



Waldzustandsbericht 2020





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die Auswirkungen des Klimawandels spüren wir alle immer stärker. Trockenheit und Hitze belasten Mensch und Natur. Auch der Wald leidet. In weiten Teilen Hessens ist der Zustand des Waldes in diesem Jahr schlecht wie nie zuvor.

An vielen Orten in unserem Land sieht man abgestorbene Fichten und Kahlflächen, wo einst geschlossene Wälder standen. Auch die Buche – die prägende Baumart in Hessen – kommt vielerorts an ihre Belastungsgrenze. Nahezu allen heimischen Baumarten hat die Entwicklung in den zurückliegenden drei Jahren stark zuge-setzt.

Bereits 2018 und 2019 waren zu trocken und zu warm. Auch das Jahr 2020 brachte leider nicht die erhoffte Entspannung: Auf einen feuchten Winter 2019/2020 folgte wieder ein extrem trockenes Frühjahr, an das sich ein zu warmer und zu trockener Sommer anschloss. Als ein Ergebnis hat sich das tiefgreifende Wasserdefizit in den Böden und damit verbunden der Trockenstress für die Wälder in den letzten Jahren erheblich verschärft.

Die aktuelle Zustandserhebung belegt den schlechten Gesundheitszustand des hessischen Waldes. Die mittlere Kronenverlichtung aller Baumarten und Altersstufen erreicht einen Höchstwert. Auch die Absterberate und der Anteil starker Schäden erreichen traurige Rekordwerte. Insbesondere die Entwicklung bei der Fichte und der Zustand des Waldes in der Rhein-Main-Ebene sind besorgniserregend.

Der dramatische Zustand des Waldes bestimmt auch unser aktuelles Handeln: das Schadholz muss aufgearbeitet und abgefahren, Wälder müssen aufwändig vor weiteren Schädigungen geschützt und Kahlflächen wiederbewaldet werden. Auch der Schutz vor Gefahren durch absterbende Bäume nimmt einen breiten Raum im forstlichen Alltag ein. Hinzu kommt die Information der Öffentlichkeit über Zustand und Zukunft des Waldes sowie eine verstärkte forstliche Beratung. Immer mehr in den Vordergrund rückt jetzt auch die Begründung des Waldes der Zukunft, der ein klimastabiler Mischwald sein muss. Diese Aufgabe wird große Anstrengungen, aber auch viel Geduld erfordern, um neben forstlichen Maßnahmen auch die natürliche Waldentwicklung zu beobachten und zu fördern.

Die Landesregierung ist sich ihrer Verantwortung für den Wald in Hessen und der vor ihr liegenden Aufgaben bewusst. Bereits im Herbst 2019 hat sie mit dem 12-Punkte-Plan für einen klimastabilen Wald der Zukunft ein umfangreiches Soforthilfeprogramm auf den Weg gebracht. Daran knüpfen wir an und reagieren auf die aktuellen Ergebnisse der Waldzustandserhebung mit weiteren Anstrengungen.

Die kommunalen und privaten Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer stehen in der aktuellen Situation vor enormen Herausforderungen und befinden sich in einer finanziell sehr angespannten Situation. Mit der Extremwetterrichtlinie bietet das Land privaten und kommunalen Waldbesitzenden umfassende Förderungen an, beispielsweise bei der Räumung von Schadensflächen, bei Waldschutzmaßnahmen und der Anlage von Holzlagerplätzen. Die Angebote werden nun um eine Unterstützung bei der Verkehrssicherung ergänzt. Außerdem hilft die Landesregierung allen Waldbesitzenden bei der Bewältigung der Folgen der Corona-Pandemie, die den Holzmarkt zusätzlich belastet.

Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzplans Hessen 2025 haben wir eine Klimarisikokarte für den Wald in Hessen erstellt. In Kürze werden darauf aufbauend Ergebnisse zur Baumartenwahl im Klimawandel für die punktgenaue Umsetzung in der Praxis vor Ort und zur Beratung aller Waldbesitzenden zur Verfügung stehen. Damit die nächste Waldgeneration heranwachsen kann, haben wir auch die Voraussetzungen für angepasste Wildbestände geschaffen, mit einer modernen Schalenwildrichtlinie und angepassten Jagdzeiten.

Im Zentrum aller Anstrengungen für den Wald stehen die Försterinnen und Förster und alle im Wald Tätigen. Ihnen gilt unser großer Dank für das außerordentliche Engagement, mit dem sie die enormen Belastungen und großen Gefahren der letzten Jahre bewältigt haben. Deshalb werben wir mit einer Personaloffensive, attraktiven Arbeitsbedingungen, verstärkter Ausbildung und zusätzlichen Stellen um Menschen, die den Wald der Zukunft mit uns gemeinsam gestalten wollen. Dieser Wald der Zukunft ist aber nicht nur eine Aufgabe der Försterinnen und Förster. Wir alle sind aufgerufen durch umwelt- und klimabewusstes Verhalten auch einen Beitrag zum Erhalt und zum Wiederaufbau des hessischen Waldes zu leisten!

Mit freundlichen Grüßen

Ihre

Priska Hinz

Hessische Ministerin für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Wiesbaden, im Oktober 2020

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Inhaltsverzeichnis	3
Hauptergebnisse	4
Uwe Paar und Inge Dammann	
Forstliches Umweltmonitoring und Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025	6
Johannes Eichhorn, Uwe Paar und Inge Dammann	
WZE-Ergebnisse für alle Baumarten	9
Uwe Paar und Inge Dammann	
Buche	11
Eiche	13
Fichte	14
Kiefer	15
Wald in der Rhein-Main-Ebene	16
Uwe Paar und Inge Dammann	
Witterung und Klima	18
Johannes Suttmöller	
Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl	22
Hermann Spellmann, Johannes Suttmöller, Thomas Böckmann, Heidi Döbbeler, Hans Hamkens und Ralf-Volker Nagel	
Insekten und Pilze	29
Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Ines Graw	
Stoffeinträge	32
Birte Scheler	
Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt	35
Matthias Paul, Wilfried Steiner, Samuel Schleich, Meinolf Lau, Dagmar Leisten, Matthias Moos und Carola Schmidt	
Literaturverzeichnis	39
Impressum	40

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Der Witterungsverlauf 2020 brachte keine Entlastung für die Wälder in Hessen. Erneut war es zu warm und zu trocken. Nach der erheblichen Verschlechterung des Vitalitätszustandes hessischer Wälder in 2019 hat sich das Schadniveau in 2020 insgesamt nochmals leicht erhöht. Insbesondere in den Fichtenbeständen sind die Schäden verheerend.

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Hessen (alle Baumarten) erreicht in 2020 mit 28 % den höchsten Wert seit Beginn der Zeitreihe in 1984.

Bei den älteren Bäumen ist die Kronenverlichtung von 30 % (2019) auf 31 % angestiegen. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Bäume ist im Vergleich zum Vorjahr nochmals um 3 Prozentpunkte angestiegen und liegt mit 20 % ebenfalls auf dem höchsten Niveau seit 37 Jahren.

Der Anteil starker Schäden liegt in 2020 mit knapp 9 % fast dreimal so hoch wie im Mittel der Jahre 1984-2020. Dies ist der höchste Wert in der Zeitreihe. Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) hat sich im Vergleich zum langjährigen Mittel versiebenfacht (2,9 %). Zusätzlich mussten knapp 5 % der Bestände nach Windwurf und Borkenkäferbefall außerplanmäßig genutzt werden.

Die Ergebnisse der Waldzustandsaufnahme in 2020 belegen für den hessischen Wald den schlechtesten Vitalitätszustand seit Beginn der Erhebungen in 1984.

Die Absterberate und die Ausfallrate werden stark von der Baumart Fichte bestimmt.

Die Baumarten im Einzelnen

Eine weitere deutlich ausgeprägte Verschlechterung des Vitalitätszustandes zeigt sich für die Hauptbaumart Fichte (alle Alter). Mehr als 50 % der Fichten in der Stichprobe der Waldzustandserhebung mussten seit 2017 als Schadholz entnommen werden oder sind abgestorben.

Die Kronenverlichtung der Hauptbaumart Buche (über 60 Jahre) hat sich ebenfalls nochmals leicht verschlechtert. Die der älteren Eiche und älteren Kiefer hat sich im Vergleich zum Vorjahr leicht verbessert.



Foto: K. Dammann



Foto: M. Spielmann

Rhein-Main-Ebene

Die Waldzustandserhebung weist für 2020 eine weitere Verschlechterung des Waldzustandes für die Rhein-Main-Ebene nach. Die Absterberate liegt mit 4 % deutlich über dem Mittelwert der Zeitreihe.

Witterung und Klima

Im Vegetationsjahr 2019/2020 setzte sich die Trockenheit im dritten Jahr in Folge unvermindert fort. Mit einer Mitteltemperatur von 10,4 °C (+2,1 K) war das Jahr wiederum außergewöhnlich warm. Ein Vergleich der aktuellen Referenzperiode 1961-1990 mit der neuen Periode von 1991-2020 zeigt deutlich, dass die Klimaveränderung in Hessen bereits zu einer signifikanten Erwärmung geführt hat. Die Jahresmitteltemperatur ist von 8,3 °C auf 9,3 °C in den letzten dreißig Jahren angestiegen. Im Vegetationsjahr 2019/2020 fielen im Flächenmittel des Landes 713 mm Niederschlag. Dies entspricht 90 % des langjährigen Niederschlagssolls der Klimanormalperiode 1961 bis 1990. Damit reichten die Niederschläge nicht aus, um die Defizite der letzten Jahre auszugleichen und die tieferen Bodenschichten zu durchfeuchten. Von der Trockenheit besonders betroffen sind Mittel- und Südhessen.

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

Die Klimaanpassung der Wälder ist derzeit die größte Herausforderung der Forstbetriebe. Die erarbeiteten Entscheidungshilfen der NW-FVA zur klimaangepassten Baumartenwahl basieren auf der sogenannten Standortwasserbilanz in der Vegetationszeit (SWB_{VZ}) und der Trophiestufe. Dabei wird das Trockenstressrisiko der Wälder unter zukünftigen Klimabedingungen des Emissionsszenario RCP8.5 anhand der SWB_{VZ} abgeschätzt. Zwischen den Baumarten gibt es

Hauptergebnisse

hinsichtlich der Ansprüche an die Standortbedingungen deutliche Unterschiede. Die erarbeiteten Waldentwicklungsziele (WEZ) werden getrennt nach Kommunal-/Privatwald und Staatswald in Hessen über einen Webdienst der Praxis zur Verfügung gestellt. In der Regel ergeben sich unter künftigen Klimabedingungen mehrere Optionen für die Wahl geeigneter WEZ. Ein nicht unerheblicher Teil der Waldstandorte in Hessen wird sich allerdings bezüglich der SWB_{vz} schon bis zur Mitte des Jahrhunderts in Bereiche verschlechtern, die die Auswahl möglicher WEZ gegenüber heute stark einschränkt. Zur Risikostreuung können daher auch diejenigen WEZ, die der angrenzenden, nächst trockeneren Standortwasserbilanz-Kategorie angehören, Berücksichtigung finden.

Insekten und Pilze

Die Schäden durch Borkenkäfer an Fichte haben auch 2020 weiter stark zugenommen. Nach dem milden Winter 2019/2020 kam es früh zu Schwärmflügen des Buchdruckers. Ab Ende Mai waren nicht nur besonnte Bestandesränder sondern auch Fichten im Bestandesinneren befallen. Insgesamt sind sehr viele Schadflächen und hohe Schadmengen entstanden. Die Fichten hatten aufgrund des seit drei Jahren anhaltenden Wassermangels kaum Abwehrkräfte gegen Borkenkäfer.

Auch für Absterbeerscheinungen durch Pilze war die besondere Witterungssituation ein entscheidender auslösender Faktor. Die Buchen-Vitalitätsschwäche, die Rußrindenerkrankung des Ahorns und das *Diplodia*-Triebsterben der Kiefer werden in den letzten Jahren zunehmend festgestellt.

Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt

Samenplantagen und Mutterquartiere sind eine wichtige Quelle für die Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut. Die NW-FVA unterhält in ihren Trägerländern über 200 Samenplantagen mit Laub- und Nadelbäumen sowie Straucharten. Auf diesen Flächen wird für forstliche Zwecke und für Naturschutzaufgaben höherwertiges Vermehrungsgut produziert, das zur Erhaltung und Nachzucht von genetisch vielfältigen Waldbeständen benötigt wird.

In Mutterquartieren werden von der NW-FVA auf Artreinheit geprüfte Pappeln und heimische Weiden von gefährdeten Vorkommen erhalten und vegetativ vermehrt.

Stoffeinträge

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

Der Sulfatschwefeleintrag betrug 2019 im Hessenmittel unter Buche 2,1 kg je Hektar, unter Fichte lag er bei 3,3 (Königstein) bzw. 3,9 (Fürth i. Od.) kg je Hektar. Hier zeigt sich deutlich der Erfolg verschiedener Maßnahmen zur Luftreinhaltung, durch die der Schwefeleintrag um rund 90 % gesenkt werden konnte.

Die anorganischen Stickstoffeinträge (Ammonium und Nitrat) haben auf allen untersuchten Flächen ebenfalls signifikant abgenommen. Der anorganische Stickstoffeintrag betrug 2019 unter Buche 9,2 (Hessenmittel) und unter Fichte 17 (Königstein) bzw. 20,8 (Fürth i. Od.) kg je Hektar.



Foto: M. Delpho

Johannes Eichhorn, Uwe Paar und Inge Dammann

Die Richtlinie für die Bewirtschaftung des hessischen Staatswaldes (RiBeS 2018) benennt als Gesamtziel, dass der Hessische Staatswald als Ökosystem zu erhalten und zu entwickeln ist, um auf dieser Grundlage eine optimale Kombination seiner Wirkungen für die Gesellschaft zu leisten. Einen Beitrag hierzu leistet auch die Waldökosystemforschung, für die der Staatswald gemäß der RiBeS 2018 als ein Zeichen seiner besonderen Gemeinwohlverpflichtung Waldflächen zur Verfügung stellt.

Wie ist das Ausmaß der Schäden mit Blick auf die Veränderungen der Wälder über die Jahre richtig einzuordnen? Worin liegen die Besonderheiten der Witterung in den extremen Jahren 2018 bis 2020? Ist der Wald als Ganzes betroffen oder unterscheiden sich Regionen? Reagieren die Baumarten gleich sensitiv? Antworten auf diese Fragen zu geben, ist eine wesentliche Aufgabe des Forstlichen Umweltmonitorings.

Die Forstliche Umweltkontrolle berät Verwaltung und Politik auf fachlicher Grundlage und erarbeitet Beiträge für Entscheidungshilfen der forstlichen Praxis. Die rechtliche Grundlage für Walderhebungen in der Forstlichen Umweltkontrolle stellt § 41a des Gesetzes zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz – BWaldG) dar. Die Rechtsgrundlagen sichern eine methodische Vergleichbarkeit über lange Zeiträume und über Ländergrenzen. Dies wird konkretisiert durch die Verordnung über Erhebungen zum Forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV 2013) und durch das Durchführungskonzept Forstliches Umweltmonitoring (BMEL 2016).

Konzept

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring folgende Kategorien unterschieden:

- waldflächenrepräsentative Übersichtserhebungen auf einem systematischen Stichprobenraster (Level I),
- die intensive Dauerbeobachtung ausgewählter Waldökosysteme im Rahmen verschiedener Beobachtungsprogramme (Bodendauerbeobachtungsprogramm (BDF), Level II, Waldökosystemstudie Hessen (WÖSSH)) sowie
- Experimentalflächen, z. B. Vergleichsflächen zur Bodenschutzkalkung (Level III).



Tensiometer zur Messung der Bodenfeuchte

Foto: J. Weymar



Level II-Fläche

Foto: J. Weymar

Die methodischen Instrumente der Ökosystemüberwachung sind europaweit harmonisiert nach den Grundsätzen des ICP Forests (2016).

Das Stichprobenraster der Waldzustandserhebung ist darauf ausgelegt, die gegenwärtige Situation des Waldes landesweit repräsentativ abzubilden. Ergebnis ist das Gesamtbild des Waldzustandes eines Bundeslandes. Die Stichprobe der Waldzustandserhebung vermittelt auch ein zahlenmäßiges Bild zu dem Einfluss von Stürmen, Witterungsextremen und Insekten- und Pilzbefall. Lokale Befunde wie sturmgefallene Bäume oder ein extremer Befall der Kiefer durch Pilze können von dem landesweiten Ergebnis abweichen.

Verschiedene Auswertungen belegen eine hohe Repräsentativität des Rasternetzes für verschiedene Fragestellungen zu den Wäldern in Hessen.

In Hessen umfasst das Level I-Netz 145 Inventurpunkte, das Intensive Forstliche Umweltmonitoring 11 Monitoringflächen und 27 Experimentalflächen.

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 2020. 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. Nach einer Rasterüberprüfung im Frühjahr 2020 wurden 6 weitere WZE-Punkte in das 8 km x 8 km-Raster integriert, so dass jetzt 145 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv ge-



Borkenkäferschäden 2020

Foto: J. Weymar

hören. Die landesweite Auswertung erfolgte 2020 auf der Basis von 136 Erhebungspunkten, für die Rhein-Main-Ebene wurden 46 Erhebungspunkte ausgewertet. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene und für die Rhein-Main-Ebene.

Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle unten die 95 %-Konfidenzintervalle (= Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2020. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Die

95 %-Konfidenzintervalle für die Kronenverlichtung der Baumartengruppen und Altersstufen der Waldzustandserhebung 2020 in Hessen. Das 95 %-Konfidenzintervall (= Vertrauensbereich) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt.

Baumarten- gruppe	Alters- gruppe	Anzahl Bäume	Anzahl Plots	Raster	95%-Konfidenz- intervall (+/-)
Buche	alle Alter	1184	96	8x8 km	3,5
	bis 60 Jahre	141	23	8x8 km	4,7
	über 60 Jahre	1043	75	8x8 km	3,5
Eiche	alle Alter	343	56	8x8 km	3,3
	bis 60 Jahre	51	10	8x8 km	8,5
	über 60 Jahre	292	46	8x8 km	3,6
Fichte	alle Alter	417	49	8x8 km	12,4
	bis 60 Jahre	221	24	8x8 km	20,7
	über 60 Jahre	196	28	8x8 km	12,5
Kiefer	alle Alter	544	50	8x8 km	3,3
	bis 60 Jahre	32	6	8x8 km	29,1
	über 60 Jahre	512	44	8x8 km	3,1
andere Laubbäume	alle Alter	351	44	8x8 km	5,4
	bis 60 Jahre	239	26	8x8 km	6,5
	über 60 Jahre	112	22	8x8 km	10,6
andere Nadelbäume	alle Alter	233	41	8x8 km	6,6
	bis 60 Jahre	132	21	8x8 km	10,5
	über 60 Jahre	101	20	8x8 km	10,6
alle Baumarten	alle Alter	3072	128	8x8 km	2,7
	bis 60 Jahre	816	44	8x8 km	6,7
	über 60 Jahre	2256	99	8x8 km	2,6

Weite des Vertrauensbereiches wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Anzahl der Stichprobenpunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte. Für relativ homogene Auswerteeinheiten mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten, die sowohl in der Altersstruktur als auch in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen.

Aufnahmeparameter

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

Integrierter Klimaschutzplan Hessen

Der Integrierte Klimaschutzplan Hessen 2025 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 Klimaschutzplans tragen verschiedene forstliche Projekte bei. Eines der als prioritär eingestuften Projekte ist: „Klimarisikokarten Forst – Verbesserte Beratungsgrundlagen für neue Herausforderungen an hessische Waldbesitzer“. Eine wichtige Herausforderung ist die Baumartenwahl auf gestörten Waldflächen. Um einen vielfältigen Wald der Zukunft aufbauen zu können, sind flächendeckend Informationen zu forstlichen Standorten zu erheben. Dazu werden im Verbund zwischen der NW-FVA, Hessen-Forst und dem Hessischen Waldbesitzerverband in der ersten Phase 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 werden die vom ReKliEs-Projekt (Regionale Klimaprojektionen Ensemble) erstellten Klimaszenarien in Form von Ensembles verwendet.

Ein weiteres, vorgesehene Projekt des Integrierten Klimaschutzplans Hessen hat zum Ziel, häufige und weniger häufige Baumarten auf ihre Eignung für Wälder im Klimawandel zu überprüfen. Es wird insbesondere Wert auf eine standortgerechte Baumartenwahl und Bestandesbehandlung unter Berücksichtigung des Standorts-/Leistungsbezuges, aber auch mit Blick auf biotische oder abiotische Risiken gelegt. Dazu ist eine Analyse der Waldentwicklung in Hessen vorgesehen.

Insgesamt haben die Maßnahmen zum Ziel, dazu beizutragen, gut durchmischte, artenreiche Wälder langfristig zu sichern, die klimaangepasst und klimaresilient sind. Als Ziel soll ein Entscheidungsunterstützungssystem für Waldbesitzer aller Besitzarten entwickelt werden.



WZE-Aufnahmeteam

Foto: M. Spielmann

Mittlere Kronenverlichtung

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

Starke Schäden

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

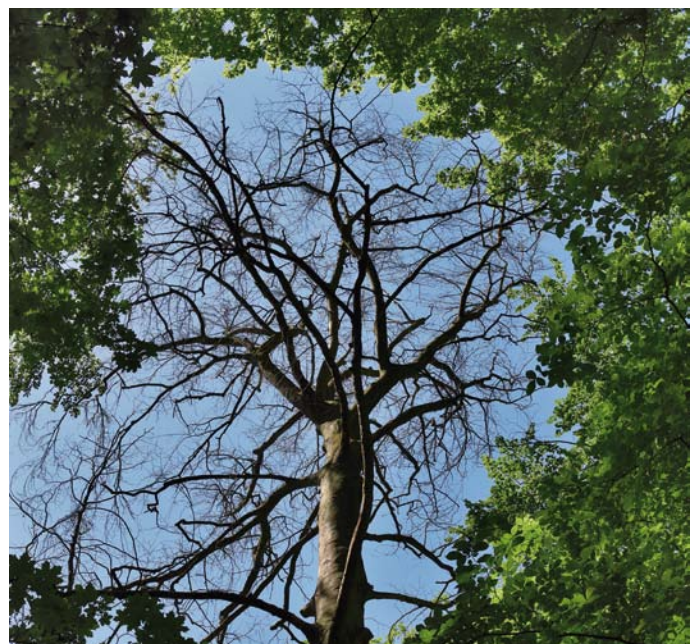
Absterberate

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

Ausfallrate

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

Dort, wo an den WZE-Punkten Stichprobenbäume ausfallen, werden nach objektiven Vorgaben Ersatzbäume ausgewählt. Sind aufgrund großflächigen Ausfalls der Stichprobenbäume keine geeigneten Ersatzbäume vorhanden, ruht der WZE-Punkt, bis eine Wiederbewaldung vorhanden ist. Die im Bericht aufgeführte Ausfallrate ergibt sich aus den infolge von Sturmschäden, Trockenheit und Insekten- oder Pilzbefall (insbesondere durch Borkenkäfer) am Stichprobenpunkt entnommenen Bäumen.



Auch Buchen sind 2020 abgestorben.

Foto: J. Evers

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Uwe Paar und Inge Dammann

Die Ergebnisse der Waldzustandsaufnahmen in 2020 belegen für den hessischen Wald den schlechtesten Vitalitätszustand seit Beginn der Erhebungen in 1984. Nach der erheblichen Verschlechterung des Vitalitätszustandes hessischer Wälder in 2019 hat sich das Schadniveau in 2020 insgesamt nochmals erhöht. In den Jahren 2019 und 2020 ist eine sehr starke Destabilisierung der hessischen Wälder eingetreten.

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Hessen (alle Baumarten) erreicht mit 28 % den höchsten Wert seit Beginn der Zeitreihe in 1984.

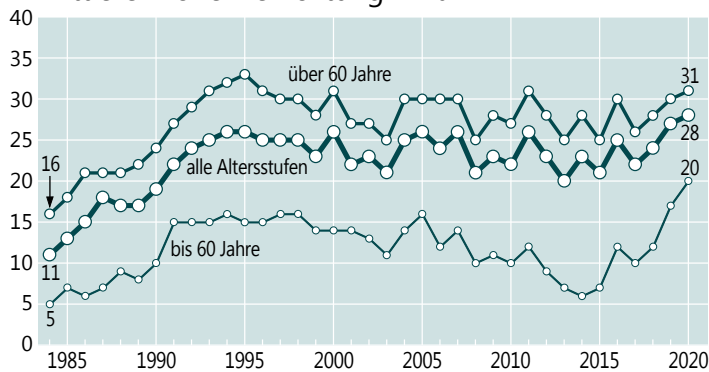
Bei den älteren Bäumen ist die Kronenverlichtung von 30 % (2019) auf 31 % angestiegen. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Bäume liegt mit 20 % ebenfalls auf dem höchsten Niveau seit 37 Jahren.

Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt in 2020 mit knapp 9 % fast dreimal so hoch wie im Mittel der Jahre 1984 bis 2020.

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.

Mittlere Kronenverlichtung in %



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

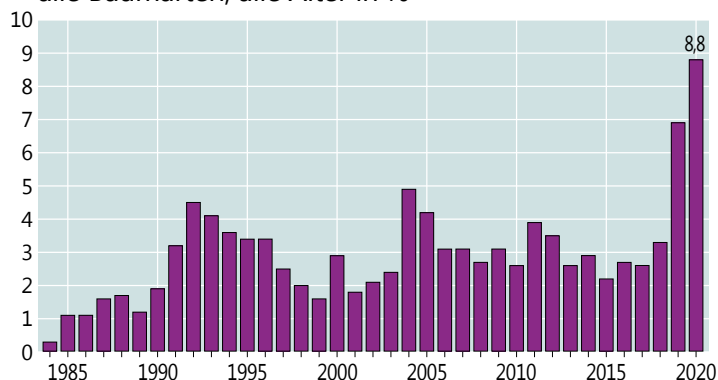


Foto: J. Evers

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Absterberate

Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) hat sich im Vergleich zum langjährigen Mittel versiebenfacht (2,9 %). Ca. 80 % Prozent der abgestorbenen Bäume sind Fichten.

Ausfallrate

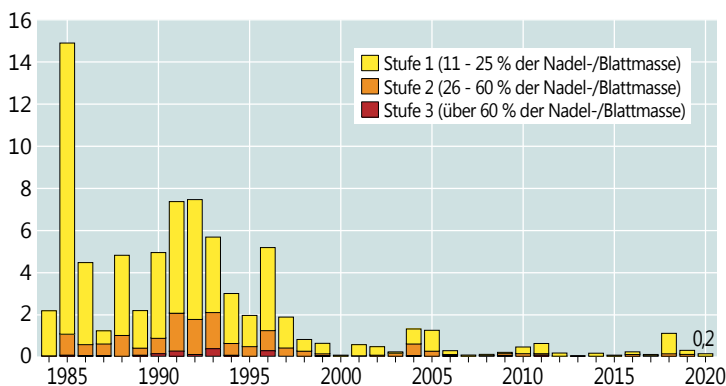
Die Ausfallrate ist das Ergebnis der infolge von Sturmwurf, Trockenheit und Borkenkäferbefall außerplanmäßig genutzten Bäume. Sie liegt 2020 mit 5 % auf einem hohen Niveau. 70 % der ausgefallenen Bäume sind Fichten.

Nur 2007 (Sturm „Kyrill“), 1990/1991 (Stürme „Vivian“ und „Wiebke“) und 1988 wurden höhere Ausfallraten als 2019 bzw. 2020 festgestellt.

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. Die von den Waldbesitzern 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 %



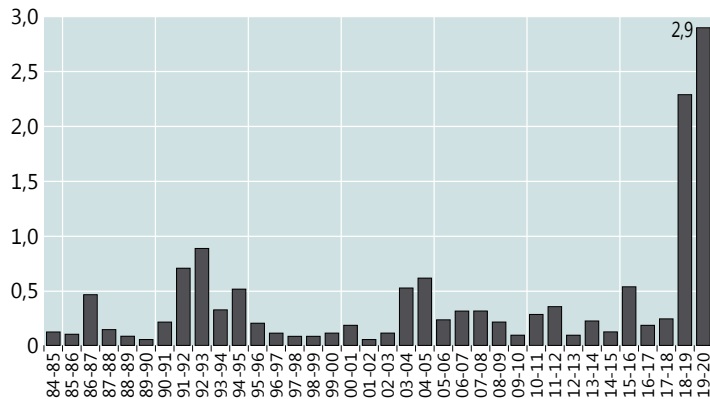
Fazit

Die extremen Witterungsbedingungen der letzten drei Jahre haben den Wald in Hessen verändert.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen 2019 und 2020 die seit 1984 höchsten Anteile an stark geschädigten und abgestorbenen Bäumen. Ebenso erreicht die Ausfallrate der als Schadholz entnommenen Bäume 2019 und 2020 hohe Werte. 2019 sind auf 6 % und 2020 auf weiteren 5 % der Waldfläche strukturelle Störungen entstanden. Vielfach haben diese zu Freiflächen, Blößen und Lücken in den Waldbeständen geführt.

Vieles weist darauf hin, dass sich die ungünstige Entwicklung der beiden letzten Jahre weiter fortsetzen wird. Dies ist wahrscheinlich, wenn sich die zu warme Witterung weiterhin fortsetzt, wenn der Bodenwasserspeicher im kommenden Winter nur ungenügend aufgefüllt wird und damit weiterhin die Bedingungen für eine Vermehrung von Insekten und Pilzen günstig sind.

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



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

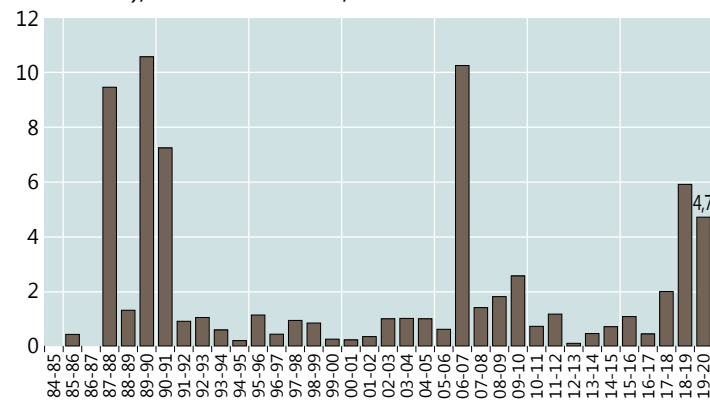


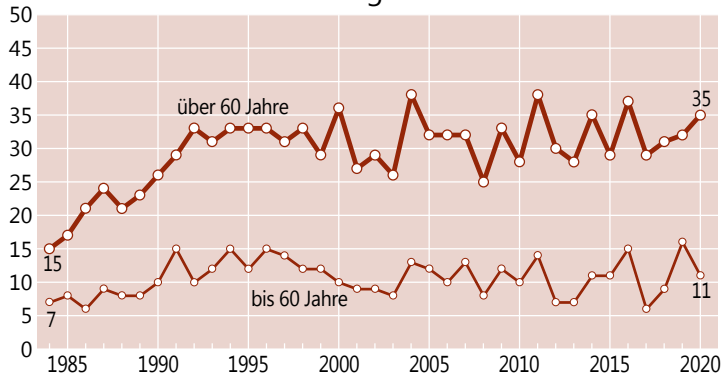
Foto: M. Spielmann

Buche

Ältere Buche

Nach dem deutlichen Anstieg der Kronenverlichtung im Zeitraum von 1984 bis 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 haben. Die Kronenverlichtung hat sich im Vergleich zum letzten Jahr verschlechtert (2019: 32 %; 2020: 35 %).

Mittlere Kronenverlichtung in %



Jüngere Buche

Bei der jüngeren Buche hat sich die mittlere Kronenverlichtung gegenüber dem letzten Jahr verbessert (2019: 16 %, 2020: 11 %).

Starke Schäden

Der Anteil der Buchen (alle Alter) mit über 60 % Kronenverlichtung erreicht 2020 mit knapp 7 % den höchsten Wert in der 37-jährigen Zeitreihe.

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

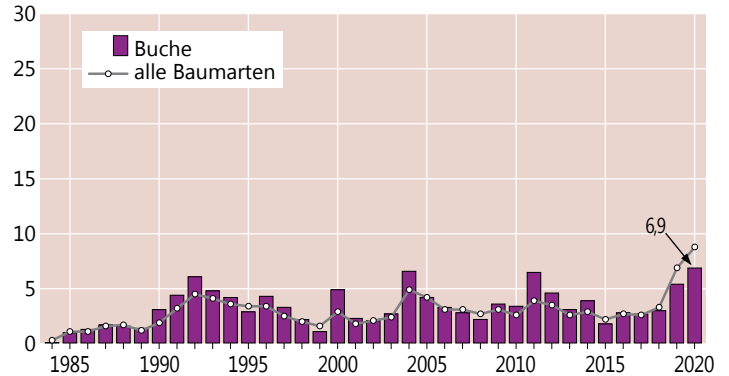


Foto: H. Heinemann

Buche

Absterberate

Ein Vergleich mit anderen Baumarten in Hessen belegt, dass die Buche im Mittel der bisherigen Beobachtungsreihe (1984-2020) eine vergleichsweise geringe Absterberate (0,06 %) aufweist. 2020 sind in der Stichprobe 0,3 % der Buchen abgestorben. Gerade weil in den letzten Jahrzehnten kaum Buchen abgestorben sind, sind die Absterberate in 2019 und 2020 auffällig.

Ausfallrate

Eher gering (1 %) sind aktuell sturm- und trockenheitsbedingte Ausfälle der Buche in Hessen.

Fruchtbildung

In der Regel ist bei der Buche nach einem Jahr mit intensiver Fruchtbildung im Folgejahr eine geringe Fruchtbildung zu erwarten. Die letzten drei Jahre zeigen eine Abweichung von dieser Regel. 2018 haben 41 % der älteren Buchen mittel oder stark fruktifiziert, 2019 ist es mit 25 % ein etwas geringerer Anteil, 2020 sind es 54 %.



Foto: J. Evers

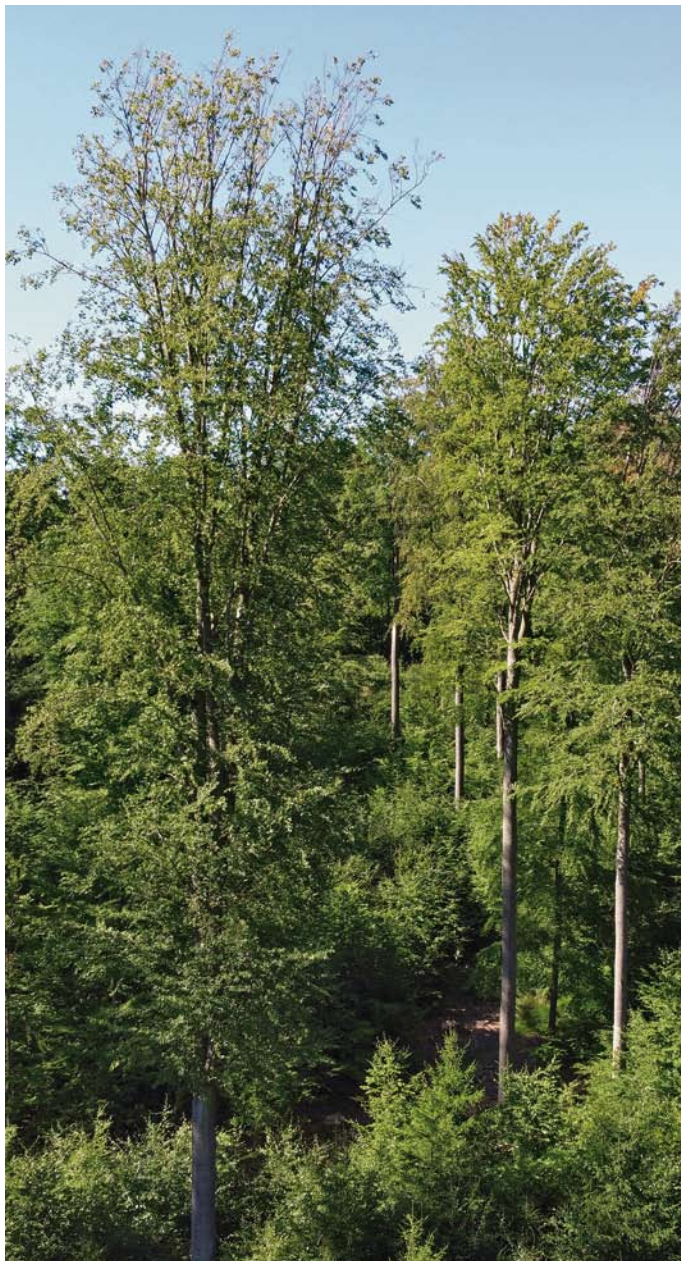
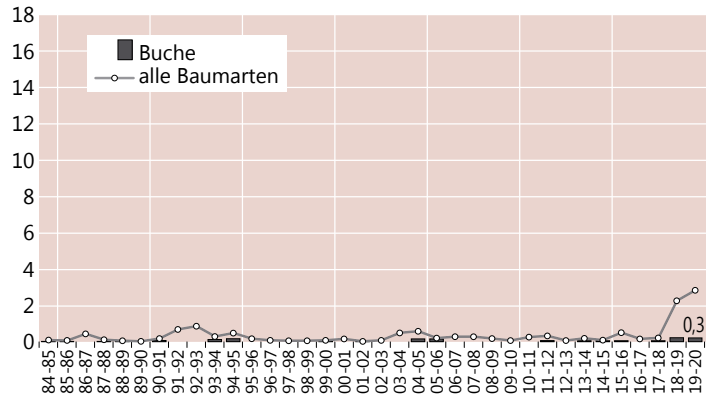
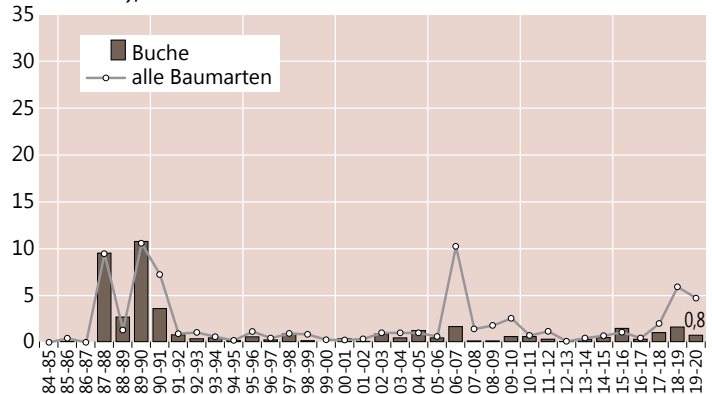


Foto: J. Weymar

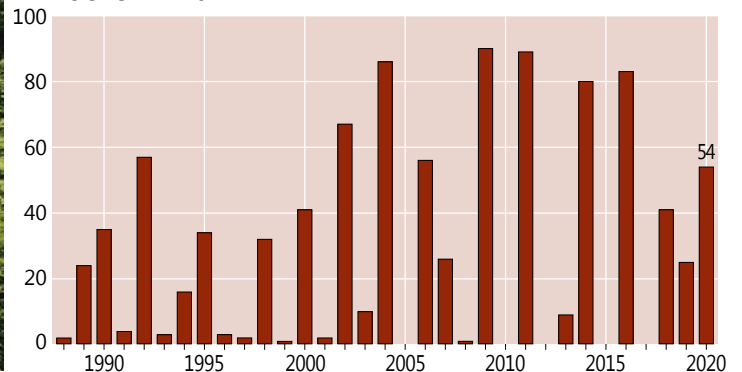
Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



Eiche

Ältere Eiche

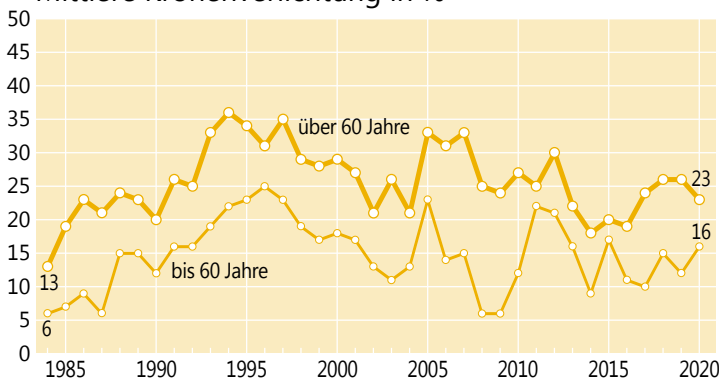
Die Kronenverlichtung der älteren Eiche in 2020 hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 3 Prozentpunkte verbessert (2019: 26%; 2020: 23 %).

Die Entwicklung der Kronenverlichtung der Eiche wird insgesamt stark durch das unterschiedlich ausgeprägte Vorkommen der Eichenfraßgesellschaft bestimmt. In 2018 und 2019 zeigten nur 2 % bzw. 3 % der älteren Eichen mittlere oder starke Fraßschäden. In 2020 wurden keine mittleren bzw. starken Fraßschäden festgestellt.

Jüngere Eiche

Die Kronenverlichtung der jüngeren Eiche beträgt in 2020 16 %.

Mittlere Kronenverlichtung in %



Starke Schäden

Phasen mit erhöhten Anteilen starker Schäden (über 5 %) an Eichen stehen in der Regel in Verbindung mit intensivem Insektenfraß. In 2020 ist der Anteil starker Schäden für die Eiche durchschnittlich (3 %).

Absterberate

Die Absterberate der Eiche liegt im langjährigen Mittel bei 0,3 %. 2020 sind 0,6 % der Eichen abgestorben.

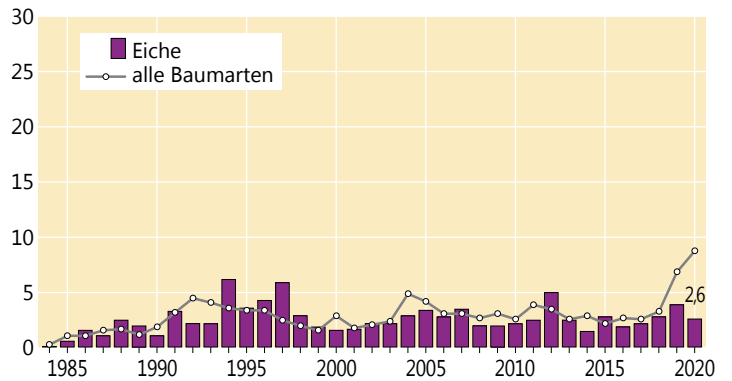
Ausfallrate

In 2020 sind im WZE-Kollektiv bei der Eiche in Hessen 2 % Ausfälle durch Sturm oder Insektenbefall vorgekommen.

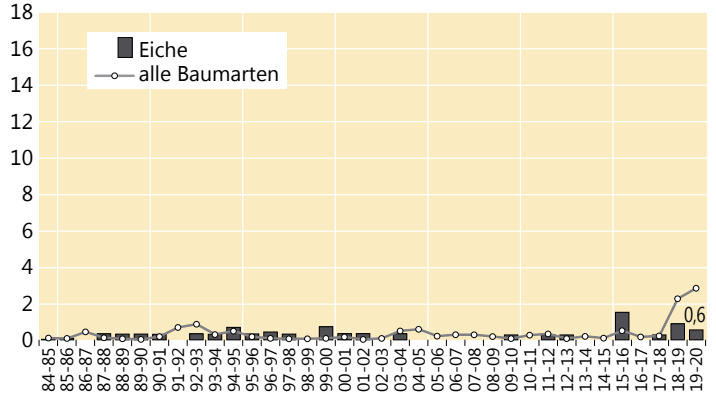


Foto: J. Weymar

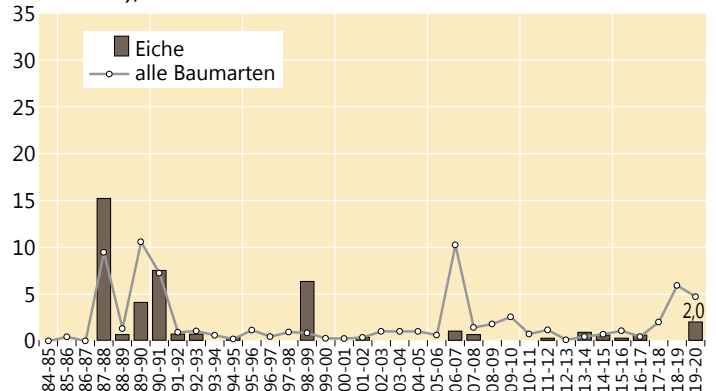
Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



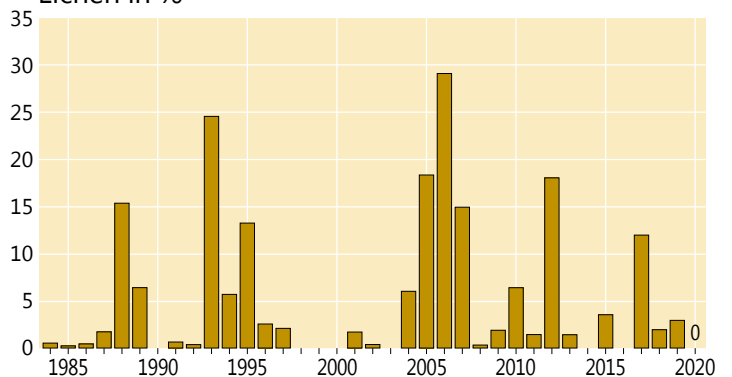
Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %



Fichte

Erhebliche Schäden sind seit 2018 in den Fichtenbeständen durch Sturm, Trockenheit und Borkenkäferbefall entstanden. Seit 2019 ist die Fichte im Vergleich der Baumarten die am stärksten geschädigte Baumart im hessischen Wald. Dies bezieht sich auf die Mittelwerte der Kronenverlichtung, der starken Schäden wie auch der Absterbe- und Ausfallraten.

Ältere Fichte

Bei der älteren Fichte hat sich nach der deutlichen Verschlechterung der Kronenverlichtung von 29 % (2018) auf 38 % in 2019 der Kronenzustand in 2020 nochmals erheblich verschlechtert: In 2020 liegt die mittlere Kronenverlichtung der älteren Fichte bei 50 %. Dies ist mit Abstand der höchste Wert in der Zeitreihe.

Jüngere Fichte

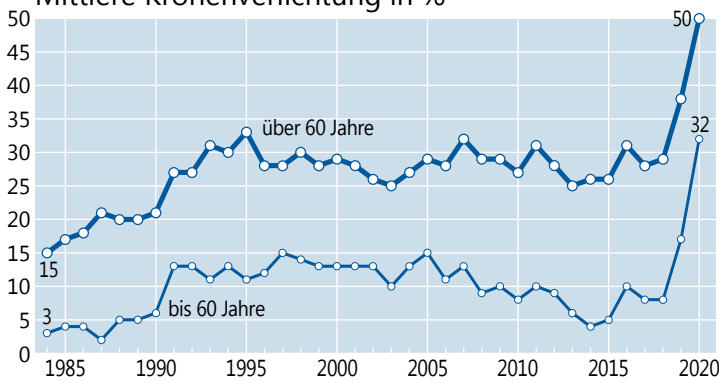
Eine weitere Verschlechterung des Kronenzustandes ist ebenfalls bei der jüngeren Fichte (Alter bis 60 Jahre) festzustellen. Die Kronenverlichtung hat sich im Vergleich zum Vorjahr nahezu verdoppelt (2019: 17 %; 2020: 32 %). Dies ist ebenfalls der höchste Wert seit Beginn der Erhebungen in 1984.

Starke Schäden

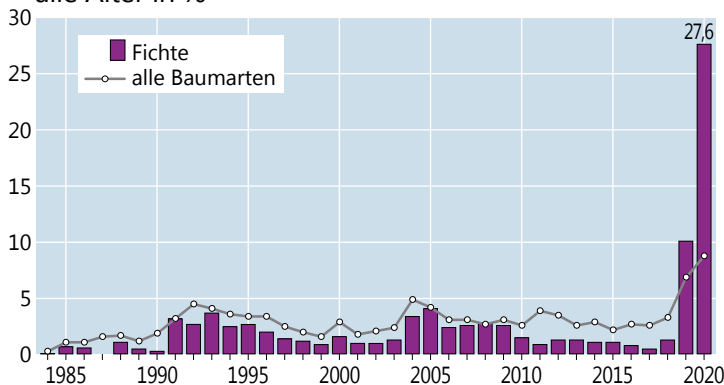
Im Mittel aller Erhebungsjahre liegt der Anteil starker Schäden bei 2,5 %. Aktuell sind dagegen 28 % der Fichten stark geschädigt. Nach dem starken Anstieg der starken Schäden von 2018 (1 %) auf 10 % in 2019, hat sich 2020 deren Anteil nochmals fast verdreifacht.

Insbesondere der starke Borkenkäferbefall Ende der Vegetationszeit 2018, in 2019 und 2020 hat zu einer sehr ungünstigen Vitalitätsentwicklung der Fichte in 2020 geführt.

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



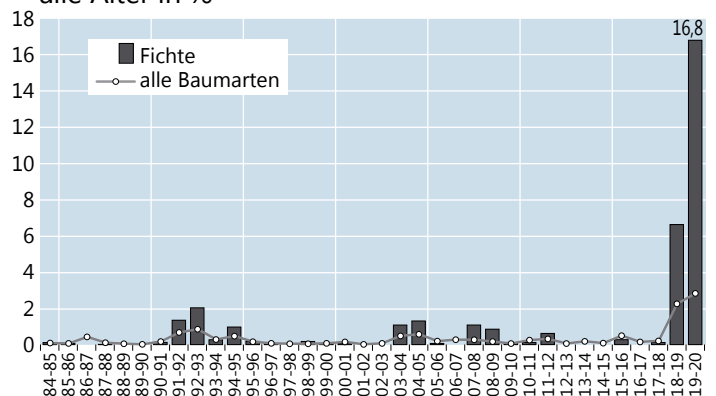
Absterberate

Die Absterberate der Fichte liegt im Mittel der Jahre 1984 bis 2017 bei 0,4 %. Die Absterberate ist von 2019 mit 7 % auf knapp 17 % in 2020 angestiegen. Damit sind die aktuellen Absterberaten um ein Vielfaches höher als die bislang höchsten Absterberaten 1992-1995 (bis 2 %), 2004 und 2005 (bis 1,4 %) sowie 2008 und 2009 (bis 1,1 %), die ebenfalls nach extremen abiotischen und biotischen Schadereignissen auftraten. Zu den wesentlichen abiotischen Schadursachen zählen insbesondere Stürme und Trockenheit, zu den biotischen insbesondere Borkenkäfer. Die Daten belegen die Dimension der Schäden an der Baumart Fichte in den letzten beiden Jahren.

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 in 2020 sind nochmals knapp 20 % ausgefallen.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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

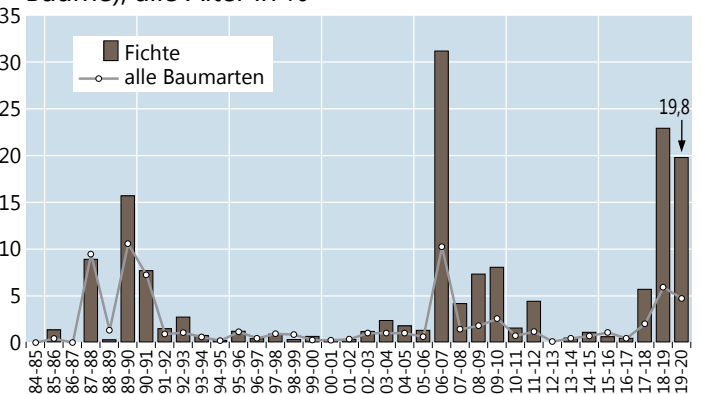


Foto: M. Spielmann

Kiefer

Da die Kiefer insbesondere durch den Verdunstungsschutz ihrer Nadeln und die Ausformung der Wurzelsysteme an trockenere Bedingungen angepasst ist, erlangt die Baumart eine wichtige Bedeutung vor allem in den Tieflagen von Hessen.

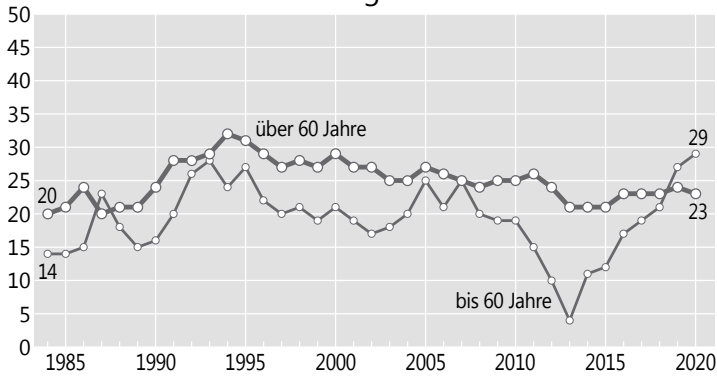
Ältere Kiefer

Der Zustand der Kiefer ist auch 2020 landesweit relativ stabil. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer liegt mit 23 % auf dem Niveau des Vorjahres. Die aktuellen Werte sind sogar etwas geringer als die höheren Vergleichszahlen Mitte der 1990er Jahre.

Jüngere Kiefer

Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer erreicht 2020 im Vergleich der Zeitreihe mit 29 % einen relativ hohen Wert.

Mittlere Kronenverlichtung in %



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

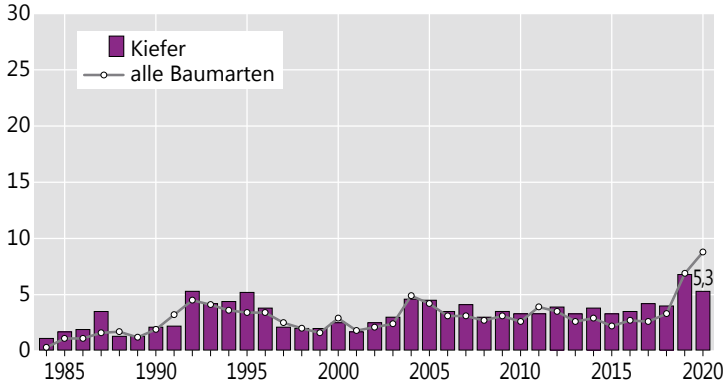


Foto: J. Evers



Foto: J. Evers

Starke Schäden

Bei starken Verlichtungen ist von Auswirkungen auf den Stoffhaushalt der Kiefern auszugehen. Die Anfälligkeit gegenüber Risiken ist erhöht.

Der Anteil starker Schäden war bei der Kiefer von 4 % (2018) auf 7 % (2019) angestiegen. In 2020 liegt der Anteil bei 5 %.

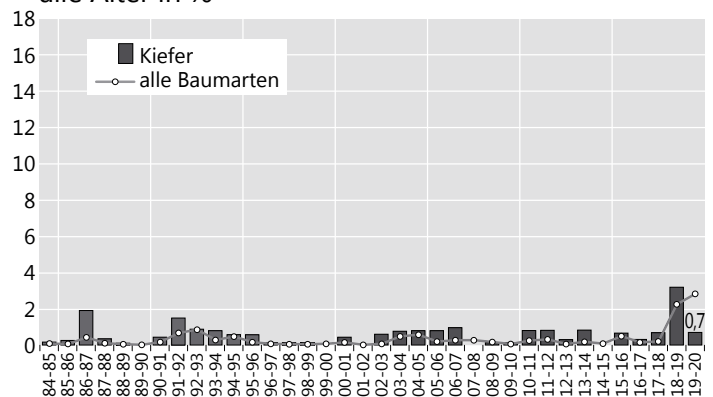
Absterberate

Die Absterberate der Kiefer (alle Alter) schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 % und 3 %, der Mittelwert 1984 bis 2020 liegt bei 0,6 %. Aktuell liegt die Absterberate bei 0,7 %.

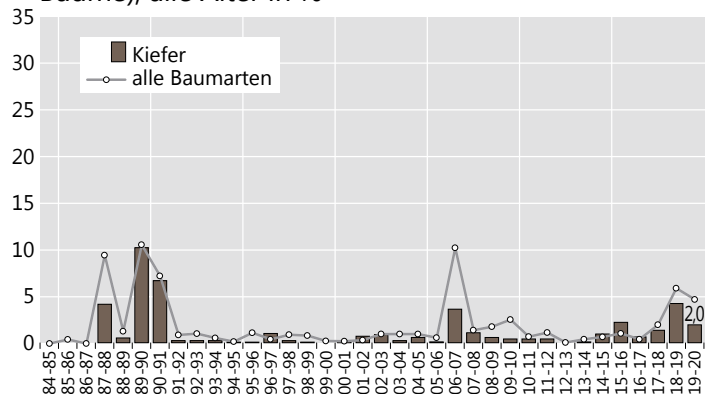
Ausfallrate

Die Ausfallrate der Kiefer ist im Vergleich zum Vorjahr (4 %) wieder zurückgegangen (2020: 2 %).

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Wald in der Rhein-Main-Ebene

Uwe Paar und Inge Dammann

Nach der deutlichen Verschlechterung des Kronenzustandes der älteren Bäume in der Rhein-Main-Ebene von 30 % (2018) auf 38 % (2019), verbleibt die mittlere Kronenverlichtung in 2020 mit 39 % auf dem sehr hohen Niveau des Vorjahres. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Bäume beträgt 2020 27 %. Sie ist im Vergleich zum Vorjahr nochmals um 6 Prozentpunkte angestiegen. Insbesondere die jüngeren Bäume zeigen in der langen Zeitreihe in der Rhein-Main-Ebene einen schlechteren Kronenzustand als in Gesamthessen.

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 %). Der sehr hohe Wert des Vorjahres wird auch in 2020 mit 47 % wieder erreicht.

Die kritische Situation der Eiche in der Rhein-Main-Ebene wird besonders in einem Vergleich zum landesweiten Eichenergebnis deutlich. Der Kronenzustand der älteren Eiche in Gesamthessen erreicht 2020 23 %. Im Vergleich dazu ist die Situation in der Rhein-Main-Ebene um fast 25 Prozentpunkte ungünstiger. Es ist in der Zeitreihe der bislang größte Abstand des Eichenwertes in der Rhein-Main-Ebene im Vergleich zum Landesergebnis.

Der Kronenzustand der älteren Buche hat sich in den letzten beiden Jahren ebenfalls erheblich verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung ist von 39 % (2018) auf 51 % (2019) bzw. 52 % in 2020 angestiegen. Im Erscheinungsbild dieser Baumart besteht ein grundlegender Unterschied zwischen der Region und dem landesweiten Befund. Die Buche zeigt in der Rhein-Main-Ebene einen deutlich schlechteren Vitalitätszustand im Vergleich zum Landesdurchschnitt.

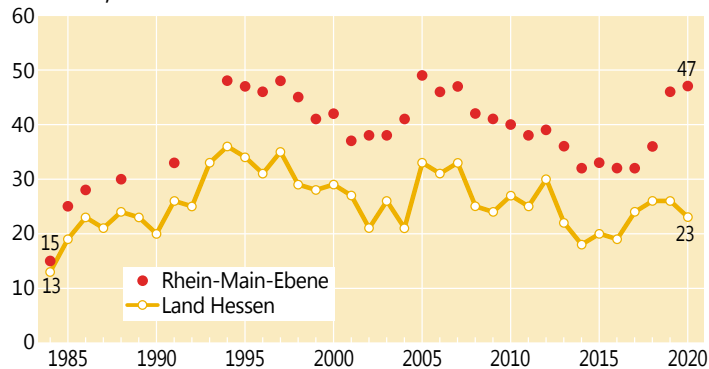
Wie die Eiche zählt auch die Kiefer zu den Baumarten, die an die ökologischen Bedingungen der Tieflagen besonders angepasst ist oder sein sollte. Sorge entsteht 2020 vor allem aus dem Befund einer deutlichen Verschlechterung der älteren Kiefer seit 2018 (26 %) in 2020 liegt die mittlere Kronenverlichtung bei 33 %.

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.

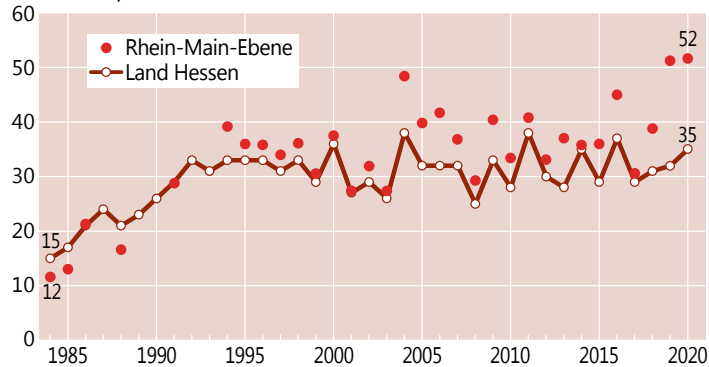


Foto: J. Weymar

Mittlere Kronenverlichtung in %
Eiche, über 60 Jahre



Mittlere Kronenverlichtung in %
Buche, über 60 Jahre



Mittlere Kronenverlichtung in %
Kiefer, über 60 Jahre

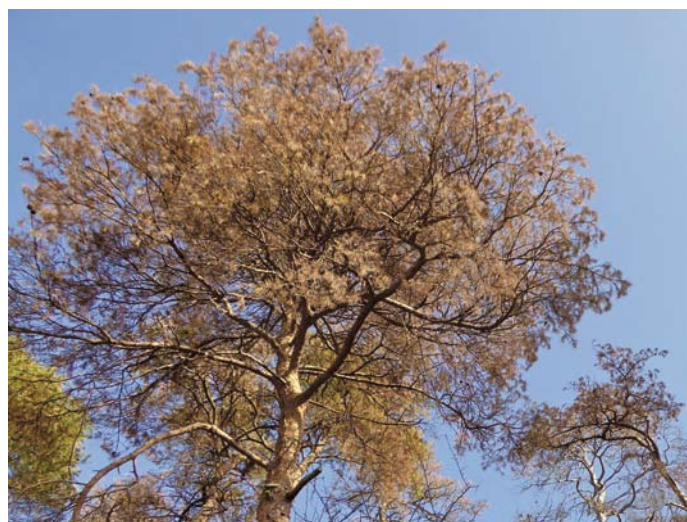
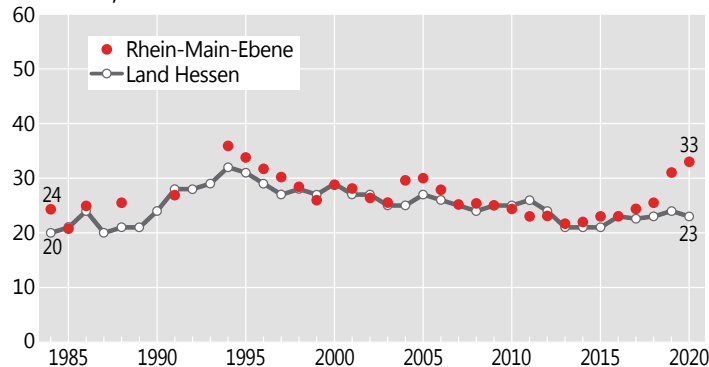


Foto: T. Ullrich

Wald in der Rhein-Main-Ebene

Seitdem erhöhte sich der Anteil von Kiefern mit Mistelbefall auf 47 %. Misteln profitieren vom Stoffhaushalt der Wirtsbäume. Ihr Vorkommen verringert die Stabilität der Kiefer gegenüber anderen Schadfaktoren.

Die Waldzustandserhebung weist für 2020 eine erneut verschlechterte Situation für die Rhein-Main-Ebene nach. Auch die Absterberate liegt mit 4 % deutlich über dem Mittelwert der Zeitreihe. Eiche, Buche und Kiefer zeichnen ein besonders ungünstiges Bild; sowohl bei den älteren Bäumen als auch in der nachfolgenden jüngeren Waldgeneration. Bisher ergriffene Maßnahmen waren nicht in der Lage, die Walderhaltung wesentlich zu fördern. Die Stabilisierung der Wälder in der Rhein-Main-Ebene bleibt eine weiterhin vorrangige und anspruchsvolle Aufgabe.

Zu der Rhein-Main-Ebene liegen wissenschaftliche Befunde vor, die auch im politischen Raum diskutiert werden. Zu nennen ist beispielsweise der Forschungsbericht „Waldentwicklungsszenarien für das Hess. Ried“ (Ahner et al. 2013, zu beziehen über die NW-FVA). Zusammenfassend wird dargelegt, dass „die Wälder im Ballungsraum Rhein-Main zu den forstlichen Brennpunkten in Mitteleuropa gehören.

Flächenverbrauch, Zerschneidung, Stoffeinträge aus der Luft, steigender Wasserbedarf und biotische sowie abiotische Belastungen führen zu einer schleichenden Destabilisierung der Wälder und damit verbundenen Waldauflösungserscheinungen. Ein geordneter Forstbetrieb ist somit vielerorts nicht mehr möglich.“

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

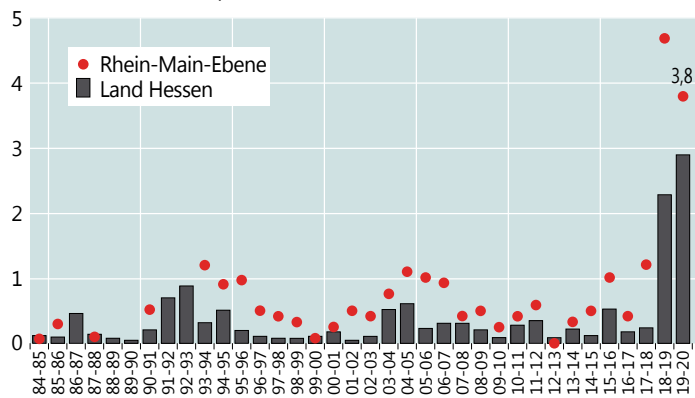


Foto: J. Weymar

Witterung und Klima

Johannes Suttmöller

Seit 2018 haben extreme Witterungsbedingungen mit Hitzeperioden, Trockenheit und heftigen Stürmen zu Schäden in den Wäldern geführt, wie sie seit Jahrzehnten nicht beobachtet wurden.

Für eine flächenhafte Aussage für das Land Hessen werden die klimatologischen Größen Niederschlag und Temperatur anhand der Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ausgewertet, indem die Messwerte mit einem kombinierten Regionalisierungsverfahren (Inverse Distance Weighting, Höhenregression) auf ein 200 m-Raster interpoliert werden. 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.

Im Vegetationsjahr 2019/20 setzte sich die Trockenheit im dritten Jahr in Folge unvermindert fort. Obwohl die Nichtvegetationszeit von Oktober 2019 bis April 2020 leicht überdurchschnittlich hohe Niederschläge brachte, konnte die Trockenheit der Waldböden dadurch nicht vollständig ausgeglichen werden. Dies ist einerseits in der ungleichen Niederschlagsverteilung begründet (nur in den Monaten Oktober und Februar fiel deutlich mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel), andererseits waren alle Monate der Nichtvegetationszeit teilweise deutlich wärmer im Vergleich zur Periode 1961-1990, so dass auch die Verdunstungsleistung der Wälder überdurchschnittlich hoch war.

Das Vegetationsjahr 2019/20 war mit 10,4 °C im Landesmittel von Hessen ähnlich warm wie die Jahre zuvor und zählt damit ebenfalls zu den wärmsten seit Messbeginn im Jahr 1881. Mit rund 710 mm Jahresniederschlag wurde das langjährige Mittel von 795 mm nicht erreicht. Dabei wurden in der Vegetationszeit nur rund 70 % der langjährigen Niederschlagssumme gemessen, während in der Nichtvegetationszeit etwas mehr als im Mittel der Referenzperiode fiel.

Witterungsverlauf von Oktober 2019 bis September 2020

Nach dem trockenen Sommer 2019 führten im **Oktober** Westwindwetterlagen zu häufigen und flächendeckenden Niederschlägen. Mit 82 mm im Flächenmittel von Hessen war der Monat sehr nass (44 % über der mittleren Niederschlagsmenge), so dass in den oberen Bodenschichten die Trockenheit gelindert wurde. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 10,7 °C war der Oktober fast 2 K wärmer als im langjährigen Durchschnitt (Abb. rechts, Tab. Seite 19). Im **November** setzte sich die milde Witterung fort. Die Monatsmitteltemperatur betrug 4,9 °C (+1,1 K). Das Gegenspiel von Hochdruckgebieten über Osteuropa und tiefen Luftdruck über Westeuropa führte zu einem Wechsel aus wechselhaften und trockenen Witterungsphasen. Insgesamt fielen in Hessen 61 mm Niederschlag und damit 15 % weniger als üblich. Der **Dezember** war aufgrund häufiger Südwest-Wetterlagen mit 3,4 °C deutlich zu warm (+2,7 K). Das Niederschlagssoll wurde mit 75 mm erreicht.

Im **Januar** dominierten weiterhin Westwind-Wetterlagen, so dass der Monat sehr mild ausfiel. Die Abweichung betrug +3,6 K. Da die Niederschlagsgebiete häufig nur ab-

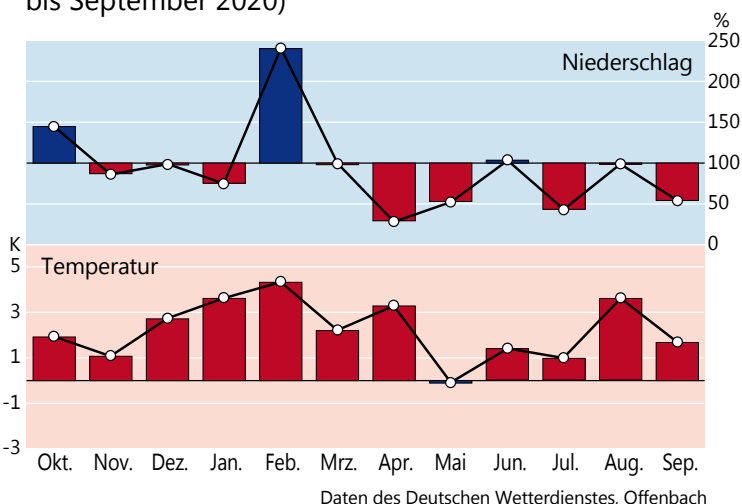
geschwächt auf Hessen übergriffen, fielen mit 46 mm nur knapp 75 % der üblichen Niederschlagsmenge. Aufgrund der hohen Temperaturen blühten Hasel und Erle 2 bis 3 Wochen früher als im Mittel der Jahre 1961-1990. Es folgte ein extrem niederschlagsreicher und milder **Februar**. Mit 4,8 °C (+4,3 K) war der Februar 2020 in Hessen einer der wärmsten seit Messbeginn im Jahr 1881. Wiederholt wurden in den tieferen Lagen Tageshöchsttemperaturen von 15 °C bis knapp 20 °C gemessen. Zahlreiche Tiefdruckgebiete führten dazu, dass landesweit sehr viel Niederschlag fiel. Im Mittel wurden rund 124 mm gemessen. Dies entspricht knapp dem zweieinhalbfachen der üblichen Niederschlagsmenge. Zumindest die Oberböden waren zum Ende des Winters gut durchfeuchtet. Neben den hohen Niederschlagsmengen traten im Februar mehrere Sturmereignisse auf. Der Orkan „Sabine“ am 9. und 10. Februar sorgte auch in Hessen für zahlreiche Schäden. Frostperioden blieben während des gesamten Winters 2019/20 in Hessen eine Ausnahme.

Auch im **März** setzte sich die milde Witterung zunächst fort. Erst in der letzten Märzdekade führte eine mehrere Tage andauernde Ostwetterlage dazu, dass vielfach die tiefsten Temperaturen des Winters gemessen wurden. Trotzdem war der März mit einer Mitteltemperatur von 5,8 °C um 2 K zu warm. Die Niederschlagshöhe betrug rund 61 mm und entsprach damit dem langjährigen Mittel.

Im sonnigsten **April** seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1951 fielen im Flächenmittel von Hessen nur 17 mm Niederschlag. Dies entspricht nicht einmal 30 % der üblichen Niederschlagsmenge. Die vielfach sonnige Witterung sorgte gepaart mit hohen Temperaturen, die Monatsmitteltemperatur lag mit 10,8 °C um 3,3 K über der vieljährigen Durchschnittstemperatur, für relativ hohe Verdunstungsraten. In der Folge trockneten die Oberböden bereits im April stark aus, so dass die Trockenheit zu Vegetationsbeginn ähnlich wie im Vorjahr zu ungünstigen Startbedingungen für die Pflanzen führte. Aufgrund der warmen Witterung kam es wie in den Vorjahren zu einem vorzeitigen Austrieb der Vegetation.

Im **Mai** setzte sich die Trockenheit fort, da mit 36 mm nur rund 50 % der üblichen Niederschlagsmenge fiel. Die Mitteltemperatur betrug 12,0 °C und lag damit 0,1 K unter dem Durchschnitt der Jahre 1961-1990. Damit beendete der Mai

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur vom Mittel der Klimareferenzperiode 1961-1990 (durchgezogene schwarze Linie) in Hessen, Monatswerte für das Vegetationsjahr 2020 (Oktober 2019 bis September 2020)

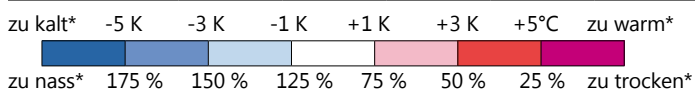


Witterung und Klima

eine 11-monatige Andauer zu warmer Monate. Die Eiseiligen machten in diesem Jahr ihrem Namen alle Ehre, da um den 10. Mai verbreitet nochmals Frost auftrat. Der **Juni** war etwas zu warm bei durchschnittlichen Niederschlägen. Die Monatsmitteltemperatur von 16,6 °C lag um 1,4 K über dem langjährigen Mittel für Hessen. Obwohl mit 82 mm im Landesmittel das übliche Soll erreicht wurde, war es insbesondere in der Rhein-Main-Ebene zu trocken. Dort fielen teilweise nur 75 % der mittleren Niederschlagsmenge. Aufgrund der unterschiedlichen Niederschlagsverteilung setzte sich in Mittel- und Südhessen die Trockenheit fort.

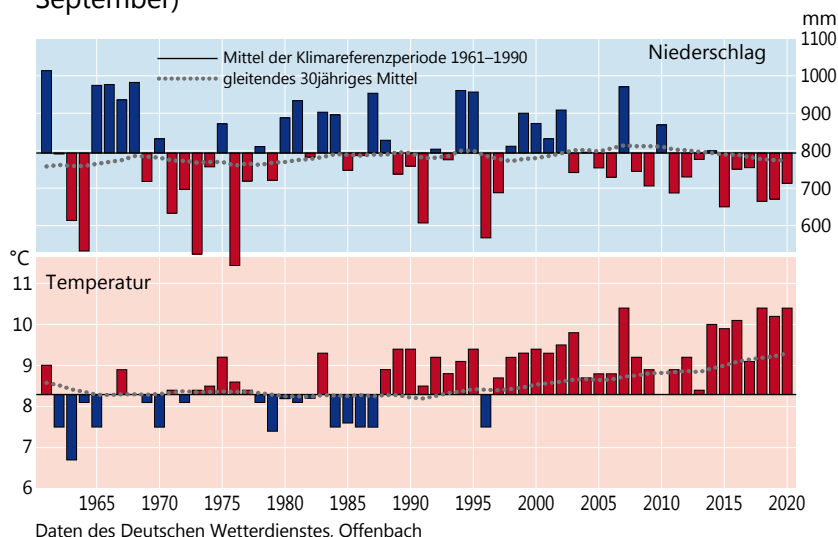
Temperaturmittelwerte und Niederschlagssummen für das Vegetationsjahr 2019/20 (Oktober 2019 bis September 2020) sowie die langjährigen Mittelwerte der Referenzperioden 1961-1990 und 1991-2020

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	2019/20	1961 – 1990	1991 – 2020	2019/20	1961 – 1990	1991 – 2020
Oktober	10,7	8,9	9,2	82	60	63
November	4,9	3,8	4,8	61	71	68
Dezember	3,4	0,7	1,7	75	78	76
Januar	3,2	-0,4	1,0	46	63	68
Februar	4,8	0,5	1,6	124	52	54
März	5,8	3,8	4,9	61	62	58
April	10,8	7,5	9,1	17	58	45
Nicht-vegetationszeit	6,2	3,6	4,6	466	444	432
Mai	12,0	12,1	13,1	36	70	68
Juni	16,6	15,2	16,3	82	80	66
Juli	17,9	16,9	18,2	31	74	79
August	20,0	16,4	17,9	68	69	67
September	14,9	13,2	13,6	30	58	60
Vegetationszeit	16,3	14,8	15,8	247	351	340
Vegetationsjahr	10,4	8,3	9,3	713	795	772



*Abweichung zur Periode 1961-1990

Abweichungen von Niederschlag und Temperatur vom Mittel der Klimareferenzperiode 1961-1990 und gleitendes 30-jähriges Mittel in Hessen, Jahreswerte für das Vegetationsjahr (Oktober-September)



Der **Juli** zeigte ein ausgeprägtes Nord-Süd-Gefälle in Deutschland. Während der Norden häufig von Tiefausläufern überquert wurde, waren diese in der Mitte und im Süden Deutschlands nur abgeschwächt wirksam. Folglich fielen in Hessen landesweit nur rund 40 % der vieljährigen Niederschlagsmenge, wobei das Niederschlagsdefizit im Norden von Hessen mit 25 % deutlich geringer war als im Süden mit 75 %. Auch bei den Temperaturen gab es ein Nord-Südgefälle. Im Mittel lag die Temperaturabweichung bei rund +1 K und einer Mitteltemperatur von 17,9 °C. Damit verschärfte sich die Trockenheit in weiten Teilen des Landes weiter und nahm in Mittel- und Südhessen teilweise extreme Ausmaße an. Der **August** begann mit einer extremen Hitzewelle. Teilweise wurden an mehr als 10 Tagen hintereinander Höchsttemperaturen von 30 °C, regional sogar 35 °C, gemessen. Infolgedessen war der August mit einer Mitteltemperatur von 20,0 °C um 3,6 K wärmer als im Mittel der Referenzperiode 1961-1990. Zahlreiche Starkniederschlagsereignisse sorgten dafür, dass im Flächenmittel das Niederschlagssoll erreicht wurde. Zum Abschluss des Vegetationsjahres 2019/20 folgte ein warmer, trockener und sonnenreicher **September** (+1,7 K).

Vergleich der Klimareferenzperiode 1961-1990 mit 1991-2020

Mit dem Jahr 2020 endet die aktuell international gültige Klimanormalperiode 1961-1990. Ab dem nächsten Jahr wird diese durch die neue Referenzperiode 1991-2020 abgelöst. Ein Vergleich der aktuellen Referenzperiode 1961-1990 mit der neuen Periode von 1991-2020 für das Vegetationsjahr zeigt deutlich, dass die Klimaveränderung in Hessen bereits zu einer signifikanten Erwärmung geführt hat. Die Jahresmitteltemperatur ist von 8,3 °C auf 9,3 °C in den letzten dreißig Jahren angestiegen (Tab. links). Dies betrifft sowohl die Nichtvegetationsperiode als auch die Vegetationsperiode. In allen Monaten hat sich die Temperatur im Zeitraum 1991-2020 gegenüber der Periode 1961-1990 erhöht. Besonders stark erwärmt haben sich die Monate Januar, April, Juli und August mit bis zu 1,6 K. In den Monaten September und Oktober ist die Erwärmung mit weniger als 0,5 K dagegen weniger stark ausgefallen.

Bei den Niederschlägen kam es zu einer leichten Abnahme von 795 mm auf 772 mm in der Jahressumme. Dabei sind besonders in den Monaten April und Juni die Niederschläge überdurchschnittlich stark zurückgegangen. In den übrigen Monaten gibt es sowohl geringfügige Ab- als auch Zunahmen. Es zeigt sich eine Tendenz zu wärmeren und trockeneren Klimabedingungen im Frühjahr und Sommer. Dies entspricht den Ergebnissen der meisten Klimamodelle. Eine Verschiebung der Niederschläge in die Wintermonate, wie es ebenfalls die Klimamodelle erwarten, kann für Hessen bisher nicht festgestellt werden.

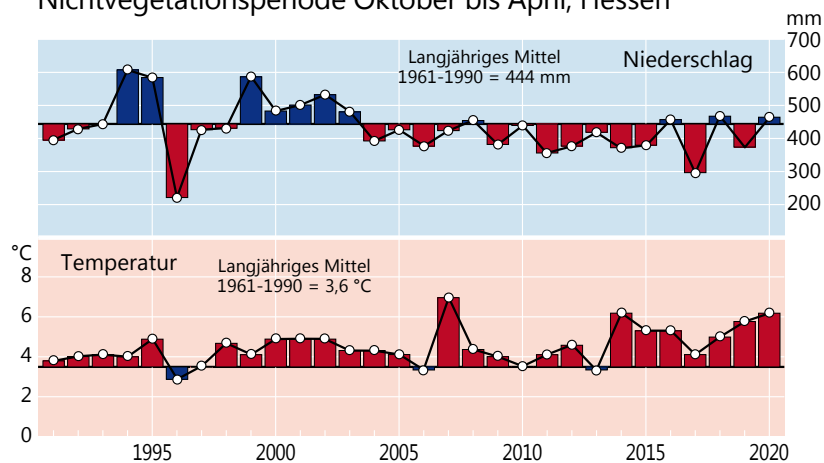


Foto: T. Ullrich

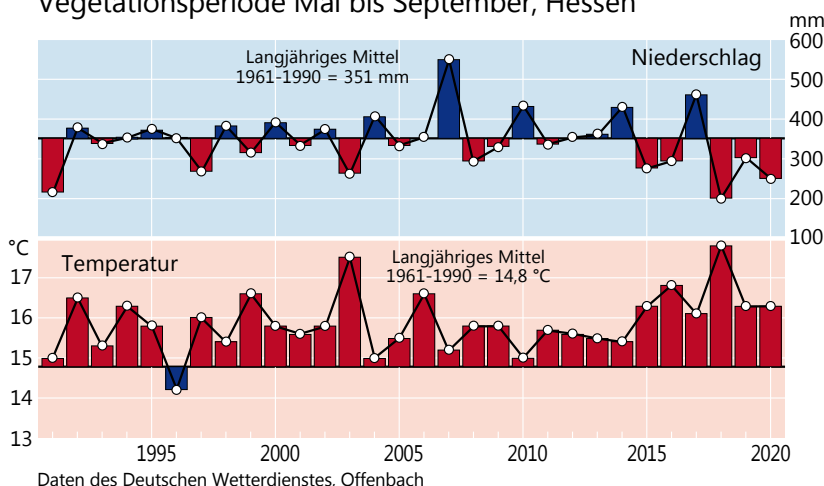
Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Auch das Vegetationsjahr 2019/20 war eines der wärmsten seit Messbeginn. Die Mitteltemperatur betrug 10,4 °C und lag damit 2,1 K über dem Mittelwert der Klimareferenzperiode 1961-1990 bzw. 1,1 K über der Periode 1991-2020 (Tab. Seite 19). Auch der langfristige Erwärmungstrend setzt sich ungehindert fort, wie das gleitende 30-jährige Mittel verdeutlicht (gestrichelte Linie in Abb. Seite 19). Bis auf den Mai waren alle Monate im Vergleich zu Referenzperiode 1961-1990 zu warm, wobei bei vier Monaten die Abweichung mehr als 3 K betrug. Auch waren die meisten Monate teilweise deutlich zu trocken. Aufgrund der hohen Niederschläge im Oktober und Februar ist das Niederschlagsdefizit jedoch nicht so hoch wie in den letzten beiden

Langjährige Klimawerte (1991-2020) Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Hessen



Langjährige Klimawerte (1991-2020) Vegetationsperiode Mai bis September, Hessen



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Jahren (Abb. Seite 19). Es fielen mit 713 mm im Landesmittel rund 90 % der langjährigen Niederschlagssumme.

Die Nichtvegetationszeit von Oktober 2019 bis April 2020 war außergewöhnlich mild. Die Mitteltemperatur betrug 6,2 °C und lag 2,6 K über dem Wert der Klimareferenzperiode von 1961-1990 (Abb. links oben). Überdurchschnittlich warm waren die Höhenlagen der Rhön und des Taunus (>3 K), während die Temperaturen in der Region Vogelsberg und der westlichen Rhein-Main-Ebene um rund 2 K abwichen (Abb. Seite 21 oben links). In der Nichtvegetationszeit fielen im Flächenmittel von Hessen 466 mm Niederschlag und damit knapp 100 mm mehr als im gleichen Zeitraum des Vorjahres (Abb. links oben). Das Niederschlagsoll wurde leicht übertroffen. Überdurchschnittlich nass war es im Odenwald und Teilen von Mittelhessen (Abb. Seite 21 unten links). In Nordhessen wurde regional ein geringes Niederschlagsdefizit von bis zu 10 % gemessen.

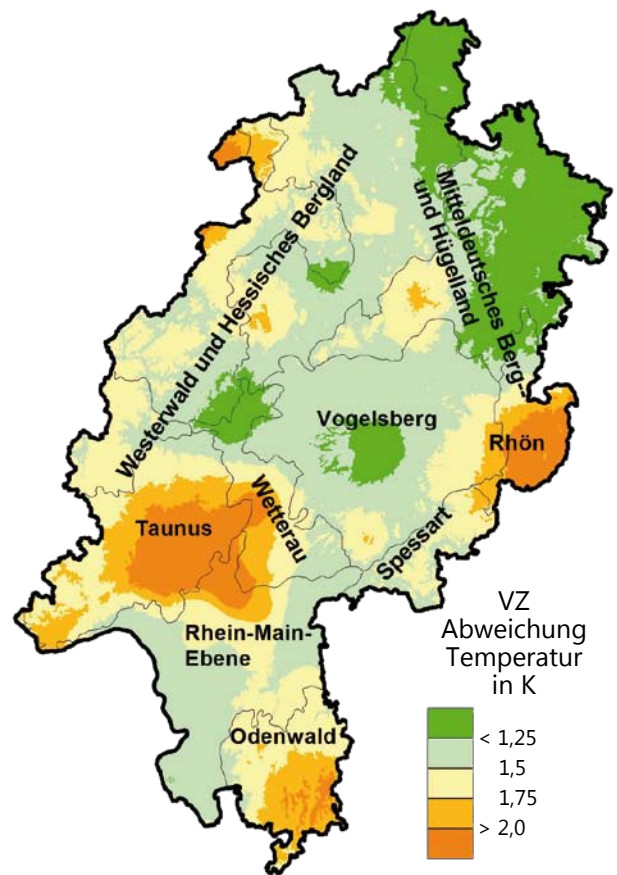
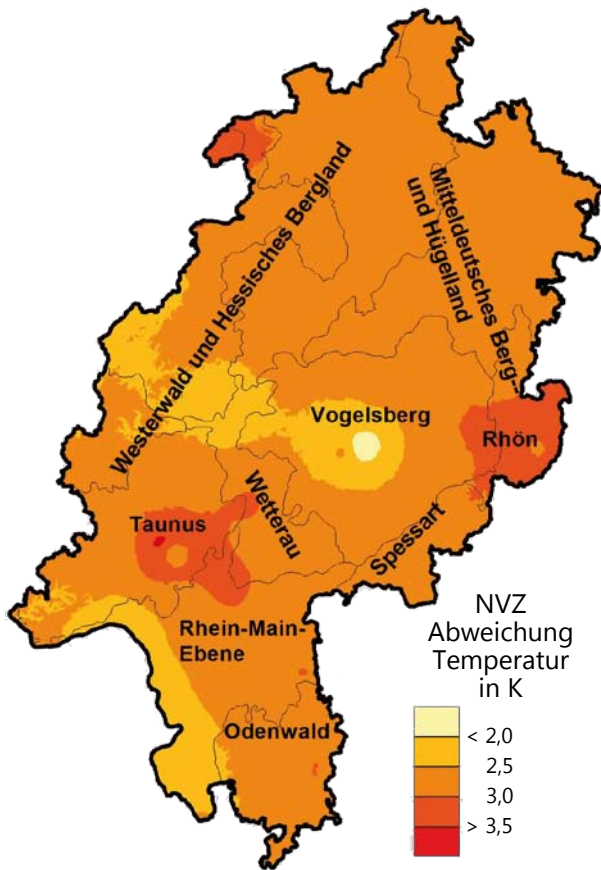
Die Vegetationszeit von Mai bis September 2020 war überdurchschnittlich warm und trocken. Im Flächenmittel des Landes Hessen betrug die Mitteltemperatur 16,3 °C und lag damit 1,5 K über dem langjährigen Mittel. Dabei gab es allerdings regional deutliche Unterschiede. In der Rhön, im Taunus und im Odenwald betrug die Abweichung teilweise mehr als 2,5 K, während im gesamten Nordosten des Landes sowie Teilen der Mitte die Temperaturen häufig nicht einmal 1 K über dem Mittelwert der Klimareferenzperiode lagen (Abb. Seite 21 oben rechts). In der Vegetationszeit fielen landesweit im Mittel nur knapp 250 mm Niederschlag. Dies entspricht nur 70 % der üblichen Niederschlagsmenge. Besonders trocken waren die westlichen Landesteile vom Westerwald über den Taunus und das Rhein-Main-Gebiet. Hier fielen vielfach nur wenig mehr als die Hälfte der langjährigen Niederschlagsmenge (Abb. Seite 21 unten rechts). Im äußersten Nordosten des Landes sowie in Teilen des Spessart und Odenwald betrug das Niederschlagsdefizit dagegen nur rund 10%.

Fazit

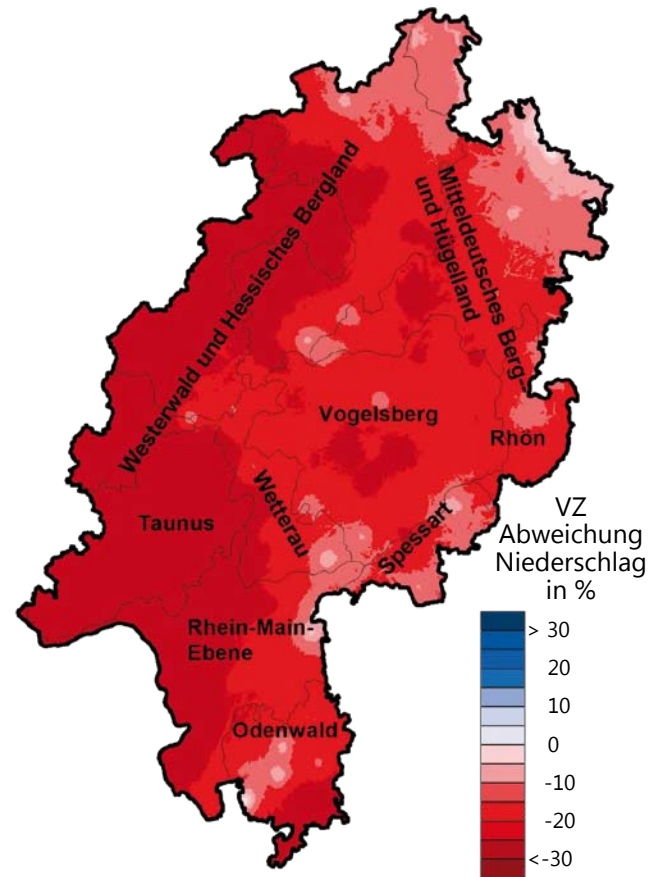
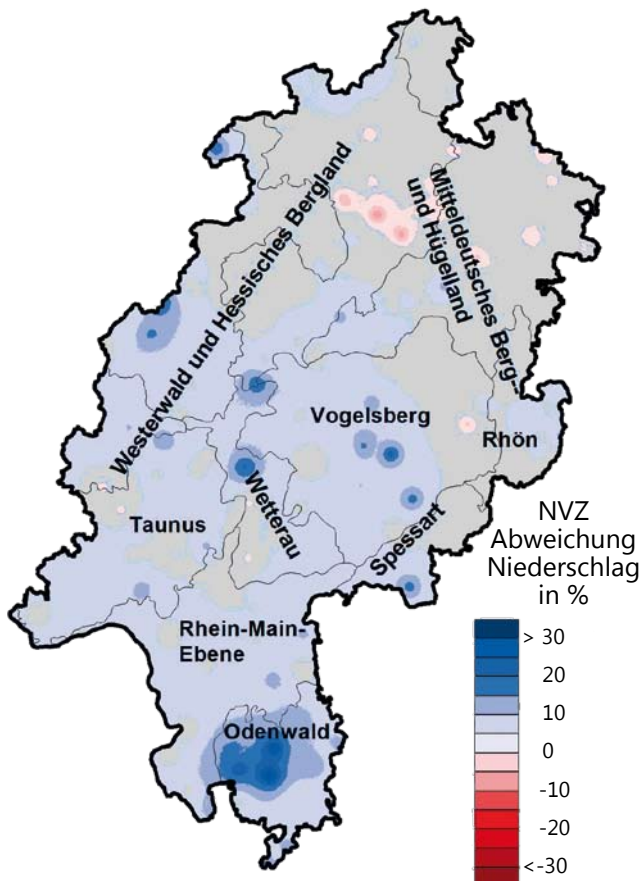
- Auch das Vegetationsjahr 2019/20 war mit einer Mitteltemperatur von 10,4 °C wiederum außergewöhnlich warm. Der langjährige Erwärmungstrend setzte sich unvermindert fort.
- Dabei waren 11 von 12 Monaten zu warm und 9 von 12 Monaten zu trocken.
- In der Referenzperiode 1991-2020 beträgt der Temperaturanstieg 1 K im Vergleich zur Klimareferenzperiode 1961-1990.
- Die Niederschlagsmenge von 713 mm reichte nicht aus, um die Defizite der letzten Jahre auszugleichen und die tieferen Bodenschichten zu durchfeuchten. Die Trockenheit der letzten Jahre setzte sich fort. Besonders betroffen sind Mittel- und Südhessen.

Witterung und Klima

Abweichung der Temperatur vom langjährigen Mittel in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2019/2020 und in der Vegetationszeit (VZ) 2020



Abweichung der Niederschlagssumme vom langjährigen Mittel in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2019/2020 und in der Vegetationszeit (VZ) 2020



Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

**Hermann Spellmann, Johannes Sutmöller,
Thomas Böckmann, Heidi Döbbeler, Hans Hamkens
und Ralf-Volker Nagel**

Ausgangssituation

Die Klimaerwärmung ist in Hessen seit Ende des letzten Jahrhunderts durch Messungen eindeutig belegt. Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961 bis 1990 beträgt die mittlere Temperaturerhöhung rund 1 K, im Vergleich zur vorindustriellen Zeit (vor 1880) bereits knapp 1,5 K. Von den letzten 20 Jahren (2000 bis 2019) gehören 19 Jahre zu den wärmsten seit Messbeginn im Jahr 1881. Insbesondere die Jahre 2018 und 2019 zeichneten sich durch eine außergewöhnliche Andauer und Intensität von Trockenperioden aus. Bis zum Ende des Vegetationsjahres 2020 setzte sich die Trockenheit und Wärme fort (s. Seite 18: Witterung und Klima). Das Jahr 2018 war in Hessen das wärmste seit Beginn der regelmäßigen Beobachtungen, dicht gefolgt von 2019 und 2014. Gleichzeitig wurden im Jahr 2018 sehr geringe Niederschlagsmengen gemessen, so dass trotz gut gefüllter Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationsperiode im Laufe des Sommers die Waldböden vielfach austrockneten. Die Serie sehr warmer und trockener Monate setzte sich auch im Jahr 2019 fort. Viele Böden in Hessen waren zu Beginn der Vegetationsperiode 2019 nur unzureichend mit

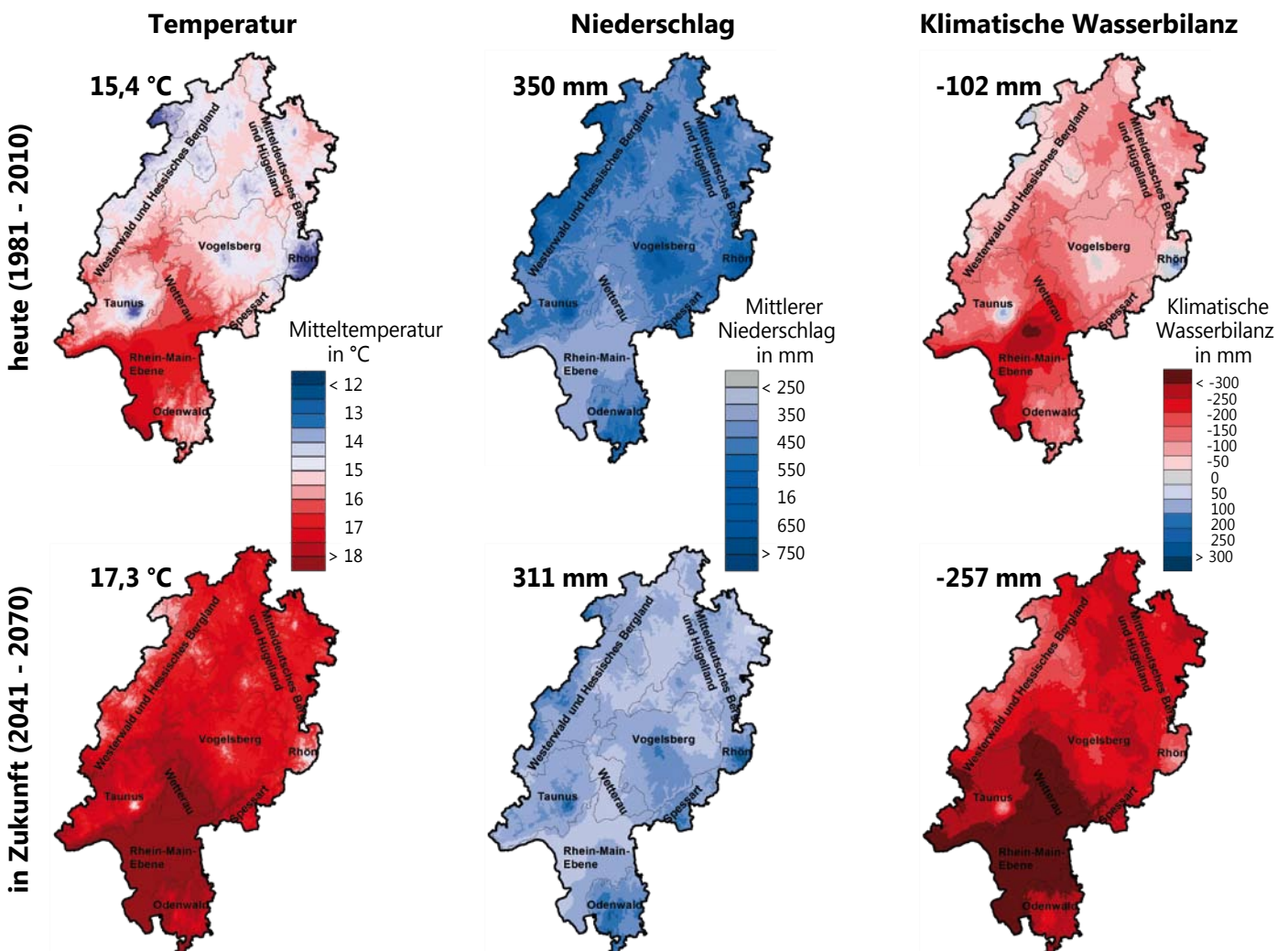
Wasser gefüllt, so dass die Bäume bereits frühzeitig unter Wassermangel litten. Die Folge waren sichtbare Schäden in den Wäldern, die zunehmend auch in der Öffentlichkeit wahrgenommen und diskutiert werden. Die Ursache für die Vielzahl an Waldschäden ist direkt (Trockenheit, Stürme) und indirekt (Begünstigung von Schadinsekten und Pilzen) durch die voranschreitende Klimaerwärmung begründet. Die Klimaanpassung der Wälder ist derzeit die größte Herausforderung der Forstbetriebe und hat einen unmittelbaren Einfluss auf den Beitrag des Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz.

Datengrundlagen

Mögliche Klimaentwicklungen werden derzeit durch die RCP-Klimaszenarien¹ (IPCC 2014) beschrieben. Während das optimistische Szenario RCP2.6 gegenüber dem Zeitraum 1986-2005 einen Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur um 0,3 °C bis 1,7 °C bis zum Ende des Jahrhunderts projiziert, ist nach dem pessimistischen Szenario RCP8.5 mit einer Temperaturerhöhung von 2,6 °C bis 4,8 °C zu rechnen. Ungeachtet der Unterschiede im Detail lassen sämtliche Klimaprojektionen für Deutschland einen deutlichen Temperaturanstieg bei gleichzeitig veränderten jährlichen Niederschlagsverteilungen erwarten (Abb. unten). Sehr wahrscheinlich ist zudem ein gehäuftes Auftreten von

Klima-Kennwerte in der Vegetationszeit für Hessen in den Klimaperioden 1981-2010

(Messwerte Deutscher Wetterdienst) und 2041-2070 (Klimaszenario RCP8.5, Modell ECHAM6 STARS II, Median-Lauf)



¹ RCP - Representative Concentration Pathways: Deren Ziffern geben an, welche zusätzliche Energie (in Watt/m²) maximal durch den fortschreitenden Treibhauseffekt in die bodennahe Atmosphäre eingebracht wird.

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

Witterungsextremen wie Trockenperioden, Starkregenerereignissen oder Stürmen (IPCC 2014, UBA 2015, Hübener et al. 2017).

Die erarbeiteten Entscheidungshilfen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) zur Klimaanpassung basieren auf dem Emissionsszenario RCP8.5, gerechnet mit dem Globalmodell ECHAM 6 (Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg, s. Jungclaus et al. 2010, Stevens et al. 2013) und dem statistischen Regionalmodell STARS II (Orlowsky et al. 2008) für den Zeitraum 2041 bis 2070. Diese wurden an der NW-FVA mit einem kombinierten Verfahren aus Inverse Distance Weighting (IDW) und Höhenregressionen (Schulla u. Jasper 2007) auf ein 50 x 50 m-Raster herunterskaliert, um den örtlichen Bezug herzustellen.

Neben den Daten zum zukünftigen Klima sind Informationen über die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften eine wichtige Voraussetzung für eine standortgemäße Baumartenwahl. Diese Merkmale werden im Rahmen der forstlichen Standortkartierungen erfasst. Diese lag bislang für ca. 80 % der Waldflächen in Hessen vor, mit größeren Lücken im Privat- und Kommunalwald. Darüber hinaus hat die zweite Bodenzustandserfassung (BZE II) aufgezeigt, dass die vorliegenden Standortkartierungen zu wenig differenzieren (2/3 Nährstoffansprüche mesotroph, >50 % Geländewasserhaushalt frisch bis betont frisch). Zum Lückenschluss und zur Verbesserung der Standortkartierungsergebnisse wurden neue Modelle entwickelt, um die Trophie, den Geländewasserhaushalt sowie die nutzbare Feldkapazität (nFK) für die kartierten und nicht kartierten Flächen herleiten zu können.



Weitverbreiteter hessischer Waldboden – Löß über Buntsandstein, SWB_{vz}: -122 mm, Trophie: mesotroph Foto: NW-FVA

Klimaanpassung

Der Klimawandel führt zu verlängerten Vegetationsperioden und erhöht bei den meisten mitteleuropäischen Baumarten deren Verdunstungsanspruch. Hierdurch wird der Trockenstress für die Wälder zunehmen, so dass die Produktivität gemindert und die Anfälligkeit gegenüber weiteren abiotischen und biotischen Stressfaktoren steigen wird.

Um die Wasserversorgung der Wälder in der Vegetationszeit unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen abschätzen zu können, wird für die Trägerländer der NW-FVA die so genannte Standortwasserbilanz (SWB) flächendeckend berechnet. Die SWB ist ein einfach zu berechnender Indikator zur baumartenspezifischen Einschätzung des Trockenstressrisikos eines Standortes (s. Erläuterungskasten „Definitionen“). Neben der zentralen Größe der Klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit wird bei der Berechnung der SWB der Bodenwasserspeicher in Form der nutzbaren Feldkapazität (nFK) berücksichtigt. Stark vereinfacht ausgedrückt, handelt es sich dabei um die Eigenschaft der Waldböden, in gewissem Maße Niederschlagswasser zu bevorraten und den Bäumen für ihren Bedarf zur Verfügung zu stellen.

Definitionen

Die **Standortwasserbilanz (SWB)** für grund- und stauwasserfreie Waldstandorte ist die Summe aus der Klimatischen Wasserbilanz (KWB) und dem pflanzenverfügbaren Bodenwasser (nutzbarer Feldkapazität, nFK).

Die **Klimatische Wasserbilanz (KWB)** ist die Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung, die nach FAO-Norm (FAO = Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) für eine einheitliche Grasbedeckung und nach dem Ansatz von Penman/Monteith berechnet wird (MONTEITH 1965, PENMAN 1948).

Das **pflanzenverfügbare Bodenwasser** (nutzbare Feldkapazität, nFK) wurde im Rahmen des Klimaschutzplanes Hessen für alle Waldflächen in Hessen neu berechnet. Als wichtigste Einflussgrößen gingen in die dafür notwendige Modellbildung die Bodenart, der Skelettanteil des Bodens und die Substratlagerung ein. Die beste Grundlage für eine möglichst genaue flächendeckende Berechnung der nFK sind die Daten der forstlichen Standortkartierung in Form detailliert beschriebener und genau verorteter Bodenprofile in Kombination mit der flächendeckenden Kartierung der wichtigsten Bodeneigenschaften. Für Waldflächen ohne forstliche Standortkartierung wurden für die nFK-Berechnung die Bodenflächendaten im Maßstab 1:50.000 (BfD50) des HLNUG verwendet. Im Mittel der hessischen Waldflächen beträgt die nFK 123 mm, wobei die Bandbreite von knapp 50 mm auf den mäßig trockenen und bis zu rund 180 mm auf betont frischen Standorten reicht.

Die derzeit im Rahmen der Klimaanpassung von der NW-FVA verwendeten Berechnungen der Standortwasserbilanz in der Vegetationszeit (SWB_{vz}) gehen von der Annahme aus, dass der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationsperiode weitgehend aufgefüllt ist.

Hinsichtlich der Ansprüche an die Wasserversorgung und demzufolge auch in der Toleranz gegenüber Trockenstress gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Baumarten, die grundlegend in ihren physiologischen Eigenschaften begründet liegen. Eine gewisse Spanne dieser Eigenschaften ist durch die genetische Differenzierung auf Artebene sowie eine individuelle phänotypische Anpassung in In-

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

teraktion mit dem jeweiligen Standort gegeben. Dennoch lassen sich die Baumarten auf der Grundlage vorliegender Erkenntnisse und Beobachtungen bestimmten Gruppen unterschiedlicher Trockenstress-Gefährdung und dementsprechenden Bereichen der Standortwasserbilanz zuordnen (Böckmann et al. 2019). Dabei bewerten die Schwellenwerte der Trockenstress-Risikostufen der SWB_{VZ} die Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Produktivität der Baumarten, ohne jedoch auch bei hoher Gefährdung eine absolute Existenz- oder Verbreitungsgrenze darzustellen (Tab. unten). Unter den Klimabedingungen der Periode 1981 bis 2010 (Messdaten des DWD) ist die Standortwasserbilanz in der

Klassifizierung des Trockenstressrisikos der Hauptbaumarten und zugeordneter Nebenbaumarten im Anhalt an die Standortwasserbilanz (Summe aus Klimatischer Wasserbilanz in der Vegetationszeit (Grasreferenz) und nutzbarer Feldkapazität (nFK))

Trockenstressrisiko	Fichte	Buche	Eiche/Douglasie	Kiefer
	Roterle* Moorbirke*	Weißtanne Japanlärche Bergulme Schwarznuß	Roteiche Ahornarten Esche Hainbuche Linde Europ. Lärche Küstentanne	Sandbirke Schwarzkiefer
gering	> 0 mm	> -50 mm	> -150 mm	> -200 mm
mittel	0 bis -80 mm	-50 bis -100 mm	-150 bis -350 mm	-200 bis -450 mm
hoch	< -80 mm	< -100 mm	< -350 mm	< -450 mm

*benötigen hoch anstehendes Grundwasser

Vegetationsperiode (SWB_{VZ}) in weiten Regionen von Hessen positiv. Im Mittel aller Waldflächen beträgt sie +34 mm (Abb. unten). Nach dem Regionalmodell STARS II wird sich die SWB_{VZ} für die Waldflächen in Hessen für den Zeitraum von 2041 bis 2070 deutlich auf -124 mm verschlechtern.

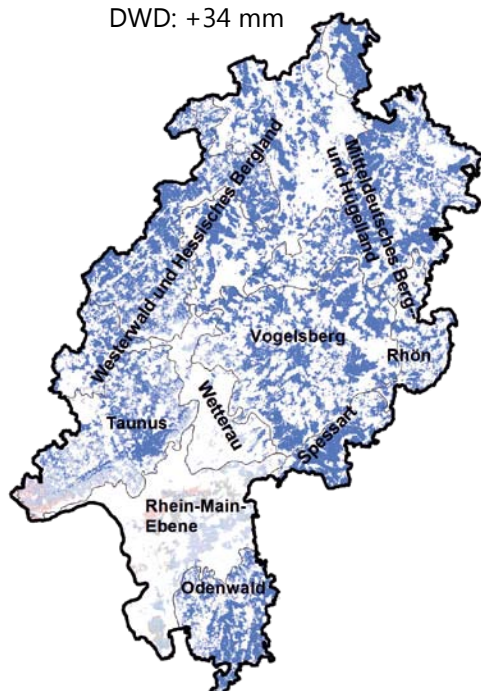
Potenzialabschätzung der Baumarten

Die Grundlage aller Klimaanpassungsmaßnahmen ist die Überprüfung, ob auf gegebenem Standort die heute dort wachsenden bzw. dort zu verjüngenden Baumarten nach derzeitigem Stand des Wissens geeignet sind, sowohl mit dem herrschenden, als auch mit dem künftigen Klima zurechtzukommen. Zur Potenzialabschätzung der Baumarten wurde an der NW-FVA eine Zuordnungstabelle entwickelt. Darin wird die Stellung der Baumarten in Mischwäldern entsprechend ihrer Wasser- und Nährstoffansprüche nach der SWB_{VZ} und der Trophie eingeordnet. Je nach Erfüllung ihrer ökologischen Ansprüche an den Standort kann die Baumart führend, beigemischt, vorübergehend beigemischt, begleitend oder vom Anbau ausgeschlossen sein. Eine durch Inventur- und Literaturangaben abgesicherte Bewertung ordnet dabei sowohl die derzeit verbreitetsten und wirtschaftlich wichtigsten, als auch alle derzeit weniger stark verbreiteten Baumarten dezidiert standörtlich zu. Ihre Trockenstressgefährdung wird berücksichtigt, indem die Hauptbaumarten nur bis zur Mitte ihrer mittleren Trockenstressgefährdung als führend eingeordnet werden (Tab. links). Ab der Mitte des Bereichs mittlerer Trockenstressgefährdung bis an die Grenze zu einer hohen Gefährdung bleibt die Baumart Mischbaumart. Der Sonderfall „vorübergehend beigemischt“ bezieht sich auf waldbauliche Ausgangssituationen in Buchen- und Fichtenbeständen mit flä-

30-jähriges Mittel der Standortwasserbilanz in der Vegetationsperiode; links Periode 1981-2010 (berechnet aus Messdaten des Deutschen Wetterdienstes), rechts Periode 2041-2070 (berechnet nach der Klimaprojektion RCP8.5, ECHAM6 STARS II, Median-Lauf)

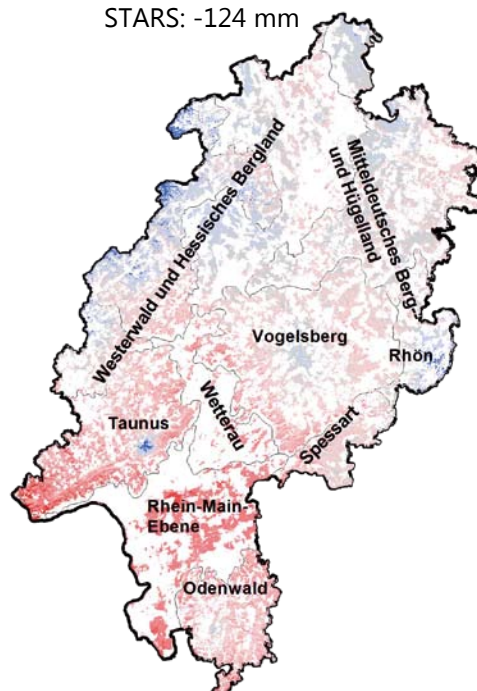
Periode 1981 bis 2010

DWD: +34 mm

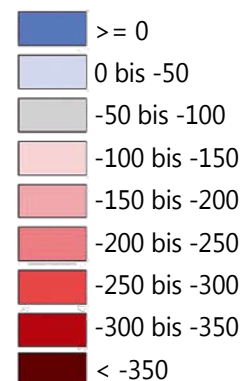


Periode 2041 bis 2070

STARS: -124 mm



Standortwasserbilanz in mm



Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Klimaangepasster Mischwald nach Fichtenbestockung

Foto: M. Delpho

chiger Naturverjüngung, die auf Standorten stocken, deren Wasserversorgung in der Vegetationszeit sich in den kommenden Jahrzehnten in die Standortwasserbilanz-Stufe mit hoher Trockenstressgefährdung verschlechtert, so dass hier die vorhandene Verjüngung nur „vorübergehend“ mit kürzeren Produktionszeiten und geringeren Zielstärken in die Waldentwicklung einbezogen werden kann. Begleitend sind natürlich ankommende Baumarten, die im Wald oder am Waldrand im Sinne der Risikovorsorge und Artenvielfalt willkommen und in ökologisch nicht zu vernachlässigenden Anteilen an der Baumartenzusammensetzung in den Waldentwicklungszielen (WEZ) vorgesehen sind.

Abweichend von den standortsökologischen Kriterien SWB_{VZ} und Trophie enthält die Zuordnungstabelle noch folgende Setzungen:

- Die SWB_{VZ}-Stufe -50 bis -100 mm bildet den mittleren Trockenstressrisikobereich der Buche ab. Mit Blick auf die Bedeutung der Buche in Hessen und für den Naturschutz wurde hier für die ganze Stufe noch führende Buche vorgesehen, die i.d.R. aus Naturverjüngung hervorgeht.
- Im Bereich der SWB_{VZ}-Stufe ≥ 0 mm sind die dort ebenfalls standortsgemäßen Baumarten, wie z. B. Kiefer und Sandbirke, nicht eingeordnet, weil dieser Standortbereich flächenmäßig stark schrumpft und Baumarten mit höheren Wasseransprüchen vorbehalten bleiben sollte.
- Im Bereich SWB_{VZ} -100 bis -150 mm ist die Vogelkirsche nicht als führend eingestuft, weil die Leistung und Vitalität mit abnehmender Wasserversorgung deutlich sinkt und damit die notwendigen hohen Investitionen nicht mehr gerechtfertigt sind.
- Im frischeren Bereich (SWB_{VZ} > -100 mm) ist keine führende Winterlinde vorgesehen, um ertragreicheren Baumarten Planungsfläche zu reservieren.
- Auf karbonat-eutrophen Standorten sind mehrere Baumarten ausgeschlossen, um Rotfäule oder Ernährungsungleichgewichten vorzubeugen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass das breite Anbauspektrum der gut an den Klimawandel angepassten Esche nicht das biotische Risiko des Eschen-Triebsterbens berücksichtigt. In der Regel werden unter heutigen Bedingungen keine Eschen gepflanzt und auch im Fall von Naturverjüngung keine Bestände mit führender Esche angestrebt. Ein Ausschluss der Esche ist aber ebenso falsch. Die Potenzialabschätzung der Baumarten berücksichtigt außerdem keine Restriktionen, die sich aus Schutzgebiets- und Zertifizierungsaufgaben ergeben. Es wird auch grundsätzlich nicht zwischen natürlicher und künstlicher Bestandesbegründung unterschieden. Dies muss betrieblich entschieden werden. Für hydromorphe Standorte (Grund- und Stauwasser beeinflusste Böden) ist eine Zuordnung der Baumarten mit Hilfe der Standortwasserbilanz nicht geeignet. Für diese Standorte erfolgt die Zuordnung der Baumarten nach dem Geländewasserhaushalt aus der Standortkartierung (nass, feucht, wechselfeucht, sickerfeucht und wechsell trocken) und der Trophiestufe.

Waldentwicklungsziele (WEZ)

In dem standortsgebundenen Rahmen lassen sich Baumarten, die in ihren ökologischen Ansprüchen und in ihrem Wuchsverhalten zueinander passen und oftmals auch natürlich miteinander vergesellschaftet sind, zu Mischbestands-typen kombinieren. Für die Bevorzugung von Mischbeständen sprechen vor allem ihre oft höhere Stabilität und ihre fast immer höhere Resilienz beim Ausgleich von Störungen. Durch die strenge Beachtung der Standortsansprüche und des Konkurrenzverhaltens der Baumarten lassen sich Misserfolge vermeiden, Pflegekosten begrenzen und natürliche Entwicklungen gezielt nutzen. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte ist es in gleichaltrigen Mischungen meist empfehlenswert, die Baumarten gruppen- bis horstweise oder kleinflächig zu mischen.

Waldentwicklungsziele für die waldbauliche Planung beschreiben Leitbilder des angestrebten Waldaufbaus in der

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Elsbeere

Foto: NW-FVA



Winterlinde

Foto: M. Spielmann



Roteiche

Foto: M. Spielmann



Spitzahorn

Foto: J. Evers



Douglasie

Foto: T. Friedhoff

Beispiele für Baumarten mit geringem Trockenstressrisiko



Kiefer

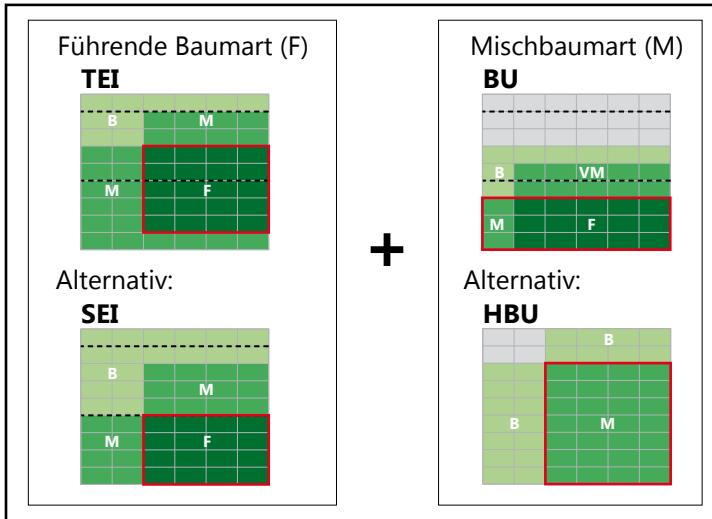
Foto: J. Evers

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

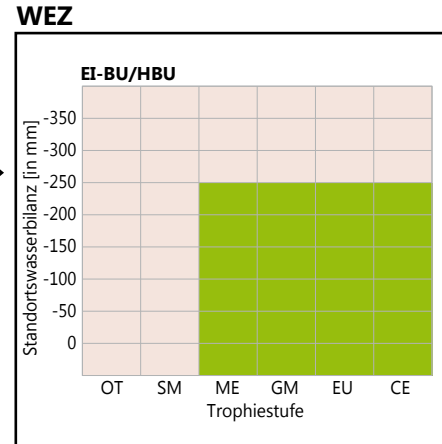
Aus der Zuordnungstabelle nach SWB_{vz} und Trophiestufe abgeleiteter Planungsbereich des WEZ 10 Eiche-Buche/Hainbuche

WEZ 10: Eiche – Buche/Hainbuche

Rangfolge der Baumarten



WEZ 10: EI-BU/HBU	
Eiche:	60 - 80 %
Buche/Hainbuche	10 - 20 %
Begleitbaumarten:	bis 10 %



Planungsbereiche der Baumarten

----- Grenzen der Risikoklassifizierung des Trockenstresses (Tab. Seite 24)

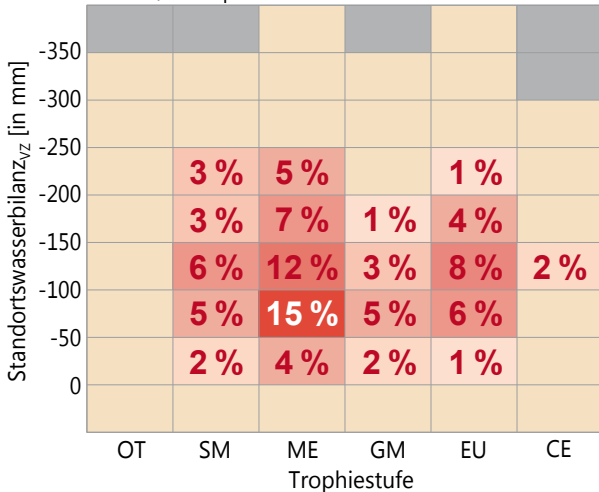
(B begleitende Baumart, VM vorübergehend beigemischte Baumart –

OT oligotroph, SM schwach mesotroph, ME mesotroph, GM gut mesotroph, EU eutroph, CE carbonat-eutroph)

Darstellung der relativen Flächenanteile der Standortskombinationen in der Periode 2041-2070 (links) und der Anzahl der möglichen WEZ je Standortskombination (rechts) für terrestrische Standorte, Darstellung für den Kommunal- und Privatwald

Flächenverteilung SWB_{vz}/Trophie

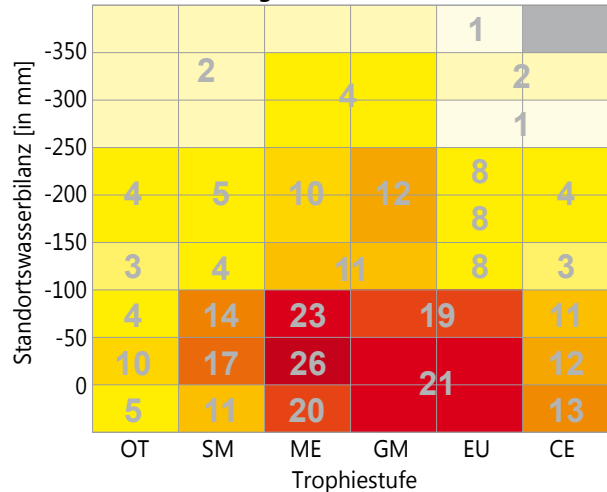
Hessen / Klimaperiode: 2041-2070



Flächenanteil 0 % Flächenanteil < 1 %

(OT oligotroph, SM schwach mesotroph, ME mesotroph, GM gut mesotroph, EU eutroph, CE carbonat-eutroph)

Anzahl der möglichen WEZ



nächsten Waldgeneration, ordnen ihre sukzessionale Stellung ein und benennen Entwicklungsziele hinsichtlich der Schutz- und Erholungsfunktion. Die Ziele der Holzherzeugung sind in Form von angestrebten Zielstärken und Produktionszeiträumen dargelegt. Sowohl für die Entwicklungs- als auch für die Verjüngungsziele werden Baumartenanteile prozentual festgelegt.

Aus der Stellung der an einem WEZ beteiligten Baumarten lassen sich standörtliche Planungsbereiche ableiten, die für

jedes WEZ in einer Abbildung dargestellt sind (vgl. Abb. oben). Der Waldentwicklungszielkatalog für den Kommunal- und Privatwald umfasst insgesamt 30 Waldentwicklungsziele. Jener für den Staatswald weist aufgrund der hier bestehenden FSC-Zertifizierung leichte Modifikationen auf und umfasst 32 WEZ.

In der Regel ergeben sich auch unter künftigen Standortbedingungen mehrere Optionen für die Wahl geeigneter WEZ. Ein nicht unerheblicher Teil der Waldstandorte in

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Aufforstungsfläche nach Sturmwurf und Borkenkäferbefall in Fichtenbeständen
Foto: J. Weymar

Hessen wird sich allerdings bezüglich der Standortwasserbilanz schon bis zur Mitte des Jahrhunderts in Bereiche verschlechtern, die die Auswahl möglicher WEZ gegenüber heute stark einschränken.

Darüber hinaus entscheidungsrelevant sind ggf. Restriktionen durch etwaige Schutzgebietsauflagen, sonstige Gefährdungen, die waldbauliche Ausgangssituationen oder betriebliche Belange. Die auf den einzelnen Bestand bezogene Baumartenwahl im Forstbetrieb folgt somit einem Entscheidungsbaum, der zunächst anhand des Trockenstressrisikos die Potenziale abschätzt und Schutzgebietsauflagen berücksichtigt, dann anhand von Wuchsleistung und Gefährdung unter den standortsgemäßen Baumarten bzw. Waldentwicklungszielen weiter differenziert und schließlich die waldbaulichen Ausgangssituationen (Istbestockung, Vorverjüngung) und betriebliche Belange (Ertragserwartung, Risikobereitschaft, Vorgaben eines Zertifikats, Investitionsbereitschaft, andere Ökosystemleistungen etc.) berücksichtigt.

Die Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl werden in das forstbetriebliche GIS von HessenForst integriert bzw. werden den Waldbesitzer*innen als REST-Web-Service (https://www.nw-fva.de/BaEm/rest/v1/recomm_xy) und als einfache WEB-Applikation von der NW-FVA (<https://www.nw-fva.de/BaEm/>) zur Verfügung gestellt. In der Web-Applikation öffnet sich mit einem Click in die Karte hessenweit an jedem Waldstandort eine Tabelle mit Informationen zur Position, zum Standort und den dort empfohlenen Waldentwicklungszielen. Ein terrestrischer Standort wird mit der SWB_{VZ}, angegeben in mm und Klassen, und der Trophie beschrieben. Für hydromorphe Standorte werden die Geländewasserhaushaltsstufe und die Trophie angegeben. Die empfohlenen Waldentwicklungsziele (WEZ) sind nach Typen sortiert aufgelistet. Die Reihenfolge der Liste beinhaltet keine Rangfolge und ist unabhängig

von der waldbaulichen Ausgangssituation. Mit einem Click auf ein WEZ gelangt man zur detaillierten Beschreibung des Waldentwicklungsziels mit Leitbild, sukzessionaler Stellung, Schutz- und Erholungsfunktion sowie Produktionszielen. Die angestrebten Baumartenanteile werden in Entwicklungs- und Verjüngungsziel mit Hinweisen zur Mischungsform angegeben. Für jedes WEZ findet man eine grafische Darstellung des Planungsbereiches nach SWB_{VZ} und Trophie. Farblich markierte WEZ weisen auf mögliche alternative Mischbaumarten hin, auf die in Teilen des angegebenen Planungsbereichs zurückgegriffen werden sollte. Darüber hinaus lassen sich übersichtliche Tabellen zur Baumartenzuordnung jeweils für terrestrische wie hydromorphe Standorte bzw. zur WEZ-Zuordnung abrufen und herunterladen. Auch der WEZ-Katalog sowie ausführliche Hintergrundinformationen und Erläuterungen stehen als Download zur Verfügung. Der REST-Service² bietet die Möglichkeit, die WEZ-Empfehlungen in eine beliebige IT-Infrastruktur zu integrieren. Dazu kann unter Angabe von Koordinaten (x,y), des Projektionssystems (srid) und des gewünschten Datenformats (format) eine Empfehlung automatisiert abgerufen werden.

Ausblick: Anwendung des Kernensembles für das RCP8.5-Klimaszenario

In den letzten Jahren wurden im Rahmen des ReKliEs-De-Projektvorhabens (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland) erstmals für Deutschland umfassende Ensembles regionaler Klimaprojektionen der aktuellen RCP-Klimaszenarien RCP2.6 und 8.5 in einer räumlichen Auflösung von 12 x 12 km zur Verfügung gestellt (Hübener et al. 2017). Aus dem Gesamtensemble mit 26 verschiedenen Modellkombinationen (Global- und Regionalmodell) für das RCP8.5-Klimaszenario („Weiter-wie-bisher-Szenario“) wurde nach vorgegebenen Qualitätskriterien für Anwender von Wirkmodellen im Rahmen des Bund-Länder-Fachgespräches ein so genanntes Kernensemble ausgewählt (Dalelane et al. 2018). Diese werden zurzeit an der NW-FVA im Rahmen des IKSP-Projektes L-12 „Klimarisiko- und Zielbestockungskarten Forst“ in ihren Auswirkungen bis 2100 überprüft. Für den Anwendungszweck der Klimaanpassung im Wald war es notwendig, die Projektionen auf eine sehr viel höhere räumliche Auflösung herunter zu skalieren. An der NW-FVA wurden dazu mit Hilfe des Quantile Mapping-Verfahrens die Modellergebnisse auf Gitterbasis an ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) anpasst (Feigenwinter et al. 2018, Suttmöller et al. 2020). Die so erzeugten Zeitreihen an den Klimastationen können in einem zweiten Schritt mittels Regionalisierungsverfahren an beliebige Punkte und in beliebige Rasterweiten interpoliert werden. Inzwischen liegt für alle Modellsimulationen das RCP8.5-Szenario eine Auswertung mit einer räumlichen Auflösung von 50 x 50 m vor. Nach derzeitigem Auswertungsstand wird sich auch nach den Modellergebnissen des Kernensembles zum Klimaszenario RCP8.5 die SWB_{VZ} für die Waldflächen in Hessen im Zeitraum von 2071 bis 2100 deutlich verschlechtern. Diese Modellläufe bedürfen aber noch einer gemeinsamen Überprüfung und Bewertung, bevor sie 2021/2022 Eingang in Entscheidungshilfen für die forstliche Praxis finden werden.

² REST = Representational State Transfer; bezeichnet ein Programmierparadigma für verteilte Systeme, insbesondere für Webservices zum Zweck der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation

Insekten und Pilze

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

Borkenkäfer

Bis zum Jahresende 2019 übertraf das Schadensausmaß des Borkenkäferbefalls insbesondere beim Buchdrucker an Fichte die enormen Schadensumfänge des Vorjahres nochmals erheblich. Daher konnten erneut vielerorts sehr große Käfermengen überwintern. Der milde Witterungsverlauf des Winters 2019/2020 und des folgenden Frühjahrs führte zu sehr frühen ersten Schwärmflügen stammüberwinternder Borkenkäfer. Ab dem 5. April wurde in wärmeren Lagen erster starker Flug beobachtet, in höheren und kühleren Lagen ab etwa Mitte April. Soweit noch liegendes Windwurfholz vorhanden war, wurde dieses in kurzer Zeit vollständig besiedelt, danach erfolgte schnell der Übergang des Befalls auf stehende Bäume.

Nach einem Kälteeinbruch zwischen Ostern und Pfingsten traten auch die bodenüberwinternden Borkenkäfer in Erscheinung. Der Hauptschwärmflug des **Buchdruckers** (*Ips typographus*), der regional unterschiedlich etwa ab Mitte Mai einsetzte, fiel nochmals wesentlich stärker aus als der zuvor im April beobachtete Schwärmflug. Bis etwa Mitte Mai konzentrierte sich der Stehendbefall vornehmlich auf besonnte Ränder, ab Ende Mai wurden zunehmend auch Befallsheerde im Bestandesinneren beobachtet.

Von Mitte bis Ende Mai gab es beim Buchdrucker vermehrt Anzeichen für Befall durch Geschwisterbruten. Auslöser diesjähriger Geschwisterbruten war neben der starken Überbesiedlung der Wirtsbäume vermutlich oft ein ungewöhnlich schlechter Rindenzustand auch noch nicht befallener Fichten. Während die Fichten sich im letzten Winter in manchen Regionen zunächst vom Wassermangel etwas erholen konnten und daher im April bei Befall deutlich harzten, boten sie im Mai aufgrund fehlender Niederschläge schon praktisch keinen Widerstand mehr gegen Borkenkäfer. Die Rindenqualität war daher ab Mai stellenweise zu schlecht für eine optimale Brutentwicklung, so dass eierlegende Weibchen auswichen und Geschwisterbruten anlegten. Durch die zahlreichen Überbesiedlungen war zwar je Brutbild der Bruterfolg geringer als in sonstigen Jahren, trotzdem war



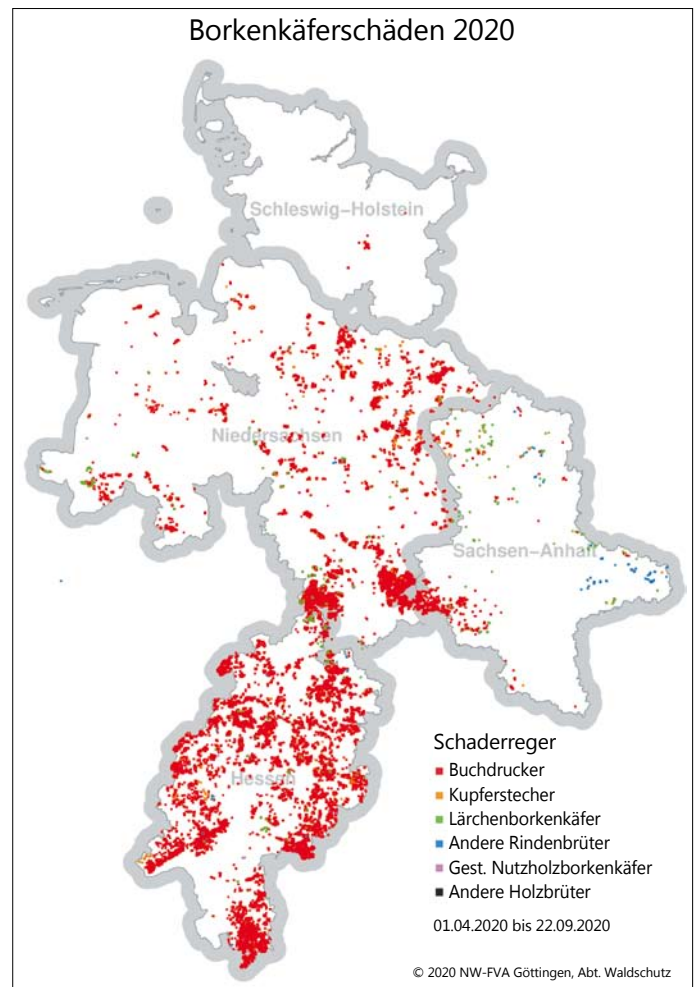
Ein Buchdrucker-Weibchen bohrt sich in die Rinde.
Foto: NW-FVA, Abteilung Waldschutz

für die zweite Generation schon allein aufgrund der riesigen Menge der Brutanlagen weiterer massiver Stehendbefall im Sommer zu verzeichnen.

So war zur Jahresmitte festzustellen, dass sich der letztjährige Befall erheblich weiter ausweitete und sehr viele Schädflächen (Abb. unten) und hohe Schadvolumina entstanden sind. Die im Frühjahr eingesetzten Fangsysteme wiesen zwar gute Fangleistungen auf, waren aber lokal in Situationen mit sehr starkem Vorbefall aus dem Vorjahr durch die Vielzahl der anfliegenden Buchdrucker von Beginn an überfordert und haben dort einen erneuten Stehendbefall nicht verhindern können. Nach zahlreichen Beobachtungen und Rückkopplungen aus der Praxis kann aber davon ausgegangen werden, dass gegenüber gleichartigen Situationen ohne Fangeinrichtungen eine deutliche Dichtereduktion stattgefunden hat. Der Befall wäre in diesen Bereichen ohne Fangeinrichtungen noch dramatischer ausgefallen.

Obwohl **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus*) insgesamt eine nur noch untergeordnete Rolle spielten, waren sie vielerorts an den massiven Neubesiedlungen geschwächter Fichten beteiligt. Vom Buchdrucker nicht vollständig genutzte Rindenpartien wurden häufig vom Kupferstecher gefüllt.

Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) wurden nur noch aus wenigen Regionen als stark schädigend gemeldet. Meist war der diesjährige Befall kleinräumig. Die Qualität der diesjährigen Bruten zeigte häufig stark gestörte Entwicklungen, so dass ab Sommer zumeist nur noch verhältnismäßig geringer Neubefall festgestellt wurde.



Borkenkäferschäden in den Trägerländern der NW-FVA 2020
Quelle: Waldschutzmeldeportal der NW-FVA (WSMP)

Insekten und Pilze

Waldmaikäfer

Nachdem mittels Grabungen im Sommer 2019 für den Raum Hanau-Wolfgang Dichten des Waldmaikäfers nachgewiesen wurden, wie sie bisher nur für das Hessische Ried bekannt waren, wurden in Hanau-Wolfgang im Hauptflugjahr des Maikäfers 2020 Monitoringmaßnahmen durchgeführt, um das Schlupfverhalten der Käfer sowie die Geschlechterverhältnisse zu beurteilen. Regional wurde sehr starker Flug beobachtet, insgesamt lag die Flugintensität aber unter der aufgrund der Grabungsergebnisse erwarteten und befürchteten Stärke. Die abschließenden Auswertungen stehen allerdings noch aus.

Eichenfraßgesellschaft

In Hessen befinden sich die Populationen des **Kleinen Frostspanners** (*Operophtera brumata* L.) und **Großen Frostspanners** (*Erannis defoliaria* Cl.) weiter in der Latenz. Im Rahmen der Überwachung mit Hilfe von Leimringen im Herbst/Winter 2019 wurden keine Überschreitungen der Warnschwelle festgestellt.

Der **Schwammspinner** (*Lymantria dispar* L.) befindet sich aktuell in Südhessen weiterhin in der Progradations- bzw. in der Kulminationsphase. Im Jahr 2020 wurden Fraßbonituren in Eichenbeständen auf insgesamt 160 Hektar durchgeführt. Es wurden 48 Hektar als gering befressen, 37 Hektar im mittleren Fraßgrad und 18 Hektar starker Fraß bis Kahlfraß gemeldet. Die weiteren Flächen waren unbefressen. Der mittlere und starke Fraß trat im Forstamt Wetzlar auf.

Neben dem Fraßgeschehen durch den Schwammspinner wurden zusätzlich im ersten Halbjahr 2020 lokale Schäden durch den **Eichenprozessionsspinner** (*Thaumetopoea processionea* L.) aus den Forstämtern Biedenkopf, Hofbieber, Jossgrund, Neukirchen, Nidda, Romrod, Weilmünster, Wetzlar auf insgesamt 852 Hektar gemeldet.

Eschentriebsterben (ETS)

Das Eschentriebsterben (Erreger: *Hymenoscyphus fraxineus*) wird in Europa weiterhin auf großer Fläche beobachtet. *H. fraxineus* ist ein aggressives und höchst erfolgreiches, invasives Pathogen, das sich nach seiner Einschleppung in Mitteleuropa schnell verbreitete und schwerwiegende Folgen für die heimischen Eschen-Populationen hervorgerufen hat. Es führt auch im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA örtlich zur Auflösung von Bestandesteilen und zum Absterben von Eschen. Im Jahr 2020 ist ein vom Waldklimafonds gefördertes Verbundprojekt zum „Erhalt der Gemeinen Esche (Frax-FoFuture)“ angelaufen.

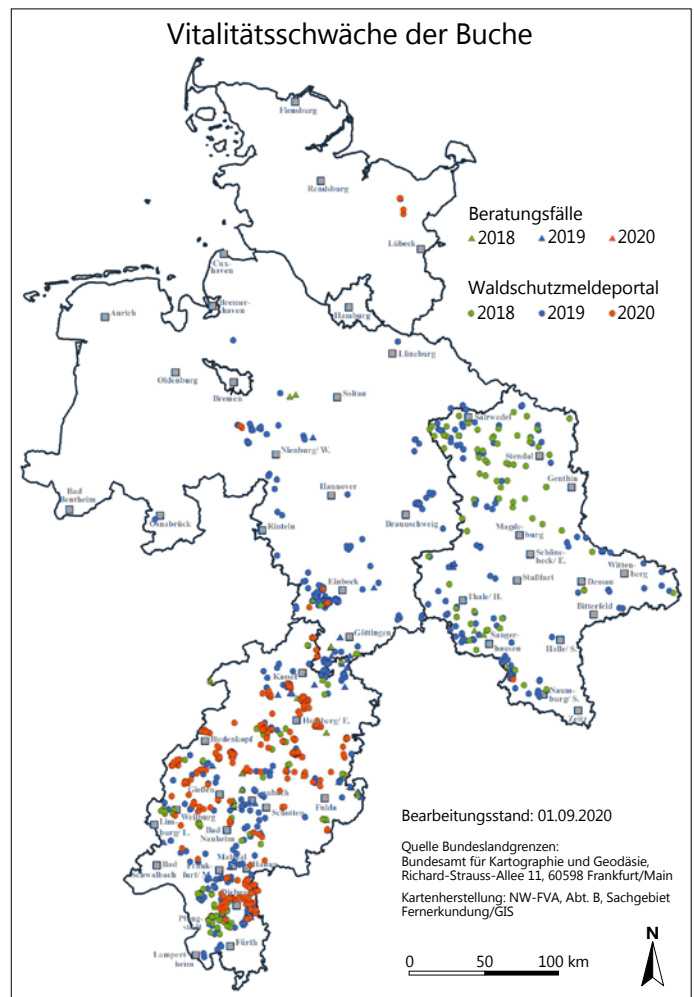
Komplexe Schäden an Rotbuche

Seit den beiden Vorjahren werden mit zunehmender Tendenz bestandesbedrohende Absterbeerscheinungen infolge der Hitze- und Trockenheit bei Rotbuchen in Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und erstmalig auch in geringem Umfang in Schleswig-Holstein (Abb. rechts) beobachtet, die sich dem Schadbild der so genannten **Buchen-Vitalitätsschwäche** zuordnen lassen. Wesentliche Ursachen sind die erneute starke Trockenheit sowie die hohe Dauer und Intensität der Sonneneinstrahlung. In der Folge führen verschiedene pilzliche Schwächepathogene schnell zum Absterben der Buchen mittlerweile auf einer breiten Standortpalette.

An den zunehmend umfangreicheren Schadensverläufen der letzten zwei Jahre in Buchenbeständen waren **Buchenborkenkäfer** und **Buchenprachtkäfer** auffällig beteiligt. Sie werden jedoch nicht als Auslöser der Absterbeerscheinungen betrachtet, sondern treten nach Trockenheit oder Pilzkrankungen als sekundäre Schädlinge auf. Die Befürchtung, dass diese beiden Arten aufgrund der Prädisposition gestresster Buchen und durch die guten Vermehrungsmöglichkeiten Populationsdichten aufbauen können, die im weiteren Verlauf primär Schaden verursachen, konnte bisher aufgrund fehlender Beispiele nicht bestätigt werden.



Buche mit vorzeitig verbräunten und vertrockneten Blättern
Foto: NW-FVA, Abteilung Waldschutz



Aktuelle Schadensmeldungen zur Rotbuche

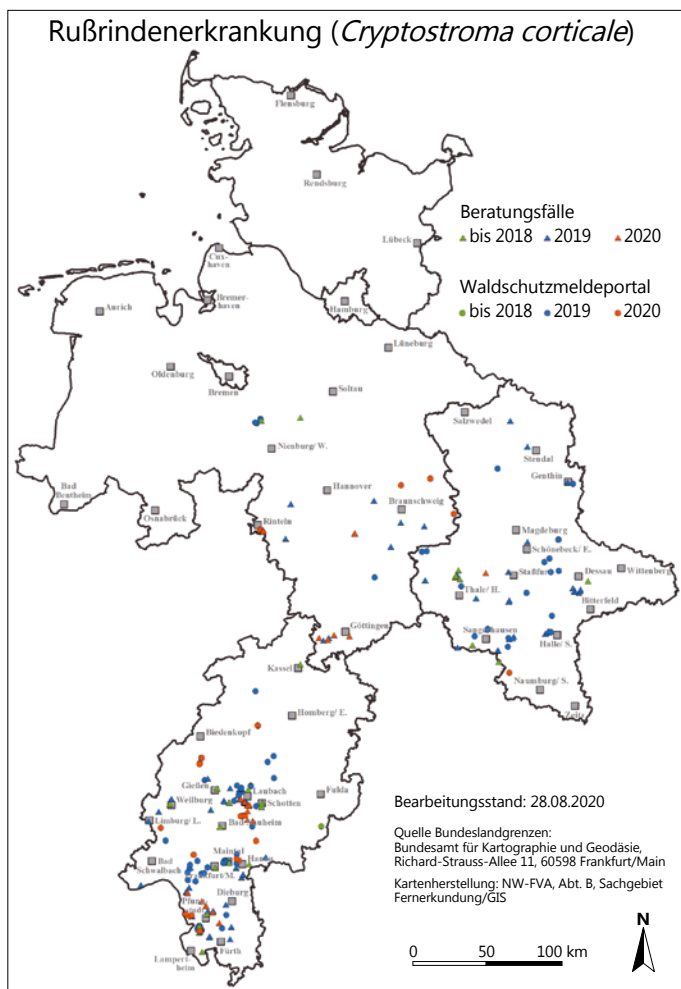
Quellen: Waldschutzmeldeportal der NW-FVA (WSMP) und Beratungsfälle im SG B3 der NW-FVA

Insekten und Pilze

Rußrindenerkrankung des Ahorns

Als Folge der trockenen Sommer seit dem Jahr 2018 kam es in den Trägerländern der NW-FVA mit Ausnahme von Schleswig-Holstein vermehrt zum Auftreten der Rußrindenerkrankung des Ahorns. Die Rußrindenerkrankung wird durch den ursprünglich in Nordamerika beheimateten, invasiven Schlauchpilz *Cryptostroma corticale* ausgelöst.

Die Ausbreitung des Pilzes erfolgt luftgebunden über Sporen (Konidien). Die Rußrindenerkrankung tritt in Deutschland in erster Linie beim Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), seltener bei Spitz- (*A. platanoides*) und Feldahorn (*A. campestre*) auf. Neben *C. corticale* führten jedoch auch andere pilzliche Schaderreger zu Absterbeerscheinungen bei Ahorn, z. B. *Stegosporium pyriforme*. *S. pyriforme* ist ebenso wie *C. corticale* ein Schwächepathogen, das von der trocken-warmen Witterung begünstigt war, und die Bäume schädigt.



Schadensfälle an Ahorn mit der Rußrindenerkrankung in den Trägerländern der NW-FVA

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

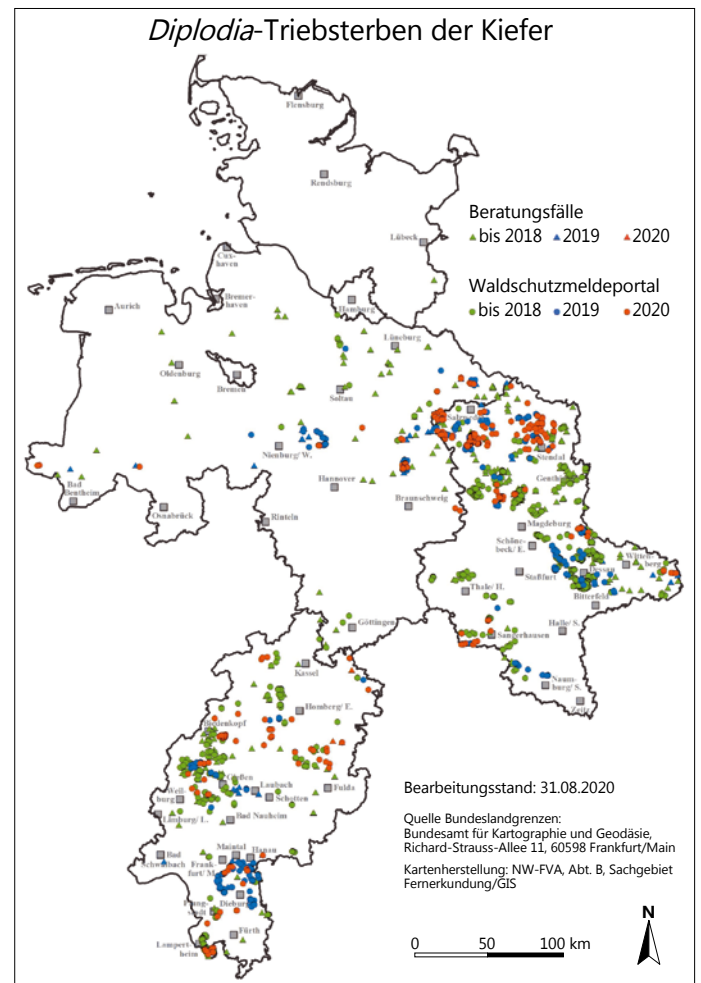
Der Wärme liebende Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia sapinea*) tritt seit mehreren Jahren verstärkt in Kiefernbeständen des Zuständigkeitsgebietes der NW-FVA auf. Es ist davon auszugehen, dass dieser Pilz endophytisch in allen Kiefernbeständen des Zuständigkeitsbereichs der NW-FVA vorkommt. Schaden löst er erst aus, wenn er bei vorgeschädigten oder geschwächten Wirtspflanzen in seine parasitische Phase übergeht und das *Diplodia*-Triebsterben verursacht.

Auslösende Faktoren können nach derzeitiger Einschätzung Wasserdefizite durch Trockenheit / Hitze / starke Besonnung oder Verletzungen der Triebe durch Hagelschlag sein. Ein prädisponierender Faktor kann auch Mistelbefall sein, der ebenfalls Trockenstress hervorruft bzw. verstärkt. Trockenstress kann zudem auf flachgründigen, südexponierten Standorten oder in Kuppenlagen entstehen. Zahlreiche Schadensfälle stehen mit Wurzelfäulen, insbesondere durch den Wurzelschwamm, in Verbindung, der auch als prädisponierender Faktor in Erscheinung tritt. Ferner wird angenommen, dass anhaltende Wärmephasen im Winter im Wechsel mit Kälteperioden zu einer physiologischen Schwächung der Kiefer beitragen. Vermutlich führt eine Kombination mehrerer schwächender Faktoren eher zu Krankheitsfällen als ein einzelner der genannten Faktoren.



Kieferntriebsterben

Foto: NW-FVA, Abteilung Waldschutz



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

Stoffeinträge

Birte Scheler

Nähr- und Schadstoffe werden mit dem Niederschlag in gelöster Form sowie durch den Auskämmeffekt der Baumkronen gas- und partikelförmig in Wälder eingetragen.

Aufgrund der großen Oberflächen der Kronen ist der atmosphärische Stoffeintrag in Wälder im Vergleich der Landnutzungsformen am höchsten. Diese so genannte Immissionschutzfunktion des Waldes stellt jedoch für das Ökosystem Wald selbst eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern.

Um die Wirkung erhöhter Stoffeinträge sowie damit verbundener Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme beurteilen zu können, wurde in Hessen bereits 1984 mit der systematischen Erfassung der Stoffeinträge in Buchen- und Fichtenbeständen begonnen.

Aktuell wird der Stoffeintrag im Rahmen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings in zwei Fichten-, sechs Buchen-, sowie einem Kiefernbestand erfasst.

Jeder Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. In Buchenbeständen wird zur Erfassung des Bestandesniederschlags neben der Kronentraufe auch der bei dieser Baumart quantitativ bedeutsame Stammablauf gemessen. Mittels eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich 1991) werden aus den gemessenen Stoffflüssen Gesamtdositionsraten berechnet.

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch Faktoren wie Niederschlagsmenge, -intensität und -verteilung, Windgeschwindigkeit, Baumart, Bestandeshöhe, Kronenrauigkeit oder lokale Emittenten bestimmt. So sind die Stoffeinträge in den niederschlagsreichen Lagen der Mittelgebirge höher als beispielsweise in der Wetterau. Fichten- und Douglasienbestände sind wegen der ganzjährigen und im Vergleich mit Kiefern dichteren Benadelung stärker durch Stoffeinträge belastet als Buchen-, Eichen- und Kiefernbestände. Dieser Baumarteneffekt zeigt sich sehr gut in Fürth im Odenwald, wo eine Fichten- und eine Buchenfläche in unmittelbarer Nachbarschaft und somit unter gleicher Immissionsbelastung und gleichen klimatischen Bedingungen beobachtet werden.

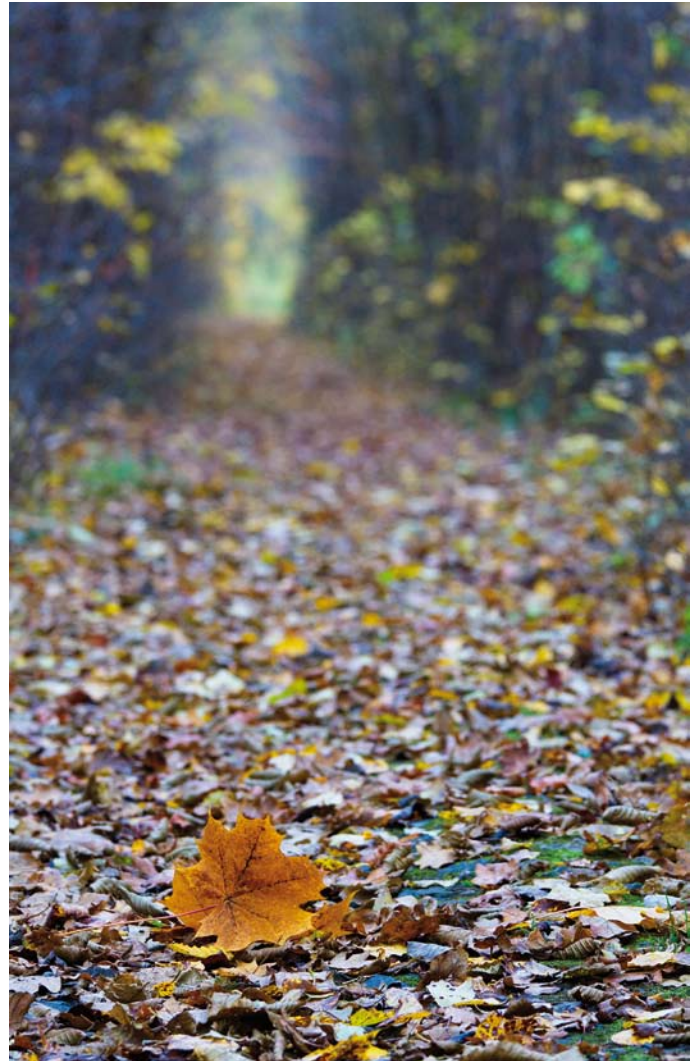


Foto: H. Heinemann

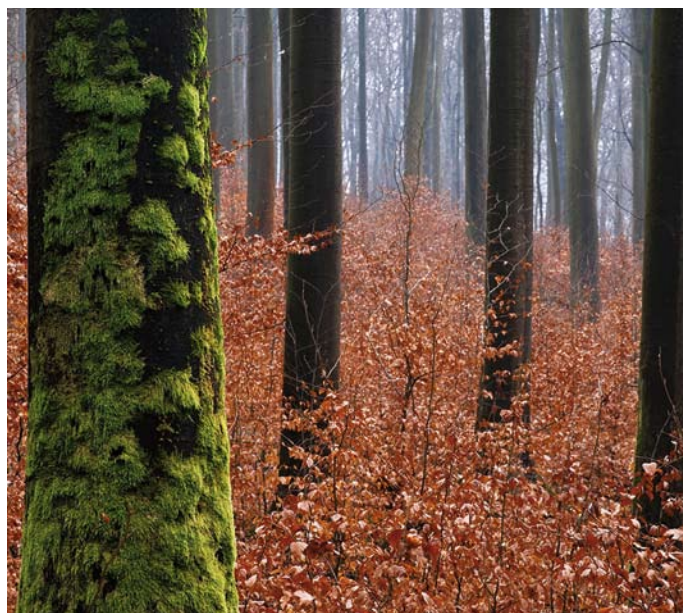


Foto: H. Heinemann

Niederschlag

2019 wird als weiteres Dürrejahr eingestuft, im Vergleich mit 2018 fiel auf den Freiflächen des Intensiven Monitorings jedoch zwischen 39 mm (Krofdorf) und 340 mm (Fürth i. Od.) mehr Niederschlag als im Vorjahr. Während 2018 in ganz Hessen ein besonders niederschlagsarmes Jahr war, zeigen sich 2019 regionale Unterschiede. Auf den Flächen in Fürth i. Od. (+98 mm), im Hessischen Ried (+26 mm) und in Zierenberg (+21 mm) fiel im Freiland mehr Niederschlag als im Vergleich zum 10-jährigen Mittel der Jahre 2009-2018, im Spessart und im Kellerwald entsprach die Menge dem 10-jährigen Mittel, in Krofdorf (-47 mm) und in Königstein/Ts. (-85 mm) wurde weniger Niederschlag verzeichnet.

Der Bestandesniederschlag war mit Ausnahme der Buchenfläche in Krofdorf (-2 mm) zwischen 101 mm (Zierenberg, Buche) und 274 mm (Fürth i. Od., Buche) höher als 2018, im Vergleich mit dem 10-jährigen Mittel erreichte in Krofdorf (-79 mm), im Kellerwald (Buche: -31 mm), im Hess. Ried (Buche: -40 mm, Kiefer: -26 mm) sowie in Königstein (Fichte: -53 mm) jedoch weniger Niederschlag den Waldboden. Trotz der überdurchschnittlich warmen Jahre und auf einigen Flächen sowohl in 2018 als auch 2019 extrem trockenen Witterungsverhältnisse traten bis Ende 2019 auf den Untersuchungsflächen glücklicherweise keine gravierenden Ausfälle durch Borkenkäfer oder Buchenvitalitätsschwäche auf, die die Stoffeintragsmessungen beeinflusst hätten.

Stoffeinträge



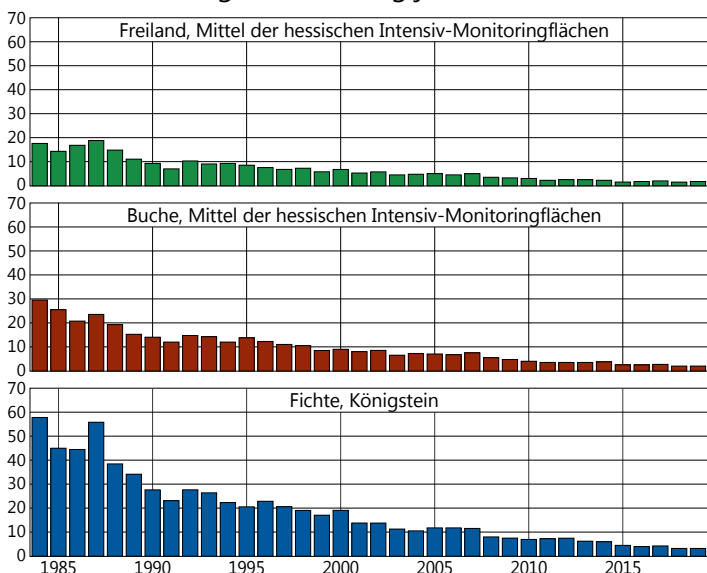
Erfassung der Niederschlagsmenge

Foto: O. Schwerdtfeger

Schwefeleintrag

Durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinigung wie Rauchgasentschwefelung und die Einführung schwefelarmer Kraft- und Brennstoffe konnten die Schwefeldioxidemissionen wirksam reduziert werden. Aufgrund der seit Jahren sehr geringen Schwefeldioxidkonzentration der Luft spielt der gasförmige Eintrag nur noch eine untergeordnete Rolle. Da der Sulfatschwefeleintrag hauptsächlich in gelöster Form mit dem Niederschlag erfolgt, sind die im Vergleich zu 2018 etwas höheren Einträge im Jahr 2019 erwartungsgemäß. Der Sulfatschwefeleintrag mit dem Bestandesniederschlag betrug 2019 im Mittel der untersuchten Buchenflächen 2,1 kg je Hektar, mit einer Spannweite zwischen 1,7 (Kellerwald, Krofdorf) und 2,7 (Zierenberg) kg je Hektar. Unter Fichte lag er je Hektar bei 3,3 kg (Königstein) bzw. 3,9 kg (Fürth i. Od.) und im Freiland zwischen 1,4 (Kellerwald) und 2,1 (Fürth i. Od.) kg je Hektar. Im Hessenmittel betrug der Sulfatschwefeleintrag im Freiland 1,7 kg je Hektar. Trotz der im Vergleich zum Vorjahr leicht gestiegenen Einträge war er im Hessenmittel je Hektar unter Buche mit 1,2 kg, unter Fichte mit 2,1 kg und im Freiland mit 0,5 kg geringer als im 10-jährigen Mittel (2009-2018).

Schwefeleintrag (SO₄-S) in kg je Hektar und Jahr

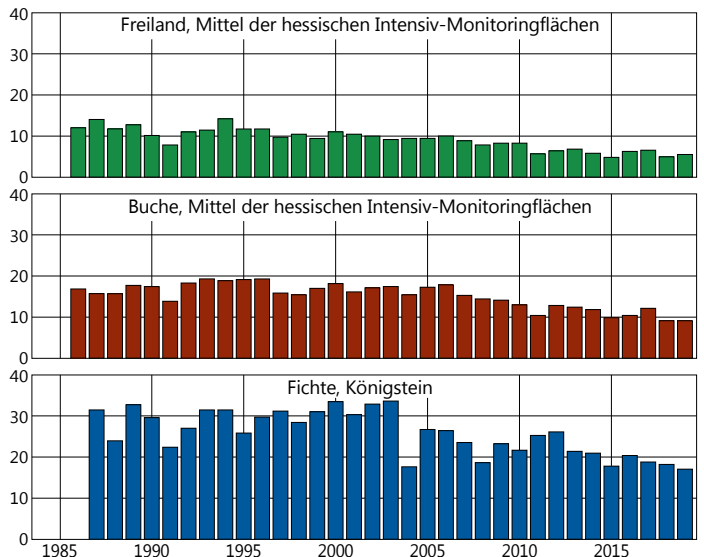


Stickstoffeintrag

Stickstoff wird einerseits in oxidierter Form als Nitrat (Quellen: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse) andererseits in reduzierter Form als Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in das Ökosystem eingetragen. In Hessen beträgt der Ammoniumanteil am anorganischen Stickstoffeintrag im Freiland und mit dem Bestandesniederschlag (Mittel aller Baumarten) rund 50 %.

Der Nitratstickstoffeintrag hat im Freiland und der Gesamtdeposition auf allen untersuchten Flächen seit Untersuchungsbeginn signifikant abgenommen. Er betrug 2019 je Hektar 2,6 kg (Hessenmittel Freiland) mit Werten zwischen 2,3 kg (Hess. Ried, Kellerwald, Krofdorf) und 3,1 kg (Fürth i. Od.) je Hektar sowie 4,2 kg je Hektar unter Buche (Hessenmittel, Gesamtdeposition mit Stammablauf). Überdurchschnittlich hohe Nitrat-N-Einträge wurden auf den Buchenflächen in Zierenberg (5,5 kg je Hektar) und Fürth i. Od. (5,0 kg je Hektar) gemessen. Unter Fichte betrug die Gesamtdeposition in Königstein 8,9 und in Fürth i. Od. 9,5 kg je Hektar, unter Kiefer im Hess. Ried 3,5 kg je Hektar.

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



Level II-Fläche Hess. Ried

Foto: J. Weymar

Stoffeinträge

Der Ammoniumstickstoffeintrag hat auf allen hessischen Intensiv-Monitoringflächen seit 1994 bzw. seit Untersuchungsbeginn mit Ausnahme der Freilandmessflächen im Kellerwald und in Krofdorf signifikant abgenommen. 2019 lag er je Hektar bei 2,9 kg im Freiland und 5 kg unter Buche (jeweils Hessenmittel). Überdurchschnittlich hohe Einträge wurden mit 6,8 kg bzw. 6,1 kg je Hektar auf den Buchenflächen Zierenberg und Fürth i. Od. gemessen. Unter Fichte betrug der Ammoniumstickstoffeintrag in Fürth i. Od. 11,3 und in Königstein 8,1 kg je Hektar. Mit 5,3 kg je Hektar war der Ammoniumeintrag unter Kiefer deutlich geringer als unter Fichte.

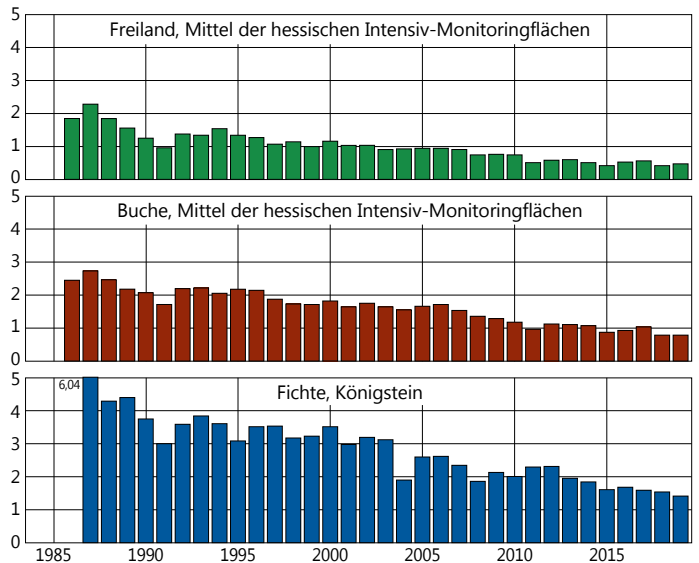
Obwohl der anorganische Stickstoffeintrag durch verschiedene Maßnahmen signifikant abgenommen hat, überschreitet der anthropogen bedingte atmosphärische Stickstoffeintrag im Mittel der letzten 5 Jahre (2015-2019) mit Werten bis zu 15,6 kg je Hektar unter Buche (Zierenberg) und 19,6 kg je Hektar unter Fichte (Fürth i. Od.) nach wie vor den Bedarf der Wälder für das Baumwachstum. Dieser überschüssige Stickstoff reichert sich zunächst im Ökosystem an. Wird die Speicherkapazität überschritten oder kommt es zu abrupten Störungen im Ökosystem durch Kalamitäten wie Windwurf oder Schädlingsbefall, wird der Stickstoff rasch mineralisiert. Dieser Prozess hat durch den damit verbundenen Verlust basischer Nährstoffkationen aus den ohnehin meist nährstoffarmen Waldböden gravierende negative Konsequenzen für das Ökosystem Wald. Angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundgewässer werden ggf. durch hohe Nitrat austräge gefährdet.

Gesamtsäure

Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdosition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile, Gauger et al. 2002). 2019 betrug der Gesamtsäureeintrag im Freiland 0,5 (Hessenmittel), unter Buche (Hessenmittel) 0,8 und unter Fichte 1,8 (Fürth i. Od.) bzw. 1,4 (Königstein) kmol_c je Hektar. Wie in den Vorjahren war der Gesamtsäureeintrag auf der Buchenfläche in Zierenberg mit 1,0 kmol_c je Hektar besonders hoch und lag deutlich über dem Buchenmittel des Landes.

Ein Teil des Säureeintrags wird durch ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragene Basen neutralisiert, ein anderer wird im Waldboden durch Basen, die durch Verwitterung freigesetzt werden, gepuffert. Der Eintrag basischer Stäube spielt nur in Einzelfällen, z. B. in der Nähe von Steinbrüchen, eine Rolle. Die nachhaltige Säurepufferkapazität aus Verwitterung reicht auf den oft nährstoffarmen Waldstandorten jedoch auch unter Berücksichtigung der Baseneinträge nicht aus, um die Säureinträge vollständig zu kompensieren. Eine standortsangepasste Kalkung zum Schutz der Waldböden und der Erhaltung ihrer Filterfunktion für das Grundwasser kann empfohlen werden.

Gesamtsäureeintrag in kmol_c je Hektar und Jahr



anthropogen = durch menschliche Aktivitäten verursacht

Deposition = Ablagerung von Stoffen

Eutrophierung = Nährstoffanreicherung

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



Extraktion von Bodenproben zur Bestimmung der Inhaltsstoffe

Foto: N. König

Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt

Matthias Paul, Wilfried Steiner, Samuel Schleich, Meinolf Lau, Dagmar Leisten, Matthias Moos und Carola Schmidt

Die Wälder Nordwestdeutschlands weisen nach den letzten beiden Jahren mit extremen Witterungsbedingungen erhebliche strukturelle Störungen auf, die ein Risiko für die Erfüllung aller Waldfunktionen darstellen (Eichhorn et al. 2019). Davon betroffen sind neben den offensichtlichen Beeinträchtigungen der Rohholzproduktion auch Aspekte der Erholungswirkung, des Lärmschutzes, des Wasser- und Bodenschutzes und nicht zuletzt auch des Biotop- und Artenschutzes, weshalb eine aktive Aufforstung eines Großteiles dieser Flächen dringend geboten ist. In aktuellen Erhebungen geht die Bundesregierung für Nordwestdeutschland von einer Fläche von über 70.000 ha aus, die zu einer Wiederbewaldung ansteht (BMEL 2020).

In diesem Zusammenhang gewinnen Fragen der Verfügbarkeit von dafür geeignetem forstlichem Vermehrungsgut an Bedeutung. Neben den zugelassenen Forstsaatgutbeständen rücken forstliche Samenplantagen als verfügbare Saatgutquellen immer mehr in den Fokus. Mit Samenplantagen und Mutterquartieren können auch entscheidende Voraussetzung für die Sicherung der Biologischen Vielfalt geschaffen werden.

Biologische Vielfalt

Der Begriff der Biologischen Vielfalt geht auf die UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung (UNCED) zurück, die 1992 in Rio de Janeiro stattfand und bei der das „Übereinkommen über die Biologische Vielfalt“ (englischer Originaltitel: „United Nations Convention on Biological Diversity“, CBD) beschlossen wurde (UN 1992). Dem Übereinkommen sind mittlerweile 196 Staaten beigetreten. Obwohl in Teilen der Biologie (z. B. der Populationsgenetik) die Termini „Vielfalt“ und „Diversität“ unterschieden werden, werden die Begriffe Biologische Vielfalt und Biodiversität im Folgenden gleichbedeutend verwendet.

Die Biologische Vielfalt umfasst drei Ebenen:

- die Vielfalt der Ökosysteme,
- die Vielfalt der Arten und
- die Vielfalt innerhalb der Arten (die genetische Vielfalt)

Neben der Erhaltung zielt das Übereinkommen über die Biologische Vielfalt ausdrücklich auch auf die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile ab sowie auf die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung ergebenden Vorteile.



Eibensaatgut, noch vom roten Samenmantel (Arillus) umgeben
Foto: H.-J. Arndt

Der Begriff der Biologischen Vielfalt bzw. der Biodiversität ist aktuell sehr populär, wird aber häufig auf die Ebene der Artenvielfalt reduziert, indem die Konvention oft nur als „Artenschutzabkommen“ bezeichnet wird (Institut für Biodiversität – Netzwerk e.V.). Der Zusammenhang von Erhaltung und nachhaltiger Nutzung wird im allgemeinen Gebrauch des Begriffes Biologische Vielfalt oft ausgeblendet.

Samenplantagen und Mutterquartiere – Begriffe und Ziele

Samenplantagen und Mutterquartiere sind forstliche Sonderkulturen, die ausschließlich der Produktion von forstlichem Vermehrungsgut (Saat- und Pflanzgut) dienen. Die Multifunktionalität als prägendes Merkmal deutscher Forstwirtschaft ist auf diesen Flächen daher eingeschränkt. Ihr Nutzen für die Biologische Vielfalt ergibt sich aber aus der Verwendung des dort erzeugten Vermehrungsgutes. Allerdings kann konstatiert werden, dass diese Flächen mit ihrem speziellen Management auch naturschutzfachliche Bedeutung – beispielsweise als „Offenlandbiotop“ oder „Lichter Wirtschaftswald mit Habitatkontinuität“ – haben können.

Auf Samenplantagen blühen die Bäume und bestäuben sich gegenseitig. Auf diese Art und Weise entsteht auf generativen Weg erntefähiges Saatgut. Mutterquartiere hingegen werden mit dem Ziel der vegetativen Erzeugung von Vermehrungsgut (z. B. Stecklinge, Setzstangen) angelegt, wobei genetisch identische Kopien (Klone) aus den Ausgangspflanzen gewonnen werden. Ein Klon ist die genetisch identische Kopie eines Baumes. Klone bzw. vegetative Vermehrung kommen auch in der Natur vor und stellen einen Überlebensmechanismus in bestimmten Ökosystemen dar (z. B. im Hochgebirge oder in Auenwäldern).

Die Ausgangsbäume der auf diesen Sonderkulturen angepflanzten Individuen wurden einzeln nach bestimmten Kriterien ausgewählt, um Vermehrungsgut mit gewünschten Eigenschaften zu erhalten. Dabei können vielfältige Ziele mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung verfolgt werden:

- Erhaltung genetischer Ressourcen
- gezielte Erhöhung der genetischen Vielfalt
- Erhaltung von Arten
- qualitative und quantitative Leistungssteigerung der Holzproduktion
- Überführung von Züchtungsergebnissen
- technologische Optimierung der Ernte von forstlichem Vermehrungsgut

Ein Großteil der vorhandenen Samenplantagen ist das Ergebnis einer Plusbaumauswahl. Dazu werden vitale, angepasste, wüchsige, gutgeformte (je nach Baumart: z. B. gerade, vollholzig, wipfelschäftig, ohne Zwiesel, beulenfrei) Bäume ausgewählt und über Pfropfreiser, wie dies auch aus dem Obstbau bekannt ist, vegetativ vermehrt. Diese genetischen Kopien werden dann nach einem speziellen Verteilungsmuster in Samenplantagen gepflanzt, um Saatgut für Bäume mit ähnlichen Eigenschaften zu produzieren. Bei den forstwirtschaftlich relevanten Baumarten ist auch die Steigerung der Wuchseistung ein wichtiges Selektionskriterium. Die genannten Merkmale sind jedoch keine Ausschlusskriterien für die Biologische Vielfalt. Denn auch ein gerader Baum kann vielfältige Funktionen im Ökosys-

Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt

tem wahrnehmen und wäre zusätzlich für die Produktion von qualitativ hochwertigem Holz nutzbar. Dieser Bedarf ist vorhanden, denn nach wie vor ist Deutschland ein Holzimportland (Weimar 2018).

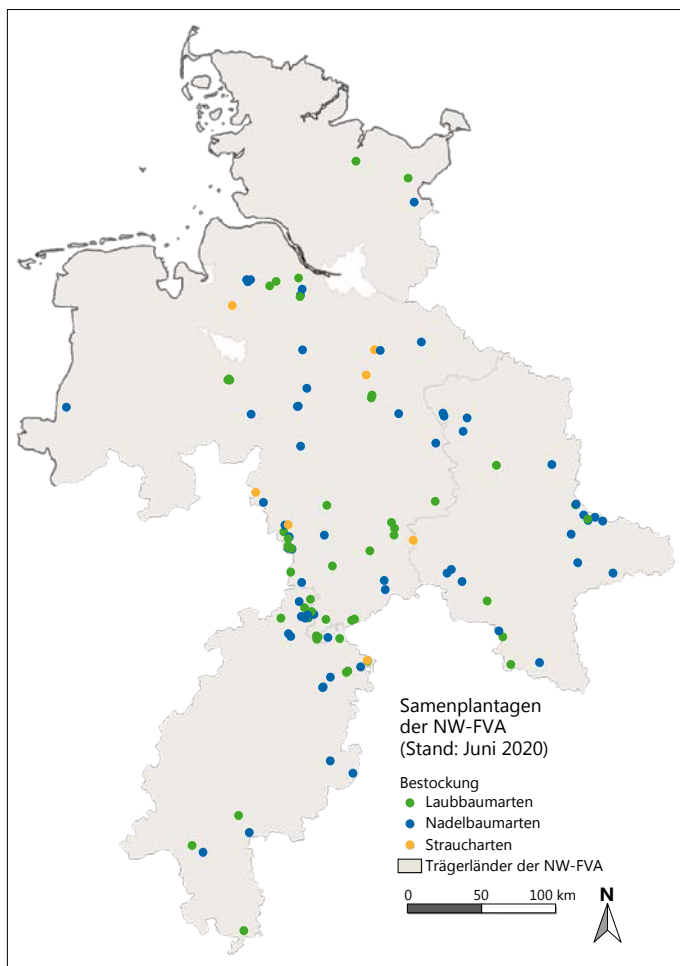
Samenplantagen der NW-FVA

In den Trägerländern der NW-FVA ist die Abteilung Waldgenressourcen für die Anlage und fachliche Betreuung der Samenplantagen verantwortlich. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit den Forstbetrieben und den Darren, die für die Ernte und Vermarktung des Saatgutes zuständig sind.

Die Auswahl der genetischen Komponenten für die Plantagen ist Teil von Forschungs- und Generhaltungsaufgaben der NW-FVA. Das Netz der NW-FVA umfasst derzeit über 200 Samenplantagen (Tabelle und Abbildung unten) auf rund 400 ha mit 10 Nadelbaumarten, 23 Laubbaumarten und 12 Straucharten (Tabelle rechts). Die Plantagen unterliegen einem strengen genetischen Qualitätsmanagement und das Saatgut wird im Rahmen wissenschaftlicher Versuchsprogramme genetisch geprüft.

Anzahl und Fläche der Samenplantagen in den Trägerländern der NW-FVA

Samenplantagen der NW-FVA	Niedersachsen	Hessen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	NW-FVA
Anzahl	116	70	31	5	222
Fläche [ha]	210	101	87	9	407



Samenplantagen der NW-FVA. An einigen Standorten befinden sich mehrere Samenplantagen.

Arten in den Samenplantagen der NW-FVA

Laubbaumarten		Nadelbaumarten	Straucharten
Bergahorn	Eberesche	Douglasie	Roter Hartriegel
Spitzahorn	Elsbeere	Gemeine Fichte	Gewöhnliche Hasel
Sandbirke	Speierling	Omorikafichte	Zweigrifflicher Weißdorn
Moorbirke	Robinie	Waldkiefer	Eingrifflicher Weißdorn
Rotbuche	Bergulme	Europ. Lärche	Pfaffenhütchen
Esche	Flatterulme	Hybridlärche	Faulbaum
Stieleiche	Walnuss	Jap. Lärche	Schlehe
Traubeneiche	Weide	Riesenmammutbaum	Kreuzdorn
Roteiche	Wildapfel	Strobe	Hundsrose
Schwarzerle	Wildbirne	Eibe	Schwarzer Holunder
Vogelkirsche			Roter Holunder
Sommerlinde			Gemeiner Schneeball
Winterlinde			

Optimierte Saatguternte in Samenplantagen

Die quantitativ nach wie vor wichtigste Quelle für Forstsaatgut ist der Saatguterntebestand, der bestimmte Voraussetzungen wie Mindestalter, Vitalität, Bestandsgröße und Form erfüllen muss und weitestgehend dem Regelbetrieb der normalen forstlichen Bewirtschaftung unterliegt. Die Saatguternte in diesen Beständen gestaltet sich allerdings zunehmend problematischer. Zum einen gibt es immer weniger Baumsteiger, welche die gefährliche Tätigkeit des Zapfenpflückens bei Koniferen durchführen, auf der anderen Seite hat sich bei Beständen schwersamiger Arten oft schon Naturverjüngung eingestellt, die das Sammeln erschwert. Auch veränderte Bewirtschaftungsformen mit früh einsetzender Zielstärkennutzung sowie großer Struktur- und Artenvielfalt lassen den typischen homogenen Saatguterntebestand immer seltener werden.

So kommt den Samenplantagen auch aus erntetechnologischer und wirtschaftlicher Sicht eine steigende Bedeutung zu. Die durchaus kostenintensive Anlage und Unterhaltung von Samenplantagen muss damit auch als langfristige Investition in ein wirtschaftliches Ernteverfahren betrachtet werden.

Ein Überblick über die Erntemenge aus Samenplantagen bei Baumarten, die dem FoVG unterliegen, zeigt die Tabelle auf Seite 37. Das Saatgut kommt als höherwertiges Vermehrungsgut auf den Markt und kann sowohl für Naturschutzaufgaben wie auch für forstliche Zwecke verwendet werden.



Pflege einer Kiefern-Samenanlage: Rückschnitt

Foto: M. Lau

Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt

Erntemengen der FoVG-Arten aus Samenplantagen der NW-FVA-Trägerländer

Quelle: [https://fgrdeu.genres.de/erntehandel/ernteaufkommen\(aufgerufen 20.05.2020\)](https://fgrdeu.genres.de/erntehandel/ernteaufkommen(aufgerufen%2020.05.2020))

Baumart	Erntemengen an reinem Saatgut [kg]					zur Orientierung: durchschnittliche Sämlingsausbeute nach Burkart 2018
	2015	2016	2017	2018	2019	Anzahl der Sämlinge pro kg Saatgut*
Bergahorn	128			178	203	3.000
Spitzahorn		602		165	570	4.000
Sandbirke		340		57	28	300.000
Moorbirke		253		119		300.000
Rotbuche		893			479	1.200
Stieleiche	870			5.998		150
Traubeneiche	2.632	2.434		2.472		200
Schwarzerle		8			22	100.000
Vogelkirsche		1.475		5.262		1.500
Sommerlinde		45		7		3.000
Winterlinde				5		12.000
Robine				545		40.000
Douglasie		266		254	273	30.000
Fichte	87	236		42		70.000
Kiefer	4	448	78	176	53	70.000
Europäische Lärche	6	526	117	269	583	30.000
Hybridlärche	22	92		56		Abhängig vom Hybridisierungsgrad
Gesamtergebnis	3.748	7.618	195	15.604	2.212	

*kann jährlich sehr schwanken

Samenplantagen – Beispiele

Bei den Samenplantagen für seltene Baumarten stehen Ziele des Artenschutzes im Vordergrund. Hierzu wird in Samenplantagen genetisch vielfältiges und artreines Ausgangsmaterial angepflanzt, das gegenüber den oft sehr kleinen natürlichen Vorkommen in der Vermehrung eine erhöhte genetische Vielfalt und damit verbesserte Anpassungsfähigkeit aufweist.

So wurden beispielsweise in den Wäldern Pflöpfung von einzeln stehenden Eiben gesammelt und in einer Samenplantage zusammengebracht. Auf diese Art und Weise ist wieder eine reproduktionsfähige Population entstanden, in der genetisch wertvolles Saatgut für Erhaltungsmaßnahmen gewonnen werden kann. Dieser Weg ist bei der Erhaltung und Nutzung des genetischen Potentials der Eibe sehr effektiv, da auf einer Plantage ein optimales Geschlechterverhältnis dieser zweihäusigen Art hergestellt werden kann. Außerdem wird durch die absichtlich gewählte Isolierung der Anlage die Einbringung von Kulturreiben aus Gärten oder Friedhöfen weitgehend vermieden.

Wildapfel und Wildbirne sind ebenfalls Beispiele, bei denen der Artenschutz und die Bildung reproduktionsfähiger Populationen das oberste Ziel darstellen. Wichtige Auswahlkriterien sind hier die Wildform und die Repräsentativität für eine konkrete Region, während Wuchsleistung und Schaftform hier nur untergeordnete Bedeutung haben.

Auch bei häufigen Arten gibt es besondere genetische Ressourcen, die unter dem Aspekt der genetischen Vielfalt in Samenplantagen gesichert werden, z. B. Fichte und Birke aus den Harzhochlagen. Als Beispiele für die Auswahl nach Leistungsfähigkeit – aber auch als Komponenten der genetischen und damit biologischen Vielfalt – können Herkünfte wie die Kiefer „Bärenthoren“, die „Sudentenlärche“ oder die Buche „Zwiesel-Ost“ genannt werden.

Samenplantagen dienen auch der Überführung von Ergebnissen der Forstpflanzenzüchtung. Ein besonders erfolgreicher Zweig der letzten Jahrzehnte war die Hybridlärchen-Züchtung. Das Ergebnis von über 40 Jahren Forstpflanzenzüchtung ist durch zugelassene Hybridlärchen-Samenplantagen nutzbar, die es ermöglichen, auf ökonomische Art und Weise der Praxis geprüftes Saatgut von Arthybriden aus Europäischer und Japanischer Lärche zur Verfügung zu stellen.

Rechtliche Aspekte

Für die meisten forstlich relevanten Baumarten sind die Zulassung von Ausgangsmaterial sowie die Ernte und der Vertrieb von Saat- und Pflanzgut durch das Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) geregelt. Dadurch wird ein Mindeststandard an Qualität und Herkunftssicherheit gewährleistet. Für Saatgut aus Samenplantagen sieht das FoVG eine eigene Kategorie „Qualifiziert“ vor. Baumarten wie z. B. Strobe, Wildapfel, Wildbirne, Ulmenarten, Sorbusarten (Elsbeere, Speierling, Eberesche), Eibe sowie alle Straucharten unterliegen aber nicht diesem Gesetz und ihre Verwendung für forstliche Zwecke ist somit nicht geregelt. Hier gewährleistet die wissenschaftlich fundierte Arbeit der NW-FVA beim Aufbau und der Pflege von Samenplantagen einen hohen Qualitätsstandard als Voraussetzung für die Herkunftssicherheit auch bei diesen nicht gesetzlich geregelten Arten.

Bei der nicht-forstlichen Verwendung in der freien Landschaft ist jedoch das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), insb. § 40, zu beachten. Bei den meisten Samenplantagen dürfte, ggf. nach entsprechender Registrierung, auch eine BNatSchG konforme Verwendung außerhalb des Waldes zukünftig möglich sein.



Flatterulmen-Samenplantage Fürstenberg (Niedersachsen), rechts: Ernte 2020
Fotos: M. Moos

Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt



Hybridlärchen-Samenplantage Stackelitz (Sachsen-Anhalt), rechts: Zapfen von Hybridlärchen

Fotos: NW-FVA

Mutterquartiere

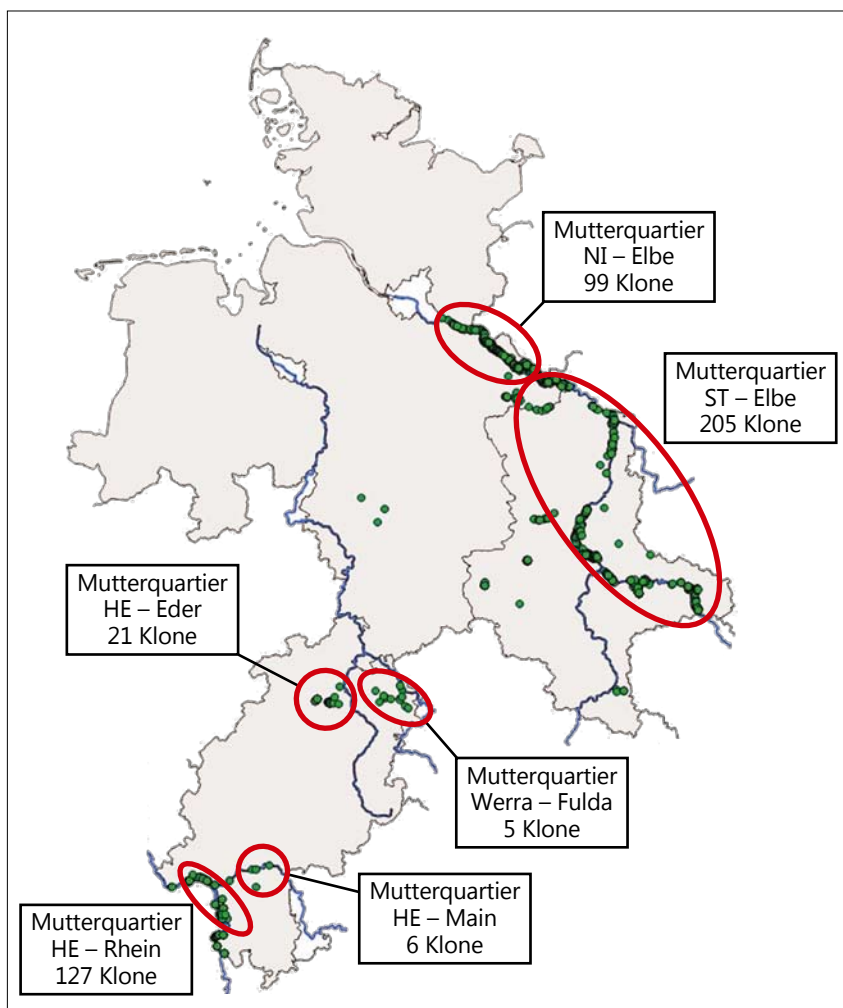
An der NW-FVA werden Mutterquartiere für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung von Pappeln und Weiden verwendet.

Als Beispiel sei an dieser Stelle die Schwarzpappel genannt. Die Schwarzpappel ist eine gefährdete Art der Auen. Für ihre Gefährdung sind zwei Faktoren maßgeblich: einerseits das Fehlen ihres angestammten Ökosystems im Überschwemmungsbereich der Auenwälder und andererseits die Gefährdung durch Einkreuzung fremdländischer (amerikanischer) Pappelarten. Die Hybridisierung der heimischen

Schwarzpappel durch nicht-heimische Pappelarten führte dazu, dass auf generativem Weg eine natürliche Erhaltung artreiner heimischer Schwarzpappelvorkommen vielerorts fast nicht mehr möglich ist. Die Hybriden sind in der Natur oft nicht eindeutig erkennbar. Es gibt aber genetische Marker für die Schwarzpappel, mit denen alle Individuen, die in Erhaltungsprogramme und damit in Mutterquartiere Eingang finden, auf ihre Artreinheit geprüft und genetisch charakterisiert werden.

Im Rahmen eines Projektes wurden bundesweit Schwarzpappelvorkommen genetisch untersucht. Im Ergebnis zeigte sich, dass sich die Schwarzpappeln nach Flusssystemen genetisch unterscheiden (Kätzel et al. 2007). Daher wurden die Mutterquartiere der NW-FVA getrennt nach Flusssystemen angelegt (Abb. links). Neben der Sicherung der genetischen Vielfalt kann aus diesen Anlagen Material für Maßnahmen der Erhaltung, des Arten- und Biotopschutzes oder der Renaturierung von Auenwäldern gewonnen werden.

Schwarzpappeln aus den Mutterquartieren der NW-FVA fanden im Jahr 2020 beispielsweise bei Rekultivierungsmaßnahmen an der Elbe in Sachsen-Anhalt Verwendung (z. B. Hohe Garbe, Möwenwerder).



In Mutterquartieren gesicherte Schwarz-Pappeln

Fazit

Vielfalt ist ein Garant für Überleben, und das auf allen Ebenen: der genetischen Vielfalt, der Artenvielfalt und der Vielfalt der Ökosysteme, aber auch der Vielfalt der Bewirtschaftungs- und Nutzungssysteme. Ziel der Forstwirtschaft sollte es sein, unseren Nachfahren mit dem Wald auch Optionen zu hinterlassen, die ihnen verschiedene Reaktionsmöglichkeiten bieten, um künftige Bedürfnisse der Gesellschaft erfüllen zu können. Dafür bietet die multifunktionale Forstwirtschaft gute Voraussetzungen. Durch die Anlage und Unterhaltung von Samenplantagen und Mutterquartieren auf einem sehr kleinen Teil der Waldfläche wird dieses Ansinnen optimal unterstützt.

Literaturverzeichnis

- Ahner J, Ahrends B, Engel F, Hansen J, Hentschel S, Hurling R, Meesenburg H, Mestemacher U, Meyer P, Möhring B, Nagel J, Pape B, Rohde M, Rumpf H, Schmidt M, Schmidt Mat, Spellmann H, Suttmöller J (2013): Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried. Entscheidungsunterstützung vor dem Hintergrund sich beschleunigt ändernder Wasserhaushalts- und Klimabedingungen und den Anforderungen aus dem europäischen Schutzgebietssystem Natura 2000. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 10, 398 S
- BMEL (2016): Forstliches Umweltmonitoring in Deutschland – Durchführungskonzept Forstliches Umweltmonitoring. 40 S
- BMEL 2020: Waldschäden: Bundesministerium veröffentlicht aktuelle Zahlen. Pressemitteilung Nr. 40/2020
- Böckmann T, Hansen J, Hauskeller-Bullerjahn K, Jensen T, Nagel J, Nagel R V, Overbeck M, Pampe A, Peterleit-Bitter A, Schmidt M, Schröder M, Schulz C, Spellmann H, Stüber V, Suttmöller J, Wollborn P (2019): Klimaangepasste Baumartenwahl in den Niedersächsischen Landesforsten. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt; Niedersächsische Landesforsten (Hrsg.): Aus dem Walde - Schriftenreihe Waldentwicklung in Niedersachsen, Band 61, 170 S
- BWaldG (1975): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037), zuletzt geändert am 17. Januar 2017 (BGBl. I S. 75).
- Burkart A (2018): Kulturanleitungen für Waldbäume und Wildsträucher. WSL Berichte, Heft 63, 104 S
- Dalelane C, Früh B, Steger C und Walter A (2018): A pragmatic approach to build a reduced regional climate projection ensemble for Germany using the EURO-CORDEX 8.5 ensemble, *J. Appl. Meteorol. Clim.*, 57, 477–491, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-17-0141.1>.
- Deutscher Wetterdienst, 2019: Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html?nn=369384.
- Deutscher Wetterdienst, 2020: Monatlicher Klimastatus Deutschland. DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach, www.dwd.de/klimastatus.
- Eichhorn J, Suttmöller J, Scheler B, Wagner M, Dammann I, Meesenburg H, Paar U (2019): Auswirkungen der Stürme und der Dürre 2018/2019 auf die Vitalität der Wälder in Nordwestdeutschland. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.) Waldzustandsbericht 2019 für Niedersachsen, 20-30. (Beitrag ist ebenfalls erschienen in den Waldzustandsberichten 2019 für Hessen (21-31), Sachsen-Anhalt (21-31) und Schleswig-Holstein (20-30))
- Ernteaufkommen Forstsaatgut: <https://fgrdeu.genres.de/ernteaufkommen/ernteaufkommen> (aufgerufen 20.05.2020)
- Feigenwinter I, Kotlarski S, Casanueva A, Fischer A M, Schwierz C und Liniger M A (2018): Exploring quantile mapping as a tool to produce user-tailored climate scenarios for Switzerland, *Technical Report MeteoSwiss*, 270, 44 S
- 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
- Hübener H, Bülow K, Fookan C, Früh B, Hoffmann P, Höpp S, Keuler K, Menz C, Mohr V, Radtke K, Ramthun H, Spekat A, Steger C, Toussaint F, Warrach-Sagi K und Woldt M (2017): ReKliEs-De Ergebnisbericht. DOI: 10.2312/WDCC/ReKliEsDe Ergebnisbericht.
- ICP Forests (2016): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg
- Institut für Biodiversität - Netzwerk e.V. (<https://www.bmu.de/faqs/biologische-vielfalt>) aufgerufen am 04.07.2020
- IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Jungclaus J H, Lorenz S J., Timmreck C, Reick C H, Brovkin V, Six K, Segschneider J, Giorgetta M A, Crowley T J, Pongratz J, Krivova N A, Vieira L E, Solanki S K, Klocke D, Botzet M, Esch M, Gayler V, Haak H, Raddatz T J, Roeckner E, Schnur R, Widmann H, Claussen M, Stevens B, Marotzke J (2010): Climate and Carbon-cycle Variability over the last Millenium. *CLIM. PAST DISCUSS.*, 6
- Kätzel R, Kramer W und Tröber U (2007): Erfassung der genetischen Ressourcen der Schwarz-Pappel in Deutschland. Schlussbericht des Auftrages „Erfassung und Dokumentation genetischer Ressourcen der Schwarz-Pappel und der Ulmenarten in Deutschland“, Teillos 1: „Erfassung und Dokumentation genetischer Ressourcen der Schwarz-Pappel (Populus nigra) in Deutschland“
- Monteith J L (1965): Evaporation and environment. – *Symp. Soc. Exp. Biol.* 19, 205-224
- Orlowsky B, Gerstengarbe F W, Werner P C (2008): A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 92, Issue 3-4, 209-223
- Penman H L (1948): Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. –*Proc. Roy. Meteorol. Soc. A* 193, 120-145
- RiBeS 2018 (Richtlinie für die Bewirtschaftung des Staatswaldes), Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 32 S
- Schulla J, Jasper K (2007): Model Description WaSiM-ETH. Technical report. http://www.wasim.ch/de/products/wasim_description.htm
- Stevens B M, Giorgetta M, Esch T, Mauritsen T, Crueger S, Rast M, Salzmann H, Schmidt J, Bader K, Block R, Brokopf I, Fast S, Kinne L, Kornblüeh U, Lohmann R, Pincus T, Reichler, Roeckner E (2013): Atmospheric component of the MPI-M Earth System Model: ECHAM6, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 5, 146-172 (doi:10.1002/jame.20015)
- Suttmöller J, Schönfelder E, Meesenburg H (2020): Perspektiven der Anwendung von Klimaprojektionen in der Forstwirtschaft. In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.): *promet – Meteorologische Fortbildung*, zur Veröffentlichung angenommen.
- UBA (2015): Monitoringbericht 2015 zur deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Umwelt Bundesamt, Dessau, Eigenverlag, 256 S
- Ulrich B (1991): Beiträge zur Methodik der Waldökosystemforschung. *Berichte des Forschungszentrums für Waldökosysteme/Waldsterben*. Reihe B, Band 24, 142 S
- UN 1992: The Convention on Biological Diversity – <https://www.cbd.int>: aufgerufen am 06.08.2020
- Verordnung über Erhebungen im forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV) vom 20. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4384)
- Weimar H (2018): Holzbilanzen 2015 bis 2017 für die Bundesrepublik Deutschland und Neuberechnung der Zeitreihe der Gesamtholzbilanz ab 1995. Thünen Working Paper 101, 26 S

HESSEN



Impressum:

Ansprechpartner

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Abteilung Umweltkontrolle

Sachgebiet Wald- und Bodenzustand

Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen

Tel.: 0551/69401-0

Fax: 0551/69401-160

Zentrale@nw-fva.de

www.nw-fva.de



Bearbeitung: Paar U, Dammann I,
Weymar J, Spielmann M und
Eichhorn J

Titelfoto: Heinemann H

Layout: Paar E

Herstellung: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2020
ist abrufbar unter
www.nw-fva.de und
www.umwelt.hessen.de

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

Prof. Dr. Johannes Eichhorn
Abteilungsleiter
Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Wald- und
Bodenzustand, Redaktion



Inge Dammann
Leiterin der Außenaufnahmen,
Auswertung, Redaktion



Dr. Jan Evers
Bodenzustandserhebung



Andreas Schulze
Datenmanagement



Jörg Weymar
Außenaufnahmen und Kontrollen



Michael Spielmann
Außenaufnahmen und Kontrollen



Dr. Bernd Westphal
Außenaufnahmen und Kontrollen



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