

Waldzustandsbericht 2020

Forstliches Umweltmonitoring in Thüringen



Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

in diesem Jahr darf ich Ihnen den nunmehr 30. Waldzustandsbericht für Thüringen vorstellen. In diesem Kontext sei mir ein kurzer Blick zurück gestattet.

Zu Beginn der 1990er Jahre war der Wald in Thüringen geprägt von mittleren bis starken Schäden. Der jahrzehntelang ungebremste Ausstoß von Luftschadstoffen hatte vor allem im Thüringer Wald zu einer Versauerung der Waldböden und nachfolgend zu einem extremen Mangel an Pflanzennährstoffen geführt. Erst nach der Einführung gesetzlich vorgeschriebener Emissionsgrenzwerte setzte eine Erholungsphase ein, die bis 2002 zu einer spürbaren Verbesserung des Waldzustandes führte.

Mit dem Klimawandel und insbesondere nach dem Trockensommer 2003 begann sich der Zustand des Waldes erneut zu verschlechtern. Immer häufiger sah man jetzt an den Waldbäumen trockene Zweige und Äste, bislang unauffällige forstliche Schadorganismen breiteten sich aus und nach den beiden Dürrejahren 2018 und 2019 erreichte das Schadholzaufkommen in Thüringens Wäldern ein bisher unbekanntes Ausmaß. Viele Waldbestände sind inzwischen stark aufgelichtet, es entstanden kleinere und größere Kahlflächen. Die Waldböden sind teilweise bis in tiefere Schichten ausgetrocknet, die Bäume leiden unter dem latenten Wassermangel und können Schadinsekten und -pilze nicht mehr ausreichend abwehren.

Die Ergebnisse der diesjährigen Waldzustandserhebung zeigen erneut die ganze Dramatik der Situation. Rund 8 % der Stichprobenbäume sind seit 2019 abgestorben, ein Teil davon wurde bereits entnommen. Hochgerechnet können nur noch 15 % aller Bäume landesweit als gesund eingestuft werden, 30 % haben leichte Vitalitätsverluste und 55 % sind in ihrer Vitalität stark beeinträchtigt oder deutlich geschädigt. Das ist das schlechteste Ergebnis seit Beginn der Waldzustandserhebung und zeigt, dass der Wald von den Auswirkungen des Klimawandels stärker betroffen ist als noch bis vor Kurzem erwartet.

Aber auch wenn einzelne Baumarten in den nächsten Jahrzehnten flächenmäßig dezimiert werden, bedeutet das nicht, dass aus Thüringen ein waldarmes Land wird. Die durch Borkenkäferbefall und Trockenheit entstandenen Schadflächen werden mit einer dem jeweiligen Standort angepassten, ausgewogenen Baumartenmischung über Naturverjüngungen oder Aufforstungen wiederbewaldet. Wir werden uns aber an neue Waldbilder gewöhnen müssen.

Die Landesregierung tut alles dafür, um die derzeitigen Schäden einzudämmen und unterstützt betroffene Waldbesitzer mit einem umfassenden Hilfspaket. Darüber hinaus werden in den nächsten Jahren weitere klimapolitische Maßnahmen auf den Weg gebracht und umgesetzt.

Ich bitte Sie, den Waldzustandsbericht 2020 aufmerksam zu lesen und danke den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Thüringer Forstämter für die Außenaufnahmen und dem Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrum in Gotha für die Erstellung des Berichtes.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Benjamin-Immanuel Hoff', followed by a large, stylized flourish.

Prof. Dr. Benjamin-Immanuel Hoff
Thüringer Minister für Infrastruktur und Landwirtschaft

Waldzustand 2020 im Überblick	3
1. Langzeitbeobachtungen/Monitoring im Wald	6
2. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2020	10
3. Einflüsse auf den Waldzustand	27
3.1 Einfluss von Klima und Witterung	27
3.2 Einfluss forstlicher Schaderreger	34
3.3 Einfluss von Luftschadstoffen	41
4. Einfluss extremer Trockenheit auf den Radialzuwachs der Fichte	43
5. Satellitenbilder zur Bewertung der aktuellen Schadsituation	44
6. Fazit/Ausblick	47

Die Klima-/witterungsbedingten Waldschäden haben weiter zugenommen und die Ergebnisse der nunmehr 30. Waldzustandserhebung (WZE) zeigen auch in diesem Jahr ein dramatisches Bild. Durch forstliche Schaderreger und/oder Trockenheit sind in Thüringens Wäldern seit 2018 bislang rund 10 Mio. fm Holz abgestorben und ein Ende ist noch immer nicht absehbar (Stand 30.09.2020). Das Erscheinungsbild des Waldes ändert sich in weiten Teilen Thüringens derzeit schneller, als noch bis vor Kurzem angenommen und nahezu alle heimischen Baumarten sind von den Schäden betroffen.

Die mittlere Kronenverlichtung liegt 2020 mit 32,6 % auf dem höchsten Stand seit Beginn der Erhebungen im Jahr 1991 und genau wie im Vorjahr konnten nur noch 15 % der Waldbäume als gesund eingestuft werden. Rund 30 % der Bäume hatten leichte Vitalitätsverluste, der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten hat weiter zugenommen und liegt jetzt bei 55 % (2019: 53 %). Bezogen auf die bestockte Holzbodenfläche sind damit landesweit rund 290.000 ha Wald von den starken Vitalitätsverlusten betroffen.

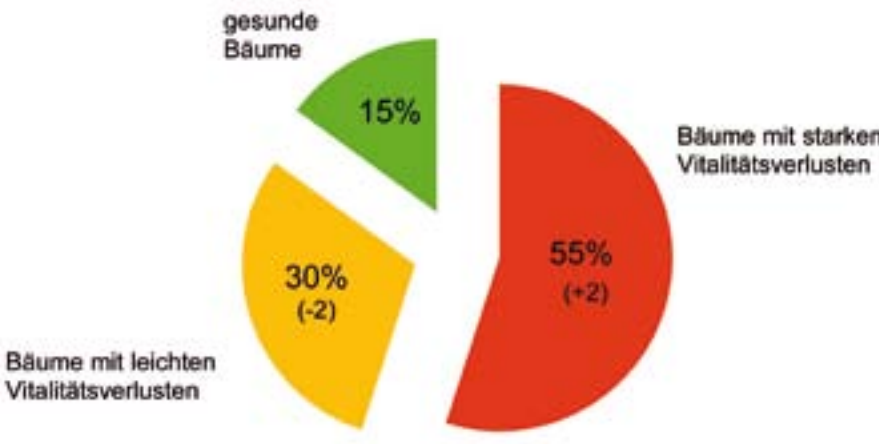


Abb. 1: Zustand/Vitalität des Waldes in Thüringen

Rund 19 % der Waldbäume waren zum Aufnahmezeitpunkt der Waldzustandserhebung im Juli 2020 vom Witterungsverlauf der letzten Jahre deutlich gezeichnet – der Verlust an Nadel-/Blattmasse und der hohe Anteil an Dürträsten lassen sich bei diesen Bäumen eindeutig auf die Trockenheit zurückführen. Rund 11 % der Bäume sind von forstlichen Schadinsekten befallen, besonders stark betroffen war erwartungsgemäß die Fichte. Rund 8 % der Stichprobenbäume sind im Jahresverlauf 2019/20 abgestorben und waren zum Zeitpunkt der Außenaufnahmen 2020 teilweise schon entnommen.

Das ist das bislang schlechteste Ergebnis seit Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1991 und führt uns die Grenzen der Anpassungsfähigkeit heimischer Baumarten an steigende Temperaturen, Niederschlagsdefizite, verlängerte Vegetationsperioden, Massenvermehrungen forstlicher Schaderreger oder auch Schadstoffbelastungen und deren komplexes Zusammenspiel eindrucksvoll vor Augen.



Nadel- und Laubbäume sind von den Auswirkungen des Klimawandels gleichermaßen betroffen. Bei den Laubbäumen spiegelt sich der außergewöhnliche Witterungsverlauf der letzten drei Jahre noch stärker wider als bei den Nadelbäumen. Der Anteil an Laubbäumen mit starken Vitalitätsverlusten lag mit 63 % noch etwas höher als im Vorjahr, besonders betroffen war auch in diesem Jahr wieder die Buche.

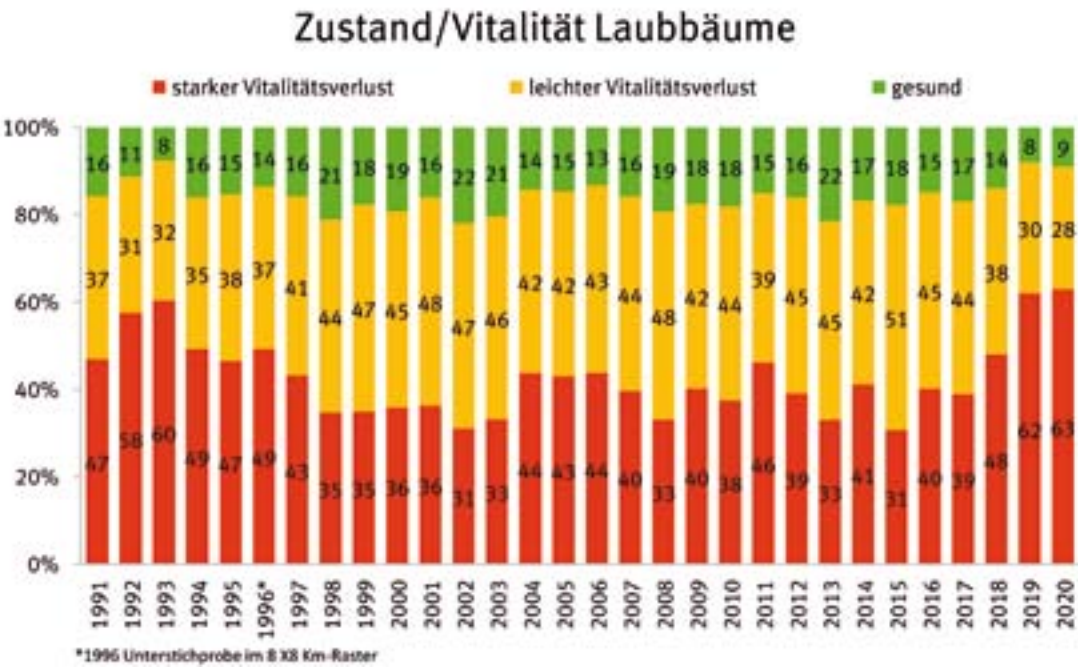


Abb. 2: Zustand/Vitalität von Laubbäumen

Bei den Nadelbäumen weisen inzwischen rund 50 % starke Vitalitätsverluste auf, nur 19 % sind gesund. Das Ausmaß der Borkenkäfer-Kalamität bei der Fichte lässt sich verfahrensbedingt nur unvollständig abbilden, dafür ist die rasterbasierte WZE-Stichprobenerhebung nicht geeignet.

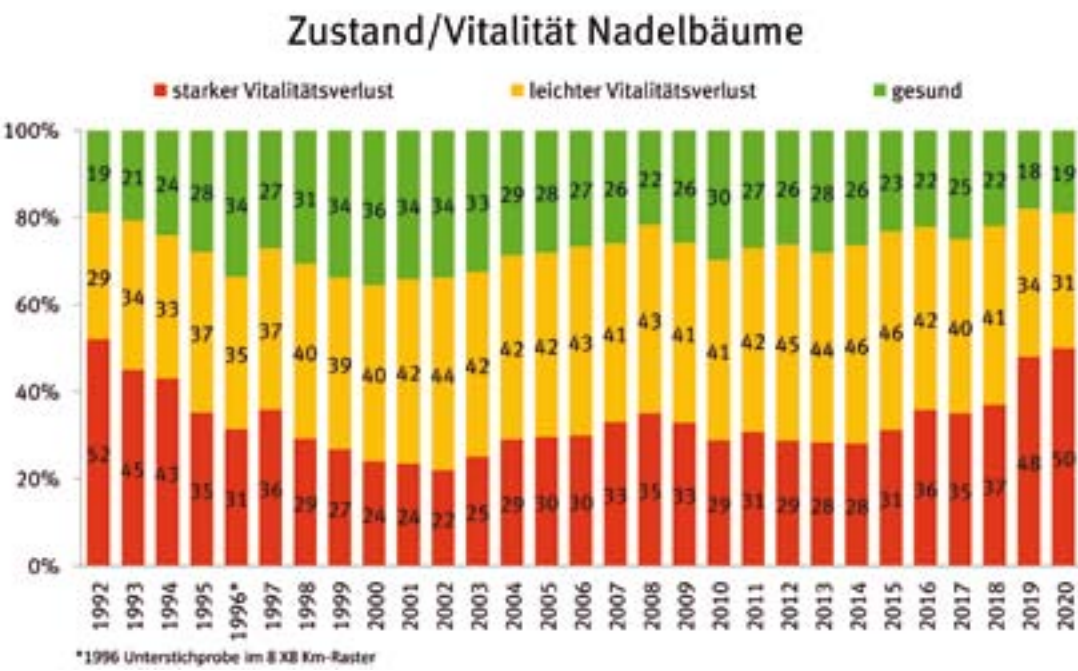


Abb. 3: Zustand/Vitalität Nadelbäumen

Die stärksten Vitalitätsverluste und Schäden sind vor allem in den Kiefernbeständen des Thüringer Holzlandes, in den Buchengebieten im Norden und Westen des Landes sowie in den Fichtenregionen des südöstlichen Thüringer Waldes/Schiefergebirges zu verzeichnen.



Abb. 4: Zustand/Vitalität der Bäume an den WZE-Aufnahmepunkten

Sehr deutlich zeigen auch die aktuellen Sentinel-2 Satellitenbilder den Fortschritt der Schäden. Von Juli 2018 bis Juli 2020 sind rund 28.000 ha Kahlfächen oder stark aufgelichtete Bestände entstanden. Besonders stark betroffen ist der Norden des Landes. Viele Flächen wurden inzwischen ganz oder teilweise beräumt und werden zur Wiederbewaldung vorbereitet.

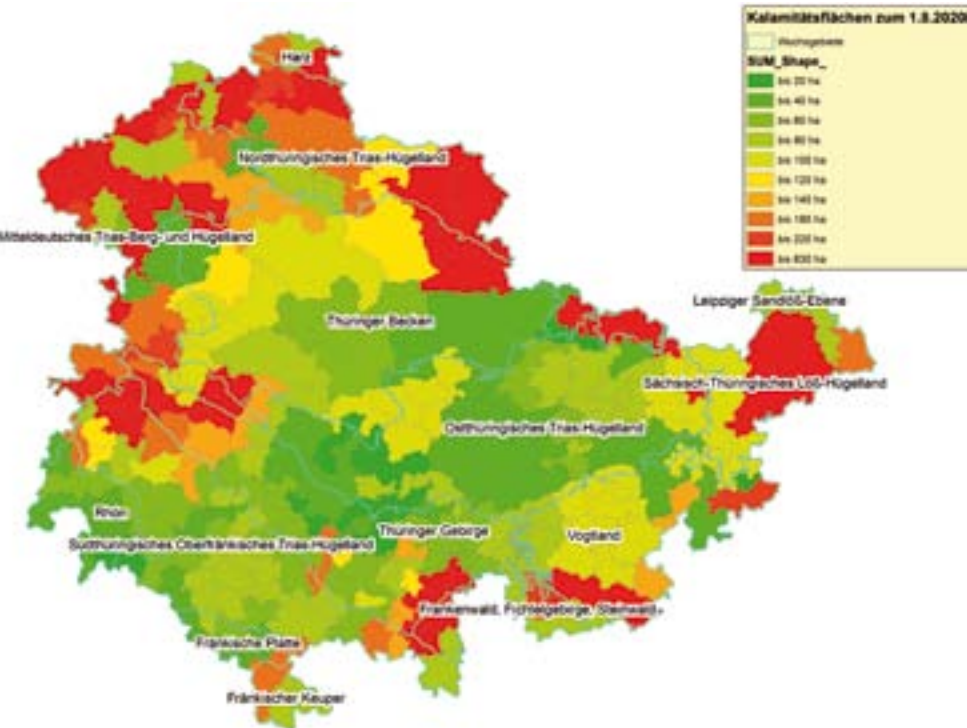


Abb. 5: Kalamitätsflächen in Thüringen (entsprechend der Satellitenaufnahmen Sentinel-2, Juli 2020)

1. Langzeitbeobachtungen/Monitoring im Wald

In Anbetracht der aktuellen Situation gewinnen Langzeitbeobachtungen im Wald immer mehr an Bedeutung. Lange Zeitreihen ermöglichen neben der Bewertung aktueller Zustände und Einflussfaktoren insbesondere auch Aussagen zur Entwicklung von Wald-ökosystemen. Die Daten und Informationen aus den vielfältigen Monitoring-Programmen fließen dabei sowohl in forstbetriebliche Entscheidungen als auch in klima- und umweltpolitische Maßnahmen ein.

1.1 Forstliches Umweltmonitoring

Das Forstliche Umweltmonitoring liefert neben den jährlich aktuellen Daten zum Zustand des Waldes insbesondere auch Informationen zur Art und Stärke von Witterungs- und Umwelteinflüssen und zum Zustand des Waldbodens. Die Erhebungen basieren auf dem internationalen Kooperationsprogramm zur Untersuchung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP-Forests) und werden in Thüringen seit 1991 durchgeführt. Die Daten von 26 WZE-Punkten (Level I-Netz) und 5 Wald- und Hauptmessstationen (Level II-Netz) sind Bestandteil dieses internationalen Kooperationsprogrammes und fließen in zahlreiche internationale und bundesweite Berichte ein. Auf forstbetrieblicher Ebene werden die Ergebnisse aus dem Forstlichen Umweltmonitoring zur Entscheidungsfindung bei Maßnahmen des Waldschutzes, bei der Wiederbewaldung, für bodenschonende Holzerntestrategien, bei Bodenschutzkalkulationen u.v.m. herangezogen.



Abb. 6: Bestandteile des Forstlichen Umweltmonitoring

1.1.1 Waldzustandserhebung (WZE)

Die Waldzustandserhebung hat sich seit 1986 als bundesweites Stichprobenverfahren etabliert und wurde inzwischen im Bundeswaldgesetz normiert. In Thüringen erfolgt die jährliche Erhebung seit 1991 im flächenrepräsentativen 4 x 4 km-Raster und liefert statistisch gesicherte Aussagen zum Gesundheits-/Vitalitätszustand der Baumarten Fichte, Kiefer und Buche. Der jährliche Waldzustandsbericht ist auch unter www.tmil.info als pdf-Dokument öffentlich zugänglich (Stichwort Waldzustandsbericht).

1.1.2 Bodenzustandserhebung (BZE)

In größeren zeitlichen Abständen wird an jedem vierten WZE-Punkt (8 x 8 km-Raster) eine ebenfalls im Bundeswaldgesetz normierte Bodenzustandserhebung durchgeführt. Ziel ist es, Informationen zur Nährstoffausstattung, zum Grad der Bodenversauerung und zur Kohlenstoffspeicherung, zum Wasserhaushalt des Bodens sowie zum Ernährungsstatus der Bäume zu bekommen. Die nächste bundesweite Bodenzustandserhebung findet von 2022 bis 2024 statt.

1.1.3 Intensiv-Monitoring an Wald- und Hauptmessstationen

Auf Grundlage des Bundeswaldgesetzes werden an 12 Waldmessstationen (WMS) und drei Hauptmessstationen (HMS) der Einfluss von Luftschadstoffen und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald intensiv untersucht und folgende Daten erhoben:

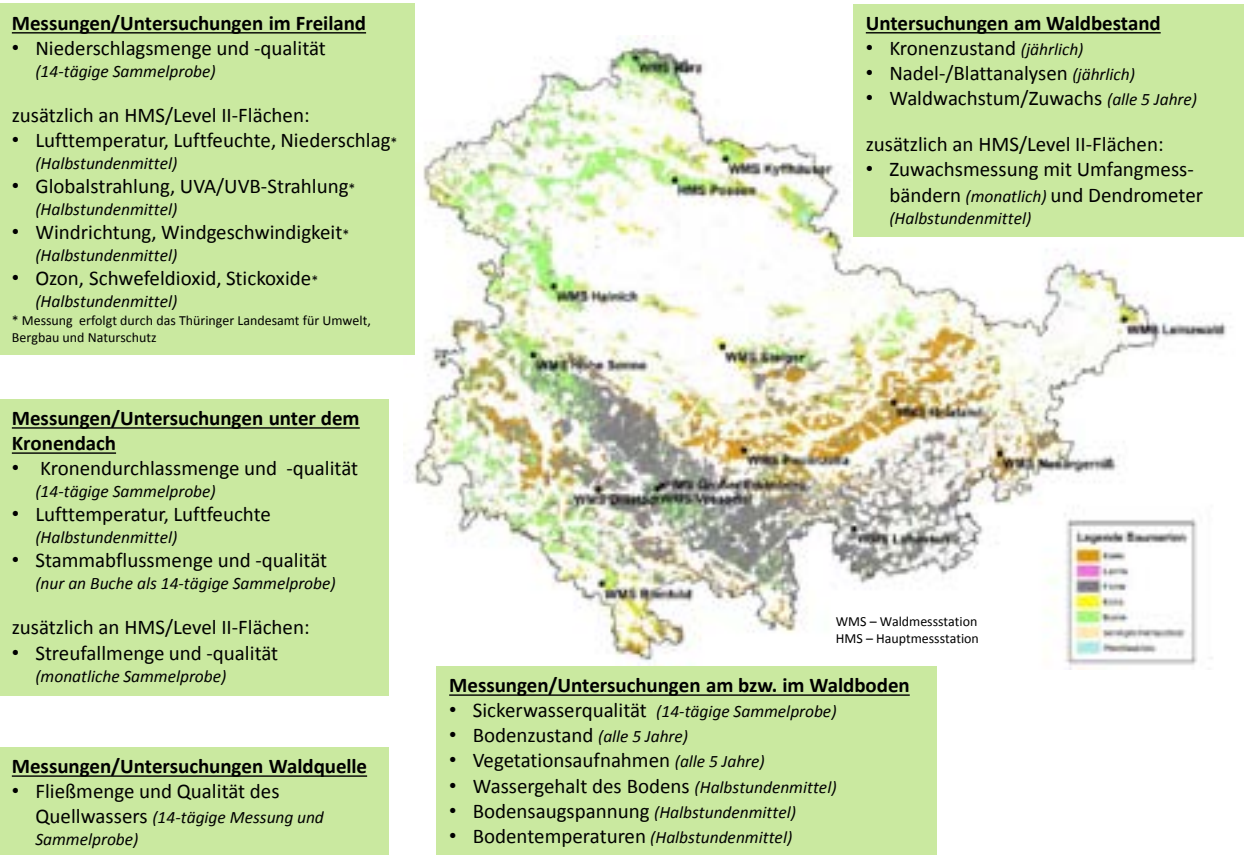


Abb. 7: Untersuchungen an den 15 Wald- und Hauptmessstationen

Aktuelle Ergebnisse aus dem Forstlichen Umweltmonitoring werden in den monatlichen Berichten zur Bodenfeuchte unter www.thueringenforst.de/waldbodenfeuchte und in den quartalsweisen forstlichen Witterungsberichten unter www.thueringenforst.de/witterungsbericht veröffentlicht.

1.2 Waldschutz

Der Waldschutzmeldedienst und die Beobachtungen zur 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 die Forstbetriebe.

1.2.1 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) nachzulesen.

1.2.2 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. Seit 2009 wird im Rahmen des WZE-Rasternetzes zusätzlich auch das Auftreten forstlich relevanter Quarantäneschädlinge, wie z. B. dem Asiatischen Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*), dem Chinesischen Laubholzbockkäfer (*Anoplophora chinensis*), dem Kiefernholznermatoden (*Bursaphelenchus xylophilus*), dem Pechkrebis der Kiefer (*Fusarium circinatum*), dem Asiatischen Eschenprachtkäfer (*Agrilus planipennis*) und dem Schaderreger *Phytophthora ramorum* überwacht.

1.3 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.

1.4 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 Vegetationsaufnah-

men sowie faunistische Spezialuntersuchungen durchgeführt. Diese dokumentieren die Entwicklung über einen langen Zeitraum hinweg und liefern wertvolle Erkenntnisse über ungestörte Prozessabläufe im Wald.

1.5 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.

1.6 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 ein (siehe www.thueringenforst.de/waldumbauportal/).



Bild 1: Junge Weißtanne

1.7 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 Landkreisebene flächendeckend für alle Waldeigentumsformen durch die Landesforstanstalt Erhebungen zu den Schäden durch Wildverbiss und Schälde durchgeführt und Vorschläge zur Regulierung der Wilddichte erarbeitet. Die Erhebungen 2019 erfolgten für die 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.

1.8 Forstsaatgutüberwachung/Forstgenetik

Im Zuge des Klimawandels gewinnt der Einsatz geeigneten Saatgutes bei der Wiederbewaldung immer mehr an Bedeutung. Im Rahmen der Forstsaatgutüberwachung werden anerkannte Saatguterntebestände ausgewiesen und regelmäßig deren Zulassungsvoraussetzungen überprüft. In den letzten 20 Jahren wurden 167 neue Saatguterntebestände auf insgesamt 572 ha zugelassen, 426 Saatguterntebestände waren hingegen nicht mehr geeignet, ihnen wurde die Zulassung aberkannt. Aktuell hat Thüringen über alle Eigentumsformen hinweg 810 anerkannte Forstsaatguterntebestände mit einer Fläche von 3.681 ha.

Zur Erhaltung wertvoller genetischer Ressourcen werden im Rahmen eines landesspezifischen Generhaltungsprogramms baumartenorientierte Untersuchungen und bei Bedarf generhaltende Maßnahmen durchgeführt. Die Arbeiten konzentrieren sich derzeit auf die Beobachtung von Weißtanne, Eibe, Elsbeere, Breitblättriger Mehlsbeere, Speierling, Wildobst, Bergulme, Schwarzpappel, Hochlagenfichte und Höhenkiefer.

1.9 Klimafolgenmonitoring

Beim Klimafolgenmonitoring werden die Ergebnisse von Langzeitbeobachtungen mit relevanten Klimainformationen verknüpft, die Risiken des Klimawandels identifiziert und Maßnahmen zum Schutz des Waldes herausgearbeitet. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Baumartenwahl. Die auf einer dem Klimawandel angepassten Klimagliederung basierenden Baumartenempfehlungen mit den ergänzenden Hinweisen zu Weißtanne, Esche, Hickory, Baumhasel, Wal-, Schwarz- und Hybridnuss sind unter www.waldbesitzerportal.de/waldbewirtschaftung/waldbau-waldumbau/verjuengung/ zu finden. Darüber hinaus 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.



2. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2020

Die Außenaufnahmen der Waldzustandserhebung (WZE) 2020 wurden vom 8. Juli bis zum 5. August durchgeführt. Die Anfang Juli im Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha) geschulten Mitarbeiter der Thüringer Forstämter begutachteten insgesamt 8.256 Bäume (Abb. 8) an 344 WZE-Aufnahmepunkten. An neun WZE-Punkten waren keine Aufnahmen möglich, hier sind entweder alle oder ein Teil der Bäume aufgrund abiotischer oder biotischer Schäden entnommen worden. Diese Punkte ruhen so lange, bis die nachwachsenden Bäume eine Mindesthöhe von 60 cm erreicht haben.

2.1 Methodik

Die Waldzustandserhebung ist ein bundesweit einheitliches Stichprobenverfahren und wird in Thüringen seit 1991 im 4x4 km Rasternetz durchgeführt. Der Stichprobenumfang repräsentiert die gesamte Waldfläche und lässt statistisch gesicherte Aussagen für die Baumarten Fichte, Kiefer und Buche zu. Nicht geeignet ist das Verfahren zur Abbildung regionaler bzw. lokaler Schadergebnisse (z. B. Borkenkäfer-Befall, Wurf- und Bruchholz).

Die insgesamt 353 WZE-Ausnahmepunkte (Abb. 9) sind eingemessen, an jedem WZE-Punkt ist ein Flächenmittelpunkt markiert (Bild 3). An den vier Enden des am WZE-Punkt angelegten Kreuztraktes befinden sich jeweils sechs nummerierte Aufnahmebäume (kleines Bild, grüne Punkte). Diese 24 Bäume werden jährlich zum selben Zeitpunkt begutachtet.



Abb. 9: 4 x 4 km-Rasternetz und Flächendesign der Waldzustandserhebung

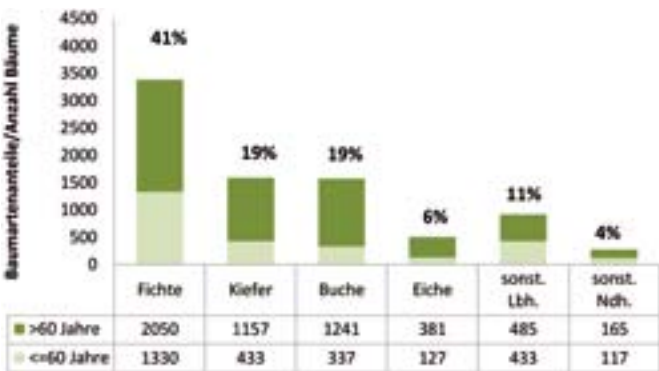


Abb. 8: Baumartenanteile/Anzahl Bäume nach Alter an der WZE-Gesamtstichprobe 2019



Bild 2: Schulung der WZE-Aufnahmetrups durch das FFK Gotha



Bild 3: Markierung WZE-Flächenmittelpunkt

Bewertet wird grundsätzlich nur der nach oben hin freie Teil der Baumkrone (Lichtkrone). Mechanische Schäden und das natürliche Ausdunkeln der unteren Kronenbereiche gehen in die Bewertungen nicht mit ein. An jedem WZE-Stichprobenbaum werden folgende Parameter erfasst:

- Baumart, Alter, soziologische Stellung nach KRAFT
- Nadel-/Blattverluste in 5 %-Stufen
- Intensität von Nadel-/Blattverfärbungen
- Intensität von Blüte/Fruchtbehang
- Schäden durch Insekten, Pilze, Wild
- Schäden durch Witterungsextreme (Sturm, Schnee, Frost, Trockenheit, Feuer, Blitz), forstliche Bewirtschaftung (Fäll-/Rückeschäden) oder Nährstoffmangel
- Auftreten von Quarantäneschadorganismen

Ist ein WZE-Stichprobenbaum zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht mehr vorhanden oder im Kronenraum nicht mehr mitherrschend (KRAFTsche Klasse 4 oder 5), so wird ein in unmittelbarer Nähe stehender Ersatzbaum ausgewählt und neu in das Stichprobenkollektiv aufgenommen. Die Ausfallursachen (z. B. Entnahme nach Borkenkäferbefall, Sturm, planmäßiger Nutzung) werden in den Aufnahmeformularen dokumentiert.



Bild 4: WZE-Aufnahmepunkt

Bild 5 und 6: WZE-Arbeitsanweisung und Aufnahmeformular

Die wichtigsten Aufnahmeparameter sind die mittlere Kronenverlichtung (=prozentualer Verlust an Nadeln/Blättern) und die Intensität unnatürlicher Verfärbungen bzw. Vergilbungen an Nadeln oder Blättern. Aus diesen beiden Parametern wird für jeden Baum eine Vitalitätsstufe abgeleitet (Tab. 1). Die Vitalitätsstufen sind ein Indikator für den Gesundheitszustand eines Baumes und dessen Fähigkeit, sich an die standörtlichen und klimatischen Rahmenbedingungen anzupassen.

Tab. 1: Herleitung von Vitalitätsstufen zur Bewertung des Baum- und Waldzustandes

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

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Gesamtergebnisse (alle Baumarten)

Der Zustand des Waldes in Thüringen hat sich weiter verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung (durchschnittlicher Verlust an Nadel-/Blattmasse) ist auf das bislang höchste Niveau seit Beginn der Erhebungen gestiegen und beträgt jetzt 32,6 % (2019: 30,1 %). Laubbäume waren auch in diesem Jahr wieder stärker verlichtet als Nadelbäume (Abb. 10).

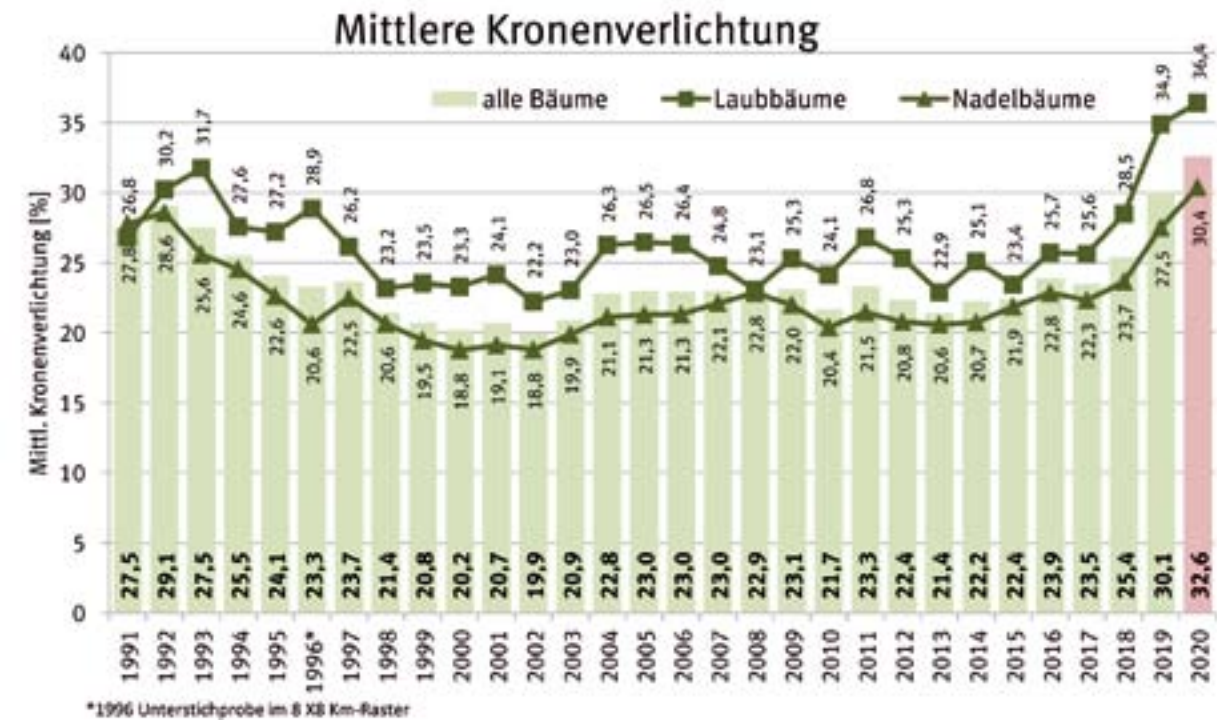


Abb. 10: Prozentualer Verlust an Nadeln oder Blättern (mittlere Kronenverlichtung)

Noch deutlicher zeigt sich die dramatische Entwicklung der letzten Jahre in Abbildung 11. Seit 2018 ist der Anteil an Bäumen, die mehr als die Hälfte ihrer Nadel-/Blattmasse verloren haben, um fast 10 % gestiegen.

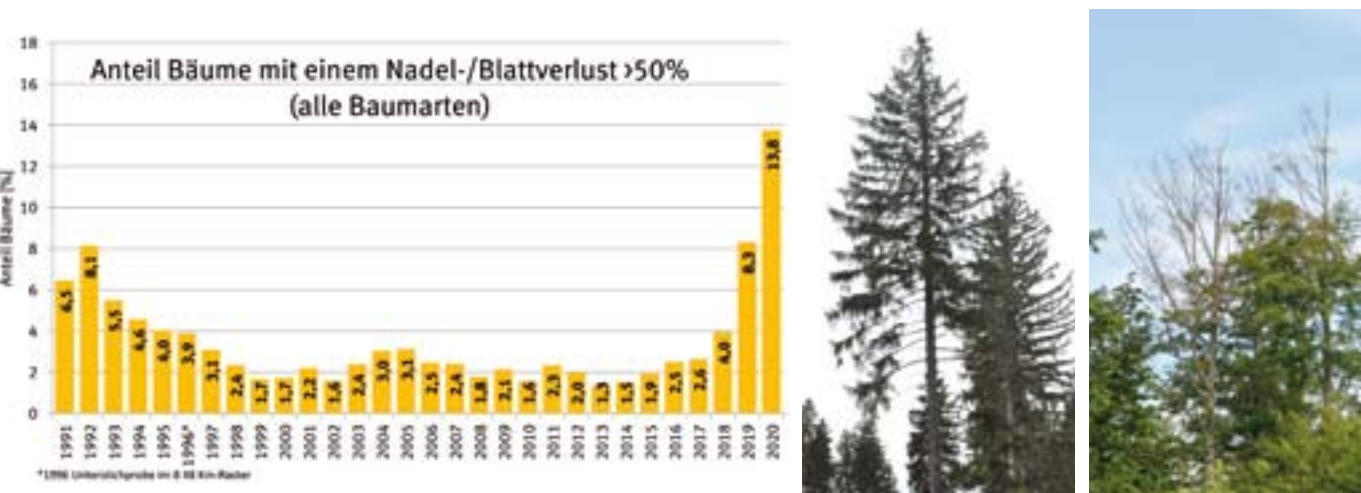


Abb. 11: Anteil Bäume mit einem Verlust an Nadeln/Blättern >50 %



Bild 7 und 8: Nadel-/Blattverluste >50 %

Rund 19 % der Bäume sind vom Witterungsverlauf der letzten Jahre gezeichnet (Abb. 12). Starke Nadel-/Blattverluste, trockene Äste in der Baumkrone oder auffallend kleine Blätter ließen sich bei diesen Bäumen eindeutig der Trockenheit zuordnen.



Bild 9: Frostschäden an Buche im Mai 2020

Rund 1,5 % der WZE-Stichprobenbäume haben durch den Spätfrost im Mai starke Frostschäden erlitten (siehe Kapitel 3.1).

Forstliche Schadinsekten wurden an rund 11 % der Bäume registriert (Abb. 14). Während früher blattfressende Schadinsekten wie z. B. die Fichtengespinstblattwespe, die Insekten der Eichenfraßgesellschaft (Frostspanner-Arten, Eichenwickler, Schwammspinner) oder der Buchenspringrüssler für die Verlichtung der Baumkronen verantwortlich waren, werden die Nadel-/Blattverluste seit 2019 überwiegend durch den starken Borkenkäferbefall verursacht. Borkenkäfer unterbrechen bei der Anlage von Brutsystemen unter der Rinde die Nährstoffversorgung der Bäume, so dass diese innerhalb kürzester Zeit absterben.

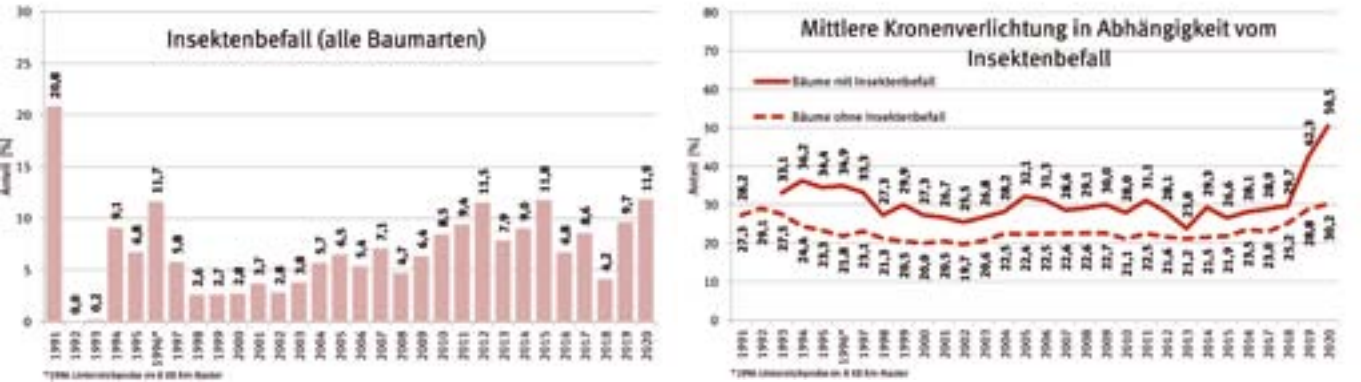


Abb. 14 und 15: Anteil Bäume mit Schäden durch Insektenbefall und mittlere Kronenverlichtung mit und ohne Insektenbefall

Insgesamt waren durch Trockenheit und Borkenkäferbefall 631 tote oder im Jahresverlauf entnommene Stichprobenbäume (8 %) zu verzeichnen. Frisch abgestorben waren 214 Stichprobenbäume. Diese Bäume hatten zum Aufnahmezeitpunkt noch Feinreisig und gehen mit einem Nadel-/Blattverlust von 100 % in die Auswertungen ein. Für 303 ausgefallene Bäume konnte ein Ersatzbaum bestimmt werden, für 114 Bäume wurde kein Ersatzbaum gefunden (Ruhepunkte). Weitere 59 Ersatzbäume wurden ausgewählt, da die bisherigen Stichprobenbäume planmäßig genutzt wurden, im Kronenraum nicht mehr mitherrschend oder aus sonstigen Gründen nicht bonitierbar waren.



Abb. 16: Anzahl abgestorbener und entnommener Stichprobenbäume aufgrund biotischer oder biotischer Ursachen



Bild 10: Abgestorbene Fichten nach Borkenkäferbefall

Landesweit konnten genau wie im Vorjahr nur noch 15 % aller Bäume als gesund angesprochen werden. Der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten und deutlich sichtbaren Schäden ist auf 55 % gestiegen (Abb. 17). Ein derart hohes Schadpotenzial war selbst unter dem Einfluss von Luftschadstoffen zu Beginn der 1990er Jahre nicht zu verzeichnen.

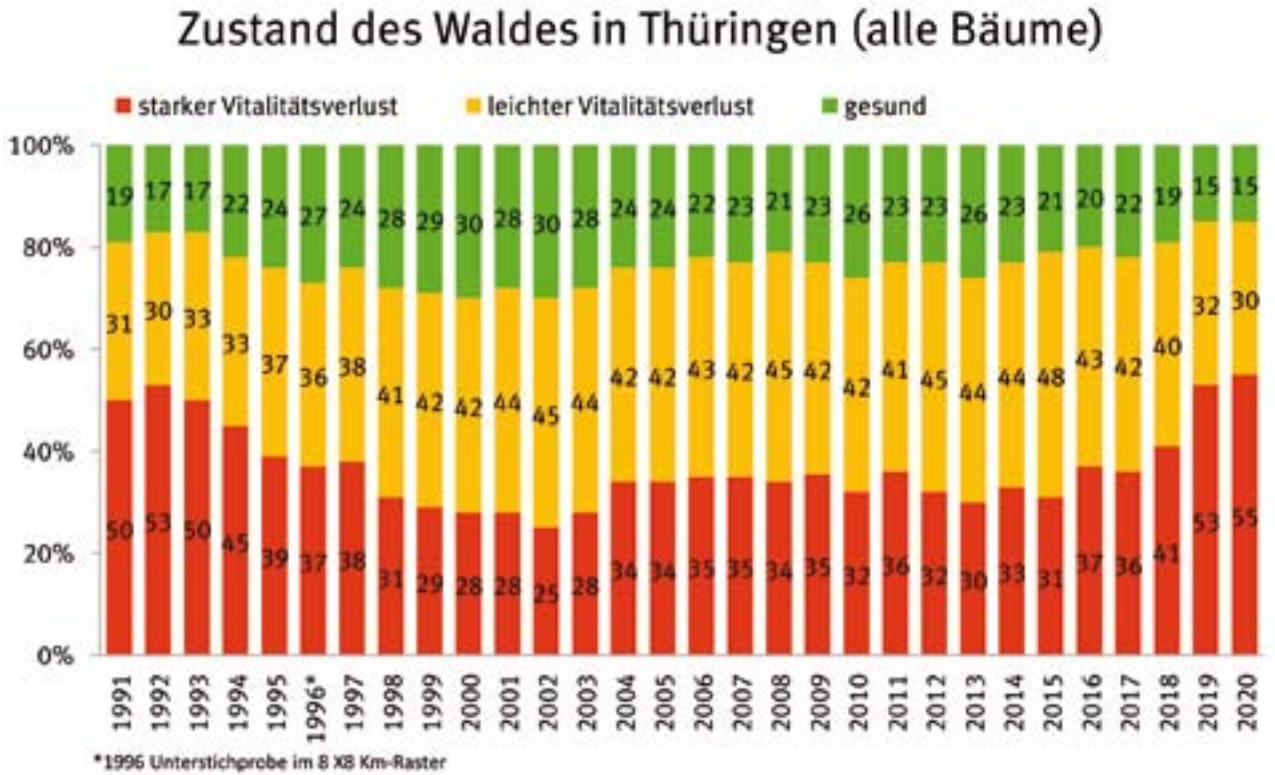


Abb. 17: Zustand/Vitalität des Waldes in Thüringen

2.2.2 Fichte

Der Zustand der Fichte hat sich weiter verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung ist in den letzten drei Jahren stark gestiegen und hat in diesem Jahr mit 28,7 % ein Rekordniveau erreicht (Abb. 18).



Bild 11: Geschädigter Fichtenbestand

Rund 44 % aller Fichten weisen inzwischen starke Vitalitätsverluste auf, nur noch 24 % sind gesund (Abb. 19). Noch geringer war der Anteil gesunder Bäume nur in den Jahren 1992/93 und 2019.



Abb. 20: Verlust Nadelmasse Fichte >50 %



Abb. 18: Mittlere Kronenverlichtung bei Fichte

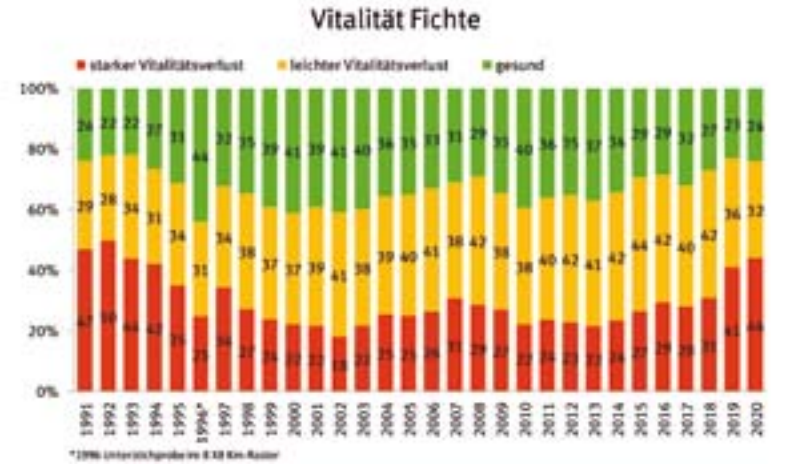


Abb. 19: Zustand/Vitalität Fichte



Abb. 21: Anteil Trockenschäden/Borkenkäferbefall

Der Anteil an Bäumen mit einem Verlust an Nadelmasse >50 % hat deutlich zugenommen und ist höher als zu Beginn der 1990er Jahre (Abb. 20). Während die Nadelverluste bei der Fichte bis 2016 kaum durch Trockenheit oder Borkenkäferbefall verursacht wurden (Abb. 21) bzw. bei stärkeren Nadelverlusten eine Ursache nicht eindeutig identifizierbar war, ist der Anteil an Bäumen mit sichtbaren Trockenschäden und/oder Borkenkäferbefall in den letzten Jahren stark gestiegen.

Bedenklich ist derzeit vor allem die Entwicklung bei den gesunden jüngeren Fichten. Mit 38 % ist deren Anteil momentan auf dem niedrigsten Stand seit 1992/93 (Abb. 22). Bei den älteren Fichten sind die starken Vitalitätsverluste und Schäden mit aktuell 55 % auf das bislang höchste Niveau seit 1995 gestiegen (Abb. 23).

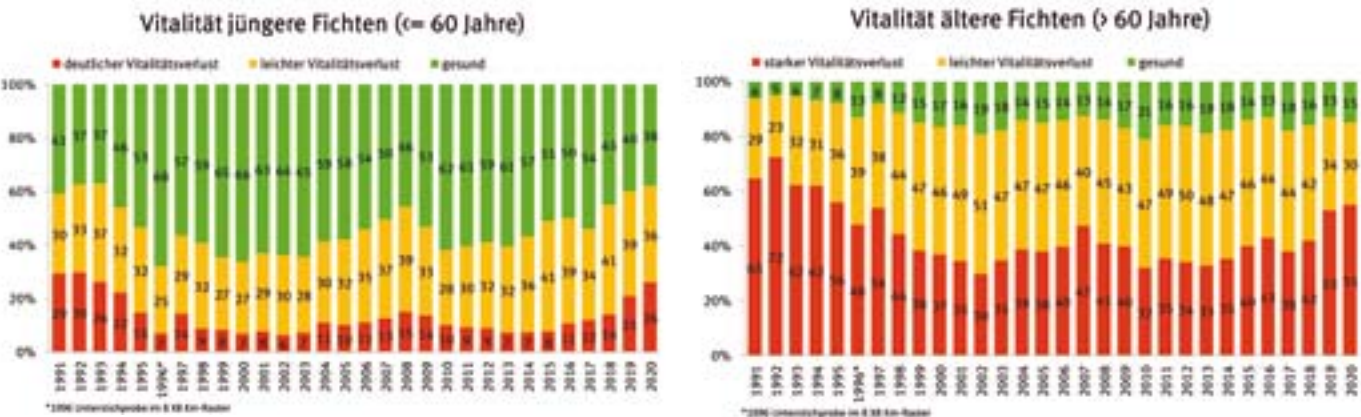


Abb. 22 und 23: Zustand/Vitalität jüngerer und älterer Fichten

Nadelverfärbungen wurden an 6 % der Fichten registriert (Abb. 24). Diese Verfärbungen standen fast ausschließlich mit einem Befall durch Borkenkäfer in Zusammenhang (siehe hierzu auch Kapitel 3.2).



Bild 12: Zapfenbildung bei Fichte

Die seit 2004 relativ hohe Blüh- und Fruktifikationsrate bei der Fichte (Abb. 25) hat sich auch in diesem Jahr wieder bestätigt. Vor allem im Süden des Landes und teilweise auch in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge hat die Fichte stark geblüht und Zapfen gebildet.



Abb. 24: Nadelverfärbungen bei Fichte

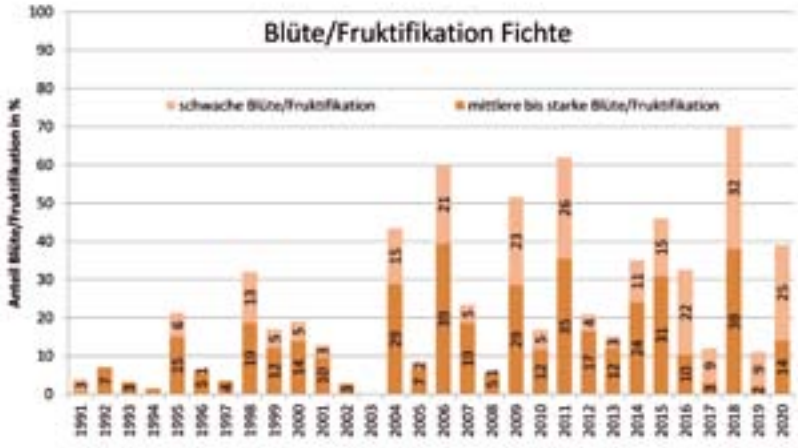


Abb. 25: Blüte/Fruktifikation bei Fichte

2.2.3 Kiefer

Der Zustand der Kiefer hat sich erneut weiter verschlechtert. Der Verlust an Nadelmasse (mittlere Kronenverlichtung) hat weiter zugenommen und liegt mit 34,0 % auf dem bislang höchsten Niveau seit Erhebungsbeginn (Abb. 26).



Bild 13: Schäden Kiefer

Rund 63 % aller Kiefern weisen inzwischen starke Vitalitätsverluste auf, dieser Anteil war nur zu Beginn der 1990er Jahre noch geringfügig höher. Bedenklich ist der nach wie vor sehr geringe Anteil gesunder Kiefern, der in den letzten 15 Jahren meist unter 10 % lag (Abb. 27).

Der Anteil an Kiefern mit einem Nadelverlust von mehr als 50 % ist im Vergleich zum Vorjahr stark gestiegen (Abb. 28). Ebenfalls zugenommen haben die Trockenschäden und auch der Insektenbefall bei der Kiefer (Abb. 29).



Abb. 26: Mittlere Kronenverlichtung bei Kiefer

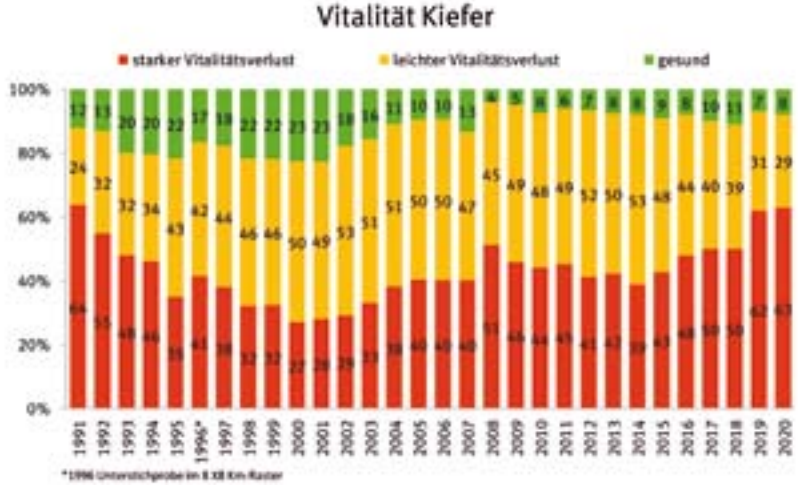


Abb. 27: Zustand/Vitalität Kiefer

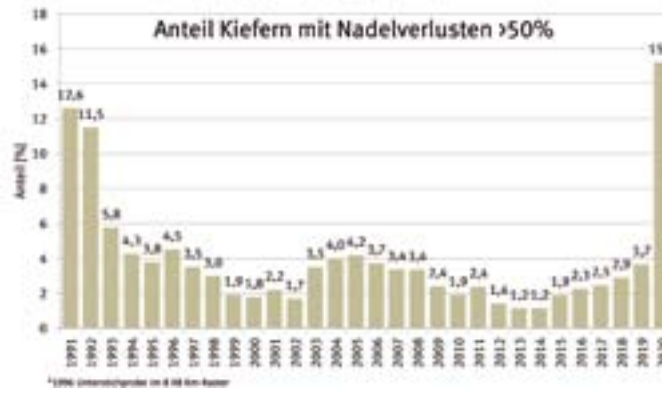


Abb. 28: Verlust Nadelmasse Kiefer >50 %



Abb. 29: Anteil Trockenschäden bei Kiefer

Auffallend starke Nadelgilbungen/ -verfärbungen wurden an 24 % der Kiefern registriert (Abb. 30). Das ist zwar weniger als 2018 und 2019, nach wie vor ist die Kiefer jedoch mehr als alle anderen Baumarten davon betroffen. Rund 42 % der Kiefern haben geblüht und Zapfen ausgebildet (Abb. 31). Ähnlich wie bei der Buche hat die Blüh- und Fruktifikationsintensität auch bei der Kiefer seit 2003 stark zugenommen. Der im Vergleich zu den letzten Jahren geringere Wert ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Frost im Mai zurückzuführen, viele Kiefernblüten sind in diesem Jahr erfroren.



Abb. 30: Nadelverfärbungen bei Kiefer



Bild 14: Nadelverfärbungen bei Kiefer

Im Gegensatz zu allen anderen Baumarten sind jüngere und ältere Kiefern gleichermaßen von starken Vitalitätsverlusten betroffen. Bei den jüngeren Kiefern war mit 63 % der bislang höchste Anteil starker Vitalitätsverluste zu verzeichnen. Ältere Kiefern waren nur zu Beginn der 1990er Jahre in einem noch schlechteren Zustand (Abb. 32 und 33).

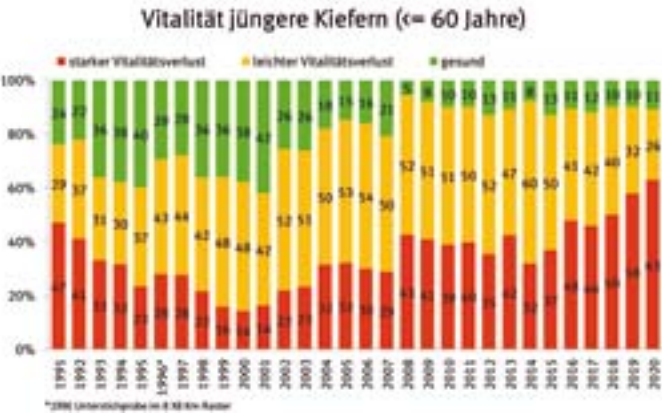


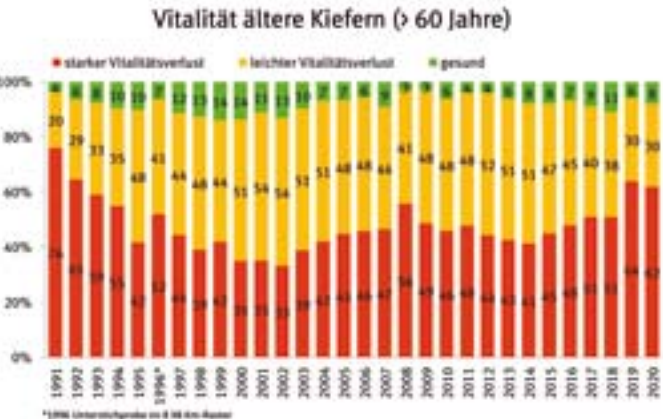
Abb. 32 und 33: Zustand/Vitalität jüngerer und älterer Kiefern



Abb. 31: Blüte/Fruktifikation bei Kiefer



Bild 15: Blüte Kiefer



2.2.4 Buche

Der Zustand der Buche hat sich im Vergleich zum Vorjahr ebenfalls weiter verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung ist auf 36,8 % gestiegen und liegt auf dem höchsten Niveau seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abb. 34).



Bild 16: Schäden Buche

Nur noch 5 % aller Buchen konnten als gesund eingestuft werden, rund 68 % hatten starke Vitalitätsverluste. Damit ist der Zustand der Buche inzwischen schlechter als zu Beginn der 1990er Jahre (Abb. 35).

Die im Rahmen der Waldschutzmeldungen erfassten Trockenschäden bei der Buche zeigen sich auch in den Ergebnissen der Waldzustandserhebung (Abb. 36). In den letzten Jahren waren neben den massiven Blattverlusten zunehmend dürre Äste und Zweige, kleine oder deformierte Blätter und Blattverfärbungen zu verzeichnen. Gleichzeitig hat seit 2019 auch der Anteil an Buchen, denen mehr als die Hälfte ihrer Blattmasse fehlt, deutlich zugenommen (Abb. 37).

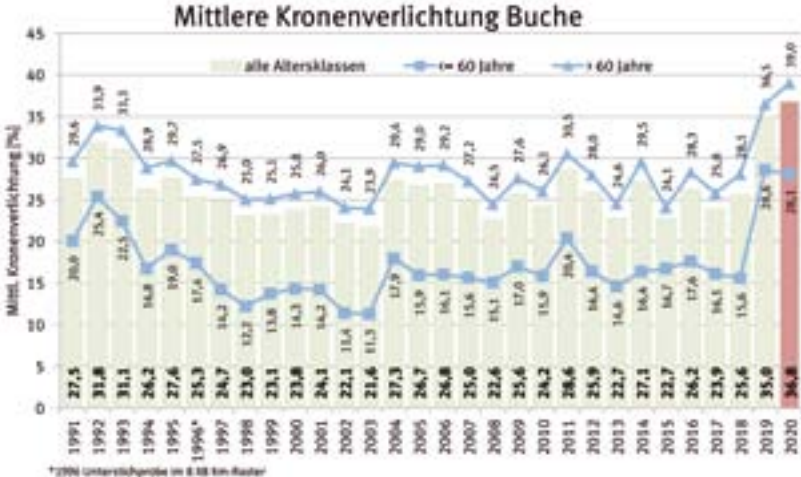


Abb. 34: Mittlere Kronenverlichtung bei Buche

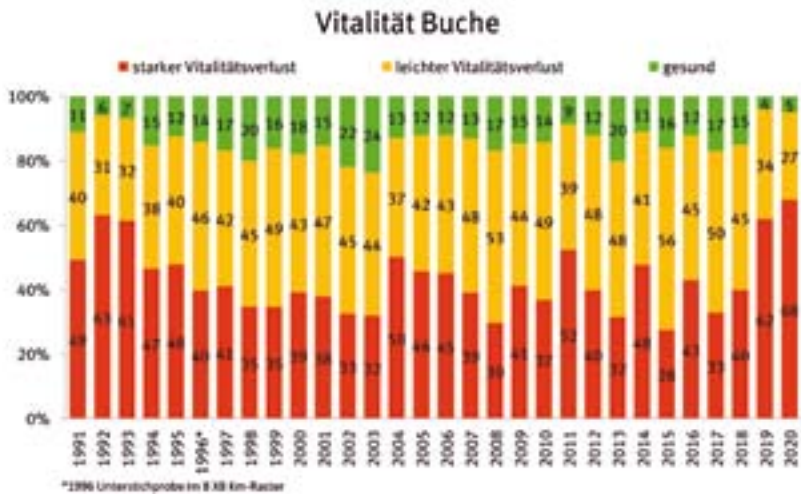


Abb. 35: Zustand/Vitalität Buche



Abb. 36: Anteil Trockenschäden bei Buche



Abb. 37: Verlust Blattmasse Buche >50 %

Bedenklich ist vor allem die Entwicklung bei den jüngeren Buchen. In den letzten beiden Jahren waren selbst bei ganz jungen Bäumen teilweise massive Belaubungsdefizite und auffällige Trockenschäden zu verzeichnen. Bei den älteren Buchen sind inzwischen rund 75 % der Bäume von der Trockenheit der letzten Jahre gezeichnet und weisen deutliche Vitalitätsverluste auf (Abb. 38 und 39).

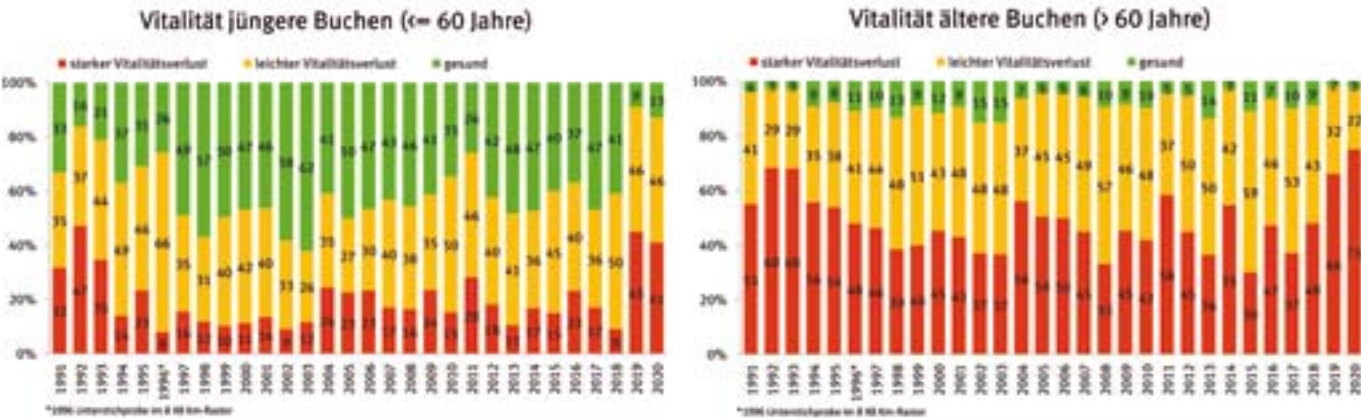


Abb. 38 und 39: Zustand/Vitalität jüngerer und älterer Buchen

Rund 37 % der Buchen haben geblüht und teilweise stark fruktifiziert (Abb. 40). Die starke und häufige Fruchtbildung geht zu Lasten der Baumgesundheit (Abb. 41), der in Mastjahren sehr hohe Wasser- und Nährstoffbedarf kann nicht mehr vollständig gedeckt werden. Mehrjährige Ruhephasen zwischen den Mastjahren sind zur Erholung unbedingt notwendig, inzwischen seit mehr als 20 Jahren aber kaum noch zu verzeichnen.

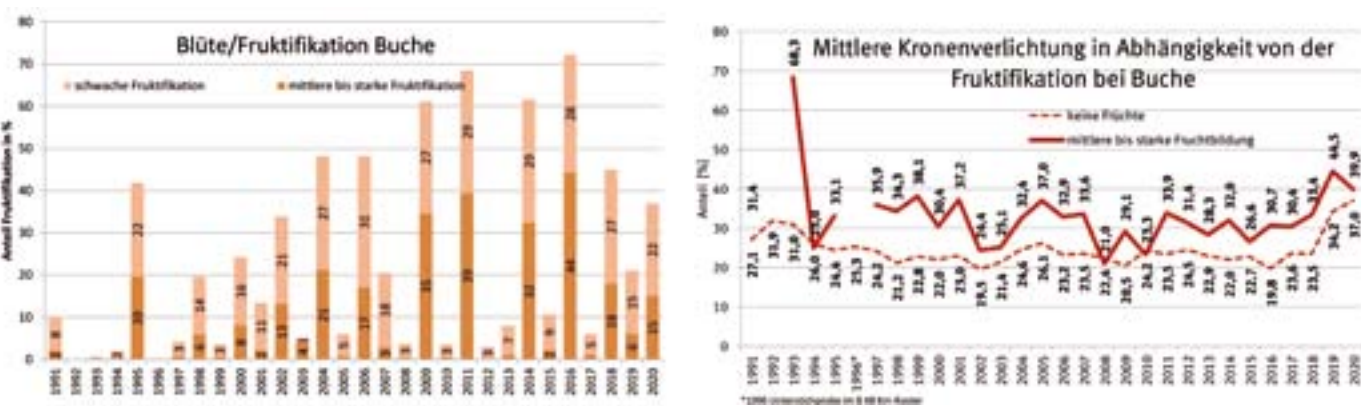


Abb. 40: Blüte/Fruktifikation Buche

Abb. 41: Mittl. Kronenverlichtung /Fruktifikation Buche



Bild 17: Buchenmast



Bild 18: Starke Kronenverlichtung bei Buchenmast

2.2.5 Eiche

Deutlich verschlechtert hat sich auch der Zustand der Eiche. Die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 42,8 % auf dem höchsten Stand seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abb. 42).



Bild 19: Schäden Eiche

Rund 75 % der Eichen sind in ihrer Vitalität stark beeinträchtigt, nur 3 % konnten als gesund eingestuft werden. Seit 2014 haben die Vitalitätsverluste bei der Eiche kontinuierlich zugenommen (Abb. 43).

Der Anteil Eichen mit einem Blattverlust von mehr als 50 % ist stark gestiegen (Abb. 44), der Anteil an Bäumen mit sichtbaren Trockenschäden hat sich seit 2018 von 15 % auf 48 % erhöht (Abb. 45).



Abb. 42: Mittlere Kronenverlichtung bei Eiche

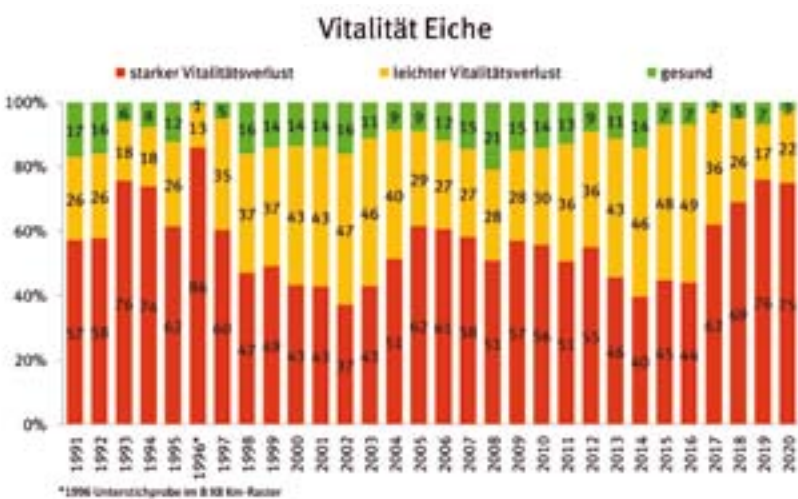


Abb. 43: Zustand/Vitalität Eiche

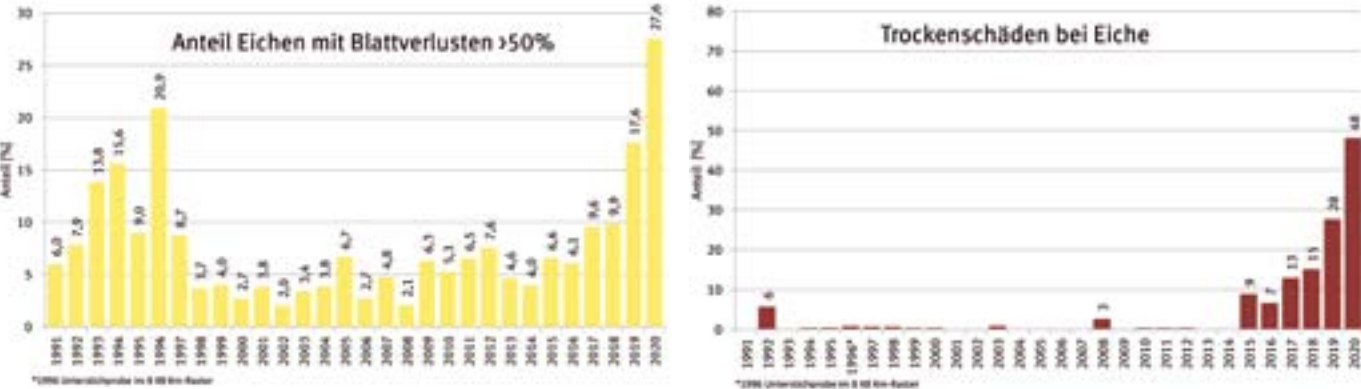


Abb. 44: Verlust Blattmasse Eiche >50 %

Abb. 45: Anteil Trockenschäden bei Eiche

Die Belaubungsdefizite bei der Eiche sind seit 2014 nur noch lokal auf blattfressende Insekten zurückzuführen. Während des starken Befalls durch Insekten der Eichenfraßgesellschaft Mitte der 1990er Jahre und 2004/05 lag die mittlere Kronenverlichtung der befallenen Bäume weit über dem Mittel der nicht befallenen Bäume. Mit zunehmender Bodentrockenheit ist der Blattverlust bei allen Eichen gleichermaßen gestiegen. In diesem Jahr wurde an 30 % der Eichen ein geringer bis mittlerer Blattfraß festgestellt, der sich kaum auf den Blattverlust ausgewirkt hat. Trotzdem stiegen die Blattverluste weiter an (Abb. 46 und 47).



Abb. 46: Insektenbefall Eiche



Bild 20: Insektenbefall (Schwammspanner) an Eiche



Abb. 47: Insektenbefall/Kronenverlichtung Eiche



Bild 21: Kronenverlichtung durch Kahlfr   an Eiche

Der Zustand der älteren Eichen hat sich in diesem Jahr nochmals deutlich verschlechtert, rund 85 % wiesen starke Vitalit  tsdefizite auf (Abb. 49) und es gibt schon seit Jahren kaum noch ältere Eichen mit einer vollständigen Belaubung. Bei den jüngeren Eichen ist der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten auf 49 % gestiegen (Abb. 48). Erfreulicherweise hat jedoch der Anteil gesunder jüngere Eichen wieder zugenommen.

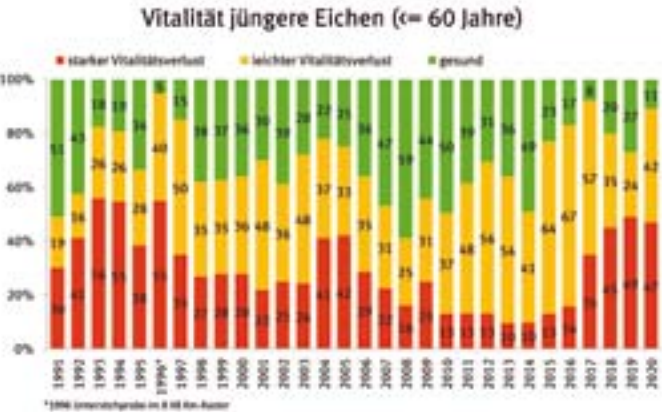
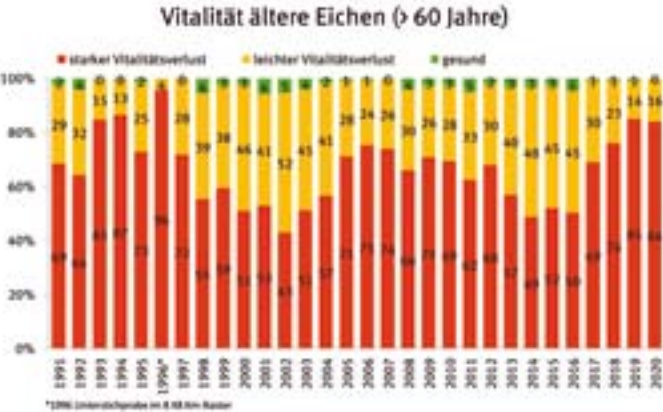


Abb. 48 und 49: Zustand/Vitalität jüngere und älterer Eichen



2.2.6 Sonstige Laubbäume

Der Zustand sonstiger Laubbäume (Esche, Ahorn, Linde u. a.) hat sich im Vergleich zum Vorjahr leicht verbessert. Der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten ist gesunken und liegt jetzt bei 49 % (Abb. 51). Ursächlich ist nicht eine Verbesserung der Baumgesundheit, sondern vor allem der Ausfall von langjährigen Stichprobenbäumen an den WZE-Punkten mit Laubbaumbestockung. Häufig wurde für den ausgefallenen Baum ein jüngere sonstiger Laubbaum als Ersatzbaum ausgewählt.



Bild 22: Junger Ahorn

Trotz der Zustandsverbesserung hat auch bei den sonstigen Laubbäumen der Anteil an Bäumen mit einer Kronenverlichtung von mehr als 50 % zugenommen (Abb. 52). Die Trockenschäden haben geringfügig abgenommen (Abb. 53).



Abb. 52: Verlust Blattmasse sonst. Lbh. >50 %

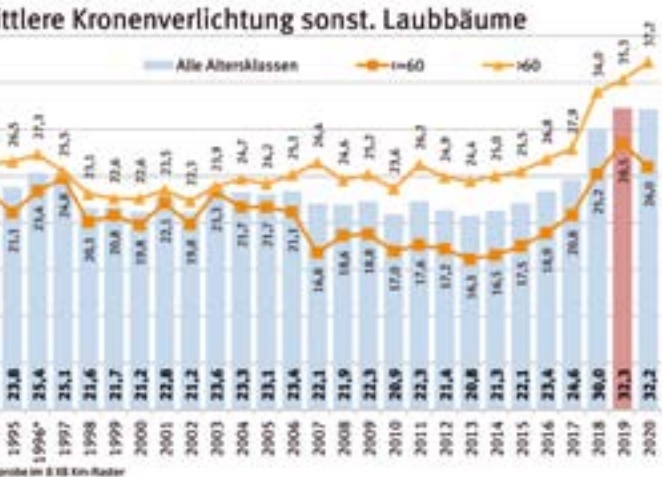


Abb. 50: Mittlere Kronenverlichtung sonst. Laubbäume

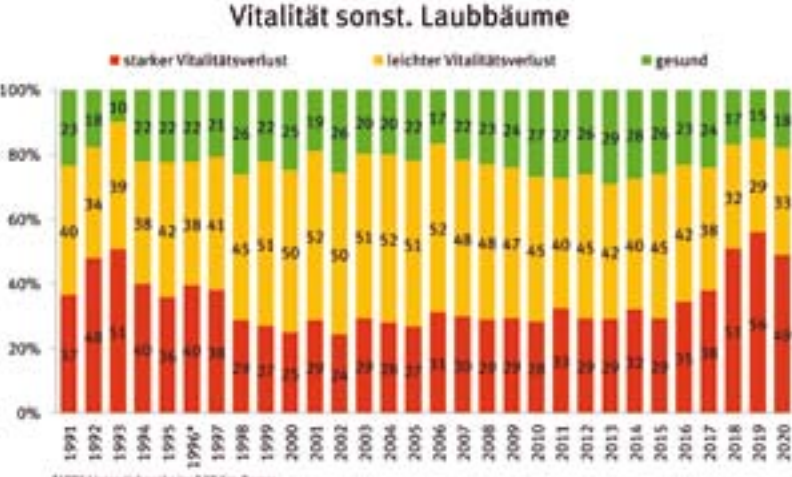


Abb. 51: Vitalität sonstige Laubbäume



Abb. 53: Anteil Trockenschäden bei sonst. Laubbäumen

Der Zustand der Esche hat sich im Vergleich zum Vorjahr wieder verschlechtert (Abb. 54), die mittlere Kronenverlichtung ist erneut auf 42,4 % gestiegen. Von den begutachteten Eschen waren 44 % vom Eschentriebsterben betroffen (Abb. 55). Dieser im Vergleich zu 2015, 2016 und 2018 etwas geringere Anteil betroffener Bäume deckt sich mit den Beobachtungen der Forstpraktiker.



Abb. 54: Mittlere Kronenverlichtung Esche

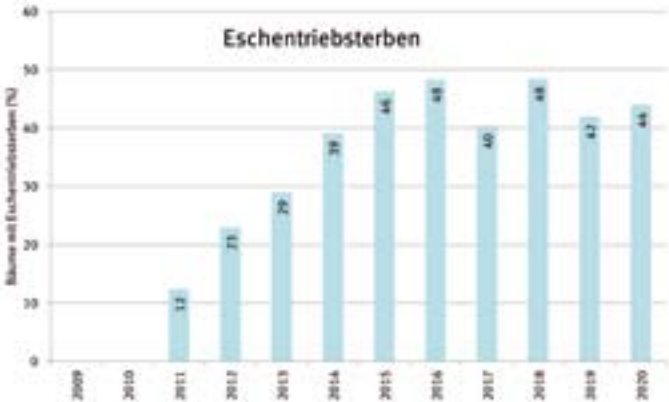


Abb. 55: Anteil Eschentriebsterben

2.2.7 Sonstige Nadelbäume

Der Zustand sonstiger Nadelbäume (Lärche, Douglasie, Weißtanne u. a.) hat sich weiter verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung liegt jetzt bei 32,3 % (Abb. 56). Der Anteil gesunder sonstiger Nadelbäume ist auf 13 % gesunken, rund 62 % weisen starke Vitalitätsverluste auf. Das ist der höchste Anteil seit 1992 (Abb. 57). Besonders stark betroffen ist die Lärche. Viele Lärchen sind vom Lärchenborkenkäfer befallen und abgestorben (siehe Kapitel 3.2).



Bild 23: Schäden durch Lärchenborkenkäfer

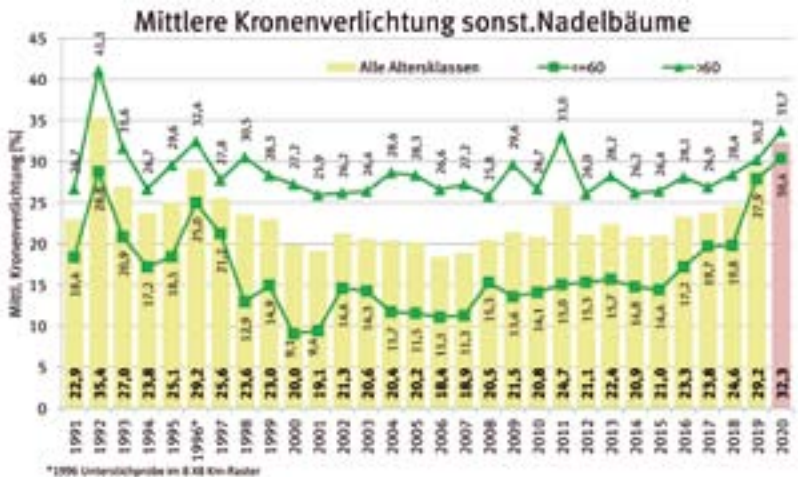


Abb. 56: Mittl. Kronenverlichtung sonst. Nadelbäume

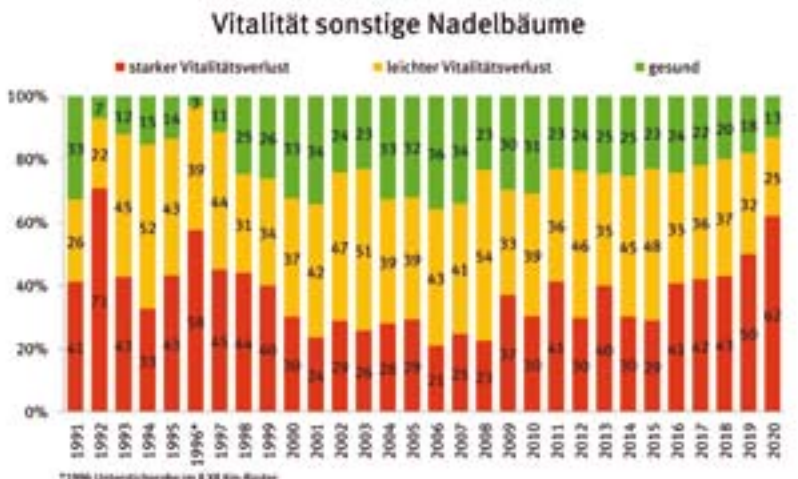


Abb. 57: Zustand/Vitalität sonst. Nadelbäume

Im Gegensatz zu allen anderen Baumarten und Baumartengruppen war beim sonstigen Nadelholz der Anteil an Bäumen mit einem Nadelverlust >50 % zu Beginn der 1990er Jahre höher als in den beiden letzten Jahren (Abb. 58). Die Trockenschäden haben im Vergleich zum Vorjahr abgenommen (Abb. 59).



Abb. 58: Verlust Blattmasse sonst. Nadelbäume >50 %



Abb. 59: Anteil Trockenschäden sonst. Nadelbäume

2.2.8 Regionale Ergebnisse

Die regionale Bewertung der Ergebnisse erfolgt anhand der forstlichen Wuchsgebiete. Forstliche Wuchsgebiete sind länderübergreifende Gliederungseinheiten auf geologisch-morphologischer Basis mit vergleichbaren klimatischen Bedingungen.

Der Zustand des Waldes hat sich im Vergleich zum Vorjahr vor allem im Mitteldeutschen Trias-Hügelland, im Ostthüringischen Trias-Hügelland sowie im Westen und Südosten des Thüringer Gebirges verschlechtert. Hier ist die mittlere Kronenverlichtung stark gestiegen (Tab. 2). Gesunde Bäume sind außer im Vogtland und in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Gebirges kaum noch zu finden (Abb. 60).

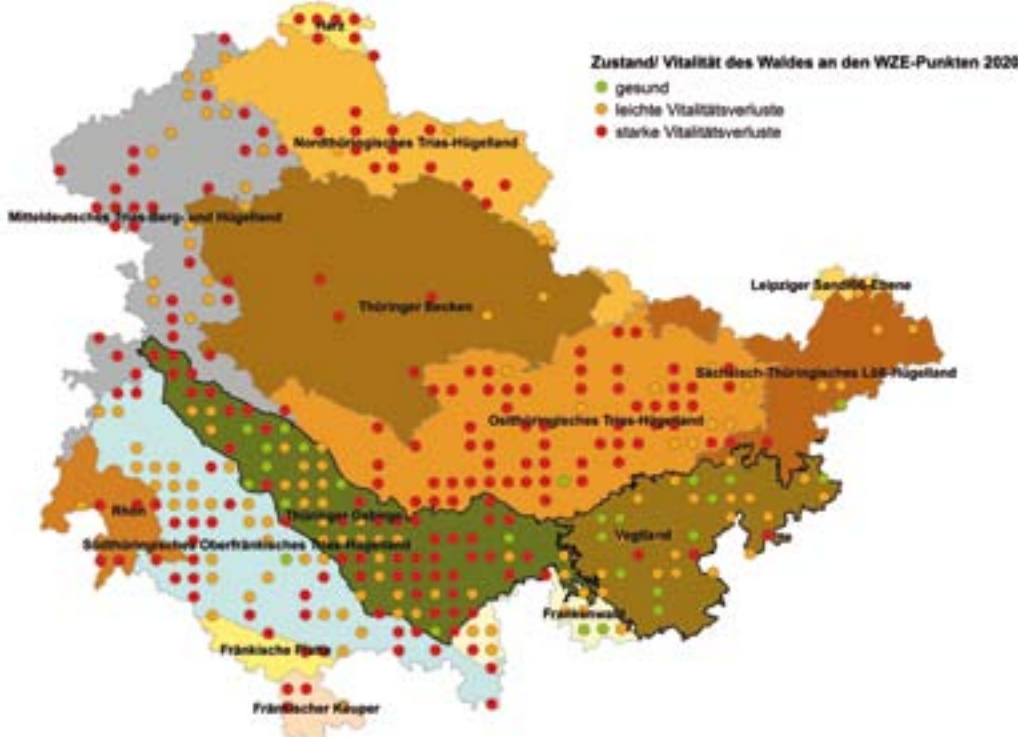


Abb. 60: Zustand/Vitalität des Waldes in den Forstlichen Wuchsgebieten

3. Einflüsse auf den Waldzustand

3.1 Einfluss von Klima und Witterung

Tab. 2: Mittlere Kronenverlichtung (%) in den größten Forstlichen Wuchsgebieten

	Harz	Nord-thüringisches Trias- Hügelland	Mitteldeut-sches Trias-Berg- und Hügelland	Thüringer Becken	Ostthüringi-sches Trias-Hügelland	Thüringer Gebirge	Vogtland	Süd-thüringisches Trias- Hügelland
1991	16,4	32,1	31,3	25,3	31,3	27,8	22,5	24,9
1992	23,3	31,6	30,5	28,7	31,2	30,4	26,1	27,7
1993	17,8	29,4	30,5	30,0	26,7	27,0	26,9	27,1
1994	15,1	29,5	27,1	30,9	25,1	24,9	24,8	24,1
1995	16,8	31,3	24,5	29,5	25,7	22,3	23,5	22,6
1996	26,7	28,3	28,2	22,5	28,6	18,2	25,6	18,3
1997	13,5	25,6	24,9	28,6	25,9	23,3	22,3	22,7
1998	16,8	26,7	20,8	19,8	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	17,0	23,7	21,5	24,5	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	27,7	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	25,0	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	31,3	26,4	19,4	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	15,2	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	36,6	49,1	39,7	27,6	20,0	29,9

Der Zustand des Waldes in Thüringen wurde in den letzten 100 Jahren noch niemals so unmittelbar und nachhaltig vom Witterungsverlauf geprägt wie in den letzten drei Jahren. 2018 und 2019 zählen neben 2014 auch in Thüringen zu den drei wärmsten Jahren seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Bis auf wenige Ausnahmen (Februar/ März 2018, Mai 2019 und Mai 2020) war es im Vergleich zum langjährigen Mittel der Referenzperiode 1981-2010 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) durchweg zu warm. Die stärksten Temperaturabweichungen waren im April 2018 (+4,6 K), im Juni 2019 (+4,5 K) und im Februar 2020 (+4,6 K) zu verzeichnen.

Landesweit fiel 2018 rund 510 mm Niederschlag (-31 %), 2019 waren es immerhin 628 mm (-15 %) und bis Ende Juli 2020 lag die Niederschlagssumme bei 387 mm (-10 %). Extrem trocken war es 2018 vor allem im Februar (-81 %), Juni (-68 %) und November (-75 %). 2019 fiel im Februar (-59 %) und Juni (-48 %) sehr wenig Niederschlag und 2020 war bis Ende Juli vor allem im April (-81 %) und im Juli (-58 %) erneut eine außergewöhnliche Trockenheit zu verzeichnen. Die Stürme „Friederike“ im Januar 2018, „Eberhardt“ im März 2019 und „Sabine“ im Februar 2020 hatten zwar bei Weitem nicht das Potenzial wie der Orkan „Kyrill“ 2007, sorgten aber vor allem in den unteren Lagen für einen großen Anfall von Wurf- und Bruchholz und aufgelichtete Waldbestände. Die Vegetationsperiode 2018 war mit einer Temperaturabweichung von 2,6 K die bislang wärmste seit Beginn der Messungen. Der Sommer 2019 war mit 19,0 °C (+2,3 K) fast genauso warm wie der Sommer 2018 mit 19,1 °C (+2,4 K) und mit 138 mm Niederschlag wurde ein Niederschlagsdefizit von ca. 35 % registriert (2018: 86,8 mm – Defizit 59 %).

Der Herbst 2019 war mit 9,6 °C nur geringfügig kühler als der Herbst 2018 (9,7 °C). Die Temperaturabweichung vom langjährigen Mittel der Referenzperiode 1981 bis 2010 betrug +1,2 K. Deutlich höher war im Vergleich zu 2018 aber die Niederschlagsmenge. Während im Herbst 2018 im Durchschnitt mit 90 mm nur 51 % des zu erwartenden Niederschlags gefallen sind, lag die Niederschlagsmenge im Herbst 2019 mit 163 mm nur um 8 % unter dem langjährigen Mittel.

Der Winter 2019/20 war mit durchschnittlich 3,6 °C der zweitwärmste Winter seit Beginn der Wetteraufzeichnungen und wich um +3,5 K vom langjährigen Mittel ab. Noch milder war es nur im Winter 2006/07. Mit einer Monatsmitteltemperatur

von 4,7 °C (+4,6 K) war es im Februar 2020 sogar noch um 0,2 °C wärmer als im März. Während es im Dezember 2019 (-26 %) und Januar 2020 (-18 %) zu wenig regnete, war der Februar 2020 mit 106 mm sehr niederschlagsreich (+111 %) und der zweitfeuchteste Februar seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Schnee fiel in den tieferen und mittleren Lagen im gesamten Winter nur vereinzelt, in den Hoch- und Kammlagen schneite es häufiger und der Schnee blieb in Lagen über 800 m NN länger liegen. An der forstlichen Hauptmessstation Großer Eisenberg waren Schneelagen bis maximal 25 cm zu verzeichnen. Das ist vergleichsweise wenig (2018: 67 cm, 2019: 78 cm), so dass die Bodenfeuchte schon im März 2020 deutlich zu sinken begann und Mitte April den kritischen Wert <40 %nFK (Grenze zum Trockenstress) erreichte. In der Regel leiden die in den Hoch- und Kammlagen der Thüringer Mittelgebirge stockenden Bestände nur selten unter Trockenstress. Seit 2018 hat sich diese Situation jedoch dramatisch verschärft und es war auch in diesem Jahr von April bis September erneut fast durchweg zu trocken (Abb. 61).

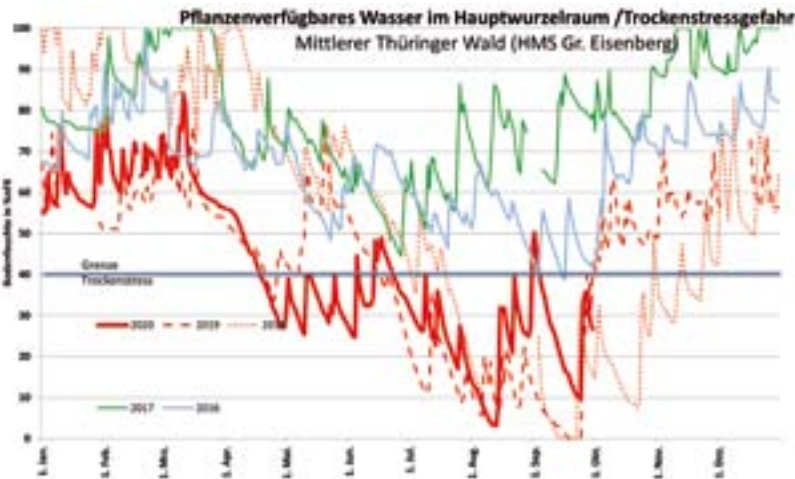


Abb. 61: Bodenfeuchte im Hauptwurzelsraum (bis 1 m Tiefe) in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes (HMS Gr. Eisenberg)

Die gesamte Vegetation hatte im Winter 2019/20 nur wenig Zeit für eine Ruhephase. Die Hasel blühte schon Mitte/Ende Januar 2020 und damit fast vier Wochen früher als 2019. Der erste Huflattich war in geschützten Lagen ab Mitte Februar zu finden, die Schwarzerle begann in den unteren Lagen ebenfalls schon Mitte Februar zu blühen (2019: Ende Februar). Die Lärchen blühten in diesem Jahr teilweise schon Mitte März (2019: Ende März) und begannen Ende März auszutreiben. Besonders auffallend war jedoch die bereits Mitte Februar beginnende Knospenschwellung der Buche (2019: Ende März), die normalerweise erst drei bis vier Wochen vor dem Austrieb einsetzt.



Bild 24: Knospenschwellung Buche im Februar



Bild 25: Beginnende Lärchenblüte Mitte März

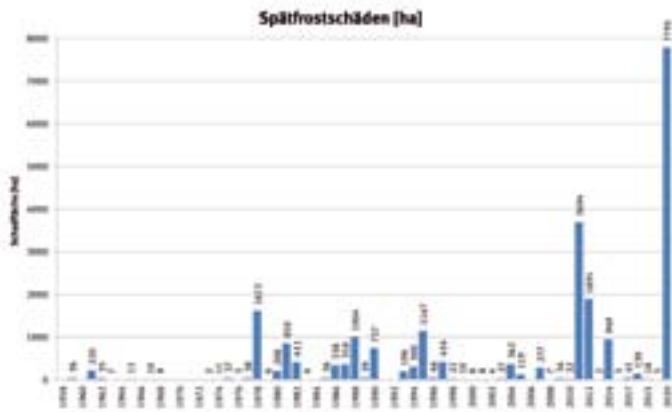


Abb. 62: Spätfrostschäden (ha) seit 1958



Bild 26 und 27: Frostschäden an Eiche und Weißtanne

Juli nur eine spärliche Belaubung mit kleinen, deformierten Blättern. Jüngere Buchen aus Kunst- und Naturverjüngungen haben sich hingegen recht gut erholt, allerdings waren auch hier die nachgewachsenen Blätter deutlich kleiner als normal.



Bild 28 und 29: Frostschäden an Buche und deren Regeneration

Mitte Juni 2020 überquerte die erste große Gewitterfront mit Starkregen und Hagel das Land, an der DWD-Station Mühlhausen wurden dabei Niederschlagsmengen bis 69 mm in 24 h gemessen. Die regional recht ergiebigen Niederschläge im Juni (+ 17 % im Landesmittel) haben vielerorts zu einem Anstieg der Bodenfeuchte über das Niveau von 2018/19 geführt, bevor es im Juli wieder deutlich zu trocken war (-58 %).

Entspannung brachten die Niederschläge aber im Hinblick auf die Waldbrandgefahr. Die höchsten Stufen 4 und 5 oder länger anhaltende Perioden mit einer flächendeckend hohen Waldbrandgefahr traten nur vereinzelt auf. Bis Ende September waren 33 Waldbrände auf 8,3 ha Fläche zu verzeichnen (2019: 43 Brände auf 21,48 ha).

Das Frühjahr 2020 war mit durchschnittlich 8,4 °C um 0,4 °C wärmer als im langjährigen Mittel. Es fielen 109 mm Niederschlag, das sind 38 % weniger als im langjährigen Mittel. Außergewöhnlich trocken war es zu Beginn der Vegetationsperiode im April bei durchschnittlich nur 10 mm Niederschlag (-81 %) und auch im Mai regnete es 27 % weniger als Normal. Mit einer Temperaturabweichung von -1,4 K war es im Mai aber erstmals wieder deutlich kälter. Zur Monatsmitte sorgte ein Temperatursturz mit Bodenfrösten bis -11 °C (DWD-Station Neuhaus am 12.05.2020) für die stärksten Frostschäden an Waldbäumen seit Beginn der Dokumentation im Jahr 1958. Auf einer Fläche von rund 7.800 ha sind viele austreibende Laubbäume, aber auch die Maitriebe von Nadelhölzern erfroren (Abb. 62).

Besonders betroffen waren Buchenbestände in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes und Laubbäume im äußersten Süden des Landes. Der Austrieb der Buche in den unteren Lagen hat trotz der sehr zeitigen Knospenschwellung genau wie 2019 ab Mitte April begonnen und war in der ersten Maidekade weitestgehend abgeschlossen. Lediglich in kühleren Tälern und Senken verzögerte sich der Blattaustrieb, so dass auch hier Frostschäden auftraten. In den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge trieb die Buche erst Ende April/Anfang Mai aus und war zum Zeitpunkt der stärksten Fröste am 12. Mai in einer kritischen Phase. Starke Frostschäden waren auch an Eichen und Eschen sowie an den gerade austreibenden Fichten, Weißtannen und Douglasien zu verzeichnen.

Während sich Eschen und Eichen relativ rasch regeneriert haben, erfolgte der Wiederaustrieb bei der Buche deutlich verhaltener. Vor allem die vom Frost betroffenen Altbuchen zeigten Ende

Um die Auswirkungen der Witterung auf den Wald regional noch besser einordnen zu können, sind in den Tabellen 2 und 3 im Anhang die Monatsmitteltemperaturen und die Niederschläge sowie deren Abweichungen vom langjährigen Mittel für die größten Forstlichen Wuchsgebiete aufgeführt. In der nachfolgenden Tabelle ist die klimatische Wasserbilanz (KWB) als Differenz aus Niederschlagsmenge minus potenzielle Verdunstung dargestellt. Die KWB zeigt, ob bei Niederschlagsereignissen Wasser im Boden versickert und die Wasserspeicher gefüllt werden. Erwartungsgemäß war in den letzten Jahren das größte Wasserdefizit im Thüringer Becken und in der Leipziger Sandlöß-Ebene zu verzeichnen, während in den Mittelgebirgen zumindest im Winter eine Versickerung stattgefunden hat.

Tab. 3: Klimatische Wasserbilanz in den Forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN, Klimaagentur)

Klimatische Wasserbilanz	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
	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

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 niedrigsten 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

Die Wasserverfügbarkeit ist ein limitierender Faktor für den Zustand und das Wachstum von Bäumen und Pflanzen. Ist im Boden zu wenig pflanzenverfügbares Wasser vorhanden, dann besteht eine potenzielle Trockenstressgefahr. Diese lässt sich anhand der Bodenfeuchte sehr gut abschätzen. Die Bodenfeuchte wird an den Wald- und Hauptmessstationen tagaktuell aus den Messdaten zum Bodenwassergehalt (Vol. %) abgeleitet und seit Mai 2020 in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst (Abt. Agrarmeteorologie Leipzig) für die Regionen im Umfeld der Thüringer DWD-Stationen anhand des DWD-Modells METVER berechnet. Wichtige Parameter bei der Modellrechnung sind neben den meteorologischen Eingangsgrößen vor allem die Art der Bestockung und das Wasserspeichervermögen des Bodens. Das DWD-Modell wurde zu diesem Zweck für die Hauptbaumarten Fichte, Buche, Kiefer und Eiche anhand von Messdaten der Wald- und Hauptmessstationen validiert und angepasst.

Das standortspezifische Wasserspeichervermögen des Bodens wird durch die nutzbare Feldkapazität (nFK) beschrieben – der maximalen Speichermenge an pflanzenverfügbarem Wasser in 100 % Feinboden (l/m³). Die Speicherfähigkeit hängt dabei maßgeblich von der Bodenart (Anteil Sand/Schluff/Ton), dem Skelettgehalt, der Bodendichte und der Humusdicke ab. Je höher z. B. der Sandanteil und vor allem bei Waldböden der Steinanteil ist, desto weniger Wasser vermag der Boden zu speichern. Die Bodenfeuchte beschreibt, wie viel Prozent des maximal pflanzenverfügbaren Wassers (%nFK) tagaktuell vorhanden ist. Aus diesem Wert lässt sich das Trockenstressrisiko für den Wald ableiten.

Die nachfolgenden Grafiken zeigen die Entwicklung der Bodenfeuchte seit 2018 für einige Beispielregionen. Der in den Grafiken gelb hinterlegte Bereich beschreibt mit dem 15er Perzentil (15 % der niedrigsten Bodenfeuchtwerte im Zeitraum von 1991 - 2020) den Zustand „extrem trocken“, der blaue Grafikbereich beschreibt mit dem 85er Perzentil (15 % der höchsten Bodenfeuchtwerte im Zeitraum von 1991 - 2020) den Zustand „extrem feucht“. Der grüne Bereich umfasst 70 % der Bodenfeuchtwerte im Zeitraum von 1991 - 2020 und stellt den „Normalbereich“ dar.

Die statistisch-meteorologische Einordnung der Bodenfeuchte im Vergleich zum langjährigen Mittel ist im Rahmen der Risikovorsorge sehr wichtig, sagt aber nur wenig über die tatsächliche Trockenstressgefahr aus. Während bei landwirtschaftlichen Kulturen ab einer Bodenfeuchte <30 %nFK mit Ausfällen zu rechnen ist, wird es für Waldbäume schon bei einer Bodenfeuchte <40 %nFK kritisch. Langanhaltende Phasen mit einer Bodenfeuchte <40 %nFK lassen starke Trockenschäden in den Waldbeständen erwarten und begünstigen die Ausbreitung forstlicher Schadinsekten und -pilze.

Die Region Artern im Kyffhäuserkreis ist mit 490 mm Jahresniederschlag und einer Jahresmitteltemperatur von 9,3 °C (DWD-Referenzperiode 1981 - 2010) die trockenste und wärmste Region Thüringens, sommerlicher Trockenstress ist für die hier stockenden Waldbestände (zumeist Buche, Kiefer, Eiche, sonst. Laubholz) weitestgehend normal. Seit Juni 2018 bleibt die Bodenfeuchte im Jahresverlauf jedoch deutlich unter dem langjährigen Mittel und fast durchweg im kritischen Bereich <40 %nFK. Während der Hauptvegetationszeit war das dritte Jahr in Folge bis in 2 m Tiefe kein pflanzenverfügbares Wasser mehr im Boden vorhanden. Dieser Zustand ist sehr außergewöhnlich, in den letzten 50 Jahren war bislang nur in den Einzeljahren 1976 und 1991 derart starke Bodentrockenheit zu verzeichnen.

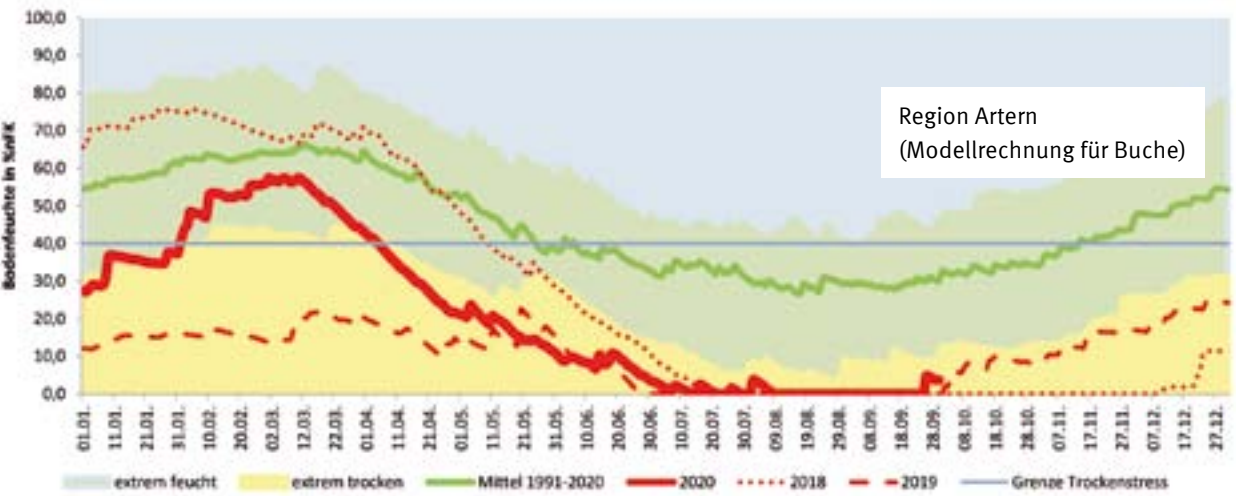


Abb. 63: Jahresverlauf Bodenfeuchte in der Region Artern (DWD-METVER bis 2 m Tiefe, Stand: 30.09.2020)

Die umliegenden Waldgebiete Hohe Schrecke und Kyffhäuser sowie der südöstliche Teil der Hainleite sind landesweit mit am stärksten von Trockenschäden betroffen. Im Thüringer Forstamt Sondershausen waren bis Ende September 2019 rund 355.000 fm und bis Ende September 2020 rund 791.000 fm trockenes Holz zu verzeichnen. Der Zustand des Waldes hat sich hier seit 2018 dramatisch verschlechtert (Tab. 2). Besonders betroffen sind auch in diesem Jahr wieder zahlreiche alte Buchen. Die in der Region stockenden Fichtenbestände sind nach dem massiven Borkenkäferbefall inzwischen fast vollständig abgängig, das Diplodia-Triebsterben bei der Kiefer und die Stammschädlinge bei Kiefer und Lärche haben sich weiter ausgebreitet. Zahlreiche Eichenbestände wurden auch in diesem Jahr wieder vom Schwammspinner teilweise kahlgefressen (siehe Kapitel 3.2).

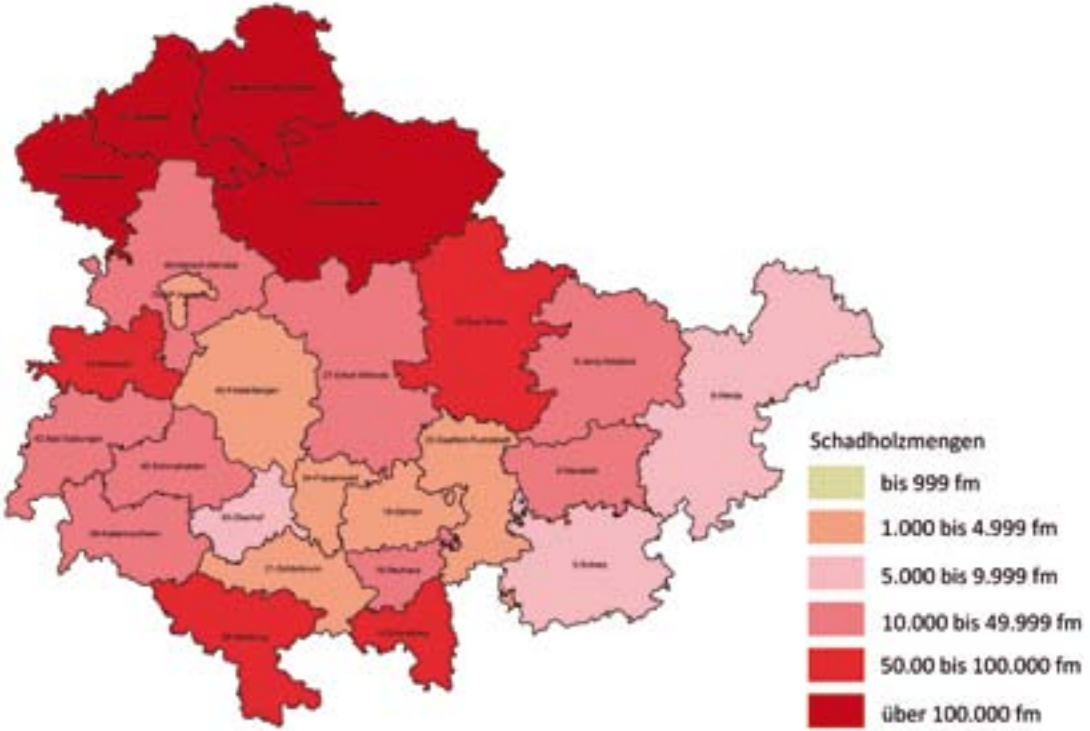


Abb. 64: Schadholzmengen 2020 (fm) durch Trockenheit (Stand: 30.09.2020)

An der Hauptmessstation (HMS) Possen im nord-westlichen Teil der Hainleite war in diesem Jahr bis Ende Juli 2020 rund 20 - 30 % mehr Niederschlag zu verzeichnen als im Vergleichszeitraum 2018/19. Die Bodenfeuchte lag hier Anfang August bei 24 %nFK (Abb. 65), das ist nur wenig mehr als 2019 (20 %nFK), aber immerhin deutlich über dem Niveau von 2018 (5 %). Die Länge der Trockenstressphasen hat seit 2003 spürbar zugenommen und erstreckt sich teilweise über mehrere Monate. Der Boden ist bis in tiefere Schichten ausgetrocknet, die naheliegende Waldquelle seit April 2019 versiegt. Der an der HMS Possen in Plateaulage stockende 83jährige Buchenbestand hatte in diesem Jahr eine mittlere Kronenverlichtung von 35 % (2019: 38 %). Das passt zum allgemeinen Schadbild im Umfeld der Messstation. Die an den trockenen Südhängen stockenden Buchen zeigen deutlich stärkere Trockenschäden als die an feuchteren Nordhängen und in Plateaulagen wachsenden Bäume.

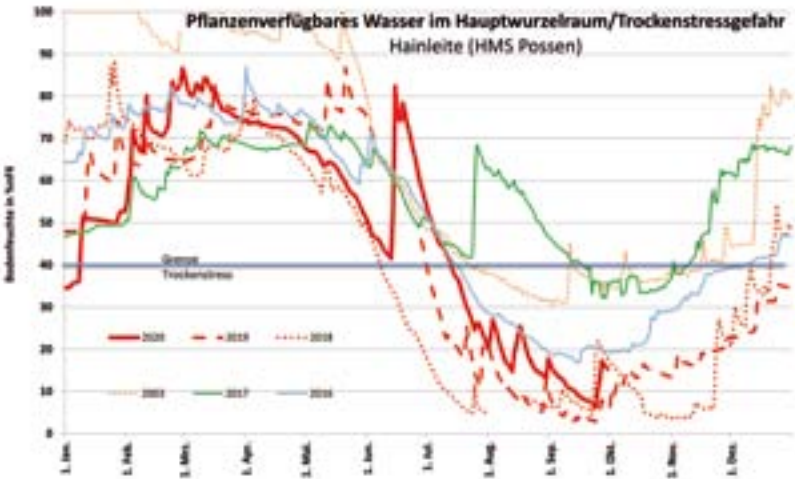


Abb. 65: Bodenfeuchte im Hauptwurzelraum (bis 1 m Tiefe) in der Hainleite (Stand 30.09.2020)

Die Region Erfurt und das Thüringer Becken sind mit einem Jahresniederschlag von 539 mm und 8,5 °C Jahresmitteltemperatur (DWD-Referenzperiode 1981 - 2010) nicht ganz so warm und trocken wie die Region Artern, aber auch hier sind kurze sommerliche Trockenstressphasen normal. Seit Juni 2018 bleibt die Bodenfeuchte bis in 2 m Tiefe aber im gesamten Jahresverlauf deutlich unter dem langjährigen Mittel, nur im Juni 2020 haben die überdurchschnittlichen Niederschläge für einen nennenswerten Anstieg der Bodenfeuchte und eine im Vergleich zu 2019 etwas günstigere Situation gesorgt.

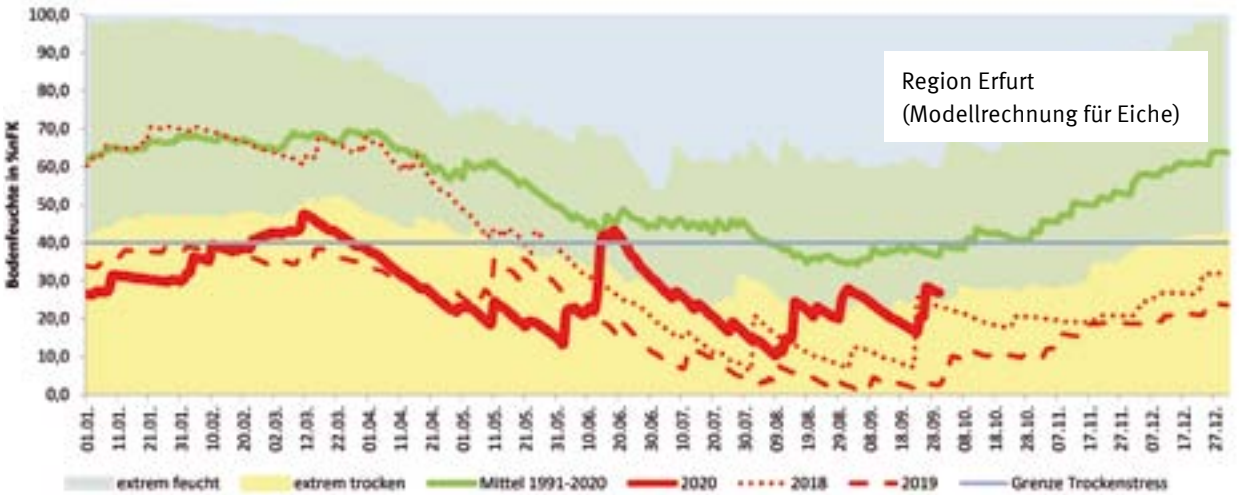


Abb. 66: Jahresverlauf Bodenfeuchte in der Region Erfurt/Thüringer Becken (DWD-METVER bis 2 m Tiefe, Stand: 30.09.2020)

Dieser Anstieg der Bodenfeuchte über den kritischen Wert von 40 %nFK war allerdings nur von kurzer Dauer, das zeigen auch die Ergebnisse der nahegelegenen Waldmessstation (WMS) im Steiger (Abb. 67). Genau wie in den Vorjahren war hier ab Anfang Juli 2020 im Hauptwurzelraum der Bäume (bis 1 m Tiefe) kein pflanzenverfügbares Wasser mehr vorhanden. Im Umfeld der Messstation stockt vorzugsweise Eiche, gemischt mit Buche und Edel-laubbäumen. Die Eiche kam aufgrund ihres ausgeprägten Pfahlwurzelstystems mit den sommerlichen Wasserdefiziten relativ gut zurecht und erholte sich nach einzelnen Trockenjahren wieder. Die seit Jahren sinkende Bodenfeuchte hat jetzt aber ein Niveau erreicht, welches es im Thüringer Becken in den letzten 50 Jahren nicht gab und im Umfeld der Messstation sind inzwischen zahlreiche Bäume von der Trockenheit gezeichnet.

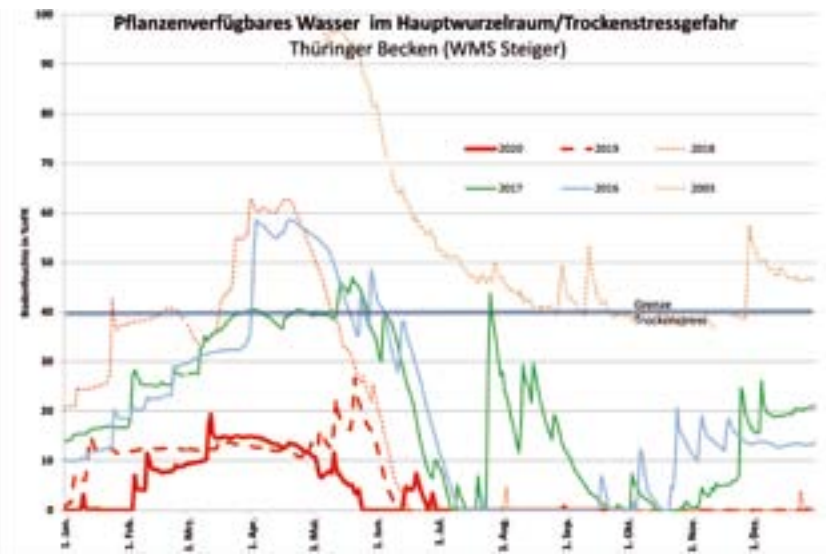


Abb. 67: Bodenfeuchte/pflanzenverfügbares Wasser im Hauptwurzelraum (bis 1 m Tiefe) im Thüringer Becken (Stand 30.09.2020)

Die Region Neuhaus im Thüringer Schiefergebirge ist mit 1306 mm Jahresniederschlag und einer Jahresmitteltemperatur 5,6 °C (DWD-Referenzperiode 1981 - 2010) eine der kühlest und feuchtesten Regionen Thüringens. Die Bodenfeuchte sinkt hier normalerweise auch im Sommer nicht unter 70 %nFK, in den Herbst- und Wintermonaten ist der Bodenwasserspeicher meist zu 100 % gefüllt. In den letzten beiden Jahren ist der Waldboden allerdings auch hier deutlich trockener geworden, die Bodenfeuchte lag während der Vegetationszeit weit unter dem langjährigen Mittel und im September 2019 war eine über mehrere Wochen anhaltende Trockenstressphase (<40 %nFK) zu verzeichnen. Die in dieser Region dominierende Fichte war bislang ausgesprochen „wasserverwöhnt“ und reagierte 2018/19 auf die zunehmende Bodentrockenheit mit vereinzelt Trockenschäden, vor allem aber mit einer starken Prädisposition gegenüber dem Borkenkäferbefall. Inzwischen hat sich der Borkenkäferbefall trotz der 2020 deutlich besseren Wasserversorgung auch hier massiv ausgeweitet (siehe auch Kapitel 3.2), zahlreiche Fichtenbestände sind stark aufgelichtet oder in Auflösung begriffen.

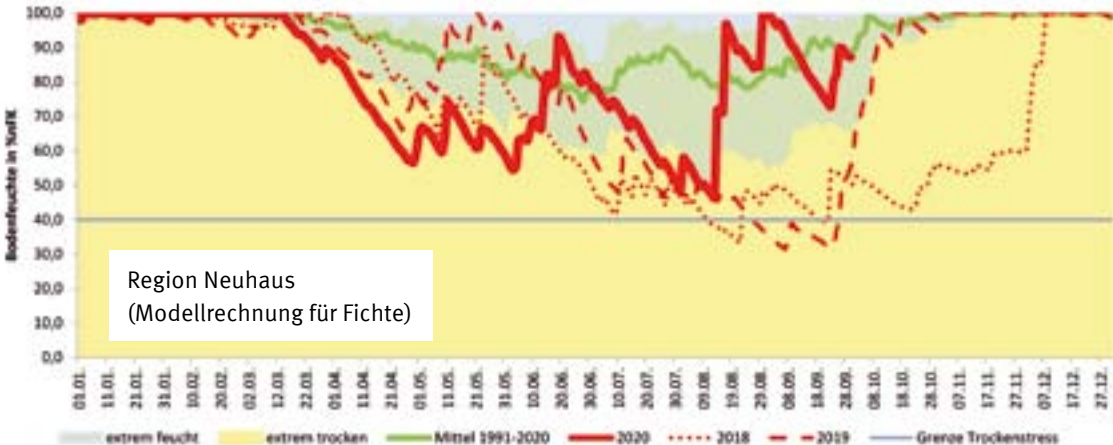


Abb. 68: Jahresverlauf Bodenfeuchte in der Region Neuhaus (DWD-METVER bis 2 m Tiefe, Stand: 30.09.2020)

In Ostthüringen waren die regionalen Unterschiede in diesem Jahr sehr stark ausgeprägt. Während die überdurchschnittlichen Niederschläge im Februar und Juni für die Region Gera immer nur kurzzeitig eine Entspannung brachten, blieben die Böden in der ca. 30 km entfernten Region Greiz bis Ende Juli mit 54 %nFK deutlich feuchter als 2018/19.

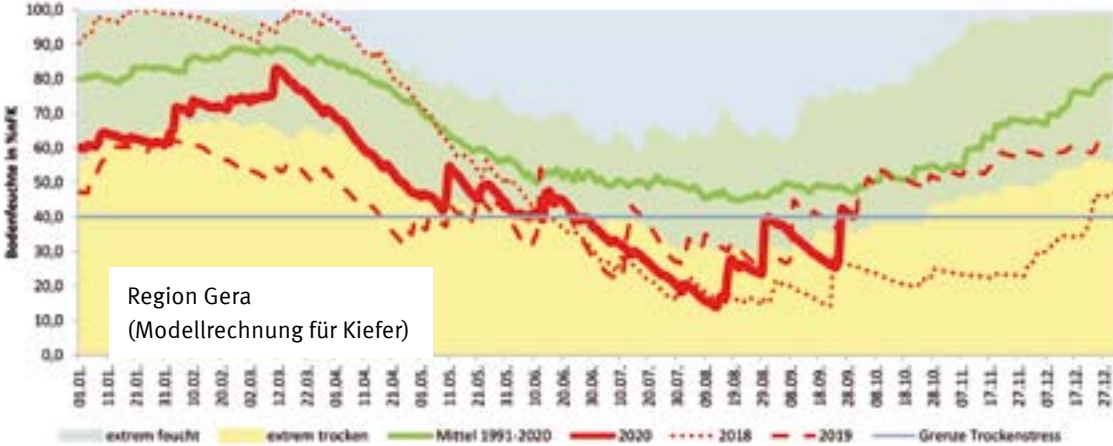


Abb. 69: Jahresverlauf Bodenfeuchte in der Region Gera (DWD-METVER bis 2 m Tiefe, Stand: 30.09.2020)

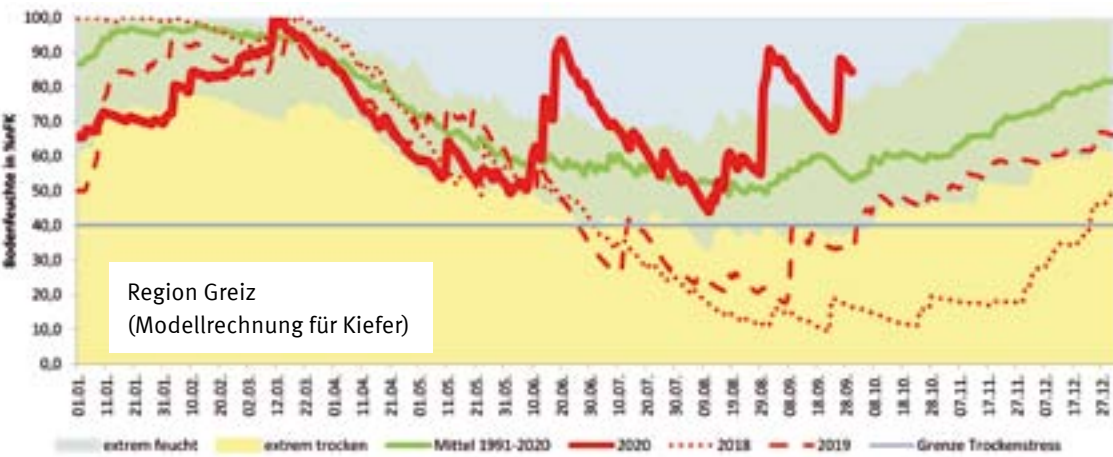


Abb. 70: Jahresverlauf Bodenfeuchte in der Region Greiz (DWD-METVER bis 2 m Tiefe, Stand: 30.09.2020)

Die Region Greiz ist mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,1 °C und 685 mm Jahresniederschlag (DWD-Referenzperiode 1981 - 2010) insgesamt feuchter und kühler als die Region Gera (8,6 °C, 619 mm), die Trockenheit 2018/19 hat aber auch hier massive Spuren hinterlassen. Neben dem Borkenkäferbefall in der Fichte zeigen vor allem die in Ostthüringen stockenden Kiefern ein bislang noch nie dagewesenes Schadniveau. Erst im August 2020 fiel erstmals wieder so viel Niederschlag, dass Anlass zur Hoffnung für das nächste Jahr besteht.

3.2 Einfluss forstlicher Schadorganismen auf den Waldzustand

Seit Beginn der geregelten Forstwirtschaft im 18. Jahrhundert wurde der Zustand des Waldes in Thüringen noch niemals so stark durch die Massenvermehrung forstlicher Schadorganismen geprägt wie in den letzten drei Jahren. Die meisten forstlichen Schadorganismen sind seit Jahrtausenden mit unseren Hauptbaumarten vergesellschaftet und latent in den Wäldern vorhanden. In den letzten Jahrzehnten sind neue Schadorganismen aus wärmeren Ländern und/oder anderen Kontinenten hinzugekommen, die sich aufgrund der für sie optimalen Bedingungen ungehindert vermehren. Größere und kleinere Kalamitäten traten in Thüringen immer wieder auf, in den letzten 75 Jahren war die Borkenkäferkalamität der Nachkriegszeit (1946 - 1949) mit rund 2,6 Mio. fm Schadholzanfall die bislang stärkste, gefolgt von der Kalamität nach dem Trockensommer 2003 als in den Jahren 2003/2004 ca. 640.000 fm Buchdrückerschadholz anfielen. Die seit 2018 zunehmende Dimension der Massenvermehrungen und die Geschwindigkeit der Ausbreitung bislang unauffälliger Schaderreger übersteigen allerdings alles bisher Dagewesene.

3.2.1 Forstliche Schaderreger/Schäden an Fichte

Die im allgemeinen Sprachgebrauch als „Borkenkäfer“ bezeichneten Arten Großer Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) sind rindenbrütende Schadinsekten. Aufgrund der seit 2018 überwiegend trocken-warmen Witterung hat sich in den letzten drei Jahren eine enorm hohe Populationsdichte entwickelt. In vielen Regionen führte die Witterung im Jahresverlauf 2018 und 2019 zur vollständigen Ausbildung einer dritten Käfergeneration, so dass die Anzahl der unter der Rinde oder im Boden überwinterten Käfer rund 30 mal 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 Wassermangel geschwächten Fichten haben den raschen Schadfortschritt zusätzlich begünstigt. Dieses Bild bietet sich aber nicht nur in Thüringen - Stürme, extreme Dürre und massiver Borkenkäferbefall hat den Wäldern in ganz Deutschland in den vergangenen zwei Jahren immens zugesetzt. Seit Jahresbeginn 2018 sind landesweit inzwischen ca. 6 Mio. fm Schadholz (Stand 30.09.2020) durch Buchdrucker- und Kupferstecherbefall zu verzeichnen (Abb. 71 und 72), allein in diesem Jahr fielen bis Ende September rund 2,9 Mio. fm Käfer-Schadholz an. Damit hat sich die aktuelle Kalamität zur bisher größten Borkenkäferkatastrophe in Thüringen entwickelt. Viele Fichtenbestände in den unteren Lagen, vorrangig auf Muschelkalk, Keuper und Löss, sind inzwischen entweder stark aufgelichtet oder haben sich bereits vollständig aufgelöst.

In den rund 80 Monitoring-Fällen des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums Gotha wurde in der diesjährigen Schwarmflugsaison bis Mitte Juni durchschnittlich etwa ein Drittel mehr Buchdrucker gefangen als im gleichen Zeitraum 2019.

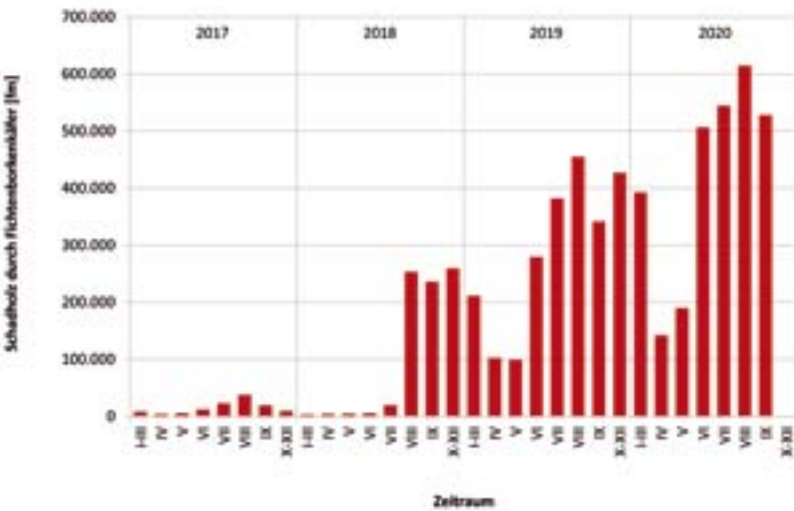


Abb. 71: Aktuelle Schadholzmengen (fm) durch Buchdrucker und Kupferstecher (Stand 30.09.2020)

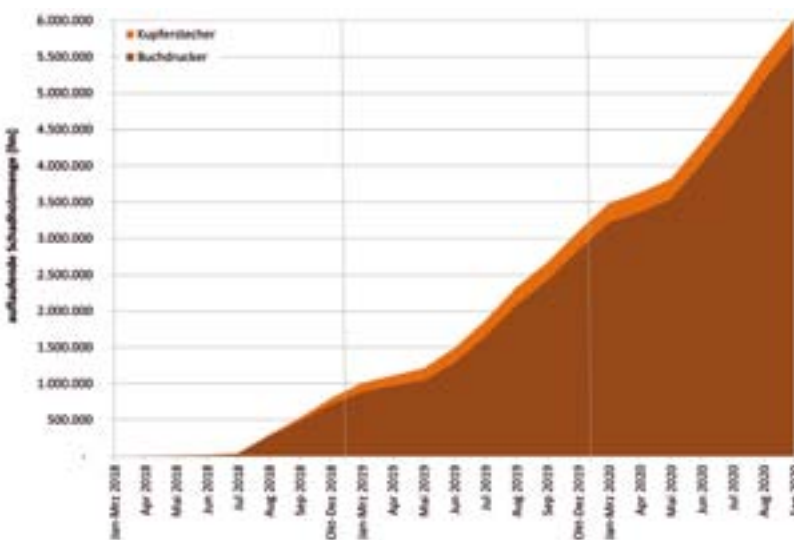


Abb. 72: Auflaufende Schadholzmengen (fm) durch Buchdrucker und Kupferstecher seit 2018 (Stand 30.09.2020)

In einigen Regionen wurden sogar mehr als 70.000 Käfer pro Falle und Woche registriert. Das sind bedenkliche Rekordwerte und auch bei Dauerregen und sommerlicher Kälte wären diese Populationsdichten ausreichend, um enorme Mengen an Schadholz zu produzieren. Landesweit nahm die Anzahl der registrierten Buchdrucker-Befallsherde stark zu. Waren im ersten Halbjahr 2018 insgesamt 1.409 Befallsherde mit durchschnittlich 12 fm Schadholz zu verzeichnen, so wurde im ersten Halbjahr 2020 mit 13.660 Buchdrucker-Befallsherden und durchschnittlich 87 fm Schadholz je Herd ein extrem hohes Niveau erreicht.

Die Abb. 73 bis 75 verdeutlichen die dramatische Ausbreitungsdynamik des Buchdruckers in den Fichtenbeständen der Reviere in den Thüringer Forstämtern seit 2018. In einigen Bereichen ist ein Rückgang der Schadholzmengen zu verzeichnen, da sich hier die noch vor zwei Jahren vorhandenen Fichtenbestände mitunter vollständig aufgelöst haben.

Aufgrund der steigenden Anzahl und Größe der Befallsherde ist die rechtzeitige Erkennung, Entnahme und Abfuhr des befallenen Holzes für alle Waldbesitzer enorm schwierig und inzwischen kaum noch leistbar. Trotzdem ist es nach wie vor die einzige Möglichkeit, um die weitere Ausbreitung der Borkenkäfer zu verhindern.

Blatt- und nadelfressende Schaderreger wie die Nonne (*Lymantria monacha*) oder die Große Fichtenspinstblattwespe (*Cephalcia abietis*) traten in diesem Jahr an der Fichte nicht in Erscheinung.



Bild 30: Borkenkäferbefall bei Fichte



Bild 31: Geräumte Fichtenfläche nach Borkenkäferbefall

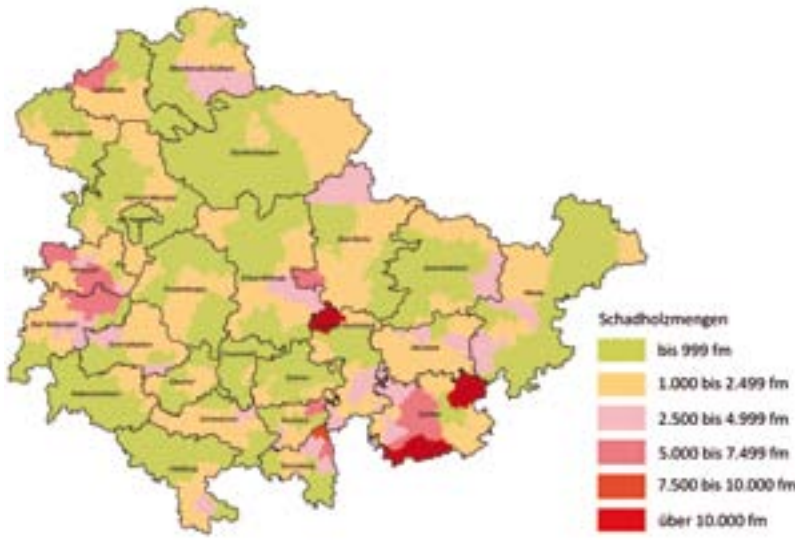


Abb. 73: Stehendbefall durch Buchdrucker im Zeitraum 01.01. - 30.09.2018

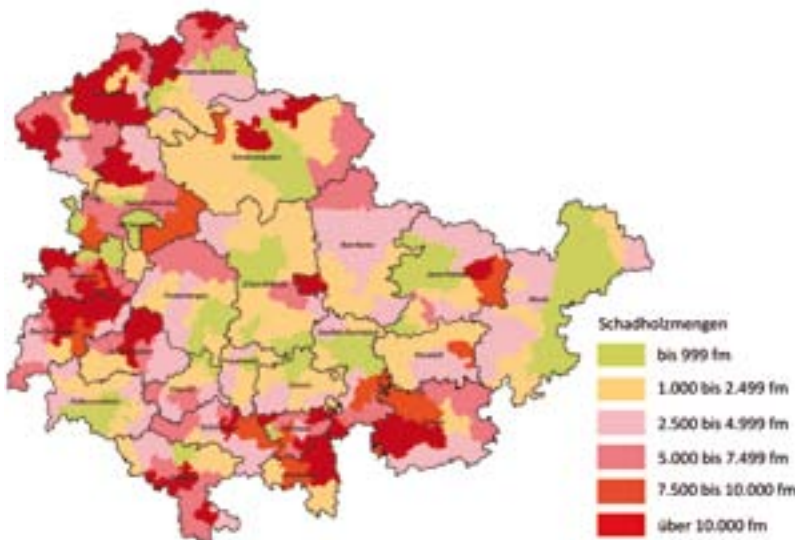


Abb. 74: Stehendbefall durch Buchdrucker im Zeitraum 01.01. - 30.09.2019

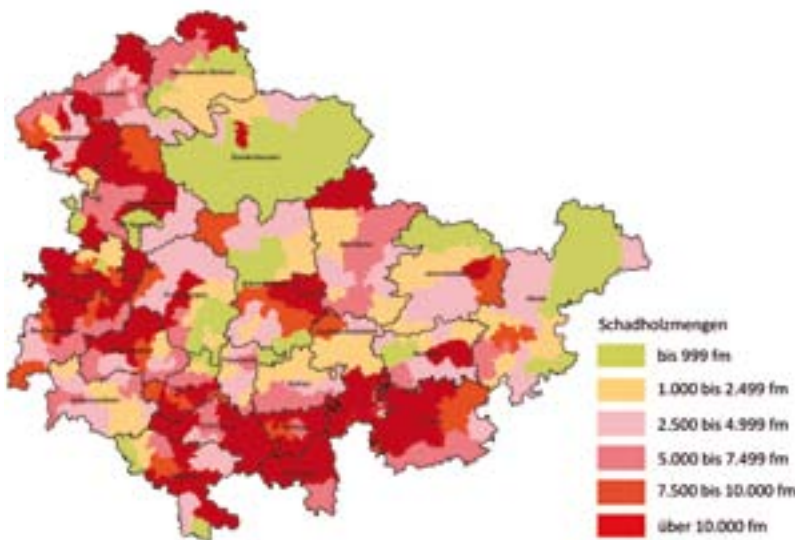


Abb. 75: Stehendbefall durch Buchdrucker im Zeitraum 01.01. - 30.09.2020

Pilzliche Schaderreger traten an der Fichte mit Ausnahme des Hallimasch (*Armillaria spp.*) in den letzten Jahren kaum auf. Hallimasch ist kein baumartenspezifischer Pilz, als Schwächeparasit besitzen die einzelnen Arten dieser Gattung aber ein großes Wirtsspektrum. Vor allem bei anhaltender Trockenheit und in vorgeschädigten Beständen tritt ein verstärkter Hallimaschbefall auf. In den letzten Jahren ist eine Zunahme des Fichten-Triebsterben (*Sirococcus conigenus*) in den Kammlagen des Thüringer Waldes zu verzeichnen. Zunächst äußert sich die Schädigung durch eine bräunliche Verfärbung der Nadeln, charakteristisch für die forstschreitende Erkrankung ist dann eine Krümmung der Triebspitze, später fallen die Nadeln ab. Durch den wiederholten Befall der Maitriebe verlichtet die Krone von außen nach innen. In der Folge kann es zum Absterben von Zweigen, Ästen und Wipfeltrieben kommen. Starker Befall kann im Laufe der Jahre zu merklichen Vitalitätsverlusten führen, im Extremfall stirbt der Baum ab.

3.2.2 Forstliche Schaderreger/Schäden an Kiefer

Bei der Kiefer überlagerten sich auch in diesem Jahr die sichtbaren Schadbilder sehr stark. Schäden durch rindenbrütende Schadinsekten sind auf den ersten Blick nicht immer abgrenzbar von der häufig anzutreffenden Trockenschütte (Verfärbung/Abwurf des letzten Nadeljahrgangs bei Trockenheit), dem Diplodia-Triebsterben, einem Hallimaschbefall oder anderen Krankheiten, die mit Nadelverfärbungen oder dem Absterben von Trieben einhergehen. Aufschluss gibt hier erst der Blick unter die Rinde oder eine genaue Betrachtung der Nadeln. Die Befallsmengen durch rindenbrütende Schadinsekten wie den Blauen Kiefernprachtkäfer (*Phaenops cyanea*), den Zwölffährigen Kiefernborkekäfer (*Ips sexdentatus*) und den Sechszährigen Kiefernborkekäfer (*Ips acuminatus*) ist weiter konstant hoch. Bis Ende September 2020 wurden aus den Thüringer Forstämtern rund 35.000 fm von diesen rindenbrütenden Käfern befallenes Holz gemeldet. Im Vergleich zum Schadholzanfall in der Fichte erscheint dies vergleichsweise wenig, allerdings hat sich diese Menge seit 2019 (15.000 fm) mehr als verdoppelt (Abb. 76 und 77).

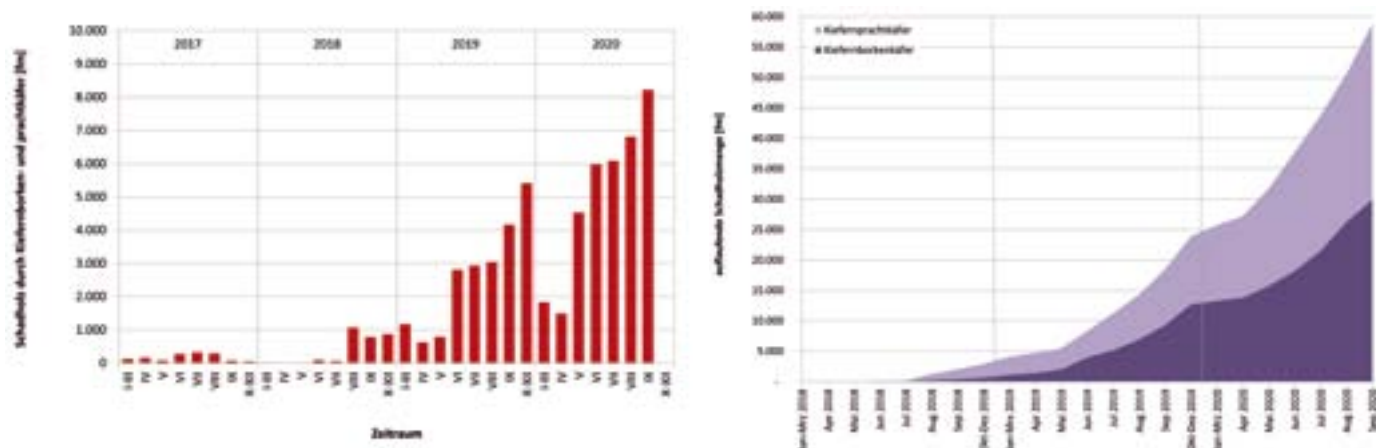


Abb. 76 und 77: Aktuelle Schadholzmengen (fm) und auflaufende Schadholzmengen (fm) durch den Blauen Kiefernprachtkäfer, den Zwölffährigen Kiefernborckäfer und den Sechszährigen Kiefernborckäfer (Stand 30.09.2020)

Kiefernborkekäfer entwickeln ein bis zwei Käfergenerationen im Jahr, der Buchdrucker hingegen bis zu 3 Generationen. Das ist eine deutlich höhere Vermehrungsrate. Des Weiteren besitzen Kiefern ein Pfahlwurzelsystem (Fichte Flachwurzler) und können das verfügbare Bodenwasser bis in tiefere Schichten erschließen. Ihr Abwehrvermögen gegenüber Schädlingen ist dadurch etwas besser.

Keine nennenswerten Schäden haben nadelfressende Schadinsekten wie die Nonne (*Lymantria monacha*), Forleule (*Panolis flammea*), der Kiefernspanner (*Bupalus piniaria*), der Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*) und die Buschhornblattwespen (*Diprion spp.*) verursacht. Die Nonne neigt vor allem im Flachland und Hügelland mit sehr geringen Jahresniederschlägen zu Massenvermehrungen, diese Bedingungen sind vor allem in Nordostdeutschland vorzufinden. Forleule, Kiefernspanner, Kiefernspinner und Buschhornblattwespe befinden sich nicht nur in Thüringen in der Latenz, sondern auch in anderen Regionen Deutschlands. Grund dafür sind die sich veränderten Bedingungen der Überwinterung im Boden. Durch warmfeuchte Witterung im Winter kommt es zu einer nicht vollständigen Winterruhe und einer Verpilzung der Insekten.

Weiter ausgebreitet hat sich auch in diesem Jahr das durch den Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia pinea*) verursachte Triebsterben bei Kiefer und Schwarzkiefer. Die milden Winter der letzten Jahre und die häufigen Trockenphasen boten günstige Bedingungen für die Verbreitung der Pilzsporen. Inzwischen sind nicht nur die von Natur aus trockenen Standorten betroffen, sondern viele Kiefernbestände landesweit. Bis Ende 2019 wurden aus den Forstämtern insgesamt 345 ha Befall gemeldet (2018: 250 ha), die Zahlen für 2020 liegen erst zum Jahresende vor.

3.2.3 Forstliche Schaderreger/Schäden an Buche

Der Zustand der Buche wird zwar landesweit von starken Trockenschäden dominiert, in vielen Buchenbeständen ist aber auch ein stärkerer Befall durch rindenbrütende Käfer, vor allem durch den Kleinen Buchenborkekäfer (*Taphrorychus bicolor*) und den Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis*) zu verzeichnen. Beide Käfer sind heimische Arten, die in den letzten 70 Jahren kaum in Erscheinung traten, seit 2018 aber ein ernst zu nehmendes Schadpotenzial entwickeln. Der Buchenprachtkäfer neigt nach Dürre- und Hitzejahren bekanntermaßen zu Massenvermehrungen. Der Kleine Buchenborkekäfer weist eine große ökologische Valenz auf, indem er sowohl in abgetrocknetem als auch frischem Holz brütet. Zunehmend werden geschwächte Buchen und Buchen in aufgelichteten Beständen befallen.



Bild 32 und 33: Schäden und Ausbohrlöcher durch den Buchenborkekäfer

Um eine Ausbreitung zu verhindern, sind die gezielte Entnahme befallener Buchen und deren zügiger Abtransport aus dem Wald notwendig. Damit wird gleichzeitig auch dem Befall durch holzbrütende und holzentwertende Insekten wie dem Laubnutzholzborkenkäfer (*Trypodendron domesticum*) und dem Sägehörnigen Werftkäfer (*Hylecoetus dermestoides*) entgegen gewirkt. Weiterhin sind ein verstärkter Hallimasch-Befall und die Zunahme der Wurzelhalsfäule bei der Buche zu verzeichnen. Das einzelstamm- bzw. truppweise Auftreten von Wurzelhalsfäulen (Erreger: *Phytophthora spp.*), hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen und beeinflusst die Vitalität der betroffenen Buchen bzw. fördert den Befall durch Sekundärschädlinge.

3.2.4 Forstliche Schaderreger/Schäden an Eiche

Bei der Eiche verursachte der blattfressende Schwammspinner (*Lymantria dispar*) das zweite Jahr in Folge starke Schäden. Der wärmeliebende Schaderreger hat sich in den letzten Jahren stark vermehrt und bis Ende Juli waren in diesem Jahr erneut auf 146 ha Fläche ein vollständiger Kahlfraß und auf 230 ha Fläche ein starker bis merklicher Fraß zu verzeichnen (2019: 820 ha Fraßschäden). In Ostthüringen waren neben zahlreichen Eichen- und Hainbuchenbeständen auch Kippenrekultivierungsflächen betroffen.



Bild 34: Schwammspinnerbefall an Eiche

Auf rund 190 ha der in 2019 stark befallenen Eichenflächen wurde Anfang Mai 2020 zur Vermeidung erneuter Fraßschäden erstmals seit 22 Jahren wieder ein Pflanzenschutzmittel (Mimic) aus der Luft ausgebracht, um die betroffenen Bestände vor einem erneuten Kahlfraß und damit vor der Gefahr eines flächigen Absterbens der Eichen zu schützen. Der Bekämpfung waren intensive Monitoringmaßnahmen und Abstimmungen, insbesondere mit den zuständigen Naturschutzbehörden, vorausgegangen. Das verwendete Pflanzenschutzmittel Mimic wirkt spezifisch gegen blattfressende Schmetterlingsraupen und hat von den infrage kommenden Alternativen die geringsten Nebenwirkungen auf Nichtzielorganismen. Die Wirkung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes setzte relativ rasch ein, so dass die behandelten Eichenbestände im Mai wieder normal belaubte Kronen ausbildeten und eine Auflösung dieser Bestände vermieden werden konnte. Derzeit läuft ein mit dem Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz abgestimmtes mehrjähriges Monitoring zu den Folgewirkungen des Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf die Nichtzielorganismen.

Die Ausbreitung des für die menschliche Gesundheit gefährlichen Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) schreitet weiter fort, bestätigte Nachweise liegen neben dem Forstamt Heldburg inzwischen auch aus den Forstamtsbereichen Sonneberg, Kaltennordheim, Schmalkalden und Jena-Holzland vor. Auffällige Blattverluste durch starke Fraßschäden, vergleichbar mit den Schäden durch den Schwammspinner, sind bislang nicht zu verzeichnen.

Der Befall der Eiche durch rindenbrütende Insekten wie den Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) und den Eichensplintkäfer (*Scolytus intricatus*) hat im Vergleich zum Vorjahr zugenommen. Bis Ende September waren rund 3.500 fm Schadholz zu verzeichnen (2019: 1.900 fm). Beide Käfer gelten als wärmeliebende Arten und besiedeln als Sekundärschädlinge in der Regel nur vorgeschädigte Bäume. Angesichts der durch Trockenheit und Schwammspinnerfraß geschwächten Vitalität der Eichen, ist ein weiterer Anstieg der Befallszahlen im nächsten Jahr zu erwarten.

Der Eichenmehltau (*Erysiphe alphitoides*) schädigt als pilzlicher Schaderreger vorrangig die Regenerationstriebe der Eiche nach einem Blattfraß und kann einzelne Triebe oder junge Pflanzen zum Absterben bringen. Die Schadfläche ist mit 300 ha in diesem Jahr in etwa genauso hoch wie 2019 (350 ha), aber deutlich höher als in den Jahren zuvor (2018: 46 ha).

3.2.5 Forstliche Schaderreger/Schäden an Lärche

Ähnlich wie bei den Fichtenborkenkäfern, aufgrund des geringeren Baumartenanteils allerdings auf niedrigerem Niveau, ist die Entwicklung beim Großen Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*). Die Befallsmenge ist in den letzten drei Jahren deutlich gestiegen. Bis Ende September waren rund 23.000 fm befallenes Holz zu verzeichnen (Abb. 78 und 79). Der Lärchenborkenkäfer ist mit dem Buchdrucker vergleichbar, besiedelt im Gegensatz zu diesem aber neben älteren Lärchen auch junge Bäume. Landesweit sind infolgedessen nicht nur viele alte Lärchen sondern auch zahlreiche Lärchenjungbestände abgestorben.

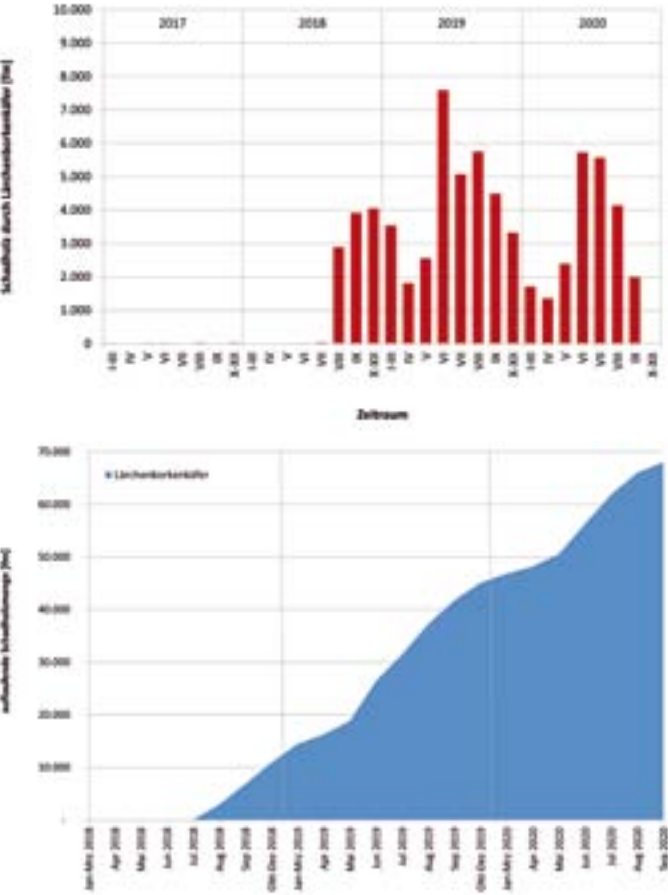


Abb. 78 und 79: Aktuelle Schadholzmengen (fm) und auflaufende Schadholzmengen (fm) durch den Lärchenborkenkäfer (Stand 30.09.2020)

Die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*) verursachte in diesem Jahr Schäden auf 43 ha (2019: 55 ha). Der auffällige Fraßschaden durch die Lärchenminiermotte, der ganze Bestände braun färben kann, führt nicht zum Absterben der Bäume. Er verursacht aber erhebliche Zuwachsverluste und damit auch eine Vitalitätsschwächung der Lärchen, wodurch diese anfälliger für den Befall sekundärer Schaderreger werden.



Bild 35: Schäden durch den Lärchenborkenkäfer

3.2.6 Forstliche Schaderreger/Schäden an Ahorn

Beim Ahorn kamen in diesem Jahr zahlreiche neue Befallsherde der Rußrindenkrankheit hinzu. Neben den bekannten Befallsherden im Norden, Osten und in der Mitte des Landes, wurde der wärmeliebende Rindenpilz nun erstmals auch in Südthüringen nachgewiesen (Abb. 80).

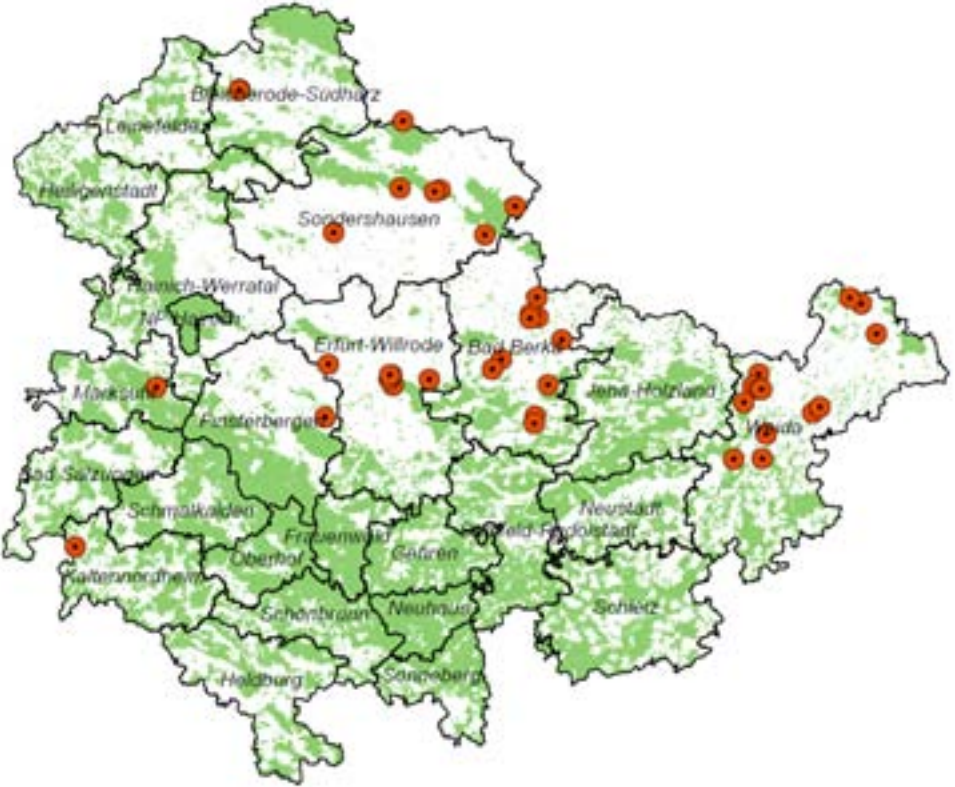


Abb. 80: Aktuell bekannte Befallsherde der Rußrindenkrankheit an Ahorn (Stand 30.06.2020)

Ursprünglich stammt der Pilz *Cryptostroma corticale* aus Nordamerika und wurde in Europa erstmals 1945 in Großbritannien am Bergahorn beschrieben. Nach dem Trockensommer 2003 folgten Nachweise aus der Schweiz, aus Österreich, Tschechien und Frankreich. In Deutschland trat die Rußrindenkrankheit 2005 das erste Mal in Baden-Württemberg auf und hat sich mittlerweile in fast allen Bundesländern ausgebreitet. In Thüringen wurde *Cryptostroma corticale* im Wald erstmals im August 2017 nachgewiesen. Als Hauptwirt gilt der Bergahorn, seltener werden auch Spitz- und Feldahorn befallen. Der Pilz dringt über kleine Wunden in den Baum ein, der Krankheitsverlauf ist gekennzeichnet durch deutliche Blattverluste, Welkeerscheinungen und das Absterben einzelner Äste. Gleichzeitig bilden sich Rindenrisse und Nekrosen auf der Stammoberfläche. Später platzt die Rinde auf und es fallen Rindenteile ab, so dass die charakteristische dicke, schwarze, puderartige Schicht von Pilzsporen sichtbar wird. Befallene Stämme erscheinen wie mit Ruß überzogen. In diesem Stadium ist die Rußrindenkrankheit für die menschliche Gesundheit gefährlich, Sporen des Pilzes können nach intensivem Kontakt eine Entzündung der Lungenbläschen (Alveolitis) hervorrufen.

3.2.7 Forstliche Schaderreger/Schäden an Esche

Das seit 2009 in Thüringen zu beobachtende Eschentriebsterben tritt inzwischen landesweit in allen Altersklassen mit unterschiedlicher Schadintensität auf. Verursacht werden die Schäden durch das Falsche Weiße Stengelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*), einem aus Asien eingeschleppten Pilz, der junge und alte Eschen zum Absterben bringen kann. In diesem Jahr waren die Symptome des Eschentriebsterbens allerdings geringer ausgeprägt als in anderen Jahren, die Ursache hierfür ist noch nicht ganz geklärt. Um weitere Erkenntnisse über das Eschentriebsterben zu gewinnen, wurde Mitte dieses Jahres ein Demonstrationsprojekt „Erhalt der Gemeinen Esche - FraxForFuture“, gefördert durch das Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz an der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., ins Leben gerufen. Am Verbundvorhaben 2 „Monitoring des Eschentriebsterbens in Deutschland (FraxMon)“ beteiligt sich auch die Landesforstanstalt.



Bild 36 und 37: Rußrindenkrankheit an Bergahorn

3.2.8 Schäden durch Mäuse in forstlichen Kulturen

Forstlich relevante Mäuse, wie die Erd-, Feld-, Rötel- und Schermäuse (Kurzschwanzmäuse), bevorzugen in der Regel stark vergraste Flächen als Lebensraum und ernähren sich von Frühjahr bis Herbst von Gräsern und Kräutern. In den Wintermonaten dienen bei fehlender Bodenvegetation die Stämmchen und Knospen sowie das Wurzelwerk junger Bäume als Nahrung. Die zumeist deutlich sichtbaren Nageschäden führen in Kulturen und Naturverjüngungen häufig zu einem verzögerten Wachstum und bei Massenvermehrungen zu erhöhten Absterberaten und erheblichen Ausfällen.

Die Populationsdichten der forstlich relevanten Mäuse waren seit der letzten größeren Gradation 2014 bislang unauffällig, haben in diesem Jahr aber deutlich zugenommen. Auf den Monitoring-Flächen waren die höchsten Sommerwerte seit 2016 zu verzeichnen, teilweise wurde dabei der für die Kultur kritische Wert deutlich überschritten.

Kritisch könnte die Situation bei der Wiederbewaldung der durch Trockenheit oder Insektenbefall aufgelichteten Bestände werden. Hier bietet die derzeit stark zunehmende Vergrasung und Verbuschung den Mäusen optimale Bedingungen nicht nur beim Nahrungsangebot, sondern auch im Hinblick auf den (Sicht-) Schutz vor natürlichen Feinden, so dass mit steigenden Populationsdichten gerechnet werden muss.



Bild 38 bis 40: Schäden durch Mäuse

3.2.9 Schäden durch Wild

Zur langfristigen Stabilisierung der Waldstrukturen und im Rahmen der Wiederbewaldung von Kahlflächen und aufgelichteten Beständen sollen auf kleiner Fläche möglichst viele Baumarten unterschiedlichen Alters nebeneinander wachsen. Das setzt eine angepasste Wilddichte voraus, um die standortspezifischen Baumartenmischungen nicht zu gefährden.

Die Ergebnisse der 2019 durchgeführten Verbissinventur (Verbiss durch Reh, Dam-, Muffel- und Rotwild) zeigen auf ¼ der Flächen nach wie vor einen Verbiss der Knospen, der das Aufwachsen gesunder junger Bäume gefährdet. Im Vergleich zu 2016 hat sich an dieser Situation nur wenig geändert.

Im Gegensatz dazu hat sich die Situation bei der Schale von Altbäumen erfreulicherweise verbessert. Kritisch ist es aber nach wie vor in Dickungen und Stangenhölzern, in den Einstandsgebieten des Rotwildes haben ca. 60 % jüngerer Fichten starke Schälsschäden. Diese Wunden sind Eintrittspforten für den Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*), der zur Rotfäule und nachfolgend zu Vitalitäts- und Stabilitätsverlusten führt.

3.2.10 Quarantäneschadorganismen

Die seit 2010 im Rahmen der Waldzustandserhebung beobachteten Quarantäneschadorganismen waren weiterhin unauffällig. Quarantäneschadorganismen unterliegen amtlichen Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen und gelten als Schadorganismen mit potenzieller ökonomischer Bedeutung für das Gebiet der EU. Nach den Vorgaben der EU und des Bundes müssen regelmäßige Kontrollen zum Auftreten von Quarantäneschädlingen im Wald durchgeführt werden. Überwacht wird das Auftreten des Asiatischen Laubholzbockkäfers (*Anoplophora glabripennis*), des Chinesischen Laubholzbockkäfers (*Anoplophora chinensis*), des Kiefernholz-nematoden (*Bursaphelenchus xylophilus*) und des Asiatischen Eschenprachtkäfers (*Agrilus planipennis*). Zu den zu überwachenden pilzlichen Erregern gehören: Pechkrebs an Kiefer (*Fusarium circinatum*), *Phytophthora ramorum*, *Ceratocystis fagacearum* (Oak wilt) und *Ceratocystis virescens* (Sapstreak disease of maple).

3.3 Luftschadstoffe

Im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitoring wird an den 15 Wald- und Hauptmessstationen u.a. auch der Eintrag von (Schad-) Stoffen mit dem Niederschlag untersucht. Darüber hinaus erfolgen durch das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) an den drei Hauptmessstationen Großer Eisenberg, Possen und Holzland regelmäßige Messungen zur Konzentration von Ozon, Schwefeldioxid und Stickoxiden in der Luft.

Die Immissionsmessungen zur Beurteilung der Luftqualität werden vom TLUBN auf Grundlage der EU-Rahmenrichtlinie von 1996 (EU-RL) zur Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität und den nachfolgenden vier Tochterrichtlinien sowie der 39. Bundesimmissionschutzverordnung (BImSchV 2010) durchgeführt. Die drei forstlichen Messstationen wurden in das Messprogramm des TLUBN integriert. Sie liefern als sogenannte Background-Stationen (Messstationen außerhalb von Ballungsräumen/Siedlungen) Daten zur Luftqualität in Waldgebieten und sind nach wie vor ein wichtiger Indikator bei der Bewertung der Waldschäden. Aktuelle Daten zur Luftqualität an den forstlichen Messstationen sind unter www.tlug-jena.de/luftaktuell/lsmessorte.php?size=-4&is_map=0&mo_typ=30&jahr=-1 zu finden.

Von besonderer Bedeutung war bis Mitte der 1990er Jahre das durch unzureichende Umweltschutztechnik bei Verbrennungsprozessen freigesetzte Schwefeldioxid (SO₂). Als Gas schädigt Schwefeldioxid die Spaltöffnungen von Pflanzen und beeinträchtigt die Photosynthese. Bis Ende der 1980er Jahre wurden auf dem Gebiet der DDR jährlich mehr als 5 Mio. t SO₂ emittiert. Ein großer Teil davon gelangte mit dem Niederschlag in gelöster Form als Sulfat-Schwefel (SO₄) auf den Waldboden führte zu einem massiven Verlust an basischen Nährstoffen (Bodenversauerung). Gesetze und Maßnahmen zur Senkung des SO₂-Ausstoßes, aber auch die Umstellung der Energieträger von schwefelreicher Kohle auf Gas oder Öl und die Reduzierung emissionsrelevanter Industriebetriebe nach 1990 haben in den letzten 30 Jahren einen deutlichen Rückgang der SO₂-Immissionen und der Schwefel-Einträge in den Wald bewirkt. Seit mehr als 20 Jahren werden die kritischen Belastungsgrenzen der Waldökosysteme durch die Schwefel-Einträge nicht mehr überschritten (Abb. 81). Kritische Belastungsgrenzen (Critical Loads) sind naturwissenschaftlich begründete Grenzwerte zur Beurteilung der Wirkung von Luftschadstoffen auf die Umwelt. Ihre Einhaltung bewahrt Schutzgüter wie den Wald vor einer akuten oder langfristigen Schädigung.

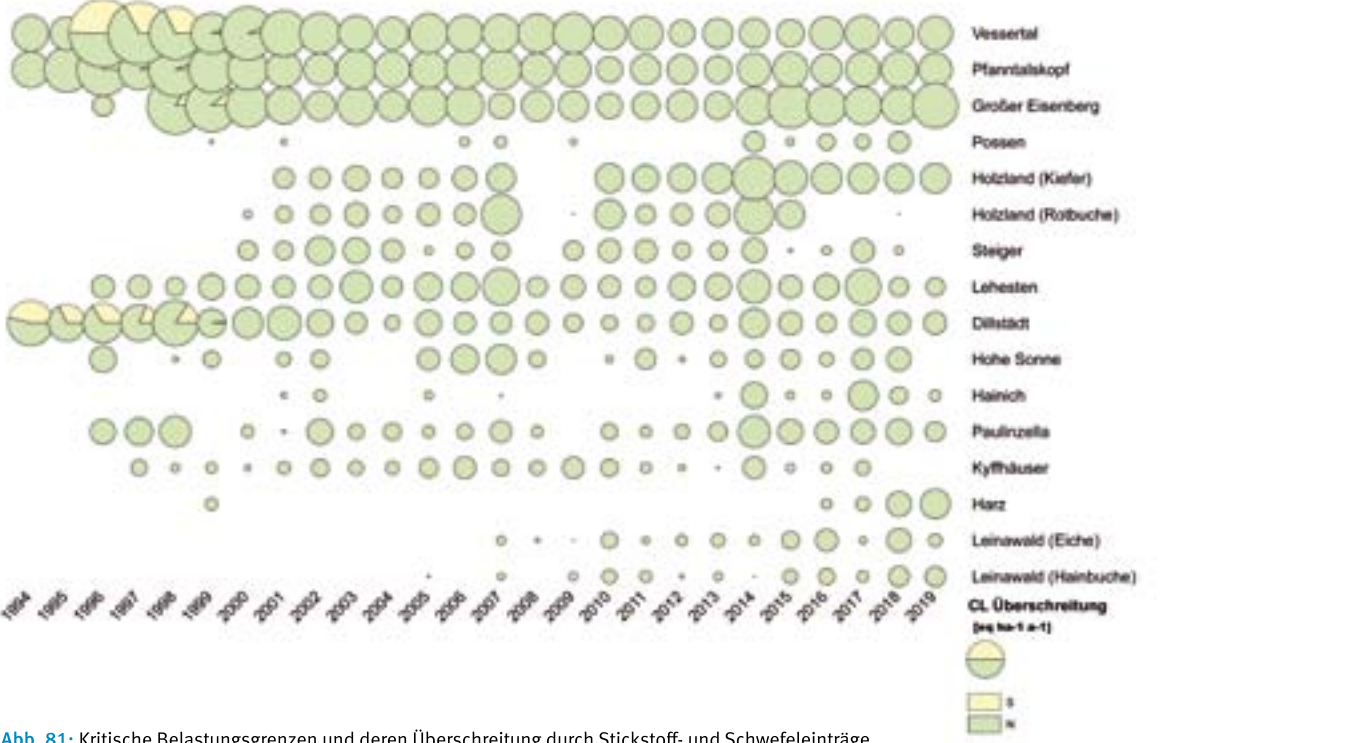


Abb. 81: Kritische Belastungsgrenzen und deren Überschreitung durch Stickstoff- und Schwefeleinträge

Gravierende Langzeitfolgen für den Wald lassen die hohen Stickstoffeinträge befürchten. Stickstoff wird in Form von Ammoniak bei landwirtschaftlichen Aktivitäten (Tierhaltung, Düngung) sowie in Form von Stickoxiden bei der Energieerzeugung und im Straßenverkehr freigesetzt und gelangt mit dem Niederschlag als Ammonium oder Nitrat in den Waldboden. Wie die nachfolgenden Abbildungen zeigen (Abb. 82 bis 85), überschreitet der derzeitige Stickstoffeintrag an den meisten Messstationen noch immer bzw. immer wieder die standort- und baumartspezifischen kritischen Grenzwerte.

4. Einfluss extremer Trockenheit auf den Radialzuwachs der Fichte

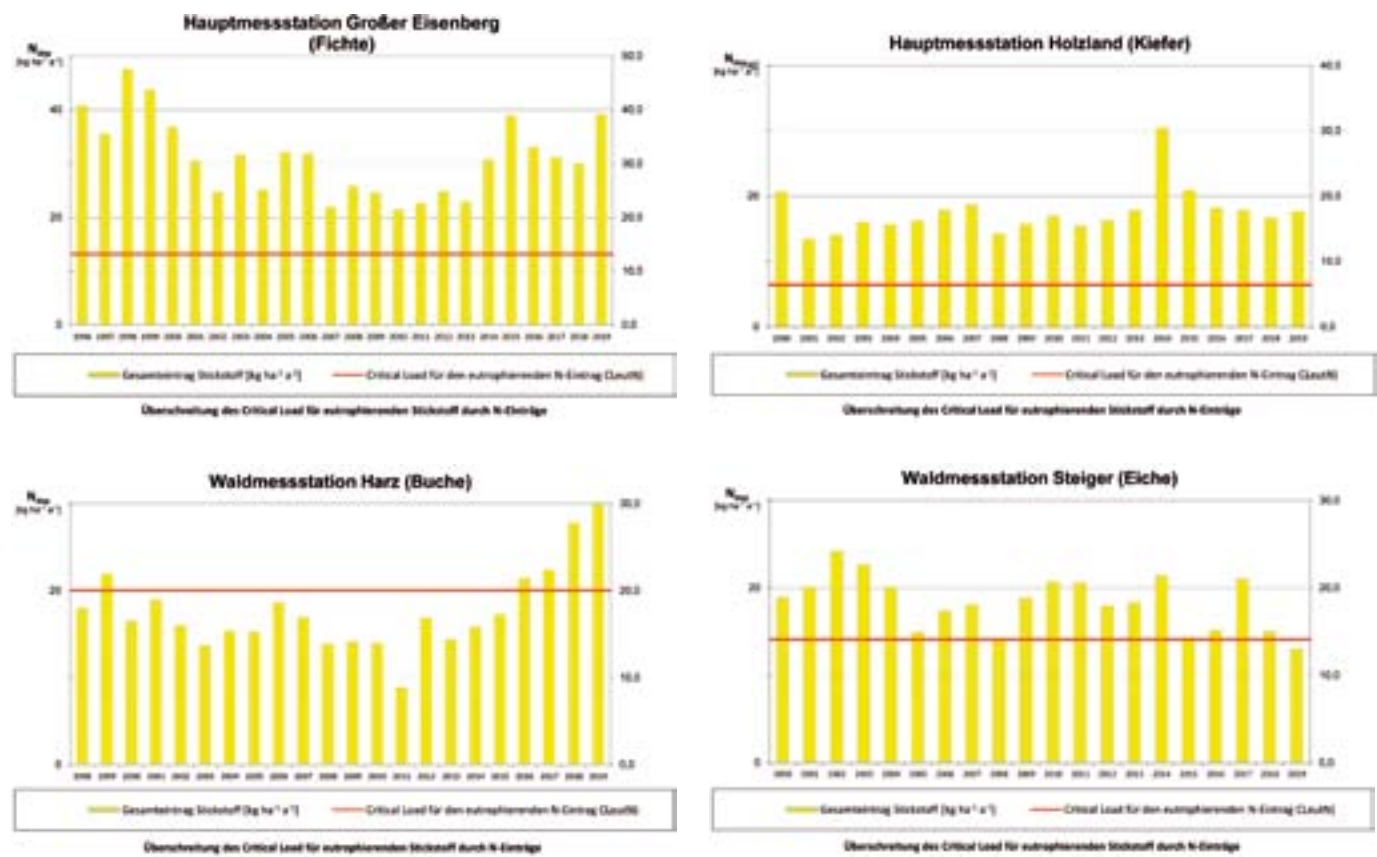


Abb. 82 bis 85: Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen für Stickstoff am Beispiel ausgewählter Wald- und Hauptmessstationen

Das Luxusangebot an Stickstoff wirkt im Zusammenspiel mit den klimatischen Veränderungen vor allem wachstums- und blühstimulierend, lässt langfristig jedoch Spätfolgen wie z.B. eine beschleunigte Bodenversauerung, diverse Nährstoff- und Wachstumsdefizite, eine verminderte Stresstoleranz und erhöhte Nitratausträge ins Grundwasser erwarten. Besonders kritisch wirken sich die hohen Stickstoffeinträge in den durch Borkenkäferbefall, Trockenheit oder Sturm aufgelichteten Beständen aus. Der Waldboden erwärmt sich hier viel schneller als unter dem Kronendach und der gesamte Stoffumsatz wird stark beschleunigt. Bei fehlender Baumvegetation wird nur wenig Stickstoff benötigt, der überschüssige Anteil gelangt als Nitrat schneller in die Quell- und Oberflächengewässer und kann die Wasserqualität beeinträchtigen. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Anstrengungen zur Senkung der Stickstoff-Emissionen noch nicht ausreichen, um die kritischen Belastungsgrenzen des Waldes insbesondere in der aktuellen Situation langfristig einzuhalten.

An Bedeutung gewinnt im Hinblick auf den Klimawandel auch das bodennahe Ozon (O_3). Hohe Temperaturen und eine lange Sonnenscheindauer begünstigen die Bildung von Ozon, welches aus den Vorläufersubstanzen NO_x (Stickoxide) und VOC (flüchtigen organischen Verbindungen) entsteht. Es gelangt über die Spaltöffnungen in den Stoffkreislauf der Pflanzen und wirkt in hohen Konzentrationen als Zellgift. Gegenwärtig wird der seit 2010 geltende Zielwert zum Schutz der Vegetation in Thüringen nicht eingehalten (siehe hierzu unter www.tlug-jena.de/luftaktuell/ls_jahrdaten.php?size=-4&kw_id=598&eu=). Der Zielwert wird als 5jähriges Langzeit-Mittel aus den 1 h-Mittelwerten der Monate Mai bis Juli berechnet und soll $18.000 \mu g/m^3 \cdot h$ (langfristiges Ziel $6.000 \mu g/m^3 \cdot h$) nicht überschreiten. An den Hauptmessstationen (HMS) Possen und Holzland wurde dieser Wert vor allem 2018 sehr stark überschritten. Die jährlich im Rahmen des Internationalen Kooperationsprogramms Wälder (ICP-Forest) durchgeführten Untersuchungen zu Ozonschäden an der Vegetation waren bislang aber noch unauffällig.

Die klimatischen Extreme der vergangenen Jahrzehnte wirkten sich vielschichtig negativ auf den Waldzustand aus und führten auch zu einer signifikanten Reduktion des Volumenzuwachses, der maßgeblich durch das Höhen- und Radialwachstum bestimmt wird. Wie stark sich sommerliche Trockenheit auf das Radialwachstum der Fichten auswirkt, wird derzeit im Rahmen des von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe geförderten Kooperationsprojektes „Bewirtschaftung der Fichte im sächsischen und thüringischen Mittelgebirge unter Berücksichtigung des aktuellen Wachstumsgangs und Risikoabschätzungen (FIRIS)“ mittels Bohrkernanalysen untersucht.

Im Sommer 2018 wurden Proben von 30 vitalen Fichtenaltbeständen (ca. 600 Bäume) entlang dreier Höhentranssekte des Thüringer Waldes analysiert (Methodik nach Wernicke et al. 2020). Die beprobten Bäume (KRAFT'sche Klasse 1) wurden hinsichtlich der relativen Wachstumseinbrüche in den Trockenjahren 1976 und 2003 sowie der klimatischen Sensitivität untersucht.

Da die Proben im Sommer 2018 entnommen wurden, geben die Zeitreihen leider noch keine direkte Auskunft über die Zuwachsverluste der Jahre 2018 und 2019. Unter klimatischen Gesichtspunkten wird die Sommertrockenheit des Jahres 2018 jedoch als noch extremer eingestuft als der „Jahrhundertsummer“ 2003 (Schuldt et al. 2020) und hat zu noch stärkeren Vitalitätseinbußen bei allen Baumarten geführt (Buras et al. 2020).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass:

- signifikante Zuwachsverluste um -40 % während der sommertrockenen Jahre 1976 und 2003 aufgetreten sind,
- Zuwachsverluste in den unteren Lagen stärker sind als in den oberen Lagen,
- eine Erholung in unteren Lagen innerhalb von maximal drei Jahren deutlicher erkennbar ist,
- die Wasserverfügbarkeit während der Vegetationsperiode bis in ca. 600 m üNN entscheidend ist für den Radialzuwachs der Fichten (>600 m üNN hingegen weniger bedeutsam),
- der Radialzuwachsverlust 2018 über alle Höhenstufen hinweg als wesentlich stärker und nachhaltiger einzuschätzen ist nach dem Trockensommer 2003.



Bild 41 und 42: Jahringanalysen

5. Satellitenbilder zur Bewertung der aktuellen Schadsituation

Zum wiederholten Mal wurde zur Beurteilung der landesweiten Schadentwicklung in den Wäldern Thüringens in Zusammenarbeit mit der Friedrich-Schiller Universität Jena und der Firma GAF-AG eine landesweite Auswertung von Satellitenbildern der europäischen Satellitenmission Sentinel-2 durchgeführt. Es wurde die gleiche Methodik wie im Vorjahr verwendet, die im Waldzustandsbericht 2019 beschrieben ist.

Als wesentliche Grundlage für die Auswertung wurde der DWSI-Index („Disease Water Stress Index – DWSI“) berechnet. Dieser Index bildet das Verhältnis verschiedener Spektralkanäle aus dem sichtbaren Rückstrahlungsspektrum und dem mittleren Infrarot zueinander ab. Er widerspiegelt die physiologische Aktivität und Wasserversorgung des Chlorophylls in den Blättern/Nadeln und ist hervorragend geeignet, um Trockenstresserscheinungen bzw. den durch Insektenschäden verursachten Blatt-/Nadelverlust bis hin zur Bestandesauflösung sichtbar zu machen.

Bei der Auswertung wurden die Satellitenbildaufnahmen vom 30.07.2020 mit den Szenen vom 26.06.2019 verglichen. Die Veränderung des DWSI-Index wurde auf einer Skala von -1 (Verbesserung) über 0 (unverändert) bis 1 (extrem starke Verschlechterung) normiert. Die berechneten Veränderungswerte wurden mit bekannten Referenzflächen und unterschiedlichen Schadbildern verglichen (Borkenkäferbefall mit roten Nadeln, komplett entnadelte Fichten- bzw. Lärchen-Bestände, Trockenschäden mit Kleinblättrigkeit, braunen Blättern oder abgestorbenen Kronen bei Buche, Eschentriebsterben, Laubfraß durch Eichenfraßgesellschaft bzw. Schwammspinnerbefall in Eichenbeständen, braune Kronen bei Kiefer aufgrund von Insekten- oder Pilzbefall). In Auswertung der Ergebnisse lässt sich folgende Klassifizierung vornehmen:

- unverändert bzw. leichte Verbesserung zu 2019
- deutlich messbarer Vitalitätsverlust im Vergleich zu 2019, leicht steigende Einzelbaum-Mortalität, verstärkte Anfälligkeit gegenüber forstlichen Schadinsekten und -pilzen
- deutliche Zunahme der Schäden im Vergleich zu 2019, weit überdurchschnittliches Absterben von Einzelbäumen (20 - 30 % des Oberstandes) mit Auswirkungen auf die Bestandesstruktur (Verlichtung, Entmischung durch Absterben einzelner Baumarten)
- in Auflösung begriffen bzw. durch Insekten kahl gefressen
- Bestand abgestorben oder bereits geräumt

Die nachfolgenden Abbildungen 88 und 89 zeigen eine landesweite Zunahme der Vitalitätsverluste in den Waldgebieten Thüringens vom 01.06.2018 zum 29.06.2019 sowie vom 29.06.2019 zum 30.07.2020. Ausgehend von den bereits 2019 starken Vitalitätsverlusten hat sich der Zustand des Waldes auf Grund des Wassermangels weiter verschlechtert (siehe Tab. 4). Die Flächen, die bereits voriges Jahr stark geschädigt waren, sind zum großen Teil abgestorben und wurden geräumt.

Insofern erscheint die Zunahme der Starkschäden sehr moderat. Bedenkenswert ist aber vor allem die erhebliche Zunahme von messbaren Vitalitätsverlusten auf 26,6 % der Waldfläche (gelbe Farbe in Abb. 86 und 87). Diese Schäden sind im Wald visuell vielleicht noch nicht sichtbar, die Sentinel-2 Aufnahmen deuten jedoch auf die erhebliche Schwächung der Bäume durch den Wassermangel und die Absenkung der Widerstandskraft gegenüber Schädlingen hin. Sie machen die Gefahr des unvermindert starken Schadgeschehens deutlich.



Bild 43: Kahlfläche nach Borkenkäferbefall

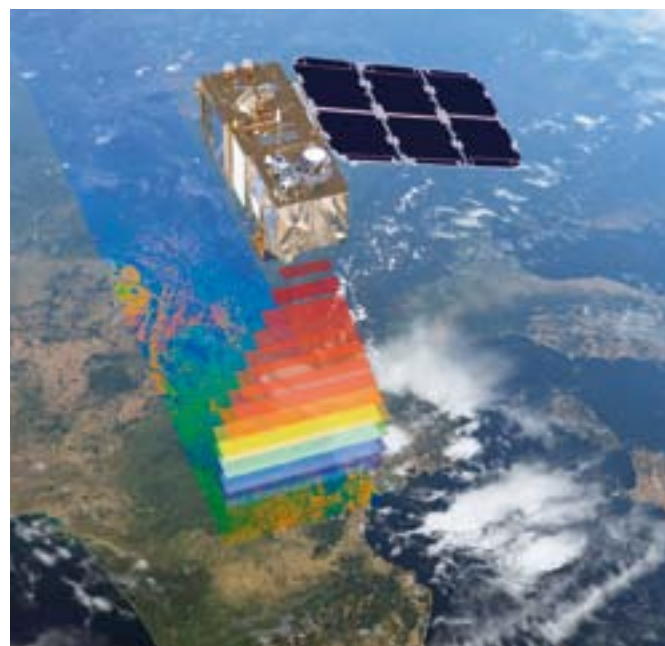


Bild 44: Sentinel-2 Satellit
©copyright European Space Agency (ESA) Quelle: www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2015/02/Colour_vision_for_Copernicus#.X7OXDQZYXF4.link

* Apan, Armando; Held, Alex; Phinn, Stuart; Markley, John - Formulation and assessment of narrow-band vegetation indices from EO-1 hyperion imagery for discriminating sugarcane disease; 2003

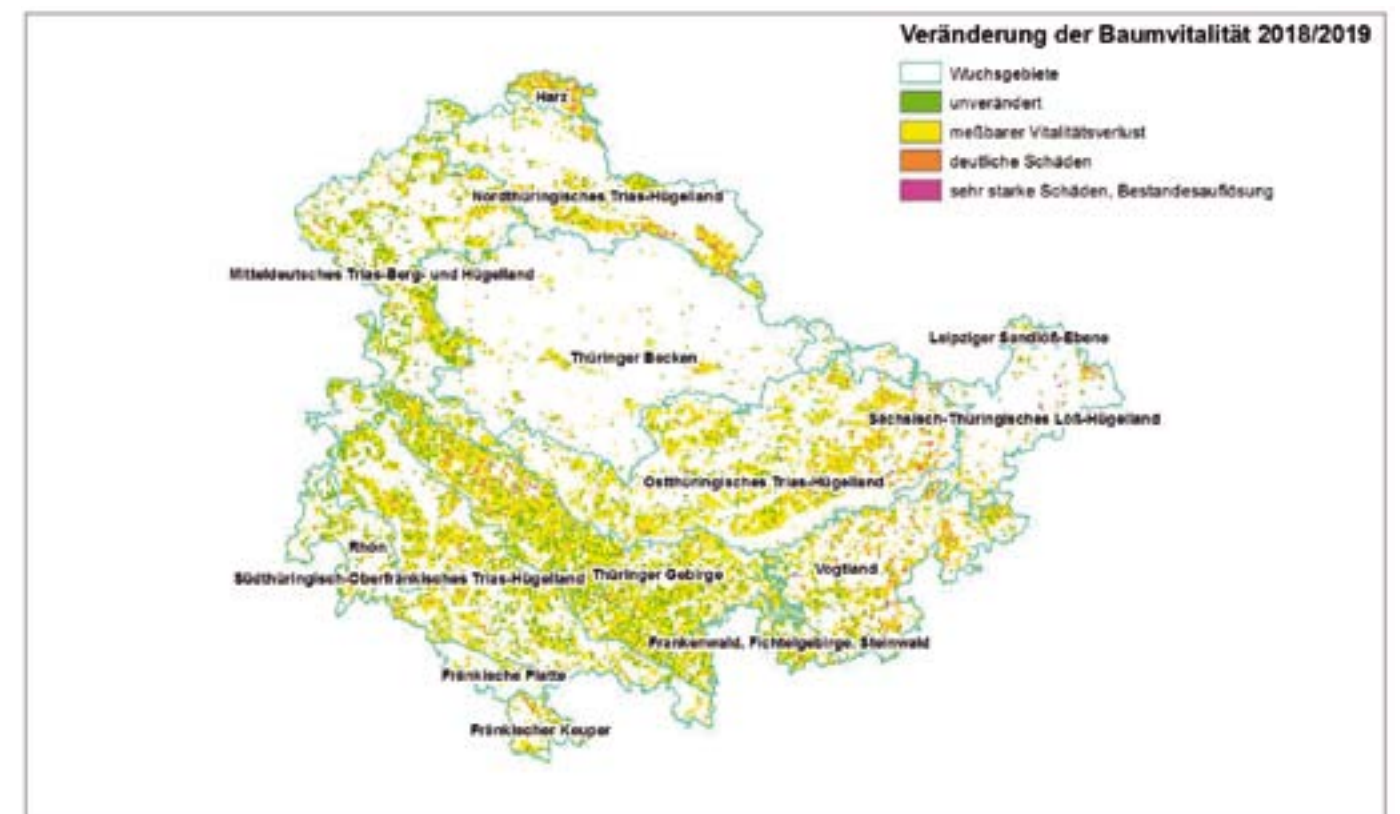


Abb. 86: Zunahme der Waldschäden von 2018 zu 2019

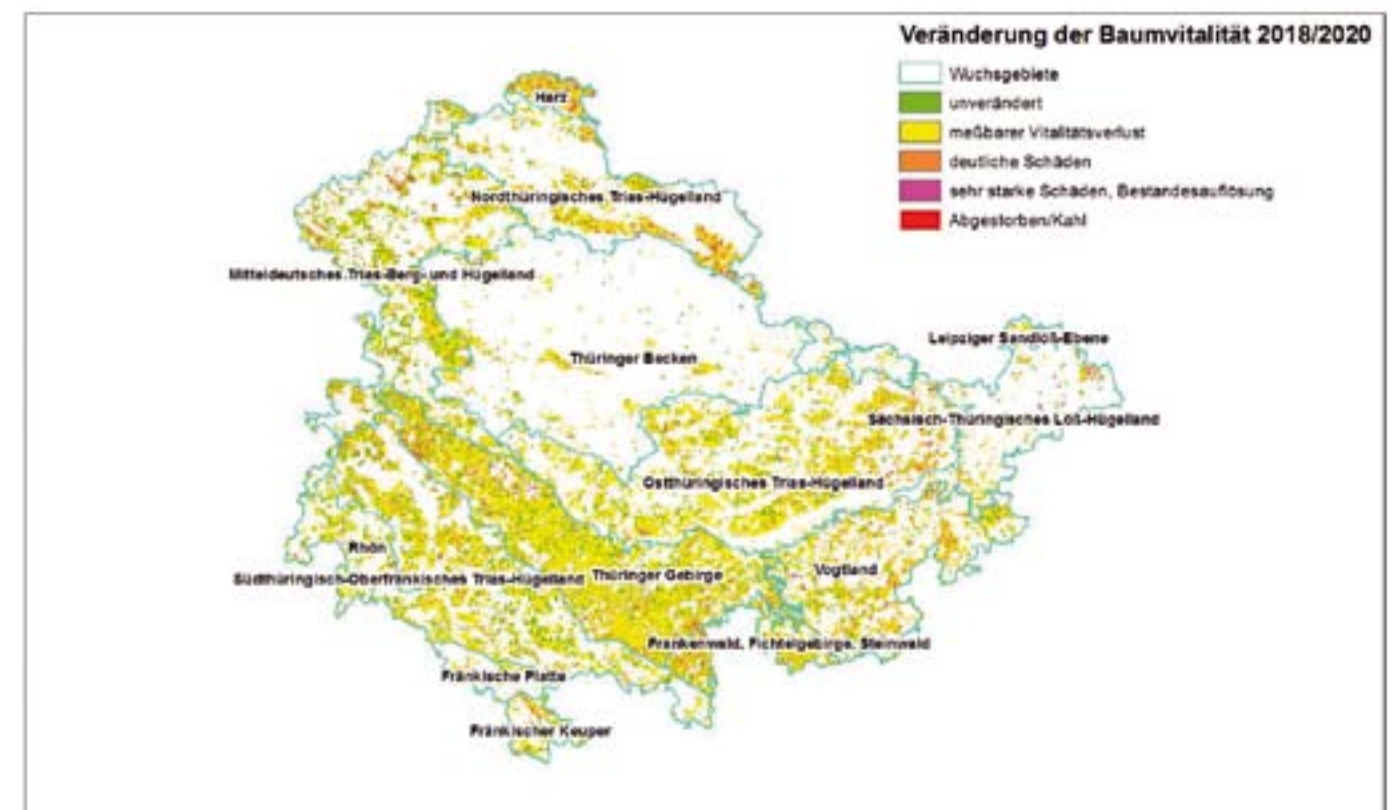


Abb. 87: Zunahme der Waldschäden von 2019 zu 2020

Tab. 4: Veränderung der Baumvitalität vom 26.6.2019 zum 30.07.2020

Vitalitätsveränderung	Veränderung 2019 zu 2020 in % der Waldfläche
Unverändert	66,0
Messbarer Vitalitätsverlust	26,6
Deutliche Schäden	1,7
Sehr starke Schäden, Bestandesauflösung	0,4
Abgestorben/geräumte Kahlfläche	5,3

Waren im Vorjahr die Schäden insbesondere in den Wuchsgebieten Harz, Nordthüringisches Trias-Hügelland sowie in Ost- und Südost-Thüringen (Wuchsgebiete Ostthüringisches Trias-Hügelland, Vogtland und Fränkischer Keuper) konzentriert, so sind sie 2020 auch in den Höhenlagen des Thüringer Gebirges großflächig angekommen (siehe Abb. 87).

Tab. 5: Verteilung der Vitalitätsveränderungen von 2019 zu 2020 nach Bestandestypen in % der Waldflächen des jeweiligen Bestandestyps

Bestandestyp	messbarer Vitalitätsverlust	deutliche Schäden	starke Schäden, Bestandesauflösung
Buche	23,3 %	0,6 %	0,5 %
Buchen-Laubholz-Mischbestand	17,3 %	0,2 %	0,3 %
Buchen-Nadelholz-Mischbestand	31,5 %	1,6 %	1,0 %
Douglasie	20,2 %	0,8 %	1,2 %
Douglasien-Mischbestand	26,3 %	0,4 %	0,6 %
Edellaubholz-Mischbestand	31,6 %	0,9 %	0,2 %
Eiche	26,6 %	1,0 %	0,2 %
Eichen-Laubholz-Mischbestand	27,9 %	0,8 %	0,2 %
Eichen-Nadelholz-Mischbestand	28,3 %	0,7 %	0,5 %
Fichte	34,1 %	1,3 %	3,8 %
Fichten-Laubholz-Mischbestand	34,7 %	1,4 %	2,9 %
Fichten-Nadelholz-Mischbestand	18,3 %	0,8 %	2,8 %
Kiefer	7,2 %	0,1 %	0,2 %
Kiefern-Laubholz-Mischbestand	14,7 %	0,2 %	0,3 %
Kiefern-Nadelholz-Mischbestand	8,3 %	0,2 %	0,7 %
Lärche	21,0 %	0,3 %	0,9 %
Lärchen-Laubholz-Mischbestand	22,1 %	0,5 %	0,3 %
Lärchen-Nadelholz-Mischbestand	15,9 %	0,4 %	0,9 %
Laubholztyp	27,8 %	0,5 %	0,3 %
Nadelholztyp	20,3 %	0,6 %	0,8 %
Tannen-Mischbestand	29,8 %	1,3 %	0,6 %
Tannen-Reinbestand	30,0 %	2,3 %	0,7 %
Weichlaubholz-Mischbestand	27,9 %	0,9 %	0,5 %
Weichlaubholz-Reinbestand	26,5 %	1,1 %	0,5 %

6. Fazit/Ausblick

Der Zustand des Waldes hat sich weiter verschlechtert. Die überdurchschnittlichen Temperaturen, vor allem aber die Wasserdefizite im Boden haben sich in den letzten drei Jahren unmittelbar auf die Vitalität und das Wachstum der Bäume ausgewirkt und teilweise zu irreversiblen Schäden geführt. Die Verbreitung und Vermehrung forstlicher Schaderreger stellt Waldbesitzer und Forstverwaltung inzwischen vor große Herausforderungen.

Vom repräsentativen Stichprobennetz der Waldzustandserhebung ausgehend, sind in Thüringen bezogen auf die Holzbodenfläche (berechnet nach Forsteinrichtung, Stand 01.01.2020) rund 290.000 ha Wald von starken Vitalitätsverlusten betroffen, rund 28.000 ha Wald sind inzwischen abgestorben und wurden teilweise beräumt (Ergebnisse Sentinel-2 Daten).

Besonders stark betroffen ist die **Fichte**, die in Thüringen landesweit auf rund 211.000 ha Fläche stockt. Geschwächt durch die mangelnde Wasserversorgung konnten vor allem in den unteren und mittleren Lagen viele Fichten den massiven Borkenkäferbefall nicht mehr abwehren und starben ab. Das Aufnahmeverfahren der Waldzustandserhebung ist zur Erfassung der aktuellen Borkenkäfersituation zwar nicht geeignet, trotzdem gibt der hohe Anteil von 11 % abgestorbenen bzw. entnommenen Fichten-Stichprobenbäumen einen Hinweis auf das Ausmaß der Katastrophe.

Die mittlere Kronenverlichtung der Fichte (Verlust an Nadelmasse im landesweiten Durchschnitt) hat ein Niveau erreicht, dass in dieser Dimension letztmalig Mitte/Ende der 1980er Jahre zu verzeichnen war, als viele Fichtenbestände durch versauernd wirkende Luftschadstoffimmissionen stark geschädigt wurden. Die Vitalität der Fichte ist derzeit auf rund 93.000 ha Fläche stark beeinträchtigt.

Zunehmend bedenklicher wird die Situation in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge. Der Feinbodenanteil auf den vorwiegend skelettreichen Böden ist teilweise zu gering, um ausreichend Wasser zu speichern. Das konnte bislang durch die im Gebirge zumeist ergiebigen Niederschläge und moderaten Temperaturen ausgeglichen werden. Seit 1961 ist die Temperatur im Thüringer Gebirge bei in etwa gleichen Jahresniederschlägen um 0,8 °C und im Harz um 0,9 °C gestiegen und war vor allem in den letzten drei Jahren außergewöhnlich hoch (siehe Angang, Tab. 5). Die Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im Hauptwurzelraum (bis 1 m) ist gesunken. Daran haben auch die Niederschläge im Sommer 2020 nur wenig geändert. Die Fichte reagiert auf den Mittelgebirgsstandorten zunehmend stärker auf die Wasserdefizite. Der Borkenkäferbefall hat im Vergleich zu 2019 deutlich zugenommen und es ist davon auszugehen, dass



Abb. 88: Anteil Waldfläche (ha) mit starken Vitalitätsverlusten 2020 (Daten Forsteinrichtung, Stand 01.01.2020)

auch im Gebirge in den nächsten Jahren mit einer spürbaren Auflichtung vieler Fichtenbestände zu rechnen ist. Es bleibt, aus der Not eine Tugend zu machen, und die entstandenen Schadflächen für den forcierten Waldumbau der Fichtenbestände hin zu arten- und strukturreichen, stabilen Wäldern zu nutzen. Bei der Wiederbewaldung werden die Potentiale der Naturverjüngung, beispielsweise auch über Vorwälder mit dem Ziel, Erosion, Bodenaustrocknung und beschleunigten Stoffumsatz zu vermeiden, bestmöglich in die waldbauliche Tätigkeit einbezogen. Wo die Naturverjüngung insbesondere mangels vorhandener Samenbäume das Ziel von Vorwaldstrukturen bzw. klimastabilen Mischbeständen nicht erfüllen kann, müssen künstliche Verjüngungsmaßnahmen erfolgen.

Der Zustand der **Buche** hat sich in den letzten Jahren stark verschlechtert. Die Buche stockt in Thüringen auf 110.000 ha Fläche, davon sind inzwischen rund 74.000 ha landesweit von starken Vitalitätsverlusten gekennzeichnet, rund 8 % der Buchen sind seit August 2019 aus abiotischen oder biotischen Gründen abgestorben oder entnommen. Seit 2018 fielen rund 1,5 Mio. fm vertrocknetes Buchenholz an (Stand 30.09.2020), davon rund 1 Mio. fm in 2019 und 500.000 fm bis zum 30. September 2020. Besonders betroffen sind die klassischen Buchengebiete im Norden und Westen des Landes. Hier sind auch 2020 erneut viele Altbuchen nicht wieder ausgetrieben oder nach dem Austrieb abgestorben. Bei den jüngeren Buchen und in den Naturverjüngungen ist die Situation ebenfalls kritisch.

Die Knospenanlage für den Austrieb 2020 erfolgte bei der Buche im Frühsommer 2019, d. h. zu einer Zeit sehr großer Bodentrockenheit. Das vorhandene Wasser wurde überwiegend für die Blattbildung 2019 benötigt und die diesjährigen Belaubungsdefizite waren mehr oder weniger vorprogrammiert. Verhalten optimistisch stimmen diesbezüglich die in diesem Jahr sehr

ergiebigen Juni-Niederschläge, die für die Knospenanlage 2021 genau zum richtigen Zeitpunkt kamen.

Zahlreiche Buchen haben auch in diesem Jahr wieder stark geblüht und fruktifiziert. Die Erholungsphasen zwischen den Masten werden immer kürzer. Forciert durch den Klimawandel und hohe Stickstoffeinträge zeigen viele Buchen inzwischen fast jedes zweite Jahr eine Mast bzw. eine Art „Notfruktifikation“. Dabei entsteht jedoch ein regelrechter Teufelskreis, denn der hohe Wasser- und Nährstoffverbrauch während der Blüten- und Fruchtbildung trifft zunehmend auf die Wasserdefizite im Boden und signalisiert den Bäumen Stress, der mit einer Fruchtbildung zur Erhaltung der eigenen Art beantwortet wird.

Der Buche als bislang unter natürlichen Bedingungen dominierend eingestufte Baumart wurde in den Waldumbauüberlegungen bis dato eine bedeutende Rolle beigemessen. Die Wasserdefizite der letzten Jahre haben jedoch ihre Toleranzgrenzen deutlich vor Augen geführt. Während bei jungen Buchen auf den bisherigen Standorten eine Anpassung an die Klimaänderungen durchaus möglich scheint, kommen alte Buchen damit weniger gut zurecht. Die Geschwindigkeit der klimatischen Veränderungen übersteigt das Anpassungsvermögen alter Buchen, die große Teile ihres Feinwurzelsystems im Oberboden ausgebildet haben. Die seit Jahrzehnten zu hohen Stickstoffeinträge dürften hierbei eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Die düngende Wirkung des Stickstoffs beschleunigt das Wachstum der oberirdischen Biomasse, scheint gleichzeitig aber die Wurzelentwicklung zu bremsen. Im Rahmen von Forschungsprojekten wird dieser Zusammenhang in den nächsten Jahren weiter untersucht.

In den aufgelichteten Buchenbeständen mit ausreichend Überschildung wird grundsätzlich mit Naturverjüngungen gearbeitet. Um künftig den Mischbestandsaspekt stärker entwickeln zu können, müssen konsequente Mischungsregulierungen durchgeführt und ggf. auch andere Baumarten künstlich eingebracht werden.

Bedenklich stimmt auch der Zustand der **Kiefer**, die in Thüringen auf rund 88.000 ha stockt. Seit dem Trockensommer 2003 sinkt die Vitalität der Kiefernbestände kontinuierlich und hat in diesem Jahr einen neuen Niedrigststand erreicht. Landesweit sind starke Vitalitätsverluste auf 55.000 ha Fläche zu verzeichnen, seit August 2019 sind rund 2 % der Kiefern aus abiotischen oder biotischen Gründen abgestorben. Betroffen sind insbesondere die Kieferngebiete in Ostthüringen. Hier stockt die Kiefer auf zumeist nährstoffarmen Standorten mit einem geringen Wasserspeichervermögen. Bei fehlendem Niederschlag trocknet der Boden relativ rasch bis in tiefere Schichten aus, so dass der Wasserbedarf der Kiefer trotz der baumartenspezifisch geringen Ansprüche nicht immer gedeckt werden kann. Hohe Stickstoffeinträge greifen darüber hinaus in die Stoffwechselprozesse ein und führen genau wie bei der Buche zu einer

starken Blüh- und Fruktifikationsrate, die mit Nadelverlusten einhergeht. Der Befall durch forstliche Schaderreger hat bei der Kiefer seit 2018 stark zugenommen, die Ursachen der visuellen Schadbilder überlagern sich allerdings teilweise stark. Trotz der massiven Vitalitätsverluste bleibt die Kiefer eine wichtige Baumart auf den nährstoffarmen Standorten der unteren Lagen.

Die **Eiche** stockt landesweit verteilt auf rund 34.000 ha Fläche. Klassische Eichengebiete sind das Thüringer Becken und der Fränkische Keuper, in den anderen Regionen ist die Eiche zumeist in Mischung vorhanden. Der Zustand der Eiche wurde viele Jahre maßgeblich durch blattfressende Insekten wie den Eichenwickler, den Schwammspinner und die Frostspanner-Arten bestimmt. Vor allem in den 1990er Jahren kam es zu mehreren starken Gradationen mit massiven Vitalitätsverlusten. Seit 2014 beeinflussen diese Arten den Zustand der Eiche weniger stark.

Unabhängig vom Insektenbefall haben in vielen Eichenbeständen die Trockenschäden und Blattverluste stark zugenommen. Das deutet darauf hin, dass insgesamt zu wenig pflanzenverfügbares Wasser im Boden zur Verfügung steht und selbst die Eiche mit ihrem typischen Pfahlwurzelsystem die Wasservorräte in den tieferen Schichten nicht mehr erreichen kann. Starke Vitalitätsverluste sind derzeit auf rund 25.000 ha Fläche zu verzeichnen, rund 6 % der Stichproben-Eichen sind seit 2019 aus biotischen oder abiotischen Gründen abgestorben.

Die 2019 im Zuge des massiven Schwammspinnerbefalls kahl gefressenen Eichen sind in diesem Jahr wieder ausgetrieben, zeigen aber eine deutlich dezimierte Blattmasse. Das aufgrund der Trockenheit verminderte Regenerationsvermögen kann vor allem nach ausgeprägten Fraßjahren zum Absterben von Einzelbäumen oder ganzen Beständen führen. Um den Fortbestand der Eiche auf den jetzigen Standorten zu sichern, muss ein mehrfacher Befall durch blattfressende Schadinsekten deshalb unbedingt vermieden werden. Noch ist nicht abschätzbar, wie sich die Eiche im Zuge des Klimawandels langfristig entwickeln wird, im Rahmen der Wiederbewaldung von Kahlfeldern und aufgelichteten Beständen ist die Ausbringung der Eiche als Mischbaumart aber nach wie vor eine wichtige Option.

Sonstige Laubbäume (Hainbuche, Ahorn, Linde, Pappel, Birke, Ulme usw.) stocken auf 62.000 ha Fläche. Starke Vitalitätsverluste waren in diesem Jahr auf rund 30.000 ha zu verzeichnen, das ist weniger als 2019. Ursache dafür ist, dass aufgrund des hohen Ausfalls von Stichprobenbäumen in diesem Jahr bei den sonstigen Laubbäumen mehr jüngere Ersatzbäume in die WZE-Gesamtstichprobe eingingen als in den Jahren zuvor. Rund 6 % der sonstigen Laubbäume sind seit dem Vorjahr aufgrund biotischer oder abiotischer Einflüsse abgestorben. Außer der Esche und der Birke waren die sonstigen Laubbäume im Vergleich zu Buche oder Eiche in diesem Jahr insgesamt vitaler. Vor allem junge Hainbuchen, Spitz-Ahorne und Linden hatten

weniger Trockenschäden oder Blattverluste und sollten deshalb auf geeigneten Standorten unbedingt in Mischung mit Buche oder Eiche wachsen. Die Esche kommt aufgrund ihrer Pfahlwurzel zwar relativ gut mit längeren Trockenphasen zurecht, spielt aufgrund des Eschentriebsterbens als Mischbaumart in Naturverjüngungen aber nur eine untergeordnete Rolle. Im Rahmen von Pflanzungen werden im Landeswald bereits seit 2010 keine Eschen mehr ausgebracht.

Sonstige Nadelbäume wachsen in Thüringen auf 22.000 ha Fläche, auf rund 13.000 ha sind derzeit starke Vitalitätsverluste zu verzeichnen. Rund 7 % der sonstigen Nadelbäume sind seit August 2019 abgestorben oder aufgrund abiotischer oder biotischer Schäden entnommen worden. Die Ergebnisse werden vor allem von der Lärche geprägt. Die Lärche ist als Baumart subkontinentaler Gebiete auf eine ausreichende Wasserversorgung in der Vegetationsperiode angewiesen. Viele Lärchenbestände und Lärchen in Mischungen zeigen inzwischen aufgrund der Bodentrockenheit starke Nadelverluste und Trockenschäden. Der Befall durch den Lärchenborkenkäfer hat seit 2018 stark zugenommen, bis Ende September 2020 fielen rund 60.000 fm Schadholz an. Alternative Baumarten sind auf den mit Lärche bestockten Standorten vor allem heimische Laubbaummischungen oder die Douglasie und die Weißtanne.

Die Ergebnisse der 30. Waldzustandserhebung zeigen so eindringlich wie niemals zuvor die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und die Verbreitung forstlicher Schaderreger, aber auch die teilweise unterschätzten Gefahren durch hohe Luftschadstoffkonzentrationen. In Kombination mit der Bodentrockenheit potenzieren gegenwärtig vor allem die hohen Stickstoffeinträge die Schäden in den Waldbeständen und machen eine weitere Senkung der Stickstoff-Emissionen zwingend notwendig. Es ist und bleibt Aufgabe der Politik, weitere Maßnahmen zum Erhalt und Schutz des Waldes auf den Weg zu bringen. Das Forstliche Umweltmonitoring ist ein gutes Instrument zur Kontrolle dieser Maßnahmen und liefert mit den regelmäßigen Informationen zum Waldzustand, zur Art und Stärke von Witterungs- und Luftschadstoffeinflüssen und zu den Auswirkungen des Klimawandels einen wichtigen Baustein für weitere Entscheidungen.

Das Erscheinungsbild und die Baumartenzusammensetzung unserer Wälder ändern sich durch die Schadentwicklung derzeit in weiten Teilen Thüringens wesentlich schneller, als es noch bis vor kurzem vermutet wurde. Um unsere Wälder langfristig zu erhalten und zu sichern, müssen die Anstrengungen zum Waldumbau weiter verstärkt werden. Insbesondere in einschichtigen Reinbeständen sind alle Optionen zur Einbringung von Mischbaumarten zu nutzen, um die Risiken flächiger Schäden zu reduzieren. Die entstandenen Schädflächen müssen im Zuge der Wiederbewaldung zu stabilen, zukunftsfähigen Wäldern entwickelt werden. Stabilität, Risikostreuung, Baumartenviel-

falt und Strukturvielfalt bilden hierbei die Prämissen. Von der Landesforstanstalt sind in diesem Zusammenhang folgende Leitlinien zur Wiederbewaldung entwickelt worden, die in allen Waldbesitzarten als Hilfestellung für die Umsetzung von Wiederbewaldungsmaßnahmen auf Schädflächen dienen sollen:

1. Geduld

Die Wiederbewaldung zum Dauerwald als langfristiges Ziel mit der Natur entwickeln und realisieren!

2. Flächenpriorisierung

Für die Wiederbewaldung über aktive Maßnahmen (Pflanzung, Saat) sind vorrangig Flächen mit hohem standörtlichem Leistungspotential zu bearbeiten. Dabei ist auf Flächen mit hohem Naturverjüngungspotential (Samenbäume in der Umgebung, Bodensamenbank etc.) dieses explizit bei der Wiederbewaldung entsprechend zu berücksichtigen und zu nutzen (z. B. in Form von vorwaldartigen Strukturen). Auf vergrasungs- bzw. unkrautungsgefährdeten Flächen (z. B. Adlerfarn, Reitgras und Brombeere) sowie auf Flächen mit geringem Naturverjüngungspotential soll die Wiederbewaldung prioritär über Kunstverjüngung erfolgen.

3. Baumartenanzahlen und Baumartenmischung

Für alle Wiederbewaldungsmaßnahmen muss ein Mindestmaß an Baumartenmischung erreicht werden, das eine gute Risikostreuung hinsichtlich der zu erwartenden Klimaveränderungen gewährleistet. Bei einer Schädflächengröße von mindestens 2 ha sind in den höheren Berglagen und Kammlagen auf ziemlich armen Standorten (Z-Standorte) mittel- bis langfristig zwei bis drei Baumarten auf der Fläche zu erzielen, in den sonstigen Lagen vier bis fünf Baumarten. Hierzu können alle waldbaulichen Optionen für die mittel- bis langfristige Sicherung dieser Baumartenzahl genutzt werden. Auf Flächen < 0,3 ha sind aktive Maßnahmen nur bei Fehlen jeglicher Naturverjüngungspotential für Mischbaumarten zu realisieren.

4. Laubholz plus Nadelholz und Nadelholz plus Laubholz

Die zu erzielende und zu sichernde Baumartenmischung sollte mit dem Fokus auf eine gute, wirksame Risikostreuung mindestens eine Nadelbaumart in reinen Laubholzverjüngungen bzw. mindestens eine Laubbaumart in reinen Nadelholzverjüngungen umfassen.

5. Naturverjüngung und Sukzession

Sukzessionale Entwicklungsprozesse bzw. die Nutzung von Naturverjüngungen (auch als Zeitmischung oder als Vorwald) sind in die waldbaulichen Möglichkeiten im Rahmen der Wiederbewaldung mit einzubeziehen und zu berücksichtigen. Bei einer Schädflächengröße ab 2 ha soll auf mindestens 1/3 der Fläche die Naturverjüngung genutzt werden. Innerhalb eines Forstamtes sollte angestrebt werden, dass 50 % der Schädfläche über Naturverjüngung und/oder Vorwald wiederbewaldet werden.

Vorhandene Naturverjüngungen von Baumarten mit hohem Klimarisiko sind mit standortsgerechten Baumarten zu ergänzen (Anreicherungsergänzung).

6. Jagdliche Maßnahmen und Wildschutz

Eine klimawandelangepasste Wiederbewaldung erfordert entsprechende Wilddichten zur langfristigen Entwicklung gemischter Wälder. Vorhandene Jagdkonzepte einschließlich der entsprechenden jagdlichen Infrastruktur sind an die jeweilige Situation anzupassen. Schutzmaßnahmen vor Wildschäden sollen in erster Linie für besonders verbissgefährdete Baumarten genutzt werden. Grundsätzlich gilt für Wildschutzmaßnahmen eine maximale gezäunte Einzelflächengröße von 2 ha und kein flächiger Einsatz von Einzelschutz (Wuchshülle, Kürassier etc.).

7. Ausschlussflächen für eine Wiederbewaldung

Auf Rückegassen, sonstigen Feinerschließungsbereichen und Jagdschneisen sind aktive Wiederbewaldungsmaßnahmen und die gezielte Initialisierung von Naturverjüngung (z. B. über Bodenverwundung) zu unterlassen, Grenzabstände zu umliegenden Beständen sind einzuhalten (Ausnahme: Bereiche mit Fichtenverjüngung, für die die Fichte nicht mehr als Hauptbaumart vorgegeben ist). Ebenso sind Fragen der Waldrandgestaltung und des Seitenschutzes zu berücksichtigen.

8. Bodenvorarbeiten und Erhalt von Strukturelementen

Vollflächige Bodenvorbereitungen für die Wiederbewaldung sollen nur im Ausnahmefall erfolgen. Stattdessen sollen – wenn erforderlich – Bodenvorarbeiten zur Vorbereitung der Wiederbewaldung nur kleinflächig oder streifenweise erfolgen. Noch vorhandene Bestandesreste und Strukturelemente sind zu erhalten, soweit es die Waldschutzsituation erlaubt (Windschutz, Erosionsschutz, Naturverjüngungspotential).

9. Pflege im Blick

Bereits bei der Planung, der Umsetzung und der Sicherung von Wiederbewaldungsmaßnahmen sind die nachfolgenden waldbaulichen Pflegearbeiten zu berücksichtigen.

Viele Baumarten auf kleiner Fläche reduzieren das Risiko eines flächigen Schadens, eine nachhaltige Bewirtschaftung gibt Bäumen unterschiedlicher Altersklassen und Dimensionen genügend Raum zum Wachsen. Der Fokus liegt dabei auf der natürlichen Verjüngung, nur bei ungeeigneten Ausgangsbeständen oder sehr großen Kahlf lächen wird zusätzlich gepflanzt oder gesät. Entscheidend ist hier neben der standörtlichen Eignung vor allem die Herkunft des Saat- oder Pflanzgutes. Dessen genetische Ausstattung muss eine möglichst optimale Anpassung an die spezifischen standörtlichen Gegebenheiten versprechen. Bei Pflanzungen sind auf kritischen Standorten Containerpflanzen sinnvoll, da sie meist schon mit gut ausgebildeten Wurzeln in den Boden kommen und so die Wasser- und Nährstoffvorräte schneller nutzen können. Auf sehr trockenen Standorten sollte

bei Pflanzungen und in der Jungwaldphase eine weitständige Erziehung angestrebt werden, so dass sich die Wurzeln der Bäume in den ersten Jahren ausreichend entwickeln können. Ältere Beständen profitieren hingegen vom wenigen Niederschlag, wenn sie möglichst dicht gehalten werden.

Waldbesitzer können auf die im Rahmen der Klimafolgenforschung von der Landesforstverwaltung 2011 herausgegebene Entscheidungshilfe „Standortgerechte Baumarten- und Bestandes-zieltypenwahl für die Wälder des Freistaates Thüringen auf Grundlage der forstlichen Standortkartierung unter Beachtung des Klimawandels“ und deren Ergänzungen zu den Baumarten Weißtanne, Esche, Hickory, Baumhasel, Wal-, Schwarz- und Hybridnuss zurückgreifen (www.waldbesitzerportal.de/waldbewirtschaftung/waldbau-waldumbau/verjuengung).

Die Schadentwicklung und das Schadausmaß in unseren Wäldern in den zurückliegenden drei Jahren betreffen die verschiedensten Regionen und nahezu alle heimischen Baumarten in unterschiedlicher Intensität. Auch wenn mit den Daten der Klimaforschung hinsichtlich der zu erwartenden weiteren Veränderungen bei Temperatur und Niederschlag eine wichtige Grundlage für die Anpassungsarbeit der Forstwirtschaft vorliegt, so stellt uns diese Entwicklung vor enorme Herausforderungen. Viele Fragen im Zusammenhang mit der Klimaveränderung und den Folgen für unsere Wälder können derzeit nicht vollumfänglich und sicher beantwortet werden. Einerseits sind es insbesondere die klimatischen Extremereignisse wie Dürre, Hitze, Sturm, aber auch Spätfrost, die unsere Baumarten und unsere Wälder unter Stress setzen und zu großen Schäden führen. Andererseits ergeben sich vielfältige Wechselwirkungen und Folgeschäden für unsere Wälder, beispielsweise durch neue oder ursprünglich aus Waldschutzsicht unbedeutende Insekten und Pilze. Dies verdeutlicht, dass hier – und dies betrifft nicht Thüringen allein – noch ein erheblicher Forschungsbedarf besteht. Die damit verbundenen Kernfragen sind beispielsweise:

- In welcher Häufigkeit und Intensität werden die witterungsbedingten Extremereignisse zukünftig und regional differenziert auftreten?
- Welche Maßnahmen im Zuge der Waldbewirtschaftung können zu einer Stabilisierung des Wasserhaushalts im Boden und in den Waldbeständen beitragen, wenn die Niederschläge in der Vegetationsperiode weiterhin abnehmen?
- Welche einheimischen Baumarten und deren unterschiedliche Herkünfte (Provenienzen) und welche nicht-heimischen Baumarten sind langfristig für die Entwicklung und den Erhalt unserer heimischen Wälder und deren vielfältige Ökosystemdienstleistungen und Waldfunktionen geeignet?
- Wie können sich die aus Schadinsekten und Pilzen ergebenden Risiken für die Baumarten reduziert werden?

Die Nährstoffsituation der Waldböden hat sich nach den Einträgen versauernd wirkender Luftschadstoffe in den 1970er bis 1990er Jahren im Zuge der Erfolge der Luftreinhaltepolitik positiv entwickelt, der Erholungsprozess verläuft jedoch vor allem auf den von Natur aus sauren Standorten sehr langsam und wird durch die hohen Stickstoffeinträge gebremst. Bodenschutzkalkungen als Maßnahme zur Kompensation der emissionsbedingten Versauerungserscheinungen sind auf nährstoffarmen Standorten nach wie vor sinnvoll und tragen zu einer Stabilisierung der Nährstoffversorgung bei. In diesem Jahr wurden in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes rund 800 ha Waldfläche gekalkt.

Die durch Borkenkäferbefall und Trockenheit bedingten Waldschäden werden das Waldbild in Thüringen deutlich verändern und sich mehr oder minder stark auf alle Waldfunktionen auswirken. Forstliche Eingriffe nach Schadereignissen werden sich in den nächsten Jahren häufen, die Wiederbewaldung wird geprägt sein von Vorwäldern als vorübergehende Bestockung und Vorausverjüngungen unter den bestehenden Beständen. Langfristig bleibt es das oberste Ziel, ungleichaltrige, artenreiche Bestände zu entwickeln, in denen neben den heimischen Baumarten auch nicht-heimische Baumarten ihren Platz haben werden.

Die Landesregierung stellt sich diesen aufwendigen, aber notwendigen Herausforderungen offensiv. Mit dem im August 2019 vom Kabinett verabschiedeten Aktionsplan Wald 2030 ff. sind wichtige Weichenstellungen zur Bewältigung der Schäden und zu den Anpassungen unserer Wälder an sich ändernde Rahmenbedingungen vorgenommen worden. Durch eine verbesserte personelle Ausstattung der Landesforstanstalt im hoheitlichen Bereich und die Bereitstellung von finanziellen Mitteln werden die Waldbesitzer bei der Sanierung und beim Umbau der Wälder nach Kräften unterstützt. Starke Verwerfungen des Holzmarktes mit der Folge fehlender Refinanzierungsmöglichkeiten über den Holzabsatz sowie Engpässe auf dem Angebotsmarkt für forstliche Dienstleistungen erschweren dabei die Maßnahmen erheblich.



Anhang

Tabelle 1: 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	2010	40	38	22	1	0	22
	2011	36	40	23	1	0	24
	2012	36	42	22	1	0	23
	2013	37	41	21	1	0	22
	2014	34	42	23	0	0	24
	2015	29	44	26	1	0	27
	2016	29	42	29	1	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
Kiefer	2010	8	49	43	1	0	44
	2011	6	49	44	1	0	45
	2012	7	52	41	0	0	42
	2013	8	50	42	1	0	43
	2014	8	54	38	1	0	39
	2015	9	48	41	2	0	43
	2016	8	44	46	2	0	48
	2017	10	41	49	1	0	50
	2018	11	39	47	3	0	51
	2019	7	31	55	7	0	62
	2020	8	29	51	12	0	63
sonstige Nadelbäume	2010	31	38	30	0	0	31
	2011	22	36	38	4	0	42
	2012	24	46	29	0	0	30
	2013	25	35	40	0	0	40
	2014	26	44	31	0	0	31
	2015	24	47	29	0	0	29
	2016	25	35	41	0	0	41
	2017	22	36	41	0	0	42
	2018	20	37	40	3	0	43
	2019	18	32	44	6	1	50
	2020	13	25	57	4	1	62
alle Nadelbäume	2010	30	41	28	1	0	29
	2011	27	43	30	1	0	31
	2012	27	45	28	1	0	29
	2013	28	44	28	1	0	28
	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	48
	2020	19	31	41	6	3	50

Buche	2010	14	49	36	1	0	37
	2011	9	39	51	1	0	53
	2012	12	48	39	1	0	40
	2013	20	48	30	1	0	32
	2014	11	41	47	1	0	48
	2015	16	56	26	2	0	28
	2016	12	45	42	2	0	43
	2017	17	50	32	1	0	33
	2018	15	45	38	2	0	41
	2019	4	35	53	8	1	62
	2020	5	27	57	10	1	68
Eiche	2010	14	30	53	3	0	56
	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	40	5	0	44
	2017	2	35	59	4	0	63
	2018	5	26	63	6	0	69
	2019	7	17	65	11	0	76
	2020	3	22	59	15	1	75
sonstige Laubbäume	2010	27	45	27	1	0	28
	2011	27	40	32	1	0	33
	2012	26	44	28	1	0	29
	2013	29	42	28	1	0	29
	2014	27	41	31	2	0	32
	2015	26	45	27	3	0	29
	2016	23	43	32	2	0	34
	2017	24	38	37	1	0	39
	2018	17	33	43	8	0	51
	2019	16	29	47	8	1	56
	2020	18	33	39	9	1	49
alle Laubbäume	2010	18	44	36	1	0	38
	2011	15	39	45	1	0	46
	2012	16	45	38	2	0	39
	2013	22	45	32	1	0	33
	2014	17	42	40	1	0	42
	2015	18	51	28	3	0	31
	2016	15	45	38	2	0	41
	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
alle Baumarten	2010	26	42	31	1	0	32
	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	2	0	31
	2016	20	43	36	1	0	37
	2017	22	41	35	1	0	36
	2018	19	40	38	3	0	41
	2019	15	32	46	6	1	53
	2020	15	30	44	8	3	55

Tabelle 2: Niederschläge (mm) und Abweichungen (%) in den Forstlichen Wuchsgebieten

	Thüringen		Harz		Nordthür. Trias-Hügel- land		Mitteltd. Trias- Berg- u. Hügel- land		Thüringer Becken		Ostthür. Trias- Hügelland		Sächsisch- Thüring. Löß- Hügelland		Leipziger Sandlöß- Ebene		Thüringer Gebirge		Frankenwald, Fichtelgeb., Steinwald		Vogtland		Südtthür.-Ober- fränk. Trias- Hügelland		Rhön		Fränkische Platte		Fränkischer Keuper	
	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.	mm	Abw.
Jan 18	84,3	147 %	184	174 %	77	151 %	102	157 %	56	147 %	63	143 %	43	108 %	37	106 %	150	153 %	144	145 %	64	133 %	103	145 %	116	151 %	79	132 %	80	136 %
Feb 18	9,2	18 %	14	19 %	6	15 %	9	17 %	5	14 %	7	16 %	4	10 %	2	6 %	18	22 %	13	16 %	7	16 %	14	24 %	17	26 %	12	24 %	15	26 %
Mär 18	56,2	94 %	67	76 %	48	91 %	57	86 %	46	102 %	55	104 %	48	100 %	44	100 %	76	84 %	67	80 %	50	93 %	66	100 %	75	100 %	54	100 %	52	100 %
Apr 18	33,5	67 %	43	77 %	28	65 %	36	71 %	27	64 %	31	63 %	32	71 %	28	67 %	40	58 %	37	59 %	32	65 %	38	72 %	55	93 %	36	78 %	42	91 %
Mai 18	57,4	85 %	37	56 %	32	54 %	45	63 %	49	79 %	63	94 %	45	73 %	22	38 %	84	101 %	66	86 %	77	115 %	61	88 %	83	106 %	49	78 %	37	61 %
Jun 18	21,5	32 %	22	31 %	14	23 %	19	27 %	11	19 %	19	29 %	24	37 %	15	25 %	28	35 %	40	49 %	33	46 %	31	45 %	34	47 %	27	44 %	35	55 %
Jul 18	36,6	46 %	20	25 %	17	25 %	28	37 %	29	43 %	43	53 %	32	40 %	32	43 %	59	60 %	49	49 %	36	42 %	45	57 %	35	43 %	46	61 %	45	61 %
Aug 18	28,7	43 %	14	21 %	21	37 %	22	33 %	28	49 %	38	55 %	38	52 %	31	44 %	36	44 %	33	40 %	27	36 %	22	34 %	21	30 %	18	32 %	21	35 %
Sep 18	52,7	86 %	45	62 %	45	85 %	54	82 %	52	104 %	56	100 %	51	93 %	51	100 %	65	76 %	50	62 %	51	85 %	47	70 %	54	75 %	37	61 %	35	58 %
Okt 18	21,3	41 %	33	45 %	16	37 %	20	36 %	13	34 %	21	48 %	23	56 %	20	56 %	35	44 %	33	41 %	27	57 %	21	34 %	24	36 %	15	27 %	14	26 %
Nov 18	15,9	25 %	26	28 %	15	27 %	19	28 %	15	31 %	13	22 %	11	20 %	9	18 %	23	24 %	16	17 %	12	19 %	17	24 %	24	30 %	14	23 %	13	22 %
Dez 18	92,1	136 %	208	191 %	90	150 %	105	140 %	59	123 %	71	127 %	65	127 %	55	120 %	152	138 %	158	141 %	77	128 %	110	138 %	126	147 %	90	132 %	101	149 %
Jahr 2018	509,7	69 %	713	74 %	410	64 %	517	66 %	392	67 %	481	70 %	415	63 %	347	57 %	765	73 %	706	68 %	494	68 %	574	71 %	663	75 %	475	67 %	491	69 %
Jan 19	80,3	140 %	166	157 %	67	131 %	82	126 %	42	111 %	72	164 %	70	175 %	64	183 %	139	142 %	136	137 %	85	177 %	95	134 %	107	139 %	65	108 %	65	110 %
Feb 19	20,6	41 %	34	45 %	15	37 %	26	48 %	12	34 %	14	33 %	16	41 %	16	46 %	37	45 %	39	48 %	21	47 %	24	41 %	30	45 %	18	37 %	25	43 %
Mär 19	62,5	105 %	114	130 %	52	98 %	70	106 %	43	96 %	50	94 %	47	98 %	42	95 %	105	117 %	109	130 %	56	104 %	73	111 %	90	120 %	54	100 %	56	108 %
Apr 19	29,5	59 %	27	48 %	26	60 %	34	67 %	25	60 %	31	63 %	27	60 %	23	55 %	33	48 %	37	59 %	33	67 %	29	55 %	30	51 %	28	61 %	28	61 %
Mai 19	84	124 %	73	111 %	59	100 %	89	125 %	68	110 %	84	125 %	59	95 %	47	81 %	121	146 %	109	142 %	75	112 %	99	143 %	123	158 %	85	135 %	95	156 %
Jun 19	40,9	61 %	57	80 %	46	77 %	68	97 %	36	62 %	30	46 %	44	68 %	38	62 %	39	49 %	28	35 %	27	38 %	42	61 %	61	84 %	32	52 %	24	38 %
Jul 19	41,4	53 %	27	34 %	31	46 %	50	66 %	36	53 %	37	46 %	47	58 %	38	51 %	44	45 %	45	45 %	55	65 %	44	56 %	41	51 %	34	45 %	33	45 %
Aug 19	55,6	83 %	42	63 %	41	72 %	49	74 %	46	81 %	60	87 %	55	75 %	49	69 %	74	90 %	62	76 %	53	72 %	63	97 %	81	117 %	49	86 %	55	83 %
Sep 19	46,3	75 %	59	81 %	43	81 %	38	58 %	32	64 %	50	89 %	64	116 %	59	116 %	59	69 %	72	89 %	68	113 %	38	57 %	42	58 %	28	46 %	32	53 %
Okt 19	49,9	97 %	95	130 %	44	102 %	55	98 %	32	84 %	36	82 %	27	66 %	26	72 %	91	115 %	91	114 %	38	81 %	67	108 %	72	107 %	55	100 %	58	109 %
Nov 19	50	77 %	62	67 %	40	73 %	48	70 %	38	78 %	41	69 %	36	65 %	35	70 %	86	90 %	82	87 %	40	65 %	64	89 %	64	80 %	60	100 %	61	102 %
Dez 19	49,9	73 %	95	87 %	44	73 %	55	73 %	32	67 %	36	64 %	27	53 %	26	57 %	91	83 %	91	81 %	38	63 %	67	84 %	72	84 %	55	81 %	58	85 %
Jahr 2019	628	85 %	853	89 %	519	81 %	676	86 %	459	78 %	565	82 %	553	85 %	496	82 %	936	89 %	897	87 %	614	85 %	716	88 %	821	93 %	570	81 %	584	82 %
Jan 20	39,5	69 %	83	78 %	39	76 %	49	75 %	30	79 %	28	64 %	22	55 %	24	69 %	66	67 %	57	58 %	26	54 %	50	70 %	57	74 %	36	60 %	35	59 %
Feb 20	105,7	210 %	211	281 %	103	251 %	121	224 %	79	226 %	81	188 %	70	179 %	65	186 %	169	204 %	163	201 %	83	184 %	123	208 %	145	220 %	101	206 %	133	229 %
Mär 20	50,1	84 %	61	69 %	32	60 %	48	73 %	32	71 %	47	89 %	41	85 %	34	77 %	85	94 %	83	99 %	54	100 %	62	94 %	73	97 %	43	80 %	41	79 %
Apr 20	9,8	20 %	9	16 %	7	16 %	12	24 %	9	21 %	10	20 %	7	16 %	4	10 %	12	17 %	11	17 %	11	22 %	9	17 %	14	24 %	6	13 %	7	15 %
Mai 20	49,6	73 %	43	65 %	37	63 %	43	61 %	40	65 %	52	78 %	59	95 %	55	95 %	62	75 %	65	84 %	58	87 %	53	77 %	45	58 %	59	94 %	52	85 %
Jun 20	98,8	148 %	86	121 %	77	128 %	108	154 %	102	176 %	101	155 %	74	114 %	53	87 %	113	141 %	122	151 %	109	151 %	93	135 %	87	119 %	78	128 %	85	133 %
Jul 20	33,4	42 %	56	70 %	40	60 %	43	57 %	33	49 %	25	31 %	29	36 %	27	36 %	34	35 %	37	37 %	30	35 %	33	42 %	37	46 %	26	35 %	31	42 %

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 3: Temperaturen (°C) und Abweichungen (K) in den Forstlichen Wuchsgebieten

	Thüringen		Harz		Nordthür. Trias-Hügel- land		Mitteltd. Trias- Berg- u. Hügel- land		Thüringer Becken		Ostthür. Trias- Hügelland		Sächsisch- Thüring. Löß- Hügelland		Leipziger Sandlöß- Ebene		Thüringer Gebirge		Frankenwald, Fichtelgeb., Steinwald		Vogtland		Südtür.-Ober- fränk. Trias- Hügelland		Rhön		Fränkische Platte		Fränkischer Keuper			
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K		
Jan 18	3,2	-3,7	2,1	2,8	3,5	3,4	3,2	3,4	3,8	3,7	3,4	3,7	3,7	3,7	4,1	3,5	1,9	3,6	1,9	4,0	2,9	4,0	3	3,8	2,8	3,9	3,4	4,0	3,5	4,0		
Feb 18	-3,1	-3,2	-3,7	-3,3	-2,4	-3,0	-2,7	-3,0	-2,4	-3,1	-3	-3,3	-2,6	-3,2	-2,1	-3,2	-4,5	-3,3	-4,6	-3,1	-3,6	-3,1	-3,3	-3,1	-3,7	-3,1	-3,1	-3,1	-2,9	-3,1		
Mär 18	1,6	-2,0	0,5	-2,3	1,9	-2,2	1,6	-2,1	2,2	-2,1	1,7	-2,1	1,8	-2,4	2,2	-2,5	0,2	-2,0	0,2	-1,8	1,1	-1,9	1,6	-1,9	1,3	-1,7	2,1	-1,8	2,3	-1,8		
Apr 18	12,3	4,6	11,2	4,4	12,6	4,4	12,1	4,5	12,8	4,4	12,5	4,6	12,8	4,5	13,2	4,2	11,1	4,8	11	4,7	12	4,8	12,3	4,7	11,8	4,8	12,5	4,4	12,6	4,3		
Mai 18	15,3	2,8	14,7	3,1	15,9	3,0	15,2	3,0	15,8	2,7	15,4	2,7	15,8	2,7	16,2	2,5	14	2,9	14,1	2,9	14,9	2,9	15,4	3,0	14,7	3,1	15,8	3,0	16	3,0		
Jun 18	17,4	2,2	16,3	2,0	17,9	2,3	17,2	2,2	18,1	2,2	17,6	2,1	17,9	2,0	18,4	2,0	16	2,1	15,9	1,9	16,8	2,0	17,3	2,2	16,8	2,3	17,8	2,3	17,9	2,1		
Jul 18	20	2,6	19,3	2,9	20,7	2,8	20,1	2,9	20,8	2,6	20,1	2,4	20,5	2,3	20,9	2,1	18,6	2,6	18,4	2,3	19,2	2,2	20	2,7	19,5	3,0	20,4	2,7	20,4	2,5		
Aug 18	19,7	2,7	18,6	2,5	20,2	2,7	19,6	2,8	20,4	2,7	19,9	2,7	20,7	2,9	21,1	2,7	18,3	2,6	18,3	2,7	19,6	3,0	19,6	2,8	19,1	3,0	20	2,8	20,2	2,8		
Sep 18	14,5	1,5	13,7	1,5	15	1,6	14,3	1,4	15,1	1,5	14,7	1,5	15,4	1,7	15,9	1,7	13,2	1,5	13,2	1,6	14,5	1,9	14,3	1,5	13,9	1,6	14,5	1,4	14,7	1,4		
Okt 18	10,1	1,6	9,5	1,6	10,4	1,5	9,9	1,3	10,4	1,3	10,3	1,5	10,7	1,5	11	1,3	9,1	1,7	8,9	1,6	10	1,8	9,9	1,7	9,7	1,8	10	1,5	10,1	1,5		
Nov 18	4,6	0,9	4,3	1,0	5	0,8	4,6	0,7	4,9	0,5	4,7	0,8	5	0,7	5,3	0,5	3,5	1,0	3,3	1,1	4,2	1,0	4,5	1,1	4,3	1,2	4,7	1,1	4,9	1,2		
Dez 18	3,3	2,9	2,9	2,8	4	3,1	3,5	2,8	4,1	3,1	3,6	3,0	3,8	2,9	4,3	2,9	1,8	2,6	1,6	2,7	2,7	2,9	2,7	2,6	2,6	2,7	3	2,6	3,1	2,6		
Jahr 2018	9,9	1,7	9,1	1,6	10,4	1,7	9,9	1,7	10,5	1,6	10,1	1,7	10,5	1,6	10,9	1,5	8,6	1,7	8,5	1,7	9,5	1,8	9,5	1,8	9,8	1,8	9,4	1,9	10,1	1,7	10,2	1,7
Jan 19	-0,2	0,3	-0,7	0,0	0,5	0,4	0,1	0,3	0,5	0,4	-0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	0,0	-1,7	0,0	-1,9	0,2	-0,9	0,2	-0,6	0,2	-1	0,1	-0,2	0,4	-0,1	0,4	0,4	
Feb 19	3,4	3,3	3,6	4,0	4,2	3,6	3,8	3,5	4	3,3	3,6	3,3	3,9	3,3	4,3	3,2	2,3	3,5	1,7	3,2	3	3,5	2,8	3,0	3	3,6	2,6	2,6	2,6	2,4	2,4	
Mär 19	6,1	2,5	5,2	2,4	6,7	2,6	6,1	2,4	6,9	2,6	6,3	2,5	6,8	2,6	7,3	2,6	4,6	2,4	4,5	2,5	5,6	2,6	5,8	2,3	5,4	2,4	6,1	2,2	6,3	2,2	2,2	
Apr 19	8,9	1,2	8	1,2	9,2	1,0	8,7	1,1	9,3	0,9	9	1,1	9,3	1,0	9,7	0,7	7,7	1,4	7,7	1,4	8,5	1,3	9,2	1,6	8,6	1,6	9,4	1,3	9,7	1,4	1,4	
Mai 19	10,4	-2,1	9,6	-2,0	11	-1,9	10,3	-1,9	11,1	-2,0	10,6	-2,1	11,1	-2,0	11,7	-2,0	8,9	-2,2	9	-2,2	10	-2,0	10,2	-2,2	9,7	-1,9	10,4	-2,4	10,6	-2,4	-2,4	
Jun 19	19,7	4,5	18,6	4,3	20,1	4,5	19	4,0	20,2	4,3	20,1	4,6	20,7	4,8	21,1	4,7	18,4	4,5	18,6	4,6	19,9	5,1	19,4	4,3	18,7	4,2	19,4	3,9	19,7	3,9	3,9	
Jul 19	18,5	1,1	17,2	0,8	18,8	0,9	17,9	0,7	19	0,8	18,8	1,1	19,3	1,1	19,8	1,0	17,2	1,2	17,5	1,4	18,3	1,3	18,4	1,1	17,7	1,2	18,8	1,1	19	1,1	1,1	
Aug 19	18,8	1,8	18	1,9	19,5	2,0	18,7	1,9	19,5	1,8	19	1,8	19,7	1,9	20,2	1,8	17,4	1,7	17,4	1,8	18,6	2,0	18,5	1,7	17,9	1,8	18,5	1,3	18,7	1,3	1,3	
Sep 19	13,6	0,6	12,6	0,4	14,1	0,7	13,4	0,5	14,3	0,7	13,9	0,7	14,5	0,8	15	0,8	12,3	0,6	12,3	0,7	13,4	0,8	13,3	0,5	12,8	0,5	13,4	0,3	13,6	0,3	0,3	
Okt 19	10,5	2,0	9,9	2,0	11	2,1	10,7	2,1	11,2	2,1	10,7	1,9	11,1	1,9	11,5	1,8	9,3	1,9	9,1	1,8	10,2	2,0	10	1,8	9,9	2,0	10	1,5	10,1	1,5	1,5	
Nov 19	4,6	0,9	4,1	0,8	5,1	0,9	4,6	0,7	5,1	0,7	4,8	0,9	5,3	1,0	5,7	0,9	3,5	1,0	3,6	1,4	4,5	1,3	4,4	1,0	4	0,9	4,4	0,8	4,7	1,0	1,0	
Dez 19	3,2	2,8	2,9	2,8	3,7	2,8	3,3	2,6	3,7	2,7	3,5	2,9	3,9	3,0	4,3	2,9	1,9	2,7	1,6	2,7	2,9	3,1	2,7	2,6	2,6	2,7	2,5	2,1	2,6	2,1	2,1	
Jahr 2019	9,8	1,6	9,1	1,6	10,3	1,6	9,7	1,5	10,4	1,5	10	1,6	10,5	1,6	10,9	1,5	8,5	1,6	8,4	1,6	9,5	1,8	9,5	1,5	9,1	1,6	9,6	1,2	9,8	1,3	1,3	
Jan 20	2,8	3,3	2,7	3,4	3,5	3,4	3,1	3,3	3,4	3,3	3	3,3	3,4	3,4	3,9	3,3	1,5	3,2	1	3,1	2,3	3,4	2,1	2,9	2,3	3,4	2,1	2,7	2,2	2,7	2,7	
Feb 20	4,7	4,6	3,8	4,2	5,3	4,7	4,9	4,6	5,5	4,8	5	4,7	5,4	4,8	5,9	4,8	3	4,2	2,9	4,4	4,2	4,7	4,1	4,3	3,9	4,5	4,5	4,5	4,6	4,4	4,4	
Mär 20	4,5	0,9	3,7	0,9	5	0,9	4,7	1,0	5,1	0,8	4,6	0,8	5	0,8	5,4	0,7	3	0,8	2,9	0,9	3,9	0,9	4,5	1,0	4,1	1,1	4,8	0,9	5	0,9	0,9	
Apr 20	9,6	1,9	8,7	1,9	9,9	1,7	9,4	1,8	10,1	1,7	9,7	1,8	9,9	1,6	10,4	1,4	8,6	2,3	8,4	2,1	9,2	2,0	9,9	2,3	9,6	2,6	10	1,9	10,2	1,9	1,9	
Mai 20	11,1	-1,4	10,4	-1,2	11,6	-1,3	11,2	-1,0	11,7	-1,4	11	-1,7	11,5	-1,6	12	-1,7	9,7	-1,4	9,5	-1,7	10,3	-1,7	11,2	-1,2	10,7	-0,9	11,7	-1,1	12	-1,0	-1,0	
Jun 20	16,3	1,1	15,8	1,5	17,1	1,5	16,2	1,2	17,1	1,2	16,5	1,0	17,1	1,2	17,8	1,4	14,8	0,9	14,8	0,8	15,8	1,0	16	0,9	15,4	0,9	16,2	0,7	16,4	0,6	0,6	
Jul 20	17,5	0,1	15,9	-0,5	17,7	-0,2	17	-0,2	18,1	-0,1	17,9	0,2	18,5	0,3	19	0,2	16,2	0,2	16,3	0,2	17,3	0,3	17,4	0,1	16,7	0,2	17,7	0,0	18	0,1	0,1	

Autoren

Kapitel 1:	Ines Chmara (FFK Gotha)
Kapitel 2:	Ines Chmara (FFK Gotha), Sven Merten (FFK Gotha)
Kapitel 3.1:	Ines Chmara (FFK Gotha), Tobias Neumann (TLUBN Jena), Falk Böttcher (DWD, Abt. Agrarmeteorologie)
Kapitel 3.2:	Anett Wenzel (FFK Gotha), Mathias Stürtz (FFK Gotha), Ines Chmara (FFK Gotha)
Kapitel 3.3:	Ines Chmara (FFK Gotha)
Kapitel 4:	Dr. Jacob Wernicke (FFK Gotha)
Kapitel 5:	Sergej Chmara (FFK Gotha), Dr. Sören Hese (FSU Jena), Herbert Sagischewski (FFK Gotha), Fabian Enssle (GAF AG)
Kapitel 6:	Ines Chmara (FFK Gotha), Ingolf Profft (FFK Gotha), Sonja Gockel (AöR-Zentrale), 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
Telefon: 0361 / 57-411 1740
99096 Erfurt
www.tmil.info

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

Fotos:
ThüringerForst - Anstalt öffentlichen Rechts (AöR)
TSK (Bild Minister Prof. Dr. Benjamin-Immanuel Hoff)

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

Druck:
Mehgro Werbung GmbH

Stand: Dezember 2020

**THÜRINGEN
ENTWICKELN
ZUKUNFT
GESTALTEN**

WWW.TMIL.INFO

