

Waldzustandsbericht 2021

Forstliches Umweltmonitoring in Thüringen



Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

die Auswirkungen der Trockenperioden und die Borkenkäferkalamität haben unsere Wälder in Thüringen nach wie vor fest im Griff. Bei der diesjährigen Waldzustands-erhebung (WZE) zeigt sich das vor allem an der abermals sehr hohen Absterbe- und Ausfallrate bei den bewerteten Stichprobenbäumen.

Erfreulicherweise konnten sowohl die Witterung des Winterhalbjahres 2020/2021 als auch die des feuchten und nicht allzu warmen Frühjahrs für eine „Vitalisierung“ vieler Bäume sorgen. Erstmals seit Beginn der starken Trockenheit 2018 können wir deshalb eine leichte Erholung des stehenden Waldes feststellen.

Die zunehmende Bedeutung des Waldes für den Schutz von Boden, Biodiversität, Wasser, Luft und Landschaft steht längst gleichrangig neben seiner Rolle als Lieferant des nachwachsenden Rohstoffes Holz. Zugleich ist und bleibt der Wald ein wichtiger Erholungs- und Rückzugsraum für uns Menschen.

Das Ökosystem Wald ist jedoch zahlreichen Umweltfaktoren ausgesetzt, die seinen Zustand beeinflussen. Die Effekte dieser Einflussfaktoren sind aufgrund vielfältiger Wechselwirkungen sehr komplex. Insbesondere die Witterung beeinflusst alle Lebens-vorgänge im Wald erheblich: Temperatur und Niederschlag wirken unmittelbar auf den Stoffwechsel, die Vitalität und das Wachstum von Bäumen, Bodenlebewesen und Schadorganismen.

Der Klimawandel mit längeren Trockenphasen in der Vegetationszeit und der Zunahme von Extremwetter ist heute unbestritten. Seine Auswirkungen sind bereits gegenwärtig deutlich spürbar. Bei einer angenommenen Temperaturzunahme von 1,5 bis 2 °C und einer damit einhergehenden höheren Verdunstung würden viele unserer Baumarten häufiger unter Trockenstress leiden.

Deshalb besteht die zentrale forstliche Aufgabe in der Stabilisierung und im Erhalt unserer Wälder durch Bewältigung der extremwetter- und kalamitätsbedingten Schäden sowie durch Wiederbewaldung und Waldumbau.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre des Waldzustandsberichtes mit den wesentlichen Ergebnissen der Waldzustandserhebung sowie neuesten Erkenntnissen aus der praxisnahen Forschung des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums Gotha (FFK) viele hilfreiche Erkenntnisse und Anregungen. Zudem danke ich allen Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern, allen Försterinnen und Förstern sowie allen Menschen, die sich um das Wohlergehen unserer Wälder bemühen, ganz herzlich für Ihren täglichen Einsatz.

Susanna Karawanskij
Thüringer Ministerin für Infrastruktur und Landwirtschaft

1.	Waldzustand 2021 im Überblick	3
2.	Langzeitbeobachtungen/Monitoring im Wald	6
2.1	Forstliches Umweltmonitoring	6
2.2	Waldschutz	7
2.3	Waldbodenmonitoring	7
2.4	Monitoring in Naturwaldparzellen	7
2.5	Waldwachstumsbeobachtungen	7
2.6	Waldbau/ Waldumbau	8
2.7	Wildmonitoring	8
2.8	Forstsaatgutüberwachung/Forstgenetik	8
2.9	Klimafolgenmonitoring, Klimaschutz und -anpassung	8
3.	Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2021	9
3.1	Methodik	9
3.2	Ergebnisse	11
4.	Einflüsse auf den Waldzustand	23
4.1	Einfluss von Klima und Witterung	23
4.2	Einfluss forstlicher Schadorganismen auf den Waldzustand	27
4.3	Einfluss von Luftschadstoffen	34
5.	Maßnahmen für einen gesunden Wald	36
5.1	Grünes Herz Thüringen. Aktionsplan Wald 2030 ff.	36
5.2	Maßnahmenplan zur Bewältigung der Kalamitätslage	36
5.3	Sonderprogramm Waldumbau und Wiederbewaldung 2036	37
5.4	Finanzielle Förderung der körperschaftlichen und privaten Forstbetriebe	38
6.	Weiterführende Untersuchungen	39
6.1	Regeneration der Buche nach den Spätfrostschäden 2020 in den Hochlagen des Thüringer Waldes	39
6.2	Erarbeitung einer standortbasierten Darstellung von Bodenfeuchteinformationen	40
7.	Zusammenfassung/Fazit	42

1. Waldzustand 2021 im Überblick

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) zeigen ein differenziertes Bild:

So sind einerseits seit 2018 rund 20 % der WZE-Stichprobenbäume durch abiotische Einflüsse und/oder forstliche Schaderreger abgestorben und teilweise entnommen worden (2018: 1 %, 2019: 3 %, 2020: 8 %, 2021: 8 %). Allein in diesem Jahr entstanden an 11 WZE-Aufnahmepunkten neue Kahlflächen oder stark aufgelichtete Bestände (2020: 9 WZE-Punkte). Besonders stark betroffen ist erwartungsgemäß die Fichte. Verfahrensbbedingt gehen die entnommenen Bäume nicht mit in die Auswertungen zum Zustand und zur Vitalität des Waldes ein.

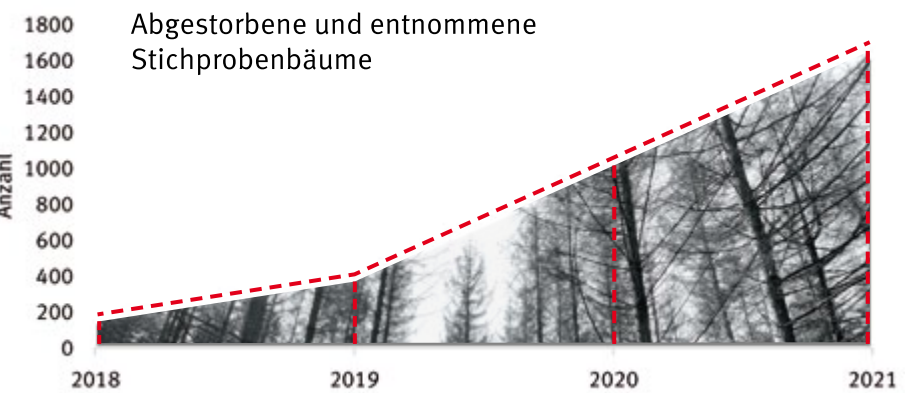


Abb. 1: Abgestorbene und entnommene WZE-Stichprobenbäume (2018-2021)

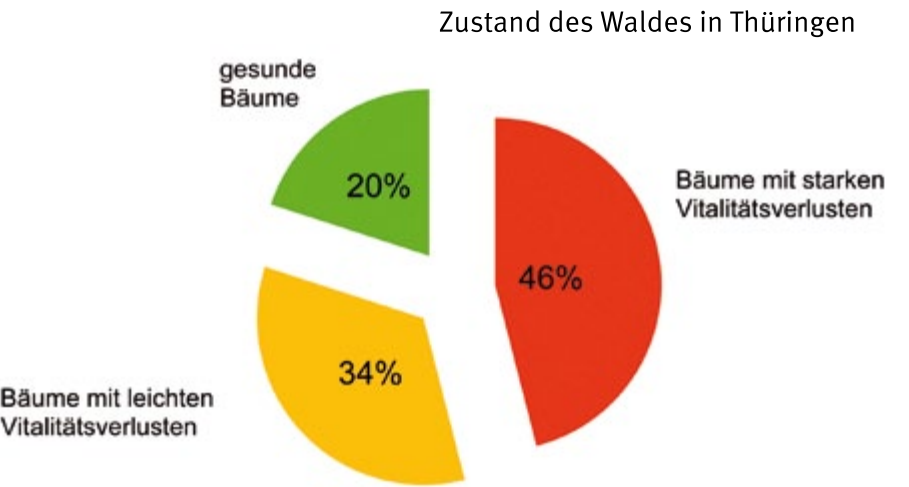


Abb. 2: Zustand/Vitalität des Waldes in Thüringen

Andererseits haben sich der Zustand und die Vitalität der stehenden Bäume nach drei Trockenjahren erstmals wieder verbessert. Der Anteil stark geschädigter Bäume ist im Vergleich zum Vorjahr um 9 Prozentpunkte auf 46 % gesunken. Etwa ein Drittel aller Waldbäume weist leichte Vitalitätsverluste auf, der Anteil gesunder Bäume stieg um 5 Prozentpunkte auf 20 %.





Diese positive Tendenz betrifft Nadel- und Laubbäume gleichermaßen (Abb. 3 und 4). Allerdings bleibt der Anteil starker Vitalitätsverluste mit 53 % bei den Laubbäumen (2020: 63 %) und 42 % bei den Nadelbäumen (2020: 50 %) nach wie vor hoch.

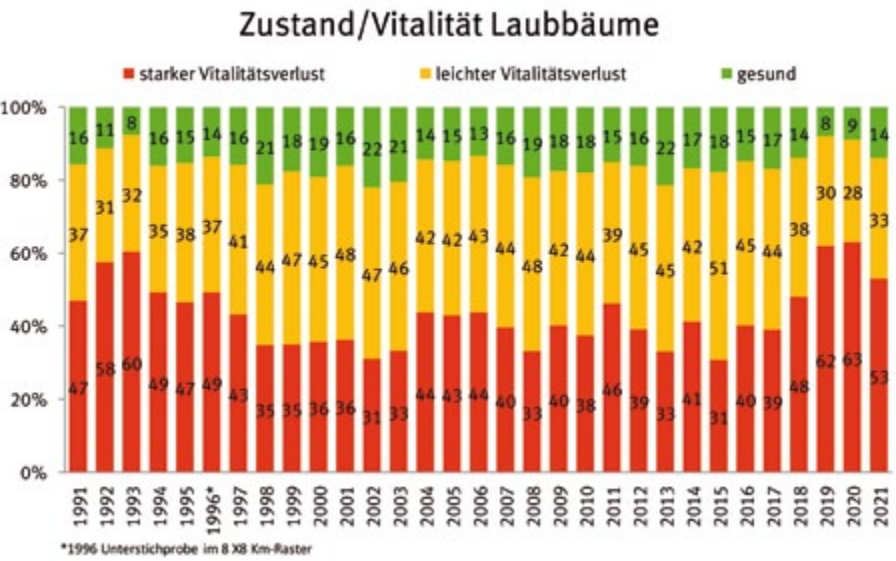


Abb. 3: Zustand/Vitalität von Laubbäumen

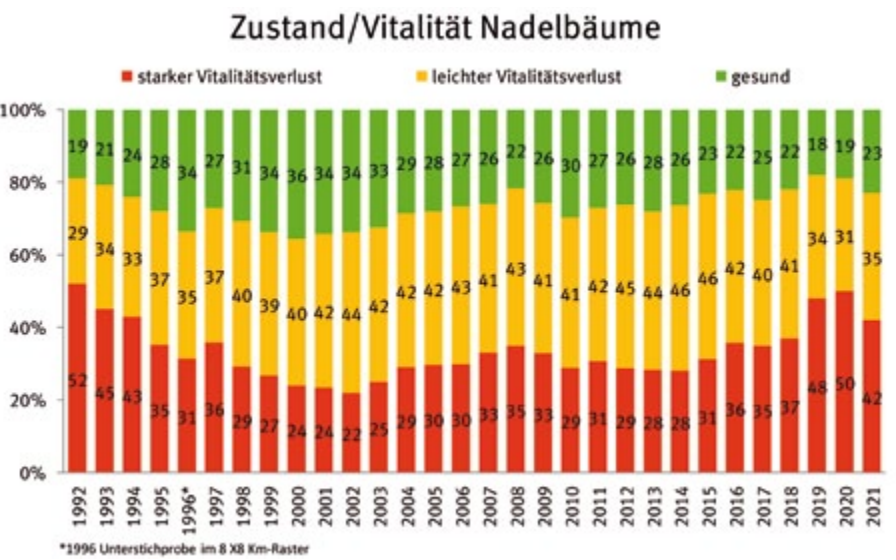


Abb. 4: Zustand/Vitalität von Nadelbäumen

Die stärksten Vitalitätsverluste waren auch 2021 wieder in den Kieferngebieten des Thüringer Holzlandes (trotz deutlicher Verbesserungen), in den Buchengebieten im Norden und Westen des Landes sowie in den Fichtenregionen des südöstlichen Thüringer Waldes/Schiefergebirges zu verzeichnen (Abb. 5). Im mittleren Thüringer Wald und im Vogtland konnte hingegen eine leichte Verbesserung festgestellt werden.

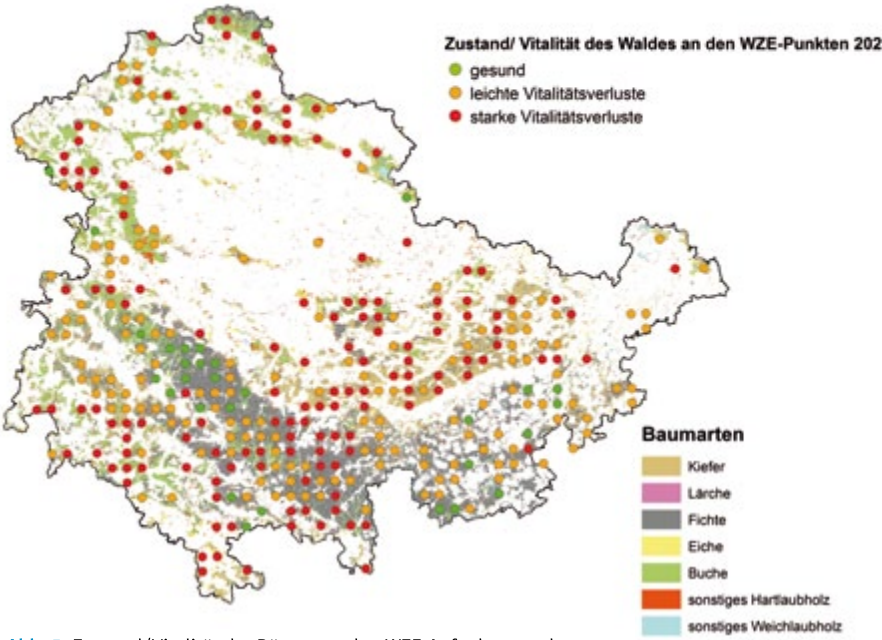


Abb. 5: Zustand/Vitalität der Bäume an den WZE-Aufnahmepunkten

Betrachtet man die Gesamtsituation des Waldes in Thüringen, so sind seit 2018 inzwischen rund 16,2 Mio. fm Laub- und Nadelholz abgestorben (Stand 30.09.2021) und die aktuellen Auswertungen der Sentinel2-Satellitenbilder (Abb. 6) zeigen rund 45.000 ha Kahlflächen oder stark aufgelichtete Bestände > 0,3 ha (2020: 28.000 ha). Das heißt, fast 9 % der Waldfläche Thüringens ist in den letzten Jahren forstlichen Schaderregern, Trockenheit oder Stürmen zum Opfer gefallen und ein Ende dieser Entwicklung ist noch nicht in Sicht.

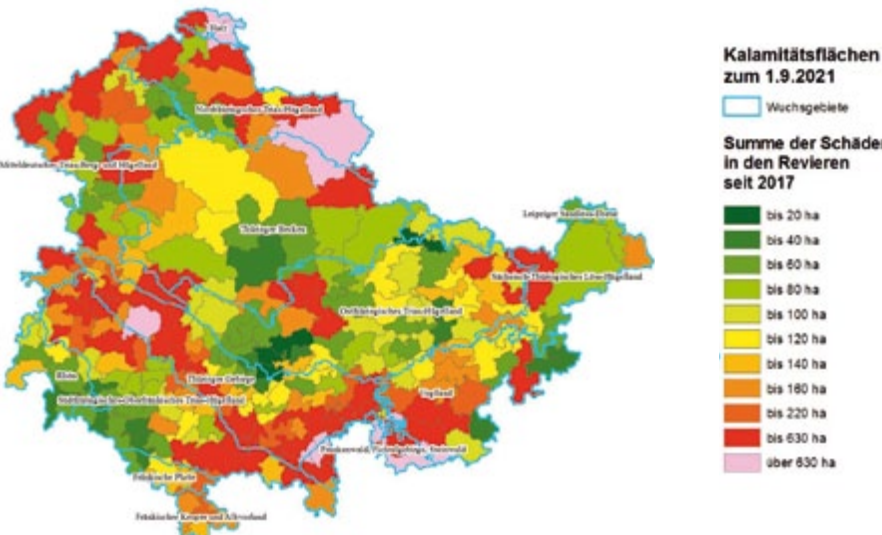


Abb. 6: Kalamitätsflächen in den Waldgebieten Thüringens (Summe 2017-2020)



2. Langzeitbeobachtungen/Monitoring im Wald

Unsere heutigen Wälder sind allesamt kulturell geprägt. Über mehrere hundert Jahre hinweg formte der Mensch die sich im Zuge der nacheiszeitlichen Waldentwicklung bildenden Naturwälder nach seinen Bedürfnissen um. Angesichts der heutigen Ansprüche an multifunktional leistungsfähige Waldbestände und der sich insbesondere durch den Klimawandel tiefgreifend ändernden Rahmenbedingungen besteht das Ziel, die Waldbestände in nachhaltige, standortgerechte und naturnahe Wälder weiterzuentwickeln. Dazu bedarf es mehr denn je einer kontinuierlichen Überwachung verschiedener Indikatoren der Waldökosystementwicklung.

2.1 Forstliches Umweltmonitoring

Die in Waldökosystemen vorhandenen Ursache-Wirkungsbeziehungen sind komplex. Verlässliche Informationen über die ökologische Situation des Waldes und die auf den Wald wirkenden Umwelteinflüsse sind deshalb unerlässlich, um dieses Wirkungsgefüge besser verstehen zu können. Da nicht nur unmittelbare Reaktionen auf Umweltveränderungen, sondern auch langfristige Folgen und Wechselwirkungen in Waldökosystemen von Bedeutung sind, wurde mit dem Forstlichen Umweltmonitoring ein mehrstufiges, aufeinander abgestimmtes Untersuchungsprogramm unterschiedlicher Intensitäten entwickelt, um ein differenziertes Bild vom Zustand des Waldes und seiner Beziehungen zur Umwelt zu gewinnen. Das Forstliche Umweltmonitoring umfasst drei Elemente:

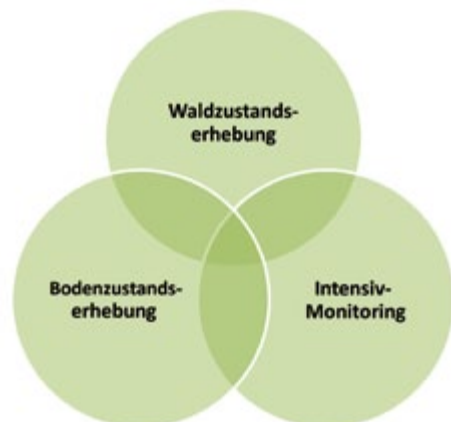


Abb. 7: Bestandteile des Forstlichen Umweltmonitoring

2.1.1 Waldzustandserhebung

Die Waldzustandserhebung liefert jährlich, mit relativ geringem Aufwand im Rahmen eines Stichprobenverfahrens erhobene, statistisch gesicherte Daten zur Vitalität unserer Waldbäume und deren Entwicklung. Damit können kurz- und langfristig baumartenspezifische Vitalitätsentwicklungen und Schad-

schwerpunkte identifiziert werden. Wichtigste Aufnahme- und Bewertungskriterien sind der Verlust an Nadel-/Blattmasse (Kronenverlichtung) und jahreszeituntypische Nadel-/Blattverfärbungen. Beide Merkmale gelten als unspezifische Reaktionen der Bäume auf Stress und als ein Indikator für Belastungen.

2.1.2 Bodenzustandserhebung

Neben der jährlichen Waldzustandserhebung werden in größeren zeitlichen Abständen an jedem vierten WZE-Punkt (8 x 8 km Raster) Untersuchungen zum Zustand und zur Entwicklung des Waldbodens durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Bodenzustandserhebung geben einen Hinweis auf die Nährstoffausstattung, den Grad der Bodenversauerung, die Kohlenstoffspeicherung und den Wasserhaushalt des Bodens sowie auf den Ernährungsstatus und das Wachstum der Bäume. Sie liefern eine wertvolle Datenbasis für forstbetriebliche Entscheidungen, wie z. B. für eine standortgerechte Baumartenwahl, für besondere Holzerntestrategien, Bodenschutzkalkungen und so weiter. Nach den Bodenzustandserhebungen 1992/93 und 2006/07 findet die nächste bundesweite Bodenzustandserhebung von 2022 bis 2024 statt.

2.1.3 Intensiv-Monitoring an Wald- und Hauptmessstationen

Die 15 Wald- und Hauptmessstationen repräsentieren die wichtigsten Naturräume und Hauptbaumarten in Thüringen. An den Messstationen werden u. a. regelmäßig Witterungsparameter, Luftschadstoffkonzentrationen und Stoffeinträge in Wald und Boden erfasst und im Hinblick auf Waldzustand, Waldernährung, Zuwachs und weitere Zustandsparameter ausgewertet.

Von den landesweit 15 Messstationen sind 5 als sogenannte „Level II-Flächen“ in das Monitoringprogramm des ICP-Forests (www.icp-forests.org) eingebunden. Die Daten dieser Flächen werden in einer europäischen Datenbank vorgehalten und gehen in europaweite Auswertungen ein. Des Weiteren fließen Daten der Wald- und Hauptmessstationen in die monatlichen Berichte zur Bodenfeuchte (www.thueringenforst.de/waldbodenfeuchte) und in die quartalsweisen Forstlichen Witterungsberichte (www.thueringenforst.de/witterungsbericht) ein.

2.2 Waldschutz

Der Waldschutzmeldedienst und die Beobachtungen der Waldschutzsituation werden in Thüringen seit 1947 von der Forstverwaltung durchgeführt und umfassen neben der Überwachung und Diagnose von forstlichen Schadorganismen auch Prognosen und Handlungsempfehlungen für Waldbesitzende.

2.2.1 Waldschutzmeldedienst

Im Rahmen des Waldschutzmeldedienstes werden die aus den Thüringer Forstrevieren und aus dem Bundesforstbetrieb gemeldeten Schäden durch Insekten, Mäuse und Pilze sowie die durch abiotische Einflüsse verursachten Schäden wie z. B. Wurf- und Bruchholz, Frost- oder Dürreschäden und Waldbrände erfasst. Auszüge aus den aktuellen Daten sind in den der Öffentlichkeit zugänglichen quartalsweisen Forstlichen Witterungsberichten (www.thueringenforst.de/witterungsbericht) sowie in den aktuellen Waldschutzmeldungen (www.thueringenforst.de/ueberthueringenforst/forstliches-forschungs-und-kompetenzzentrum/forschungs-mediathek/ffk-gotha-downloads/ffk-gotha-berichte-und-erhebungen/mediathek/1/Waldschutzinformation/) nachzulesen.

2.2.2 Waldschutzmonitoring

Anhand mehrstufiger, situationsangepasster Verfahren werden sowohl die Populationsdichten als auch die räumliche Ausbreitung der wichtigsten forstlichen Schaderreger überwacht. Neben der Beobachtung der Borkenkäferpopulationen werden Bodensuchen nach Larven und Puppen durchgeführt, Ei-Besatzdichten untersucht sowie Pheromon-Fallenfänge und sonstige Probefänge getätigt, aus denen sich Prognosen zur Schadentwicklung und zum Schadpotenzial sowie zur Vorbereitung von Gegenmaßnahmen ableiten lassen.

2.2.3 Überwachung Quarantäneschädlinge

Quarantäneschadorganismen unterliegen amtlichen Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen und gelten als Schadorganismen mit potenzieller ökonomischer Bedeutung für das Gebiet der EU. Deshalb müssen nach den Vorgaben des Bundes und der EU regelmäßige Kontrollen zum Auftreten von Quarantäneschädlingen im Wald durchgeführt werden. Derzeit überwacht die Hauptstelle für Waldschutz des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums Gotha folgende Quarantäneschadorganismen: Asiatischer Laubholzbockkäfer (*Anoplopora glabripennis*), Citrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*), Asiatischer

Eschenprachtkäfer (*Agrilus planipennis*), Kiefernholznmematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), Pechkrebs der Kiefer (*Fusarium circinatum*) und den Pilz *Phytophthora ramorum*.

2.3 Waldbodenmonitoring

Die standortspezifischen Wuchsbedingungen für den Wald gewinnen im Hinblick auf den Klimawandel immer mehr an Bedeutung. Eine flächendeckende Standortkartierung und die Langzeitbeobachtungen zu Veränderungen im und auf dem Waldboden dienen als Grundlage zur Bewertung von Wuchsleistungen, Nutzungspotenzialen und Bodenschutzaspekten und berücksichtigen insbesondere die Wechselbeziehungen und Rückkopplungseffekte zwischen Boden, Wald und Klima.

2.4 Monitoring in Naturwaldparzellen

In Naturwaldparzellen bleibt der Wald sich selbst überlassen und unterliegt weitestgehend natürlichen Prozessen. In den Naturwaldparzellen werden regelmäßige Stichprobenerhebungen zum Waldwachstum, Totholzinventuren und Vegetationsaufnahmen sowie faunistische Spezialuntersuchungen durchgeführt. Diese dokumentieren die Entwicklung über einen langen Zeitraum hinweg und liefern wertvolle Erkenntnisse über ungestörte Prozessabläufe im Wald.

2.5 Waldwachstumsbeobachtungen

Genauso sensibel wie der Kronenzustand reagiert das Wachstum der Bäume auf äußere Einflussfaktoren. So lassen sich die Auswirkungen klimatischer Veränderungen, die Belastungen durch Luftschadstoffe, unangepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen und standortbedingte Nährstoffmängel am Wachstumsverlauf genau ablesen und geben wertvolle Hinweise für die zukünftige Entwicklung. Dazu unterhält die Landesforstanstalt ein kleines Set von 50 waldwachstumskundlichen/waldbaulichen Versuchsflächen sowie eine steigende Anzahl von Weiserflächen der Forsteinrichtung. Zur Erweiterung der Datengrundlage und feineren Auflösung wurden in den letzten 5 Jahren viele Hundert Bohrkern von Bäumen gewonnen und dendrochronologisch analysiert. Dies war unter anderem Bestandteil des von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe geförderten Kooperationsprojektes „Bewirtschaftung der Fichte im sächsischen und thüringischen Mittelgebirge unter Berücksichtigung des aktuellen Wachstumsgangs und Risikoabschätzung (FIRIS)“.

3. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2021

2.6 Waldbau/ Waldumbau

Mit dem Klimawandel ändern sich derzeit auch die waldbaulichen Bedingungen schneller als erwartet. Erfahrungswerte der Vergangenheit müssen auf ihre weitere Gültigkeit überprüft werden. Regelmäßige standortspezifisch-waldbauliche Analysen zu den Risiken und Gefahren für die heimischen Bestände gewinnen vor diesem Hintergrund immer mehr an Bedeutung. Die Ergebnisse zahlreicher waldbaulicher Versuche, wie z. B. zur Baumartenwahl, Baumarteneignung, Baumartenmischung und zur Pflege von Waldbeständen fließen regelmäßig in die forstbetrieblichen Leitlinien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung sowie in die Maßnahmen zum Waldumbau (www.thueringen-forst.de/waldumbauportal) ein. Weitere Schwerpunkte sind die Walderneuerung durch Pflanzung, Saat oder Naturverjüngung im intakten Wald sowie auf Schadflächen nach Kalamitäten.

2.7 Wildmonitoring

Für die Schaffung artenreicher, mehrstufiger Mischbestände ist der Einfluss des Wildes von großer Bedeutung. Seit 1994 werden deshalb auf Basis des Thüringer Jagdgesetzes im dreijährigen Turnus auf Kreisebene flächendeckend für alle Waldeigentumsformen durch die Forstverwaltung Erhebungen zu den Schäden durch Wildverbiss und Schäl durchgeföhrt und Vorschläge zur Regulierung der Wilddichte erarbeitet. Die letzten Erhebungen 2019 erfolgten im Rahmen der Verbissinventur an 2.825 Aufnahmepunkten und für die Schälinventur an 1.648 Aufnahmepunkten. Die Ergebnisse werden auf Anfrage sowohl den Waldeigentümern als auch den betroffenen Institutionen zur Verfügung gestellt.

2.8 Forstsaatgutüberwachung/Forstgenetik

Im Zuge des Klimawandels gewinnt der Einsatz geeigneten Saatgutes bei der Verjüngung immer mehr an Bedeutung. Im Rahmen der Forstsaatgutüberwachung werden anerkannte Saatguterntebestände ausgewiesen und regelmäßig deren Zulassungsvoraussetzungen überprüft. In den letzten 20 Jahren wurden 176 neue Saatguterntebestände auf insgesamt 602 ha zugelassen, 462 Saatguterntebestände waren hingegen nicht mehr geeignet, ihnen wurde die Zulassung aberkannt. Aktuell hat Thüringen über alle Eigentumsformen hinweg 770 anerkannte Forstsaatguterntebestände mit einer Fläche von 3.474 ha (Stand: August 2021).

Zur Erhaltung wertvoller genetischer Ressourcen werden im Rahmen eines landesspezifischen Generhaltungsprogramms baumartenorientierte Untersuchungen und bei Bedarf generhaltende Maßnahmen durchgeföhrt. Die Arbeiten konzentrieren sich derzeit auf die Beobachtung von Weißtanne, Eibe,

Elsbeere, Breitblättriger Mehlbeere, Speierling, Wildobst, Bergulme, Schwarzpappel, Hochlagenfichte und Höhenkiefer. Fünf Samenplantagen der Baumarten Spitz- und Feldahorn, Vogelkirsche, Höhenkiefer und Weißtanne befinden sich in Neuanlage.

2.9 Klimafolgenmonitoring, Klimaschutz und -anpassung

Beim Klimafolgenmonitoring werden die Ergebnisse von Langzeitbeobachtungen mit relevanten Klimainformationen verknüpft, die Risiken des Klimawandels identifiziert und Maßnahmen zum Schutz des Waldes sowie zu dessen Klimaanpassung herausgearbeitet. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Baumartenwahl. Die auf einer angepassten Klimagliederung basierenden Baumartenempfehlungen sind im Thüringer Waldbesitzerportal unter www.waldbesitzerportal.de/waldbewirtschaftung/waldbau-waldumbau/verjuengung zu finden. Zusätzlich werden im Verbund mit anderen forstlichen Forschungseinrichtungen Versuche zum Anbau nicht-heimischer Baumarten angelegt, wie z. B. mit Libanon-Zeder, Türkischer Tanne, Orientbuche, Hemlocktanne, Douglasie, Silberlinde, Baumhasel und Robinie.

Darüber hinaus werden die Reaktionen der Thüringer Wälder auf sogenannte Weiserjahre und größere Kalamitäten, wie z. B. das Hitzejahr 2003, den Sturm „Kyrill“ 2007 oder die Extremjahre 2018-2020 erfasst, mit neuesten Methoden interpretiert und benutzt, um die Klimarisiken einzelner Baumarten und Waldstrukturen zu bewerten und hieraus Empfehlungen zur künftigen Risikovermeidung abzuleiten. In regelmäßigen Zeitabständen wird auf Basis belastbarer Inventuren außerdem die Kohlenstoffdioxid- bzw. Kohlenstoffmenge bilanziert, welche in heimischen Wäldern, Waldböden, Totholz und genutztem Holz eingebunden wurde und dadurch nicht treibhausgaswirksam geworden ist.



Bild 1: Forstsaatguternte

3.1 Methodik

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist eine bundesweite Walderhebung nach § 41a Abs. 6 Bundeswaldgesetz (BWaldG). Die Details sind in der Verordnung über die Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV) des Bundes geregelt. Danach sind die Grunddaten nach einem terrestrischen Stichprobenverfahren mit systematischer Stichprobenverteilung über das gesamte Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mindestens im 16 x 16 km Quadratverband zu erheben. Die Bundesländer können Verdichtungen vornehmen, soweit sie dies für erforderlich halten.

Um statistisch gesicherte Daten für die Baumarten Fichte, Kiefer und Buche zu erhalten, wird die Waldzustandserhebung in Thüringen als repräsentatives Stichprobenverfahren im 4 x 4 km Raster durchgeföhrt. Landesweit fallen insgesamt 353 Gitternetz-/Rasterpunkte auf Waldflächen. Jeder WZE-Punkt ist eingemessen und mit einem Flächenmittelpunkt markiert. Im Abstand von maximal 50 m zum Flächenmittelpunkt werden in alle vier Himmelsrichtungen (Kreuztrakt) jeweils sechs Stichprobenbäume markiert (Abb. 8). An diesen insgesamt 8.472 dauerhaft markierten Bäumen erfolgt jährlich zwischen Mitte Juli und Anfang August die visuelle Einschätzung der Baumkrone und des Baumzustandes. Bewertet wird grundsätzlich nur der zum Himmel hin freie Teil der Baumkrone (Lichtkrone).

Eingeschätzt wird vor allem der prozentuale Verlust an Nadel-/Blattmasse in 5 %-Stufen und die Intensität der Vergilbung/Verfärbung. Zusätzlich werden die:

- soziologische Stellung (nach KRAFT),
- Blüh- und Fruktifikationsintensität,
- biotischen Schäden nach Ursache und Intensität (Insekten, Pilze, Wild),
- abiotischen Schäden nach Ursache und Intensität (z. B. Fäll-/Rückeschäden, Trockenheit, Frost usw.) und



Abb. 8: Stichprobenpunkt der Waldzustandserhebung im Kreuztrakt

- Ausfallursachen bei toten bzw. nicht bonitierbaren Bäumen erfasst.

Die einmal markierten Bäume werden, solange sie vorhanden und verfahrenskonform bonitierbar sind, als Stichprobenbäume beibehalten. Ist ein markierter Stichprobenbaum zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht mehr vorhanden (z. B. nach geplanten Holzerntemaßnahmen oder Sanierungshieben) oder im Kronenraum nicht mehr mitherrschend (KRAFTsche Klassen 4 oder 5), so wird ein in unmittelbarer Nähe stehender Ersatzbaum ausgewählt und neu in das Stichprobenkollektiv aufgenommen. Die Ausfallursachen des ausgeschiedenen Baumes werden protokolliert. Entnommene Stichprobenbäume, für die kein Ersatzbaum gefunden werden kann, gehen nicht mit in die Berechnungen der mittleren Kronenverlichtung und der Vitalitätsstufen (Tab. 1) ein.

In Thüringen wurde in diesem Jahr zum 31. Mal in Folge die Waldzustandserhebung durchgeföhrt. Nach intensiver Schulung durch das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK) erfolgten die Außenaufnahmen durch Mitarbeiter der Thüringer Forstämter im Zeitraum vom 09. Juli bis zum 06. August 2021.



Bild 2: Landesschulung WZE 2021

In den letzten fünf Jahren hat sich der WZE-Stichprobenumfang kontinuierlich verringert. Konnten 2017 noch 352 der insgesamt 353 Aufnahmepunkte und 8.448 Bäume begutachtet werden, so waren es in diesem Jahr nur 331 WZE-Punkte mit insgesamt 7.944 Bäumen (Abb. 9). Rund 66 % der begutachteten Bäume waren älter als 60 Jahre. Während in früheren Jahren zumeist planmäßige Entnahmen im Rahmen der Pflege oder Verjüngung ursächlich für einen Ausfall von Stichprobenbäumen waren, so sind es seit 2018 fast ausnahmslos Witterungseinflüsse oder forstliche Schaderreger.

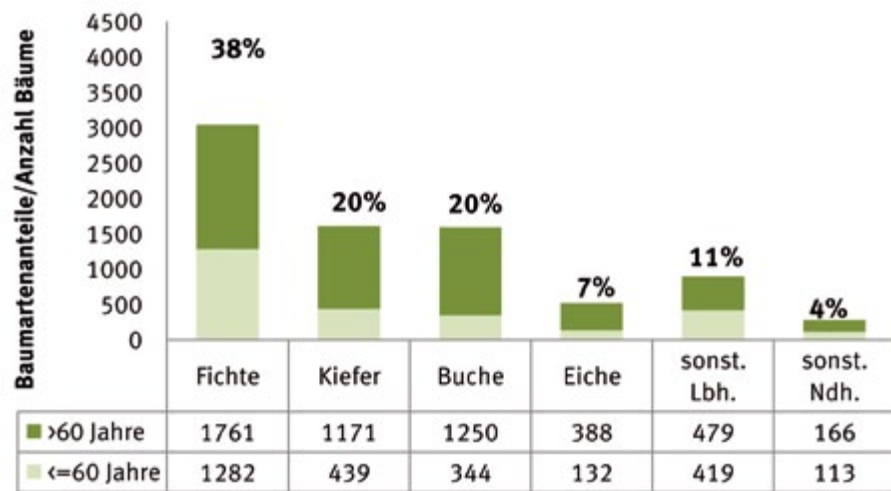


Abb. 9: Baumartenanteile/Anzahl Bäume nach Alter an der WZE-Gesamtstichprobe 2021

Einen neuen Negativ-Rekord bildet in diesem Jahr die Anzahl sogenannter Ruhepunkte. Ein aktiver WZE-Aufnahmepunkt wird immer dann zum Ruhepunkt, wenn WZE-Stichprobenbäume durch Witterungsereignisse, forstliche Schaderreger, normale Nutzung oder sonstige Gründe ausfallen, die Anzahl der verbleibenden Stichprobenbäume für einen statistisch gesicherten Stichprobenumfang nicht ausreicht und in einem Umkreis von 50 m keine Bäume als Ersatzbäume vorhanden sind oder infrage kommen. Waren es 2020 neun WZE-Aufnahmepunkte, an denen entweder alle oder ein großer Teil der Bäume nicht mehr vorhanden waren, so kamen 2021 elf weitere Aufnahme-punkte hinzu (Abb. 10). Zwei Punkte konnten zum Zeitpunkt der Aufnahmen nicht betreten werden. Bis auf einen Punkt handelt es sich bei den ausgefallenen Punkten um Fichtenreinbestän-de, die aufgrund von Borkenkäferbefall im Zuge der Sanierung flächig beräumt wurden. Diese WZE-Aufnahmepunkte ruhen so lange, bis die nachwachsenden Bäume im Kreuztrakt eine Mindesthöhe von 60 cm erreicht haben.



Abb. 10: 4 x 4 km Rasternetz Waldzustandserhebung mit Ruhepunkten

Der wichtigste Gradmesser für die Gesundheit eines Baumes und dessen Anpassungsfähigkeit an die standörtlichen und klimati-schen Rahmenbedingungen ist die Vitalitätsstufe. Sie wird abgeleitet aus den Parametern „Nadel-/Blattverlust“ und „Verfärbung bzw. Vergilbung“ (Tab. 1) und zur Bewertung des Waldzustandes verwendet.

Tab. 1: Ableitung der Vitalitätsstufen

Nadel-/Blattverlust [%]	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter [%]				
	0 - 10	11 - 25	26 - 60	61 - 100	
0 - 10	0	0	1	2	Stufe 0 – gesunder Baum Stufe 1 – Baum mit leichten Vitalitätsverlusten Stufen 2, 3 und 4 – Baum mit starken Vitalitätsverlusten
11 - 25	1	1	2	2	
26 - 60	2	2	3	3	
61 - 99	3	3	3	3	
100	4	-	-	-	



Bild 3: Baumartenspektrum der Waldzustands-erhebung

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Der Waldzustand in Thüringen

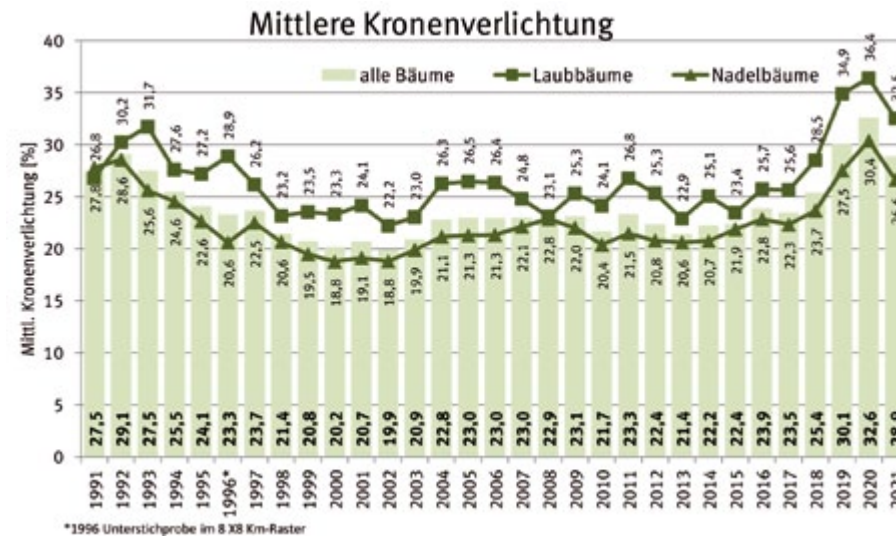


Abb. 11: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung

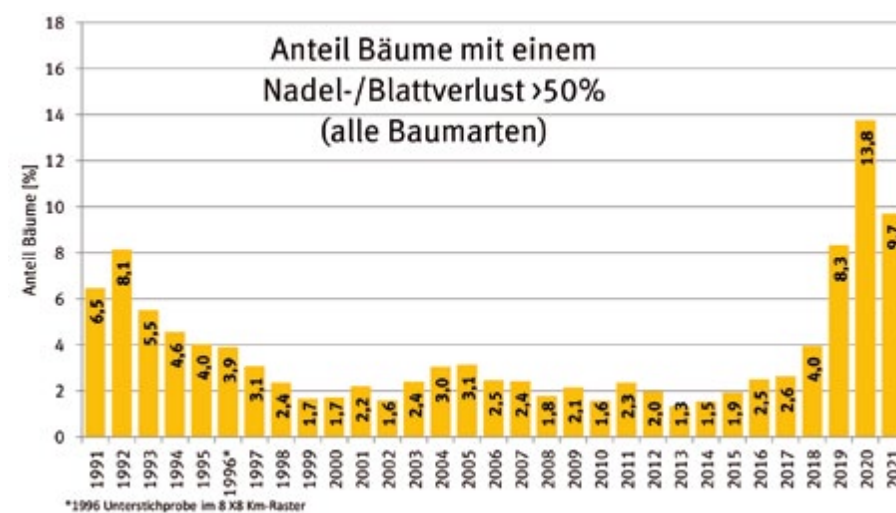


Abb. 12: Anteil Bäume mit einem Verlust an Nadeln/Blättern >50%

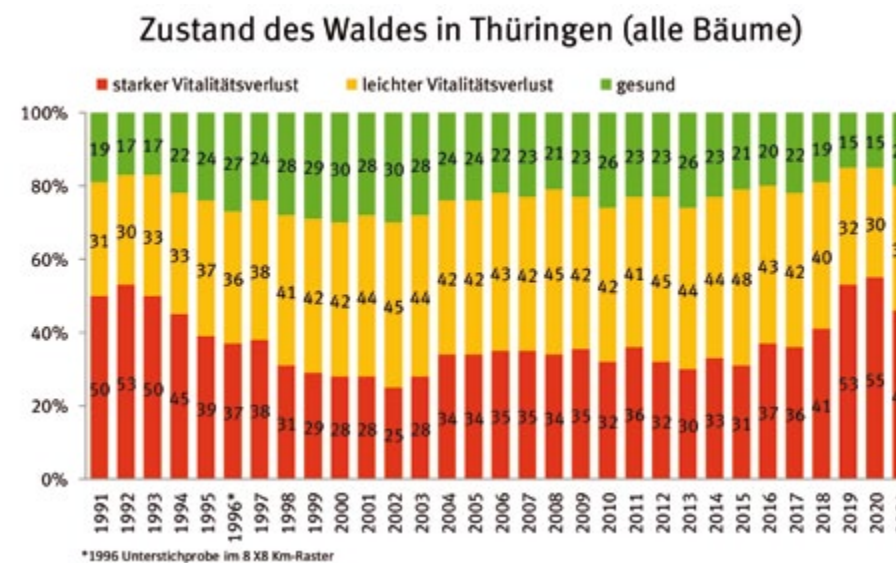


Abb. 13: Zustand/Vitalität des Waldes in Thüringen

Der Zustand des stehenden Waldes hat sich im Vergleich zu den extrem trockenen Vorjahren signifikant verbessert. Der Nadel-/Blattverlust (mittlere Kronenverlichtung) der Bäume verringerte sich um 3,7 Prozentpunkte auf 28,9 % (Abb. 11).

Ursächlich für die Verbesserung war der „waldfreundliche“ Witterungsverlauf 2021. Aufgrund des kühlen Frühjahrs trieben die Bäume in diesem Jahr rund drei Wochen später aus als in den zurückliegenden Jahren und gerieten aufgrund der zahlreichen Niederschlagsereignisse auch erst später und meist nur kurzzeitig unter Trockenstress. Insgesamt befinden sich die Nadel- und Blattverluste jedoch weiterhin auf einem hohen Niveau.

Dies zeigt sich auch im Anteil an Bäumen, denen mehr als 50 % ihrer Nadel-/Blatt-masse fehlt (Abb. 12). Bei diesen Bäumen sind lebensnotwendige baumbiologische Prozesse besonders stark beeinträchtigt und die Überlebenschancen – je nach Baumart und Alter – herabgesetzt. Obwohl sich der Anteil dieser Bäume im Vergleich zum Vorjahr um 4 % reduziert hat, ist der 2021er Wert immer noch der zweithöchste seit Beginn der WZE-Aufnahmen und die Dramatik der letzten Jahre wird deutlich sichtbar.

Anhand der Vitalitätsstufen können lan-desweit 20 % aller stehenden Bäume als gesund eingestuft werden (2020: 15 %), 34 % der Bäume sind in ihrer Vitalität leicht beeinträchtigt (2020: 30 %) und 46 % (2020: 55 %) weisen einen starken Vitalitätsverlust und/oder deutlich sichtbare Schäden auf (Abb. 13).

Der Trend hat sich somit nicht umgekehrt. Die extrem schlechten Vitalitätswerte in 2019 und 2020 sind das Ergebnis von drei aufeinander folgenden Trocken- und Hitzejahren. Derartige Jahre mit Extrem-wetter werden im Zuge des Klimawandels zukünftig häufiger auftreten und das Ökosystem Wald schneller verändern als bisher vermutet.

Durch abiotische oder biotische Einflüsse sind seit der letzten Aufnahme 623 Stichprobenbäume (8 %) abgestorben und teilweise im Jahresverlauf entnommen worden. Besonders stark betroffen ist die Fichte (Abb. 14). Zum Zeitpunkt der Aufnahmen waren 168 Bäume frisch abgestorben (2 %), diese Bäume hatten noch Feinreisig und gehen mit einem Nadel-/ Blattverlust von 100 % in die Berechnungen der mittleren Kronenverlichtung und der Vitalitätsstufen ein. Für 73 tote Bäume, die bereits vor längerer Zeit abgestorben sind und kein Feinreisig mehr hatten, wurde ein Ersatzbaum bestimmt (1 %). Für 382 Bäume (5 %) wurde kein Ersatzbaum gefunden, das trifft vor allem für die entstandenen Kahlfächen (WZE-Ruhepunkte) zu.

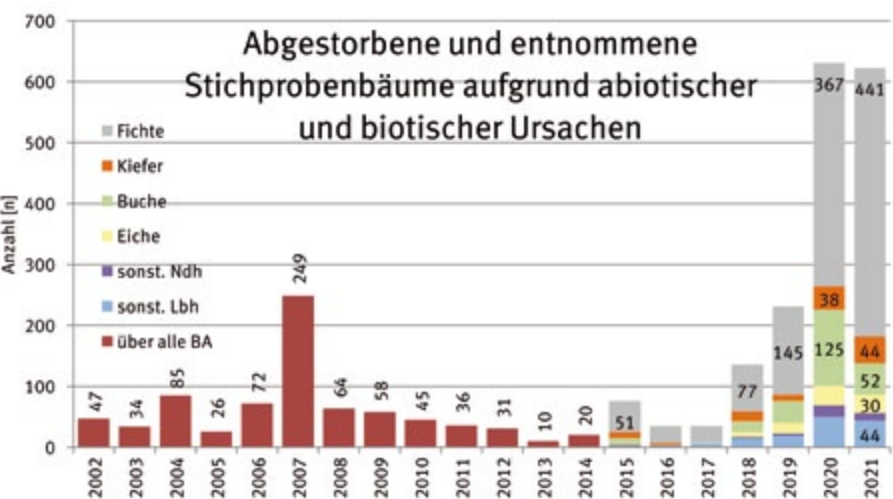


Abb. 14: Anzahl der abgestorbenen und entnommenen Stichprobenbäume von 2002 bis 2021



Bild 4: Entnommene Fichten nach Sanierung

Im Zuge der WZE-Ansprachen werden seit Beginn der Erhebungen auch zusätzliche Schadsymptome erfasst, um mögliche Schadursachen (Insekten, Pilze, Trockenheit, Frost etc.) zu erkennen. Rund 17 % der Bäume waren auch in diesem Jahr von den abiotischen Schadeinwirkungen der letzten Jahre gezeichnet. Starke Nadel-/Blattverluste, trockene Äste in der Baumkrone oder auffallend kleine Blätter ließen sich bei diesen Bäumen eindeutig der Trockenheit zuordnen (Abb. 15).

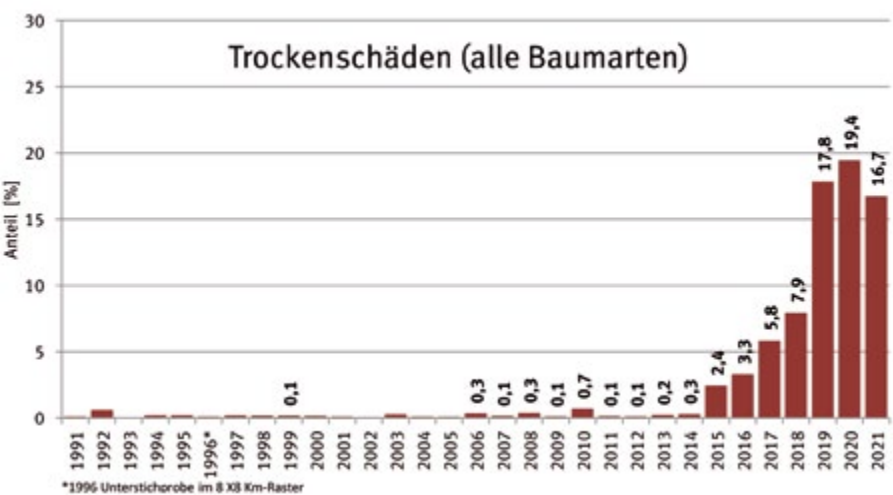


Abb. 15: Anteil Bäume mit Schäden durch Trockenheit



Bild 5: Buchenkrone mit Trockenschäden

In diesem Jahr wurde über alle Baumarten hinweg eine geringere Blüte- und Fruchtbildung festgestellt, nur die Kiefer blühte erneut sehr stark. Sichtbare Vergilbungen oder Verfärbungen als Indikator für witterungsbedingte Einflüsse und mögliche Nährstoffmängel waren insgesamt gering ausgeprägt und betrafen ebenfalls nur die Kiefer. Genau wie im Vorjahr wurden forstliche Schadinsekten an rund 11 % der begutachteten Bäume registriert. Dabei handelte es sich überwiegend um starken Borkenkäferbefall bei Fichte oder Prachtkäferbefall bei Kiefer.

3.2.2 Fichte

Die Fichte ist in Thüringen mit 38 % (3.043 Bäume) die häufigste Baumart im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung (Abb. 8). Seit Beginn der Borkenkäferkalamität im Jahr 2018 ist ihr prozentualer Anteil jedoch inzwischen um 5 % gesunken. Zum Zeitpunkt der diesjährigen Aufnahmen waren erneut 337 markierte Stichprobenbäume (10 %) nicht mehr vorhanden, Ersatzbäume konnten nicht bestimmt werden.

Der Zustand der stehenden Fichten hat sich signifikant verbessert. Die mittlere Kronenverlichtung fiel im Vergleich zum Negativ-Rekordjahr 2020 mit 28,7 % auf jetzt 25,3 % ab und liegt nun knapp unter dem Niveau von 2019 (Abb. 16). Bei älteren wie jüngeren Fichten zeigt sich in etwa der gleiche Verlauf.

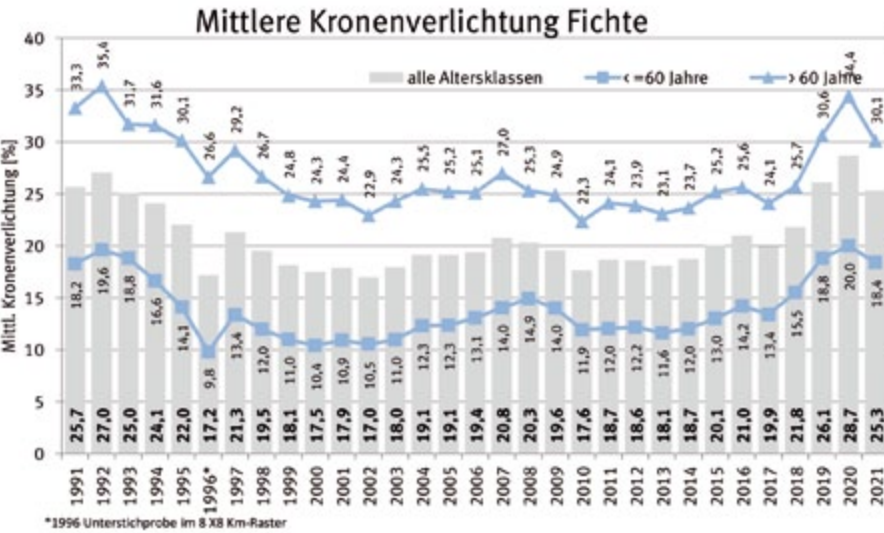


Abb. 16: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei Fichte

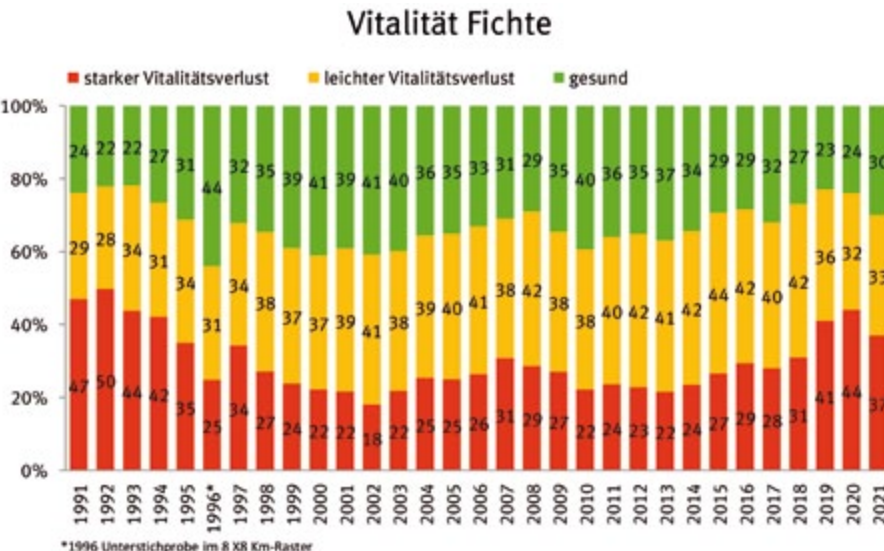


Abb. 17: Vitalität Fichte

Der Anteil gesunder Fichten nahm um 6 % zu und liegt nun wieder bei 30 %. Der Anteil von Fichten mit starken Vitalitätsverlusten sank von 44 % auf 37 % (Abb. 17).

Ohne den massiven Buchdrucker- oder Kupferstecherbefall wäre die Fichte die am wenigsten geschädigte Baumart in Thüringen – durch die Borkenkäferkalamität ist sie aber aktuell am meisten in ihrem Fortbestand gefährdet. Dieser Widerspruch zeigt die Grenzen des bundesweiten WZE-Verfahrens sehr eindrucksvoll und lässt sich nur im Zuge einer zwischen Bund und Ländern neu abzustimmenden Methodik auflösen.





Abb. 18: Anteil Fichten mit Nadelverlusten >50 %



Abb. 19: Borkenkäferbefall und Trockenschäden bei Fichte

Der Anteil an Fichten mit einem Nadelverlust von mehr als 50 % ist weiterhin relativ hoch (Abb. 18) und stellt den zweithöchsten Wert seit Beginn der WZE-Aufnahmen dar. Ebenfalls auf hohem Niveau befinden sich nach wie vor die Schäden durch Trockenheit und Insektenbefall (Abb. 19).

Insgesamt wurden 1.282 jüngere Fichten (<60 Jahre) und 1.761 ältere Fichten (>60 Jahre) begutachtet. Die jüngeren Fichten sind auch 2021 deutlich vitaler als ältere Fichten (Abb. 20). Während 45 % der jüngeren Fichten als gesund eingestuft wurden, sind es bei den älteren nur 19 %. Der Anteil starker Vitalitätsverluste liegt bei den älteren Fichten bei 49 % (Abb. 21).

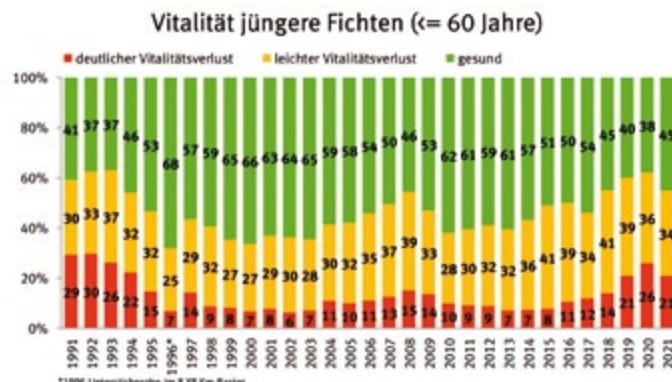


Abb. 20: Vitalität jüngere Fichten

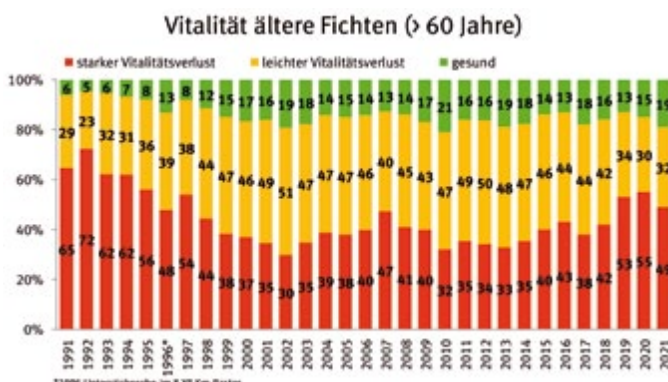


Abb. 21: Vitalität ältere Fichten

Die Fichte hat in diesem Jahr auffallend wenig geblüht bzw. fruktifiziert, an nur 21 % der Bäume waren zum Aufnahmezeitpunkt die Reste von Blüten oder ein frischer Zapfenbehang erkennbar (Abb. 22), so dass ein Einfluss der Fruchtbildung auf den Zustand der Fichte ausgeschlossen werden kann.

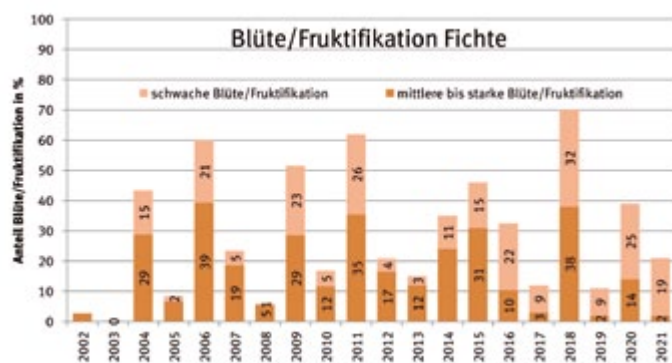


Abb. 22: Blüh-/ Fruktifikationsrate Fichte



Bild 6: Fichtenzapfen

3.2.3 Kiefer

Die Kiefer ist mit einem Baumartanteil von 20 % gemeinsam mit der Buche die zweithäufigste Baumart im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung. 2021 wurden insgesamt 1.610 Kiefern begutachtet. Seit der letzten Erhebung sind rund 2 % der Kiefern aufgrund biotischer oder abiotischer Schäden entnommen worden und waren zum Zeitpunkt der Aufnahmen nicht mehr vorhanden, für diese Bäume konnte ein Ersatzbaum bestimmt werden.

Die Kiefer profitierte besonders stark und vor allem in ihren klassischen Wuchsgebieten im Osten des Landes von den Niederschlägen 2020/21, ihr Zustand hat sich erstmals wieder signifikant verbessert. Die mittlere Kronenverlichtung liegt jetzt bei 29,1 % (2020: 34,0 %). Jüngere und ältere Kiefern sind von dieser Entwicklung gleichermaßen betroffen (Abb. 23).

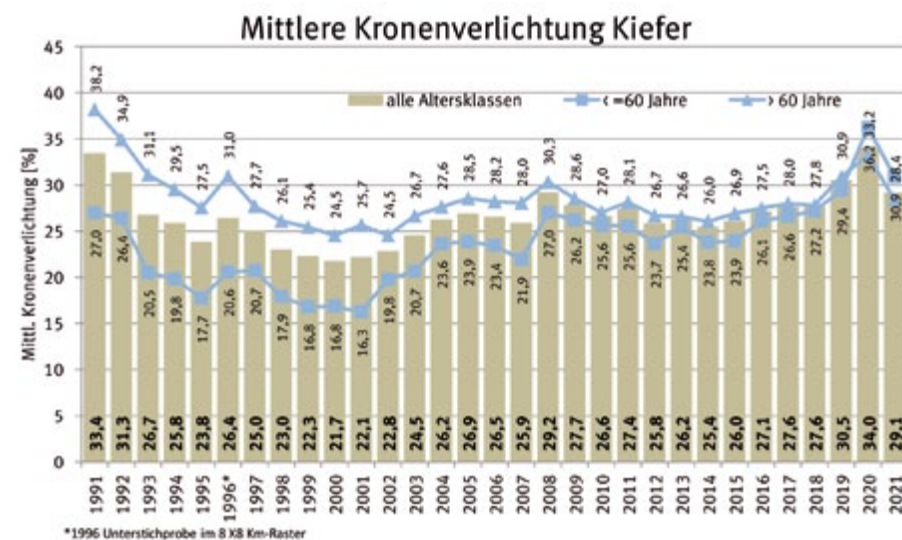


Abb. 23: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei Kiefer

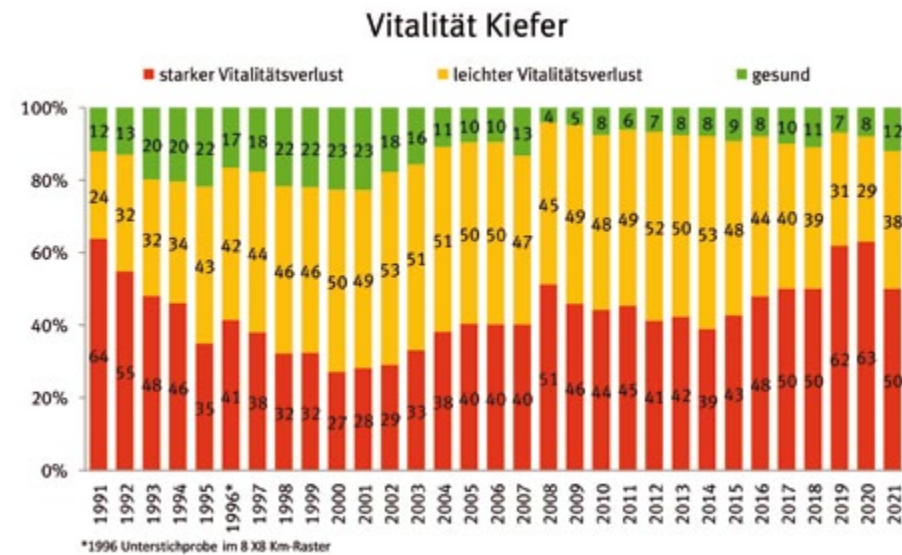


Abb. 24: Vitalität Kiefer

Der Anteil an Kiefern mit starken Vitalitätsverlusten ist im Vergleich zum Vorjahr zwar um 13 % gesunken, bleibt mit 50 % aber nach wie vor auf einem sehr hohen Niveau. Der Anteil gesunder Kiefern nahm um 4 % zu und liegt jetzt bei 12 % (Abb. 24). Die Aufnahmeergebnisse 2021 zeigen erstmals wieder eine Zunahme der Nadeljahrgänge, was ein Zeichen für eine beginnende Regeneration der Kiefer sein könnte.



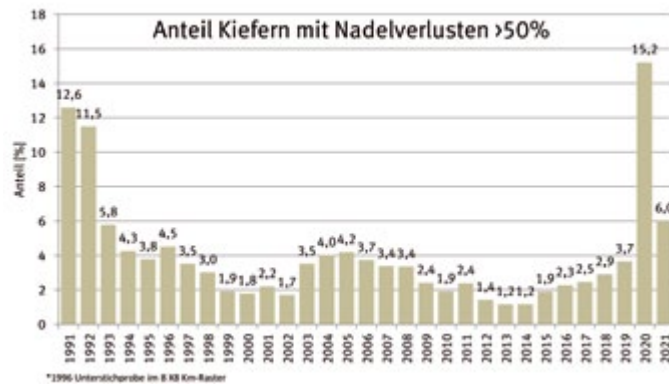


Abb. 25: Anteil Kiefern mit Nadelverlusten >50 %



Abb. 26: Insektenbefall und Trockenschäden bei Kiefer

Im Vergleich zum vergangenen Jahr ist der Anteil Kiefern mit einem Nadelverlust größer 50 % deutlich gesunken (Abb. 25). Weiterhin auf hohem Niveau befinden sich nach wie vor die Trockenschäden und der Insektenbefall durch die Kiefernborrkäfer (Abb. 26). Der Kiefernprachtkäfer, ein Sekundärschädling, der vor allem geschwächte Kiefern befällt, wird sich erst in den nächsten Jahren weiter ausbreiten, da sein Entwicklungszyklus zweijährig ist (siehe Kapitel 4.2).

Es wurden insgesamt 439 jüngere Kiefern (<60 Jahre) und 1.171 ältere Kiefern (>60 Jahre) begutachtet. Auch in diesem Jahr war der Zustand jüngerer und älterer Kiefern im Gegensatz zu den anderen Baumarten wieder annähernd gleich. Deutlich sichtbar ist in allen Altersklassen die Abnahme der starken Vitalitätsverluste im Vergleich zu den letzten beiden Jahren (Abb. 27 und 28).

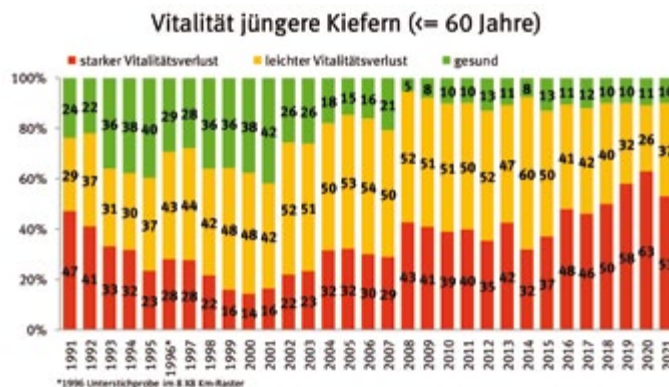


Abb. 27: Vitalität jüngere Kiefern

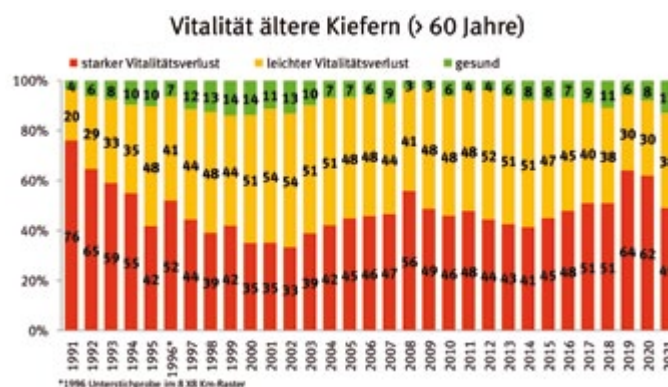


Abb. 28: Vitalität ältere Kiefern

Die Kiefer blühte und fruktifizierte in diesem Jahr wieder stärker als in den vergangenen Jahren. Zum Zeitpunkt der Aufnahme waren an 70 % der Bäume Blüten oder frische Zapfen erkennbar (Abb. 29). Auf hohem Niveau waren erneut auch die Nadelverfärbungen bei der Kiefer (Abb. 30), die auf Witterungseinflüsse, forstliche Schaderreger oder Nährstoffmängel hinweisen.

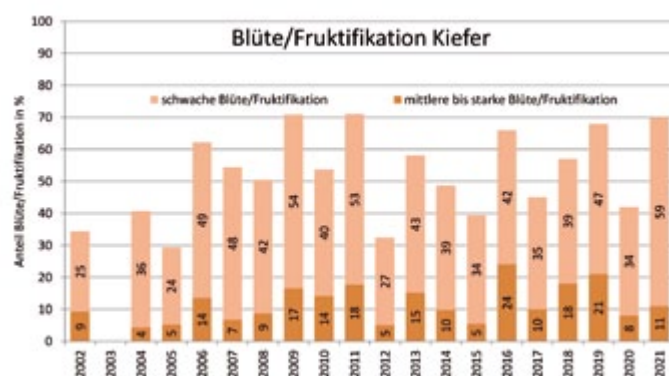


Abb. 29: Blüh-/ Fruktifikationsrate Kiefer

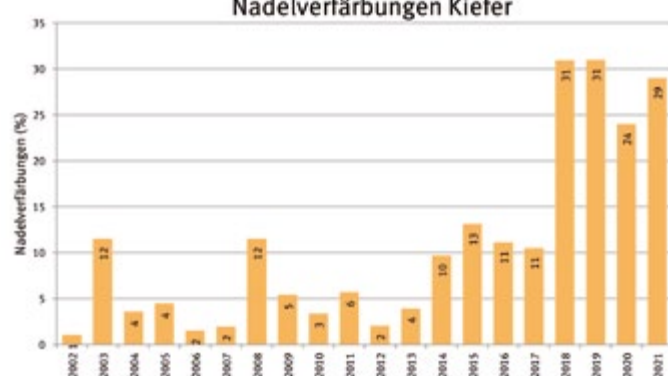


Abb. 30: Nadelverfärbung bei Kiefer

3.2.4 Buche

Die Buche ist mit 20 % Baumartanteil die häufigste Laubbaumart im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung. Insgesamt wurden in diesem Jahr 1.594 Buchen begutachtet. Seit der letzten Erhebung 2020 sind rund 2 % der Buchen aufgrund abiotischer und biotischer Schäden entnommen worden, für sie konnte ein Ersatzbaum bestimmt werden.

Die Buche hat sich von den extremen Trockenjahren 2018/19 leicht erholt, die mittlere Kronenverlichtung war in diesem Jahr mit 32,2 % signifikant geringer als 2020 (36,8 %). Diese positive Entwicklung zeigt sich gleichermaßen bei jüngeren und älteren Buchen (Abb. 31). Bei vielen Buchen sind durch die kühl-feuchte Witterung ruhende Knospen aktiviert worden und es hat sich eine Sekundärkrone ausgebildet.

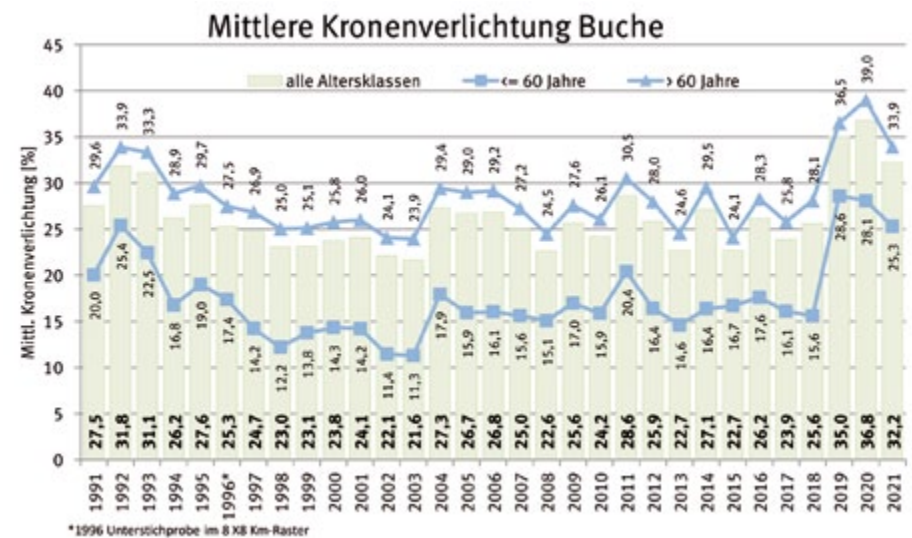


Abb. 31: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei Buche

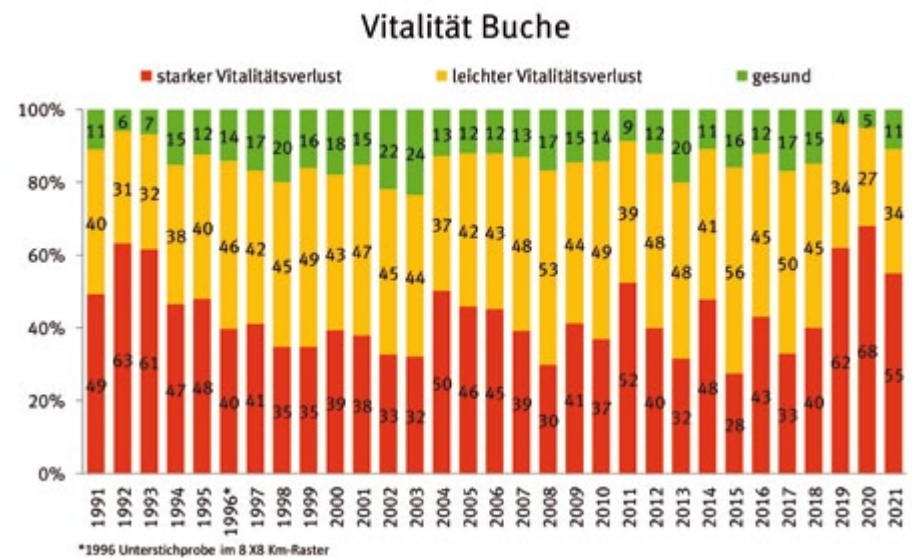


Abb. 32: Vitalität Buche

Der Anteil als gesund eingestufte Buchen stieg von 5 % auf 11 %. Rund 34 % der begutachteten Buchen wiesen leichte Vitalitätsverluste auf (2020: 27 %) und 55 % starke Vitalitätsverluste, 2020 lag dieser Wert noch bei 68 % (Abb. 32).



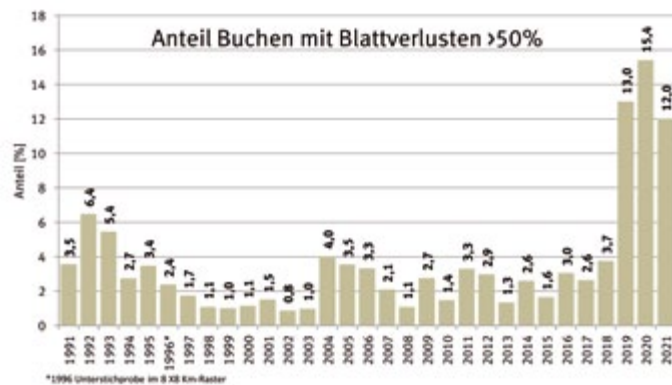


Abb. 33: Anteil Buchen mit Blattverlusten >50 %



Abb. 34: Trockenschäden bei Buche

Die gravierenden Folgen der Trockenheit von 2018 bis 2020 mit den deutlich sichtbaren Schädigungen der Verzweigungsstruktur und geringer Belaubungsdichte sind bei der Buche weiterhin erkennbar und der Anteil an Bäumen, denen mehr als die Hälfte ihrer Blattmasse fehlt, bleibt mit 12 % weiterhin auf hohem Niveau (Abb. 33). Weiterhin hoch sind auch die erfassten Trockenschäden (Abb. 34), bei einem Viertel aller begutachteten Buchen wurden abgestorbene Kronenteile festgestellt.

2021 wurden insgesamt 344 jüngere Buchen (<60 Jahre) und 1.250 ältere Buchen (>60 Jahre) begutachtet. Der Anteil gesunder Buchen hat sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren Bäumen wieder leicht zugenommen. Der Anteil deutlicher Vitalitätsverluste bleibt aber weiterhin sehr hoch (Abb. 35 und 36).

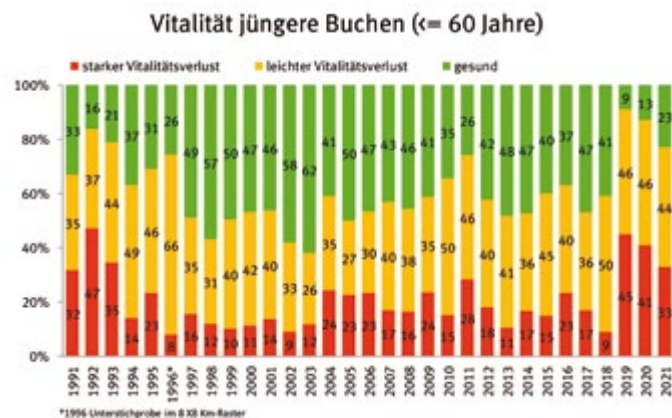


Abb. 35: Vitalität jüngere Buchen

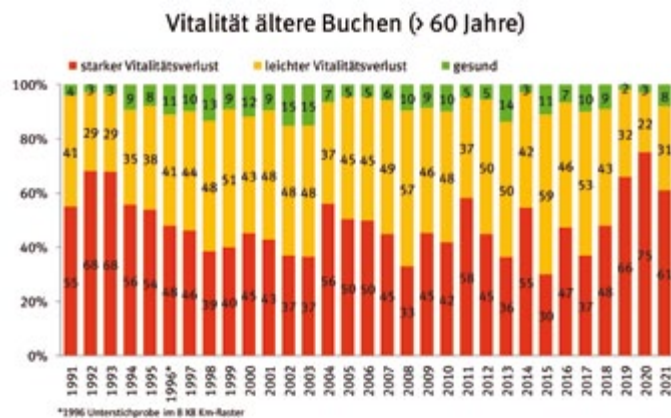


Abb. 36: Vitalität ältere Buchen

Die Fruktifikation der Buche hat einen großen Einfluss auf die Blattmasse. Bei einem mittelstarken und starken Bucheckernbehang ist die Blattmasse in der Regel geringer. Während die Buche im vergangenen Jahr noch vermehrt fruktifizierte, fand in diesem Jahr kaum eine Bildung von Bucheckern statt (Abb. 37) und allein schon aus diesem Grund war der Belaubungszustand der Buche besser.

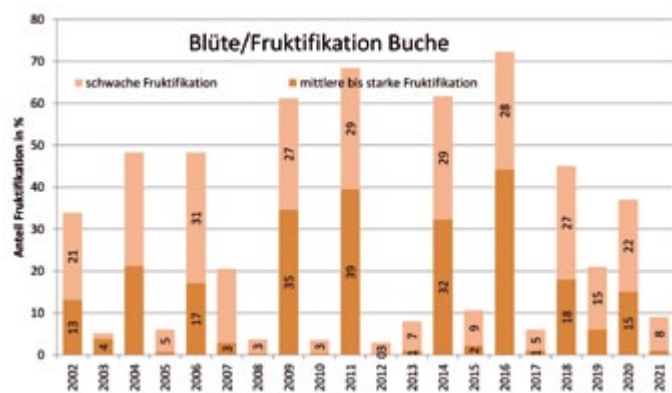


Abb. 37: Blüh-/ Fruktifikationsrate Buche



Bild 7: Buchensämlinge

3.2.5 Eiche

Der Baumartenanteil der Eiche im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung beträgt 7 %, insgesamt wurden 520 Eichen begutachtet. Rund 4 % der markierten Stichprobenbäume sind im Jahresverlauf überwiegend aufgrund von Trockenschäden entnommen worden, für diese Bäume wurde ein Ersatzbaum bestimmt.

Bei der Eiche verringerte sich die mittlere Kronenverlichtung lediglich um 0,7 Prozentpunkte auf 42,1 %, das ist der zweit schlechteste Wert seit Beginn der Aufzeichnungen 1991 (Abb. 38).

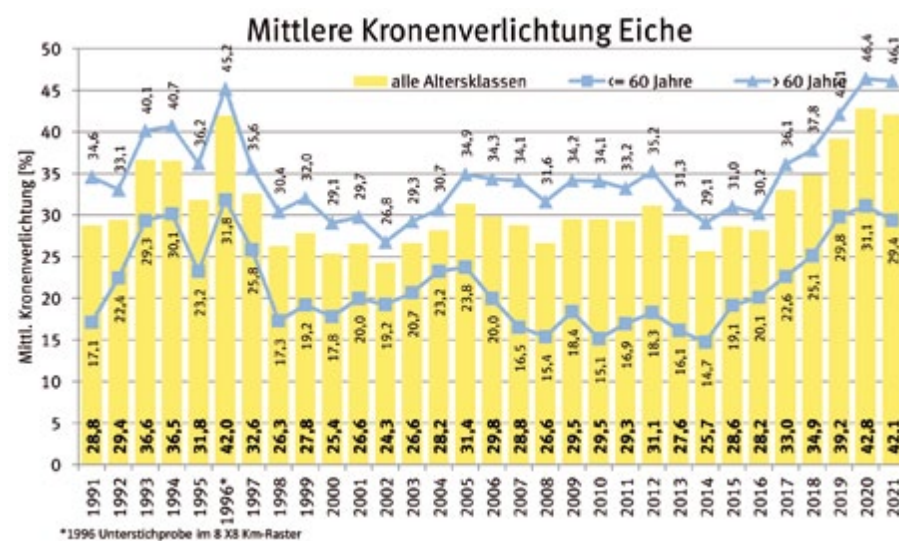


Abb. 38: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei Eiche

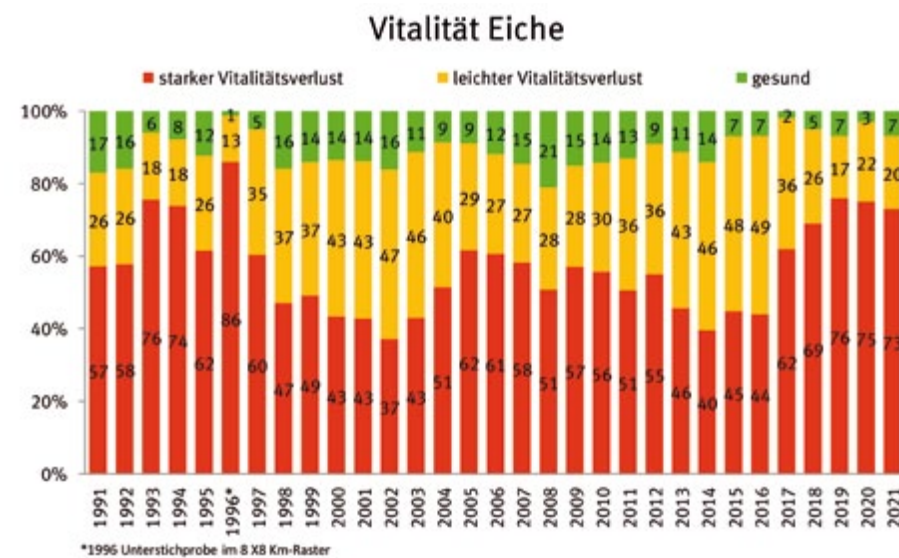


Abb. 39: Vitalität Eiche

Die Eiche ist seit Beginn der Aufnahmen zur Waldzustandserhebung in Thüringen die Baumart mit den stärksten Blatt- bzw. Vitalitätsverlusten. Während bis 2017 diese Blattverluste in der Regel durch blattfressende Insekten (siehe Kapitel 4.2) verursacht wurden, ist der Anteil Eichen mit starken Vitalitätsverlusten seitdem auch bei wenig Insektenbefall sehr hoch und lag in diesem Jahr erneut bei 73 % und damit nur 2 % unter dem Wert von 2020 (Abb. 39).



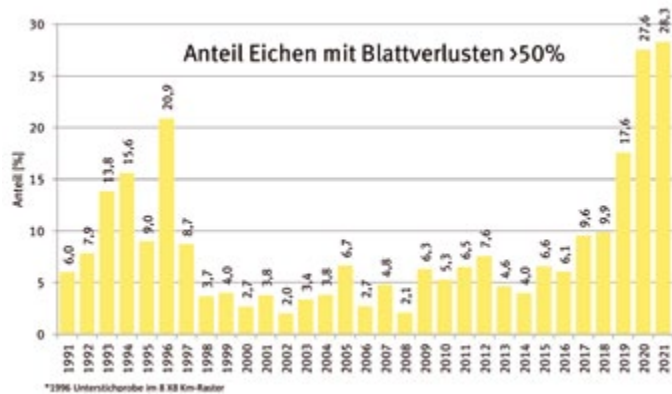


Abb. 40: Anteil Eichen mit Blattverlusten >50 %



Abb. 41: Trockenschäden bei Eiche

Der Anteil an Eichen mit einem Blattverlust über 50 % ist 2021 weiter gestiegen und liegt mit 28,3 % jetzt sogar über dem Wert des Negativ-Rekordjahres 2020 (Abb. 40). Die Trockenschäden sind nur geringfügig gesunken, viele Eichen hatten auch in diesem Jahr zahlreiche tote Äste im Kronenraum (Abb. 41).

Es wurden insgesamt 132 jüngere Eichen (<60 Jahre) und 388 ältere Eichen (>60 Jahre) begutachtet. Ältere Eichen zeigen kaum Veränderungen zum Vorjahr (Abb. 43), bei den jüngeren Eichen stieg in diesem Jahr der Anteil gesunder Bäume von 11 % im Jahr 2020 auf jetzt 20 %, der Anteil starker Vitalitätsverluste ist aber mit 47 % gleichgeblieben (Abb. 42).

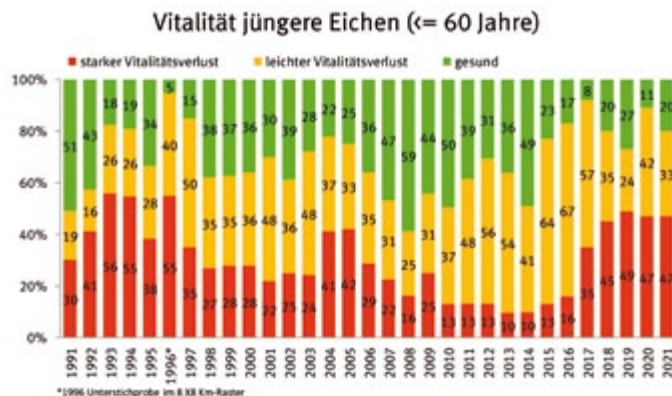


Abb. 42: Vitalität jüngere Eichen

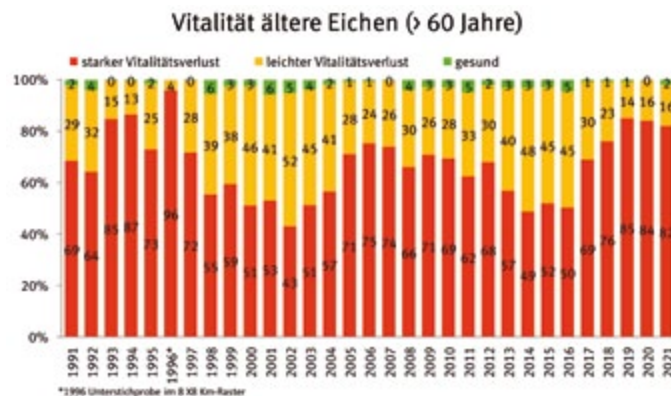


Abb. 43: Vitalität ältere Eichen

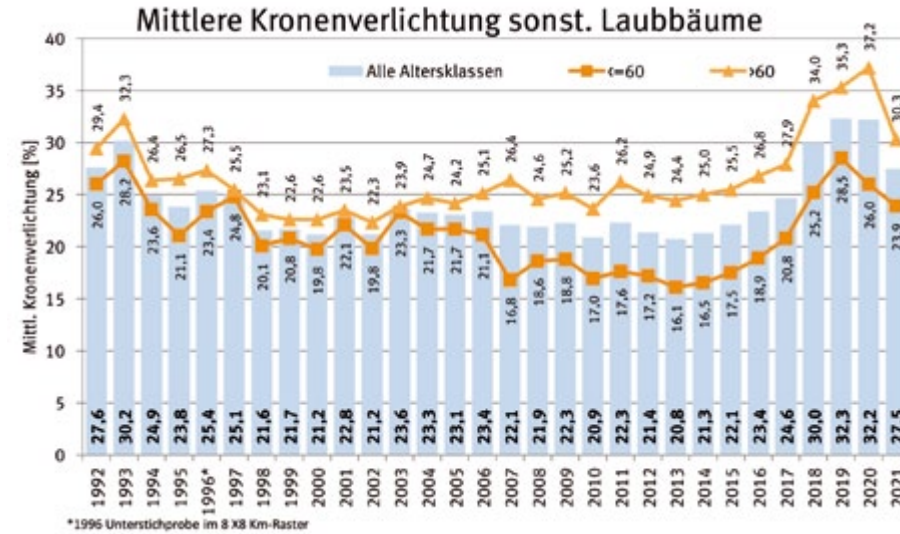


Abb. 44: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei sonstigen Laubbäumen

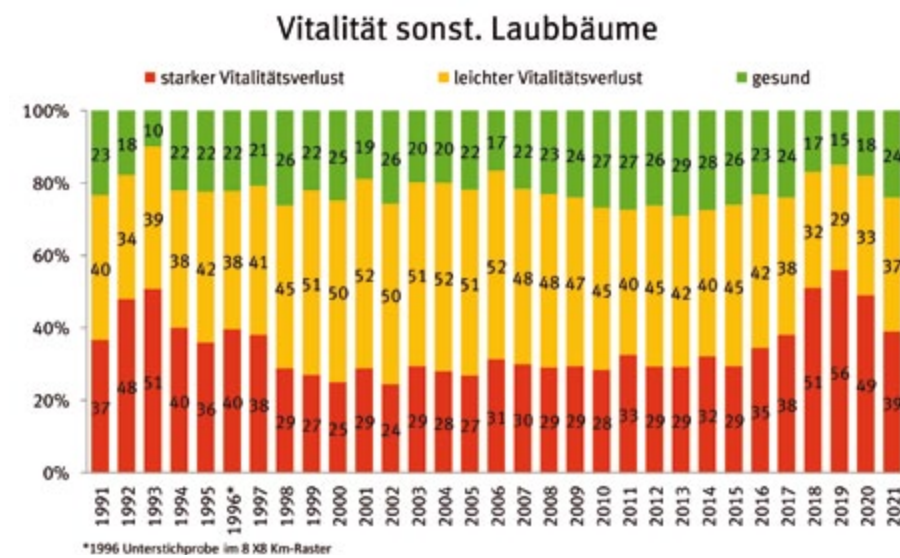


Abb. 45: Vitalität sonstige Laubbäume



3.2.6 Sonstige Laubbäume

Im Rahmen der Waldzustandserhebung 2021 wurden 898 sonstige Laubbäume, überwiegend Esche, Ahorn und Birke, angesprochen und bewertet, das sind 11 % der Gesamtstichprobe. Rund 3 % der Stichprobenbäume sind im Jahresverlauf entnommen worden, zumeist aufgrund von Trockenschäden. Für diese Bäume wurde ein Ersatzbaum bestimmt.

Die sonstigen Laubbäume weisen eine Verbesserung ihres Belaubungszustandes auf. Der Wert der mittleren Kronenverlichtung fiel um 4,7 Prozentpunkte auf 27,5 % (Abb. 44). Dieser Rückgang betraf jüngere und ältere Bäume gleichermaßen.

Auffällig ist, dass in diesem Jahr deutlich mehr Wasserreiser festgestellt wurden als in anderen Jahren. Wasserreiser entstehen aus „schlafenden“ Knospenanlagen in der Rinde. Mit der Bildung von Wasserreisern versucht der Baum, die verloren gegangene Blattmasse möglichst schnell zu ersetzen, um das Gleichgewicht zwischen Krone und Wurzel wiederherzustellen.

Der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten sank im Vergleich zum Vorjahr um 10 %, gleichzeitig stieg der Anteil gesunder Bäume von 18 % im Jahr 2020 auf jetzt 24 % an (Abb. 45).

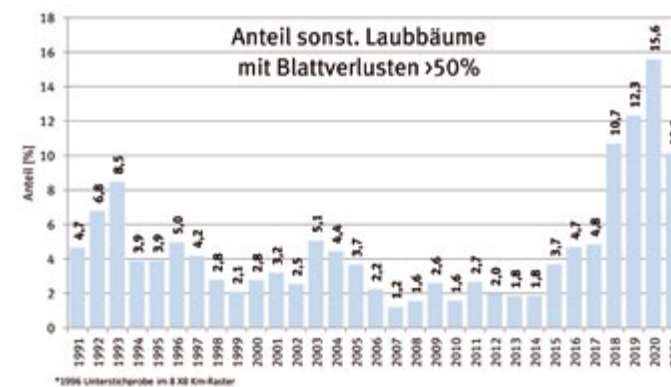


Abb. 46: Anteil sonst. Laubbäume mit Blattverlust >50 %

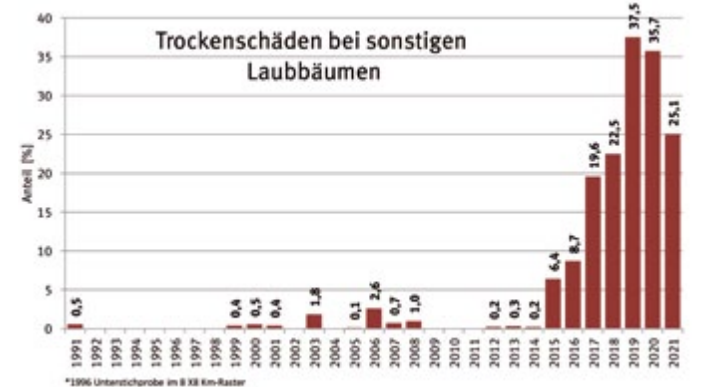


Abb. 47: Anteil Trockenschäden bei sonst. Laubbäumen

4. Einflüsse auf den Waldzustand

3.2.7 Sonstige Nadelbäume

Die sonstigen Nadelbäume (Lärche, Douglasie, Tanne) sind mit 279 Bäumen (4 %) an der WZE-Gesamtstichprobe vertreten. Rund 4 % der sonstigen Nadelbäume sind seit der letzten Aufnahme 2020 aufgrund von witterungsbedingten Schäden oder nach Insektenbefall entnommen worden, für sie wurde ein Ersatzbaum bestimmt.

Die mittlere Kronenverlichtung hat sich auch bei den sonstigen Nadelbäumen gegenüber dem Vorjahr positiv verändert und fiel um 4,5 Prozentpunkte (Abb. 48) auf 27,8 %. Trotz dieser Verbesserung weist dennoch fast die Hälfte der sonstigen Nadelbäume starke Vitalitätsverluste auf (Abb. 49).

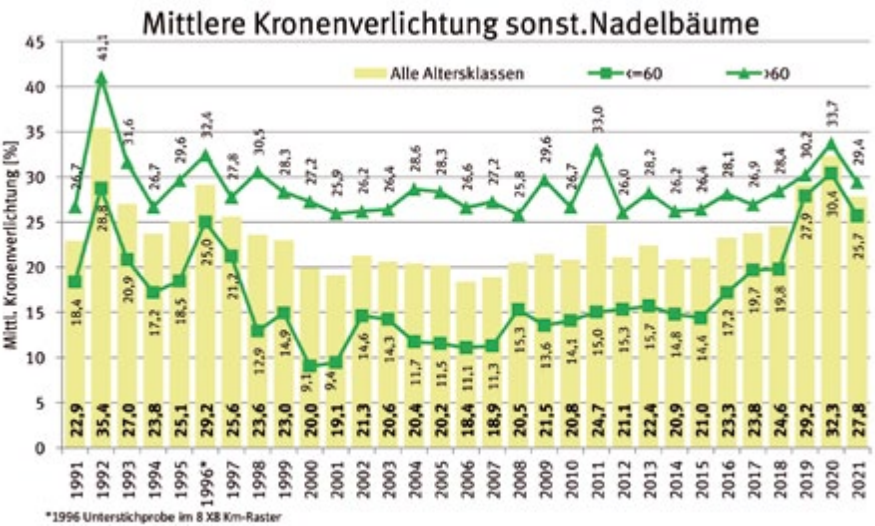


Abb. 48: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung sonstige Nadelbäume

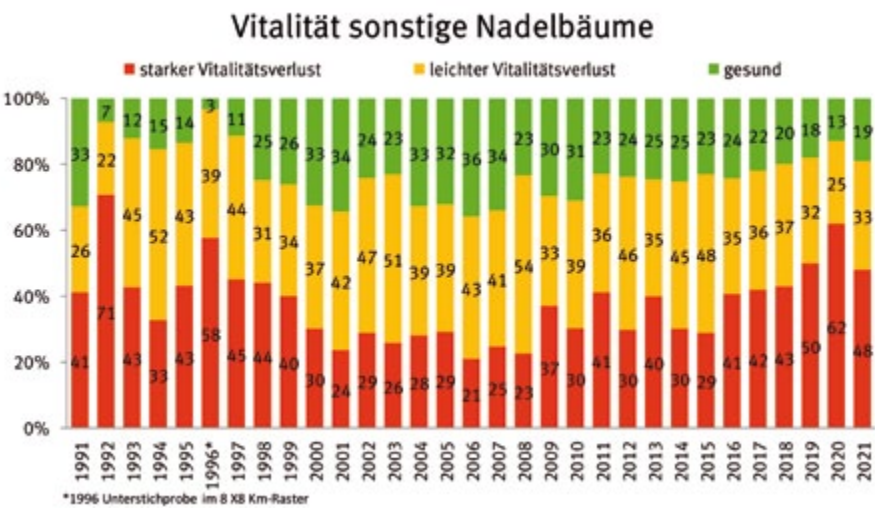


Abb. 49: Vitalität sonstige Nadelbäume

Der Anteil sonstiger Nadelbäume, denen mehr als die Hälfte der Nadelmasse fehlt, ist ebenfalls gesunken (Abb. 50). Im Gegensatz dazu ist der Anteil Bäume mit sichtbaren Trockenschäden im Vergleich zum Vorjahr gestiegen (Abb. 51).

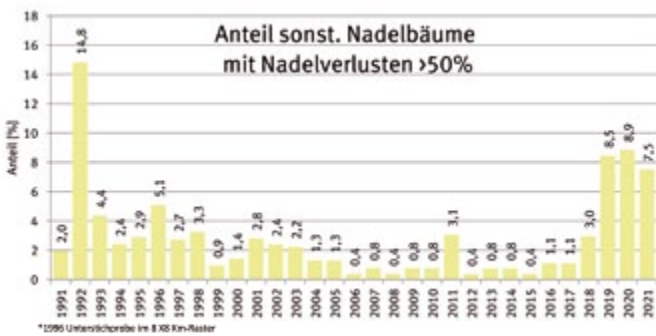


Abb. 50: Anteil sonst. Nadelbäume mit Nadelverlust >50 %

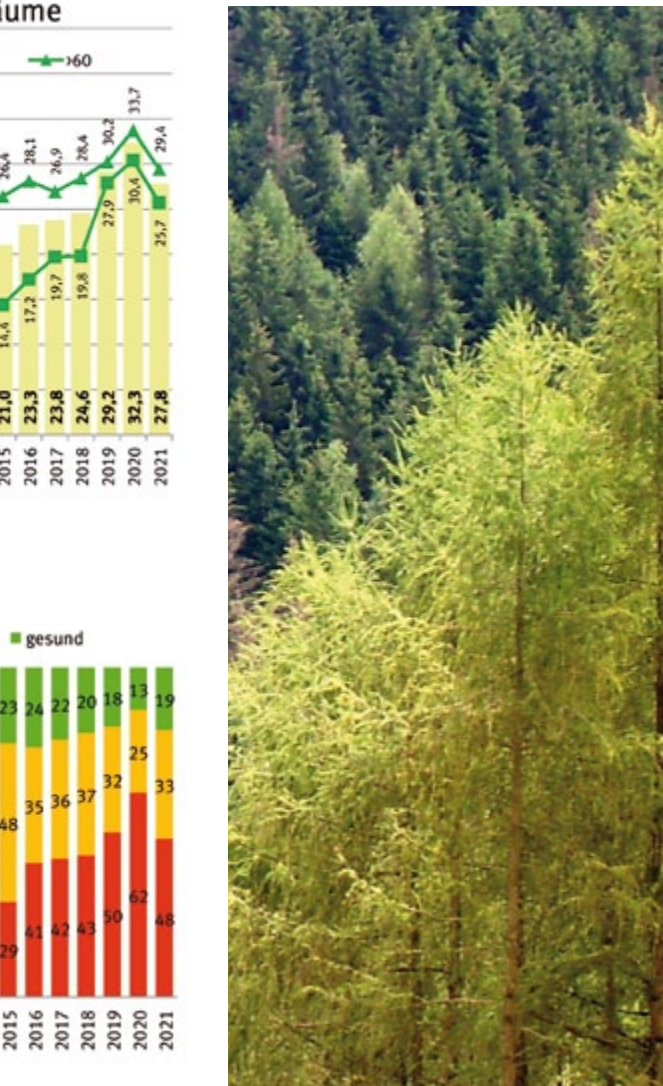


Abb. 51: Trockenschäden bei sonst. Nadelbäumen

4.1 Einfluss von Klima und Witterung

Der Einfluss von Klima und Witterung auf den Zustand des Waldes hat sich noch niemals so tief in unser Bewusstsein eingepägt wie in den letzten vier Jahren. Die natürlichen Verbreitungsgebiete heimischer Baumarten galten bislang als sicherer Bestandteil unserer Umwelt. Sie unterliegen derzeit jedoch einer Veränderung, die in dieser Dimension und Schnelligkeit niemand erwartet hatte.

Seit 2014 sind in Thüringen durchweg Jahresmitteltemperaturen > 9 °C zu verzeichnen und die Jahre 2018 (9,9 °C), 2019 (9,8 °C) und 2020 (9,9 °C) waren neben 2014 (9,8 °C) die wärmsten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Der Jahresniederschlag 2018 wich mit nur 510 mm um -32 % vom langjährigen Mittel der Referenzperiode 1981-2010 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ab, 2019 betrug die Abweichung bei 628 mm Niederschlag -15 % und 2020 bei 658 mm Niederschlag -11 %.

Die Vegetationsperiode 2020 war mit 14,1 °C und einer Temperaturabweichung von 1,1 K nicht ganz so warm wie 2018 mit 15,6 °C (+2,6 K) und 2019 mit 14,3 °C (+ 1,3 K). In Erinnerung bleiben vor allem die starken Nachtfröste Anfang/Mitte Mai

2020 mit bis zu bis -11°C und den Spätfrostschäden in den Waldbeständen (siehe hierzu auch Kapitel 6.1). Landesweit fiel von April bis Oktober 2020 rund 411 mm Niederschlag, das sind 7 % weniger als im langjährigen Mittel (2018: -43 %, 2019: +18 %). Für eine Entspannung sorgte vor allem der ergiebige Regen im Juni 2020. In dieser Zeit bilden Laubbäume ihre Knospen für das Folgejahr und die Niederschläge ließen eine positive Auswirkung auf den Waldzustand 2021 erwarten, was sich in den diesjährigen WZE-Ergebnissen auch deutlich widerspiegelt.

Der „Juni-Feuchtebonus 2020“ war allerdings relativ rasch wieder aufgebraucht. In vielen Regionen war das dritte Jahr in Folge zum Ende der Vegetationsperiode kaum noch pflanzenverfügbares Wasser im Boden vorhanden. Ein vergleichbarer Zustand war in den letzten 50 Jahren bislang nur in den Einzeljahren 1976 und 1991 zu verzeichnen. Lediglich in Ostthüringen und im Thüringer Gebirge/Schiefergebirge führten ergiebige Niederschläge im August/September 2020 zu einer deutlichen Entspannung der Bodenwassersituation. Der Bodenwasserspeicher war hier zu Herbstbeginn wieder normal gefüllt (Abb. 52 bis Abb. 54).

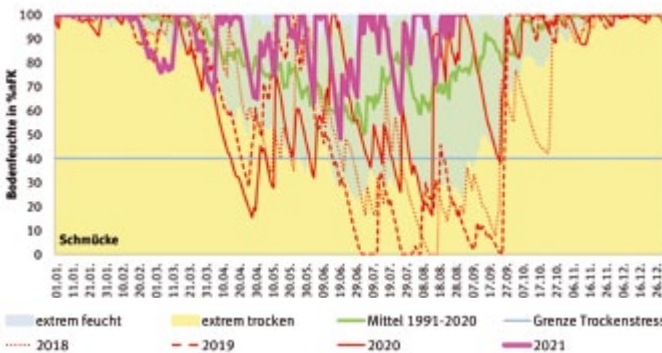


Abb. 52: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr in der Region Oberhof

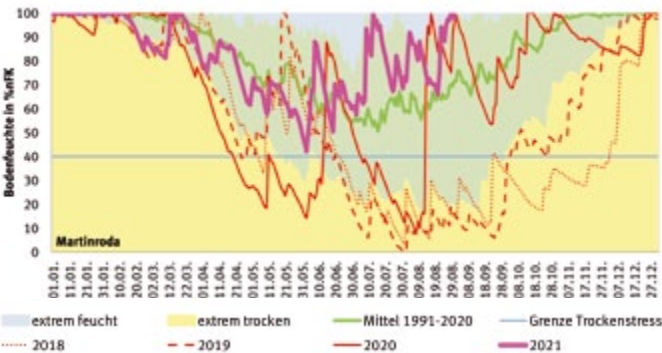


Abb. 53: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr in der Region Martinroda

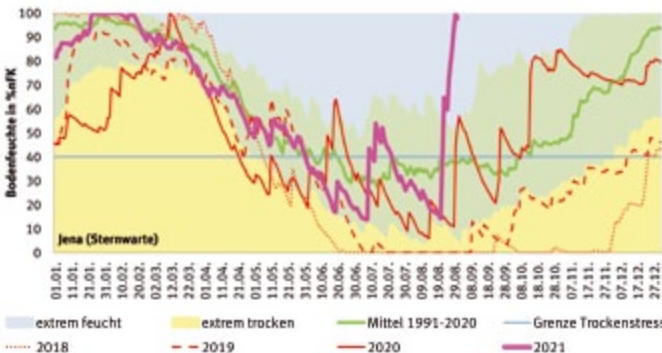


Abb. 54: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr in der Region Jena

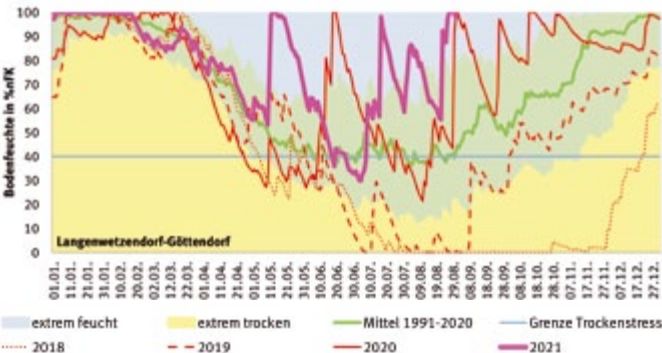


Abb. 55: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr in der Region Greiz

Der Herbst 2020 war mit 9,9 °C nach den Jahren 2006 (11,5 °C), 2014 (10,5 °C) und 1982 (10,2 °C) der viertwärmste Herbst seit Beginn der Messungen. Die Temperaturabweichung vom langjährigen Mittel der Referenzperiode 1981 bis 2010 betrug +1,5 K. Landesweit fielen rund 133 mm Niederschlag, das sind nur 75 % des langjährigen Mittels (2018: 51 %, 2019: 92 %). Außergewöhnlich trocken war es vor allem im Mitteldeutschen Trias-Berg- und Hügelland, im Nordthüringischen Trias-Hügelland und im Fränkischen Keuper (Anhang, Tab. 5).

Der Winter 2020/21 war mit durchschnittlich 0,8 °C und einer Abweichung von +0,8 K vom langjährigen Mittel kälter als in den Jahren zuvor (2018/19: 2,2 °C und +2,1 K, 2019/20: 3,6 °C und 3,5 K). Die Summe der Niederschläge lag mit 173 mm genau im langjährigen Mittel des DWD-Referenzzeitraumes 1981-2010. Ein kräftiges Niederschlagsplus von bis zu 63 % gab es im Januar vor allem in den Forstlichen Wuchsgebieten im Osten des Landes (Anhang, Tab. 5). Die Schneemassen im Februar 2021 brachten nur im Nordthüringischen Trias-Hügelland überdurchschnittlich viel Wasser. Erstmals seit 2018 entspannte sich 2021 dennoch in fast allen Regionen die Bodenwassersituation deutlich, die Bodenfeuchte stieg überall an und auch die besonders trockenen Regionen des Landes profitierten von den Niederschlägen (Abb. 58 und Abb. 59). Die Bodenfeuchte beschreibt die aktuelle Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden und wird für die 15 Wald- und Hauptmessstationen aus den Messwerten der Bodenwassergehalte (Vol. %) in % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) berechnet. Als nFK wird die maximale Speichermenge an pflanzenverfügbarem Wasser in 100 % Feinboden (l/m³) bezeichnet, sie hängt maßgeblich von den bodenphysikalischen Kennwerten (Anteile Sand, Schluff und Ton, Bodendichte, Humusgehalt) und von der Bestockung ab. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst (Abt. Agrarmeteorologie Leipzig) wird die

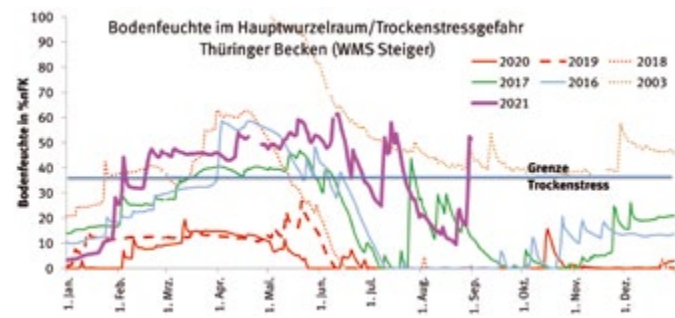


Abb. 56: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr im Thür. Becken

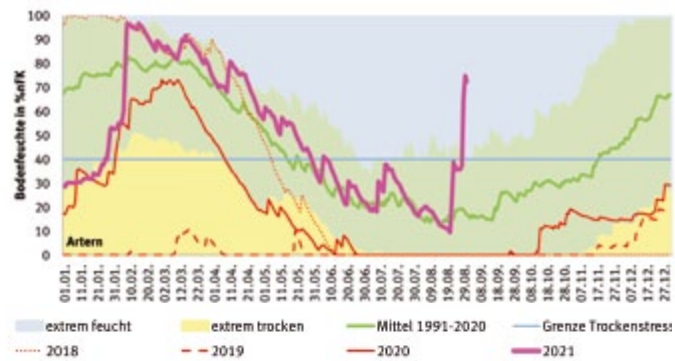


Abb. 58: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr in der Region Artern

Während die im Sommer 2020 versiegte Waldquelle an der HMS Großer Eisenberg nach den Niederschlägen im Oktober wieder in gewohnter Stärke lief, brachten die 2019 versiegten Waldquellen an der WMS Paulinzella und an der HMS Possen

Bodenfeuchte darüber hinaus für 98 Punkte der Waldzustandserhebung, die im 8 x 8 km Raster für die Bodenzustandserhebung mit bodenphysikalischen Kenndaten unterlegt sind sowie für 34 DWD-Stationen anhand des DWD-Modells METVER berechnet. Wichtige Parameter bei der Modellrechnung sind neben den meteorologischen Eingangsgrößen vor allem die Art der Bodenbedeckung/Bestockung und das Wasserspeichervermögen des Bodens. Das DWD-Modell METVER wurde für die Hauptbaumarten Fichte, Buche, Kiefer und Eiche anhand von realen Messdaten der Wald- und Hauptmessstationen validiert und angepasst.

Die Wasserverfügbarkeit gilt als limitierender Faktor für das Wachstum von Bäumen und beeinflusst maßgeblich deren Vitalität. Ist im Boden zu wenig pflanzenverfügbares Wasser vorhanden, dann besteht eine potenzielle Trockenstressgefahr. Langanhaltende Phasen mit einer Bodenfeuchte <40 % nFK lassen Trockenschäden in den Waldbeständen erwarten und begünstigen die Ausbreitung forstlicher Schaderreger. Detaillierte Ergebnisse zur Bodenfeuchte und zur Trockenstressgefahr sind monatlich unter www.thueringenforst.de/waldbodenfeuchte zu finden, aktuelle Auswirkungen der Witterung auf den Wald in den quartalsweisen Forstlichen Witterungsberichten unter www.thueringenforst.de/witterungsberichte.

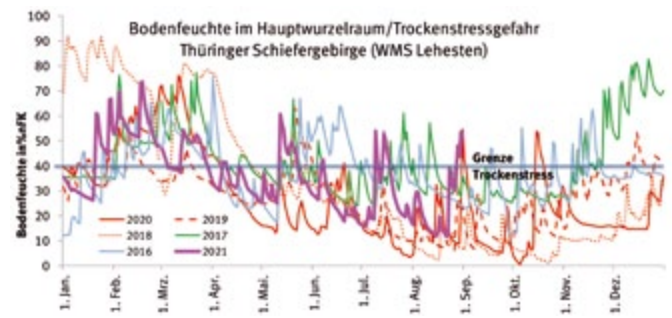


Abb. 57: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr im Schiefergebirge

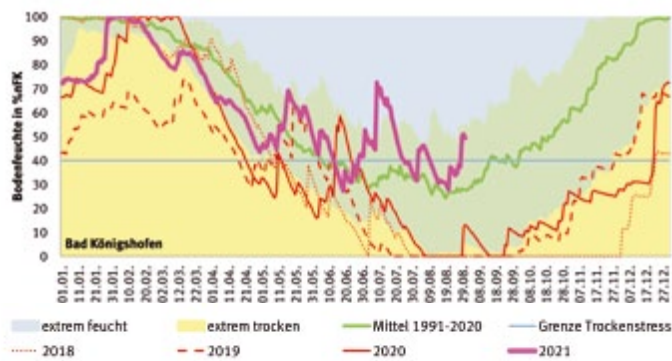


Abb. 59: Bodenfeuchte/Trockenstressgefahr in der Region Grabfeld/Gleichberge

im Februar 2021 erstmals wieder Wasser und liefen bis Ende August 2021 niederschlagsabhängig in wechselnder Stärke. Erstmals seit Jahren war an allen Wald- und Hauptmessstationen wieder Sickerwasser bis in 1 m Tiefe messbar.

Sehr außergewöhnlich waren die starken Temperaturgegensätze im Februar 2021. Auf eisige Kälte mit Temperaturen bis -26,7 °C (DWD-Station Mühlhausen am 10.02.2021) folgte fast unmittelbar eine frühlingshafte Phase mit Temperaturen bis zu 21,6 °C (25.02.2021 an der DWD-Station Jena). In den Waldbeständen der Wald- und Hauptmessstationen wurden am 10.02.2021 Temperaturen bis -22,1 °C (WMS Leinawald) gemessen und am 25.02.2021 Höchsttemperaturen bis 19,8 °C (ebenfalls WMS Leinawald). Bodenfrost trat aufgrund der Schneelage nur im Humus und ggfs. in der obersten Bodenschicht auf, in 20 cm Messtiefe lagen die Temperaturen durchweg > 0 °C. Ein Teil der Schneelage ist bei den hohen Temperaturen sofort verdunstet und stand den Waldböden nur bedingt als Wasserspende zur Verfügung.

Aufgrund der Kälte im Februar und der niedrigen Temperaturen in der ersten Märzhälfte 2021 setzte die Vegetationsentwicklung im Vergleich zu den letzten beiden Jahren deutlich später ein. Die Hasel blühte Ende Februar (2020: Mitte Januar) und der erste Huflattich war zwischen dem 20. und 25. März zu finden (2020: Mitte Februar). Die warmen Tage Ende Februar haben zwar erneut zu einer sehr frühen Knospenschwellung bei der Buche geführt, allerdings war diese weitaus geringer ausgeprägt als im Vorjahr und die nachfolgend kühlen Temperaturen bremsen die Weiterentwicklung sehr stark.

Der Frühling 2021 war mit einer Mitteltemperatur von 6,6 °C deutlich kälter als in den vergangenen Jahren und wich um -1,4 K vom langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1981-2010 ab. In den letzten 30 Jahren war es nur 1984 (5,7 °C), 1987 (5,2 °C), 1996 (6,1 °C) und 2013 (5,8 °C) noch kälter. Besonders kühl war der April mit Abweichungen in den Forstlichen Wuchsgebieten von bis zu -2,7 K (Anhang, Tab. 6). Für das Frühjahr ungewöhnlich hohe Temperaturen mit bis zu 26 °C wurden nur Ende März/Anfang April gemessen (DWD-Station Jena am 31.03.). Während im April ein Niederschlagsdefizit von bis zu 56 % verzeichnet wurde, war der Mai sehr feucht und die Regenmengen lagen fast überall über dem langjährigen Mittel. Dieser Wassernachschub kam dem Boden zugute und führte fast überall zu einer weiteren, spürbaren Durchfeuchtung des Bodens.

Sturmtief „Eugen“ fegte Anfang Mai 2021 auch über Thüringen hinweg. An der DWD-Station Schmücke waren Orkanböen bis 106 km/h zu verzeichnen, an der DWD-Station Artern 90 km/h und es fielen mehr als 26.000 fm Wurf- und Bruchholz an. Im Vergleich zu den Stürmen „Friederike“ im Januar 2018, „Eberhardt“ im März 2019 und „Sabine“ im Februar 2020 war das vergleichsweise wenig. Schwerpunktmäßig betroffen waren v. a. die Forstämter Schleiz, Bad Salzungen und Frauenwald. Allerdings erschwerten viele Einzelbrüche die zügige Aufarbeitung des Holzes und dienten somit dem Buchdrucker als Brutmaterial.

Der Blattaustrieb der Buche begann aufgrund der Kälte in diesem Jahr in der ersten Maidekade und damit rund drei Wochen

später als in den vergangenen Jahren (2019 und 2020: Anfang/Mitte April). Die Eiche trieb fast zeitgleich zur Buche aus, auch hier war im Vergleich zum Vorjahr eine Verzögerung von ca. 2 bis 3 Wochen feststellbar. Auffallend bei beiden Baumarten war die sehr langsame Blattentfaltung/-ausbildung, welche teilweise bis in den Juni hinein andauerte. Bei der Fichte begann der Austrieb in den unteren Lagen Mitte Mai (2020: Ende April), in den Hoch- und Kammlagen genau wie im Vorjahr Ende Mai. Die Kiefer begann ebenfalls rund drei Wochen später als 2019/20 in etwa Mitte Mai auszutreiben, die Nadelausbildung dauerte auch hier teilweise bis zum Juli. Die Lärche trieb genau wie in den Vorjahren Anfang April aus, bis zum Quartalsende hatte aber bei vielen Lärchen die Entfaltung der neuen Nadeln noch gar nicht begonnen.

Der Sommer 2021 war mit einer Mitteltemperatur von 17,3 °C, welche nur 0,7 K über dem langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1981-2010 liegt, im Vergleich zu den Vorjahren recht kühl. Die Sommerniederschläge waren überdurchschnittlich hoch und lagen 46 % über dem Normalwert. Beim Durchzug von Unwetterfronten kam es immer wieder zu lokalen Starkregenereignissen mit teilweise erheblichen Regenmengen. In der ersten Junidekade waren vor allem Westthüringen und die Landesmitte betroffen, Ende Juni dann die Rhön. Im Juli kam im es Ilm-Kreis, im Saale-Orla-Kreis und im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt zu Überflutungen und umgestürzten Bäumen. Im August traten vor allem in der ersten und letzten Dekade heftige Gewitter mit örtlich extrem hohen 24-stündigen Regenmengen auf. In manchen Regionen fiel fast doppelt so viel Regen wie sonst im gesamten Monat (Anhang, Tab. 6). Die klimatische Wasserbilanz für den Monat August fiel hauptsächlich positiv aus, so dass der Bodenwasservorrat zum Ende des Monats aufgefüllt wurde und in den oberen 30 cm Boden teilweise vollständig gesättigt war. Infolgedessen bestand in nahezu allen Landesteilen keine Trockenstressgefahr mehr.

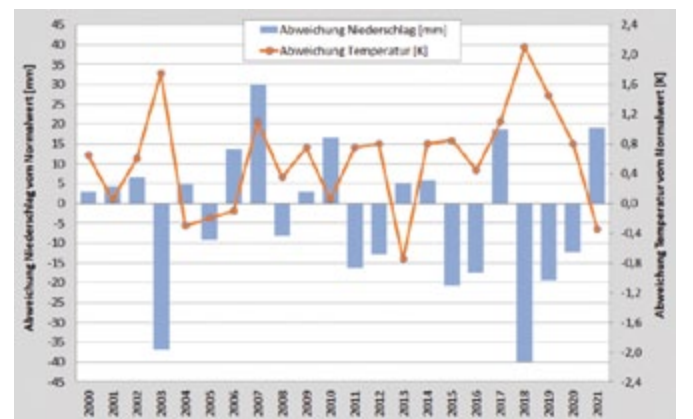


Abb. 60: Abweichung von Niederschlag/Temperatur im Frühjahr/Sommer vom Mittelwert der Referenzperiode 1981-2010 in Thüringen (Gebietsmittelwerte)

Quelle: www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html#buehneTop

Eine Betrachtung der für die Waldbäume besonders wichtigen Witterungsphase im Frühling/Sommer (Austrieb, Wachstum) zeigt, dass sich die Situation 2021 im Vergleich zu den drei vorangegangenen Jahren deutlich verbessert hat. Während die Frühjahrs- und Sommerniederschläge in den Jahren 2018-2020 teilweise drastisch unter dem langjährigen Mittel lagen, waren sie in diesem Jahr – bedingt durch die hohen Sommerniederschläge – insgesamt überdurchschnittlich hoch und lagen auf dem Niveau von 2017. Dagegen lag die Temperaturabweichung vom 30-Jahresmittel der Referenzperiode 1981-2010 seit 2013 mit -0,4 K erstmals wieder im negativen Bereich (Abb. 60).

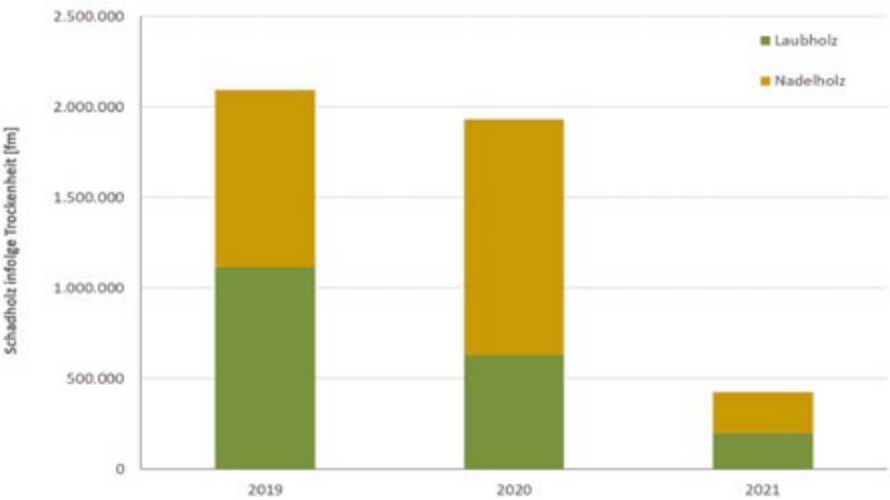


Abb. 61: Schadholzmengen (fm) infolge der Trockenheit seit 2018 (Stand 30.09.2021)

Infolge der außergewöhnlichen Witterung 2018-2020 fielen bislang 4,4 Mio. fm Schadholz durch Trockenheit an. Trotz höherer Niederschlagsmengen war auch in diesem Jahr ein weiteres Absterben von Bäumen mit Dürresymptomen zu beobachten. Mit Stand 30.09.2021 wurde aus den Forstämtern eine Schadholzmenge aufgrund von Trockenheit im laufenden Kalenderjahr von rund 426.000 fm (198.000 fm Laubholz und 228.000 fm Nadelholz) gemeldet (Abb. 61). Wie in den vorangegangenen Jahren waren vorrangig die Baumarten Buche und Fichte betroffen.

Mit 55.000 fm war bis 30.09.2021 relativ wenig Wurf- und Bruchholz infolge Sturmeinwirkung zu verzeichnen. Der überwiegende Teil des Schadholzes (90 %) fiel in der ersten Jahreshälfte an, rund 75 % des angefallenen Schadholzes war Nadelholz.

Mit zehn Waldbränden (Stand 30.09.2021) und einer Brandfläche von 1,73 ha kann das Waldbrandgeschehen 2021 als äußerst moderat bewertet werden. Dies ist in erster Linie den günstigen Witterungsbedingungen zuzuschreiben. In den Trockenjahren 2018 bis 2020 waren durchschnittlich 40 Waldbrände pro Jahr zu verzeichnen.

4.2 Einfluss forstlicher Schadorganismen auf den Waldzustand

Unter dem Begriff der forstlichen Schadorganismen werden Arten zusammengefasst, welche durch ihr (im schlechtesten Falle massenhaftes) Auftreten maßgeblichen Einfluss auf die Vitalität, unter Umständen sogar auf die Existenz ganzer Waldbestände ausüben können. Klassischerweise gehören zu diesen Organismen Vertreter der blatt- und nadelfressenden Schmetterlinge und Blattwespen sowie der holz- und rindenbrütenden Käfer. Die 2018 begonnene Massenvermehrung der rindenbrütenden Borkenkäfer, vorrangig des Buchdruckers, dominiert derzeit die Waldschutzsituation in Thüringen.

Neben den klassischen Waldschädlingen spielen zunehmend auch pathogene Mikroorganismen, wie Pilze, Bakterien und Viren, eine erhebliche Rolle bei der Beurteilung des Waldzustandes. Häufig gehören diese Mikroorganismen nicht zur heimischen Fauna, was für eine rasche Verbreitung (Invasivität) und für den Rückgang einheimischer Arten entscheidend sein kann. Betrifft dies z. B. die in der Komplexität des Waldes eher unterrepräsentierten Mischbaumarten wie die Gemeine Esche, die Ulme oder den Bergahorn führt dies zwar nicht zum spürbaren Waldverlust, aber zu einer Entmischung der Bestände und damit zu einem Verlust an Baumartenvielfalt.

4.2.1 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Fichte

Die Massenvermehrung der rindenbrütenden Borkenkäfer, insbesondere des Buchdruckers (*Ips typographus* L.) sowie des eher in jüngeren Fichtenbeständen anzutreffenden Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L.) wurde durch das ungewöhnlich warme, niederschlagsarme Jahr 2018 ausgelöst und durch die weiterhin anhaltende trocken-warme Witterung der Jahre 2019 und 2020 stark begünstigt. In vielen Regionen führte diese Witterung zur vollständigen Ausbildung einer dritten Käfergeneration, so dass die Anzahl der überwinterten Käfer rund 30mal höher war als in Jahren mit nur zwei Generationen. Das nach den Winterstürmen „Friederike“ (2018), „Eberhard“ (2019) und „Sabine“ (2020) angefallene Wurf- und Bruchholz sowie die durch den Wassermangel in ihrer Abwehrkraft geschwächten Fichten haben den Schadfortschritt zusätzlich begünstigt. Aufgrund der extrem hohen Befallsmenge von über 3,5 Mio. Festmeter im Jahr 2020, waren zum Jahresende in den Thüringer Fichtenwäldern historisch hohe Mengen dieser Borkenkäfer zur Überwinterung vorhanden. Der Eigendynamik einer Massenvermehrung folgend, konnte dieses Käferpotenzial im Frühjahr und Sommer 2021, trotz kühler und feuchter Witterung, erneut Schadholzmengen bislang nicht gekannten Ausmaßes erzeugen (Abb. 62) und der Buchdrucker hat sich in den letzten drei Jahren vom Sekundärschädling, der vorzugsweise geschwächte Bäume befällt, zum gefährlichen Primärschädling für die Fichte entwickelt.

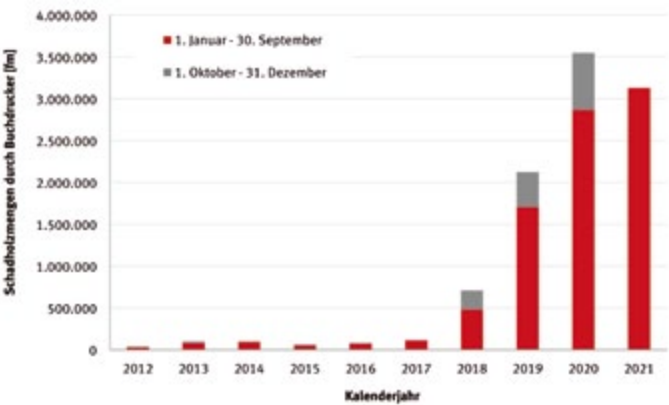


Abb. 62: Schadholzmengen (fm) durch Buchdrucker seit 2012 (Stand 30.09.2021)

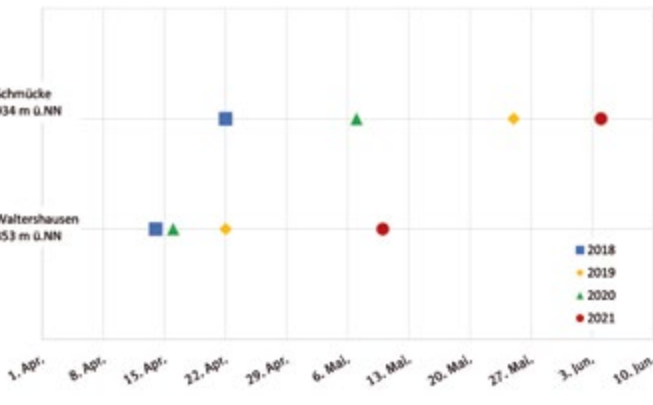


Abb. 63: Beginn der Schwarmflugaktivitäten der überwinterten Buchdrucker seit 2018 (PHENIPS 2021)

Die aufgrund der Witterungsbedingungen in diesem Jahr deutlich später begonnenen Schwarmflugaktivitäten der überwinterten Käfer (Abb. 63) verkürzten aber den Zeitrahmen für die Käferentwicklung maßgeblich, so dass in 2021 landesweit nur maximal zwei Generationen ausgebildet werden konnten. Hätte sich in 2021 die trocken-warme Witterung in den Frühjahrs- und Sommermonaten wie in den vorangegangenen Jahren fortgesetzt, wären die bisher bilanzierten Schäden aufgrund der erneut schlechten Wasserversorgung der Fichten und der Ausbildung einer dritten Käfergeneration deutlich höher ausgefallen.

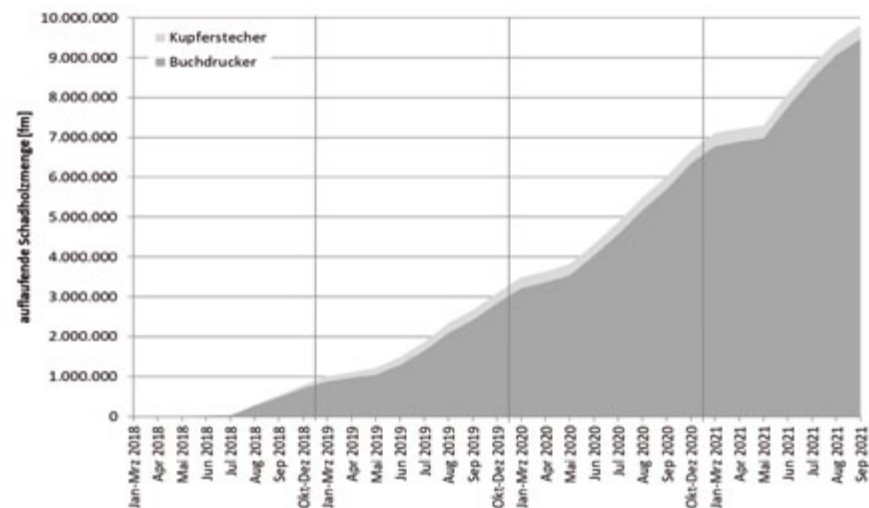


Abb. 64: Auflaufende Schadholzmengen (fm) durch Fichtenborkenkäfer seit 2018 (Stand 30.09.2021)

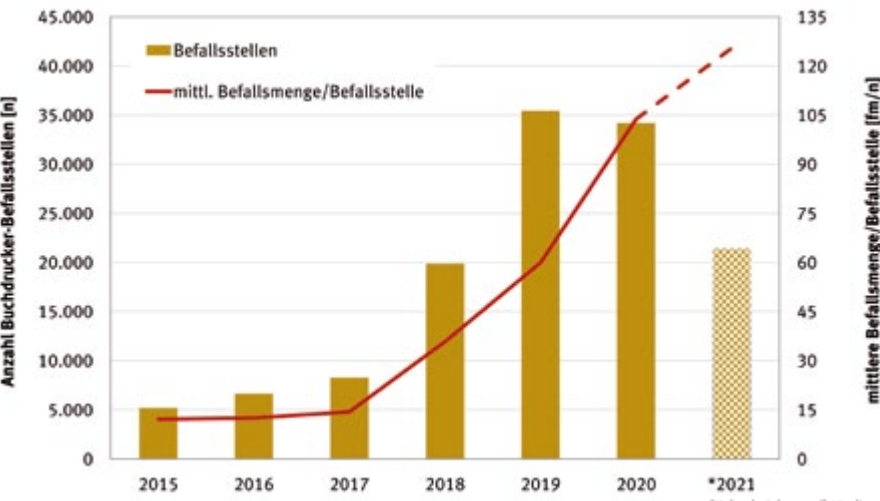


Abb. 65: Entwicklung Befallsstellen (n) und der Befallsstellengröße (fm/n) seit 2015 (Stand 30.09.2021)

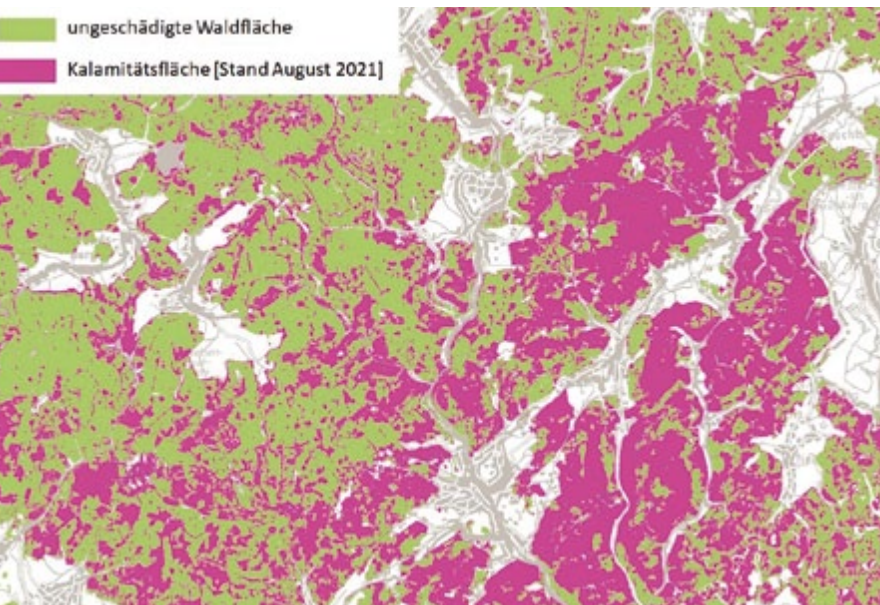


Abb. 66: Kartenausschnitt aus dem Bereich des Thüringer Schiefergebirges bei Steinach mit ausgewiesenen Schadflächen (Stand: August 2021)

Seit Jahresbeginn 2018 sind im gesamten Freistaat inzwischen rund 9,8 Mio. Festmeter Schadholz (Stand 30.09.2021) durch Buchdrucker- und Kupferstecher zu verzeichnen (Abb. 64). Allein in diesem Jahr fielen bereits bis Ende September 3,1 Mio. Festmeter Käfer-Schadholz an (Abb. 62). In den stark durch die Fichtenborkenkäfer in Mitleidschaft gezogenen Wäldern setzt sich die Auflösung der Bestandesstrukturen bis hin zur Entstehung großer Kahlflecken trotz intensiver Sanierungstätigkeit weiter fort.

Neben der absoluten Schadholzmenge sind auch die Anzahl der Befallsstellen (n) sowie die mittlere Schadholzmenge pro Befallsstelle (fm/n) ein geeigneter Gradmesser für die Einschätzung der Befallssituation.

Bis Ende September 2021 stieg die mittlere Schadholzmenge pro Befallsstelle bereits weiter auf 126 fm/n (Abb. 65). Dies entspricht etwa dem Achtfachen des dargestellten Ausgangswertes von 2015 und verdeutlicht die dramatische Befallsentwicklung in der aktuellen Borkenkäferkatastrophe. Zunehmend fließen kleinere und mittlere Befallsstellen zu großflächigen Befallsherden zusammen (Abb. 66 und Bild 9), wodurch umfangreiche Wiederbewaldungskomplexe entstehen.



Bild 8 und 9: Fortschreitender Borkenkäferbefall im Forstamt Sonneberg bei Spechtsbrunn

Abbildung 67 zeigt die Entwicklung der regionalen Befallsschwerpunkte des Buchdruckers in den Revieren der Thüringer Forstämter seit Beginn der Massenvermehrung. In einigen Regionen sind die Schadholzmengen rückläufig, hier haben sich die bis 2018/19 vorhandenen Fichtenbestände zu großen Teilen bereits vollständig aufgelöst.

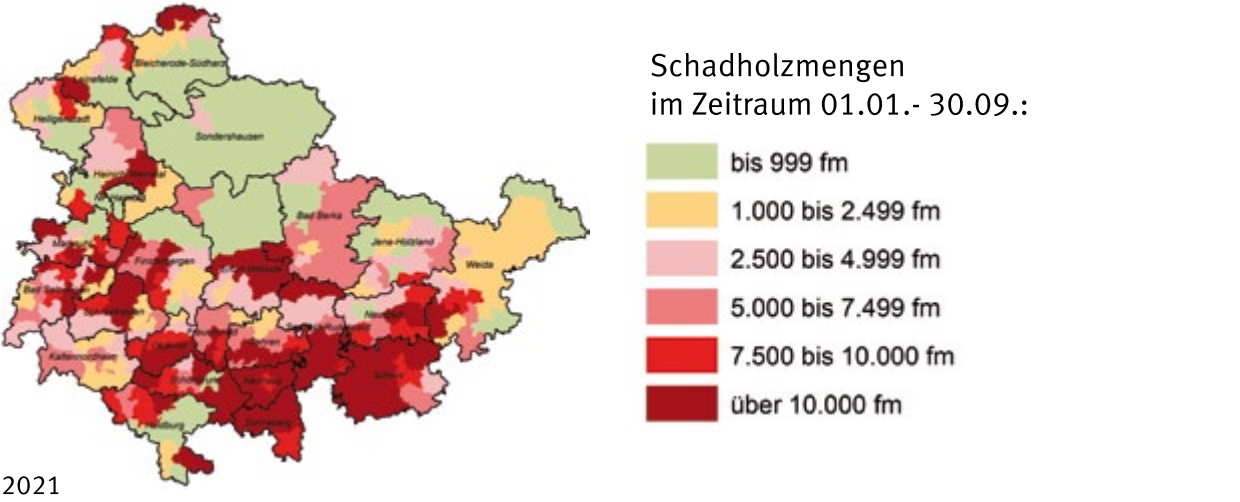
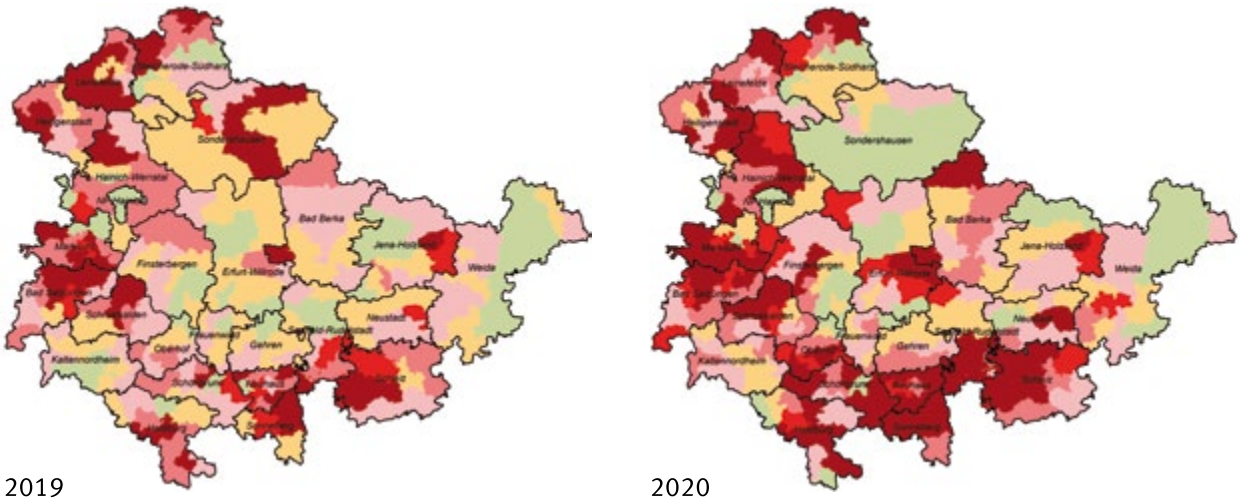
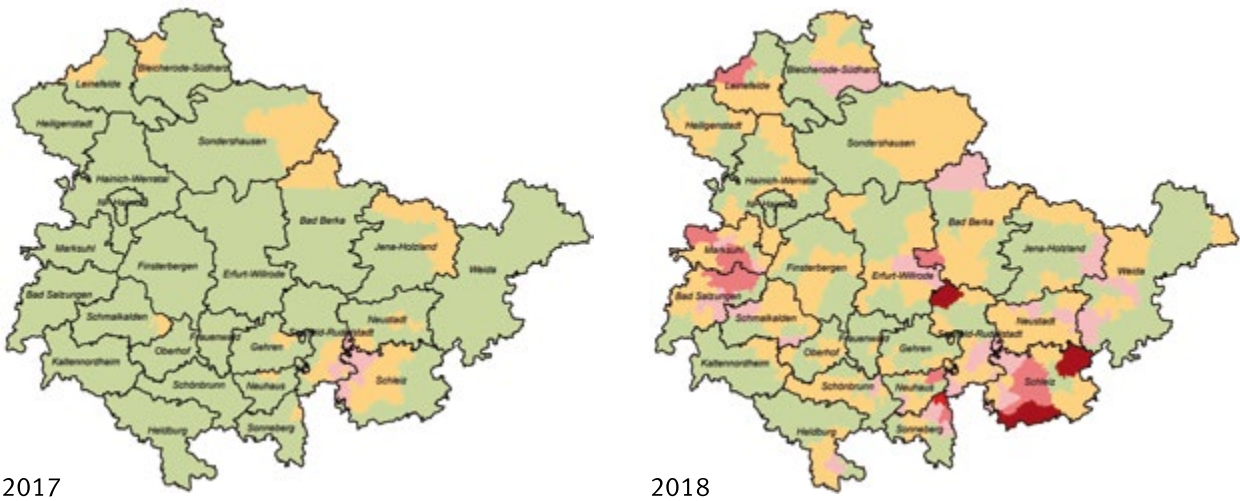


Abb. 67: Regionale Entwicklung der Befallsschwerpunkte anhand der Schadholzmengen pro Revier in den Thüringer Forstämtern seit 2018 (Vergleichszeitraum 01.01.-30.09.)

Angesichts der immens hohen Käfer-Populationsdichte ist nach wie vor nur eine rechtzeitige und damit wirksame Sanierung von erkanntem frischem Befall, optimal in der Befallsphase der ersten Buchdruckergeneration, die auf lange Sicht einzige Möglichkeit, eine weitere Expansion des Schadens einzudämmen. Gelingt dies nicht, wird sich der aufgezeigte Trend fortsetzen, wobei dann vorrangig die vorratsreichen Fichtengebiete der Thüringer Mittelgebirge betroffen sein werden.

Neben den Auswirkungen des Borkenkäferbefalls hat das Auftreten des Fichtentriebsterbens in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes maßgeblichen Einfluss auf die Vitalität der Fichten. Das durch den Pilz *Sirococcus conigenus* [DC] P.F. CANNON & MINTER ausgelöste Triebsterben äußert sich im Frühsommer durch eine bräunliche Verfärbung des Maitriebes und dessen charakteristische Krümmung (Bild 10). Infizierte Nadeln (Bild 11) und Triebe sterben ab und fallen zu Boden, so dass bei hohem Infektionsdruck ein auch visuell erkennbarer Nadelverlust eintritt. Befallen werden alle Altersklassen, wobei in älteren Beständen durch den mitunter sehr starken Nadelverlust und den damit verbundenen Vitalitätseinbußen eine erhöhte Prädisposition gegenüber Borkenkäfern entsteht. Nachdem die feuchte Witterung 2021 sehr gute Entwicklungsbedingungen für diesen Pilz bot, wird sich der Erreger des Fichtentriebsterbens mit Sicherheit weiter etablieren. Derzeit wird von einer Befallsfläche von ca. 200 ha ausgegangen. Schwerpunkte bilden dabei Höhenlagen über 700 m im Mittleren Thüringer Wald.



Bild 10: Symptome des Fichtentriebsterbens

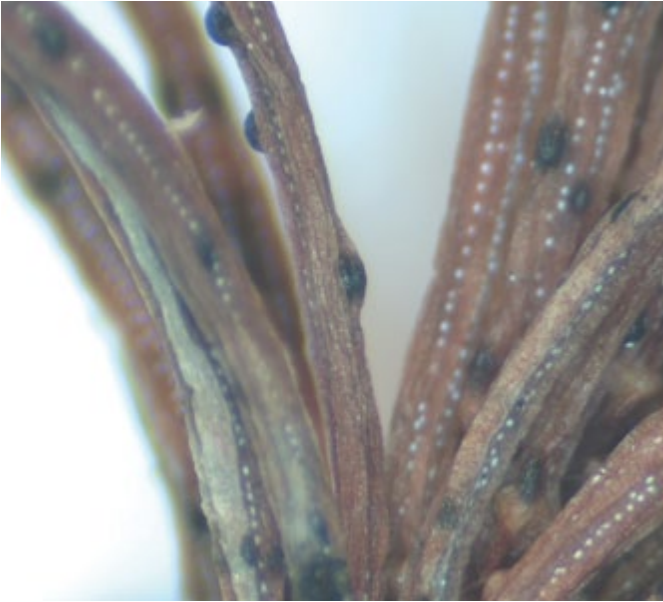


Bild 11: Pyknidien von *Sirococcus conigenus* auf infizierten Nadeln

Nadelfressende Insekten wie die Nonne (*Lymantria monacha* L.) oder die Große Fichtenspinntblattwespe (*Cephalcia abietis* L.) stehen grundsätzlich immer im Fokus der Waldschutzüberwachung. 2021 traten diese Schadorganismen an der Baumart Fichte aber nicht in Erscheinung.

4.2.2 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Kiefer

Ähnlich wie bei der Fichte wird auch bei der Kiefer das diesjährige Schadgeschehen durch rindenbrütende Käfer dominiert. Allerdings sind hier neben mehreren Borkenkäfer-Arten (*Ips spec.* und *Tomicus spec.*) zusätzlich auch Prachtkäfer (*Phaenops spec.*) am Schadumfang beteiligt. Häufig treten diese Schadorganismen vergesellschaftet auf, so dass eine eindeutige Zuordnung zum Schadverursacher nicht immer sofort möglich ist. Eine Analyse der Schadursache bzw. der beteiligten Arten ist jedoch dringend angeraten, da in Abhängigkeit von der sehr unterschiedlichen Lebensweise artspezifische Sanierungsstrategien festgelegt werden müssen.

Die aktuelle Menge des durch die Kiefernborke-käfer verursachten Schadholzes ist weiter konstant hoch und lag Ende September 2021 mit ca. 19.000 Festmeter erneut über dem Vorjahreswert (Abb. 68). Die durch die Kiefernprachtkäfer-Arten hervorgerufenen Schäden belaufen sich im gleichen Zeitraum auf ca. 8.500 Festmeter. Der diesjährige Rückgang des Wertes ist auf die zweijährige Ent-

wicklungszeit dieser Arten zurückzuführen. Ein direkter Vergleich, der deshalb nur mit dem Wert aus 2019 zulässig ist, zeigt auch hier einen Anstieg des Befalls. Die Folgen der hohen Schadholzmengen aus 2020 werden somit erst in 2022 spürbar werden (Abb. 69).

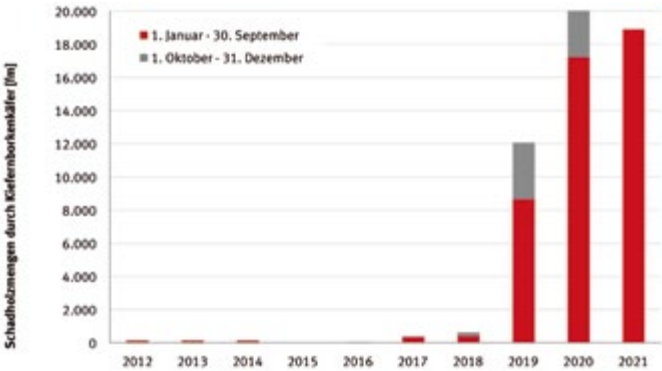


Abb. 68: Schadholzmengen (fm) durch Kiefernborke-käfer seit 2012 (Stand 30.09.2021)

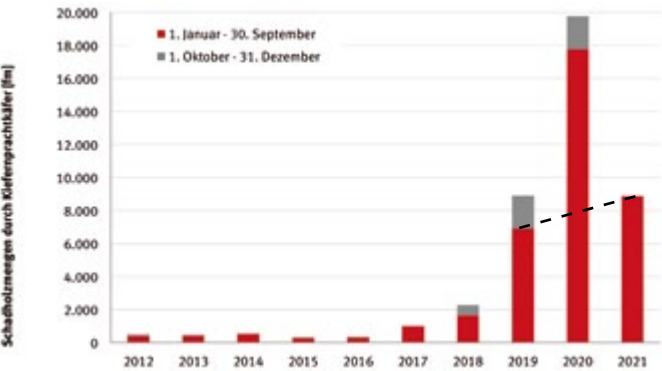


Abb. 69: Schadholzmengen (fm) durch Kiefernprachtkäfer seit 2012 (Stand 30.09.2021)

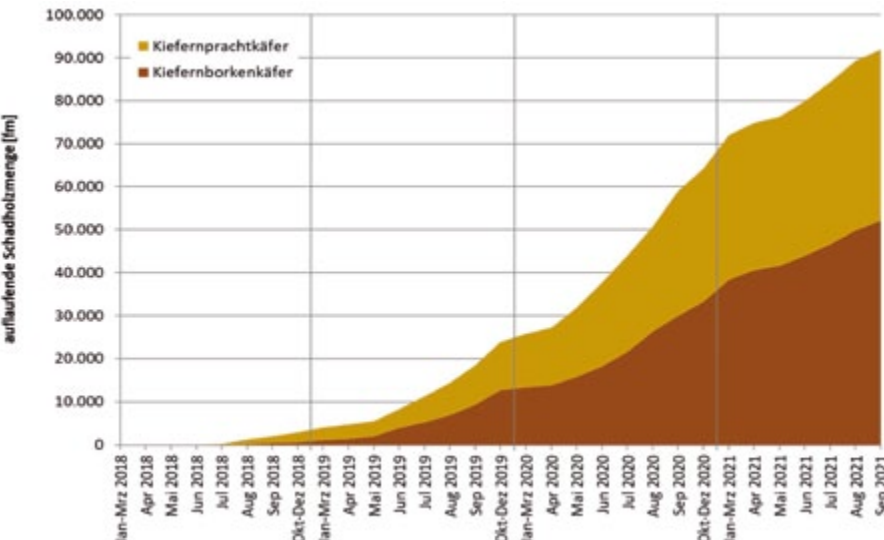


Abb. 70: Auflaufende Schadholzmengen (fm) durch Kiefernborke-käfer und Kiefernprachtkäfer seit 2018 (Stand 30.09.2021)

Die Schadholzmenge beider Schädlingsgruppen beläuft sich kumulativ seit 2018 auf ca. 90.000 fm (Abb. 70).



Bild 12: Schäden durch Kiefernborke-käfer

Die Dimension des Schadholzes durch rindenbrütende Käfer an der Baumart Kiefer ist nicht mit der des Schadholzes durch Fichtenborke-käfer vergleichbar, jedoch geht der Trend der Schadensentwicklung in die gleiche Richtung. Auch hier läuft eine Massenvermehrung der Schadinsekten, wenn auch bisher auf deutlich niedrigerem Niveau. Dies liegt neben dem geringeren Kiefernanteil unter anderem darin begründet, dass

- der Buchdrucker unter den Bedingungen einer Massenvermehrung auch zum Primärschädling werden kann,
- er über ein erheblich größeres Vermehrungspotenzial als die Kiefernborke-käfer verfügt und
- die Baumart Kiefer eine höhere Resilienz auch in längeren Dürrephasen besitzt und somit geringer anfällig gegenüber rindenbrütenden Insekten ist.

Bezüglich der Verbreitung des Erregers des Kiefertriebsterbens *Sphaeropsis sapinea* [FR.] DYKO & B. SUTTON (Synonym: *Diplodia pinea*) muss davon ausgegangen werden, dass sich dieser Pilz aufgrund der für ihn optimalen Entwicklungsbedingungen 2018 bis 2020 in den Kiefernbeständen weiter etabliert hat. Zuverlässige Aussagen zum Schadumfang sind auch in diesem Jahr nicht möglich, da die typischen Symptome für eine Diplodia-Infektion derzeit durch das Schadbild der rindenbrütenden Insekten vollständig überprägt werden.

Wie bei der Fichte traten nadelfressende Insekten 2021 nicht auffällig in Erscheinung. Die aktuellen Ergebnisse der Überwachungsmaßnahmen zeigen, dass sich die Forleule (*Panolis flammea* DENIS & SCHIFFERMÜLLER), der Kiefernspanner (*Bupalus piniaria* L.), der Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) und die Buschhorn-Blattwespen (*Diprion spec.*) ausnahmslos in der Latenz befinden.

4.2.3 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Lärche

Der Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae* L.) ist eng mit dem Buchdrucker verwandt, besiedelt im Gegensatz zu diesem aber neben älteren Bäumen auch junge Exemplare. Landesweit sind infolgedessen nicht nur viele alte Lärchen, sondern auch zahlreiche Lärchenjungbestände diesem Borkenkäfer zum Opfer gefallen. Spielte der Lärchenborkenkäfer vor 2018 eher eine untergeordnete Rolle im Schädigeschehen, so entwickelte er sich in den letzten Jahren zu einem gefährlichen Schädling in Lärchenbeständen. Auflaufend sind seit 2018 ca. 78.000 Festmeter Schadholz angefallen (Abb. 71).

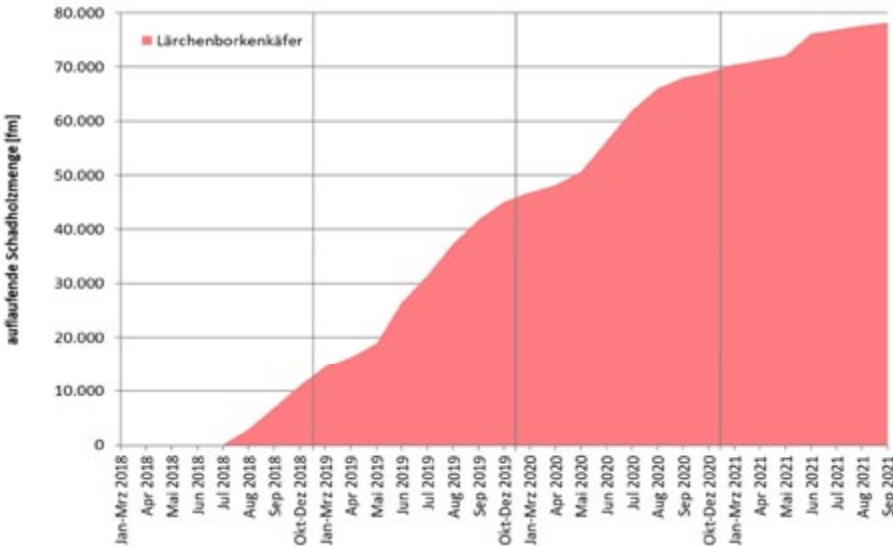


Abb. 71: Auflaufende Schadholzmenge (fm) durch den Lärchenborkenkäfer (Stand 30.09.2021)



Bild 13: Schäden durch Lärchenborkenkäfer

Als nadelfressender Schädling ist auch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella* HB.) dauerhaft in den Beständen anzutreffen. Die Schadintensität wechselt zyklisch und befindet sich aktuell mit 19 ha auf einem sehr niedrigen Niveau (2020: 43 ha, 2019: 55 ha). Ein maßgeblicher Einfluss auf die Vitalität der Lärchenbestände ist demzufolge in diesem Jahr auszuschließen.

4.2.4 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Buche

Der Zustand der Buche wird seit 2018 landesweit von starken Trockenschäden beeinflusst. Auch 2021 sind die Folgen dieser Trockenheit noch deutlich sichtbar. Typischerweise entwickeln sich dabei auch an den geschädigten Buchen eine Vielzahl von Sekundärschädlingen. Wie bei den Nadelbaumarten profitieren vorrangig rindenbrütende Käfer, vor allem der Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis* L.) und der Kleine Buchenborkenkäfer (*Taphrorychus bicolor* HRBST.) von der eingeschränkten Abwehrkraft der Bäume.

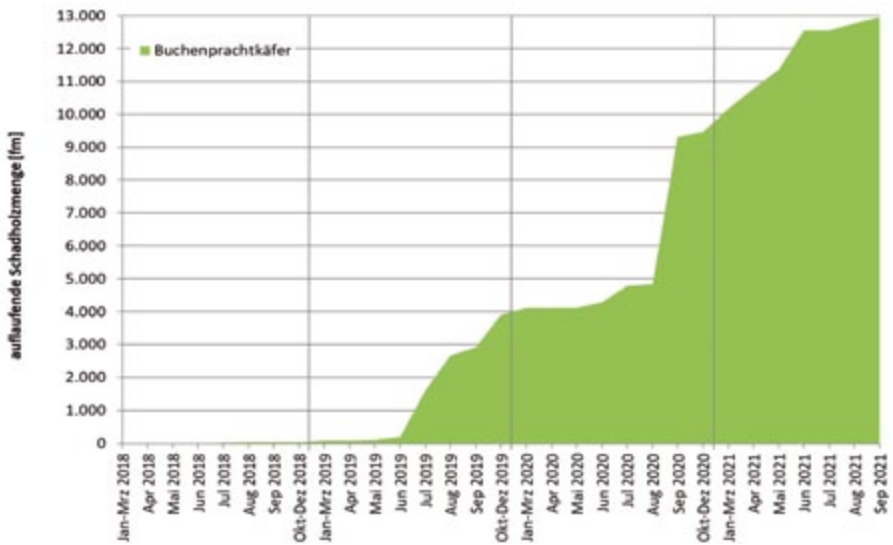


Abb. 72: Auflaufende Schadholzmenge (fm) durch Buchenprachtkäfer seit 2018 (Stand 30.09.2021)

Die Schadholzmenge durch den Buchenprachtkäfer stieg 2020 sprunghaft an, wobei sich der Trend auch in 2021 fortsetzte. Seit Jahresbeginn 2018 beläuft sich die Schadholzmenge kumulativ auf etwa 13.000 Festmeter (Abb. 72).

Beide Käferarten bergen ein ernstzunehmendes Schadpotenzial und neigen ebenfalls zu Massenvermehrungen. Günstige Bedingungen dafür herrschen seit 2018 in den Buchengebieten Thüringens. Einer Ausweitung des Befallsgeschehens ist durch gezielte Einschlags-Maßnahmen entgegenzuwirken, um auch einer raschen Holzwertung durch nachfolgende holzbrütende Insekten und holzerstörende Pilze zuvorzukommen.

Während im größten Teil des Freistaates kaum blattfressende Schadinsekten an der Buche auftraten, kam es im Bereich der thüringischen Rhön zum auffälligen Auftreten des Buchenspringrüsslers (*Rhynchaenus fagi* L.). Schäden an den Blättern der Buche durch diesen Schädling waren insgesamt auf 63 ha zu verzeichnen.

4.2.5 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Eiche

Auch die Eiche leidet noch unter den Folgen der Trockenjahre 2018 bis 2020. Die in diesen Jahren entstandenen optimalen Entwicklungsbedingungen für rindenbrütende Insekten spiegeln sich auch im diesjährigen Anstieg der Schadholz mengen durch Eichenprachtkäfer-Arten (*Agrilus spec.*) und den Eichensplintkäfer (*Scolytus intricatus* RATZ.) wider. Insbesondere der Befall durch Prachtkäfer-Arten führt bei alten Eichen zu massiven Vitalitätseinbußen, in der Regel zum Absterben der betroffenen Bäume und damit auch zu Wertverlusten. Seit Beginn der Trockenheit im Jahr 2018 sind kumulativ ca. 10.000 Festmeter Schadholz durch diese Rindenbrüter, überwiegend in alten Eichenbeständen, verursacht worden (Abb. 73).

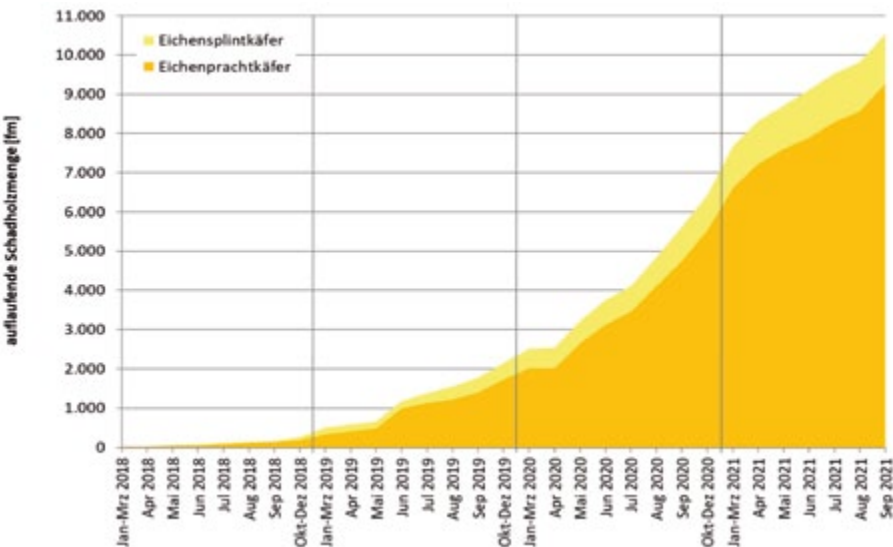


Abb. 73: Auflaufende Schadholz mengen (fm) durch Eichenprachtkäfer und Eichensplintkäfer seit 2018 (Stand 30.09.2021)



Bild 14: Schäden durch Eichenprachtkäfer

Die 2017 begonnene Massenvermehrung des blattfressenden Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) kam 2021 zum Erliegen. Zwar wurden aus dem Altenburger Land nochmals Fraßschäden auf ca. 50 ha registriert, betroffen waren aber nicht typischerweise Eichenwälder, sondern Aufforstungen mit Pionierbaumarten (Birke, Pappel) auf Kippenrekultivierungsflächen. Diese Fraßschäden traten aufgrund der Ergebnisse der Überwachungsmaßnahmen erwartungsgemäß ein, der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wurde aber nicht erwogen.

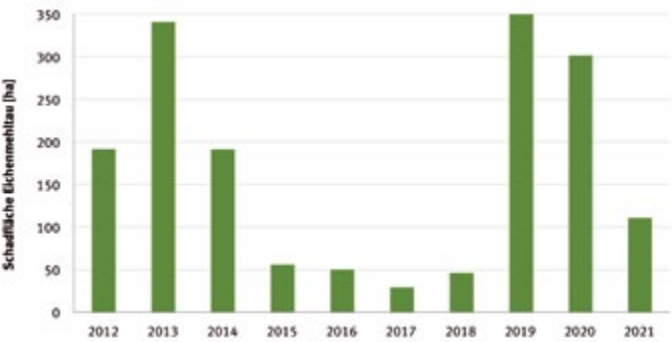


Abb. 74: Schadfläche durch Eichenmehltau seit 2012

Der Eichenmehltau (*Erysiphe alphitoides* [GRIFFON & MAUBL.]), als häufigster Blattpilz der Eiche, benötigt für eine optimale Entwicklung eine trockene und warme Witterung im Frühjahr und Sommer. Dementsprechend hoch war die Schadfläche in den Jahren 2019 und 2020. Erwartungsgemäß ist dieser Wert 2021 aufgrund des kühlen und feuchten Frühjahres wieder rückläufig (Abb. 74). Eine maßgebliche Auswirkung auf die Vitalität der Eichen liegt demzufolge in diesem Jahr nicht vor.

Auch der wärmeliebende Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea* L.) profitierte von der Witterung der Jahre 2018 bis 2020 maßgeblich und es kam auch 2021 zum auffälligen Auftreten dieses Schmetterlings in den bekannten Befallsgebieten. Nach wie vor liegt die Populationsdichte dieser Art in Thüringen aber nicht auf einem waldgefährdenden Niveau.

4.2.6 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Esche

Der erstmalig 2009 in Thüringen nachgewiesene Erreger des Eschentriebsterbens (Hymenoscyphus fraxineus [T. KOWALSKI]) hat sich inzwischen landesweit etabliert. Der aus Asien eingeschleppten Pilz infiziert Eschen jeglichen Alters und kann diese bei starkem Befall zum Absterben bringen. In der Regel ist der Krankheitsverlauf chronisch und zieht sich über mehrere Jahre hin. Mittelfristig droht daher ein spürbarer Verlust dieser wichtigen Mischbaumart.

Um weitere Erkenntnisse über das Eschentriebsterben zu gewinnen, wurde 2020 ein Demonstrationsprojekt „Erhalt der Gemeinen Esche - FraxForFuture“, gefördert durch das Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz an der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), ins Leben gerufen. Am Verbundvorhaben 2 „Monitoring des Eschentriebsterbens in Deutschland (Frax-Mon)“ beteiligt sich auch die Landesforstanstalt Thüringens. Einen guten Überblick über die bisherigen Projektergebnisse liefert die aktuelle Veröffentlichung der FNR „Eschentriebsterben - Kriterien zur Schadensbonitur an Eschen“.

4.3 Einfluss von Luftschadstoffen

Neben Witterungsextremen, veränderten klimatischen Rahmenbedingungen und forstlichen Schadorganismen beeinflussen Luftschadstoffe die Mechanismen der Selbstregulation in Waldökosystemen und damit auch den Zustand des Waldes. Seit 1990/91 wird deshalb im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitoring an den Wald- und Hauptmessstationen in 14-täglichem Turnus der Eintrag von Stoffen in den Wald/Waldboden mit dem Niederschlag bestimmt. Darüber hinaus werden seit 1995 in Zusammenarbeit mit dem Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) an den drei Hauptmessstationen Großer Eisenberg, Possen und Holzland die Konzentrationen von Ozon, Schwefeldioxid und Stickoxiden in der Luft gemessen.

Zur Bewertung der Auswirkungen von Luftschadstoffeinträgen auf Waldökosysteme hat sich das Konzept der ökologischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) bewährt. Critical Loads (CL)

sind Grenzwerte für luftgetragene Schadstoffeinträge, bei deren Einhaltung es weder akut noch langfristig zu schädigenden Wirkungen auf empfindliche Ökosysteme kommt. Von Bedeutung sind vor allem die Critical Loads für den Eintrag von Säurebildnern (Schwefel und Stickstoff) und eutrophierendem Stickstoff.

Während die Schwefeleinträge in den Wald bereits in den 1990er Jahren deutlich gesunken sind, stellt der Stickstoff in einigen Regionen nach wie vor ein Problem dar. Laut Umweltbundesamt (UBA, 2021) ist in Deutschland von 1990 bis 2019 die Emission von Stickoxiden um 60 % gesunken und die Emission von Ammoniak immerhin um 18 % (www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/stickstoffoxid-emissionen#entwicklung-seit-1990). Dieser Trend spiegelt sich auch an den Wald- und Hauptmessstationen wider (Tab. 2).

Tab. 2: Gesamtübersicht Tendenz Stickstoffeintrag und Anzahl der Jahre mit Überschreitung des Critical Load für eutrophierenden Stickstoff

	Baumart	Tendenz N-Eintrag 2001-2020	Anzahl Jahre mit Überschreitungen 2001-2010	Anzahl Jahre mit Überschreitungen 2011-2020
HMS Gr. Eisenberg	Fi	↘	10	10
HMS Holzland	Fi/Kie	↘	10	10
WMS Lehesten	WTa/Fi	↘	10	9
WMS Dillstädt	Fi	↘	10	9
WMS Pfanntalskopf	Fi	↘	10	(8) Fläche 12/2019 stillgelegt
WMS Paulinzella	Kie	→	8	9
WMS Steiger	Ei	↘	9	5
WMS Hohe Sonne	Bu	↘	6	4
WMS Leinawald	Ei	↘	(3) Messg. erst seit 2005	3
WMS Kyffhäuser	Bu	↘	10	2

	Baumart	Tendenz N-Eintrag 2001-2020	Anzahl Jahre mit Überschreitungen 2001-2010	Anzahl Jahre mit Überschreitungen 2011-2020
WMS Hainich	Bu (Ei, Es)	↘	3	2
WMS Vessertal	Bu	↘	8	0
HMS Possen	Bu	↘	4	0
WMS Harz	Bu	↘	0	0

In einigen Regionen liegen die mit dem Niederschlag eingetragenen Stickstoffmengen allerdings noch immer über der kritischen Belastungsgrenze des Ökosystems. Vor allem in den Fichtenbeständen der Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes und des Schiefergebirges sowie im südwestlichen Vorland des Thüringer Waldes, aber auch in den Nadelholzbeständen des Thüringer Holzlandes und in der Region Paulinzella trägt der Stickstoffeintrag weiterhin maßgeblich zu einer Belastung der Waldökosysteme bei.

Bei der Verwertung des eingetragenen Stickstoffs durch die Waldbäume gibt es jedoch z. T. erhebliche Unterschiede. Während der hohe Eintrag bei der Fichte auf feuchteren Standorten in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes (HMS Gr. Eisenberg, WMS Pfanntalskopf) zu einer sehr guten bis luxuriösen Versorgung führt, zeigen die untersuchten Fichten, Kiefern und Weißtannen auf trockeneren Standorten (WMS Lehesten, HMS Holzland, WMS Dillstädt, WMS Paulinzella) trotz hoher Einträge nur eine normale bis defizitäre Ernährung. Die Ursachen sind vielfältig, zu vermuten ist jedoch u. a. ein Einfluss der Bodenfeuchte auf die Stickstoffbindung/Stickstoffverfügbarkeit. Die Bodenfeuchte ist seit Messbeginn an allen Messstationen gesunken und auch die Sickerwassermengen haben deutlich abgenommen. Im Sickerwasser ist auf trockneren Standorten unter geschlossenen Nadelholzbeständen kaum noch gelöster Stickstoff in Form von Nitrat oder Ammonium nachweisbar, höhere Konzentrationen traten nur vereinzelt bei stärkerer Wiederbefeuchtung des Bodens (meist im Herbst/Winter) auf. Gleichzeitig sind die Stickstoffvorräte im Oberboden in den letzten 20 Jahren teilweise stark gestiegen. Das heißt, der im System vorhandene oder ins System eingetragene Stickstoff reichert sich scheinbar mit zunehmender Bodentrockenheit in einer schwerlöslichen Bindungsform im Boden an und steht für die Baumernährung nur bedingt zur Verfügung. Im Kontext zum Klimawandel könnte das ein erstes Indiz dafür sein, dass Nadelholzbestände auf trockenen Standorten früher oder später in einen klimainduzierten Stickstoffmangel rutschen, obwohl mehr als ausreichend Stickstoff im System vorhanden ist.

Die untersuchten Buchen-Ökosysteme (HMS Possen, WMS Kyffhäuser, Harz, Vessertal, Hohe Sonne und Hainich) sind laut Critical Loads-Modellrechnung seit einigen Jahren nicht mehr

durch zu hohe Stickstoffeinträge gefährdet. Die luxuriöse Stickstoffversorgung der Buchen im Kyffhäusergebirge und teilweise auch im Nationalpark Hainich sowie in der Hainleite weist allerdings darauf hin, dass hier immer noch zu viel Stickstoff im System vorhanden ist. Dafür sprechen auch die in den letzten 20 Jahren immer häufigeren und stärkeren Buchenmasten. Da der Waldboden auch in den Buchengebieten messbar trockener geworden ist und die Stickstoffvorräte im Boden zugenommen haben, sind die Langzeitfolgen der vergangenen und aktuellen Einträge derzeit noch nicht absehbar.

Die beiden untersuchten Eichen-Ökosysteme sind laut Modellrechnung ebenfalls nicht mehr durch hohe Stickstoffeinträge gefährdet, aber auch hier muss bei zunehmender Bodentrockenheit und steigenden Stickstoffvorräten mit Langzeitfolgen gerechnet werden. Die in den letzten Jahren trotz sinkender Einträge wieder steigenden Nitratkonzentrationen im Sickerwasser und die teilweise luxuriöse Stickstoffernährung der Eichen bedürfen weitere Untersuchungen.

In diesem Kontext ist es zu begrüßen, dass in der Novelle der Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe 2001/81/EG (National Emission Ceilings Directive, kurz NEC-Richtlinie) für alle Mitgliedstaaten verpflichtend weitere Emissionsminderungen von reaktiven Stickstoffverbindungen (NH_x, NO_x) festgeschrieben sind (EU-Richtlinie 2016/2284 vom 14.12.2016). Bis 2030 soll bei Ammoniak eine Minderung von 29 % und bei den Stickoxiden eine Minderung von 65 % im Vergleich zum Jahr 2005 erzielt werden. Wird dieses Ziel erreicht, dann könnte die Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen von Waldökosystemen bald der Vergangenheit angehören.

5. Maßnahmen für einen gesunden Wald

Der Wald und die gesamte Forstwirtschaft stehen an der Schwelle gewaltiger Veränderungen und es ist mehr denn je notwendig, die Widerstandskraft des Waldes gegenüber klimatischen Veränderungen und Umwelteinflüssen zu stärken.

Angesichts des seit 2018 dramatischen Schadgeschehens haben der Gesetzgeber, die Landesregierung und die Landesforstanstalt wichtige Weichenstellungen vorgenommen, um die mit forstlichen Mitteln möglichen Maßnahmen zur Stabilisierung der Wälder voranzutreiben.

5.1 Grünes Herz Thüringen. Aktionsplan Wald 2030 ff.

Vor dem Hintergrund der dramatischen Schäden im Wald und dem klaren Ziel, den Wald und seine vielfältigen Funktionen für Umwelt, Artenschutz, Klima, Gesellschaft und Wirtschaft zu erhalten, hat die Landesregierung im August 2019 den Aktionsplan Wald 2030 ff. beschlossen (www.staatskanzlei-thueringen.de/fileadmin/user_upload/TSK/Medienservice/Medieninformationen/2019/AktionsplanWald2030ff.pdf).

Der Aktionsplan Wald 2030 ff. bildet den Rahmen für die notwendigen Maßnahmen zur Bewältigung der Schäden im Wald und für die langfristige Anpassung der Wälder an die Herausforderungen des Klimawandels. Er formuliert dazu über die bisherigen Hilfs- und Anpassungsmaßnahmen hinausgehende vielfältige und langfristig wirksame Maßnahmen, die ressortübergreifend umgesetzt werden, um den Wald in Zeiten des Klimawandels für die kommenden Generationen zukunftssicher zu entwickeln. Dafür wird ein finanzielles Volumen in Höhe von 500 Mio. Euro für die nächsten 10 Jahre ins Auge gefasst.

5.2 Maßnahmenplan zur Bewältigung der Kalamitätslage

Ein Kernelement der Umsetzung des Aktionsplans Wald 2030 ff. ist die finanzielle und personelle Stärkung der Landesforstanstalt mit ihrem System des Gemeinschaftsforstamtes als organisatorischer Dreh- und Angelpunkt. Zur Bewältigung der von Dürre, Sturm und Borkenkäferbefall entstandenen außergewöhnlichen Sondersituation über alle Eigentumsformen hinweg, wurden der Landesforstanstalt vom Gesetzgeber deshalb auf der Basis des Zweiten Gesetzes zur Änderung des Thüringer Gesetzes über die Errichtung der Anstalt öffentlichen Rechts „ThüringenForst“ vom 9. Juli 2019 zusätzliche Finanzmittel zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben in Höhe von je 4 Mio. Euro für die Jahre 2019 und 2020 zur Verfügung gestellt.

Die anhaltende Trockenheit im Jahr 2020 sowie der explosionsartige Anstieg der Buchdrucker-Stehendbefallsmenge führten

dazu, dass diese Sonderzuführungen auf den Zeitraum bis 2022 verlängert wurde. Ab dem Jahr 2023 gehen diese Sonderzuführungen dann gemäß des Dritten Gesetzes zur Änderung des Thüringer Gesetzes über die Errichtung der Anstalt öffentlichen Rechts „ThüringenForst“ vom 23. November 2020 in einer Erhöhung der allgemeinen Finanzzuführung zur Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben auf.

Die Landesforstanstalt hat diese Sonderzuführungen über einen „Maßnahmenplan Dürre, Sturm, Borkenkäfer“ mit konkreten Maßnahmen untersetzt. Neben der Installation moderner Monitoring- und Messtechnik zur Untersuchung und Analyse der Klimafolgen, zu Maßnahmen der Waldbrandvorsorge, zur Verbesserung der Bewältigung des deutlich erhöhten Holzanfalls durch Sturm, Käfer und Trockenheit mittels Ausbau von Holzlagerkapazitäten und modernen Holzvermessungssystemen, investiert die Landesforstanstalt in zusätzliches Personal sowie in nachhaltige Vorhaben zur Kompensation zukünftiger Kalamitätsschäden. Seit der Bestätigung des ersten Planansatzes im Jahr 2019 konnte die Landesforstanstalt insgesamt 76 neue Mitarbeiter (befristet) akquirieren, welche in den Bereichen Revierbetreuung, Waldschutz, Standortkunde, Forstförderung sowie zur Vorbereitung der Wiederbewaldung in der Forstbaumschule eingesetzt werden. Darüber hinaus wurden seit 2019 mit insgesamt 135 Vertragspartnern 228 Werkverträge geschlossen. 2019 und 2020 liefen 151 aktive Vereinbarungen mit Werkvertragsnehmern als Forstschutzhelfer in insgesamt 20 Thüringer Forstämtern. Derzeit (Stand: 31.08.2021) laufen 67 aktive Verträge mit Forstschutzhelfern in insgesamt 13 Thüringer Forstämtern, wobei eine besitzübergreifende Gesamtfläche von rd. 30.000 ha kontrolliert und überwacht wird.



Bild 15: Markierung Borkenkäferbefall bei Fichte

5.3 Sonderprogramm Waldumbau und Wiederbewaldung 2036

Auf der Grundlage des Dritten Gesetzes zur Änderung des Thüringer Gesetzes über die Errichtung der Anstalt öffentlichen Rechts „ThüringenForst“ vom 23. November 2020 erhält die Landesforstanstalt zur Umsetzung ihrer Funktion als Kompetenzzentrum für den Waldumbau in Thüringen im Zeitraum 2021 bis 2036 weitere jährliche Zuführungen in Höhe von 11 Mio. EUR (= 176 Mio. EUR).

Als konzeptionelle Grundlage dient das in Arbeit befindliche Sonderprogramm „Waldumbau und Wiederbewaldung 2036“. Zielstellung ist es, einen Beitrag dazu zu leisten, die Waldbesitzer aller Eigentumsformen in Thüringen in die Lage zu versetzen, ihre Wälder an die sich verändernden Umweltbedin-

gungen anzupassen, Waldstrukturen für Vitalität und Stabilität zu schaffen und damit langfristig die Leistungsfähigkeit hinsichtlich der vielfältigen Ökosystemdienstleistungen und Waldfunktionen zu sichern.

Wichtige Bausteine des Sonderprogramms sind die wissenschaftliche Weiterentwicklung von waldbaulichen Entscheidungshilfen, die Feinkonzeptionierung von konkreten Umsetzungsmaßnahmen, deren fördertechnische Umsetzung in Verbindung mit einer Beratungs- und Informationsoffensive zur Sensibilisierung und Aktivierung der Waldbesitzer aller Eigentumsformen sowie die vorbildliche Durchführung von Wiederbewaldungs- und Waldumbaumaßnahmen im Staatswald.



Bild 16: Grundsätze für das Sonderprogramm „Waldumbau und Wiederbewaldung 2036“

Angesichts der wieder zu bewaldenden Schädflächen ist es erforderlich, dass es für eine großflächige, effektive Entwicklung und Etablierung von zukunftssicheren Waldbildern unterschiedlichster Ansätze bedarf – von der Nutzung natürlicher Wiederbewaldungspotentiale über die gezielte Schaffung von Vorwäldern, kleinräumigen Pflanzmaßnahmen mit geringeren Pflanzenzahlen bis hin zu Kulturen im Standardpflanzverband. Ziel ist, das Leistungspotential der Standorte auszunutzen und Wälder zu etablieren, die den Erwartungen und Ansprüchen zukünftiger Generationen gerecht werden.

Als Hilfestellung bei der Wiederbewaldungsplanung für die Schädflächen hat ein Arbeitskreis der Landesforstanstalt sowohl Leitlinien als auch ein Entscheidungsschema für waldbau-

liche Maßnahmen entwickelt und herausgegeben. Diese sind u. a. in der Mitgliederzeitschrift des Waldbesitzerverbandes für Thüringen e.V. veröffentlicht.

Zur Frage der standortgerechten Baumartenwahl steht den Wirtschaftern seit 2011 ein Bestandeszieltypenkatalog auf standörtlicher Grundlage zur Verfügung, welcher die perspektivische klimatische Entwicklung berücksichtigt (www.thueringenforst.de/aktuelles-medien/download-mediathek, hier unter DO-Waldbau-Anlage 6). Dieser wird im Rahmen des Sonderprogramms an neue Erkenntnisse angepasst werden.

Insgesamt stellen diese Vorgaben den verbindlichen Rahmen für die Wiederbewaldungsbemühungen im Staatswald dar. Für

6. Weiterführende Untersuchungen

6.1 Regeneration der Buche nach den Spätfrostschäden 2020 in den Hochlagen des Thüringer Waldes

Von besonderer Bedeutung für die Wälder war neben der Trockenheit im Jahr 2020 auch der Spätfrost Mitte Mai. Sowohl bezüglich der Intensität und der damit verbundenen Schäden an der Baumvegetation als auch der räumlichen Verteilung in Thüringen war dies eines der gravierendsten Spätfrostereignisse seit 1990 (Abb. 75).

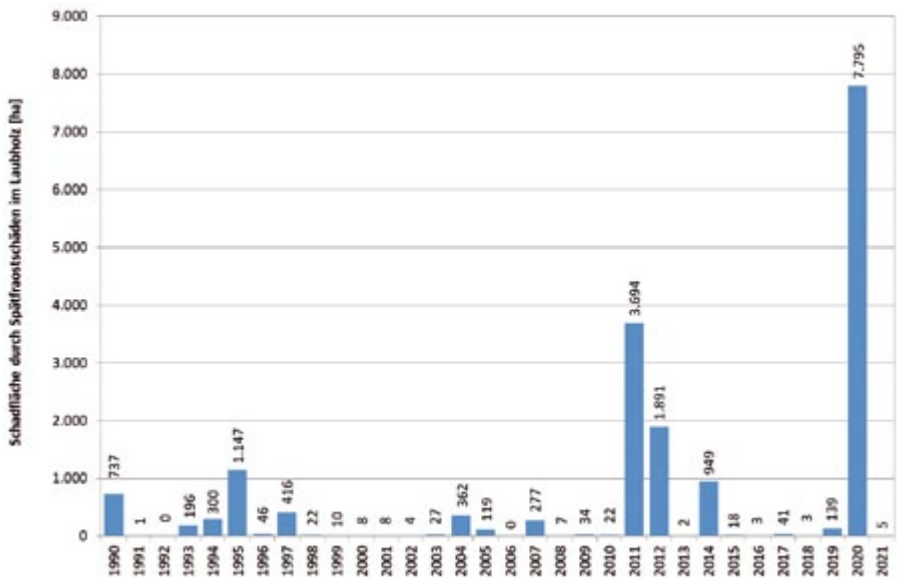


Abb. 75: Spätfrostschäden seit 1990

Entsprechend den Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war der Vormonat nicht nur der sonnigste April seit Aufzeichnungsbeginn, sondern gleichzeitig auch der siebtwärmste April seit Beginn regelmäßiger Messungen. Dadurch war die Knospen- und Blattentwicklung bei den Waldbäumen vielerorts schon sehr weit vorangeschritten. Der dann nachfolgend Mitte Mai einsetzende Spätfrost mit deutlichen Temperaturen im Minusbereich führte in vielen Regionen des Freistaates zu gravierenden Frostschäden bei den bereits ausgetriebenen Bäumen. Besonders auffällig war dieses Ereignis im Thüringer Wald zu beobachten, wo insbesondere die Rotbuche betroffen gewesen ist. Oberhalb von rund 650 Metern waren gleichermaßen Altbuchen und auch junge Buchen in der Verjüngung – sowohl bei Naturverjüngungen, wie auch gepflanzten Voranbauten – von diesen Schäden betroffen. An der DWD-Station Schmücke wurden über mehrere Nächte hinweg Temperaturen in Bodennähe von bis zu -11 °C gemessen. Dabei erfroren die jungen, noch nicht vollständig ausgebildeten, weniger frostharten Triebe. Erkennbar war dies bei den Laubbäumen an einer braun bis dunkelbraunen, teilweise sogar schwarzen Verfärbung der jungen Blätter und herabhängenden, vertrocknet wirkenden Trieben (Bild 18 und 19). Bei den Nadelbaumarten zeigte sich der Schaden in ähnlicher Form: die jungen Nadeltriebe waren braun verfärbt und hingen herab.



Bild 18: Frostschäden Voranbau im Forstamt Oberhof



Bild 19: Einsetzende Regeneration im Juni 2020

den Betreuungswald haben diese Entscheidungshilfen empfehlenden Charakter. Sie stehen den Waldbesitzern in Thüringen zum einen online über das Waldbesitzerportal (www.waldbesitzerportal.de) zur Verfügung und wurden zum anderen auch über den Waldbesitzerverband für Thüringen e.V. veröffentlicht.

Im Rahmen des Sonderprogramms „Waldumbau und Wiederbewaldung 2036“ ist die Etablierung von Waldbautrainern in den drei Inspektionsregionen der Landesforstanstalt vorgesehen, welche vertiefend in die Beratung und Betreuung aller Waldbesitzformen zum Thema Wiederbewaldung einsteigen sollen.

Insgesamt sind die aktiven Wiederbewaldungsbemühungen seit 2018 zunächst zögerlich angelaufen. Dies war zum einen der vordringlichen Schadholzaufarbeitung und den laufenden Sanierungsmaßnahmen geschuldet, zum anderen kam die trockene Witterung in den Pflanzperioden der Folgejahre 2019 und 2020 erschwerend als Hemmnis hinzu. Dennoch kann seit 2020 für die Wiederbewaldung eine deutlich zunehmende Flächenbilanz verzeichnet werden, so hat sich z. B. in der Landesforstanstalt mit ca. 1.120 ha die Wiederbewaldungsfläche zum Vorjahr (ca. 510 ha) verdoppelt. In den kommenden Jahren wird die Wiederbewaldung und die Pflege der Verjüngungen immer stärker in den Handlungsvordergrund rücken.

5.4 Finanzielle Förderung der körperschaftlichen und privaten Forstbetriebe

Für die Umsetzung des Aktionsplans Wald 2030 ff. bedarf es handlungsfähiger Waldbesitzer. Durch das Schädgeschehen entstanden ein erheblicher Vermögensverzehr und Liquiditätsengpässe. Die Wiederbewaldung der entstandenen Schadflächen sowie die Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel im Rahmen des Waldumbaus nicht hinreichend klimastabiler Waldbestände erfordern allerdings erhebliche Investitionen.

Die Landesregierung hat sich deshalb zur Aufgabe gemacht, die bestehende Förderung körperschaftlicher und privater Forstbetriebe in Thüringen zur langfristigen Sicherung multifunktional leistungsfähiger Wälder für Umwelt und Gesellschaft weiter zu verbessern. Dazu wurde die bestehende, durch GAK-, ELER- und Landesmittel kofinanzierte „Thüringer Richtlinie zur Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen“ bereits 2019 um die Maßnahme „Bewältigung von Extremwetterereignissen“ ergänzt. 2020 wurde das aus Landesmitteln finanzierte „Thüringer Landesprogramm zur Bewältigung der Folgen von Extremwetterereignissen im Wald“ neu etabliert. Im Jahr 2021 kam die ebenfalls aus Landesmitteln finanzierte „Thüringer Richtlinie zur Sicherung der Klimaschutzleistungen der Wälder durch eine nachhaltige und naturnahe Waldbewirtschaftung“ hinzu. Die als Förderung einer Ökosystemleistung konzipierte Richtlinie

ermöglichte es erstmalig, den Waldbesitzern die zum Klimaschutz beitragende Fähigkeit der Wälder zur CO₂-Bindung bei der nachhaltigen Bereitstellung des Rohstoffs Holz zu vergüten.

Mit diesen Maßnahmen konnte das zur direkten Unterstützung körperschaftlicher und privater Forstbetriebe bereitgestellte forstliche Förderbudget in Thüringen von rund 6 Mio. Euro vor Beginn des extremwetterbedingten Schädgeschehens im Jahr 2017 auf rund 44 Mio. Euro im Jahr 2021 gesteigert werden.



Bild 17: Pflanzenanzucht in der Forstbaumschule

Aufgrund des außergewöhnlich hohen Anteils erfrorener Triebe auch im Gebiet des Modellprojektes „Waldumbau in den mittleren, Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes“ wurde im Rahmen einer Studie für die Hochlagen das Schadausmaß bilanziert.

Die Studie zeigt, dass bei nahezu einem Fünftel der in die Untersuchung einbezogenen Altbuchen die Triebe vollständig erfroren waren, knapp 50 % wiesen deutliche Schäden auf (mehr als 50 % der Krone sichtbar erfroren). Bei den jungen Buchen (Naturverjüngung und gepflanzte Voranbauten) waren bei mehr als 40 % der Bäume die jungen Triebe komplett erfroren. Der Anteil der deutlich geschädigten jungen Buchen mit einem frostbedingten Laubverlust von mehr als 50 % der gesamten Blattmasse lag bei über 35 %.

Eine erneute Drohnenbefliegung im Spätsommer 2020 zeigte eine gute Revitalisierung der Buchenkronen. Wenn auch teilweise mit erheblich kleineren Blättern und nachfolgend angelegten neuen Knospen für das Folgejahr, so bildete die Mehrzahl der Bäume ausreichend Blattmasse für ein Überleben. Die für das weitere Baumwachstum förderliche Witterung im weiteren Jahresverlauf 2020 und insbesondere im Jahr 2021 begünstigte die positive Entwicklung nach dem Spätfrost. Dieses Bild deckt sich auch mit den Erfahrungen aus anderen Waldgebieten in Thüringen. Insofern bleibt festzuhalten: Wenn starke Spätfrostschäden nicht mit weiteren, die Vitalität der Bäume direkt beeinträchtigenden Faktoren (z. B. Trockenheit) zusammenfallen, können diese überwunden werden. Wenn auch das Absterben der jungen Triebe oftmals zu einer verstärkten Grobästigkeit und einer wertmindernden Zwieselbildung beim nächsten Neuaustrieb führt, überleben die Bäume in der Regel auch einen außergewöhnlich ausgeprägten Frostschaden.

Es ist davon auszugehen, dass im Zusammenhang mit dem Klimawandel und einer damit einhergehenden Zunahme von Extremwetterereignissen die Spätfrostgefahren zunehmen werden. Zunehmend hohe Temperaturen im zeitigen Frühjahr führen verstärkt zu einem frühen Austrieb der Bäume. Im späten Frühling auftretende Spätfrostereignisse erhöhen daher die Gefahr für frostbedingte Schäden erheblich. Besonders gefährdet sind neben der Rotbuche auch die für den Waldumbau und für die Anpassung der Wälder an den Klimawandel wichtigen Baumarten Weißtanne, Eiche und Douglasie. Solange die betroffenen Bäume jedoch nachfolgend nicht unter weiteren starken Stresseinfluss geraten, bestehen gute Aussichten auf deren Revitalisierung.

6.2 Erarbeitung einer standortbasierten Darstellung von Bodenfeuchteinformationen

In weiten Teilen Deutschlands waren insbesondere die Jahre 2018 und 2019 außergewöhnlich heiß und trocken. Die damit verbundenen Reaktionen der Waldbäume verdeutlichen die Bedeutung der Wasserversorgung für Wälder im Klimawandel und stellen somit die klassische Standortkunde vor neue Herausforderungen. Insbesondere Informationen zum standörtlichen Trockenstressrisiko sowie eine belastbare Einschätzung des Wasserhaushalts in Abhängigkeit von Klima und Boden werden künftig in ihrer Bedeutung für die waldbauliche Planung zunehmen. Vorrangiges Ziel der Standortkunde ist daher die flächendeckende Bereitstellung von Daten und Sachinformationen zur Beurteilung der Wasserspeicherefähigkeit von Waldböden in Thüringen. Unter Berücksichtigung der Klimaveränderungen ist dies ein erster Schritt zur objektiven, dynamischen und standortspezifischen Darstellung des Wasserhaushalts.

Der Boden als „Wasserspeichermedium“

Durch die Wasserspeicherefähigkeit des Bodens können auch längere niederschlagsfreie Perioden ausgeglichen werden. Oft dient dabei als robuste Kenngröße die nutzbare Feldkapazität (nFK) des Bodens; also diejenige Wassermenge, die weder durch Grobporen schnell versickert noch in den Feinporen des Bodens so festgebunden ist, dass eine Wasseraufnahme durch Wurzeln unmöglich wird. Wie auch andere bodenhydrologische Kenngrößen kann die nFK aufgrund des hohen messtechnischen Aufwands nicht vollständig erhoben werden und muss zur Charakterisierung einer standortsbezogenen Bodenfeuchteinformation indirekt mithilfe von Pedotransferfunktionen (PTF) geschätzt bzw. berechnet werden. Die PTFs leiten sich über Regressionsansätze aus einfach zu messenden und flächig verfügbaren bodenphysikalischen Basisdaten wie Textur, Trockenrohdichte, Skelettgehalt und Gehalt an organischer Substanz ab. Die ermittelten nFK-Werte in Vol. % werden horizontweise unter Abzug des Grobbodenanteils in l/m² bzw. mm umgerechnet und für einen definierten Wurzelraum aufaddiert.

Kollektiver Wissensfundus aus Jahrzehnten: Aufarbeitung und Auswertung der Altdaten

Insbesondere bodenphysikalische Eingangsgrößen für die Anwendung von PTFs zur Schätzung von Kenngrößen des Bodenwasserhaushalts müssen konsistent aufbereitet werden. Wichtige Voraussetzung ist dabei die Verfügbarkeit der benötigten Bodeninformationen. Die benötigten Daten wurden im Rahmen der über Jahrzehnte durchgeführten Standortkartierung in Thüringen erfasst. Diese umfangreichen Altdaten der Standortkartierung reichen in Thüringen bis in die 1950er Jahre zurück. Sie umfassen neben den originalen Arbeitskarten auch Profil- und Vegetationsaufnahmen der Standortkartierung sowie Laboranalyseformulare von

zahlreichen repräsentativen (Weiser-) Bodenprofilen. Weiterhin wurde in Thüringen nahezu die gesamte Waldfläche (>90 %) kartiert. Die Ergebnisse dieser Kartierungen sind in Standortskarten, Legenden sowie umfangreichen Erläuterungsbänden festgehalten. In den Karten ist auch die Lage von Punkthinformationen (z. B. von Bodenprofilen oder Schürfgruben) mit Feldansprache der Lokalbodenform dokumentiert. In jüngerer Vergangenheit wurde deshalb verstärkt an der Vereinheitlichung der Standortinformationen gearbeitet. Folgend wurden durch Digitalisierung und expertenbasierte Harmonisierung der Altdaten bisher >1.850 Bodenprofile mit vorliegenden Laboranalysen ausgewertet und verortet. Diese Profile enthalten horizontweise und lückenlos bodenphysikalische Eingangsgrößen für die Anwendung von Pedotransferfunktionen. Mit Hilfe dieser Datengrundlage konnten bisher 91 % der kartierten Waldfläche – dies entspricht ca. 640 Lokalbodenformen – mit robusten, flächenhaften Berechnungen und Abschätzungen zu bodenphysikalischen Parametern sowie zum maximal pflanzenverfügbaren Bodenwasservorrat (nFK) hinterlegt werden.

Umsetzung: räumlich hoch aufgelöst und anpassungsfähig

Abbildung 76 zeigt ein Anwendungsbeispiel zur Beurteilung der Wasserspeicherefähigkeit von Waldböden für das Forstamt Neuhaus (Thüringer Schiefergebirge). Wesentlich für die Bodenbildung dieser Standorte sind die Substrate: Schiefergesteine und Quarzite. So sind die Bodentypen überwiegend als Braunerden, podsoliierte Braunerden, Podsole, Ranker und Skeletthumusböden (Schuttböden) anzusprechen. Mittel- bis tiefgründige und skelettärmere Braunerden, welche aus siltreicheren Schiefern entstanden sind, weisen eine lehmige Textur auf und zeigen eine deutlich bessere Wasserversorgung (nFK-Wertebereich: mittel bis hoch) als die flachgründigen, skelettreichen Ranker (nFK-Wertebereich: gering) mit Quarziten als Ausgangsmaterial. Vor allem an steilen Hängen finden sich Skeletthumusböden (nFK-Wertebereich: sehr gering) mit stark eingeschränkter Wasserspeicherefähigkeit.

Künftig sollen durch Integration weiterer Geodaten (u. a. Reliefindizes, Ausgangssubstrate) unter Anwendung datenintensiver Methoden aus dem Bereich der digitalen Bodenkartierung Unsicherheiten bei kleinräumiger Variabilität reduziert und zugleich Kartierlücken geschlossen werden.

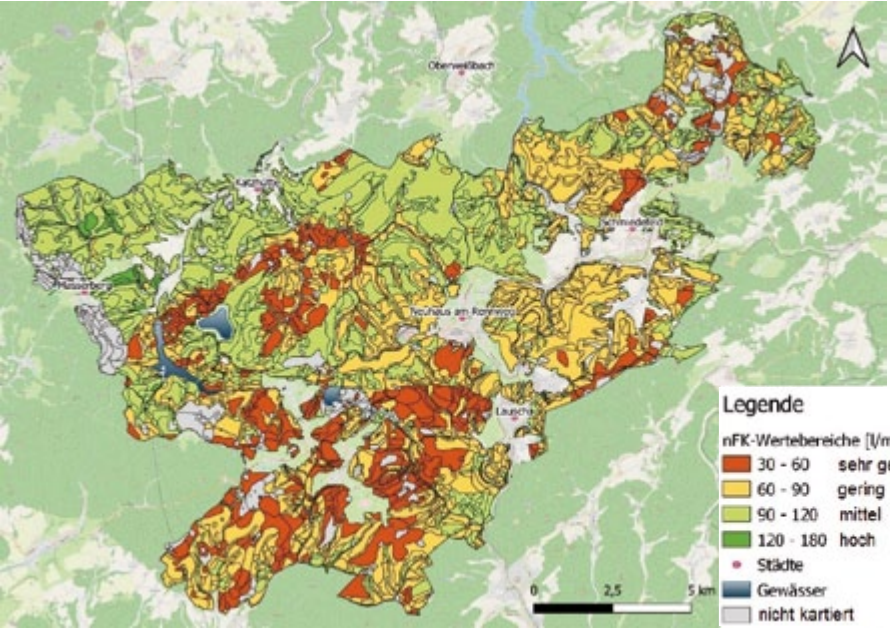


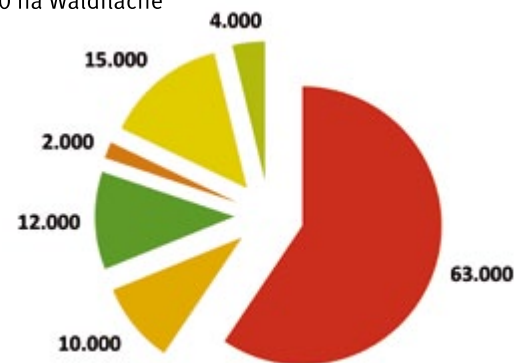
Abb. 76: nFK-Wertebereiche zur Beurteilung der Wasserspeicherefähigkeit, nach Forstlicher Standortaufnahme (2016); Forstamt Neuhaus (1:25.000)

Ausblick: Anwendung „Standortsspezifische Wasserhaushaltsmodellierung“

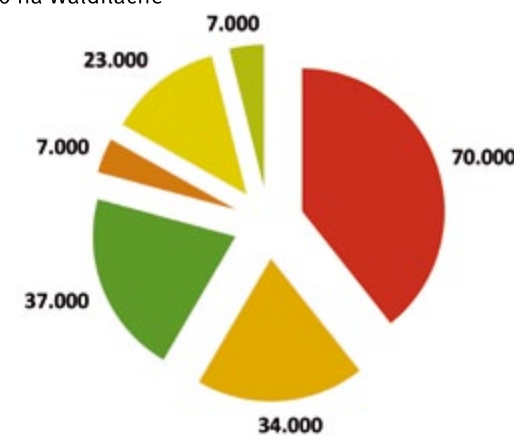
Mit Hilfe von Wasserhaushaltsmodellen können die erarbeiteten Bodeneigenschaften (nFK, Korngrößenverteilung, Humusgehalt, etc.) mit Lageeigenschaften (Hangneigung, Exposition) und meteorologischen Messungen (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Strahlung, Windgeschwindigkeit, Niederschlag in täglicher Auflösung) zu standortspezifischen Ergebnissen verknüpft werden. So könnten Informationen zur aktuellen Bodenfeuchte (Anteil pflanzenverfügbares Wasser im Boden in %nFK), Trockenstressrisiko und Luftmangelrisiko bei Staunässe für den Forstpraktiker abgeleitet und flächig dargestellt werden. Diese Stressindikatoren des Wasser- und Lufthaushalts könnten zur Bewertung der aktuellen und zukünftigen Anbaueignung wichtiger Baumarten dienen. Grundlegend gilt für den Übertrag einer Wasserhaushaltsansprache auf die Standortkartierung: je besser die zugeordneten Bodenprofile und -eigenschaften die Standorte widerspiegeln, desto verlässlicher sind auch die aus der Wasserhaushaltsmodellierungen abgeleiteten Aussagen.

7. Zusammenfassung/Fazit

Gesunder Wald
106.000 ha Waldfläche



Leichte Vitalitätsverluste
178.000 ha Waldfläche



Starke Vitalitätsverluste/Schäden
243.000 ha Waldfläche

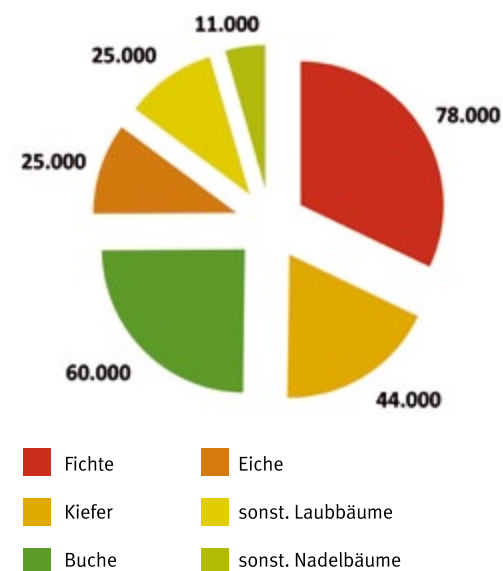


Abb. 77: Anteil Waldflächen in ha (Holzbodenfläche Forsteinrichtung, Stand 01.01.2020)

Neben forstlichen Schaderregern und Luftschadstoffen beeinflusst seit Jahren vor allem der Klimawandel den Zustand des Waldes. Die Wechselbeziehungen zwischen den Einflussfaktoren führen je nach Wirkungsmechanismus, Intensität und Dauer zu einer deutlichen Einschränkung der Leistungsfähigkeit von Waldökosystemen bis hin zum vollständigen Verlust von Waldfunktionen. Allerdings können im Rahmen dieser komplexen Wechselbeziehungen auch gegenläufige Entwicklungen auftreten.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2021 unterstreichen dies.

So sind seit der letzten Erhebung 2020 erneut rund 8 % der WZE-Stichprobenbäume durch biotische oder abiotische Einflüsse abgestorben, davon standen 2 % zum Zeitpunkt der Aufnahmen tot im Bestand und 6 % waren im Zuge von Sanierungsmaßnahmen bereits entnommen. Die kumulative Absterbe-/Ausfallrate seit 2018 liegt damit bei 20 %. Besonders stark betroffen ist aufgrund des massiven Borkenkäferbefalls die Fichte, während bei der Buche der Anteil abgestorbener Bäume im Vergleich zum Vorjahr deutlich gesunken ist (Abb. 78).

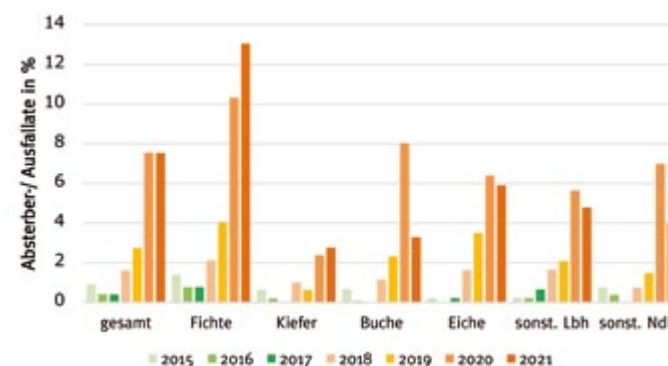


Abb. 78: Absterbe-/Ausfallraten (%) seit 2015 nach Baumarten und gesamt

Eine massive Zunahme abgestorbener Bäume und Waldbestände zeigen auch die Auswertungen der Sentinel2-Satellitenbilder (Abb. 6). Seit Ende Juli 2020 sind in Thüringens Wäldern weitere 17.000 ha Kalamitätsflächen (Kahlflächen und stark aufgelichtete Bestände) entstanden, so dass inzwischen fast 9 % der Waldfläche von den massiven Schäden betroffen ist (rund 45.000 ha).

Die Vitalität des stehenden Waldes hat sich aufgrund der „waldfreundlichen“ Witterung 2021 erstmals seit 2018 wieder verbessert. Bezogen auf die Gesamtfläche (Holzbodenfläche) sind derzeit rund 243.000 ha Wald von starken Vitalitätsverlusten betroffen (2020: 290.000 ha). Auf rund 178.000 ha Waldfläche weist der Wald leichte Vitalitätsverluste auf (2020: 158.000 ha) und gesunder Wald stockt auf einer Fläche von 106.000 ha (2020: 79.000 ha).

Für die **Fichte** ist seit 2018 eine kumulative Absterbe-/Ausfallrate von rund 29 % (2018: 2 %, 2019: 4 %, 2020: 10 %, 2021: 13 %) zu verzeichnen. Noch niemals seit Beginn der Waldzustandserhebung sind durch Trockenheit und Borkenkäferbefall so viele Fichten abgestorben wie in den letzten drei Jahren. Als flachwurzelnde Baumart leidet die Fichte besonders stark unter Niederschlagsdefiziten, überdurchschnittlichen Temperaturen und Bodentrockenheit, der Anfall von bislang 9,8 Mio. fm Borkenkäfer-Schadholz und 2,1 Mio. fm trockenem Holz seit 2018 (Stand: 30.09.2021) unterstreicht das sehr deutlich.

Bei den Fichten ohne Borkenkäferbefall ist der Anteil gesunder Bäume erfreulicher Weise wieder gestiegen und die starken Vitalitätsverluste haben abgenommen, bleiben aber auf einem historisch hohen Niveau. Die nächsten Jahre dürften entscheidend sein für den Fortbestand der Fichte in Thüringen. Folgen auf 2021 weitere Jahre mit moderaten Temperaturen und ausreichend Niederschlag während der Vegetationszeit, dann ist zumindest bei den jüngeren Fichten eine Erholung denkbar. Weitaus schwieriger wird hingegen das Eindämmen der Borkenkäferkalamität. Der insbesondere für ältere Fichten gefährliche Buchdrucker (*Ips typographus*) hat sich in den letzten drei Jahren vom Sekundärschädling, der vorzugsweise geschwächte Bäume befällt, zum gefürchteten Primärschädling mit einem enorm hohen Käferpotenzial entwickelt und schädigt gesunde wie abwehrschwache Fichten gleichermaßen. Die seit 2018 auf Hochtouren laufende Sanierung befallener Bestände muss jetzt mit aller Konsequenz weitergeführt werden, um ein flächiges Überspringen auf die großen, zusammenhängenden Fichtengebiete des mittleren Thüringer Waldes zu verhindern. Bei der zunehmend in den Handlungsvordergrund rückenden Wiederbewaldung werden die entstandenen Kahlflächen nach Kräften wieder in Bestockung gebracht, um Bodenerosionen und Nährstoffverluste zu vermeiden. Zur Umsetzung der Mischbestandsziele wird neben der Pflanzung – wo immer möglich – mit Naturverjüngungen oder Vorwäldern gearbeitet.

Die Absterbe-/Ausfallrate der **Kiefer** aufgrund biotischer oder abiotischer Einflüsse lag in diesem Jahr bei 3 %, seit 2018 sind in der Summe rund 7 % der Stichprobenbäume abgestorben (2018: 1 %, 2019: 1 %, 2020: 2 %, 2021: 3 %). Der Zustand der stehenden Kiefern hat sich erstmals wieder verbessert. Vor allem die klassischen Kieferengebiete Ostthüringens haben vom ergiebigen Regen im Herbst 2020 und den Niederschlägen in diesem Jahr profitiert, die hier stockenden Kiefern zeigten trotz der starken Blüte eine dichtere Benadelung als in den vergangenen Jahren. Das Schadniveau der Kiefer bleibt allerdings nach wie vor sehr hoch und legt erneut die Vermutung nahe, dass die in der Regel auf trockeneren, nährstoffarmen Standorten stockende Kiefer mit überdurchschnittlichen Temperaturen und langanhaltenden Trockenperioden deutlich schlechter zurechtkommt als bislang angenommen. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig, um die Standortansprüche dieser Baumart im Kontext zum Klimawandel kritisch zu überprüfen.

Bei der **Buche** sind aufgrund der Trockenheit und durch forstliche Schaderreger seit 2018 rund 15 % der Stichprobenbäume abgestorben. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Absterbe-/Ausfallrate aber deutlich gesunken (2018: 1 %, 2019: 2 %, 2020: 8 %, 2021: 3 %) und auch der Zustand der stehenden Buchen hat sich verbessert. Der Regen im Juni 2020 hat die Knospenanlage für 2021 begünstigt und auch die Niederschläge in diesem Jahr haben, gepaart mit einer geringeren Fruchtbildung, zu einer Vitalitätsverbesserung beigetragen. Insbesondere jüngere Buchen mit einem intakten Wurzelsystem profitierten vom besseren Wasserangebot und hatten eine dichtere Belaubung als in den Vorjahren. Von einer nachhaltigen Erholung der Buche kann allerdings nicht die Rede sein. Vor allem in den klassischen Buchengebieten Nordthüringens bleibt die Situation kritisch. Viele alte Buchen kamen hier mit den außergewöhnlichen Witterungsbedingungen 2018 bis 2020 nicht zurecht und starben ab bzw. kränkeln sichtbar. Auch in diesem Jahr waren bis zum 30.09.2021 wieder rund 170.000 fm trockenes Buchenholz zu verzeichnen. Das ist zwar deutlich weniger als 2019 (1 Mio. fm) und 2020 (510.000 fm), zeigt aber auch, dass die Anpassungsfähigkeit der Buche an die klimatischen Veränderungen begrenzt ist und das Wasserangebot in den Verbreitungsgebieten der Buche immer mehr zum limitierenden Faktor wird. Langfristig wird hier ein Umdenken im Hinblick auf die Bestockung und Bewirtschaftung reiner Buchenstandorte notwendig sein.

Der Zustand der **Eiche** hat sich im Vergleich zum Vorjahr nur wenig verändert. Rund 2/3 aller Eichen weisen seit 2019 starke Vitalitätsverluste auf, die nicht oder nur in geringem Maße durch Insektenfraß verursacht werden. Die kumulative Absterbe-/Ausfallrate seit 2018 liegt inzwischen bei 17 % (2018: 2 %, 2019: 3 %, 2020: 6 %, 2021: 6 %). Die tiefwurzelnde Eiche wächst in Thüringen vorzugsweise in trockeneren Regionen und hat hier unter den Wasserdefiziten der letzten Jahre teilweise stärker gelitten als andere Laubbaumarten. Das bessere Wasserangebot in diesem Jahr hat sich im Gegensatz zu den anderen Baumarten kaum auf den Zustand der Eiche ausgewirkt. Möglicherweise hat die geringe Belaubung in Verbindung mit der Trockenheit zu einer verminderten Spätholzbildung und damit zu einer Einschränkung der Wassertransporte im Stamm geführt, so dass die Eiche nicht in dem Maße von den günstigen Witterungsbedingungen profitieren konnte wie erhofft. Denkbar ist aber auch eine Schädigung des Feinwurzelsystems, die die Wasser- und Nährstoffaufnahme erschwert. Ähnlich wie bei der Kiefer muss auch die Eignung der Eiche für sehr trockene Standorte neu überdacht werden. Als Mischbaumart auf den Wiederbewaldungsflächen ist die Eiche jedoch sehr gut geeignet und wird hier auch mit Erfolg ausgebracht.

Bei den **sonstigen Laubbäumen** (Hainbuche, Ahorn, Linde, Birke, Ulme usw.) liegt die kumulative Absterbe-/Ausfallrate seit 2018 bei 15 % (2018: 2 %, 2019: 2 %, 2020: 6 %, 2021: 5 %). Im Vergleich zu Buche und Eiche sind die sonstigen Laubbäume

insgesamt vitaler, allerdings muss man zwischen den einzelnen Baumarten differenzieren. Während Hainbuchen, Linden und Spitz-Ahorne durchweg dichter belaubt sind und auf geeigneten Standorten als Mischbaumarten zur Risikostreuung infrage kommen, spielt die Esche aufgrund des Eschentriebsterbens waldbaulich nur noch eine untergeordnete Rolle.

Bei den **sonstigen Nadelbäumen** sind seit 2018 rund 13 % der WZE-Stichprobenbäume durch Trockenheit oder forstliche Schadinsekten abgestorben (2018: 1 %, 2019: 1 %, 2020: 7 %, 2021: 4 %). Das betrifft vor allem zahlreiche Lärchen, die dem Lärchenborkenkäfer zum Opfer fielen. Als Alternativbaumarten kommen auf den Lärchenstandorten vor allem heimische Laubbaumartenmischungen oder die Douglasie und Weißtanne infrage.

Es bleibt festzuhalten, dass der Zustand des Waldes in Thüringen weiterhin fragil und die Krise noch lange nicht überstanden ist. Die Auswirkungen der Witterung 2018 bis 2020 werden uns noch lange begleiten und zeigen den starken Einfluss äußerer Faktoren auf den Zustand, das Wachstum und den Fortbestand des Waldes. Durch den Klimawandel ändert sich die Witterung tiefgreifend und in einer bisher nicht gekannten Geschwindigkeit. Extremereignisse wie Stürme oder Hochwasser werden gehäuft auftreten, Hitze- und Trockenperioden zunehmen und zu einer immer stärkeren Austrocknung der Waldböden in den Sommermonaten führen. Die Reaktionsmuster unserer heimischen Baumarten im Kontext zur Dynamik dieser Prozesse sind mangels Erfahrungen dabei noch weitgehend unbekannt.

Das stellt Waldbesitzende, Forstbetriebe und die Forstverwaltung nicht nur im Hinblick auf die Baumartenwahl vor neue Herausforderungen. Wir brauchen sowohl resiliente und anpassungsfähige Wälder, als auch Forstbetriebe und Forstorganisationen, die in der Lage sind, die Umsetzung dieser Waldumbauaufgabe zu bewerkstelligen. Grundsätzliches Leitbild für klimastabile Zukunftswälder sind naturnah strukturierter Mischbestände, denn nur eine möglichst große Vielfalt an Baumarten mit horizontalen wie vertikalen Strukturen auf kleinster Fläche minimiert die Risiken eines Totalausfalls ganzer Bestände.

Im Zuge dieses langfristigen und aufwändigen Anpassungsprozesses werden sich die gewohnten Waldbilder verändern. Auch wenn uns (noch) die Erfahrungen fehlen, welche konkreten Auswirkungen die massiven klimatischen Änderungen nach sich ziehen, so verfügen wir dennoch über ein umfangreiches forstliches Methodenwissen, mit dem wir diesen Entwicklungen gegenüberstehen können, um die multifunktionale Leistungsfähigkeit unserer Wälder zu sichern. Mit den aktuellen politischen und administrativen Weichenstellungen sind wichtige Schritte in diese Richtung begangen worden. Durch eine verbesserte finanzielle bzw. personelle Ausstattung der Landesforstanstalt

und die erhöhte Bereitstellung von Fördermitteln werden alle Waldbesitzenden bei der Schadensbewältigung sowie beim Umbau der Wälder nach Kräften unterstützt. Der Langfristigkeit forstlicher Prozesse geschuldet, wird es für den Erfolg dieser Aktivitäten aber entscheidend sein, eine gesellschaftliche Unterstützung auf breiter Ebene langfristig zu gewährleisten.

Anhang

Tabelle 3: Waldzustand/Vitalität nach Baumarten

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Stufen					
		0	1	2	3	4	2-4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
Fichte	2011	36	40	23	1	0	24
	2012	35	42	22	1	0	23
	2013	37	41	21	1	0	22
	2014	34	42	23	1	0	24
	2015	29	44	26	1	0	27
	2016	29	42	29	0	0	29
	2017	32	40	27	1	0	28
	2018	27	42	30	1	0	31
	2019	23	36	35	4	2	41
	2020	24	32	35	4	5	44
	2021	30	33	30	3	4	37
Kiefer	2011	6	49	44	1	0	45
	2012	7	52	41	0	0	41
	2013	8	50	41	1	0	42
	2014	8	53	38	1	0	39
	2015	9	48	41	2	0	43
	2016	8	44	46	2	0	48
	2017	10	40	49	1	0	50
	2018	11	39	47	3	0	50
	2019	7	31	55	7	0	62
	2020	8	29	51	11	1	63
	2021	12	38	46	3	1	50
sonstige Nadelbäume	2011	23	36	38	3	0	41
	2012	24	46	30	0	0	30
	2013	25	35	40	0	0	40
	2014	25	45	30	0	0	30
	2015	23	48	29	0	0	29
	2016	24	35	41	0	0	41
	2017	22	36	41	1	0	42
	2018	20	37	40	3	0	43
	2019	18	32	44	6	0	50
	2020	13	25	56	4	2	62
	2021	19	33	43	5	0	48
alle Nadelbäume	2011	27	43	30	1	0	31
	2012	27	45	28	1	0	29
	2013	28	44	28	1	0	29
	2014	26	46	28	0	0	28
	2015	23	46	30	1	0	31
	2016	22	42	34	1	0	35
	2017	25	40	34	1	0	35
	2018	22	41	35	2	0	37
	2019	18	34	42	5	2	49
	2020	19	31	41	6	3	50
	2021	23	35	36	3	3	42

Buche	2011	9	39	51	1	0	52
	2012	12	48	39	1	0	40
	2013	20	48	31	1	0	32
	2014	11	41	47	1	0	48
	2015	16	56	26	2	0	28
	2016	12	45	41	2	0	43
	2017	17	50	32	1	0	33
	2018	15	45	38	2	0	40
	2019	4	35	53	8	1	62
	2020	5	27	57	10	1	68
	2021	11	34	46	8	1	55
Eiche	2011	13	36	49	2	0	51
	2012	9	36	52	3	0	55
	2013	11	43	44	2	0	46
	2014	14	46	38	2	0	40
	2015	7	48	40	5	0	45
	2016	7	49	39	5	0	44
	2017	2	36	58	4	0	62
	2018	5	26	63	6	0	69
	2019	7	17	65	11	0	76
	2020	3	22	59	15	1	75
	2021	7	20	55	16	2	73
sonstige Laubbäume	2011	27	40	32	1	0	33
	2012	26	45	28	1	0	29
	2013	29	42	28	1	0	29
	2014	28	40	31	1	0	32
	2015	26	45	27	2	0	29
	2016	23	42	33	2	0	35
	2017	24	38	37	1	0	38
	2018	17	32	43	8	0	51
	2019	15	29	47	8	1	56
	2020	18	33	39	9	1	49
	2021	24	37	32	6	1	39
alle Laubbäume	2011	15	39	45	1	0	46
	2012	16	45	38	2	0	40
	2013	22	45	32	1	0	33
	2014	17	42	40	1	0	41
	2015	18	51	28	3	0	31
	2016	15	45	38	2	0	40
	2017	17	44	38	2	0	40
	2018	14	38	44	4	0	48
	2019	8	30	53	8	1	62
	2020	9	28	52	10	1	63
	2021	14	33	44	8	1	53
alle Baumarten	2011	23	41	35	1	0	36
	2012	23	45	31	1	0	32
	2013	26	44	29	1	0	30
	2014	23	44	32	1	0	33
	2015	21	48	30	1	0	31
	2016	20	43	36	1	0	37
	2017	22	42	35	1	0	36
	2018	19	40	38	3	0	41
	2019	15	32	46	6	1	53
	2020	15	30	45	7	3	55
	2021	20	34	39	5	2	46

Tab. 4: Klimatische Wasserbilanz (mm) in den Forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

Klimatische Wasserbilanz	Thüringen	Harz	Northür. Trias-Hügelland	Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland	Thüringer Becken	Ostthür.Trias- Hügelland	Sächsisch-Thüring. Löß-Hügelland	Leipziger Sandlöß-Ebene	Thüringer Gebirge	Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	Vogtland	Südthür.-Oberfränk. Trias-Hügelland	Rhön	Fränkische Platte	Fränkischer Keuper
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan 18	71	173	62	89	41	49	28	20	140	134	52	89	104	64	65
Feb 18	2	8	-3	2	-4	0	-5	-8	15	10	2	7	11	4	7
Mrz 18	31	45	22	32	19	29	21	16	54	46	27	40	51	26	23
Apr 18	-55	-38	-60	-49	-63	-59	-61	-67	-45	-49	-57	-51	-32	-56	-51
Mai 18	-65	-82	-97	-78	-79	-61	-85	-113	-27	-44	-41	-59	-33	-73	-85
Jun 18	-92	-85	-104	-93	-108	-97	-97	-110	-74	-62	-77	-82	-73	-89	-83
Jul 18	-113	-127	-137	-122	-126	-106	-118	-122	-82	-89	-107	-105	-111	-106	-107
Aug 18	-90	-99	-101	-94	-94	-83	-87	-97	-75	-78	-90	-97	-94	-104	-102
Sep 18	-12	-17	-22	-11	-15	-9	-16	-17	5	-11	-12	-18	-9	-30	-32
Okt 18	-11	3	-16	-12	-20	-11	-11	-15	5	3	-4	-10	-7	-17	-19
Nov 18	5	16	3	8	3	2	0	-2	13	6	2	6	13	2	1
Dez 18	81	198	78	94	47	60	53	42	144	150	67	100	117	78	89
Jahr 2018	-249	-4	-374	-235	-401	-286	-377	-473	73	15	-240	-180	-61	-300	-293
Jan 19	71	158	55	72	30	62	59	51	134	131	77	86	99	55	54
Feb 19	-5	8	-12	0	-14	-11	-9	-11	13	15	-3	-2	4	-8	-1
Mrz 19	18	75	6	27	-4	4	0	-6	67	70	13	28	48	7	7
Apr 19	-54	-51	-60	-48	-62	-55	-62	-69	-44	-40	-49	-53	-48	-57	-58
Mai 19	4	-2	-26	10	-18	2	-27	-44	51	38	-3	20	49	3	12
Jun 19	-107	-84	-105	-76	-116	-121	-116	-126	-100	-113	-122	-102	-79	-115	-124
Jul 19	-87	-89	-97	-75	-96	-93	-88	-100	-76	-76	-73	-85	-83	-100	-103
Aug 19	-45	-55	-63	-50	-58	-41	-50	-61	-18	-30	-44	-36	-14	-52	-51
Sep 19	-10	7	-14	-17	-26	-7	5	-2	7	20	13	-18	-12	-30	-26
Okt 19	39	71	25	39	20	32	31	29	82	62	35	52	54	35	28
Nov 19	39	52	25	37	26	30	24	23	76	72	29	53	54	48	49
Dez 19	39	84	32	44	20	25	15	14	81	81	28	56	62	43	47
Jahr 2019	-116	170	-241	-49	-315	-198	-250	-334	258	234	-122	-15	126	-179	-165
Jan 20	26	70	24	35	15	14	8	9	55	46	14	37	45	22	21
Feb 20	76	184	71	91	45	51	38	30	145	139	56	94	118	70	100
Mrz 20	4	19	-16	2	-18	1	-7	-17	46	44	12	16	30	-5	-9
Apr 20	-84	-81	-88	-82	-87	-85	-89	-94	-77	-77	-81	-85	-79	-91	-91
Mai 20	-46	-48	-61	-53	-59	-44	-38	-46	-25	-22	-33	-44	-49	-40	-48
Jun 20	-8	-18	-35	1	-10	-6	-38	-64	18	28	7	-11	-13	-28	-22
Jul 20	-88	-51	-81	-73	-92	-100	-99	-105	-79	-79	-92	-91	-81	-104	-101
Aug 20	-6	-26	-40	-22	-28	16	-3	-13	31	39	48	-28	-19	-42	-40
Sep 20	-19	-15	-22	-25	-24	-14	-11	-13	-14	-10	-6	-26	-27	-31	-34
Okt 20	54	111	36	47	35	56	55	49	105	91	57	51	65	26	17
Nov 20	0	8	-4	1	-6	-5	-7	-7	14	11	-4	7	7	5	5
Dez 20	33	57	25	28	15	23	19	15	63	69	29	53	56	50	53
Jahr 2020	-59	205	-191	-52	-214	-92	-172	-257	282	278	6	-29	52	-170	-148
Jan 21	66	96	53	61	40	57	53	47	112	99	72	82	93	69	72
Feb 21	45	76	46	47	33	42	35	29	64	55	40	47	57	40	52
Mrz 21	-6	21	-7	3	-15	-11	-13	-17	12	9	-7	-8	6	-17	-14
Apr 21	-22	-7	-23	-13	-26	-27	-30	-33	-7	-17	-27	-26	-10	-41	-41
Mai 21	-2	-22	-30	-15	-18	0	11	-4	29	44	18	3	1	-3	-8
Jun 21	-42	-33	-61	-37	-52	-53	-60	-51	-2	-31	-56	-29	-8	-44	-25
Jul 21	2	-25	-34	-16	-24	14	14	-17	39	52	37	5	7	1	5

Die farblich hinterlegten Felder ergeben sich aus den Einstufungen anhand der für den Referenzzeitraum 1991 – 2010 berechneten Perzentile. Als Perzentilschwelle für den orange hinterlegten Bereich gilt das 20er-Perzentil (20 % der niedrigste Monatsmittel bzw. -summen), für den blau hinterlegten Bereich das 80er-Perzentil (80 % der höchsten Monatsmittel bzw. -summen). zu feucht im Vergleich zum langjährigen Mittel zu trocken im Vergleich zum langjährigen Mittel

Tabelle 5: Abweichung (%) des Niederschlages im Vergleich zur DWD-Referenzperiode 1981-2010 in den forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

	Thüringen	Harz	Nordthür. Trias-Hügelland	Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland	Thüringer Becken	Ostthür. Trias- Hügelland	Sächsisch-Thüring. Löß-Hügelland	Leipziger Sandlöß-Ebene	Thüringer Gebirge	Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	Vogtland	Südthür.-Oberfränk. Trias-Hügelland	Rhön	Fränkische Platte	Fränkischer Keuper
Jan 18	147 %	174 %	151 %	157 %	147 %	143 %	108 %	106 %	153 %	145 %	133 %	145 %	151 %	132 %	136 %
Feb 18	18 %	19 %	15 %	17 %	14 %	16 %	10 %	6 %	22 %	16 %	16 %	24 %	26 %	24 %	26 %
Mrz 18	94 %	76 %	91 %	86 %	102 %	104 %	100 %	100 %	84 %	80 %	93 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Apr 18	67 %	77 %	65 %	71 %	64 %	63 %	71 %	67 %	58 %	59 %	65 %	72 %	93 %	78 %	91 %
Mai 18	85 %	56 %	54 %	63 %	79 %	94 %	73 %	38 %	101 %	86 %	115 %	88 %	106 %	78 %	61 %
Jun 18	32 %	31 %	23 %	27 %	19 %	29 %	37 %	25 %	35 %	49 %	46 %	45 %	47 %	44 %	55 %
Jul 18	46 %	25 %	25 %	37 %	43 %	53 %	40 %	43 %	60 %	49 %	42 %	57 %	43 %	61 %	61 %
Aug 18	43 %	21 %	37 %	33 %	49 %	55 %	52 %	44 %	44 %	40 %	36 %	34 %	30 %	32 %	35 %
Sep 18	86 %	62 %	85 %	82 %	104 %	100 %	93 %	100 %	76 %	62 %	85 %	70 %	75 %	61 %	58 %
Okt 18	41 %	45 %	37 %	36 %	34 %	48 %	56 %	56 %	44 %	41 %	57 %	34 %	36 %	27 %	26 %
Nov 18	25 %	28 %	27 %	28 %	31 %	22 %	20 %	18 %	24 %	17 %	19 %	24 %	30 %	23 %	22 %
Dez 18	136 %	191 %	150 %	140 %	123 %	127 %	127 %	120 %	138 %	141 %	128 %	138 %	147 %	132 %	149 %
Jahr 2018	69 %	74 %	64 %	66 %	67 %	70 %	63 %	57 %	73 %	68 %	68 %	71 %	75 %	67 %	69 %
Jan 19	140 %	157 %	131 %	126 %	111 %	164 %	175 %	183 %	142 %	137 %	177 %	134 %	139 %	108 %	110 %
Feb 19	41 %	45 %	37 %	48 %	34 %	33 %	41 %	46 %	45 %	48 %	47 %	41 %	45 %	37 %	43 %
Mrz 19	105 %	130 %	98 %	106 %	96 %	94 %	98 %	95 %	117 %	130 %	104 %	111 %	120 %	100 %	108 %
Apr 19	59 %	48 %	60 %	67 %	60 %	63 %	60 %	55 %	48 %	59 %	67 %	55 %	51 %	61 %	61 %
Mai 19	124 %	111 %	100 %	125 %	110 %	125 %	95 %	81 %	146 %	142 %	112 %	143 %	158 %	135 %	156 %
Jun 19	61 %	80 %	77 %	97 %	62 %	46 %	68 %	62 %	49 %	35 %	38 %	61 %	84 %	52 %	38 %
Jul 19	53 %	34 %	46 %	66 %	53 %	46 %	58 %	51 %	45 %	45 %	65 %	56 %	51 %	45 %	45 %
Aug 19	83 %	63 %	72 %	74 %	81 %	87 %	75 %	69 %	90 %	76 %	72 %	97 %	117 %	86 %	83 %
Sep 19	75 %	81 %	81 %	58 %	64 %	89 %	116 %	116 %	69 %	89 %	113 %	57 %	58 %	46 %	53 %
Okt 19	97 %	130 %	102 %	98 %	84 %	82 %	66 %	72 %	115 %	114 %	81 %	108 %	107 %	100 %	109 %
Nov 19	77 %	67 %	73 %	70 %	78 %	69 %	65 %	70 %	90 %	87 %	65 %	89 %	80 %	100 %	102 %
Dez 19	73 %	87 %	73 %	73 %	67 %	64 %	53 %	57 %	83 %	81 %	63 %	84 %	84 %	81 %	85 %
Jahr 2019	85 %	89 %	81 %	86 %	78 %	82 %	85 %	82 %	89 %	87 %	85 %	88 %	93 %	81 %	82 %
Jan 20	69 %	78 %	76 %	75 %	79 %	64 %	55 %	69 %	67 %	58 %	54 %	70 %	74 %	60 %	59 %
Feb 20	210 %	281 %	251 %	224 %	226 %	188 %	179 %	186 %	204 %	201 %	184 %	208 %	220 %	206 %	229 %
Mrz 20	84 %	69 %	60 %	73 %	71 %	89 %	85 %	77 %	94 %	99 %	100 %	94 %	97 %	80 %	79 %
Apr 20	20 %	16 %	16 %	24 %	21 %	20 %	16 %	10 %	17 %	17 %	22 %	17 %	24 %	13 %	15 %
Mai 20	73 %	65 %	63 %	61 %	65 %	78 %	95 %	95 %	75 %	84 %	87 %	77 %	58 %	94 %	85 %
Jun 20	148 %	121 %	128 %	154 %	176 %	155 %	114 %	87 %	141 %	151 %	151 %	135 %	119 %	128 %	133 %
Jul 20	42 %	70 %	60 %	57 %	49 %	31 %	36 %	36 %	35 %	37 %	35 %	42 %	46 %	35 %	42 %
Aug 20	149 %	110 %	121 %	126 %	144 %	178 %	148 %	142 %	156 %	166 %	204 %	118 %	119 %	114 %	113 %
Sep 20	67 %	59 %	74 %	52 %	76 %	84 %	95 %	100 %	51 %	59 %	90 %	52 %	46 %	51 %	48 %
Okt 20	153 %	185 %	144 %	129 %	163 %	184 %	195 %	208 %	161 %	141 %	170 %	123 %	131 %	93 %	83 %
Nov 20	19 %	22 %	16 %	19 %	14 %	12 %	9 %	10 %	27 %	24 %	13 %	26 %	24 %	28 %	30 %
Dez 20	58 %	57 %	55 %	47 %	48 %	54 %	53 %	50 %	62 %	65 %	58 %	74 %	72 %	84 %	88 %
Jahr 2020	89 %	92 %	85 %	84 %	91 %	93 %	88 %	86 %	89 %	90 %	97 %	85 %	84 %	81 %	84 %
Jan 21	128 %	96 %	120 %	105 %	129	148 %	153 %	160 %	118 %	104 %	163 %	127 %	129 %	130 %	137 %
Feb 21	121 %	123 %	151 %	119 %	143	137 %	131 %	129 %	96 %	88 %	124 %	108 %	112 %	116 %	119 %
Mrz 21	62 %	68 %	70 %	68 %	67 %	60 %	63 %	64 %	56 %	55 %	61 %	53 %	63 %	52 %	60 %
Apr 21	72 %	82 %	86 %	88 %	86 %	65 %	71 %	76 %	64 %	54 %	59 %	60 %	76 %	46 %	48 %
Mai 21	121 %	86 %	98 %	96 %	113 %	127 %	161 %	153 %	127 %	156 %	149 %	125 %	103 %	132 %	130 %
Jun 21	119 %	115 %	107 %	117 %	128 %	109 %	108 %	136 %	138 %	101 %	89 %	132 %	147 %	130 %	156 %
Jul 21	130 %	88 %	106 %	108 %	119 %	144 %	152 %	129 %	132 %	144 %	160 %	130 %	122 %	136 %	145 %

Die farblich hinterlegten Felder ergeben sich aus den Einstufungen anhand der für den Referenzzeitraum 1981-2010 berechneten Perzentile. Als Perzentilschwelle für den orange hinterlegten Bereich gilt das 20er Perzentil (20 % der niedrigsten Monatssummen), für den blau hinterlegten Bereich das 80er-Perzentil (80 % der höchsten Monatssummen). zu feucht im Vergleich zum langjährigen Mittel zu trocken im Vergleich zum langjährigen Mittel

Tabelle 6: Abweichung (K) der Monatsmitteltemperaturen im Vergleich zur DWD-Referenzperiode 1981-2010 in den forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

	Thüringen	Harz	Nordthür. Trias-Hügelland	Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland	Thüringer Becken	Ostthür. Trias- Hügelland	Sächsisch-Thüring. Löß-Hügelland	Leipziger Sandlöß-Ebene	Thüringer Gebirge	Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	Vogtland	Südthür.-Oberfränk. Trias-Hügelland	Rhön	Fränkische Platte	Fränkischer Keuper
Jan 18	-3,7	2,8	3,4	3,4	3,7	3,7	3,7	3,5	3,6	4,0	4,0	3,8	3,9	4,0	4,0
Feb 18	-3,2	-3,3	-3,0	-3,0	-3,1	-3,3	-3,2	-3,2	-3,3	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1
Mrz 18	-2,0	-2,3	-2,2	-2,1	-2,1	-2,1	-2,4	-2,5	-2,0	-1,8	-1,9	-1,9	-1,7	-1,8	-1,8
Apr 18	4,6	4,4	4,4	4,5	4,4	4,6	4,5	4,2	4,8	4,7	4,8	4,7	4,8	4,4	4,3
Mai 18	2,8	3,1	3,0	3,0	2,7	2,7	2,7	2,5	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,0	3,0
Jun 18	2,2	2,0	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	2,1	1,9	2,0	2,2	2,3	2,3	2,1
Jul 18	2,6	2,9	2,8	2,9	2,6	2,4	2,3	2,1	2,6	2,3	2,2	2,7	3,0	2,7	2,5
Aug 18	2,7	2,5	2,7	2,8	2,7	2,7	2,9	2,7	2,6	2,7	3,0	2,8	3,0	2,8	2,8
Sep 18	1,5	1,5	1,6	1,4	1,5	1,5	1,7	1,7	1,5	1,6	1,9	1,5	1,6	1,4	1,4
Okt 18	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3	1,5	1,5	1,3	1,7	1,6	1,8	1,7	1,8	1,5	1,5
Nov 18	0,9	1,0	0,8	0,7	0,5	0,8	0,7	0,5	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
Dez 18	2,9	2,8	3,1	2,8	3,1	3,0	2,9	2,9	2,6	2,7	2,9	2,6	2,7	2,6	2,6
Jahr 2018	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,5	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,7	1,7
Jan 19	0,3	0,0	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4
Feb 19	3,3	4,0	3,6	3,5	3,3	3,3	3,3	3,2	3,5	3,2	3,5	3,0	3,6	2,6	2,4
Mrz 19	2,5	2,4	2,6	2,4	2,6	2,5	2,6	2,6	2,4	2,5	2,6	2,3	2,4	2,2	2,2
Apr 19	1,2	1,2	1,0	1,1	0,9	1,1	1,0	0,7	1,4	1,4	1,3	1,6	1,6	1,3	1,4
Mai 19	-2,1	-2,0	-1,9	-1,9	-2,0	-2,1	-2,0	-2,0	-2,2	-2,2	-2,0	-2,2	-1,9	-2,4	-2,4
Jun 19	4,5	4,3	4,5	4,0	4,3	4,6	4,8	4,7	4,5	4,6	5,1	4,3	4,2	3,9	3,9
Jul 19	1,1	0,8	0,9	0,7	0,8	1,1	1,1	1,0	1,2	1,4	1,3	1,1	1,2	1,1	1,1
Aug 19	1,8	1,9	2,0	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8	1,7	1,8	2,0	1,7	1,8	1,3	1,3
Sep 19	0,6	0,4	0,7	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5	0,3	0,3
Okt 19	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	2,0	1,8	2,0	1,5	1,5
Nov 19	0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0	0,9	1,0	1,4	1,3	1,0	0,9	0,8	1,0
Dez 19	2,8	2,8	2,8	2,6	2,7	2,9	3,0	2,9	2,7	2,7	3,1	2,6	2,7	2,1	2,1
Jahr 2019	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6	1,8	1,5	1,6	1,2	1,3
Jan 20	3,3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,4	3,3	3,2	3,1	3,4	2,9	3,4	2,7	2,7
Feb 20	4,6	4,2	4,7	4,6	4,8	4,7	4,8	4,8	4,2	4,4	4,7	4,3	4,5	4,5	4,4
Mrz 20	0,9	0,9	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	0,9	0,9
Apr 20	1,9	1,9	1,7	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	2,3	2,1	2,0	2,3	2,6	1,9	1,9
Mai 20	-1,4	-1,2	-1,3	-1,0	-1,4	-1,7	-1,6	-1,7	-1,4	-1,7	-1,7	-1,2	-0,9	-1,1	-1,0
Jun 20	1,1	1,5	1,5	1,2	1,2	1,0	1,2	1,4	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	0,7	0,6
Jul 20	0,1	-0,5	-0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,0	0,1
Aug 20	2,6	2,6	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,5	2,4	2,6	2,7	2,8	2,5	2,5
Sep 20	1,5	1,3	1,5	1,3	1,4	1,4	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,4	1,3
Okt 20	1,4	1,3	1,6	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1	0,9	1,2	1,1	1,3	1,1	1,1
Nov 20	1,7	2,3	1,9	1,7	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,5	1,6	1,4	1,7	1,1	1,1
Dez 20	2	2,3	2,2	2,1	2,1	2	2	2	1,9	2	2,1	1,8	1,9	1,7	1,7
Jahr 2020	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,7	1,6	1,8	1,4	1,4
Jan 21	0,3	-0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	0	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4
Feb 21	0,1	0,4	-0,2	-0,2	-0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	0,5	0,6	0,3	0,7	0,1	0,2
Mrz 21	0,6	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,3	0,5	0,1	0
Apr 21	-2,6	-2,5	-2,5	-2,5	-2,6	-2,6	-2,6	-2,7	-2,6	-2,6	-2,6	-2,6	-2,5	-2,7	-2,7
Mai 21	-2,2	-1,9	-1,8	-1,9	-1,9	-2,1	-2	-2	-2,4	-2,6	-2,2	-2,5	-2,2	-2,6	-2,6
Jun 21	3,4	3,5	3,5	3,5	3,3	3,4	3,5	3,5	3,4	3,4	3,5	3,4	3,5	3,2	3,1
Jul 21	0,3	0,7	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,3	0	0,1	-0,1	

Notizen

Tab. 7: Mittlere Kronenverlichtung (%) in den größten Wuchsgebieten

	Harz	Nord-thüringisches Trias- Hügelland	Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	Thüringer Becken	Ostthüringisches Trias-Hügelland	Thüringer Gebirge	Vogtland	Süd-thüringisches Trias- Hügelland
1997	13,5	25,6	24,9	28,6	25,9	23,3	22,3	22,7
1998	16,8	26,7	20,8	19,9	23,2	20,9	21,0	21,2
1999	16,5	25,8	21,8	23,3	22,0	20,4	18,4	20,3
2000	17,1	23,7	21,5	24,6	22,6	20,0	16,2	18,8
2001	16,3	26,9	21,6	23,7	22,3	20,4	18,2	19,4
2002	17,0	25,7	20,0	21,0	22,3	18,4	18,3	18,8
2003	16,5	25,3	19,2	23,6	22,4	21,2	18,1	21,3
2004	15,8	26,0	21,6	25,9	25,5	21,6	20,7	22,6
2005	16,5	27,5	22,9	24,6	24,7	21,5	20,2	23,2
2006	16,3	29,8	23,4	26,1	25,3	20,8	20,5	23,3
2007	20,0	28,1	23,9	28,8	25,1	22,2	17,7	23,2
2008	15,0	25,3	22,7	27,6	27,4	21,3	19,7	23,0
2009	22,7	28,3	23,5	28,7	28,7	20,3	20,0	21,0
2010	19,2	27,3	22,4	26,0	26,8	19,3	16,8	20,3
2011	24,9	28,2	25,1	34,1	26,9	21,4	17,2	22,3
2012	22,7	30,6	24,3	33,4	24,7	20,8	17,3	21,6
2013	19,0	25,4	22,4	31,4	26,4	19,5	17,2	20,2
2014	22,5	27,0	25,3	31,6	24,1	20,7	16,6	23,0
2015	18,4	23,9	23,9	34,8	24,8	21,5	18,2	22,9
2016	18,5	26,8	26,7	32,7	27,7	22,1	20,4	22,7
2017	15,1	27,8	24,2	33,9	28,2	21,3	18,9	22,5
2018	15,1	29,1	28,7	35,1	30,4	21,2	22,6	23,0
2019	46,4	48,0	32,0	42,4	31,9	25,9	23,0	29,7
2020	48,2	47,1	36,7	49,1	39,7	27,6	20,0	29,8
2021	51,3	50,2	28,1	38,4	32,7	24,1	18,8	27,9

Autoren

Kapitel 1:	Anett Wenzel (FFK Gotha), Ines Chmara (FFK Gotha)
Kapitel 2:	Anett Wenzel (FFK Gotha), Sven Merten (FFK Gotha)
Kapitel 3:	Anett Wenzel (FFK Gotha), Sven Merten (FFK Gotha)
Kapitel 4.1:	Ines Chmara (FFK Gotha), Jörg Thiel (FFK Gotha), Tobias Neumann (TLUBN Jena), Falk Böttcher (DWD, Abt. Agrarmeteorologie)
Kapitel 4.2:	Mathias Stürtz (FFK Gotha)
Kapitel 4.3:	Ines Chmara (FFK Gotha)
Kapitel 5.1:	Sonja Gockel (AöR-Zentrale)
Kapitel 5.2:	Christopher Tofeili (AöR-Zentrale)
Kapitel 5.3:	Sebastian Seidl (AöR-Zentrale)
Kapitel 5.4:	Frank Robisch (TMIL)
Kapitel 6.1:	Ingolf Profft (FFK-Gotha)
Kapitel 6.2:	Philipp Koal (FFK-Gotha)
Kapitel 7:	Anett Wenzel (FFK Gotha), Ines Chmara (FFK Gotha), Frank Robisch (TMIL)

Redaktion:	TMIL
Bilder:	ThüringenForst AöR, FFK Gotha

Impressum

Herausgeber:
Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (TMIL)
Referat Presse, Öffentlichkeitsarbeit
Werner-Seelenbinder-Straße 8
99096 Erfurt

Telefon: 0361 / 57-411 1740
www.tmil.info

Redaktion:
Referat 54, Forst-, Jagd- und Fischereipolitik
Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha

Fotos:
ThüringenForst – Anstalt öffentlichen Rechts (AöR)
TMIL/D. Santana (Bild Ministerin Susanna Karawanskij)

Gestaltung und Satz:
mach.art Werbeagentur Thüringen GmbH
Am Viadukt 2
99867 Gotha
www.machart-thueringen.de

Druck:
Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (TLBG), Erfurt

Stand: Dezember 2021

**THÜRINGEN
ENTWICKELN
ZUKUNFT
GESTALTEN**

WWW.TMIL.INFO

