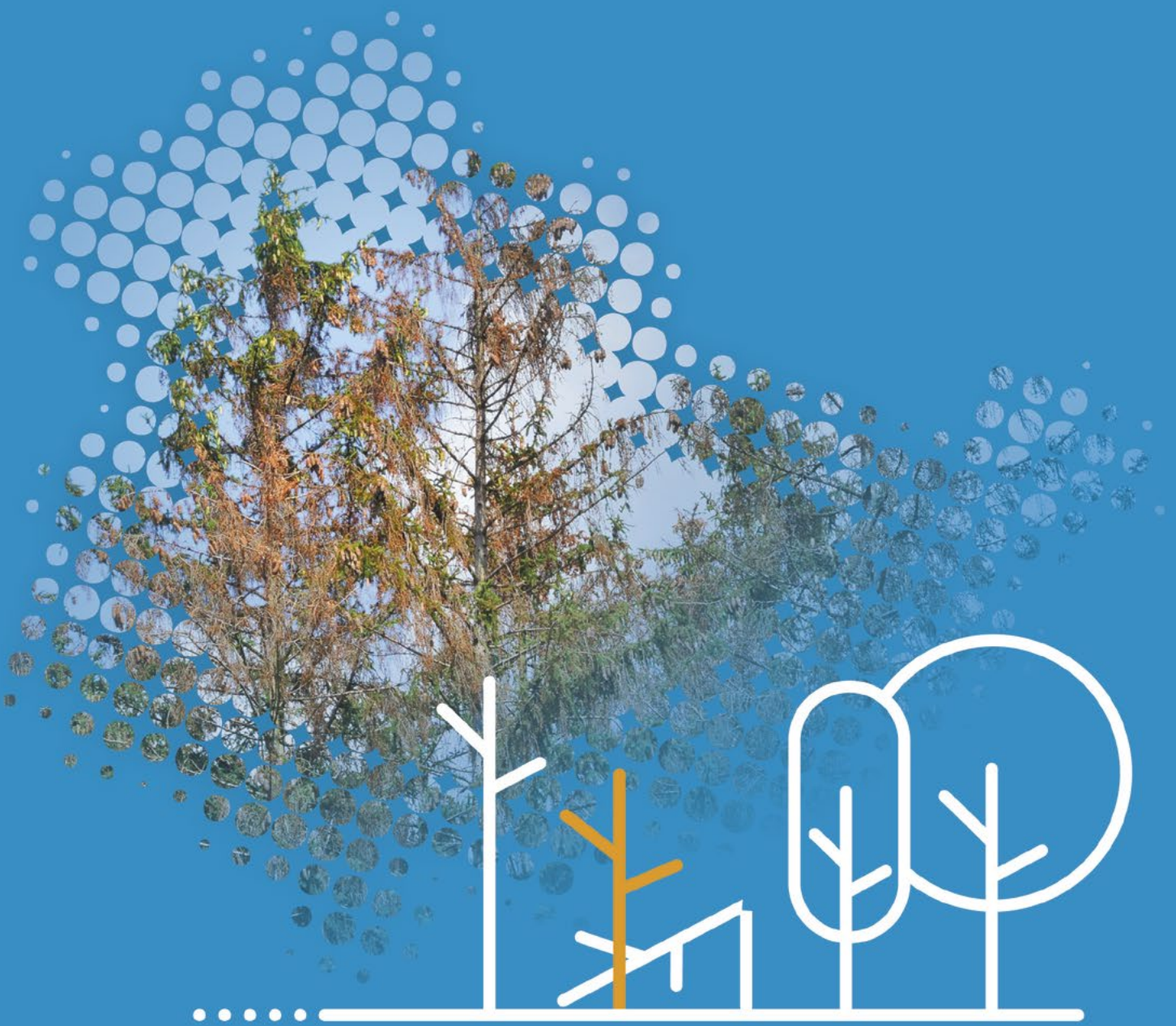


Waldzustandsbericht 2022

Forstliches Umweltmonitoring in Thüringen





Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die waldfreundliche Witterung des Jahres 2021 hat sich in diesem Jahr leider nicht fortgesetzt. Die vergangene Vegetationsperiode war erneut von extremer Trockenheit und Wärme gekennzeichnet. In vielen Regionen ist von Mai bis August noch weniger Niederschlag gefallen als in den Extremjahren 2018 und 2019.

Die klimatischen Veränderungen sind in vollem Gange und stellen die Gesellschaft vor enorme Herausforderungen. Wasserknappheit und extreme Hitze gefährden Menschen und Tiere gleichermaßen und beeinträchtigen wertvolle Ressourcen. Neben der Landwirtschaft leiden vor allem der Wald und die Forstwirtschaft unter den Wasserdefiziten und der zunehmenden Bodentrockenheit. So waren auch in diesem Jahr trotz ergiebiger Winterniederschläge die Wasservorräte im durchwurzelten Waldboden teilweise schon Ende Juni erschöpft und bereits ab Mitte Juli konnte man erste Dürreschäden in den Wäldern beobachten.

Der Befall durch forstliche Schaderreger und insbesondere der Borkenkäferbefall in den Fichtenbeständen nahm nach einer mehrmonatigen Phase rückläufiger Schadholzmengen in 2021 wieder dramatisch zu und erreichte in diesem Jahr erneut Negativ-Rekordwerte.

Diese Entwicklung zeigt sich auch in den Ergebnissen der Waldzustandserhebung. Die hohe Ausfallrate an langjährigen Stichprobenbäumen hat sich weiter fortgesetzt und der Anteil gesunder Bäume ist nach einer kurzen Phase der Erholung 2021 wieder gesunken. Nur noch 18 % der Bäume konnten als gesund eingestuft werden, das sind 2 % weniger als im Vorjahr. Rund 50 % der Waldbäume weisen deutliche Vitalitätsverluste auf, das ist im Vergleich zum Vorjahr ein Anstieg um 4 %. Der Anteil an Bäumen mit leichten Vitalitätsverlusten liegt bei 32 %.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass das gesamte Ausmaß der Schäden erst in den Folgejahren vollständig sichtbar wird. Deshalb ist die jährliche Waldzustandserhebung ein wichtiges Instrument, um die Auswirkungen des Klimawandels langfristig zu dokumentieren und wertvolle Informationen zum Zustand des Waldes in Thüringen zu liefern. Ich danke allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Thüringer Forstämter und des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums in Gotha, die alljährlich mit viel Herzblut diese wichtige Erhebung durchführen und zuverlässige Ergebnisse bereitstellen.



Liebe Leserinnen und Leser, rund 34 % der Landesfläche Thüringens sind mit Wald bedeckt. Die Nachfrage nach dem Rohstoff Holz ist in den letzten beiden Jahren stark gestiegen. Gleichzeitig ist der Wald auch ein Ort der Erholung, ein Garant für saubere Luft und gereinigtes Wasser sowie naturnaher Lebensraum unserer heimischen Tier- und Pflanzenwelt. Umso dramatischer ist es, dass seit 2018 extremwetter- und schädlingsbedingt inzwischen rund 76.600 ha stark aufgelichtete Bestände oder Kahlfelder entstanden sind.

Der Waldumbau sowohl im Rahmen der Wiederbewaldung dieser Flächen als auch im Rahmen der Überführung risikobehafteter Reinbestände in klimastabilere Mischbestände ist dringend, damit auch die nachkommenden Generationen das Multitalent Wald in Anspruch nehmen können. Die Landesregierung unterstützt Waldbesitzende bei dieser Aufgabe nach Kräften und wird sich auch weiterhin dafür einsetzen, dass Maßnahmen zur Sicherung unserer Wälder auf politischer und fachlicher Ebene umgesetzt werden.

Susanna Karawanskij

Thüringer Ministerin für Infrastruktur und Landwirtschaft

Waldzustandsbericht 2022 in leichter Sprache

Jedes Jahr untersuchen Förster und Wissenschaftler: Ist der Wald gesund?
In einem Waldzustandsbericht stellen sie die Ergebnisse dar.
Für diese Arbeit gibt es gesetzliche Vorgaben.

In Thüringen gibt es 355 Aufnahme-Punkte.
An diesen Punkten schaut man jedes Jahr: Wie gesund sind die Bäume?
Sie sind gleichmäßig über den ganzen Wald verteilt.
Ein Zeichen für den Zustand des Waldes ist: Wie sehen die Kronen der Bäume aus?
Die Wissenschaftler nennen das Kronen-Verlichtung.
Wenn ein Baum wenig Nadeln oder Blätter hat, ist er krank.

In diesem Jahr waren nur noch 18 Prozent der Waldbäume gesund.
32 Prozent der Waldbäume sind leicht geschädigt und haben leichte Vitalitätsverluste.
50 Prozent sind stark geschädigt, sind nicht mehr gesund und haben einen deutlichen Vitalitätsverlust.

In den letzten Jahren geht es den Bäumen im Wald immer schlechter.
Die Ursachen sind: zu wenig Regen und zu große Hitze.
Die Wissenschaftler führen das auf den Klima-Wandel zurück.
Laub- und Nadelbäume bekommen zu wenig Wasser. Sie vertrocknen oder werden schwach.
Sie können sich schlecht gegen Feinde wehren. Zum Beispiel gegen den Borken-Käfer.

Es ist wichtig, den Wäldern zu helfen. Dann können sie sich an den Klima-Wandel anpassen.
Förster und Wald-Besitzer wollen den Wald stärker machen.
Deshalb pflegen sie viele Arten von Bäumen. Sie pflegen auch junge und alte Bäume.
Das nennt man Misch-Bestände.
Misch-Bestände machen den Wald stärker.

In manchen Wäldern wächst nur eine Baum-Art. Man kann aus solchen Wäldern Misch-Bestände heranziehen.
Dann wachsen dort viele Baum-Arten. Das nennt man Wald-Umbau.
Wald-Umbau dauert lange und ist teuer.
In Thüringen haben der Landtag und die Regierung beschlossen: Der Wald-Umbau soll schneller gehen.
Dafür geben sie Geld.
Das Geld hilft den Wald-Besitzern beim Wald-Umbau. Man kann mehr Förster einstellen.
Die Förster können die Wald-Besitzer noch besser beraten.

Waldbesitzer und Förster können den Klima-Wandel nicht stoppen.
Beim Verbrennen von Kohle, Öl oder Erdgas entstehen Gase. Das ist eine Haupt-Ursache des Klima-Wandels.
Deshalb ist wichtig: Wir müssen Energie sparen. Dann entstehen weniger Gase, die das Klima schädigen.
Damit helfen wir unseren Wäldern.
Sie müssen weniger unter dem Klima-Wandel leiden.



Inhalt

1.	Hauptergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) 2022	6
2.	Monitoring/Langzeitbeobachtungen im Wald	9
2.1.	Forstliches Umweltmonitoring	9
2.1.1.	Waldzustandserhebung (WZE)	10
2.1.2.	Bodenzustandserhebung (BZE)	10
2.1.3.	Intensiv-Monitoring an Wald- und Hauptmessstationen (WMS/HMS)	10
2.2.	Waldschutz	11
2.2.1.	Waldschutzmeldedienst	11
2.2.2.	Waldschutzmonitoring	12
2.2.3.	Überwachung Quarantäneschädlinge	12
2.3.	Informationssystem Waldboden	13
2.4.	Monitoring in Naturwaldparzellen	13
2.5.	Waldwachstumsbeobachtungen	13
2.6.	Waldbau/Waldumbau	13
2.7.	Wildmonitoring	14
2.8.	Forstsaatgutüberwachung/Forstgenetik	14
2.9.	Klimafolgenmonitoring, Klimaschutz und -anpassung	14
3.	Ergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) 2022	15
3.1.	Methodik	16
3.2.	Zustand der stehenden Bäume	17
3.2.1.	Langzeitreihen der mittleren Kronenverlichtung	17
3.2.2.	Alle Bäume	18
3.2.3.	Fichte	21
3.2.4.	Kiefer	25
3.2.5.	Buche	29
3.2.6.	Eiche	33
3.2.7.	Sonstige Laubbäume	35
3.2.8.	Sonstige Nadelbäume	38
3.3.	Absterbe- und Ausfallraten	40
4.	Einflüsse und Ursachen	44
4.1.	Klima im Wandel	44
4.2.	Witterung 2021/22	47
4.3.	Waldschutzsituation	54
4.3.1.	Schäden infolge Trockenheit	54
4.3.2.	Sturmschäden	55
4.3.3.	Schäden durch Waldbrände	55
4.3.4.	Einfluss forstlicher Schadorganismen auf den Waldzustand	55
4.4.	Luftschadstoffe und Klimawandel	66
5.	Gesamtschau/Ausblick	68
6.	Anhang	71

1. Hauptergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) 2022

Nach dem „waldfreundlichen“ Jahr 2021 mit ausreichend Niederschlag und moderaten Temperaturen war es während der Vegetationszeit 2022 erneut über viele Wochen hinweg extrem trocken und überdurchschnittlich warm. Die Reaktion der Waldbäume auf diese erneute Trockenheit ist eindeutig: der Zustand des Waldes hat sich wieder verschlechtert.

Der Anteil stehender Bäume mit einer deutlich geminderten Vitalität ist auf 50 % gestiegen (+ 4 %), der Anteil gesunder Bäume um 2 % auf 18 % gesunken. 32 % der Waldbäume (-2 %) weisen nach wie vor leichte Vitalitätsverluste auf (Abbildung 1). Gesunde Bäume sind fast nur noch im Thüringer Wald und im Vogtland zu finden (Abbildung 2). Dabei handelt es sich überwiegend um jüngere Fichten.

Vitalität der stehenden Waldbäume 2022

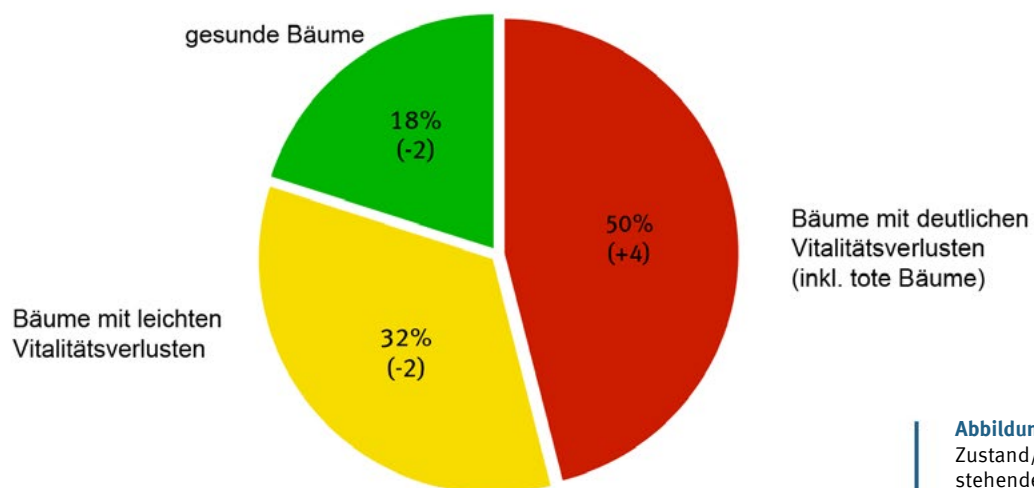


Abbildung 1:
Zustand/Vitalität der stehenden Waldbäume in Thüringen 2022

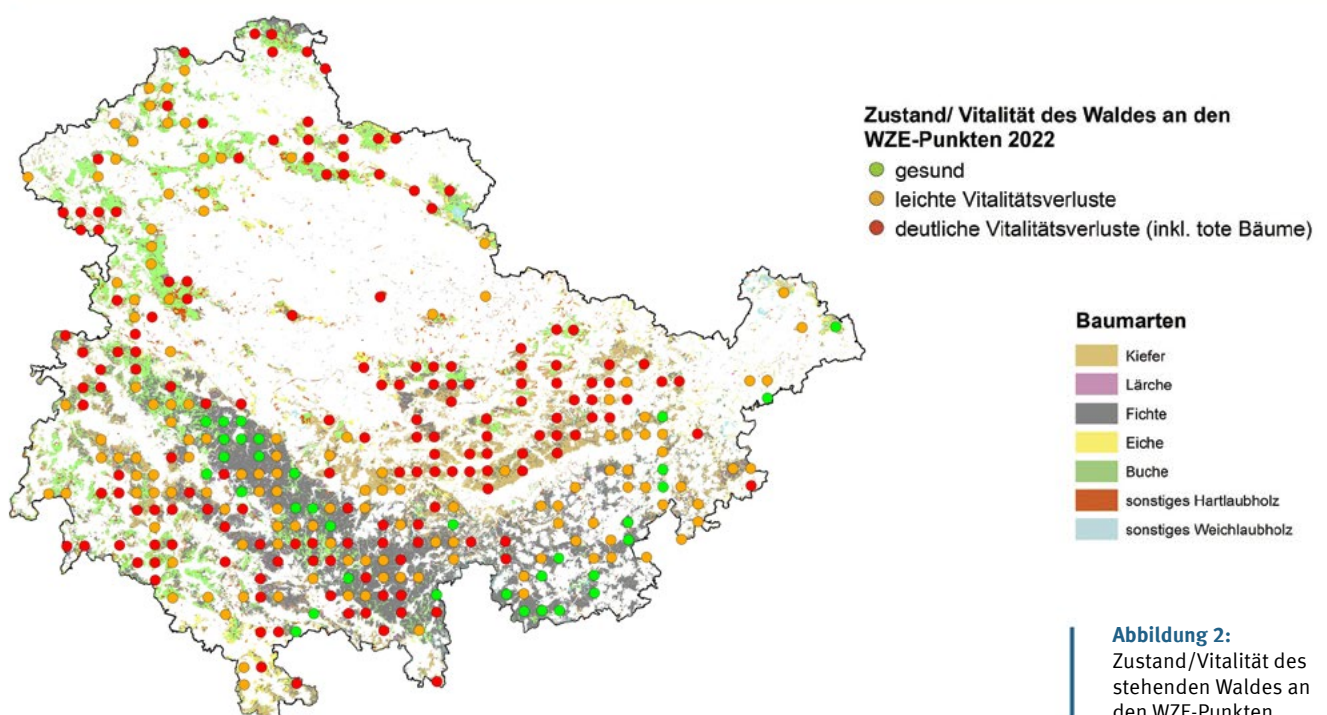


Abbildung 2:
Zustand/Vitalität des stehenden Waldes an den WZE-Punkten

Der Anteil frisch abgestorbener und entnommener Bäume ist erneut um 6 % gestiegen, seit 2018 sind inzwischen 21,3 % der WZE-Stichprobenbäume aufgrund von Trockenheit oder forstlichen Schaderregern ausgefallen. Davon waren zum Zeitpunkt der Aufnahmen 7,5 % der Bäume frisch abgestorben und gingen in die Berechnungen zur Vi-

talität der stehenden Waldbäume mit ein, während 13,8 % bereits entnommen waren (Abbildung 3). Für die entnommenen Bäume wurden nach Möglichkeit neue, in der Regel unmittelbar benachbarte Bäume als Stichprobenbäume ausgewählt.

Abgestorbene und entnommene Bäume durch Trockenheit und forstliche Schaderreger

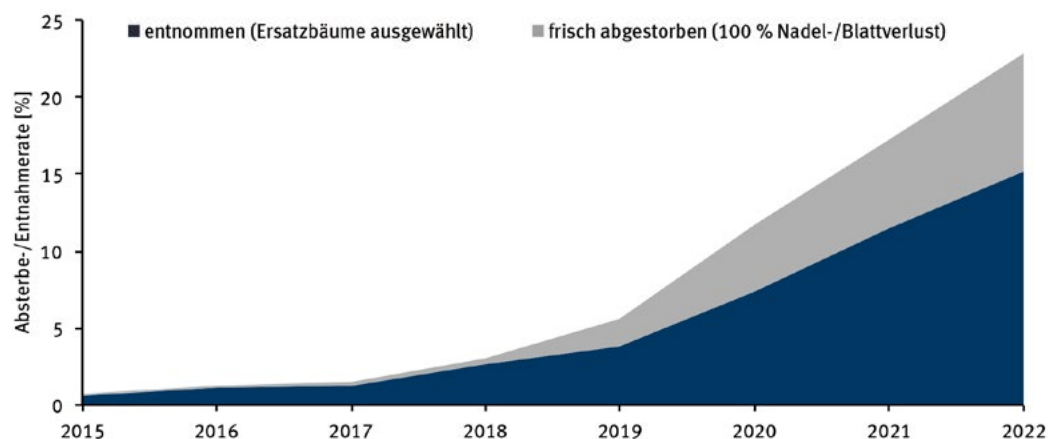


Abbildung 3:
Aufgrund biotischer oder abiotischer Einflüsse entnommene Bäume

An insgesamt 26 WZE-Punkten stehen derzeit keine Bäume mehr. Hier stockten überwiegend Fichten, die nach Borkenkäferbefall flächig abgestorben bzw. entnommen worden sind. Die höchste Anzahl abgestorbener und entnommener WZE-Stichprobenbäume ist in den von der Borkenkäferkalamität stark betroffenen Fichtengebieten des südöstlichen Thüringer Waldes/Schiefergebirges zu verzeichnen.

Seit 2018 sind durch Witterungseinflüsse und forstliche Schaderreger in Thüringen rund 76.600 ha Kahlflächen oder stark aufgelichtete Waldbestände entstanden. Besonders stark betroffen sind Forstreviere im Nordosten und im Süden des Landes mit mehr als 1000 ha Kalamitätsflächen (Abbildung 4 – Auswertung Sentinel2-Satellitendaten).

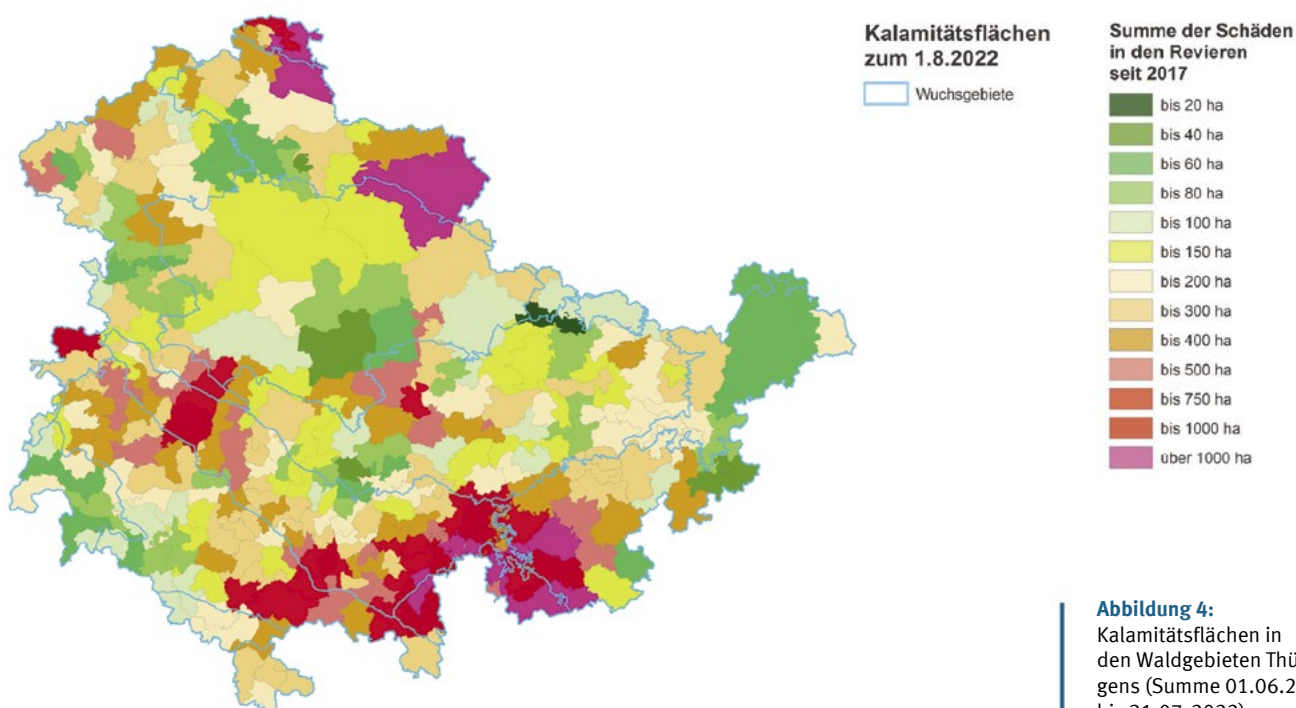


Abbildung 4:
Kalamitätsflächen in den Waldgebieten Thüringens (Summe 01.06.2017 bis 31.07.2022)

In Thüringen sind seit 2018 insgesamt fast 21 Millionen fm (Festmeter) Laub- und Nadelholz abgestorben (Stand 30.09. 2022), davon rund 65 % aufgrund von Insektenbefall und 35 % aufgrund von Trockenheit und Sturm (Tabelle 1). Diese Zahlen und die Ergebnisse der Waldzustandserhebung unterstreichen den Ernst der Lage.



Bild 1:
Schadholz durch Borkenkäferbefall

Tabelle 1:
Anfall Schadholz seit 2018 (ohne holzbrütende Borkenkäfer)

Schadholzanfall [Gesamtwald]	2018	2019	2020	2021	2022 1. - 3. Quartal	Summe 2018 bis 2022
Bruch- und Wurfholz (fm)	1.144.831	295.890	286.379	106.339	660.412	2.493.851
Fichte	971.877	217.526	239.110	74.770	540.542	2.043.825
Kiefer	76.633	29.806	15.524	6.385	43.421	171.769
Lärche	26.429	5.749	3.896	2.036	10.940	49.050
sonst. Nadelholz	3.719	998	629	258	2.624	8.228
Buche	41.443	26.587	17.596	13.020	37.202	135.848
Eiche	5.244	1.881	1.240	1.365	3.581	13.311
sonst. Laubholz	19.486	13.343	8.384	8.505	22.102	71.820
Trockenschäden (fm)	keine Angabe	2.092.772	1.930.560	538.887	343.964	4.906.183
Fichte	keine Angabe	848.762	1.074.654	246.283	116.421	2.286.120
Kiefer	keine Angabe	77.044	116.208	31.533	19.001	243.786
Lärche	keine Angabe	46.994	107.940	9.593	5.779	170.306
sonst. Nadelholz	keine Angabe	3.454	2.897	910	865	8.126
Buche	keine Angabe	1.013.697	509.841	215.101	166.420	1.905.059
Eiche	keine Angabe	28.464	31.220	10.269	7.061	77.014
sonst. Laubholz	keine Angabe	74.357	87.800	25.198	28.417	215.772
Schäden durch Insekten (fm)	809.928	2.361.029	3.680.764	3.592.204	3.093.564	13.537.489
Borkenkäfer Fichte	795.789	2.300.139	3.606.571	3.536.573	3.075.796	13.314.868
Borkenkäfer Lärche	10.928	34.180	24.049	12.198	3.770	85.125
Stammschädlinge Kiefer	2.908	20.968	40.304	33.381	8.112	105.673
Stammschädlinge Buche	45	3.857	5.560	3.665	980	14.107
Stammschädlinge Eiche	258	1.885	4.280	6.387	4.906	17.716
Summe	1.954.759	4.749.691	5.897.703	4.237.430	4.097.940	20.937.523

Als hoheitliche Aufgabe wird das Forstliche Umweltmonitoring flächendeckend und eigentumsübergreifend von der Landesforstanstalt für alle Waldbesitzarten durchgeführt. Basierend auf dem 1986 beschlossenen Internationalen Kooperationsprogramm zur Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverun-

reinigungen auf Wälder (ICP Forests) sind 26 Thüringer WZE-Aufnahmepunkte in das programmspezifische Level 1-Netz (Waldzustand) und fünf Thüringer Wald- und Hauptmessstationen in das Level 2-Netz (Einflussfaktoren) integriert.

2.1.1. Waldzustandserhebung (WZE)

Als flächenrepräsentative Stichprobeninventur, durchgeführt im 4 x 4 km-Raster, liefert die Waldzustandserhebung jährlich aktuelle Daten zum Zustand des Waldes und zur Vitalität der Waldbäume. Die seit 1991 fortgeschriebenen Zeitreihen sind dabei von unschätzbarem Wert und lassen langfristige Entwicklungen und Zusammenhänge erkennen (siehe Kap. 3).



Bild 2:
Blick in die Baumkrone

2.1.2. Bodenzustandserhebung (BZE)

An jedem vierten WZE-Punkt (8 x 8 km-Raster) erfolgt ca. alle 15 Jahre eine bundesweite Inventur des Waldbodens. Aktuell läuft nach 1992/93 und 2005/06 derzeit von 2022 bis 2024 die dritte bundesweite Bodenzustandserhebung. Entsprechend der zwischen Bund und Ländern abgestimmten Methodik werden an den 100 Thüringer Aufnahmepunkten folgende Parameter untersucht und ausgewertet:

- Nährstoffvorräte/bodenchemische Kenngrößen zur Bewertung von Bodenversauerung und CO₂-Speicherung
- Bodenphysikalische Kenngrößen für Aussagen zum Wasserhaushalt
- Durchmesser und Höhe der Bäume am BZE-Punkt
- Nährstoffversorgung der Bäume
- Arten und Deckungsgrade der Bodenvegetation

2.1.3. Intensiv-Monitoring an Wald- und Hauptmessstationen (WMS/HMS)

Um die Auswirkungen von Klima/Witterung und Luftschadstoffen auf den Zustand des Waldes und des Waldbodens genauer zu untersuchen, wurden seit 1991 insgesamt 15 Wald- und Hauptmessstationen in größeren Waldgebieten Thüringens installiert. Die drei Haupt-

messstationen Großer Eisenberg, Possen und Holzland werden in Zusammenarbeit mit dem Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) betrieben. An jeder Messstation werden die in Tabelle 2 aufgeführten Untersuchungen durchgeführt.

Tabelle 2:
Mess-/Untersuchungsparameter an Wald- und Hauptmessstationen

Messungen/Untersuchungen im Freiland	Messungen/Untersuchungen unter dem Kronendach
■ Niederschlagsmenge und -qualität (14-tägige Sammelprobe) ■ Lufttemperatur*, Luftfeuchte*, Globalstrahlung*, UVA/UVB-Strahlung*, Windrichtung*, Windgeschwindigkeit* (Halbstundenmittel) ■ Ozon*, Schwefeldioxid*, Stickoxide*, Ruß*, PM10* (Halbstundenmittel)	■ Kronendurchlassmenge und -qualität (14-tägige Sammelprobe) ■ Stammabflussmenge und -qualität (14-tägige Sammelprobe, nur bei Buche) ■ Streufallmenge- und -qualität (monatliche Sammelprobe)** ■ Lufttemperatur/Luftfeuchte

*Messung durch TLUBN an den Hauptmessstationen | ** nur an Level 2-Flächen

Untersuchungen am Waldbestand	Messungen/Untersuchungen am bzw. im Waldboden
■ Kronenzustand (jährlich) ■ Nadel-/Blattanalysen (jährlich) ■ Waldwachstum (alle 5 Jahre, an Level 2-Flächen mit Umfangmessbändern und Dendrometern permanent)	■ Sickerwasserqualität (14-tägige Sammelprobe) ■ Wassergehalt des Bodens in verschiedenen Tiefen ■ Bodensaugspannung in verschiedenen Tiefen ■ Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen ■ Bodenzustand (alle 10 Jahre) ■ Vegetationsaufnahmen (alle 5 Jahre) ■ Durchflussmenge und Wasserqualität an Waldquellen (14-tägige Messung und Sammelprobe)

Regelmäßig nachzulesen sind Daten der Wald- und Hauptmessstationen in den monatlichen Berichten zur Bodenfeuchte und in den quartalsweisen Forstlichen Witterungsberichten, veröffentlicht auf der Internetseite der Landesforstanstalt (www.thueringenforst.de/wald-zukunft/forschung/berichte-erhebungen).

2.2. Waldschutz

Zur Überwachung der Waldschutzsituation ist in Thüringen seit 1947 ein Waldschutzmeldedienst etabliert und es werden landesweit gezielte Beobachtungen durchgeführt. Neben der Überwachung und Diagnose von forstlichen Schadorganismen (Insekten, Pilze) werden Prognosen und Handlungsempfehlungen für Waldbesitzende gegeben.

2.2.1. Waldschutzmeldedienst

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 werden im Rahmen des Waldschutzmeldedienstes erfasst und in der Hauptstelle für Waldschutz am Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha) ausgewertet. Auszüge aus den aktuellen Daten sind auf der Internetseite der Landesforstanstalt (www.thueringenforst.de/wald-zukunft/forschung/berichte-erhebungen) zu finden.



Bild 3:
Pheromonfalle

2.2.2. Waldschutzmonitoring

Das Waldschutzmonitoring umfasst die Überwachung der Populationsdichte und Ausbreitung forstlicher Schaderreger anhand mehrstufiger, situationsangepasster

Verfahren und wird für folgende, zur Massenvermehrung neigende Schadorganismen durchgeführt:

Schädlinge	Anzahl der Überwachungsmaßnahmen 2022
Grüner Eichenwickler	23
Frostspanner-Arten	38
Forleule	30
Kiefernspanner	5
Kiefernspinner	8
Kiefernbuschhornblattwespen	5
Fichtengespinstblattwespe	5
Nonne	175
Schwammspinner	25
Eichenprozessionsspinner	30
Borkenkäfer	99
Kurzschwanzmäuse	8

Tabelle 3:
Forstschädlinge und Überwachungsmaßnahmen

Diese speziell auf den jeweiligen Schädling abgestimmten Überwachungsmaßnahmen beinhalten u. a. die Bodensuche nach Larven und Puppen, Fallenfänge mit Lockstoffen (Pheromone), die Feststellung von Ei-Be-

satzdichten, Schwarmflugüberwachungen und Probenfänge. Die Ergebnisse sind Grundlage für Prognosen zur Schadentwicklung und zur Vorbereitung von ggf. erforderlichen Gegenmaßnahmen.

2.2.3. Überwachung Quarantäneschädlinge

Quarantäneschädlinge sind Organismen, deren Eindringen in neue Gebiete aktiv verhindert werden soll. Sie unterliegen amtlichen Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen und gelten als Schadorganismen mit potenzieller ökonomischer Bedeutung für das Gebiet der EU. Deshalb müssen nach den Vorgaben des Bundes und der EU regelmäßige Kontrollen zum Auftreten von Quarantäneschädlingen im Wald durchgeführt werden. Derzeit überwacht die Hauptstelle für Waldschutz im Rahmen des Waldschutzmeldedienstes und im Rahmen der Waldzustandserhebung folgende Quarantäneschadorganismen: Asiatischer Laubholzbockkäfer (*Anoplofora glabripennis*), Citrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*), Asiatischer Eschenprachtkäfer (*Agrilus planipennis*), Kiefernholznematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), Pechkrebs der Kiefer (*Fusarium circinatum*) und den Pilz *Phytophthora ramorum*.



Bild 4:
Asiatischer Laubholzbockkäfer

2.3. Informationssystem Waldboden

Der Waldboden und die standortspezifischen Bedingungen beeinflussen in erster Linie die Wuchseistung und Vitalität der Waldbäume, gewinnen jedoch v.a. im Hinblick auf den Klimawandel zunehmend an Bedeutung. Die in Thüringen flächendeckend vorliegenden Informationen zu den forstlichen Standorten wurden 2021/22 um den Parameter der nutzbaren Feldkapazität (pflan-

zenverfügbare Wassermenge, die ein Boden speichern kann) ergänzt. Dieser ermöglicht zusätzlich zu den bisherigen Möglichkeiten der Bewertung von Wuchseistung, Nutzungspotenzial und Bodenschutzaspekten u.a. auch Aussagen zu den Wechselbeziehungen zwischen Boden, Wald und Klima.

2.4. Monitoring in Naturwaldparzellen

Naturwaldparzellen sind von der Landesforstverwaltung bereits vor über 20 Jahren eingerichtete Waldareale, in denen keine Bewirtschaftung stattfindet und der Wald sich selbst überlassen bleibt. Neben Stichprobenerhebungen zum Waldwachstum werden hier Totholzinventuren, Vegetationsaufnahmen und auf ausgewählten Na-

turwaldparzellen faunistische Spezialuntersuchungen durchgeführt. Im Vergleich zum bewirtschafteten Wald liefern die vom FFK Gotha betreuten 14 Naturwaldparzellen wertvolle Erkenntnisse über ungestörte Prozessabläufe im Wald.

2.5. Waldwachstumsbeobachtungen

Ähnlich dem Kronenzustand reagiert auch das Wachstum der Bäume sensibel auf äußere Einflussfaktoren. Insbesondere Wassermangel bei Hitze und Trockenheit, induzierte Nährstoffmängel durch den Eintrag von (Schad-)Stoffen in den Waldboden und unangepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen können den standorttypischen Wachstumsverlauf erheblich stören. Um den Einfluss dieser Faktoren zu untersuchen, unterhält die Landesforstanstalt eine Reihe an waldwachstumskundlichen und waldbaulichen Versuchsflächen. Darüber hinaus erfolgt für spezielle Fragestellungen und Sonder-

projekte zusätzlich die Entnahme und die dendrochronologische Analyse von Bohrkernen an ausgewählten Bäumen. Dies war unter anderem Bestandteil des von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe geförderten Kooperationsprojektes „Bewirtschaftung der Fichte im sächsischen und thüringischen Mittelgebirge unter Berücksichtigung des aktuellen Wachstumsgangs und Risikoabschätzung (FIRIS)“. Die dendrochronologischen Untersuchungen werden schrittweise für eine zukünftige Verwendung georeferenziert und archiviert.

2.6. Waldbau/Waldumbau

Die klimawandelbedingte Zunahme extremer Witterungsereignisse wirkt sich derzeit stärker als jemals zuvor auf das waldbauliche Handeln aus. Bisherige Waldbaustrategien müssen in diesem Kontext kritisch überprüft und an aktuelle Entwicklungen angepasst werden. Insbesondere im Hinblick auf die Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen gewinnen die Langzeitdaten wissenschaftlicher Versuche, wie z. B. zur Art der Saat-/Pflanzgutausbringung, zur standortspezifischen Baumarteneignung und Baumartenmischung und zur zukünftigen, an Wassermangel angepassten Pflege der Waldbestände immer mehr an Bedeutung. Neben verschiedenen, bereits laufenden Versuchen zu diversen

Baumarten werden für spezielle, mit hoher Wahrscheinlichkeit besser an Trockenheit angepasste Baumarten, wie z. B. Spitz-Ahorn, Hainbuche und auch verschiedene Eichenarten, neue Untersuchungen initiiert und realisiert. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Begleitung des seit 2013 laufenden Modellprojektes „Waldumbau in den mittleren, Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes“. Ziel ist der Umbau von Fichtenreinbeständen in artenreiche Bergmischwälder. Informationen hierzu sind unter Wald & Klimawandel auf der Internetseite: www.thueringenforst.de/wald-zukunft/wald-klimawandel zu finden.

2.7. Wildmonitoring

Der Einfluss des Wildes auf die Entwicklung gesunder, stabiler Wälder ist groß. Verbiss und Schäle führen jedes Jahr zu massiven Schäden an jungen und mittelalten Bäumen. Deshalb werden seit 1994 im dreijährigen Turnus und flächendeckend für alle Waldeigentumsformen auf jagdgesetzlicher Grundlage Erhebungen zu den Schäden durch Wildverbiss und Schäle durchgeführt. Daraus werden Vorschläge zur Regulierung der Wilddichte erarbeitet.

Die aktuellen Erhebungen 2022 erfolgen im Rahmen der Verbissinventur an 2.825 Aufnahmepunkten und für die Schälinventur an 1.648 Aufnahmepunkten. Die Ergebnisse der aktuellen Inventuren sind im Herbst/Winter zu erwarten und werden auf Anfrage Waldeigentümern und betroffenen Institutionen zur Verfügung gestellt.

2.8. Forstsaatgutüberwachung/Forstgenetik

Im Zuge der Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen gewinnt die Bereitstellung von geeignetem forstlichem Saatgut immer mehr an Bedeutung. Deshalb werden durch die Forstsaatgutberatungstelle im FFK Gotha fortlaufend anerkannte Saatguterntebestände ausgewiesen und deren Zulassungsvoraussetzungen überprüft. Seit 2005 wurden 84 neue Saatguterntebestände auf insgesamt 227 ha zugelassen, 554 Saatguterntebestände mit 2.355 ha waren hingegen nicht mehr geeignet, ihnen wurde die Zulassung aberkannt. Aktuell hat Thüringen über alle Eigentumsformen hinweg 766 anerkannte Forstsaatguterntebestände mit einer Fläche von 3.388 ha (Stand: August 2022).

Darüber hinaus ist es wichtig, wertvolle genetische Ressourcen so lange wie möglich zu erhalten. Im Rahmen eines landesspezifischen Generhaltungsprogramms werden deshalb regelmäßig baumartenorientierte Untersuchungen und bei Bedarf generhaltende Maßnahmen durchgeführt. Die Arbeiten konzentrieren sich seit mehreren Jahren auf Weißtanne, Eibe, Elsbeere, Breitblättrige Mehlsbeere, Speierling, Wildobst, Bergulme, Schwarzpappel, Hochlagenfichte und Höhenkiefer. Die Landesforstanstalt unterhält derzeit 19 Samenplantagen, die aus selektierten Einzelbäumen zur Gewinnung besonders hochwertiger Vermehrungsgüter zusammengestellt sind. Fünf weitere Samenplantagen der Baumarten Spitz- und Feldahorn, Vogelkirsche, Höhenkiefer und Weißtanne befinden sich in Neuanlage.

2.9. Klimafolgenmonitoring, Klimaschutz und -anpassung

Das Klimafolgenmonitoring ist ein wichtiges Instrument zur Identifizierung der Hauptrisiken des Klimawandels sowie zur Erarbeitung von Maßnahmen, die der Erhaltung und dem Schutz des Waldes dienen. Von besonderer Bedeutung ist eine an die aktuellen Klimaszenarien angepasste Baumartenwahl. Basierend auf einer dem Klimawandel angepassten Klimagliederung, wurden bereits 2011 von der Landesforstverwaltung umfassende Baumartenempfehlungen erarbeitet und 2018 mit Hinweisen zu Weißtanne, Esche, Hickory, Baumhasel, Wal-, Schwarz- und Hybridnuss ergänzt. Darüber hinaus werden im Verbund mit anderen forstlichen Forschungseinrichtungen Versuche zum Anbau nicht-heimischer Baumarten durchgeführt, wie z. B. mit Libanon-Zeder, Türkischer Tanne,

Orientbuche, Hemlocktanne, Douglasie, Silberlinde, Baumhasel sowie Tannen- und Eichenarten. Die Ergebnisse dieser Versuche werden regelmäßig ausgewertet und sollen zukünftig in die Baumartenempfehlungen einfließen. Darüber hinaus werden Risiken des Klimawandels für die heimischen Baumarten bewertet, um in Handlungsempfehlungen zur künftigen Risikovermeidung zu münden. In regelmäßigen Zeitabständen wird außerdem die Kohlenstoffdioxid- bzw. Kohlenstoffmenge bilanziert, welche in heimischen Wäldern, Waldböden, Totholz und genutztem Holz eingebunden wurde und dadurch nicht treibhausgaswirksam geworden ist.

3. Ergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) 2022

Die Waldzustandserhebung 2022 wurde an insgesamt 355 Aufnahmepunkten im Zeitraum vom 7. Juli bis zum 3. August durchgeführt. Nach Überprüfung des bisherigen Rasternetzes kamen zu den bisher 353 Aufnahmepunkten in diesem Jahr zwei neue Punkte hinzu.

Anfang Juli fand im FFK Gotha die Schulung der WZE-Aufnahmetrupps aus den 24 Thüringer Forstämtern statt. Wichtigster Bestandteil der jährlichen Schulung ist die gemeinsame Bewertung der Nadel- bzw. Blattverluste an ausgewählten Bäumen auf einem Übungsparcours zur „Eichung“ der Teilnehmer.

Unmittelbar nach dieser Schulung begannen die WZE-Aufnahmetrupps mit den Erhebungen. Begutachtet wurden insgesamt 7.848 Bäume an 327 WZE-Aufnahmepunkten. An 28 WZE-Punkten waren keine Aufnahmen möglich, hier sind entweder keine bonitierbaren Bäume mehr vorhanden (26 Punkte) oder die Flächen sind nicht begehbar (2 Punkte). Diese Punkte ruhen so lange, bis ausreichend nachgewachsene Bäume mit einer Mindesthöhe von 60 cm vorhanden sind bzw. eine Begehbarkeit wieder möglich ist. Die diesjährige Verteilung der aufgenommenen Bäume nach Baumart und Alter ist in Abbildung 6 dargestellt.



Bild 5/6:
Schulung der WZE-Aufnahmetrupps Anfang Juli 2022

Baumartenanteile/Anzahl Bäume nach Alter an der WZE-Gesamtstichprobe 2022

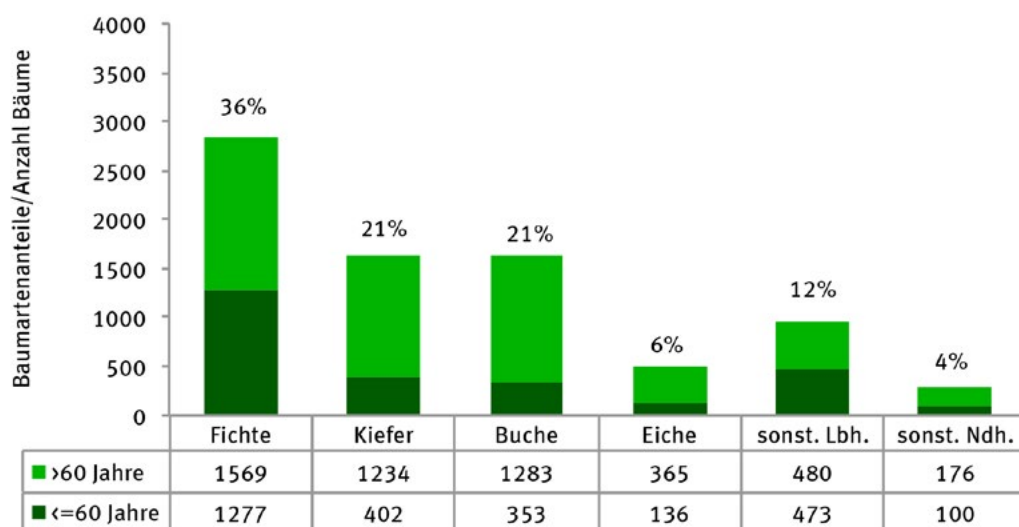


Abbildung 6:
Baumartenanteile/
Anzahl Bäume nach
Alter an der WZE-Ge-
samtstichprobe 2022

3.1. Methodik

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf Basis des § 41a Bundeswaldgesetz als jährliche Stichprobeninventur in einem festen Rasternetz und nach einer bundesweit abgestimmten Methodik. In Thüringen wird die Waldzustandserhebung seit 1991 im 4 x 4 km-Rasternetz durchgeführt. Dieses Raster repräsentiert die Waldfläche Thüringens sehr gut und lässt statistisch gesicherte Aussagen für die Baumarten Fichte, Kiefer und Buche zu. Nicht geeignet ist die Waldzustandserhebung zur Abbildung lokaler Schadereignisse.

Alle 355 WZE-Ausnahmepunkte (Abbildung 5) sind mit GPS eingemessen und georeferenziert. An jedem WZE-Punkt ist der Flächenmittelpunkt markiert und ein Kreuztrakt mit jeweils sechs markierten Stichprobenbäumen angelegt (Abbildung 7). Diese 24 Bäume werden jährlich immer zum selben Zeitpunkt begutachtet, ausgefallene Stichprobenbäume werden - sofern möglich - ersetzt (siehe hierzu Kap. 3.3).

Folgende Parameter werden für jeden vorhandenen oder neu ins Stichprobenkollektiv aufgenommenen Baum dokumentiert:

- Baumart, Alter, soziologische Stellung nach KRAFT
- Nadel-/Blattverluste in der Lichtkrone* in 5 %-Stufen
- Intensität von Nadel-/Blattverfärbungen in der Lichtkrone*
- Intensität von Blüte/Fruchtbehang
- Schäden durch forstliche Schaderreger an Nadeln/Blättern, an Ästen/Zweigen oder am Stamm
- Schäden durch Witterungsextreme (Sturm, Schnee, Frost, Trockenheit, Feuer, Blitz), durch forstliche Bewirtschaftung (Fäll-/Rückeschäden) oder Nährstoffmängel

Zusätzlich wird an jedem WZE-Punkt das Auftreten von Quarantäneschadorganismen überwacht (siehe Kap. 2.2.3).

Aus dem prozentualen Nadel-/Blattverlust der Einzelbäume wird als Mittelwert die mittlere Kronenverlichtung für alle Stichprobenbäume insgesamt und für die Baumarten/Baumartengruppen Fichte, Kiefer, Buche, Eiche, sonstige Laubbäume und sonstige Nadelbäume berechnet. Um die Vitalität eines Baumes bzw. einer Baumart/Baumartengruppe beurteilen zu können, wer-

*Die Lichtkrone ist Umwelteinflüssen zumeist unmittelbar ausgesetzt und reagiert dementsprechend sensibel. Natürlich ausgedunkelte Kronenbereiche gehen in die Bewertungen nicht mit ein.

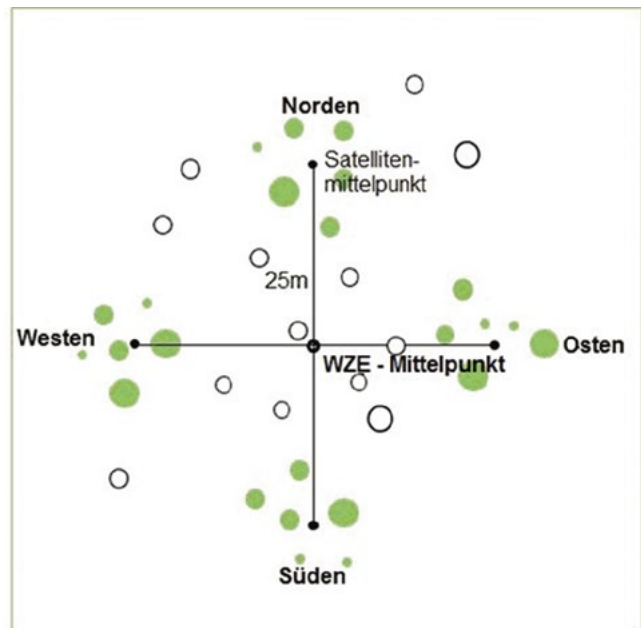


Abbildung 7:
Flächendesign WZE-Punkte

den der eingeschätzte prozentuale Nadel-/Blattverlust und die Intensität unnatürlicher Verfärbungen bzw. Verfärbungen miteinander kombiniert und Vitalitätsstufen ausgeschieden (Tabelle 4).

Tabelle 4:
Berechnung von Vitalitätsstufen zur Bewertung des Baum- und Waldzustandes

Nadel-/ Blatt- verlust	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter [%]			
	[%]	0-10	11-25	26-60
0-10	Stufe 0	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2
11-25	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2
26-60	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 3
61-99	Stufe 3	Stufe 3	Stufe 3	Stufe 3
100	Stufe 4	/	/	/

- **Stufe 0** – gesunder Baum
- **Stufe 1** – Baum mit leichten Vitalitätsverlusten
- **Stufe 2 bis 4** – Baum mit deutlichen Vitalitätsverlusten

3.2. Zustand der stehenden Bäume

Neben dem Alter und den genetischen Eigenschaften beeinflussen verschiedene Faktoren die Vitalität von Waldbäumen, so z.B. der Konkurrenzdruck um Licht, Nährstoffe und Wasser, aber auch und vor allem Witterungsextreme, forstliche Schaderreger, Luftschadstoffe und menschliche Einwirkungen. Die heimischen Bau-

arten haben im Laufe der Evolution unterschiedliche Strategien entwickelt, um mit diesen Faktoren umzugehen. Alle Bäume reagieren jedoch bei anhaltendem Stress mehr oder minder stark mit einer Verlichtung oder unnatürlichen Verfärbung der Baumkrone.

3.2.1. Langzeitreihen der mittleren Kronenverlichtung

Abbildung 8 zeigt den zeitlichen Verlauf der mittleren Kronenverlichtung nach Baumartengruppen seit Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1991. Die Eiche weist dabei in fast allen Jahren die mit Abstand deut-

lichste Kronenverlichtung auf. Im Gegensatz dazu war die Fichte, bis auf wenige Ausnahmen, durchgängig die Baumart mit dem geringsten Nadel-/Blattverlust.

Mittlere Kronenverlichtung 1991 bis 2022

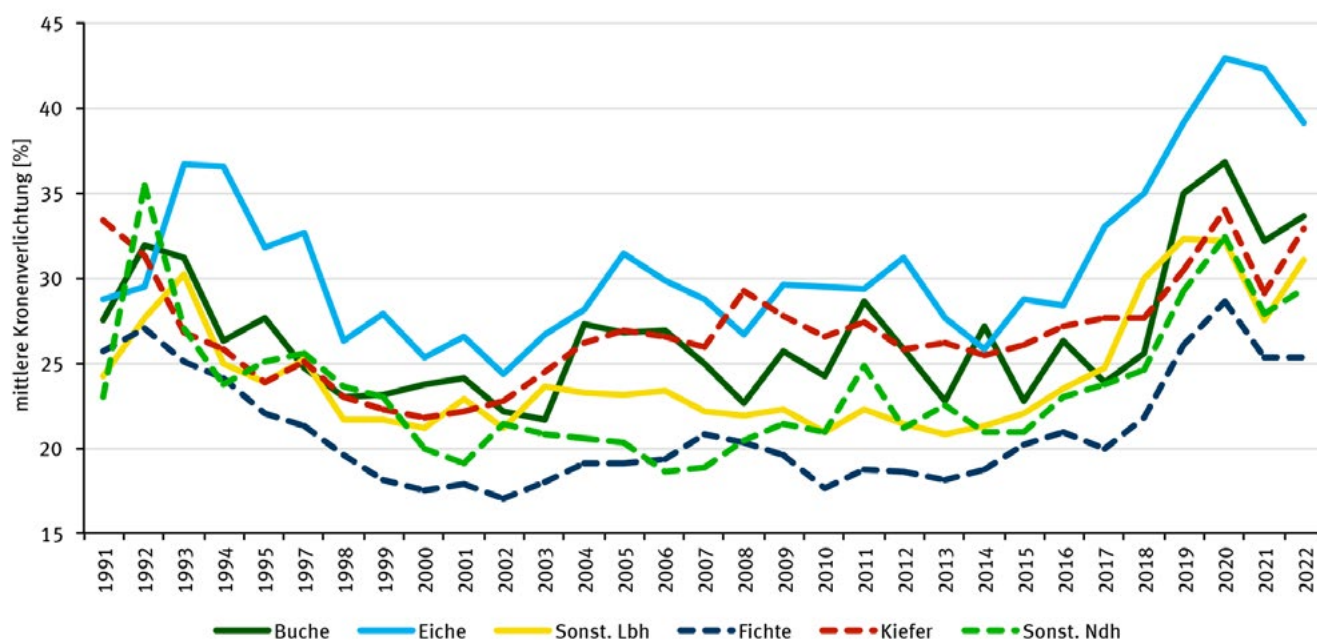


Abbildung 8:

Zeitreihe 1991 bis 2022 der mittleren Kronenverlichtung (nach Baumartengruppen)

Diese absoluten Werte sind wichtig zur Bewertung von Entwicklungstendenzen, lassen aber keine vergleichenden Aussagen zur Reaktionsstärke der Baumarten/Baumartengruppen bei Stresseinwirkung zu. Hierfür ist die prozentuale Abweichung vom langjährigen Mittel (1991 bis 2022) besser geeignet (Abbildung 9).

In der nachfolgenden Abbildung sind zwei ausgeprägte Stressphasen deutlich sichtbar, die alle Baumarten gleichermaßen betreffen. Die erste Phase begann 1991 und hielt bis etwa 1998 an. Die zweite, noch stärkere Stress-

phase hat 2018 begonnen und setzt sich seitdem fast unvermindert fort. Während zu Beginn der Waldzustandserhebung sowohl sommerliche Niederschlagsdefizite als auch der Einfluss von Luftschadstoffen als Stressfaktoren infrage kommen, sind es seit 2018 fast ausschließlich die Hitze- und Dürreperioden und die daraus resultierende Massenvermehrung forstlicher Schaderreger.

Prozentuale Abweichung der mittleren Kronenverlichtung vom langjährigen Mittel 1991 bis 2022

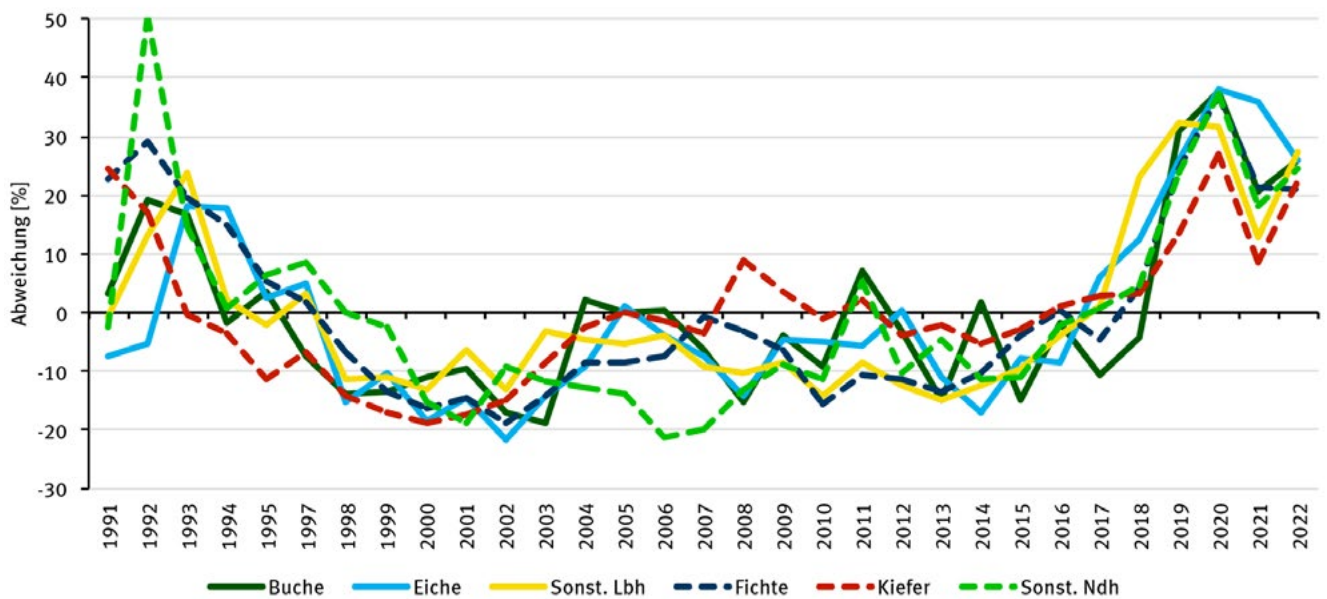


Abbildung 9:

Prozentuale Abweichung der mittleren Kronenverlichtung vom langjährigen Mittel (nach Baumartengruppen)

Zu Beginn der 1990er Jahre fiel die Reaktion der Fichte, der sonstigen Nadelbäume und auch teilweise der Kiefer stärker aus als bei anderen Baumarten/-gruppen. Dies hing mit dem Einfluss versauernd wirkender Luftschadstoffe (Schwefeldioxid, Stickoxide) und den nachfolgenden Nährstoffmängeln (v.a. Magnesium, Kalzium) zusammen, die insbesondere in den Fichtengebieten des Thüringer Waldes sehr stark ausgeprägt waren. Sichtbar ist auch eine Reaktion auf den Trockensommer 2003,

die bei der Buche am stärksten war, im Gesamtkontext jedoch eher verhalten ausfiel. Auffällig sind die Abweichungen der Kiefer im Jahr 2008, für die bislang keine Erklärung gefunden wurde. Seit 2019 reagieren alle Baumarten in etwa gleich stark auf die Auswirkungen von Trockenheit und Wärme, etwas geringer fielen lediglich die Reaktionen der Kiefer und des sonstigen Laubholzes 2020 und 2021 aus.

3.2.2. Alle Bäume

Der Zustand des Waldes in Thüringen hat sich nach der kurzen Erholung 2021 wieder signifikant verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung (durchschnittlicher Verlust an Nadel-/Blattmasse über alle Baumarten) ist auf das zweithöchste Niveau seit Beginn der Erhebungen gestiegen und liegt jetzt wieder bei 30,3 %. Der Anstieg betrifft Laubbäume und Nadelbäume gleichermaßen (Abbildung 10).

Noch besser lässt sich diese Entwicklung an Bäumen mit einem Nadel-/Blattverlust größer gleich 50 % (inklusive abgestorbene Bäume) ablesen, deren Anzahl in Anbetracht des Witterungsverlaufes 2022 ebenfalls auf den zweithöchsten Wert nach dem Rekordjahr 2020 gestiegen ist (Abbildung 11).



Bild 7:

Typisches Waldbild 2022

Mittlere Kronenverlichtung (alle Bäume)

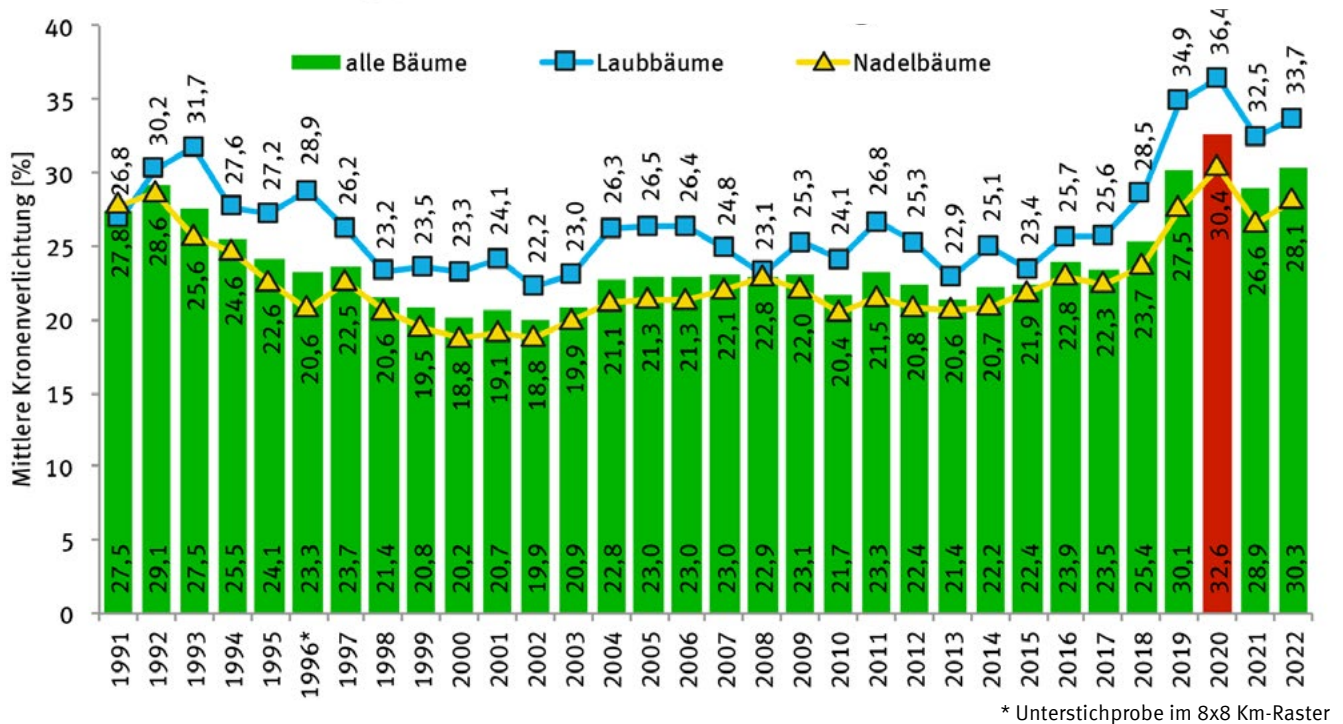


Abbildung 10:
Prozentualer Verlust an Nadeln oder Blättern (mittlere Kronenverlichtung)

Anteil Bäume mit einem Nadel-/Blattverlust ≥ 50 % (alle Bäume)

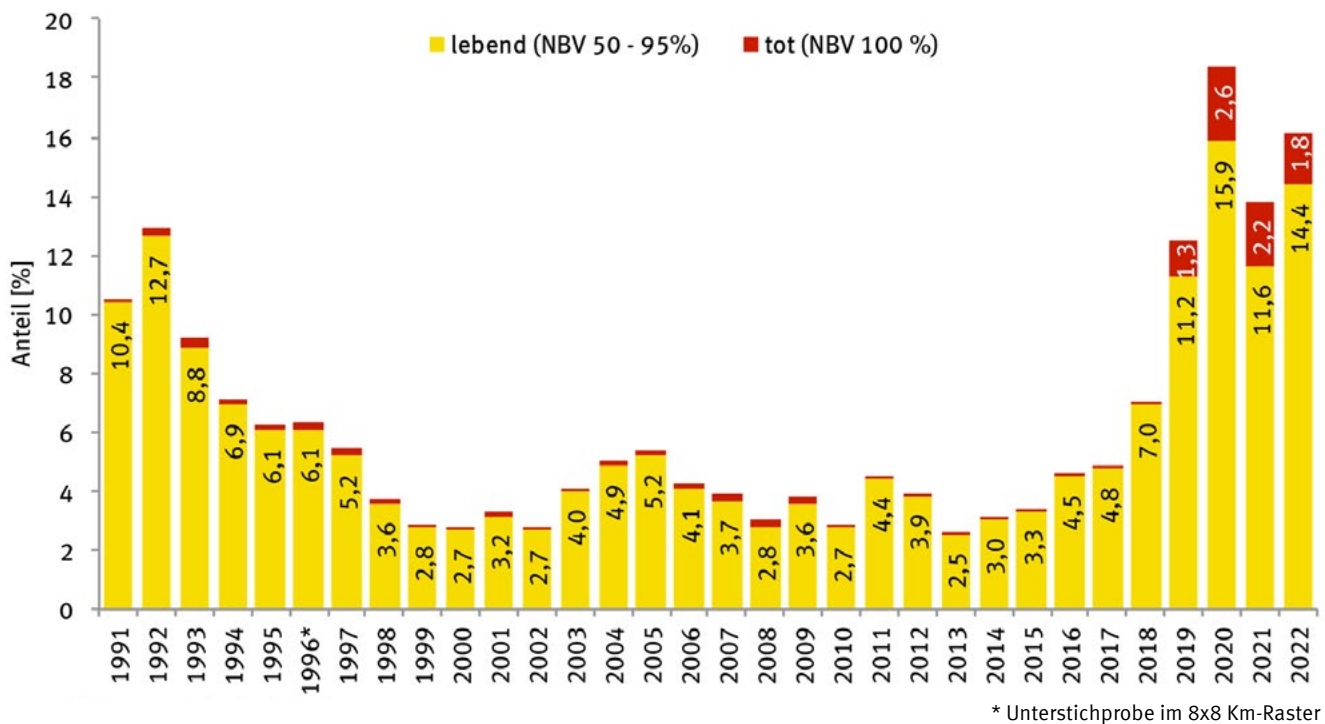


Abbildung 11:
Anteil Bäume mit einem Nadel-/Blattverlust ≥ 50 %

Ursächlich dafür waren die extreme Trockenheit und Wärme Im Frühjahr und Sommer. Der Anteil an Bäumen mit sichtbaren Trockenschäden hat mit 20,6 % einen neuen Negativ-Rekordwert erreicht (Abbildung 12) und wird vermutlich im nächsten Jahr noch weiter ansteigen. Forstliche Schadinsekten wurden an rund 8,5 % der

Bäume (Abbildung 13) registriert, das ist etwas weniger als im letzten Jahr. Dabei handelte es sich vor allem um Borkenkäferbefall bei der Fichte. Die Schmetterlingsraupen der Eichenfraßgesellschaft (Frostspanner-Arten, Eichenwickler, Schwammspinner) und der Buchenspringrüssler traten nur wenig in Erscheinung.

Anteil Trockenschäden (alle Bäume)

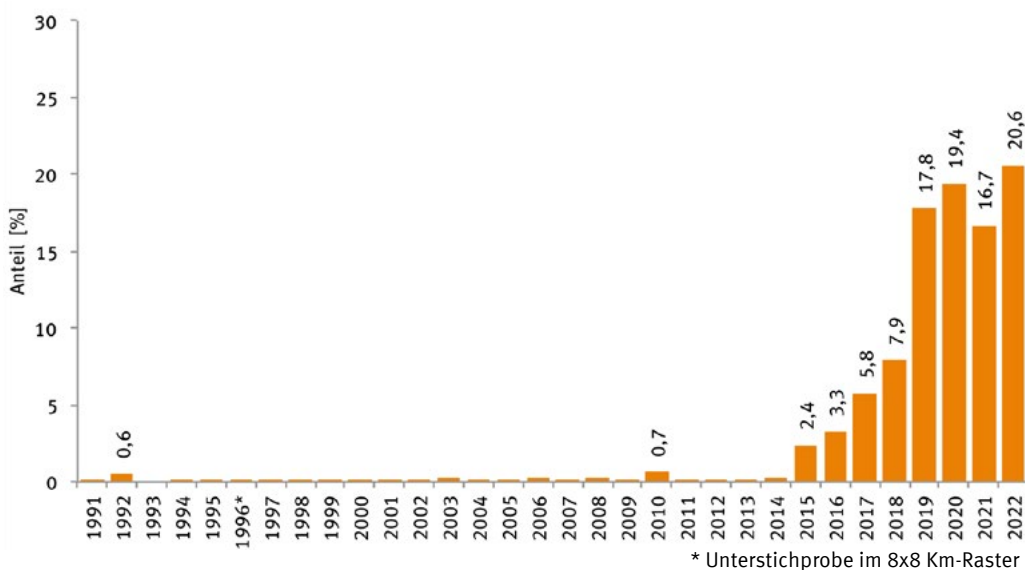


Abbildung 12:
Anteil Bäume mit
Trockenschäden

Insektenbefall (alle Bäume)

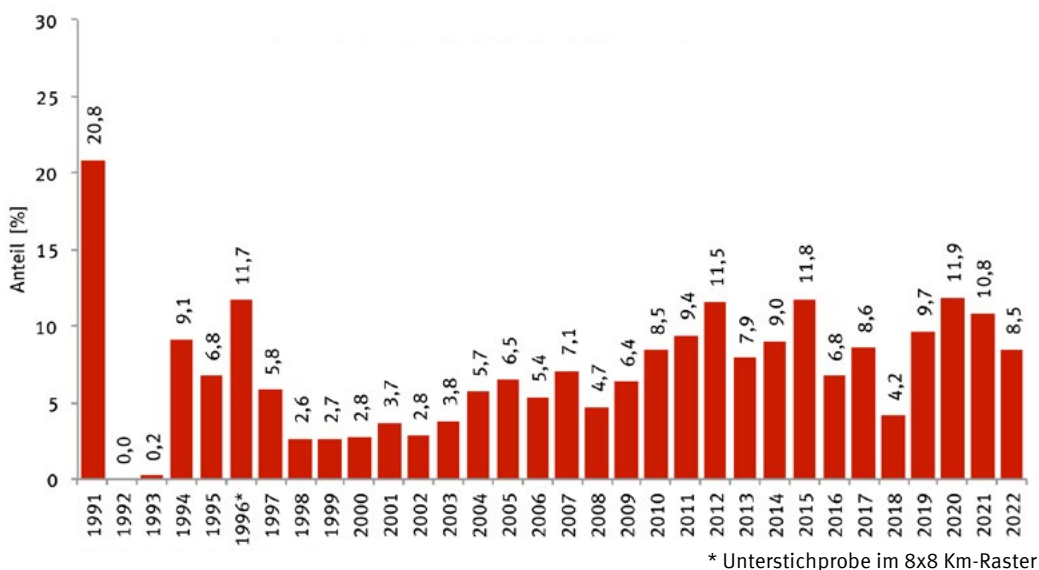


Abbildung 13:
Anteil Bäume mit
Insektenbefall

Vitalität des Waldes in Thüringen (alle Bäume)

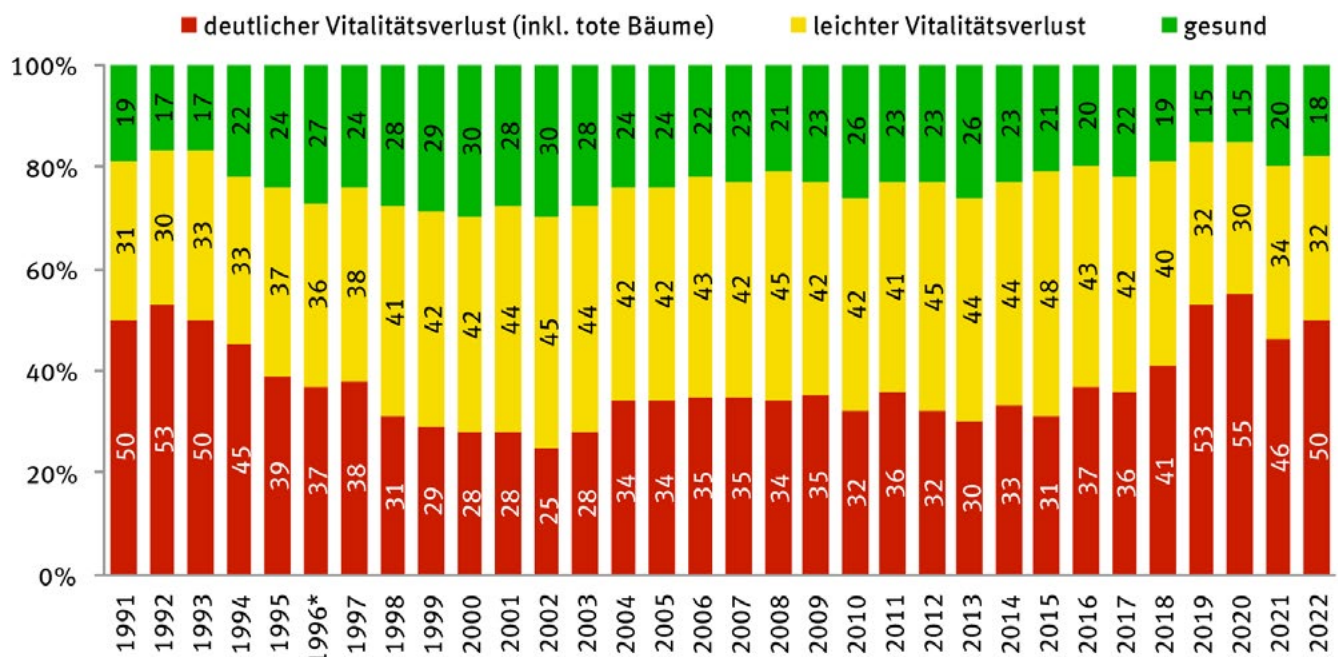


Abbildung 14:

Zustand/Vitalität des Waldes in Thüringen

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Anhand der Vitalitätseinstufung (Tabelle 4) konnten bei der Waldzustandserhebung 2022 nur noch 18 % der Bäume als gesund eingestuft werden (Abbildung 14). Rund

50 % der Bäume sind in ihrer Vitalität deutlich gemindert oder waren frisch abgestorben, das sind 4 % mehr als im Vorjahr. Rund 32 % wiesen leichte Vitalitätsverluste auf.

3.2.3. Fichte

Der Anteil der Fichte im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung ist aufgrund der Borkenkäferkatastrophe weiter gesunken und beträgt jetzt nur noch 36 % (2018: 43 %). Es wurden 2.846 Fichten begutachtet (2021: 3.043 Fichten), für 181 ausgefallene Fichten konnten Ersatzbäume bestimmt werden. Für weitere 125 ausgefallene Fichten konnten keine Ersatzbäume gefunden werden, da an den betroffenen WZE-Punkten die gesamte Fläche nach Borkenkäferbefall beräumt war.

Der Zustand der stehenden Fichten hat sich im Vergleich zum Vorjahr nicht merklich verändert. Die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 25,4 % fast auf demselben Niveau wie 2021 (Abbildung 15). Der Anteil gesunder Bäume ist mit 30 % gleichgeblieben und der Anteil Bäume mit deutlichen Vitalitätsverlusten (inklusive abgestorbene Bäume) hat nur unwesentlich abgenommen (Abbildung 16).



Bild 8:

Fichtenbestände mit Borkenkäferbefall

Mittlere Kronenverlichtung Fichte

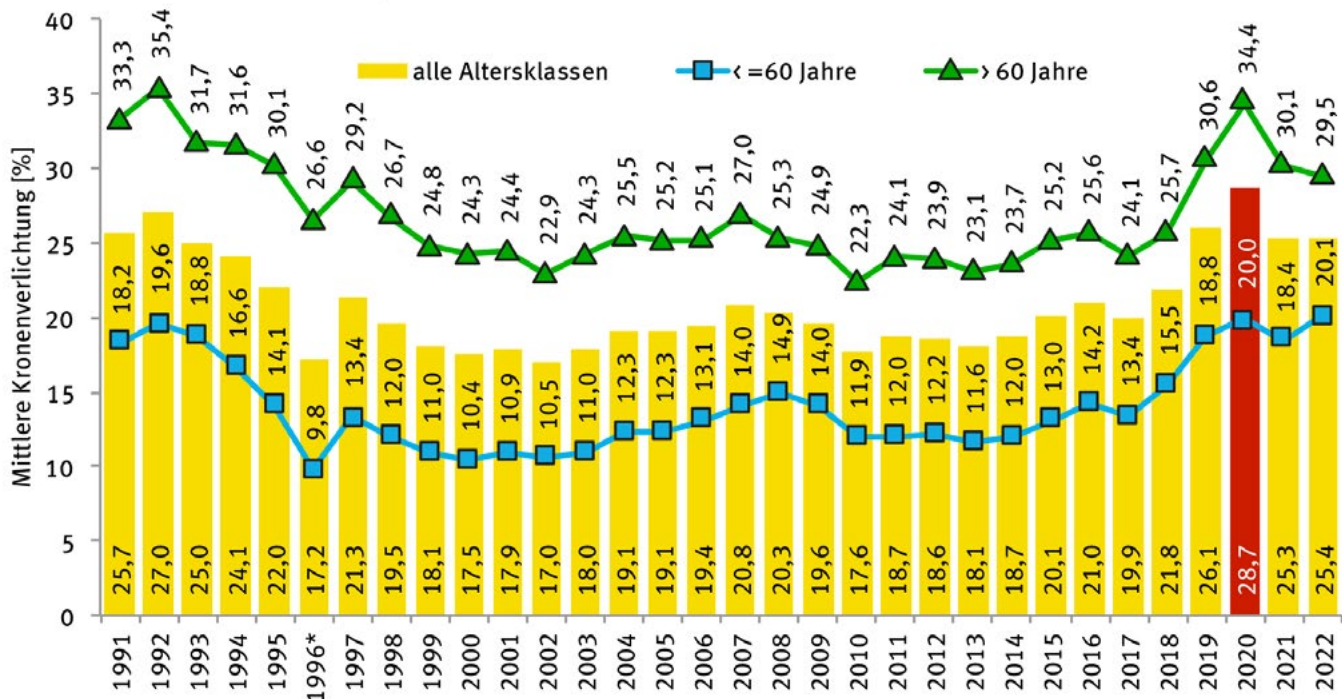


Abbildung 15:
Prozentualer Verlust an Nadeln (mittlere Kronenverlichtung) bei Fichte

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Vitalität Fichte

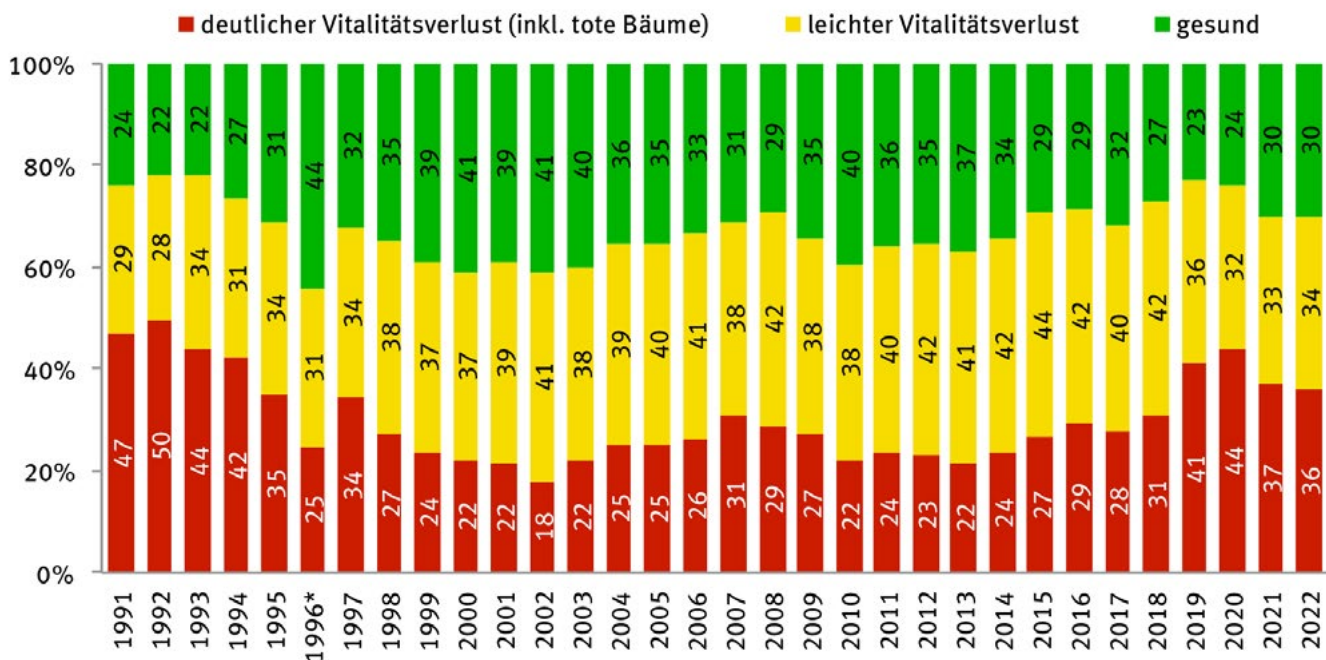


Abbildung 16:
Zustand/Vitalität Fichte

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Ein leichter Anstieg ist bei Fichten mit einem Nadelverlust größer gleich 50 % (inklusive abgestorbene Bäume) zu verzeichnen (Abbildung 17). Hier wurde in diesem Jahr der zweithöchste Wert seit Beginn der WZE-Aufnahmen erreicht.

Zugenommen haben auch die Trockenschäden, sie liegen mit 10,2 % auf dem bislang höchsten Niveau seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abbildung 18).



Bild 9:
Fichtenkrone mit mehr als 50% Nadelverlust

Anteil Fichten mit einem Verlust an Nadeln $\geq 50\%$

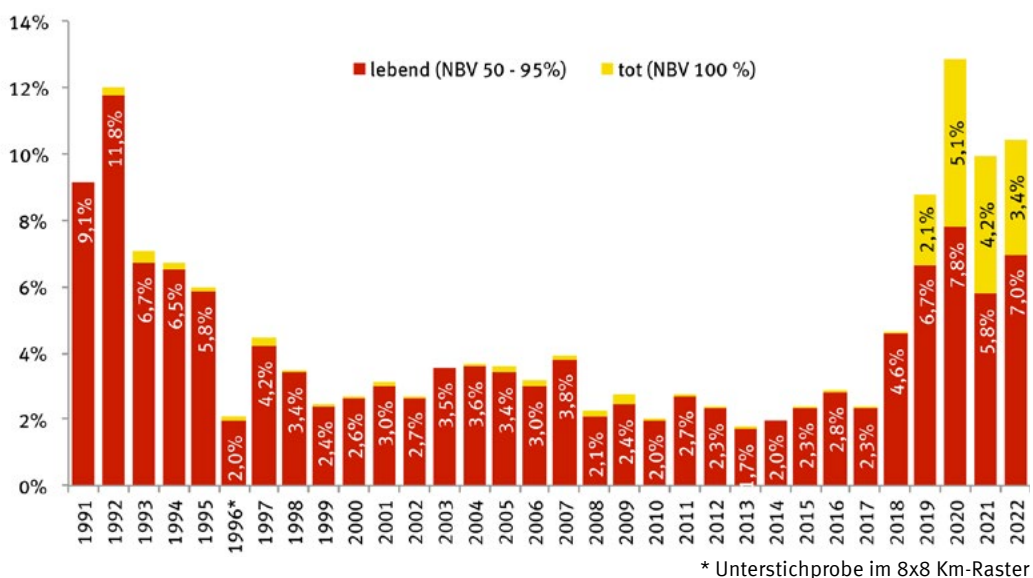


Abbildung 17:
Anteil Fichten mit einem Verlust an Nadeln $\geq 50\%$ (inklusive abgestorbene Bäume)

Trockenschäden und Borkenkäferbefall bei Fichte

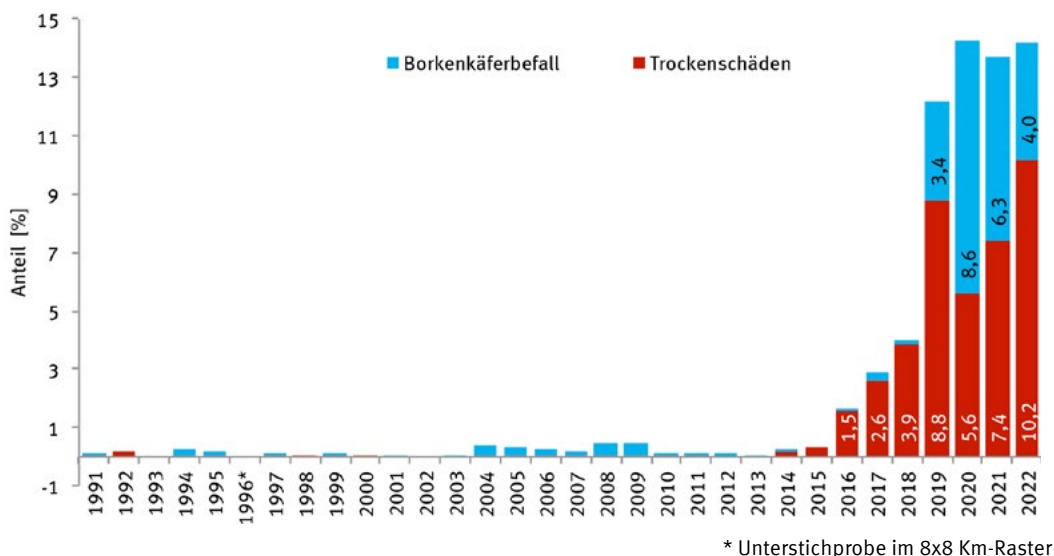


Abbildung 18:
Anteil Fichten mit Trockenschäden und Borkenkäferbefall



Insgesamt wurden 1.277 jüngere Fichten (jünger als 60 Jahre) und 1.569 ältere Fichten (älter als 60 Jahre) begutachtet. Die jüngeren Fichten waren auch 2022 vitaler als ältere Fichten. Während 44 % der jüngeren Fichten als gesund eingestuft wurden, sind es bei den älteren nur 18 %. Der Anteil deutlicher Vitalitätsverluste beträgt bei den älteren Fichten rund 50 % (Abbildung 20), bei den jüngeren Fichten hingegen nur bei 20 % (Abbildung 19).

Bild 10:

Aufgelichteter Fichtenbestand mit Naturverjüngung

Vitalität jüngerer Fichten (≤ 60 Jahre)

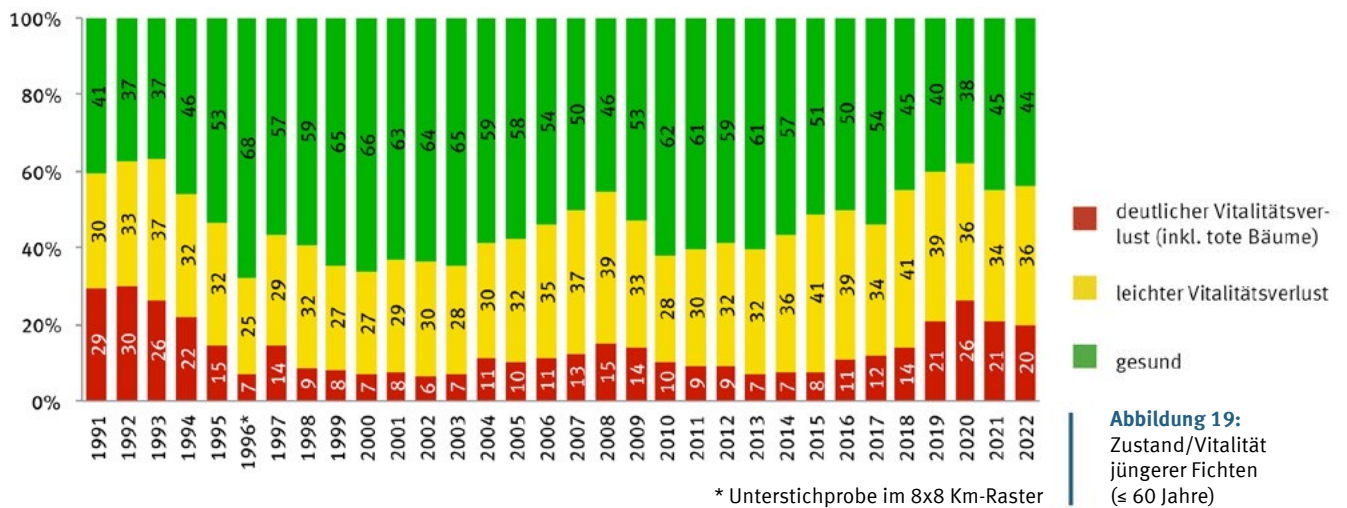


Abbildung 19:
Zustand/Vitalität
jüngerer Fichten
(≤ 60 Jahre)

Vitalität älterer Fichten (≥ 60 Jahre)

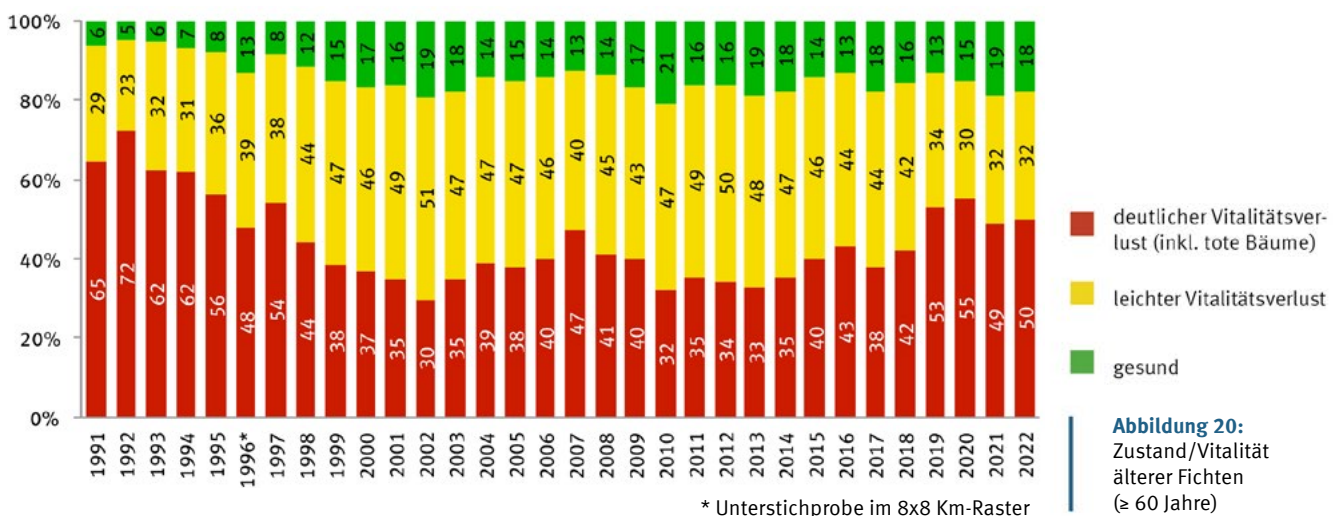


Abbildung 20:
Zustand/Vitalität
älterer Fichten
(≥ 60 Jahre)

Die Fichte hat in diesem Jahr wieder sehr stark geblüht und fruktifiziert, an 67 % der begutachteten Bäume waren

zum Aufnahmezeitpunkt noch die Reste von Blüten oder ein frischer Zapfenbehang erkennbar (Abbildung 21).

Blüh- und Fruktifikationsrate Fichte

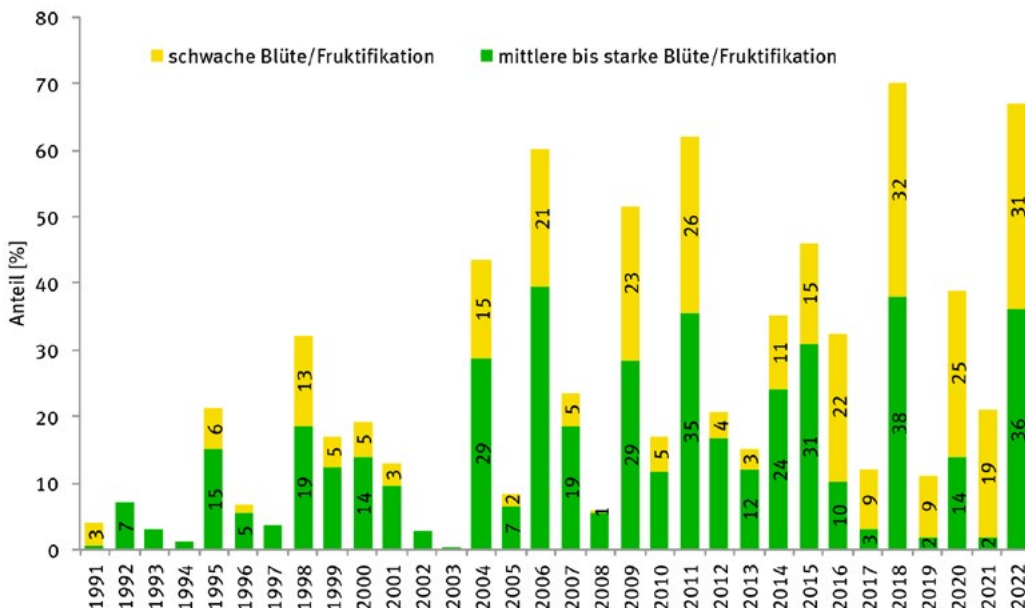


Abbildung 21:
Blüh-/Fruktifikationsrate
Fichte

3.2.4. Kiefer

Die Kiefer ist gemeinsam mit der Buche die zweithäufigste Baumart im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung. Durch den Ausfall der Fichte ist ihr Anteil auf 21 % gestiegen (2018: 19 %). Es wurden insgesamt 1.636 Kiefern begutachtet (2021: 1.610 Kiefern), für 41 ausgefallene Bäume wurde je ein Ersatzbaum bestimmt.

Der Zustand der Kiefer hat sich seit dem Vorjahr wieder verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung liegt jetzt bei 32,8 % (2021: 29,1 %). Jüngere und ältere Kiefern sind von dieser Entwicklung gleichermaßen betroffen (Abbildung 22).

Der Anteil an Kiefern mit deutlichen Vitalitätsverlusten ist auf 62 % gestiegen und liegt damit wieder auf dem Niveau von 2019 (Abbildung 23). Lediglich 1991 und 2020 war der Zustand der Kiefer noch etwas schlechter. Als gesund eingestuft wurden nur 10 % der Kiefern, das sind 2 % weniger als im Vorjahr.

Im Vergleich zum vergangenen Jahr ist auch der Anteil Kiefern mit einem Nadelverlust größer gleich 50 % (inklusive abgestorbene Bäume) wieder massiv gestiegen (Abbildung 24). Ursächlich dafür sind vor allem Trockenheit und Insektenbefall, wie in Abbildung 25 ersichtlich ist.

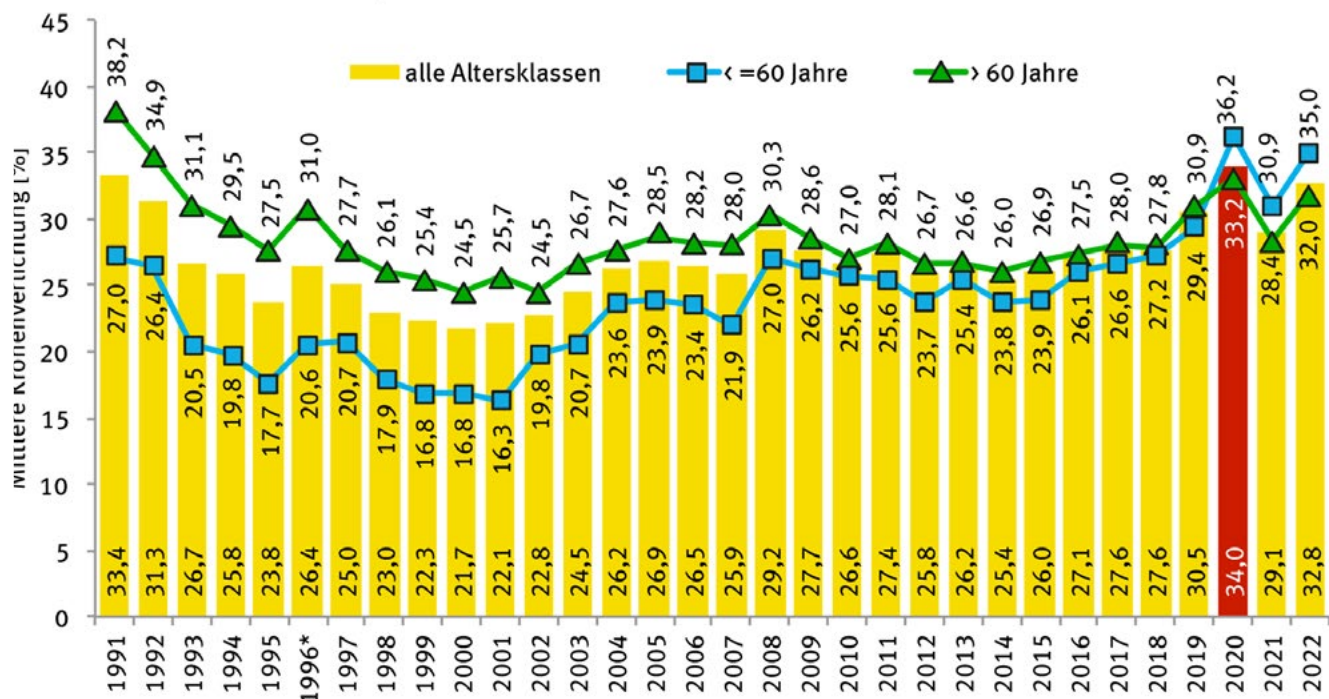
Etwas geringer als im Vorjahr war der Anteil Kiefern mit jahreszeituntypischen Nadelverfärbungen (Abbildung 26).

Die Kiefer blühte und fruktifizierte auch in diesem Jahr wieder recht stark. Zum Zeitpunkt der Aufnahme waren an 62 % der Bäume Blütenreste oder frische Zapfen erkennbar. Das veränderte Blüh- und Fruktifikationsverhalten nach dem Trockensommer 2003 ist in Abbildung 27 deutlich erkennbar.



Bild 11:
Junge Kiefern

Mittlere Kronenverlichtung Kiefer

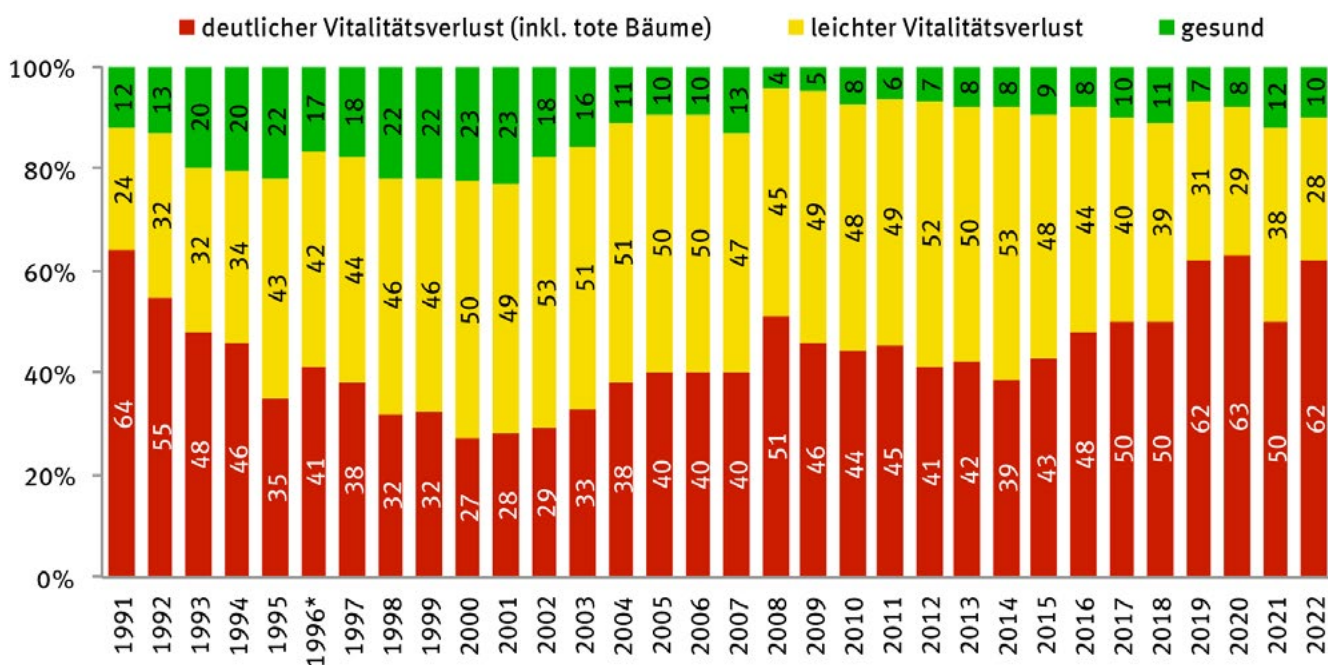


* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Abbildung 22:

Prozentualer Verlust an Nadeln (mittlere Kronenverlichtung) bei Kiefer

Vitalität Kiefer



* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Abbildung 23:

Zustand/Vitalität Kiefer

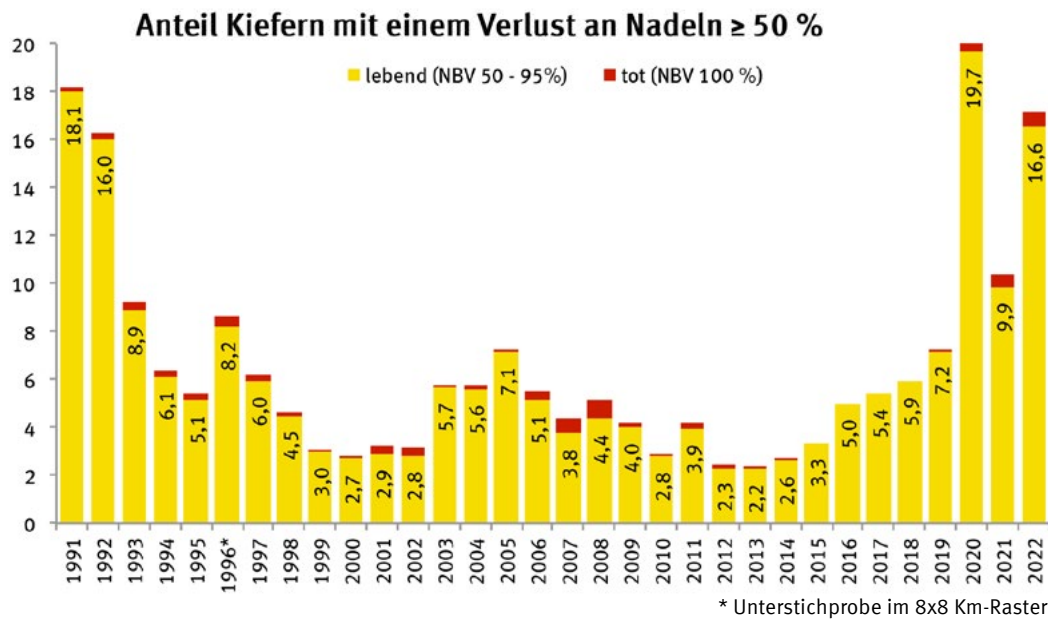


Abbildung 24:
Anteil Kiefern mit
einem Verlust an
Nadeln $\geq 50\%$ (in-
klusive abgestorbene
Bäume)

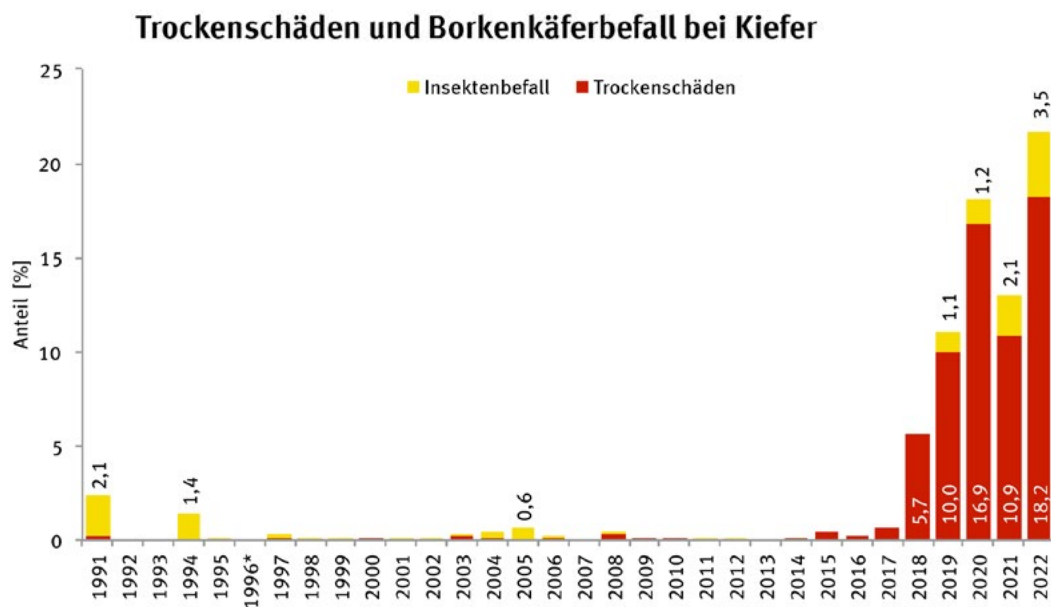


Abbildung 25:
Anteil Kiefern mit
Trockenschäden und
Borkenkäferbefall

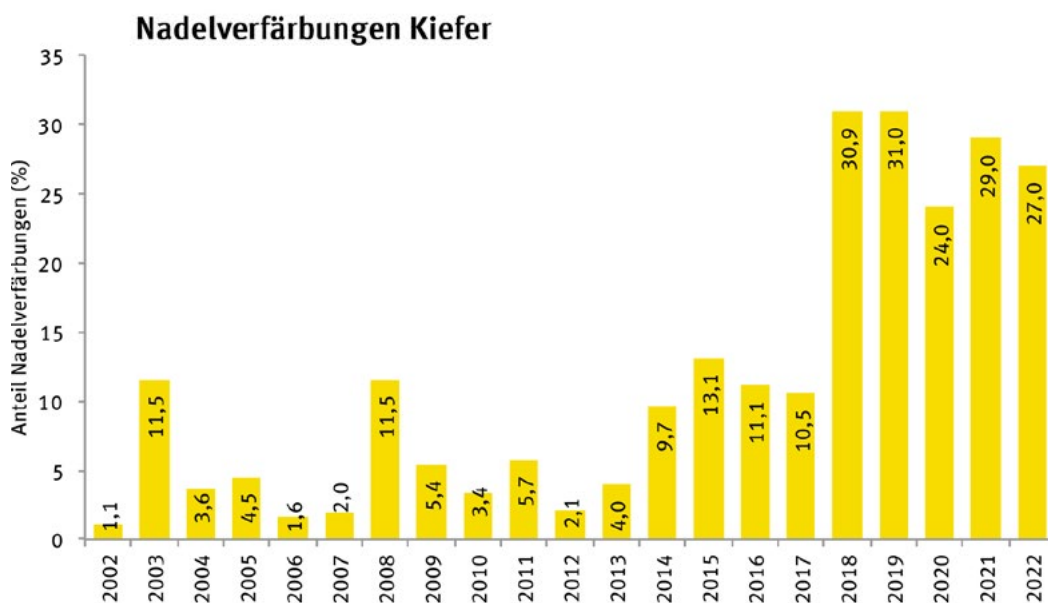


Abbildung 26:
Anteil Kiefern mit
Nadelverfärbungen

Blüh- und Fruktifikationsrate Kiefer

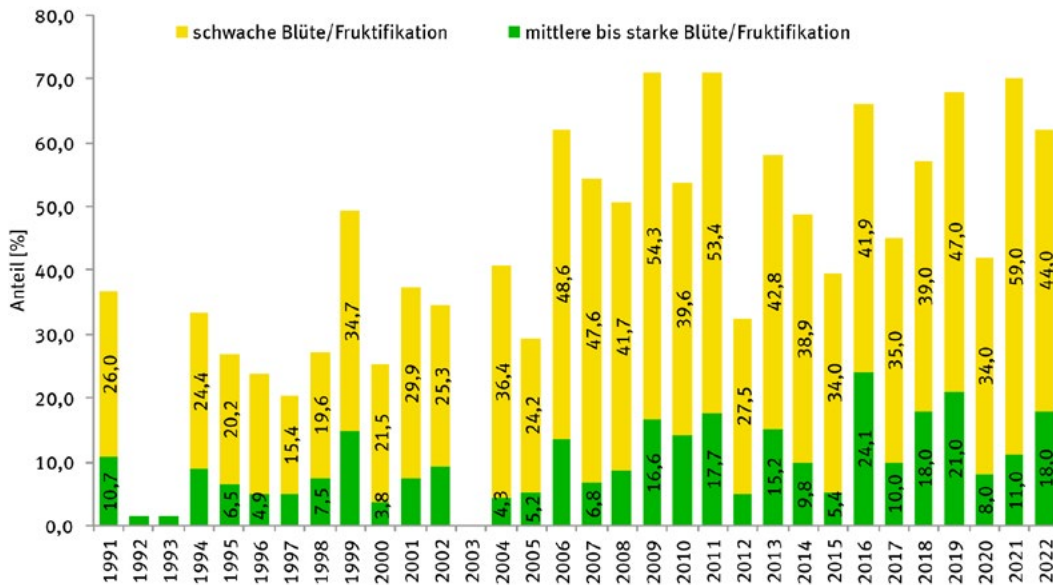


Abbildung 27:
Blüh-/Fruktifikations-
rate Kiefer

Vitalität jüngerer Kiefern (≤ 60 Jahre)

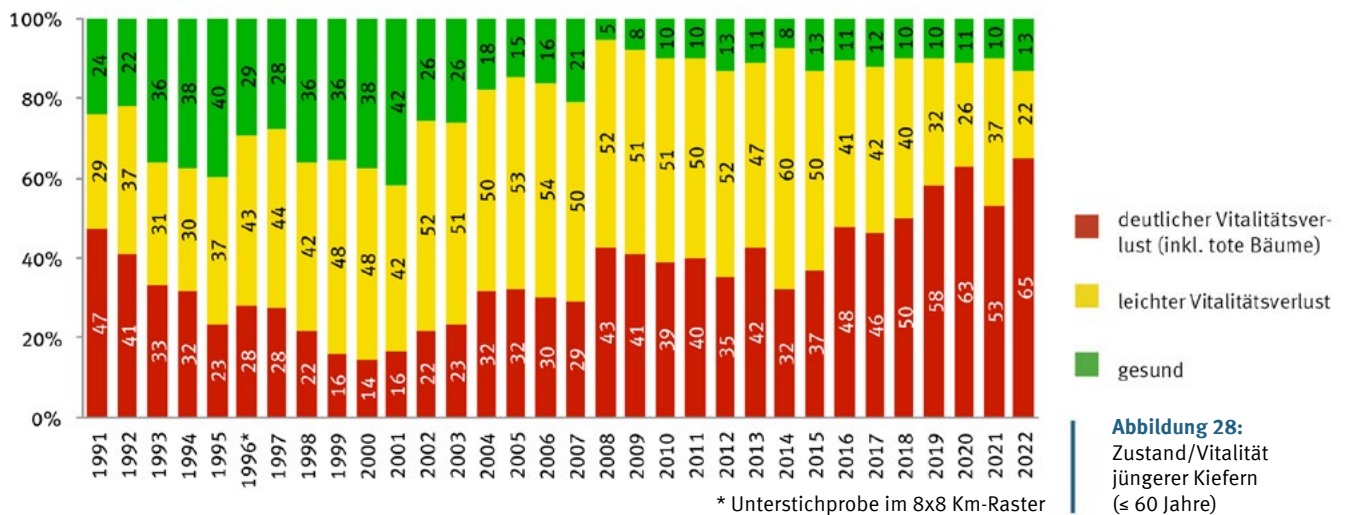


Abbildung 28:
Zustand/Vitalität
jüngerer Kiefern
(≤ 60 Jahre)

Vitalität älterer Kiefern (≥60 Jahre)

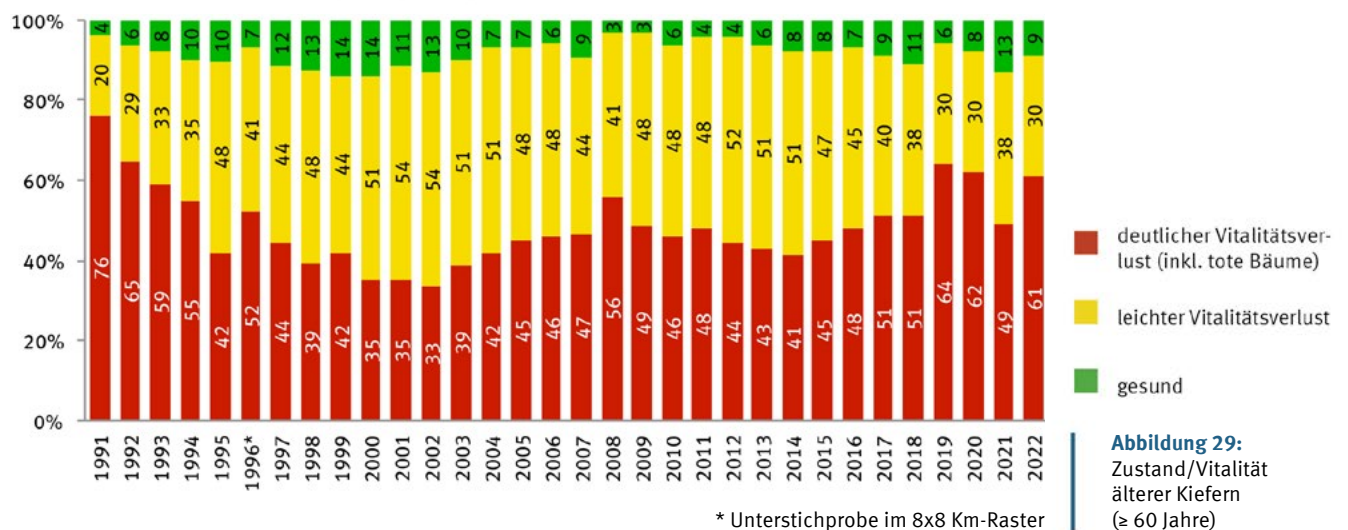


Abbildung 29:
Zustand/Vitalität
älterer Kiefern
(≥ 60 Jahre)

Es wurden insgesamt 402 jüngere Kiefern (unter 60 Jahre) und 1.234 ältere Kiefern (über 60 Jahre) begutachtet. Der Zustand jüngerer und älterer Kiefern ist in etwa gleich, während bei anderen Baumarten fast immer die

älteren Bäume stärkere Vitalitätsverluste aufweisen. Mit einem Anteil von 65 % deutlicher Vitalitätsverluste wurde bei den jüngeren Kiefern der bisherige Höchstwert erreicht (Abbildung 28).

3.2.5. Buche

Die Buche ist mit einem Anteil von 21 % die häufigste Laubbaumart im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung. Ihr Anteil ist in den letzten Jahren ebenfalls durch den Ausfall von Fichten gestiegen (2018: 19 %). Insgesamt wurden 1.636 Buchen begutachtet, das sind 42 Buchen mehr als im Vorjahr. Für 37 ausgefallene Bäume wurde je ein Ersatzbaum ausgewählt.

Nach einer kurzen Erholungsphase 2021 hat sich der Zustand der Buche in diesem Jahr wieder verschlechtert (Abbildung 30) und die mittlere Kronenverlichtung ist auf 33,6 % gestiegen (2021: 32,2 %). Der Anteil als gesund eingestufte Buchen ist um 2 % gesunken und liegt jetzt bei 9 % (Abbildung 31). Rund 33 % der begutachteten Buchen wiesen leichte Vitalitätsverluste auf (2020: 34 %) und 58 % hatten deutliche Vitalitätsverluste (2021: 55 %).



Bild 12:
Buchenkronen

Mittlere Kronenverlichtung Buche

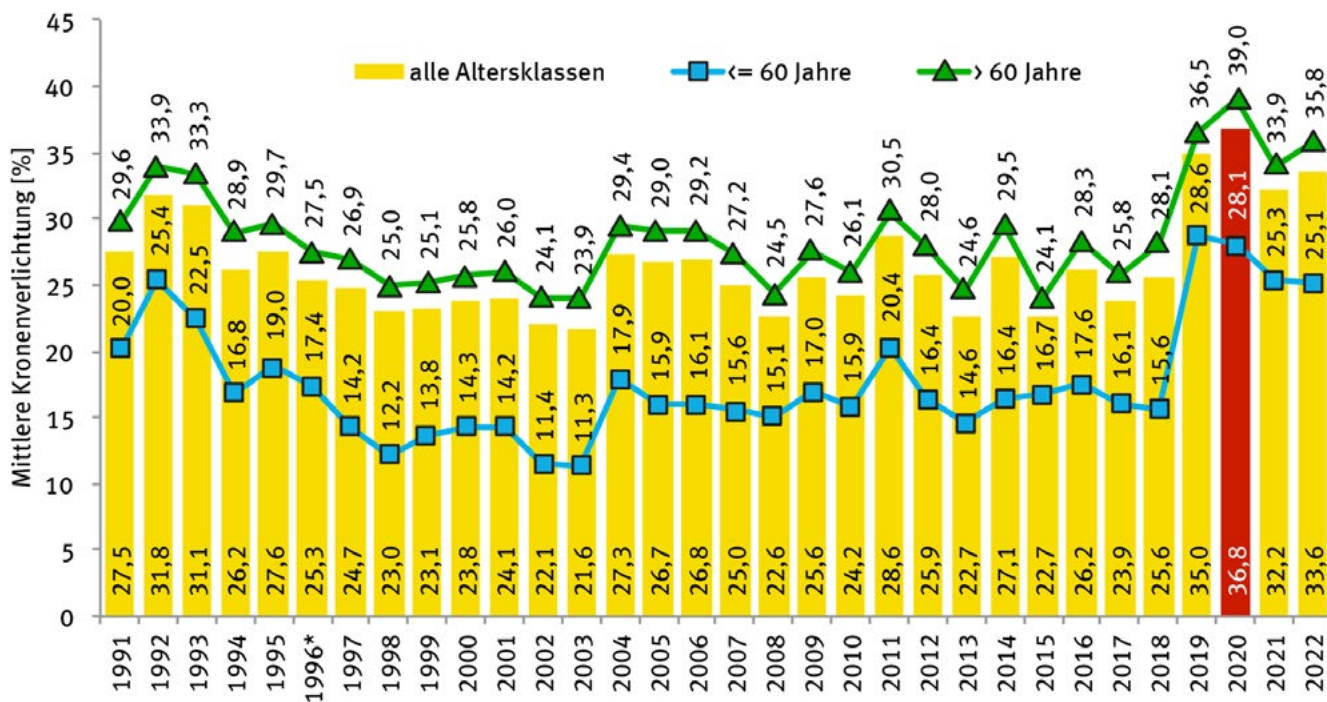


Abbildung 30:
Prozentualer Verlust an Blättern (mittlere Kronenverlichtung) bei Buche

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Vitalität Buche

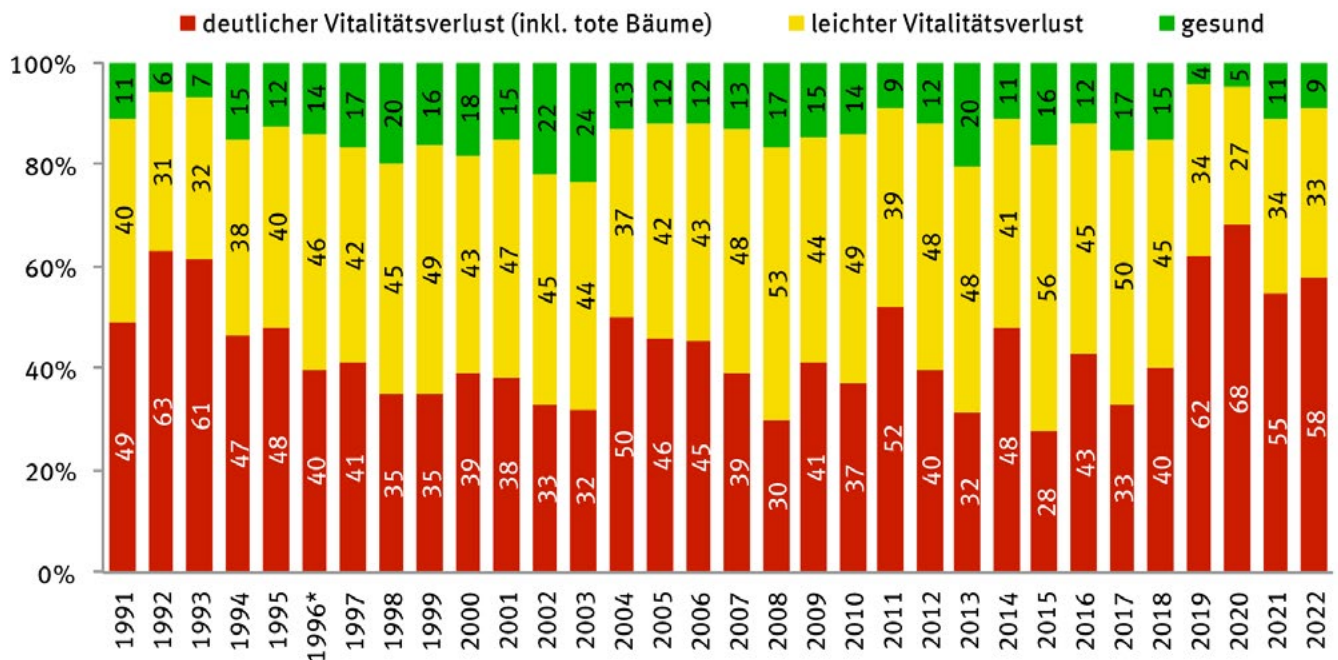


Abbildung 31:
Zustand/Vitalität Buche

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Zum Zeitpunkt der WZE-Außenaufnahmen im Juli waren die Auswirkungen der erneuten Trockenheit in den Buchenbeständen zwar erst in Anfängen sichtbar, trotzdem fehlte bei 18,9 % der begutachteten Buchen mehr als die Hälfte der Blattmasse, das ist nach 2020 der zweithöchste Wert (Abbildung 32).

Rund 28 % aller Buchen hatten Trockenschäden (Abbildung 33), wie z. B. dürre Zweige und Äste, zu kleine Blät-

ter oder in der Kronenperipherie auffallend lange Triebe mit nur vereinzelt ausgetriebenen Blättern.

Gegen Ende der Außenaufnahmen war der Schadforsschritt bereits deutlich sichtbar, viele Buchen warfen ihr grünes Laub ab und standen Mitte/Ende August teilweise winterkahl. Dasselbe Phänomen war bereits im Sommer 2018 zu beobachten.

Anteil Buchen mit einem Verlust an Blättern ≥ 50 %

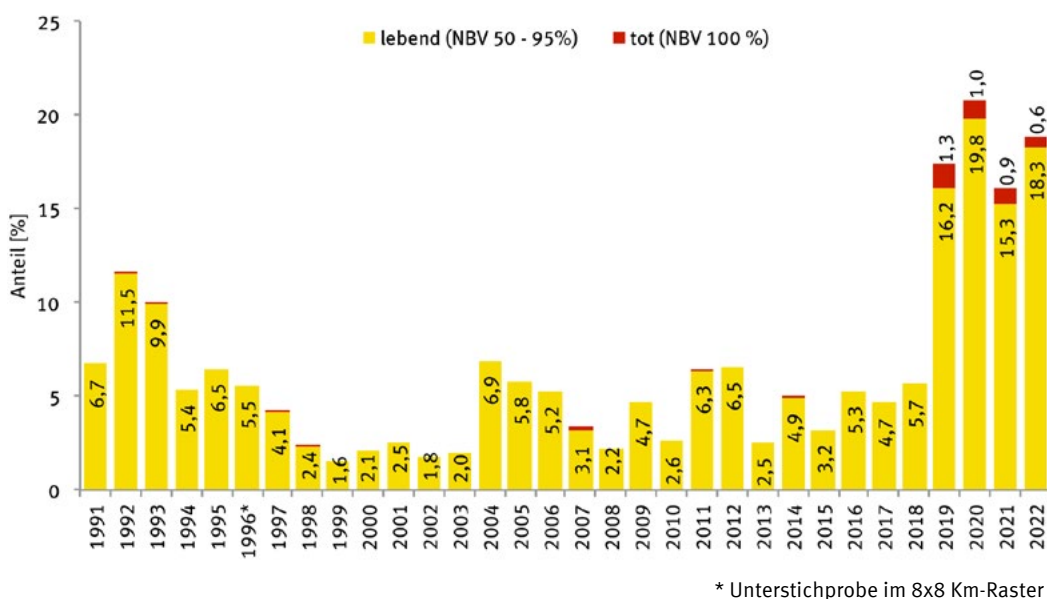


Abbildung 32:
Anteil Buchen mit einem Verlust an Blättern ≥ 50 % (inklusive abgestorbene Bäume)

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Trockenschäden bei Buche

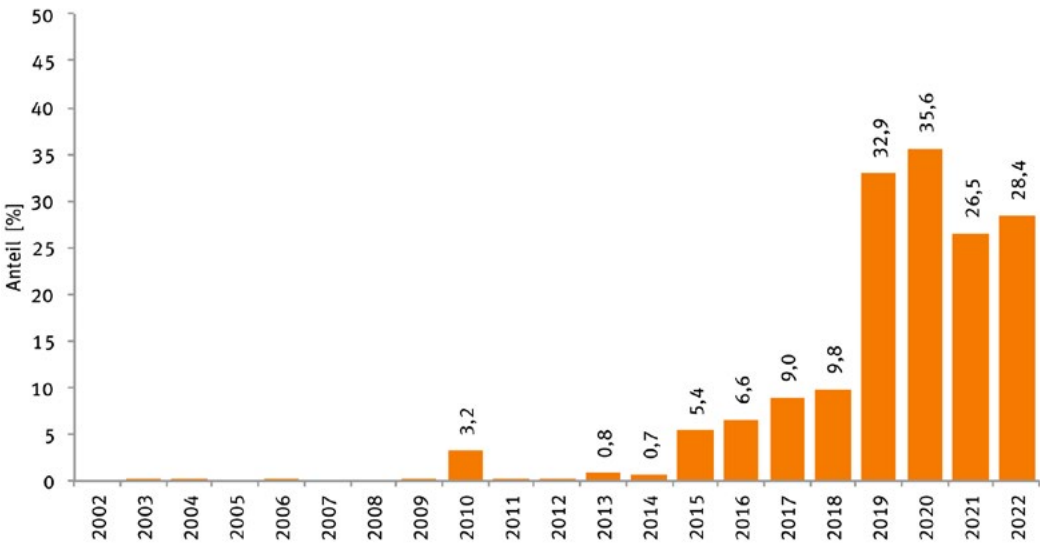


Abbildung 33:
Anteil Buchen mit
Trockenschäden

Blüh- und Fruktifikationsrate Buche

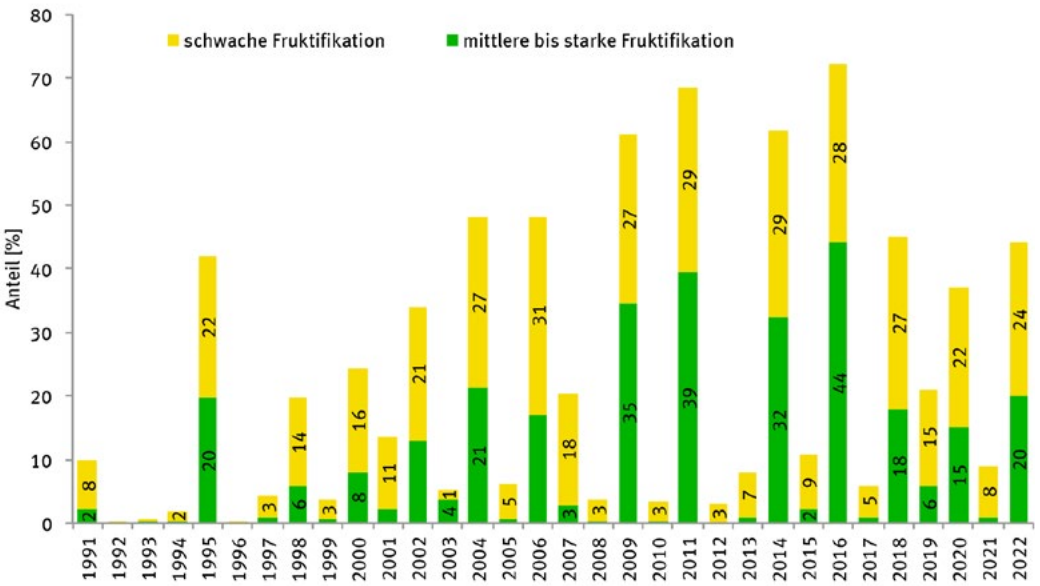


Abbildung 34:
Blüh-/Fruktifikations-
rate Buche



Rund 44 % der Buchen haben auch in diesem Jahr mehr oder weniger stark geblüht und Bucheckern ausgebildet (Abbildung 34). Eine verminderte Vitalität und weniger Blattmasse war in der Regel bei Buchen mit einem mittelstarkem bis starkem Fruchtbehang deutlich erkennbar.

Bild 13:
Bucheckern



Bild 14:
Naturverjüngung Buche unter Schirm

Es wurden insgesamt 353 jüngere Buchen (unter 60 Jahre) und 1.283 ältere Buchen (über 60 Jahre) begutachtet. Während der Anteil Bäume mit deutlichen Vitalitäts-

verlusten nur bei den älteren Buchen angestiegen ist, nahm der Anteil gesunder Buchen in beiden Altersstufen leicht ab (Abbildung 35, Abbildung 36).

Vitalität jüngerer Buchen (≤ 60 Jahre)

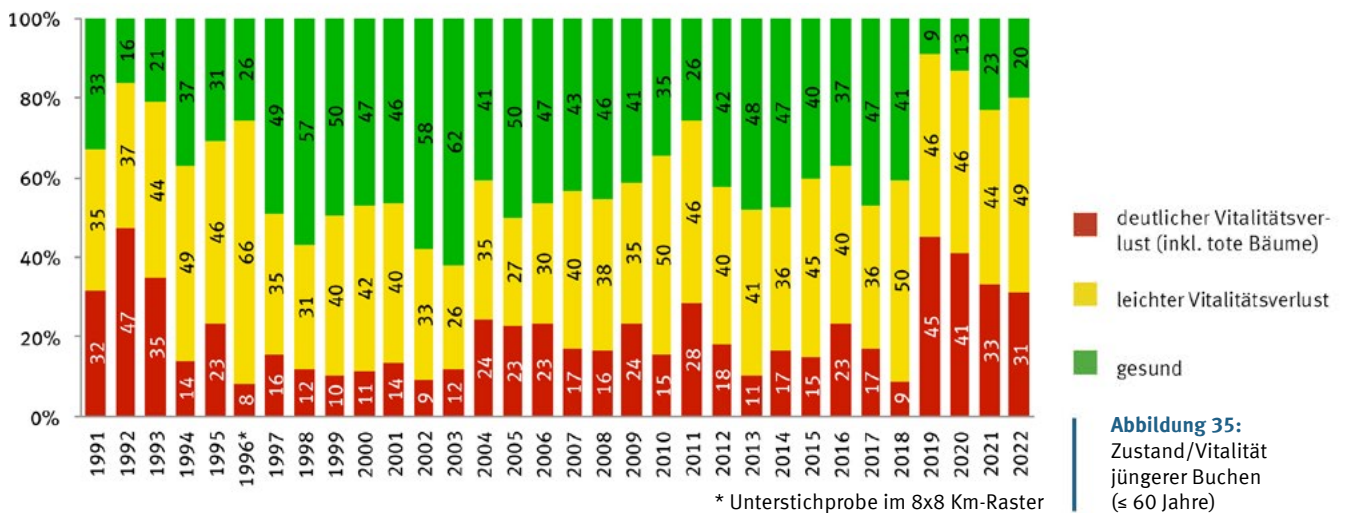


Abbildung 35:
Zustand/Vitalität
jüngerer Buchen
(≤ 60 Jahre)

Vitalität älterer Buchen (≥ 60 Jahre)

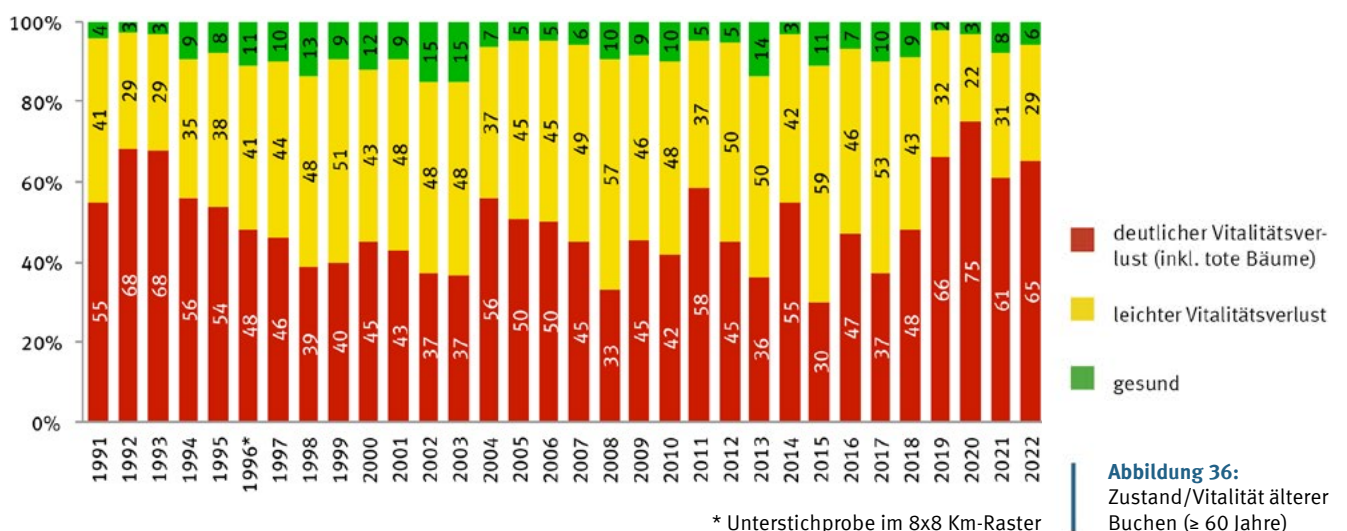


Abbildung 36:
Zustand/Vitalität älterer
Buchen (≥ 60 Jahre)

3.2.6. Eiche

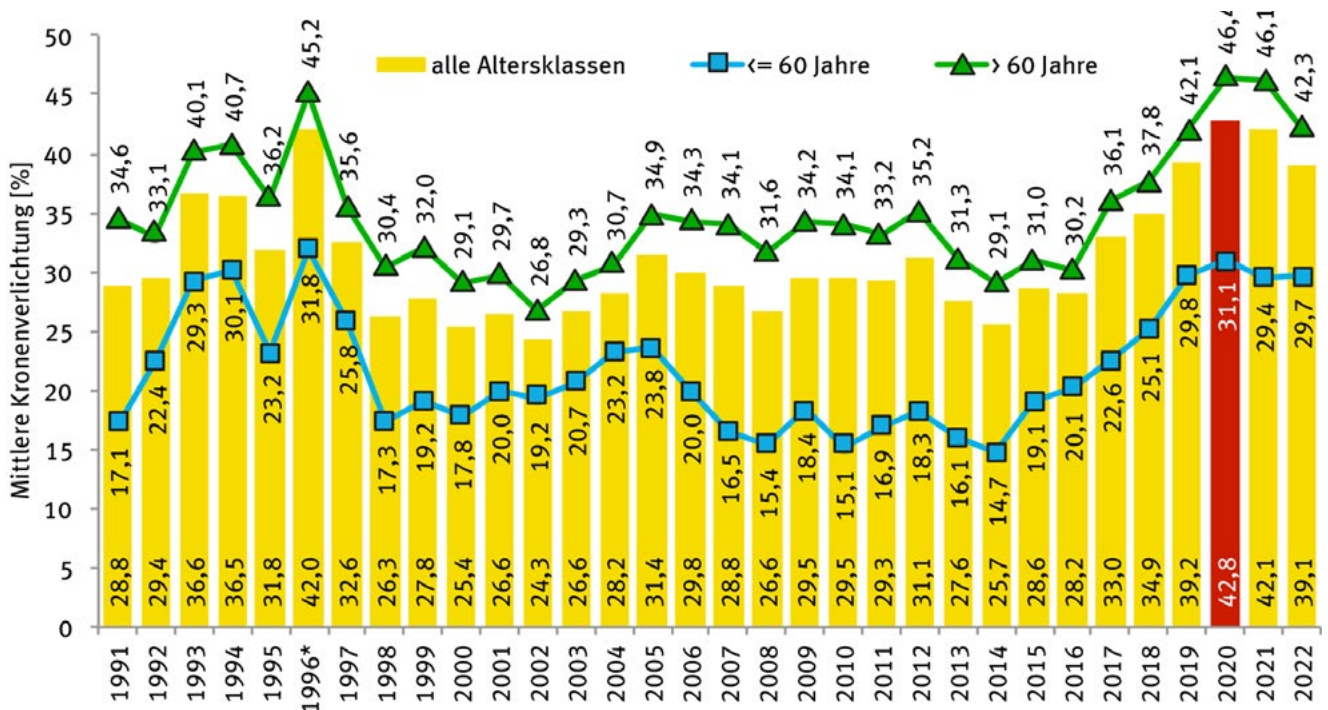
Der Baumartenanteil der Eiche an der WZE-Gesamtstichprobe ist in etwa gleichgeblieben und beträgt 6 % (2018: 6 %). Insgesamt wurden in diesem Jahr 501 Eichen begutachtet (2021: 520 Eichen), für 16 Bäume musste aufgrund des Ausfalls ein Ersatzbaum ausgewählt werden.

Der Zustand der Eiche war in diesem Jahr besser als in den Vorjahren, die mittlere Kronenverlichtung ist um 3 % gesunken und beträgt jetzt 39,1 % (Abbildung 37). Die Eiche ist seit Beginn der Waldzustandserhebung in Thüringen die Baumart mit der stärksten Kronenverlichtung. Während bis 2017 die Blattverluste in der Regel durch blattfressende Insekten (siehe Kapitel 4.3.4.5) verursacht wurden, reagiert die Eiche seitdem unerwartet stark auf die Trockenheit. In diesem Jahr war trotz der trocken-warmen Witterung erstmals wieder eine dichtere Belaubung zu verzeichnen und der Anteil Eichen mit deutlichen Vitalitätsverlusten ist um 10 % auf jetzt 63 % gesunken (Abbildung 38). Der Anteil gesunder Bäume hat sich hingegen kaum verändert und liegt bei 8 % (2021: 7 %).



Bild 15:
Eichenkronen

Mittlere Kronenverlichtung Eiche



* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Abbildung 37:
Prozentualer Verlust an Blättern (mittlere Kronenverlichtung) bei Eiche

Vitalität Eiche

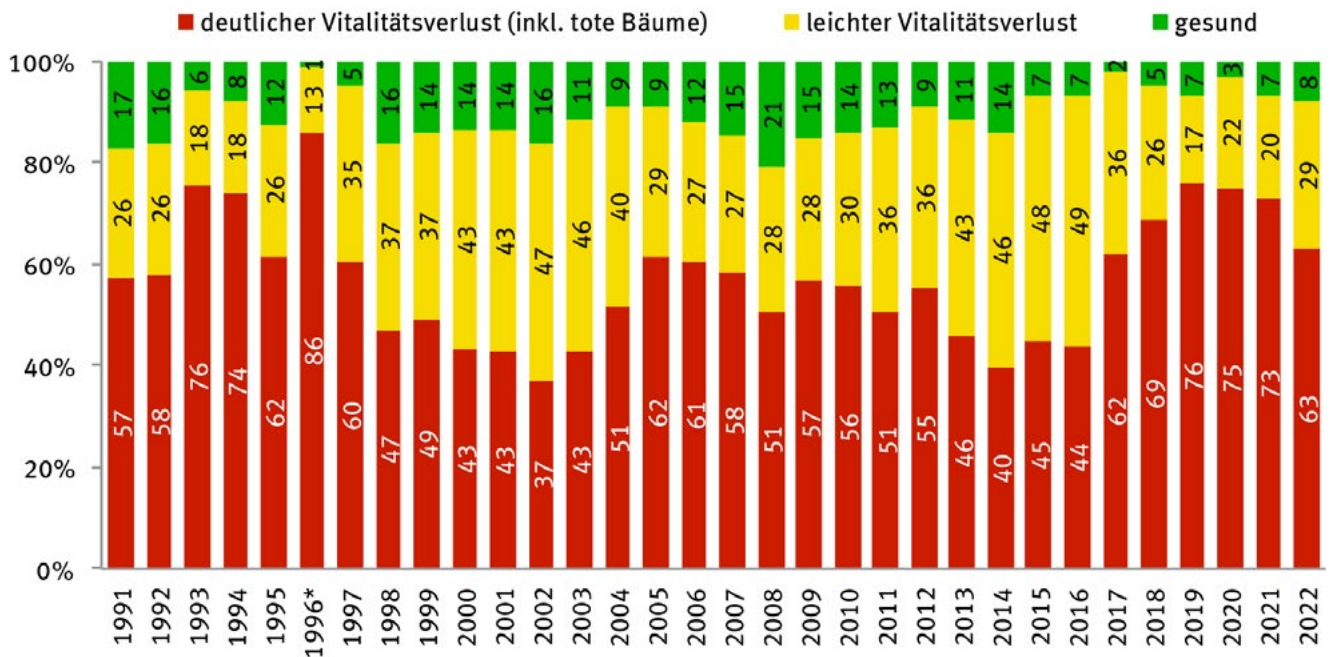


Abbildung 38:
Zustand/Vitalität Eiche

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Gesunken ist im Vergleich zu den beiden Vorjahren auch die Anzahl an Eichen mit einem Blattverlust größer gleich 50 % (inklusive abgestorbene Bäume). Allerdings

war die Anzahl frisch abgestorbener Eichen mit 1,4 % vergleichsweise hoch (Abbildung 39).

Anteil Eichen mit einem Verlust an Blättern ≥ 50 %

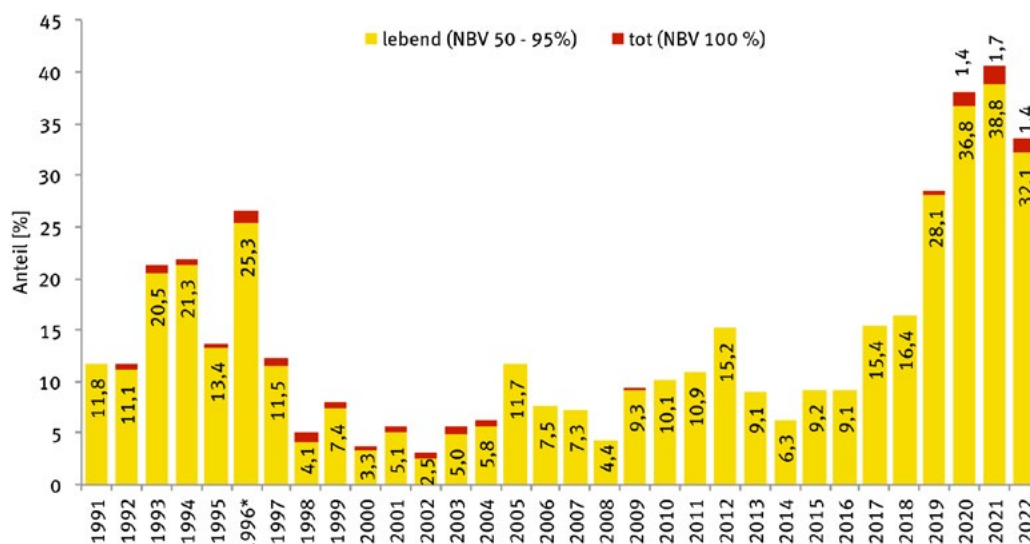


Abbildung 39:
Anteil Eichen mit einem Verlust an Blättern ≥ 50 % (inklusive abgestorbene Bäume)

Es wurden insgesamt 136 jüngere Eichen (unter 60 Jahre) und 365 ältere Eichen (über 60 Jahre) begutachtet. Ältere Eichen zeigen eine Abnahme der deutlichen Vitalitätsverluste um 11 %, bei den jüngeren Eichen sind es

5 %. Während bei den älteren Eichen der Anteil gesunder Bäume um 3 % gestiegen ist, hat er sich bei den jüngeren Eichen um 3 % verringert (Abbildung 40, Abbildung 41).

Vitalität jüngerer Eichen (≤ 60 Jahre)

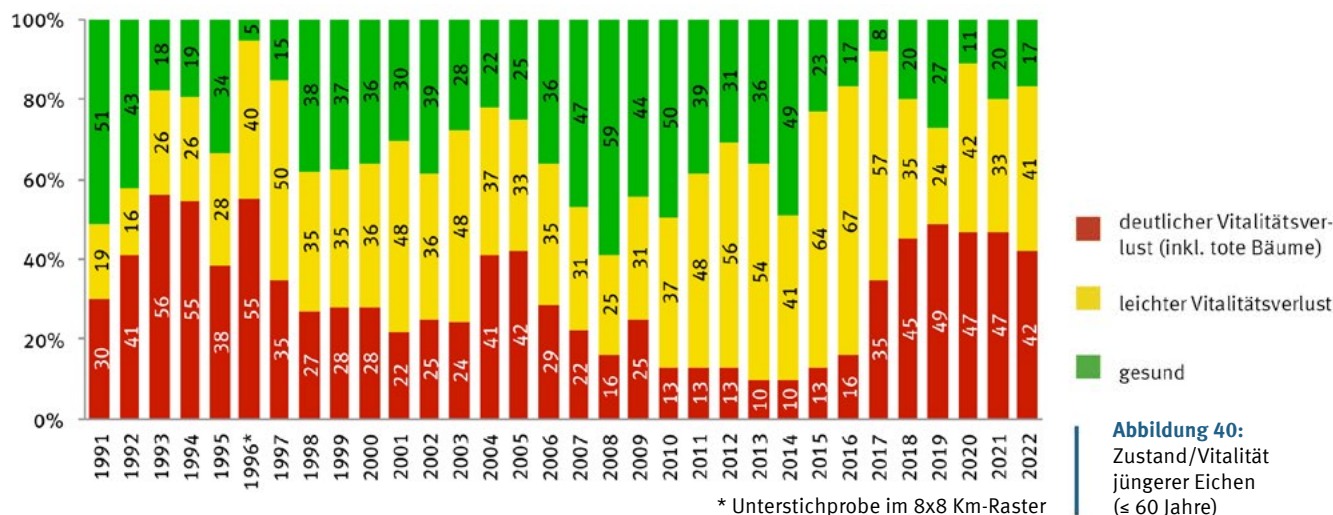


Abbildung 40:
Zustand/Vitalität
jüngerer Eichen
(≤ 60 Jahre)

Vitalität älterer Eichen (≥ 60 Jahre)

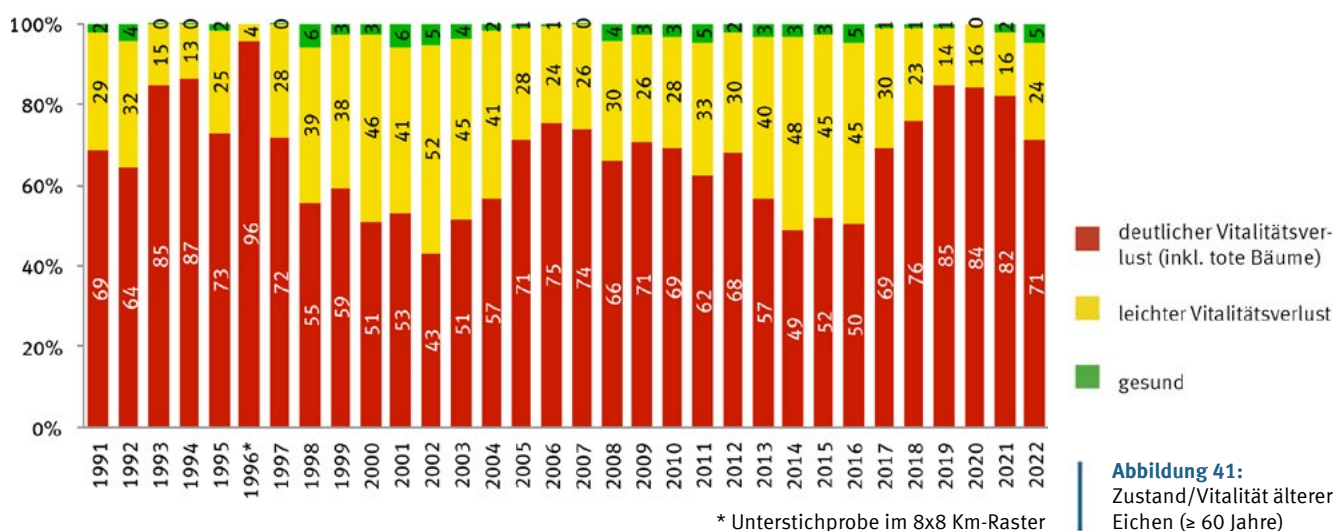


Abbildung 41:
Zustand/Vitalität älterer
Eichen (≥ 60 Jahre)

3.2.7. Sonstige Laubbäume

Im Rahmen der Waldzustandserhebung 2022 wurden 953 sonstige Laubbäume, überwiegend Esche, Ahorn und Birke, begutachtet. Das sind 55 sonstige Laubbäume mehr als im Vorjahr, der Anteil an der Gesamtstichprobe ist in den letzten Jahren gestiegen und beträgt jetzt 12 % (2018: 11 %). Es mussten 84 ausgefallene Stichprobenbäume ersetzt werden.

Die sonstigen Laubbäume waren nach einer Erholung im niederschlagsreichen Jahr 2021 wieder deutlich spärlicher belaubt. Die mittlere Kronenverlichtung ist erneut um 3,5 Prozentpunkte auf 31,0 % gestiegen (Abbildung 42). Dieser Anstieg betraf jüngere und ältere Bäume gleichermaßen. Die größten Blattverluste wiesen die Eschen auf.



Bild 16:
Trockenschäden bei Birke

Mittlere Kronenverlichtung sonstige Laubbäume

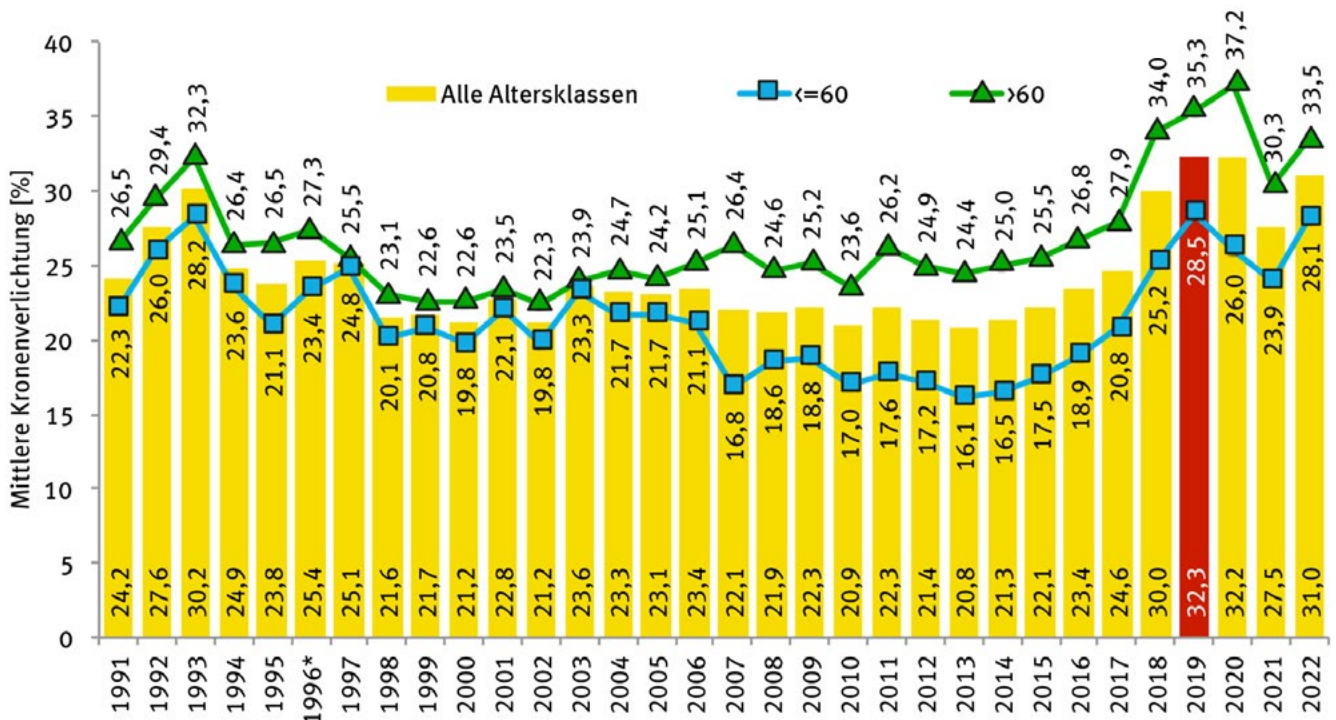
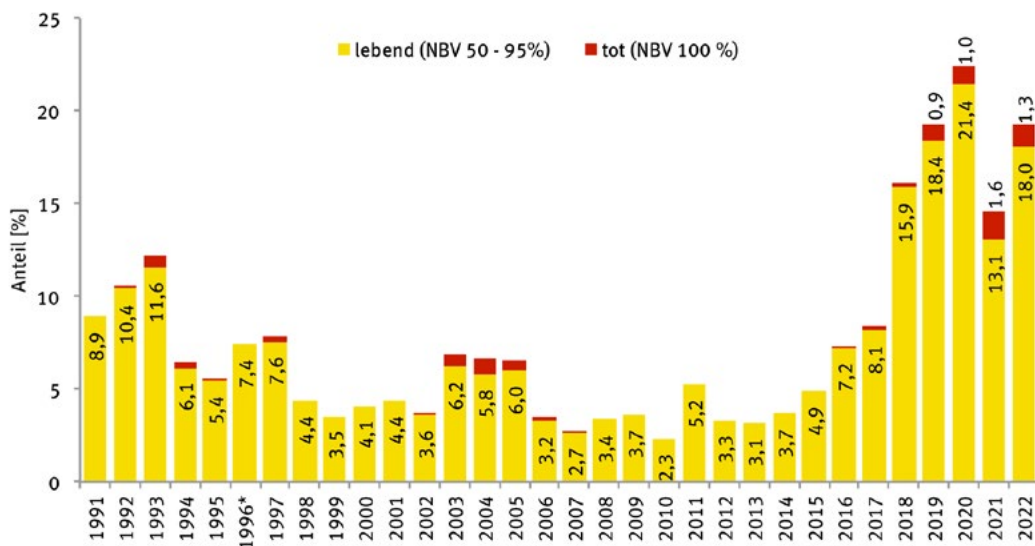


Abbildung 42:
Prozentualer Verlust an Blättern (mittlere Kronenverlichtung) bei sonstigen Laubbäumen

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Anteil sonst. Laubbäume mit einem Verlust an Blättern ≥ 50 %



* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Abbildung 43:
Anteil sonstiger Laubbäume mit einem Verlust an Blättern ≥ 50 % (inklusive abgestorbene Bäume)

Angestiegen ist auch der Anteil sonstiger Laubbäume mit einem Blattverlust größer gleich 50 % (inklusive abgestorbene Bäume), er lag mit 19,3 % genau wie 2019 auf dem zweithöchsten Niveau seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abbildung 43).

Der Anteil sonstiger Laubbäume mit deutlichen Vitalitätsverlusten ist auf 45 % (2021: 39 %) gestiegen, der Anteil gesunder Bäume von 24 % auf 21 % gesunken (Abbildung 44).

Vitalität sonstige Laubbäume

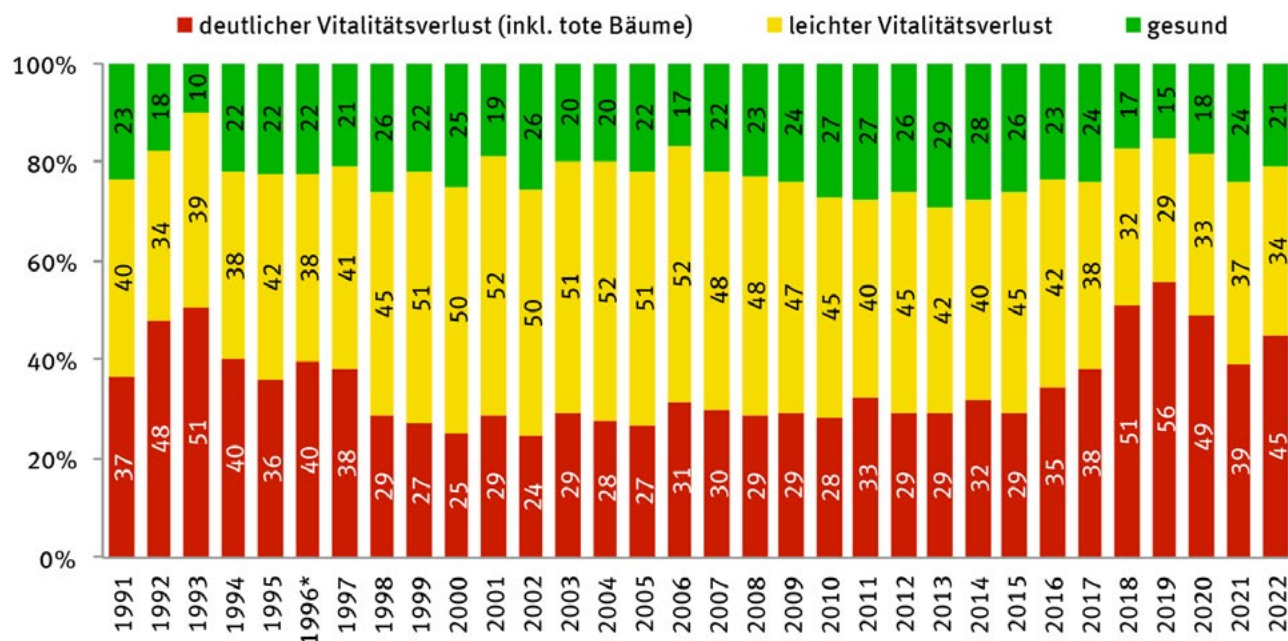


Abbildung 44:
Zustand/Vitalität sonstige Laubbäume

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

Anteil Eschen mit Eschentriebsterben

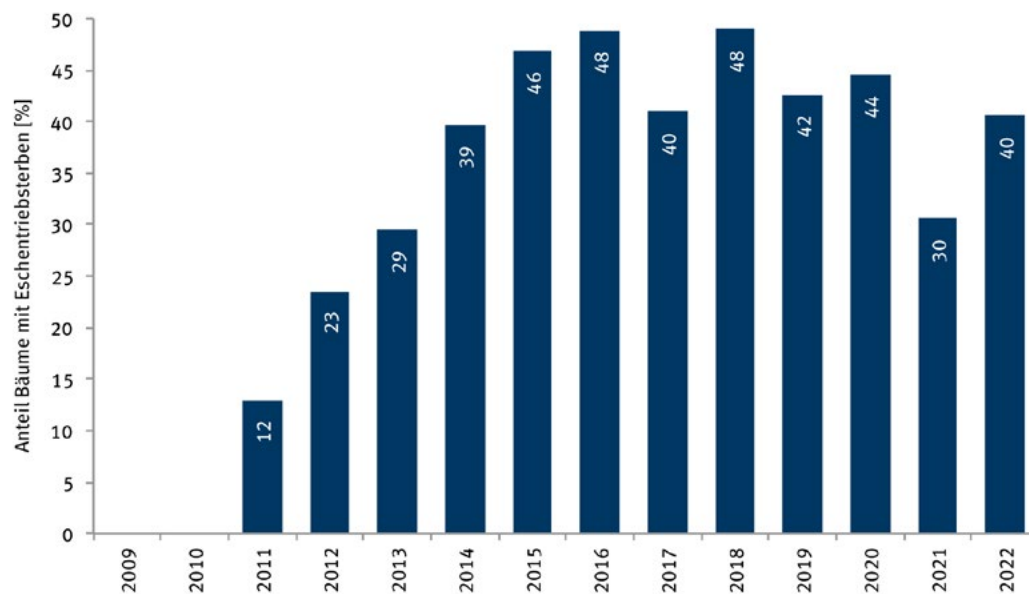


Abbildung 45:
Anteil Eschen mit
Eschentriebsterben

Der Zustand der Esche hat sich sowohl aufgrund der Trockenheit als auch durch das Triebsterben (siehe hierzu auch Kapitel 4.3.4.6) verschlechtert. Das Triebsterben

hat in diesem Jahr wieder zugenommen, rund 40 % der begutachteten Eschen wiesen die spezifischen Symptome auf (Abbildung 45).

3.2.8. Sonstige Nadelbäume

Es wurden 276 sonstige Nadelbäume begutachtet (überwiegend Lärchen, Tannen und Douglasien). Ihr Anteil an der Gesamtstichprobe beträgt 4 % (2018: 3 %). Für 22 sonstige Nadelbäume musste aufgrund des Ausfalls ein Ersatzbaum bestimmt werden.

Der Zustand der sonstigen Nadelbäume hat sich wieder verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung ist von 27,8 % im Vorjahr auf 29,4 % angestiegen (Abbildung 46).

Mittlere Kronenverlichtung sonstige Nadelbäume

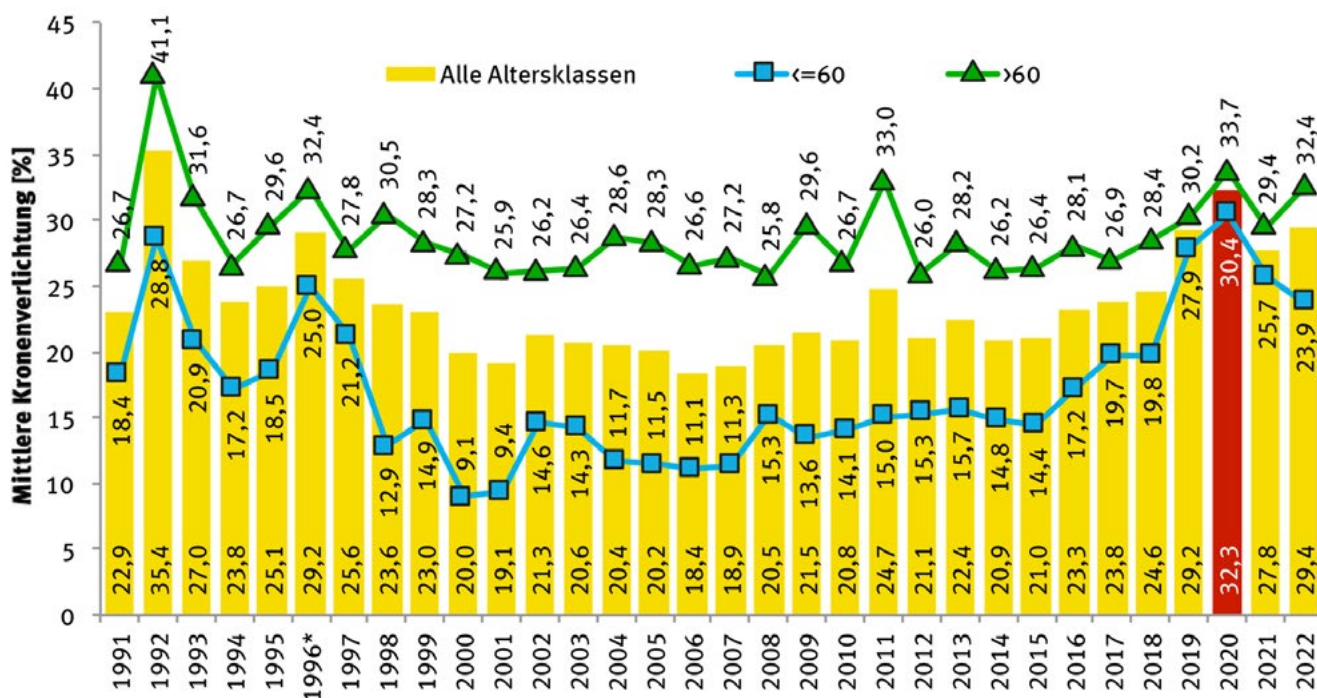


Abbildung 46:

Prozentualer Verlust an Nadeln (mittlere Kronenverlichtung) bei sonstigen Nadelbäumen

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

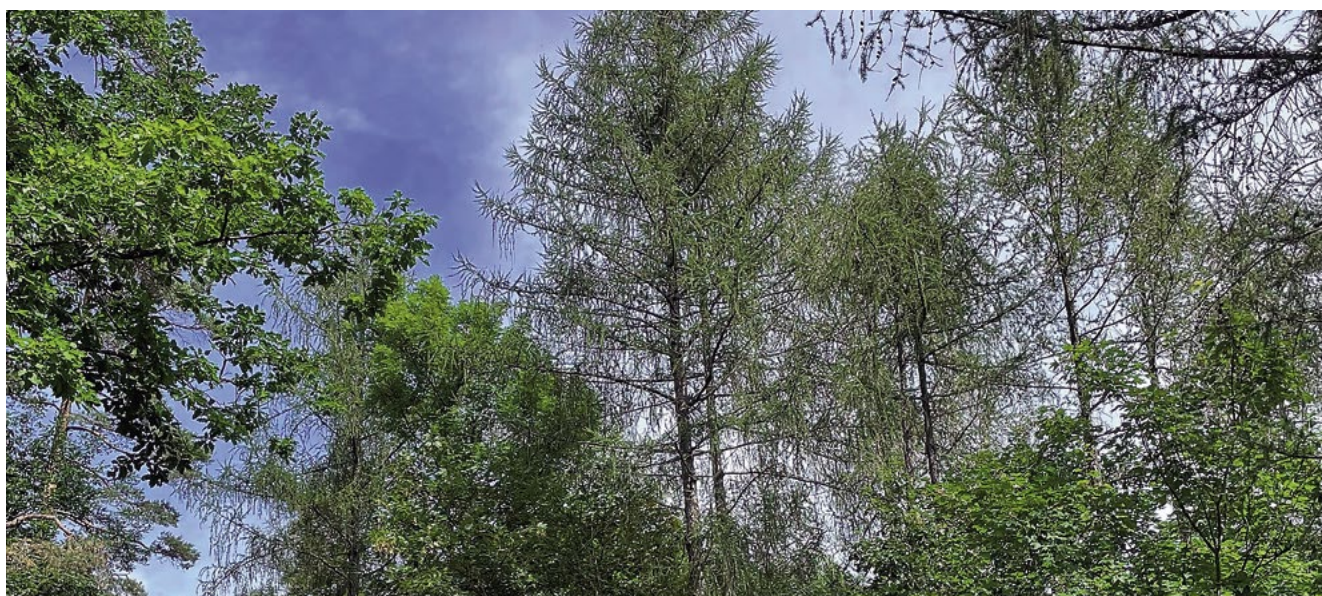


Bild 17:

Lärchenkronen

Anteil sonst. Nadelbäume mit einem Verlust an Nadeln $\geq 50\%$

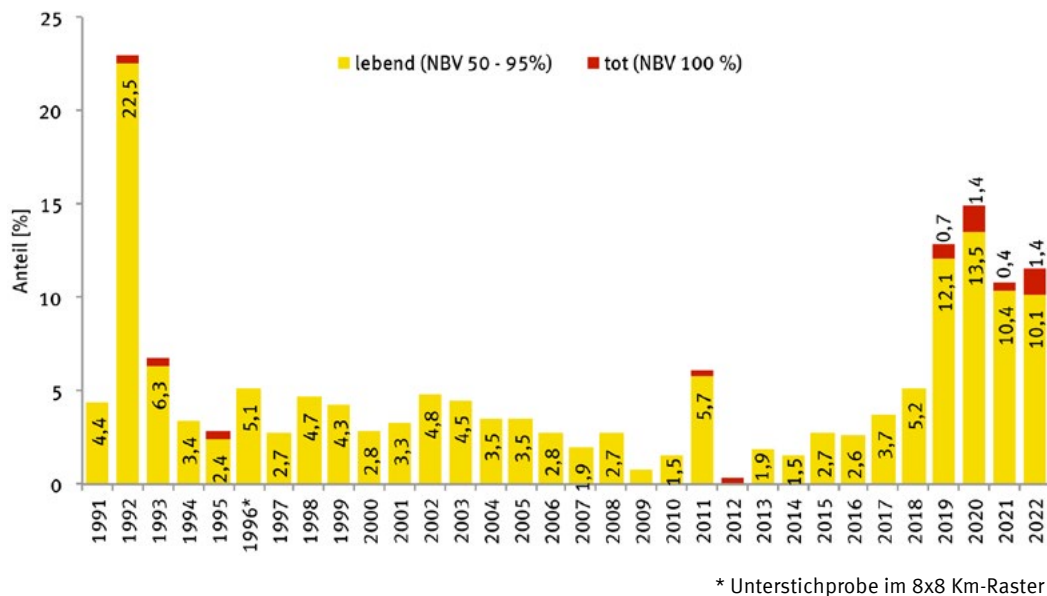


Abbildung 47:
Anteil sonstiger Nadelbäume mit einem Verlust an Nadeln $\geq 50\%$ (inklusive abgestorbene Bäume)

Leicht zugenommen hat auch der Anteil Bäume mit Nadelverlusten größer gleich 50 % (inkl. abgestorbene Bäume), er beträgt jetzt 11,5 % (2021: 10,8 %) (Abbildung 47).

Der Anteil sonstiger Nadelbäume mit deutlichen Vitalitätsverlusten ist auf 51 % gestiegen (2021: 48 %), der Anteil gesunder Bäume von 19 % auf 17 % gesunken (Abbildung 48).



Bild 18:
Nadelverluste bei Lärche durch Insektenbefall

Vitalität sonstige Nadelbäume

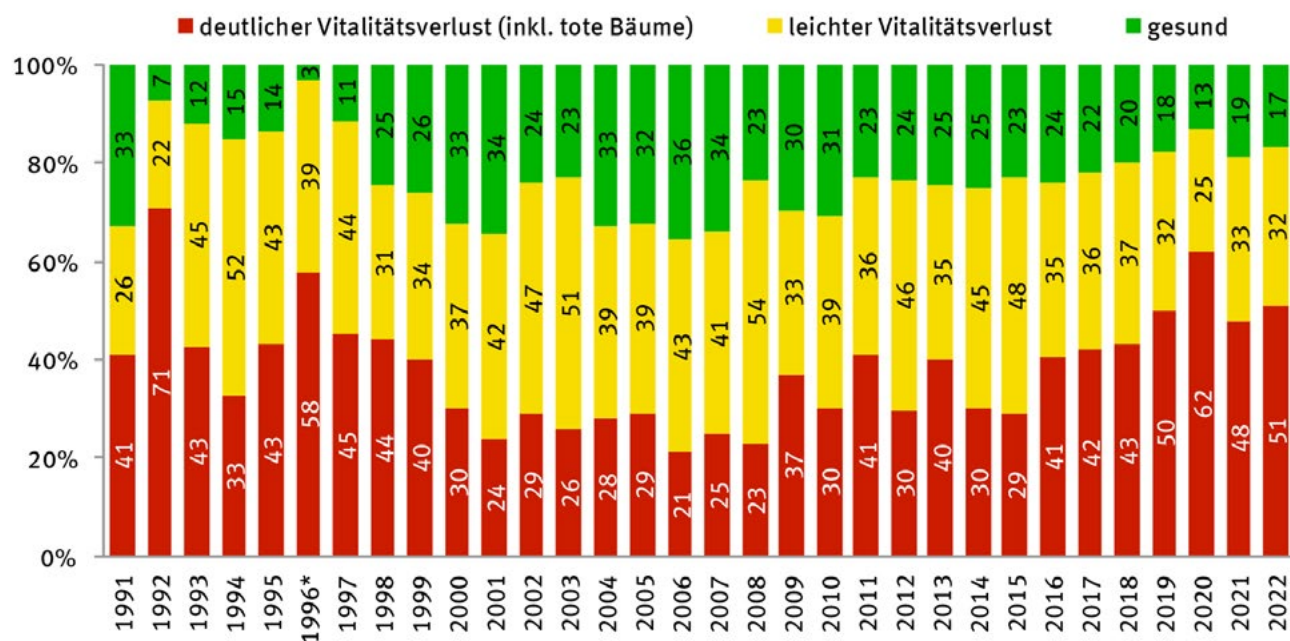


Abbildung 48:
Zustand/Vitalität sonstige Nadelbäume

* Unterstichprobe im 8x8 Km-Raster

3.3. Absterbe- und Ausfallraten

Gemäß der bundesweit abgestimmten Methodik zur Waldzustandserhebung wird für jeden Stichprobenbaum die Ursache für das Absterben und/oder die Entnahme dokumentiert. Frisch abgestorbene Bäume, an denen zum Zeitpunkt der Aufnahmen noch Feinreisig in der Krone vorhanden ist, gehen mit einem Nadel- Blattverlust von 100 % in die Berechnungen der mittleren Kronenverlichtung und der Vitalität (Kap. 3.1) ein.

Für Stichprobenbäume, die zwischen zwei Erhebungen planmäßig oder außerplanmäßig entnommen wurden, zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Kronenraum nicht mehr mitherrschend sind (KRAFTSCHE Klasse 4 oder 5), auf dem Waldboden liegen oder ohne Feinreisig tot im Bestand stehen, wird in unmittelbarer Nähe des ausgefallenen Baumes ein Ersatzbaum ausgewählt. In die

Berechnungen der mittleren Kronenverlichtung und der Vitalität geht in diesem Falle der Nadel-/Blattverlust des Ersatzbaumes ein. Die Auswahl eines neuen Stichprobenbaumes ist notwendig, um den für die Waldzustandserhebung notwendigen Stichprobenumfang (mindestens 24 Bäume je WZE-Aufnahmepunkt) aufrecht zu erhalten.

Waren bis 2017 vor allem planmäßige forstliche Maßnahmen ursächlich für den Ausfall und Ersatz von WZE-Stichprobenbäumen (Ausnahme 2007: Wurf-/Bruchholz nach Sturm „Kyrill“), so sind es seitdem fast ausschließlich abiotische und biotische Einflüsse (Abbildung 49). Dadurch hat sich das Verhältnis zwischen planmäßiger und außerplanmäßiger Nutzung deutlich verschoben.

Ausfallrate nach Ursachen

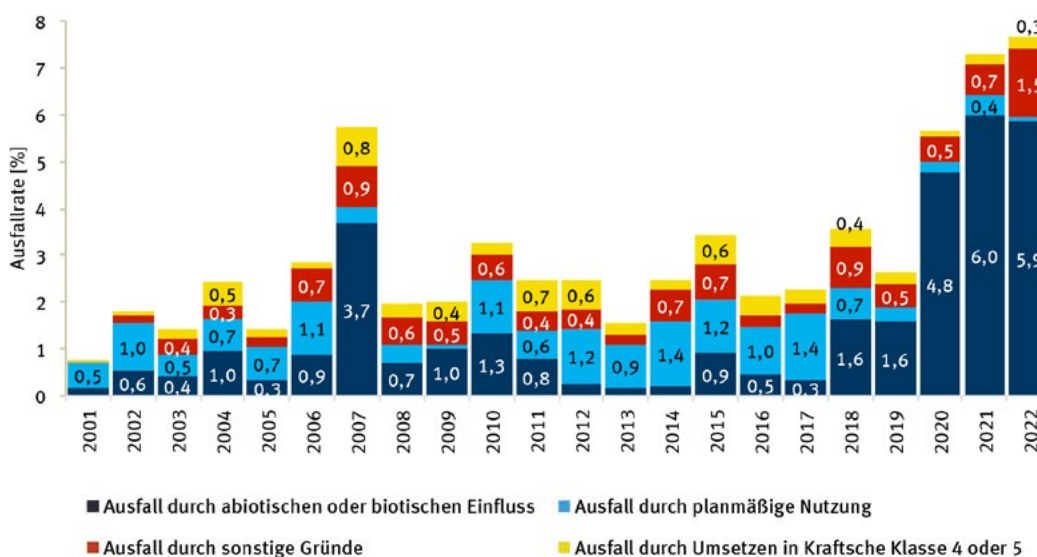


Abbildung 49:
Ausfallrate nach Ursachen

Infolgedessen ist es zwingend notwendig, zur Bewertung der Gesamtsituation nicht nur die mittlere Kronenverlichtung und die Vitalität der stehenden Bäume (Kap. 3.1) zu betrachten, sondern auch und vor allem die durch Sturm, Trockenheit oder forstliche Schaderreger verursachten Absterbe- und Entnahmeraten.

Die Absterberate beschreibt dabei das Verhältnis zwischen der Anzahl frisch abgestorbener Bäume im Erhebungsjahr und der Anzahl lebender Bäume im Vorjahr. Die Entnahmerate dokumentiert die Anzahl der frisch entnommenen Bäume im Erhebungsjahr im Verhältnis zur Anzahl lebender Bäume der letzten Erhebung. Um

Doppelzählungen zu vermeiden, werden im Vorjahr abgestorbene Bäume (100 % Nadel-/Blattverlust) bei der Berechnung der Entnahmerate im Erhebungsjahr nicht noch einmal gezählt.

Seit 2018 ist der Anteil der durch Witterungseinflüsse und forstliche Schaderreger frisch abgestorbenen und außerplanmäßig entnommenen Bäume stark gestiegen. Fielen aufgrund biotischer oder abiotischer Ursachen 2017 nur 0,3 % der Stichprobenbäume aus, so sind es seit 2020 jährlich rund 6 %. Kumulativ liegt die Absterbe- und Entnahmerate seit 2018 inzwischen bei 21,3 % (Abbildung 50).

Frisch abgestorbene und entnommene Stichprobenbäume (biotische und abiotische Ursachen)

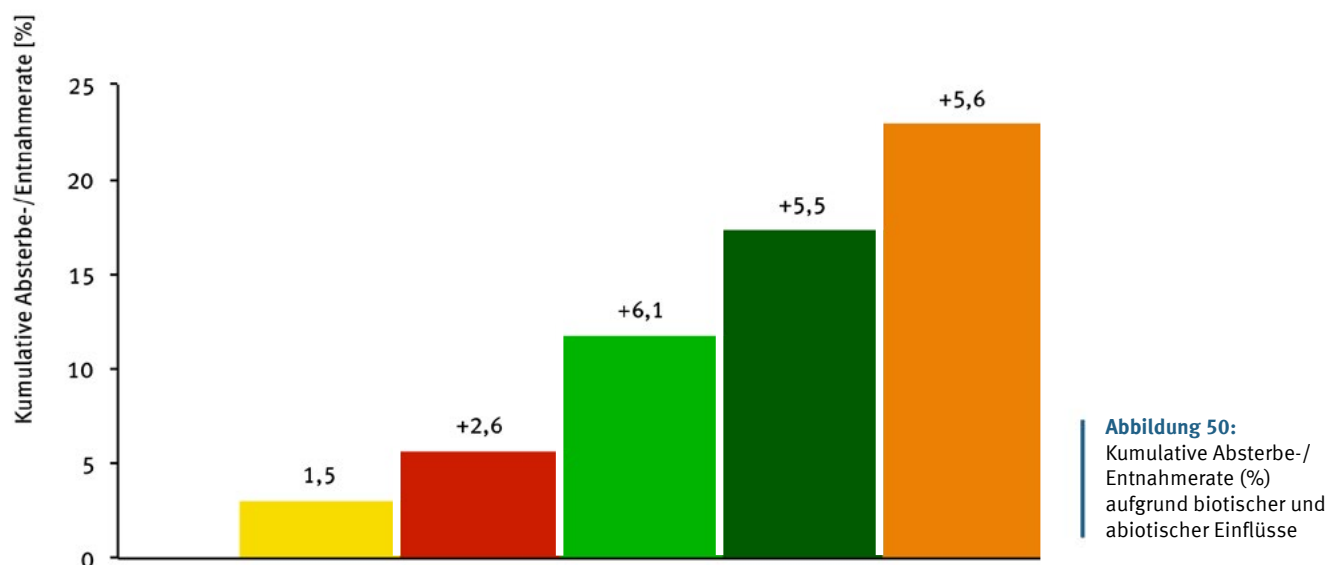


Tabelle 5:

Prozentualer Anteil frisch abgestorbener Bäume (100 % Nadel-Blattverlust) und vor Aufnahme entnommener Bäume aufgrund biotischer und abiotischer Einflüsse

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Buche	0,1	0	0	1	1,4	3,7	1,3	0,6
abgestorben	0	0	0	0,4	1,4	0,9	1	0,5
entnommen	0,1	0	0	0,6	0	2,8	0,4	0,1
Fichte	1,6	0,9	0,7	2,3	4,7	11,3	11,3	12
abgestorben	0,2	0,1	0,1	0,1	2,2	4,5	2,1	3,5
entnommen	1,5	0,9	0,5	2,1	2,5	6,7	9,2	8,4
Kiefer	0,3	0,2	0	0,8	0,4	1,5	1,4	1,2
abgestorben	0,1	0,1	0	0,1	0,4	0,5	0,6	0,6
entnommen	0,1	0,1	0	0,7	0,1	1	0,8	0,6
Eiche	0	0	0	1,6	0,4	1,8	2,2	0,6
abgestorben	0	0	0	0	0,4	1,6	2	0,4
entnommen	0	0	0	1,6	0	0,2	0,2	0,2
Sonst. aubbäume	0	0,1	0,4	1	1,8	1,9	2,1	2,9
abgestorben	0	0	0,3	0,2	1,1	1,4	1,5	2,7
entnommen	0	0,1	0,1	0,8	0,7	0,4	0,5	0,2
Sonst. adeltbäume	0,4	0	0	0	1,5	1,9	3,6	8,6
abgestorben	0,4	0	0	0	0,7	1,5	1,4	0
entnommen	0	0	0	0	0,7	0,4	2,2	8,6
Gesamt	0,8	0,4	0,3	1,5	2,6	6,1	5,5	5,6
abgestorben	0,1	0	0,1	0,2	1,4	2,5	1,5	1,9
entnommen	0,7	0,4	0,2	1,3	1,2	3,6	4	3,7

Die höchsten Absterbe- und Entnahmeraten sind aufgrund der Borkenkäferkalamität bei der Fichte zu verzeichnen. Die geringsten Absterbe- und Entnahmeraten wurden bisher bei der Kiefer registriert (Tabelle 5, Abbildung 51, Abbildung 52).

Während bei der Fichte seit 2018 rund 36 % und bei den sonstigen Nadelbäumen rund 14 % der Stichprobenbäume (überwiegend Lärche) durch Borkenkäferbefall abgestorben sind, waren abgestorbene und entnommene Buchen und Eichen fast ausschließlich auf die Trockenheit zurückzuführen (Abbildung 53).

Frisch abgestorbenes und entnommenes Laubholz (biotisch und abiotisch)

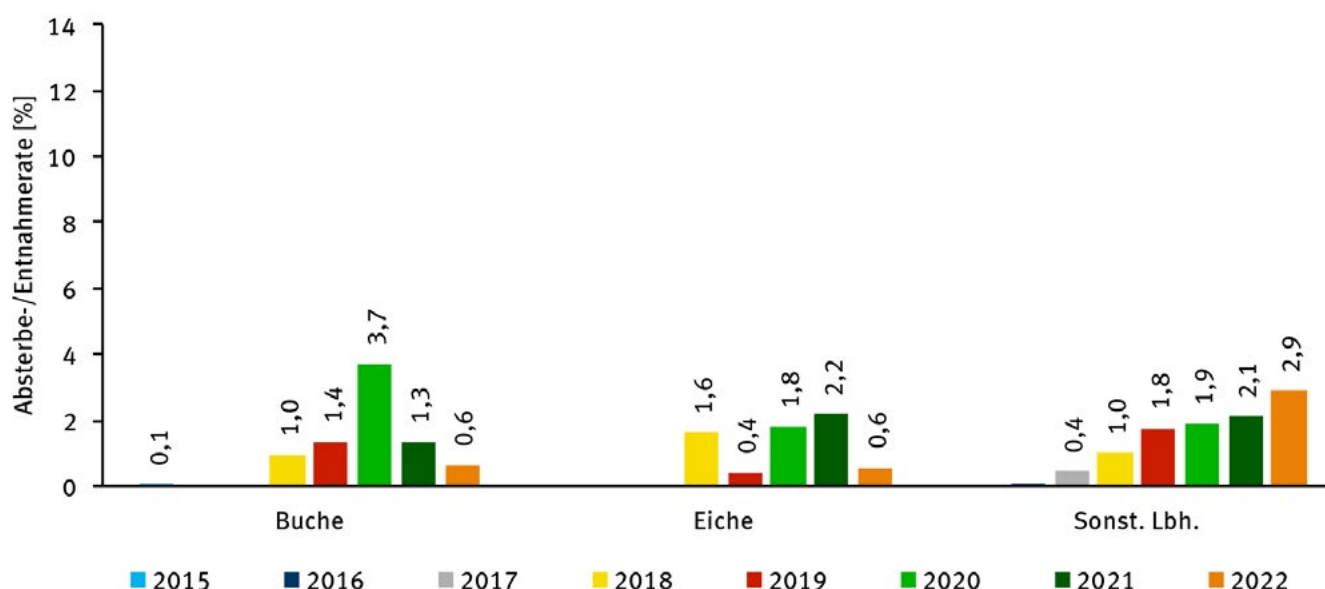


Abbildung 51:
Absterbe-/Entnahmeraten (%) aufgrund biotischer und abiotischer Einflüsse im Laubholz

Frisch abgestorbenes und entnommenes Nadelholz (biotisch und abiotisch)

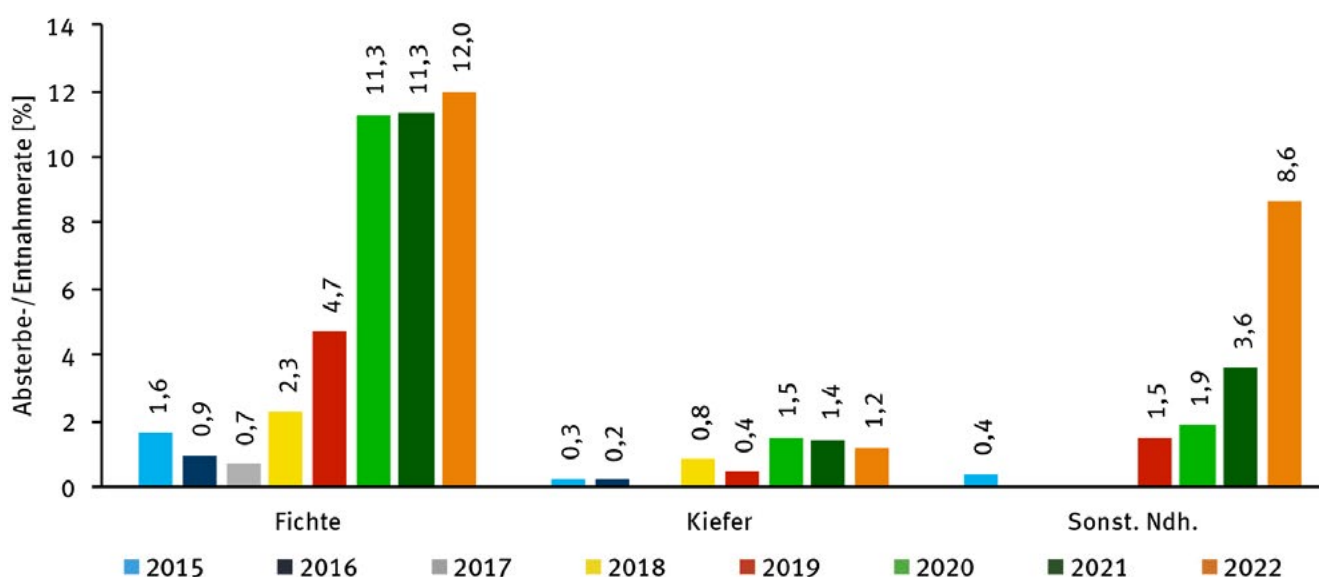


Abbildung 52:
Absterbe-/Entnahmeraten (%) aufgrund biotischer und abiotischer Einflüsse im Nadelholz

Frisch abgestorbene und entnommene Bäume aufgrund biotischer und abiotischer Ursachen (2018–2022)

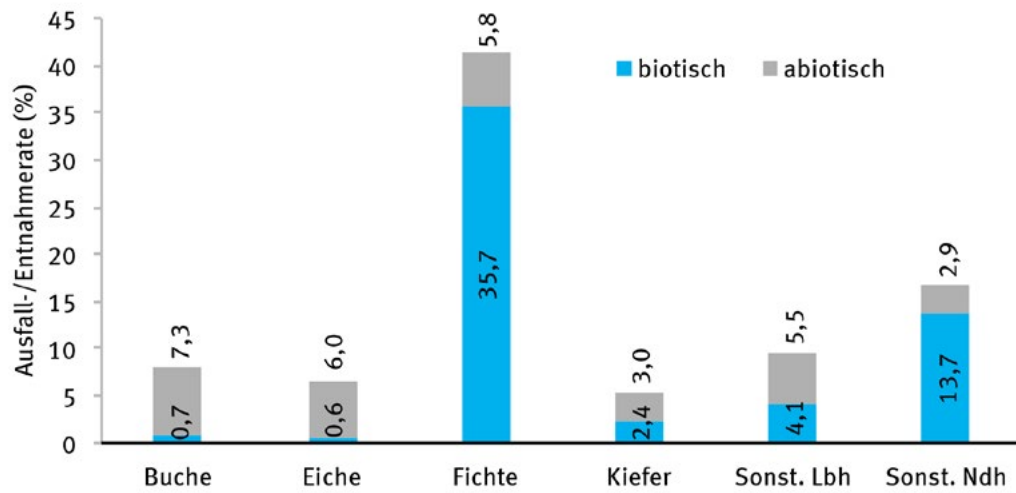


Abbildung 53:
Abgestorbene und entnommene Bäume (%) nach biotischen und abiotischen Ursachen



Bild 19:
Baumverluste durch Borkenkäferbefall

4. Einflüsse und Ursachen

Während das Klima und der Boden in erster Linie die Verbreitung, Wuchsleistung und Konkurrenzkraft von Bäumen bestimmen, wird ihr Vitalitätszustand von zahlreichen weiteren Faktoren beeinflusst. Insbesondere Extremwetterlagen wie Hitze, Trockenheit, Frost und Sturm,

aber auch Luftschadstoffe und forstliche Maßnahmen hinterlassen Spuren in den Wäldern. In diesem Jahr waren nach 2018, 2019 und 2020 erneut die außergewöhnliche Trockenheit und die überdurchschnittlichen Temperaturen prägende Faktoren für den Zustand des Waldes.

4.1. Klima im Wandel

Als Klima wird der mittlere Zustand der Atmosphäre an einem Ort bzw. in einem bestimmten Gebiet über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren bezeichnet. Dieser Zustand wird anhand meteorologischer Messdaten (Lufttemperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer und weitere Parameter), wie sie z. B. der Deutsche Wetterdienst (DWD) erhebt, bewertet. Die 30jährigen Messperioden bezeichnet man als Klimaperioden oder Referenzperioden. Erfolgen die Messungen über einen ausreichend langen Zeitraum, dann ist ein Vergleich der Mittelwerte verschiedener Perioden möglich.

In Deutschland ist die mittlere Lufttemperatur seit Beginn der flächendeckenden Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes im Jahr 1881 bisher um 1,6 °C angestiegen. Dabei war der Temperaturanstieg in den letzten 50 Jahren deutlich stärker ausgeprägt als im Zeitraum davor. Die bislang wärmsten Jahre waren die Jahre 2018 (10,5°C), 2020 (10,4°C), 2019 und 2014 (10,3 °C) sowie 2000 und 2007 (9,9 °C). Im Hinblick auf die Niederschlagsentwicklung gibt es starke räumliche Unterschiede, im landesweiten Mittel sind die Regenmengen im Sommer aber in etwa gleichgeblieben, allerdings hat die Länge der Trockenphasen zugenommen. Die Winter sind insgesamt feuchter geworden (Quelle: www.dwd.de).

In Thüringen ist die Temperatur seit Beginn der Messungen um 1,4 °C gestiegen, allein in den letzten 30 Jahren betrug der Anstieg 1,1 °C (Flächenmittel Thüringen: 1961–1990: 7,6 °C; 1991–2020: 8,7 °C). Diese Temperaturerhöhung ist räumlich in ganz Thüringen nahezu identisch. Als bislang wärmste Jahre gelten 2018 und 2020 (9,9 °C), 2014 und 2019 (9,8 °C) und 2015 (9,5 °C). Im Hinblick auf die Jahreszeit hat sich im Vergleich der beiden DWD-Referenzperioden 1961–1990 und 1991–2020 der Sommer mit + 1,4 °C am stärksten erwärmt. Die geringste Erwärmung ist im Herbst zu verzeichnen (+ 0,6 °C). Das Frühjahr und der Winter reihen sich mit + 1.2 °C etwas unterhalb der Sommererwärmung ein.

Die größte Temperaturzunahme gab es mit + 1,6 °C im April, die geringste mit + 0,3 °C im Oktober. Im Zuge der Erwärmung hat auch die jährliche Anzahl an Sommertagen (maximale Temperatur größer gleich 25 °C) um rund 11 Tage zugenommen (1961–1990: 24,3 Tage; 1991–2020: 35,9 Tage). Das ist ebenso bei den heißen Tagen der Fall (maximale Temperatur größer gleich 30 °C). Während von 1961–1990 im Mittel 3,1 heiße Tage zu verzeichnen waren, sind es von 1991–2020 schon 7,4 Tage, Tendenz steigend. Analog dazu gab es eine Abnahme von Frosttagen (minimale Temperatur unter 0 °C) von 101,8 (1961–1990) auf 92,4 (1991–2020) und ebenso von Eistagen (maximale Temperatur unter 0 °C) von 32,3 (1961–1990) auf 24,1 (1991–2020).

Einhergehend mit der Temperaturerhöhung ist eine Zunahme der Sonnenscheindauer und eine Veränderung der Niederschlagsverteilung im Jahresverlauf bei annähernd gleichbleibendem Jahresniederschlag zu verzeichnen. Der in der DWD-Referenzperiode 1961–1990 niederschlagsreichste Monat des Jahres war der Juni. Er wurde vom Juli abgelöst. Während in der Klimaperiode 1991–2020 im Juni rund 17 % weniger Niederschlag fiel als in der Klimaperiode 1961–1990, stieg die Niederschlagsmenge im Juli um 35% an. Eine vergleichbar gravierende Änderung verzeichnet nur noch der April mit einer um 28 % reduzierten Niederschlagsmenge. Von der Niederschlagsabnahme im April sind insbesondere die ohnehin schon trockenen Gebiete Ostthüringens (Altenburger Land, Landkreis Greiz, Gera, Saale-Holzland-Kreis, Saale-Orla-Kreis, Landkreis Saalfeld-Rudolstadt, Jena, Weimar, Landkreis Weimarer Land) sowie der nördliche Wartburgkreis und der nördliche und zentrale Landkreis Gotha betroffen. Signifikant feuchter geworden sind der September (+ 18 %), der Oktober (+ 13 %) und der Januar (+ 12 %).

Die Tragödie im Ahrtal und den angrenzenden Regionen im Juli 2021 unterstreicht in diesem Zusammenhang auch die zunehmende Bedeutung von Starkniederschlä-

gen im Rahmen des Klimawandels. Starkniederschlag kann auch in Thüringen überall und zu jeder Zeit auftreten. Dennoch zeichnen sich statistisch häufiger bzw. intensiver betroffene Regionen ab. Ob aus dem Starkregen eine Schadwirkung, z. B. in Form einer Sturzflut hervorgeht, hängt dabei maßgeblich von den regionalen Oberflächen- und Reliefeigenschaften ab. Besonders häufig tritt Starkregen in Ostthüringen (besonders im Altenburger Land) und im Thüringer Wald und Schiefer-

gebirge auf. Aufgrund des Reliefs unterliegen dabei vor allem im Thüringer Wald/Schiefergebirge bestimmte Gebiete einer Gefährdung. Besonders hohe Niederschlagsintensitäten bei Starkregen sind in den Landkreisen Saale-Holzland-Kreis, Landkreis Saalfeld-Rudolstadt, Landkreis Weimarer Land, Ilm-Kreis sowie im Süden von Jena und Weimar, im Norden von Erfurt, im südlichen Saale-Orla-Kreis und im südöstlichen Teil des Landkreises Sömmerda zu beobachten (Abbildung 54).

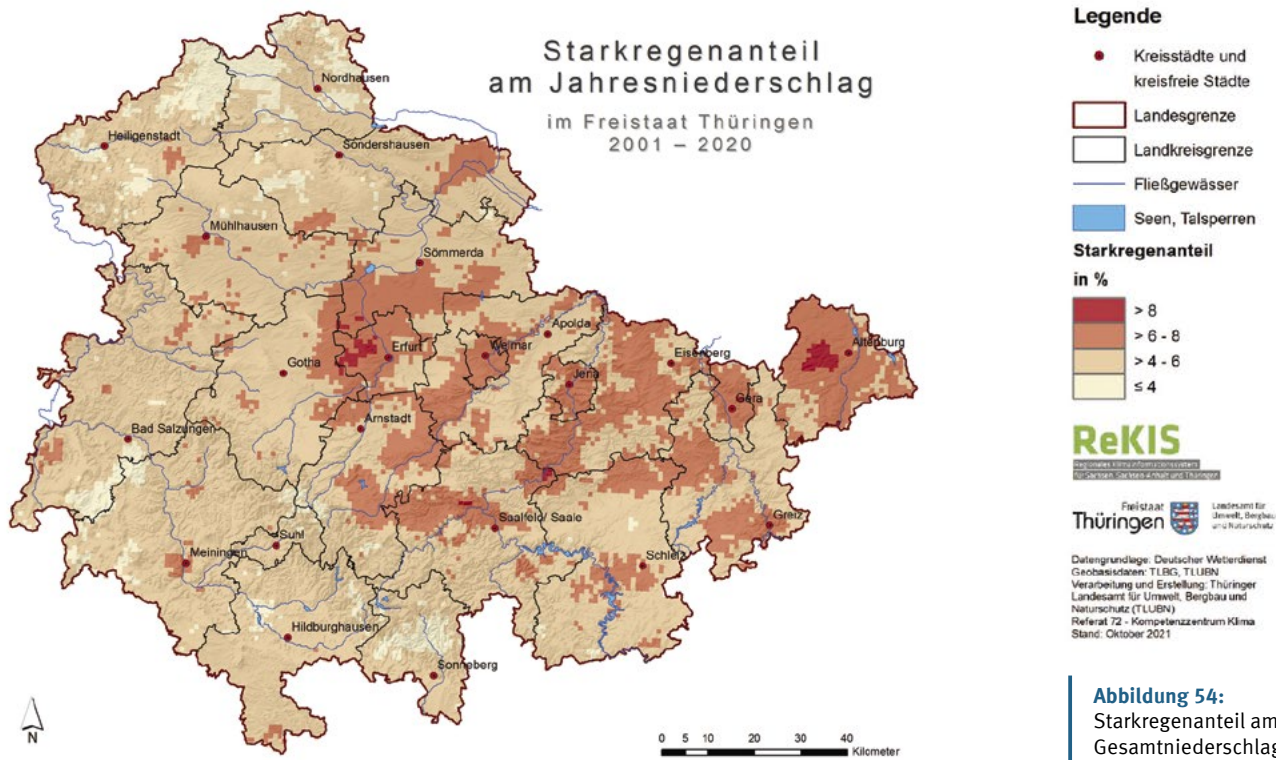


Abbildung 54:
Starkregenanteil am
Gesamtniederschlag in
Thüringen

Zur Abschätzung der zukünftigen Klimaentwicklung werden weltweit verschiedene sozioökonomische Szenarien verwendet. Seit dem 5. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2013) sind dies die sogenannten RCP-Szenarien („Representative Concentration Pathways“). Dabei wird der zu erwartende Treibhausgasanstieg für das jeweilige Szenario in einen zusätzlichen Strahlungsantrieb übersetzt. Es gibt vier RCP-Szenarien: RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 und RCP 8.5. Die jeweiligen Zahlen stehen für den anthropogenen Strahlungsantrieb in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) und damit für die Stärke der Klimaveränderung am Ende des Jahrhunderts. Bei RCP 2.6 beispielsweise würde die Sonne auf jeden Quadratmeter der Erde 2,6 Watt zusätzlich einstrahlen, bei RCP 8.5 wären es zusätzlich $8,5 W/m^2$. Das RCP 2.6 wird umgangssprachlich auch als „Klimaschutz-Szenario“ bezeichnet, den stärksten Kli-

mawandel bildet das Szenario RCP 8.5 („Weiter-wie-bis-her-Szenario“) ab.

Alle Szenarien lassen sich dabei auch auf Thüringen anwenden. Bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts verhalten sich alle Szenarien bezüglich der zukünftigen Entwicklung der meteorologischen Elemente annähernd ähnlich. Das bedeutet, dass nach derzeitigem Stand selbst im „Klimaschutz-Szenario“ (RCP 2.6) die Folgen der bisherigen Entwicklung bis zur Jahrhundertmitte unvermeidbar sind. Die Jahresmitteltemperatur wird sich in Thüringen in der Periode 2021–2050, verglichen mit 1961–1990, um $1,6\text{ °C}$ bis $2,0\text{ °C}$ erhöhen.

Nach der Jahrhundertmitte werden die Unterschiede zwischen den verschiedenen Szenarien deutlich sichtbar. Während das RCP 2.6 in etwa bei den Werten von

2021–2050 stehen bleibt, wird im RCP 8.5 ein Temperaturanstieg bis zu + 4,5 °C im Vergleich zur Klimaperiode 1961–1990 erwartet. Das bedeutet, es wird sechs Mal so viel heiße Tage im Thüringer Tiefland geben und auch in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes wird eine Temperatur von 30 °C keine Seltenheit mehr sein. Sollte das RCP 8.5-Szenario eintreten, so werden für Regionen oberhalb 800 m NN von 2071–2100 mehr als zehn heiße Tage pro Jahr erwartet. Das entspricht den Durchschnittswerten der Region Jena in der Klimaperiode 1961–1990 und hätte dramatische Auswirkungen auf die Wälder in diesen Regionen.

Selbst beim Szenario RCP 2.6 werden knapp zwei heiße Tage pro Jahr in den Gebirgsregionen Thüringens erwartet, das ist insbesondere für die bislang hier stockenden Fichtenbestände bedenklich. Im Thüringer Tiefland halbiert sich die Anzahl der Eistage („Dauerfrost“) bis zur Jahrhundertmitte bzw. bis zum Jahrhundertende im RCP 2.6, im RCP 8.5 tritt Dauerfrost zum Ende des Jahrhunderts in den Tieflagen Thüringens so gut wie gar nicht mehr auf. Mit Nachtfrosten muss aber dennoch an ca. 30 Tagen im Jahr gerechnet werden, dies entspricht in etwa einem Drittel der Werte von 1961–1990.

Der Rückgang von Eistagen in den Hoch- und Kammlagen beläuft sich zum Jahrhundertende auf ca. ein Viertel des Wertes der Klimaperiode 1961–1990 und entspricht damit 15 Tagen im Jahr, an denen das Thermometer ganztägig unter der 0°C-Marke bleibt. Bis zur Jahrhundertmitte bzw. bis zum Ende des Jahrhunderts wird es im Szenario RCP 2.6 – verglichen mit 1961–1990 – rund 1/3 weniger Eistage geben. Generell werden Kälteeinbrüche zwar seltener, diese können aber, aufgrund der sich im Zuge des Klimawandels abschwächenden Westwindzirkulation, durchaus heftiger ausfallen und/oder länger als bisher gewohnt anhalten. Für das sich im Zuge des Klimawandels verändernde Baumartenspektrum bedeutet das eine doppelte Gefahr – während heimische Baumarten in erster Linie unter sommerlichen Hitze- und Trockenperioden leiden, sind wärmetolerantere Baumarten, die sich sukzessive in Thüringen ansiedeln werden, durch Frostperioden gefährdet.

Bei annähernd unverändertem Jahresniederschlag wird es in Thüringen im Winter eine Niederschlagszunahme geben. Erwartet werden ca. + 7 % bis zur Jahrhundertmitte bzw. bis zum Jahrhundertende im Szenario RCP 2.6 und bis zu + 20 % in der Periode 2071–2100 im Szenario RCP 8.5. Die derzeit beobachtete Tendenz zu trockeneren Frühjahren und einem feuchteren Herbst werden von den Klimamodellen bisher noch nicht wiedergegeben. Hier ist es deshalb noch unsicher, ob es sich bei den derzeitigen Beobachtungen tatsächlich um klimatische Tendenzen oder nur um vorübergehende Entwicklungen handelt.

Abnehmen wird laut allen Szenarien aber die Niederschlagsmenge im Sommer. Die Unsicherheit bei der Höhe des Niederschlagsrückgangs ist hier jedoch aufgrund der kleinräumigen, sommerlichen Starkregenereignisse sehr hoch. Bei besonders häufigen bzw. intensiven Starkregenereignissen ist in Summe sogar eine leichte Niederschlagszunahme nicht ausgeschlossen. Allerdings verdunstet dieser Niederschlag mit den steigenden Temperaturen immer schneller und steht den Waldbäumen nicht als Wasserspende zur Verfügung. In Zukunft wird es in den Sommermonaten immer längere und häufigere Trockenperioden geben, die von zunehmend heftigeren Unwettern unterbrochen werden. Da sommerlicher Starkregen im Zuge von Unwettern auf zumeist ausgetrockneten Böden fällt und fast vollständig oberflächlich abfließt, trägt die entladene Niederschlagsmenge kaum zur Abmilderung der Trockenperiode bei und verursacht dazu potentiell einen erheblichen Bodenabtrag durch Erosion.



Bild 20:
Waldbrand bei Kranichfeld 2018

Das Klima in Thüringen wird sich in den nächsten 50 bis 100 Jahren spürbar ändern, egal welches Szenario letztendlich eintritt. Die derzeit noch als „Witterungsextreme“ bezeichneten Perioden, so wie beispielsweise die Sommer 2003, 2018/19 und der erneut überdurchschnittlich warme und extrem trockene Sommer 2022 werden in den kommenden Jahrzehnten zu einem normalen Zustand. Der Wald in Thüringen wird deshalb nicht verschwinden, aber das Baumartenspektrum wird sich ändern und zu neuen Waldbildern führen.

4.2. Witterung 2021/22

Nach dem „waldfreundlichen“ Jahr 2021 mit viel Niederschlag und moderaten Temperaturen zeigt der Witterungsverlauf 2022 erneut sehr eindrucksvoll die Geschwindigkeit der oben beschriebenen klimatischen Veränderungen.

Nach viel Niederschlag im Frühjahr 2021 regnete es auch im Sommer in allen Landesteilen teilweise ergiebig und die Waldböden wurden gut durchfeuchtet. Die Niederschläge im Frühsommer ließen vor allem bei der Buche auf eine gute Knospenanlage für den Austrieb 2022 hoffen, denn ausreichend Regen zum Zeitpunkt der Blat-

tentfaltung und der gleichzeitigen Knospenanlage führt in der Regel zu einer höheren Blattmasse im Folgejahr. Bei der Fichte waren ab Juli rückläufige Schadholzmengen durch Borkenkäferbefall zu verzeichnen, die Anlass zur Hoffnung auf eine Abschwächung der Kalamität gaben.

Besonders viel Niederschlag fiel v.a. im Osten des Landes (siehe Anhang Tabelle 8) und den Waldbäumen dort stand erstmals seit 2018 während der Vegetationsperiode wieder ausreichend Wasser zur Verfügung (Abbildung 55, Abbildung 56).

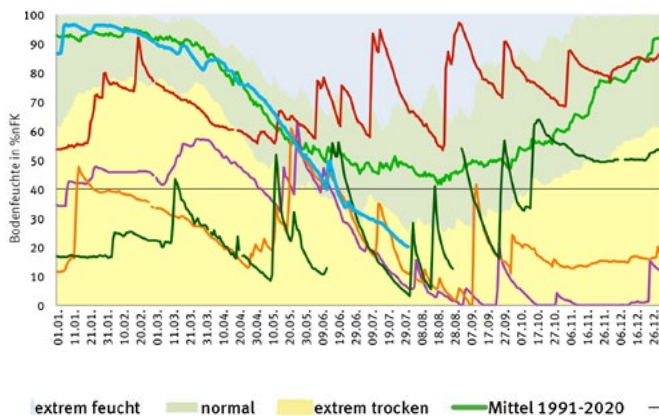


Abbildung 55:
Bodenfeuchte WMS Holzland

Mit Herbstbeginn 2021 wurde es dann deutlich trockener und bis Ende November war im Vergleich zum langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1981–2010 ein landesweites Niederschlagsdefizit von 58 mm (-33 %) zu verzeichnen. Die Waldböden blieben trotz dieser Defizite bis zum Ende der Vegetationsperiode aber ausreichend mit Wasser gefüllt.

Die phänologischen Beobachtungen an den Wald- und Hauptmessstationen zeigten 2021 im Gegensatz zu 2018, 2019 und 2020 keine vorzeitigen Herbstverfärbungen oder Blattabwürfe. Der Blattfalls begann bei der Buche in den unteren Lagen Ende September/Anfang Oktober, im Gebirge Mitte Oktober. Der Blattabwurf der Eiche erfolgte in etwa im gleichen Zeitraum. Die im August/September begonnene Herbstschütte der Kiefer (Verfärbung/Abwurf des ältesten Nadeljahrgangs) war weniger stark ausgeprägt als in den vorherigen Trockenjahren.

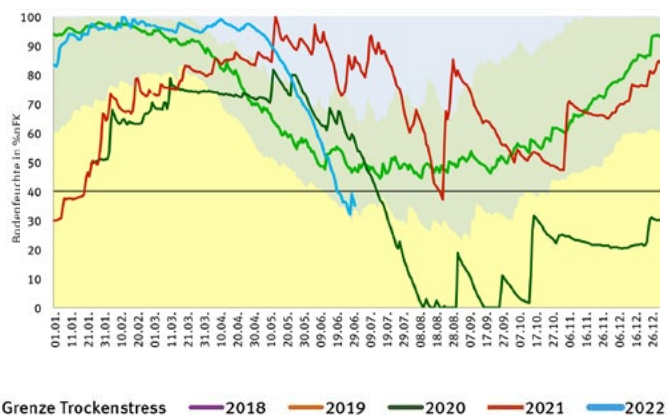


Abbildung 56:
Bodenfeuchte WMS Leinawald

Beim Durchzug des Herbststurmes „Ignatz“ am 21. Oktober 2021 fielen landesweit rund 50.000 fm Wurf- und Bruchholz an, besonders stark betroffen waren die Forstämter Schleiz und Neuhaus. Die im Februar unmittelbar aufeinanderfolgenden Winterstürme „Ylenia“ (17.2.2022), „Zeynep“ (18./19.2.2022) und „Antonia“ (20.2.2022) hinterließen dann rund 487.000 fm Wurf- und Bruchholz, davon rund 83 % allein in der Fichte. Besonders stark betroffen waren das Forstamt Finsterbergen und erneut das Forstamt Schleiz mit jeweils mehr als 50.000 fm.



Bild 21:
Schäden durch Sturm „Ylenia“ im Forstamt Oberhof

Im Dezember 2021 setzten sich die herbstlichen Niederschlagsdefizite fort und es war mit 38 mm Niederschlag erneut zu trocken (-44%) und 1,5°C zu warm. Überdurchschnittliche Temperaturen waren auch im Januar und Februar 2022 zu verzeichnen. An den 15 Wald- und Hauptmessstationen war im gesamten Winter kein Bodenfrost zu verzeichnen. Der Februar 2022 war mit 3,7°C (+3,6 K) fast genauso warm wie der März mit 4°C (+0,4 K). Die überdurchschnittlichen Temperaturen beschleunigten die Vegetationsentwicklung sehr stark und die Hasel blühte im Thüringer Becken (WMS Steiger) und in der Region Grabfeld/Gleichberge (WMS Römhild) bereits Mitte Januar (2021: Ende Februar), der Huflattich Anfang März (2021: Ende März). Die Knospenschwellung der Buche war genau wie in den Jahren 2019 und 2020 in den Buchengebieten im Norden des Landes schon Ende Februar deutlich zu sehen (2021: Ende April). Sehr früh begann in diesem Jahr auch der Austrieb der Roßkastanie in der letzten Märzwoche (2021: Mitte April).

Neben den überdurchschnittlichen Temperaturen war es im Januar und Februar aber sehr feucht, im Januar war im landesweiten Durchschnitt ein Niederschlagsplus von 27 % zu verzeichnen, im Februar fiel im Vergleich zur DWD-Referenzperiode 1981–2010 sogar 49 % mehr Niederschlag (siehe Anhang Tabelle 8). Eine geschlossene Schneedecke bildete sich ab Mitte Januar allerdings nur in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes. Diese wuchs bis Anfang Februar auf rund 75 cm an und begann Mitte März abzutauen. Ansonsten fiel lediglich im Harz noch ein Teil des Niederschlages als Schnee, der aber nur für kurze Zeit liegen blieb.

Viele Waldböden waren Mitte Februar vollständig wassergesättigt und es bildete sich erstmals seit Jahren wieder Staunässe. An fast allen Wald- und Hauptmessstationen war viel Sickerwasser zu verzeichnen, so dass mit großer Wahrscheinlichkeit erstmals wieder eine nennenswerte Grundwasserneubildung stattfinden konnte und auch die untersuchten Waldquellen liefen so stark wie schon seit Jahren nicht mehr.

All das nährte die Hoffnung auf ein weiteres „waldfreundliches“ Jahr und eine nachhaltige Erholung der Waldbäume. Leider hat sich diese Hoffnung nicht erfüllt, denn bereits der März 2022 war geprägt von einer ungewöhnlich starken Trockenheit, die den Füllstand der Bodenwasserspeicher bis zum Monatsende spürbar sinken ließ. Im landesweiten Durchschnitt fiel im März nur 18 mm Niederschlag, das sind 31 % der ansonsten üblichen Menge (DWD-Referenzperiode 1981-2010). Das größte Niederschlagsdefizit war in den Forstlichen Wuchsgebieten im Norden des Landes zu verzeichnen, vor allem der Harz blieb mit nur 12 mm Niederschlag (-86 %) extrem trocken. An der Hauptmessstation Possen (Hainleite) sowie im Kyffhäusergebirge (WMS Kyffhäuser), im Harz (WMS Harz) und in der Wartburgregion (WMS Hohe Sonne) kamen im März nur 3 bis 5 mm Niederschlag auf dem Waldboden an, ausreichend Wasser in den Waldböden war zu Beginn der Vegetationsperiode nur noch im Osten und in der Mitte des Landes vorhanden (Abbildung 57).

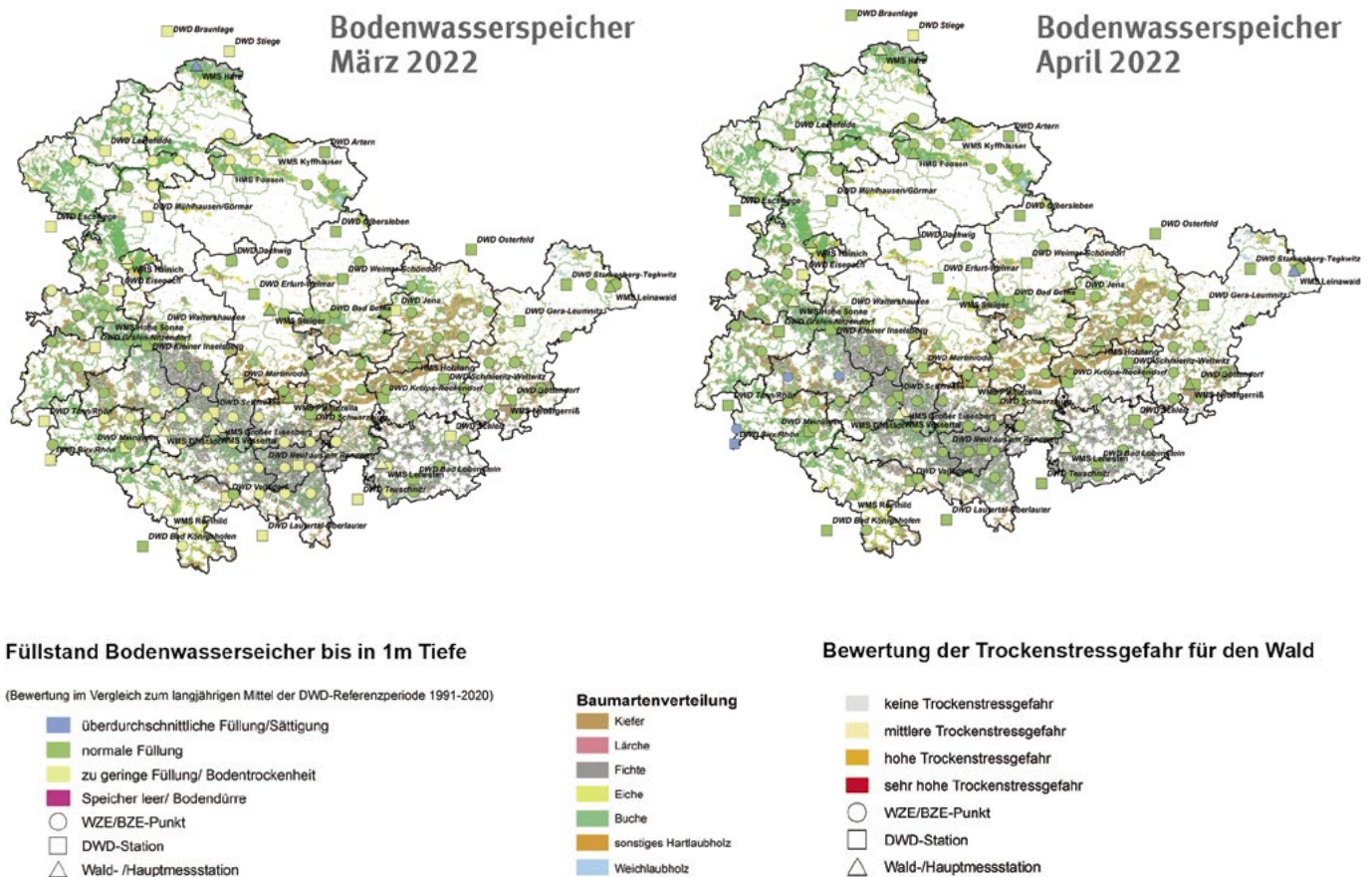


Abbildung 57:
Füllstand Bodenwasserspeicher im März 2022

Abbildung 58:
Füllstand Bodenwasserspeicher im April 2022

Die Waldbrandgefahr war im März 2022 deutlich höher als im Vorjahr. An mehr als der Hälfte der Tage herrschte nahezu flächendeckend die Waldbrandgefahrenstufe 3 (mittlere Waldbrandgefahr), Mitte März sogar teilweise Stufe 4 (hohe Waldbrandgefahr).

Für eine kurzzeitige Entspannung sorgten der Schnee Anfang April und die nachfolgenden, vor allem in den forstlichen Wuchsgebieten im Süden Thüringens sehr ergiebigen Niederschläge (siehe Anhang Tabelle 8). In den ersten Wochen der neuen Vegetationsperiode waren die Waldböden danach wieder normal feucht und zumindest den Laubbäumen stand während des Blattaustriebes im April noch ausreichend Wasser zur Verfügung (Abbildung 58).

Während der Austrieb und die Blättentfaltung bei Buche und Eiche an allen Wald- und Hauptmessstationen bis Mitte Mai und damit rund 2-3 Wochen früher als 2021 abgeschlossen waren, fielen bei Fichte und Kiefer der Austrieb Anfang/Mitte Mai und die nachfolgende Nadelentfaltung mit der beginnenden Bodentrockenheit zusammen (Abbildung 59). Vor allem die in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes später austreibende Fichte litt zu diesem Zeitpunkt aufgrund der Nieder-

schlagsdefizite im Mai bereits unter Wassermangel – in der aktuellen Borkenkäfersituation war das ein denkbar ungünstiges Szenario.

Auffallend war die extrem starke Blüte vieler Waldbäume, die vor allem in der Nähe von Fichtenbeständen für spektakuläre Pollenwolken sorgte. Das unterstreicht einmal mehr den direkten Einfluss des Klimawandels auf das Blüh-/Fruchtifikationsverhalten der Bäume. Je stärker die Temperaturen steigen und das zur Verfügung stehende Wasser limitiert ist, desto mehr geraten Bäume unter Stress und versuchen in immer kürzeren Zeitabständen, so viele Nachkommen wie möglich zu produzieren.

Die enormen Niederschlagsdefizite im Mai (-46 %) und Juni (-66 %), gepaart mit überdurchschnittlichen Temperaturen (Mai: +1,6°C wärmer, Juni: +3,2°C wärmer) und dem steigenden Wasserbedarf der Vegetation, ließen die Wasservorräte im Waldboden dramatisch schnell sinken. Schon Ende Mai war die Trockenstressgrenze vielerorts erreicht (Abbildung 60) und vor allem in Nordthüringen und im Schiefergebirge eine außergewöhnliche Bodentrockenheit im Hauptwurzelraum der Bäume zu verzeichnen.

Die Messungen zur Bodenfeuchte an den 15 Wald- und Hauptmessstationen und die Berechnungen für 98 Punkte der Waldzustandserhebung mit dem Modell METVER des DWD erfolgen primär für den Hauptwurzelraum der Bäume. An vielen Waldstandorten steht das Grundgestein in weniger als 1 m Tiefe an, so dass hier zwangsläufig der überwiegende Teil der für die Wasser- und Nähr-

stoffaufnahme notwendigen Feinwurzeln angesiedelt ist. Trocknet der Hauptwurzelraum aus, dann nimmt die Menge an pflanzenverfügbarem Wasser sehr rasch ab und es verbleibt nur noch Restwasser, für dessen Aufnahme die Saugkraft der hauchdünnen Feinwurzeln nicht ausreicht (siehe auch unter www.thueringenforst.de/wald-zukunft/forschung/berichte-erhebungen)

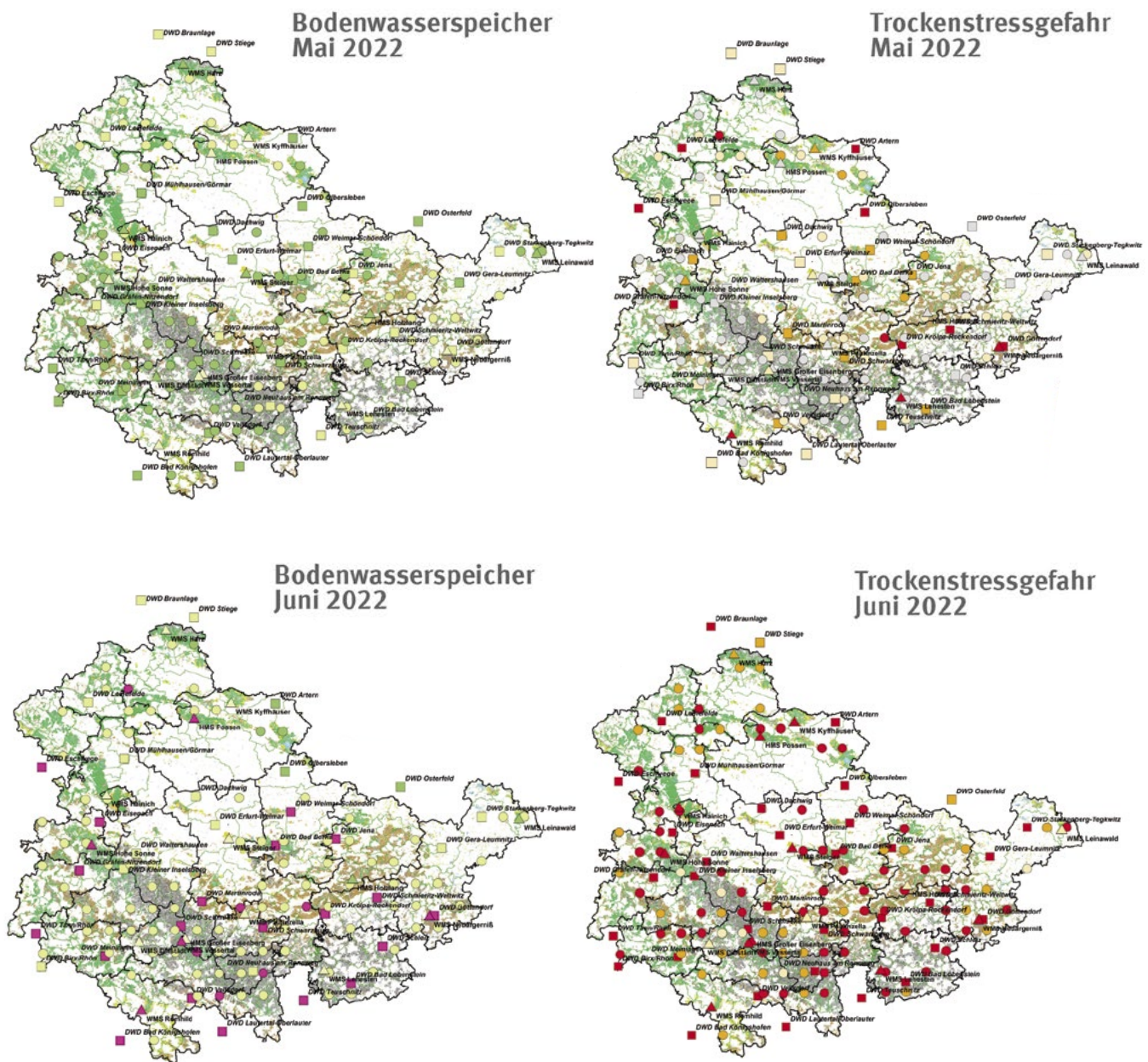


Abbildung 59: Füllstand Bodenwasserspeicher im Mai 2022
Abbildung 61: Füllstand Bodenwasserspeicher im Juni 2022

Abbildung 60: Trockenstressgefahr für die Waldbäume Mai 2022
Abbildung 62: Trockenstressgefahr für die Waldbäume Juni 2022

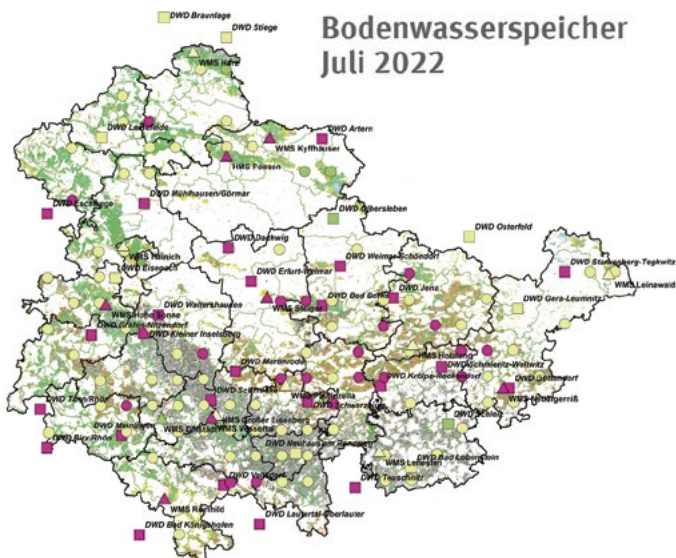
Füllstand Bodenwasserseicher bis in 1m Tiefe

(Bewertung im Vergleich zum langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1991-2020)

- überdurchschnittliche Füllung/Sättigung
- normale Füllung
- zu geringe Füllung/ Bodentrockenheit
- Speicher leer/ Bodendürre
- WZE/BZE-Punkt
- DWD-Station
- △ Wald-/Hauptmessstation

Baumartenverteilung

- Kiefer
- Lärche
- Fichte
- Eiche
- Buche
- sonstiges Hartlaubholz
- Weichlaubholz



Bewertung der Trockenstressgefahr für den Wald

- keine Trockenstressgefahr
- mittlere Trockenstressgefahr
- hohe Trockenstressgefahr
- sehr hohe Trockenstressgefahr
- WZE/BZE-Punkt
- DWD-Station
- △ Wald-/Hauptmessstation

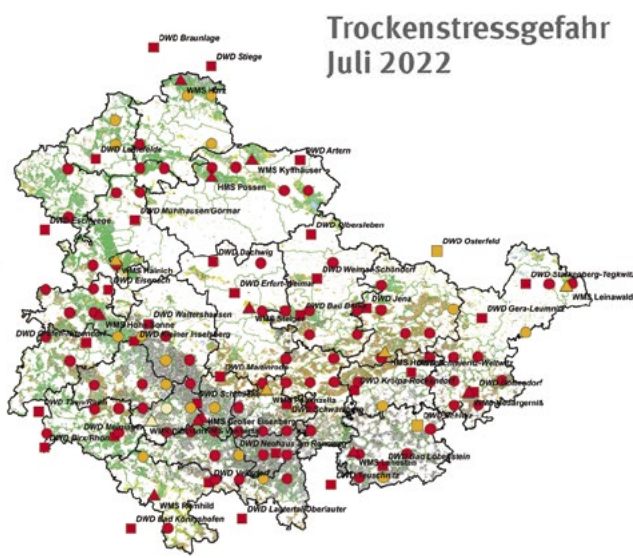


Abbildung 63:

Füllstand Bodenwasserspeicher im Juli 2022

Abbildung 64:

Trockenstressgefahr für die Waldbäume Juli 2022

Der Juli schloss sich nahtlos an diese dramatische Entwicklung an. Mit 18,8°C war es erneut um 1,4°C zu warm. Landesweit fiel im Vergleich zum langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1981-2010 nur 48 % der im Juli üblichen Niederschlagsmenge. Lediglich am Monatsende war beim Durchzug von Unwetterfronten mit Starkregen und Hagel zumindest lokal nennenswerter Niederschlag zu verzeichnen.

Die ohnehin schon extreme Bodentrockenheit nahm während der WZE-Außenaufnahmen immer weiter zu und die Wasservorräte im Hauptwurzelraum waren Ende Juli weitestgehend oder sogar ganz erschöpft (Abbildung 63). Von den 98 in die Bodenfeuchtemodellierung einbezogenen WZE/BZE-Punkten war Anfang August (Ende der WZE-Aufnahmen) an 46 Punkten entweder gar kein oder weniger als 10 % pflanzenverfügbares Wasser mehr im Waldboden vorhanden (Abbildung 65 bis Abbildung 68).

Die im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitoring untersuchten Waldquellen liefen ab Ende Mai zunehmend langsamer, ab Mitte Juni versiegte dann die Quelle an der WMS Neuärgerniß (Nähe Zeulenroda). Die Quelle am Fuße des Großen Eisenberges nahe Schmiedefeld/Rennsteig brachte ab Mitte Juni nur noch sehr wenig Wasser und versiegte Mitte Juli ebenfalls. Das Versiegen dieser Quelle ist sowohl im Hinblick auf die Lage als auch auf den Zeitpunkt bedenklich. Seit Messbeginn 1995 fiel diese Gebirgsquelle erstmals 2019 und 2020 trocken, damals allerdings erst im August.

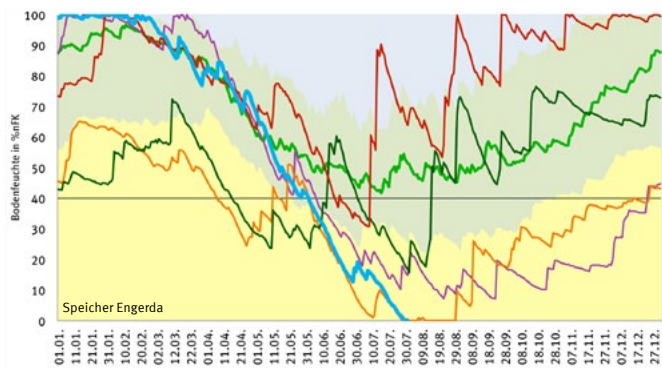


Abbildung 65:
Bodenfeuchte am WZE-Punkt 6887

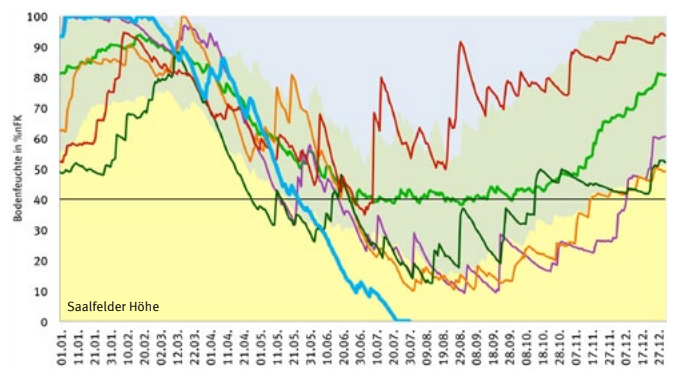


Abbildung 66:
Bodenfeuchte am WZE-Punkt 6641

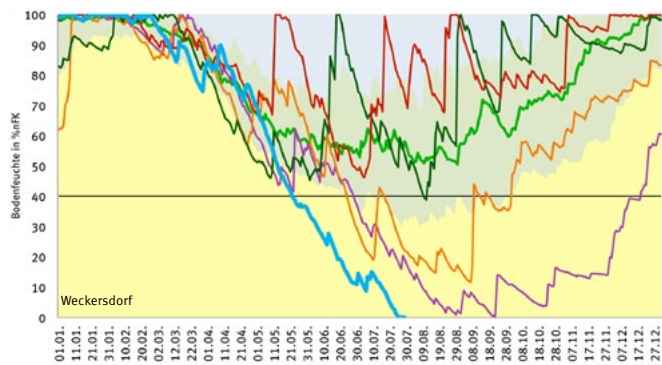


Abbildung 67:
Bodenfeuchte am WZE-Punkt 6875

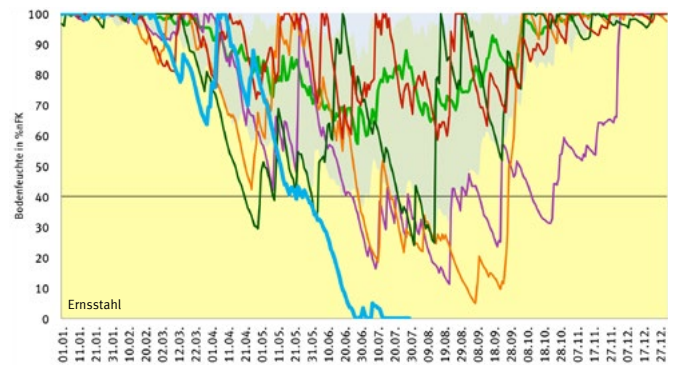


Abbildung 68:
Bodenfeuchte am WZE-Punkt 7094

extrem feucht normal extrem trocken Mittel 1991-2020 — Grenze Trockenstress 2018 2019 2020 2021 2022



Bild 22/23:
Messgeräte zur Bestimmung der Bodenfeuchte



Bild 24:

Trockenschäden im Umfeld der WMS Hohe Sonne nahe der Wartburg

Infolge der extremen Bodentrockenheit vertrockneten an exponierten Standorten (Bergkuppen/Oberhänge) und in stark aufgelichteten Flächen zahlreiche Bäume, ein erneutes Austreiben im nächsten Jahr ist hier eher unwahrscheinlich. Bei direkter Sonneneinstrahlung und Temperaturen bis fast 40°C nahmen auch Blattverbrennungen rasant zu, vor allem junge Bäume waren hiervon stark betroffen.



Bild 25:

Fehlende Blätter an frischen Buchentrieben

Viele Buchen trieben aus den 2021 angelegten Knospen normal aus und schoben bei den recht gut gefüllten Wasserspeichern im April sehr lange neue Triebe. Für den Austrieb der Blätter an diesen Trieben reichte dann das im Boden vorhandene Wasser schon nicht mehr aus und die Bäume blieben an der Kronenperipherie nur spärlich belaubt. Das nebenstehende Foto zeigt diese trockenheitsbedingte Anomalie sehr deutlich.



Bild 26:

Abgeworfenes grünes Buchenlaub

Neben der fast schlagartig einsetzenden Herbstfärbung bei Laubbäumen, warfen ältere Buchen einen Großteil ihrer grünen Blätter ab, um die Verdunstung zu reduzieren und so den Wasserverbrauch zu senken. Auf dem Waldboden war dieser grüne Blätterteppich unmittelbar nach Abschluss der WZE-Außenaufnahmen Anfang August deutlich sichtbar.

Der Borkenkäferbefall bei der Fichte nahm aufgrund der Witterung wieder stark zu und erreichte vor allem im August neue Rekordwerte (siehe Kap. 4.3.4.1). Alles in allem zeigt der diesjährige Witterungsverlauf einmal mehr, wie schnell der Klimawandel voranschreitet. Die Auswir-

kungen auf den Wald sind enorm, seit 2018 ist die Vitalität und Abwehrkraft der Waldbäume spürbar gesunken und hohe Schadholzmengen werden zukünftig eher die Regel sein als die Ausnahme.



Bild 27:
Waldschäden durch Borkenkäfer

4.3. Waldschutzsituation

Die Trockenjahre 2018, 2019 und 2022 haben nicht nur zu einer verminderten Vitalität der Bäume geführt, sie hatten und haben auch gravierende Auswirkungen auf die Waldschutzsituation.

4.3.1. Schäden infolge Trockenheit

Schadholzmengen durch Trockenheit seit 2018

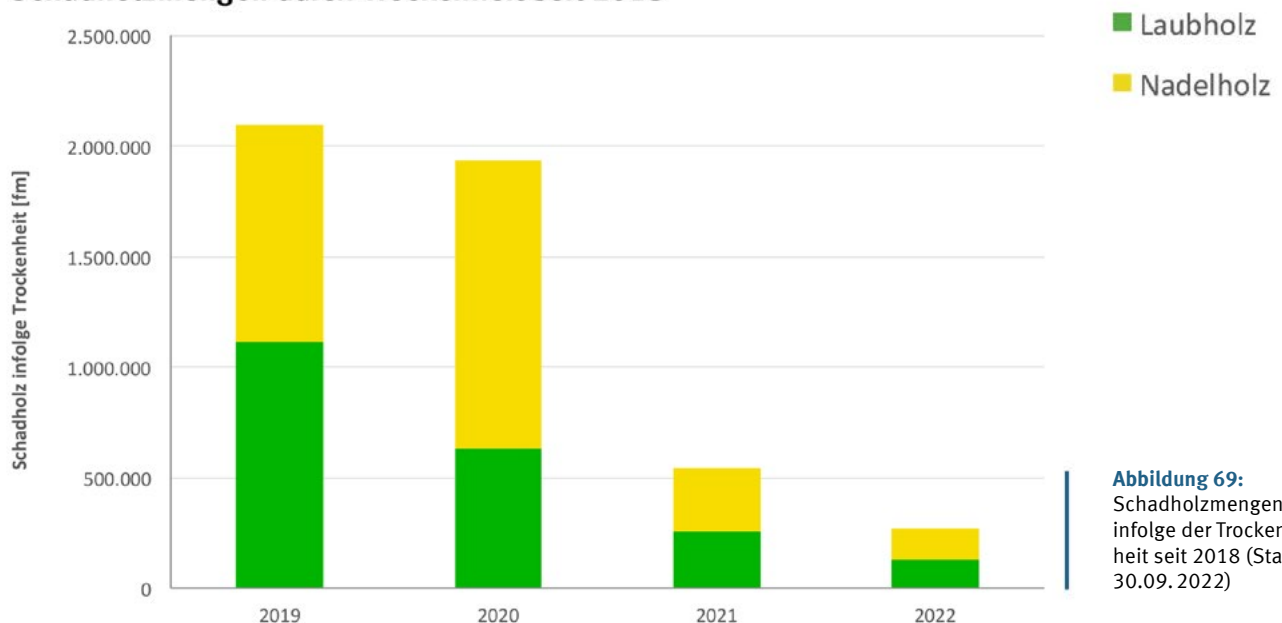


Abbildung 69:
Schadholzmengen (fm)
infolge der Trocken-
heit seit 2018 (Stand
30.09.2022)

Trotz der positiven Niederschlagsbilanz im Vorjahr waren aufgrund der erneuten Trockenheit im Frühjahr/Sommer 2022 wieder Trockenschäden zu verzeichnen. Mit Stand 30.09.2022 wurden für das laufende Jahr rund 344.000 fm Schadholz (202.000 fm Laubholz und 142.000 fm Nadelholz) allein durch Trockenheit registriert, ohne dass primäre Schadorganismen beteiligt waren (Abbil-

dung 69). Wie in den vorangegangenen Jahren waren vorrangig die Baumarten Buche und Fichte betroffen. Somit sind seit Beginn des ersten Trockenjahres 2018 insgesamt 4,9 Millionen fm Schadholz infolge der Trockenheit angefallen. Die Erfahrungen aus 2018/19 zeigen, dass das vollständige Ausmaß der Trockenschäden erst in den nächsten Jahren sichtbar wird.

4.3.2. Sturmschäden

Bis Ende September fielen in Thüringen im laufenden Kalenderjahr 660.412 fm Schadholz (90,5 % Nadelholz und 9,5 % Laubholz) durch Sturmereignisse an. In erster Linie waren dabei die offenen und ungeschützten Bestandesränder entlang der großflächigen Borkenkäferschadflächen betroffen.

Bestimmt wurde diese Schadensbilanz an Bruch- und Wurfholz vorrangig durch die Unwetterereignisse Ende

Februar. So wurden 81 % der bis Ende September entstandenen Schadholzmengen allein durch die Sturmtiefs „Ylenia“, „Zeynep“ und „Antonia“ verursacht. Das durch diese Winterstürme gebrochene und geworfene Nadelholz stellte in der laufenden Katastrophe ein hohes zusätzliches Brutraumpotenzial für die Borkenkäferarten, insbesondere für die Fichtenborkenkäfer, dar.

4.3.3. Schäden durch Waldbrände

Mit 68 Waldbränden bis Ende September wurden im Jahr 2022 die meisten Waldbrände der letzten zehn Jahre registriert. Im bisherigen Rekordjahr 2003 wurden im gesamten Jahr 91 Waldbrände gemeldet, bis zum Stichtag 30.09.2003 waren es bereits 90. Damit ist das Jahr 2022 nach dem Trockensommer 2003 das Jahr mit den meisten Waldbränden seit 1995. Dies unterstreicht den

unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Anzahl von Waldbränden und einer über Monate andauernden Trockenheit bei hochsommerlichen Temperaturen und einer äußerst intensiven Sonneneinstrahlung. Die mit 22,0 ha (Stand 30.09.2022) größte Flächensumme der einzelnen Waldbrände seit 1995 bestätigt dies.

4.3.4. Einfluss forstlicher Schadorganismen auf den Waldzustand

Unter dem Begriff der forstlichen Schadorganismen werden Arten zusammengefasst, welche durch ihr Auftreten und insbesondere bei Massenvermehrungen maßgeblichen Einfluss auf die Vitalität, unter Umständen sogar auf die Existenz ganzer Waldbestände ausüben können. Klassischerweise gehören zu diesen Organismen die Vertreter der blatt- und nadelfressenden Schmetterlinge und Blattwespen sowie der holz- und rindenbrütenden Käfer.

Nach wie vor dominiert die 2018 begonnene Massenvermehrung der rindenbrütenden Borkenkäfer, vorrangig des Buchdruckers (*Ips typographus* L.), die Waldschutzsituation in Thüringen. Auf den zur Wiederbewaldung vorgesehenen Buchdrucker-Schadflächen entwickelt sich derzeit aber auch ein zunehmend hohes Potenzial

an Kulturschädlingen, verstärkt tritt vor allem der Große Braue Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.) an jungen Tannen, Douglasien und Kiefern auf (Abbildung 70).

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

Entwicklung der Schäden durch den Großen Braunen Rüsselkäfer

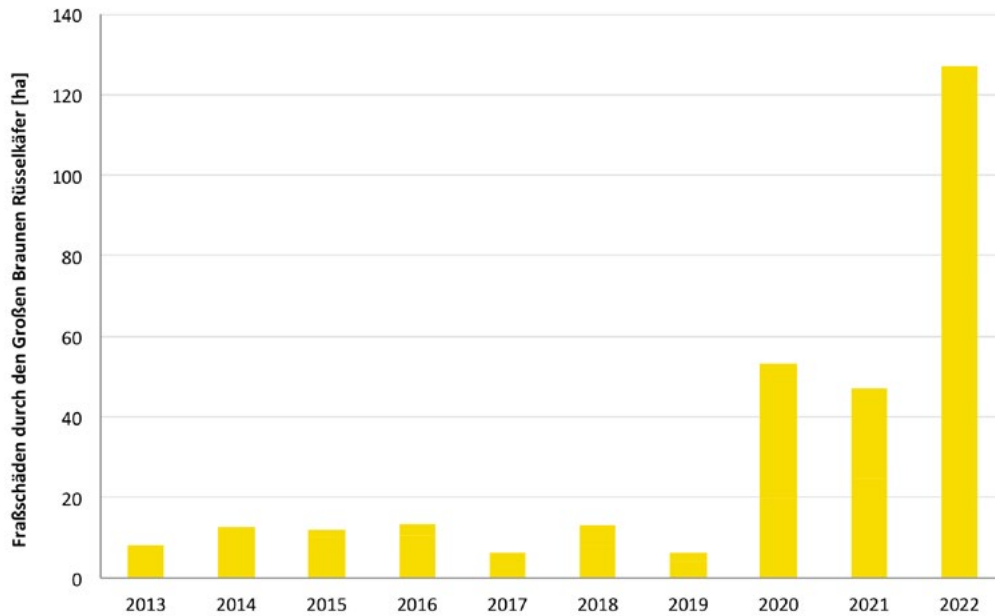


Abbildung 70: Entwicklung der Schäden durch den Großen Braunen Rüsselkäfer auf Wiederbewaldungsflächen mit Nadelbaumarten (Stand 30.09.2022)

4.3.4.1. Forstliche Schadorganismen/Schäden an Fichte

Die Massenvermehrung der rindenbrütenden Borkenkäfer, insbesondere des Buchdruckers (*Ips typographus* L.) sowie des vorwiegend in jüngeren Fichtenbeständen anzutreffenden Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L.), wurde durch das ungewöhnlich warme, niederschlagsarme Jahr 2018 ausgelöst und durch die gebietsweise bis 2020 anhaltend trocken-warme Witterung stark begünstigt. Die für die Borkenkäfer deutlich un-

günstigeren Witterungsbedingungen 2021 führten etwa ab der Jahresmitte 2021 zu einem rückläufigen Trend der Befallsentwicklung, wenngleich auch auf hohem Niveau (Abbildung 71). Dies ließ zum Jahresende 2021 eine vorsichtig optimistische Einschätzung der Befallssituation zu, welche sich aufgrund der erneuten extremen Trockenheit in 2022 leider nicht bestätigte.

Entwicklung der monatlichen Schadholzmengen

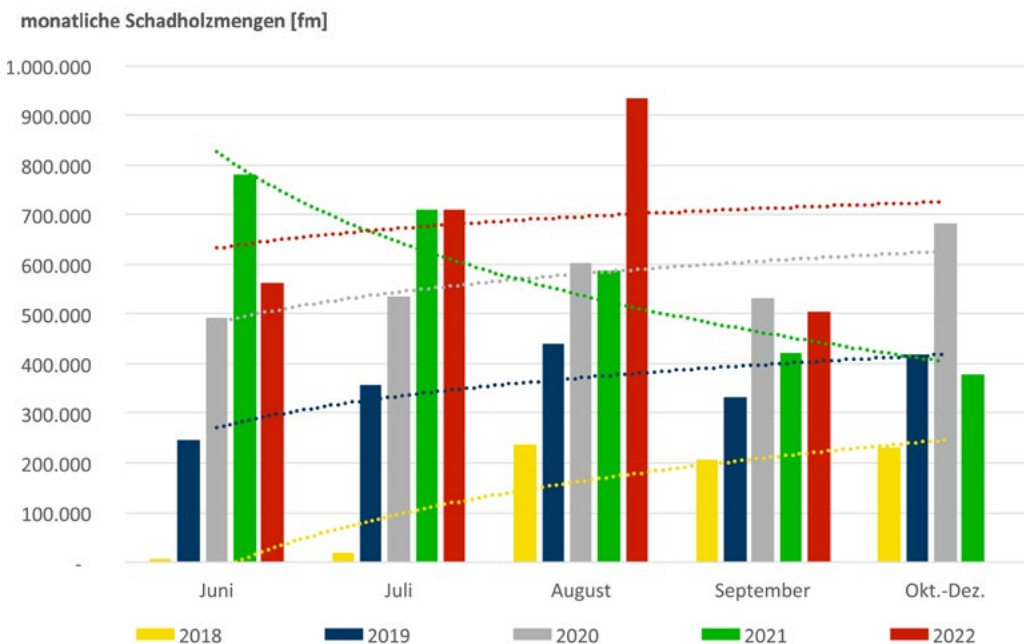


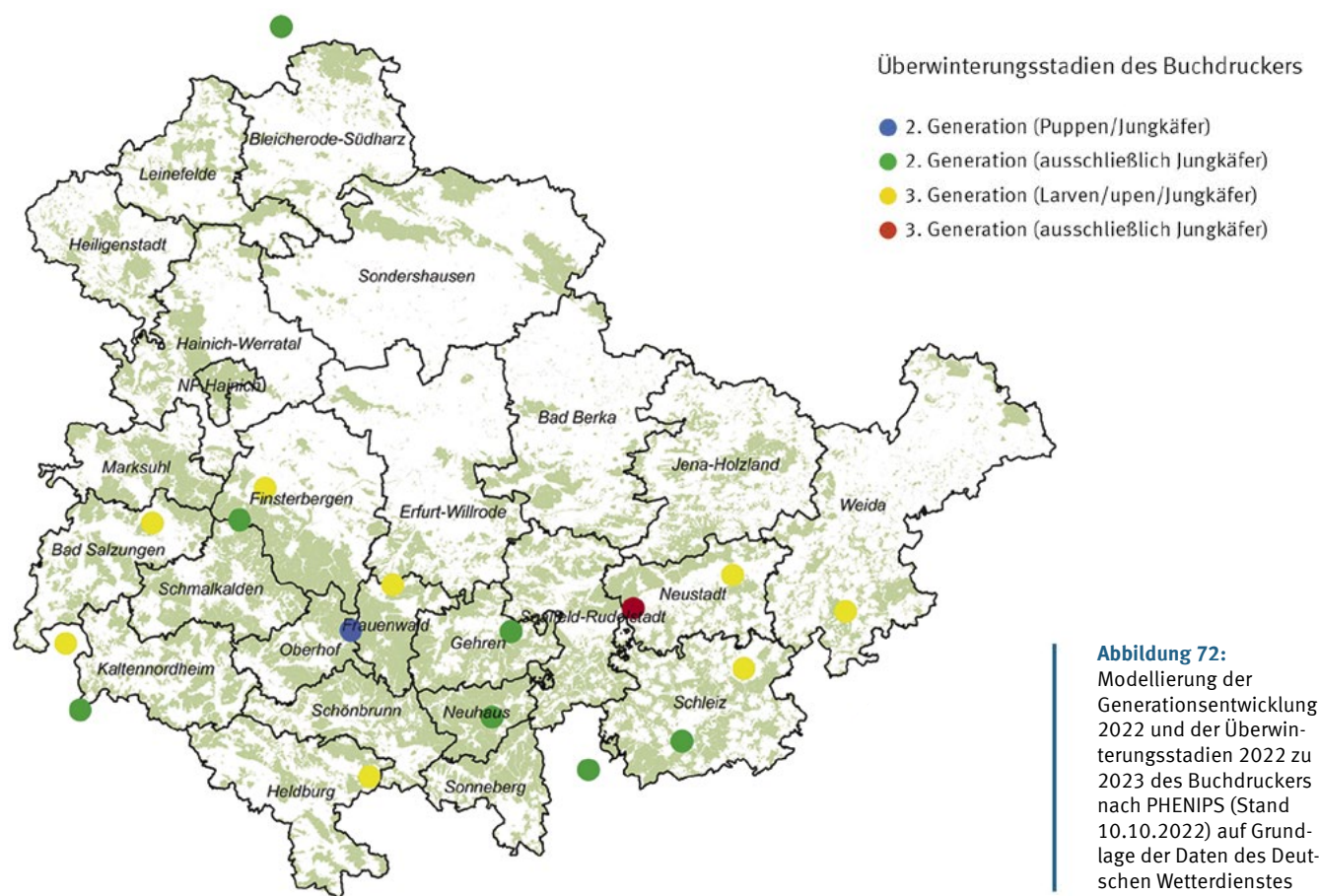
Abbildung 71: Entwicklung der monatlichen Schadholzmengen seit 2018, einschließlich der logarithmischen Befallstrends (Stand 30.09.2022)



Bild 28:
Schadbild Buchdrucker

Infolge der warmen Witterung setzten die Schwarmflugaktivitäten der überwinternden Buchdrucker Anfang Mai (Abbildung 74) und damit bis zu drei Wochen früher als 2021 ein. Die zeitgleich beginnende Trockenheit führte zu einer erneuten Abwehrschwäche der Fichte gegenüber dem Buchdruckerbefall und bot für diesen Schädling zudem optimale Entwicklungsbedingungen. Die Entwicklungszeiten vom Ei bis zum Jungkäfer betrugen sowohl für die erste als auch für die zweite Generation nur ca. sechs bis sieben Wochen. Aufgrund dieser raschen Entwicklung und der anhaltend günstigen Entwicklungsbedingungen kam es in der ersten Augushälfte zum Ausflug der zweiten und zur Anlage einer dritten Buchdruckergeneration in den ohnehin schon stark geschädigten Befallsgebieten. Ausgenommen davon waren lediglich die klimatisch kühleren Lagen des Thüringer Waldes, der Rhön und des Harzes. Dort entwickelten sich lediglich zwei Generationen (Abbildung 72).

Generationsentwicklung und der Überwinterungsstadien 2022 zu 2023 des Buchdruckers



Schadholzmengen durch den Buchdrucker

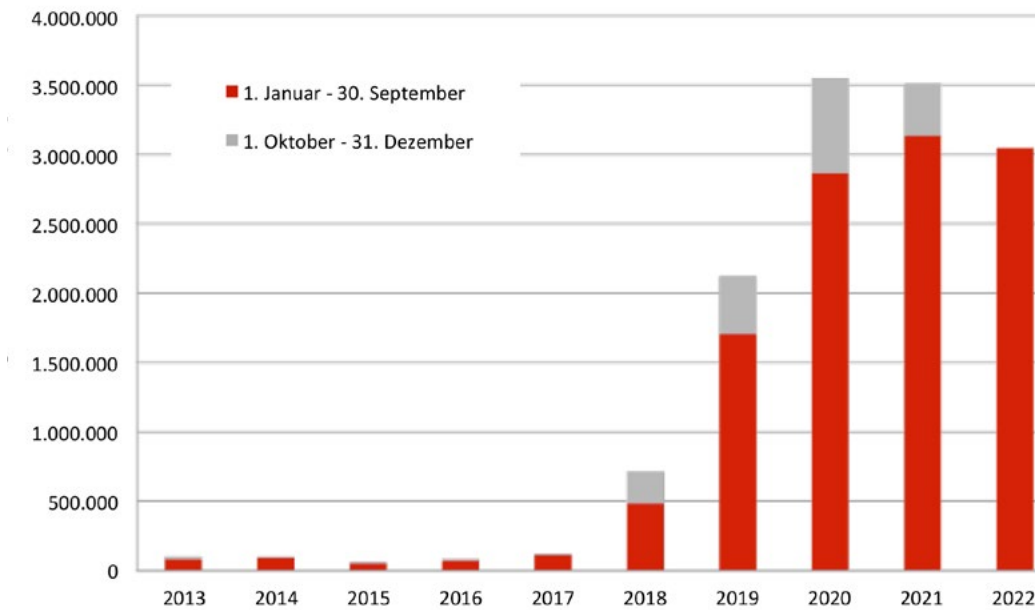


Abbildung 73: Schadholzmengen (fm) durch Buchdrucker seit 2013 (Stand 30.09.2022)

Beginn der Schwarmflugaktivitäten

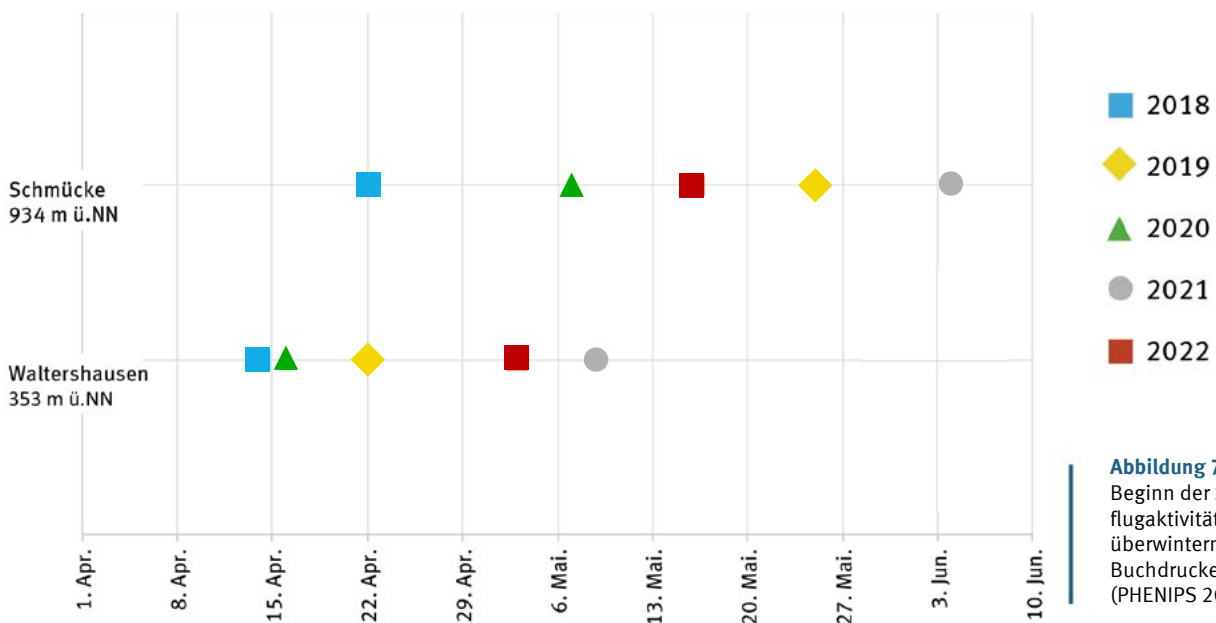


Abbildung 74: Beginn der Schwarmflugaktivitäten der überwinternden Buchdrucker seit 2018 (PHENIPS 2022)

Seit Beginn der Borkenkäfermassenvermehrung im Jahr 2018 sind im gesamten Freistaat inzwischen ca. 13,3 Millionen fm Schadholz (Stand 30.09.2022) durch Buchdrucker (95,6 % des gesamten Borkenkäferschadholzes) und Kupferstecher (2,76 % des gesamten Borkenkäferschadholzes) zu verzeichnen (Abbildung 75). Dabei spielt der Kupferstecher mit seinem Anteil an der Schadholzmenge derzeit eher eine untergeordnete Rolle. Zunehmende Bedeutung könnte dieser, auf schwächere Dimensionen spezialisierte Borkenkäfer jedoch im Zuge der Wiederbewaldung erhalten. Für vorhandene Voraus-

verjüngungen bzw. Kulturen mit Nadelholz besteht hier zukünftig durchaus ein großes flächiges Gefährdungspotenzial.

Allein in diesem Jahr fielen bis Ende September 3,05 Millionen fm Käfer-Schadholz an. In den stark durch die Fichtenborkenkäfer in Mitleidenschaft gezogenen Wäldern setzt sich die Auflösung der Bestandesstrukturen bis hin zur Entstehung großer Kahlfelder weiter fort.

Schadholzmenge durch Kupferstecher und Buchdrucker

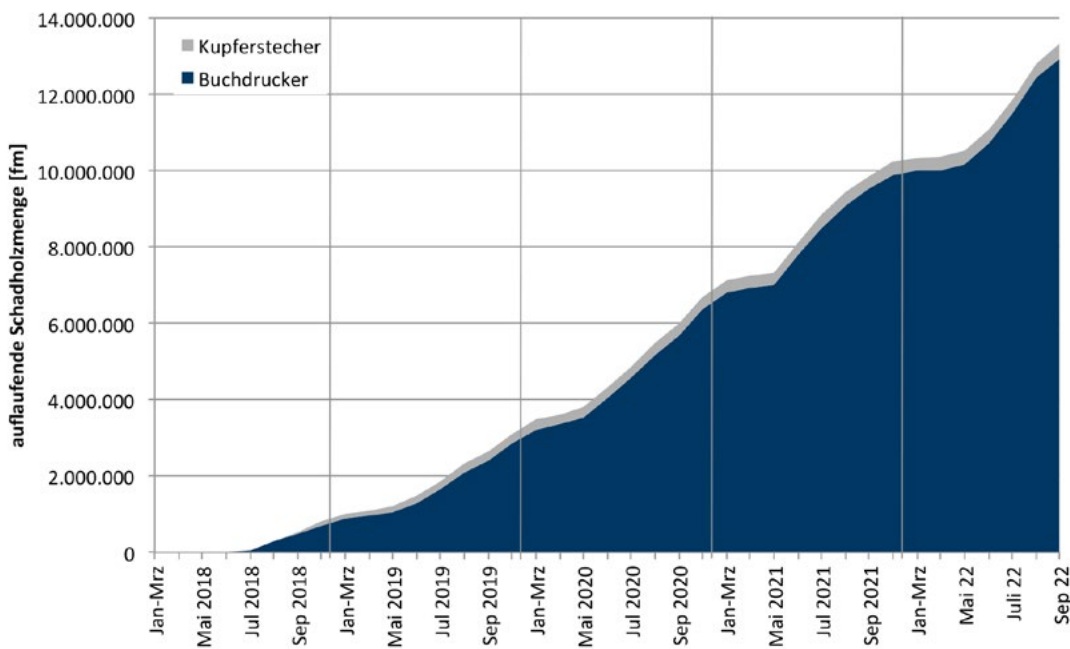


Abbildung 75:
Auflaufende Schadholz-
mengen (fm)
durch Fichtenborken-
käfer seit 2018 (Stand
30.09.2022)

Abbildung 76 zeigt die Entwicklung der regionalen Befallsschwerpunkte des Buchdruckers in den Forstrevieren seit Beginn der Massenvermehrung. In einigen Regi-

onen sind die Schadholzmengen rückläufig, hier haben sich die 2018 noch vorhandenen Fichtenbestände zu großen Teilen bereits aufgelöst.



Bild 29:
Schadholz durch Buchdrucker

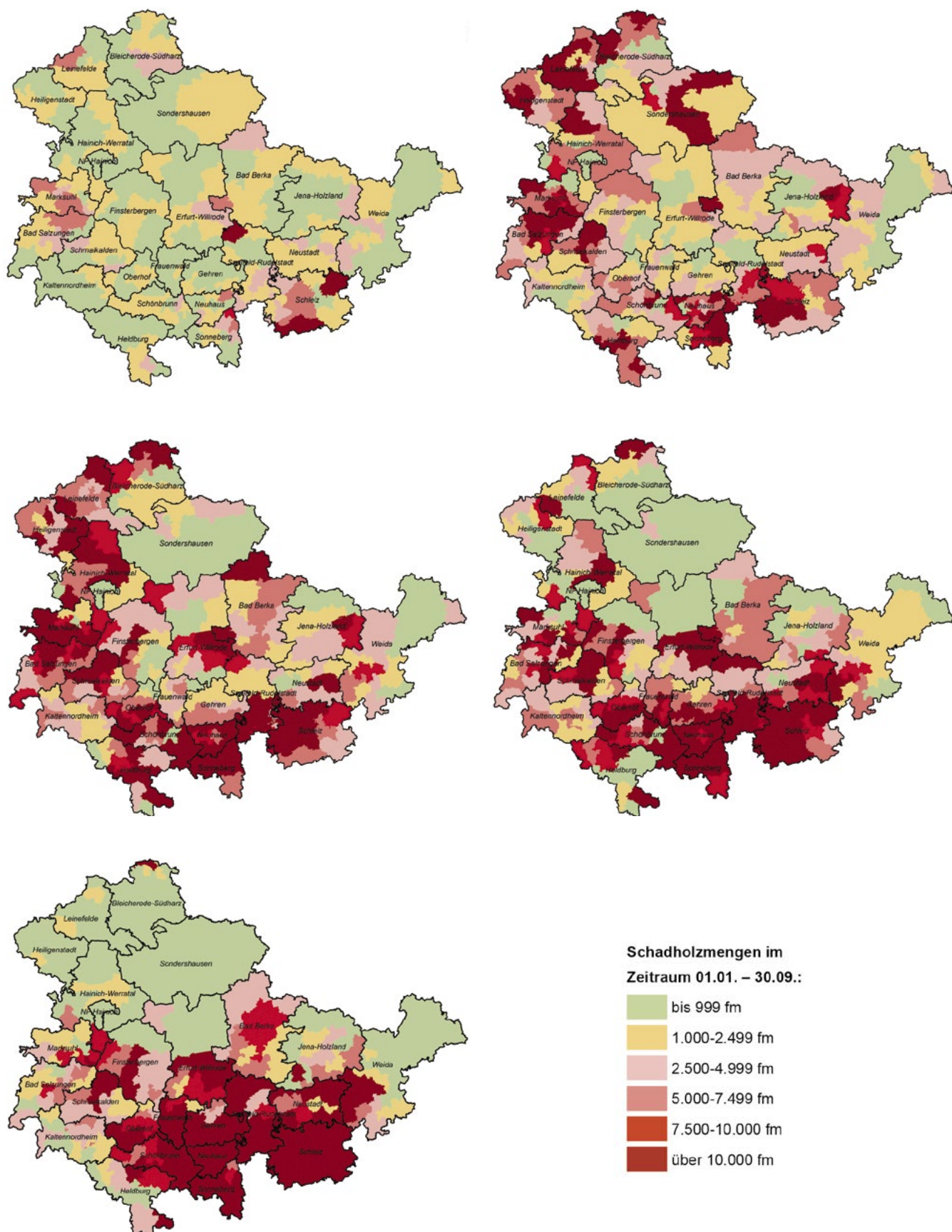


Abbildung 76:
Regionale Entwicklung der Befallsschwerpunkte anhand der Schadholzmengen pro Revier in den Thüringer Forstämtern seit 2018 (Vergleichszeitraum 01.01. – 30.09.)

Nach wie vor ist nur eine rechtzeitige Sanierung von erkanntem frischem Befall ein wirksames Mittel zur Eindämmung der Borkenkäferkalamität. Witterungsbedingungen, wie sie 2018 bis 2020 sowie 2022 herrschten, konterkarieren allerdings dieses Bekämpfungsengagement, so dass trotz intensiver Sanierungstätigkeit für Thüringen bislang unbekannte Schadholzdimensionen auftreten.

Nadelfressende Insekten an Fichte, wie die Nonne (*Lymntria monacha* L.) oder die Große Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* L.) stehen grundsätzlich immer im Fokus der Waldschutzüberwachung, traten 2022 aber nicht in nennenswerten Umfang in Erscheinung.

4.3.4.2. Forstliche Schadorganismen/Schäden an Kiefer

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

Die aktuelle Menge des durch die Kiefernborke-käfer und die Kieferprachtkäfer verursachten Schadholzes liegt zwar derzeit unter den Werten der Jahre 2019 bis 2021, aber immer noch deutlich über dem Niveau der Jahre vor 2018 (Abbildung 77, Abbildung 78).

Seit 2018 beläuft sich die Schadholzmenge beider Schädlingsgruppen kumulativ auf über 100.000 fm (Abbildung 79).



Bild 30:
Schadholz durch Kiefernborke-käfer.

Schadholzmengen durch Kiefernborke-käfer

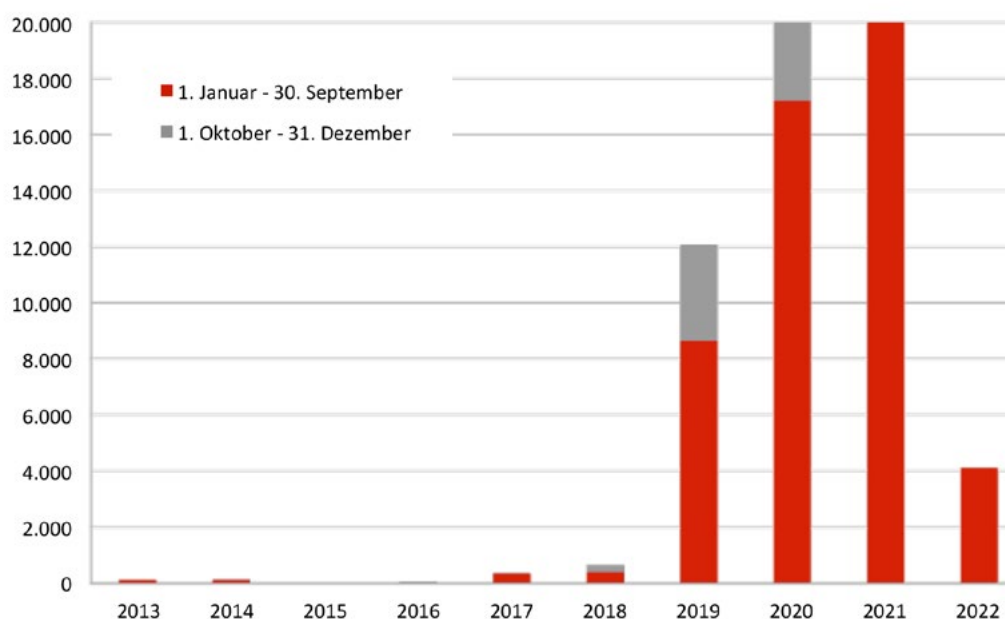


Abbildung 77:
Schadholzmengen (fm) durch Kiefernborke-käfer seit 2013 (Stand 30.09.2022)

Schadholzmengen durch Kiefernprachtkäfer

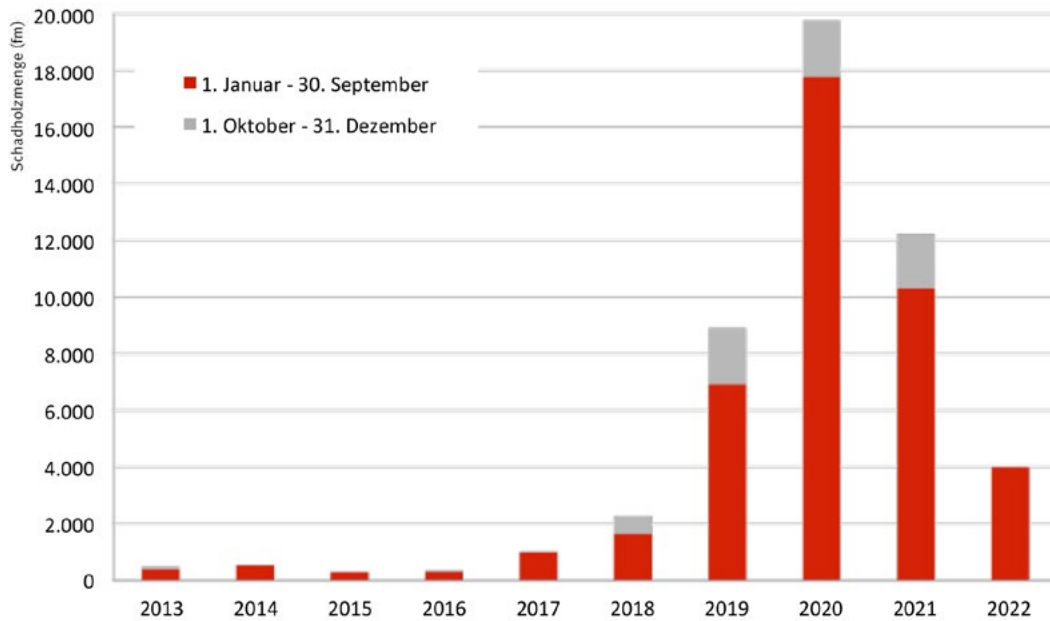


Abbildung 78:
Schadholzmengen (fm)
durch Kiefernprachtkäfer seit 2013
(Stand 30.09.2022)

Schadholzmenge durch Kiefernborckenkäfer und Kiefernprachtkäfer

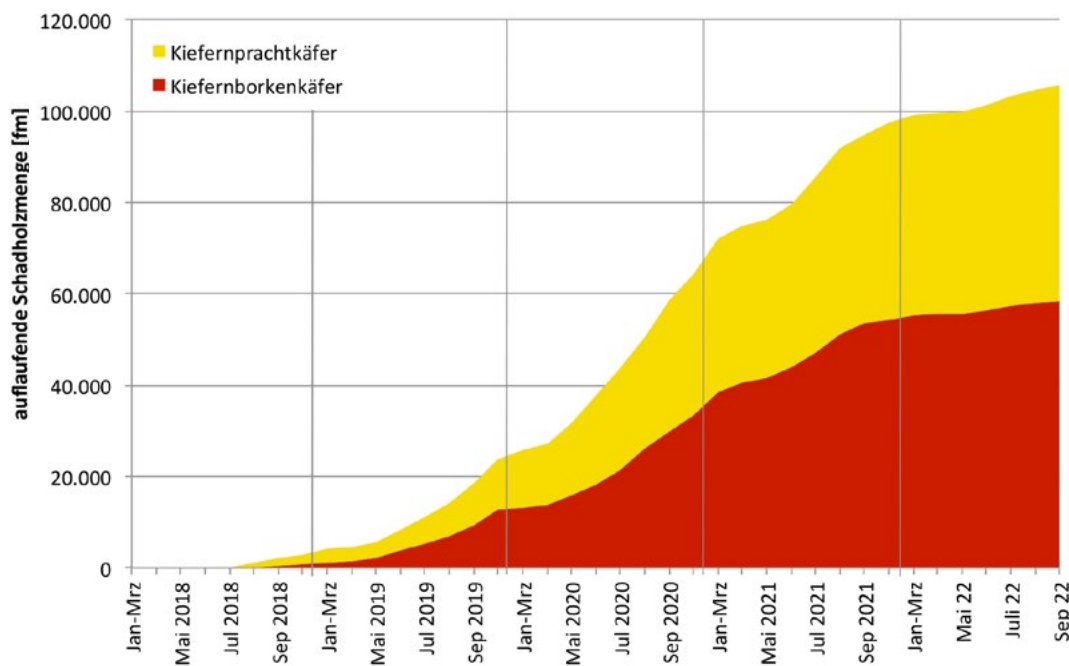


Abbildung 79 :
Auflaufende Schad-
holzmengen (fm) durch
Kiefernborckenkäfer
und Kiefernprachtkä-
fer seit 2018 (Stand
30.09.2022)

Die Dimension der durch rindenbrütende Käfer an der Baumart Kiefer verursachten Schäden (0,78 % vom gesamten Borkenkäferschadholzaufkommen) ist nicht mit der des Buchdruckers vergleichbar, jedoch geht der Trend der Schadensentwicklung in die gleiche Richtung. Auch hier läuft eine Massenvermehrung der Schadinsekten ab, wenngleich bislang auf deutlich niedrigerem Niveau. Dies liegt neben dem landesweit geringeren Kiefernanteil unter anderem darin begründet, dass:

- der Buchdrucker über ein erheblich größeres Vermehrungspotenzial als die Kiefernborke- und Kiefern-*Borkenkäfer* verfügt und unter den Bedingungen einer Massenvermehrung auch zum Primärschädling werden kann
- die Baumart Kiefer ein höheres Abwehrvermögen gegenüber rindenbrütenden Insekten selbst in Dürrephasen besitzt.

Bezüglich der Verbreitung des Erregers des Diplodia-Kiefertriebsterbens *Sphaeropsis sapinea* [FR.] DYKO & B. SUTTON (Synonym: *Diplodia pinea*) muss davon aus-

gegangen werden, dass sich dieser Pilz aufgrund der für ihn optimalen Entwicklungsbedingungen 2018 bis 2020 in den Kiefernbeständen weiter etabliert hat. Die Witterungsbedingungen in 2022 lassen einen weiteren raschen Fortschritt des Infektionsgeschehens erwarten. Die typischen Symptome für eine Diplodia-Infektion werden derzeit durch das Schadbild der rindenbrütenden Insekten vollständig überprägt, so dass eine zuverlässige Einschätzung der aktuellen Schadfläche nicht möglich ist.

Nadelfressende Insekten an Kiefer aus der Gruppe der zu Massenvermehrungen neigenden Kieferngrößschädlinge traten auch 2022 nicht auffällig in Erscheinung. Die aktuellen Ergebnisse der Bodensuchen und Pheromonfallenfänge zeigen, dass bei der Forleule (*Panolis flammea* DENIS & SCHIFFERMÜLLER), dem Kiefernspanner (*Bupalus piniaria* L.), dem Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) und der Buschhorn-Blattwespe (*Diprion spec.*) keine kritischen Dichten vorliegen.

4.3.4.3. Forstliche Schadorganismen/Schäden an Lärche

Der eng mit dem Buchdrucker verwandte Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae* L.) besiedelt sowohl jüngere als auch ältere Bäume. Landesweit sind infolgedessen nicht nur viele alte Lärchen, sondern auch zahlreiche Lärchenjungbestände diesem Borkenkäfer zum Opfer gefallen. Auflaufend sind seit 2018 über 80.000 fm Schadholz zu verzeichnen (Abbildung 80). Die Schadholzmenge bei der Lärche beträgt absolut gesehen ebenfalls nur einen Bruchteil am gesamten Borkenkäferschadholzaufkommen (0,63 %). Angesichts des relativ geringen Anteils

der Lärche am Waldbestand sind diese Schadholz-mengen allerdings erheblich.

Die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella* HB.) ist als nadelfressender Schädling dauerhaft in den Beständen anzutreffen. Die Schadintensität befindet sich aktuell mit 26 ha auf dem Niveau des Vorjahres (2021: 19 ha). Ein Einfluss auf die Vitalität von Lärchen bzw. Lärchenbeständen bleibt demzufolge auch in diesem Jahr auf Einzelfälle beschränkt.

Schadholzmenge durch Lärchenborkenkäfer

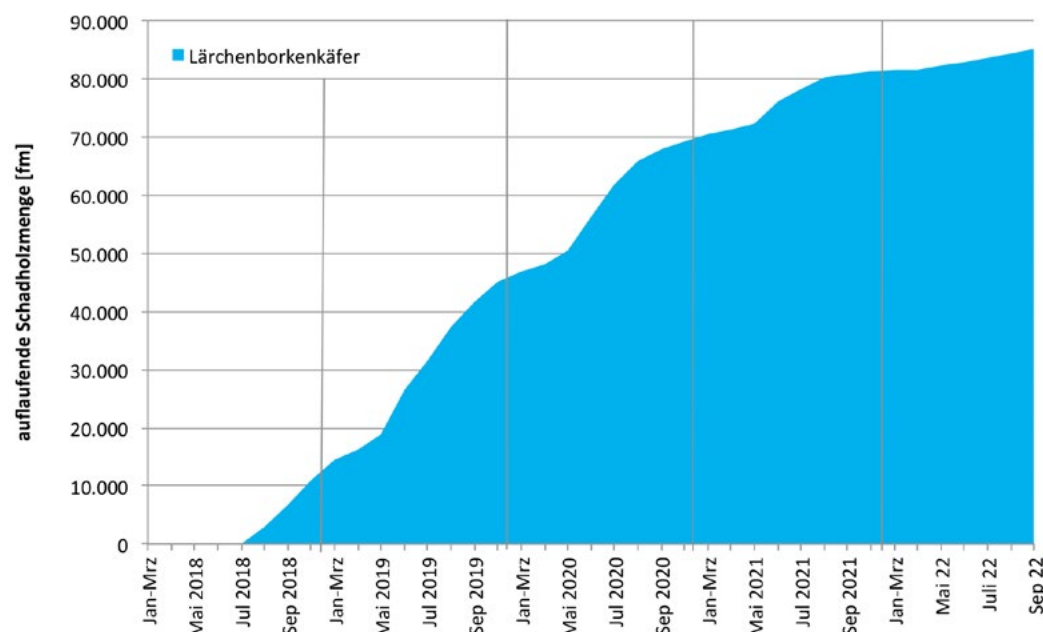


Abbildung 80 :
Auflaufende Schadholz-
menge (fm) durch den
Lärchenborkenkäfer
(Stand 30.09.2022)

4.3.4.4. Forstliche Schadorganismen/Schäden an Buche

Die Folgen der Trockenheit 2018 bis 2020 sind in den Buchenbeständen noch immer deutlich sichtbar und wurden in diesem Jahr nochmals verstärkt. Wie in den Jahren zuvor profitiert eine Vielzahl von Sekundärschädlingen von der deutlich geminderten Vitalität bzw. Abwehrkraft der Buche. Insbesondere der Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis* L.) und der Kleine Buchenborkenkäfer (*Taphrorychus bicolor* HRBST.) sind in der Lage, stark geschwächte Buchen zu befallen und zum Absterben zu bringen. Beide Käferarten neigen unter für sie günstigen Bedingungen ebenfalls zu Massenvermehrungen. Diese Bedingungen herrschten 2018 bis 2020 und erneut 2022 in den Buchengebieten Thüringens.

Da die Befallssymptome dieser Schadinsekten nicht unmittelbar nach einem Trockenschaden erkennbar sind, werden die Schadholzmengen erst wieder im Folgejahr steigen. Die seit Jahresbeginn 2018 angefallene kumulative Schadholzmenge durch Buchenprachtkäfer von über 14.000 fm (Abbildung 81) repräsentiert 0,10 % des gesamten Borkenkäferschadholzaufkommens.

Fraßschäden an Buchenblättern durch den Buchenspringrüssler (*Rhynchaenus fagi* L.) wurden 2022 im Rahmen des Waldschutzmeldewesens und auch bei der Waldzustandserhebung nicht bzw. kaum registriert (2021: 63 ha). Damit hatte dieser Schädling im aktuellen Jahr keinen Einfluss auf die Vitalität der Buche.

Schadholzmenge durch Buchenprachtkäfer

auflaufende Schadholzmenge [fm]

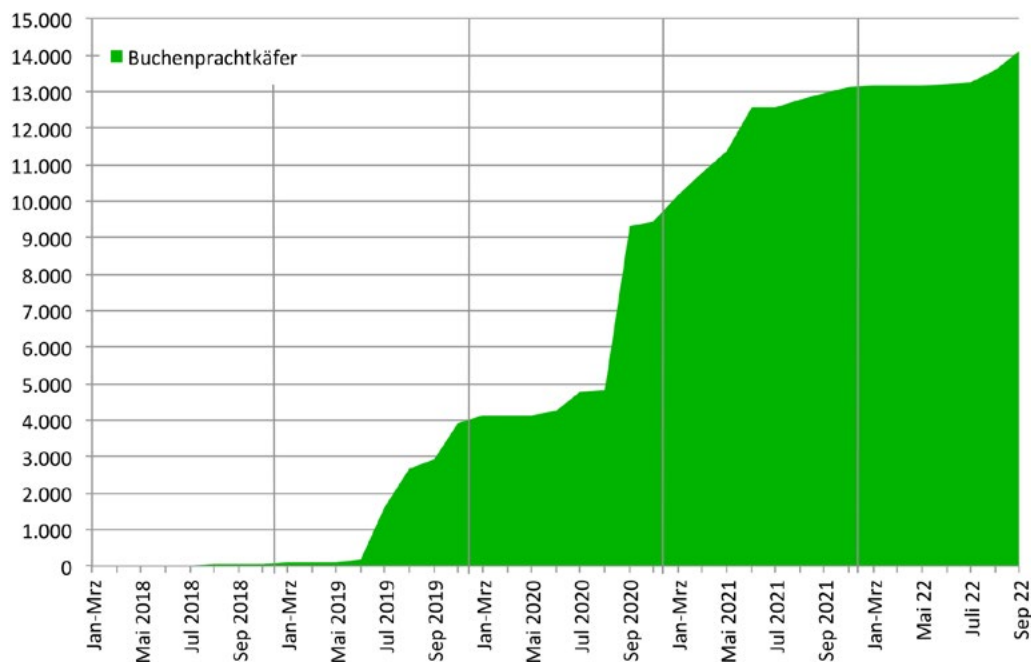


Abbildung 81 :
Auflaufende Schadholzmenge (fm) durch Buchenprachtkäfer seit 2018 (Stand 30.09.2022)

4.3.4.5. Forstliche Schadorganismen/Schäden an Eiche

Der erneute Trockenstress 2022 fördert weiterhin die Entwicklung rindenbrütender Insekten an der Eiche, wie z. B. die Eichenprachtkäfer-Arten (*Agrilus spec.*) und den Eichensplintkäfer (*Scolytus intricatus* RATZ.). Insbesondere der Befall durch Prachtkäfer-Arten führt bei alten Eichen zu starken Vitalitätseinbußen und Siechtum. Im Laufe des bis zu zwei Jahre dauernden Absterbeprozesses werden die betroffenen Eichen zusätzlich durch holzbrütende Insekten besiedelt. Vorrangig sorgen damit der Eichenkernkäfer (*Platypus cylindrus* FAB.), der Eichennutzholzborkenkäfer (*Xyloterus signatus* FAB.) und

neuerdings auch die Eichenholzwespe (*Xiphydria longicollis* GEOFFROY) für eine rasche Holzentwertung. Seit Beginn der Trockenheit im Jahr 2018 sind kumulativ ca. 18.000 fm Schadholz durch Rindenbrüter, überwiegend in alten Eichenbeständen, verursacht worden (Abbildung 82). Dies entspricht einem Anteil von 0,13 % am gesamten Borkenkäferschadholzaufkommen.

Immer häufiger werden auf der Rindenoberfläche von vitalitätsgeminderten Eichen Schleimflussstellen mit mehr oder weniger hoher Intensität festgestellt. Da die-

se Erscheinung lediglich ein äußeres unspezifisches Symptom darstellt und unterschiedlichste Auslöser haben kann (z. B. Eichenprachtkäferbefall, Bakterien oder

pilzliche Pathogene), werden derzeit Untersuchungen zu den Ursachen und den Folgen durchgeführt.

Schadholzmenge durch Eichensplintkäfer und Eichenprachtkäfer

auflaufende Schadholzmenge [fm]

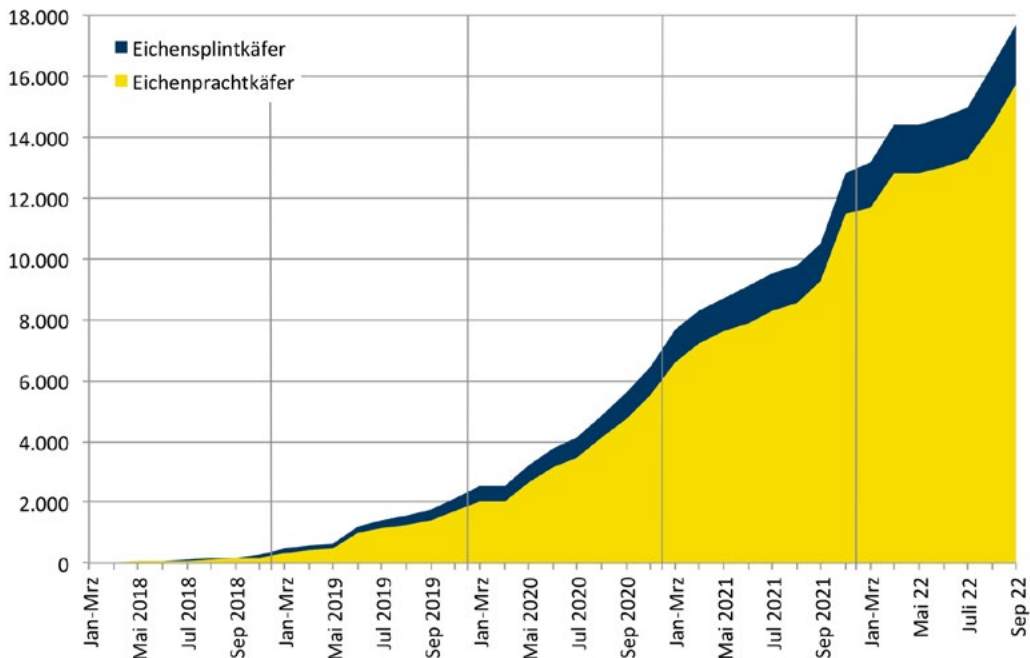


Abbildung 82:
Auflaufende Schadholz-
mengen (fm) durch
Eichenprachtkäfer
und Eichensplintkä-
fer seit 2018 (Stand
30.9.2022)



Bild 31/32:
Vitalitätsgeschwächter Bestand mit Eichenschleimfluss



Die 2017 begonnene Massenvermehrung der blattfressenden Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) kam 2021 vollständig zum Erliegen. Die aktuellen Ergebnisse aus den Überwachungsmaßnahmen zeigen keine erhöhten Populationsdichten mehr an.

Der wärmeliebende Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea* L.) profitierte von der Witterung der Jahre 2018 bis 2020 sowie 2022. Die Ergebnisse der diesjährigen Überwachungsmaßnahmen im Wald zeigen einen Anstieg der Populationsdichte in den bekannten Befallsgebieten. Nach wie vor liegt diese Dichte in Thü-

ringen aber noch nicht auf einem waldgefährdenden Niveau, die Fraßschäden sind visuell kaum wahrnehmbar. Unabhängig davon ist die Auswirkung auf die Gesundheit von Menschen und Tieren weiterhin problematisch.

Die Symptome der Infektion mit Eichenmehltau (*Erysiphe alphitoides* [GRIFFON & MAUBL.]), als häufigstem Blattpilz an der Eiche, wurden in diesem Jahr stark durch die Trockenschäden am Eichenlaub überprägt, so dass eine zuverlässige Aussage zum Schadumfang für 2022 derzeit nicht möglich ist.

4.3.4.6. Forstliche Schadorganismen/Schäden an Esche

Der erstmalig 2009 in Thüringen nachgewiesene Erreger des Eschentriebsterbens (*Hymenoscyphus fraxineus* [T. KOWALSKI]) ist landesweit etabliert. Der aus Asien stammende Pilz infiziert Eschen jeglichen Alters und kann diese bei starkem Befall zum Absterben bringen. In der Regel ist der Krankheitsverlauf chronisch und zieht sich über mehrere Jahre hin. Mittelfristig droht daher ein spürbarer Rückgang dieser wichtigen heimischen Mischbaumart. Nach einer leichten Erholung der Eschen aufgrund der besseren Niederschlagsbilanzen im Jahr 2021

ist trockenheitsbedingt wieder mit einer Vitalitätsminderung der infizierten Eschen zu rechnen. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2022 deuten bereits darauf hin. An den durch das Eschentriebsterben vorgeschädigten Bäumen ist zunehmend Befall durch den Kleinen Bunten Eschenbastkäfer (*Hylesinus fraxini* PANZER) und den Großen Schwarzen Eschenbastkäfer (*Hylesinus crenatus* FAB.) festzustellen. Beide Borkenkäferarten beschleunigen den Absterbeprozess der betroffenen Eschen.

4.4. Luftschadstoffe und Klimawandel

Baumkronen wirken wie große Filter für Gase, Stäube und Niederschläge, so dass der Wald Luftschadstoffen wesentlich stärker ausgesetzt ist als andere Landnutzungsformen. Je nach Art, Konzentration und zeitlich-räumlicher Ausbreitung beeinflussen Luftschadstoffe die natürlichen Abläufe in Waldökosystemen und können Vegetationsschäden verursachen.

An den 15 Wald- und Hauptmessstationen werden neben zahlreichen anderen Parametern auch die Stoffeinträge mit dem Niederschlag und deren mögliche Auswirkungen auf Waldökosysteme untersucht. Seit 2018 überprägen allerdings extreme Witterungsbedingungen und forstliche Schaderreger alle Kompartimente des Ökosystems derartig stark, dass bekannte Ursache-/Wirkungsmechanismen ggfs. neu überdacht werden müssen.

Das betrifft derzeit vor allem den Stickstoff. Stickstoff ist ein lebenswichtiger Pflanzennährstoff und entsteht hauptsächlich bei der mikrobiellen Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile. Die Vegetation nimmt den mineralisierten Stickstoff in Form von Ammonium (NH₄) oder Nitrat (NO₃) über die Wurzeln auf. Zusätzliche Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre werden in die natürlichen Kreisläufe des Ökosystems eingespeist und können bei einem Überangebot dessen Gleichgewicht empfindlich stören. Sie entstammen in der Regel landwirtschaftlichen Quellen (Tierhaltung, Düngung) oder emittieren bei Verbrennungsprozessen (Industrie, Verkehr).

Die mit dem Niederschlag zusätzlich eingetragenen Stickstoffmengen überschreiten trotz beachtlicher Senkung des Stickstoffausstoßes (Quelle: Stickstoffoxid-Emissionen | Umweltbundesamt) teilweise immer noch die kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) von Waldökosystemen für eutrophierenden Stickstoff. Critical Loads (CL) sind Grenzwerte für luftgetragene Schad-

stoffeinträge, bei deren Einhaltung es weder akut noch langfristig zu schädigenden Wirkungen auf empfindliche Ökosysteme kommt und werden seit vielen Jahren zur Risikobewertung herangezogen.

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

Der zusätzlich eingetragene Stickstoff wirkt wie Dünger und kann je nach Standort und Baumart zu gesteigerten Zuwächsen und einer starken Blüte und Fruchtbildung führen. Hält die hohe Stickstoffzuführung über viele Jahre an, können andere lebenswichtige Nährstoffe in Mangel geraten und zu einer Schwächung der Stabilität, der Vitalität und der Abwehrkraft von Bäumen beitragen. Bei starkem Sickerwasserfluss wird Stickstoff zudem in Form von Nitrat aus dem Waldboden ausgewaschen und in die Grund- und Oberflächengewässer getragen.

Die an den Wald- und Hauptmessstationen aufgefangenen Sickerwassermengen und die Stickstoffkonzentrationen im Sickerwasser haben vor allem auf trockeneren Standorten deutlich abgenommen, teilweise ist kaum noch gelöster Stickstoff in Form von Nitrat oder Ammonium messbar. Höhere Konzentrationen traten in den letzten Jahren nur in den kühl-feuchten Gebirgsregionen



Bild 33:
Hauptmessstation Possen

oder nach intensiver Durchfeuchtung des Bodens im Herbst/Winter auf.

Gleichzeitig sind die Stickstoffvorräte im Oberboden in den letzten 20 Jahren angestiegen. Das könnte bedeuten, dass der Stickstoff sich mit zunehmender Bodentrockenheit in einer schwerlöslichen Bindungsform im Boden anreichert und den Bäumen als Nährstoff nicht mehr in ausreichendem Maße zur Verfügung steht. Die im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitoring durchgeführten Untersuchungen zur Waldernährung zeigen erste derartige Tendenzen. Während die Fichten in den kühl-feuchten Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes (HMS Gr. Eisenberg, ehem. WMS Pfannalkopf) noch sehr gut bis luxuriös mit Stickstoff versorgt sind, zeigen Fichten auf trockeneren Standorten (WMS Lehesten, HMS Holzland, WMS Dillstädt) trotz der zu hohen Stickstoffeinträge nur eine normale bis defizitäre Ernährung. Das gleiche gilt auch für die auf trockeneren Standorten untersuchten Kiefern und Weißtannen (WMS Lehesten, HMS Holzland,

WMS Dillstädt, WMS Paulinzella). In den meisten untersuchten Buchenbeständen (HMS Possen, WMS Vessertal, WMS Harz, WMS Hainich, WMS Hohe Sonne) sowie in den Eichenbeständen der WMS Leinawald und Steiger waren trotz des vergleichbaren Anstiegs der Stickstoffvorräte im Oberboden (noch) keine Ernährungsdefizite festzustellen.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass die zunehmende Bodentrockenheit die Stickstoffbindung/Stickstoffverfügbarkeit stärker beeinflusst als bislang angenommen. Vor allem Nadelholzbestände auf trockeneren Standorten (bei zunehmender Bodentrockenheit auch im Gebirge) könnten früher oder später in einen klimainduzierten Stickstoffmangel rutschen, obwohl ausreichend Stickstoff im Boden vorhanden ist.

5. Gesamtschau/Ausblick

Die Stichprobenbäume der Waldzustandserhebung repräsentieren den Wald in Thüringen und sind denselben biotischen, abiotischen oder anthropogenen Einflüssen ausgesetzt wie alle anderen Waldbäume auch. Im Jahresverlauf sterben Bäume ab oder stürzen um, in der Hauptsache geschieht dies durch Witterungseinflüsse (Hitze, Trockenheit, Sturm, Frost, Blitz, Überschwemmungen) oder durch Forstschädlinge (Insekten, Pilze, Wild). Aber auch standortbedingte oder durch Luftschadstoffe induzierte Nährstoffmängel sowie mechanische Verletzungen können zum Absterben eines Baumes führen. Abgestorbene oder von forstlichen Schaderregern stark befallene oder umgestürzte Bäume werden entweder als Totholz im Wald belassen oder im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen entnommen. Darüber hinaus erfolgen auf bewirtschafteten Flächen regelmäßige Entnahmen bei der Durchforstung und im Zuge der Holzernte.

Während bis 2017 die ausgeschiedenen WZE-Stichprobenbäume überwiegend planmäßig genutzt wurden, ist seitdem fast ausschließlich eine außerplanmäßige Nutzung aufgrund von Borkenkäferbefall (Fichte, Lärche) oder massiven Trockenschäden (Buche, Eiche, sonstige Laubbäume) zu verzeichnen. Der Anteil an Bäumen, die zum Erhebungszeitpunkt durch Witterungseinflüsse und forstliche Schaderreger frisch abgestorbenen oder entnommenen waren, ist seit 2018 dramatisch gestiegen (Abbildung 47), an insgesamt 26 WZE-Punkten ist inzwischen kein Wald mehr vorhanden oder die Anzahl der noch vorhandenen Bäume zu gering für eine Erhebung.

Gleichzeitig sind 50 % der stehenden Bäume stark in ihrer Vitalität gemindert oder stehen tot im Bestand, besonders stark betroffen waren erneut Buchen, Eichen und sonstige Laubbäume. Dieses Ergebnis zeigt, dass ein einzelnes niederschlagsreiches Jahr wie z. B. 2021 bei Weitem nicht mehr ausreicht, um die Folgen mehrerer, aufeinanderfolgender Trockenjahre auszugleichen.

Auffallend war erneut die extrem starke Blüte vieler Waldbäume, vor allem bei der Fichte. Steigende Temperaturen und Wasserdefizite setzen die Bäume unter Stress. Als Reaktionen darauf versuchen diese, in immer kürzeren Zeitabständen so viele Nachkommen wie möglich zu produzieren und damit ihr Überleben zu sichern. Während häufige Mastjahre zur Deckung des steigenden Bedarfs an forstlichem Saatgut positiv sind, stellen sie für den langfristigen Fortbestand unserer heimischen Baumarten einen zusätzlichen Risikofaktor dar. Der Bedarf an Wasser, Nährstoffen und Assimilaten ist in Blüh- und Mastjahren enorm hoch und geht zu Lasten der lebensnotwendigen Blatt-/Nadelmasse. Umso bedauer-

licher war es, dass aufgrund der diesjährigen Witterung potenzielles Saatgut teilweise vor der Ernte vertrocknet oder abgefallen ist.

Viele Waldbäume kommen inzwischen mit der zunehmenden Bodentrockenheit nicht mehr zurecht. Ihr Feinwurzelsystem ist überwiegend zwischen Bodenoberfläche und Grundgestein konzentriert (Hauptwurzelsbereich), hier befindet sich der meiste Feinboden, der das Niederschlagswasser speichert. Dieser Hauptwurzelsbereich trocknet im Sommer je nach Standort und Niederschlagsmenge mehr oder weniger stark aus. Kurze sommerliche Trockenstressphasen sind grundsätzlich normal. In den letzten Jahren hat die Länge und Intensität dieser Trockenphasen jedoch so stark zugenommen, dass während der Hauptvegetationszeit kaum noch pflanzenverfügbares Wasser im Hauptwurzelsraum der Bäume vorhanden ist.

Genau wie schon 2018 und 2019 war in diesem Jahr erneut an vielen Standorten schon Mitte Juni der im Winter gespeicherte Wasservorrat fast aufgebraucht. Das Überleben der Bäume sichern dann ausschließlich jene Feinwurzeln, die bis in wasserführende Bodenschichten vorgedrungen sind. In der Regel gelingt die Ausbildung tieferer Feinwurzeln aber nicht jedem Baum gleichermaßen gut. Das erklärt u.a., warum unmittelbar benachbarte Bäume auf die Trockenheit zum Teil recht unterschiedlich reagieren und genau wie 2018 wurden ab Mitte Juli vereinzelt und ab Anfang August fast flächendeckend die ersten Trockenschäden vor allem bei den Laubbäumen sichtbar.

In den klassischen Buchengebieten in Nord- und Westthüringen war es im Jahresverlauf 2022 teilweise noch trockener und wärmer als in den Jahren 2018 und 2019 und der Zustand der **Buche** hat sich nach einer kurzen Erholung 2021 wieder verschlechtert. Schon Ende Juli waren dramatische Schäden wie vollständig vertrocknete Baumkronen, der massive Abwurf grüner Blätter oder eine ausgeprägte Herbstfärbung vor allem bei älteren Buchen sichtbar. Ins Auge fielen auch die starken Blattverbrennungen sowohl an alten Buchen, aber insbesondere bei Naturverjüngungen ohne Schirm. Nach den Erfahrungen von 2018/19 ist anzunehmen, dass ein Teil dieser Buchen im nächsten Jahr nicht wieder austreiben und das vollständige Ausmaß der Trockenschäden erst in den Folgejahren sichtbar wird. Als Baumart der gemäßigten Zonen trägt die heimische Rotbuche auf Dauer weder langanhaltende Trockenphasen noch extreme Hitze. Da Sommertrockenheit im Zuge des Klimawandels zunehmen wird und die Schäden sowohl in ungenutz-

ten als auch unterschiedlich bewirtschafteten Beständen auftreten, ist davon auszugehen, dass zukünftig in Thüringen in den wärmeren Lagen und insbesondere bei flachgründigen Bodenverhältnissen die Konkurrenzkraft der Buche abnimmt. Waldbaulich bedeutet dies, dass sie dort hinsichtlich ihrer Eignung als Hauptbaumart kritisch betrachtet werden muss. Günstigere Wachstumsbedingungen könnte sie perspektivisch in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge vorfinden, hier ist sie im Zuge der Waldumbaumaßnahmen neben der Weißtanne schon jetzt die wichtigste Baumart.

Der Borkenkäferbefall bei der **Fichte** wurde von der diesjährigen Trockenheit und Dürre weiter forciert. Während stehende Fichten im Vergleich zu den anderen Baumarten nach wie vor die geringste Kronenverlichtung aufweisen, sind seit 2018 gleichzeitig rund 41 % der Stichprobenfichten durch Borkenkäferbefall oder Trockenheit abgestorben und entnommen worden. An 24 WZE-Punkten, die ehemals mit Fichte bestockten waren, konnten keine Ersatzbäume mehr gefunden werden, hier wurde die gesamte Fläche beräumt. Die Fichte ist eine Baumart der borealen und montanen Zonen und benötigt insbesondere auf flachgründigen Böden während der Vegetationszeit einen konstanten Wassernachschub. In den niederschlagsreichen Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge war dieses Niederschlagsregime bis 2018 gegeben, seitdem trocknet aber auch hier der Boden im Sommer zunehmend stärker aus und die Borkenkäferkalamität hat sich in diesem Jahr schwerpunktmäßig in diese Gebiete verlagert. Von Januar 2018 bis September 2022 fielen landesweit rund 13,3 Millionen fm Fichtenborkenkäferschadholz an und ein Ende ist nicht absehbar. Die zukünftige Rolle der Fichte in den Wäldern Thüringens steht insofern selbst in den höheren Lagen auf dem Prüfstand.

Die **Kiefer** besitzt von den bekannten heimischen Baumarten das größte Verbreitungsgebiet, das ist Ausdruck ihrer großen Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche klimatische und standörtliche Bedingungen. An das Nährstoffangebot im Boden stellt die Kiefer nur geringe Ansprüche, langfristig sollte allerdings der Wasserbedarf gedeckt sein. Die Kiefer ist eine ausgesprochene Lichtbaumart und eine im Vergleich zur Fichte lichtere Kronenstruktur ist normal. In diesem Jahr haben sich der Zustand und die Vitalität der Kiefer wieder verschlechtert, der Verlust an Nadelmasse ist auf das Niveau von 2019/20 gestiegen. Erneut hat die Kiefer stark geblüht und Zapfen gebildet, inzwischen ist eine jährlich hohe Fruktifikationsrate fast schon zur Normalität geworden und führt zu einer dezimierten Nadelmasse. Massenvermehrungen von forstlichen Schaderregern an Kiefer sind in Anbetracht des Klimawandels nicht mehr auszuschließen, so dass die Kiefer zukünftig vorrangig in Mischung

mit lichtökologisch geeigneten Laubbaumarten wachsen sollte, um die Risiken eines flächigen Ausfalls zu minimieren.

Der Zustand der **Eiche** war in diesem Jahr besser als im Vorjahr, trotzdem bleibt sie die Baumart mit den stärksten Vitalitätsverlusten. Die Eiche hat auf die Trockenheit 2018/19 zeitversetzt reagiert und erst 2021 den Höhepunkt der Schäden gezeigt. Da sie vorzugsweise auf trockeneren Standorten stockt, ist sie sommerliche Wasserdizite gewöhnt. Ihr ausgeprägtes Wurzelsystem reicht teilweise mehrere Meter tief und erreicht somit leichter wasserführende Schichten. Mit zunehmender Bodentrockenheit verschlechtert sich jedoch auch hier die Wasserversorgung und ähnlich wie bei der Kiefer muss in Anbetracht des Klimawandels die Eignung heimischer Stiel- und Traubeneichen für sehr trockene Standorte neu überdacht werden. Besser geeignet könnten hier zukünftig Eichenarten aus Südeuropa sein, wie beispielsweise die Flaumeiche, die Ungarische Eiche oder die Zerreiche. Hier bedarf es allerdings weiterer Untersuchungen.

Der Zustand der **sonstigen Laubbäume** (Ahorn-Arten, Linden-Arten, Hainbuche, Birken-Arten, Esche, Pappel-Arten) hat sich insgesamt verschlechtert, wobei eine differenzierte Betrachtung notwendig ist. Während Birken, Linden und teilweise auch Hainbuchen schon sehr früh mit Blattverfärbungen oder -welke auf den erneuten Wassermangel reagiert haben und die Esche die stärksten Blattverluste seit Beginn der Waldzustandserhebung aufwies, war die Belaubung beim Spitz-Ahorn fast so dicht wie im Vorjahr. Insofern ist der Spitz-Ahorn momentan einer der Hoffnungsträger im Klimawandel und wird in ungleichaltrigen Mischbeständen bewusst gefördert.

Die Anzahl der **sonstigen Nadelbäume** am Stichprobenkollektiv wird von der Lärche dominiert. Genau wie bei der Fichte sind in den letzten Jahren viele Lärchen aufgrund von Borkenkäferbefall abgestorben und entnommen worden und zahlreiche Lärchenreinbestände haben sich aufgelöst. Die Lärche ist landesweit in Mischbeständen vorhanden und trägt zur Stabilisierung des Bestandesgefüges bei, ist im Hinblick auf den Klimawandel jedoch insgesamt kritisch zu sehen.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass der Wald in Thüringen in den letzten 100 Jahren noch niemals eine derartige Häufung von Hitze- und Trockenperioden verkraften musste wie in den letzten fünf Jahren. Die hohen Temperaturen und die Niederschlagsdefizite im Sommer 2022 haben dabei nochmals alle Negativ-Rekorde gebrochen und die Auswirkungen auf den Wald sind gravierend. Dabei wird die gesamte Palette der Schäden sogar erst in den nächsten Jahren sichtbar werden.

Wald und Forstwirtschaft sind Leidtragende des Klimawandels, gleichzeitig können Wald und Forstwirtschaft aber im Zuge der Bindung von CO₂ sowohl in den Bäumen als auch in den aus nachhaltig genutztem Holz gewonnenen Erzeugnissen in Verbindung mit Substitutionseffekten auch direkt zum Klimaschutz beitragen.

Der Wald befindet sich in einem Umbruch, in dessen Folge sich die bekannten Waldbilder vielerorts ändern werden. Diesen Umbruch unter Nutzung vorhandener Steuerungsmöglichkeiten zu bewältigen ist eine gewaltige Herausforderung für die gesamte Gesellschaft, denn der Erhalt des Waldes und seiner vielfältigen Funktionen ist in unser aller Interesse.

Der im Rahmen des Forstlichen Monitoring dokumentierte angespannte Gesundheitszustand im Verbund mit dem historischen Ausmaß der klimawandelbedingten Schäden sowie der Umfang und die Dringlichkeit notwendiger Anpassungsmaßnahmen legt das Handlungserfordernis beim Erhalt des Waldes offen. Dass die fehlenden Klimawandel-Erfahrungen Unsicherheiten bedingen, macht die Bewältigung dieser Aufgabe nicht einfacher. Es wird aber davon ausgegangen, dass eine naturnahe Bewirtschaftung mit einem Hinwirken auf standortsgerechte, strukturierte Mischwälder die beste Gewähr sind, das Walderhaltungsziel umzusetzen: Viele Baumarten unterschiedlichen Alters auf kleiner Fläche minimieren die durch Klimawandel, Umwelteinflüsse und forstliche Schaderreger entstehenden Risiken eines Totalausfalls und bieten eine gute Basis für multifunktional leistungsfähige Wälder.

Waldbesitzende, Forstbetriebe und die Landesforstverwaltung arbeiten bereits seit vielen Jahren darauf hin, den Wald in Thüringen in diesem Sinne risikoärmer und damit zukunftssicherer zu machen. Dieser Prozess ist noch lange nicht abgeschlossen, Erfolge sind in den Wäldern inzwischen aber deutlich sichtbar und durch die turnusmäßigen Bundeswaldinventuren gut dokumentiert.

Angesichts des schnell fortschreitenden Klimawandels ist es aber zwingend notwendig, diesen Prozess zu forcieren. In diesem Kontext haben der Gesetzgeber, die Landesregierung und die Landesforstverwaltung in den letzten Jahren wichtige Weichenstellungen vorgenommen: Bereits 2019 hat die Landesregierung den Aktionsplan Wald 2030 ff. beschlossen. Der Aktionsplan ist ein umfassendes und langfristiges Maßnahmenbündel zur Bewältigung der aktuellen Schadsituation sowie zur Anpassung unserer Wälder an die Herausforderungen des Klimawandels. Für die Umsetzung dieser Maßnahmen wird bis zum Jahr 2030 vorerst mit einem finanziellen Volumen in Höhe von 500 Millionen Euro aus unterschiedlichen Finanzierungsquellen gerechnet.

Zur Umsetzung des Aktionsplans bedarf es Forstbetriebe und einer Landesforstverwaltung, die in der Lage sind, den Waldumbau zu bewerkstelligen. Mit den 2019 und 2020 erfolgten Änderungen des Thüringer Gesetzes über die Errichtung der Anstalt öffentlichen Rechts „ThüringenForst“ wurde die Landesforstanstalt mit dem Gemeinschaftsforstamtssystem als organisatorischer Dreh- und Angelpunkt des besitzübergreifenden Waldumbaus deutlich gestärkt und die forstliche Förderung der Forstbetriebe insbesondere im Rahmen von Maßnahmen zur Kalamitätsbewältigung massiv ausgebaut.

Die Forstbetriebe und die Landesforstverwaltung tun ihr Möglichstes, um den Wald zum Wohl der Allgemeinheit zukunftssicher zu machen. Dieser Prozess ist aufwendig und langwierig. Die bisherigen Unterstützungen von Bund und Land bieten hierbei wichtige Hilfestellungen. Der Erfolg dieser Bemühungen wird aber maßgeblich von einer langfristigen und breiten gesellschaftlichen Unterstützung abhängen.



6. Anhang

Tabelle 1:
Waldzustand/Vitalität nach Baumarten

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Stufen					
		0	1	2	3	4	5
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
Fichte	2012	35	42	22	1	0	23
	2013	37	41	21	1	0	22
	2014	34	42	23	1	0	24
	2015	29	44	26	1	0	27
	2016	29	42	29	0	0	29
	2017	32	40	27	1	0	28
	2018	27	42	30	1	0	31
	2019	23	36	35	4	2	41
	2020	24	32	35	4	5	44
	2021	30	33	30	3	4	37
	2022	30	34	30	3	3	36
Kiefer	2012	7	52	41	0	0	41
	2013	8	50	41	1	0	42
	2014	8	53	38	1	0	39
	2015	9	48	41	2	0	43
	2016	8	44	46	2	0	48
	2017	10	40	49	1	0	50
	2018	11	39	47	3	0	50
	2019	7	31	55	7	0	62
	2020	8	29	51	11	1	63
	2021	12	38	46	3	1	50
	2022	10	28	49	12	1	62

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Stufen					
		0	1	2	3	4	≥4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
sonstige Laubbäume	2012	24	46	30	0	0	30
	2013	25	35	40	0	0	40
	2014	25	45	30	0	0	30
	2015	23	48	29	0	0	29
	2016	24	35	41	0	0	41
	2017	22	36	41	1	0	42
	2018	20	37	40	3	0	43
	2019	18	32	44	6	0	50
	2020	13	25	56	4	2	62
	2021	19	33	43	5	0	48
	2022	17	32	45	5	1	51
alle Nadelbäume	2012	27	45	28	0	0	28
	2013	28	43	28	1	0	29
	2014	26	46	28	0	0	28
	2015	23	46	30	1	0	31
	2016	23	42	34	1	0	35
	2017	25	40	34	1	0	35
	2018	22	41	35	2	0	37
	2019	18	34	41	5	2	48
	2020	19	31	41	6	3	50
	2021	23	35	36	3	3	42
	2022	22	32	37	6	3	46

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Stufen					
		0	1	2	3	4	-4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
Buche	2012	12	48	39	1	0	40
	2013	20	48	31	1	0	32
	2014	11	41	47	1	0	48
	2015	16	56	26	2	0	28
	2016	12	45	41	2	0	43
	2017	17	50	32	1	0	33
	2018	15	45	38	2	0	40
	2019	4	35	53	7	1	61
	2020	5	27	57	10	1	68
	2021	11	34	46	8	1	55
	2022	9	33	48	9	1	58
Eiche	2012	9	36	52	3	0	55
	2013	11	43	44	2	0	46
	2014	14	46	38	2	0	40
	2015	7	48	40	5	0	45
	2016	7	49	39	5	0	44
	2017	2	36	58	4	0	62
	2018	5	26	63	6	0	69
	2019	7	17	65	11	0	76
	2020	3	22	59	15	1	75
	2021	7	20	55	16	2	73
	2022	8	29	48	14	1	63

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Stufen					
		0	1	2	3	4	≥4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
sonstige Laubbäume	2012	26	45	28	1	0	29
	2013	29	42	28	1	0	29
	2014	28	40	31	1	0	32
	2015	26	45	27	2	0	29
	2016	23	42	33	2	0	35
	2017	24	38	37	1	0	38
	2018	17	32	43	8	0	51
	2019	15	29	47	8	1	56
	2020	18	33	39	9	1	49
	2021	24	37	32	6	1	39
	2022	21	34	33	11	1	45
alle Laubbäume	2012	16	45	37	2	0	39
	2013	22	45	32	1	0	33
	2014	17	42	40	1	0	41
	2015	18	51	28	3	0	31
	2016	15	45	38	2	0	40
	2017	17	43	38	2	0	40
	2018	14	38	44	4	0	48
	2019	8	30	53	8	1	62
	2020	9	28	52	10	1	63
	2021	14	33	44	8	1	53
	2022	12	33	43	11	1	55

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Stufen					
		0	1	2	3	4	5
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
alle Baumarten	2012	23	45	31	1	0	32
	2013	26	44	29	1	0	30
	2014	23	44	32	1	0	33
	2015	21	48	30	1	0	31
	2016	20	43	36	1	0	37
	2017	22	42	35	1	0	36
	2018	19	40	38	3	0	41
	2019	15	32	46	6	1	53
	2020	15	30	45	7	3	55
	2021	20	34	39	5	2	46
	2022	18	32	40	8	2	50

Tabelle 2:
Klimatische Wasserbilanz (mm) in den Forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

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
Mar-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
May-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
Oct-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
Dec-18	81	198	78	94	47	60	53	42	144	150	67	100	117	78	89
Jahr 018	-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
Mar-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
May-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
Oct-19	39	71	28	39	20	32	31	29	82	62	35	52	54	35	28
Nov-19	39	52	28	37	26	30	24	23	76	72	29	53	54	48	49
Dec-19	39	84	32	44	20	25	15	14	81	81	28	56	62	43	47
Jahr 019	-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
Mar-20	4	19	-16	2	-18	1	-7	-17	46	44	12	16	30	-5	-9

Die farblich hinterlegten Felder ergeben sich aus den Einstufungen anhand der für den Referenzzeitraum 1981-2010 berechneten Perzentile. Als Perzentilschwelle für den gelb hinterlegten Bereich gilt das 20er Perzentil (20 % der niedrigsten Monatsmittel), für den blau hinterlegten Bereich das 80er-Perzentil (80 % der höchsten Monatsmittel).

zu nass im Vergleich zum langjährigen Mittel

zu trocken im Vergleich zum langjährigen Mittel

Klimatische Wasserbilanz	Thüringen	Harz	Nordthür. Trias-Hügelland	Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland	Thüringer Becken	Osthür. Trias- Hügelland	Sächsisch-Thüring. Löß-Hügelland	Leipziger Sandlöß-Ebene	Thüringer Gebirge	Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	Vogtland	Südtür.-Oberfränk. Trias-Hügelland	Rhön	Fränkische Platte	Fränkischer Keuper
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Apr-20	-84	-81	-88	-82	-87	-85	-89	-94	-77	-77	-81	-85	-79	-91	-91
May-20	-46	-48	-61	-53	-59	-44	-38	-46	-25	-22	-33	-44	-49	-40	-48
Jun-20	-8	-18	-35	1	-10	-6	-38	-64	18	28	7	-11	-13	-28	-22
Jul-20	-88	-51	-81	-73	-92	-100	-99	-105	-79	-79	-92	-91	-81	-104	-101
Aug-20	-6	-26	-40	-22	-28	16	-3	-13	31	39	48	-28	-19	-42	-40
Sep-20	-19	-15	-22	-25	-24	-14	-11	-13	-14	-10	-6	-26	-27	-31	-34
Oct-20	54	111	36	47	35	56	55	49	105	91	57	51	65	26	17
Nov-20	0	8	-4	1	-6	-5	-7	-7	14	11	-4	7	7	5	5
Dec-20	33	57	25	28	15	23	19	15	63	69	29	53	56	50	53
Jahr 020	-59	205	-191	-52	-214	-92	-172	-257	282	278	6	-29	52	-170	-148
Jan-21	66	96	53	61	40	57	53	47	112	99	72	82	93	69	72
Feb-21	45	76	46	47	33	42	35	29	64	55	40	47	57	40	52
Mar-21	-6	21	-7	3	-15	-11	-13	-17	12	9	-7	-8	6	-17	-14
Apr-21	-22	-7	-23	-13	-26	-27	-30	-33	-7	-17	-27	-26	-10	-41	-41
May-21	-2	-22	-30	-15	-18	0	11	-4	29	44	18	3	1	-3	-8
Jun-21	-42	-33	-61	-37	-52	-53	-60	-51	-2	-31	-56	-29	-8	-44	-25
Jul-21	2	-25	-34	-16	-24	14	14	-17	39	52	37	5	7	1	5
Aug-21	53	31	35	32	40	74	74	64	81	76	69	33	59	2	9
Sep-21	-21	-24	-26	-31	-31	-8	-24	-20	-10	9	-3	-29	-32	-36	-35
Oct-21	10	20	3	12	1	5	0	-2	28	20	5	19	22	17	15
Nov-21	43	66	36	38	31	45	45	37	66	64	47	43	41	29	28
Dec-21	32	61	25	29	16	25	28	29	56	58	30	45	46	41	46
Jahr 021	156	259	17	111	-5	163	133	62	469	438	222	186	282	59	105
Jan-22	61	100	43	67	38	55	50	39	111	94	53	75	81	52	54
Feb-22	47	150	43	59	20	27	18	12	117	104	28	59	70	32	41
Mar-22	-31	-34	-40	-37	-36	-27	-28	-36	-23	-26	-24	-33	-30	-38	-40
Apr-22	-16	3	-29	-17	-32	-25	-30	-36	17	10	-16	0	5	2	3
May-22	-75	-72	-80	-65	-73	-82	-91	-84	-61	-77	-86	-75	-66	-84	-91
Jun-22	-115	-79	-108	-108	-121	-120	-119	-127	-110	-106	-113	-118	-113	-118	-113

Tabelle 3:
Niederschläge (mm) und Abweichung (%) in den Forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

	Thüringen		Harz		Nordthür. Trias- Hügelland		Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland		Thüringer Becken		Ostthür. Trias- Hügelland		sächsisch- Thür. Löß- Hügelland		Leipziger Sandlöß- Ebene		Thüringer Gebirge		Frankenwald, Fichtelgeb., Steinwald		Vogtland		Südthür.-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	-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	-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%
Mar-18	56	-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	34	-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%
May-18	57	-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	22	-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	37	-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	29	-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	53	-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%
Oct-18	21	-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	16	-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%
Dec-18	92	-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 018	510	-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	-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	21	-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%
Mar-19	63	-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	30	-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%
May-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	41	-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	-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	56	-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%	50	-83%
Sep-19	46	-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%
Oct-19	67	-130%	98	-134%	56	-130%	66	-118%	49	-129%	60	-136%	60	-146%	59	-164%	108	-137%	88	-110%	62	-132%	79	-127%	80	-119%	63	-115%	56	-106%
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%
Dec-19	50	-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 019	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	40	-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	106	-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%
Mar-20	50	-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	10	-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%
May-20	50	-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%

Die farblich hinterlegten Felder ergeben sich aus den Einstufungen anhand der für den Referenzzeitraum 1981-2010 berechneten Perzentile. Als Perzentilschwelle für den gelb hinterlegten Bereich gilt das 20er Perzentil (20 % der niedrigsten Monatsmittel), für den blau hinterlegten Bereich das 80er-Perzentil (80 % der höchsten Monatsmittel).

zu kalt im Vergleich zum langjährigen Mittel

zu warm im Vergleich zum langjährigen Mittel

	Thüringen		Harz		Nordthür. Trias- Hügelland		Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland		Thüringer Becken		Ostthür. Trias- Hügelland		sächsisch- Thür. Löß- Hügelland		Leipziger Sandlöß- Ebene		Thüringer Gebirge		Frankenwald, Fichtelgeb., Steinwald		Vogtland		Südthür.-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.
Jun-20	99	-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	-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%
Aug-20	100	-149%	74	-110%	69	-121%	83	-126%	82	-144%	123	-178%	108	-148%	101	-142%	128	-156%	136	-166%	151	-204%	77	-118%	82	-119%	65	-114%	68	-113%
Sep-20	41	-67%	43	-59%	39	-74%	34	-52%	38	-76%	47	-84%	52	-95%	51	-100%	44	-51%	48	-59%	54	-90%	35	-52%	33	-46%	31	-51%	29	-48%
Oct-20	79	-153%	135	-185%	62	-144%	72	-129%	62	-163%	81	-184%	80	-195%	75	-208%	127	-161%	113	-141%	80	-170%	76	-123%	88	-131%	51	-93%	44	-83%
Nov-20	12	-19%	20	-22%	9	-16%	13	-19%	7	-14%	7	-12%	5	-9%	5	-10%	26	-27%	23	-24%	8	-13%	19	-26%	19	-24%	17	-28%	18	-30%
Dec-20	39	-58%	62	-57%	33	-55%	35	-47%	23	-48%	30	-54%	27	-53%	23	-50%	68	-62%	73	-65%	35	-58%	59	-74%	62	-72%	57	-84%	60	-88%
Jahr 020	659	-89%	878	-92%	548	-85%	660	-84%	536	-91%	634	-93%	575	-88%	517	-86%	934	-89%	930	-90%	700	-97%	688	-85%	741	-84%	571	-81%	601	-84%
Jan-21	73	-128%	102	-96%	61	-120%	68	-105%	49	-129%	65	-148%	61	-153%	56	-160%	116	-118%	103	-104%	78	-163%	90	-127%	99	-129%	78	-130%	81	-137%
Feb-21	61	-121%	92	-123%	62	-151%	64	-119%	50	-143%	59	-137%	51	-131%	45	-129%	80	-96%	71	-88%	56	-124%	64	-108%	74	-112%	57	-116%	69	-119%
Mar-21	37	-62%	60	-68%	37	-70%	45	-68%	30	-67%	32	-60%	30	-63%	28	-64%	50	-56%	46	-55%	33	-61%	35	-53%	47	-63%	28	-52%	31	-60%
Apr-21	36	-72%	46	-82%	37	-86%	45	-88%	36	-86%	32	-65%	32	-71%	32	-76%	44	-64%	34	-54%	29	-59%	32	-60%	45	-76%	21	-46%	22	-48%
May-21	82	-121%	57	-86%	58	-98%	68	-96%	70	-113%	85	-127%	100	-161%	89	-153%	105	-127%	120	-156%	100	-149%	86	-125%	80	-103%	83	-132%	79	-130%
Jun-21	80	-119%	82	-115%	64	-107%	82	-117%	74	-128%	71	-109%	70	-108%	83	-136%	110	-138%	82	-101%	64	-89%	91	-132%	107	-147%	79	-130%	100	-156%
Jul-21	103	-130%	70	-88%	71	-106%	82	-108%	81	-119%	117	-144%	123	-152%	97	-129%	129	-132%	144	-144%	136	-160%	103	-130%	99	-122%	102	-136%	107	-145%
Aug-21	127	-191%	101	-151%	113	-198%	105	-159%	118	-207%	150	-217%	154	-211%	147	-207%	148	-180%	144	-176%	142	-192%	107	-165%	129	-187%	79	-139%	87	-145%
Sep-21	31	-50%	23	-32%	25	-47%	19	-29%	22	-44%	44	-79%	29	-53%	33	-65%	39	-45%	58	-72%	47	-78%	24	-36%	19	-26%	19	-31%	21	-35%
Oct-21	37	-71%	46	-63%	31	-72%	38	-68%	29	-76%	32	-73%	28	-68%	28	-78%	53	-67%	46	-58%	31	-66%	45	-73%	47	-70%	44	-80%	42	-79%
Nov-21	52	-81%	75	-81%	46	-84%	48	-70%	42	-86%	55	-93%	55	-100%	48	-96%	74	-77%	71	-76%	56	-90%	52	-72%	49	-61%	38	-63%	38	-63%
Dec-21	38	-56%	66	-61%	32	-53%	35	-47%	24	-50%	31	-55%	34	-67%	37	-80%	61	-55%	62	-55%	35	-58%	52	-65%	52	-60%	49	-72%	54	-79%
Jahr.021.	756	-102%	820	-86%	638	-99%	700	-89%	624	-106%	773	-113%	768	-117%	723	-120%	1.008	-96%	982	-95%	806	-111%	780	-96%	846	-96%	675	-95%	730	-102%
Jan-22.	73	-127%	110	-104%	56	-110%	78	-120%	51	-134%	66	-150%	63	-158%	54	-154%	118	-120%	102	-103%	63	-131%	86	-121%	90	-117%	64	-107%	66	-112%
Feb-22.	75	-149%	175	-233%	73	-178%	87	-161%	50	-143%	55	-128%	47	-121%	44	-126%	139	-167%	126	-156%	54	-120%	86	-146%	94	-142%	61	-124%	71	-122%
Mar-22.	18	-31%	12	-14%	11	-21%	13	-20%	16	-36%	23	-43%	23	-48%	18	-41%	23	-26%	20	-24%	23	-43%	17	-26%	19	-25%	14	-26%	12	-23%
Apr-22.	48	-96%	62	-111%	39	-91%	48	-94%	36	-86%	39	-80%	37	-82%	34	-81%	73	-106%	65	-103%	44	-90%	64	-121%	66	-112%	68	-148%	70	-152%
May-22.	36	-54%	32	-48%	34	-58%	44	-62%	43	-69%	31	-46%	26	-42%	36	-62%	43	-52%	27	-35%	24	-36%	37	-54%	42	-54%	31	-49%	25	-41%
Jun-22.	23	-34%	51	-72%	32	-53%	27	-39%	20	-34%	20	-31%	24	-37%	19	-31%	20	-25%	25	-31%	23	-32%	19	-28%	19	-26%	22	-36%	28	-44%

Die farblich hinterlegten Felder ergeben sich aus den Einstufungen anhand der für den Referenzzeitraum 1981-2010 berechneten Perzentile. Als Perzentilschwelle für den gelb hinterlegten Bereich gilt das 20er Perzentil (20 % der niedrigsten Monatsmittel), für den blau hinterlegten Bereich das 80er-Perzentil (80 % der höchsten Monatsmittel).

zu nass im Vergleich zum langjährigen Mittel zu trocken im Vergleich zum langjährigen Mittel

Tabelle 4:
Temperaturen (°C) und Abweichungen (K) in den Forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

	Thüringen		Harz		Nordthür. Trias- Hügelland		Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland		Thüringer Becken		Ostthür. Trias- Hügelland		Sächsisch- Thür. Löß- Hügelland		Leipziger Sandlöß- Ebene		Thüringer Gebirge		Frankenwald, Fichtelgeb., Steinwald		Vogtland		Südthür.-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	2,9	4	3	3,8	2,8	3,9	3,4	4	3,5	4
Feb-18	-3,1	-3,2	-3,7	-3,3	-2,4	-3	-2,7	-3	-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
Mar-18	1,6	-2	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	0,2	-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
May-18	15,3	2,8	14,7	3,1	15,9	3	15,2	3	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	14,7	3,1	15,8	3	16	3
Jun-18	17,4	2,2	16,3	2	17,9	2,3	17,2	2,2	18,1	2,2	17,6	2,1	17,9	2	18,4	2	16	2,1	15,9	1,9	16,8	2	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	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	19,6	2,8	19,1	3	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
Oct-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	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	3,3	1,1	4,2	1	4,5	1,1	4,3	1,2	4,7	1,1	4,9	1,2
Dec-18	3,3	2,9	2,9	2,8	4	3,1	3,5	2,8	4,1	3,1	3,6	3	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 018	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	9,8	1,8	9,4	1,9	10,1	1,7	10,2	1,7
Jan-19	-0,2	0,3	-0,7	0	0,5	0,4	0,1	0,3	0,5	0,4	-0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	0	-1,7	0	-1,9	0,2	-0,9	0,2	-0,6	0,2	-1	0,1	-0,2	0,4	-0,1	0,4
Feb-19	3,4	3,3	3,6	4	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	3	3,6	2,6	2,6	2,6	2,4
Mar-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
Apr-19	8,9	1,2	8	1,2	9,2	1	8,7	1,1	9,3	0,9	9	1,1	9,3	1	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
May-19	10,4	-2,1	9,6	-2	11	-1,9	10,3	-1,9	11,1	-2	10,6	-2,1	11,1	-2	11,7	-2	8,9	-2,2	9	-2,2	10	-2	10,2	-2,2	9,7	-1,9	10,4	-2,4	10,6	-2,4
Jun-19	19,7	4,5	18,6	4,3	20,1	4,5	19	4	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
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	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
Aug-19	18,8	1,8	18	1,9	19,5	2	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	18,5	1,7	17,9	1,8	18,5	1,3	18,7	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
Oct-19	10,5	2	9,9	2	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	10	1,8	9,9	2	10	1,5	10,1	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	5,7	0,9	3,5	1	3,6	1,4	4,5	1,3	4,4	1	4	0,9	4,4	0,8	4,7	1
Dec-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	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
Jahr 019	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
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
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
Mar-20	4,5	0,9	3,7	0,9	5	0,9	4,7	1	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	4,1	1,1	4,8	0,9	5	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	9,9	2,3	9,6	2,6	10	1,9	10,2	1,9
May-20	11,1	-1,4	10,4	-1,2	11,6	-1,3	11,2	-1	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
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	17,1	1,2	17,8	1,4	14,8	0,9	14,8	0,8	15,8	1	16	0,9	15,4	0,9	16,2	0,7	16,4	0,6

Die farblich hinterlegten Felder ergeben sich aus den Einstufungen anhand der für den Referenzzeitraum 1981-2010 berechneten Perzentile. Als Perzentilschwelle für den gelb hinterlegten Bereich gilt das 20er Perzentil (20 % der niedrigsten Monatsmittel), für den blau hinterlegten Bereich das 80er-Perzentil (80 % der höchsten Monatsmittel).

zu kalt im Vergleich zum langjährigen Mittel

zu warm im Vergleich zum langjährigen Mittel

	Thüringen		Harz		Nordthür. Trias- Hügelland		Mitteldt. Trias- Berg- u. Hügelland		Thüringer Becken		Ostthür. Trias- Hügelland		Sächsisch- Thür. Löß- Hügelland		Leipziger Sandlöß- Ebene		Thüringer Gebirge		Frankenwald, Fichtelgeb., Steinwald		Vogtland		Südthür.-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
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	18	0,1
Aug-20	19,6	2,6	18,7	2,6	20,3	2,8	19,4	2,6	20,3	2,6	19,8	2,6	20,5	2,7	21,1	2,7	18,2	2,5	18	2,4	19,2	2,6	19,5	2,7	18,9	2,8	19,7	2,5	19,9	2,5
Sep-20	14,5	1,5	13,5	1,3	14,9	1,5	14,2	1,3	15	1,4	14,6	1,4	15,3	1,6	15,7	1,5	13,3	1,6	13,1	1,5	14,2	1,6	14,4	1,6	13,9	1,6	14,5	1,4	14,6	1,3
Oct-20	9,9	1,4	9,2	1,3	10,5	1,6	10	1,4	10,6	1,5	10,1	1,3	10,6	1,4	11,1	1,4	8,4	1	8,2	0,9	9,4	1,2	9,3	1,1	9,2	1,3	9,6	1,1	9,7	1,1
Nov-20	5,4	1,7	5,6	2,3	6,1	1,9	5,6	1,7	5,9	1,5	5,5	1,6	6	1,7	6,5	1,7	4,2	1,7	3,7	1,5	4,8	1,6	4,8	1,4	4,8	1,7	4,7	1,1	4,8	1,1
Dec-20	2,4	2	2,4	2,3	3,1	2,2	2,8	2,1	3,1	2,1	2,6	2	2,9	2	3,4	2	1,1	1,9	0,9	2	1,9	2,1	1,9	1,8	1,8	1,9	2,1	1,7	2,2	1,7
Jahr 020	9,8	1,6	9,2	1,7	10,4	1,7	9,8	1,6	10,5	1,6	10	1,6	10,5	1,6	11	1,6	8,5	1,6	8,3	1,5	9,4	1,7	9,6	1,6	9,3	1,8	9,8	1,4	9,9	1,4
Jan-21	-0,2	0,3	-0,9	-0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,5	0,4	-0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	0	-1,6	0,1	-1,7	0,4	-0,8	0,3	-0,6	0,2	-0,8	0,3	-0,2	0,4	-0,1	0,4
Feb-21	0,2	0,1	0	0,4	0,4	-0,2	0,1	-0,2	0,4	-0,3	0,6	0,3	0,9	0,3	1,3	0,2	-0,6	0,6	-1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	0,7	0,1	0,1	0,4	0,2
Mar-21	4,2	0,6	3,7	0,9	4,8	0,7	4,3	0,6	4,9	0,6	4,4	0,6	4,7	0,5	5,2	0,5	2,8	0,6	2,6	0,6	3,7	0,7	3,8	0,3	3,5	0,5	4	0,1	4,1	0
Apr-21	5,1	-2,6	4,3	-2,5	5,7	-2,5	5,1	-2,5	5,8	-2,6	5,3	-2,6	5,7	-2,6	6,3	-2,7	3,7	-2,6	3,7	-2,6	4,6	-2,6	5	-2,6	4,5	-2,5	5,4	-2,7	5,6	-2,7
May-21	10,3	-2,2	9,7	-1,9	11,1	-1,8	10,3	-1,9	11,2	-1,9	10,6	-2,1	11,1	-2	11,7	-2	8,7	-2,4	8,6	-2,6	9,8	-2,2	9,9	-2,5	9,4	-2,2	10,2	-2,6	10,4	-2,6
Jun-21	18,6	3,4	17,8	3,5	19,1	3,5	18,5	3,5	19,2	3,3	18,9	3,4	19,4	3,5	19,9	3,5	17,3	3,4	17,4	3,4	18,3	3,5	18,5	3,4	18	3,5	18,7	3,2	18,9	3,1
Jul-21	17,7	0,3	17,1	0,7	18,5	0,6	17,5	0,3	18,5	0,3	18	0,3	18,6	0,4	19,2	0,4	16,1	0,1	16,2	0,1	17,3	0,3	17,3	0	16,6	0,1	17,6	-0,1	17,7	-0,2
Aug-21	15,7	-1,3	14,9	-1,2	16,3	-1,2	15,6	-1,2	16,4	-1,3	15,9	-1,3	16,4	-1,4	17	-1,4	14,2	-1,5	14,3	-1,3	15,3	-1,3	15,5	-1,3	14,9	-1,2	15,8	-1,4	16	-1,4
Sep-21	14,7	1,7	14	1,8	15,2	1,8	14,6	1,7	15,3	1,7	14,9	1,7	15,3	1,6	15,7	1,5	13,5	1,8	13,5	1,9	14,4	1,8	14,6	1,8	14,1	1,8	14,8	1,7	15	1,7
Oct-21	8,8	0,3	8,8	0,9	9,6	0,7	9	0,4	9,4	0,3	9	0,2	9,5	0,3	10	0,3	7,6	0,2	7,2	-0,1	8,4	0,2	8,2	0	8,2	0,3	8,2	-0,3	8,3	-0,3
Nov-21	4,2	0,5	4,1	0,8	5	0,8	4,4	0,5	4,9	0,5	4,3	0,4	4,8	0,5	5,3	0,5	2,8	0,3	2,6	0,4	3,7	0,5	3,7	0,3	3,4	0,3	3,9	0,3	4	0,3
Dec-21	2	1,6	1,3	1,2	2,3	1,4	2,1	1,4	2,5	1,5	2,2	1,6	2,3	1,4	2,8	1,4	0,8	1,6	0,6	1,7	1,5	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8	2,1	1,7	2,1	1,6
Jahr 021	8,5	-0,3	7,9	-0,4	9	-0,3	8,5	-0,3	9,1	-0,2	8,7	-0,3	9,1	-0,2	9,6	-0,2	7,1	-0,2	7	-0,2	8	-0,3	8,2	-0,2	7,8	-0,3	8,4	0	8,5	0
Jan-22	2,3	2,8	2	2,7	3,1	3	2,6	2,8	3,1	3	2,5	2,8	2,7	2,7	3,2	2,6	0,8	2,5	0,4	2,5	1,6	2,7	1,8	2,6	1,5	2,6	2,1	2,7	2,1	2,6
Feb-22	3,7	3,6	3	3,4	4,4	3,8	3,9	3,6	4,6	3,9	4	3,7	4,5	3,9	5	3,9	2,1	3,3	2	3,5	3,2	3,7	3,3	3,5	3	3,6	3,7	3,7	3,8	3,6
Mar-22	4	0,4	3,5	0,7	4,5	0,4	4,1	0,4	4,5	0,2	4,1	0,3	4,3	0,1	4,3	0,1	3	0,8	2,7	0,8	3,5	0,5	4,2	0,7	3,9	0,9	4,1	0,2	4,3	0,2
Apr-22	6,9	-0,8	6,1	-0,7	7,5	-0,7	7	-0,6	7,6	-0,8	6,9	-1	7,3	-1	7,8	-1,2	5,4	-0,9	5,2	-1,1	6,1	-1,1	6,9	-0,7	6,5	-0,5	7,2	-0,9	7,4	-0,9
May-22	14,1	1,6	13	1,4	14,4	1,5	13,8	1,6	14,7	1,6	14,4	1,7	14,8	1,7	15,3	1,6	12,9	1,8	13	1,8	13,9	1,9	14,2	1,8	13,6	2	14,6	1,8	14,8	1,8
Jun-22	18,4	3,2	17	2,7	18,5	2,9	17,8	2,8	18,8	2,9	18,7	3,2	19	3,1	19,5	3,1	17,3	3,4	17,5	3,5	18,4	3,6	18,4	3,3	17,6	3,1	18,7	3,2	19	3,2

Die farblich hinterlegten Felder ergeben sich aus den Einstufungen anhand der für den Referenzzeitraum 1981-2010 berechneten Perzentile. Als Perzentilschwelle für den gelb hinterlegten Bereich gilt das 20er Perzentil (20 % der niedrigsten Monatsmittel), für den blau hinterlegten Bereich das 80er-Perzentil (80 % der höchsten Monatsmittel).

zu kalt im Vergleich zum langjährigen Mittel zu warm im Vergleich zum langjährigen Mittel

Autorenverzeichnis

Kap. 1:	Ines Chmara (FFK Gotha)
Kap. 2:	Ines Chmara (FFK Gotha)
Kap. 3:	Ines Chmara, Sven Merten, Dr. Philip Mundhenk (FFK Gotha)
Kap. 4.1:	Frank Heyner (TLUBN), Ines Chmara (FFK Gotha)
Kap. 4.2:	Ines Chmara (FFK Gotha)
Kap. 4.3:	Anett Wenzel, Mathias Stürtz (FFK Gotha)
Kap. 4.4:	Ines Chmara (FFK Gotha)
Kap. 5:	Ines Chmara (FFK Gotha), Frank Robisch (TMIL)
Anhang:	Tobias Neumann (TLUBN)

Impressum

Herausgeber:

Thüringer Ministerium für Infrastruktur
und Landwirtschaft (TMIL)
Referat Presse, Öffentlichkeitsarbeit
Werner-Seelenbinder-Straße 8
99096 Erfurt
Telefon: 0361 / 57-411 1740
www.tmil.info

Redaktion:

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

Fotos:

Thüringen Forst - Anstalt öffentlichen Rechts (AöR) |
TMIL/D. Santana (Bild Ministerin Susanna Karawanskij)

Gestaltung und Satz:

gudman design

Druck:

Thüringer Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation (TLBG), Erfurt

Stand: Dezember 2022





THÜRINGEN
ENTWICKELN
ZUKUNFT
GESTALTEN

WWW.TMIL.INFO

