

Waldzustandsbericht 2020



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Umwelt, Landwirtschaft
und Energie



NW-FVA

Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt



Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

der Wald ist das erste Opfer der Klimakrise. Die Klimaveränderungen und daraus folgende Extremwetter wie Stürme und Trockenheit stellen eine ernste Gefährdung für unsere Wälder dar. Eine Verschlechterung des Waldzustandes mindert die Abwehrfunktionen von Waldökosystemen. Biotische und abiotische Schaderreger können sich schneller ausbreiten.

Der vorliegende Waldzustandsbericht informiert über die Inhalte und Ergebnisse der erfolgten Waldzustandserhebung 2020 in Sachsen-Anhalt. Des Weiteren erläutert er allgemeinverständlich die Ursachen der Schäden und deren Auswirkungen in unseren Wäldern. Für die umfangreiche Datenerfassung, -auswertung und Darstellung der Ergebnisse möchte ich der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt hiermit meinen Dank aussprechen.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen für die Jahre 2018 bis 2020 die höchsten Anteile stark geschädigter und abgestorbener Bäume. Daraus resultieren erhebliche Schadh Holz- und Wiederaufforstungsumfänge in allen

Waldbesitzarten. Das waldschutzrelevante Schadgeschehen im Bereich der rinden- und holzbrütenden Insekten sowie invasiven pilzartigen Krankheitserregern ist weiterhin auf hohem Niveau. Die Vitalitätsparameter aller Baumartengruppen belegen eine Verschlechterung des Waldzustandes. Allgemein liegt der Schwerpunkt der Schäden bei allen Bäumen im Bereich der mittelalten und alten Bestände in Abhängigkeit von der jeweiligen Standortswasserbilanz.

Die Fichten beinhalten das größte Ausmaß der Schäden durch Sturm, Trockenheit und Insektenbefall. 60 Prozent der Schadh Holzumfänge betreffen die Fichte und etwa 23 Prozent die Kiefer. Bei der Eiche bleibt das Schadgeschehen auf dem Vorjahresniveau bestehen. Des Weiteren ist bei den Eichen im Vergleich zur Fichte und Buche kein sprunghafter Anstieg des Schadh Niveaus im Jahr 2020 zu verzeichnen. Größere nennenswerte Ausfälle bei den anbauwürdigen eingeführten Baumarten wie die Roteiche und Douglasie sind bisher nicht zu verzeichnen. Aufgrund der hohen Blößenumfänge in der Standortsregion Mittelgebirge (Harz) ist mit weiteren Sturmschäden aufgrund fehlender Deckungsbeziehung zu rechnen.

Die Schäden in den Wäldern sind sichtbar. Folgeschäden durch mehrjährigen Trockenstress werden vermutlich auch in den kommenden Jahren noch festzustellen sein. Mit zunehmendem Trockenstress kommt es zu einer verminderten Produktivität sowie einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber weiteren abiotischen und biotischen Stressfaktoren. Gründe für den Trockenstress sind verlängerte Vegetationsperioden und eine erhöhte Verdunstungsrate bei den meisten mitteleuropäischen Baumarten.

Aufgrund der Schäden vergangener Jahre steht derzeit die Wiederaufforstung der Schadh Flächen im Mittelpunkt des Interesses. Die entstandenen Freiflächen und Störungslöcher müssen unter Beachtung ökonomischer, ökologischer sowie sozialer Aspekte mit Baumarten auf Grundlage der Herkunftsempfehlungen des Landes Sachsen-Anhalt wiederbewaldet werden. Und zwar mit Bäumen, die sowohl mit dem herrschenden, als auch dem künftigen Klima zurechtkommen. Das bereits veröffentlichte Merkblatt „Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl im Land Sachsen-Anhalt“ bietet für alle Waldbesitzenden hierfür eine wertvolle Handreichung.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern eine informative Fachlektüre und verknüpfe dies mit der Bitte, alles zu tun, um unsere Wälder im Zuge der Klimakrise zu stärken sowie sich aktiv für den Klimaschutz einzusetzen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Dalbert'.

Prof. Dr. Claudia Dalbert
Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Inhaltsverzeichnis	3
Hauptergebnisse	4
Inge Dammann und Uwe Paar	
Forstliches Umweltmonitoring	6
Johannes Eichhorn, Inge Dammann und Uwe Paar	
WZE-Ergebnisse für alle Baumarten	8
Inge Dammann und Uwe Paar	
Kiefer	10
Fichte	11
Buche	12
Eiche	14
Andere Laub- und Nadelbäume	16
Witterung und Klima	18
Johannes Suttmöller	
Insekten und Pilze	22
Martin Rohde, Rainer Hurling, Gitta Langer, Johanna Bußkamp, Pavel Plašil und Ines Graw	
Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl	25
Hermann Spellmann, Johannes Suttmöller, Hans Hamkens und Ralf-Volker Nagel	
Samenplantagen und Mutterquartiere als Beitrag zur Biologischen Vielfalt	32
Matthias Paul, Wilfried Steiner, Samuel Schleich, Meinolf Lau, Dagmar Leisten, Matthias Moos und Carola Schmidt	
Stoffeinträge	36
Birte Scheler	
Literaturverzeichnis	39
Impressum	40

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Der Witterungsverlauf 2020 brachte keine Entlastung für die Walder in Sachsen-Anhalt. Erneut war es zu warm und zu trocken, so dass nach drei aufeinanderfolgenden Jahren mit extremer Witterung die Schäden in den Wäldern deutlich höher sind als im Zeitraum 1991-2017. Der Vitalitätszustand aller Baumartengruppen hat sich seitdem verschlechtert, insbesondere in den Fichtenbeständen sind die Schäden verheerend. Mehr als 60 % der Fichten in der Stichprobe der Waldzustandserhebung mussten seit 2017 als Schadholz entnommen werden oder sind abgestorben.

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Sachsen-Anhalt erreichte 2019 mit 26 % den höchsten Wert seit Beginn der Waldzustandserhebung. 2020 ist mit 25 % mittlerer Kronenverlichtung keine wesentliche Verbesserung eingetreten.

Mit Sturmschäden, Trockenstress und Insektenbefall setzte 2018 eine Entwicklung der Schäden in den Wäldern ein, die bislang nicht zum Stillstand gekommen ist. Gegenüber 2017 hat sich in allen Baumartengruppen – vor allem aber bei den Fichten – das Schadniveau erhöht. Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 19 % ist der Kronenzustand der älteren Kiefern weiterhin markant besser als der von Fichte, Buche und Eiche.

Der Anteil starker Schäden liegt für den Gesamtwald in Sachsen-Anhalt 2020 mit 10,1 % etwas niedriger als 2019 (12 %), übersteigt aber weit das langjährige Mittel (3,1 %). Den höchsten Anteil starker Schäden weist auch in diesem Jahr die Fichte (29,6 %) auf.

Auch die Absterberate überschreitet 2020 (1,8 %) den langjährigen Mittelwert (0,5 %). Alle Baumarten(gruppen) weisen 2020 überdurchschnittliche Absterberaten auf.

Die Ausfallrate (als Schadholz entnommene Bäume) beträgt in diesem Jahr 2,1 %. Bei der Fichte ist die Ausfallrate besonders hoch (31,1 %).



Foto: K. Dammann



Foto: M. Spielmann

Die Baumartenverteilung in der WZE-Stichprobe in Sachsen-Anhalt ergibt für die Kiefer einen Flächenanteil von 57 %, die Ergebnisse der Waldzustandserhebung für den Gesamtwald in Sachsen-Anhalt werden daher stark durch die vergleichsweise niedrigen Verlichtungswerte der Kiefer geprägt. Die Fichte ist mit 6 %, die Eiche mit 12 % und die Buche mit 8 % im Kollektiv der Waldzustandserhebung vertreten. Die anderen Laubbäume nehmen einen Anteil von 16 % ein, die anderen Nadelbäume sind relativ selten (1 %).

Witterung und Klima

Im Vegetationsjahr 2019/2020 setzte sich die Trockenheit im dritten Jahr in Folge unvermindert fort. Mit einer Mitteltemperatur von 10,9 °C (+2,4 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 Sachsen-Anhalt bereits zu einer signifikanten Erwärmung geführt hat. Die Jahresmitteltemperatur ist von 8,5 °C auf 9,6 °C in den letzten dreißig Jahren angestiegen. Im Vegetationsjahr 2019/2020 fielen im Flächenmittel des Landes 532 mm Niederschlag. Dies entspricht nahezu dem langjährigen Niederschlagsoll der Klimanormalperiode 1961-1990. Damit reichten die Niederschläge jedoch nicht aus, um die Defizite der letzten Jahre auszugleichen und die tieferen Bodenschichten zu durchfeuchten.

Hauptergebnisse

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.

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

Die Klimaangepasstung der Wälder ist derzeit die größte Herausforderung der Forstbetriebe. Die erarbeiteten Entscheidungshilfen der NW-FVA zur klimaangepassten Baumartenwahl basieren auf der so genannten Standortwasserbilanz in der Vegetationszeit (SWB_{VZ}) und der Nährkraftstufe. Dabei wird das Trockenstressrisiko der Wälder unter zukünftigen Klimabedingungen des Klimaszenarios RCP8.5 anhand der SWB_{VZ} abgeschätzt.

Zwischen den Baumarten gibt es hinsichtlich der Ansprüche an die Standortbedingungen deutliche Unterschiede. Zur Potenzialabschätzung der Baumarten wurde an der NW-FVA eine Zuordnungstabelle entwickelt, in der die Stellung der Baumarten in Mischwäldern entsprechend ihrer Wasser- und Nährstoffansprüche nach der SWB_{VZ} und der Nährkraftstufe eingeordnet werden. Die erarbeiteten Bestandeszieltypen (BZT) werden über einen Webdienst der NW-FVA der Praxis zur Verfügung gestellt. In der Regel ergeben sich unter künftigen Klimabedingungen mehrere Optionen für die Wahl geeigneter BZT. Ihre Anzahl ist gegenüber heute allerdings weitaus geringer, weil ein nicht unerheblicher Teil der Waldstandorte in Sachsen-Anhalt sich bezüglich der SWB_{VZ} schon bis zur Mitte des Jahrhunderts in Bereiche verschlechtert, die die Auswahl möglicher BZT stark einschränken.



Foto: M. Spielmann



Foto: M. Delpho

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.

In Sachsen-Anhalt war 2019 ein weiteres sehr niederschlagsarmes Jahr. In den Kiefernbeständen betrug die Niederschlagsmenge in Klötze rund 75 % und in Nedlitz 85 % des 10-jährigen Mittels der Jahre 2009-2018. Obwohl die Niederschläge 2019 höher waren als 2018, war die Höhe der Stoffeinträge im Freiland und unter Kiefer geringer als im Vorjahr.

Der Sulfatschwefeleintrag betrug 2019 nur noch zwischen 1,6 (Colbitz Kiefer) und 2,9 (Klötze Douglasie) kg je Hektar. Hier zeigt sich deutlich der Erfolg verschiedener Maßnahmen zur Luftreinhaltung.

Die Stickstoffeinträge (Ammonium und Nitrat) haben auf den langjährig untersuchten Kiefernflächen in Nedlitz und Klötze ebenfalls signifikant abgenommen. Der anorganische Stickstoffeintrag betrug 2019 unter Kiefer zwischen 7,1 (Colbitz) und 12,0 (Nedlitz) sowie unter Douglasie (Klötze) 13,7 kg je Hektar.

Forstliches Umweltmonitoring

Johannes Eichhorn, Inge Dammann und Uwe Paar

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.

Das Forstliche Umweltmonitoring 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. Dies wird konkretisiert durch die Verordnung über Erhebungen zum Forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV 2013) und durch das Durchführungskonzept Forstliches Umweltmonitoring (BMEL 2016). Die Rechtsgrundlagen sichern eine methodische Vergleichbarkeit über lange Zeiträume und über Ländergrenzen.

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 Bodenschuttkalkung (Level III).

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

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist Teil des Forstlichen Umweltmonitorings in Sachsen-Anhalt. Sie liefert als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen. Das Stichprobenraster der Waldzustandserhebung ist darauf ausgelegt, die gegenwärtige Situation des Waldes landesweit repräsentativ abzubilden. Ergebnis ist das Gesamtbild des Waldzustandes für das Bundesland.



Tensiometer zur Messung der Bodenfeuchte

Foto: J. Weymar



WZE-Aufnahmeteam

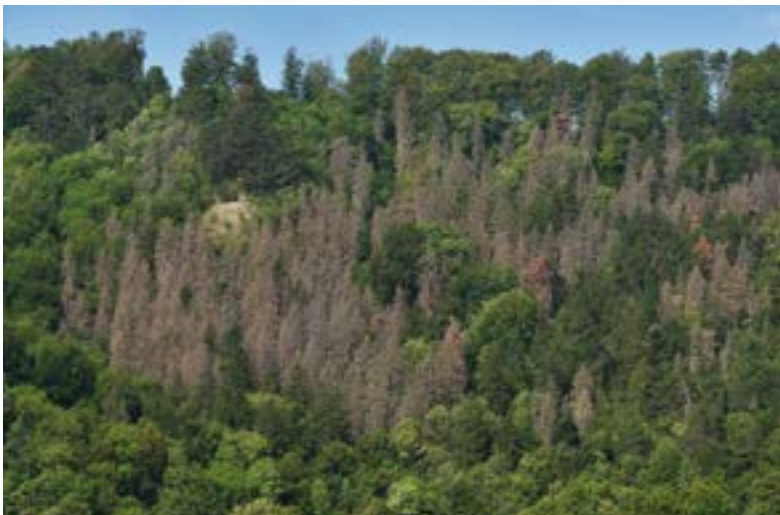
Foto: M. Spielmann

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.

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Sachsen-Anhalt verteilten Rasternetz werden seit 1991 an jedem Erhebungspunkt 24 Stichprobenbäume begutachtet. Die Waldzustandserhebung wurde im Zeitraum 1991 bis 2014 im 4 km x 4 km-Raster durchgeführt. Ab 2015 beträgt die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes 8 km x 8 km. Für Buche, Eiche, Fichte sowie die anderen Laub- und Nadelbäume wurde das 4 km x 4 km-Raster beibehalten, wenn 2014 mindestens 6 Bäume dieser Baumartengruppen am WZE-Punkt vorhanden waren. Nach einer Rasterüberprüfung im Frühjahr 2020 wurden 14 weitere WZE-Punkte in das 8 km x 8 km-Raster integriert, so dass jetzt 188 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv gehören, von denen in diesem Jahr 173 Erhebungspunkte in die Inventur einbezogen werden konnten. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte, Kiefer und die Gruppe der anderen Laubbäume. Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle Seite 7 die 95 %-Konfidenzintervalle (= Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2020. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Die Weite des Vertrauensbereiches wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Anzahl der Stichprobenpunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte. Für relativ homogene Auswerteeinheiten mit relativ gering streuenden



Borkenkäferschäden 2020

Foto: J. Weymar

Kronenverlichtungen (z. B. Kiefer über 60 Jahre) sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten, die sowohl in der Altersstruktur als auch in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen (z. B. alle Baumarten über 60 Jahre).

Aufnahmeparameter

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

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

Baumarten- gruppe	Altersgruppe	Anzahl Bäume	Anzahl Plots	Raster	95%-Konfidenz- intervall (+/-)
Buche	alle Alter	495	40	4x4 km	6,7
	bis 60 Jahre	123	9	4x4 km	8,6
	über 60 Jahre	372	34	4x4 km	5,9
Eiche	alle Alter	762	77	4x4 km	5,0
	bis 60 Jahre	173	20	4x4 km	6,3
	über 60 Jahre	589	65	4x4 km	4,6
Fichte	alle Alter	382	22	4x4 km	18,8
	bis 60 Jahre	119	5	4x4 km	9,1
	über 60 Jahre	263	17	4x4 km	22,7
Kiefer	alle Alter	1090	55	8x8 km	2,8
	bis 60 Jahre	216	15	8x8 km	4,9
	über 60 Jahre	874	44	8x8 km	3,0
andere Laubbäume	alle Alter	901	89	4x4 km	5,9
	bis 60 Jahre	347	44	4x4 km	10,4
	über 60 Jahre	554	65	4x4 km	6,7
andere Nadelbäume	alle Alter	139	14	4x4 km	5,9
	bis 60 Jahre	99	8	4x4 km	5,6
	über 60 Jahre	40	7	4x4 km	6,7
alle Baumarten	alle Alter	1920	80	8x8 km	4,5
	bis 60 Jahre	507	27	8x8 km	8,2
	über 60 Jahre	1413	63	8x8 km	5,2

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.

Mittlere Kronenverlichtung

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

Starke Schäden

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

Absterberate

Die Absterberate ergibt sich aus den Bäumen, die zwischen der Erhebung im Vorjahr und der aktuellen Erhebung abgestorben sind und noch am Stichprobenpunkt stehen. Durch Windwurf, Durchforstung usw. 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 zur Baumklasse 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 und Insekten- oder Pilzbefall (insbesondere durch Borkenkäfer) am Stichprobenpunkt liegenden bzw. entnommenen Bäumen.

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Inge Dammann und Uwe Paar

Die extremen Witterungsbedingungen der Jahre 2018 bis 2020 haben zu sichtbaren Schäden in den Wäldern Sachsen-Anhalts geführt. Nach Sturmwurf und Borkenkäferbefall prägen umfangreiche Freiflächen und abgestorbene Fichten das Waldbild im Harz.

Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2020 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Sachsen-Anhalt (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 25 % aus. Nachdem im Vorjahr mit 26 % der höchste Wert in der Zeitreihe der Waldzustandserhebung erreicht wurde, hat sich 2020 die Situation nicht nennenswert verbessert.

Am höchsten ist die mittlere Kronenverlichtung der älteren Fichten (55 %) und Buchen (44 %). Für die älteren Eichen und die Gruppe der anderen Laubbäume (alle Alter) beträgt die mittlere Kronenverlichtung 38 bzw. 36 %. Insgesamt wird der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung für den Gesamtwald ganz wesentlich durch die Kiefer geprägt, die als häufigste Baumart in Sachsen-Anhalt maßgeblich das Gesamtergebnis mit relativ konstanten niedrigen Verlichtungswerten (über 60-jährige Kiefern 2020: 19 %) beeinflusst.

Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt im Mittel der Zeitreihe bei 3,1 %. 2020 wird dieser Mittelwert erneut deutlich überschritten (10,1 %). Bei allen Baumartengruppen liegt der Anteil starker Schäden 2020 weit über dem langjährigen Durchschnitt. Die Spanne der starken Schäden reicht in diesem Jahr von 3,6 % (Kiefer) bis 29,6 % (Fichte).

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.

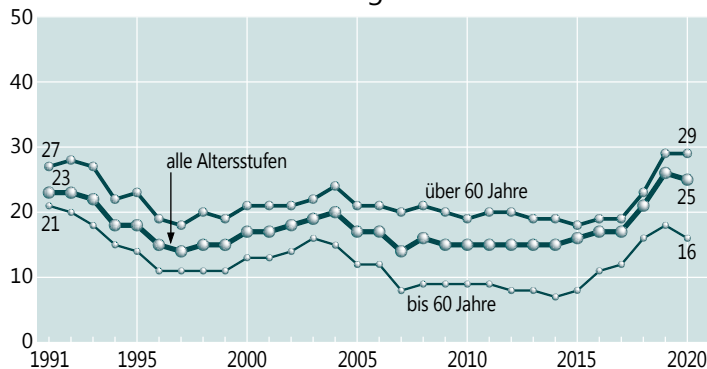


Foto: J. Evers

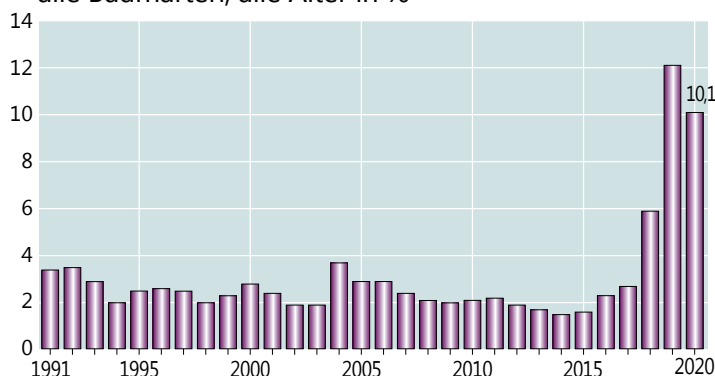


Foto: J. Weymar

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Absterberate

Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) ist 2020 mit 1,8 % niedriger als im Vorjahr, übersteigt das langjährige Mittel aber um das 3-fache. Im Zeitraum 1992-2017 lag die Absterberate in allen Jahren unter 1 %. 2020 weisen alle Baumartengruppen überdurchschnittliche Absterberaten auf. Am niedrigsten ist sie bei den Kiefern (1,5 %), am höchsten bei den Fichten (11,8 %).

Ausfallrate

Die Ausfallrate ist das Ergebnis der infolge von Sturmwurf, Trockenheit, Insekten- und Pilzbefall (z. B. Borkenkäferbefall) am Stichprobenpunkt liegenden oder entnommenen Bäume. Die jährlichen Ausfallraten bilden die Auswirkungen der Stürme „Kyrill“ (2007) und „Friederike“ (2018) deutlich ab. In beiden Jahren waren Sturmschäden die Hauptausfallursache. 2019 und 2020 war dagegen Borkenkäferbefall der Hauptausfallgrund. Besonders betroffen ist 2020 die Fichte mit einer Ausfallrate von 31,1 %.

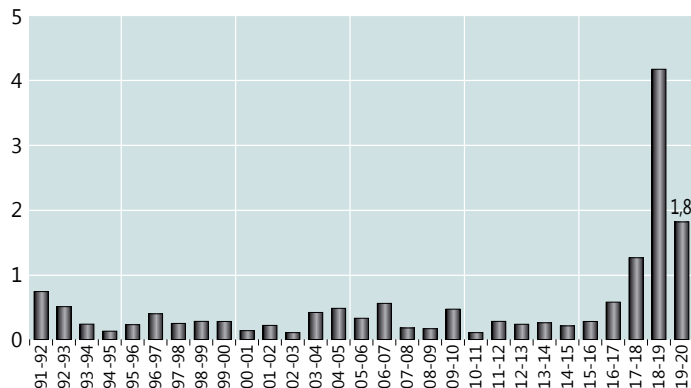
Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind häufig ein Indiz für Magnesiummangel in der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Der Anteil an Bäumen mit nennenswerten Vergilbungen (>10 % der Nadel- bzw. Blattmasse) liegt im Erhebungszeitraum zwischen 0,1 % und 11 %, die Vergilbungen waren überwiegend gering ausgeprägt. 2020 wurden keine Vergilbungen an den Stichprobenbäumen festgestellt.

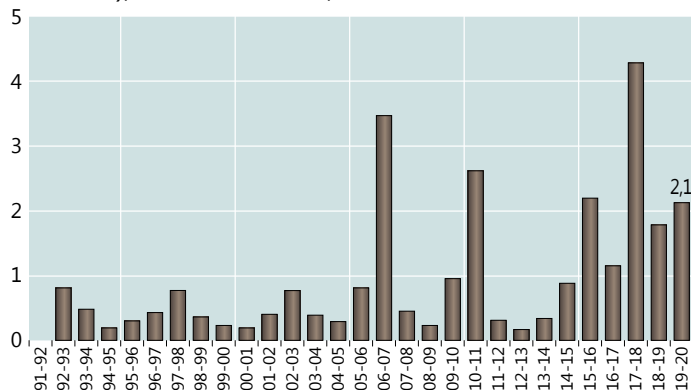


Foto: M. Spielmann

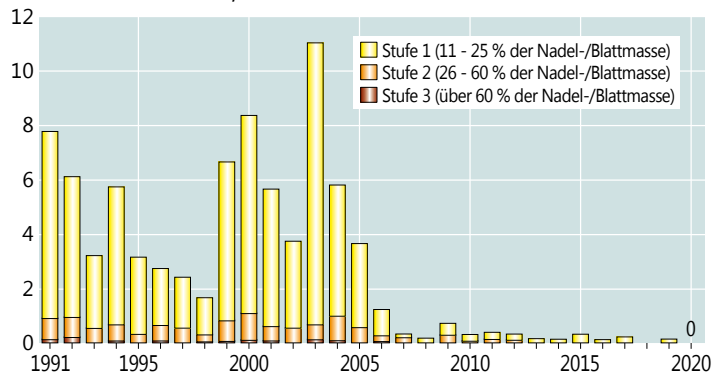
Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Baumarten, alle Alter in %



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



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



Fazit

Seit drei Jahren haben Stürme, Borkenkäfer, Hitze- und Trockenperioden umfangreiche Schäden in den Wäldern verursacht. Die Vitalitätsparameter aller Baumartengruppen belegen eine erhebliche Verschlechterung des Waldzustandes. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen 2018 bis 2020 die höchsten Anteile an stark geschädigten und abgestorbenen Bäumen. Die mit Abstand höchsten Ausfallraten sind bei der Fichte aufgetreten. Strukturelle Störungen in Form von Blößen und Freiflächen sind die Folge. Die Krise der Wälder ist noch nicht überstanden, Folgeschäden durch den mehrjährigen Trockenstress werden vermutlich auch in den nächsten Jahren noch festzustellen sein.

Kiefer

Die WZE-Ergebnisse für die Kiefern zeigen eine moderate Reaktion auf das Witterungsgeschehen der letzten drei Jahre. Schadensausmaß und -intensität sind bei der Kiefer geringer als bei den anderen Baumarten, gleichwohl gab es auch bei der Kiefer lokal Schäden durch Sturm, Pilzbefall und Trockenheit.

Ältere Kiefer

Die älteren Kiefern wiesen im ersten Erhebungsjahr 1991 – mitverursacht durch Insektenschäden – einen hohen Verlichtungsgrad auf. In den Folgejahren verbesserte sich der Kronenzustand erheblich und die Kiefer ist seit Mitte der 1990er Jahre unter den Hauptbaumarten die Baumart mit den niedrigsten Kronenverlichtungswerten. Dies gilt – trotz erhöhter Werte – auch für 2020 mit einer mittleren Kronenverlichtung von 19 %.

Jüngere Kiefer

Im Zeitraum 2005-2017 war die Benadelung der jüngeren Kiefern gut. 2015 wurde der niedrigste Verlichtungswert im Erhebungszeitraum festgestellt. Nach einer Zunahme der Verlichtung 2018 liegt die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefern 2019 und 2020 wieder unter 10 %.

Im Gegensatz zu Buche, Fichte und Eiche sind bei der Kiefer die Unterschiede im Kronenverlichtungsgrad zwischen den Altersgruppen sehr viel weniger ausgeprägt.

Starke Schäden

Auch bei den starken Schäden heben sich die Ergebnisse der Kiefern von denen der anderen Baumarten ab. Seit 1992 liegt der Anteil starker Schäden bei der Kiefer in allen Jahren unter dem Mittelwert für alle Baumarten. Es gibt nur wenige Schwankungen in der Zeitreihe, der langjährige Mittelwert beträgt 1,2 %. 2020 sind 3,6 % der Kiefern stark geschädigt.

Absterberate

Die Absterberate der Kiefern liegt im Mittel der Jahre 1992-2020 bei 0,3 %. In den ersten beiden Erhebungsjahren wurden erhöhte Absterberaten (bis 0,8 %) festgestellt. Bei der Waldzustandserhebung 2020 ist die Absterberate der Kiefer ebenfalls erhöht (1,5 %).

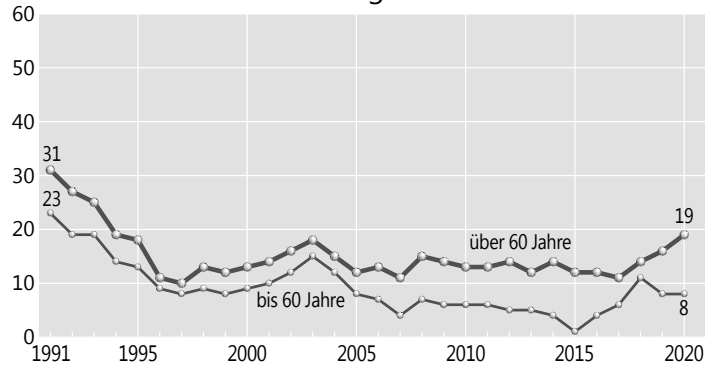
Ausfallrate

Jährlich fallen im Durchschnitt 0,7 % der Kiefern aufgrund außerplanmäßiger Nutzung (liegende bzw. entnommene Bäume) aus. 2007 und 2018 führten Sturmschäden zu erhöhten Ausfallraten, 2011 wurden überdurchschnittlich viele Kiefern wegen Schneebruch und Insektenschäden entnommen. Die Ausfallrate 2020 (0,2 %) liegt unter dem langjährigen Mittelwert.

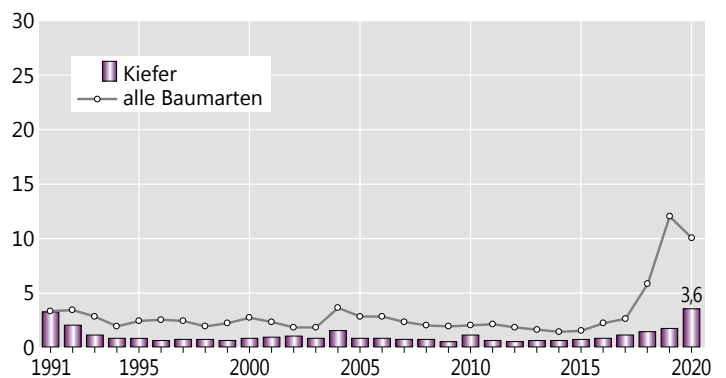


Foto: J. Evers

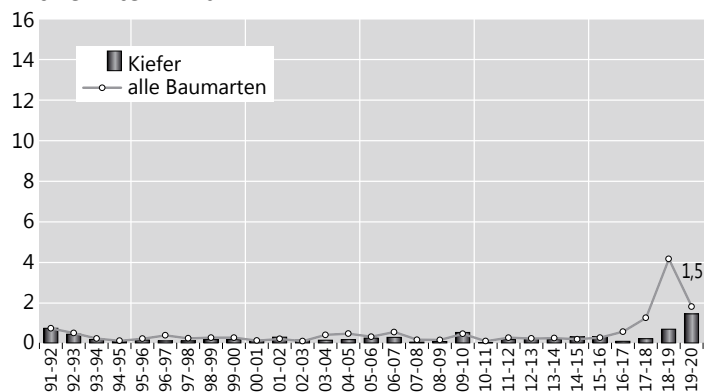
Mittlere Kronenverlichtung in %



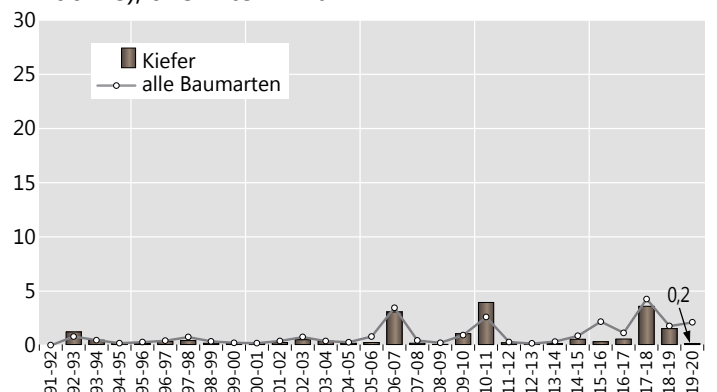
Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Fichte

Das Ausmaß der Schäden durch Sturm, Trockenheit und Borkenkäferbefall ist bei den Fichten auch 2020 außergewöhnlich hoch. Die Anteile starker Schäden und die Absterbe- und Ausfallraten überragen die Mittelwerte der Zeitreihe um ein Vielfaches.

Ältere Fichte

Bei den älteren Fichten werden im gesamten Beobachtungszeitraum vergleichsweise hohe Kronenverlichtungswerte zwischen 21 und 35 % registriert. 2019 stieg die mittlere Kronenverlichtung auf 43 % an. 2020 wird ein neuer Rekordwert (55 %) seit Beginn der Waldzustandserhebung erreicht.

Jüngere Fichte

Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Fichten hat 2020 abgenommen und entspricht jetzt den Werten vor 2018.

Starke Schäden

Bis zum Jahr 2003 wurden bei den älteren Fichten vergleichsweise niedrige Anteile starker Schäden (zwischen 0,6 und 3 %) verzeichnet, nach dem Trockenjahr 2003 stiegen die Anteile an. Ab 2018 hat der Anteil stark geschädigter Fichten stark zugenommen. 2020 ist mehr als jede vierte Fichte stark geschädigt (29,6 %).

Absterberate

Bis zum Jahr 2003 war die Absterberate überwiegend gering, anschließend wurden infolge von Trockenstress und Borkenkäferbefall bis 2007 erhöhte Absterberaten (bis 1,3 %) ermittelt. Die durchschnittliche Absterberate (1992-2020) beträgt 1,3 %. Seit 2018 zeigt sich ein grundlegend anderes Bild: Im Jahr 2018 war die Absterberate mit 3,4 % bereits deutlich erhöht, 2019 folgte ein Höchstwert (16 %) und 2020 starben weitere 11,8 % der Fichten ab.

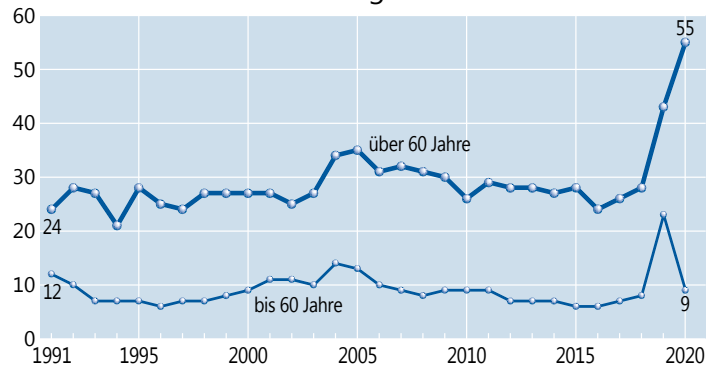
Ausfallrate

Der Anteil liegender bzw. entnommener Fichten liegt im Mittel der Beobachtungsjahre bei jährlich 3 %. 2018 wurden aufgrund der Sturmschäden 13 % der Fichten außerplanmäßig entnommen. 2019 überwogen die Ausfälle (9 %) durch Borkenkäferbefall. 2020 führte die massive Ausbreitung der Borkenkäferschäden dazu, dass fast ein Drittel der Fichten (31 %) gefällt werden mussten.

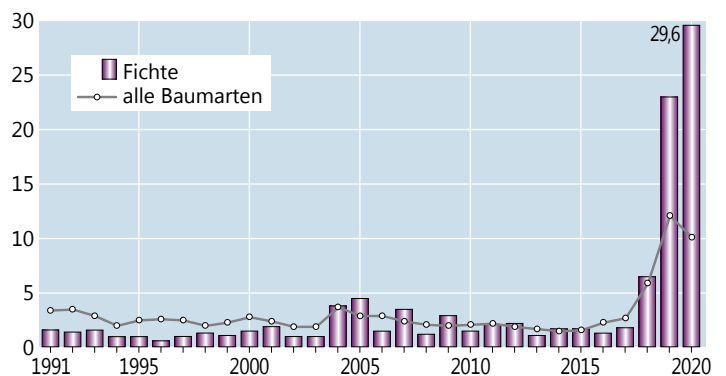


Foto: M. Spielmann

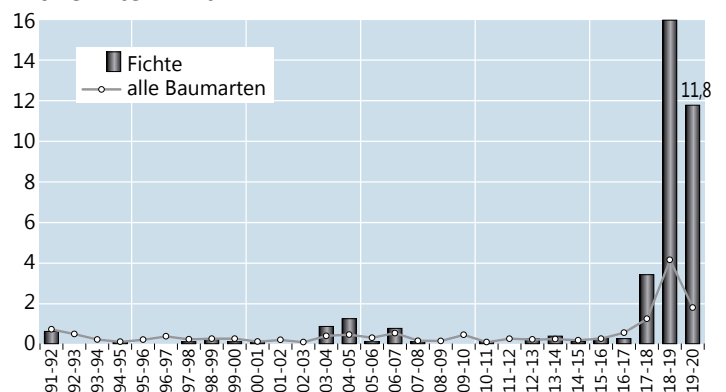
Mittlere Kronenverlichtung in %



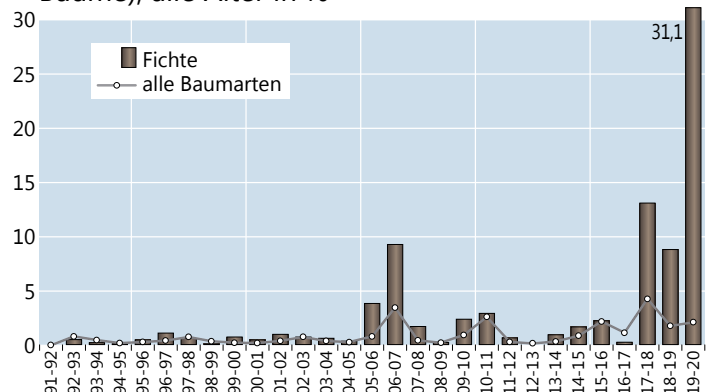
Anteil starker Schäden (inkl. abgestorbener Bäume), alle Alter in %



Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Buche

Für die Buchen bleibt das 2019 festgestellte erhöhte Schadniveau auch 2020 bestehen.

Ältere Buche

Bei den älteren Buchen beträgt die mittlere Kronenverlichtung in diesem Jahr 44 %.

Die höchsten Kronenverlichtungswerte sind bei den älteren Buchen nach extremen Hitze- und Trockenjahren aufgetreten. 2019 und 2020 liegen die Werte noch höher als im Anschluss an das Trockenjahr 2003.

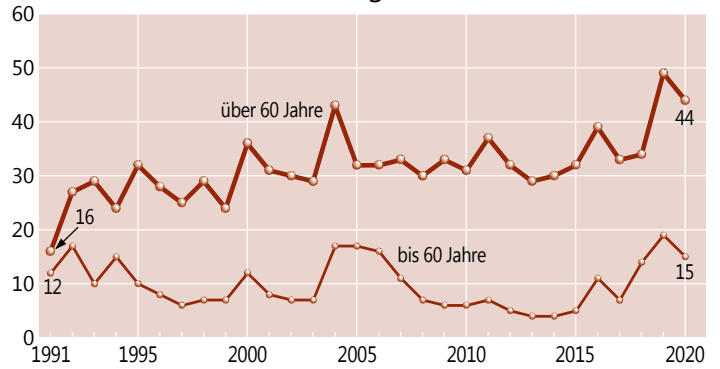
Jüngere Buche

Bei der Buche sind die Unterschiede in der Belaubungsdichte zwischen jüngeren und älteren Beständen besonders stark ausgeprägt. 2019 wird aber auch bei den jüngeren Buchen der höchste Kronenverlichtungswert im Erhebungszeitraum festgestellt, 2020 hält die Phase erhöhter Verlichtung weiter an.

Starke Schäden

Wie beim Verlauf der mittleren Kronenverlichtung treten auch beim Anteil starker Schäden im Beobachtungszeitraum Schwankungen auf, 2019 wurde ein Extremwert (21 %) ermittelt. 2020 ist der Anteil stark geschädigter Buchen mit 15,2 % 3-mal so hoch wie der langjährige Mittelwert (4,9 %).

Mittlere Kronenverlichtung in %



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

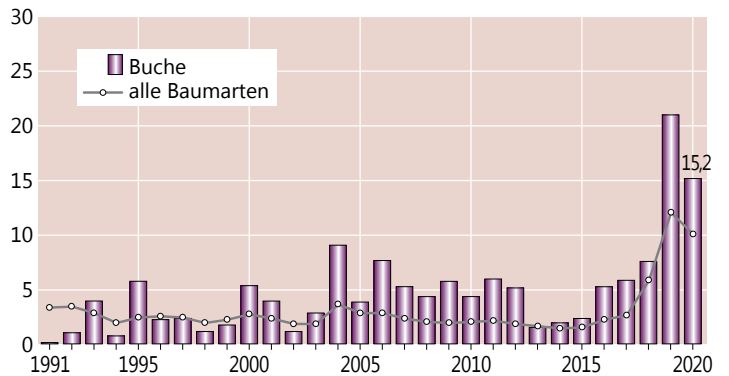


Foto: H. Heinemann

Buche

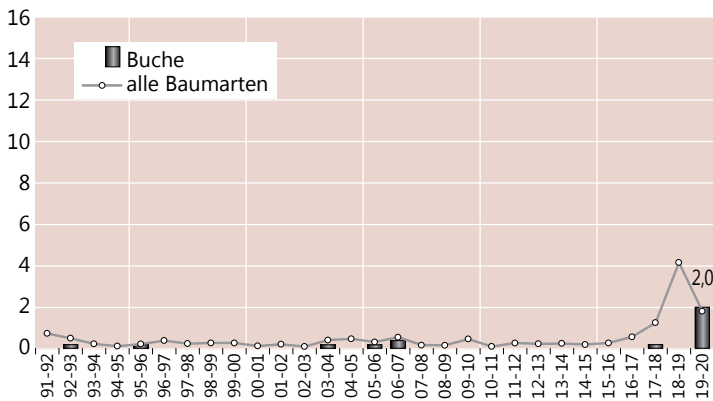
Absterberate

Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten weisen die Buchen zwischen 1992 und 2019 die niedrigste Absterberate auf. In 22 von 28 Jahren ist keine Buche im Stichprobenkollektiv abgestorben. 2020 beträgt die Absterberate 2 %. Gerade weil in den letzten Jahrzehnten kaum Buchen abgestorben sind, sind die diesjährigen Absterbeerscheinungen besonders auffällig.

Ausfallrate

Die durchschnittliche Ausfallrate ist bei der Buche vergleichsweise niedrig (0,2 %). 2020 sind 0,8 % der Buchen außerplanmäßig aus dem WZE-Kollektiv ausgeschieden.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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

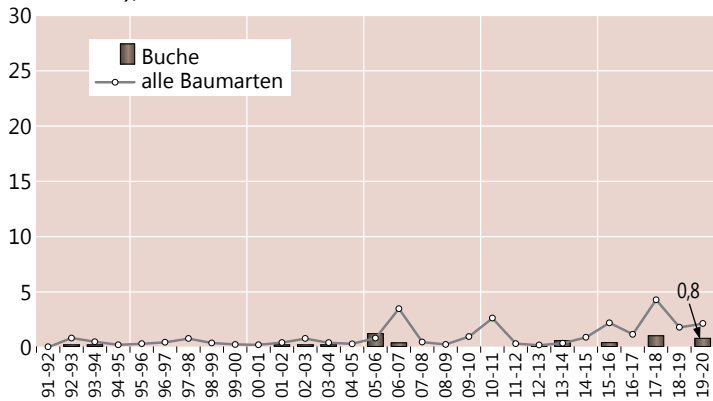


Foto: J. Weymar

Fruchtbildung

Die Ergebnisse zur Fruchtbildung im Rahmen der Waldzustandserhebung zeigen die Tendenz, dass die Buchen in kurzen Abständen und vielfach intensiv fruktifizieren. Dies steht im Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre sowie einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Geht man davon aus, dass eine starke Mast erreicht wird, wenn ein Drittel der älteren Buchen mittel oder stark fruktifiziert, ergibt sich rechnerisch für den Beobachtungszeitraum der Waldzustandserhebung 1991-2020 alle 2,1 Jahre eine starke Mast. Literaturrecherchen (Paar et al. 2011) hingegen ergaben für den Zeitraum 1839-1987 Abstände zwischen zwei starken Masten für 20-Jahresintervalle zwischen 3,3 und 7,1 Jahren.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %

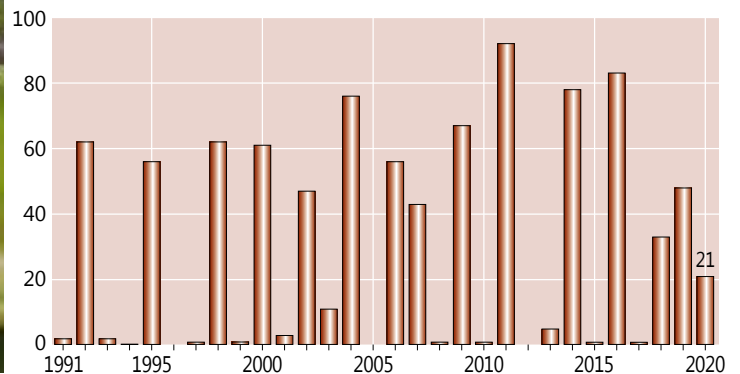


Foto: J. Evers

Eiche

Bei den Eichen ist im Gegensatz zu Fichte und Buche kein sprunghafter Anstieg der Verlichtungswerte festzustellen. Dennoch liegt das Verlichtungsniveau 2020 über den Werten von vor den drei Trockensommern.

Ältere Eiche

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Eichen liegt 2020 bei 38 %. Nachdem 2016 der niedrigste Wert im Beobachtungszeitraum festgestellt wurde, sind anschließend die Verlichtungswerte kontinuierlich angestiegen.

Die Entwicklung des Kronenzustandes der Eichen wird stark durch Insekten- und Pilzbefall beeinflusst. Für die Zunahme der Verlichtung in den letzten Jahren war der Insektenbefall allerdings nicht ausschlaggebend, da nur moderate Fraßschäden beobachtet wurden.

Jüngere Eiche

Die Kronenentwicklung der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre zeigt einen sehr viel günstigeren Verlauf als die Entwicklung der älteren Eichen. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt aktuell 17 %.

Starke Schäden

Die Anteile starker Schäden der Eichen liegen bis 2017 über den Werten für den Gesamtwald. Im Durchschnitt der Zeitreihe sind 6 % der Eichen als stark geschädigt eingestuft worden. Der Anteil starker Schäden variiert bei den Eichen stark und verläuft bis 2017 parallel zum Anteil der Fraßschäden. Phasen erhöhter Anteile treten vor allem im Anschluss an mittleren und starken Insektenfraß auf. Die erhöhten Werte 2018 und 2019 sind allerdings nicht durch Insektenfraß bedingt. Mit dem diesjährigen Anteil stark geschädigter Eichen (10,9 %) wurde ein neuer Höchstwert in der Zeitreihe erreicht.

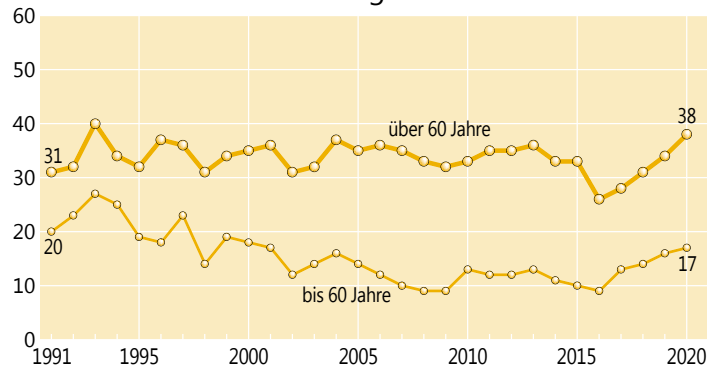


Foto: M. Spielmann

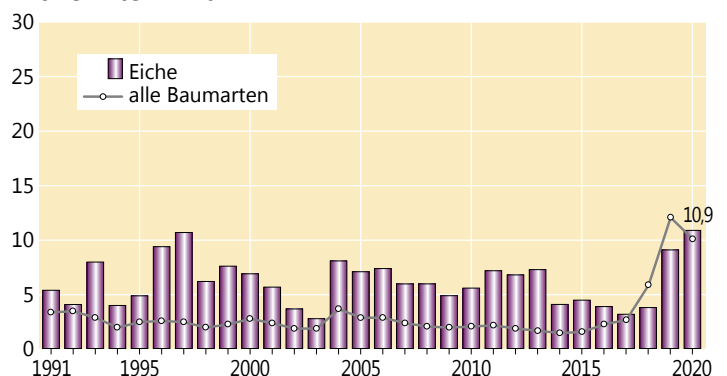


Foto: J. Weymar

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Eiche

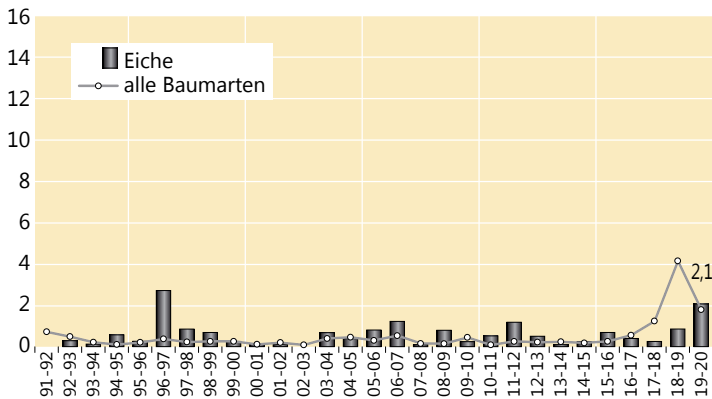
Absterberate

Überdurchschnittliche Absterberaten wurden bei den Eichen jeweils im Anschluss an Perioden mit starkem Insektenfraß ermittelt, am höchsten war die Absterberate 1997 (2,7 %). Im Durchschnitt sterben jährlich 0,6 % der Eichen ab. Im Jahr 2020 liegt die Absterberate – ohne Einfluss durch Insektenfraß – bei 2,1 %.

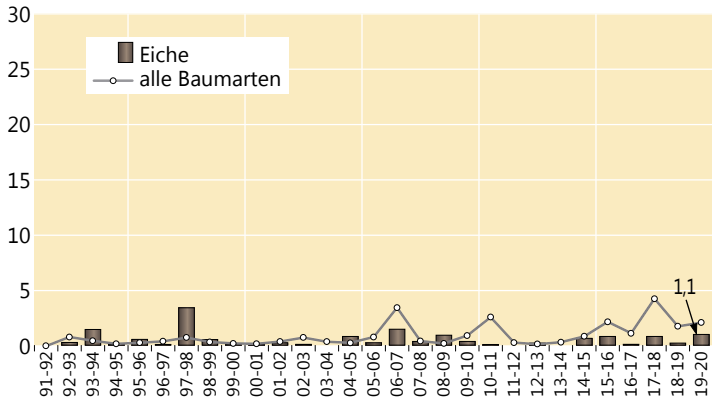
Ausfallrate

Auch die Ausfallrate der Eiche ist nach intensivem Insektenfraß erhöht, im Mittel der Erhebungsjahre liegt sie bei 0,6 %. Die Witterungsextreme 2018-2020 haben zu einer moderaten Erhöhung geführt (1,1 %).

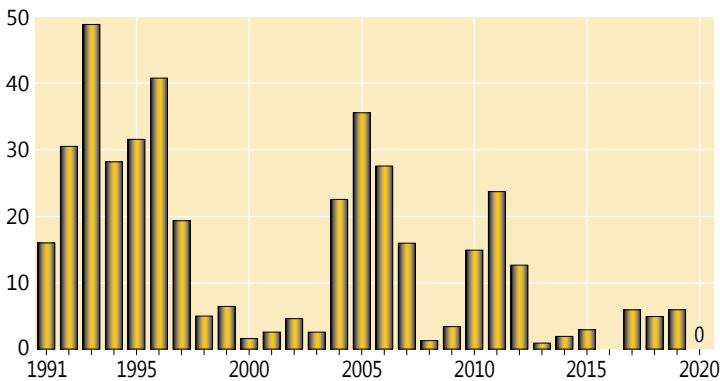
Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %



1991-2005: Einstufung in 4 Stufen, ab 2006: Einstufung in 5 %-Stufen, Fraßschäden >=15 % zählen zu den mittleren und starken Fraßschäden



Foto: J. Evers

Fraßschäden

Die periodische Vermehrung von Schmetterlingsraupen der so genannten Eichenfraßgesellschaft trägt maßgeblich zu den Schwankungen der Belaubungsdichte der Eichen bei. Der Fraß an Knospen und Blättern durch die Eichenfraßgesellschaft wurde verstärkt in den Jahren 1991-1997 beobachtet. Von 2004-2007 und von 2010-2012 folgten zwei weitere Perioden mit Fraßschäden. Seit 2013 ist der Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen gering. 2020 war keine ältere Eiche mittel oder stark befallen.

Fruchtbildung

Die Fruchtbildung der Eiche ist zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung im Juli und August nur schwer einzuschätzen, weil die Eicheln dann noch sehr klein sind. Im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA wurde daher für WZE-Punkte mit mindestens 17 Eichen im Alter über 60 Jahre im 8 km x 8 km-Raster eine zusätzliche Erfassung in der zweiten Septemberhälfte durchgeführt. Die Eichen an diesen Referenzpunkten, bestehend aus 13 WZE-Punkten, haben 2020 zu 31 % mittel und stark fruktifiziert.

Andere Laub- und Nadelbäume

In Sachsen-Anhalt werden bei der Waldzustandserhebung als landesweite flächendeckende Stichprobeninventur 28 Baumarten erfasst. Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor, die insgesamt 17 % der Stichprobenbäume der Waldzustandserhebung in Sachsen-Anhalt ausmachen. Jede Baumart für sich genommen ist allerdings zahlenmäßig so gering vertreten, dass allenfalls Trendaussagen zur Kronenentwicklung möglich sind. Bei den Ergebnissen der Waldzustandserhebung werden sie daher in den Gruppen andere Laubbäume und andere Nadelbäume zusammengefasst. Das Vorkommen der anderen Nadelbäume ist mit 1 % so gering, dass auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet wird. Zu den anderen Laubbäumen gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde und Hainbuche. Am häufigsten ist die Birke, gefolgt von der Erle.

Mittlere Kronenverlichtung

Bereits im Jahr 2018 waren Trockenstresssymptome bei den anderen Laubbäumen offensichtlich und die mittlere Kronenverlichtung angestiegen. 2019 und 2020 ist der Verlichtungsgrad weiterhin hoch (2020: 36 %). Bei den anderen Laubbäumen weisen die Werte für die Altersgruppen im Beobachtungszeitraum kaum Differenzen auf.

Starke Schäden

Für die anderen Laubbäume (alle Alter) liegt der Anteil starker Schäden im Mittel der Jahre 1991–2020 bei 5,9 % und damit fast doppelt so hoch wie der langjährige Durchschnitt für alle Baumarten (3,1 %). Seit 2018 sind starke Schäden bei den anderen Laubbäumen häufig (2020: 18,8 %).



Hainbuche

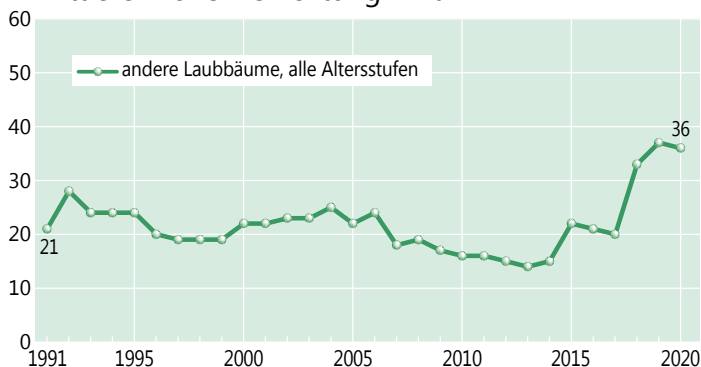
Foto: T. Friedhoff



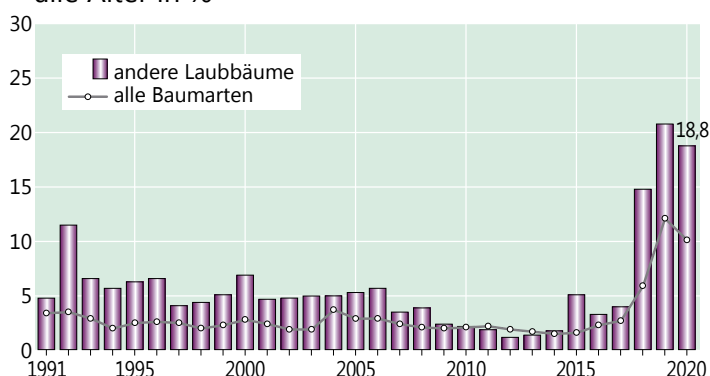
Erle

Foto: J. Weymar

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Andere Laub- und Nadelbäume



Feldahorn

Foto: T. Ullrich

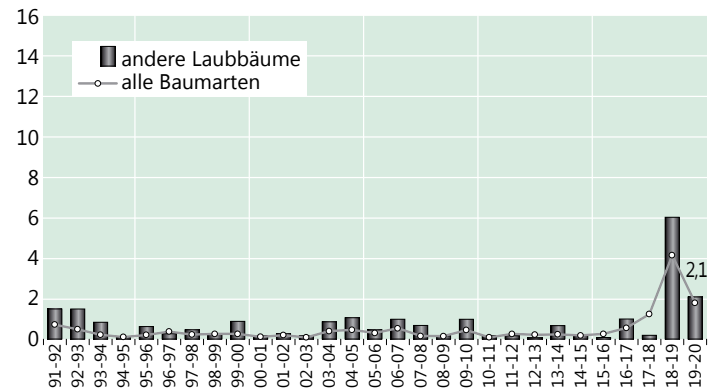
Absterberate

Die Absterberate der anderen Laubbäume war 2019 besonders hoch (6 %). 2020 ist die Absterberate niedriger (2,1 %), liegt aber noch über dem langjährigen Mittel (0,8 %).

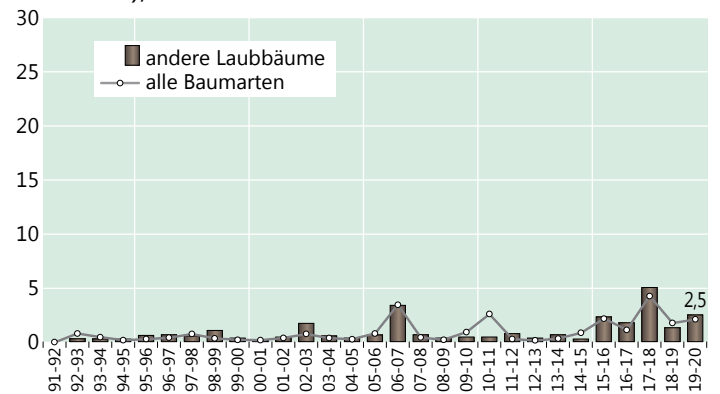
Ausfallrate

Nach den Stürmen 2007 und 2018 war die Ausfallrate erhöht. 2020 sind 2,5 % außerplanmäßig genutzt worden.

Jährliche Absterberate (stehende Bäume), alle Alter in %



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



Birke

Foto: NW-FVA

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 Sachsen-Anhalt 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 in der Nichtvegetationszeit von Oktober 2019 bis April 2020 das Niederschlagsoll erreicht wurde, 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 10,9 °C im Landesmittel von Sachsen-Anhalt ähnlich warm wie die Jahre zuvor und zählt damit ebenfalls zu den wärmsten seit Messbeginn im Jahr 1881. Mit 532 mm Jahresniederschlag wurde das langjährige Mittel von 566 mm zu 94 % erreicht. Dabei wurden in der Vegetationszeit rund 90 % der langjährigen Niederschlagssumme gemessen, während in der Nichtvegetationszeit im Flächenmittel die Niederschlagsmenge dem langjährigen Mittel der Referenzperiode entsprach.

Witterungsverlauf von Oktober 2019 bis September 2020

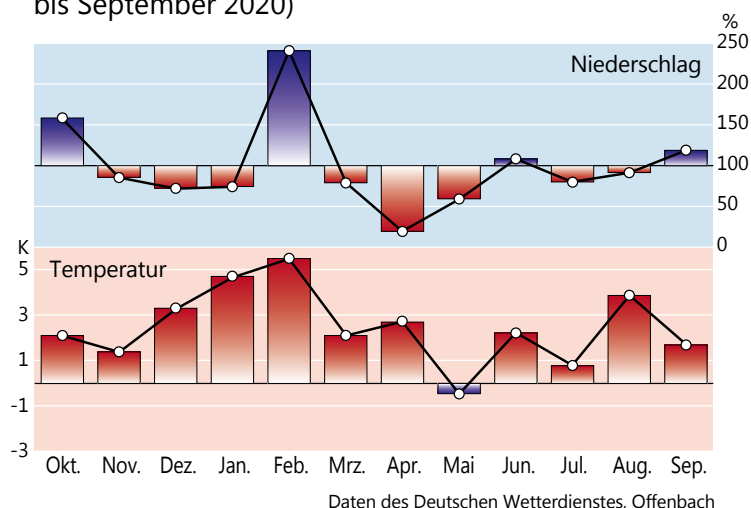
Nach dem trockenen Sommer 2019 führten im **Oktober** Westwindwetterlagen zu häufigen und flächendeckenden Niederschlägen. Mit 59 mm im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt war der Monat sehr nass (55 % über der mittleren Niederschlagsmenge), so dass in den oberen Bodenschichten die Trockenheit gelindert wurde. Mit einer Monatsmitteltemperatur von 11,2 °C war der Oktober 2 K wärmer als im langjährigen Durchschnitt (Abb. rechts, Tab. Seite 19). Im **November** setzte sich die milde Witterung fort. Die Monatsmitteltemperatur betrug 5,6 °C (+1,2 K). Das Gegenpiel von Hochdruckgebieten über Osteuropa und tiefem Luftdruck über Westeuropa führte zu einem Wechsel aus wechselhaften und trockenen Witterungsphasen. Insgesamt fielen im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt 40 mm Niederschlag und damit 10 % weniger als im langjährigen Mittel. Der **Dezember** war aufgrund häufiger Südwest-Wetterlagen mit 4,1 °C deutlich zu warm (+3,1 K) und mit 36 mm Niederschlag trockener als üblich (73 %). Im **Januar** dominierten weiterhin Westwind-Wetterlagen, so dass der



Foto: T. Ullrich

Monat sehr mild ausfiel. Die Abweichung betrug +4,6 K. Da die Niederschlagsgebiete häufig nur abgeschwächt auf Sachsen-Anhalt übergriffen, fielen mit 30 mm nur 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 5,6 °C (+5,4 K) war der Februar 2020 in Sachsen-Anhalt 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 84 mm gemessen. Dies entspricht rund 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 Sachsen-Anhalt für zahlreiche Schäden. Frostperioden blieben während des gesamten Winters 2019/20 in Sachsen-Anhalt 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

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

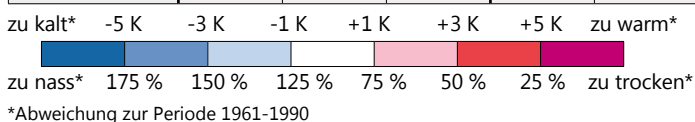


Witterung und Klima

war der März mit einer Mitteltemperatur von 5,5 °C um 2,0 K zu warm. Die Niederschlagshöhe betrug 33 mm und entsprach damit rund 80 % des langjährigen Mittels. Im sonnigsten **April** seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1951 fielen im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt nur 8 mm Niederschlag. Dies entspricht nicht einmal 20 % der üblichen Niederschlagsmenge. Die vielfach sonnige Witterung sorgte gepaart mit hohen Temperaturen – die Monatsmitteltemperatur lag mit 10,2 °C um 2,6 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 Vegetati-

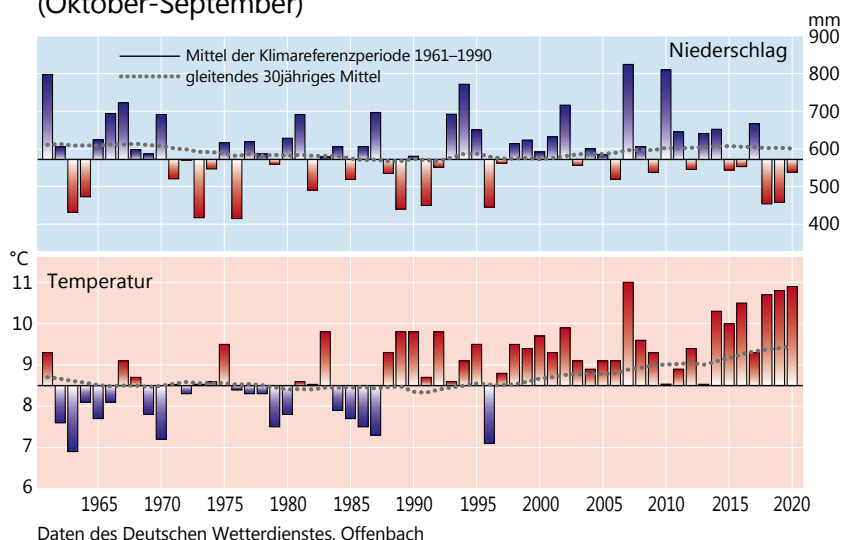
Temperaturmittelwerte und Niederschlagssummen für das Vegetationsjahr 2019/20 (Oktober 2019 bis September 2020) sowie die langjährigen Mittelwerte der Referenzperioden 1961-1990 und 1991-2020

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	2019/20	1961 – 1990	1991 – 2020	2019/20	1961 – 1990	1991 – 2020
Oktober	11,2	9,2	9,5	59	38	44
November	5,6	4,4	4,9	40	45	48
Dezember	4,1	1,0	1,7	36	49	49
Januar	4,1	-0,5	1,0	30	40	47
Februar	5,6	0,2	1,7	84	34	35
März	5,5	3,5	4,7	33	41	43
April	10,2	7,6	9,3	8	44	32
Nicht-vegetationszeit	6,6	3,6	4,7	290	291	298
Mai	12,0	12,7	13,6	32	53	56
Juni	18,0	15,9	16,8	71	65	57
Juli	18,0	17,3	18,9	43	54	73
August	20,8	17,0	18,5	54	59	59
September	15,1	13,6	14,3	52	44	50
Vegetationszeit	16,8	15,3	16,4	252	275	295
Vegetationsjahr	10,9	8,5	9,6	532	566	593



*Abweichung zur Periode 1961-1990

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



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

onsbeginn 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 32 mm nur rund 60 % der üblichen Niederschlagsmenge fiel. Die Mitteltemperatur betrug 12,0 °C und lag damit 0,7 K unter dem Durchschnitt der Jahre 1961-1990. Damit beendete der Mai 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 warm bei durchschnittlichen Niederschlägen. Die Monatsmitteltemperatur von 18,0 °C lag um 2,1 K über dem langjährigen Mittel für Sachsen-Anhalt. Mit 71 mm Niederschlag im Landesmittel wurde das übliche Soll leicht übertroffen. Die Niederschläge reichten jedoch nicht aus, um die Trockenheit zu beenden. 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 Sachsen-Anhalt landesweit nur knapp 80 % der vieljährigen Niederschlagsmenge, wobei in den südlichen und östlichen Landesteilen das Niederschlagssoll teilweise noch deutlicher unterschritten wurde. Auch bei den Temperaturen gab es ein Nord-Süd-Gefälle. Im Flächenmittel lag die Temperaturabweichung bei +0,7 K und einer Mitteltemperatur von 18,0 °C. Insbesondere in den östlichen und südlichen Regionen Sachsens-Anhalts setzte sich die Trockenheit fort. Der **August** begann mit einer extremen Hitzewelle. Teilweise wurden an mehreren Tagen hintereinander Höchsttemperaturen von 30 °C, regional sogar 35 °C, gemessen. Infolgedessen war der August mit einer Mitteltemperatur von 20,8 °C um 3,8 K wärmer als im Mittel der Referenzperiode 1961-1990. Zahlreiche Starkniederschlagsereignisse sorgten dafür, dass im Flächenmittel das Niederschlagssoll annähernd erreicht wurde. Zum Abschluss des Vegetationsjahres 2019/20 folgte ein warmer und sonnenscheinreicher **September** (+1,5 K). Gegen Ende des Monats sorgte eine vermehrte Tiefdrucktätigkeit für eine positive Niederschlagsbilanz.

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 Sachsen-Anhalt bereits zu einer signifikanten Erwärmung geführt hat. Die Jahresmitteltemperatur ist in den letzten dreißig Jahren von 8,5 °C auf 9,6 °C angestiegen (Tab. links). Dies betrifft sowohl

Witterung und Klima

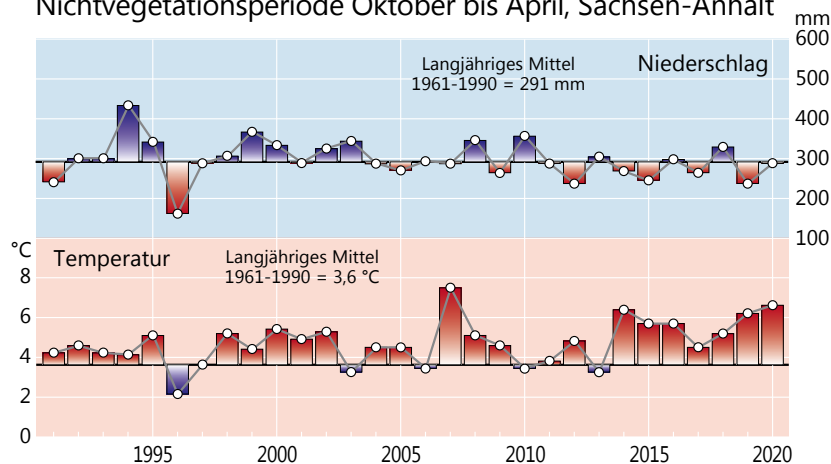
die Nichtvegetationsperiode als auch die Vegetationsperiode. In allen Monaten hat sich die Temperatur im Zeitraum 1991-2020 gegenüber der Periode 1961-1990 erhöht. Besonders stark erwärmt haben sich die Monate Januar, Februar, März, April, Juli und August mit bis zu 1,7 K. In den Monaten September, Oktober, November und Dezember ist die Erwärmung dagegen weniger stark ausgefallen.

Bei den Niederschlägen kam es zu einer leichten Zunahme von 566 mm auf 593 mm in der Jahressumme. Dabei ist besonders der Juli deutlich feuchter geworden, während der April signifikant trockener im Vergleich zur Periode 1961-1990 ist. 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 Frühsommer. Dies entspricht den Ergebnissen der meisten Klimamodelle. Eine Verschiebung der Niederschläge in die Wintermonate, wie es ebenfalls die Klimamodelle erwarten, kann für Sachsen-Anhalt bisher nicht festgestellt werden.

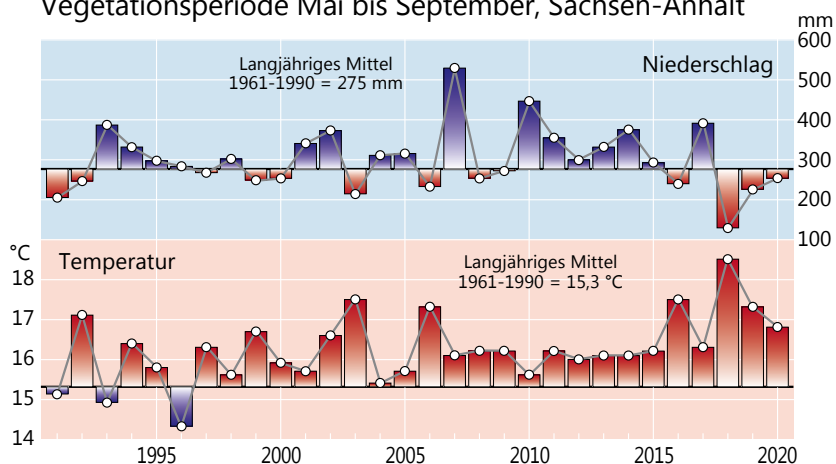
Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Auch das Vegetationsjahr 2019/20 war eines der wärmsten seit Messbeginn. Die Mitteltemperatur betrug 10,9 °C und lag damit 2,4 K über dem Mittelwert der Klimareferenzperiode 1961-1990 bzw. 1,3 K über der Periode 1991-2020 (Tab. Seite 19). Auch der langfristige Erwärmungstrend setzt sich ungehindert fort, wie das gleitende 30-jährige Mittel verdeutlicht (gepunktete Linie in der 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. Auf-

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



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



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

grund der hohen Niederschläge im Oktober und Februar wurde das Niederschlagsoll von 566 mm annähernd erreicht (Abb. Seite 19).

Die Nichtvegetationszeit von Oktober 2019 bis April 2020 war außergewöhnlich mild. Die Mitteltemperatur betrug 6,6 °C und lag 3,0 K über dem Wert der Klimareferenzperiode von 1961-1990 (Abb. links oben). Überdurchschnittlich warm war das Harzvorland mit regional mehr als +4 K Temperaturabweichung, während die Temperaturen in Teilen des Hügellandes, des Flämings und der Börde um rund +2,5 K abwichen (Abb. Seite 21 oben links). In der Nichtvegetationszeit fielen im Flächenmittel von Sachsen-Anhalt 290 mm Niederschlag und damit rund 50 mm mehr als im gleichen Zeitraum des Vorjahres (Abb. links oben). Das Niederschlagsoll wurde im Landesmittel erreicht. Überdurchschnittlich nass war es im äußersten Nordwesten des Landes (Abb. Seite 21 unten links). Im Harz wurde teilweise ein Niederschlagsdefizit von über 20 % gemessen.

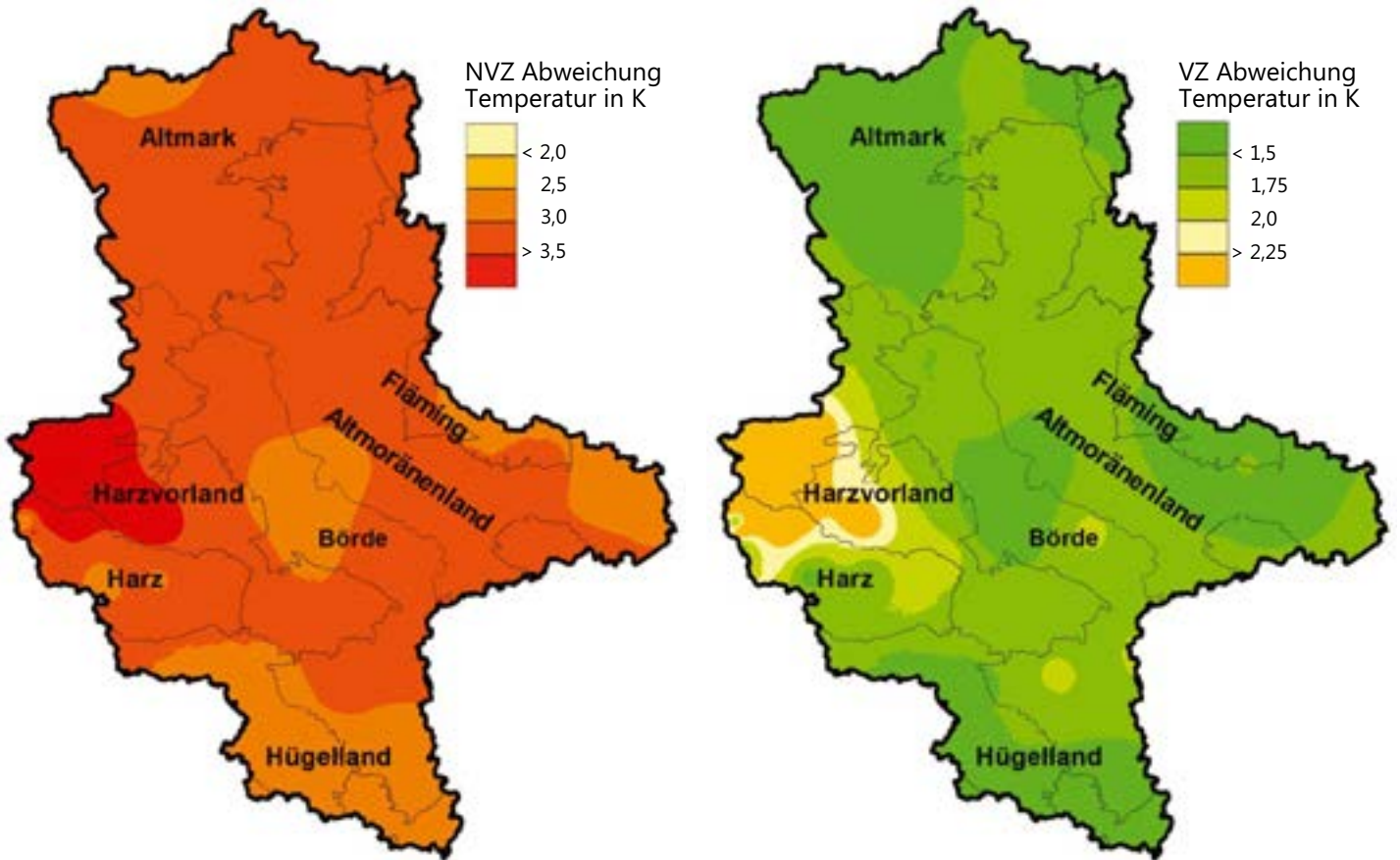
Die Vegetationszeit von Mai bis September 2020 war ebenfalls überdurchschnittlich warm und etwas zu trocken. Im Flächenmittel des Landes Sachsen-Anhalt betrug die Mitteltemperatur 16,8 °C und lag damit 1,5 K über dem langjährigen Mittel. Dabei gab es regional deutliche Unterschiede. So betrug die Abweichung im Harzvorland mehr als 2,0 K (teilweise sogar >3 K), während in den übrigen Regionen die Temperaturen teilweise weniger als 1,5 K über dem Mittelwert der Klimareferenzperiode lagen (Abb. Seite 21 oben rechts). In der Vegetationszeit fielen landesweit im Mittel rund 250 mm Niederschlag. Dies entspricht 90 % der üblichen Niederschlagsmenge. Besonders trocken waren Teile des Harzes und Harzvorlandes. Hier wurden regional nur 70 % des langjährigen Niederschlagsolls erreicht. In Teilen des Flämings und des Hügellandes wurde vereinzelt sogar etwas mehr Niederschlag gemessen als im langjährigen Mittel (Abb. Seite 21 unten rechts).

Fazit

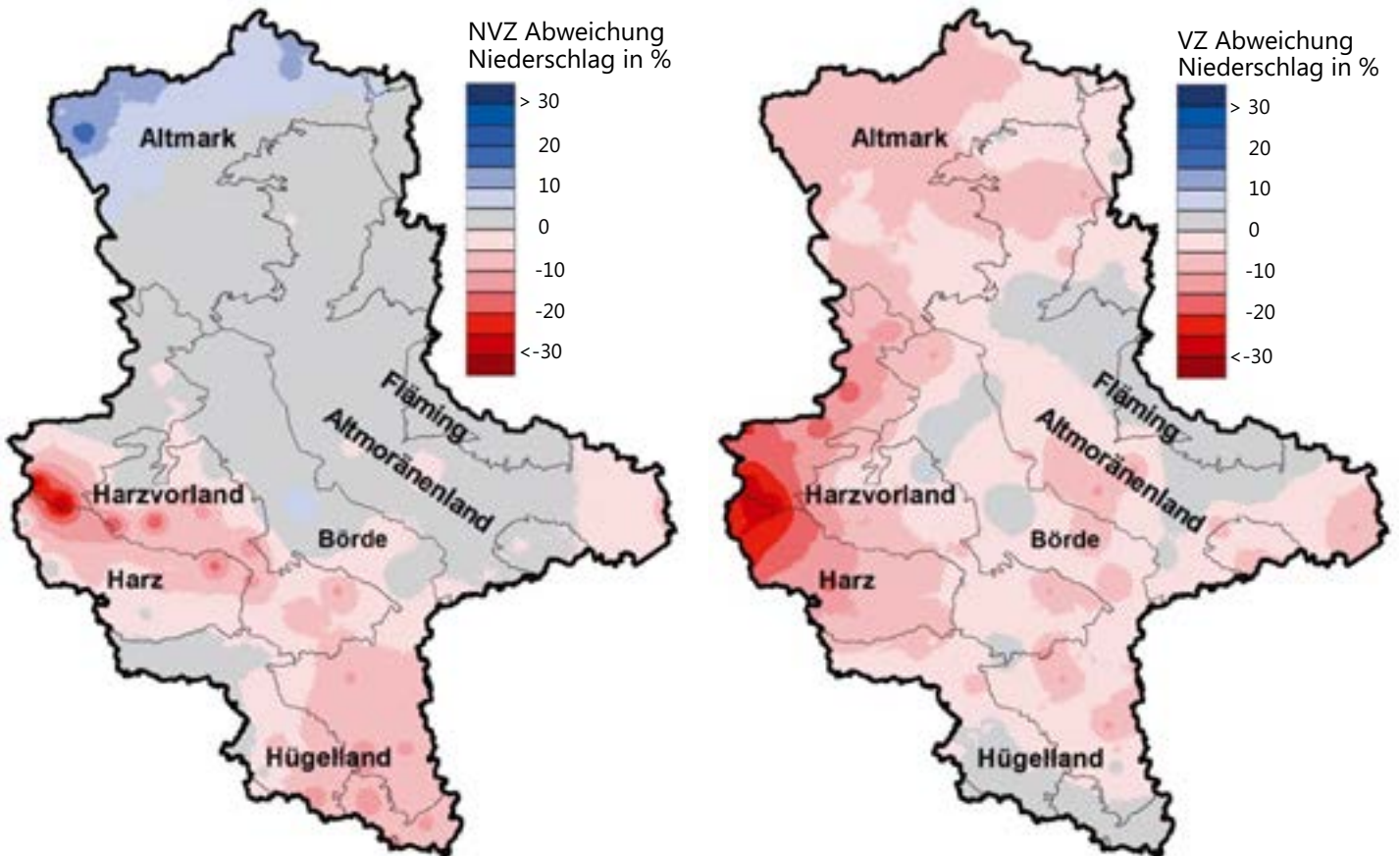
- Auch das Vegetationsjahr 2019/20 war mit einer Mitteltemperatur von 10,9 °C wiederum außergewöhnlich warm. Der langjährige Erwärmungstrend setzte sich unvermindert fort.
- Dabei waren 11 von 12 Monaten zu warm und 8 von 12 Monaten zu trocken.
- In der Referenzperiode 1991-2020 beträgt der Temperaturanstieg 1,1 K im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-1990.
- Die Niederschlagsmenge von 532 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.

Witterung und Klima

Abweichung der Temperatur vom langjährigen Mittel (1961-1990) in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2019/2020 und in der Vegetationszeit (VZ) 2020



Abweichung der Niederschlagssumme vom langjährigen Mittel (1961-1990) in der Nichtvegetationszeit (NVZ) 2019/2020 und in der Vegetationszeit (VZ) 2020



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 Befallsherde 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

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

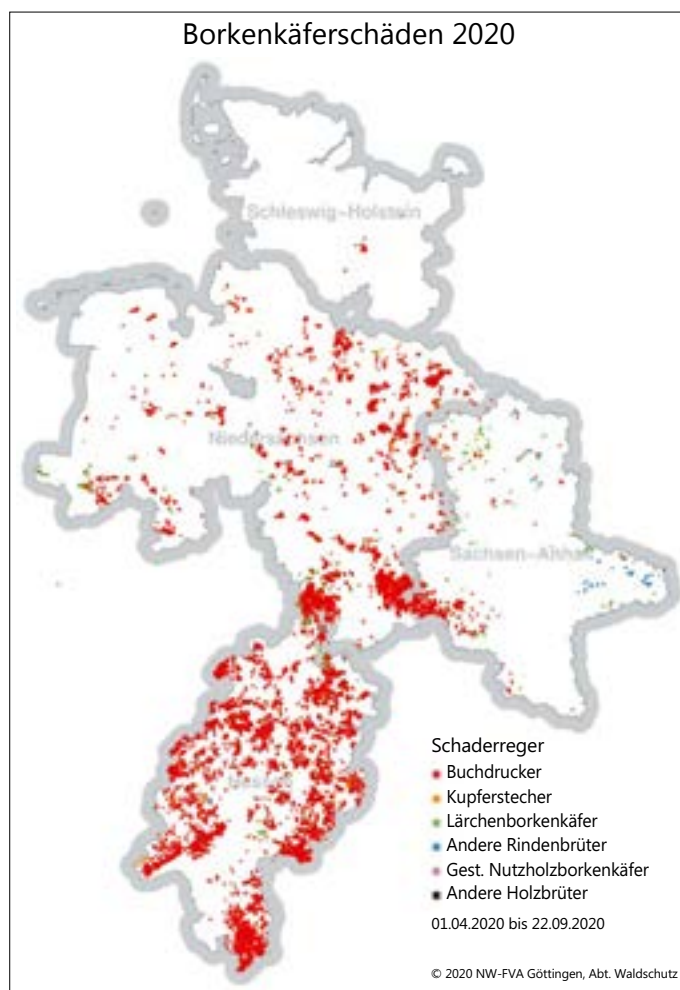
So war zur Jahresmitte festzustellen, dass sich der letztjährige Befall erheblich weiter ausweitete und sehr viele Schadflächen (Abb. unten) und hohe Schadvolumina entstanden sind. Die im Frühjahr eingesetzten Fangsysteme wiesen zwar gute Fangleistungen auf, waren aber lokal in Situationen mit sehr starkem 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.



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



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

Insekten und Pilze

Eichenfraßgesellschaft und Kieferngrößschädlinge

Die Ergebnisse der laufenden Überwachung der **beiden Frostspannerarten** mit Hilfe von Leimringen bestätigten, dass sich die Populationen in Sachsen-Anhalt weiterhin in der Latenz befinden. Bei der Überwachung im Herbst/Winter 2019 wurden insgesamt sehr niedrige Populationsdichten und lediglich eine Warnschwellenüberschreitung im Landesforstbetrieb Altmark (Revier Salzwedel) dokumentiert. Das Fraßgeschehen des **Eichenprozessionsspinners** (*Thaumetopoea processionea* L.; EPS) war in Sachsen-Anhalt insgesamt rückläufig. Auf einer Fläche von 1,3 Hektar wurde starker Fraß bis hin zu Kahlfraß (Betreuungsforstamt Westliche Altmark, Revier Kunrau) dokumentiert. Geringer sowie mittlerer Fraß wurde auf 84 Hektar bzw. 7 Hektar beobachtet. Fraßschäden durch den EPS wurden auch vom Landesforstbetrieb Altmark (Revier Tangerhütte) auf 25 Hektar gemeldet.

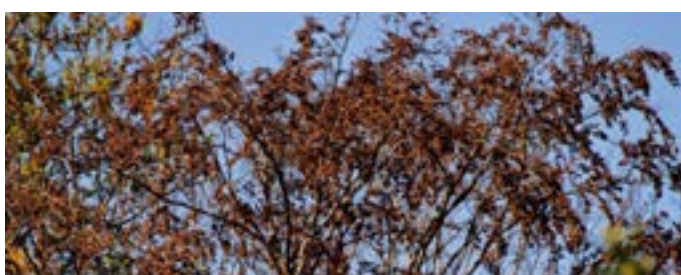
Starker Fraß bis Kahlfraß wurde dagegen im Betreuungsforstamt Naumburg (Revier Halle) auf ca. 15 Hektar durch den **Schwammspinner** festgestellt. Zusätzlich wurden auf 17 Hektar Schäden durch den Schwammspinner in den Betreuungsforstämtern Annaburg und Naumburg gemeldet. Im Mai 2020 wurde aus dem Betreuungsforstamt Annaburg, Revier Zahna/Wittenberg, ein auffälliges Auftreten von Larven der Rotgelben Kiefernbuschhornblattwespe (*Neodiprion sertifer* L.) in Kiefernkulturen und -dickungsflächen auf 49 Hektar gemeldet. Gegenmaßnahmen waren nicht erforderlich.

Sonstige Schäden durch Schmetterlinge

Schäden durch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella* Hübner) traten im Landesforstbetrieb Ostharz auf einem Hektar auf.

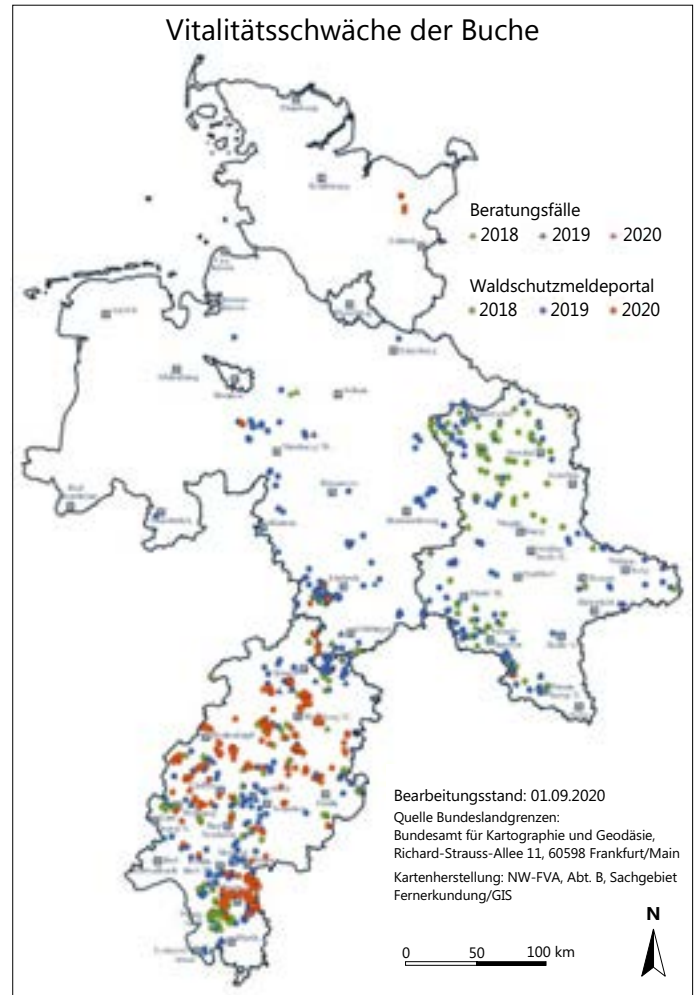
Komplexe Schäden an Rotbuche

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 Standortspalette. An den zunehmend umfangreicheren Schadensverläufen der letzten zwei Jahre in Buchenbeständen waren **Buchenborkenkäfer** und **Buchenprachtkäfer** auffällig beteiligt. Sie



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

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.



Aktuelle Schadensmeldungen zur Rotbuche

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

Eschentriebsterben (ETS)

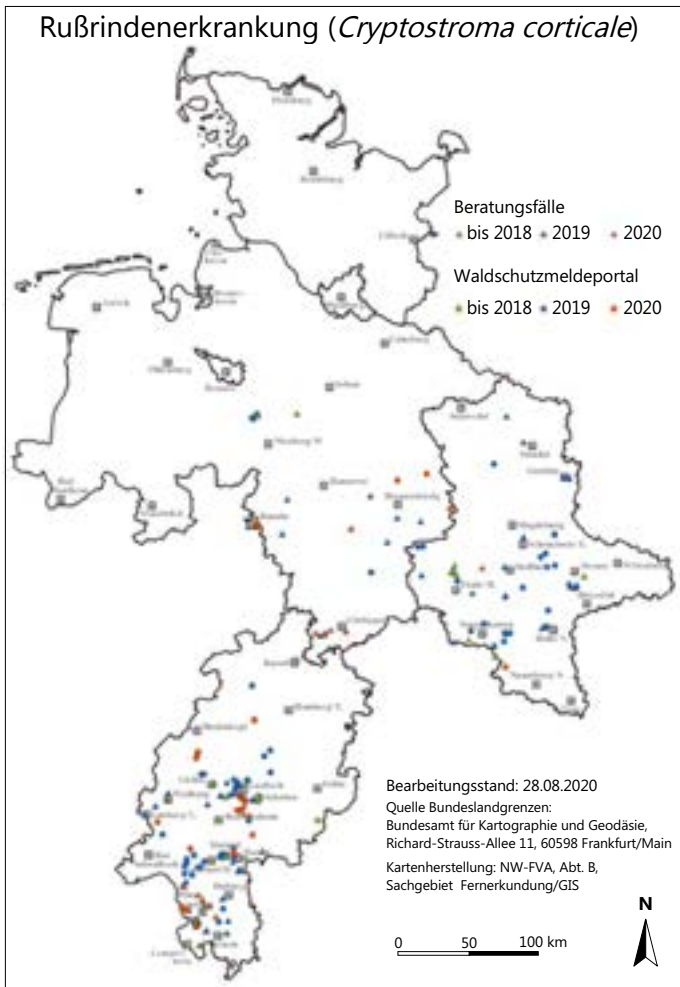
Das Eschentriebsterben (Erreger: *Hymenoscyphus fraxineus*) wird in Europa weiterhin auf großer Fläche beobachtet. *H. fraxineus* ist ein aggressives und höchst erfolgreiches invasives Pathogen, das sich nach seiner Einschleppung in Mitteleuropa schnell verbreitete und schwerwiegende Folgen für die heimischen 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 (FraxForFuture)“ angelaufen.

Rußbrindenerkrankung 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 Rußbrinden-

Insekten und Pilze

krankheit des Ahorns (Abb. unten). 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 (Abb. rechts). 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.

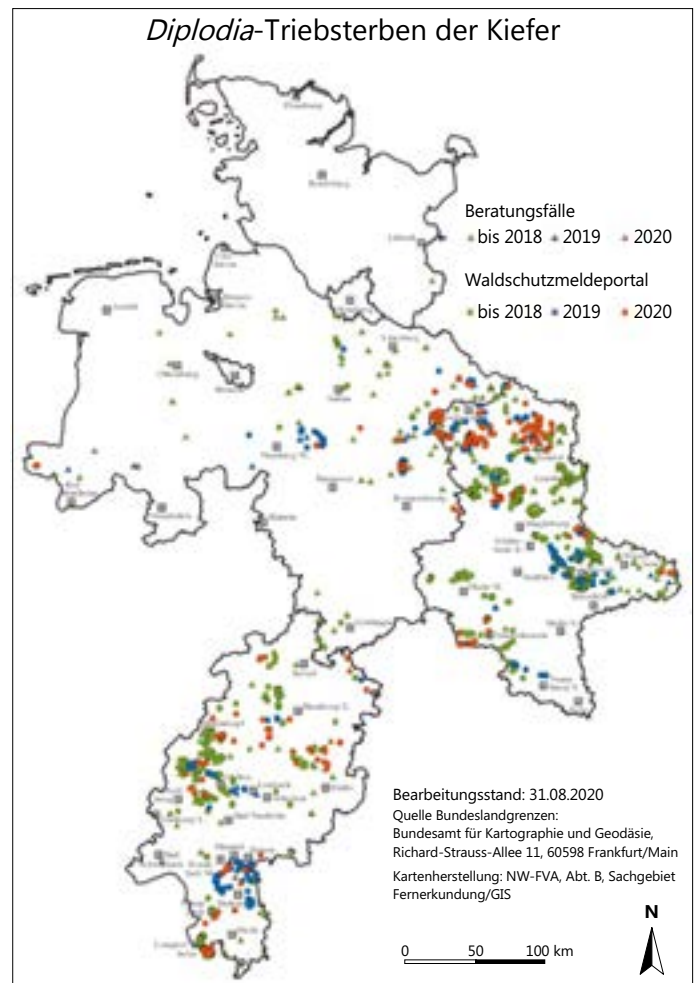
Auslösende Faktoren können nach derzeitiger Einschätzung Wasserdefizite durch Trockenheit / Hitze / starke Besonnung oder Verletzungen der Triebe durch Hagelschlag sein. Ein prädisponierender Faktor kann auch Mistelbefall sein, der ebenfalls Trockenstress hervorruft bzw. verstärkt. Tro-

ckenstress 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

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

Hermann Spellmann, Johannes Suttmöller, Hans Hamkens und Ralf-Volker Nagel

Ausgangssituation

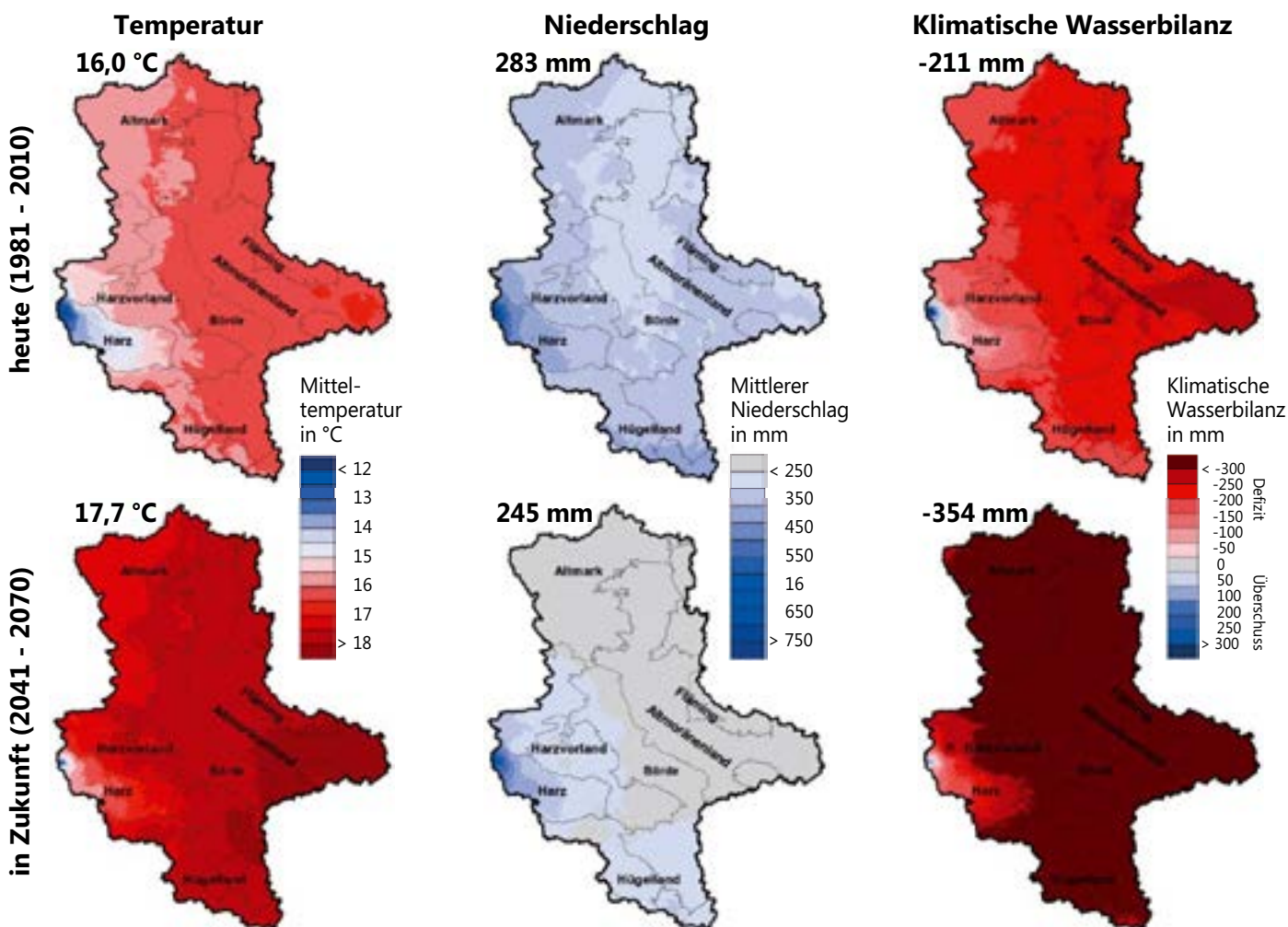
Die Klimaerwärmung ist in Sachsen-Anhalt seit Ende des letzten Jahrhunderts durch Messungen eindeutig belegt. Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961 bis 1990 beträgt die mittlere Temperaturerhöhung rund 1 K, im Vergleich zur vorindustriellen Zeit (vor 1880) bereits knapp 1,5 K. Von den letzten 20 Jahren (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 Sachsen-Anhalt 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 Sachsen-Anhalt 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 Witterungsextremen wie Trockenperioden, Starkregenereignissen oder Stürmen (IPCC 2014, UBA 2015, Hübener et al. 2017).

Klima-Kennwerte in der Vegetationszeit für Sachsen-Anhalt 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

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 standortgerechte Baumartenwahl. Diese Merkmale werden im Rahmen der forstlichen Standortkartierungen erfasst. Insgesamt liegen zurzeit für 411.273 Hektar Waldfläche in Sachsen-Anhalt Standortkartierungsinformationen vor. Davon sind etwa 27.000 Hektar (7 %) noch nicht mit Sachdaten aufgearbeitet, so dass dort keine Baumartenzuordnung stattfinden kann. Von den kartierten Flächen sind etwa 335.000 Hektar (81 %) terrestrische und weitere 46.000 Hektar (11 %) Nass-Standorte. Die übrigen Standorte sind Kippenstandorte (<1 %). Der Datensatz der Standorterkundung wurde an der NW-FVA so aufbereitet, dass jedem Standortspolygon ein Leitprofil hinterlegt werden konnte, welches alle benötigten Eingangsgrößen enthält, um die nutzbare Feldkapazität (nFK) als eine wichtige Grundlage einer klimaangepassten Baumartenwahl zu bestimmen.



Ein typischer Waldboden in Sachsen-Anhalt: unverlehmtter Sand
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 Standortswasserbilanz (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 **Standortswasserbilanz (SWB_{VZ})** für grund- und stauwasserfreie Waldstandorte ist die Summe aus der Klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit (KWB_{VZ}) und dem pflanzenverfügbaren Bodenwasser (nutzbare 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 Forschungsprojektes „Überarbeitung der regionalen Waldbauplanung in Sachsen-Anhalt auf der Grundlage dynamisierter Klimakennwerte, Nährkraft- und Wasserhaushaltsstufen sowie weiterentwickelter Bestandeszieltypen“ für fast alle Waldflächen 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 die Standortpolygone ohne Lokalbodenform bzw. für die Lokalbodenformen ohne Merkmalsspiegel wurden die Informationen aus der Vorläufigen Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:50.000 (VBK50, Landesamt für Geologie und Bergwesen in Halle) verwendet. Im Mittel der sachsen-anhaltischen Waldflächen beträgt die nFK 130 mm, wobei die Bandbreite von knapp 25 mm auf sehr flachgründigen, skeletthaltigen Böden (Oberharz) und bis zu rund 300 mm auf Lössböden reicht.

Die derzeit im Rahmen der Klimaanpassung von der NW-FVA verwendeten SWB_{VZ}-Berechnungen 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,

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

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 Interaktion 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. rechts).

Unter den Klimabedingungen der Periode 1981 bis 2010 ist die Standortwasserbilanz in der Vegetationsperiode in weiten Regionen von Sachsen-Anhalt bereits heute negativ. Im Mittel aller Waldflächen beträgt sie -51 mm. Nach dem Regionalmodell STARS II wird sich die Standortwasserbilanz für die Waldflächen in Sachsen-Anhalt für den Zeitraum von 2041 bis 2070 deutlich auf -205 mm verschlechtern (Abb. unten).

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 Nährkraftstufe 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. unten). Ab der Mitte des Bereichs mittlerer Trockenstress-

Klassifizierung des Trockenstressrisikos der Hauptbaumarten und zugeordneter Nebenbaumarten im Anhalt an die Standortwasserbilanz in der Vegetationszeit (SWB_{VZ}) als Saldo aus Klimatischer Wasserbilanz in der Vegetationszeit (KWB_{VZ}, 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

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: -51 mm

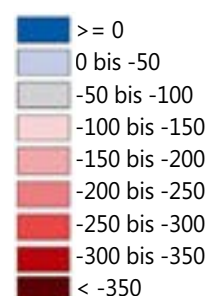


Periode 2041 bis 2070

STARS: -205 mm



Standortswasserbilanz in mm



Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Klimaangepasster Mischwald nach Fichtenbestockung

Foto: M. Delpho

gefährdung 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 flächiger Naturverjüngung, die auf Standorten stocken, deren Wasserversorgung in der Vegetationszeit sich in den kommenden Jahrzehnten in die Standortswasserbilanz-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 Bestandeszieltypen (BZT) vorgesehen sind.

Abweichend von den standortsökologischen Kriterien Standortswasserbilanz und Nährkraftstufe 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 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 standortgerechten 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 reichen Standorten mit freiem Karbonat 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 Nassstandorte ist eine Zuordnung der Baumarten mit Hilfe der Standortswasserbilanz nicht geeignet. Für diese Standorte erfolgt die Zuordnung der Baumarten im Anhalt an die in der Standortskartierung ausgewiesenen Nährkraft- und Feuchtestufen des Bodens sowie des Mesoreliefs. Zu diesen Standorten zählen die organischen/mineralischen Nassstandorte, die Bachtälchen-, die Überflutungs- sowie wechselfeuchte Standorte.

Bestandeszieltypen (BZT)

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 Mischbestandes-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.

Ausgehend von diesen Überlegungen wurden die Bestandeszieltypen (BZT) für die waldbauliche Planung in Sachsen-Anhalt von einer gemeinsamen Arbeitsgruppe mit Vertretern/innen der NW-FVA, des sachsen-anhaltischen Waldbesitzerverbandes, des Landesentrums Wald, des

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Elsbeere

Foto: NW-FVA



Winterlinde

Foto: M. Spielmann



Roteiche

Foto: M. Spielmann



Spitzahorn

Foto: J. Evers



Douglasie

Foto: T. Friedhoff



Kiefer

Foto: J. Evers

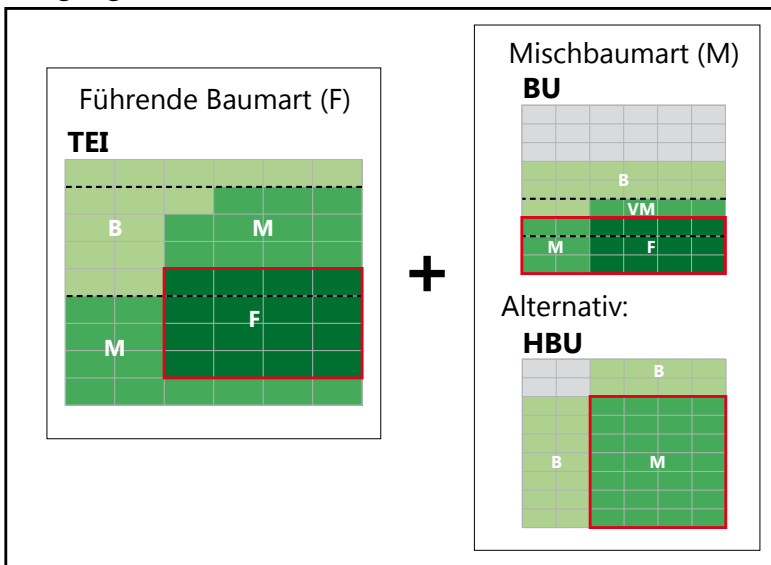
Beispiele für Baumarten mit geringem Trockenstressrisiko

Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

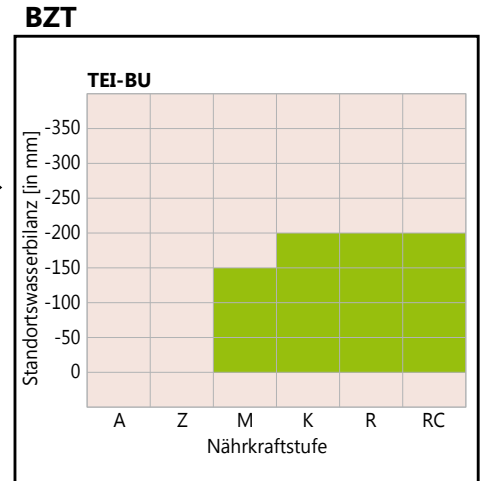
Aus der Zuordnungstabelle nach Standortwasserbilanz und Nährkraftstufe abgeleiteter Planungsbereich des BZT 40 Traubeneiche-Buche/Hainbuche

BZT 40: Traubeneiche – Buche/Hainbuche

Rangfolge der Baumarten



BZT 40: TEI-BU	
Traubeneiche:	60 - 80 %
Buche/Hainbuche	10 - 30 %
Begleitbaumarten:	10 - 20 %



Planungsbereiche der Baumarten

----- Grenzen der Risikoklassifizierung des Trockenstresses (Tab. Seite 27)

B begleitende Baumart, VM vorübergehend beigemischte Baumart –

A arm, Z ziemlich arm, M mittel, K kräftig, R reich, RC reich karbonatisch

Planungsbereich des BZT

Landesforstbetriebs und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Energie weiterentwickelt. Sie beschreiben Leitbilder des angestrebten Waldaufbaus, der Verjüngungs- und Bestandesziele sowie die konkrete Mischungsform. Außerdem sind die standörtlichen Planungsbereiche der BZT dargestellt, die sich aus der standörtlichen Einordnung der an ihrer Zusammensetzung beteiligten Haupt- und Mischbaumarten ergeben (Abb. oben). Der Bestandeszieltypenkatalog umfasst insgesamt 41 Bestandeszieltypen.

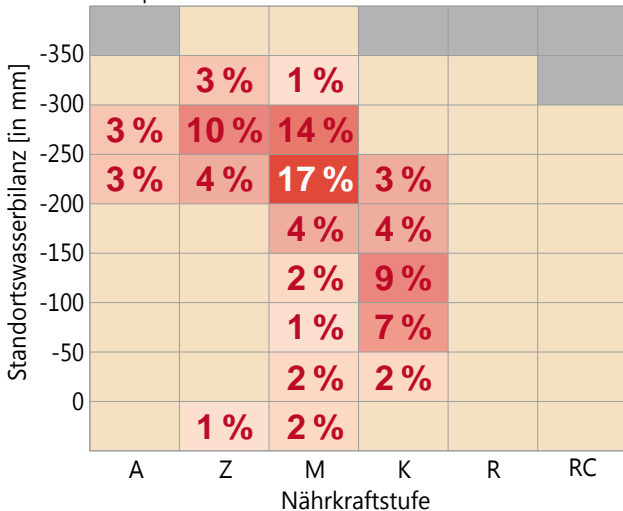
In der Regel ergeben sich auch unter künftigen Standortbedingungen mehrere Optionen für die Wahl geeigneter BZT (Abb. unten). Ein nicht unerheblicher Teil der Waldstandorte in Sachsen-Anhalt wird sich allerdings bezüglich der Standortwasserbilanz schon bis zur Mitte des Jahrhunderts in Bereiche verschlechtern, die die Auswahl möglicher BZT gegenüber heute stark einschränken.

Darüber hinaus entscheidungsrelevant sind ggf. Restriktionen durch etwaige Schutzgebietsauflagen, sonstige Gefähr-

Darstellung der relativen Flächenanteile der Standortskombinationen in der Periode 2041-2070 (links) und der Anzahl der möglichen BZT je Standortkombination (rechts) für terrestrische Standorte in Sachsen-Anhalt

Flächenverteilung SWB_{vz}/Nährkraftstufe

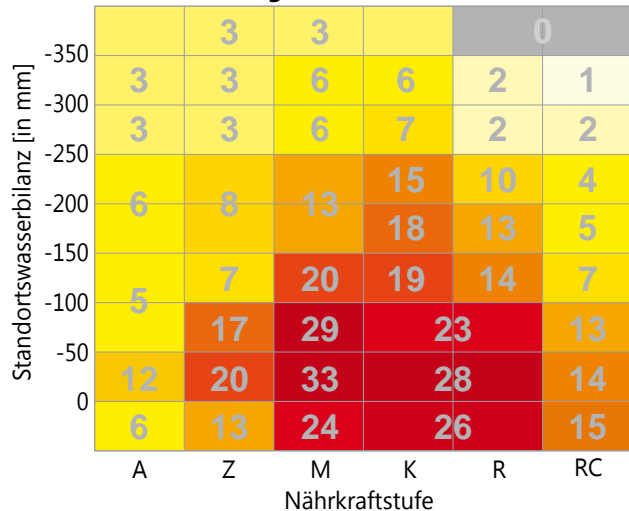
Klimaperiode: 2041-2070



Flächenanteil 0 % Flächenanteil < 1 %

A arm, Z ziemlich arm, M mittel, K kräftig, R reich, RC reich karbonatisch

Anzahl der möglichen BZT



Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



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

dungen, 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 standortgerechten Baumarten bzw. Bestandeszieltypen weiter differenziert und schließlich die waldbaulichen Ausgangssituationen (Istbestockung, Vorverjüngung) und betriebliche Belange (Ertragsersparnis, Risikobereitschaft, Vorgaben eines Zertifikats, Investitionsbereitschaft, andere Ökosystemleistungen etc.) berücksichtigt.

Die Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl stehen den Waldbesitzenden zeitnah als Web-Service der NW-FVA zur Verfügung. Mit einem Klick in die Karte öffnet sich für Sachsen-Anhalt an jedem Waldstandort eine Tabelle mit Informationen zur Position, zum Standort und den dort empfohlenen Bestandeszieltypen. Ein terrestrischer Standort wird mit der Standortwasserbilanz – angegeben in mm und Klassen – und der Nährkraftstufe beschrieben. Für hydromorphe Standorte werden die Feuchtestufe und die Nährkraftstufe angegeben. Die empfohlenen Bestandeszieltypen (BZT) sind nach Typen sortiert aufgelistet. Die Reihenfolge der Liste beinhaltet keine Rangfolge und ist unabhängig von der waldbaulichen Ausgangssituation. Mit einem Klick auf einen BZT gelangt man zur Beschreibung des Bestandeszieltyps mit Leitbild. Die angestrebten Baumartenanteile werden in Entwicklungs- und Verjüngungsziel mit Hinweisen zur Mischungsform angegeben. Für jeden BZT findet man eine grafische Darstellung des Planungsbereiches nach Standortwasserbilanz und Nährkraftstufe. Farblich markierte BZT weisen auf mögliche alternative Mischbaumarten hin, auf die in Teilen des an-

gegebenen Planungsbereiches zurückgegriffen werden sollte. Darüber hinaus lassen sich übersichtliche Tabellen zur Baumartenzuordnung, jeweils für terrestrische wie hydromorphe Standorte bzw. zur BZT-Zuordnung abrufen und herunterladen. Auch der BZT-Katalog sowie ausführliche Hintergrundinformationen und Erläuterungen stehen als Download zur Verfügung.

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 RCP8.5 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 eines Forschungsprojektes 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) angepasst (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 des RCP8.5-Szenarios 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 Sachsen-Anhalt 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.



Foto: J. Evers

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 Großteils dieser Flächen dringend geboten ist. In aktuellen Erhebungen geht die Bundesregierung für Nordwestdeutschland von einer Fläche von über 70.000 Hektar 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 Forsts Saatgutbeständen rücken forstliche Samenplantagen als verfügbare Saatgutquellen immer mehr in den Fokus. Mit Samenplantagen und Mutterquartieren können auch entscheidende Voraussetzungen 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 generativem 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).

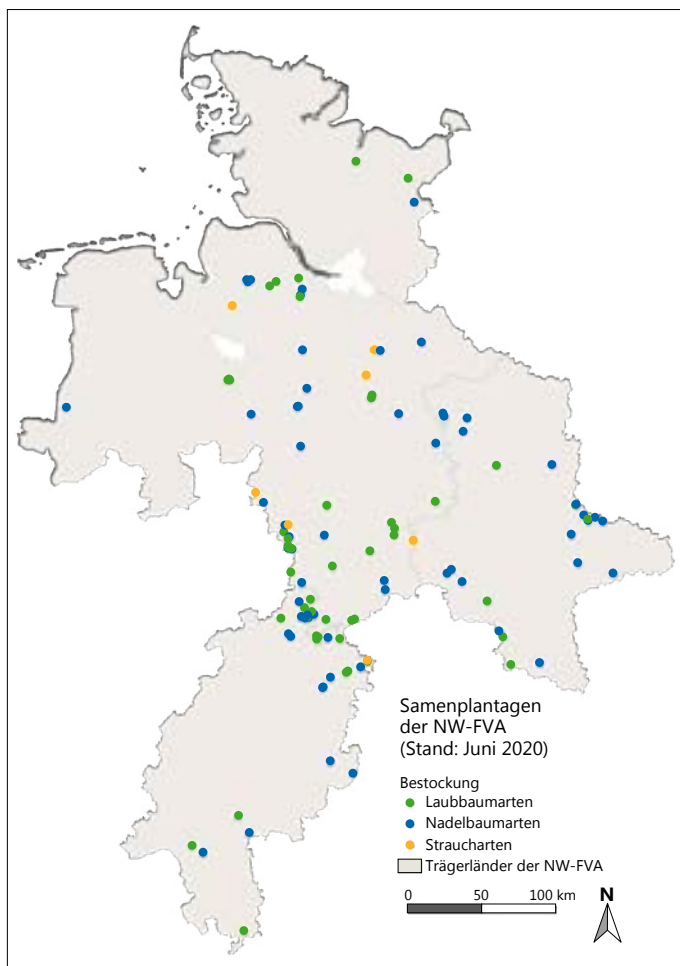
Samenplantagen der NW-FVA

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 (Tab. und Abb. unten) auf rund 400 Hektar mit 10 Nadelbaumarten, 23 Laubbaumarten und 12 Straucharten (Tab. 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	Zweiggriffiger 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 34. Das Saatgut kommt als höherwertiges Vermehrungsgut auf den Markt und kann sowohl für Naturschutzaufgaben wie auch für forstliche Zwecke verwendet werden.



Pflege einer Kiefern-Samenplantation: 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

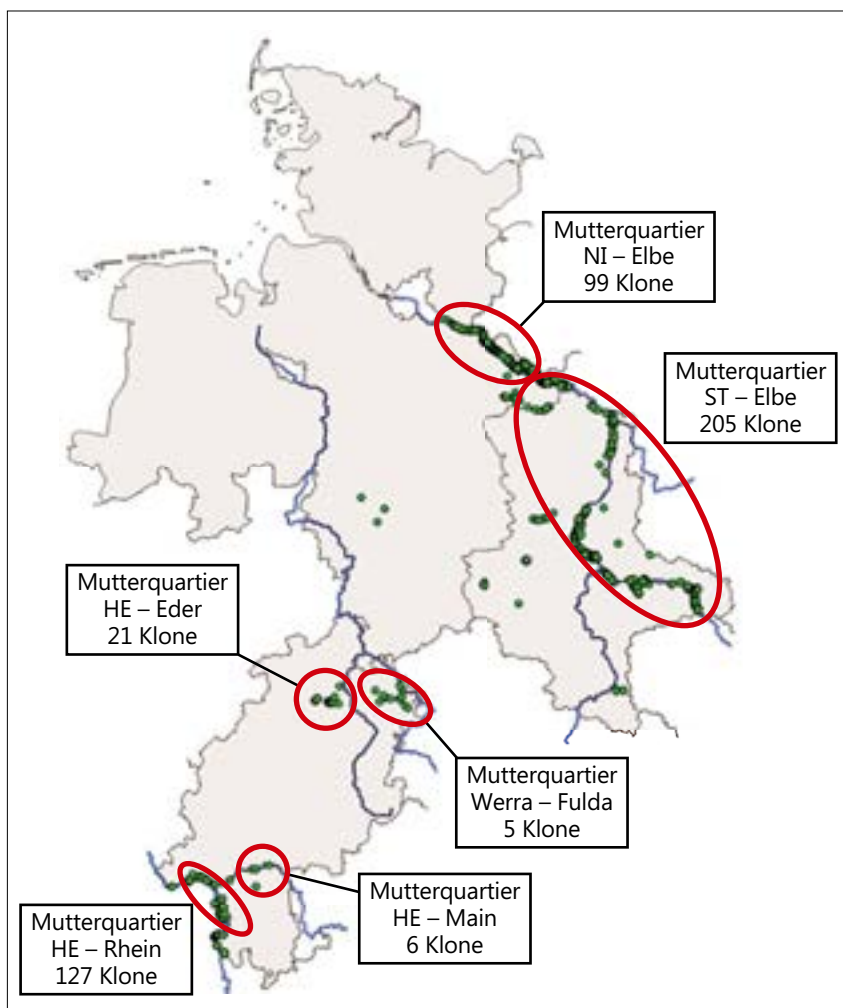
An der NW-FVA werden Mutterquartiere für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung von Pappeln und Weiden verwendet.

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.

Stoffeinträge

Birte Scheler

Nähr- und Schadstoffe werden in gelöster Form mit dem Niederschlag 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 Immissionsschutzfunktion des Waldes stellt jedoch für das Ökosystem Wald selbst eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern.

In Sachsen-Anhalt wurde der Stoffeintrag in Kiefernbestände des nordost-deutschen Tieflandes erstmals 1985 bis 1989 durch die Forschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Eberswalde erfasst (Simon u. Westendorff 1991). Im Rahmen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings werden seit 1998 bzw. 2013 die Stoffeinträge in drei Kiefernbeständen in Nedlitz (Fläming), Klötze (Altmark) und Colbitz (Letzlinger Heide) sowie in einen Douglasienbestand (Klötze) erfasst, um die Wirkung erhöhter Stoffeinträge sowie damit verbundener Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende

Ökosysteme abschätzen zu können. Jeder Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. Mit Hilfe eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich 1991) werden aus den gemessenen Stoffflüssen Gesamtdepositionsraten berechnet.

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



Intensiv-Monitoringfläche Klötze

Foto: O. Schwerdtfeger

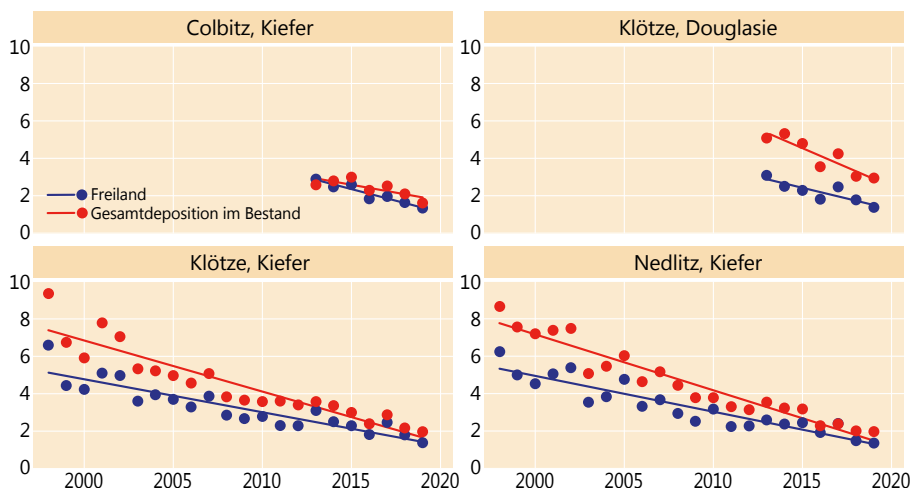
Niederschlag

2019 war in Sachsen-Anhalt ein weiteres sehr niederschlagsarmes Jahr. Zwar fielen auf allen drei Freiflächen zwischen 65 mm (Klötze) und 171 mm (Nedlitz) mehr Niederschlag als 2018, im Vergleich zum 10-jährigen Mittel der Jahre 2009-2018 wurde jedoch zwischen 104 mm (Nedlitz) und 128 mm (Klötze) weniger Niederschlag registriert. Der Bestandesniederschlag betrug zwischen 330 mm (Klötze Douglasie) und 403 mm (Nedlitz Kiefer). Den Bäumen standen damit nur zwischen 75 % (Klötze Kiefer) und 85 % (Nedlitz Kiefer) der mittleren Niederschlagsmenge der vergangenen 10 Jahre zur Verfügung. Dadurch war der Wasserhaushalt der Bestände im zweiten Jahr in Folge sehr angespannt.

Schwefeleintrag

Durch die Substitution der Braunkohle als Hauptenergieträger, die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung und die Einführung schwefelarmer Kraft- und Brennstoffe konnten die Schwefeldioxidemissionen wirksam reduziert werden. Trotz etwas höherer Niederschlagsmengen als im Jahr 2018 ging der Schwefeleintrag zurück. Er betrug mit dem Bestandesniederschlag unter Kiefer zwischen 1,6 (Colbitz) und 2,0 (Klötze) sowie unter Douglasie 2,9 kg je Hektar. Im Freiland lag er zwischen 1,3 (Colbitz) und 1,4 kg je Hektar (Klötze, Nedlitz). Die signifikante Abnahme der Schwefeleinträge setzte sich trotz des bereits erreichten niedrigen Niveaus in den letzten 10 Jahren auf allen Flächen fort.

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





Extraktion von Bodenproben zur Bestimmung der Inhaltsstoffe

Foto: N. König

Stickstoffeintrag

Stickstoff wird einerseits in oxidiert Form als Nitrat (Quellen: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse), andererseits in reduzierter Form als Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in die Ökosysteme eingetragen. In Sachsen-Anhalt betrug der Ammoniumanteil am anorganischen Stickstoffeintrag im 10-jährigen Mittel (2010-2019) im Freiland 55 % (Klötze) bzw. 58 % (Nedlitz) und an der Gesamtdeposition 58 %.

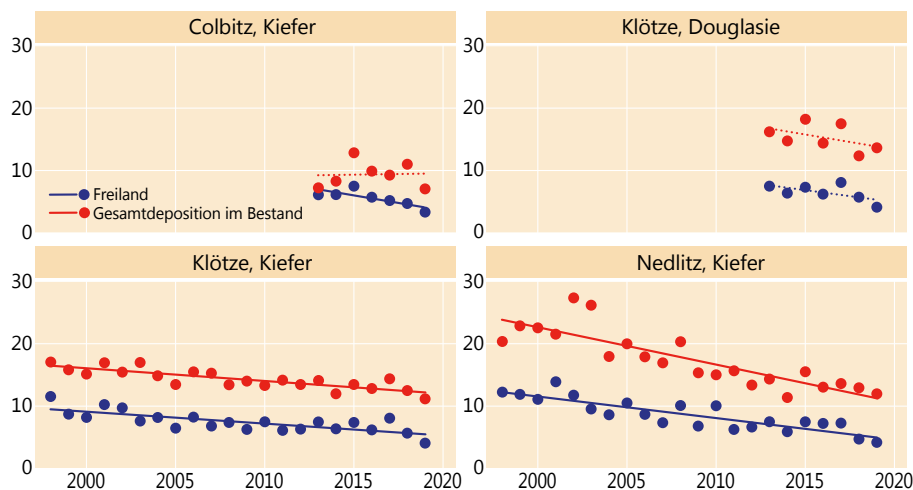
Der Nitratstickstoffeintrag hat auf den langjährig untersuchten Flächen Klötze und Nedlitz sowohl im Freiland als auch der Gesamtdeposition seit Untersuchungsbeginn im Jahr 1998 signifikant abgenommen. Diese Abnahme hat sich in Klötze (Gesamtdeposition) und in Nedlitz (Freiland und Gesamtdeposition) bei der Betrachtung der letzten 10 Jahre erfreulicherweise fortgesetzt. 2019 betrug der Nitratstickstoffeintrag unter Kiefer 3,3 kg je Hektar in Colbitz, 4,4 in Klötze bzw. 4,7 in Nedlitz und war zwischen 0,5 und 1,3 kg je Hektar geringer als 2018. Unter Douglasie betrug er 6,0 kg je Hektar und lag

damit 0,8 kg je Hektar über dem Wert des Vorjahres. Im Freiland betrug der Eintrag in Colbitz 1,4, in Nedlitz 1,9 und in Klötze 2,0 kg je Hektar.

Der Ammoniumstickstoffeintrag hat im Freiland und den beiden Kiefernflächen Nedlitz und Klötze seit 1998 ebenfalls signifikant abgenommen. 2019 betrug er im Freiland 2,0 kg je Hektar in Colbitz, 2,1 in Klötze und 2,3 in Nedlitz. Unter Kiefer betrug er in Colbitz 3,8, in Nedlitz 7,3 und in Klötze 6,8 kg je Hektar. Unter Douglasie (Klötze) betrug der Ammoniumstickstoffeintrag 7,7 kg je Hektar. Bemerkenswert ist, dass sowohl der Nitrat- als auch der Ammoniumeintrag 2019 im Freiland und unter Kiefer geringer war als 2018, unter Douglasie (Klötze) hingegen war der Eintrag beider Stickstoffverbindungen höher als 2018.

Auf den untersuchten Flächen überschreitet der anthropogen bedingte atmosphärische anorganische Stickstoffeintrag im Mittel der letzten 5 Jahre (2015-2019) mit Werten bis zu 13,4 unter Kiefer (Nedlitz) und 15,2 kg je Hektar und Jahr unter Douglasie (Klötze) nach wie vor den geringen Bedarf der Wälder für das Baumwachstum. Stickstoffeinträge, die über dem Bedarf des Ökosystems für das Wachstum liegen, ziehen jedoch – ggf. zeitverzögert – gravierende negative Konsequenzen für den Wald selbst sowie angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundwässer nach sich.

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



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



Intensiv-Monitoringfläche Nedlitz

Foto: NW-FVA

Gesamtsäure

Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile, Gauger et al. 2002).

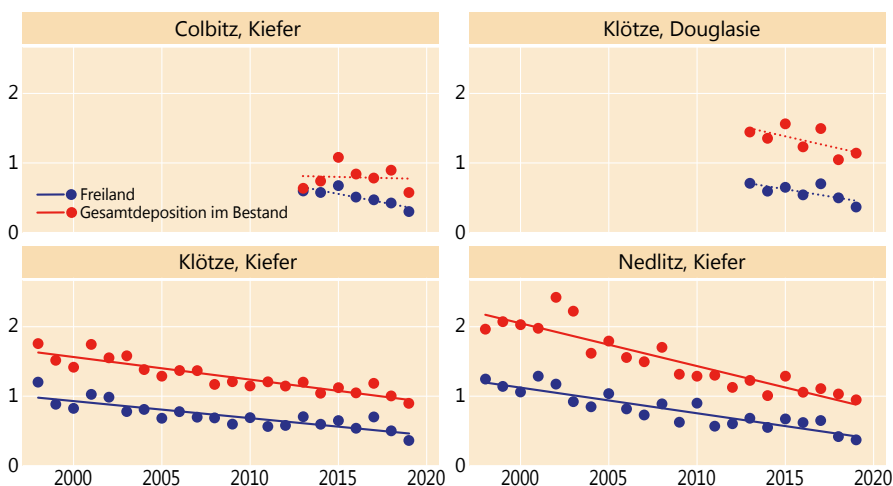
2019 betrug der Gesamtsäureeintrag im Freiland zwischen 0,3 (Colbitz) und 0,4 (Klötze, Nedlitz), unter Kiefer zwischen 0,6 (Colbitz) und 1,0 (Nedlitz) und unter Douglasie 1,1 kmol_c je Hektar.

Ein Teil des Säureeintrags wird durch ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragene Basen neutralisiert. Der Eintrag basischer Stäube spielte in Sachsen-Anhalt bis zum Einbau moderner Filteranlage in Kraftwerken nach der

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

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

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



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

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.

Literaturverzeichnis

- BMEL (2016): Forstliches Umweltmonitoring in Deutschland – Durchführungskonzept Forstliches Umweltmonitoring. 40 S
- BMEL (2020): Waldschäden: Bundesministerium veröffentlicht aktuelle Zahlen. Pressemitteilung Nr. 40/2020
- BNatSchG (1976): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 20.12.1976 (BGBl I S. 3573, 3574), zuletzt geändert am 19. Juni 2020 (BGBl I S. 1328, 1362)
- 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/ernteandel/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
- FoVG (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002 (BGBl I S. 1658), zuletzt geändert am 31. August 2015 (BGBl I S. 1474)
- 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, Fooker 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 Woltdt 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
- Paar U, Guckland A, Dammann I, Albrecht M, Eichhorn J (2011): Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation der Buche. *AFZ-DerWald*, 6, 26-29
- Penman H L (1948): Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. –*Proc. Roy. Meteorol. Soc. A* 193, 120-145
- Schulla J, Jasper K (2007): Model Description WaSiM-ETH. Technical report. http://www.wasim.ch/de/products/wasim_description.htm
- Simon K-H und Westendorff K (1991): Stoffeinträge mit dem Niederschlag in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes in den Jahren 1985–1989. *Beiträge Forstwirtschaft* 25(4),177-180
- 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, Kornblueh 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



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Umwelt, Landwirtschaft
und Energie

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

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



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

Titelfoto: Spielmann M

Layout: Paar E

Herstellung: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Printec Offset Kassel

Dr. Jan Evers
Bodenzustandserhebung



Andreas Schulze
Datenmanagement



Jörg Weymar
Außenaufnahmen und Kontrollen



Michael Spielmann
Außenaufnahmen und Kontrollen



Dr. Bernd Westphal
Außenaufnahmen und Kontrollen



Der Waldzustandsbericht 2020
ist abrufbar unter
www.nw-fva.de und
www.mule.sachsen-anhalt.de

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