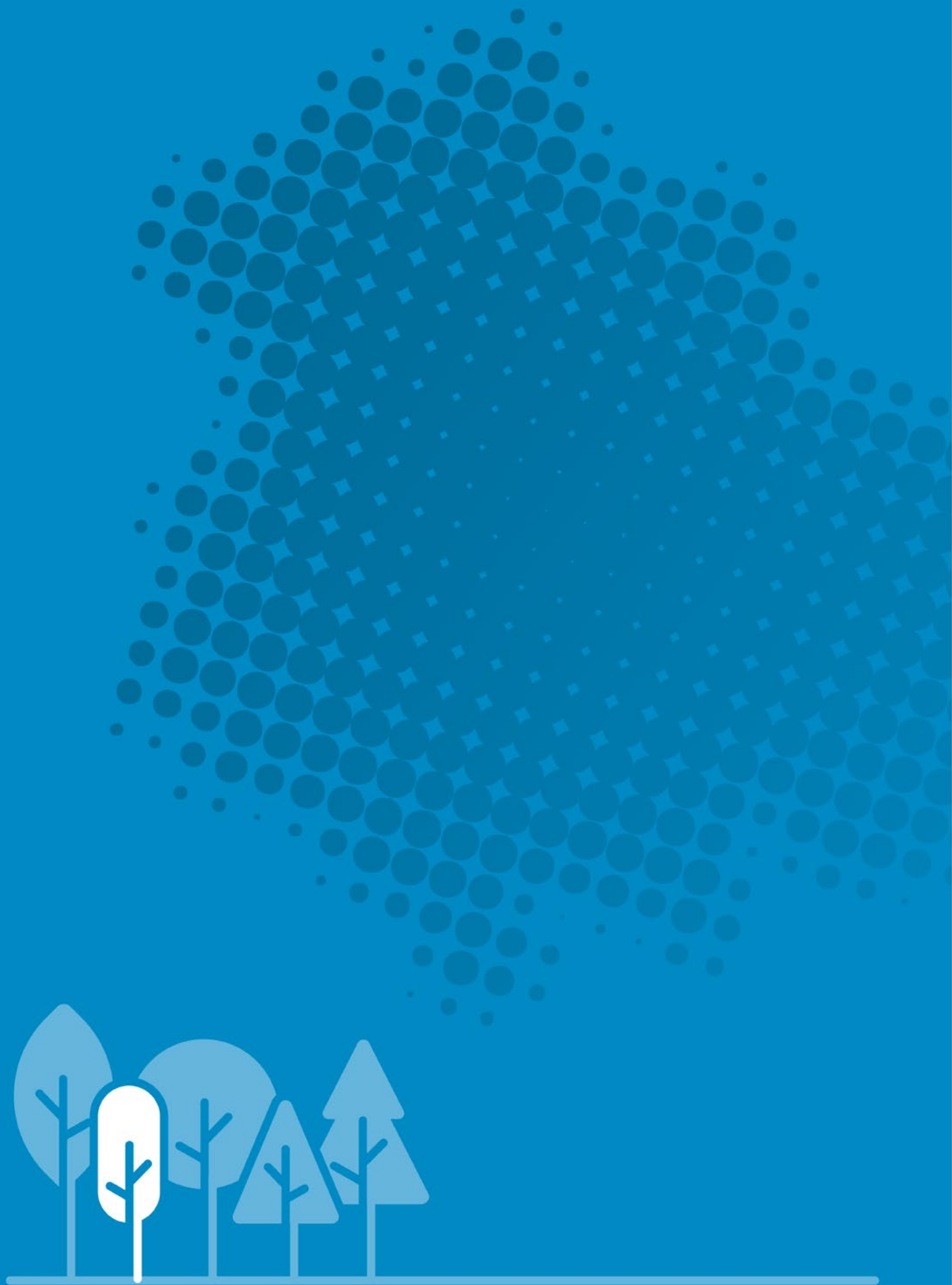


Waldzustandsbericht 2024

Forstliches Umweltmonitoring in Thüringen





Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

der Klimawandel hat unsere Wälder fest im Griff. In den vergangenen Jahren haben wiederkehrende, langanhaltende Trocken- und Hitzeperioden die Waldbäume erheblich geschwächt und zu einer beispiellosen Massenvermehrung forstlicher Schadinsekten geführt. Auch im Jahr 2024 wurden wieder Rekordtemperaturen gemessen, gleichzeitig fiel aber auch deutlich mehr Niederschlag als üblich. Durch die hohen Niederschläge hat sich die Situation in unseren Wäldern leicht entspannt.

Eine leichte Verbesserung des Waldzustandes zeigen auch die Ergebnisse der diesjährigen Waldzustandserhebung (WZE). Nicht nur die mittlere Kronenverlichtung hat abgenommen, auch der Anteil der Waldfläche mit deutlichen Schäden ist zurückgegangen. Die Zahlen des Waldschuttmeldewesens bieten ebenfalls verhaltenen Anlass zur Hoffnung. Im Jahr 2024 war die Zunahme der vom Borkenkäfer befallenen Fichtenfläche rückläufig.

Trotz dieser positiven Entwicklung befinden sich unsere Wälder nach wie vor in einem besorgniserregenden Zustand. Die Kronenverlichtung liegt noch immer auf einem sehr hohen Niveau und fast die Hälfte der Waldfläche weist nach wie vor deutliche Vitalitätsverluste auf. Sorge bereitet in diesem Jahr auch der Zustand der Eiche. Bei ihr haben die Schäden gegenüber dem letzten Jahr deutlich zugenommen. Die Ausfälle bei der Fichte liegen noch immer auf einem bedenklich hohen Niveau. Unser Wald bewegt sich deshalb weiterhin an der Belastungsgrenze.

Der Wald ist sowohl ein Lieferant des nachwachsenden Rohstoffs Holz, ein Ort der Erholung, ein naturnaher Lebensraum für unsere heimische Tier- und Pflanzenwelt und ein Garant für saubere Luft und sauberes Wasser. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung bestärken uns darin, weiterhin intensiv daran zu arbeiten diese vielfältigen Funktionen des Waldes zu erhalten und zu fördern. Dabei stehen der Waldumbau im Rahmen der Wiederbewaldung entstandener Schädflächen sowie die Überführung risikobehafteter Reinbestände in klimastabile, strukturreiche Mischwälder im Vordergrund.

Die Landesregierung unterstützt Waldbesitzende bei diesen enormen Herausforderungen nach Kräften. Mit dem Aktionsplan Wald 2030 ff. wurden bereits im Jahr 2019 wichtige Weichenstellungen vorgenommen. Hierzu zählen neben der deutlichen Anhebung der forstlichen Förderung insbesondere die im Jahr 2020 zur Bewältigung des aufgrund des Klimawandels notwendigen Waldumbaus in § 12 Abs. 5 LForstAG TH gesetzlich verankerten finanziellen Zuführungen an die als Drehscheibe des Waldumbaus in allen Waldbesitzarten tätige Landesforstanstalt.

Ich danke allen Waldbesitzenden und allen Mitarbeitern der Landesforstverwaltung für ihren ausdauernden und beharrlichen Einsatz zum Schutz unserer Wälder. Unsere forstpolitischen Ziele zum Wohle der Allgemeinheit können nur durch ihre unermüdliche Arbeit verwirklicht werden. Gemeinsam tragen wir dafür Sorge, dass auch nachfolgende Generationen die vielfältigen Funktionen unserer Wälder in Anspruch nehmen können.

Susanna Karawanskij

Thüringer Ministerin für Infrastruktur und Landwirtschaft

Waldzustandsbericht in leichter Sprache

Jedes Jahr untersuchen Försterinnen und Förster, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler:
Ist der Wald gesund?

In einem Waldzustandsbericht stellen sie die Ergebnisse dar.

In Thüringen gibt es 355 gleichmäßig über den ganzen Wald verteilte Aufnahmepunkten im Wald.

An diesen Punkten schaut man jedes Jahr: Wie gesund sind die Bäume?

Ein Zeichen für den Gesundheitszustand des Waldes ist: Wie sehen die Kronen der Bäume aus?

Wenn ein Baum wenig Nadeln oder Blätter hat, ist er krank.

Die Wissenschaftler nennen das Kronenverlichtung.

In diesem Jahr waren nur 19 Prozent der Waldbäume gesund.

33 Prozent der Waldbäume sind leicht geschädigt.

48 Prozent sind stark geschädigt.

Damit geht es dem Wald zwar wieder etwas besser als im Jahr zuvor.

Aber der Gesundheitszustand der Bäume im Wald ist nicht gut.

Die Ursachen sind: Zu große Hitze und viele Schädlinge.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler führen das auf den Klimawandel zurück.

Laub- und Nadelbäume bekommen zu wenig Wasser. Sie vertrocknen oder werden schwach.

Dadurch können sie sich immer schlechter gegen Feinde wehren, wie zum Beispiel gegen den Borkenkäfer.

Es ist wichtig, den Wäldern zu helfen, damit sich die Wälder besser an den Klimawandel anpassen können.

Försterinnen und Förster, Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer können den Klimawandel nicht stoppen,
sie wollen aber den Wald robuster machen.

Deshalb pflegen sie in einem Wald möglichst viele Arten von Bäumen.

Das nennt man Mischbestände. Mischbestände machen den Wald stärker.

In manchen Wäldern hat man früher nur eine Baumart gepflegt.

Das nennt man Reinbestände.

Reinbestände leiden besonders stark unter dem Klimawandel.

Man kann aus solchen Reinbeständen Mischbestände heranziehen.

Dann wachsen dort unterschiedliche Baumarten.

Das nennt man Waldumbau. Waldumbau dauert lange und ist teuer.

In Thüringen haben der Landtag und die Regierung beschlossen: Der Waldumbau soll schneller gehen.

Dafür wird Geld bereitgestellt.

Dieses Geld hilft beim Waldumbau:

Man kann mehr Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einstellen und die

Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer noch besser beraten.

Warum gibt es überhaupt den Klimawandel?

Beim Verbrennen von Kohle, Öl oder Erdgas entstehen Gase.

Wenn viele dieser Gase entstehen, wird mehr Sonnenenergie auf der Erde zurückgehalten:

Dadurch ändert sich das Klima auf der Erde.

Deshalb ist wichtig: Wir alle müssen Energie sparen.

Dann entstehen weniger Gase, die das Klima schädigen.

Damit helfen wir unseren Wäldern. Sie müssen dann weniger unter einem Klimawandel leiden.



Foto: FFK Gotha

Inhalt

1. Hauptergebnisse	8
2. Monitoring im Wald	11
3. WZE-Ergebnisse 2024	19
4. Einflüsse auf den Waldzustand	44
5. Rotbuchenwälder im Klimawandel	68
6. Fazit und Ausblick	78
7. Anhang	82
Autorenverzeichnis	114
Impressum	114





Hauptergebnisse des Waldzustandsberichtes



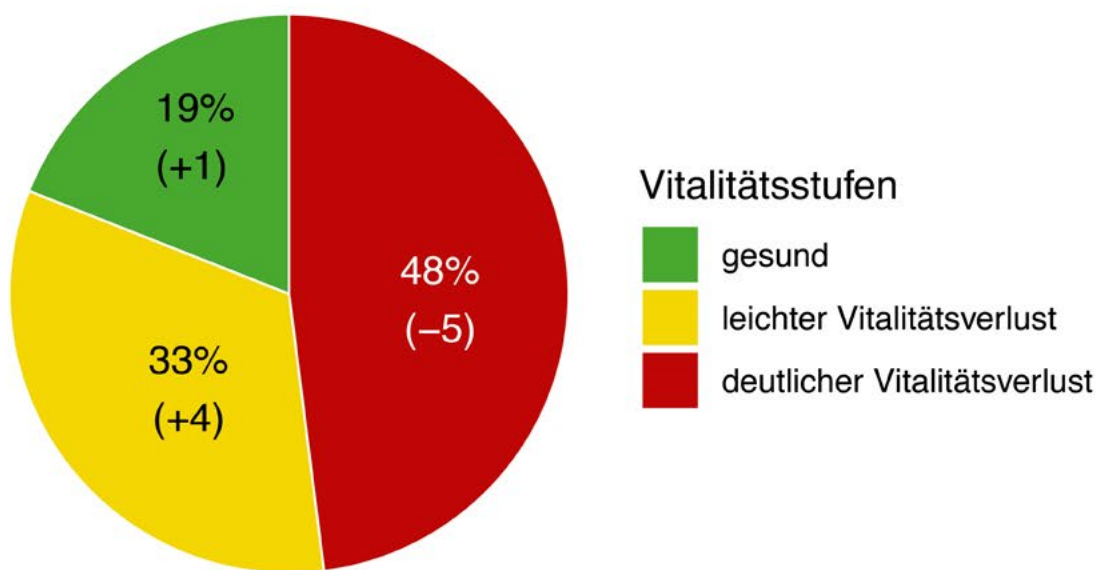
1. Hauptergebnisse

1.1 Waldzustandserhebung 2024 (WZE)

Seit dem Jahr 2018 haben wiederkehrende Hitze- und Trockenperioden sowie eine massive Vermehrung forstlicher Schadinsekten das Bild der Wälder in Thüringen stark verändert. Die günstigen Witterungsverhältnisse der vergangenen Monate, insbesondere die hohen Niederschläge seit Oktober 2023, verschafften den Wäldern aber eine leichte Erholung. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Waldzustandserhebung 2024 wider.

Abbildung 1:

Waldflächenanteile der Vitalitätsstufen 2024 (Differenz zum Vorjahr in Klammern)



Der als gesund eingestufte Waldflächenanteil hat sich gegenüber dem Vorjahr zwar nur geringfügig verändert (19 % in diesem Jahr, 18 % im Jahr 2023). Allerdings ist der Anteil der Waldfläche mit deutlichen Vitalitätsverlusten in diesem Jahr von 53 % im Jahr 2023 auf 48 % um rund fünf Prozentpunkte zurückgegangen und der Anteil der Waldfläche mit leichten Vitalitätsverlusten ist entsprechend von 29 % auf 33 % angestiegen.

Bei der Kiefer nahm der Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten mit neun Prozentpunkten am stärksten ab (von 57 % im Jahr 2023 auf 48 % in diesem Jahr). Bei der Fichte und Buche waren es vier bzw. drei Prozentpunkte.

Auch die mittlere Kronenverlichtung sank nach dem bisherigen Spitzenwert im Jahr 2023 (32,8 %) auf 30,3 % ab. Besonders deutlich war die Abnahme bei den sonstigen Laubbaumarten (minus fünf Prozentpunkte). Bei der Fichte und Kiefer ging die mittlere Kronenverlichtung um drei Prozentpunkte zurück, bei der Buche um rund zwei Prozentpunkte.

Der stark geschädigte Flächenanteil (Fläche mit einer Kronenverlichtung > 50 %) war bei nahezu allen Baumarten rückläufig und hat insgesamt von 18 % auf 15 % abgenommen.

Trotz dieser positiven Entwicklungen bewegen sich die Schäden aber nach wie vor auf einem hohen Niveau. So lag die mittlere Kronenverlichtung in diesem Jahr noch immer rund sieben Prozentpunkte über dem langjährigen Mittel von 23 %.

Die Ausfallraten bei den Probebäumen sind ein weiteres Mal angestiegen und lagen im Jahr 2024 bei rund 10 % (2023: 9 %). Die Ausfallrate wird nach wie vor durch die von forstlichen Schadinsekten stark geschädigte Fichte geprägt. Bei ihr stieg die biotisch bedingte Ausfallrate (Borkenkäfer) in diesem Jahr auf über 20 % an. Bezogen auf die Anzahl der 2017 aufgenommenen Probebäume sind mit Beginn der Extremwetterjahre und dem Kalamitätsgeschehen ab 2018 knapp 34 % der WZE-Stichprobenbäume ausgefallen (kumulative Ausfallrate).

Stark angestiegen sind in diesem Jahr auch die Schäden bei der Eiche. Mit 43 % wurde bei ihr der bisher höchste Wert der Kronenverlichtung seit Beginn der WZE im Jahr 1991 beobachtet (2023: 39 %). Der Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten stieg von 66 % auf 79 % an. Ursächlich für die negative Entwicklung bei der Eiche war unter anderem der Witterungsverlauf im April 2024. Aufgrund der hohen Temperaturen zu Beginn des Monats trieb die Eiche sehr früh aus. Der Spätfrost in der letzten Dekade des Aprils verursachte dann erhebliche Schäden, die deutlich höher ausfielen als bei den anderen Baumarten.

1.2 Witterungsverlauf

Die Witterung zwischen September 2023 und August 2024 lässt sich als warm und feucht zusammenfassen. Das Jahr 2023 war in Thüringen das wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Und auch das erste Halbjahr 2024 war wärmer als in allen Jahren zuvor. Gleichzeitig fiel im Vergleich zur klimatologischen Referenzperiode 1991 – 2020 aber auch deutlich mehr Niederschlag. Die Monate Oktober 2023 bis Dezember 2023 waren besonders feucht, aber auch in den Monaten Februar und Mai 2024 fiel viel Niederschlag. Nur drei der zwölf Monate zwischen September 2023 und August 2024 waren trockener als im langjährigen Mittel.

Die hohen Niederschläge im Herbst und Winter haben die Wasserspeicher der Waldböden wieder sehr gut aufgefüllt, sodass den Waldbäumen zu Beginn der sehr früh einsetzenden Vegetationsperiode ausreichend Wasser zur Verfügung stand. Da auch in den Monaten April bis Juli 2024 überdurchschnittlich viel Niederschlag fiel, kam es selbst im Hochsommer nur selten und lokal begrenzt zu Trockenstress im Wald. Die Situation war dadurch insgesamt deutlich entspannter als in den Jahren 2018 bis 2020 und 2022.

1.3 Waldschutzsituation

Die Waldschutzsituation wird nach wie vor durch Massenvermehrungen rindenbrütender Borkenkäfer bei der Fichte geprägt. Bis Ende September 2024 lag die Schadholzmenge mit 3 Mio. Festmeter zwar unter dem Vergleichswert aus 2023 (rund 5,7 Mio. Festmeter) aber noch immer auf dem hohen Niveau der Jahre 2020 bis 2022 (Tabelle 1). Aufgrund dieser enormen Schadholzmengen ist von einem hohen Potenzial an überwinterten Käfern und einem weiterhin bestehenden hohen Befallsdruck auszugehen. In den vergangenen Jahren hat vor allem der Buchdrucker große Schäden in den Fichtengebieten verursacht, aber auch die Schäden durch Kupferstecher, Buchenprachtkäfer und Eichenprachtkäfer haben erheblich zugenommen.

1.4 Stoffeinträge

Aufgrund der hohen spezifischen Oberfläche der Baumkronen filtern Wälder besonders viele Schadstoffe aus der Luft. Die Einträge von Sulfatschwefel, die hauptursächlich für die hohen Schäden in den Wäldern der Mittelgebirge zu Beginn der 1990er Jahre waren, nehmen weiter kontinuierlich ab. Sie haben in den vergangenen Jahren kritische Schwellenwerte nicht mehr überschritten.

Die Einträge von anorganischem Stickstoff in Waldökosysteme, die vor allem aus landwirtschaftlichen Produktionsprozessen und dem Straßenverkehr stammen, sind ebenfalls rückläufig. Kritische Belastungsgrenzen werden aber an einigen Standorten noch immer überschritten. Dies trifft vor allem auf Nadelwälder in höheren Lagen zu. Wie sich die externen Stickstoffeinträge auf die seit dem Jahr 2018 entstandenen Fichten-Kalamitätsflächen auswirken, ist noch nicht abschätzbar.

Tabelle 1:

Schadholzanfall seit dem Jahr 2018 (ohne holzbrütende Borkenkäfer; Stand 9. Oktober 2024)

Schadholzanfall [Gesamtwald]	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024*	Summe 2018–2024
Bruch- und Wurfholz (fm)	1.144.831	295.890	286.379	106.339	674.601	163.962	148.208	2.820.210
Fichte	971.877	217.526	239.110	74.770	547.369	109.741	108.945	2.269.338
Kiefer	76.633	29.806	15.524	6.385	45.001	12.519	15.641	201.509
Lärche	26.429	5.749	3.896	2.036	11.310	3.650	1.222	54.292
sonstiges Nadelholz	3.719	998	629	258	2.722	565	748	9.639
Buche	41.443	26.587	17.596	13.020	39.579	16.886	9.366	164.477
Eiche	5.244	1.881	1.240	1.365	3.803	1.800	1.365	16.698
sonst. Laubholz	19.486	13.343	8.384	8.505	24.817	18.801	10.921	104.257
Trockenschäden (fm)	–	2.092.772	1.930.560	545.302	607.093	574.406	15.681	5.765.814
Fichte	–	848.762	1.074.654	246.818	268.669	283.120	100	2.722.123
Kiefer	–	77.044	116.208	33.598	28.856	32.989	416	289.111
Lärche	–	46.994	107.940	9.658	8.144	6.879	–	179.615
sonstiges Nadelholz	–	3.454	2.897	960	1.142	1.596	–	10.049
Buche	–	1.013.697	509.841	216.471	239.097	193.063	11.355	2.183.524
Eiche	–	28.464	31.220	10.929	15.306	15.373	1.515	102.807
sonstiges Laubholz	–	74.357	87.800	26.868	45.879	41.386	2.295	278.585
Rindenbrütende Insekten (fm)	809.928	2.361.029	3.680.764	3.592.204	3.938.553	6.012.840	3.029.980	23.425.298
Fichte	795.789	2.300.139	3.606.571	3.536.573	3.915.365	5.978.213	3.005.566	23.138.216
Kiefer ¹⁾	2.908	20.968	40.304	33.381	10.080	22.221	12.543	142.405
Lärche ¹⁾	10.928	34.180	24.049	12.198	5.180	4.661	2.061	93.257
sonstiges Nadel- holz ²⁾	–	–	–	–	–	–	664	664
Buche ¹⁾	45	3.857	5.560	3.665	1.080	1.805	1.265	17.277
Eiche	258	1.885	4.280	6.387	6.848	5.940	7.216	32.814
sonstiges Laubholz ²⁾	–	–	–	–	–	–	665	665
Summe	1.954.759	4.749.691	5.897.703	4.243.845	5.220.247	6.751.208	3.193.869	32.011.322

*Quartal 1–Quartal 3

1) Erweiterte Schädlingserfassung ab 2024 [WSMweb]

2) Erfassung erst ab 2024 [WSMweb]

2. Monitoring im Wald

2.1 Forstliches Umweltmonitoring

2.1.1 Ziele und Struktur

Für die gegenwärtige und zukünftige Sicherung der Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktion unserer Wälder sind verlässliche Informationen über den Zustand und die Veränderung der Waldökosysteme eine wichtige Voraussetzung. In Thüringen werden diese Informationen seit über 30 Jahren durch das forstliche Umweltmonitoring zur Verfügung gestellt.

Das forstliche Umweltmonitoring ist ein abgestimmtes System aus stichprobenbasierten Übersichtserhebungen (Level I) und intensiv untersuchten Dauerbeobachtungsflächen (Level II). Es setzt sich aus drei Monitoring-elementen zusammen:

- der Waldzustandserhebung (WZE),
- der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) und
- dem Intensiven Forstlichen Umweltmonitoring an Wald- und Hauptmessstationen (WMS/HMS).

Die Waldzustandserhebung und die Bodenzustandserhebung zählen zu den stichprobenbasierten Übersichtserhebungen (Level I). Sie werden auf einem engmaschigen, landesweiten Stichprobennetz durchgeführt und liefern repräsentative Informationen über den Zustand und die Veränderung der Wälder und der Waldböden. Die Datenerhebungen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings (Level II) sind zum Teil sehr aufwendig und finden deshalb nur an einigen ausgewählten Waldstandorten statt. Ziel des Intensiven Monitorings ist es, die Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf Waldökosysteme besser zu verstehen.

Die rechtlichen Grundlagen des forstlichen Umweltmonitorings bilden § 41a des Bundeswaldgesetzes (BWaldG) und die darauf basierende, vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2013 erlassene, „Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV)“. Als hoheitliche Aufgabe wird das forstliche Umweltmonitoring in Thüringen gemäß § 2 des Thüringer Gesetzes über die Errichtung der Anstalt öffentlichen Rechts „Thüringen-Forst“ (LForstAGTH) in Verbindung mit § 5 Thüringer Waldgesetz (ThürWaldG) von der Landesforstanstalt flächendeckend und für alle Waldbesitzarten durchgeführt.

Das forstliche Umweltmonitoring in Thüringen ist in nationale und internationale Monitoringprogramme eingebunden. Dazu zählt auf europäischer Ebene beispielsweise das „International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)“. Dieses Programm gewährleistet unter anderem, dass die Daten des forstlichen Umweltmonitorings europaweit nach den gleichen Verfahren erhoben werden, sodass sie überregional zusammengeführt, ausgewertet und verglichen werden können. Der Freistaat Thüringen übermittelt in einem regelmäßigen Turnus Daten an das ICP Forests-Programm.



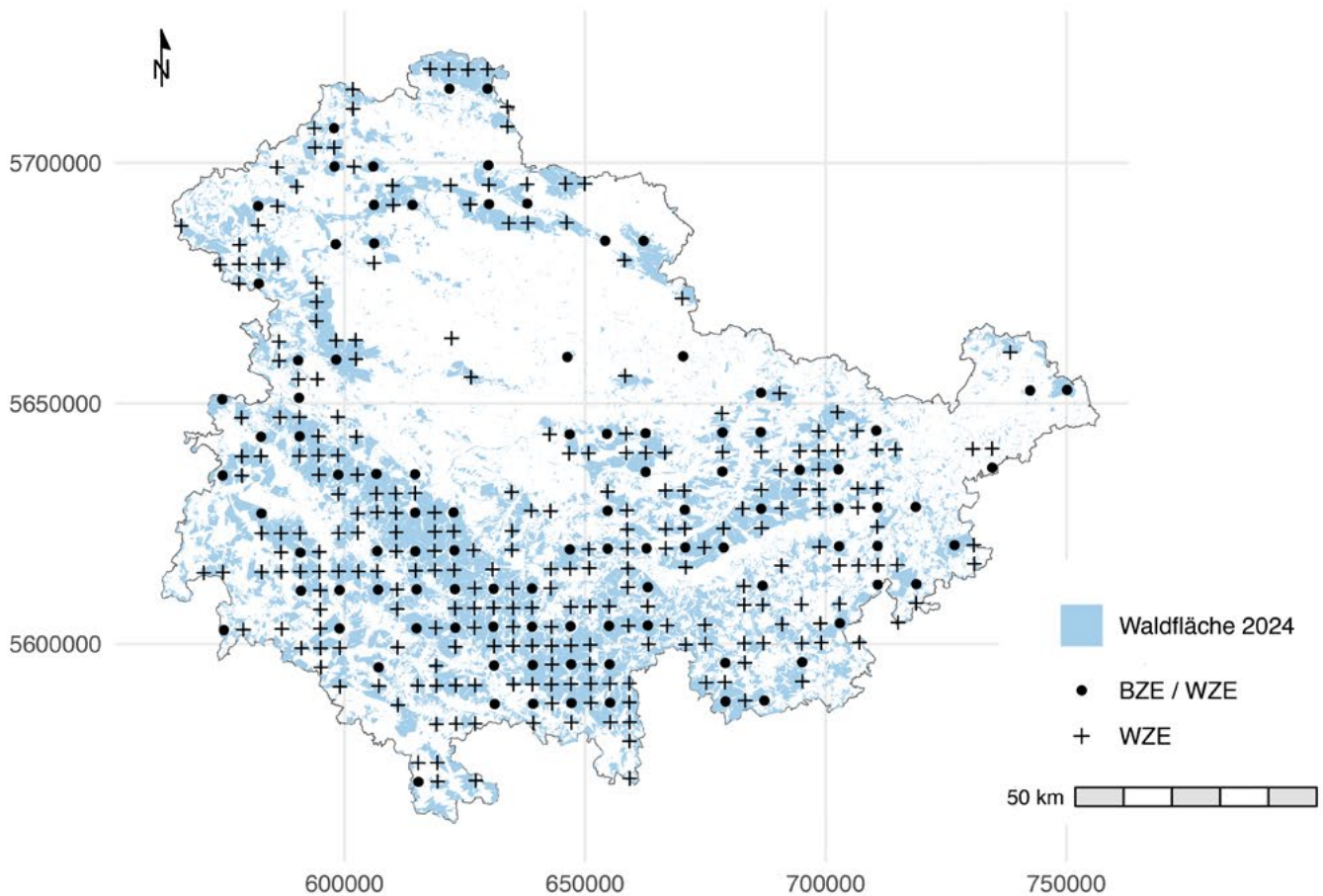
2.1.2 Waldzustandserhebung

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist eine stichprobenbasierte Übersichtserhebung, mit der jedes Jahr der „Gesundheitszustand“ der Wälder in Thüringen erfasst wird. Als wichtigster Indikator gilt dabei der Kronenzustand von Waldbäumen. Die Ergebnisse der WZE werden jedes Jahr im Thüringer Waldzustandsbericht veröffentlicht ¹ und fließen auch in den Waldzustandsbericht des Bundes ² sowie in europaweite Auswertungen mit ein.

Die Aufnahme- und Auswerteverfahren der WZE sind auf Grundlage der ForUmV zwischen den Bundesländern abgestimmt. In Thüringen werden die Daten seit dem Jahr 1991 auf einem systematischen 4 km × 4 km-Stichprobenraster erhoben. An den 355 Stichprobenpunkten des Stichprobenrasters, die im Wald liegen (Abb. 2), werden jedes Jahr Merkmale an jeweils 24 Probebäumen erfasst. Zu diesen Merkmalen zählen z. B. die Baumart, das Alter, die Verfärbung von Blättern bzw. Nadeln, die Intensität der Blüte und Fruktifikation sowie die Kronenverlichtung (➔ siehe Kapitel 7.1 „Methodik der Waldzustandserhebung“). Die Kronenverlichtung beschreibt den prozentualen Verlust an Blatt- bzw. Nadelmassen gegenüber einem vollbelaubten Referenzbaum.

Abbildung 2:

Stichprobennetz der Waldzustandserhebung (WZE) und der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)



¹ <https://infrastruktur-landwirtschaft.thueringen.de/unsere-themen/forst-jagd-und-fischerei/forstwirtschaft>

² www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/forstliches-umweltmonitoring.html

Anhand der Kronenverlichtung wird jeder Probebaum einer von fünf Vitalitätsstufen zugeordnet, wobei die Stufen „mittlerer Vitalitätsverlust“ (Stufe 2), „starker Vitalitätsverlust“ (Stufe 3) sowie „abgestorben“ (Stufe 4) zu einer Kategorie „deutlich geschädigt“ zusammengefasst werden (gesund: 0–10 % Kronenverlichtung; leichter Vitalitätsverlust: > 10–25 %; deutlicher Vitalitätsverlust: > 25–100 %). Auf Basis dieser Einzeldaten werden die Flächenanteile der Vitalitätsstufen in den Wäldern Thüringens aggregiert. An den Stichprobenpunkten der WZE wird auch erfasst, wie viele der noch im Vorjahr lebenden Probebäume abgestorben sind oder entnommen wurden. Aus diesem Verhältnis wird die jährliche Ausfallrate abgeleitet (→ siehe Kapitel 7.1 „Methodik der Waldzustandserhebung“).

Für die Planung und Durchführung der Waldzustandserhebung ist das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha) der Landesforstanstalt verantwortlich. Die Außenaufnahmen werden von den 24 Forstämtern der Landesforstverwaltung durchgeführt (Abb. 3). Vor jeder Aufnahme werden die Aufnahmetrupps intensiv durch das FFK Gotha geschult.



Abbildung 3:
Blick in die Krone – Außenaufnahmen der Waldzustandserhebung (Foto: FFK Gotha)

2.1.3 Bodenzustandserhebung

An jedem vierten WZE-Stichprobenpunkt (8 km x 8 km-Raster) erfolgt ca. alle 15 Jahre eine landesweite Inventur des Waldbodens. Nach den Jahren 1992/93 und 2005/06 wurden im Jahr 2023 die Außenaufnahmen für die dritte bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE III) abgeschlossen. Die Bodenzustandserhebung wird auf Grundlage der vom BMEL erlassenen „Verordnung über Erhebungen zum Zustand des Waldbodens (BZEV)“ vom 29. Juni 2020 durchgeführt. Entsprechend der zwischen dem Bund und den Ländern abgestimmten Methodik werden an den 100 Thüringer Aufnahmepunkten unter anderem Daten zu bodenchemischen Kenngrößen (z. B. Nährstoffvorrat, Bodenversauerung, Kohlenstoffspeicher), bodenphysikalischen Kenngrößen (z. B. Wasserspeicherkapazität) aber auch Daten zur Vegetation (z. B. Durchmesser und Höhe von Bäumen, Bodenvegetation) erhoben.



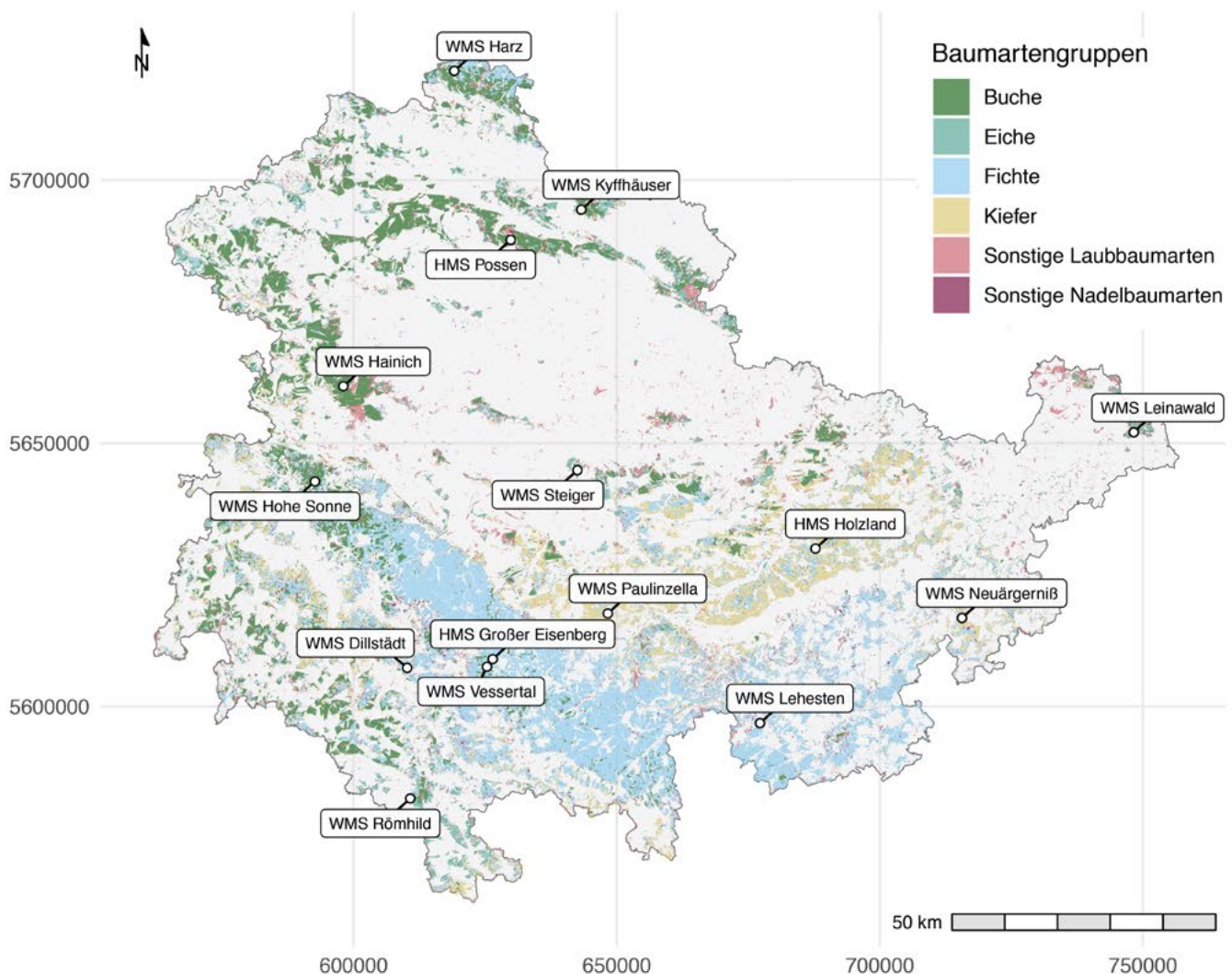
Abbildung 4:
Entnahme von Bodenproben zur Dritten Bodenzustandserhebung (BZE 3) im Wald (Foto: FFK Gotha)

2.1.4 Intensives forstliches Umweltmonitoring

Um die Auswirkungen von abiotischen und biotischen Umwelteinflüssen (z. B. Luftschadstoffe, klimatische Veränderungen, Bewirtschaftung, Schadinsekten) auf die Prozesse in den Wäldern und Waldböden zu untersuchen, wurden seit dem Jahr 1991 insgesamt 15 Wald- und Hauptmessstationen in größeren Waldgebieten

Thüringens installiert (Abb. 5). Ziel der Erhebungen an den Messstationen ist es, Ursache-Wirkungs-Beziehungen in den Waldökosystemen Thüringens besser zu verstehen, Risiken und Gefahren für den Wald zu erkennen und aus den gewonnen Erkenntnissen Handlungsoptionen für die Politik und die forstliche Praxis abzuleiten.

Abbildung 5:
Lage der drei Hauptmessstationen (HMS) und 12 Waldmessstationen (WMS)



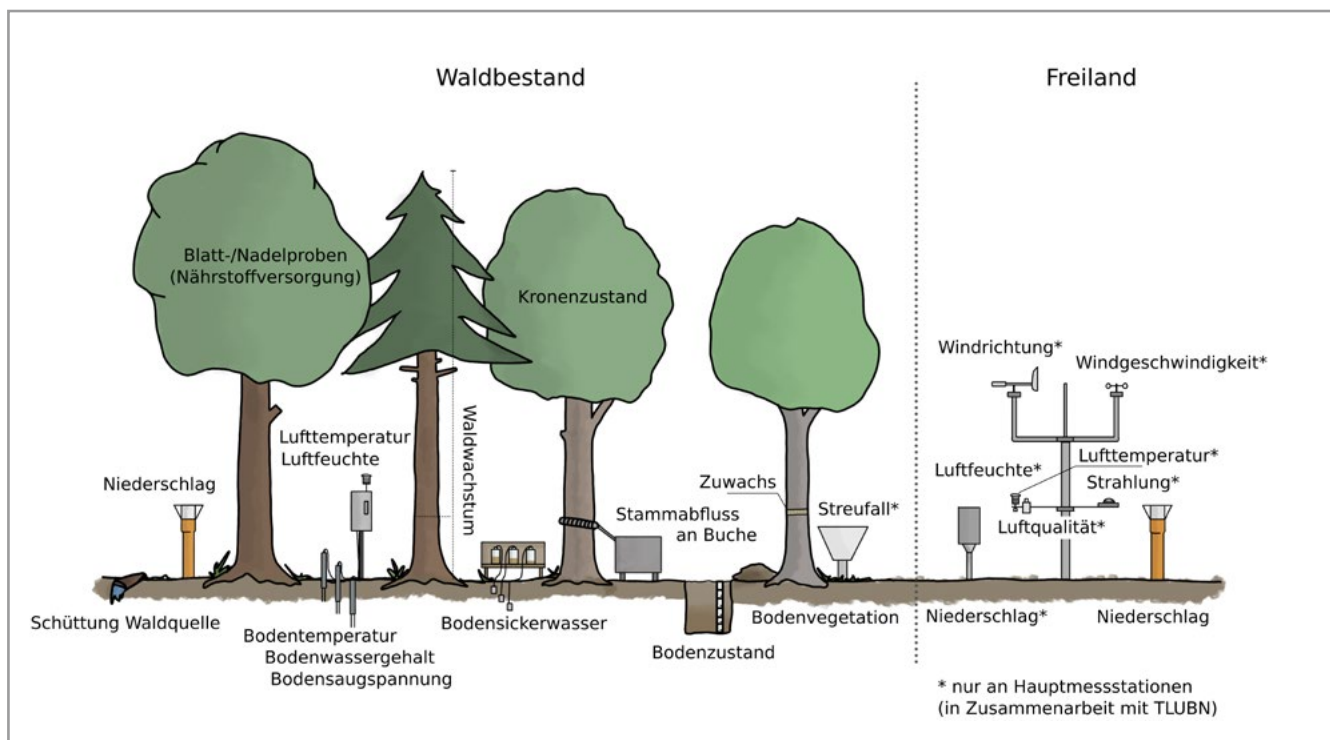
Eine Messstation des intensiven forstlichen Umweltmonitorings setzt sich immer aus zwei Flächen zusammen: einer Fläche im Waldbestand und einer Fläche im Freiland. Im Waldbestand werden unter anderem Daten zum Kronenzustand, zum Wachstum der Bäume oder zum Wassergehalt im Boden erfasst (Abb. 6). Auf der Freifläche werden meteorologische Daten erhoben.

An den Waldmessstationen (WMS) sind die Niederschlagsmenge und -qualität, an den Hauptmessstationen (HMS) werden zusätzlich die Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Globalstrahlung sowie weitere meteorologische Daten in hoher zeitlicher Auflösung erfasst (Abb. 7).



Abbildung 6:
permanente Messung des Stammumfanges an der Hauptmessstation Großer Eisenberg (Foto: FFK Gotha)

Abbildung 7:
Aufbau einer Haupt-/Waldmessstation



Die drei Hauptmessstationen Großer Eisenberg, Possen und Holzland werden in Zusammenarbeit mit dem Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) betrieben. Die Daten dieser drei Stationen und sowie die der WMS Steiger und Lehesten werden jährlich an das ICP Forests-Umweltmonitoringprogramm übermittelt und fließen somit in nationale und internationale Auswertungen mit ein.

In den monatlichen Berichten zur Bodenfeuchte und den quartalsweise erscheinenden forstlichen Witterungsberichten werden die an den Messstationen erhobenen Daten regelmäßig auf der Internetseite der Landesforstanstalt veröffentlicht ³.

³ <https://www.thueringerforst.de/wald-zukunft/forschung/berichte-erhebungen>

2.2 Waldschutz

2.2.1 Waldschutzmeldedienst

Zur Überwachung der Waldschutzsituation ist in Thüringen seit 1947 ein Waldschutzmeldedienst etabliert. Neben der Überwachung und Diagnose von forstlichen Schadorganismen (Insekten, Pilze) werden Prognosen und Handlungsempfehlungen für Waldbesitzende gegeben. Die aus den Thüringer Forstrevieren und aus dem Bundesforstbetrieb gemeldeten Schäden durch Insekten, Mäuse und Pilze, durch abiotische Einflüsse verur-

sachte Schäden, wie z. B. Wurf- und Bruchholz, Frost- oder Dürreschäden, sowie Schäden durch 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 zu finden ⁴.

2.2.2 Waldschutzmonitoring

Das Waldschutzmonitoring umfasst die Überwachung der Populationsdichte und Ausbreitung forstlicher Schaderreger anhand mehrstufiger, situationsangepasster Verfahren und wird für zur Massenvermehrung neigende Schadorganismen durchgeführt. Dazu zählen in Thüringen unter anderem Borkenkäferarten (u. a. Buchdrucker und Kupferstecher), die Nonne, Frostspanner-Arten, der Eichenprozessionsspinner, der Schwammspinner oder Kurzschwanzmäuse.

Die speziell auf den jeweiligen Schädling abgestimmten Überwachungsmaßnahmen beinhalten unter anderem die Bodensuche nach Larven und Puppen, Fallenfänge mit Lockstoffen (Pheromone; Abb. 8), die Feststellung von Ei-Besatzdichten und Schwarmflugüberwachungen. Die Ergebnisse sind Grundlage für Prognosen zur Schadentwicklung und zur Vorbereitung von gegebenenfalls erforderlichen Gegenmaßnahmen.



Abbildung 8:
Pheromonfalle (Foto: FFK Gotha)

⁴ www.thueringenforst.de/wald-zukunft/forschung/berichte-erhebungen

2.2.3 Quarantäneschadorganismen

Quarantäneschadorganismen sind Organismen, die Pflanzen schädigen können, aber noch nicht in einem bestimmten Gebiet vorkommen oder nur begrenzt verbreitet sind und deren Eindringen in neue Gebiete aktiv verhindert werden soll. Sie gelten als Schadorganismen mit potenzieller ökonomischer Bedeutung für das Gebiet der Europäischen Union (EU) und unterliegen deshalb amtlichen Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen nach den Vorgaben des Bundes und der EU.

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*.

2.3 Weitere Erhebungen im Wald

Neben den Monitoringaktivitäten des forstlichen Umweltmonitorings und des Waldschutzes werden in Thüringen weitere Erhebungen im Wald durchgeführt. Dazu zählen beispielsweise die turnusmäßigen Bundeswaldinventuren (BWI) und die Kohlenstoffinventuren (CI) im Wald, waldwachstumskundliche Erhebungen, Inventuren zu Verbiss- und Schälsschäden und das Klimafolgenmonitoring. Zudem werden in insgesamt 14 Naturwaldparzellen regelmäßig Daten erhoben. Sie liefern wertvolle Informationen über Prozessabläufe in unbewirtschafteten Wäldern.

Bundeswaldinventuren werden auf Grundlage von § 41a Abs. 5 BWaldG und den entsprechenden Verordnungen des BMEL durchgeführt. Die Aufnahmen der vierten BWI wurden in Thüringen Ende des Jahres 2022 abgeschlossen. Inzwischen liegen die ausgewerteten Ergebnisse vor. Über die Hauptergebnisse für Thüringen wurde in einer Pressekonferenz am 8. Oktober 2024 informiert. Derzeit laufen die redaktionellen Arbeiten für einen umfassenden Thüringer Ergebnisbericht, der im Jahr 2025 zur Verfügung stehen wird. Die wichtigsten Ergebnisse der vierten BWI 2022 auf Ebene der Bundesrepublik wurden inzwischen seitens des BMEL in der Broschüre „Der Wald in Deutschland – Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur“ veröffentlicht. Nähere Informationen sind darüber hinaus im Internet unter www.bundeswaldinventur.de abrufbar. Momentan laufen die Vorbereitungen für die Kohlenstoffinventur 2027. **Kohlenstoffinventuren** erfassen zwischen zwei Bundeswaldinventuren den Zustand des deutschen Waldes mit einem eingeschränkten Datenspektrum.

Im Rahmen **waldwachstumskundlicher Erhebungen** wird auf einer Reihe von Versuchsflächen untersucht, wie sich unter verschiedene forstliche Bewirtschaftungsmaßnahmen auf das Waldwachstum, die Vitalität von Waldbäumen und die Stabilität von Waldökosystemen auswirken. Ziel ist es dabei auch, Waldbaustrategien zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit bewirtschafteter Wälder im Hinblick auf den Klimawandel zu erarbeiten.

In Thüringen werden seit dem Jahr 1994 gemäß § 32 des Thüringer Jagdgesetzes regelmäßig (d. h. alle drei Jahre) Erhebungen zum Einfluss des Wildes auf den Zustand der Wälder durchgeführt (forstliches Gutachten). Aus den Ergebnissen werden Empfehlungen zur Regulierung der Wilddichte abgeleitet. Die letzte **Inventur zu Verbiss- und Schälsschäden** erfolgte im Jahr 2022.

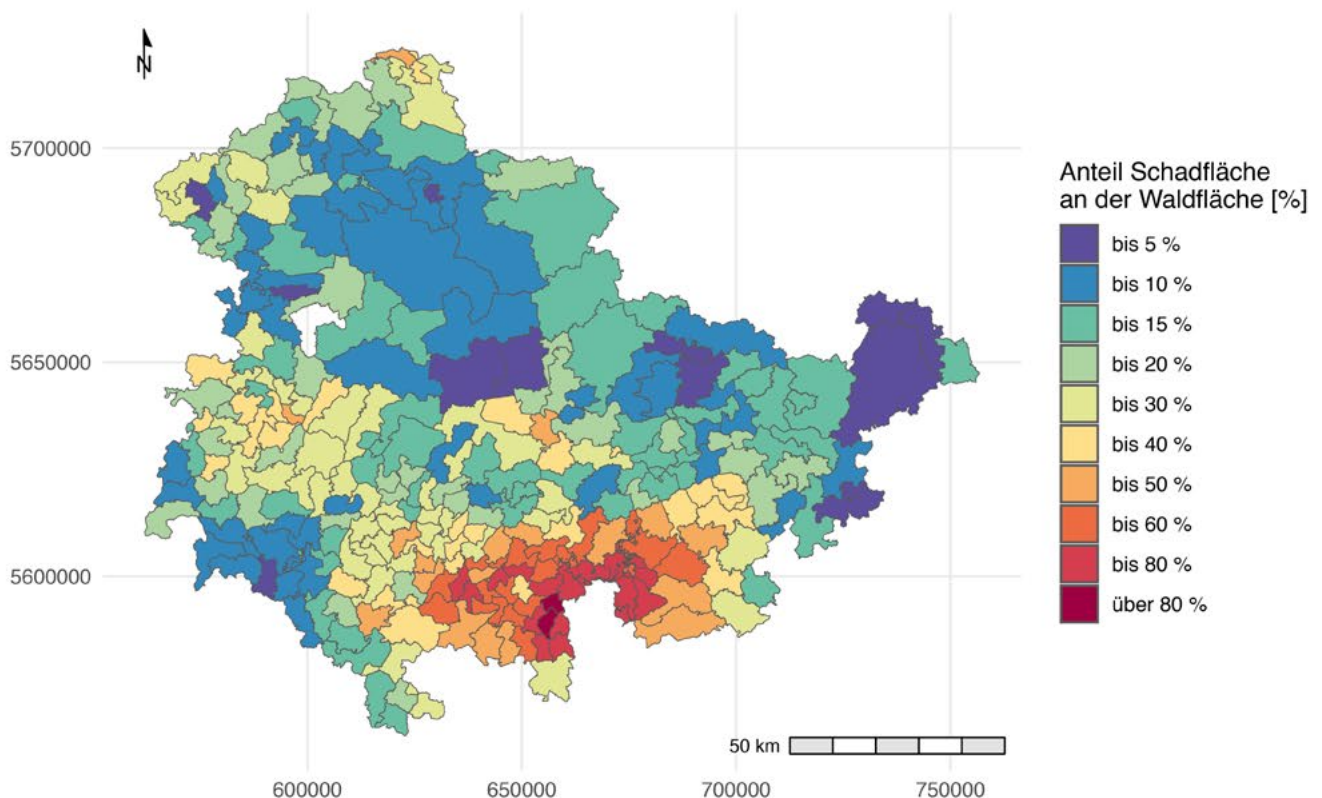
Das **Klimafolgenmonitoring** ist ein wichtiges Instrument zur Identifizierung der Hauptrisiken des Klimawandels. Es dient aber auch der Erarbeitung von Maßnahmen, die der Erhaltung und dem Schutz des Waldes dienen. Von besonderer Bedeutung ist eine an die aktuellen Klimaszenarien angepasste Baumartenwahl. Dabei werden Risiken des Klimawandels für die heimischen Baumarten bewertet, um Handlungsempfehlungen zur künftigen Risikovermeidung zu erarbeiten. 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 künftig in die Baumartenempfehlungen einfließen.

Zusätzlich zu den terrestrischen Erhebungen wird in Thüringen seit dem Sommer 2019 das Schadgeschehen in den Wäldern mithilfe von Satellitenbildern der europäischen Sentinel-2-Mission überwacht (Abb. 9). Die Auswertung werden am Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrum in Gotha durchgeführt. Detektiert und kartiert werden dabei Flächen, auf denen sich der Oberstand signifikant verändert hat (Schadflächen). Jedes Jahr werden zwei Auswertungen durchgeführt. In einer Frühjahrsauswertung werden Satellitenbilder des Winterhalbjahres für den Nadelwald ausgewertet und in einer Sommerauswertung werden die **Sentinel-2-Daten**

für die Detektion von Schäden im Nadel- und Laubwald genutzt. Aufgrund technischer Einschränkungen bei der Erfassung bleiben allerdings vorhandene Verjüngungsstrukturen auf diesen detektierten Schadflächen unberücksichtigt. Das heißt, dass Schadfläche nicht gleichbedeutend mit Kahlfläche ist. Die Detektionsgenauigkeit wird unter anderem anhand von Daten des Waldschutzmeldewesens sowie durch Vorort-Kontrollen überprüft. Der in Wiederbewaldung befindliche Anteil der detektierten Schadfläche liegt nach Einschätzung der Verjüngungssituation eigentumsübergreifend bei 79 %.

Abbildung 9:

Anteil der Schadfläche an der Gesamtwaldfläche (Holzbodenfläche) in den Forstrevieren (Stand: September 2024). Die kumulative (aufsummierte) Schadfläche zwischen Sommer 2019 und Sommer 2024 beträgt insgesamt rund 127.000 Hektar



3. WZE-Ergebnisse 2024

3.1 Alle Baumarten

Die wichtigsten Ergebnisse:

- Die mittlere Kronenverlichtung und der Waldflächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten haben gegenüber dem Vorjahr signifikant abgenommen.
- Die Ausfallraten, die vor allem durch die Baumart Fichte beeinflusst werden, haben ein weiteres Mal zugenommen.



3.1.1 Probebäume

Die Aufnahmen der Waldzustandserhebungen werden jedes Jahr an den gleichen Stichprobenpunkten und Probebäumen durchgeführt. So bestehen Vergleichsmöglichkeiten und über Zeitreihen können Veränderungstrends des Waldzustands abgebildet werden. Fällt ein Probebaum aus, wird er ersetzt (→ siehe Kapitel 3.1.4 „Ausfallraten“).

Bei der diesjährigen Waldzustandserhebung wurde der Kronenzustand an insgesamt 7.656 Probebäumen erfasst (319 WZE-Stichprobenpunkte). Die häufigste Baumart war die Fichte mit 2.266 Probebäumen und einem Anteil von 29,6 %. Die Rotbuche war mit 1.716 (22,4 %) die zweithäufigste Baumart, gefolgt von der Kiefer (1.689 Probebäume; 22,1 %) und der Eiche (532 Probebäume; 6,9 %). Der Anteil der Sonstigen Laubbaumarten lag bei 15,0 % (1.150 Probebäume) und der Anteil der Sonstigen Nadelbaumarten bei 4,0 % (202 Probebäume).

Hintergrund: Baumartengruppen

Bei der WZE wird an jedem Probebaum die Baumart erfasst. Für die Auswertung der Daten werden die Baumarten aber zu Baumartengruppen zusammengefasst. Zur Baumartengruppe „Sonstige Laubbaumarten“ zählen beispielsweise Eschen-, Birken- und Ahornarten. Aber auch den Baumartengruppen „Kiefer“ und „Eiche“ werden mehr als nur eine Art zugeordnet. Zur Gruppe „Kiefer“ zählt, neben der in Thüringen am häufigsten vorkommenden Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), unter anderem auch die Schwarzkiefer (*Pinus nigra*). Nur den Baumartengruppen „Fichte“ und „Buche“ wird ausschließlich eine Art zugeordnet, die Gemeine Fichte (*Picea abies*) bzw. die Rotbuche (*Fagus sylvatica*).

3.1.2 Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung lag bei der diesjährigen Waldzustandserhebung (WZE) bei 30,3 % und damit um 2,5 Prozentpunkte niedriger als im Vorjahr (2023: 32,8 %). Trotz des Rückgangs, der vor allem auf die günstigen Witterungsverhältnisse zurückgeführt werden kann, bewegt sich die mittlere Kronenverlichtung nach wie vor auf einem hohen Niveau (Abb. 10).

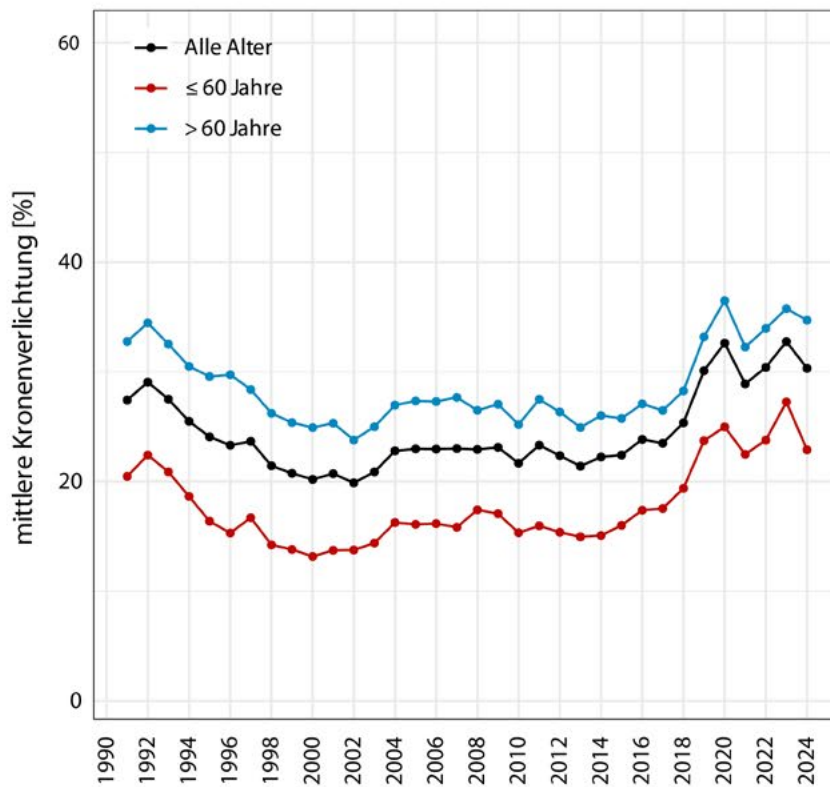


Abbildung 10:
Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung 1991–2024

Hintergrund: mittlere Kronenverlichtung

Für die Beurteilung des Waldzustandes wird bei der WZE die mittlere Kronenverlichtung berechnet. Die mittlere Kronenverlichtung ist der arithmetische Mittelwert der Kronenverlichtungswerte der Probebäume. Da Waldbäume unter anderem mit einer Veränderung der Belaubungsdichte auf Stressfaktoren reagieren, stellt die mittlere Kronenverlichtung einen wichtigen Indikator für den allgemeinen Belastungszustand der Wälder dar. Die Kronenverlichtung gilt aber als ein unspezifisches Merkmal. Aus ihr kann nicht unmittelbar auf die Wirkung eines bestimmten Belastungsfaktors geschlossen werden.

Die zeitliche Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung ist als Veränderungstrend von größerem Interesse als der absolute Wert in einem Erhebungsjahr. Dies liegt auch daran, dass ein Referenzwert der mittleren Verlichtung für einen unbelasteten, nicht durch äußere Einflüsse geprägten Wald nicht hergeleitet werden kann. Auch in einem solchen (hypothetischen) Wald läge die mittlere Kronenverlichtung, z. B. aufgrund von Konkurrenz zwischen Bäumen, nicht bei 0 %.

Die mittlere Kronenverlichtung ist bei den Probestäumen unter 60 Jahre im Durchschnitt aller Baumarten deutlich stärker zurückgegangen als bei den älteren Probestäumen (siehe „Hintergrund: Altersstufen“).

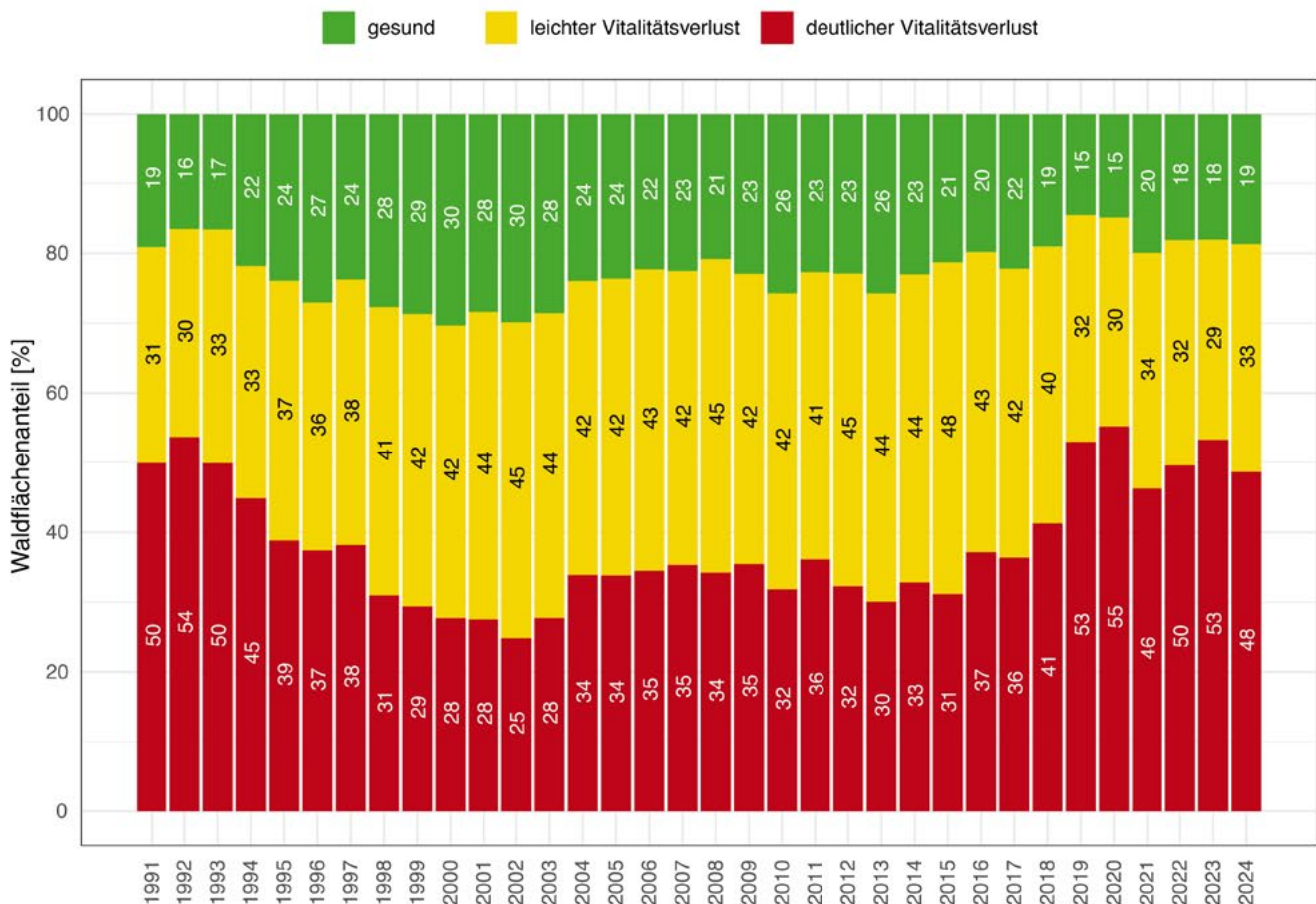
Hintergrund: Altersstufen

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung, wie z. B. der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung, werden häufig getrennt für zwei Altersstufen dargestellt: Probestäume mit einem Alter bis 60 Jahre und Probestäume über 60 Jahre. Diese Unterteilung wird vorgenommen, weil das Alter häufig einen großen Einfluss auf den Zustand und die Entwicklung der Bäume hat. Die mittlere Kronenverlichtung der unter 60-jährigen Bäume liegt beispielsweise meist deutlich unter den Werten der über 60-jährigen Bäume.

In der Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung sind, unabhängig von den Altersstufen, vier Phasen gut erkennbar (Abb. 10). In den 1990er Jahren nahm die mittlere Kronenverlichtung kontinuierlich ab, stieg nach dem Jahr 2003 leicht an und verblieb dann bis zum Jahr 2018 auf einem relativ konstanten Niveau. Nach dem Jahr 2018 ist die Kronenverlichtung sprunghaft angestiegen. Während die Abnahme in den 1990er Jahren vor allem auf die Reduktion von Luftschadstoffen zurückgeführt wird (→ siehe Kapitel 4.3 „Stoffeinträge“), wurde der Anstieg der Verlichtungswerte seit 2018 durch extreme Witterungsverhältnisse (Hitze und Trockenheit) und die Massenvermehrung forstlicher Schadinsekten ausgelöst.

Abbildung 11:

Waldflächenanteile der Vitalitätsstufen 1991–2024 (alle Baumartengruppen)



3.1.3 Ausfallraten

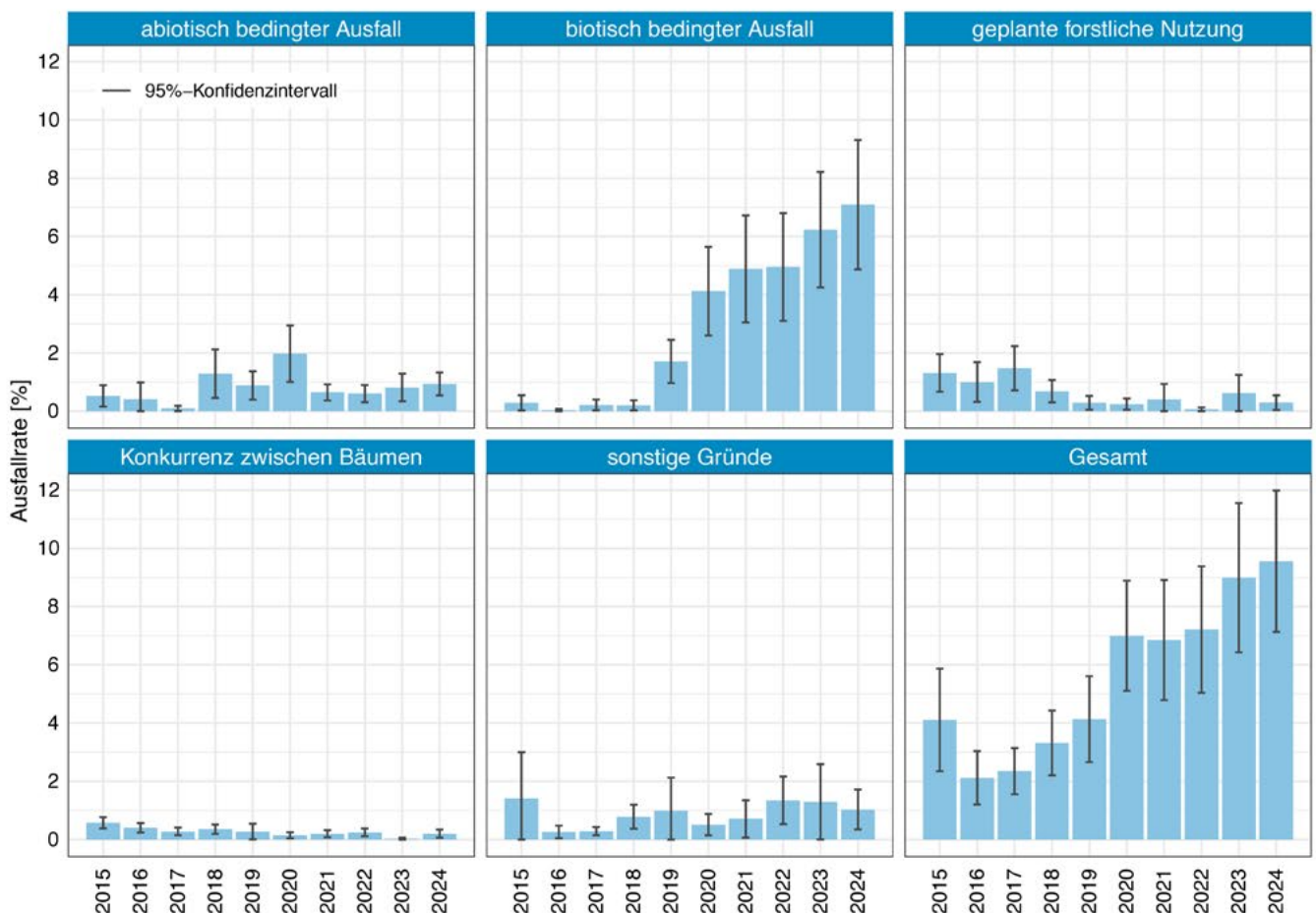
An den Stichprobenpunkten der Waldzustandserhebung wird jedes Jahr der Kronenzustand an den gleichen 24 Probebäumen erfasst. Fällt an einem Stichprobenpunkt ein Probebaum aus, weil er beispielsweise im Rahmen forstlicher Maßnahmen entnommen wurde oder abgestorben ist, wird der Grund des Ausfalls vermerkt und es wird ein Ersatzbaum für den ausgefallenen Probebaum ausgewählt. In die Berechnung der mittleren Kronenverlichtung fließt dann die Kronenverlichtung des Ersatzbaumes ein. Der ausgefallene Probebaum wird bei der Berechnung der mittleren Kronenverlichtung also nicht mehr berücksichtigt. Ist kein Ersatzbaum vorhanden, ruht die Aufnahme am fehlenden Probebaum so lange, bis ein nachwachsender Baum eine Mindesthöhe von 60 cm erreicht hat und wieder als Probebaum zur Verfügung steht.

Die ausgefallenen Probebäume liefern aber wichtige Hinweise darüber, wie sich der Wald in Thüringen verändert. Deshalb wird jährlich die Ausfallrate von

Probebäumen bestimmt. Sie wird ermittelt, indem die Anzahl der ausgefallenen Probebäume eines Jahres durch die Anzahl der lebenden Probebäume des Vorjahres dividiert wird. Sind in einem Jahr beispielsweise 80 Probebäume ausgefallen und wurden im Vorjahr 8.000 lebende Probebäume erfasst, läge die Ausfallrate in diesem Beispiel bei einem Prozent (➔ siehe Kapitel 7.1 „Methodik der WZE“).

Mit Beginn der Extremwetterjahre und dem Kalamitätsgeschehen ab 2018 sind die Ausfallraten in den Wäldern Thüringens sprunghaft angestiegen (Abb. 12). Bezogen auf die Anzahl der 2017 aufgenommenen Probebäume sind seitdem knapp 34 % der WZE-Stichprobenbäume ausgefallen (kumulative Ausfallrate). In diesem Jahr lag die Ausfallrate bei rund 9,6 %. Die bei Weitem wichtigste Ursache für die hohen Ausfallraten sind die erheblichen Schäden bei der Fichte. Diese sind fast ausschließlich durch den Befall von rindenbrütenden Borkenkäfern entstanden. Dies spiegelt sich im hohen Anteil der biotisch bedingten Ausfallrate wider.

Abbildung 12:
Ausfallraten nach Ausfallursachen



3.2 Baumart Fichte

Die wichtigsten Ergebnisse:

- Die mittlere Kronenverlichtung und der Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten haben bei der Fichte gegenüber dem Jahr 2023 abgenommen.
- Viele Fichten wurden aufgrund von Borkenkäferbefall aus dem Wald entnommen. Die Ausfallrate bewegt sich nach wie vor auf einem hohen Niveau und ist gegenüber dem Vorjahr erneut leicht angestiegen.

Der Verbreitungsschwerpunkt der Baumart Fichte (*Picea abies*) liegt in Thüringen im Thüringer Wald, im Thüringer Schiefergebirge und im Vogtland. Bei der diesjährigen Waldzustandserhebung lag der Anteil der Fichte an den WZE-Probeebäumen bei 29,6 % (2.266 von insgesamt 7.656 Probeebäumen). Allerdings hat der Anteil der Fichte in der WZE-Stichprobe in den vergangenen Jahren deutlich abgenommen. Zu Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1991 lag er noch bei 46 %, im Jahr 2017 immerhin noch bei 43 %. Innerhalb von nur sieben Jahren ist der Fichtenanteil im Zuge des Kalamitätsgeschehens um 13,4 Prozentpunkte zurückgegangen.

3.2.1 Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung ist bei der Fichte von 31,9 % im Jahr 2023 auf 28,9 % im Jahr 2024 zurückgegangen. Trotz dieses Rückgangs von drei Prozentpunkten bewegt sich die mittlere Kronenverlichtung nach wie vor auf einem hohen Niveau (Abb. 13).

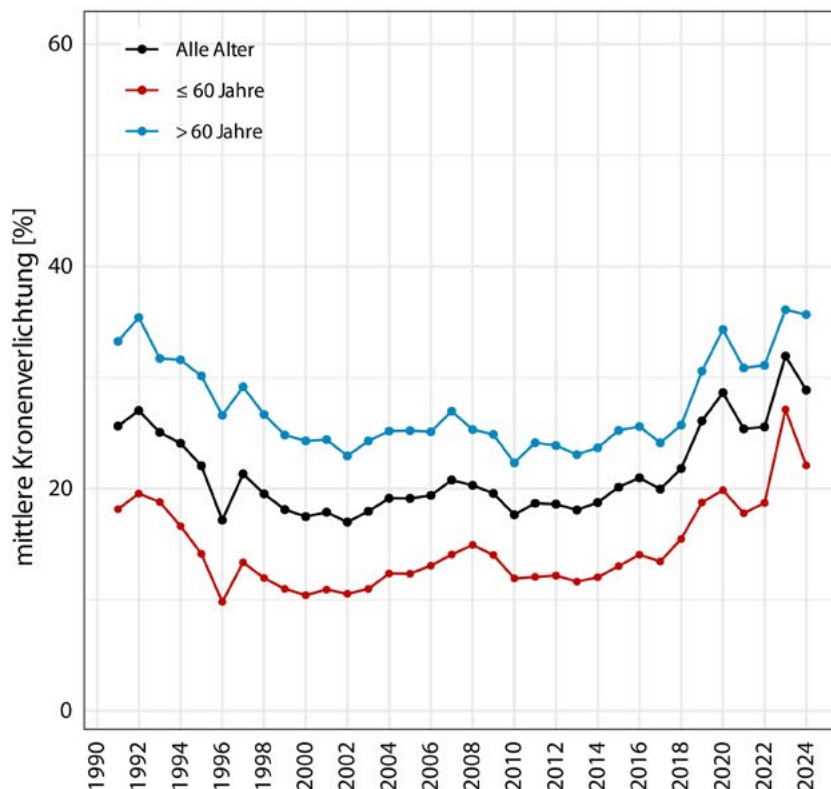


Abbildung 13:
Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung (Baumartengruppe Fichte)



Besonders deutlich ist die Abnahme der mittleren Kronenverlichtung bei den jüngeren Fichten (≤ 60 Jahre). Hier ist sie innerhalb eines Jahres um über fünf Prozentpunkte von 27,1 % 2023 auf 22,0 % zurückgegangen. Bei den älteren Fichten (> 60 Jahre) fiel der Rückgang deutlich geringer aus (36,1 % im Vorjahr und 35,7 % in diesem Jahr). Bei der Waldzustandserhebung 2024 waren rund die Hälfte der erfassten Fichte älter als 60 Jahre. Dass die Schäden bei den jüngeren Fichten merklich zurückgegangen sind, zeigt sich auch beim

Flächenanteil der Fichten mit einer Kronenverlichtung von über 50 % (Abb. 14). Auch hier ist ein deutlicher Rückgang von rund 8 % auf 5 % zu erkennen. Die Zahlen der Waldzustandserhebung decken sich ebenfalls mit den Daten des Thüringer Waldschutzmeldedienstes. Im letzten Jahr wurden ein starker Anstieg der Befallszahlen durch den Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) und den Furchenflügeligen Fichtenborkenkäfer (*Pityophthorus pityographus*) gemeldet. In diesem Jahr sind die Zahlen rückläufig.

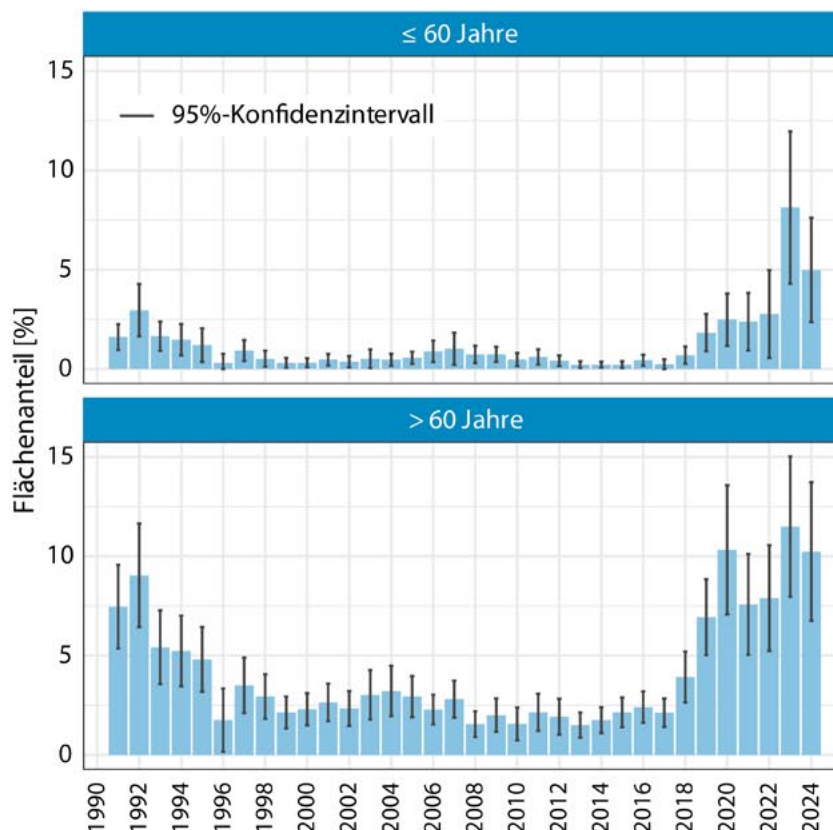


Abbildung 14:

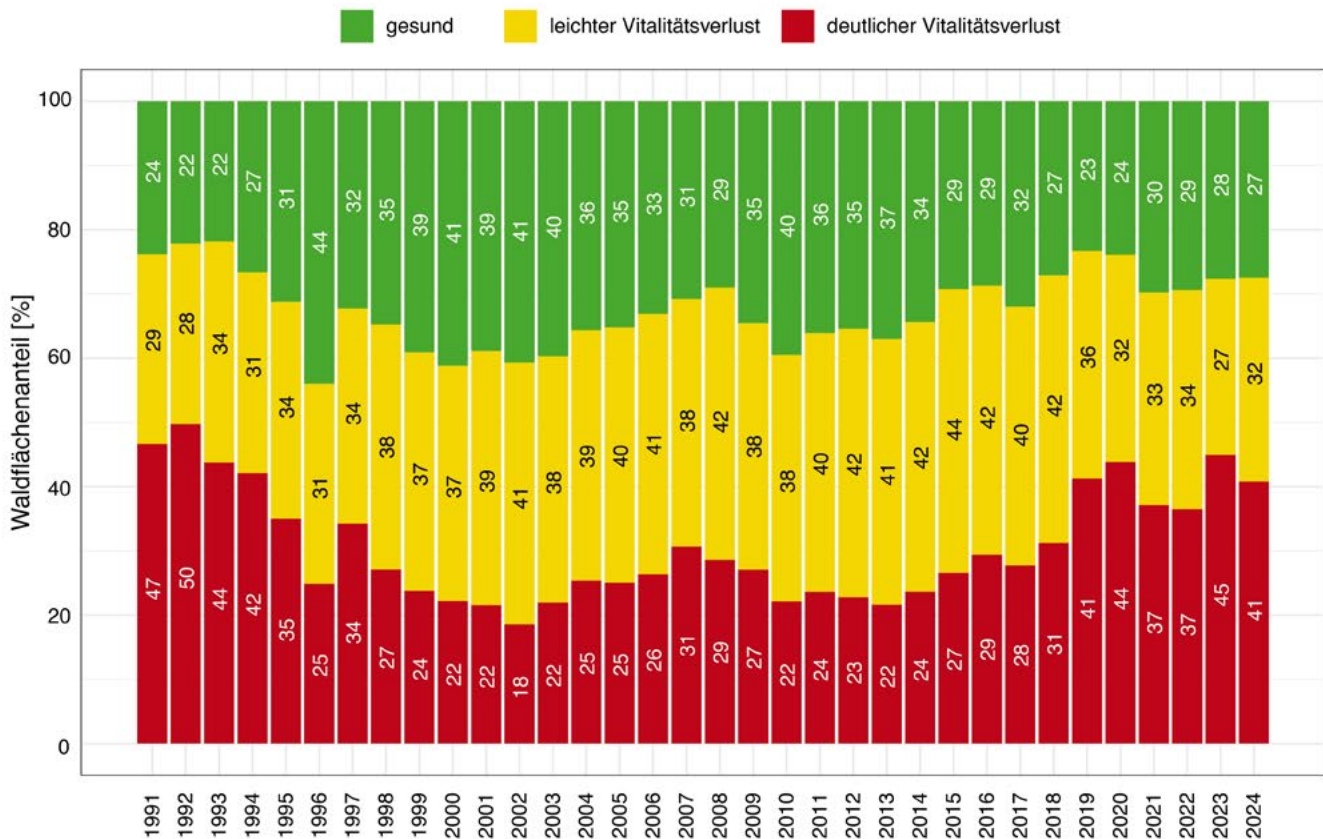
Flächenanteile mit einer Kronenverlichtung von über 50 % bei jüngeren (≤ 60 Jahre) und älteren (> 60 Jahre) Fichten (Baumartengruppe Fichte)

3.2.2 Vitalitätsstufen

Bei der Fichte betrug der als „gesund“ eingestufte Flächenanteil in diesem Jahr 27 % (2023: 28 %), der Flächenanteil mit „leichten Vitalitätsverlusten“ lag bei 32 % (2023: 27 %) und der Anteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ bei 41 % (2023: 45 %; Abb. 15).

Abbildung 15:

Flächenanteile der Vitalitätsstufen 1991–2024 (Baumartengruppe Fichte)



Bei den jüngeren Fichten lag der als gesund eingestufte Flächenanteil mit 41,9 % erheblich höher als bei älteren Fichten (13,1 %). Bei den älteren Fichten lag der Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten bei 54,8 %, bei den jüngeren Fichten bei 26,7 %. Eine der Ursachen für diese großen Unterschiede des Schädigungsgrads zwischen jüngeren und älteren Fichten ist, dass der Buchdrucker Fichten meist erst ab einem Stammdurchmesser von 20 cm befällt. Bei einer Massenvermehrung sind jüngere Fichten deshalb weniger gefährdet als ältere.

3.2.3 Borkenkäferbefall

Der Anteil der Fichte mit Borkenkäferbefall lag in diesem Jahr bei 6,3 % und damit deutlich unter dem Wert des Vorjahres von 12,9 % (Abb. 16). Der von Borkenkäfern befallene Flächenanteil wird bei der Fichte sehr stark durch forstliche Maßnahmen beeinflusst. Um eine weitere Ausbreitung des Buchdruckers in älteren Fichtenbeständen zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen, wird versucht, befallene Bäume möglichst schnell aus dem Wald zu entnehmen. In diesem Jahr lag die sogenannte Sanierungsquote, also der Anteil der befallenen Fichten, die entnommen wurde, höher als in den vorangegangenen Jahren. Der Stehendbefall konnte so deutlich reduziert werden (→ siehe Kapitel 4.2 „Waldschutzsituation“).

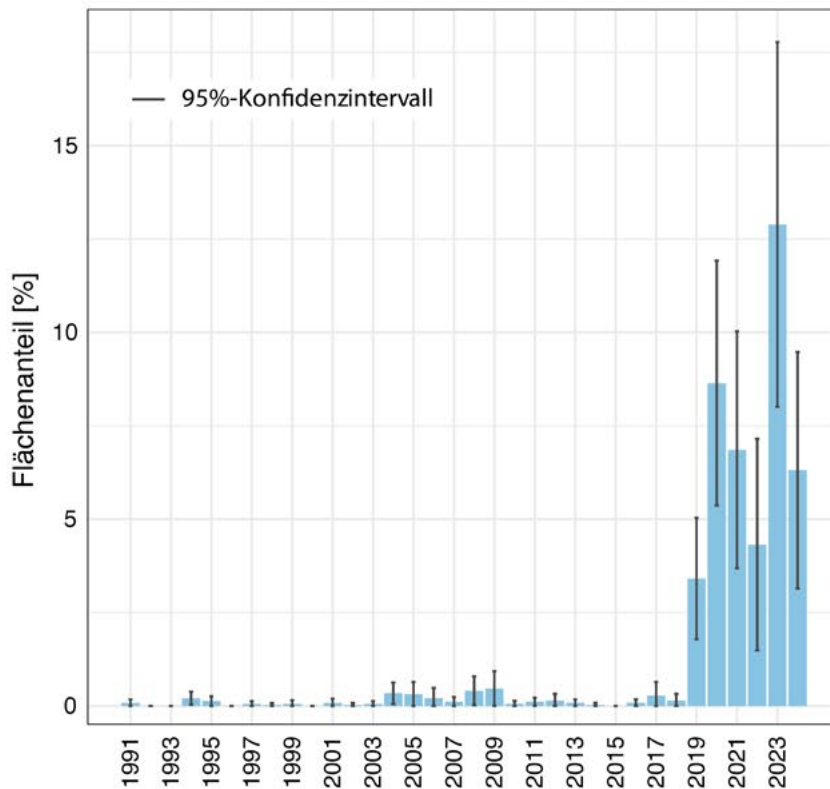


Abbildung 16:
Flächenanteil bei der Fichte mit
Borkenkäferbefall

Die Entnahme der vom Borkenkäfer befallenen Fichten spiegelt sich in einer hohen biotisch bedingten Ausfallrate wider (Abb. 17). Diese ist im Jahr 2024 erneut angestiegen und lag bei 20,6 % (2023: 17,0 %). Es ist also innerhalb nur eines Jahres mehr als jede fünfte Fichte aus biotischen Gründen ausgefallen. Ursächlich für den Ausfall war in nahezu allen Fällen der Befall durch rindenbrütende Borkenkäfer.



Abbildung 17:
Ausfallraten nach Ausfallursachen (Baumartengruppe Fichte)

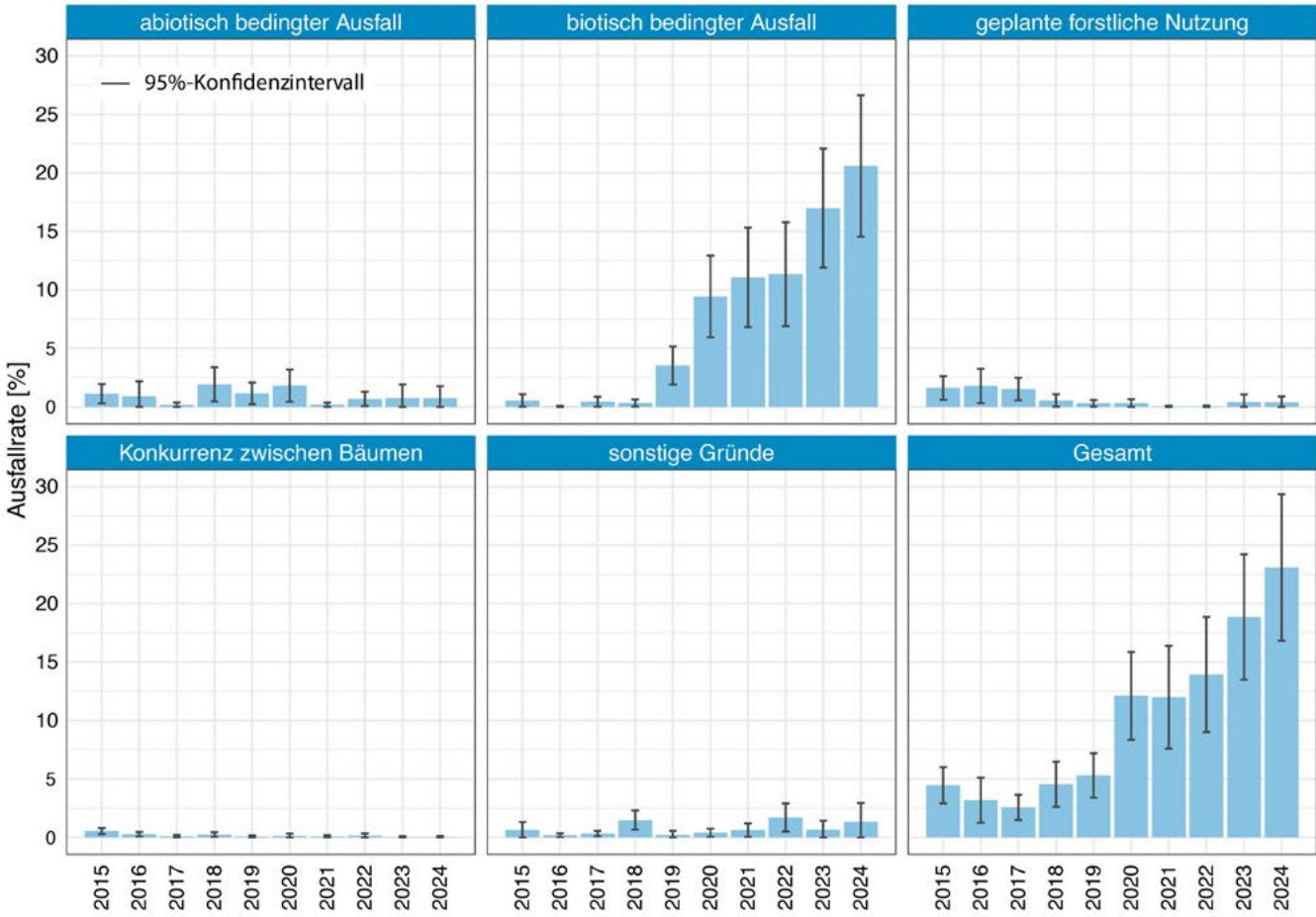


Foto: FFK Gotha

3.3 Baumart Buche

Die wichtigsten Ergebnisse:

- Der Zustand der Buche hat sich gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Die mittlere Kronenverlichtung und der Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten sind nur leicht zurückgegangen.
- Die Schäden bei der Buche bewegen sich weiterhin auf einem hohen Niveau, nennenswerte Ausfälle wurden aber nicht beobachtet.

Die Buche (*Fagus sylvatica*) kommt in der WZE-Stichprobe nach der Fichte am zweithäufigsten vor. Rund 22,4 % aller Probestämme gehörten in diesem Jahr dieser Baumart an (1.716 Probestämme). Der Anteil der Buche hat in der WZE-Stichprobe seit dem Jahr 1991 kontinuierlich zugenommen. Dies ist zum einen auf den Rückgang des Fichtenanteils zurückzuführen, aber auch in absoluten Zahlen hat die Buche zugelegt (von 1.412 Probestämmen im Jahr 1991 auf 1.716 im Jahr 2024).

3.3.1 Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung der Buche lag bei der diesjährigen WZE bei 33,3 % und hat gegenüber dem Vorjahr um 1,7 % leicht abgenommen (2023: 35,0 %). Trotz des Rückgangs liegt die mittlere Kronenverlichtung seit dem Jahr 2019 aber nach wie vor deutlich über dem vieljährigen Mittel von 26,1 % (Median der mittleren Kronenverlichtung 1991–2024; Abb. 18).

Die mittlere Kronenverlichtung jüngerer Buchen (≤ 60 Jahre) lag mit 22,2 % weit unter der mittleren Kronenverlichtung der über 60 Jahre alten Buchen (36,7 %). In der WZE-Stichprobe sind ältere Buchen (77 % der Probestämme) wesentlich stärker vertreten als jüngere (23 %).

Die Unterschiede im Schädigungsgrad jüngerer und älterer Buchen sind besonders deutlich zu erkennen, wenn der jeweilige Flächenanteil mit einer Kronenverlichtung von über 50 % betrachtet wird (Abb. 19). Bei den jüngeren Buchen liegt dieser Anteil bei 2,3 %, während er bei den älteren 16,0 % beträgt.



Foto: FFK Gotha



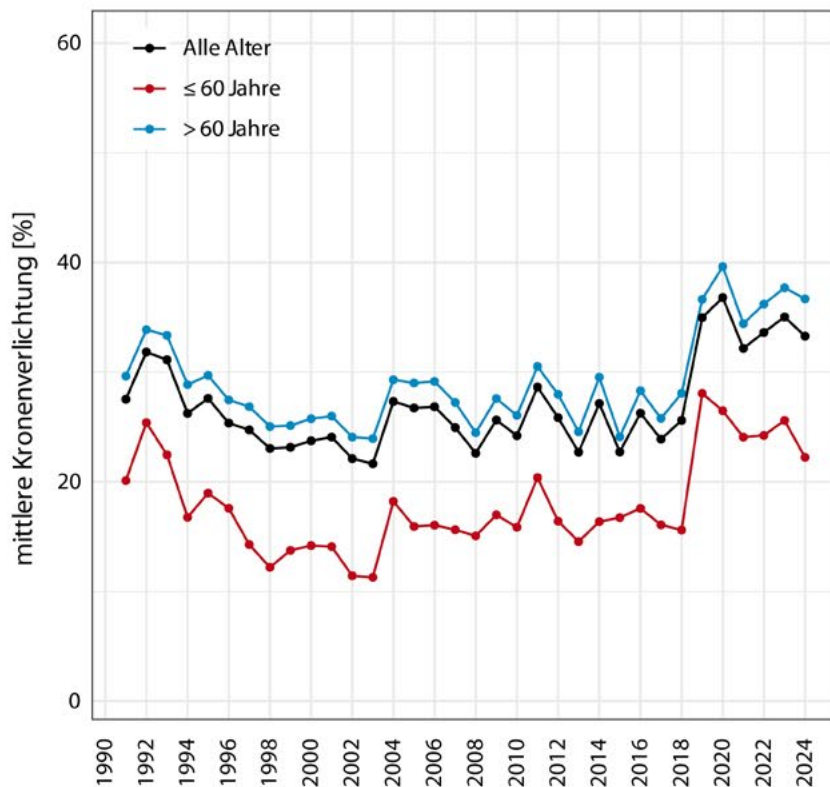


Abbildung 18:
Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung
(Baumartengruppe Buche)

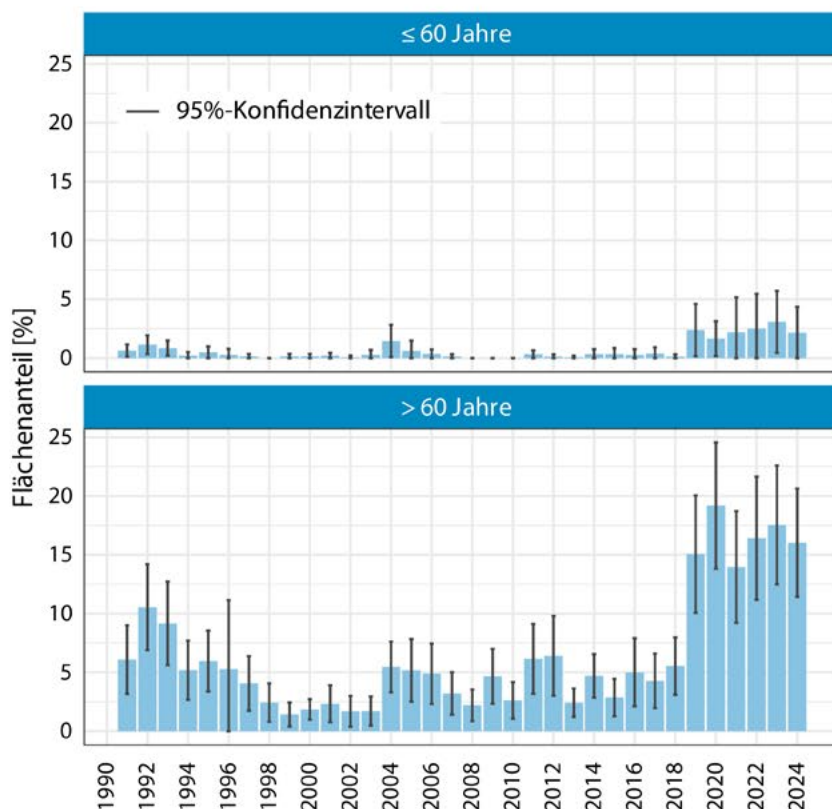


Abbildung 19:
Flächenanteile mit einer Kronenverlichtung
von über 50 % bei jüngeren (≤ 60 Jahre) und
älteren (> 60 Jahre) Buchen

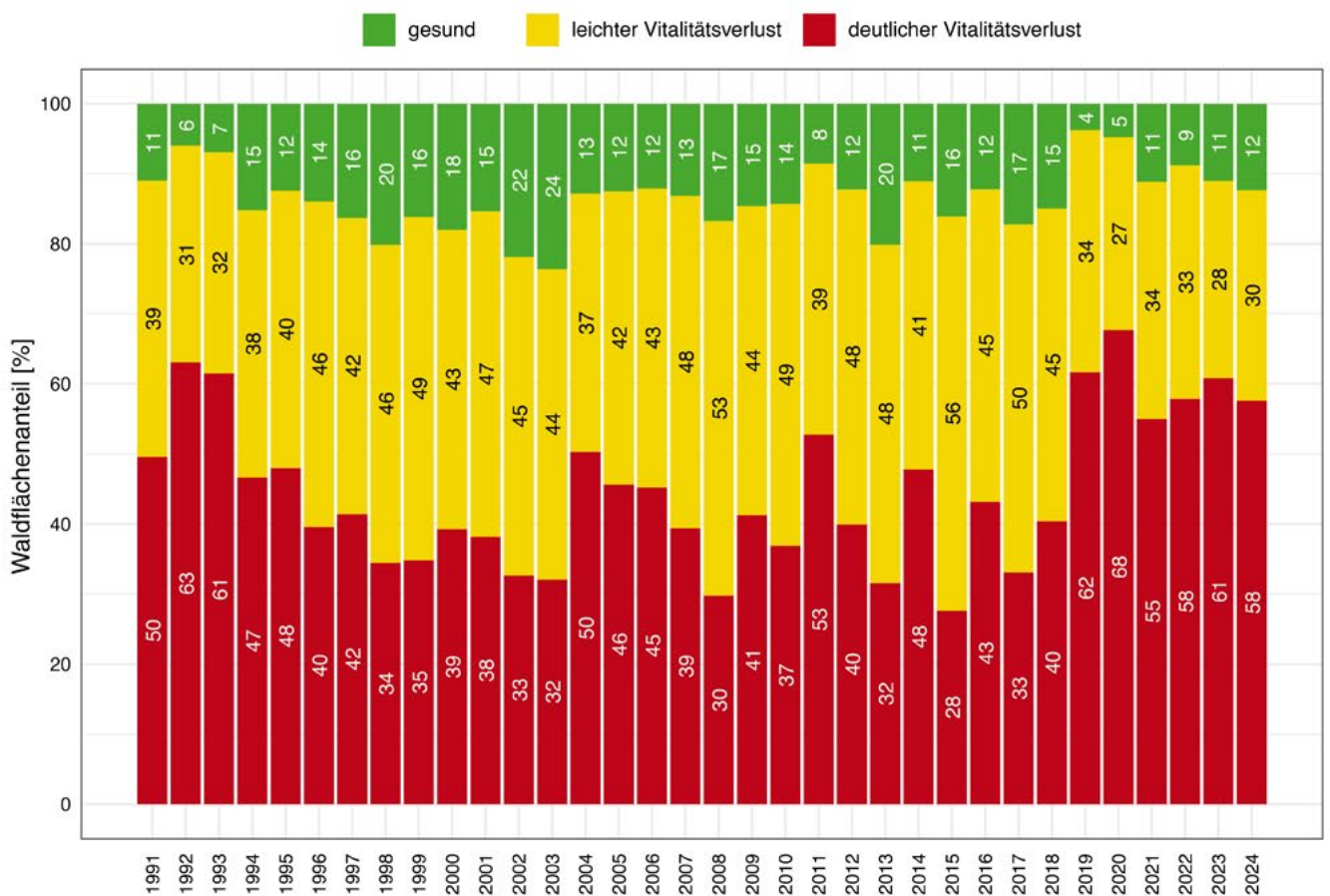
Der Anteil frisch abgestorbener Buchen (100 % Kronenverlichtung) liegt sowohl bei den jüngeren als auch den älteren Buchen in diesem Jahr mit unter einem Prozent sehr niedrig und nimmt damit nur einen geringen Anteil bei den deutlich geschädigten Buchen ein. Die Buche weist also insgesamt starke Schäden auf, es ist aber nur ein geringer Anteil der Buchen abgestorben.

3.3.2 Vitalitätsstufen

Bei der Buche betrug der als „gesund“ eingestufte Flächenanteil in diesem Jahr 12,4 % (2023: 11,0 %), der Flächenanteil mit „leichten Vitalitätsverlusten“ lag bei 30,0 % (2023: 28,2 %) und der Anteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ bei 57,6 % (2023: 60,1 %). Mit Blick auf die Anteile der Vitalitätsstufen hat sich der Zustand der Buche gegenüber dem Vorjahr also leicht verbessert (Abb. 20).

Bei den jüngeren Buchen (≤ 60 Jahre) liegt der als gesund eingestufte Flächenanteil bei 34,7 % (2023: 25,5 %), bei den älteren Buchen (> 60 Jahre) bei 5,5 % (2023: 6,9 %). Deutliche Vitalitätsverluste wiesen 29,7 % der jüngeren und 66,2 % der älteren Buchen auf (2023: 37,5 %, bzw. 67,3 %).

Abbildung 20:
Flächenanteile der Vitalitätsstufen 1991–2024 (Baumartengruppe Buche)



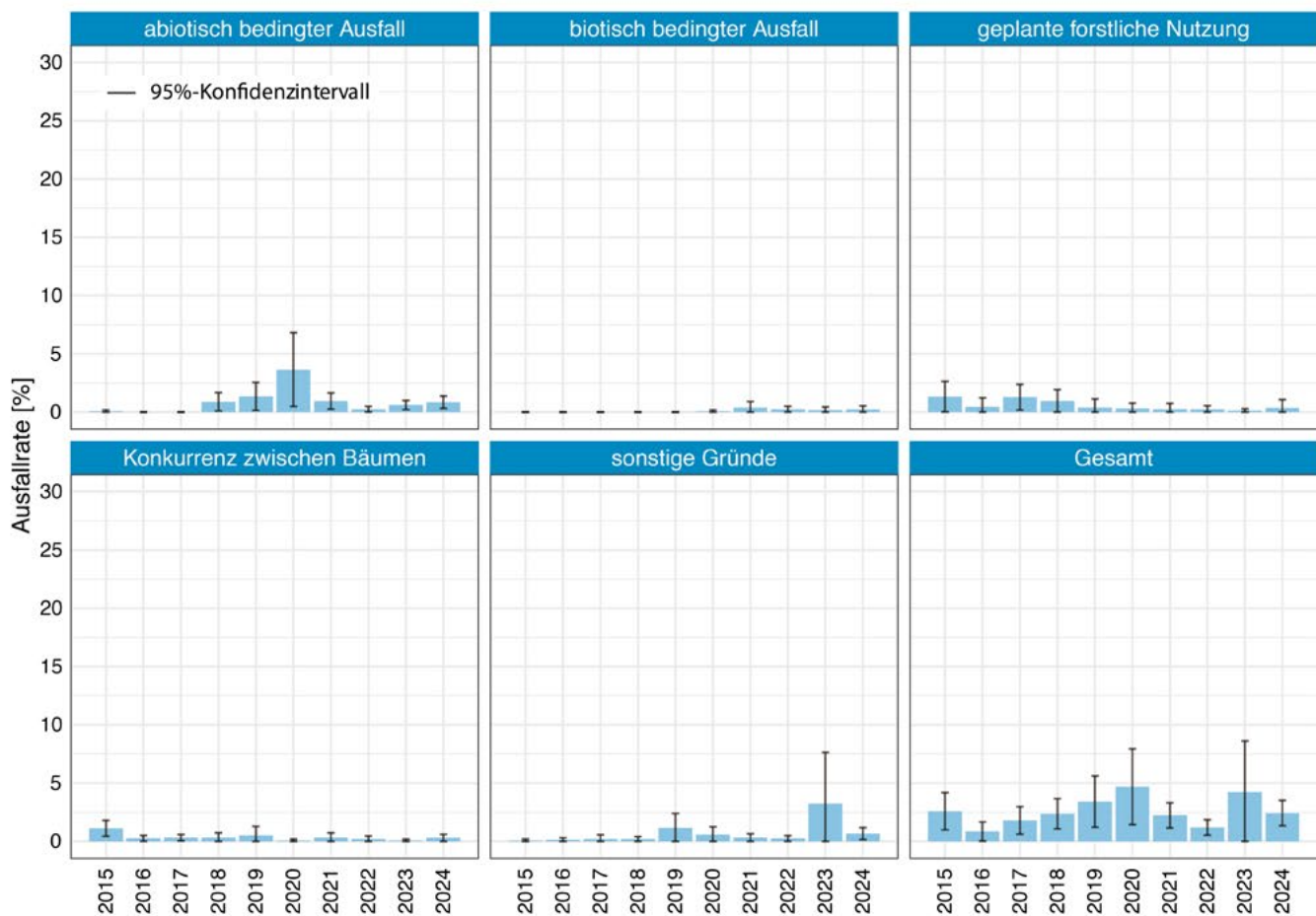
3.3.3 Ausfallraten

Bei der Buche liegen die Ausfallraten deutlich unter den Raten der Baumart Fichte. Bisher wurden nur im Jahr 2020 nennenswerte Ausfälle aufgrund abiotischer Ursachen beobachtet (Abb. 21). Hier lag die Ausfallrate bei 3,7 %. Ursächlich für die relativ hohen Ausfälle war das sehr trockene und heiße Jahr 2018, sowie die ebenfalls zu warmen und trockenen Jahre 2019 und 2020. Das ebenfalls äußerst trockene und heiße Jahr 2022 hat sich bisher noch nicht in den Ausfallraten der Buche niedergeschlagen.

Bei den aus abiotischen Gründen ausgefallenen Buchen handelt es sich überwiegend um ältere Buchen – über 90 % der abgestorbenen Buchen waren älter als 60 Jahre.

Abbildung 21:

Ausfallraten nach Ausfallursachen (Baumartengruppe Buche)



3.4 Baumart Kiefer

Die wichtigsten Ergebnisse:

- Der Zustand der Kiefer hat sich ausgehend von vergleichsweise schlechten Vitalitätswerten weiter verbessert. Die mittlere Kronenverlichtung hat erneut abgenommen. Der Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten ist um neun Prozentpunkte zurückgegangen und liegt seit 2017 zum ersten Mal wieder unter 50 %.
- Die Ausfallraten der Kiefer liegen mit unter einem Prozent erneut auf einem niedrigen Niveau.

Die Kiefer (*Pinus sylvestris*) kommt in der WZE-Stichprobe nach der Fichte und Buche am dritthäufigsten vor. Rund 22,1 % aller Probestämme gehörten in diesem Jahr dieser Baumart an (1.689 Probestämme). Der Anteil anderer Kiefernarten (u. a. der Schwarzkiefer) liegt in der Baumartengruppe „Kiefer“ insgesamt unter einem Prozent. Der Verbreitungsschwerpunkt der Kiefer liegt im Ostthüringischen Trias-Hügelland und im südwestlichen Vorland des Thüringer Waldes.

3.4.1 Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung der Kiefer hat gegenüber dem Vorjahr erneut abgenommen und liegt mit 28,1 % um 3,1 Prozentpunkten niedriger als im Jahr 2023 (31,2 %). Der diesjährige Wert weicht auch nur geringfügig vom vieljährigen Mittel von 26,5 % ab (Median der mittleren Kronenverlichtung 1991–2024; Abb. 22).

Im Jahr 1991 wurden bei der Waldzustandserhebung mit 33,3 % noch eine deutlich höhere Kronenverlichtung bei der Kiefer beobachtet, allerdings um die Jahrtausendwende auch deutlich niedrigere Werte (2000: 21,7 %).

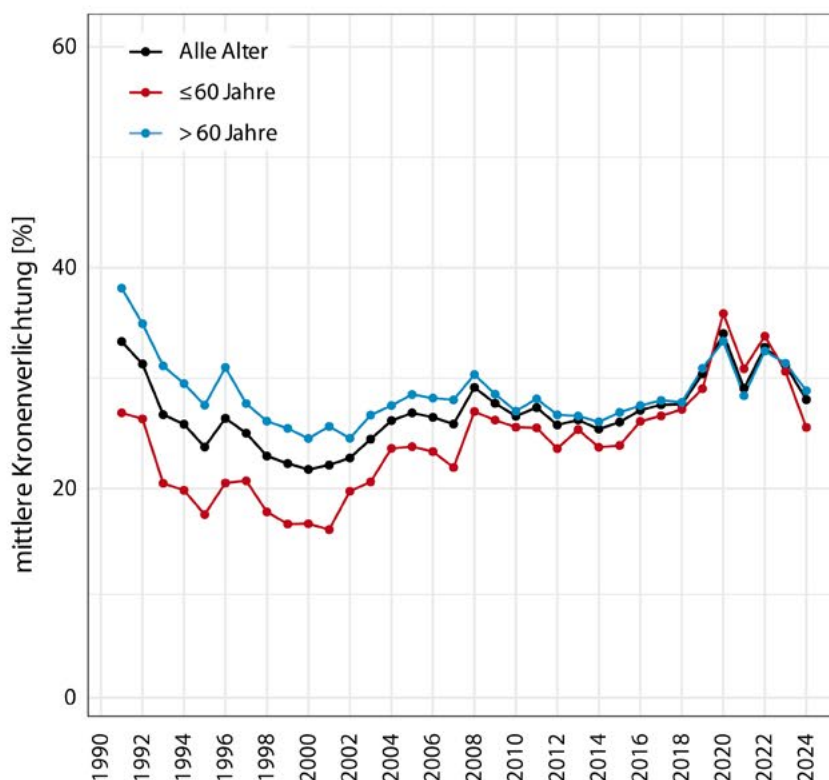


Abbildung 22:
Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung
(Baumartengruppe Kiefer)

Der Anteil jüngerer Probestämme (≤ 60 Jahre) liegt bei der Kiefer, wie auch bei der Buche, bei rund einem Viertel. Die mittlere Kronenverlichtung wird also vor allem durch ältere Probestämme (> 60 Jahre) geprägt. Die Unterschiede in der mittleren Kronenverlichtung zwischen jüngeren Kiefern (25,5 %) und älteren Kiefern

(28,9 %) fallen allerdings deutlich geringer aus als bei den Baumarten Fichte und Buche. Allerdings zeigen sich auch bei der Kiefer deutliche Unterschiede bei den Flächenanteilen mit einer Kronenverlichtung von über 50 % (Abb. 23). Bei den älteren Kiefern liegt der Wert bei 7,6 %, bei den jüngeren Kiefern bei nur 0,7 %.

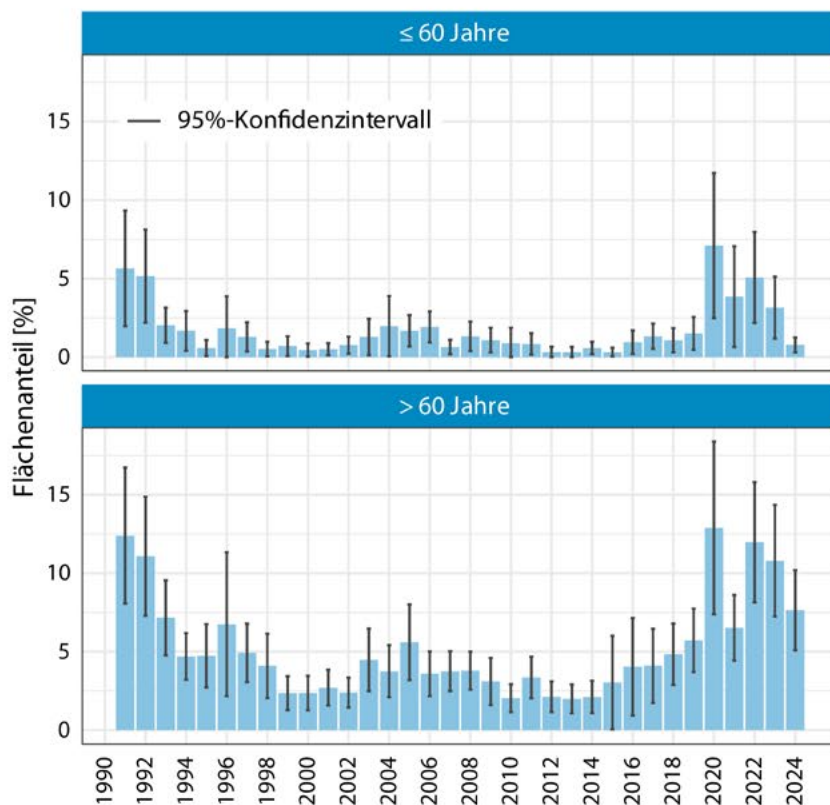
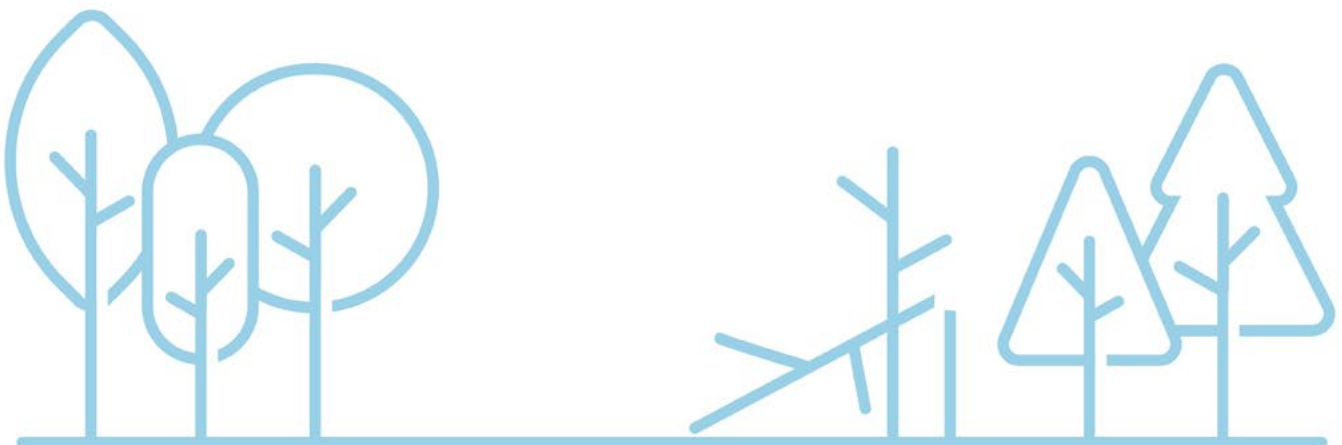


Abbildung 23:

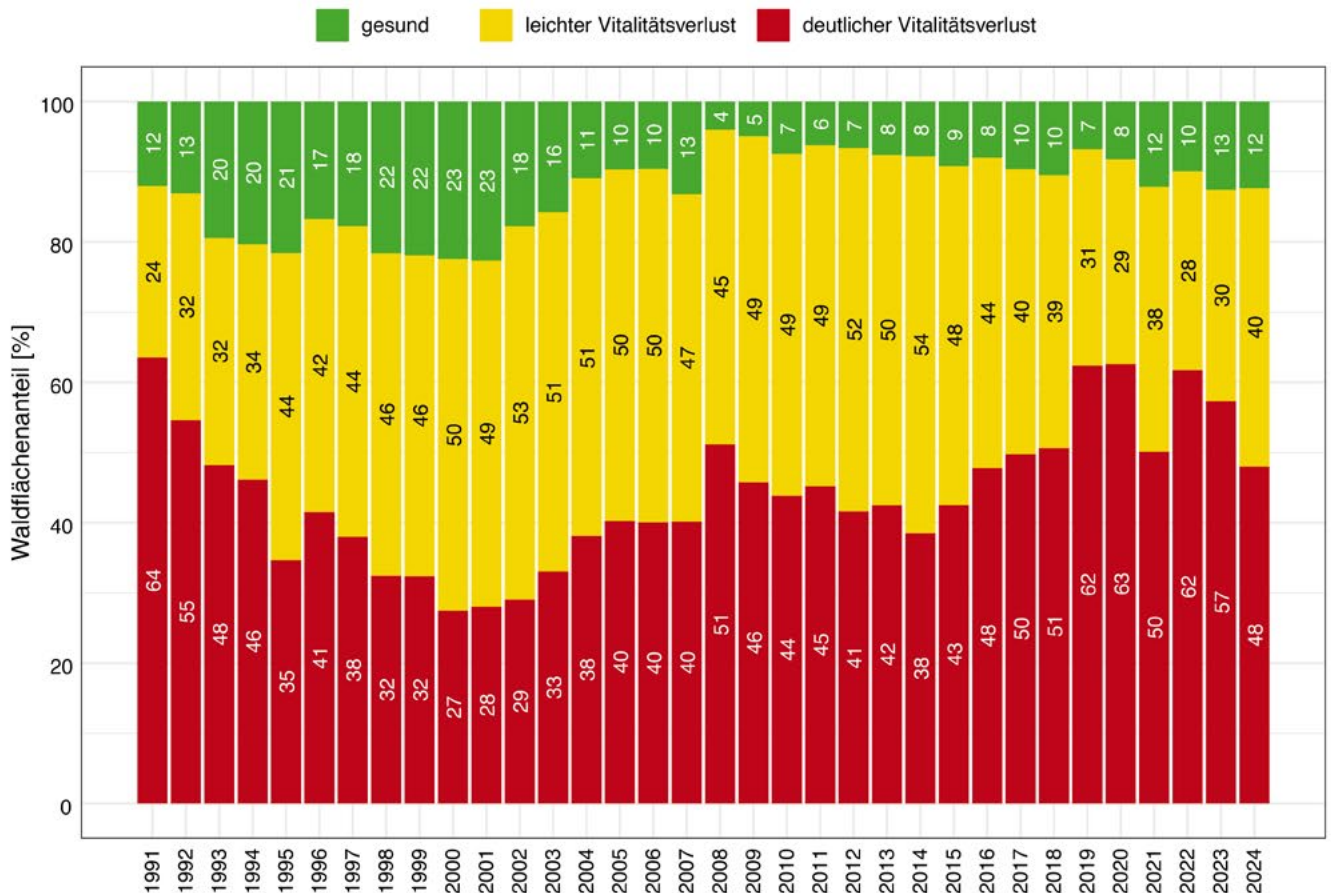
Flächenanteile mit einer Kronenverlichtung von über 50 % bei jüngeren (≤ 60 Jahre) und älteren (> 60 Jahre) Kiefern



3.4.2 Vitalitätsstufen

Bei der Kiefer betrug der als „gesund“ eingestufte Flächenanteil bei der diesjährigen Waldzustandserhebung 12,4 % (2023: 12,6 %), der Flächenanteil mit „leichten Vitalitätsverlusten“ lag bei 39,7 % (2023: 30,1 %) und der Anteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ bei 48,0 % (2023: 57,3 %). In den vergangenen drei Jahren hat sich der Zustand der Kiefer merklich verbessert (Abb. 24).

Abbildung 24:
Flächenanteile der Vitalitätsstufen 1991–2024 (Baumartengruppe Kiefer)



3.4.3 Ausfallraten

Bei der Kiefer wurden in diesem Jahr, wie auch schon in den vorangegangenen Jahren, Ausfallraten von unter 1 % beobachtet. Die Kiefer weist in Thüringen zwar generell einen relativ schlechten Zustand auf – auch im Vergleich zu anderen Bundesländern. Sie fällt aber

nur in seltenen Fällen aus. Da die Kiefer, wie auch die Eiche, häufig auf für das Baumwachstum ungünstigeren Standorten anzutreffen ist, unterstreicht dies ihre „Robustheit“ gegenüber extremen Witterungsverhältnissen.

3.5 Baumart Eiche

Die wichtigsten Ergebnisse:

- Der Spätfrost am 23. April 2024 hat erhebliche Schäden an der Eiche verursacht.
- Die mittlere Kronenverlichtung der Eiche hat deutlich zugenommen und den bisher höchsten Wert seit Beginn der Waldzustandserhebung erreicht.
- Nur rund ein Fünftel der Eichenfläche weist keine deutlichen Vitalitätsverluste auf.

Im Jahr 2024 wurden insgesamt 532 Eichen erfasst (6,9 % aller Probestämme). Die am häufigsten vorkommende Eichenart war die Traubeneiche (*Quercus petraea*) mit 361 Probestämmen (67,9 %). Daneben wurden 152 Stieleichen (*Quercus robur*; 28,6 %) und 19 Roteichen (*Quercus rubra*; 3,6 %) erfasst.

3.5.1 Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung der Eiche lag in diesem Jahr bei 43,3 % und damit um 3,9 Prozentpunkte höher als im Vorjahr (2023: 39,4 %; Abb. 25). Dies ist der bisher höchste beobachtete Wert der mittleren Kronenverlichtung bei der Eiche seit Beginn der Waldzustandserhebung.

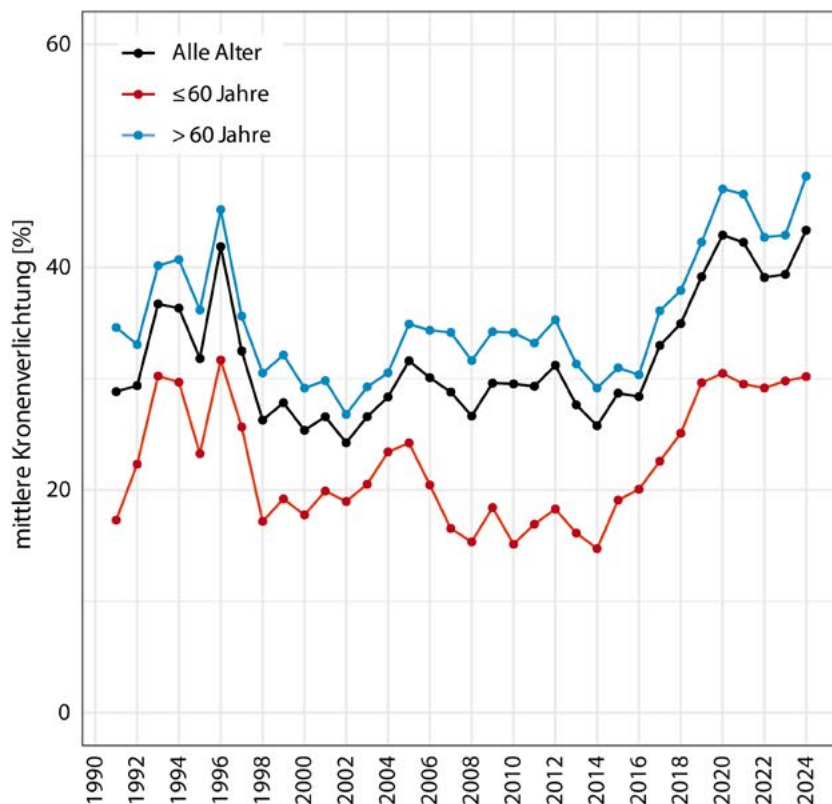


Abbildung 25:
Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung
(Baumartengruppe Eiche)

Der diesjährige Anstieg der mittleren Kronenverlichtung bei der Eiche hängt eng mit dem Witterungsverlauf im April 2024 zusammen. Die Eiche trieb aufgrund der hohen Temperaturen sehr früh aus. In der Nacht zum 23. April kam es dann in Thüringen nahezu flächendeckend zu Spätfrost (→ siehe Kapitel 4.1 „Klima und Witterung“). Dies hat die jungen Triebe der Eiche sichtbar geschädigt und sich in einer höheren Kronenverlichtung geäußert. Vom Spätfrost waren zwar auch andere Baumarten betroffen, aber vor allem bei der Eiche wurden vergleichsweise hohe Schäden gemeldet (→ siehe Kapitel 4.2 „Waldschutzsituation“).

Bei den jüngeren Eichen (≤ 60 Jahre) betrug die mittlere Kronenverlichtung in diesem Jahr 30,2 %, (2023: 29,8 %) bei den älteren Eichen (> 60 Jahre) lag sie bei 48,2 % (2023: 42,8 %). Der Anstieg der mittleren Kronenverlichtung bei der Eiche wurde vor allem durch die Zunahme der Verlichtung bei den über 60-jährigen Eichen geprägt. Bei ihnen fiel der Anstieg deutlich stärker aus und ihr Anteil liegt bei rund 73 %.

Bei der Eiche liegt der geschädigte Flächenanteil mit Kronenverlichtungen über 50 % wesentlich höher als bei den anderen Baumartengruppen (Abb. 26). Bei der über 60-jährigen Eiche betrug er in diesem Jahr 33,3 % (2023: 27,7 %). Der Flächenanteil ist damit mehr als doppelt so hoch wie bei der Buche (16,0 %) und um mehr als das Dreifache höher als bei der Fichte (10,2 %).

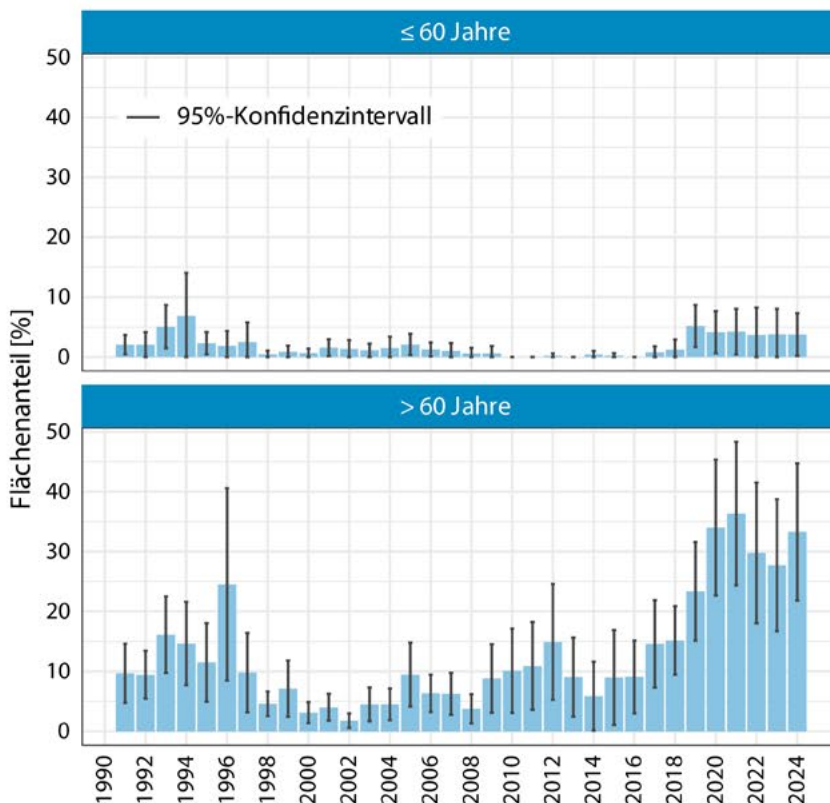


Abbildung 26: Flächenanteile mit einer Kronenverlichtung von über 50 % bei jüngeren (≤ 60 Jahre) und älteren (> 60 Jahre) Eichen

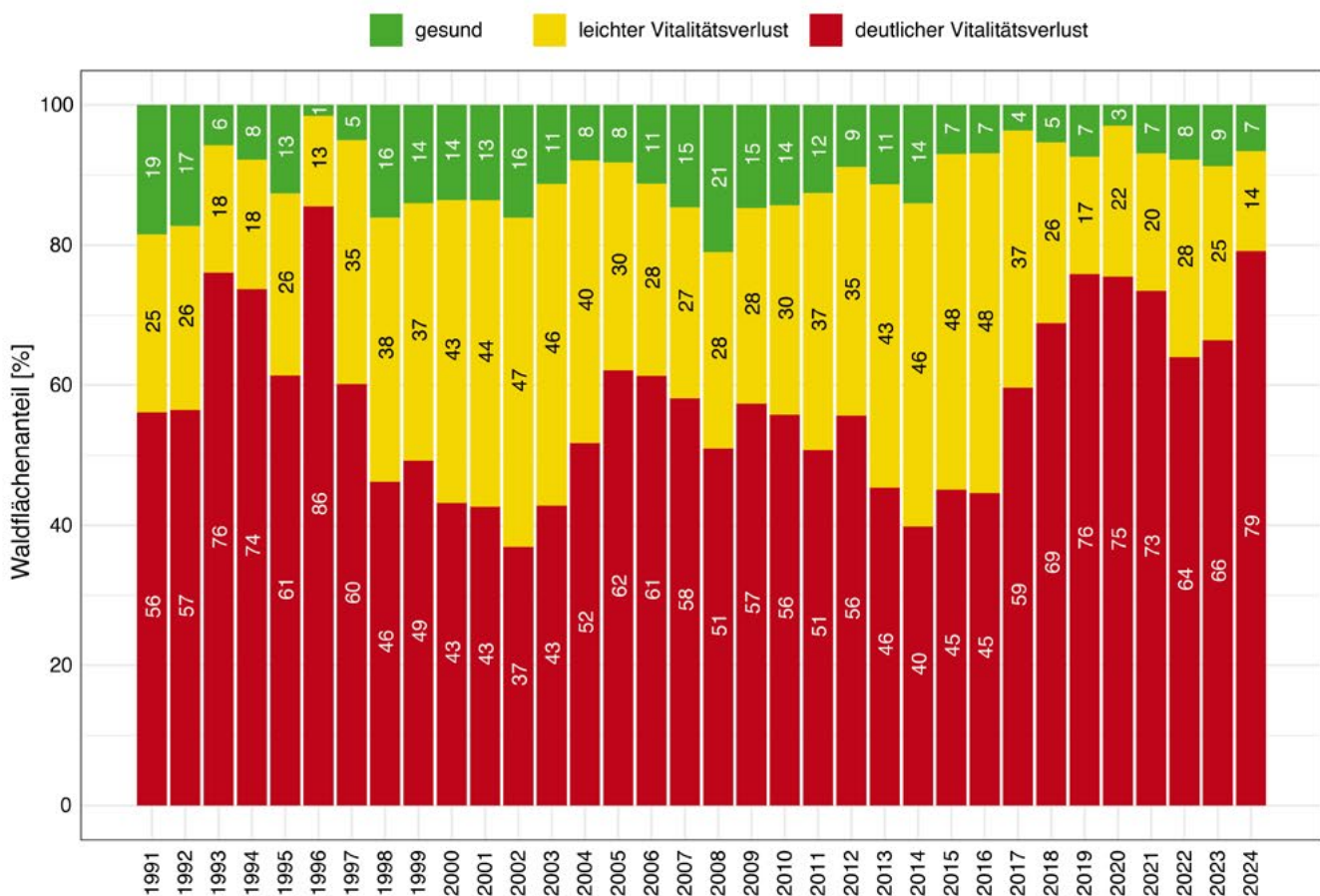
3.5.2 Vitalitätsstufen

Bei der Eiche betrug der als „gesund“ eingestufte Flächenanteil in diesem Jahr 6,6 % (2023: 8,7 %), der Flächenanteil mit „leichten Vitalitätsverlusten“ lag bei 14,3 % (2023: 24,9 %), und der Anteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ bei 79,1 % (2023: 66,4 %). Die Zunahme des Flächenanteils mit deutlichen Vitalitätsverlusten (Abb. 27) korrespondiert direkt mit dem Anstieg der mittleren Kronenverlichtung.

In diesem Jahr wurde bei der über 60-jährigen Eiche ein besonders hoher Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten beobachtet. Der Wert von 88,7 % ist der bisher höchste in der Zeitreihe der Waldzustandserhebung (2023: 73,0 %). Nur 2,1 % der mit über 60-jährigen Eichen bestockten Fläche wurde als gesund eingestuft. Bei den jüngeren Eichen (≤ 60 Jahre) liegt dieser Anteil bei 18,9 % (2023: 19,0 %). Deutliche Vitalitätsverluste wiesen 53,1 % der jüngeren Eichen auf (2023: 48,6 %).

Abbildung 27:

Flächenanteile der Vitalitätsstufen 1991–2024 (Baumartengruppe Eiche)



3.5.3 Ausfallraten

Bei der Eiche wurden in den vergangenen Jahren niedrige Ausfallraten beobachtet. Auch in diesem Jahr lag sowohl die abiotisch als auch biotisch bedingte Ausfallrate unter 1 %. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs können bei der Eiche nur Tendenzen in der Entwicklung

aufgezeigt werden. Gerade bei Ereignissen, die vergleichsweise selten vorkommen, wie bei der Eiche z. B. der Ausfall von Probestämmen, sind die Berechnungen nur sehr ungenau.

3.6 Sonstige Laubbaumarten

Die wichtigsten Ergebnisse:

- Die Kronenverlichtung der „Sonstigen Laubbaumarten“ hat deutlich abgenommen.
- Der Flächenanteil mit deutlichen Vitalitätsverlusten liegt niedriger als bei allen anderen Baumartengruppen und ist gegenüber dem Vorjahr um 13 Prozentpunkte zurückgegangen.

Probebäume der Baumartengruppe „Sonstige Laubbaumarten“ sind bei der diesjährigen Waldzustandserhebung mit einem Anteil von rund 15 % in der Stichprobe vertreten (1.150 Probabäume). Diese Baumartengruppe umfasst insgesamt 22 unterschiedliche Laubbaumarten. Am häufigsten erfasst wurde die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*; 23,0 % aller Probabäume der Baumartengruppe „Sonstige Laubbaumarten“), gefolgt von der Hänge-Birke (*Betula pendula*; 22,6 %) und dem Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*; 21,9 %).

3.6.1 Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung der „Sonstigen Laubbaumarten“ hat mit 26,1 % gegenüber dem Vorjahr um 5,3 Prozentpunkte abgenommen (2023: 31,4 %). Bei keiner anderen Baumartengruppe wurde eine so deutliche Abnahme beobachtet und auch in der Zeitreihe der Waldzustandserhebung ist ein solcher Rückgang

bisher einmalig (Abb. 28). Besonders deutlich fiel mit 7,7 Prozentpunkten die Abnahme bei der Esche aus (2023: 45,8 %; 2024: 38,1 %). Aber auch beim Berg-Ahorn und der Hänge-Birke hat die mittlere Kronenverlichtung um 3,5 Prozentpunkte, bzw. 4,7 Prozentpunkte abgenommen.

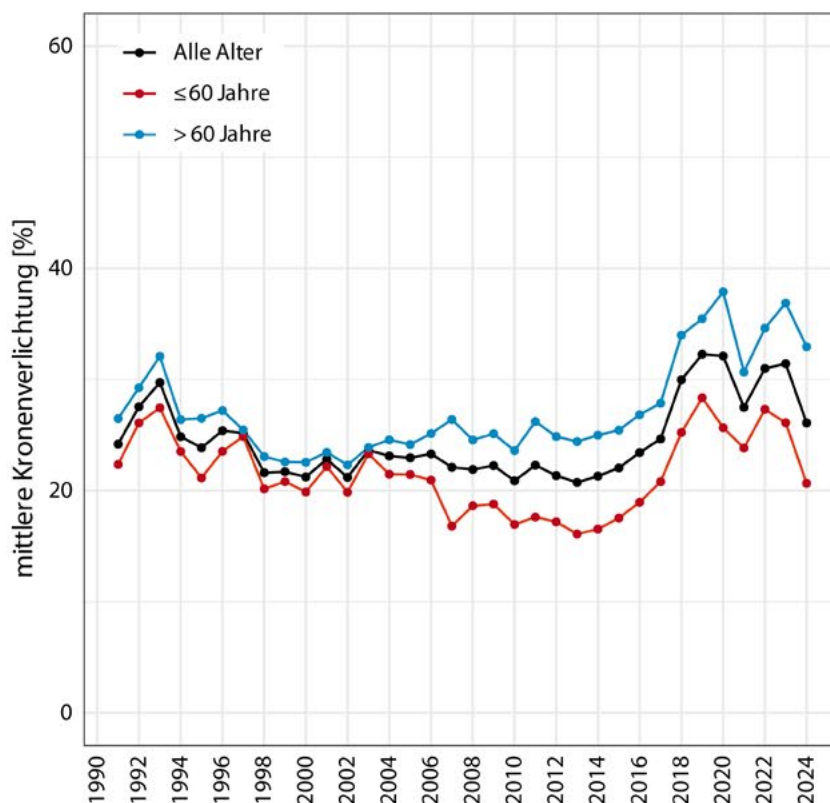


Abbildung 28:
Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung
(Baumartengruppe Sonstige Laubbaumarten)

Auch der Flächenanteil mit Kronenverlichtungen über 50 % ist sowohl bei den älteren (> 60 Jahre) als auch bei den jüngeren (≤ 60 Jahre) „Sonstigen Laubbaumarten“ zurückgegangen, und zwar von 11,3 % im Jahr 2023 auf 8,6 % in diesem Jahr bei den über 60-jährigen und von 7,5 % auf 4,4 % bei den unter 60-jährigen „Sonstigen Laubbaumarten“ (Abb. 29). Die Ergebnisse liegen in beiden Altersstufen unter den Werten der Jahre 2018 bis 2023.

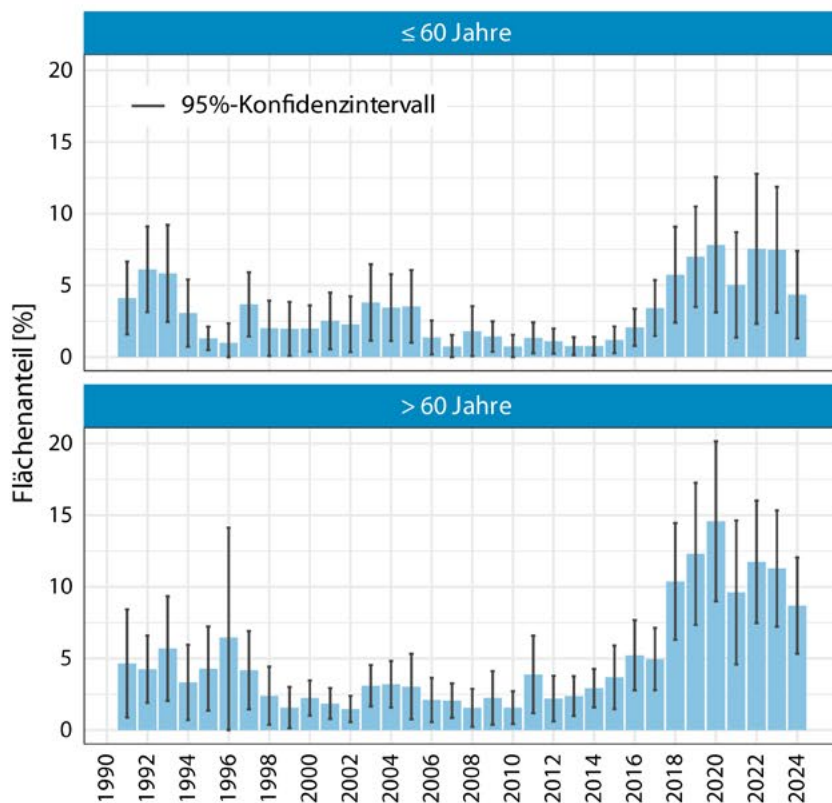


Abbildung 29:

Flächenanteile mit einer Kronenverlichtung von über 50 % bei jüngeren (≤ 60 Jahre) und älteren (> 60 Jahre) sonstigen Laubbaumarten

3.6.2 Vitalitätsstufen

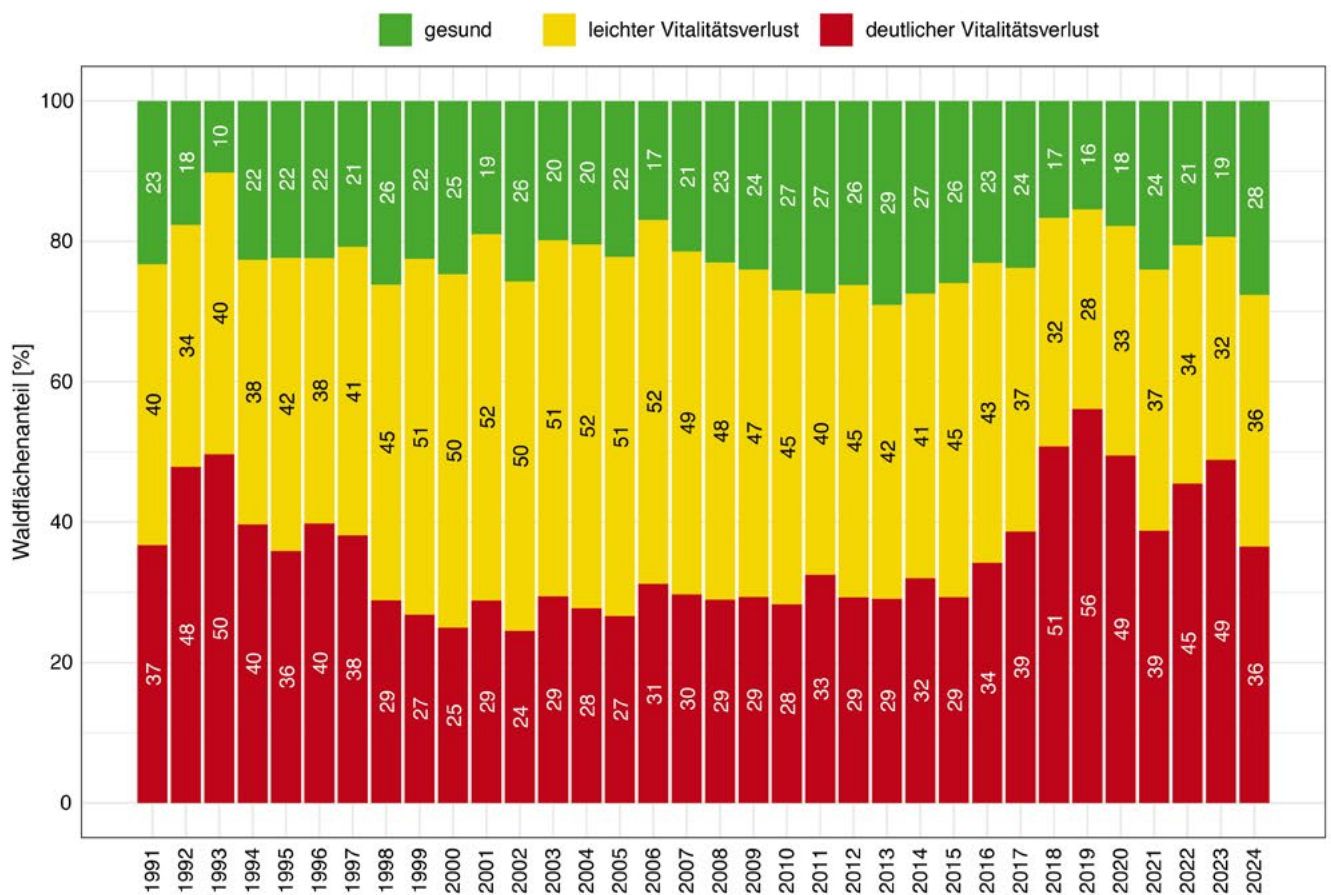
Bei den „Sonstigen Laubbaumarten“ betrug der als „gesund“ eingestufte Flächenanteil in diesem Jahr 27,7 % (2023: 19,3 %), der Flächenanteil mit „leichten Vitalitätsverlusten“ lag bei 35,8 % (2023: 31,8 %) und der Anteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ bei 36,5 % (2023: 48,9 %). Die positive Entwicklung bei der Kronenverlichtung macht sich in den Anteilen der Vitalitätsstufen (Abb. 30) ebenfalls deutlich bemerkbar.

Bei den jüngeren „Sonstigen Laubbaumarten“ (≤ 60 Jahre) liegt der als „gesund“ eingestufte Flächenanteil mit 40,1 % in diesem Jahr besonders hoch

(2023: 30,1 %), bei den älteren „Sonstigen Laubbaumarten“ (> 60 Jahre) liegt er mit 12,0 % weit darunter (2023: 8,3 %). Bei den älteren „Sonstigen Laubbaumarten“ wurde ein Flächenanteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ von 49,7 % erhoben (2023: 63,6 %). Hier spielt die Esche eine wichtige Rolle, denn an fast zwei Dritteln der älteren Eschen wurden deutliche Anzeichen des Eschentriebsterbens beobachtet. Das Triebsterben bei der Esche wird durch den aus Ostasien eingeschleppten Pilz „Falsches Weisses Stengelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*) verursacht (↗ siehe Kapitel 4.2 „Waldschutzsituation“).



Abbildung 30:
Flächenanteile der Vitalitätsstufen 1991–2024 (Baumartengruppe Sonstige Laubbaumarten)



3.6.3 Ausfallraten

Die Ausfallraten bewegten sich bei den „Sonstigen Laubbaumarten“ in diesem Jahr mit 2,9 % (2023: 2,2 %) auf einem wesentlich niedrigeren Niveau als bei der Fichte, aber auf einem höheren Niveau als bei den übrigen Baumartengruppen. Die bei Weitem am häufigsten ausgefallene Baumart bei den „Sonstigen Laubbaumarten“ war die Hänge-Birke (rund 80 % aller Ausfälle).

3.7 Sonstige Nadelbaumarten

Die wichtigsten Ergebnisse:

- Die mittlere Kronenverlichtung und der Flächenanteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ hat sich bei den „Sonstigen Nadelbaumarten“ gegenüber dem Vorjahr kaum verändert.
- Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs sind die Ergebnisse bei den sonstigen Nadelbaumarten nur ungenau.

Bei der diesjährigen Waldzustandserhebung ist die Baumartengruppe „Sonstige Nadelbaumarten“ mit einem Anteil von 4 % in der Stichprobe vertreten (303 Probestämme). Am häufigsten erfasst wurden die Europäische Lärche (*Larix decidua*) mit einem Anteil von 65,7 % (199 Probestämme) und die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) mit einem Anteil von 22,8 % (69 Probestämme). Diese beiden Baumarten erreichten zusammen einen Anteil von fast 90 % bei den „Sonstigen Nadelbaumarten“. Insgesamt wurden sieben unterschiedliche sonstige Nadelbaumarten erfasst.

3.7.1 Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung der „Sonstigen Nadelbaumarten“ lag in diesem Jahr bei 30,2 % und unterscheidet sich nicht signifikant vom Wert des Vorjahres (2023: 28,8 %; Abb. 31).

Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs in der Baumartengruppe „Sonstige Nadelbaumarten“, können zwar prinzipiell Tendenzen in der zeitlichen Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung beobachtet werden – wie beispielsweise ein Anstieg nach dem Jahr 2018 –, statistisch gesicherte Aussagen über die Höhe der Schätzwerte sind aber nicht möglich.

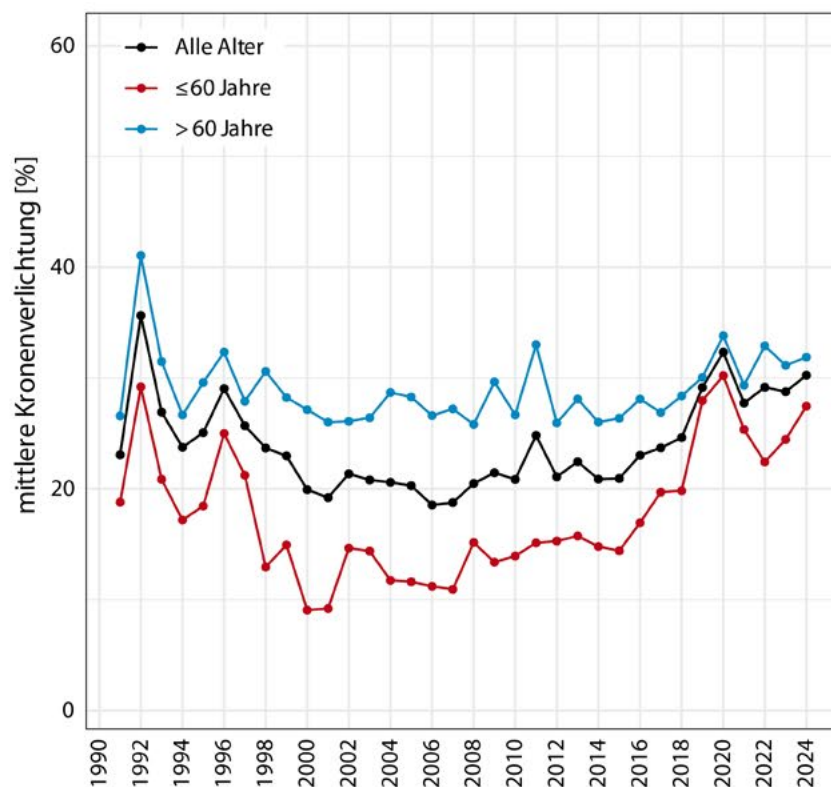


Abbildung 31:

Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung (Baumartengruppe Sonstige Nadelbaumarten)

Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren „Sonstigen Nadelbaumarten“ (≤ 60 Jahre) liegt in diesem Jahr mit 27,5 % (2023: 24,5 %) etwas niedriger als bei den älteren „Sonstigen Nadelbaumarten“ (31,9 %; 2023: 31,1 %). Vergleichsweise niedrige Anteile weisen die

„Sonstigen Nadelbaumarten“ bei den Flächen über 50 % Kronenverlichtung auf (Abb. 32). In der Altersstufe > 60 Jahre wird der Wert von 7,9 % (2023: 6,3 %) nur von der Kiefer unterboten (7,6 %).

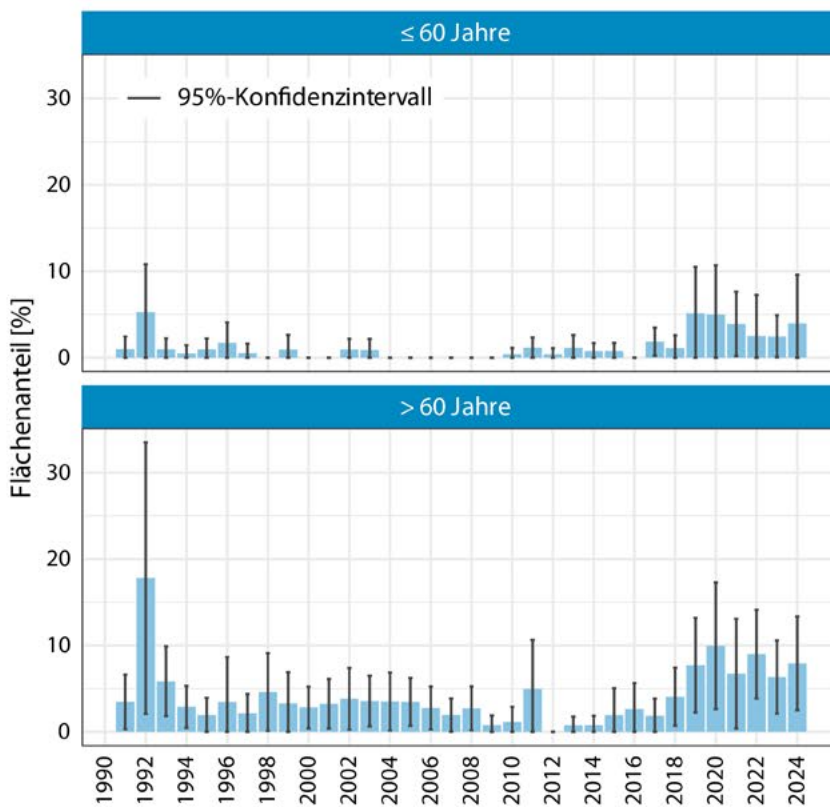


Abbildung 32:

Flächenanteile mit einer Kronenverlichtung von über 50 % bei jüngeren (≤ 60 Jahre) und älteren (> 60 Jahre) sonstigen Nadelbaumarten



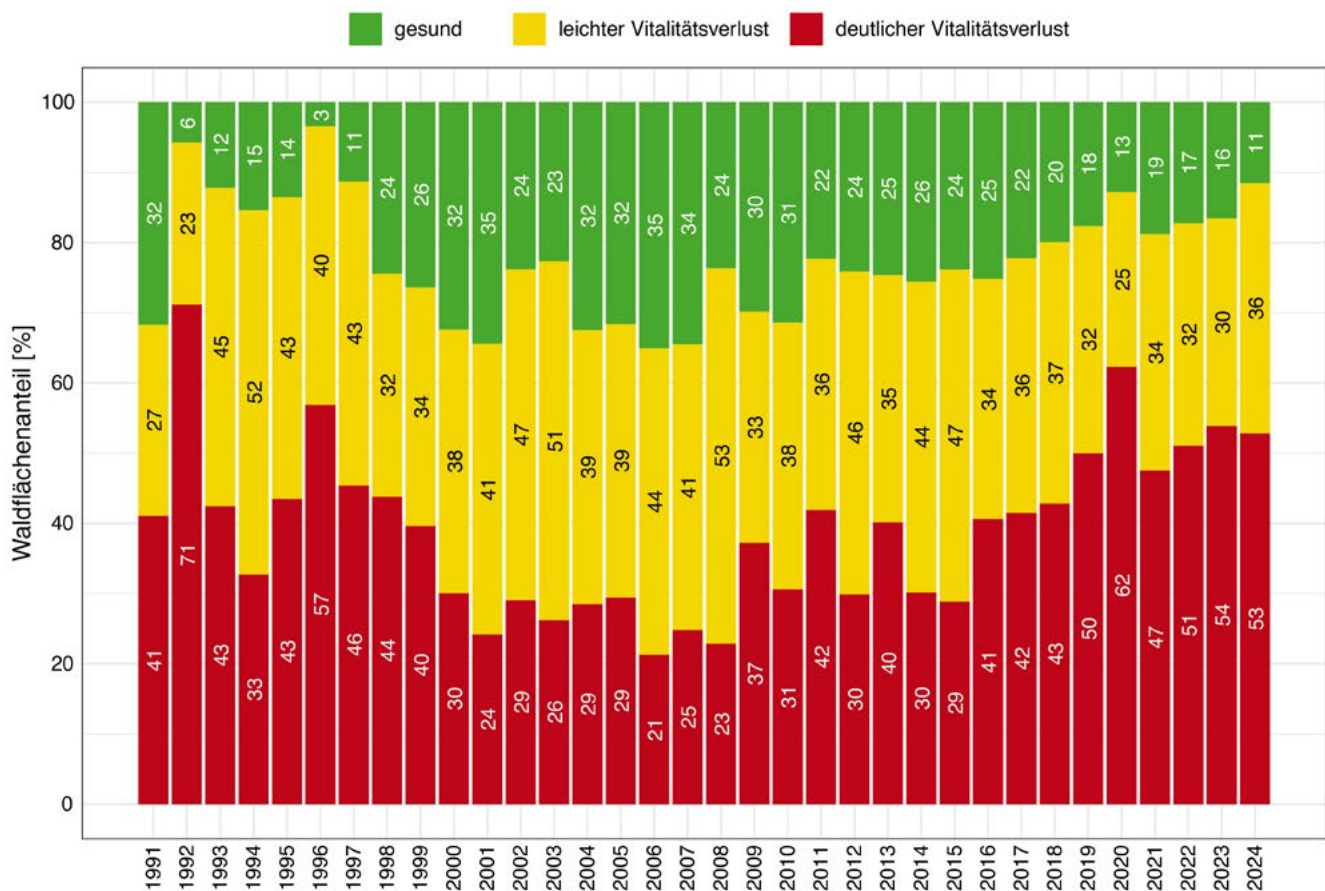
3.7.2 Vitalitätsstufen

Bei den „Sonstigen Nadelbaumarten“ betrug der als „gesund“ eingestufte Flächenanteil in diesem Jahr 11,6 % (2023: 16,5 %), der Flächenanteil mit „leichten Vitalitätsverlusten“ lag bei 35,6 % (2023: 29,6 %), und der Anteil mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ bei 52,8 % (2023: 53,9 %).

Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs können bei den „Sonstigen Nadelbaumarten“ keine verlässlichen Angaben zu den Flächenanteilen der Vitalitätsstufen gemacht werden. Dies gilt insbesondere für die Altersstufe ≤ 60 Jahre. Bestenfalls können Tendenzen aus den Daten abgeleitet werden. So ist beispielsweise ein tendenzieller Anstieg des Flächenanteils mit „deutlichen Vitalitätsverlusten“ in den vergangenen 10 Jahren erkennbar (Abb. 33).

Abbildung 33:

Flächenanteile der Vitalitätsstufen 1991–2024 (Baumartengruppe Sonstige Nadelbaumarten)



4. Einflüsse auf den Waldzustand

4.1 Klima und Witterung

4.1.1 Witterung und Waldzustand

Waldökosysteme sind offene Systeme, auf die sehr unterschiedliche Umwelteinflüsse wirken. Während zu Beginn der Waldzustandserhebung in den 1990er Jahren Schäden in Waldökosystemen vor allem auf Einträge von Luftschadstoffen zurückgeführt wurden (↗ siehe Kapitel 4.3 „Stoffeinträge“), sind in den vergangenen Jahren die Auswirkungen von Witterungsextremen (v. a. Stürme, anhaltende Trockenheit und Hitze) in den Vordergrund gerückt. Der Witterungsverlauf wirkt sich dabei nicht nur unmittelbar auf die Vitalität und Stabilität von Waldökosystemen aus (Tabelle 1), sondern auch indirekt. So hängen die Entwicklungszyklen vieler forstlicher Schadorganismen eng mit dem Verlauf der Witterung zusammen (↗ siehe Kapitel 4.2 „Waldschutsituation“).

Hintergrund: Wetter, Witterung und Klima

In der Meteorologie wird zwischen den Begriffen Klima, Witterung und Wetter unterschieden. Das Wetter beschreibt den physikalischen Zustand der Atmosphäre zu einem Zeitpunkt (oder einem sehr kurzen Zeitraum). Die Witterung charakterisiert den Wetterverlauf über einen Zeitraum von einigen Tagen bis zu ganzen Jahreszeiten. Das Klima gibt den mittleren Verlauf der Witterung über einen längeren Zeitraum (mindestens 30 Jahre) an.

Der Witterungsverlauf der Monate September 2023 bis August 2024 wird anhand der Klimaelemente Temperatur und Niederschlag für den Freistaat Thüringen zusammengefasst. Als Datenbasis dienen die Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) sowie meteorologischen Beobachtungen an den Wald- und Hauptmessstationen des forstlichen Umweltmonitorings in Thüringen (↗ siehe Kapitel 5 „Monitoring im Wald“). Flächenmittelwerte der Temperatur werden in Grad Celsius (°C) angegeben, Abweichungen der Temperatur (Anomalien) in Kelvin (K). Abweichungen werden als Anomalien gegenüber der klimatologischen Referenzperiode 1991–2020 angegeben.

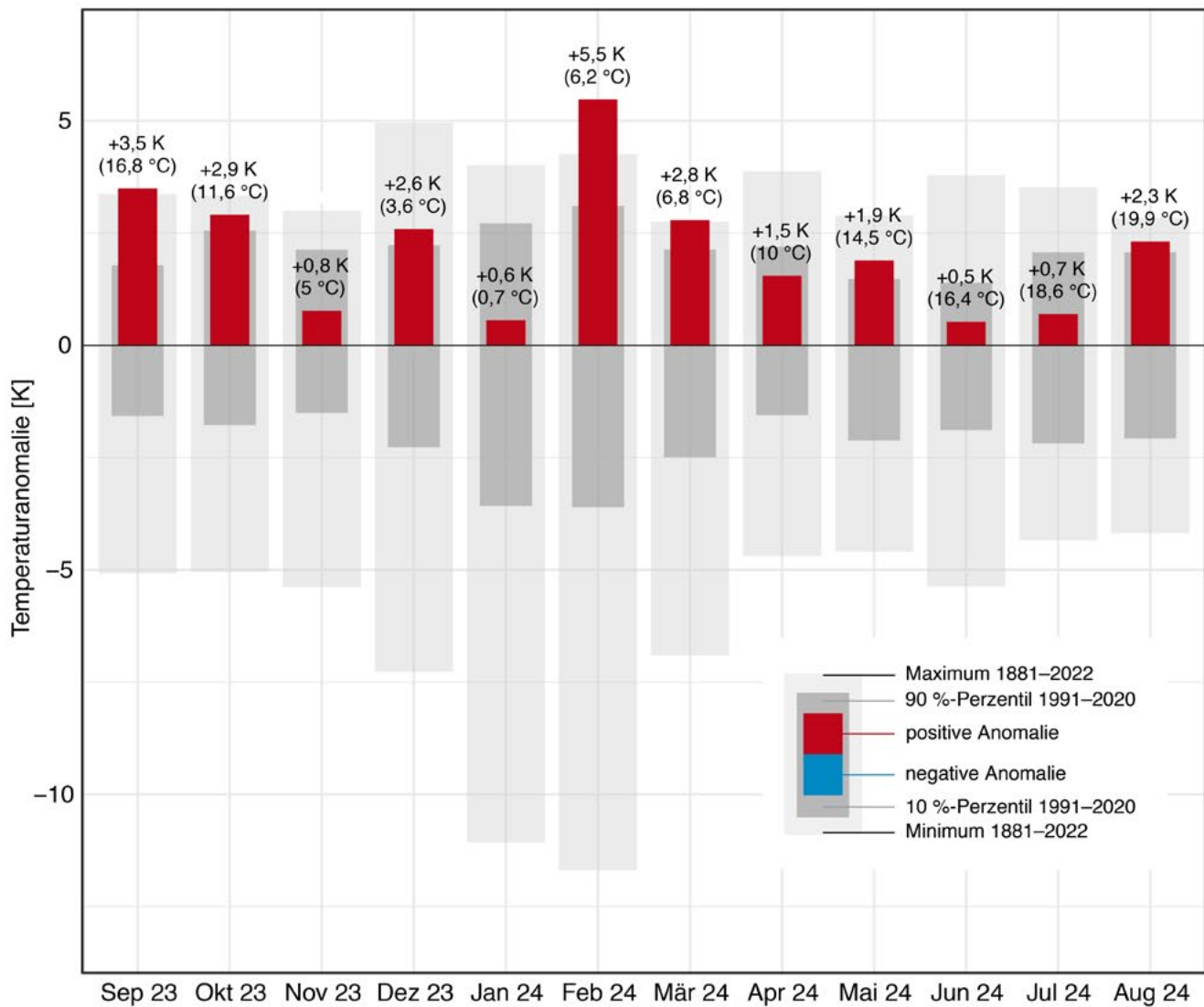
4.1.2 Witterungsverlauf 2023/2024

Eine stabile Hochdrucklage sorgte im September 2023 für außergewöhnlich hohe Temperaturen in Thüringen (Abb. 34). Das Flächenmittel der Temperatur lag bei 16,8 °C und damit + 3,5 K über dem Mittel der klimatologischen Referenzperiode 1991–2020. Der September 2023 war damit der wärmste September seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Zeitgleich fiel mit 26 mm (-56 %) deutlich weniger Niederschlag als im Mittel der Referenzperiode (Abb. 35).



Abbildung 34:

Temperaturanomalien in Thüringen September 2023 bis August 2024 (Flächenmittel der Temperatur in Klammern)

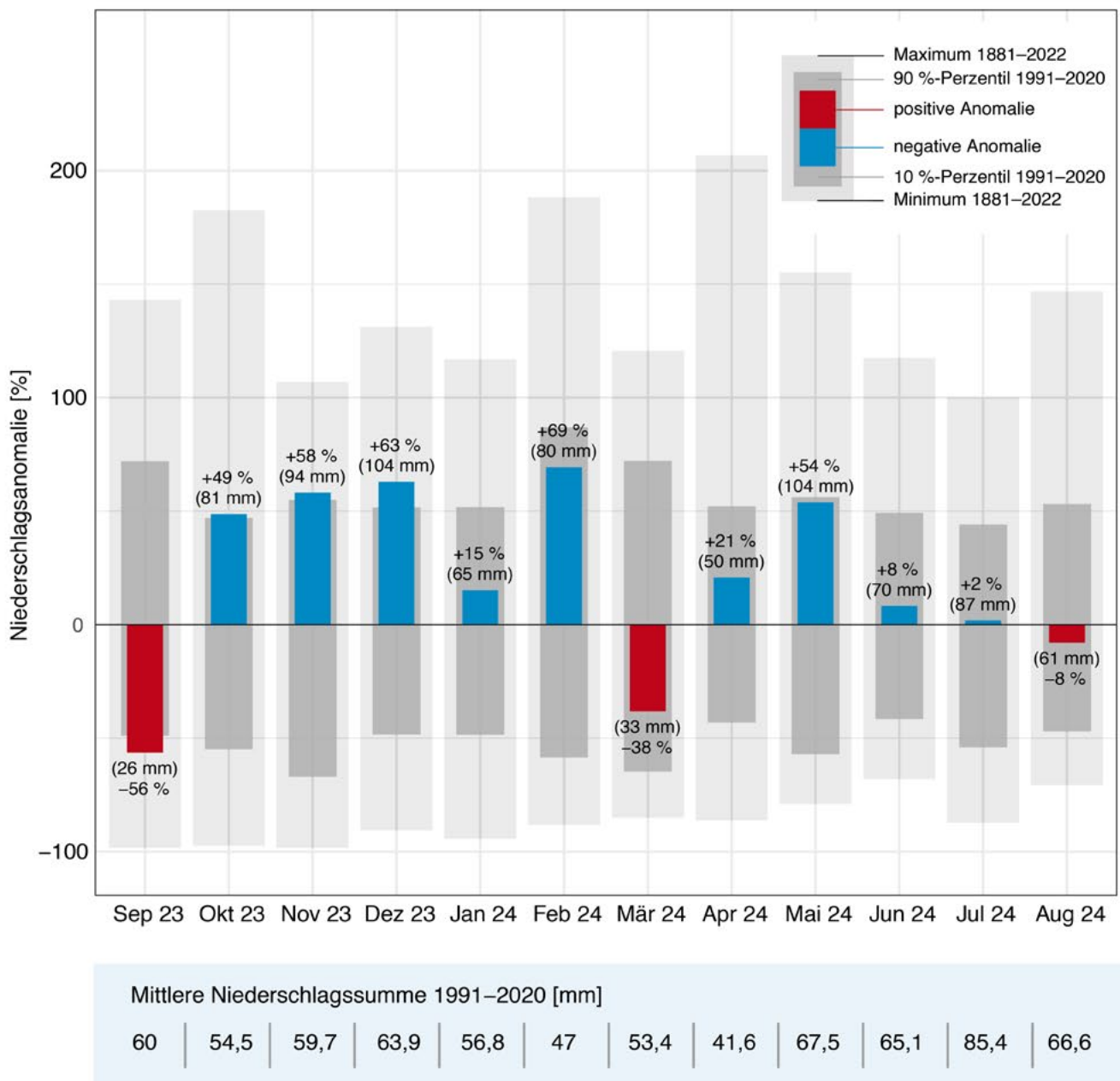


Mitteltemperatur 1991 – 2020 [°C]

13,3 | 8,7 | 4,2 | 1,1 | 0,1 | 0,7 | 4 | 8,4 | 12,6 | 15,9 | 17,9 | 17,6

Abbildung 35:

Niederschlagsanomalien in Thüringen September 2023 bis August 2024 (Flächenmittel der Niederschlagssummen in Klammern)



Der Oktober 2023 war mit 11,6 °C ebenfalls außergewöhnlich warm (+ 2,9 K), es fiel aber mit 81 mm deutlich mehr Niederschlag als üblich (+ 49 %). Die hohen Niederschläge setzten sich auch in den Folgemonaten fort. Die natürliche Blattverfärbung der Buche setzte Mitte Oktober vergleichsweise spät ein. Bei der Eiche war eine deutliche Herbstfärbung häufig erst Ende Oktober sichtbar.

Im November wich die Monatsmitteltemperatur von 5,0 °C (+ 0,8 K) vom vieljährigen Mittel ab. Wie auch im Oktober war der November außergewöhnlich nieder-

schlagsreich. Der Niederschlag lag mit 94 mm + 58 % über dem Mittel der Referenzperiode. Gegen Ende November schneite es nahezu landesweit. In den unteren Lagen schmolz der Schnee schnell wieder weg, in den höheren Lagen bildete sich hingegen eine mächtige Schneedecke, die sich in den Hoch- und Kammlagen bis in die letzte Woche des Dezembers hielt. Der herbstliche Blattfall der Stiel-Eiche, der den phänologischen Winter einleitet, begann in den tieferen Lagen Mitte November, in den höheren Lagen rund zehn Tage später und damit insgesamt erst vergleichsweise spät.

Der Dezember 2023 war nach dem Oktober und November der dritte außergewöhnlich niederschlagsreiche Monat in Folge. Es fielen rund 104 mm Niederschlag (+ 63 %), in den höheren Lagen überwiegend als Schnee. Mit einer Durchschnittstemperatur von 3,6 °C (+ 2,6 K) war der Dezember im Mittel erneut zu warm. Vor allem in der letzten Dekade des Dezembers stieg die Temperatur deutlich an, sodass selbst in den höheren Lagen die Schneedecke zum Jahreswechsel abschmolz. Die hohen Niederschläge und die Schneeschmelze führten vielerorts zu hohen Pegelständen und lokal zu Hochwasser.

Zu Beginn des Januars 2024 fiel die Temperatur wieder deutlich unter den Gefrierpunkt, stieg gegen Ende des Monats aber auch sehr schnell wieder an. Im Mittel war der Januar mit einer Durchschnittstemperatur von 0,7 °C erneut zu warm (+ 0,6 K). Die Hasel begann in tieferen Lagen bereits Ende Januar zu blühen und leitete damit die phänologische Jahreszeit des Vorfrühlings ein. Mit 65 mm fielen rund 15 % mehr Niederschlag als im Mittel der Referenzperiode.

Der Anstieg der Temperatur Ende Januar setzte sich im Februar fort, sodass mit 6,2 °C (+ 5,5 K) die bisher höchste Monatsmitteltemperatur für den Monat Februar seit Beginn der Wetteraufzeichnungen beobachtet wurde. Gleichzeitig war der Februar mit einer Niederschlagssumme von 80 mm (+ 69 %) aber auch außergewöhnlich niederschlagsreich. Die anhaltend hohen Niederschläge seit Oktober 2023 sorgten dafür, dass die Wasserspeicher der Waldböden über den Herbst 2023 und Winter 2024 deutlich besser aufgefüllt wurden als in den Jahren 2018 bis 2023.

Der März 2024 war nach den insgesamt sechs niederschlagsreichen Monaten (Oktober 2023–Februar 2024) der erste Monat, in dem mit 33 mm (- 38 %) wieder weniger Niederschlag fiel als im Mittel der Referenzperiode. Besonders gering waren die Niederschläge im Osten Thüringens und in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes. Die hohe Temperatur setzte sich indes ungemindert fort, sodass der März 2024 mit 6,8°C (+ 2,8 K) der bisher wärmste März seit dem Jahr 1881 war. Aufgrund der hohen Temperatur und gleichzeitig geringen Niederschläge wich die klimatische Wasserbilanz im Monat März nahezu flächendeckend negativ vom vieljährigen Mittel ab (Abb. 36).

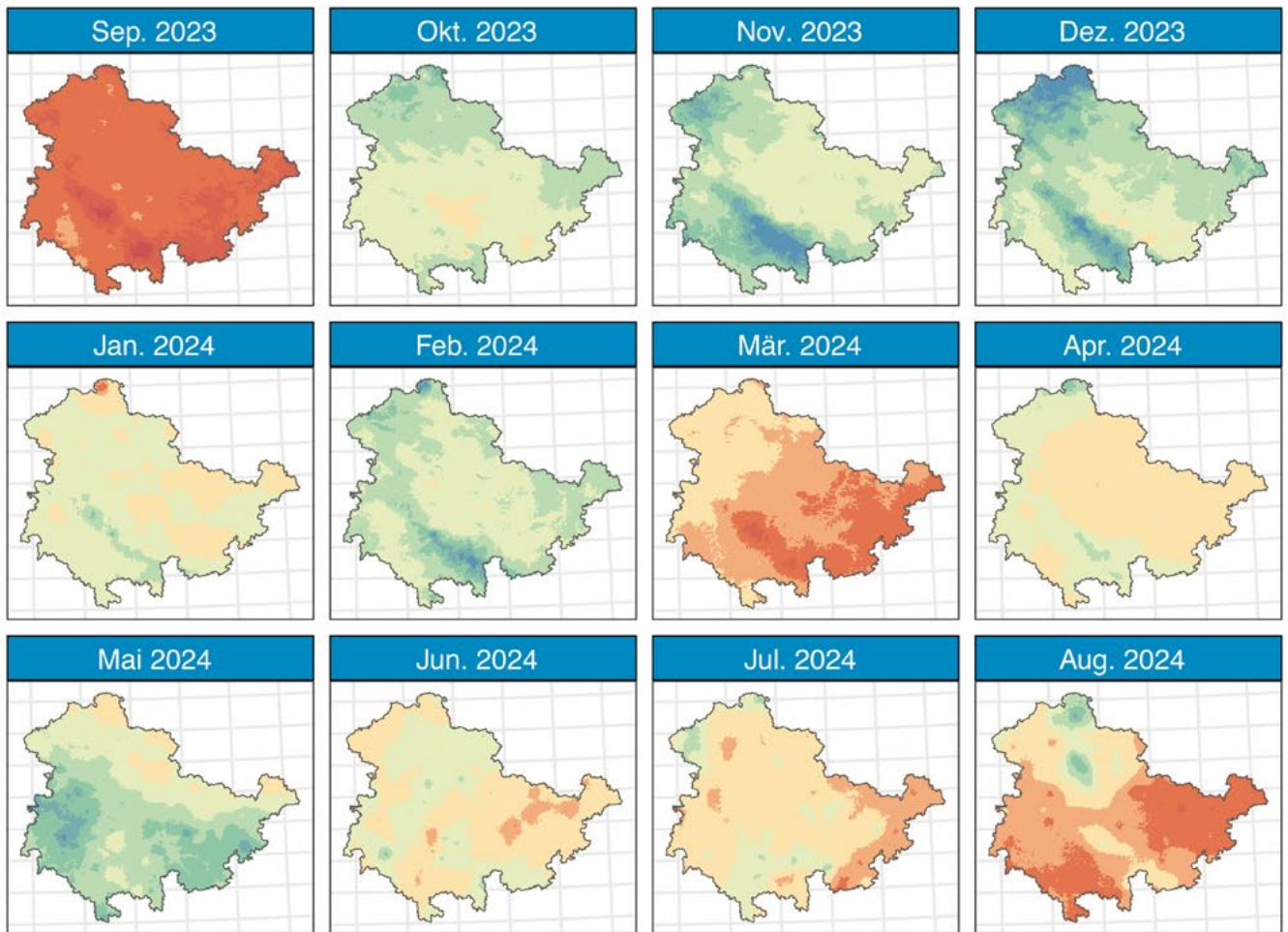
Hintergrund: klimatische Wasserbilanz (KWB)

Die klimatische Wasserbilanz (KWB) stellt Wassergewinn und -verbrauch für ein bestimmtes Gebiet und über einen bestimmten Zeitraum quantitativ gegenüber und errechnet sich als Differenz zwischen dem gefallenen Niederschlag und der potenzielle Evapotranspiration (Verdunstung). Für die Einschätzung des gebietsspezifischen Wasserhaushalts ist die KWB somit wesentlich besser geeignet als eine isolierte Betrachtung von Niederschlag und Temperatur.



Abbildung 36:

Anomalie der klimatischen Wasserbilanz vom Mittelwert der klimatologischen Referenzperiode 1991–2020



Anomalie der klimatischen Wasserbilanz (Referenzperiode 1991–2020)



Zu Beginn des Aprils stieg die Temperatur noch einmal deutlich an, sodass am 8. April 2024 das Thermometer an der Waldmessstation Leinawald mit 29,6 °C schon hochsommerliche Werte anzeigte. Aufgrund der hohen Temperatur entwickelte sich die Vegetation schon früh im Jahr sehr rasch (Abb. 37). Die Buche trieb selbst in den höheren Lagen bereits zu Beginn des Aprils aus.

Abbildung 37:

die ersten Früchte waren an der Feld-Ulme bereits Mitte April 2024 zu sehen (Foto: FFK Gotha)

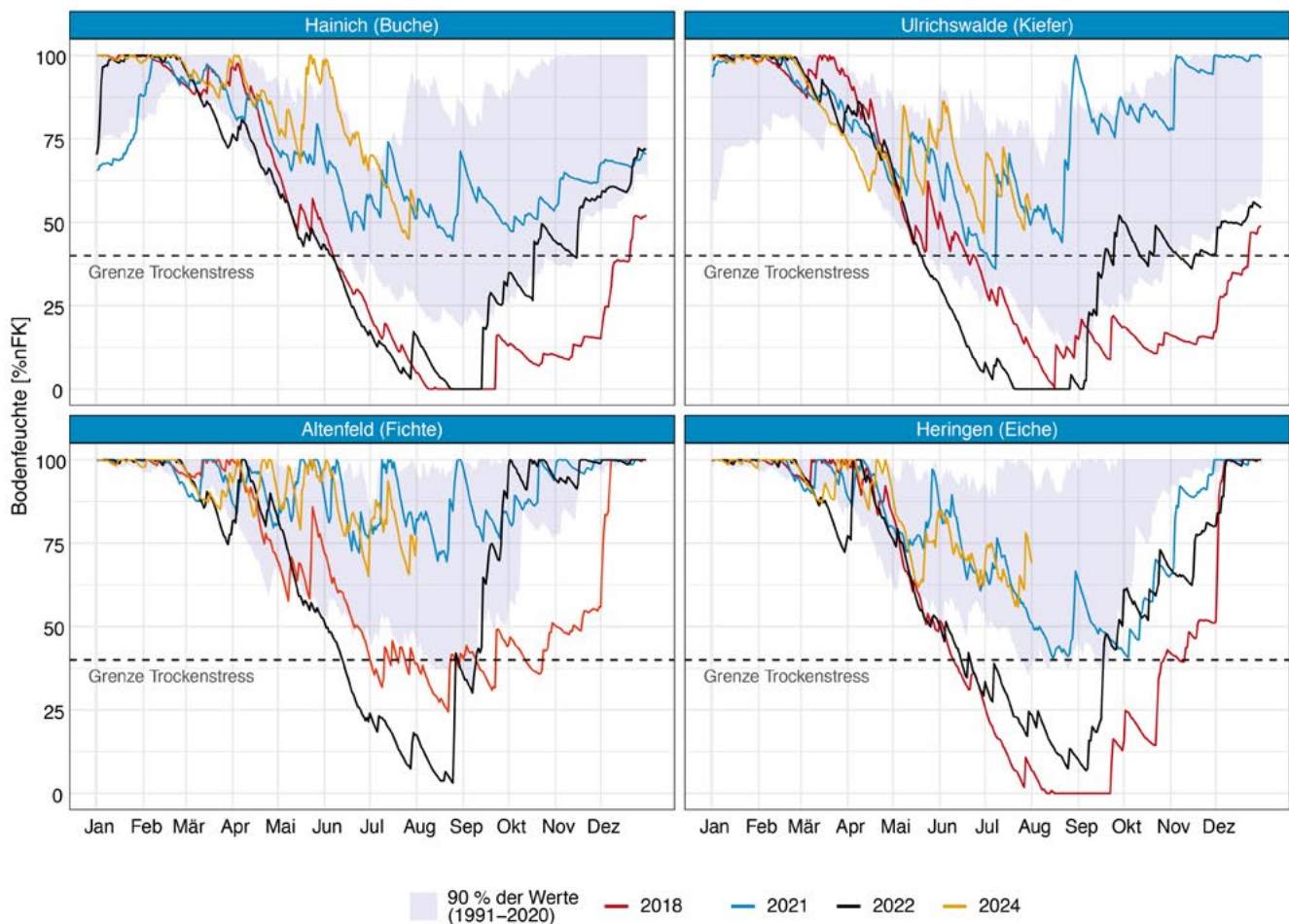
Der Mai 2024 war mit 14,5 °C und einer Abweichung von + 1,9 K der zwölfte Monat in Folge, in dem die Temperatur über dem vieljährigen Mittel der Referenzperiode 1991–2020 lag. Der Frühsommer (Blüte des Holunders) begann deshalb gegen Mitte Mai auch besonders früh. Im Mai fiel aber mit 104 mm (+ 54 %) auch wesentlich mehr Niederschlag als üblich. Der Bodenwasserspeicher war damit auch noch zu Beginn des Junis vielerorts sehr gut gefüllt (Abb. 39).



Abbildung 38:
Wintereinbruch im Forstamt Frauenwald am 23.04.2024
(Foto: FFK Gotha)

Abbildung 39:

Verlauf der Bodenfeuchte an den WZE-Stichprobenpunkten Hainich, Ulrichswalde, Altenfeld und Heringen



Im Monat Juni wich sowohl die Monatsmitteltemperatur als auch die Niederschlagssumme deutlich weniger vom vieljährigen Mittel ab als in den vorangegangenen Monaten. Das Flächenmittel der Temperatur lag bei 16,4 °C (+ 0,5 K) und es fielen 70 mm (+ 8 %) Niederschlag. Vergleichsweise wenig Niederschlag fiel im Osten des Landes. In der ersten Dekade des Junis setzte der phänologische Hochsommer (Blüte der Sommer-Linde) relativ früh ein.

Der Juli war geprägt von unbeständigem Sommerwetter. Auf kurze Hitzewellen folgten teils kräftige Gewitter mit starken Regenfällen. Die Monatsmitteltemperatur lag mit 18,6 °C (+ 0,7 K) über dem Mittel der Referenzperiode. Es fielen im landesweiten Mittel rund 87 mm Niederschlag (+2 %). Auch im Juli waren die Waldbäume vielerorts noch gut mit Wasser versorgt. Eine vergleichbar komfortable Situation wurde in Thüringen seit dem Jahr 2018 nicht mehr beobachtet.

Nach dem März war der August erst der zweite Monat im Jahr 2024, in dem weniger Niederschlag fiel als üblich (61 mm; - 8 %). Der Niederschlag verteilte sich aber sehr ungleichmäßig. Während es in Süd- und Ost-Thüringen trocken blieb, regnete es im Norden überdurchschnittlich

viel. Der August war, wie auch die vorangegangenen 15 Monate, wieder zu warm, insbesondere im Osten Thüringens. Das Flächenmittel von 19,9 °C lag 2,3 K über dem vieljährigen Mittelwert.

Trotz des relativ geringen Niederschlags und der hohen Temperatur im August, kam es im Sommer 2024 nur vereinzelt zu Trockenstress im Wald (Abb. 40). Abb. 41 zeigt die Anzahl der Tage, an denen die Bodenfeuchte unter 40 % der nutzbaren Feldkapazität (%nFK) fiel. Dies war nur vereinzelt der Fall. Der Grund dafür lag zum einen in den sehr hohen Niederschlägen im Herbst 2023 und Winter 2024, wodurch der Bodenwasserspeicher während der Vegetationsruhe sehr gut aufgefüllt wurde. Zum anderen haben die hohen Niederschläge im Mai, sowie die moderat temperierten Monate Juni und Juli dafür gesorgt, dass der Bodenwasserspeicher nicht schon zu Beginn des Hochsommers auf ein kritisches Niveau abfiel. Die Waldbäume waren in den ersten vier Monaten der Vegetationszeit trotz überdurchschnittlich hoher Temperatur deutlich besser mit Wasser versorgt als in den vorangegangenen sechs Jahren. Die für die Waldbäume günstige Witterungssituation spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Waldzustandserhebung 2024 wider.

Abbildung 40:

Füllstand des Bodenwasserspeichers Ende Juli 2024

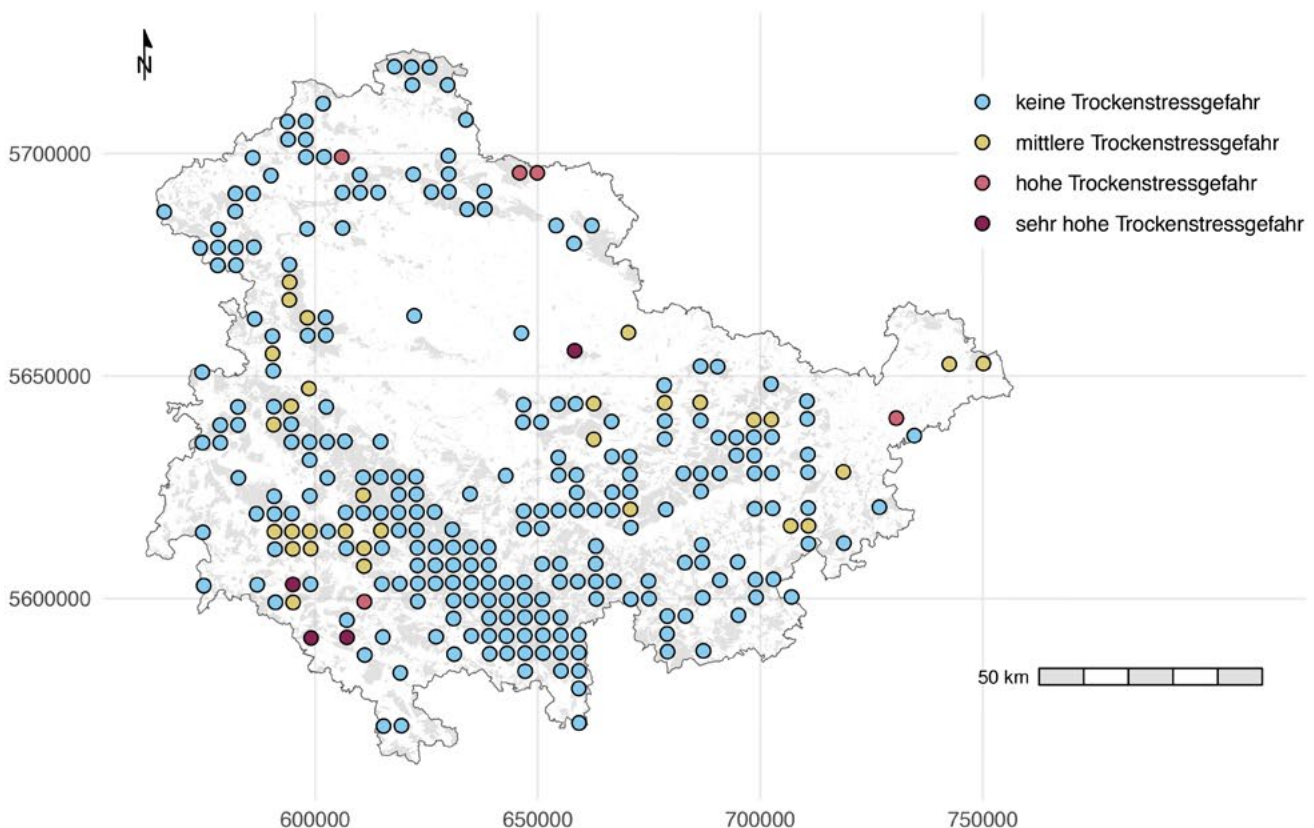
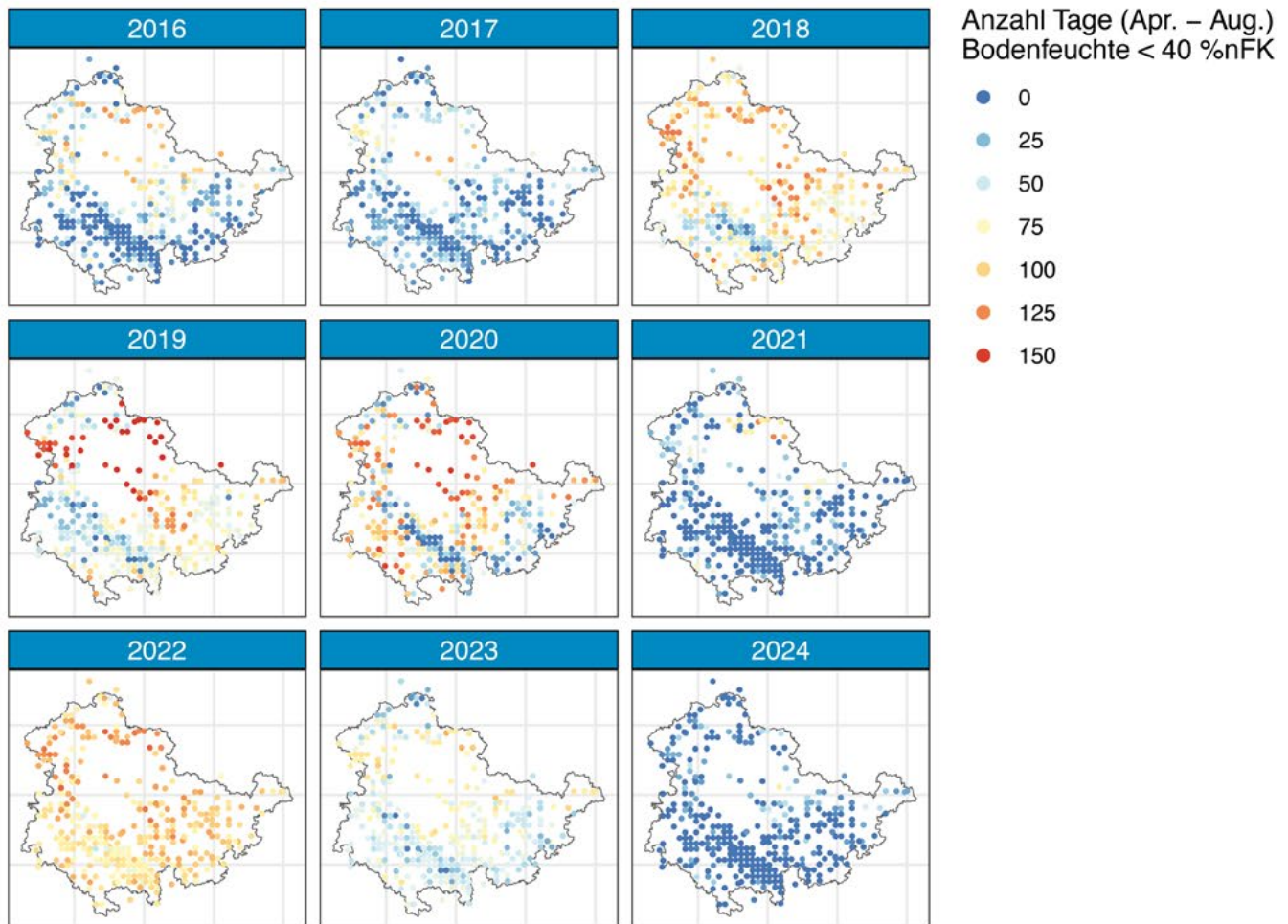


Abbildung 41:

Anzahl der Tage zwischen dem 1. April und dem 31. August an denen die Trockenstressgrenze von 40 %nFK (Prozent nutzbare Feldkapazität) unterschritten wurde (Punkte auf der Karte: WZE-Stichprobenpunkte)



4.1.2.1 Zusammenfassung

- Sämtliche Monate zwischen September 2023 und August 2024 waren überdurchschnittlich warm. Im Monat September 2023 und den Monaten Februar und März 2024 wurden die jeweils höchste Monatsmitteltemperatur seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 registriert.
- Aufgrund der hohen Temperatur Ende März und Anfang April begann die Vegetationsperiode 2024 deutlich früher als üblich. Der Spätfrost in der Nacht zum 23. April hat zu erheblichen Spätfrostschäden geführt.
- Zwischen September 2023 und Oktober 2024 fiel in neun von zwölf Monaten überdurchschnittlich viel Niederschlag. Besonders hoch war der Niederschlag in den Monaten Oktober bis Dezember 2023, sowie in den Monaten Februar und Mai 2024.
- Aufgrund der hohen Niederschläge waren die Bodenwasserspeicher der Waldböden bis in den August gut gefüllt.
- Der Witterungsverlauf hat sich insgesamt positiv auf den Waldzustand ausgewirkt.

4.2 Waldschutzsituation

4.2.1 Schäden infolge Trockenheit

Nach einem feuchten Winter 2023/24 – nur drei Winter waren seit 1881 nasser – folgten die relativ zu trockenen Monate März und April. Durch den wiederum nassen Monat Mai ergab sich für das meteorologische Frühjahr 2024 bei der Gesamtniederschlagsmenge im Flächenmittel für Thüringen eine relativ ausgeglichene Niederschlagsbilanz. Die Monate Juni und Juli konnten überdurchschnittliche Niederschlagsmengen verzeichnen. Durch diese gute Wasserversorgung der Bäume wurden keine nennenswerten Schäden durch Trockenheit erfasst.

Mit Stand 30.09.2024 wurden für das laufende Jahr rund 16.000 fm Schadholz (97 % Laubholz und 3 % Nadelholz) infolge Trockenheit registriert, ohne dass primäre Schadorganismen beteiligt waren (Abb. 42). Die gesamte Schadholzmenge seit Beginn des ersten Trockenjahres 2018 verbleibt somit bei einem Wert von 5,77 Mio. Festmeter. Wenn auch bei günstigen Witterungsbedingungen direkte Trockenschäden kaum auftreten, so wirken sich Spätfolgen, z. B. durch Schäden am Wurzelsystem sowie durch eine Begünstigung sekundärer Schadorganismen, auf den Vitalitätszustand der Waldbäume aus.

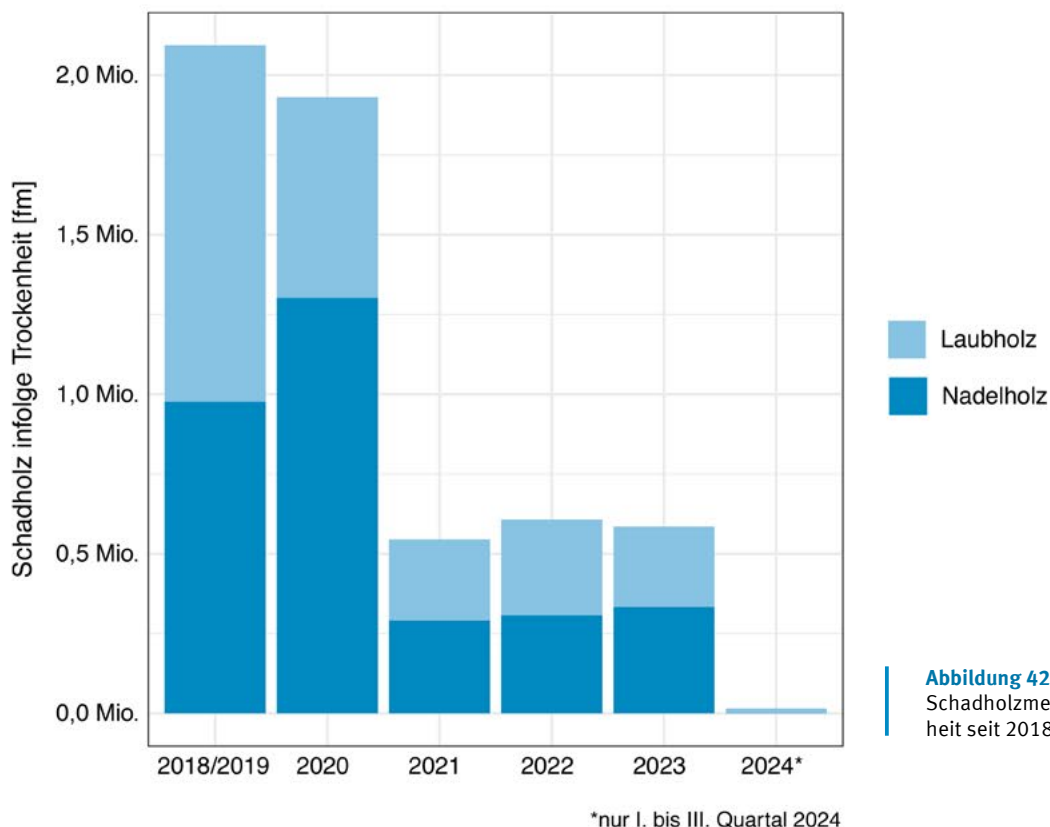


Abbildung 42:
Schadholzmengen (fm) infolge der Trockenheit seit 2018 (Stand 30.09.2024)

4.2.2 Schäden durch Spätfrost

Im Monat April waren starke Temperaturschwankungen auffällig (→ siehe Kapitel 4.1 „Klima und Witterung“). Der April begann außergewöhnlich warm, die Temperaturen senkten sich dann aber ab der Mitte des Monats deutlich ab und es kam in der Nacht zum 23. April 2024 nahezu landesweit zu Spätfrost. Junge Triebe sind sehr empfindlich gegenüber Minusgraden. Infolge des frühen Austreibens wurden Spätfrostschäden auf rund 2.500 ha festgestellt. Im Nadelholz wurden Schäden im Umfang von rund 780 ha gemeldet, dabei traf es vor allem junge Fichten. Auffällig sind die hohen Schäden bei der Baumartengruppe Eiche mit rund 1.200 ha. Im Gegensatz zur Fichte, wurden bei der Eiche und Buche vor allem Schäden in älteren Beständen gemeldet (Abb. 43). Insbesondere ältere Bäume haben Reserven für einen Neuaustrieb, bei jüngeren Bäumen kann es allerdings zum Absterben kommen.



Abbildung 43:
durch Spätfrost geschädigte Buche (Foto: FFK Gotha)

4.2.3 Bruch- und Wurfholz

Mit 148.000 fm Bruch- und Wurfholz (85 % Nadelholz und 15 % Laubholz) durch Sturm ist die Bilanz für 2024 bisher eher moderat ausgefallen (Stand: 30.09.2024). Davon fielen allein in den Wintermonaten zu Jahresbeginn ca. 110.000 fm, überwiegend im Thüringer Wald an den durch Buchdruckerbefall aufgerissenen Bestandesrändern an.

4.2.4 Schäden durch Waldbrände

Mit einer Anzahl von 32 Waldbränden bis Ende September liegt das Jahr 2024 im Bereich des Durchschnittes der letzten zehn Jahre. Die Hälfte der Waldbrände entstanden während der hochsommerlichen Witterungsphase im August. Mit 29,0 ha Brandfläche entstand im Thüringer Forstamt Weida die größte seit 1990 registrierte Schadfläche eines einzelnen Waldbrandes in Thüringen. Die Gesamtschadfläche aller Waldbrände im Jahr 2024 betrug bis Ende September 34,9 ha.

4.2.5 Einfluss forstlicher Schadorganismen auf den Waldzustand

Unter dem Begriff der forstlichen Schadorganismen werden Arten zusammengefasst, welche im Falle eines massenhaften Auftretens nachhaltig Einfluss auf die Vitalität, unter Umständen sogar auf die Existenz ganzer Waldbestände ausüben können. Klassischerweise gehören zu diesen Organismen Vertreter der blatt- und nadelfressenden Schmetterlinge und Blattwespen sowie der rinden- und holzbrütenden Käfer.

Unstrittig ist aber auch eine zunehmende Bedeutung pathogener Mikroorganismen, wie Pilze, Bakterien und Viren. In der Regel ist ihr Schadeinfluss maßgeblich von der Vitalität ihrer Wirtspflanzen abhängig. Ihr Auftreten kann unter Umständen zu spürbarem Waldverlust bzw. zu einer Entmischung der Bestände und damit zu einer eingeschränkten Baumartenvielfalt führen.

Aktuell prägt aber weiterhin das Schadgeschehen im Rahmen der Massenvermehrung rindenbrütender Borkenkäfer, vor allem des Buchdruckers an der Baumart Fichte, den Waldzustand in Thüringen.

4.2.5.1 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Fichte

Die Entwicklung des Schadholzanfalls aufgrund der 2018 begonnenen Massenvermehrung der Fichtenbor-
kenkäfer, insbesondere des Buchdruckers (*Ips typographus*), verläuft 2024 auf einem geringeren Niveau als 2023.

Ende September lag die bisher im Kalenderjahr 2024 registrierte Schadholzmenge mit 3,0 Mio. Festmeter unter den Vergleichsmengen der Jahre 2021 bis 2023 (Abb. 44; Tabelle 1). Obwohl der Schwarmflug des Buchdruckers vergleichsweise früh einsetzte (Abb. 45), wirkten sich die nassen und teilweise kühleren Witterungsphasen negativ auf die Entwicklung der Buchdruckerpopulation aus. Zudem waren die Bodenwasserspeicher der Waldböden bis in den August gut gefüllt, so dass die Fichten die Buchdrucker besser abwehren

konnten. Diese günstigen Witterungsbedingungen spiegeln sich in den Befallszahlen wider. Nicht zuletzt haben die unermüdlichen Anstrengungen aller Waldbesitzenden bei den Sanierungsarbeiten zum Rückgang der Schadholzmengen geführt.

Aufgrund der aber immer noch hohen Schadholzmengen im Vergleich zu den Jahren vor 2018 ist von einem hohen Potenzial an überwinterten Käfern auszugehen. Je nach Entwicklungsstand zu Anfang Oktober findet diese Überwinterung in den obersten Bodenschichten oder im Brutbild befallener Fichten, aber auch in speziell für den Zweck der Überwinterung angeflogenen Fichten, mitunter auch Kiefern, Lärchen und Douglasien, statt.

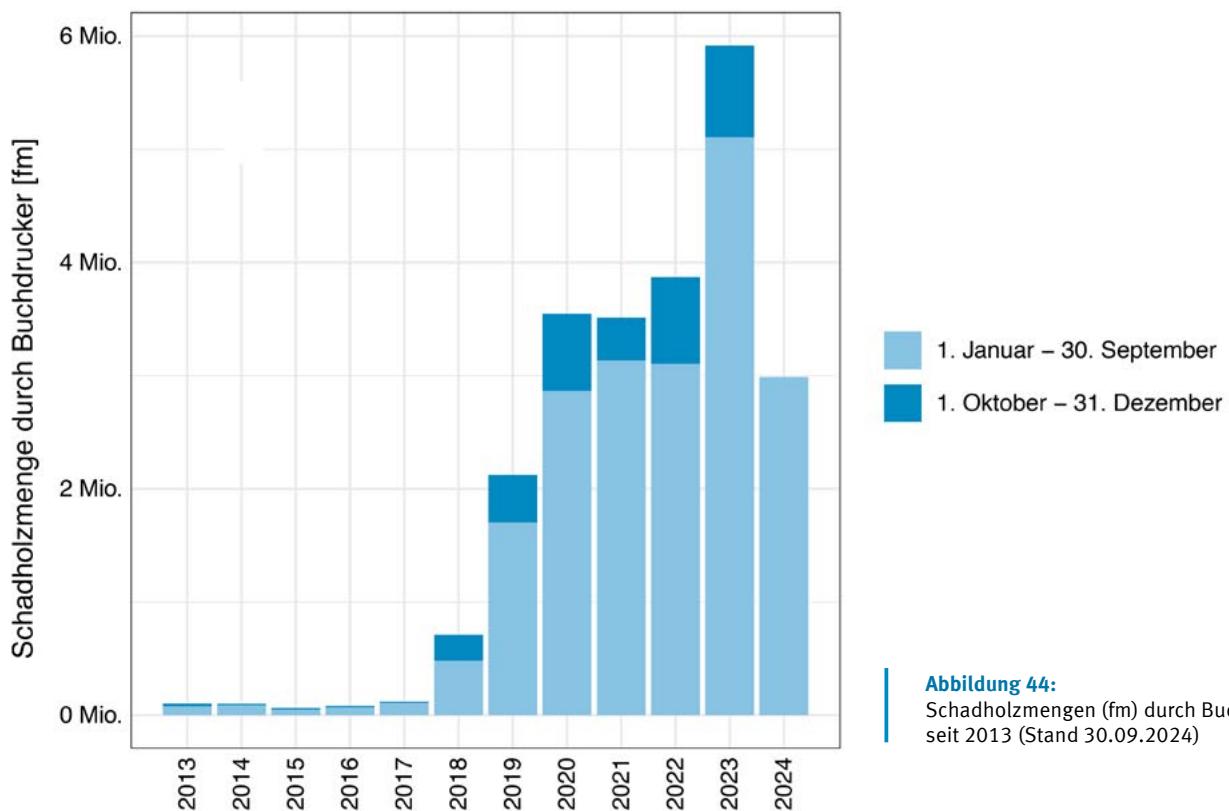
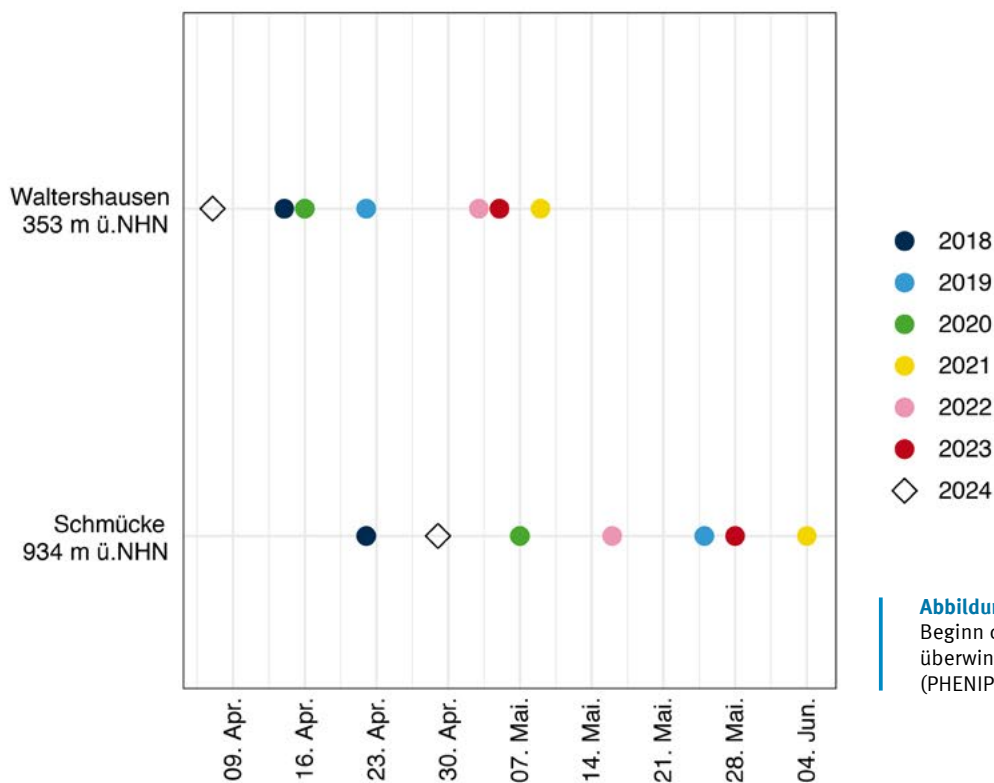


Abbildung 44:
Schadholzmengen (fm) durch Buchdrucker
seit 2013 (Stand 30.09.2024)

**Abbildung 45:**

Beginn der Schwarmflugaktivitäten der überwinternden Buchdrucker seit 2018 (PHENIPS 2024)

Neben dem Buchdrucker treten, insbesondere im Jungwaldstadium, weitere Arten auf, welche zum flächigen Absterben der Fichte führen können. Hierzu zählen in erster Linie der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) sowie der vom Schad- und Erscheinungsbild des Kupferstechers kaum zu unterscheidende Furchenflügelige Fichtenborkenkäfer (*Pityophthorus pityographus*). Beide Arten gehören zum Ökosystem unserer Nadelwälder und treten häufig vergesellschaftet auf. Die Intensität der Schäden wird bei diesen beiden Arten weniger durch die Schadholzmenge, sondern mehr durch die geschädigte Fläche abgebildet.

Seit Beginn der Buchdruckermassenvermehrung im Jahr 2018 sind im gesamten Freistaat inzwischen über 23,1 Mio. Festmeter Schadholz (Stand 30.09.2024; Tabelle 1) durch die genannten Fichtenborkenkäfer (98,8 % des gesamten Rindenbrüter-Schadholzaufkommens) zu verzeichnen (Abb. 46).



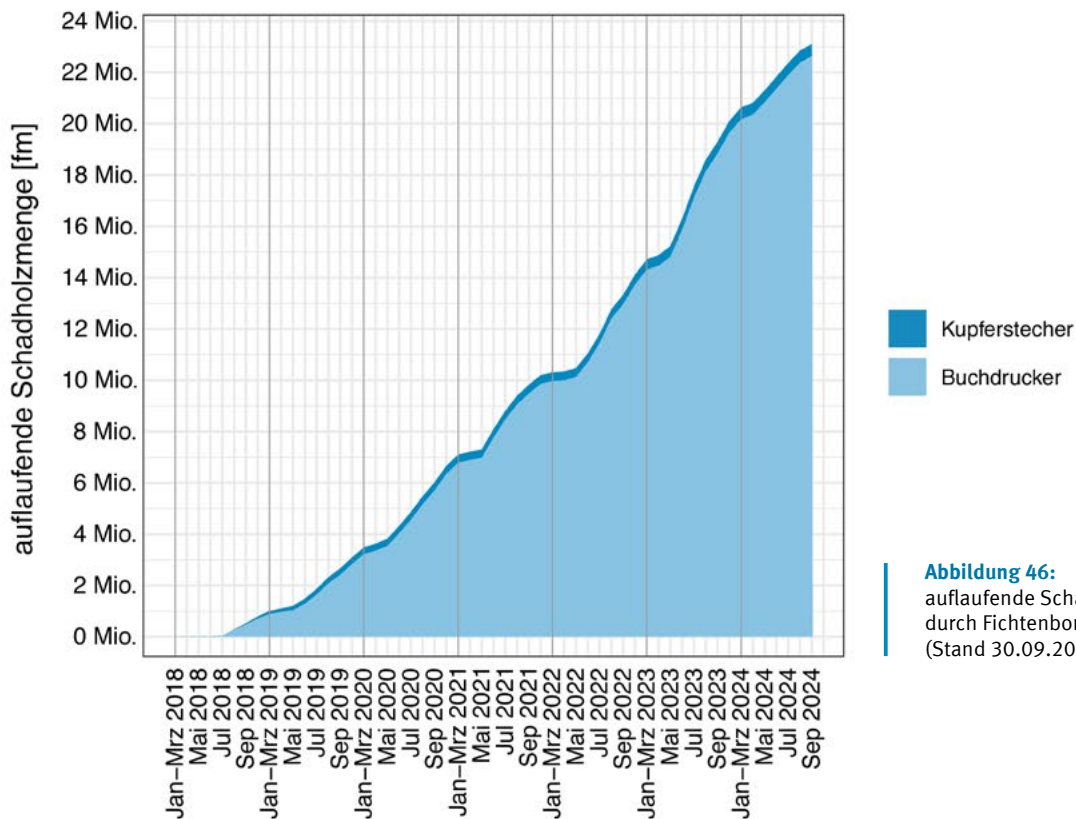


Abbildung 46:
auflaufende Schadholzmengen (fm)
durch Fichtenborkenkäfer seit 2018
(Stand 30.09.2024)

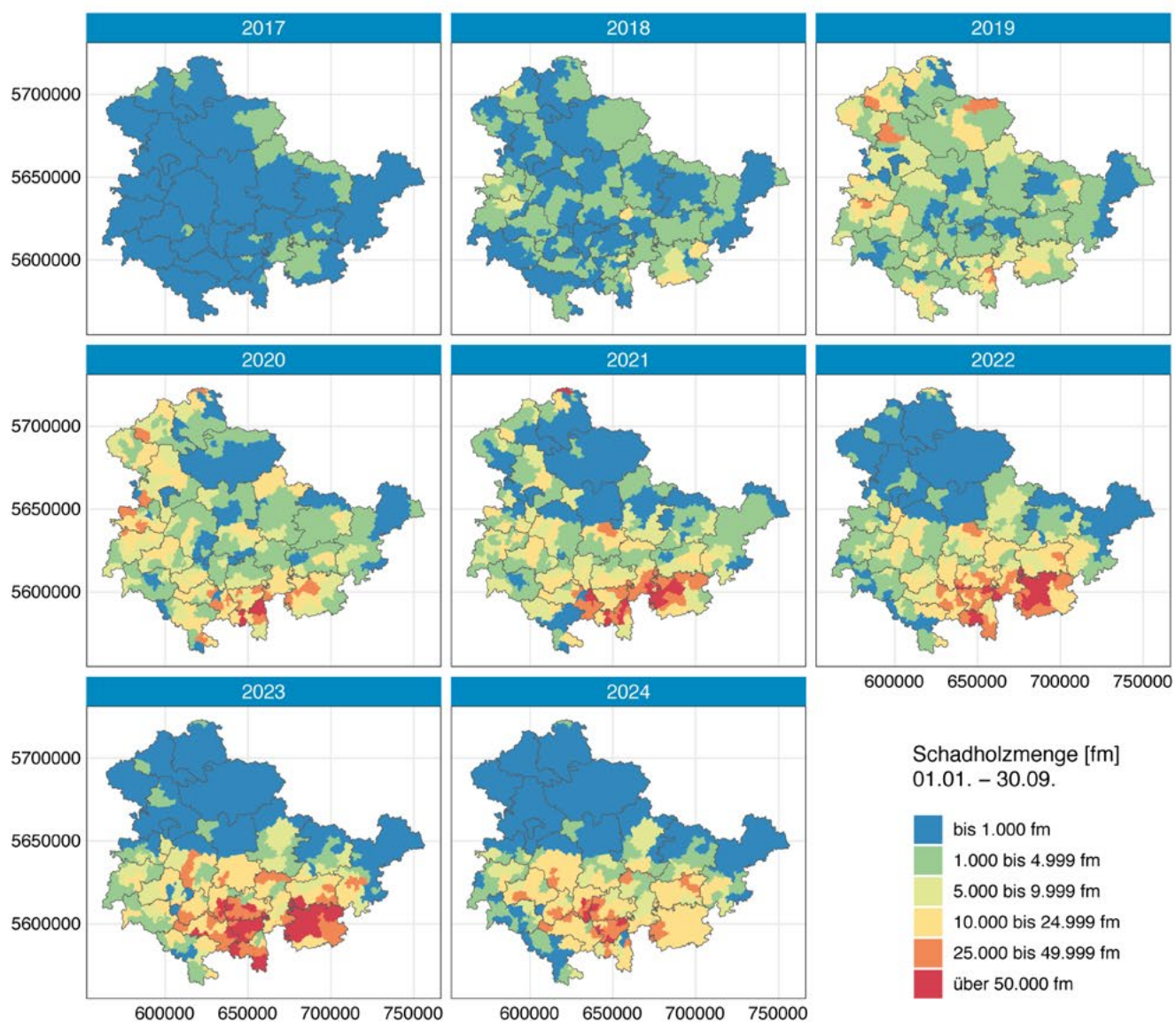
Die Abb. 47 zeigt die Entwicklung der regionalen Befallsschwerpunkte des Buchdruckers in den Revieren der Thüringer Forstämter seit Beginn der Massenvermehrung. In einigen Regionen sind die Schadholzmengen rückläufig, hier haben sich die 2018 noch vorhandenen Fichtenbestände zu großen Teilen bereits aufgelöst.



Foto: FFK Gotha

**Abbildung 47:**

regionale Entwicklung der Befallsschwerpunkte anhand der Schadholzmengen pro Revier in den Thüringer Forstämtern seit 2017
(Vergleichszeitraum 01.01.–30.09.)



4.2.5.2 Forstliche Schadorganismen/ Schäden an Kiefer

Das Spektrum der rindenbrütenden Käferarten ist bei der Baumart Kiefer deutlich breiter als bei der Fichte. Neben Borkenkäfer-Arten (*Ips spec. und Tomicus spec.*) können zusätzlich auch Prachtkäfer (*Phaenops spec.*; Abb. 48) und Rüsselkäfer (*Pissodes spec.*) am Schadumfang beteiligt sein. Häufig treten diese Schadorganismen vergesellschaftet auf, so dass eine eindeutige Zuordnung zum Schadverursacher schwierig ist. Für die folgende Darstellung im Rahmen der Schadholzstatistik wurden diese Arten deshalb zusammengefasst (Abb. 49).

Die aktuelle Menge des durch rindenbrütende Käfer verursachten Schadholzes liegt mit ca. 12.500 fm unter dem Wert des Jahres 2023. Die Schadholzentwicklung seit 2013 zeigt dennoch, dass auch die Kiefer durch die Massenvermehrung der rindenbrütenden Arten seit 2018 stark betroffen ist, wenngleich auch auf deutlich geringem Schadniveau als die Baumart Fichte. Auffällig ist der zunehmende Trend vom Befall einzelner Bäume hin zu flächigem Befall.



Abbildung 48:
durch Kiefernprachtkäfer befallenen Kiefer (Foto: FFK Gotha)

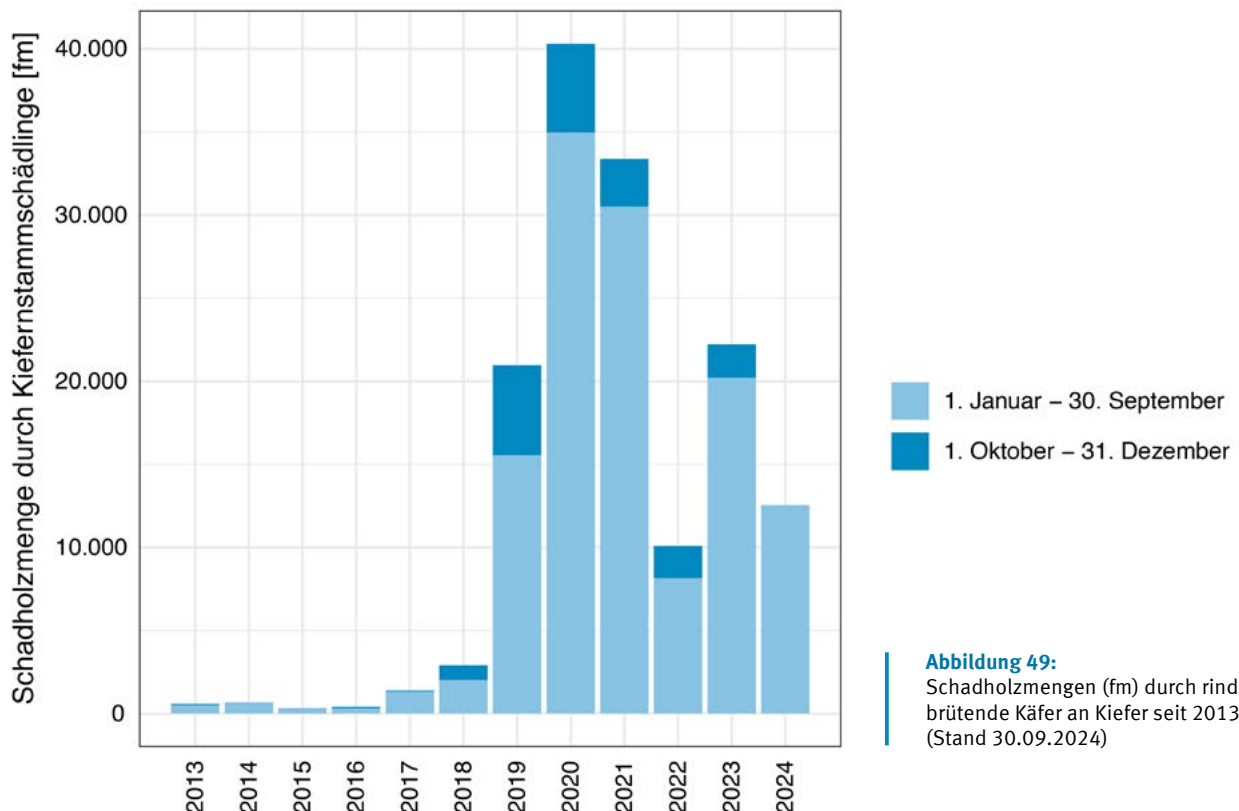
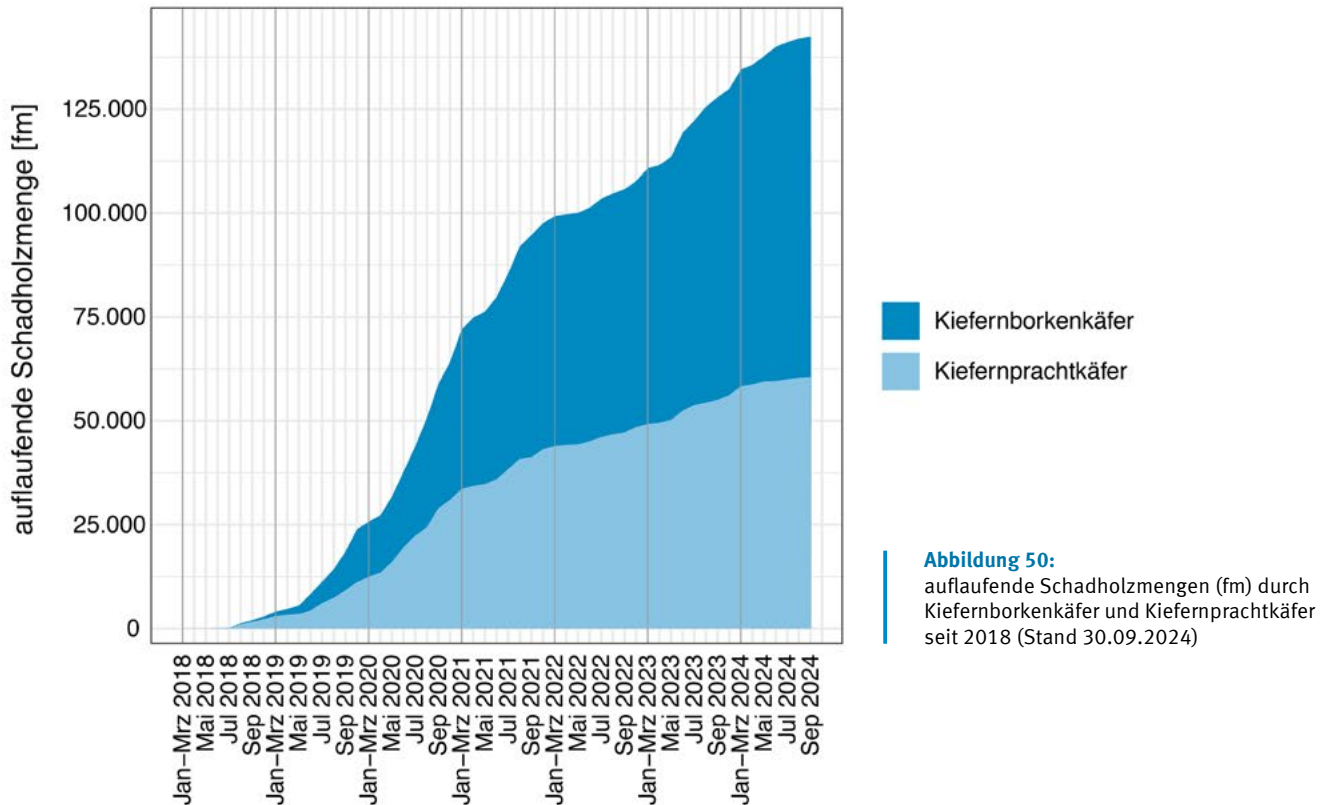


Abbildung 49:
Schadholzmengen (fm) durch rindenbrütende Käfer an Kiefer seit 2013 (Stand 30.09.2024)

Seit 2018 beläuft sich die Schadholzmenge Kiefer kumulativ auf 142.500 fm (Abb. 50) und repräsentiert damit ca. 0,6 % vom gesamten Rindenbrüter-Schadholzaufkommen.



Die Verbreitung des Erregers des Kieferntriebsterbens *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia pinea*) hat sich auch 2024 weiter fortgesetzt. Die typischen Symptome für eine Diplodia-Infektion werden jedoch weiterhin maßgeblich durch das Schadbild der rindenbrütenden Insekten überprägt, so dass eine zuverlässige Einschätzung der aktuellen Schadfläche nicht möglich ist.



4.2.5.3 Forstliche Schadorganismen/ Schäden an Lärche

Der auf die Baumart Lärche spezialisierte Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) ist ebenso wie die rindenbrütenden Käfer an Fichte und Kiefer ein Nutznießer der veränderten Witterungsbedingungen seit 2018. Die durch langanhaltende Trockenphasen und hohe Temperaturen prädisponierten Lärchen boten ein optimales Brutraumangebot für diese Art (Abb. 51). Mittlerweile ist der überwiegende Teil der Lärchenbestände in Thüringen diesem Borkenkäfer zum Opfer gefallen, so dass die Schadholzmenge seit 2022 nicht mehr so stark anwächst wie in den Jahren zuvor (Abb. 52). Die Schadholzmenge seit 2018 beläuft sich auf 93.000 (0,4 % vom gesamten Rindenbrüter-Schadholzaufkommen).



Abbildung 51:
Brutbild des Lärchenborkenkäfers (Foto: FFK Gotha)

Aufgrund des starken Rückgangs an Lärchenbeständen infolge des Borkenkäferbefalls reduziert sich auch die potenzielle Befallsfläche für weitere Schadorganismen der Baumart Lärche. So sind 2024 keine Fraßschäden durch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*)

registriert worden. Hingegen wurde bereits im Sommer landesweit ein verstärkter Befall durch *Mycosphaerella laricina*, dem Erreger einer Nadelschütte festgestellt. Infolge dieser Infektion kam es zu auffällig zeitigen Nadelverfärbungen und Nadelfall.

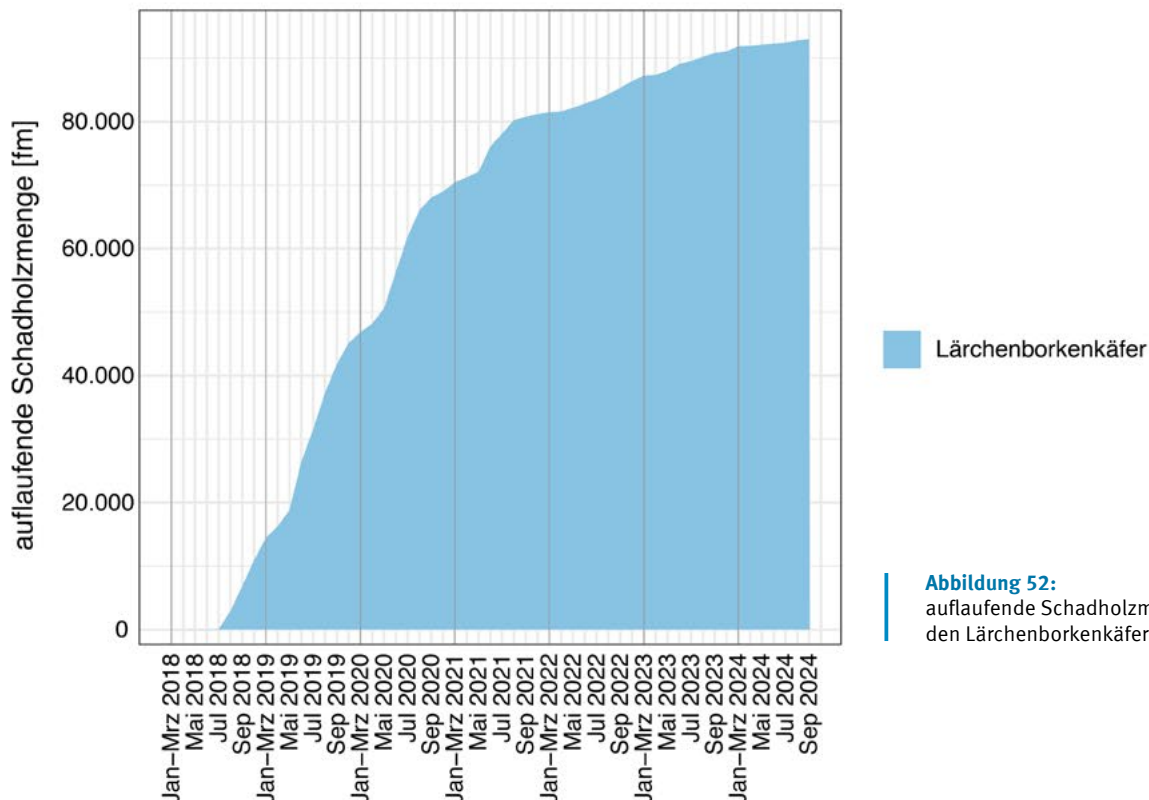


Abbildung 52:
auflaufende Schadholzmenge (fm) durch
den Lärchenborkenkäfer (Stand 30.09.2024)

4.2.5.4 Forstliche Schadorganismen/ Schäden an Buche

Die Witterungsbedingungen der letzten Jahre beeinflussten nachhaltig die Vitalität und Stabilität der Buchenbestände in Thüringen. Vorrangig ältere Bestände sind durch die sogenannte Buchenvitalitätsschwäche (BRESSEM, 2008) gekennzeichnet (Abb. 53; ➔ siehe Kapitel 5 „Rotbuchenwälder im Klimawandel“). In diesem Zusammenhang stiegen auch die durch rindenbrütende Käfer verursachten Schadholzmengen an, wobei das durch den Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis*) verursachte Schadholz den maßgeblichen Anteil daran hat.



Abbildung 53:
durch Buchenvitalitätsschwäche gekennzeichnete
Buchenbestand (Foto: FFK Gotha)

Die seit Jahresbeginn 2018 angefallene kumulative Schadholzmenge von etwa 16.500 fm (Abb. 54) repräsentiert 0,1 % des gesamten Rindenbrüter-Schadholzaufkommens. Zunehmend ist in den durch die Buchenvitalitätsschwäche gekennzeichneten Beständen ein verstärktes Auftreten des Kleinen Buchenborkenkäfers (*Taphrorychus bicolor*), oft vergesellschaftet mit dem Buchenprachtkäfer, festzustellen.

Als pilzliche Schwächeparasiten etablieren sich in diesen Beständen an Buchen mit grüner Krone auffallend der Rotbuchen-Rindenkugelpilz (*Biscogniauxia nummularia*) sowie der ebenfalls als aggressiver Holzfäuleerreger bekannte Gemeine Spaltblättling (*Schizophyllum commune*).

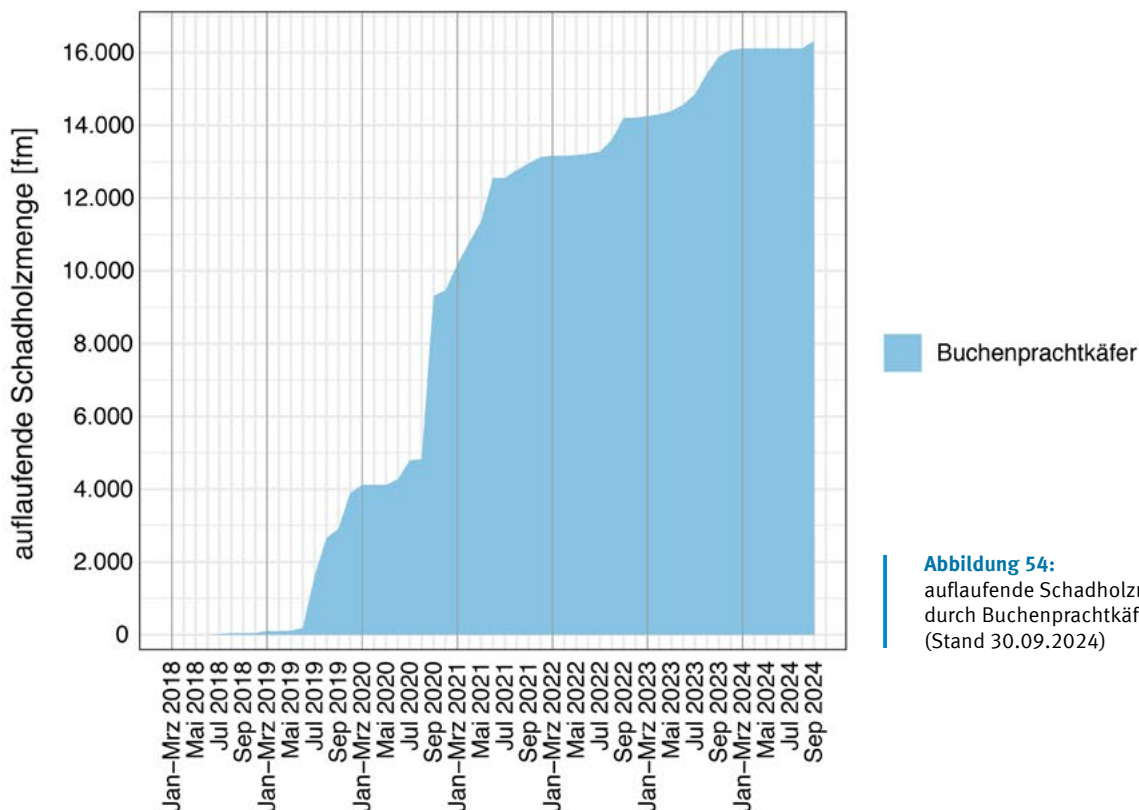


Abbildung 54:
auflaufende Schadholzmenge (fm)
durch Buchenprachtkäfer seit 2018
(Stand 30.09.2024)

4.2.5.5 Forstliche Schadorganismen/Schäden an Eiche

Auch die Baumart Eiche leidet nachhaltig unter den extremen Witterungsbedingungen der letzten Jahre. Hauptsächlich führten hier der Befall durch Eichenprachtkäfer-Arten (*Agrilus spec.*) in älteren und Befall durch den Eichensplintkäfer (*Scolytus intricatus*) in jüngeren Eichenbeständen zu einem deutlichen Anstieg der Schadholzmengen seit 2018. Nachfolgender Befall durch im Holz brütende Eichenkernkäfer (*Platypus cylindrus*), Eichennutzholzborkenkäfer (*Xyloterus signatus*) und Eichenholzwespen (*Xiphydria longicollis*) führen

an absterbenden bzw. abgestorbenen Eichen zu einer raschen Holzentwertung. Einfluss auf den Vitalitätszustand der Bäume haben diese Insekten allerdings nicht mehr.

Seit Einsetzen der Trockenjahre sind kumulativ über 33.000 fm Schadholz durch Rindenbrüter, überwiegend in alten Eichenbeständen, verursacht worden (Abb. 55). Dies entspricht einem Anteil von 0,1 % an dem gesamten Rindenbrüter-Schadholzaufkommen.

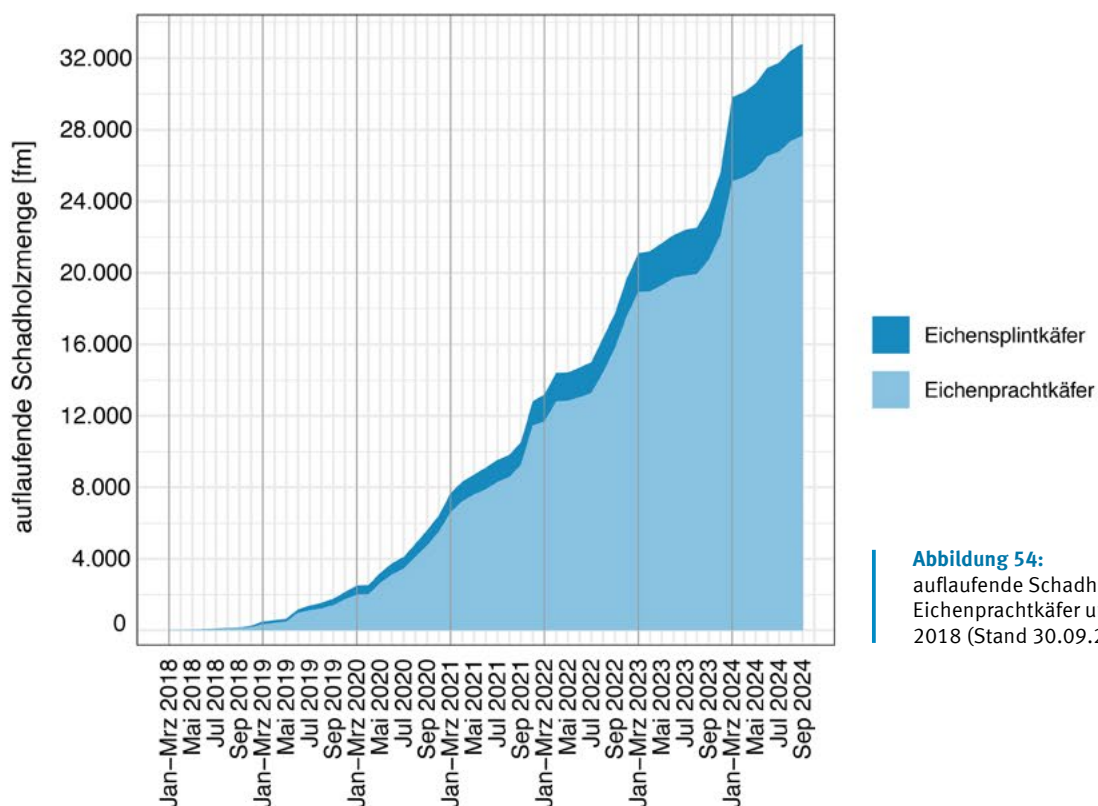


Abbildung 54:
auflaufende Schadholzmengen (fm) durch
Eichenprachtkäfer und Eichensplintkäfer seit
2018 (Stand 30.09.2024)

Auffällig ist das massive Auftreten von Eichenschleimfluss als unspezifisches Symptom einer Vitalitätseinschränkung. Auslöser für dieses Symptom können unterschiedliche Schadorganismen sein (z. B. Eichenprachtkäferbefall, Bakterien oder pilzliche Pathogene). In der Regel sterben betroffene Eichen innerhalb weniger Jahre ab.

Der Eichenmehltau (*Erysiphe alphitoides*) schädigt als pilzlicher Schaderreger vorrangig die Regenerationstrieb der Eiche und kann einzelne Triebe oder junge Pflanzen zum Absterben bringen. Die Schadfläche ist mit 328 ha in diesem Jahr deutlich höher als in den Jahren zuvor (2023: 32 ha).



Auch wenn sich der Eichenprozessionspinner (*Thaumetopoea processionea*) in Thüringen bislang noch nicht als waldschutzrelevanter Eichenschädling etabliert hat, mehren sich die Hinweise auf ein verstärktes Auftreten der Larven und der Gespinste. Die Auswirkung der Brennhaare der Raupen (Abb. 56) auf die Gesundheit von Menschen und Tieren ist weiterhin kritisch zu bewerten.

Abbildung 56:
Gespinnst des Eichenprozessionsspinners (Foto: FFK Gotha)

4.2.5.6 Forstliche Schadorganismen/ Schäden an Gemeiner Esche

Das seit 2009 in Thüringen zu beobachtende Eschen-triebsterben (ETS) tritt inzwischen landesweit in allen Altersklassen mit unterschiedlicher Schadintensität auf. Verursacht werden die Schäden durch das Falsche Weiße Stengelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*), einem aus Asien eingeschleppten Pilz, der junge und alte Eschen schwächt und zum Absterben bringen kann. Durch den Vitalitätsverlust der Eschen haben Sekundärschädlinge, wie verschiedene Bastkäfer, deutlich an Bedeutung gewonnen. Neuere Erkenntnisse haben gezeigt, dass ebenfalls Stammfußnekrosen in Begleitung mit Fäule an Stammfuß und Wurzel symptomatisch für das ETS sein können, die betroffenen Eschen fallen einfach um (Abb. 57).

Um den Erhalt der Esche als einheimische Waldbaumart und damit auch die auf Esche spezialisierten Arten und Lebensgemeinschaften zu sichern, wurde 2020 das Demonstrationsvorhaben der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) FraxForFuture ins Leben gerufen, an dem auch das FFK Gotha beteiligt war. Nähere Ergebnisse sind unter www.fraxforfuture.de zu finden.



Abbildung 57:
stark geschädigter Eschenbestand im Forstamt Bad Berka
(Foto: FFK Gotha)

4.2.6 Literatur

Bressem, U. (2008). Komplexe Erkrankungen an Buche. Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Universitätsdrucke Göttingen, pp 101–121.

4.3 Stoffeinträge

4.3.1 Depositionen in Waldökosystemen

Aufgrund der hohen spezifischen Oberfläche des Kronendachs filtern Wälder im Gegensatz zu anderen Landnutzungsformen besonders viele Schadstoffe aus der Luft. Als Gase werden sie über die Spaltöffnungen der Nadeln bzw. Blätter von den Bäumen direkt aufgenommen (trockene Deposition). Aber auch über den Niederschlag gelangen Schadstoffe in gelöster Form in den Waldboden (nasse Deposition). Luftschadstoffe von Relevanz für Waldökosysteme sind Ammoniak (NH_3), Stickoxide (NO , NO_2 , NO_x), Schwefeldioxid (SO_2), Ozon (O_3) und Schwermetalle wie Blei (Pb), Cadmium (Cd), oder Nickel (Ni). Treibhausgase wie z. B. CO_2 , CH_4 , N_2O gelten nicht als klassische Luftschadstoffe. Da ihre Zusammensetzung und Konzentration jedoch zahlreiche Prozesse in der Atmosphäre beeinflusst, wirken sie auch auf Waldökosysteme ein.

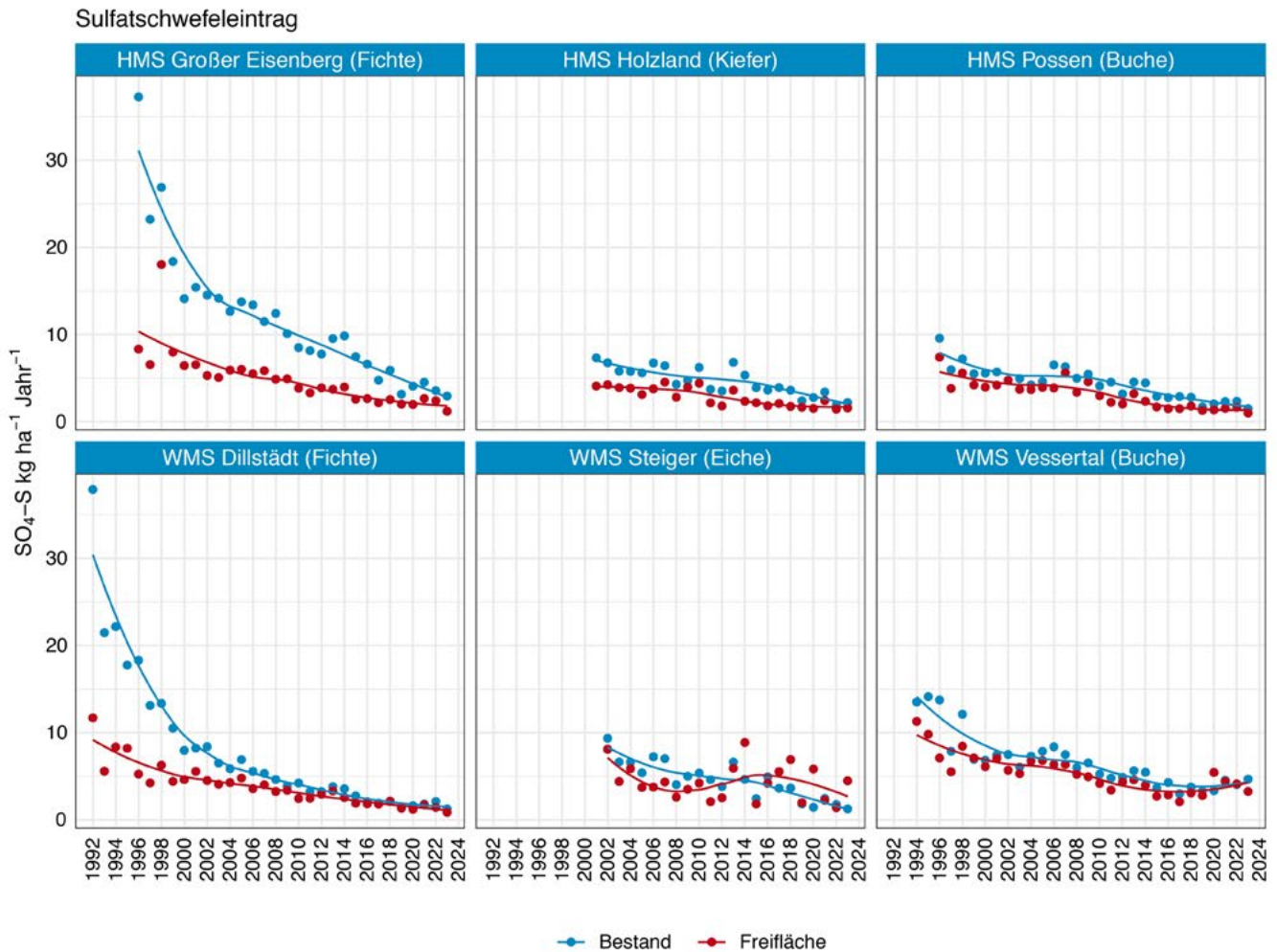
An den 15 Wald- und Hauptmessstationen werden zur Überwachung von Luftverunreinigungen die Stoffeinträge mit dem Niederschlag gemessen (d. h. die nasse Deposition) und deren mögliche Auswirkungen auf Waldböden und Waldbestände untersucht. Vom Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) finden darüber hinaus an den Hauptmessstationen (HMS) Pöschel und Holzland Messungen zur Konzentration von Schwefeldioxid, Ozon und Stickoxiden statt. Die für die HMS Großer Eisenberg relevanten Konzentrationen an Luftschadstoffen werden vom Umweltbundesamt (UBA) an der nahe gelegenen Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD) Schmücke erhoben.

4.3.2 Schwefeleintrag

Bis Mitte der 1990er Jahre war das bei Verbrennungsprozessen in Industrie, Privathaushalten und Straßenverkehr freigesetzte Schwefeldioxid (SO_2) hauptverantwortlich für die im Rahmen der Waldzustandserhebung dokumentierten Vitalitätsverluste und Waldschäden. Insbesondere die immergrünen Nadelbäume in den niederschlagsreichen Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge waren betroffen.

Schwefeldioxid schädigt die Vegetation im Umfeld von Emittenten unmittelbar. Der überwiegende Teil der SO_2 -Emissionen wird jedoch häufig über weite Strecken transportiert und gelangt in Form von Sulfatschwefel ($\text{SO}_4\text{-S}$) mit dem Niederschlag in den Wald. An den

Messstationen im Thüringer Wald (→ siehe Kapitel 2.1.4 „Intensives Forstliches Umweltmonitoring“) wurden Anfang der 1990er Jahre Einträge von über 30 kg pro Hektar und Jahr Sulfatschwefel gemessen (HMS Großer Eisenberg, WMS Dillstädt und WMS Vessertal). An der im Jahr 2019 stillgelegten WMS Pfanntalskopf lag der Eintrag sogar deutlich über 70 kg je Hektar und Jahr. Heute liegen die Einträge deutlich darunter und überschreiten einen Wert von 5 kg pro Hektar und Jahr nur noch sehr selten (Abb. 58). Höhere Werte treten nur noch in unmittelbarer Nähe von Emittenten auf.

Abbildung 58:Sulfatschwefeleintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$) in $\text{kg je Hektar und Jahr}$ auf den drei Hauptmessstationen und ausgewählten Waldmessstationen

Durch den hohen Schwefeleintrag zu Beginn der 1990er Jahre war das Ausmaß der Bodenversauerung erheblich und am Zustand der Bäume, vor allem an den Nadelbäumen, deutlich erkennbar. In den Jahren 1991 und 1992 wies rund die Hälfte der Fichten- und Kiefernbestände hohe Kronenverlichtungswerte und ausgeprägte Vergilbungen auf.

Die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Senkung des SO_2 -Ausstoßes, die Umstellung von schwefelreicher Kohle auf alternative Energieträger wie Gas und die Stilllegung von Industriebetrieben im Osten Deutschlands haben einen deutlichen Rückgang der SO_2 -Emissionen und damit auch der Sulfatschwefel-Einträge in die Waldökosysteme bewirkt. Seit rund 25 Jahren bewegen sich die $\text{SO}_4\text{-S}$ -Einträge auf einem so niedrigen Niveau, dass die kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) des Waldes nicht mehr überschritten werden.

Hintergrund: Critical Loads

Critical Loads (CL) sind ökologische Belastungsgrenzen (Grenzwerte) für luftgetragene Schadstoffeinträge, bei deren Einhaltung es nach aktuellem Stand der Wissenschaft weder akut noch langfristig zu schädigenden Wirkungen auf empfindliche Ökosysteme kommt. Von Bedeutung für den Wald sind vor allem die Critical Loads für den Eintrag von Säurebildnern wie beispielsweise Schwefel und Stickstoff, sowie für eutrophierenden Stickstoff.

4.3.3 Stickstoffeintrag

Stickstoff emittiert in der Regel als Gas in Form von Ammoniak (NH_3) oder Stickstoffoxiden (NO , NO_2 , NO_x). Ammoniakemissionen gehen im Wesentlichen auf landwirtschaftliche Produktionsprozesse zurück, vor allem durch die Tierhaltung. Stickoxide werden hauptsächlich im Straßenverkehr sowie durch industrielle und private Feuerungsanlagen für Kohle, Öl, Gas und Holz freigesetzt. Sie sind neben flüchtigen organischen Verbindungen (*volatile organic compounds*; VOC) einer der Vorläuferstoffe für die Bildung von bodennahem Ozon.

Stickstoff ist ein wichtiger Baustein für das Wachstum von Pflanzen, der im natürlichen Kreislauf bei der mikrobiellen Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile

entsteht. Er wird in mineralisierter Form als Ammonium (NH_4) oder Nitrat (NO_3) von den Pflanzen aufgenommen. In nachhaltig bewirtschafteten Wäldern reicht die systemintern produzierte Stickstoffmenge in der Regel für eine stabile Ernährung aus. Ernährungsdefizite treten meist nur auf stark devastierten oder sehr trockenen Standorten auf. Zusätzlich in das System eingetragener Stickstoff wirkt allerdings häufig wie ein Dünger und steigert den Zuwachs. Während kurzzeitige Einträge positive Waldwachstums-Effekte hervorrufen können, führen lang andauernde Stickstoffemissionen zu einer unausgewogenen Versorgung und Defiziten an anderen Nährstoffen. Anhaltend hohe Stickstoffeinträge reduzieren so die Stabilität von Waldökosystemen.

Abbildung 58:

Stickstoffeintrag ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) in $\text{kg je Hektar und Jahr}$ auf den drei Hauptmessstationen und ausgewählten Waldmessstationen

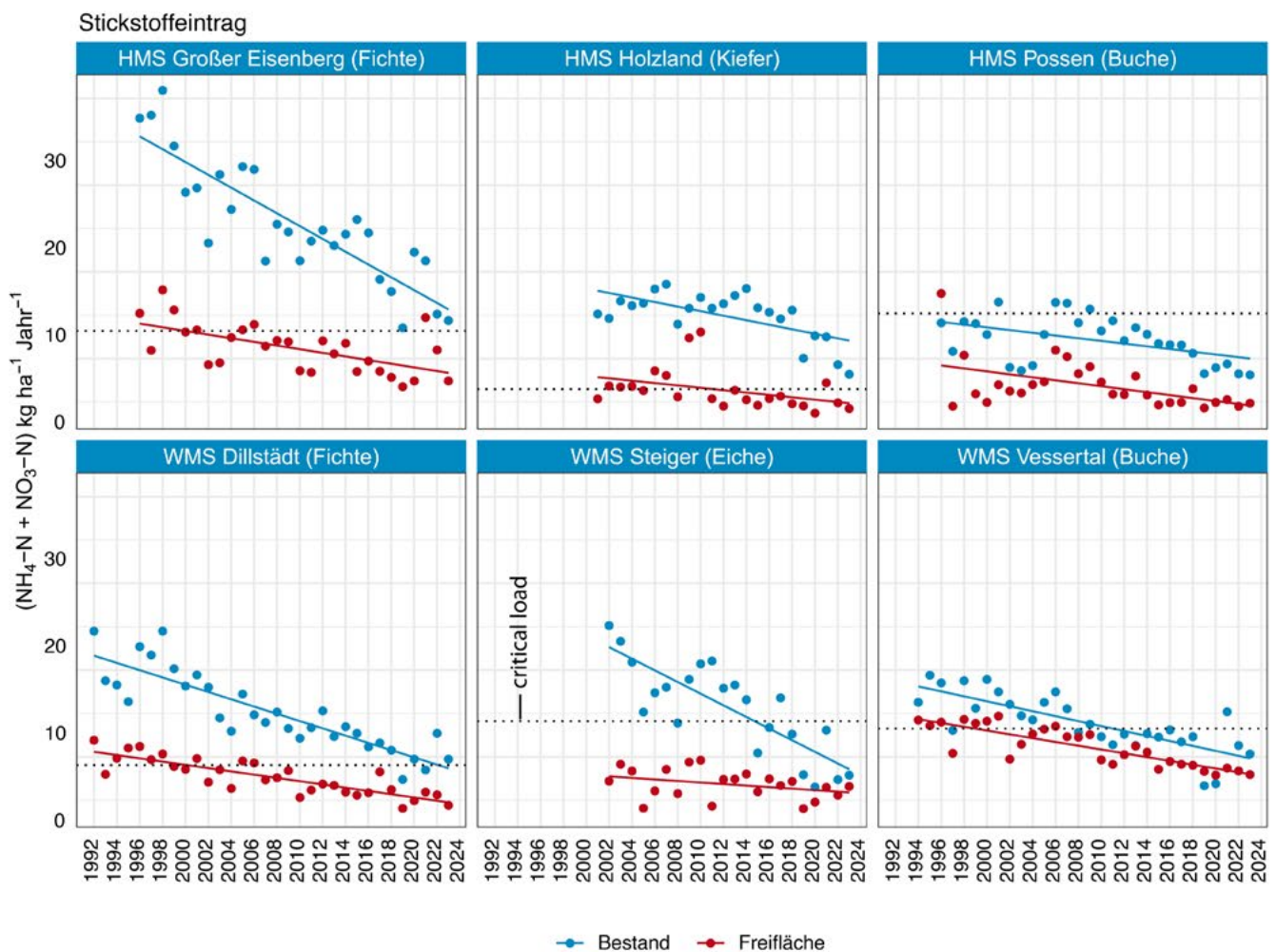




Foto: FFK Gotha

Seit den 1990er Jahren ist der durch den Niederschlag eingetragenen Stickstoff an den Wald- und Hauptmessstationen zurückgegangen (Abb. 59). Trotz sinkender Einträge trägt der anthropogen bedingte Stickstoffeintrag vor allem in den Fichtenbeständen der Hoch- und Kamm-lagen des Thüringer Waldes und Schiefergebirges und auch in den Nadelwaldgebieten Ostthüringens aber noch immer zu einer Belastung der Waldökosysteme bei.

Die höchsten Stickstoffeinträge wurden im Kalenderjahr 2023 an der Hauptmessstation Großer Eisenberg ($14,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$) sowie an den Waldmessstationen Harz ($12,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$), Vessertal ($10,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$) und Neuärgerniß ($10,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$) gemessen. Die niedrigsten Einträge wurden an den Waldmessstationen Hohe Sonne ($5,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$), Paulinzella ($5,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$), Römhild ($6,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$) und Steiger ($7,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$) beobachtet. Die Höhe der Einträge alleine lassen noch keinen unmittelbaren Schluss auf die tatsächliche Belastung von Waldstandorten zu, denn kritische Belastungsgrenzen hängen unter anderem auch von den Bodeneigenschaften ab. So liegt die kritische Belastungsgrenze (Critical load) an der Waldmessstation Paulinzella beispielsweise deutlich unter dem Schwellenwert der Hauptmessstation Possen (Abb. 59).

Wie sich die externen Stickstoffeinträge auf die seit dem Jahr 2018 entstandenen Fichten-Kalamitätsflächen auswirken, ist noch nicht abschätzbar. Bei einem kompletten Wegfall der schützenden Vegetationsschicht steigen die Temperaturen auf und im Waldboden an und der Stickstoffumsatz wird beschleunigt. Fallen gleichzeitig die Bäume als Stickstoff-Konsumenten weg, gelangt deutlich mehr Nitrat mit dem Sickerwasser in tiefere Schichten und letztendlich auch in die Grund- und Oberflächengewässer. Die externen Stoffeinträge stellen dann eine zusätzliche Belastung für das Ökosystem dar.

Anders stellt sich die Situation auf wiederbewaldeten Kalamitätsflächen dar. Hier kann der anthropogen bedingte Stickstoffeintrag auch positive Effekte haben. Durch den Verlust von Nitrat, Phosphor und anderen Pflanzennährstoffen entstehen Nährstoffdefizite im oberen Boden, welche im Zusammenspiel mit der Bodentrockenheit das Überleben von Naturverjüngung und gepflanzten Forstbäumen gefährden können. Die mit dem Niederschlag eingetragenen Nährstoffe könnten dies verhindern bzw. abmildern.

Spezial: Rotbuchenwälder im Klimawandel



5. Rotbuchenwälder im Klimawandel

Dürre, Hitze und hohe Sonneneinstrahlung gefolgt von pathogenen Pilzen und Insekten haben unsere Rotbuchenwälder in den letzten Jahren unerwartet stark geschädigt. Die jüngsten Ergebnisse der WZE bestätigen dies deutlich und geben Anlass zu der Sorge, dass Rotbuchenwälder im Zuge des Klimawandels immer weiter an Vitalität verlieren werden. Aber sind diese Sorgen berechtigt? Haben Rotbuchenwälder im Klimawandel keine Zukunft mehr? Werden sie in weiten Teilen Mitteleuropas durch andere Waldgesellschaften verdrängt werden, oder werden sie aktiv durch den Menschen ersetzt werden müssen? Wäre es möglich, mit an

den Klimawandel angepassten Waldbaustrategien die Resilienz und Anpassungsfähigkeit unserer Buchenwälder zu fördern und sie so trotz des Klimawandels weitgehend zu erhalten?

Diese Fragen sind Teil zahlreicher Forschungsaktivitäten in Deutschland sowie den laufenden Arbeiten zur Aktualisierung der Baumartenempfehlungen für Thüringen. Einige der wichtigsten Ergebnisse mit engem Bezug zum aktuellen Waldzustandsbericht möchten wir hier kurz vorstellen.

5.1 Witterungsextreme statt moderates Klima – etwas, was die Buche so gar nicht verträgt

Die Rotbuche (Abb. 60) ist eine Baumart des gemäßigten feucht-warmen Klimas mit vergleichsweise kühlen, regenreichen Sommern und milden Wintern. An dieses Klima ist sie hervorragend angepasst und unter diesem Klima kommt ihre vielfach beschriebene, breite ökologische Amplitude und hohe Konkurrenzkraft zum Tragen. Der fortschreitende Klimawandel wird in Mitteleuropa aber zum Gegenteil führen. Es werden nicht nur die mittleren Jahrestemperaturen ansteigen und die Winter wärmer werden, sondern es werden auch die Witterungsextreme zunehmen, sowohl hinsichtlich ihrer Häufigkeit und Intensität als auch ihrer Dauer. Als Indikator für die Zunahme von Witterungsextremen sei die Entwicklung der Anzahl an „Heißen Tagen“ (Tage mit $T_{max} \geq 30^\circ\text{C}$) in Thüringen genannt. Die Anzahl an „Heißen Tagen“ hat im Flächenmittel des Landes von rd. 3 Tagen pro Jahr im Zeitraum 1961–1990 auf rd. 6 Tage pro Jahr im Zeitraum 1988–2017 zugenommen. Im Jahr 2018 waren es rd. 19 Tage. Für die ferne Zukunft (2071–2100) wird ein mittlerer Wert von rd. 21 Tagen pro Jahr erwartet, der in einzelnen Jahren sogar noch weit übertroffen werden könnte (Spanne rd. 14–44 Tage pro Jahr).

Die für Buche besonders problematischen Veränderungen werden die Zunahme extremer Trockenheit bei gleichzeitig sehr hohen Temperaturen und hoher Sonneneinstrahlung sein, und dies zum Teil schon im Frühling und Frühsommer während der Blattentwicklung

bzw. der Hauptphase des Stammwachstums. Die Folge sind direkte Hitze- und Strahlungsschäden der Blätter und der Rinde sowie Embolien (Bildung von Luftblasen) in den Wasserleitbahnen v. a. des Stammes und der Äste. Durch die Embolien reißt der Wasserfluss in den Leitbahnen ab und das Wasser kann nicht mehr aus dem Boden in die Krone transportiert werden. Die negativen Auswirkungen von Trockenheit, Hitze und Strahlung verstärken sich gegenseitig, wenn sie



Abbildung 60:
junge Buchenblätter im Gegenlicht (Foto: FFK Gotha)



Abbildung 61:
Spätfrostschäden (Foto: FFK Gotha)

gemeinsam auftreten: Hitze und hohe Strahlung fördern die Transpiration (Abgabe von Wasserdampf über die Blätter) und damit den Wasserverbrauch des Baumes. Trockenheit reduziert die Transpiration, womit auch die Kühlwirkung der Transpiration reduziert wird und die Temperatur der Blätter und des Bestandes steigt. Das Ausmaß der Embolien und die Witterungsbedingungen in den Folgejahren bestimmen, inwieweit die Wasserleitbahnen repariert oder durch neue Leitbahnen ersetzt werden können. Zu diesem „wasserzentrischen“ Problem kommt ein anhaltendes Risiko von Spätfrosten (Abb. 61) bei zugleich früherem Blattaustrieb durch höhere Temperaturen im Frühjahr (wie in 2024).

Im Prinzip sind dies Auswirkungen des Klimawandels, die alle Baumarten treffen. Artspezifische Unterschiede in der Phänologie (z. B. Blattaustrieb, Blüten- und Fruchtbildung), der Holz- und Blattanatomie, die Regulation der Spaltöffnungen der Blätter und der Wurzelverteilung etc. bestimmen jedoch, wie sensitiv eine Art auf Trockenstress reagiert und inwieweit sie sich von Schäden erholen kann. Hinzu kommen die lokalen Standortverhältnisse. So bestimmen z. B. die Eigenschaften des Bodens wieviel Wasser der Boden aufnehmen und speichern kann, oder wie tief die Bäume wurzeln können.

5.2 Vom Trockenstress zur Buchenvitalitätsschwäche

Vor diesem Hintergrund ist es nicht überraschend, dass vor allem Buchenbestände auf sehr trockenen Standorten (z. B. flachgründige Rendzinen, Kuppenlagen, südexponierte Hänge), aufgelichtete Altbestände oder plötzlich freigestellte Einzelbäume besonders stark geschädigt sind. Trockenstress führt je nach Intensität und Dauer aber nicht zwangsläufig zum Absterben der betroffenen Bäume (s. u.). Das Problem an der aktuellen Situation ist, dass die durch Trockenheit geschwächten Buchen weniger widerstandsfähig gegenüber pathogenen Pilzen (z. B. Scharlachrotes Pustelpilzchen (*Neonectria coccinea*)) und Schadinsekten (z. B. Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis*))

werden, und sich das komplexe Krankheitsbild der Buchenvitalitätsschwäche entwickelt (siehe „Symptome und Verlauf der Buchenvitalitätsschwäche“ auf Seite 74). Seit wie vielen Jahren sich diese Schwächung bereits aufgebaut hat und dann seit 2018 verstärkt, ist noch nicht abschließend geklärt. Auch die Rolle des langjährigen Eintrags von Luftschadstoffen in Wälder wird derzeit noch intensiv untersucht. Sie könnten beispielsweise die Symbiose zwischen Bäumen und Pilzen stören, und/oder die Mechanismen der Bäume zu Vermeidung von Trockenstress schwächen.

5.3 Kronenverlichtungen können, müssen aber nicht der Anfang vom Ende sein

Der Kronenzustand oder die Komplexität von Kronenstrukturen (z. B. Anteil feiner Äste) gehören zu den wichtigsten Indikatoren für die Vitalität von Bäumen. Auf größerer Fläche sind sie ein untrügliches Zeichen dafür, wie gut oder schlecht es dem Wald geht. Auf Einzelbaumebene ist es bislang aber schwierig, von diesen Indikatoren direkt auf andere Indikatoren der Vitalität, wie z. B. das Stammwachstum zu schließen, oder gar Vorhersagen zur zukünftigen Erholung oder zum Absterben des Einzelbaumes zu machen – ausgenommen natürlich ein sehr schlechter Kronenzustand in Verbindung mit holzzersetzenden Pilzen. Grund hierfür ist, dass jeder Indikator nur für einen Teil der Gesamtvitalität des Baumes steht und damit eng verbunden unterschiedliche Prozesse bzw. Mechanismen als Reaktion auf Stresssituationen widerspiegelt.

Erhöhtes Wurzelwachstum nach einer Trockenperiode beispielsweise, oder die zeitweilige Priorisierung des Wurzelwachstums gegenüber dem Stamm- oder Kronenwachstum als Anpassung an Trockenheit (sog. Umverteilung des Wachstums) lassen sich nur schwer messen. Zudem spielt, neben den lokalen Bodeneigenschaften, die Konkurrenzsituation eines jeden Baumes im Verhältnis zu seinen Nachbarbäumen und damit insgesamt die Baumartenzusammensetzung und

Struktur des Bestandes eine große Rolle. So zeigen Untersuchungen zum Stammwachstum in Buchenrein- und Mischbeständen, dass die Buche von der Nachbarschaft mit anderen Baumarten profitieren kann.

Die beteiligten Prozesse laufen zudem auf unterschiedlichen zeitlichen Skalen ab, reagieren unterschiedlich schnell auf unterschiedliche Umweltfaktoren und beeinflussen sich gegenseitig; teils gleichen sich ihre Wirkungen aus, teils verstärken sie sich gegenseitig. Negative Veränderungen im Innern des Stammes und der Äste sowie in den Wurzeln können sich über lange Zeiträume – und von außen unbemerkt – ansammeln. Jahrringanalysen beispielsweise belegen, dass das aktuelle Stammwachstum alter Buchen auch von früheren Witterungsereignissen, Änderungen der Bestandesstruktur, mechanischen Schädigungen oder Schäden durch Schaderreger beeinflusst wird. Aufgrund der dünnen Rinde von Buchen sind Schädigungen der Rinde durch plötzliche Freistellung („Sonnenbrand“) oder im Zuge von Hiebsmaßnahmen häufig der Beginn eines schleichenden, Jahrzehnte langen Vitalitätsverlustes.

5.4 Bestandesstruktur und Baumartenvielfalt – Die Stellschrauben des Waldbaus

Eine der wichtigsten „Stellschrauben“, die wir bei der zukünftigen Bewirtschaftung unserer Buchenwälder haben, ist die Gestaltung der Bestandesstruktur (z. B. Durchmesser- und Bestandesdichte) und der Baumartenvielfalt. Die große Herausforderung hierbei ist, eine Balance zu finden zwischen zu hoher und zu geringer Hiebsstärke und Hiebshäufigkeit. Auf der einen Seite gilt es, durch den Erhalt der Integrität des Bestandeskronendaches ein möglichst ausgeglichenes, kühl-feuchtes Waldinnenklima für die Buche zu erhalten

bzw. zu schaffen, auf der anderen Seite durch gezielte Auflichtungen eine ausreichende Ressourcenverfügbarkeit (v. a. Licht und Wasser) zugunsten von Einzelbaumvitalität und zugunsten von Mischbestandsstrukturen zu fördern (Abb. 62). Bislang dicht geschlossene Buchenaltbestände sollten deshalb besonders behutsam und unter fortlaufender Beobachtung des Vitalitätszustandes in strukturreichere Bestände überführt werden.



Abbildung 62:

struktureicher Buchenlaubmischwald (Foto: FFK Gotha)

In den derzeit stark geschädigten bzw. aufgelichteten Altbeständen gibt die oftmals vitale Naturverjüngung Anlass, noch recht optimistisch zumindest in die nahe Zukunft zu schauen (Abb. 63). Zudem haben genetische Analysen von alten und jungen Bäumen in einem stark geschädigten nordwest-thüringischen Buchenbestand keine Hinweise auf eine Reduktion der genetischen Vielfalt durch die extreme Trockenheit der letzten Jahre ergeben. Daher ist zu hoffen, dass auch in stark geschädigten Beständen die große genetische Vielfalt der Buche zur Anpassung an den Klimawandel und als

eine Komponente der Risikostreuung erhalten bleibt und an die nächste Generation weitergegeben werden kann. Die jungen Buchenbestände sollten, auf langfristig geeigneten Standorten, dann durch eine frühe, mäßige und häufige Durchforstung und die Förderung von Mischbaumarten auf zukünftige Witterungsextreme vorbereitet werden.

Die größte waldbauliche Herausforderung stellen derzeit wohl die mittelalten Buchenreinbestände dar. Sie behutsam in strukturreiche Buchenmischbestände zu überführen bzw. die Vorausverjüngung – und nicht nur die der Buche – zu fördern, ist nur über lange Zeiträume und mit großem personellem Einsatz möglich. Auf den schon heute sehr trockenen Grenzstandorten der Buche wird ein Wechsel der Hauptbaumarten gemäß den Baumartenempfehlungen für Thüringen wohl unumgänglich sein – wenn möglich unter Beteiligung natürlicher Sukzession und bislang seltenen Baumarten (wie z. B. Elsbeere, Mehlsbeere und Speierling). Die Buche wird auf diesen Standorten nur noch eine willkommene Misch- oder Nebenbaumart sein können.



Abbildung 63:

vitale Naturverjüngung unter stark geschädigtem Buchenaltbestand (Foto: FFK Gotha)

5.5 Zum Nach- und Weiterlesen

Ammer C., Albrecht L., Borchert H., Brosinger F., Dittmar C., Elling W., Ewald J., Felbermeier B., Gilsa H. von, Huss J., Kenk G., Kölling C., Kohnle U., Meyer P., Mosandl R., Moosmayer H.-U., Palmer S., Reif A., Rehfuess K.-E., Stimm B. (2005) Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa – kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von Rennenberg et al. (2004). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 176: 60–67

Hackmann C., Sennhenn-Reulen H., Mund M., Ammer A. (2024) Local neighborhood affects stem, rehydration under drought: evidence from mixtures of European beech with two different conifers. Tree Physiology (accepted).

Höwler K., Vallebuona N., Wern T., Ammer C., Seidel D. (2024) Structural reorganization in beech forests in central Germany as response to drought-induced mortality in the overstory. Trees, Forests and People 15: 100506.

Koebisch F., Klosterhalfen A., Emad A., Mund M., Ammer C., Dienerberger S., Donack L., Heidenreich M., Mueller M. M., Seidel D., Thiel C., Tiedemann F., Knohl A. (2024) Dynamics in CO₂ uptake, growth, and mortality of an old-growth temperate forest under drought stress, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-15114, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-15114>.

Langer und Bußkamp (2023): Vitality loss of beech: a serious threat to *Fagus sylvatica* in Germany in the context of global warming. Journal of Plant Diseases and Protection 130: 1101–1115.

Leuschner, C. (2020). Drought response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) – A review. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 47: 125576.

Lwila A. S., Ammer, C., Gailing, O., Leinemann, L., Mund, M. (2024). Root overlap and allocation of above- and belowground growth of European beech in pure and mixed stands of Douglas fir and Norway spruce. Forest Ecosystems, Volume 11, 100217

Lwila A. S., Post-Leon A., Ammer C., Mund M., (2023) Site properties, species identity, and species mixture affect fine root production, mortality, and turnover rate in pure and mixed forests of European Beech, Norway spruce, and Douglas-fir. Ecological Indicators 147: 109975.

Menge J.H., Magdon P., Wöllauer S., Ehbrecht M. (2023) Impacts of forest management on stand and landscape-level microclimate heterogeneity of European beech forests. Landscape Ecology 38: 903–917.

Metz J. (2019) The effect of neighborhood identity on seasonal tree growth responses and ecophysiological characteristics of European beech (*Fagus sylvatica* L.). Dissertation, Universität Göttingen.

Mund M., Caré O., Hosius B., Leinemann L., Rösner C., Tischer A. (2024) DroughtGenDiv – Effects of extreme drought on the genetic diversity of beech forests (in Bearbeitung)

Mund M., Herbst M., Knohl A., Matthäus B., Schumacher J., Schall P., Siebicke L., Tamrakar R., Ammer C. (2020) It is not just a ‘trade-off’: indications for sink- and source-limitation to vegetative and regenerative growth in an old-growth beech forest. New Phytologist 226: 111–125.

Regionales Klimainformationssystem Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen (ReKIS) <http://rekis.hydro.tu-dresden.de/wissen/thueringen/klima-info/zukuenftiges-klima/>, 18.09.2023

Thurm E. A., van der Maaten E., van der Maaten-Theunissen M., Schröder J., Jütte K. (2024) Buchen-vitalitätsschwäche – Totgesagte leben länger! AFZ/ Der Wald 6: 36–39.

Tropf J., Bien S., Eurich L., Grüner J., Langer G. J. (2022) Pilzliche Schäden an der Rotbuche. AFZ/ Der Wald 77: 32–35.

van der Maaten E., Stolz J., Thurm E. A., Schröder J., Henkel A., Leinemann L., Profft I., Voth W., van der Maaten-Theunissen M. (2024) Long-term growth decline is not reflected in crown condition of European beech after a recent extreme drought. Forest Ecology and Management 551: 121516.



Symptome und Verlauf der Buchenvitalitätsschwäche

- schütterere Belaubung, Kleinblättrigkeit
- frühzeitiges Verbraunen des Laubes in der Krone
- vorzeitiger Blattabwurf
- Trockenäste, Verlust von Feinreisig, Absterbeerscheinungen in der Oberkrone
- Rindenrisse
- abplatzende Rinde im Kronenbereich und am Stamm

Die geschwächten Buchen sind anfällig für Rindenpilze. Parallel kann es zu einem Befall der Bäume durch rindenbrütende Insekten kommen. Während Buchen ohne deren Befall Trockenschäden häufig wieder ausheilen können, führt die Beteiligung der Sekundärschädlinge mittelfristig zum Absterben der Bäume. Im fortgeschrittenen Schadensverlauf werden die Bäume durch holzabbauende Pilze und holzbrütende Insekten besiedelt, die die Holzqualität erheblich vermindern und die Stand- und Bruchsicherheit gefährden. Dieser Prozess verläuft in der Regel über mehrere Jahre (Abb. 64 und Abb. 65).



Siehe auch Flyer „Schadbilder an der Rotbuche – Buchenvitalitätsschwäche. Information für Waldbesitzende.“ Hrsg. Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, ThüringenForst (waldschutz@forst.thueringen.de), in Kooperation mit dem Forschungsprojekt Buche-Akut.

Abbildung 64:

Rindenpilz (*Libertella faginea*) an einer geschwächten Buche (Foto: FFK Gotha)

Abbildung 65:

Verlauf der Buchenvitalitätsschwäche





Die Buche in den Baumartenempfehlungen für Thüringen

In den derzeit gültigen Empfehlungen „Standortgerechte Baumarten- und Bestandeszieltypenwahl für die Wälder des Freistaates Thüringen auf Grundlage der forstlichen Standortkartierung unter Beachtung des Klimawandels“ spielen Waldbilder mit Buche als Haupt- oder Mischbaumart eine große Rolle. Unter der Annahme eines moderaten bis starken Klimawandels für 2041–2070 ergeben sich Möglichkeiten für buchengeprägte Waldbilder auf bis zu 65 % der Gesamtwaldfläche und für Buchenbeimischungen auf weiteren 13 %. Hinzu kommen Wälder mit Buchenanteilen unter 20 % (Buche als Nebenbaumart) bei nahezu allen bisher erwarteten Klimabedingungen und auf einer Vielzahl der terrestrischen und nicht durch (Stau-)Nässe geprägten Waldböden.

Für die Buchenwaldtypen berücksichtigen die Baumartenempfehlungen zwei sehr wichtige standörtliche Grenzen ihrer Anbaufähigkeit, die aus der ökologischen Grundlagenforschung stammen. In den Thüringer Hoch- und Kammlagen erfolgt eine standörtliche Grenzziehung aufgrund von Kälte und dem Risiko von Spätfrösten. In den Tieflagen, wo zukünftig Wassermangel und Hitze besonders ausgeprägt sein werden, wird die Buche heute bereits nicht mehr empfohlen. Ausnahmen sind allerdings dort zugelassen, wo standörtliche Boden- und Lageeigenschaften diese generell ungünstigen Klimabedingungen abmildern. Der komplexe Prozess der Baumartenplanung erfordert den Blick in die eigens dafür erzeugten Kartenmaterialien und Tabellen der Baumartenempfehlungen, vorzugsweise gemeinsam mit dem dazu geschulten Forstamtspersonal.

→ **Beratungen zur standortgerechten und waldfunktionsorientierten Baumartenwahl kann in Thüringen jeder Waldbesitzende kostenfrei beim örtlich zuständigen Forstamt erhalten! Alle Unterlagen zu den Baumarten sind auch online verfügbar.**

www.waldbesitzerportal.de/waldbewirtschaftung/waldbau-waldumbau/der-waldumbau/
www.thueringenviewer.thueringen.de/thviewer/

Ob die aktuellen Baumartenempfehlungen auch für die Witterungsverhältnisse seit 2018 noch Gültigkeit besitzen, wurde insbesondere für die Waldtypen mit Buche als Haupt- oder Mischbaumart anhand der Daten aus der Waldzustandserhebung geprüft. Dafür wurde die aktuelle Kronenverlichtung und Buchensterblichkeit an den thüringischen WZE-Punkten mit Buche mit den Baumartenempfehlungen für genau diese Punkte verglichen. Es zeigte sich, dass das Ausmaß der Schäden gut mit den jeweiligen örtlichen Baumartenempfehlungen korrespondierte: dies betraf sowohl die Nicht-Empfehlungen der Buche bei ungünstigem Standort oder Klima als auch die ausdrückliche Empfehlung von Waldbildern mit Buche auf geeigneten und laut WZE-Datenlage aktuell unproblematischen Standorten. Diese Datenanalyse ergab auch Hinweise darauf, dass insbesondere ein ungünstiger Bodenwasserhaushalt (z. B. bedingt durch flachgründige, sehr steinige Böden) gemeinsam mit ungünstigen Witterungs- und Klimabedingungen die Vitalität der Buche deutlich schwächen.

Kleinräumige Unterschiede im Bodenwasserhaushalt sind für Thüringen in den letzten Jahren flächendeckend digital nachkartiert worden und ergänzen nun das klassische forstliche Standortkartenwerk. Derzeit wird daran gearbeitet, wie diese wichtigen Bodeninformationen sowie aktuellste Karten und Daten zum zukünftigen Klimawandel in Thüringen in die anstehende Überarbeitung der Thüringer Baumartenempfehlungen einfließen können. Diese aufwendigen Arbeiten werden durch Mittel aus dem Sonderprogramm Waldumbau und Wiederbewaldung (SPWW) im Aktionsplan Wald 2030ff ermöglicht.



Forschungsaktivitäten zu Buchenwäldern und Waldbewirtschaftung in Thüringen

(ausgewählte Beispiele und Literaturvorschläge)

Buche-Akut: Buchenkalamitäten im Klimawandel – Ursachen, Folgen, Maßnahmen

- Forschungspartner: Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Universität Göttingen
- Flächenkulisse: Thüringen, Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt
- Förderung: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. im Rahmen des Förderprogramms „Waldklimafonds“ aus Mitteln des BMEL und BMUV, 12/2021 bis 04/2025
www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=2220WK10A1
- Literatur: Höwler et al. (2024) Structural reorganization in beech forests in central Germany as response to drought-induced mortality in the overstory. *Trees, Forests and People* 15, 100506; Langer und Bußkamp (2023): Vitality loss of beech: a serious threat to *Fagus sylvatica* in Germany in the context of global warming. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130. S. 1101–1115; Menge et al. (2023): Impacts of forest management on stand and landscape-level microclimate heterogeneity of European beech forests. *Landscape Ecology* 38, S. 903–917; Klemmt et al. (2023): Die Zukunft der Rotbuche in Mitteleuropa. *AFZ/DerWald* 15, S. 12–16; Tropf et al. (2022): Pilzliche Schäden an der Rotbuche. *AFZ/Der Wald* 77, S. 32–35; s. auch www.thueringenforst.de/forschungsfelder-projekte/buche-akut

BuVit: Buchenvitalitätsschwäche nach der 2018/2019 Trockenheit

- Forschungspartner: TU Dresden, Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, Landesbetrieb Forst Brandenburg, Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, Nationalpark Hainich
- Flächenkulisse: Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen, Brandenburg
- Förderung: Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, 05/2020 bis 12/2022
- Literatur: Thurm et al. (2024): Buchenvitalitätsschwäche – Totgesagte leben länger! *AFZ/Der Wald* 6, S. 36–39; van der Maaten et al. (2024): Long-term growth decline is not reflected in crown condition of European beech after a recent extreme drought, *Forest Ecology and Management*, 551: 121516

Digital Forest – Ein Echtzeit-Erfassungssystem für Klimawirkungen im Wald

- Forschungspartner: Universität Göttingen, Universität Leipzig
- Flächenkulisse: Nationalpark Hainich
- Förderung: Volkswagen Stiftung, Land Niedersachsen, 03/2021 bis 08/2024
- Literatur: Heidenreich et al. (2024): Towards an objective assessment of tree vitality: a case study based on 3D laser scanning. *Trees*, 38: S. 927–940; Yu et al. (2022): Contrasting drought legacy effects on gross primary productivity in a mixed versus pure beech forest. *Biogeosciences* 19, S. 4315–4329; www.uni-goettingen.de/de/635968.html



Langfristige Bestandesentwicklung in den Buchenplenterwäldern des Hainichs

Forschungspartner: Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, Forstamt Hainich-Werratal
Flächenkulisse: Mittelhainich
Förderung: Sonderprogramm Waldumbau und Wiederbewaldung der Landesregierung Thüringen, 2021–2036
Literatur: Hessenmöller et al. (2018): A silvicultural strategy for managing uneven-aged beech-dominated forests in Thuringia, Germany: a new approach to an old problem. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33, S. 668–680; Hessenmöller et al. (2012): Die Buchenplenterwälder in Thüringen. *AFZ/Der Wald* 12, S. 4–7; Erteld et al. (2005): Vorrat, Zuwachs und Nutzung im plenterwaldartigen Buchenwald. *AFZ/Der Wald* 13, S. 702–706.

Entwicklungsdynamik in den Naturwaldparzellen Thüringens

Forschungspartner: Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha
Flächenkulisse: Thüringen
Förderung: Sonderprogramm Waldumbau und Wiederbewaldung der Landesregierung Thüringen, 2021–2036 (SPWW) im Aktionsplan Wald 2030ff
Literatur: Reihe „Mitteilungen – Neue Ergebnisse aus der angewandten Waldforschung“: Boddenberg et al., Naturwaldparzellen in Thüringen, Heft 25/2005; Serie Faunistische Untersuchungen in Naturwaldparzellen: Baier et al., Klosterholz, Heft 33/2014, Wenzel et al., Vessertal, Heft 35/2017; Wenzel et al., Eisenberger Holzland, Heft 42/2023

MultiRiskSuit: Klimawandelbedingte Mortalitäts- und Wachstumstrends als Grundlage für bundesweit vergleichende Baumarteneignungsbeurteilungen

Forschungspartner: Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Landesbetrieb Forst Brandenburg, Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Landesbetrieb Wald und Holz, Nordrhein-Westfalen, Staatsbetrieb Sachsenforst, Saarforst Forstplanung, Saarland
Flächenkulisse: Deutschland
Förderung: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. im Rahmen des Förderprogramms „Waldklimafonds“ aus Mitteln des BMEL und BMUV, 11/2022 bis 10/2027
www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=2220WK41G4
Literatur: www.thueringenforst.de/forschungsfelder-projekte/multirisksuit-vergleichende-baumarteneignungsbeurteilungen

6. Fazit und Ausblick

Langanhaltende Hitze- und Trockenperioden seit dem Jahr 2018 als Auswirkungen des Klimawandels haben den Wald in Thüringen bereits deutlich verändert. Vor allem die Massenvermehrung forstlicher Schadinsekten hat zu massiven Schäden bei der Fichte geführt. Aber auch bei den anderen Baumarten hat das Schadgeschehen eine bisher nicht bekannte Dynamik erreicht. Diese Entwicklung wird weitergehen.

Die günstigen Witterungsbedingungen der vergangenen Monate, insbesondere die hohen Niederschläge seit Oktober 2023, haben die Situation in den Wäldern leicht entspannt. Waldbesitzende, Forstbetriebe, wie auch die Gesellschaft insgesamt, stehen aber weiterhin vor enormen Herausforderungen. Damit auch nachfolgende Generationen die vielfältigen Funktionen des Waldes in Anspruch nehmen können, gilt es, den bereits vor 30 Jahren eingeschlagenen Weg des Waldumbaus konsequent weiterzugehen.

Das übergeordnete Ziel der Thüringer Forstpolitik ist gemäß der Aufgabenstellung des Thüringer Waldgesetzes der Erhalt der Wälder sowie deren Nutz-, Schutz- und Erholungsleistungen. Das Erreichen dieses Zieles erfordert im Hinblick auf die Anpassung der Wälder an den Klimawandel immense Kraftanstrengungen. Seit vielen Jahren arbeiten Waldbesitzende, Forstbetriebe und die Landesforstverwaltung deshalb gemeinsam darauf hin, den Wald in Thüringen durch die Etablierung von strukturierten Mischbeständen unter Nutzung der biologischen Automation (z. B. Naturverjüngung) risikoärmer und damit zukunftssicherer zu machen. Dieser Prozess ist noch lange nicht abgeschlossen und wird es in Anbetracht sich fortwährend wandelnder Umweltbedingungen auch auf lange Sicht nicht sein. Die Entwicklung von stabilen Waldbeständen, die ein hohes Maß an ökologischer Selbstregulierungsfähigkeit aufweisen, ist eine generationsübergreifende, anspruchsvolle und aufwendige Aufgabe!

Welche Maßnahmen für diese zentrale waldbauliche Aufgabe wann, wo und wie in Frage kommen, hängt neben den örtlichen Standortverhältnissen immer auch von den konkreten Zielen der jeweiligen Forstbetriebe im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben ab. Für den Waldumbau besteht kein Patentrezept, das sich überall auf gleiche Art und Weise umsetzen lässt. Umso wichtiger sind Kreativität, das kontinuierliche Sammeln von Erfahrungen und Erkenntnissen sowie deren Nutzung für zukunftsgerichtete, fachlich fundierte Entscheidungen.

Jenseits der dramatischen Entwicklung der vergangenen Jahre sind die Erfolge des Waldumbaus in den Wäldern inzwischen sichtbar und durch die turnusmäßigen Bundeswaldinventuren (BWI) dokumentiert. So zeigt sich im Rahmen der jüngst abgeschlossenen BWI 4, dass unsere Wälder in Thüringen seit der BWI 3 aus dem Jahr 2012 trotz der enormen klimawandelinduzierten Schäden und des nach wie vor besorgniserregenden Vitalitätszustandes nochmals vielfältiger, gemischter und naturnäher geworden sind. Diese Ergebnisse belegen, dass die gesetzten Zielen auch umgesetzt werden. Gewiss bleiben angesichts der Beispiellosigkeit der Auswirkungen des Klimawandels viele Fragen offen und es kommen fortwährend neue hinzu. Antworten darauf lassen sich mit den gesammelten Erfahrungen der letzten 200 Jahre allein nicht immer ableiten. Dies unterstreicht die Bedeutung der Forschung, des Versuchswesens und des Monitorings.

Angesichts der Dynamik des Klimawandels ist es notwendig, den Waldumbau-Prozess weiter voranzutreiben. In diesem Kontext haben der Gesetzgeber, die Landesregierung und die Landesforstverwaltung in den vergangenen Jahren wichtige Weichenstellungen vorgenommen: Bereits im Jahr 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. Er ist auf zielstrebige und beharrliche Anstrengungen über lange Zeiträume ausgelegt. Für die Umsetzung dieser Maßnahmen wird bis zum Jahr 2030 vorerst mit einem finanziellen Volumen in Höhe von 500 Mio. Euro aus unterschiedlichen Finanzierungsquellen gerechnet.

Für eine erfolgreiche Umsetzung des Aktionsplans bedarf es Forstbetrieben und einer Landesforstverwaltung, die in der Lage sind, den Waldumbau zu bewerkstelligen. Mit den in den Jahren 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 Katastrophbewältigung massiv ausgebaut.

Die Forstbetriebe und die Landesforstverwaltung tun ihr Möglichstes, um den Wald zum Wohl der Allgemeinheit zukunftssicher zu machen. Die Unterstützungen von Bund und Land bieten hierbei wichtige Hilfestellungen. Der Erhalt und Umbau der Wälder können aber nur dann gelingen, wenn die Bemühungen von einer breiten gesellschaftlichen Unterstützung langfristig getragen werden.





Anhang



7. Anhang

7.1 Methodik der Waldzustandserhebung (WZE)

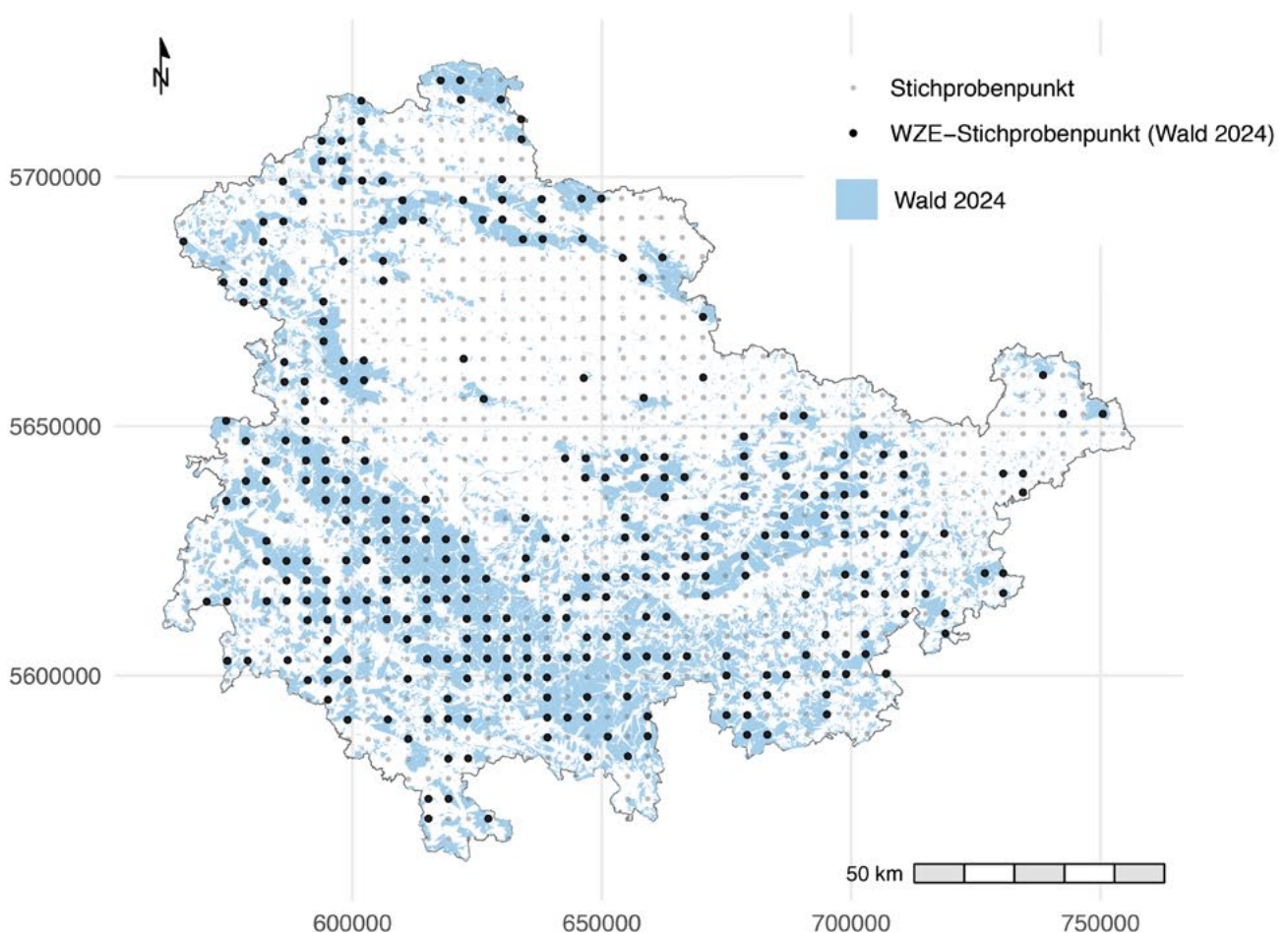
7.1.1 Stichprobenverfahren

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist eine stichprobenbasierte Übersichtserhebung, mit der jährlich der Zustand der Wälder in Deutschland erfasst wird. Für die Datenaufnahme und landesweite Datenauswertung der WZE sind die Bundesländer zuständig. Sie nutzen dafür Verfahren, die bundesweit abgestimmt sind und ausführlich in Wellbrock et al. (2020) beschrieben werden.

In Thüringen liegen die Stichprobenpunkte der WZE auf den Schnittpunkten eines systematischen 4 km × 4 km-Gitternetzes (Abb. 66). Das Netz erstreckt sich über die gesamte Fläche des Landes und umfasst insgesamt 1.014 Stichprobenpunkte. Im Jahr 2024 lagen davon 319 Stichprobenpunkte im Wald.

Abbildung 66:

Das 4 km × 4 km-Stichprobennetz der Waldzustandserhebung in Thüringen



Im Jahr 1996 wurde die WZE nicht auf dem 4 km × 4 km-Stichprobennetz durchgeführt, sondern auf einem 8 km × 8 km-Netz (insgesamt 254 Stichprobenpunkte; 98 Punkte im Wald). Das Stichprobennetz der Unterstichprobe von 1996 entspricht dem Stichprobennetz der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE).

7.1.2 Beobachtungsdesign

An jedem Stichprobenpunkt wurde, sofern er auf Wald fiel, ein sogenannter Kreuztrakt eingerichtet. Ein Kreuztrakt setzt sich immer aus vier Satelliten zusammen, die mit einer Horizontalentfernung von 25 m in den vier Haupthimmelsrichtungen um den Stichprobenpunkt angeordnet sind (Abb. 67). An den Satelliten werden die Probebäume nach einem Abstandsverfahren ausge-

wählt, der sogenannten k-Baum-Probe. Dabei werden an jedem Satelliten jeweils die sechs nächstgelegenen Bäume der oberen Bestandesschicht (Kraft'sche Klasse 1–3) als Probebäume ausgewählt. Ein WZE-Kreuztrakt setzt sich also immer aus 24 Probebäumen zusammen (vier k-Baum-Proben mit $k = 6$).

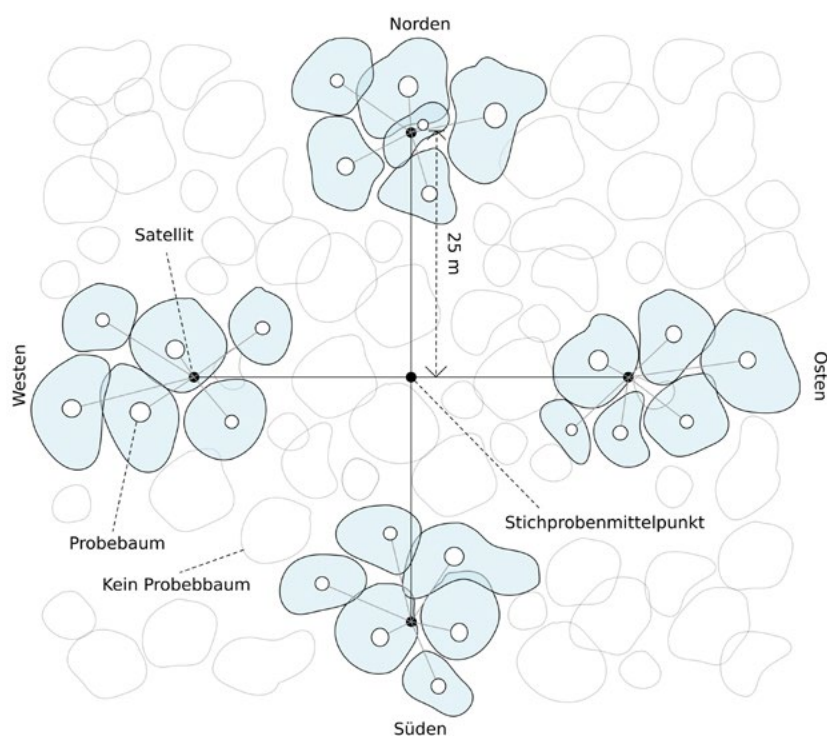


Abbildung 67:
schematische Darstellung eines WZE-Kreuztraktes

An den ausgewählten Probebäumen werden unter anderem die folgenden Merkmale erfasst:

- die Baumart, das Alter und die soziologische Stellung
- die Kronenverlichtung in 5 %-Stufen
- die Intensität von Nadel- bzw. Blattverfärbungen
- die Intensität von Blüte und Fruchtbehang
- erkennbare biotische Schäden (z. B. Schäden durch Insekten und Pilze)
- erkennbare abiotische Schäden (z. B. durch Trockenheit, Frost oder Sturm)
- erkennbare Schäden durch Bewirtschaftung (z. B. Fäll- oder Rückeschäden)

Die Bewertung des Kronenzustands (Kronenverlichtung, Verfärbung und Blüte/Fruchtbehang) beschränkt sich immer auf die nicht unmittelbar durch Nachbarbäume beeinflusste Lichtkrone eines Probebaumes. Beschattete Kronenteile fließen nicht in die Bewertung ein. Das Vorkommen und die Intensität von Schäden wird auch an den übrigen Baumteilen erfasst (z. B. am Stamm, sowie an den Ästen und Zweigen).

Besondere Bedeutung kommt bei der WZE dem Merkmal Kronenverlichtung zu. Die Kronenverlichtung beschreibt die prozentuale Differenz an Blatt- bzw. Nadelmasse gegenüber einem vollbelaubten Referenzbaum. Sie wird an den Probebäumen in 5 %-Stufen eingeschätzt. Ein stehender Probebaum mit einer Kronenverlichtung von 100 % gilt als abgestorben.

Anhand der Kronenverlichtung und Verfärbung wird jeder Probebaum einer von fünf Schadstufen zugeordnet (Stufe 0 bis Stufe 4). Diese fünf Schadstufen werden in Thüringen zu drei Vitalitätsstufen zusammengefasst: Probebäume der Schadstufe 0 zählen zur Vitalitätsstufe „gesund“, Bäume der Schadstufe 1 zur Vitalitätsstufe „leichter Vitalitätsverlust“ und Probebäume der Schadstufen 2 bis 4 zur Vitalitätsstufe „deutlicher Vitalitätsverlust“ (Tabelle 2).

Nadel-/ Blatt- verlust [%]	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter (%)			
	0–10	> 10–25	> 25–60	> 60–95
0–10	Stufe 0	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2
> 10–25	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2
> 25–60	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 3
> 60–95	Stufe 3	Stufe 3	Stufe 3	Stufe 3
100	Stufe 4	–	–	–

Tabelle 2:
Zuordnung von Probebäumen zu Schadstufen

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

Die Aufnahmen der WZE werden jedes Jahr immer zwischen Anfang Juli und Anfang August an den gleichen Stichprobenpunkten und den gleichen Probebäumen durchgeführt. So können Veränderungen des Waldzustandes zwischen zwei Erhebungen, aber auch über längere Zeiträume erfasst werden. Fällt ein Probebaum aus, weil er beispielsweise im Rahmen forstlicher Maßnahmen entnommen wurde oder abgestorben ist, wird er durch einen neuen Probebaum ersetzt. Der Ausfallgrund wird dabei immer angegeben. Als Ersatzbaum dient immer der dem ausgefallenen Baum am nächsten gelegene Nachbarbaum der oberen Bestandesschicht.

Ist es an einem Stichprobenpunkt nicht möglich einen Ersatzbaum für einen ausgefallenen Probebaum auszuwählen, dann ruht der Punkt. Dieser Fall tritt häufig bei großflächigen Störungen (z. B. nach Borkenkäferbefall) auf. An einem sogenannten Ruhepunkt werden keine Merkmale an den eventuell verbleibenden Probebäumen erhoben. Erst wenn wieder 24 Probebäumen vorhanden sind, wird der Stichprobenpunkt wieder vollständig aufgenommen. Ein Baum kann dann als Probebaum ausgewählt werden, wenn er eine Höhe von mindestens 60 cm erreicht hat.

Bei den abgestorbenen Probebäumen stellen Bäume mit einer Kronenverlichtung von 100 % die noch Feinreisig haben eine Ausnahme dar. Sie scheiden erst aus, wenn sie das Feinreisig verloren haben. Bis zu diesem Zeitpunkt verbleiben sie als Probebäume in der Stichprobe.

Die Daten der WZE werden von den 24 Forstämtern der Landesforstanstalt erhoben. Vor jeder Aufnahme werden die Aufnahmetrupps intensiv durch das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha) der Landesforstanstalt geschult. Das FFK Gotha ist auch für die Qualitätssicherung der Daten sowie deren Auswertung verantwortlich.

7.1.3 Datenauswertung

Auf Basis der erhobenen WZE-Stichprobendaten werden Kennwerte für den gesamten Wald in Thüringen geschätzt. Zu den wichtigsten Schätzwerten zählen: die mittlere Kronenverlichtung, die Waldflächenanteile von Vitalitätsstufen, sowie die Ausfallraten.

Die mittlere Kronenverlichtung berechnet sich als das arithmetische Mittel der Kronenverlichtungswerte der erfassten Probestämme. Die Flächenanteile von Vitalitätsstufen werden ermittelt, indem die Anzahl der Bäume einer Vitalitätsstufe, durch die Gesamtanzahl der Probestämme dividiert wird. Diese Flächenanteile werden bei der WZE auch für unterschiedliche Baumartengruppen und Altersklassen geschätzt.

Die Ausfallrate wird berechnet, indem die Anzahl der abgestorbenen und ausgeschiedenen Probestämme eines Jahres durch die Anzahl der lebenden Bäume des Vorjahres dividiert wird. Als ausgeschiedene Probestämme werden Bäume bezeichnet, die im Vorjahr noch Probestämme waren, im Erhebungsjahr aber aus der Stichprobe ausgeschieden sind. Bei den ausgeschiedenen Probestämmen werden Bäume, die bereits im Vorjahr eine Kronenverlichtung von 100 % aufwiesen und Feinreisig hatten (d. h. frisch abgestorben waren), nicht berücksichtigt. Dadurch wird eine Mehrfachzählung von

Probestämme vermieden. Dies ist in Thüringen allerdings erst seit dem Jahr 2015 möglich, da erst ab diesem Zeitpunkt bestimmt werden kann, ob ein Probestamm bereits im Vorjahr abgestorben war.

Für die statistische Auswertung der WZE-Daten werden Schätzverfahren genutzt, die in Saborowski et al. (1998) beschrieben werden. Dabei ist wichtig zu beachten, dass sich sämtliche Schätzungen der WZE immer auf die Fläche beziehen und nicht auf Stammzahl-, bzw. Baumanteile. Eine Aussage wie „nur jeder fünfte Baum gesund“ kann auf Basis der WZE-Daten nicht getroffen werden. Richtig wäre die Interpretation „nur 20 % der Waldfläche gesund“. Auch die mittlere Kronenverlichtung und Ausfallraten müssen mit Bezug auf die Fläche interpretiert werden. Die mittlere Kronenverlichtung sollte also als mittlere Verlichtung des „Waldkomplexes“ (oder des Kronendachs) verstanden werden und nicht als mittlere Verlichtung der Waldbäume. Ausfallraten können als die von Ausfällen betroffene Waldfläche interpretiert werden. Diese Fläche muss aber nicht zwangsläufig der Fläche an Waldverlust entsprechen. Fällt ein einzelner Baum in einem dicht bestockten Wald aus, handelt es sich nicht um einen Verlust an Waldfläche. Ein Teil der Fläche ist aber von Ausfällen betroffen.

7.1.4 Literatur

Saborowski, J. Dahm, S. und Ackermann, J. (1998). Stichprobentheoretische Analyse der Waldschadenserhebung in Niedersachsen. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 169. Jg., 3

Wellbrock, Nicole et al. (2018). Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung in Deutschland, Thünen Working Paper, No. 84, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, <https://doi.org/10.3220/WP1513589598000>

7.2 Tabellen

Tabelle 3:
Anzahlen und Anteile von Probebäumen

Baumartengruppe	Anzahl Probebäume				Anzahl Probebäume (%)			
	1991	2017	2023	2024	1991	2017	2023	2024
Buche	1.412	1.563	1.660	1.716	17,7	18,5	21,5	22,4
Fichte	433	493	527	532	5,4	5,8	6,8	6,9
Kiefer	3.658	3.630	2.583	2.266	45,8	43	33,5	29,6
Eiche	1.557	1.584	1.621	1.689	19,5	18,8	21	22,1
Sonst. Laubbäume	730	908	1.029	1.150	9,1	10,7	13,4	15
Sonst. Nadelbäume	202	270	284	303	2,5	3,2	3,7	4
Gesamt	7.992	8.448	7.704	7.656	100	100	100	100

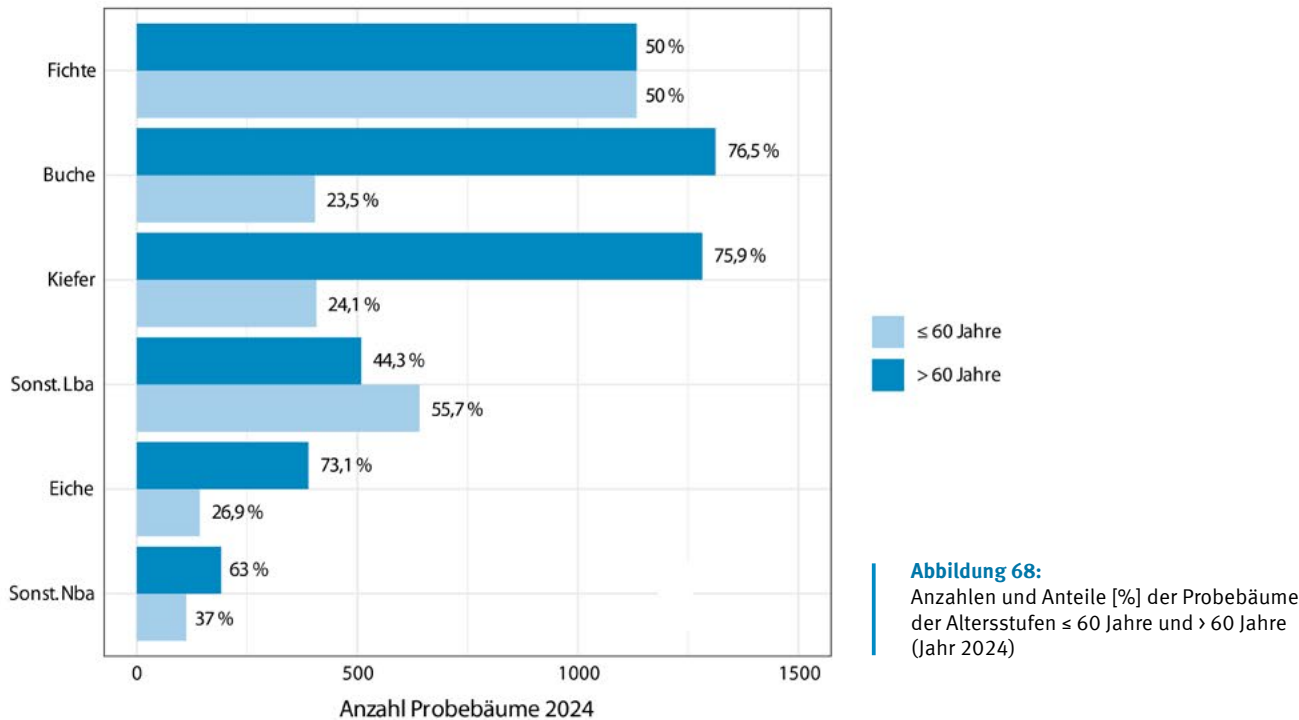


Tabelle 4:
Anteile der Vitalitätsstufen (Angaben in Prozent)

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Vitalitätsstufen					
		Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 2–4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
Buche	2015	16,1	56,3	25,8	1,8	0	27,6
	2016	12,2	44,6	41,5	1,6	0	43,1
	2017	17,2	49,7	31,8	1,3	0	33,1
	2018	14,9	44,7	38,4	2	0	40,4
	2019	3,8	34,6	52,8	7,5	1,3	61,6
	2020	4,8	27,5	56,8	9,8	1	67,6
	2021	11,1	33,9	46,5	7,6	0,9	55
	2022	8,8	33,4	47,7	9,8	0,4	57,9
	2023	11	28,2	47,5	12,4	0,8	60,7
	2024	12,4	30,1	45,4	11,3	0,9	57,6
Eiche	2015	7	47,9	40,3	4,8	0	45,1
	2016	6,9	48,5	40	4,5	0	44,5
	2017	3,7	36,7	56	3,7	0	59,7
	2018	5,3	25,8	63,1	5,7	0	68,8
	2019	7,4	16,8	64,7	10,8	0,4	75,9
	2020	3	21,5	59,5	14,6	1,4	75,5
	2021	6,9	19,6	55,4	16,3	1,7	73,4
	2022	7,8	28,2	48,8	14	1,2	64
	2023	8,7	24,9	50,1	13,7	2,7	66,5
	2024	6,6	14,3	56,6	20,7	1,9	79,2
Fichte	2015	7	47,9	40,3	4,8	0	45,1
	2016	6,9	48,5	40	4,5	0	44,5
	2017	3,7	36,7	56	3,7	0	59,7
	2018	5,3	25,8	63,1	5,7	0	68,8
	2019	7,4	16,8	64,7	10,8	0,4	75,9
	2020	3	21,5	59,5	14,6	1,4	75,5
	2021	6,9	19,6	55,4	16,3	1,7	73,4
	2022	7,8	28,2	48,8	14	1,2	64
	2023	8,7	24,9	50,1	13,7	2,7	66,5
	2024	6,6	14,3	56,6	20,7	1,9	79,2

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Vitalitätsstufen					
		Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 2–4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
Kiefer	2015	9,2	48,3	40,6	2	0	42,6
	2016	8	44,2	45,8	2	0	47,8
	2017	9,7	40,6	49,1	0,7	0	49,8
	2018	10,5	38,9	47,3	3,3	0	50,6
	2019	6,8	30,8	55,2	7,1	0,1	62,4
	2020	8,2	29,2	51,1	11,1	0,3	62,5
	2021	12,2	37,7	46,7	2,9	0,5	50,1
	2022	10	28,3	49,2	12	0,5	61,7
	2023	12,6	30,1	43,6	13	0,7	57,3
	2024	12,4	39,7	43	4,2	0,8	48
Sonst. Laubbaumarten	2015	26	44,7	26,7	2,6	0	29,3
	2016	23,1	42,7	32,2	1,9	0,1	34,2
	2017	23,8	37,6	37,1	1,3	0,2	38,6
	2018	16,7	32,6	42,7	7,8	0,2	50,7
	2019	15,5	28,4	47,4	7,8	0,9	56,1
	2020	17,8	32,7	39,2	9,2	1	49,4
	2021	24	37,2	31,5	5,7	1,6	38,8
	2022	20,5	34	32,9	11,4	1,2	45,5
	2023	19,3	31,8	36,1	11,3	1,6	49
	2024	27,7	35,8	28,3	6,5	1,7	36,5
Sonst. Nadelbaumarten	2015	23,8	47,3	28,5	0,4	0	28,9
	2016	25,2	34,2	40,2	0,4	0	40,6
	2017	22,2	36,3	41,1	0,4	0	41,5
	2018	19,9	37,3	40,2	2,6	0	42,8
	2019	17,6	32,4	43,4	5,9	0,7	50
	2020	12,8	24,9	56,6	4,3	1,4	62,3
	2021	18,8	33,7	42,6	4,6	0,4	47,6
	2022	17,3	31,7	44,6	5	1,4	51
	2023	16,5	29,6	48,9	4,9	0	53,8
	2024	11,6	35,6	46,9	5,6	0,3	52,8

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Vitalitätsstufen					
		Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 2–4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
Laubbaumarten	2015	17,8	51,3	28,3	2,5	0	30,8
	2016	14,8	44,6	38,4	2,1	0	40,5
	2017	17	43,8	37,4	1,7	0,1	39,2
	2018	13,9	37,8	43,8	4,4	0,1	48,3
	2019	7,9	29,7	53,2	8,2	1	62,4
	2020	8,5	28,1	51,9	10,4	1,1	63,4
	2021	14,2	32,4	43,6	8,5	1,2	53,3
	2022	12,2	32,7	43,3	11	0,7	55
	2023	13,3	28,8	44,3	12,3	1,4	58
	2024	16,6	29,5	41,3	11,2	1,3	53,8
Nadelbaumarten	2015	23,2	45,5	30,3	1	0	31,3
	2016	22,5	42,2	34,2	1,1	0	35,3
	2017	25,1	40,2	34	0,7	0	34,7
	2018	21,9	40,7	35,4	2	0	37,4
	2019	18,2	33,9	41,6	4,9	1,4	47,9
	2020	18,6	30,9	41	6	3,4	50,4
	2021	23,4	34,6	36,1	3,1	2,8	42
	2022	22	32	37,2	6,3	2,5	46
	2023	21,5	28,5	35,4	10,4	4,2	50
	2024	20,4	35,2	36,5	3,8	4,2	44,5
Alle Baumarten	2015	21,3	47,5	29,6	1,5	0	31,1
	2016	19,8	43	35,7	1,4	0	37,1
	2017	22,2	41,5	35,2	1,1	0	36,3
	2018	19,1	39,7	38,4	2,9	0	41,3
	2019	14,6	32,4	45,7	6	1,3	53
	2020	14,9	29,9	45	7,6	2,6	55,2
	2021	20	33,8	38,9	5,1	2,2	46,2
	2022	18,2	32,3	39,6	8,2	1,8	49,6
	2023	18,1	28,6	39,1	11,2	3	53,3
	2024	18,7	32,7	38,6	7,1	2,9	48,6

Tabelle 5:
Lufttemperatur in den forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

Mittlere Lufttemperatur und Abweichung zu 1981–2010	Thüringen		1. Harz		2. Nordthüringisches Trias-Hügelland		3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		4. Thüringer Becken		5. Ostthüringisches Trias-Hügelland		6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland		7. Leipziger Sandlöß- Ebene		8. Thüringer Gebirge		9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald		10. Vogtland		11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland		12. Rhön		13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)		14. Fränkischer Keuper	
in	°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 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
Mär 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
1. Q. 21	1,4	0,3	0,9	0,3	1,9	0,3	1,5	0,3	1,9	0,2	1,6	0,3	1,9	0,3	2,4	0,3	0,2	0,4	0	0,5	1	0,5	1,1	0,3	0,9	0,5	1,3	0,2	1,5	0,2
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
Mai 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
Juni 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
2. Q. 21	11,4	-0,4	10,6	-0,3	12	-0,3	11,3	-0,3	12,1	-0,4	11,6	-0,4	12,1	-0,3	12,6	-0,4	9,9	-0,6	9,9	-0,6	10,9	-0,5	11,1	-0,6	10,6	-0,4	11,5	-0,6	11,6	-0,8
Juli 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
3. Q. 21	16	0,2	15,3	0,4	16,7	0,4	15,9	0,3	16,7	0,2	16,3	0,3	16,8	0,2	17,3	0,2	14,6	0,1	14,7	0,3	15,7	0,3	15,8	0,2	15,2	0,2	16,1	0,1	16,2	0
Okt 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
Dez 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	1,8	2,1	1,7	2,1	1,6	
4. Q. 21	5	0,8	4,7	0,9	5,6	0,9	5,2	0,8	5,6	0,8	5,2	0,8	5,5	0,7	6	0,7	3,7	0,7	3,5	0,7	4,5	0,8	4,6	0,7	4,4	0,8	4,7	0,5	4,8	0,5
Jahr 21	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
VegPer 21	13	-0,05	12,4	0,2	13,6	0,1	12,9	0	13,7	0	13,2	-0,1	13,7	-0,1	14,3	0	11,6	-0,1	11,5	-0,2	12,6	0	12,7	-0,2	12,2	-0,1	13	-0,3	13,1	-0,4
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
Mär 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	4,8	0,1	3	0,8	2,7	0,7	3,5	0,5	4,2	0,7	3,9	0,9	4,1	0,2	4,3	0,2
1. Q. 22	3,4	2,3	2,8	2,2	4	2,4	3,6	2,4	4	2,3	3,5	2,2	3,8	2,2	4,3	2,2	2	2,2	1,7	2,2	2,8	2,3	3,1	2,3	2,8	2,4	3,3	2,2	3,4	2,1
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
Mai 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
Juni 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
2. Q. 22	13,1	1,3	12	1,1	13,5	1,2	12,9	1,3	13,7	1,2	13,4	1,4	13,7	1,3	14,2	1,2	11,9	1,4	11,9	1,4	12,8	1,4	13,1	1,4	12,6	1,6	13,5	1,4	13,7	1,3
Juli 22	18,8	1,4	17,5	1,1	19,1	1,2	18,4	1,2	19,4	1,2	19,1	1,4	19,4	1,2	19,9	1,1	17,6	1,6	17,6	1,5	18,5	1,5	18,8	1,5	18,2	1,7	19,2	1,5	19,4	1,5

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

Mittlere Lufttemperatur und Abweichung zu 1981–2010	Thüringen		1. Harz		2. Nordthüringisches Trias-Hügelland		3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		4. Thüringer Becken		5. Ostthüringisches Trias-Hügelland		6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland		7. Leipziger Sandlöß- Ebene		8. Thüringer Gebirge		9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald		10. Vogtland		11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland		12. Rhön		13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)		14. 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
in																														
Aug 22	19,8	2,8	18,6	2,5	20,2	2,7	19,7	2,9	20,5	2,8	19,8	2,6	20,1	2,3	20,6	2,2	18,6	2,9	18,4	2,8	19,1	2,5	20	3,2	19,5	3,4	20,3	3,1	20,5	3,1
Sep 22	12,8	-0,2	11,9	-0,3	13,3	-0,1	12,9	0	13,5	-0,1	12,9	-0,3	13,4	-0,3	13,8	-0,4	11,4	-0,3	11,2	-0,4	12,3	-0,3	12,6	-0,2	12,3	0	12,9	-0,2	13	-0,3
3. Q. 22	17,1	1,3	16	1,1	17,6	1,3	17	1,4	17,8	1,3	17,2	1,2	17,6	1	18,1	1	15,9	1,4	15,7	1,3	16,7	1,3	17,2	1,6	16,6	1,6	17,5	1,5	17,6	1,4
Okt 22	12,1	3,6	11,6	3,7	12,4	3,5	12	3,4	12,5	3,4	12,3	3,5	12,9	3,7	13,3	3,6	11	3,6	10,7	3,4	12	3,8	11,6	3,4	11,6	3,7	11,7	3,2	11,8	3,2
Nov 22	5,7	2	5,3	2	6	1,8	5,9	2	6,1	1,7	5,7	1,8	5,8	1,5	6,2	1,4	4,7	2,2	4,5	2,3	5,3	2,1	5,6	2,2	5,6	2,5	5,7	2,1	5,7	2
Dez 22	1,1	0,7	0,4	0,3	1,3	0,4	1,2	0,5	1,5	0,5	1,2	0,6	1,6	0,7	2	0,6	0	0,8	-0,3	0,8	0,7	0,9	1	0,9	0,8	0,9	1,2	0,8	1,3	0,8
4. Q. 22	6,3	2,1	5,8	2	6,6	1,9	6,3	1,9	6,7	1,9	6,4	2	6,8	2	7,1	1,8	5,2	2,2	5	2,2	6	2,3	6,1	2,2	6	2,4	6,2	2	6,3	2
Jahr 22	10	1,8	9,2	1,7	10,4	1,7	9,9	1,7	10,6	1,7	10,1	1,7	10,5	1,6	11	1,6	8,7	1,8	8,6	1,8	9,6	1,9	9,9	1,9	9,5	2	10,1	1,7	10,3	1,8
VegPer 22	14,7	1,65	13,7	1,5	15,1	1,6	14,5	1,6	15,3	1,6	14,9	1,6	15,3	1,5	15,7	1,4	13,5	1,8	13,4	1,7	14,4	1,8	14,6	1,7	14,2	1,9	14,9	1,6	15,1	1,6
Jan 23	3	3,5	2,2	2,9	3,6	3,5	3,2	3,4	3,7	3,6	3,1	3,4	3,5	3,5	4	3,4	1,6	3,3	1,3	3,4	2,4	3,5	2,6	3,4	2,2	3,3	2,9	3,5	3	3,5
Feb 23	2,5	2,4	2,3	2,7	3,2	2,6	2,8	2,5	3,2	2,5	2,8	2,5	3	2,4	3,4	2,3	1,2	2,4	0,8	2,3	2	2,5	2,1	2,3	1,9	2,5	2,3	2,3	2,3	2,1
Mär 23	5,2	1,6	4,2	1,4	5,6	1,5	5,2	1,5	5,9	1,6	5,5	1,7	5,8	1,6	6,3	1,6	3,7	1,5	3,6	1,6	4,7	1,7	5	1,5	4,6	1,6	5,4	1,5	5,6	1,5
1. Q. 23	3,6	2,5	2,9	2,3	4,1	2,5	3,7	2,5	4,3	2,6	3,8	2,5	4,1	2,5	4,6	2,5	2,2	2,4	1,9	2,4	3	2,5	3,2	2,4	2,9	2,5	3,5	2,4	3,6	2,3
Apr 23	6,8	-0,9	6	-0,8	7,3	-0,9	6,9	-0,7	7,5	-0,9	7	-0,9	7,3	-1	7,8	-1,2	5,4	-0,9	5,3	-1	6,2	-1	6,8	-0,8	6,3	-0,7	7,3	-0,8	7,4	-0,9
Mai 23	12,5	0	11,5	-0,1	12,8	-0,1	12,2	0	13	-0,1	12,6	-0,1	12,9	-0,2	13,3	-0,4	11,3	0,2	11,3	0,1	12	0	12,7	0,3	12,1	0,5	13,1	0,3	13,4	0,4
Juni 23	17,9	2,7	16,9	2,6	18,2	2,6	17,7	2,7	18,5	2,6	17,9	2,4	18,1	2,2	18,6	2,2	16,8	2,9	16,6	2,6	17,2	2,4	18,1	3	17,6	3,1	18,4	2,9	18,6	2,8
2. Q. 23	12,4	0,6	11,5	0,6	12,8	0,5	12,3	0,7	13	0,5	12,5	0,5	12,8	0,4	13,2	0,2	11,1	0,6	11	0,5	11,8	0,4	12,6	0,9	12	1	12,9	0,8	13,1	0,7
Juli 23	18,6	1,2	17,1	0,7	18,9	1	18,1	0,9	19,3	1,1	19	1,3	19,6	1,4	20,1	1,3	17,2	1,2	17,4	1,3	18,6	1,6	18,4	1,1	17,7	1,2	18,8	1,1	19	1,1
Aug 23	18	1	16,9	0,8	18,4	0,9	17,7	0,9	18,6	0,9	18,3	1,1	19	1,2	19,6	1,2	16,6	0,9	16,8	1,2	17,9	1,3	17,8	1	17,2	1,1	18,2	1	18,4	1
Sep 23	16,8	3,8	16,1	3,9	17,1	3,7	16,7	3,8	17,3	3,7	17	3,8	17,6	3,9	18	3,8	15,7	4	15,5	3,9	16,7	4,1	16,5	3,7	16,2	3,9	16,5	3,4	16,7	3,4
3. Q. 23	17,8	2	16,7	1,8	18,1	1,8	17,5	1,9	18,4	1,9	18,1	2,1	18,8	2,2	19,2	2,1	16,5	2	16,5	2,1	17,7	2,3	17,6	2	17	2	17,8	1,8	18	1,8
Okt 23	11,6	3,1	10,7	2,8	12	3,1	11,6	3	12,2	3,1	12	3,2	12,5	3,3	12,9	3,2	10,3	2,9	10,2	2,9	11,5	3,3	11,1	2,9	11	3,1	11,2	2,7	11,4	2,8
Nov 23	5	1,3	4,1	0,8	5,5	1,3	5,1	1,2	5,7	1,3	5,2	1,3	5,6	1,3	6,1	1,3	3,5	1	3,3	1,1	4,5	1,3	4,6	1,2	4,3	1,2	5	1,4	5,1	1,4
Dez 23	3,6	3,2	3	2,9	4,2	3,3	3,9	3,2	4,4	3,4	3,9	3,3	4,1	3,2	4,5	3,1	2,3	3,1	2	3,1	3,2	3,4	3,2	3,1	3,1	3,2	3,4	3	3,5	3
4. Q. 23	6,7	2,5	6	2,2	7,2	2,5	6,8	2,4	7,4	2,6	7	2,6	7,4	2,6	7,8	2,5	5,4	2,4	5,1	2,3	6,4	2,7	6,3	2,4	6,1	2,5	6,6	2,4	6,7	2,4
Jahr 23	10,1	1,9	9,3	1,8	10,6	1,9	10,1	1,9	10,8	1,9	10,4	2	10,8	1,9	11,2	1,8	8,8	1,9	8,7	1,9	9,8	2,1	9,9	1,9	9,5	2	10,2	1,8	10,4	1,9
VegPer 23	14,6	1,55	13,6	1,4	15	1,5	14,4	1,5	15,2	1,5	14,8	1,5	15,3	1,5	15,8	1,5	13,3	1,6	13,3	1,6	14,3	1,7	14,5	1,6	14	1,7	14,8	1,5	15	1,5

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

Mittlere Lufttemperatur und Abweichung zu 1981–2010	Thüringen		1. Harz		2. Nordthüringisches Trias-Hügelland		3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		4. Thüringer Becken		5. Ostthüringisches Trias-Hügelland		6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland		7. Leipziger Sandlöß- Ebene		8. Thüringer Gebirge		9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald		10. Vogtland		11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland		12. Rhön		13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)		14. 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
in																														
Jan 24	0,7	1,2	0,3	1	1,1	1	1	1,2	1,1	1	0,8	1,1	1,2	1,2	1,6	1	-0,6	1,1	-0,8	1,3	0,2	1,3	0,4	1,2	0,3	1,4	0,6	1,2	0,7	1,2
Feb 24	6,2	6,1	5,4	5,8	6,7	6,1	6,3	6	6,9	6,2	6,5	6,2	6,9	6,3	7,3	6,2	4,8	6	4,6	6,1	5,8	6,3	5,9	6,1	5,6	6,2	6,3	6,3	6,4	6,2
Mär 24	6,8	3,2	6	3,2	7	2,9	6,7	3	7,2	2,9	7	3,2	7,4	3,2	7,8	3,1	5,6	3,4	5,5	3,5	6,6	3,6	6,7	3,2	6,2	3,2	7,1	3,2	7,3	3,2
1. Q. 24	4,5	3,4	3,9	3,3	4,9	3,3	4,6	3,4	5,1	3,4	4,7	3,4	5,1	3,5	5,6	3,5	3,3	3,5	3,1	3,6	4,2	3,7	4,3	3,5	4	3,6	4,7	3,6	4,8	3,5
Apr 24	10	2,3	9	2,2	10,4	2,2	9,8	2,2	10,7	2,3	10,3	2,4	10,8	2,5	11,3	2,3	8,5	2,2	8,2	1,9	9,7	2,5	9,6	2	9,1	2,1	9,9	1,8	10,1	1,8
Mai 24	14,5	2	13,9	2,3	15,1	2,2	14,5	2,3	15,2	2,1	14,6	1,9	15,1	2	15,7	2	13	1,9	12,8	1,6	14	2	14,3	1,9	13,8	2,2	14,5	1,7	14,6	1,6
Juni 24	16,4	1,2	15,1	0,8	16,7	1,1	16	1	17	1,1	16,7	1,2	17,4	1,5	17,8	1,4	15,1	1,2	15,2	1,2	16,3	1,5	16,2	1,1	15,5	1	16,7	1,2	17	1,2
2. Q. 24	13,6	1,8	12,7	1,8	14,1	1,8	13,4	1,8	14,3	1,8	13,9	1,9	14,4	2	14,9	1,9	12,2	1,7	12,1	1,6	13,3	1,9	13,4	1,7	12,8	1,8	13,7	1,6	13,9	1,5
Juli 24	18,6	1,2	17,2	0,8	18,9	1	18,1	0,9	19,3	1,1	18,9	1,2	19,7	1,5	20,3	1,5	17,2	1,2	17,3	1,2	18,4	1,4	18,4	1,1	17,8	1,3	18,8	1,1	19	1,1
Aug 24	19,9	2,9	18,5	2,4	20,2	2,7	19,5	2,7	20,5	2,8	20,2	3	20,9	3,1	21,4	3	18,6	2,9	18,6	3	19,8	3,2	19,7	2,9	19,1	3	19,9	2,7	20,1	2,7
Sep 24	15,2	2,2	14,4	2,2	15,8	2,4	15,1	2,2	15,9	2,3	15,4	2,2	16,1	2,4	16,6	2,4	13,8	2,1	13,7	2,1	14,8	2,2	15	2,2	14,5	2,2	15,3	2,2	15,4	2,1
3. Q. 24	17,9	2,1	16,7	1,8	18,3	2	17,6	2	18,6	2,1	18,2	2,2	18,9	2,3	19,4	2,3	16,5	2	16,5	2,1	17,7	2,3	17,7	2,1	17,1	2,1	18	2	18,2	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

Tabelle 6:
Niederschlag in den forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

Niederschlag und Anteil an 1981–2010	Thüringen		1. Harz		2. Nordthüringisches Trias-Hügelland		3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		4. Thüringer Becken		5. Ostthüringisches Trias-Hügelland		6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland		7. Leipziger Sandlöß- Ebene		8. Thüringer Gebirge		9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald		10. Vogtland		11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland		12. Rhön		13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)		14. Fränkischer Keuper	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
in																														
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
Mär 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
1. Q. 21	171	102	254	94	161	111	178	96	129	109	155	112	142	112	129	113	246	91	221	84	166	112	189	97	219	101	163	100	181	107
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
Mai 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
Juni 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
2. Q. 21	198	107	184	95	159	98	195	101	179	110	188	103	202	117	204	127	259	112	236	107	193	103	209	109	232	110	182	108	201	118
Juli 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
3. Q. 21	261	126	194	88	209	118	206	99	221	127	311	150	306	146	276	140	315	119	345	131	325	148	233	110	247	112	199	103	215	111
Okt 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
Dez 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
4. Q. 21	127	69	188	68	109	69	121	61	94	70	118	75	118	81	113	86	187	65	179	62	122	72	149	69	148	64	131	72	133	73
Jahr 21	756	102	820	86	638	99	700	89	624	106	773	113	768	117	723	120	1008	96	982	95	806	111	780	96	846	96	675	95	730	102
VegPer 21	495	112	425	87	398	104	440	96	429	115	531	123	536	127	509	129	627	109	627	111	549	121	488	105	526	106	426	102	458	110
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
Mär 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
1. Q. 22	166	99	296	110	139	96	178	96	117	99	145	104	134	106	115	101	280	104	248	94	140	95	189	97	204	94	140	86	149	88
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
Mai 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
Juni 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
2. Q. 22	107	58	145	75	105	65	119	62	99	61	90	49	86	50	89	55	136	59	118	54	92	49	119	62	126	60	121	72	123	72
Juli 22	38	48	57	71	45	67	45	59	32	47	32	40	43	53	44	59	36	37	38	38	40	47	40	51	45	56	30	40	35	47

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

Niederschlag und Anteil an 1981–2010	Thüringen		1. Harz		2. Nordthüringisches Trias-Hügelland		3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		4. Thüringer Becken		5. Ostthüringisches Trias-Hügelland		6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland		7. Leipziger Sandlöß- Ebene		8. Thüringer Gebirge		9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald		10. Vogtland		11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland		12. Rhön		13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)		14. Fränkischer Keuper	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
in	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Aug 22	38	56	23	34	22	39	20	30	20	35	55	80	58	79	49	69	45	55	87	106	81	109	25	38	24	35	18	32	20	33
Sep 22	100	162	73	100	67	126	89	135	81	162	102	182	104	189	94	184	131	152	133	164	101	168	117	175	126	175	119	195	124	207
3. Q. 22	175	85	154	70	134	76	154	74	133	76	190	92	204	98	186	94	213	80	257	98	223	102	183	87	195	88	168	87	179	92
Okt 22	44	85	64	88	40	93	50	89	45	118	34	77	26	63	26	72	62	78	57	71	25	53	53	85	76	113	36	65	35	66
Nov 22	35	54	40	43	29	53	45	65	29	59	24	41	20	36	21	42	49	51	45	48	22	35	49	68	62	78	44	73	47	78
Dez 22	58	85	132	121	60	100	61	81	39	81	46	82	38	75	38	83	94	85	101	90	51	85	65	81	70	81	57	84	58	85
4. Q. 22	137	74	236	86	129	82	156	78	113	84	104	66	85	58	85	64	206	72	202	70	98	58	167	78	208	89	138	75	140	77
Jahr 22	585	79	831	87	507	79	606	77	462	78	528	77	509	78	476	79	834	79	825	80	552	76	657	81	733	83	566	80	591	83
VegPer 22	326	74	363	75	279	73	322	70	276	74	314	73	317	75	302	77	411	71	432	77	339	75	355	77	397	80	325	78	337	81
Jan 23	58	102	147	139	55	108	69	106	34	89	39	89	29	73	32	91	118	120	102	103	39	81	75	106	88	114	57	95	55	93
Feb 23	45	90	81	108	41	100	51	94	33	94	40	93	44	113	44	126	64	77	51	63	40	89	49	83	63	95	36	73	49	84
Mär 23	97	163	128	145	72	136	97	147	72	160	87	164	75	156	62	141	157	174	138	164	84	156	119	180	145	193	92	170	90	173
1. Q. 23	200	120	356	132	168	116	217	117	139	118	166	119	147	116	138	121	339	126	291	110	163	110	243	125	295	136	185	113	194	115
Apr 23	58	116	58	104	45	105	49	96	51	121	62	127	50	111	52	124	87	126	70	111	54	110	60	113	68	115	54	117	64	139
Mai 23	26	38	25	38	22	37	34	48	22	35	22	33	21	34	13	22	29	35	31	40	29	43	29	42	30	38	21	33	21	34
Juni 23	51	76	92	130	60	100	63	90	43	74	51	78	63	97	65	107	43	54	49	60	69	96	34	49	38	52	31	51	31	48
2. Q. 23	135	73	175	90	127	78	147	76	116	72	135	74	134	78	129	80	159	69	150	68	152	81	123	64	135	64	106	63	116	68
Juli 23	74	93	74	93	45	67	70	92	58	85	65	80	59	73	56	75	113	115	106	106	68	80	98	124	102	126	91	121	102	138
Aug 23	134	201	153	228	149	261	140	212	137	240	127	184	95	130	99	139	157	191	138	168	103	139	139	214	135	196	140	246	135	225
Sep 23	26	43	33	45	22	42	27	41	19	38	25	45	19	35	14	27	37	43	28	35	21	35	36	54	40	56	33	54	24	40
3. Q. 23	234	113	260	118	216	122	236	113	214	123	217	105	173	83	169	86	307	116	272	103	192	88	272	129	276	125	264	136	261	135
Okt 23	81	157	135	185	86	200	94	168	68	179	68	155	82	200	82	228	100	127	106	133	71	151	85	137	90	134	80	145	83	157
Nov 23	95	146	127	137	81	147	109	158	68	139	72	122	70	127	67	134	157	164	151	161	81	131	115	160	122	153	97	162	94	157
Dez 23	104	153	288	264	118	197	128	171	79	165	78	139	86	169	86	187	158	144	153	137	76	127	110	138	111	129	84	124	82	121
4. Q. 23	280	152	550	200	285	180	330	166	215	159	218	138	238	163	235	178	414	145	410	143	228	135	310	144	323	139	261	143	259	143
Jahr 23	848	114	1342	140	796	124	930	118	684	116	737	108	693	106	671	111	1219	116	1123	109	735	102	948	117	1029	117	816	115	830	116
VegPer 23	450	101	571	117	429	113	477	104	399	107	420	97	390	93	381	97	566	98	528	94	415	91	480	103	502	101	450	108	460	110

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

Niederschlag und Anteil an 1981–2010	Thüringen		1. Harz		2. Nordthüringisches Trias-Hügelland		3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		4. Thüringer Becken		5. Ostthüringisches Trias-Hügelland		6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland		7. Leipziger Sandlöß- Ebene		8. Thüringer Gebirge		9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald		10. Vogtland		11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland		12. Rhön		13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)		14. Fränkischer Keuper	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
in																														
Jan 24	66	114	95	90	55	108	73	112	44	116	50	114	45	113	39	111	116	118	121	122	53	110	82	115	88	114	70	117	75	127
Feb 24	80	158	131	175	71	173	90	167	59	169	64	149	68	174	68	194	128	154	131	162	69	153	87	147	97	147	68	139	92	159
Mär 24	33	55	70	80	36	68	52	79	27	60	20	38	14	29	15	34	45	50	39	46	17	31	42	64	51	68	34	63	35	67
1. Q. 24	178	107	295	110	162	112	215	116	130	110	133	96	127	100	122	107	290	107	292	111	139	94	211	108	236	109	173	106	202	120
Apr 24	50	100	92	164	46	107	58	114	36	86	43	88	33	73	33	79	77	112	76	121	45	92	58	109	70	119	47	102	48	104
Mai 24	104	153	70	106	74	125	107	151	91	147	107	160	88	142	66	114	123	148	123	160	120	179	116	168	125	160	101	160	112	184
Juni 24	71	106	71	100	68	113	70	100	67	116	63	97	61	94	52	85	85	106	96	119	77	107	72	104	81	111	61	100	71	111
2. Q. 24	225	122	233	120	187	115	236	122	195	120	212	116	182	106	151	94	285	123	295	134	242	129	246	129	276	131	209	124	231	135
Juli 24	87	110	118	148	74	110	90	118	76	112	90	111	68	84	61	81	116	118	97	97	77	91	93	118	88	109	93	124	93	126
Aug 24	61	92	113	169	80	140	69	105	68	119	52	75	42	58	37	52	68	83	82	100	58	78	48	74	52	75	37	65	37	62
Sep 24	94	152	101	138	81	153	87	132	72	144	96	171	94	171	90	176	133	155	135	167	93	155	102	152	105	146	83	136	80	133
3. Q. 24	242	117	332	151	235	133	246	118	215	124	238	115	205	98	188	95	317	120	314	119	227	104	243	115	246	111	213	110	210	108

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 7:
klimatische Wasserbilanz in den forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

Klimatische Wasserbilanz	Thüringen	1. Harz	2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	4. Thüringer Becken	5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland	7. Leipziger Sandlöß- Ebene	8. Thüringer Gebirge	9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald	10. Vogtland	11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland	12. Rhön	13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	14. Fränkischer Keuper
in	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
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
Mär 21	-6	21	-7	3	-15	-11	-13	-17	12	9	-7	-8	6	-17	-14
1. Q. 21	105	193	92	111	59	89	75	59	188	163	104	121	155	92	110
Apr 21	-22	-7	-23	-13	-26	-27	-30	-33	-7	-17	-27	-26	-10	-41	-41
Mai 21	-2	-22	-30	-15	-18	0	11	-4	29	44	18	3	1	-3	-8
Juni 21	-42	-33	-61	-37	-52	-53	-60	-51	-2	-31	-56	-29	-8	-44	-25
2. Q. 21	-66	-63	-114	-64	-97	-80	-79	-87	20	-4	-65	-52	-17	-88	-73
Juli 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
3. Q. 21	34	-17	-24	-15	-16	80	64	26	110	138	102	9	35	-33	-21
Okt 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
Dez 21	32	61	25	29	16	25	28	29	56	58	30	45	46	41	46
4. Q. 21	84	147	64	79	49	75	72	65	151	142	81	108	109	87	89
Jahr 21	156	259	17	111	-5	163	133	62	469	438	222	186	282	59	105
VegPer 21	-23	-60	-136	-68	-112	4	-14	-63	159	154	41	-24	40	-103	-79
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
Mär 22	-31	-34	-40	-37	-36	-27	-28	-36	-23	-26	-24	-33	-30	-38	-40
1. Q. 22	77	216	46	89	22	55	40	16	205	173	57	101	121	???	55
Apr 22	-16	3	-29	-17	-32	-25	-30	-36	17	10	-16	0	5	2	3
Mai 22	-75	-72	-80	-65	-73	-82	-91	-84	-61	-77	-86	-75	-66	-84	-91
Juni 22	-115	-79	-108	-108	-121	-120	-119	-127	-110	-106	-113	-118	-113	-118	-113
2. Q. 22	-206	-148	-216	-189	-226	-227	-241	-248	-153	-173	-215	-193	-174	-200	-201
Juli 22	-101	-71	-94	-91	-110	-108	-100	-102	-94	-93	-96	-100	-91	-115	-112

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	1. Harz	2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	4. Thüringer Becken	5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland	7. Leipziger Sandlöß- Ebene	8. Thüringer Gebirge	9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald	10. Vogtland	11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland	12. Rhön	13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	14. Fränkischer Keuper
in	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Aug 22	-81	-89	-97	-100	-102	-63	-58	-69	-68	-24	-32	-97	-96	-107	-106
Sep 22	47	23	12	36	25	50	51	39	83	85	51	65	75	65	70
3. Q. 22	-135	-137	-179	-155	-187	-122	-108	-132	-79	-32	-77	-133	-113	-157	-148
Okt 22	14	34	9	19	14	4	-5	-5	34	28	-4	23	47	6	5
Nov 22	22	27	16	31	16	12	8	8	37	33	10	36	49	31	34
Dez 22	50	125	52	54	31	39	31	30	89	95	44	58	64	50	50
4. Q. 22	86	187	77	104	61	54	34	33	159	156	50	117	159	86	88
Jahr 22	-178	117	-272	-150	-330	-240	-274	-331	132	124	-185	-108	-7	-224	-206
VegPer 22	-327	-251	-386	-325	-400	-345	-353	-384	-199	-177	-296	-302	-240	-351	-344
Jan 23	44	134	38	54	17	25	13	15	108	92	26	61	76	42	40
Feb 23	28	66	22	34	14	23	25	23	50	37	24	32	47	17	30
Mär 23	58	95	32	59	30	47	33	19	125	106	48	80	109	50	47
1. Q. 23	130	294	92	147	61	95	72	57	283	235	98	174	233	110	116
Apr 23	2	5	-15	-8	-9	6	-8	-8	39	22	2	4	15	-4	6
Mai 23	-78	-72	-84	-67	-86	-84	-90	-102	-67	-65	-75	-74	-68	-84	-86
Juni 23	-86	-36	-77	-74	-97	-86	-73	-74	-86	-79	-62	-105	-99	-112	-112
2. Q. 23	-162	-103	-176	-148	-192	-164	-171	-185	-114	-123	-135	-175	-152	-200	-192
Juli 23	-58	-46	-86	-56	-77	-70	-81	-88	-10	-20	-65	-34	-24	-45	-36
Aug 23	47	72	61	55	47	39	3	5	77	55	17	53	52	51	44
Sep 23	-41	-31	-45	-39	-49	-43	-50	-56	-26	-36	-45	-31	-25	-35	-44
3. Q. 23	-52	-4	-71	-40	-79	-74	-128	-139	40	0	-94	-12	4	-30	-36
Okt 23	49	106	54	63	35	35	49	48	70	76	39	52	60	46	49
Nov 23	79	114	64	93	50	56	54	49	144	139	67	99	108	79	76
Dez 23	91	276	104	115	65	65	72	72	148	145	64	96	100	69	67
4. Q. 23	219	496	222	271	150	157	175	169	362	360	170	248	268	195	192
Jahr 23	135	683	67	230	-60	13	-53	-98	571	473	39	233	351	71	81
VegPer 23	-164	-2	-193	-125	-236	-203	-250	-276	-4	-47	-190	-134	-88	-183	-179
Jan 24	52	82	40	60	29	36	31	24	105	111	41	68	76	55	61

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	1. Harz	2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	4. Thüringer Becken	5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland	7. Leipziger Sandlöß- Ebene	8. Thüringer Gebirge	9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald	10. Vogtland	11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland	12. Rhön	13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	14. Fränkischer Keuper
in	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Feb 24	56	109	46	67	33	39	43	42	108	112	47	63	76	42	65
Mär 24	-9	32	-7	11	-17	-23	-32	-32	7	0	-26	0	12	-9	-9
1. Q. 24	99	224	79	138	46	52	41	33	220	222	62	131	163	88	116
Apr 24	-24	24	-29	-13	-39	-33	-45	-47	8	6	-29	-16	0	-29	-29
Mai 24	6	-25	-30	9	-12	7	-17	-45	37	36	25	22	35	5	15
Juni 24	-37	-29	-43	-34	-44	-47	-54	-66	-15	-5	-30	-34	-21	-48	-41
2. Q. 24	-55	-30	-101	-38	-96	-73	-116	-158	29	37	-34	-28	14	-72	-55
Juli 24	-30	9	-45	-23	-44	-29	-57	-67	7	-13	-41	-23	-23	-27	-25
Aug 24	-45	13	-28	-35	-42	-57	-70	-78	-31	-20	-48	-59	-49	-72	-72
Sep 24	33	43	18	28	8	34	28	21	78	80	32	44	50	23	18
3. Q. 24	-42	66	-55	-30	-78	-53	-98	-124	53	46	-56	-38	-22	-77	-80

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 8:
Abweichung der klimatischen Wasserbilanz in den forstlichen Wuchsgebieten (Quelle: TLUBN)

KWB-Abweichung zu 1991–2010	Thüringen	1. Harz	2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	4. Thüringer Becken	5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland	7. Leipziger Sandlöß- Ebene	8. Thüringer Gebirge	9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald	10. Vogtland	11. Südthüringisches Oberfränkisches Trias-Hügelland	12. Rhön	13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	14. Fränkischer Keuper
in	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan 21	20	0	14	9	15	24	25	23	24	9	35	23	26	21	25
Feb 21	5	7	16	3	11	12	10	9	-12	-19	6	-3	-2	3	7
Mär 21	-35	-40	-27	-30	-27	-34	-31	-29	-51	-50	-35	-41	-39	-37	-32
1. Q. 21	-9	-8	-3	-2	-3	-11	-5	-3	-19	-22	-12	-18	-10	-24	-23
Apr 21	15	-11	-4	-3	7	19	37	28	25	48	37	18	6	20	18
Mai 21	-10	-9	-19	-7	-8	-21	-25	-10	10	-19	-33	1	13	-4	13
Juni 21	14	-20	-5	-1	1	23	30	6	21	46	41	18	13	20	29
2. Q. 21	67	41	60	44	67	87	88	81	75	69	75	47	65	26	32
Juli 21	-40	-58	-34	-55	-36	-23	-37	-27	-58	-34	-23	-54	-63	-53	-50
Aug 21	-23	-36	-20	-24	-16	-20	-21	-17	-34	-42	-26	-22	-26	-16	-17
Sep 21	-15	-25	-13	-24	-11	-7	-3	-4	-26	-24	-9	-23	-33	-23	-24
3. Q. 21	-29	-44	-26	-36	-24	-25	-15	-8	-51	-50	-24	-28	-32	-18	-13
Okt 21	12	-100	-25	-48	12	54	66	59	19	34	58	-13	-2	-33	-3
Nov 21	-10	-33	3	-19	-1	2	4	3	-39	-60	5	-21	-14	-13	0
Dez 21	-5	-27	-25	-12	-4	-13	7	16	15	7	-9	0	9	-9	8
4. Q. 21	40	-37	21	-12	32	87	80	60	38	69	93	9	16	-9	6
Jahr 21	-67	-105	-60	-84	-51	-51	-38	-29	-110	-116	-59	-73	-91	-57	-54
VegPer 21	-42	-203	-61	-126	-24	25	52	50	-97	-100	30	-84	-80	-87	-39
Jan 22	16	3	4	15	13	22	22	16	23	4	16	16	14	4	7
Feb 22	8	81	13	15	-2	-3	-8	-8	40	30	-6	10	12	-5	-4
Mär 22	-60	-95	-60	-70	-48	-50	-46	-47	-86	-84	-52	-67	-74	-58	-58
1. Q. 22	-37	-10	-42	-40	-38	-31	-31	-40	-23	-50	-42	-41	-48	-58	-54
Apr 22	-3	3	-8	-6	-9	-10	-5	-6	5	5	-1	8	5	19	21
Mai 22	-58	-60	-54	-53	-48	-63	-65	-52	-65	-73	-67	-60	-61	-62	-65
Juni 22	-83	-55	-65	-77	-77	-88	-85	-86	-98	-94	-91	-88	-92	-78	-75
2. Q. 22	-145	-113	-128	-137	-134	-160	-155	-144	-158	-161	-159	-140	-148	-121	-119
Juli 22	-89	-66	-66	-76	-85	-99	-84	-79	-112	-111	-91	-89	-85	-97	-92

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

KWB-Abweichung zu 1991–2010	Thüringen	1. Harz	2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	4. Thüringer Becken	5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland	7. Leipziger Sandlöß- Ebene	8. Thüringer Gebirge	9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald	10. Vogtland	11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland	12. Rhön	13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	14. Fränkischer Keuper
in	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Aug 22	-67	-79	-72	-88	-74	-50	-45	-52	-74	-32	-26	-84	-91	-84	-83
Sep 22	27	-11	4	12	20	35	38	33	35	41	31	39	44	48	55
3. Q. 22	-129	-157	-134	-152	-139	-114	-92	-98	-152	-101	-86	-133	-132	-133	-121
Okt 22	-18	-22	-14	-16	-4	-21	-25	-20	-28	-34	-35	-18	-1	-27	-27
Nov 22	-36	-64	-33	-31	-26	-40	-40	-33	-55	-55	-46	-30	-24	-21	-18
Dez 22	-11	21	0	-11	-9	-11	-12	-7	-18	-12	-10	-16	-15	-10	-9
4. Q. 22	-65	-65	-47	-59	-39	-72	-77	-61	-101	-102	-91	-64	-41	-58	-54
Jahr 22	-375	-345	-350	-387	-349	-378	-355	-342	-434	-414	-377	-378	-369	-370	-349
VegPer 22	-292	-291	-275	-305	-276	-296	-272	-262	-338	-297	-279	-292	-281	-281	-268
Jan 23	-2	37	0	2	-8	-8	-15	-9	20	2	-11	2	10	-6	-7
Feb 23	-12	-4	-8	-10	-8	-7	0	3	-27	-37	-10	-17	-11	-20	-15
Mär 23	29	35	12	25	17	23	15	7	62	47	20	47	65	30	29
1. Q. 23	16	68	4	17	1	8	0	1	56	12	-1	32	64	5	7
Apr 23	15	5	5	3	14	22	17	22	26	18	16	12	15	13	24
Mai 23	-62	-61	-59	-55	-61	-65	-64	-71	-71	-61	-56	-59	-63	-62	-60
Juni 23	-54	-11	-34	-43	-53	-53	-38	-33	-74	-68	-39	-75	-77	-72	-75
2. Q. 23	-101	-68	-88	-96	-100	-97	-85	-82	-119	-111	-79	-122	-125	-121	-111
Juli 23	-46	-41	-58	-41	-51	-61	-66	-65	-29	-38	-60	-22	-17	-28	-17
Aug 23	61	82	86	68	75	52	16	22	70	48	23	66	58	75	67
Sep 23	-60	-64	-54	-63	-54	-58	-63	-63	-74	-79	-66	-56	-56	-52	-59
3. Q. 23	-45	-24	-26	-36	-30	-67	-113	-105	-33	-69	-103	-12	-16	-6	-9
Okt 23	17	50	31	27	18	11	28	33	8	14	8	11	12	13	17
Nov 23	20	22	15	31	8	4	7	7	53	51	11	34	35	27	24
Dez 23	30	172	53	50	25	15	29	35	41	37	10	23	22	10	8
4. Q. 23	68	244	99	108	51	31	64	75	102	102	30	68	68	50	50
Jahr 23	-63	221	-11	-7	-79	-125	-133	-110	5	-65	-153	-37	-11	-75	-62
VegPer 23	-129	-41	-82	-105	-112	-153	-169	-153	-144	-167	-173	-124	-129	-113	-102
Jan 24	6	-14	1	8	4	3	3	0	18	21	3	9	9	7	14

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

KWB-Abweichung zu 1991–2010	Thüringen	1. Harz	2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	4. Thüringer Becken	5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	6. Sächsisch-Thüringi- sches Löß-Hügelland	7. Leipziger Sandlöß- Ebene	8. Thüringer Gebirge	9. Frankenwald, Fichtel- gebirge, Steinwald	10. Vogtland	11. Südthüringisches- Oberfränkisches Trias-Hügelland	12. Rhön	13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	14. Fränkischer Keuper
in	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Feb 24	17	40	17	23	11	9	17	21	32	37	13	14	18	5	20
Mär 24	-38	-28	-27	-22	-29	-47	-50	-44	-56	-59	-54	-33	-33	-29	-27
1. Q. 24	-15	-3	-9	8	-14	-35	-30	-22	-7	-1	-37	-10	-6	-17	7
Apr 24	-11	23	-8	-3	-16	-17	-20	-17	-5	1	-14	-8	0	-12	-11
Mai 24	23	-14	-5	21	13	26	9	-13	32	40	44	37	39	28	41
Juni 24	-6	-4	0	-4	0	-15	-20	-25	-3	6	-8	-5	1	-9	-3
2. Q. 24	6	5	-13	14	-3	-6	-31	-55	24	48	22	24	40	7	27
Juli 24	-18	13	-16	-8	-19	-20	-41	-44	-12	-31	-36	-11	-16	-9	-6
Aug 24	-31	23	-2	-22	-14	-44	-57	-61	-38	-28	-41	-45	-44	-49	-50
Sep 24	14	10	9	4	3	19	15	15	30	36	12	18	19	5	3
3. Q. 24	-36	46	-9	-26	-30	-45	-83	-90	-19	-23	-65	-38	-41	-52	-53

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

Autorenverzeichnis

Leichte Sprache: (TMIL)

- Kapitel 1–3:** Philip Mundhenk (FFK Gotha)
- Kapitel 4.1:** Philip Mundhenk (FFK Gotha),
Frank Heyner (TLUBN)
- Kapitel 4.2:** Anett Wenzel (FFK Gotha),
Mathias Stürtz (FFK Gotha)
- Kapitel 4.3:** Philip Mundhenk (FFK Gotha),
Simon George (FFK Gotha)
- Kapitel 5:** Martina Mund, Nico Frischbier,
Reinhard Mey, Alexander Tischler
(alle FFK Gotha)
- Kapitel 6:** Frank Robisch (TMIL),
Philip Mundhenk (FFK Gotha)
- Kapitel 7.1:** Philip Mundhenk (FFK Gotha)
- Kapitel 7.2:** Tobias Neumann (TLUBN),
Philip Mundhenk (FFK Gotha)

Impressum

Herausgeber:

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

Redaktion:

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

Fotos:

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 2024





**THÜRINGEN
ENTWICKELN
ZUKUNFT
GESTALTEN**

WWW.TMIL.INFO

