 58 %.

2024 betrug der Nitratstickstoffeintrag je Hektar im Freiland zwischen 0,7 kg (Spessart) und 2,9 kg (Fürth im Odenwald). Die Gesamtdeposition unter Buche lag zwischen 2,6 kg

(Kellerwald, Krofdorf) und 9,4 kg (Fürth im Odenwald) je Hektar. Im Fichtenbestand in Fürth betrug sie 6,1 kg, im Hessischen Ried unter Kiefer 2,1 kg je Hektar.

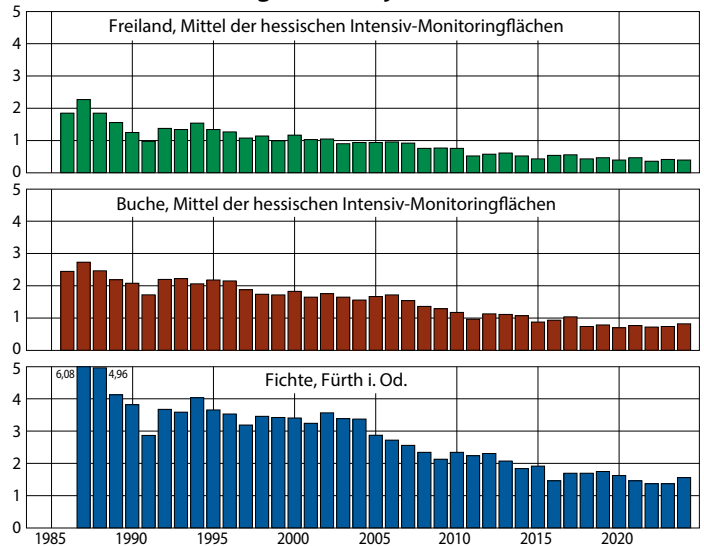
Der Ammoniumstickstoffeintrag je Hektar betrug 2024 im Freiland zwischen 1,1 kg (Spessart) und 5,7 kg (Fürth im Odenwald). Die Gesamtdeposition belief sich unter Buche auf Werte zwischen 2,9 kg (Krofdorf) und 9,4 kg (Fürth im Odenwald). Unter Fichte lag sie bei 11,9 kg (Fürth im Odenwald) und unter Kiefer bei 2,9 kg je Hektar (Hessisches Ried). Der anthropogen bedingte anorganische Stickstoffeintrag hat seit Beginn der Untersuchungen deutlich abgenommen. Im Mittel der letzten fünf Jahre (2020–2024) lag er je Hektar und Jahr unter Buche zwischen 6,9 kg (Hess. Ried, Krofdorf) und 11,8 kg (Zierenberg), unter Fichte (Fürth im Odenwald) bei 16,5 kg und unter Kiefer bei 5,3 kg. Trotz des deutlichen Rückgangs sind die Stickstoffeinträge in einigen Gebieten immer noch hoch. Sie sollten jedoch in allen Ökosystemen in einer Größenordnung liegen, die durch interne Regulationsmechanismen (u. a. Pflanzenaufnahme, Speicherung im Boden) kompensiert werden kann. Bei einer langfristigen Überschreitung der Belastungsgrenzen können nach dem bisherigen Kenntnisstand schädigende Effekte nicht ausgeschlossen werden.

Das veränderte Mikroklima auf Freiflächen, die z. B. durch Sturmwürfe und Kalamitäten entstehen, fördert die Mineralisierung des in der organischen Substanz des Bodens gebundenen Stickstoffs. Die freigesetzten Ionen werden mangels Nährstoffaufnahme durch die Bäume nur zu einem sehr kleinen Teil durch die Bodenvegetation aufgenommen. Kurzfristig erhöhte Nitratkonzentrationen im Sickerwasser sind die Folge. Da die Ladungssumme der Ionen im Sickerwasser ausgeglichen ist, führen hohe Austräge von Anionen (wie Nitrat) auch zu hohen Austrägen an Kationen wie Calcium, Magnesium, Kalium und Aluminium. Hierdurch verlieren die Ökosysteme zusätzlich wichtige Nährstoffe aus den ohnehin meist nährstoffarmen Waldböden. Angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundgewässer werden ggf. durch erhöhte Nitratausträge sowie hohe Konzentrationen saurer Kationen wie Aluminium belastet. Zum Schutz der Ökosysteme ist eine weitere Reduktion der Stickstoffemissionen wichtig.

Gesamtsäureeintrag

Der Gesamtsäureeintrag in Ökosysteme berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat- und Ammoniumstickstoff, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile, Gauger et al. 2002). Durch den deutlichen Rückgang insbesondere des Schwefel-, aber auch des Stickstoffeintrags hat die Säurebelastung in den Wäldern deutlich abgenommen. 2024 betrug der Gesamtsäureeintrag je Hektar unter Kiefer 0,4 kmol_c (Hess. Ried), unter Fichte 1,6 kmol_c (Fürth im Odenwald) und unter Buche zwischen 0,5 kmol_c (Kellerwald) und 1,5 kmol_c (Fürth im Odenwald). Im Freiland lag er 2024

Gesamtsäureeintrag in kmol_c je Hektar und Jahr



zwischen 0,2 kmol_c (Spessart) und 0,8 kmol_c (Fürth im Odenwald) je Hektar.

Ein Teil des Säureeintrags wird durch ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragene Basen gepuffert. Auf den hessischen Flächen des Intensiven Monitorings wurden im Mittel der Jahre 2020–2024 unter Buche zwischen 24 % (Fürth im Odenwald) und 39 % (Spessart), unter Fichte (Fürth im Odenwald) 27 % und unter Kiefer (Hess. Ried) 50 % der Gesamtsäureeinträge auf diese Weise neutralisiert.

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

anthropogen: durch menschliche Aktivitäten verursacht

Deposition: Ablagerung von Stoffen

Eutrophierung: Nährstoffanreicherung

kmol_c: Kilomol charge, Menge an Ladungsäquivalenten. Sie berechnet sich wie folgt: Elementkonzentration multipliziert mit der Wertigkeit des Moleküls (= Ladungsäquivalente pro Molekül), dividiert durch das Molekulargewicht. Multipliziert mit der Niederschlagsmenge ergibt sich die Fracht an Ladungsäquivalenten in kmol_c je Hektar.

Literatur

- Gauger, T.; Anshelm, F.; Schuster, H.; Draaijers, G. P. J.; Bleeker, A.; Erisman, J. W.; Vermeulen, A. T. & Nagel, H.-D. (2002): Kartierung ökosystembezogener Langzeittrends atmosphärischer Stoffeinträge und Luftschadstoffkonzentrationen in Deutschland und deren Vergleich mit Critical Loads und Critical Levels. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU/UBA, FE-Nr. 299 42 210, Institut für Navigation, Univ. Stuttgart. 207 S.
- Ulrich, B. (1994): Nutrient and Acid-Base Budget of Central European Forest Ecosystems. In: Godbold, D. u. Hüttermann, A.: Effects of Acid Rain on Forest Processes. Wiley-Liss. New York. S. 1-50

Dario Wolbeck, Marcus Schmidt und Andreas Mölder

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370500>

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

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



Foto: D. Wolbeck

Frühlingsaspekt im mit Rindern beweideten historischen Hutewald Lange Bahn im Bramwald, Südniedersachsen

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

Biodiversität

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

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

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

Hutewaldwirtschaft historisch

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

Der Erhalt der Waldbestände war dabei von großer Bedeutung, da sie neben Grünfutter auch zahlreiche weitere Ressourcen zur Verfügung stellten. Dazu gehörten etwa Eicheln und Bucheneckern für die Schweinemast, Brenn- und Bauholz, Gerberrinde, Heilpflanzen und Früchte (Burckhardt 1879, Oppermann 2014). Die Waldweide stellte damit eine differenzierte Wirtschaftsform dar, die spätestens seit dem Mittelalter unter zunehmender staatlicher Kontrolle stand. In Hutereglementen wurde die Nutzung formal geregelt, um die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes und die Sicherung seiner vielfältigen Erträge zu gewährleisten (Grebe 1861, Hesser u. Schroeder 1963).

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

Merkmale historischer Hutewälder

Eine reglementierte Waldweide führt zur Entwicklung eines heterogenen, lichten Waldbestandes mit einer dichten, artreichen Krautschicht mit zahlreichen Elementen der Magerrasen und Heiden (Hüppe 1997). Markante Baumformen rühren vom Einfluss großer Weidetiere her (Pott u. Hüppe 1991) und lassen sich in vielen aufgegebenen früheren Waldweiden noch heute erkennen. Bei Waldbeweidung überlebt durch selektiven Verbiss nur ein Teil der Gehölzverjüngung. Die zurückbleibenden Bäume wachsen krumm auf und entwickeln bereits in jungen Jahren Mikrohabitate

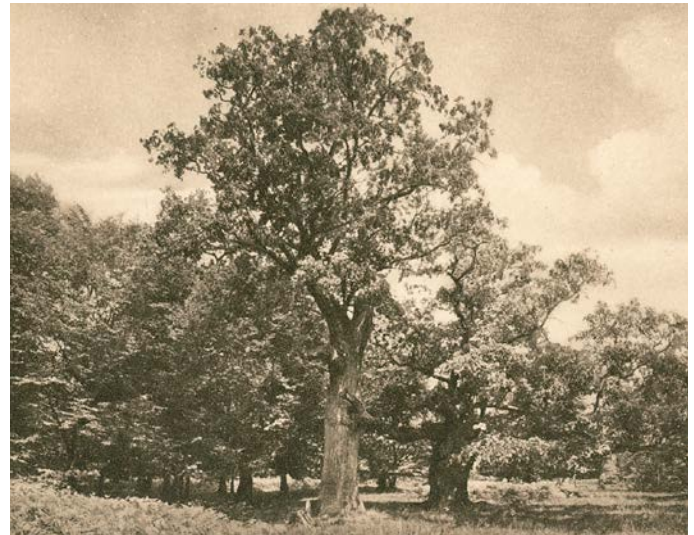


Foto: S. Homann

Huteeichen im „Urwald“ Sababurg im Jahr 1911

(Ranius u. Jansson 2000). Besonders die Eiche profitiert vom Verbiss schattentoleranter Konkurrenzarten – historisch war sie zudem von zentraler Bedeutung für die Schweinemast (Burckhardt 1879, Seidensticker 1896). Infolgedessen sind viele historische Hutewälder bis heute durch markante, dickstämmige und krumme Eichen mit tief ansetzenden, ausladenden Kronen geprägt. Diese entstanden entweder durch ihre relative Solitärstellung im lichten Bestand oder gezieltes Kappen zur Erhöhung des Mastertrages (Wolbeck et al. 2025). Auch wurden Eichen planmäßig nachgepflanzt oder Eichenpflanzwälder im systematischen Raster von ca. 10 x 10 Meter angelegt, die Waldweide, Mast und Holzwirtschaft vereinten (Burckhardt 1864, Seidensticker 1896).

Neben Eichen finden sich in historischen Hutewäldern häufig Kopfbäume, meist Hainbuchen, die in 2–3 m Höhe – oberhalb der Mäuler des Viehs – regelmäßig geschneitelt wurden, etwa zur Gewinnung von Laubheu, Flechtmaterial oder Brennholz (Burrichter u. Pott 1983, Pott u. Hüppe 1991). Die Strauchschicht wird häufig von dornenreichen Arten geprägt, die vom Weidevieh gemieden werden, etwa Weiß- und Schwarzdorn, Wildrosen oder Wacholder (Seidensticker 1896). Diese Gehölze begünstigen die sogenannte „Käfigverjüngung“, indem sie jungen Bäumen Schutz vor Verbiss bieten (Pott u. Hüppe 1991). Auch Wildapfel und Wildbirne zählen zu den dornenbewehrten Arten, deren Früchte historisch zur Viehmast genutzt wurden (Michel u. Mahn 1998).

Situation der Hutewälder in Hessen

Durch Abfragen und die Auswertung von Geodaten sowie einschlägiger Literaturquellen konnte für Hessen eine Gesamtfläche von etwa 1.080 Hektar historischer Hutewälder ermittelt werden, verteilt auf 175 Einzelflächen. In allen Trägerländern der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) – Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein – ergibt sich eine Gesamtfläche von rund 3.750 Hektar. Daraus resultiert ein Anteil von ca. 29 %

für Hessen am Gesamtbestand dieser vier Bundesländer. Von den in Hessen erfassten Flächen sind 34 zu mindestens 10 % von Fauna-Flora-Habitat-(FFH-)Gebieten abgedeckt, während 22 Flächen zu mindestens 10 % innerhalb von Naturschutzgebieten liegen.

Regionale Schwerpunkte der Verbreitung historischer Hutewälder in Hessen liegen im Naturraum Kellerwald sowie in Nordhessen. Dort bildet insbesondere der Reinhardswald – gemeinsam mit angrenzenden weiteren Vorkommen in Nordhessen und Südniedersachsen – ein bundesweit bedeutsames Zentrum eichen-, buchen- und hainbuchegeprägter Hutewaldrelikte. Allein im Reinhardswald konnten rund 780 Hektar dieser historischen Waldnutzungsform nachgewiesen werden, was etwa 72 % des hessischen Gesamtbestandes entspricht (Wolbeck et al. 2023). Im Reinhardswald befindet sich auch das größte zusammenhängende Relikt historischer Hutewälder Hessens, ein Komplex im Soode-/Lempetal mit ca. 220 Hektar. Große Bereiche dieses Komplexes und weiterer Hutewaldrelikte im Reinhardswald sind jedoch in Prozessschutzflächen aufgegangen und einer künftigen Pflege dadurch weitgehend entzogen.

Hervorzuheben sind für den Reinhardswald auch die Pflanzwälder im systematischen Raster von ca. 10 x 10 Meter, die im 18. und 19. Jahrhundert zur integrativen Kombination von

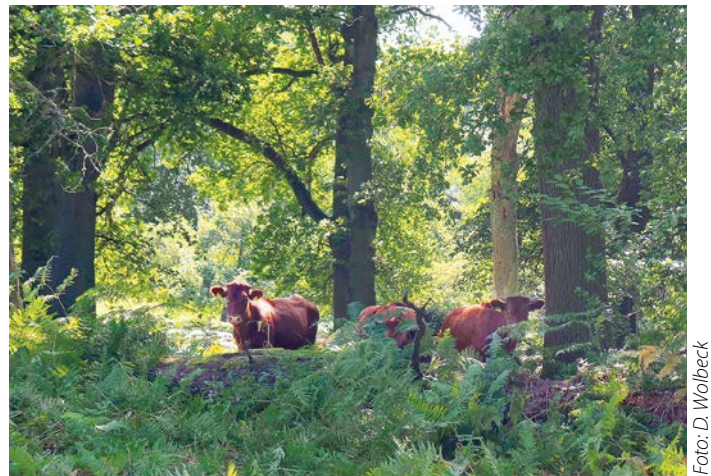
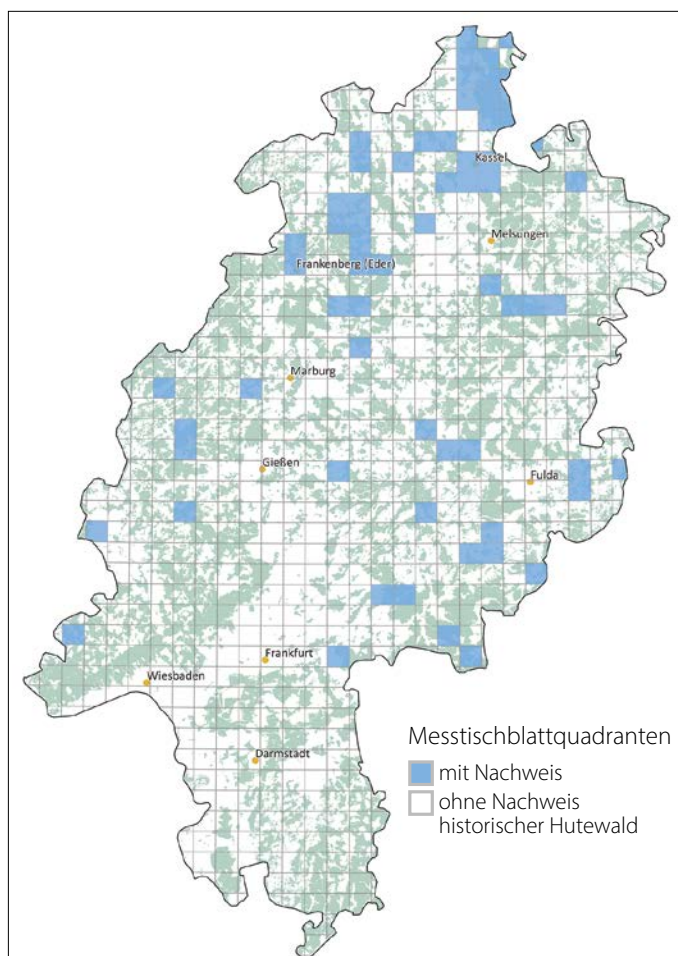


Foto: D. Wolbeck

Die alte Nutzviehrasse Rotes Höhenvieh auf der 2023 reaktivierten Waldweidefläche Kühbacher-Wiese im Reinhardswald

Waldweide, Waldmast und Holzproduktion angelegt wurden und eine überregionale kulturhistorische Bedeutung besitzen. Einzelne Hutewaldflächen wie das bereits 1907 ausgewiesene Naturschutzgebiet Urwald Sababurg sind seit Langem unter Schutz gestellt und bundesweit bekannt (Rapp u. Schmidt 2012). Hier erfolgt eine gezielte Freistellung alter Huteeichen zur Erhaltung des Lebensraums des Juchtenkäfers und anderer holzzersetzender Käferarten durch Entfernung aufkommender Buchen-Naturverjüngung. Gleichwohl erfolgt auf dem Großteil der hessischen Hutewaldflächen derzeit keine gezielte Pflege. Lediglich auf 36 Flächen finden Maßnahmen wie Weidebetrieb, Mahd oder die traditionelle Schneitelung von Kopfbäumen statt. Dennoch zeigen aktuelle Waldweideprojekte auch in Hessen, dass die Wiederaufnahme von Waldweiden unter heutigen naturschutzfachlichen und forstlichen Rahmenbedingungen kleinflächig erfolgt. Beispiele hierfür sind der mit Ziegen beweidete Hutewald am Jungeberg im Forstamt Burgwald, der mit Galloways beweidete Hutewald im Firnsbachtal bei Kassel im Forstamt Wolfhagen, der mit Pferden beweidete Hutewald Rengshausen im Knüll oder der mit Schafen beweidete Hutewald an der Dönche in Kassel.

Vor dem Hintergrund der Verbreitung historischer Hutewälder kommt Hessen eine Verantwortung für den Erhalt dieses Biotoptyps zu, weshalb Hutewälder Einzug in die hessische Biodiversitätsstrategie gehalten haben (Bauschmann et al. 2015). Im Reinhardswald hat die NW-FVA das zuständige Forstamt Reinhardshagen bei der Entwicklung eines Erhaltungskonzeptes im Rahmen der Naturschutzleitlinie für den hessischen Staatswald unterstützt. Erste Maßnahmen zur Sicherung der Habitatkontinuität wurden bereits eingeleitet. Ein initiales Waldweideprojekt mit der alten Nutztierasse Rotes Höhenvieh ist seit 2023 in Umsetzung und erfährt gute Rückmeldungen durch die Öffentlichkeit.



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

Literatur

Download des Literaturverzeichnisses unter:
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370540>

Weiterentwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems der klimaangepassten Baumartenwahl (BaEm)

Matthias Schmidt und Hans Hamkens

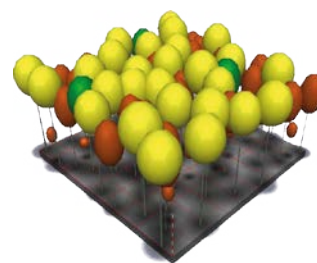
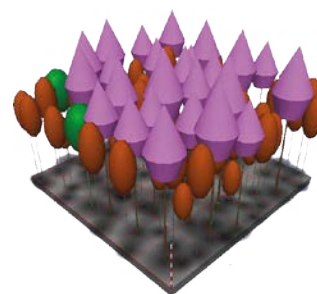
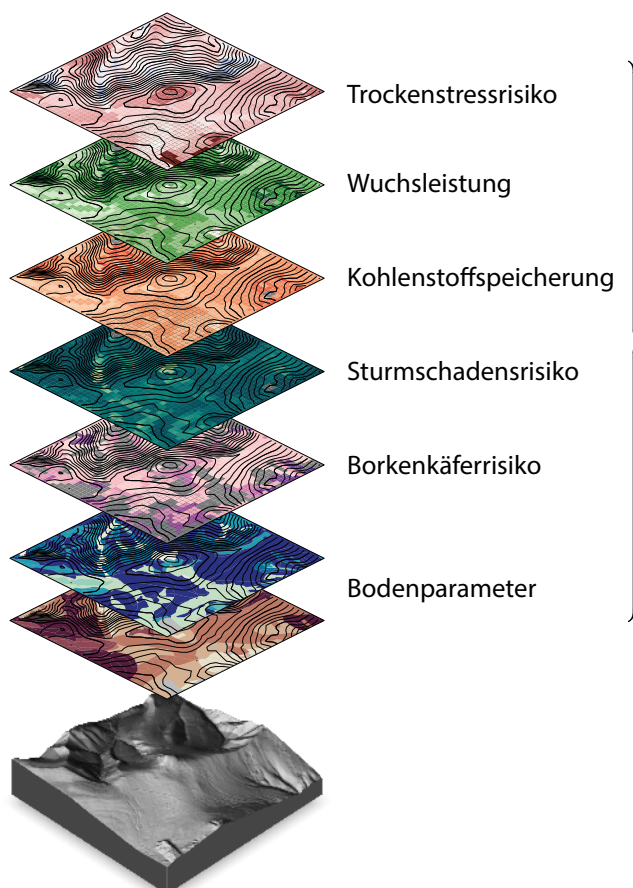
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370601>

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

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

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

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



Baumartenmischungs-empfehlung

standortssensitiv projiziert (Abb. links). Damit wird eine Unterscheidung zwischen dem Mortalitätsrisiko und dem Risiko von Zuwachsverlusten möglich.

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

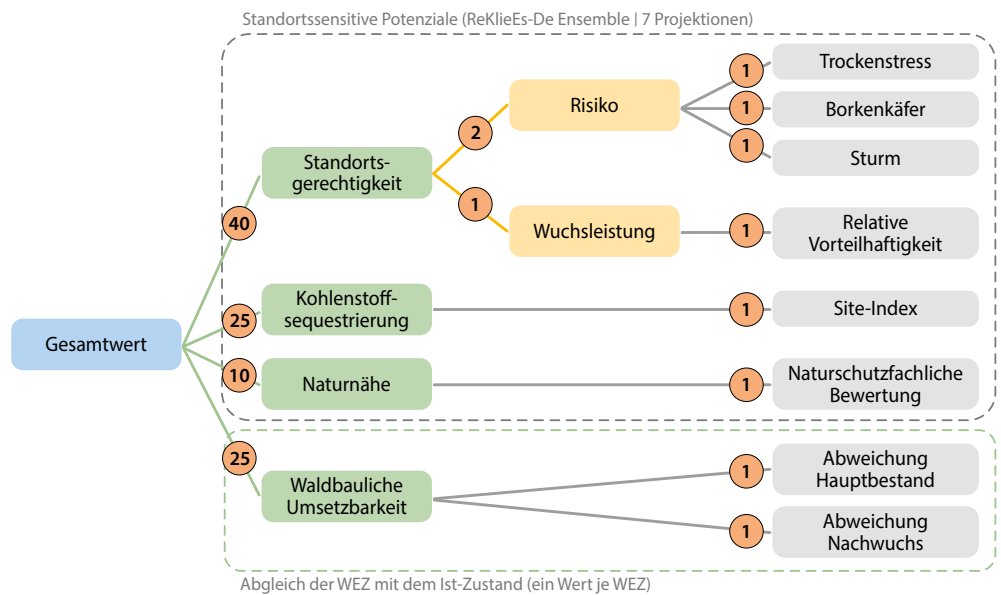
Die Verwendung eines Klimaensembles, d. h. mehrerer Klimaprojektionen, dient der Berücksichtigung der großen Unsicherheit von Klimaszenarien. Die verschiedenen Indikatoren basieren dabei in stärkerem Maße auf empirischen, d. h. datenbasierten Modellen als das aktuelle Expertensystem der Baumartenempfehlungen.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

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

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

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

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



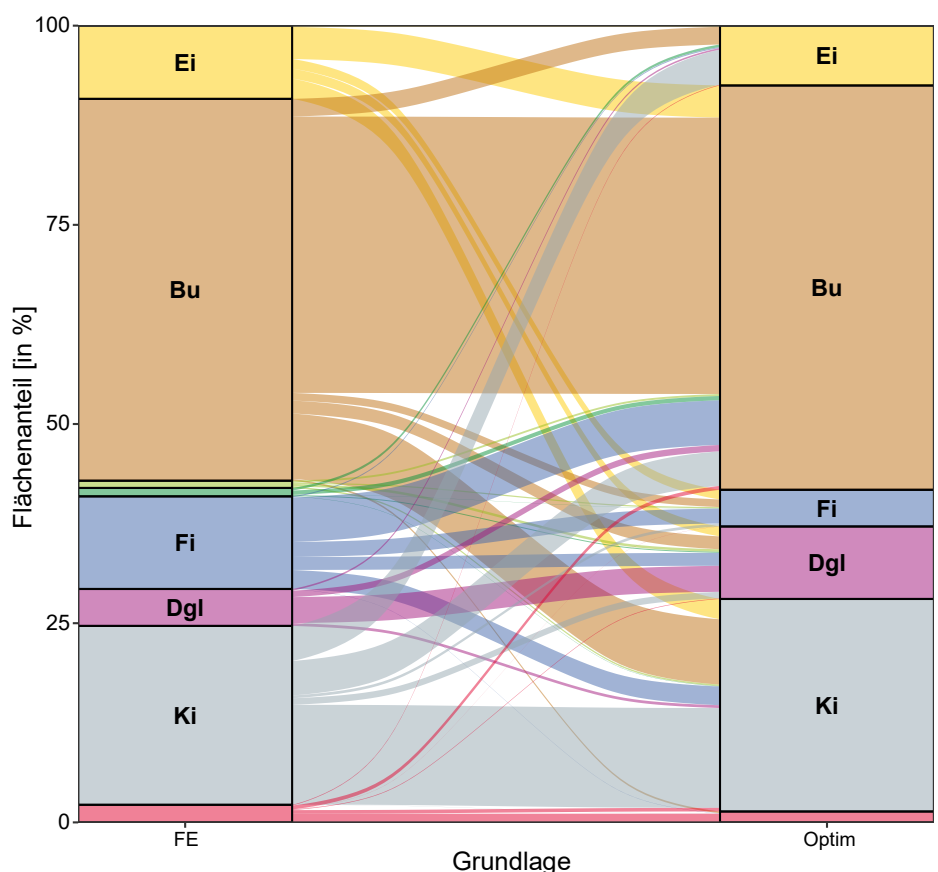
Spezifischer Wertbaum, der im Rahmen des Burgwaldprojektes entwickelt wurde. Der Gesamtwert (blau) einer Baumartenmischung (WEZ/WET/BZT) für einen spezifischen Bestand wird aus den unterschiedlichen Kriterien (grün; Subkriterien: gelb) berechnet, welche wiederum aus den Indikatoren (grau) abgeleitet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

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

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

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

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



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

Hoffnung für die Esche – Erkenntnisse aus der Genressourcenforschung

Katharina Birgit Budde, André Hardtke, Martin Hofmann und Aki Michael Höltken

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370746>

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

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

Anfälligkeit und Anpassungspotenziale der Gemeinen Esche

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



Foto: NW-FVA-Archiv

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

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

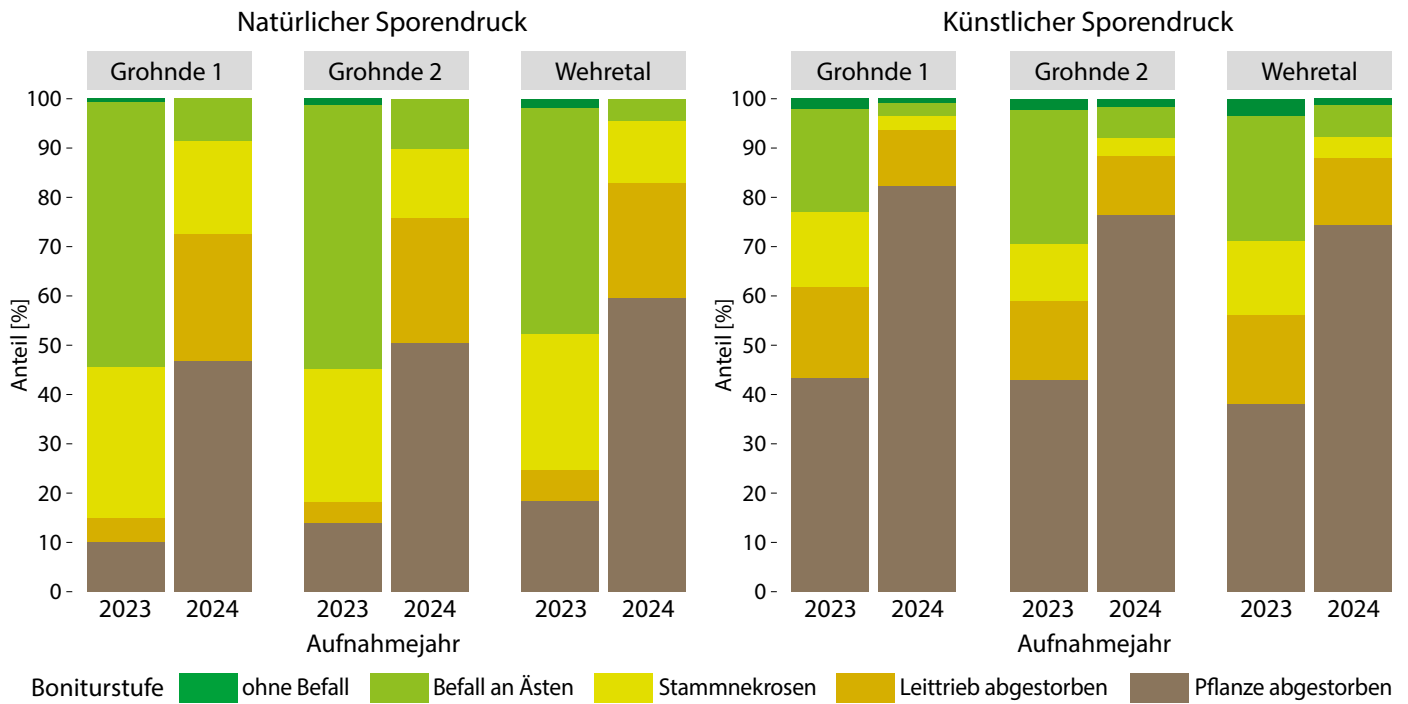
Bisherige wissenschaftliche Untersuchungen deuten aber darauf hin, dass die ETS-Anfälligkeit der Eschen ein mäßig erbliches Merkmal und damit in Teilen genetisch bedingt ist. Dabei sind eine Vielzahl von Merkmalen entdeckt worden, die für den Schädigungsgrad einer Esche verantwortlich sind. So zeigen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

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



Foto: NW-FVA-Archiv

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



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

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

Strategien für den Erhalt der Gemeinen Esche

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

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



In-vitro-Vermehrung potenziell ETS-toleranter Eschen

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

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

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

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

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



Foto: NW-FVA-Archiv

Handveredelte Plusbaumkandidaten

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

Literatur

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

Humusformen als Spiegel des Waldes: Dynamik, Wandel und Funktion

Oliver van Straaten, Felix Grün und Jan Evers

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370836>

Die Humusauflage eines Waldbodens ist wie ein Bankkonto für Nährstoffe und Wasser – Speicher und Umschlagsplatz zugleich. Sie besteht aus angesammeltem organischem Material – wie abgestorbenen Blättern, Zweigen, Holz – in unterschiedlichen Stadien der Zersetzung. Wie ein Schwamm saugt die Humusauflage Niederschläge auf und gibt sie im Laufe der Zeit langsam wieder ab, wodurch der Wasseranteil des Bodens stabiler bleibt und für Pflanzen und Bodenorganismen besonders in Trockenperioden länger verfügbar ist. Die in der organischen Substanz enthaltenen Nährstoffe werden in dieser Schicht gespeichert, bis sie durch Zersetzungsprozesse freigesetzt und durch biologische Aktivität in tiefere Bodenschichten verlagert werden. Durch diese immerzu fortschreitenden Kreisläufe werden die für das Pflanzenwachstum essentiellen Nährstoffe wie z. B. Stickstoff, Kalium, Kalzium und Magnesium in das Ökosystem zurückgeführt und liefern so die Grundlage für lebenswichtige Pflanzenfunktionen und Wachstum. Der Abbau der organischen Substanz erfolgt durch eine vielfältige Gemeinschaft von Zersetzern, darunter Bakterien und Pilze sowie größere Organismen wie Regenwürmer und Arthropoden (z. B. Tausendfüßer, Milben, Springschwänze und Käfer). Die Effizienz dieser Zersetzung oder Mineralisation, in dem organisches Material in pflanzenverfügbare Nährstoffe und Kohlendioxid (CO₂) umgewandelt wird, hängt von mehreren Faktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit und der chemischen Zusammensetzung der Streu ab. Ähnlich wie ein Bankkonto ist die Humusauflage ein dynamisches System, in dem die Menge des gespeicherten organischen Materials im Laufe der Zeit schwankt, abhängig vom Gleichgewicht zwischen Einträgen (z. B. Laubfall) und Austrägen (z. B. Zersetzung). Die zeitlichen Schwankungen des Streueintrags werden weitgehend von der Produktivität des Waldes beeinflusst, die von Faktoren wie dem Alter des Waldes und der Baumartenzusammensetzung abhängt. Im Gegensatz dazu werden Zersetzungsraten durch Umweltbedingungen gesteuert, einschließlich Temperatur, Feuchtigkeit und Art der Streu (z. B. Nadel- oder Laubstreu), sowie durch externe Einträge wie stickstoff- oder schwefelhaltige Säureeinträge und den Bodeneigenschaften. Diese Faktoren bestimmen gemeinsam die Zusammensetzung, Struktur und Mächtigkeit der Humusschicht und führen letztlich dazu, dass sich im Laufe der Zeit verschiedene Ausprägungen der Humusschicht bilden, den sogenannten „Humusformen“.

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



Rohhumus



Moder



Mull

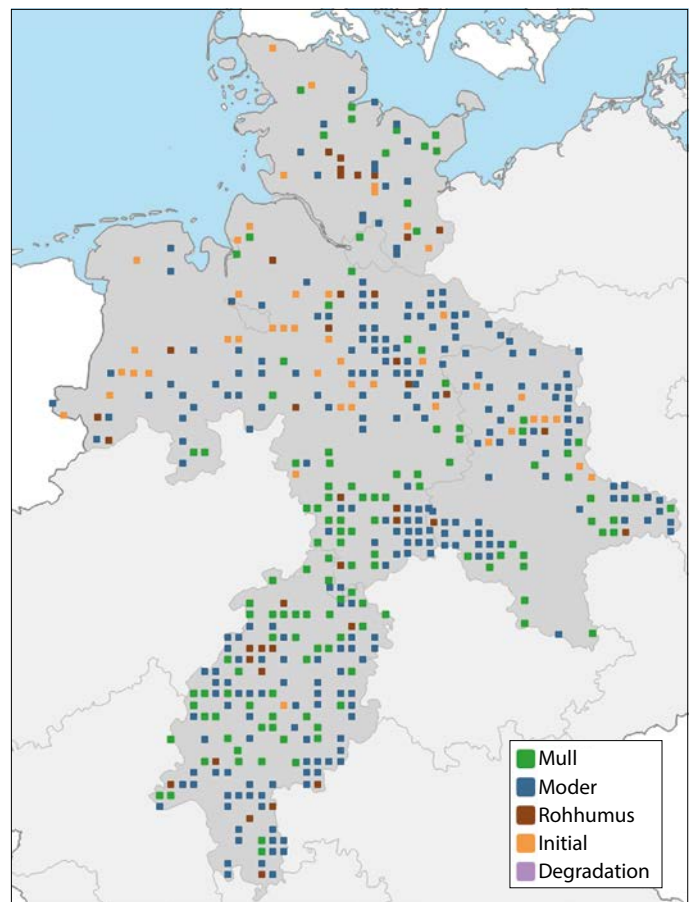
Humusformen im Wald: Zunehmende biologische Aktivität vom Rohhumus über Moder zum Mull (Fotos: NW-FVA, Abt. Umweltkontrolle)

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

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

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

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

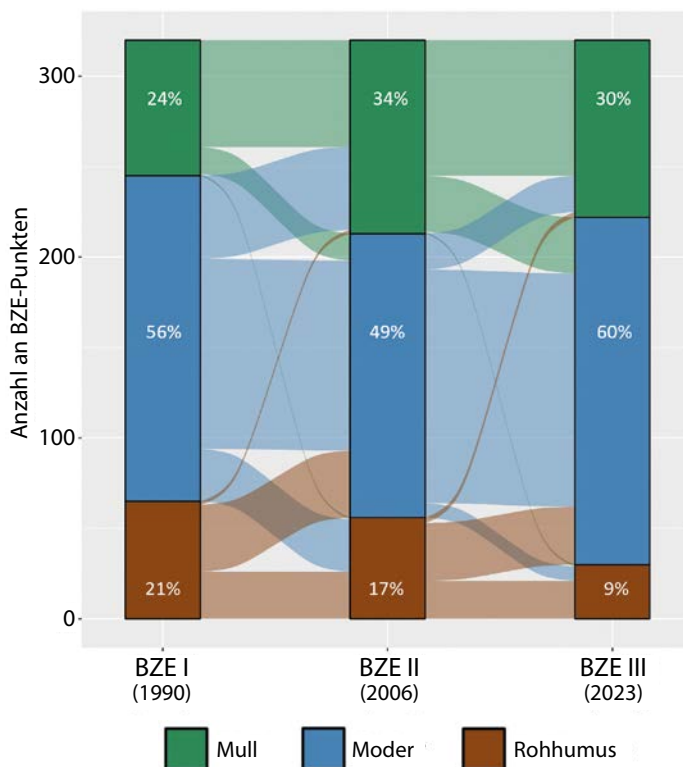


Humusformen bei der dritten Bodenzustandserhebung im Wald

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

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

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



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

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

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

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

verbreitete Kalkung von Wäldern der pH-Wert erhöht und die Basensättigung verbessert, was wiederum die mikrobielle Aktivität und den Humusumsatz begünstigte. Viertens haben steigende Durchschnittstemperaturen, insbesondere während der Vegetationsperiode, enzymatische und mikrobielle Prozesse angeregt, die den Abbau organischer Substanz fördern. Dieser Erwärmungseffekt wird jedoch zunehmend durch längere Trockenperioden und wiederkehrende Dürren abgeschwächt, wodurch die Bodenfeuchtigkeit verringert und somit auch die mikrobielle Mineralisierung gehemmt wird. Fünftens verbesserte ein gradueller Wechsel von Nadel- zu Laubbäumen in vielen Regionen die Qualität der Streu und schuf somit günstigere Bedingungen für die Humusentwicklung. Schließlich führten Veränderungen in der Forstwirtschaft – wie verstärkte Verjüngung im Unterstand und eine stärkere Auflichtung des Kronendachs – zu einer erhöhten Lichtverfügbarkeit am Waldboden, was die mikrobielle Aktivität und den Umbau organischer Substanz zusätzlich förderte. Während die allgemeine Verschiebung hin zu Humusformen mit schnellerer und effizienterer Streuzersetzung die Nährstoffkreisläufe verbessert und möglicherweise die Waldproduktivität steigern kann, bringt sie auch bedeutende Veränderungen in der Morphologie und Chemie der Waldböden mit sich. Diese Veränderungen können eine Kaskade von Auswirkungen auf zentrale Ökosystemfunktionen auslösen – darunter Kohlenstoffspeicherung, Nitratauswaschung, Wasserspeicherung und Treibhausgasemissionen.

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



Podsol in Norddeutschland

Foto: J. Evers



Impressum:

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



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

Titelfoto: Klinck U

Layout: Starick E

Herstellung: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Klartext GmbH Göttingen

Zitiervorschlag

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt,
Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und
Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat
(Hrsg.) (2025): Waldzustandsbericht 2025 für
Hessen, 48 S
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370123>

Zitate der Einzelbeiträge bitte nach
folgendem Schema:

Paar U, Klinck C (2025): WZE-Ergebnisse
für alle Baumarten. In: Nordwestdeutsche Forst-
liche Versuchsanstalt, Hessisches Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten,
Jagd und Heimat (Hrsg.): Waldzustandsbericht
2025 für Hessen. S 10–19
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17370228>

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

Der Waldzustandsbericht 2025
ist abrufbar unter
<https://www.nw-fva.de> und
<https://landwirtschaft.hessen.de>

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



Dr. Ulrike Talkner
Abteilungsleiterin
Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Wald- und
Bodenzustand, Redaktion



Dr. Caroline Klinck
Leiterin der Außenaufnahmen,
Auswertung, Redaktion



Dr. Jan Evers
Bodenzustandserhebung



Andreas Hafner
Datenmanagement



Dr. Uwe Klinck
Datenmanagement



Birte Scheler
Stoffeinträge



Johannes Suttmöller
Witterung und Klima



Peter Gawehn
Außenaufnahmen, Kontrollen



Michael Spielmann
Außenaufnahmen, Kontrollen



Torben Wahler
Außenaufnahmen, Kontrollen

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen 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-, Bundes-, 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.