

Waldzustandsbericht 2019

Forstliches Umweltmonitoring in Thüringen



Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

der Zustand unserer Wälder ist besorgniserregend. Bis jetzt haben die Trockenheit und der Borkenkäfer-Befall rund 4 Mio. Festmeter Schadholz verursacht – die Lage ist dramatisch.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung spiegeln diese Entwicklung eindrucksvoll wider. Nur noch 15 Prozent aller Bäume landesweit konnten als gesund eingestuft werden. 53 Prozent sind stark in ihrer Vitalität beeinträchtigt oder deutlich geschädigt. Das ist das schlechteste Ergebnis seit Beginn der Waldzustandserhebung und zeigt die Auswirkungen des Klimawandels überdeutlich.

Überrascht haben dabei vor allem die massiven Trockenschäden in den Buchenbeständen Nordthüringens. Bislang galt die Buche auf den für sie optimalen Standorten als eine Baumart, die in der Lage ist, mit den sich ändernden klimatischen Bedingungen zurecht zu kommen. Darauf müssen wir nun reagieren.

Bei der Fichte hat der Borkenkäferbefall ein Ausmaß erreicht, das mit den Nachkriegsjahren 1946 und 1947 vergleichbar ist. Ganze Waldbestände drohen zu verschwinden und ein Ende der katastrophalen Schadentwicklung ist bislang noch nicht absehbar.

Nicht nur Fichte und Buche leiden unter der Trockenheit, auch Kiefern, Eichen, Eschen, Lärchen und andere Baumarten sind in ihrem Abwehrvermögen so stark geschwächt, dass Schadinsekten und Pilze in diesem Jahr ein leichtes Spiel hatten und auch in den nächsten Jahren haben werden.

Die Landesregierung wird alles dafür tun, die klimapolitischen Maßnahmen zur Senkung des CO₂-Ausstoßes zu forcieren und zu unterstützen sowie Gelder für die Bewältigung der Katastrophe bereitzustellen. Die entstandenen Kahlflächen müssen mit Baumarten wiederbewaldet werden, die für den Klimawandel gut gewappnet sind und Hitze- und Trockenperioden unbeschadet überstehen. Um hierbei Risiken bestmöglich zu streuen, ist der eingeschlagene Weg hin zu Mischwäldern ohne Alternative.

Ich danke den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Thüringer Forstämter und des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums in Gotha für die Erstellung des Waldzustandsberichtes 2019. Und ich danke allen, die dabei helfen, das Grüne Herz Deutschlands in dieser Krise zu unterstützen.

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

Waldzustand 2019 im Überblick	3
1. Langzeitbeobachtungen/Monitoring im Wald	6
2. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019	10
3. Satellitenbilder zur Bewertung der aktuellen Schadsituation	23
4. Hintergründe	27
5. Fazit	46
6. Ausblick	48

Die Auswirkungen der Extremwitterung 2018/19 sind in den Waldgebieten Thüringens unübersehbar. Bereits im Vorjahr warfen zahlreiche Laubbäume ihr Laub vorzeitig ab, um bei der anhaltenden Trockenheit den Wasserverbrauch zu drosseln und ihr Überleben zu sichern. Viele Nadelbäume hatten sichtbare Trockenschäden und eine stark verminderte Abwehrkraft gegenüber forstlichen Schaderregern. Der Borkenkäferbefall in den Fichtenbeständen stieg aufgrund des geschwächten Abwehrverhaltens der Bäume und bester Entwicklungsbedingungen für die Käferbruten dramatisch an und hat inzwischen in ganz Mitteleuropa katastrophale Ausmaße eingenommen.

Das vollständige Ausmaß der klima- und witterungsbedingten Schäden wurde vor allem nach dem Blatt-/Nadelaustrieb 2019 sichtbar. Erfassbare Kenngrößen solcher Schadereignisse sind Holzmenge und Schadfläche. Bis Ende August 2019 waren allein in diesem Jahr landesweit rund 1,7 Mio. fm Holz von den Auswirkungen der Trockenheit betroffen, hinzu kommen noch einmal rund 1,1 Mio. fm, die von forstlichen Schaderregern befallen sind sowie knapp 300.000 fm Wurf- und Bruchholz. Auf rund 22.000 ha sind Kahlfächen oder stark aufgelichtete Waldbestände entstanden.

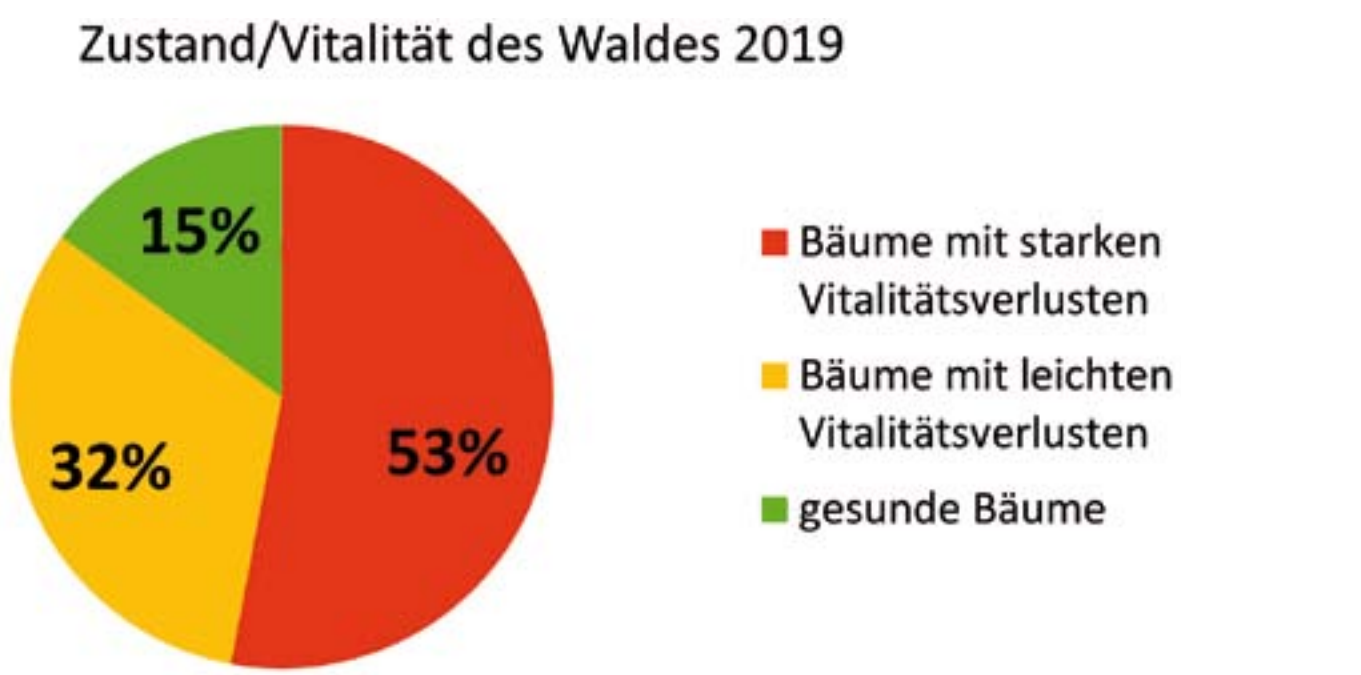


Abb. 1: Zustand/Vitalität des Waldes in Thüringen

Die im Juli 2019 durchgeführte Waldzustandserhebung zeigt ein dramatisches Ergebnis - nur noch 15 % der Waldbäume konnten in diesem Jahr als gesund eingestuft werden. Das ist der geringste Anteil gesunder Bäume seit Beginn der Waldzustandserhebung in Thüringen im Jahr 1991.

Leichte Vitalitätsverluste waren bei rund 32 % aller Bäume feststellbar und 53 % der Waldbäume sind in ihrer Vitalität stark beeinträchtigt. Diese Bäume hatten deutlich zu wenig Nadeln bzw. Blätter und wiesen zum Teil starke Trockenschäden auf.

Der aktuelle Waldzustand ist derzeit mit der Situation zu Beginn der 1990er Jahre vergleichbar, als der hohe Ausstoß an Luftschadstoffen zu massiven „neuartigen Waldschäden“ geführt hatte.

Der Zustand der Nadelbäume hat sich im Vergleich zum Vorjahr signifikant verschlechtert. Nur noch 18 % der Nadelbäume sind gesund, das ist der geringste prozentuale Anteil gesunder Bäume im gesamten Erhebungszeitraum. Rund 48 % der Nadelbäume weisen starke Vitalitätsverluste auf, besonders betroffen ist erneut die Kiefer. Das Ausmaß der Borkenkäfer-Kalamität bei der Fichte lässt sich anhand des WZE-Stichprobenverfahrens nur bedingt darstellen. Das Verfahren ist dafür nicht geeignet, da aus Waldschutzgründen vor der Begutachtung entnommene Bäume nicht erfasst werden.

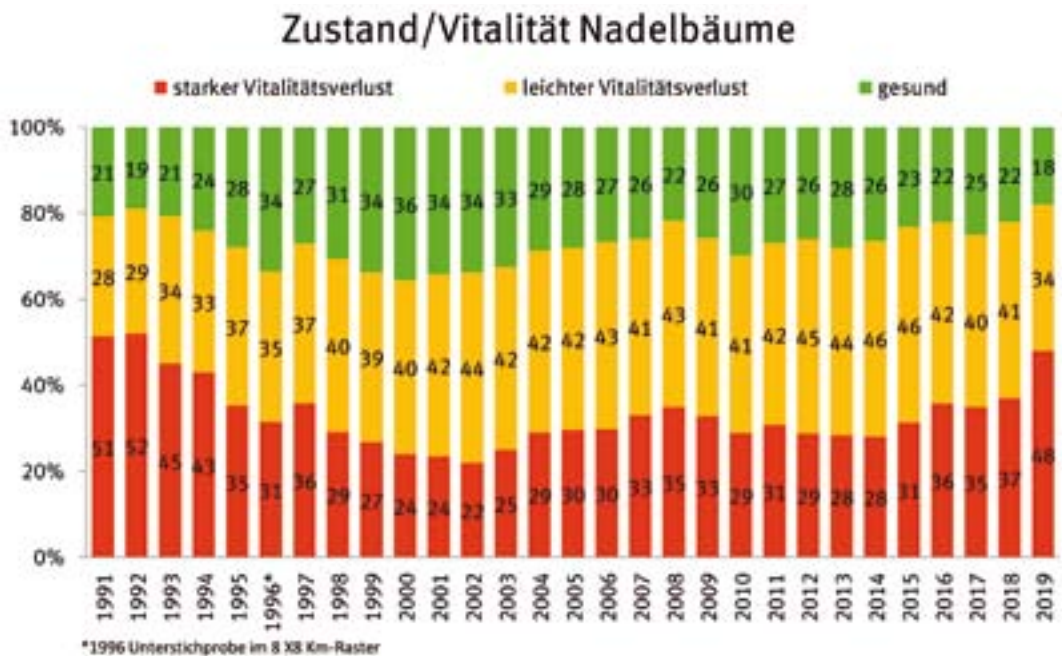


Abb. 2: Zustand/Vitalität der Nadelbäume

Bei den Laubbäumen spiegelt sich die außergewöhnliche Witterung 2018/19 besonders deutlich wider. Der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten war mit 62 % so hoch wie noch niemals zuvor, nur 8 % der Laubbäume konnten als gesund eingestuft werden. Besonders stark verschlechtert hat sich der Zustand der Buche.

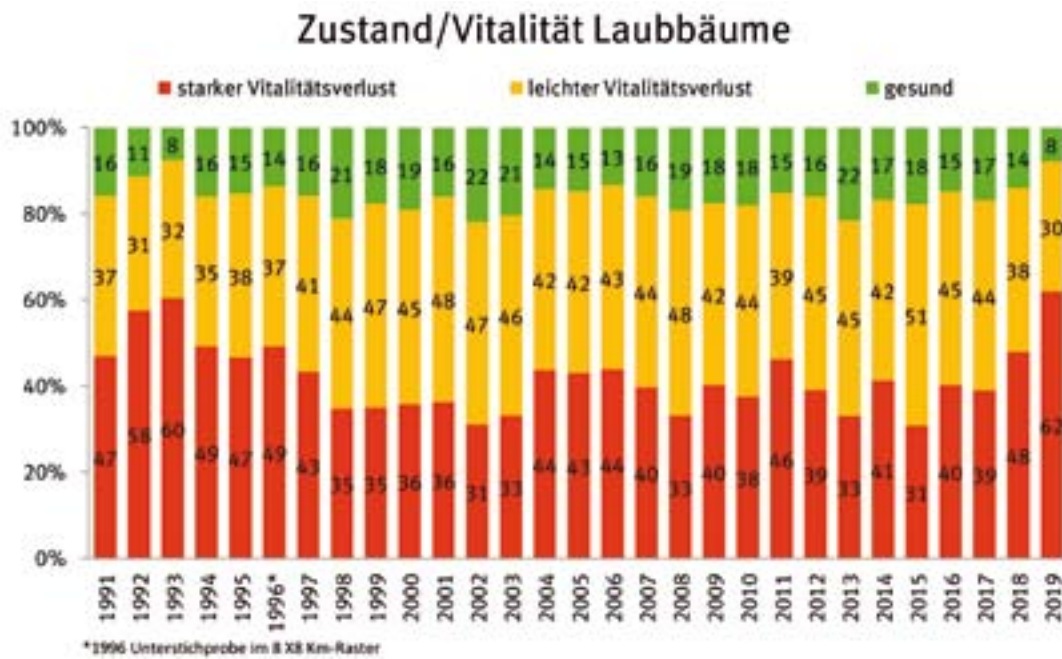


Abb. 3: Zustand/Vitalität der Laubbäume

Bezogen auf die Waldfläche Thüringens (bestockter Holzboden) stocken Bäume mit starken Vitalitätsverlusten auf 272.000 ha Fläche, während gesunde Bäume nur auf 77.000 ha zu finden sind und Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten auf 165.000 ha.

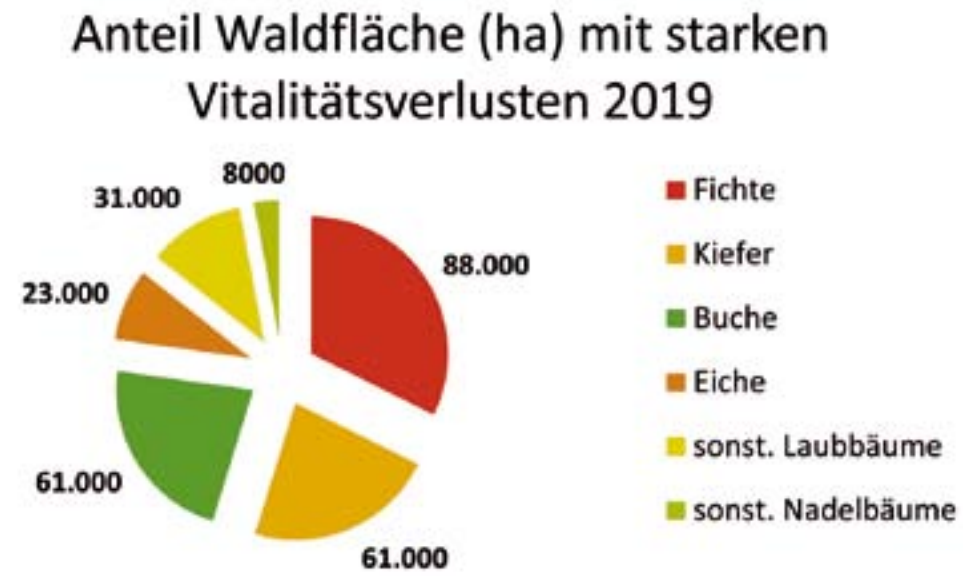


Abb. 4: Anteil Waldfläche (ha), auf der Bäume mit starken Vitalitätsverlusten stocken

Die Vitalitätsverluste sind in ganz Thüringen festzustellen. Besonders markant sind sie in den Buchengebieten Nordthüringens und im westlichen Thüringer Wald, in den Kieferengebieten Ostthüringens, im Schiefergebirge sowie im südwestlichen Vorland des Thüringer Waldes (Abb. 5).

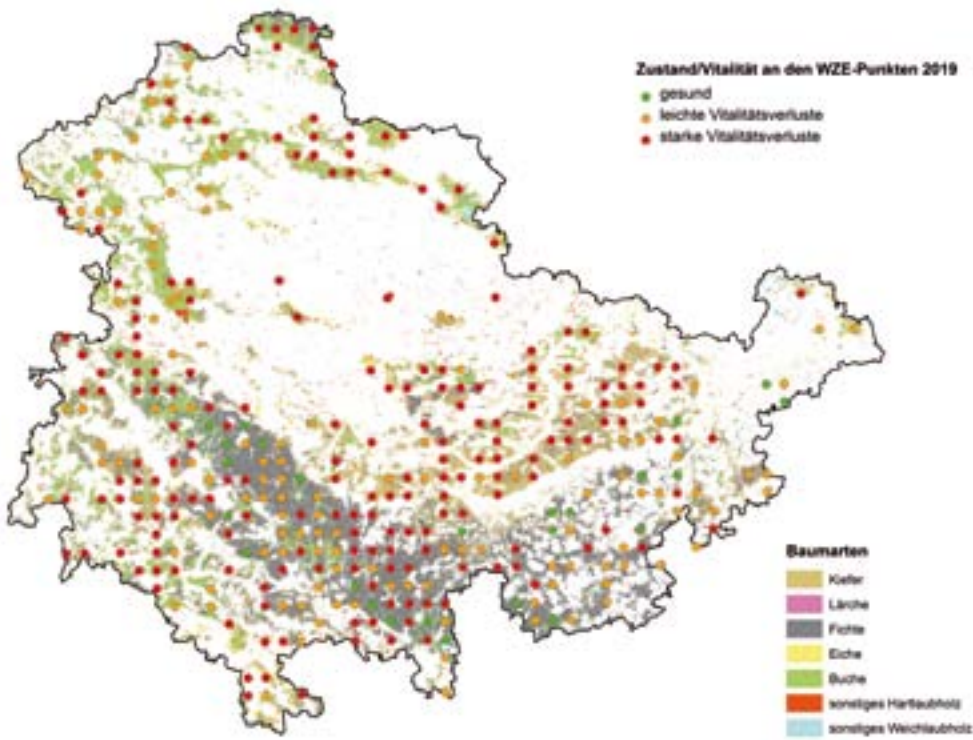


Abb. 5: Vitalität der Waldbäume an den Aufnahmepunkten der Waldzustandserhebung

1. Langzeitbeobachtungen/Monitoring im Wald

Langzeitbeobachtungen im Wald ermöglichen sowohl die Erfassung aktueller Zustände und Einflussfaktoren als auch deren Entwicklungstendenzen. Im Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha werden umfangreiche Beobachtungen und Monitoring-Programme durchgeführt, deren Ergebnisse sowohl in forstbetriebliche Entscheidungen als auch in klima- und umweltspezifische Maßnahmen einfließen.

1.1 Forstliches Umweltmonitoring

Das Forstliche Umweltmonitoring liefert jährlich aktuelle Daten zum Zustand des Waldes und zur Art und Stärke von Witterungs- und Umwelteinflüssen sowie Informationen zum Zustand des Waldbodens. Alle Erhebungen basieren auf dem internationalen Kooperationsprogramm zur Untersuchung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP-Forests) und werden seit 1991 durchgeführt.

Waldzustandserhebung (WZE)

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist ein flächenrepräsentatives Stichprobenverfahren und wird seit 1986 bundesweit einheitlich durchgeführt. In Thüringen erfolgt die jährliche Waldzustandserhebung seit 1991 im 4 x 4 km-Raster (Abb. 6). Dieses Raster liefert statistisch gesicherte Aussagen zum Gesundheits-/Vitalitätszustand der Waldbäume. Die Daten von 26 WZE-Punkten (Level I - Netz im 16 x 16 km-Raster) fließen in den Waldzustandsbericht des Bundes und in den europäischen Waldzustandsbericht ein.



Bild 1: Hauptmessstation Holzland



Abb. 6: Lage/Verteilung der WZE-/BZE-Punkte in Thüringen

Bodenzustandserhebung (BZE)

In größeren zeitlichen Abständen wird an jedem vierten WZE-Punkt (8 x 8 km-Raster) eine Bodenzustandserhebung durchgeführt (Abb. 6). Die Ergebnisse dieser Erhebungen geben Hinweise auf die Nährstoffausstattung, den Grad der Bodenversauerung, die Kohlenstoffspeicherung und den Wasserhaushalt des Bodens sowie auf den Ernährungsstatus und das Wachstum der Bäume. Sie liefern eine wertvolle Datenbasis für forstbetriebliche Entscheidungen, wie z. B. für eine standortgerechte Baumartenwahl, für bodenschonende Holzerntestrategien, Bodenschutzkalkungen usw. Die nächste bundesweite Bodenzustandserhebung findet von 2022 bis 2024 statt.

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

Im Rahmen des Intensiv-Monitoring werden an elf Waldmessstationen und drei Hauptmessstationen (Abb. 7) Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels und zum Einfluss von Luftschadstoffen durchgeführt. Neben Baum- und Bodenparametern werden insbesondere meteorologische und bodenfeuchtespezifische Messdaten vollautomatisiert erhoben sowie Luftschadstoffkonzentrationen und Stoffeinträge zusammen mit dem Niederschlag gemessen. Die drei Hauptmessstationen Großer Eisenberg, Possen und Holzland sowie die Waldmessstationen Steiger und Lehesten sind Bestandteil des internationalen Kooperationsprogrammes zur Untersuchung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP-Forests – Level II). Die hier erhobenen Daten fließen auf nationaler und internationaler Ebene in umweltspezifische Entscheidungen ein.



Abb. 7: Verteilung Wald- und Hauptmessstationen nach forstlichen Wuchsgebieten

Es werden folgende Messdaten an den Messstationen erhoben:

Messungen/Untersuchungen im Freiland - Niederschlagsmenge und -qualität (14-tägige Sammelprobe) an Hauptmessstationen/Level II-Flächen zusätzlich: - Lufttemperatur, Luftfeuchte - Globalstrahlung, UVA/UVB - Windrichtung, Windgeschwindigkeit - Ozon, Schwefeldioxid, Stickoxide	Messungen/Untersuchungen unter dem Kronendach - Kronendurchlassmenge und -qualität (14-tägige Sammelprobe) - Stammabflussmenge und -qualität (bei Buche, als 14-tägige Sammelprobe) an Hauptmessstationen/Level II-Flächen zusätzlich: - Streufallmenge- und -qualität (monatliche Sammelprobe)
Untersuchungen am Waldbestand - Kronenzustand (jährlich) - Nadel-/Blattanahmen (jährlich) - Waldwachstum/Zuwachs (alle 5 Jahre) an Hauptmessstationen/Level II-Flächen zusätzlich: - Zuwachs (monatlich und permanent)	Messungen/Untersuchungen am bzw. im Waldboden - Sickerwasserqualität (als 14-tägige Sammelprobe in verschiedenen Bodentiefen) - Bodenzustand (alle 10 Jahre) - Vegetationsaufnahmen (alle 5 Jahre) an Hauptmessstationen/Level II-Flächen zusätzlich: - Bodenfeuchte (TDR-Messverfahren, permanent) - Bodensaugspannung (Tensiometer, permanent) - Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen (permanent)
Waldquellen Menge/Qualität des Quellwassers (Schüttungsmessungen, 14-tägige Sammelprobe)	

1.2 Waldschutz

Gemäß § 11 Thüringer Waldgesetz (ThürWaldG) sind Waldbesitzer verpflichtet, den Wald vor Schäden zu bewahren und vor gefährdenden Übervermehrung von forstökosystemschädigenden Pflanzen, Tieren und Naturereignissen sowie vor Feuer und Forstfrevl zu schützen. Ein integrierter Waldschutz umfasst dabei die Überwachung, Prognose, Diagnose und Handlungsempfehlungen, wobei der Schwerpunkt insbesondere auf den Vorbeugungsmaßnahmen liegt.

Waldschutzmeldedienst Bodenzustandserhebung

Seit 1947 besteht in Thüringen ein Waldschutzmeldedienst. Dieser umfasst eine kontinuierliche Meldung und Bewertung von Schäden durch Insekten, Mäuse und Pilze sowie die durch abiotische Einflüsse verursachten Schäden wie z. B. Wurf- und Bruchholz, Frost- und Dürreschäden sowie Waldbrände aus den Thüringer Forstrevieren und aus dem Bundesforstbetrieb.

Waldschutz-Monitoring

Beim Waldschutz-Monitoring, als einem Grundbestandteil der Überwachung von Schadorganismen, werden anhand mehrstufiger, situationsangepasster Verfahren sowohl die Entwicklungszyklen als auch die räumliche und zeitliche Ausbreitung forstlicher Schaderreger überwacht. Dies beinhaltet neben der Überwachung des Borkenkäferschwarmfluges u. a. auch die Bodensuche nach Larven und Puppen, die Feststellung von Ei-Besatzdichten, Pheromon-Fallenfänge und sonstige Probenfänge, aus denen sich Prognosen zur Schadentwicklung, zum erwarteten Schadpotenzial und zur Vorbereitung von Gegenmaßnahmen ableiten lassen. Seit 2009 wird zusätzlich auch das Auftreten forstlich relevanter Quarantäneschädlinge, wie z. B. dem Asiatischen Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*), dem Chinesischen Laubholzbockkäfer (*Anoplophora chinensis*), dem Kiefernholznematoden (*Bursaphelenchus xylophilus*), dem Pechkrebs der Kiefer (*Fusarium circinatum*), dem Asiatischen Eschenprachtkäfer (*Agrilus planipennis*) und dem Schaderreger *Phytophthora ramorum* überwacht. Dafür wird u. a. auch das 4 x 4 km-Rasternetz der Waldzustandserhebung genutzt.



Bild 2: Schlupf der Schwammspinner-Raupen

1.3 Boden- und Standortuntersuchungen

Intakte Waldböden sind vor allem im Hinblick auf den Klimawandel die Basis für gesunde, stabile und anpassungsfähige Wälder. Regelmäßige boden- und standortkundliche Untersuchungen sowie eine flächendeckende Standortkartierung verbessern die fachlichen Grundlagen zur Bewertung von Wuchs- und Nutzungspotenzialen und dienen dem Schutz des Waldbodens. Dabei werden die Wechselbeziehungen und Rückkopplungseffekte zwischen Boden, Wald und Klima berücksichtigt.



Bild 3: Untersuchung am Waldboden

1.4 Monitoring in Naturwaldparzellen

Naturwaldparzellen sind auf Grundlage des Thüringer Waldgesetzes bewirtschaftungsfreie Gebiete, in denen der Wald sich selbst überlassen bleibt. Die bislang 14 ausgewiesenen Naturwaldparzellen repräsentieren nach Standort, Baumartenzusammensetzung und Bodenvegetation die häufigsten natürlichen Waldgesellschaften Thüringens. Regelmäßige Stichprobenerhebungen zum Waldwachstum, Totholzinventuren und Vegetationsaufnahmen sowie faunistische Spezialuntersuchungen dokumentieren die Entwicklung über einen langen Zeitraum hinweg und liefern wertvolle Erkenntnisse über ungestörte Prozessabläufe im Wald.

1.5 Waldwachstumsbeobachtungen

Unter dem Aspekt der sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen sowie unter Berücksichtigung natürlicher Faktoren (Boden und Standort) und menschlicher Einflüsse (Art und Stärke forstlicher Eingriffe) werden regelmäßig Wachstumsvorgänge untersucht und dokumentiert.

1.6 Forstgenetik/Waldbau

Zur Erhaltung wertvoller genetischer Ressourcen werden im Rahmen eines landesspezifischen Generhaltungsprogramms baumartenorientierte Untersuchungen und bei Bedarf generhaltende Maßnahmen durchgeführt. Die Arbeiten konzentrieren sich derzeit auf die Beobachtung von Weißtanne, Eibe, Elsbeere, Breitblättriger Mehlbeere, Speierling, Wildobst, Bergulme, Schwarzpappel, Hochlagenfichte und Höhenkiefer. Darüber hinaus fließen die Ergebnisse zahlreicher waldbaulicher Versuche, wie z. B. zur Baumartenwahl, Baumarteneignung, Baumartenmischung und zur Pflege von Waldbeständen in die forstbetrieblichen Leitlinien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung ein.

1.7 Wildmonitoring

Für die Schaffung artenreicher, mehrstufiger Mischbestände ist der Einfluss des Wildes von großer Bedeutung. Um diesen zu erfassen und zu bewerten, werden seit 1994 auf Grundlage des Thüringer Jagdgesetzes im dreijährigen Turnus flächendeckend für alle Waldeigentumsformen Erhebungen zu Schäden durch Verbiss und Schäl durchgeföhrt und Vorschläge zur Regulierung der Wilddichte erarbeitet.



Bild 4: Schältschaden an Buche durch Rotwild

1.8 Klimafolgenforschung

Bei der Klimafolgenforschung werden die Ergebnisse von Langzeitbeobachtungen mit relevanten Klimainformationen verknüpft, die Risiken des Klimawandels identifiziert und Maßnahmen zum Schutz des Waldes herausgearbeitet. Darüber hinaus werden Versuche zum Anbau nicht-heimischer Baumarten angelegt, wie z. B. mit Libanon-Zeder, Türkischer Tanne, Orientbuche, Hemlocktanne, Douglasie, Silberlinde, Baumhasel und Robinie. Ergänzend zu den 2011 veröffentlichten Baumarten-Empfehlungen für die Wälder des Freistaates Thüringens wurden zudem konkrete Hinweise für Weißtanne, Esche, Hickory, Baumhasel, Wal-, Schwarz- und Hybridnuss herausgegeben.

2. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019

Die Waldzustandserhebung 2019 fand im Zeitraum vom 9. Juli bis zum 5. August statt. Geschulte Mitarbeiter der Thüringer Forstämter und des Nationalpark Hainich begutachteten in diesem Jahr insgesamt 8.352 Bäume an 348 WZE-Aufnahmepunkten. An fünf WZE-Punkten waren keine Aufnahmen möglich, diese Punkte ruhen so lange, bis die nachwachsenden Bäume eine Mindesthöhe von 60 cm erreicht haben. Rund 42 % der begutachteten Bäume waren Fichten, jeweils 19 % waren Kiefern und Buchen. Diese Baumartenanteile entsprechen in etwa der landesweiten Baumartenverteilung. Rund 67 % aller begutachteten Bäume sind älter als 60 Jahre (Abb. 8).

Die intensive Schulung und die langjährigen Erfahrungen der WZE-Aufnahmetrupps gewährleistete auch in diesem Jahr eine hohe Qualität der Aufnahmen. Darüber hinaus wurden an 15 WZE-Punkten Qualitätskontrollen durchgeführt. Dies garantiert die Vergleichbarkeit der Zeitreihen. Die Auswertung der Daten und die Aufbereitung der Ergebnisse erfolgte im Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha.

2.1 Methodik

Die Waldzustandserhebung wird als flächenrepräsentatives Stichprobenverfahren in Thüringen im systematischen 4x4 km-Rasternetz durchgeführt (Abb. 9). Das Thüringer Raster wurde 1991 an das bestehende bundesweite Rasternetz angeschlossen. Alle 353 WZE-Punkte sind eingemessen, an jedem WZE-Punkt ist um den markierten Flächenmittelpunkt ein Kreuztrakt angelegt. An den vier Enden des Kreuztraktes befinden sich im Norden, Osten, Süden und Westen jeweils sechs nummerierte Aufnahmebäume (Abb. 9, kleines Bild, grüne Punkte) der Baumklassen 1, 2 und 3 nach KRAFT. Diese 24 Bäume werden jährlich und immer zum selben Zeitpunkt begutachtet. In sehr jungen Beständen erfolgt eine gruppenweise Ansprache der Bäume.

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

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

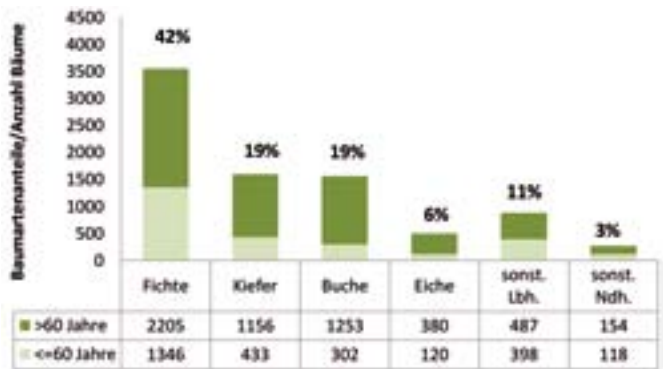


Abb. 8: Baumartenanteile/Anzahl Bäume nach Alter an der WZE-Gesamtstichprobe 2019



Bild 5 und 6: Schulung der WZE-Aufnahmetrupps durch das FFK Gotha

- Schäden durch Insekten, Pilze, Wild (Ursache/Intensität)
- Quarantäneschadorganismen

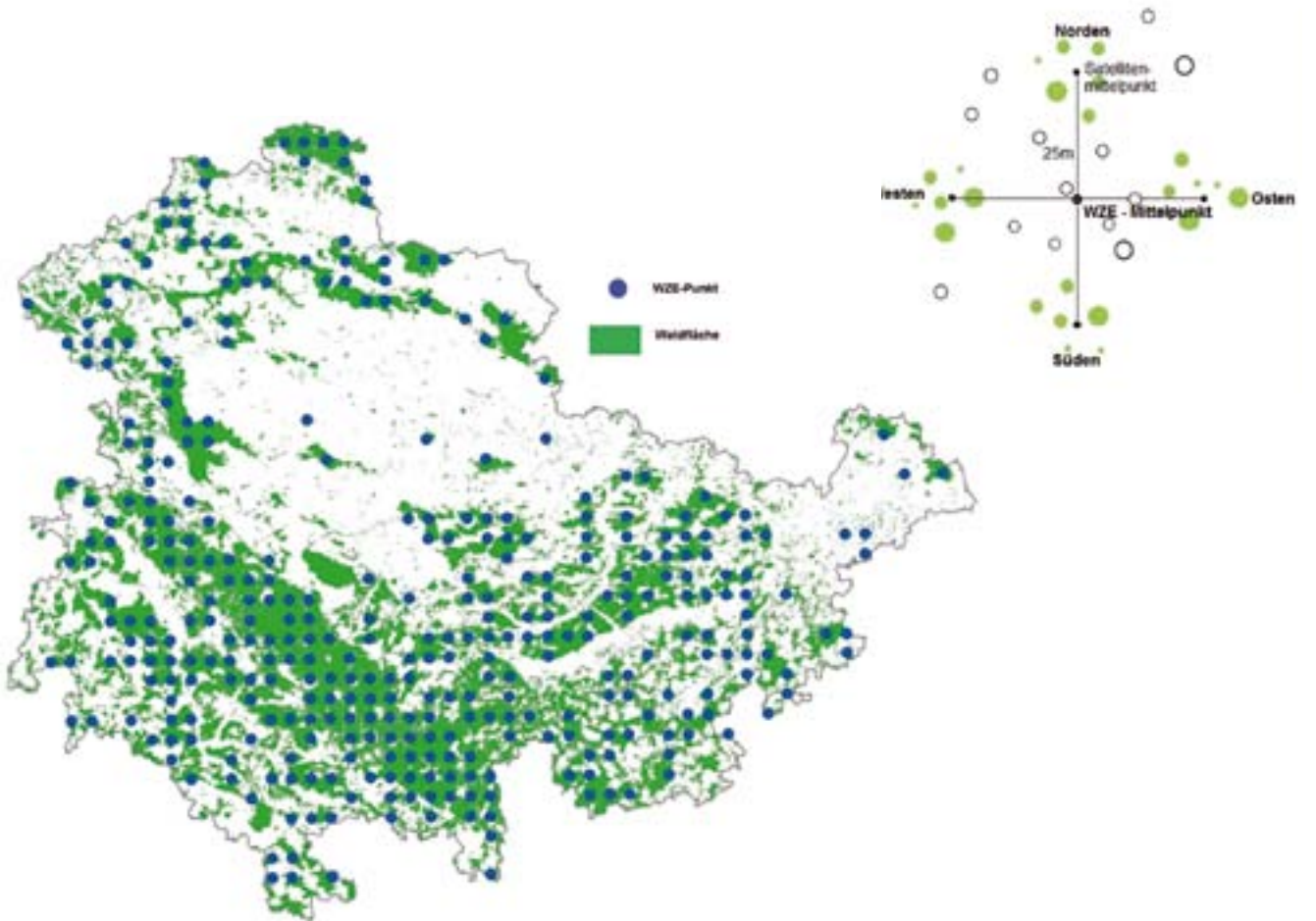


Abb. 9: 4x4 km-Rasternetz und Flächendesign der Waldzustandserhebung

Ist ein WZE-Stichprobenbaum zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht mehr vorhanden oder im Kronenraum nicht mehr mitherrschend, so wird ein in unmittelbarer Nähe stehender Ersatzbaum ausgewählt und neu markiert. Die Ausfallursachen (z. B. Entnahme aufgrund von Borkenkäferbefall, Sturm, planmäßiger Nutzung, Umsetzung in Kraftsches Klasse 4) werden in den Aufnahmeformularen dokumentiert. In diesem Jahr mussten 198 Stichprobenbäume ersetzt werden (Abb. 13).

Den wichtigsten Weiser für den Zustand eines Baumes stellt die mittlere Kronenverlichtung (=prozentualer Verlust an Nadeln/Blättern) dar. Aus dem prozentualen Nadel-/Blattverlust und

der Intensität unnatürlicher Verfärbungen bzw. Vergilbungen an Nadeln oder Blättern wird für jeden Baum eine Vitalitätsstufe berechnet (Tab. 1). Diese Vitalitätsstufen sind ein bedeutsamer Indikator für die Gesundheit eines Baumes und dessen Fähigkeit, sich an die standörtlichen und klimatischen Rahmenbedingungen anzupassen.

Das WZE-Stichprobenverfahren ist für landesweite Aussagen zum Zustand der Baumarten Fichte, Kiefer und Buche statistisch gesichert. Es ist nicht dafür geeignet, das Ausmaß überörtlicher Schadereignisse (z. B. Borkenkäfer-Befall, Wurf- und Bruchholz) abzubilden.

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

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

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Gesamtergebnisse (alle Baumarten)

Der Zustand des Waldes in Thüringen hat sich im Vergleich zum Vorjahr stark verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung ist signifikant gestiegen und weist mit 30,1 % den bislang höchsten Verlust an Blättern/Nadeln im gesamten Erhebungszeitraum auf. Das heißt, dem Wald in Thüringen fehlt derzeit rund $\frac{1}{3}$ seiner Blatt- bzw. Nadelmasse.

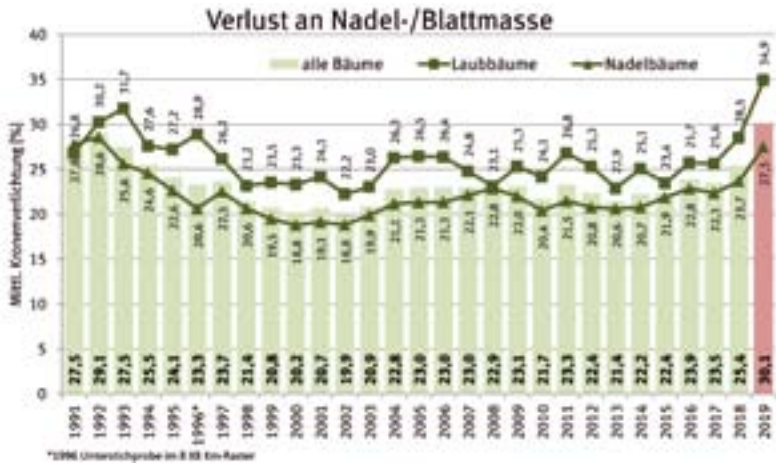


Abb. 10: Prozentualer Verlust an Nadeln oder Blättern (mittlere Kronenverlichtung)

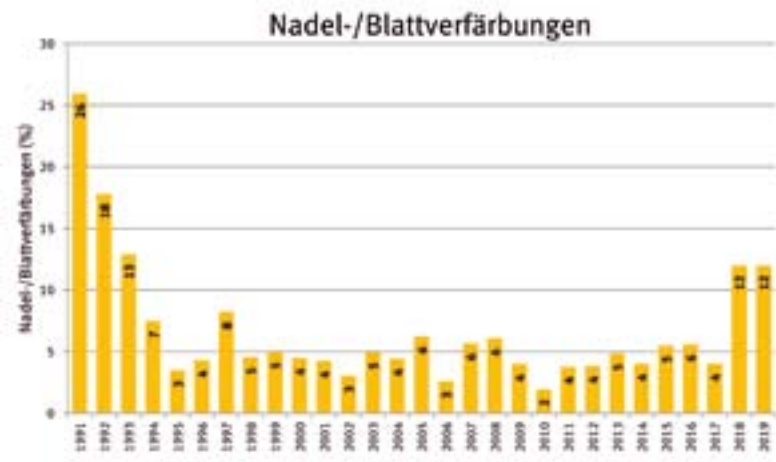


Abb. 11: Anteil Bäume mit Blatt-/Nadelverfärbungen

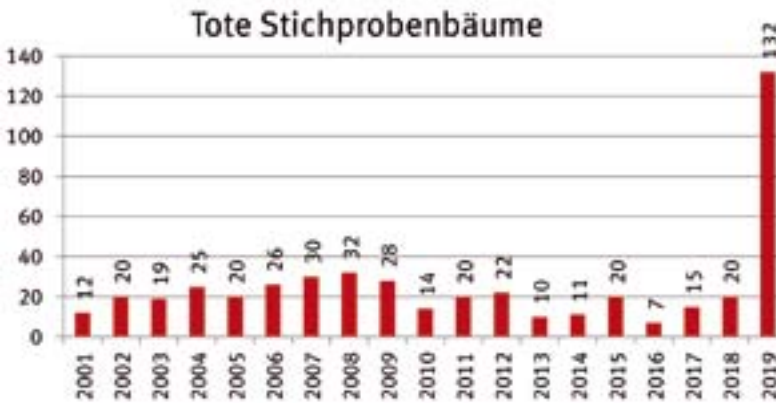


Abb. 12: Anzahl toter Stichprobenbäume

Besonders gravierend war der Blattverlust bei den Laubbäumen, hier wurde mit 34,9 % ebenfalls der bislang höchste Wert im gesamten Aufnahmezeitraum erreicht. Den Nadelbäumen fehlte durchschnittlich 27,5 % ihrer Nadelmasse, dieser Wert war bislang nur in den Jahren 1991/92 unter dem Einfluss von Luftschadstoffen noch höher (Abb. 10).

Genau wie im Vorjahr wiesen rund 12 % der Bäume zum Aufnahmezeitpunkt jahreszeituntypische Verfärbungen an Nadeln oder Blättern auf (Abb. 11). Verfärbungen bzw. Vergilbungen im Kronenraum sind häufig bei starker Trockenheit, Insekten- oder Pilzbefall oder Nährstoffdefiziten zu beobachten und ein wichtiges Indiz für eine verminderte Baumvitalität. Zu Beginn der 1990er Jahre zeigten rund $\frac{1}{4}$ aller Waldbäume starke Vergilbungen.

Ursächlich dafür waren durch Bodenversauerung hervorgerufene Nährstoffdefizite. Seit 2018 ist ein erneuter Anstieg der Nadel-/Blattverfärbungen zu verzeichnen, der sowohl auf die Trockenheit, als auch auf forstliche Schadorganismen zurückzuführen ist. Besonders starke Nadelverfärbungen hatte auch in diesem Jahr wieder die Kiefer.

An rund 18 % der Bäume wurden deutliche Trockenschäden, auffallend kleine Blätter oder dürre Zweige und Äste dokumentiert. Ein derartig hoher Anteil an witterungsbedingten Auffälligkeiten war bislang noch niemals zu verzeichnen. Besonders betroffen war erwartungsgemäß die Buche, hier zeigten rund 34 % aller Bäume auffällige Trockenschäden.

Es wurden insgesamt 132 tote Stichprobenbäume registriert (76 Fichten, 21 Buchen, 3 Kiefern, 2 Eichen und 30 sonstige Baumarten), das ist der höchste Anteil toter Bäume seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abb. 12). Von den 132 toten Bäumen waren 113 Bäume frisch abgestorben. Diese Bäume gehen mit 100 % Nadel-/Blattverlust in die Bewertungen ein, es wurde kein Ersatzbaum ausgewählt. Für 19 tote Bäume wurde ein Ersatzbaum festgelegt. Diese Bäume waren schon seit längerer Zeit abgestorben und hatten kein Feinreissig mehr.

Aufgrund abiotischer und biotischer Einflüsse (Insekten-/Pilzbefall, Sturmschäden usw.) sind 99 Stichprobenbäume vor Beginn der Waldzustandserhebung außerplanmäßig genutzt worden. Planmäßig genutzt wurden 24 Bäume (Abb. 13).



Bild 7: Sturmschäden

Anhand der berechneten Vitalitätsstufen (Tab. 3) können nur noch 15 % aller Waldbäume als gesund eingestuft werden (Abb. 14). Das ist der geringste Anteil gesunder Bäume seit Beginn der Aufnahmen im Jahr 1991. Rund 53 % der Bäume sind in ihrer Vitalität stark beeinträchtigt. Ein derart hohes Schadpotenzial war letztmalig 1992 zu verzeichnen.



Abb. 13: Anzahl ausgefallener Stichprobenbäume, für die ein Ersatzbaum ausgewählt wurde

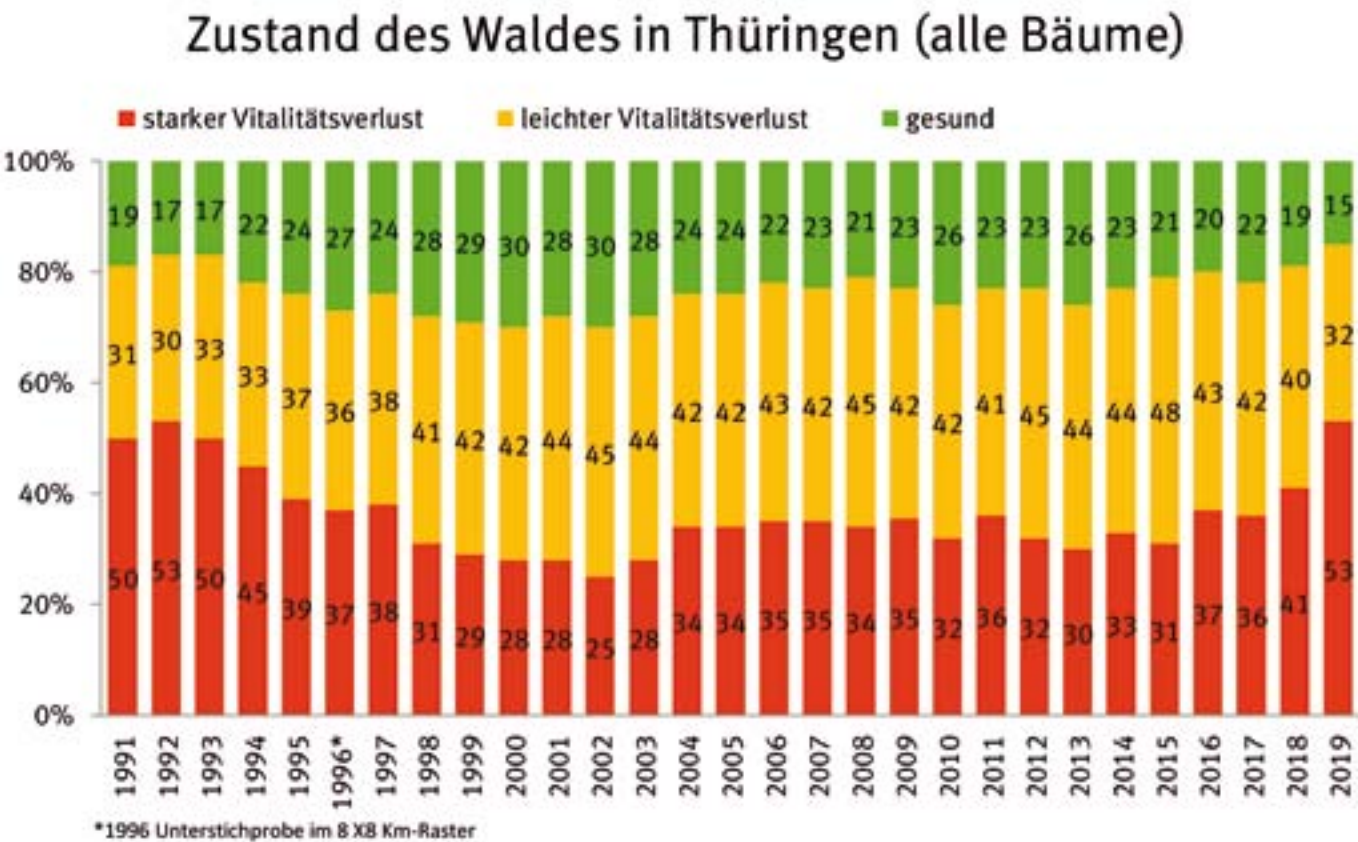


Abb. 14: Anzahl ausgefallener Stichprobenbäume, für die ein Ersatzbaum ausgewählt wurde

2.2.2 Fichte

Der Zustand der Fichte hat sich signifikant verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung schreitet seit 2010 fast kontinuierlich voran und hat in diesem Jahr mit 26,1 % ihren vorläufigen Höhepunkt erreicht (Abb. 15). Lediglich im Jahr 1992 war der Verlust an Nadelmasse noch etwas höher.



Bild 8: Starke Nadelverluste bei Fichte

Rund 41 % aller Fichten sind in ihrer Vitalität stark beeinträchtigt und nur noch 23 % sind gesund (Abb. 16). Noch stärkere Vitalitätsverluste waren bei der Fichte bislang nur Anfang der 1990er Jahre zu verzeichnen. Das Ausmaß der Borkenkäfer-Kalamität spiegelt sich in den Ergebnissen nur bedingt wider, da der Borkenkäfer-Befall regional unterschiedlich stark ausgeprägt ist.

Nach der extrem starken Blüte und Zapfenbildung im Vorjahr, waren in diesem Jahr nur an 11 % der Fichten Blütenreste und ein Zapfenbehang zu verzeichnen. Diese geringe Fruchtifikationsrate hatte keinen Einfluss auf den Zustand der Bäume.

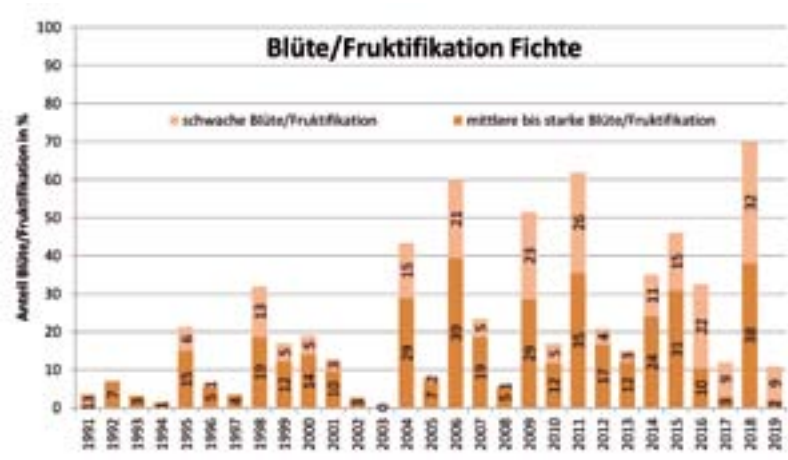


Abb. 19: Blüte/Fruktifikation Fichte



Bild 9: Zapfenbildung bei Fichte



Abb. 15: Mittlere Kronenverlichtung der Fichte

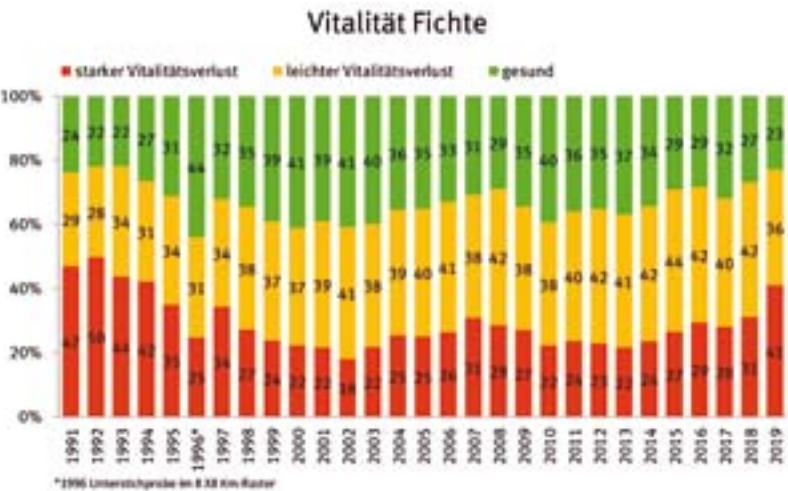


Abb. 16: Zustand/Vitalität der Fichte

Jüngere Fichten sind bislang noch deutlich gesünder als ältere, allerdings ist der Anteil gesunder jüngerer Bäume weiter gesunken und liegt mit 40 % auf dem niedrigsten Stand seit 1993 (Abb. 17 und 18). Bei den älteren Fichten ist der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten seit 2010 kontinuierlich gestiegen und hat mit 42 % das höchste Niveau seit 1995 erreicht.

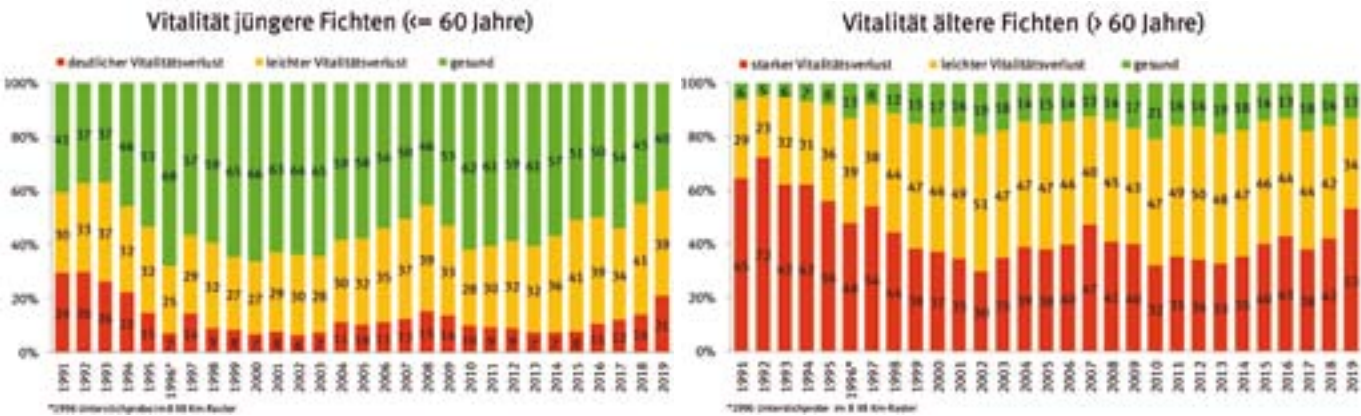


Abb. 17 und 18: Zustand/Vitalität jüngerer und älterer Fichten

2.2.3 Kiefer

Der Zustand der Kiefer hat sich signifikant verschlechtert. Der Verlust an Nadelmasse hat weiter zugenommen und liegt mit 30,5 % auf dem höchsten Stand seit 1992 (Abb. 20).



Bild 10: Nadelverluste bei Kiefer

Rund 62 % aller Kiefern weisen starke Vitalitätsverluste auf, das ist der höchste Anteil seit 1991 (Abb. 21). Diese Bäume wirken schütter und haben teilweise braune Nadeln. Der Anteil gesunder Kiefern ist in diesem Jahr wieder gesunken und liegt erneut bei nur bei 7 %.



Abb. 20: Mittlere Kronenverlichtung der Kiefer

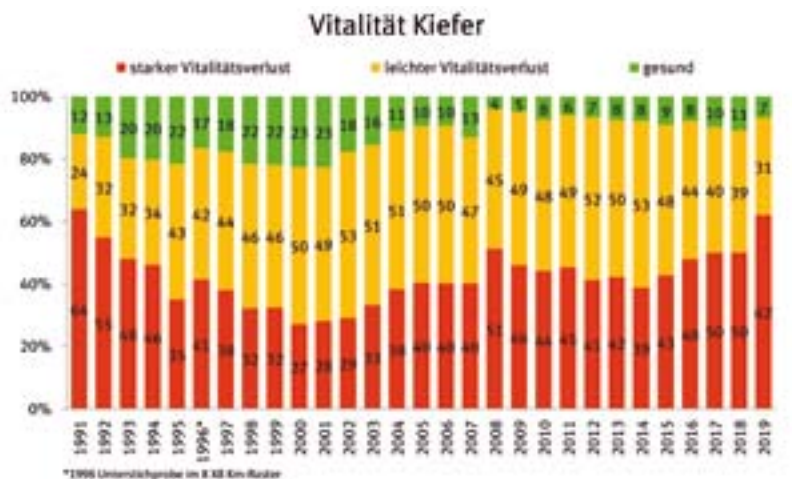


Abb. 21: Zustand/Vitalität der Kiefer

Auffallend waren auch in diesem Jahr wieder die starken Nadelverfärbungen bei der Kiefer. Rund 1/3 aller begutachteten Kiefern hatten zum Aufnahmezeitpunkt gelbe oder braune Nadeln.



Abb. 22: Nadelverfärbungen Kiefer



Bild 11: Starke Schäden bei Kiefer

Jüngere und ältere Kiefern sind gleichermaßen von den starken Vitalitätseinbußen betroffen. Bei den jüngeren Kiefern war mit 58 % der bislang höchste Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten zu verzeichnen, ältere Kiefern waren nur zu Beginn der 1990er Jahre in einem noch schlechteren Zustand (Abb. 24 und 25).

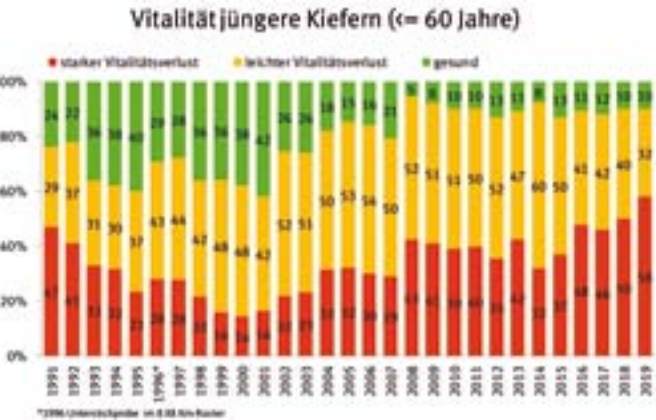


Abb. 24 und 25: Zustand/Vitalität jüngerer und älterer Kiefern

Die Kiefer hat auch in diesem Jahr wieder teilweise stark geblüht und Zapfen gebildet. An 68 % aller Kiefern wurden Blütenreste oder neue Zapfen festgestellt. Die hohe Blüh- und Fruktifikationsaktivität der letzten 15 Jahre wirkt sich zunehmend negativ auf den Zustand der Kiefer aus.

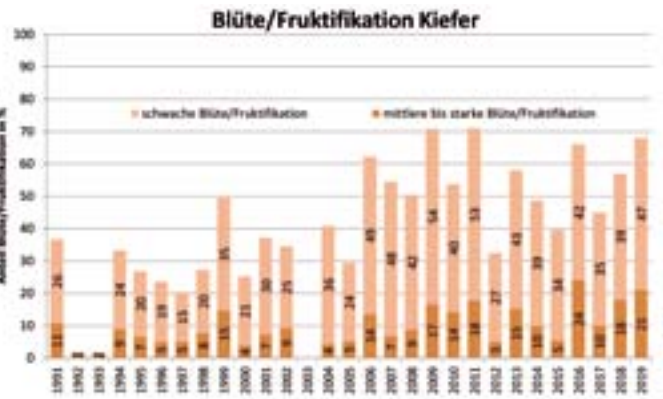


Abb. 23: Blüte/Fruktifikation Kiefer

2.2.4 Buche

Der Zustand der Buche hat sich im Vergleich zum Vorjahr dramatisch verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung stieg um 9,4 % an und lag mit 35,0 % auf dem höchsten Niveau seit Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1991 (Abb. 26).



Bild 12: Buche mit starken Blattverlusten

Nur noch 4 % aller Buchen konnten als gesund eingestuft werden, rund 62 % der Bäume hatten aufgrund der Trockenheit starke Vitalitätsverluste. Ein vergleichbar schlechter Zustand der Buche war nur zu Beginn der 1990er Jahre zu verzeichnen (Abb. 27).



Bild 13: Buche mit dürem Wipfel

Rund 21 % der Buchen haben auch in diesem Jahr wieder geblüht und fruktifiziert. Diese Bäume hatten überdurchschnittlich starke Blattverluste und auffallend kleine Blätter.



Bild 14: Abgestorbene Buchen

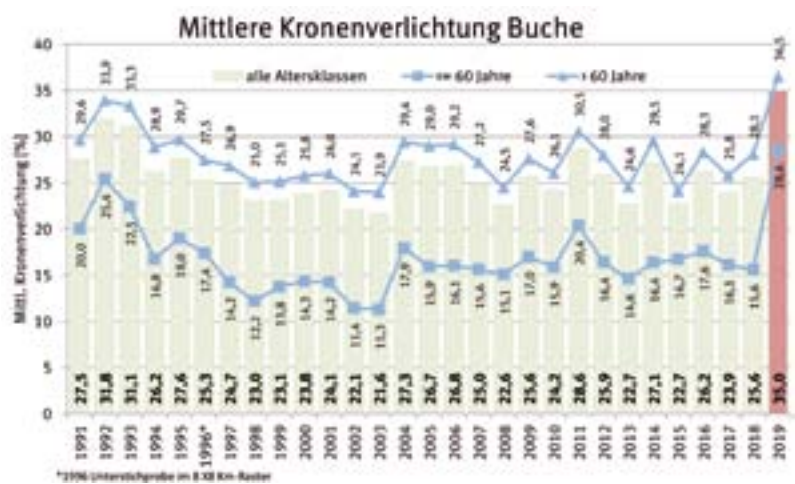


Abb. 26: Mittlere Kronenverlichtung der Buche

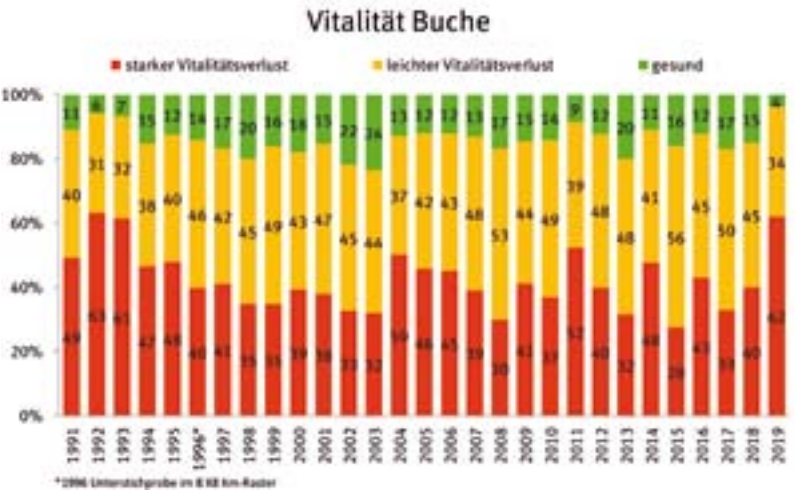


Abb. 27: Zustand/Vitalität der Buche

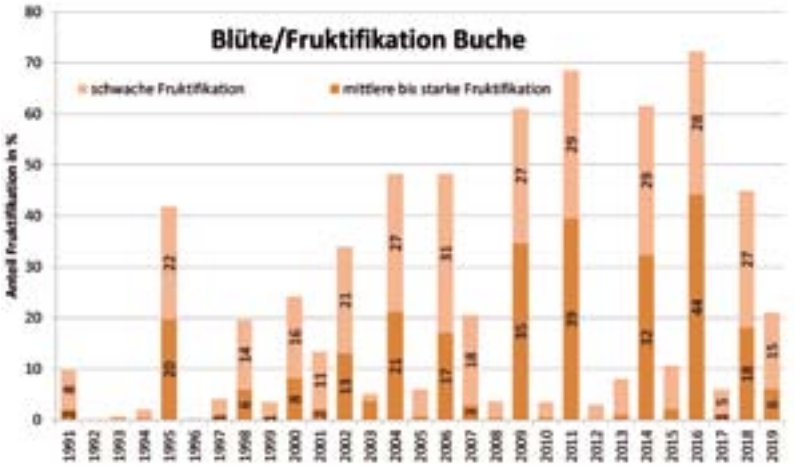


Abb. 28: Blüte/Fruktifikation Buche

Neben dem starken Anstieg der Vitalitätsverluste bei den älteren Buchen fiel vor allem der schlechte Zustand der jüngeren Buchen auf. Nur noch 9 % der jüngeren Buchen konnten als gesund eingestuft werden. Das ist ein dramatischer Rückgang gesunder jüngerer Buchen und zeigt das Ausmaß der durch die anhaltende Trockenheit hervorgerufenen Schäden. Bei den älteren Buchen waren nur noch 2 % gesunde Bäume zu verzeichnen, das ist der geringste Anteil seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abb. 29 und 30).

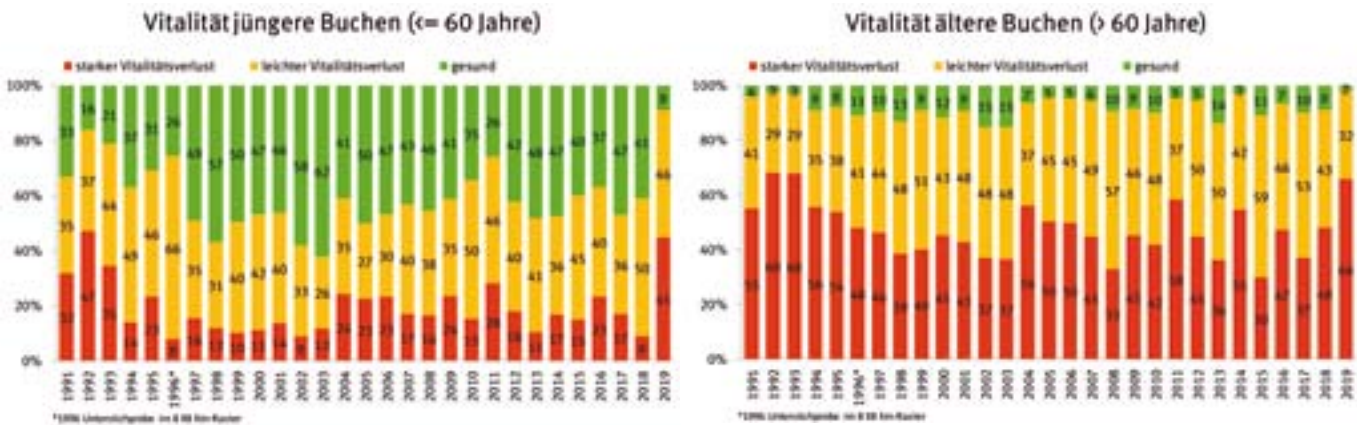


Abb. 29 und 30: Zustand/Vitalität jüngerer und älterer Buchen

2.2.5 Eiche

Der Zustand der Eiche hat sich ebenfalls deutlich verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung lag in diesem Jahr mit 39,2 % auf dem zweithöchsten Stand seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abb. 31). Ursächlich für diese Verschlechterung sind sowohl der Witterungsverlauf 2018/19 als auch ein massiver Befall durch den Schwammspanner (*Lymantria dispar*), der in einigen Regionen einen kompletten Kahlfraß in den Eichenbeständen verursacht hat (siehe Kapitel 4).



Bild 15: Dürre Zweige an Eiche



Abb. 31: Mittlere Kronenverlichtung der Eiche



Bild 16: Fraßschäden durch den Schwammspanner

Unabhängig vom Schwammspannerbefall lässt sich bei der Eiche seit 2014 ein fast kontinuierlicher Verlust an Blattmasse und Vitalität feststellen (Abb. 32). Rund 76 % aller Eichen hatten in diesem Jahr starke Belaubsungsdefizite, nur 7 % konnten als gesund eingestuft werden.



Bild 17: Starke Schäden an Eiche

Rund 48 % der begutachteten Eichen waren von Schadinsekten (siehe Kapitel 4) entweder vollständig oder teilweise kahl gefressen. Das gesamte Ausmaß des Schwammspanner-Befalls lässt sich aufgrund der unterschiedlich starken regionalen Ausprägung hier nicht darstellen.

Der Zustand der älteren Eichen hat sich aufgrund des Schwammspanner-Befalls in diesem Jahr nochmals deutlich verschlechtert. Rund 85 % der älteren Eichen wiesen starke Vitalitätsdefizite auf und es gibt schon seit Jahren kaum noch ältere Eichen mit einer vollständigen Belaubung. Bei den jüngeren Eichen ist der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten auf 49 % gestiegen (Abb. 34 und 35). Erfreulicherweise hat jedoch der Anteil gesunder jüngerer Eichen wieder leicht zugenommen. Diese wurden vom Fraßgeschehen weitestgehend verschont.



Abb. 34 und 35: Zustand/Vitalität jüngerer und älterer Eichen

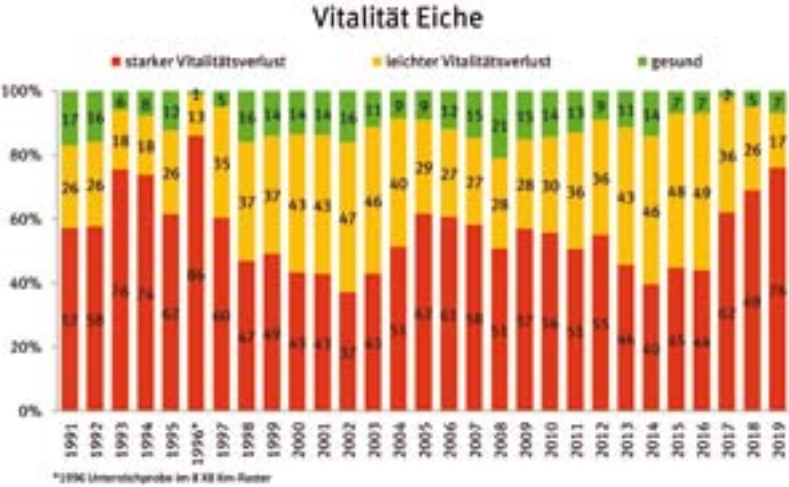


Abb. 32: Zustand/Vitalität der Eiche



Abb. 33: Anteil Fraßschäden Eiche

2.2.6 Sonstige Laubbäume

Der Zustand sonstiger Laubbäume (Esche, Ahorn, Birke, Linde u. a.) hat sich weiter verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung lag mit 32,3 % auf dem bislang höchsten Niveau seit Beginn der Waldzustandserhebung 1991 (Abb. 36). Der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten hat ebenfalls weiter zugenommen und beträgt jetzt 56 % (Abb. 37).



Bild 18: Birke mit starken Blattverlusten

Der Zustand der Esche hat sich im Vergleich zum Vorjahr zwar leicht verbessert, aber auch in diesem Jahr lag bei dieser Baumart mit 38,5 % die mittlere Kronenverlichtung höher als bei den anderen sonstigen Laubbäumen.

Vom Eschentriebsterben betroffen waren rund 42 % der begutachteten Eschen. Der im Vergleich zum Vorjahr geringere Anteil deckt sich mit Ergebnissen aus dem Waldschutzmeldewesen, dort wurde 2019 ebenfalls eine verminderte Symptomatik verzeichnet.

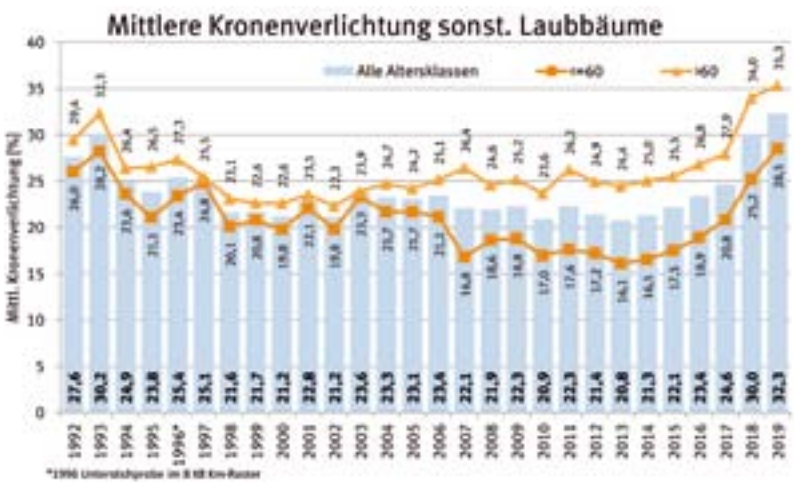


Abb. 36: Mittlere Kronenverlichtung der sonstigen Laubbäume

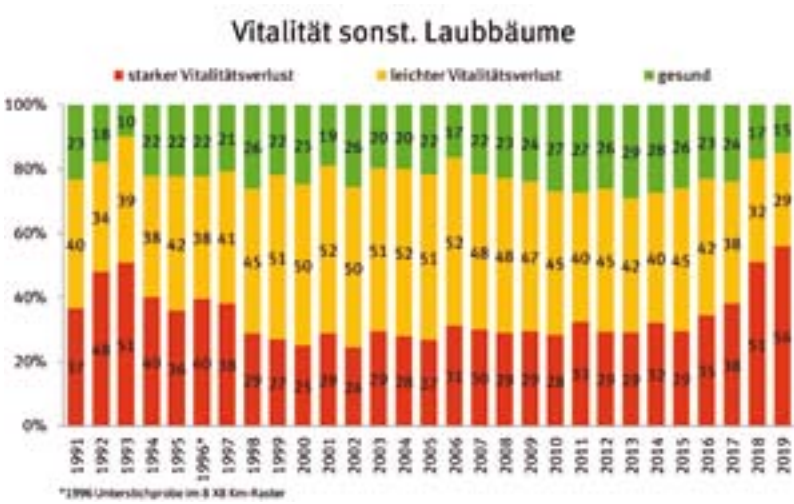


Abb. 37: Zustand/Vitalität der sonstigen Laubbäume

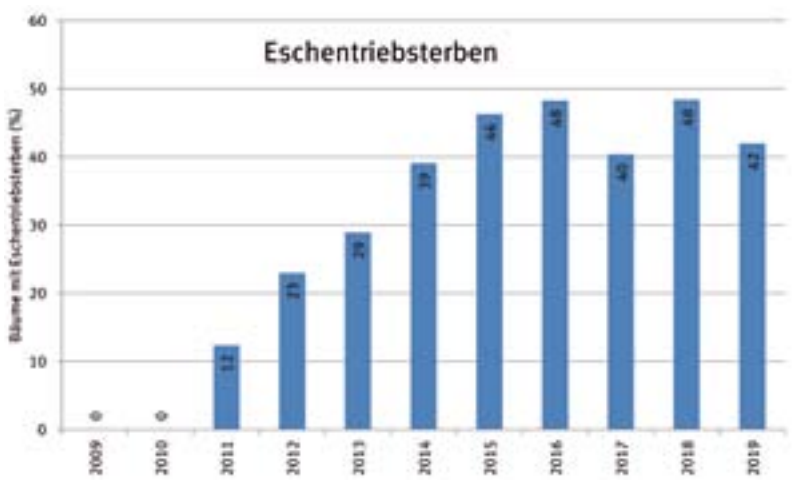


Abb. 38: Anteil Eschentriebsterben

2.2.7 Sonstige Nadelbäume

Die Vitalität der sonstigen Nadelbäume (Lärche, Douglasie, Weißtanne u. a.) hat sich ebenfalls weiter verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung liegt jetzt bei 29,2 % (Abb. 39). Der Anteil gesunder Bäume ist auf 18 % gesunken, das ist der zwar geringste Anteil gesunder Bäume seit 1997 (Abb. 40) aber der beste Wert im Baumartenvergleich.



Bild 19: Nadelverluste bei Lärche

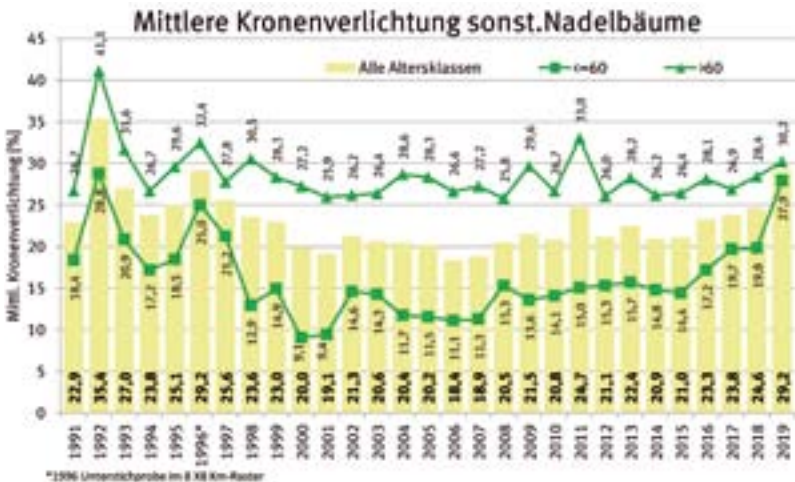


Abb. 39: Mittlere Kronenverlichtung der sonstigen Nadelbäume

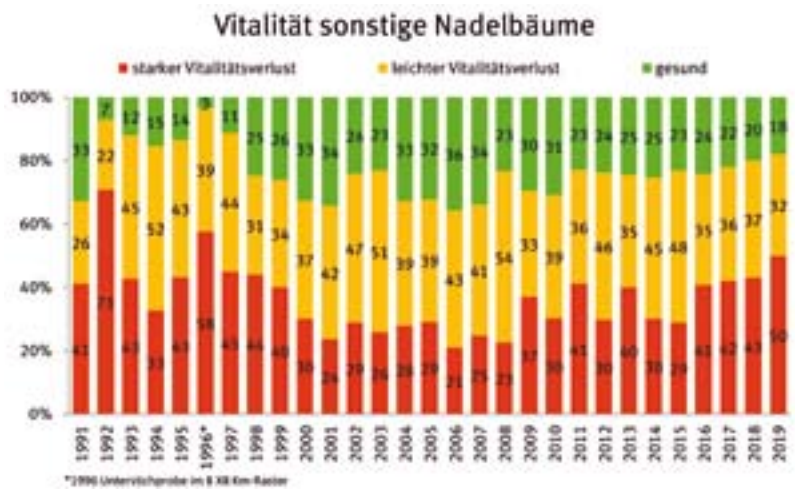


Abb. 40: Zustand/Vitalität der sonstigen Nadelbäume



Bild 20: Nadelverfärbungen/Triebsterben bei Douglasie

3. Satellitenbilder zur Bewertung der aktuellen Schadsituation

2.2.8 Regionale Ergebnisse

Die regionale Bewertung der Ergebnisse erfolgt anhand der Forstlichen Wuchsgebiete. Forstliche Wuchsgebiete sind länderübergreifende, fachspezifische Gliederungseinheiten auf geologisch-morphologischer Basis mit vergleichbaren klimatischen Bedingungen. Die klimatischen Bedingungen in den Forstlichen Wuchsgebieten haben sich in den letzten 30 Jahren spürbar verändert (siehe Kapitel 4), so dass sich mit großer Wahrscheinlichkeit in den nächsten Jahrzehnten die Baumartenzusammensetzung hier teilweise grundlegend verändern wird.

Die stärksten Vitalitätsverluste waren in diesem Jahr im Harz, im Nordthüringischen Trias-Hügelland, im Ostthüringischen Trias-Hügelland und im Thüringer Becken zu verzeichnen. Am stärksten verschlechtert hat sich der Zustand des Waldes im Vergleich zu 2018 im Nordthüringischen Trias-Hügelland und im Harz. Hier nahm die mittlere Kronenverlichtung um bis zu 31,2 % zu (siehe Anhang, Tab. 4). Aber auch in den großen Wuchsgebieten Thüringer Wald und Südthüringisches Trias-Hügelland ist eine Verschlechterung eingetreten.



Abb. 41: Zustand des Waldes 2019 in den forstlichen Wuchsgebieten



Abb. 42: Zunahme der mittleren Kronenverlichtung in den forstlichen Wuchsgebieten

Nicht nur die Ergebnisse der terrestrischen Waldzustandserhebung zeichnen ein Bild der aktuellen Vitalitätsverluste und Schäden, auch die aus dem All übersandten Bilder der Sentinel-2-Satelliten zeigen die Zunahme messbarer Wasserdefizite in der Biomasse.

Die Satellitenbilder der europäischen Satellitenmission Sentinel-2 wurden in Zusammenarbeit mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena ausgewertet. Dabei wurde der DWSI-Index („Disease Water Stress Index“) berechnet. Dieser Index bildet das Verhältnis verschiedener Spektralkanäle aus dem sichtbaren Rückstrahlungsspektrum und dem mittleren Infrarot zueinander ab. Er widerspiegelt die physiologische Aktivität und Wasserversorgung des Chlorophylls in den Blättern/Nadeln und ist hervorragend geeignet, um Trockenstress-Erscheinungen bzw. den durch Insektenschäden verursachten Blatt/Nadelverlust bis hin zur Bestandesauflösung/Räumung sichtbar zu machen.

Bei der Auswertung wurden landesweit die Satellitenbilddaten vom 01.07.2018 mit den Szenen vom 26.06.2019 bzw. 29.06.2019 verglichen. Die Veränderung des DWSI-Indexes wurde auf der Skala von -1 (Verbesserung) über 0 (unverändert) bis 1 (extrem starke Verschlechterung) normiert.

Die berechneten Veränderungswerte wurden mit bekannten Referenzflächen und unterschiedlichen Schadbildern verglichen (Borkenkäferbefall mit roten Nadeln, komplett entnadelte Fichten- bzw. Lärchen-Bestände, Trockenschäden mit Kleinblättrigkeit, braunen Blättern oder abgestorbenen Kronen bei Buche, Eschentriebsterben, Laubfraß durch Eichenfraßgesellschaft bzw. Schwammspinner in Eichenbeständen, braune Kronen bei Kiefer aufgrund von Diplodia-Befall).

In Auswertung der Ergebnisse lässt sich folgende Klassifizierung vornehmen:

- unverändert bzw. leichte Verbesserung im Vergleich zu 2018
- deutlich messbarer Vitalitätsverlust im Vergleich zu 2018, leicht steigende Einzelbaum-Mortalität, verstärkte Anfälligkeit gegenüber forstlichen Schadinsekten und -pilzen
- deutliche Zunahme der Schäden im Vergleich zu 2018, weit überdurchschnittliches Absterben von Einzelbäumen (20-30 % des Oberstandes) mit Auswirkungen auf die Bestandesstruktur (Verlichtung, Entmischung durch Absterben einzelner Baumarten)
- Bestand abgestorben, in Auflösung begriffen oder bereits geräumt bzw. 2019 durch Insekten vollständig kahl gefressen

Abbildung 43 zeigt eine landesweite Zunahme der Biomassen- und Vitalitätsverluste in den Waldgebieten Thüringens vom 01.07.2018 zum 29.06.2019. Insgesamt sind rund 74 % der Waldfläche Thüringens (390.290 ha) von den Veränderungen betroffen. Auf rund 8 % der Fläche (42.666 ha) haben die Biomassenschäden sehr stark zugenommen, auf rund 4.900 ha (1 %) sind die Waldbestände entweder in Auflösung begriffen oder es handelt sich um bereits frisch geräumte Kahlfelder ohne Bewuchs.

Die stärksten Vitalitätsverluste und Schäden (rote/lila Farbe in Abb. 43) sind in den Wuchsgebieten Harz, Nordthüringisches Trias-Hügelland sowie in Südost-Thüringen (Wuchsgebiete Ostthüringisches Trias-Hügelland, Vogtland und Fränkischer Keuper) zu verzeichnen. In diesen Wuchsgebieten weisen mehr als 80 % der Flächen messbare Schäden aus. Aber auch im mittleren Thüringer Wald haben die Biomassenschäden seit dem Vorjahr stark zugenommen. Bei näherer Betrachtung wird deutlich, dass insbesondere exponierte Südhänge, Plateau-Lagen sowie Bereiche mit schlechter Wasserversorgung besonders betroffen sind. Die überdurchschnittlich wasserversorgten Bereiche (z. B. Bergtäler des Thüringer Waldes) sind am wenigsten betroffen (grüne Adern in der Karte).

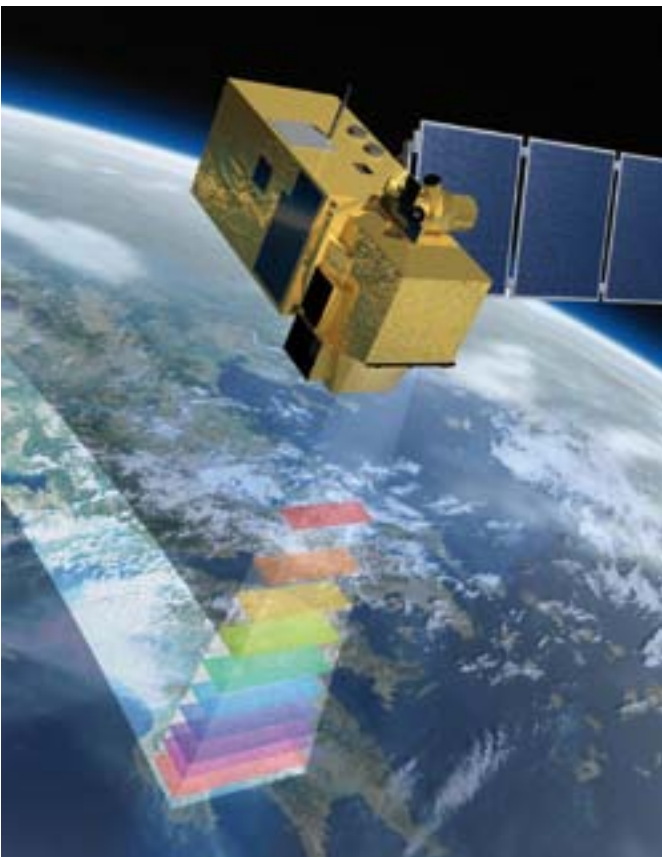


Bild 21: Sentinel 2 Satellit
©copyright European Space Agency (ESA)
https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2008/04/Sentinel-2#.Xd0FoMg8Wsg.link

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

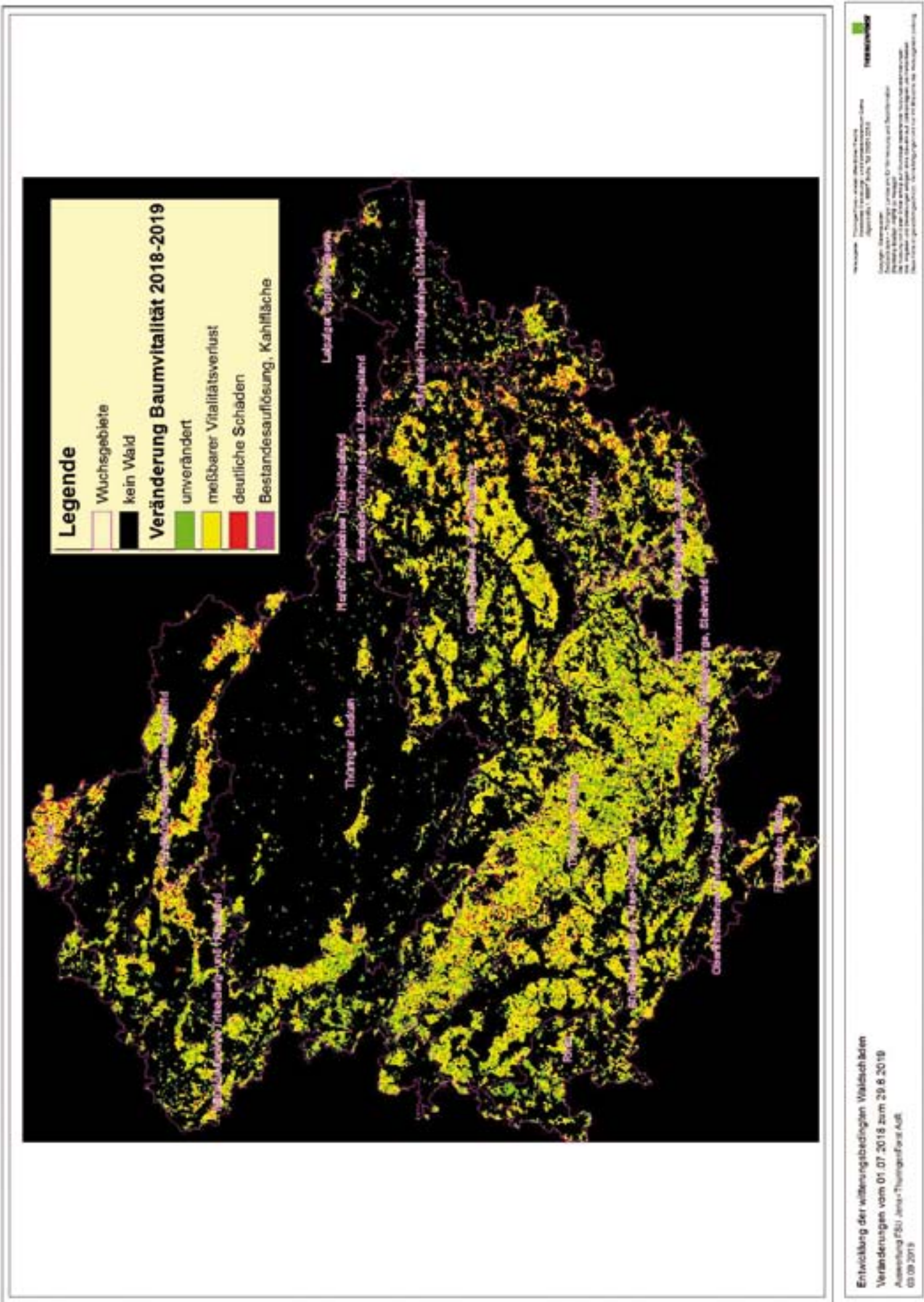


Abb. 43: Zunahme der Waldschäden in den forstlichen Wuchsgebieten von 2018 zu 2019

Tab. 2: Zunahme Vitalitätsverluste/Schäden in den Forstlichen Wuchsgebieten von 2018 zu 2019

Forstliches Wuchsgebiet	Holzbodenfläche (ha)	Messbarer Vitalitätsverlust (% der Fläche)	deutliche Schäden (% der Fläche)	Bestandesauflösung/ Kahlfächen (% der Fläche)	Summe Zustandsverschlechterung (% der Fläche)
1. Harz	10.305	60	25	3	88
2. Nordthür. Trias-Hügelland	34.657	66	15	1	82
3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	67.131	58	6	1	65
4. Thüringer Becken	15.321	67	5	1	73
5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	96.587	75	8	0	83
6. Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland	4.873	50	14	7	71
7. Leipziger Sandlöß-Ebene	1.542	59	8	2	69
8. Thüringer Gebirge	127.751	63	6	1	70
9. Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	17.960	63	6	1	70
10. Vogtland	48.638	63	15	2	80
11. Südthüringisches-Oberfränkisches Trias-Hügelland	76.941	67	5	0	72
12. Rhön	13.221	56	5	0	61
13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	3.613	73	5	0	78
14. Fränkischer Keuper	7.326	71	9	1	81
Summe Fläche	525.866	65	8	1	

*Da Pixelraster vorliegen, kann die Flächengröße von der offiziellen Flächenstatistik geringfügig abweichen.

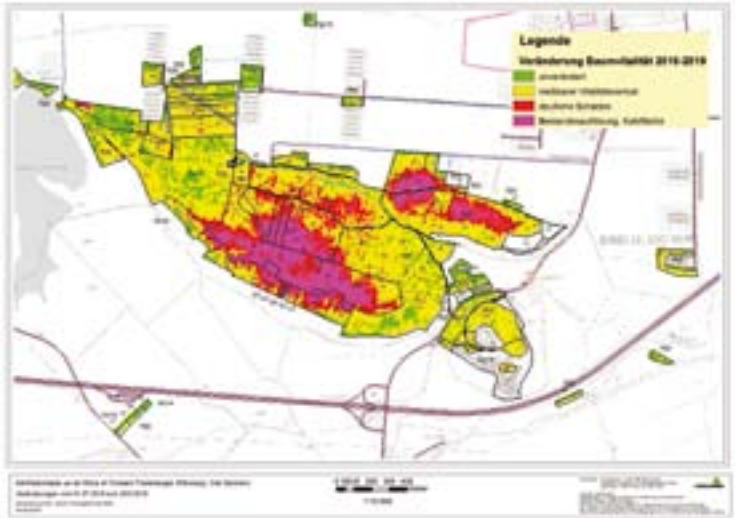


Abb. 44: Satellitenbild mit Schäden in Eichenbeständen durch Schwammspinner-Fraß im FoA Finsterbergen

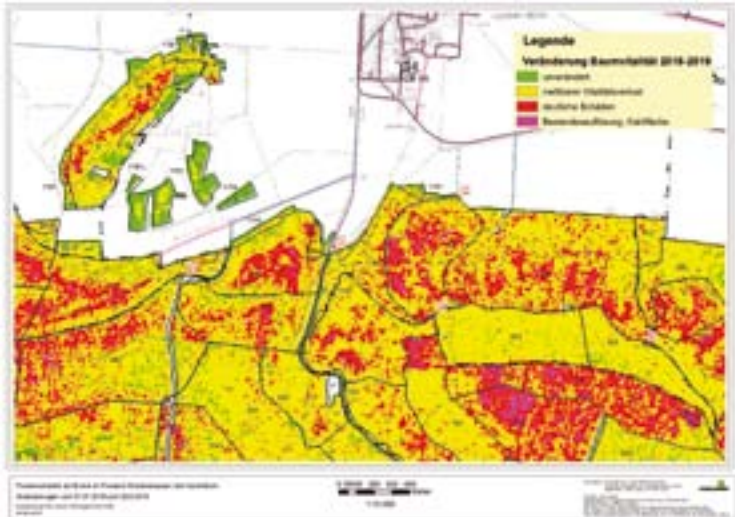


Abb. 45: Satellitenbild mit Schäden in Buchenbeständen durch Trockenheit im FoA Sondershausen



4. Hintergründe

4.1 Die klimatische Entwicklung in Thüringen und in den Forstlichen Wuchsgebieten

Bei Betrachtung der Schäden nach Bestandestypen (Tab. 3) fallen besonders hohe Schädigungsprozente in den von Eichen dominierten Bestandestypen auf, gefolgt von Nadelbaumbeständen. Bei den Eichenbeständen ist die Schädigung mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Schwammspinnerbefall (siehe Kapitel 4) zurück zu führen, so dass unter günstigen Bedingungen eine Zustandsverbesserung/Erholung in Folgejahren gegeben ist. Bei der Fichte und Lärche ist überwiegend der Borkenkäferbefall ursächlich und die Schäden sind irreversibel.

Tab. 3: Zunahme Vitalitätsverluste/Schäden nach Bestandestypen von 2018 zu 2019

Bestandestyp	Holzbodenfläche (ha)	Messbarer Vitalitätsverlust (% der Fläche)	deutliche Schäden (% der Fläche)	Bestandesauflösung/ Kahlflächen (% der Fläche)	Summe Zustandsverschlechterung (% der Fläche)
Blöße	2.918	56**	8	2	66
Buche	48.950	61	8	1	70
Buchen-Laubholz-Mischbestand	44.495	65	7	0	72
Buchen-Nadelholz-Mischbestand	23.892	61	6	1	68
Douglasie	446	63	9	1	73
Douglasien-Mischbestand	955	62	9	1	73
Eiche	8.144	66	10	2	78
Eichen-Laubholz-Mischbestand	21.099	67	9	1	77
Eichen-Nadelholz-Mischbestand	4.509	69	10	1	80
Edellaubholz	5.914	55	4	0	59
Edellaubholz-Mischbestand	18.976	61	5	0	66
Fichte	136.736	62	9	1	72
Fichten-Laubholz-Mischbestand	32.492	62	10	1	73
Fichten-Nadelholz-Mischbestand	45.676	65	7	1	73
Kiefer	37.866	78	8	0	86
Kiefern-Laubholz-Mischbestand	16.053	72	8	0	80
Kiefern-Nadelholz-Mischbestand	39.377	75	7	0	82
Lärche	2.460	73	8	1	82
Lärchen-Laubholz-Mischbestand	2.331	69	8	1	77
Lärchen-Nadelholz-Mischbestand	4.254	72	6	0	78
Laubholztyp	4.766	67	9	1	77
Nadelholztyp	3.346	67	8	1	76
Tanne	69	55	14	2	71
Tannen-Mischbestand	271	65	12	1	78
Weichlaubholz-Reinbestand	6.612	63	12	1	76
Weichlaubholz-Mischbestand	13.082	65	11	1	78
Sonstiges	177	65	10	0	65

** bei Blößen ist Verschlechterung der Vitalität (Austrocknung) der Bodenvegetation im Satellitenbild messbar

Das Wetter, die Witterung und das Klima ändern sich. Auch wenn jeder Mensch das Wetter erleben kann, ist es nur ein momentaner Zustand der Atmosphäre. Während die Witterung mit den monatlichen Abweichungen der Temperatur und des Niederschlags beschrieben wird, ist das Klima der mittlere Zustand der Atmosphäre über einen langen Zeitraum. Dieser Zeitraum sollte mindestens 30 Jahre umfassen. Als Referenzperiode zur Bewertung des langfristigen Klimawandels wurde durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) der Zeitraum von 1961 bis 1990 festgelegt. Um die aktuelle klimatische Situation in Thüringen zu beschreiben, wird im Folgenden der letzte 30-jährige Zeitraum von 1989 bis 2018 betrachtet. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Zeiträumen beschreiben die Entwicklung des Klimas.

Dies erfolgt anhand der mittleren Lufttemperatur, dem gemessenen Niederschlag und der Klimatischen Wasserbilanz. Die mittlere Lufttemperatur wird in zwei Metern über der Erdoberfläche gemessen. Der gemessene Niederschlag wird in ca. einem Meter über der Erdoberfläche (ohne Korrektur des windbedingten Messfehlers) ermittelt. Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) ist der gemessene Niederschlag abzüglich der potentiellen Verdunstung und wird wie der Niederschlag in Millimeter (= Liter pro Quadratmeter) angegeben. Die KWB ist ein gutes Maß um einzuschätzen, ob der Vegetation ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Ist die Verdunstung höher als der Niederschlag, wird die KWB negativ. Wie sich diese Situation tatsächlich auf die Pflanzen und Bäume auswirkt, ist von weiteren Faktoren, wie z.B. der Bodenbeschaffenheit und der Trockenresistenz der einzelnen Pflanzenarten abhängig.

Der Deutsche Wetterdienst betreibt bundesweit ein Stationsmessnetz mit 182 hauptamtlichen Wetterwarten und Wetterstationen sowie 1.744 ehrenamtlich betreute Wetter- und Niederschlagsstationen (Stand Januar 2019). Davon befinden sich aktuell 27 Klimastationen und 83 Niederschlagsstationen in Thüringen (Stand 2018). Um flächendeckende Aussagen treffen zu können, müssen diese Stationsdaten durch Interpolation auf die Fläche von ganz Thüringen gebracht werden. Aus den entstehenden 1x1 km-Rasterdaten können klimatische Veränderungen sowohl für das gesamte Land als auch für alle Forstlichen Wuchseinheiten berechnet werden. Diese spezifischen Wuchseinheiten umfassen in Thüringen insgesamt 14 Forstliche Wuchsgebiete. Jedes Wuchsgebiet ist nochmals in Wuchsbezirke bzw. Teilwuchsgebiete untergliedert, so dass insgesamt 60 Forstliche Wuchsbezirke ausgeschieden wurden. Die klimatischen und standörtlichen Rahmenbedingungen in den Wuchsgebieten sind maßgebend für die Baumartenstruktur, das Baumwachstum sowie für den Zustand und die Entwicklung des Waldes.

Für die anschließende Betrachtung wurden die Rasterdaten des Regionalen Klimainformationssystems für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen (ReKIS) und dessen Interpolationswerkzeug RaKliDa genutzt, die auf Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes und einem Digitalen Geländemodell beruhen [ReKIS 2019]. Die Bundesländer stellen in ReKIS/RaKliDa neben dem unkorrigierten (= gemessenen) Niederschlag auch den um den windbedingten Messfehler korrigierten Niederschlag als Stationsdaten und Rasterdaten zur Verfügung. Mit diesen beiden Niederschlägen werden entsprechend auch die korrigierte und die unkorrigierte klimatische Wasserbilanz berechnet und in ReKIS bereitgestellt. Die Säulen-Grafiken der Abweichungen wurden mit DWD-Gebietsmitteln [DWD 2019] erstellt und die Karten aus ReKIS beruhen auf dem korrigierten Niederschlag. Für die Änderungssignale spielen die Differenzen zwischen korrigierten und unkorrigierten Niederschlägen nur eine untergeordnete Rolle. Eine Temperaturänderung wird normalerweise in Kelvin (K) angegeben. Da diese Einheit in der Größe dem Grad Celsius (°C) entspricht, wird zum besseren Verständnis für die Temperaturänderung im Folgenden °C verwendet.

4.1.1 Lufttemperatur

Die in zwei Metern Höhe über der Erdoberfläche gemessene Lufttemperatur ist seit Beginn der flächendeckenden Wetteraufzeichnungen von 7,1 C (1881-1910) über 7,6 °C (1961-1990) bis 8,6 °C in den letzten 30-Jahren (1989-2018) gestiegen. Das entspricht einem Anstieg von 1,5 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau. Im Jahre 2018 wurde vom Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ein Sonderbericht veröffentlicht, der auf die dramatischen Folgen bei einer Erwärmung von schon jetzt 1,5 °C anstatt der angestrebten Begrenzung auf eine Erwärmung von 2 °C bis zum Jahr 2050 hinweist. Die Abweichungen der Jahresmitteltemperatur im Vergleich zur WMO-„Referenzperiode für die Bewertung des langfristigen Klimawandels“ zeigen deutlich, dass seit 1988 nur die Jahre 1996 und 2010 im Mittel kälter als das 30-jährige Mittel von 7,6 °C waren (Abb. 46).

In den letzten fünf Jahren wurden mit 2014, 2015 und 2018 die drei wärmsten Jahre seit dem Beginn der flächendeckenden Wetteraufzeichnung erreicht. Das Jahr 2018 verzeichnete mit 9,9 °C eine neue Höchstmarke. Ein mittlerer Temperaturanstieg von 1 °C innerhalb der letzten 30 Jahre verdeutlicht die Geschwindigkeit, mit der die globale Erwärmung voranschreitet. Wenn sich dieser Anstieg fortsetzt, erreicht Thüringen im Vergleich zur Periode 1961-1990 bis zum Ende des Jahrhunderts eine Temperaturzunahme von 4 °C. Das ist dramatisch und erfordert auch für den Wald neue Handlungsstrategien und Weichenstellungen.

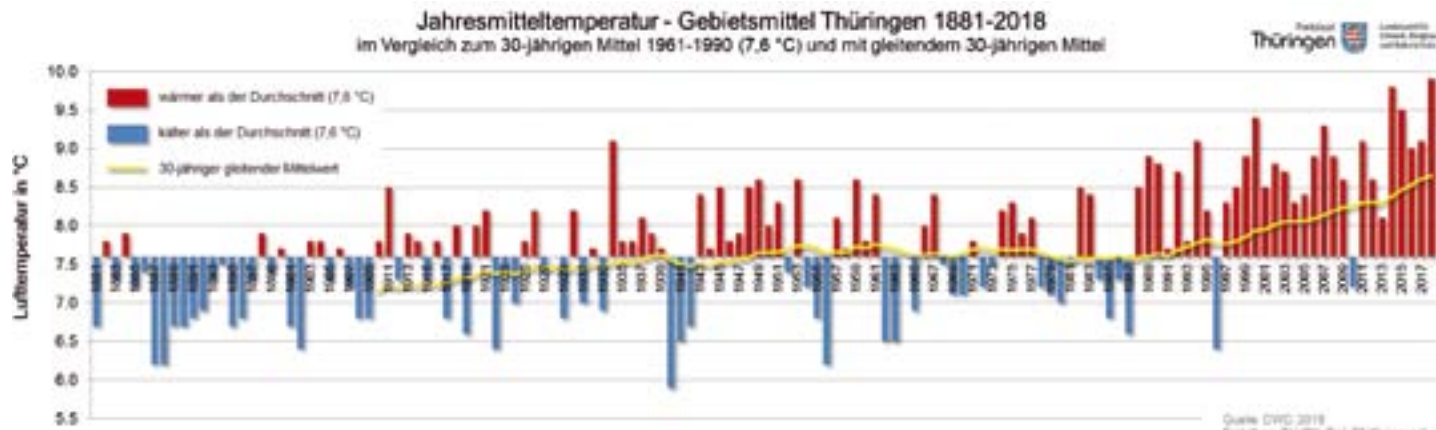


Abb. 46: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur im Vergleich zur WMO-„Referenzperiode für die Bewertung des langfristigen Klimawandels“ 1961-1990 (Thüringenmittel)

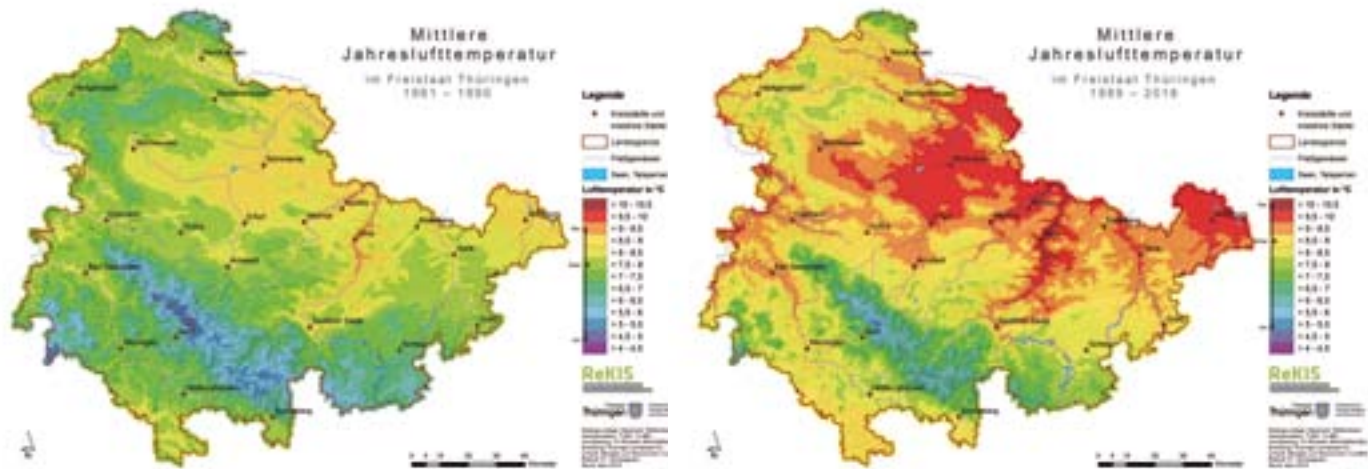


Abb. 47 und 48: Mittlere Jahreslufttemperatur 1961-1990 und 1989-2018 (ReKIS)

Der Anstieg der Jahreslufttemperaturen in den Forstlichen Wuchsgebieten bewegt sich zwischen 0,8 °C und 1,3 °C. Den größten Temperaturanstieg hat die Rhön mit 1,3 °C zu verzeichnen, danach folgen das Thüringer Becken und das Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland mit jeweils 1,1 °C. Die Leipziger Sandlöß-Ebene weist mit 9,9 °C im Zeitraum 1989-2018 die gleiche mittlere Jahres-temperatur auf wie Thüringen im bisher wärmsten Jahr 2018.

Tab. 4: Temperaturanstieg (°C) in den Forstlichen Wuchsgebieten im Zeitraum 1989-2018 im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 (orange- stärkster Anstieg)

Forstliches Wuchsgebiet	Jahreslufttemperatur 1961 bis 1990 (°C)	Jahreslufttemperatur 1989 bis 2018 (°C)	Anstieg in °C
1. Harz	6,9	7,8	0,9
2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	8,1	9,1	1
3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	7,6	8,6	1
4. Thüringer Becken	8,3	9,4	1,1
5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	7,9	8,9	1
6. Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland	8,3	9,4	1,1
7. Leipziger Sandlöß-Ebene	8,9	9,9	1
8. Thüringer Gebirge	6,4	7,2	0,8
9. Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	6,4	7,2	0,8
10. Vogtland	7,2	8,2	1
11. Südthür.-Oberfränkisches Trias-Hügelland	7,4	8,4	1
12. Rhön	6,7	8	1,3
13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	7,9	8,7	0,8
14. Fränkischer Keuper	8	8,8	0,8

Bei einer monatlichen und saisonalen Betrachtung (Abb. 49) wird deutlich, dass die Monate unterschiedlich stark von der Erwärmung betroffen sind. Vor allem der April und der August haben allein in den letzten 30 Jahren eine Lufttemperaturerhöhung von 1,5 °C zu verzeichnen. In den letzten 10 Jahren hat sich die Geschwindigkeit der Temperaturzunahme in den Monaten Januar, Februar, Juni, November und Dezember im Vergleich zu den 20 Jahren davor noch einmal erhöht. September und Oktober weisen mit 0,4 bzw. 0,3 °C bisher die geringste Erwärmung auf. Somit zeigt der Frühling (März, April und Mai) die größte Temperaturzunahme von 1,3 °C. Winter und Sommer folgen mit je 1,2 °C Steigerung und der Herbst mit 0,5 °C. Die Anzahl an winterlichen Frosttagen (Tagestiefsttemperatur < 0 °C) ist um 10,6 Tage gesunken, die Anzahl heißer Tage (Tageshöchsttemperatur > 30 °C) hat um 4 Tage zugenommen.

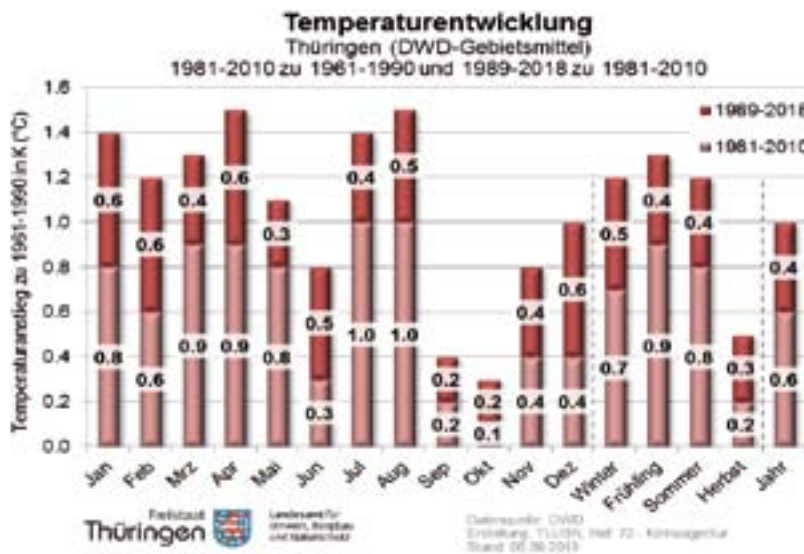


Abb. 49: Monatliche und saisonale Abweichungen der 30-jährigen Mittelwerte 1989-2018 im Vergleich zu 1981-2010 und im Vergleich zur WMO-„Referenzperiode für die Bewertung des langfristigen Klimawandels“ 1961-1990 (Thüringenmittel)

Tab. 5: Monatlicher Temperaturanstieg in den Forstlichen Wuchsgebieten im Zeitraum 1989-2018 im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 (orange - stärkster Anstieg)

Forstliches Wuchsgebiet	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1. Harz	1,1	1,1	1,1	1,4	1	0,6	1,4	1,2	0,3	0	0,6	0,7
2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	1,3	1,3	1,3	1,5	1,1	0,7	1,4	1,4	0,5	0,2	0,7	0,9
3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	1,4	1,3	1,3	1,5	1,2	0,8	1,5	1,5	0,5	0,2	0,9	0,9
4. Thüringer Becken	1,4	1,3	1,3	1,6	1,2	0,9	1,6	1,5	0,4	0,2	0,8	0,9
5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	1,4	1,2	1,1	1,3	1	0,7	1,2	1,3	0,2	0,1	0,8	0,9
6. Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland	1,4	1,3	1,2	1,4	1,1	0,8	1,4	1,5	0,4	0,3	0,6	0,9
7. Leipziger Sandlöß-Ebene	1,3	1,3	1,1	1,3	1	0,6	1,3	1,4	0,4	0,3	0,5	0,8
8. Thüringer Gebirge	1,5	0,9	1	1,2	0,8	0,5	1	1	0	0	1	1
9. Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	1,4	0,8	1	1,3	1	0,7	1	1,1	0,1	0,1	0,9	0,9
10. Vogtland	1,4	1,2	1,2	1,5	1,2	0,8	1,3	1,6	0,4	0,4	0,8	0,9
11. Südthür.-Oberfränkisches Trias-Hügelland	1,5	1	1,2	1,4	1,2	0,8	1,3	1,4	0,4	0,2	0,8	0,9
12. Rhön	1,8	1,4	1,5	1,7	1,5	1,1	1,5	1,5	0,5	0,4	1,2	1,3
13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	1,5	0,9	0,9	1	0,7	0,5	0,9	1,2	0,1	0,2	0,7	0,8
14. Fränkischer Keuper	1,6	0,9	0,9	1	0,7	0,4	0,9	1,1	0,1	0,2	0,8	0,9

Die Ergebnisse für die Forstlichen Wuchsgebiete zeigen, dass es vor allem im Osten und Süden des Landes im Januar deutlich wärmer geworden ist. Besonders stark war die Temperaturzunahme in der Rhön, im Fränkischen Keuper und im Thüringer Gebirge. Im Norden, Nordwesten und in der Mitte sind die Temperaturen im April sowie im Juli und August am stärksten angestiegen.



Bild 22: Trockenrisse im Boden



Bild 23: Forstliches Wuchsgebiet Rhön

4.1.2 Niederschlag

Die Niederschlagsentwicklung in Thüringen ist im Vergleich zur Temperatur nicht eindeutig. Im Vergleich zu 1961-1990 hat sich die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge kaum verändert. Im Zeitraum 1981-2010 lag die Jahresniederschlagsmenge in etwa 5 % höher als 1961-1990. Mittlerweile (1989-2018) liegt die mittlere Niederschlagsmenge noch um ca. 2 % höher als 1961-1990 (Abb. 50, gelbe Linie).

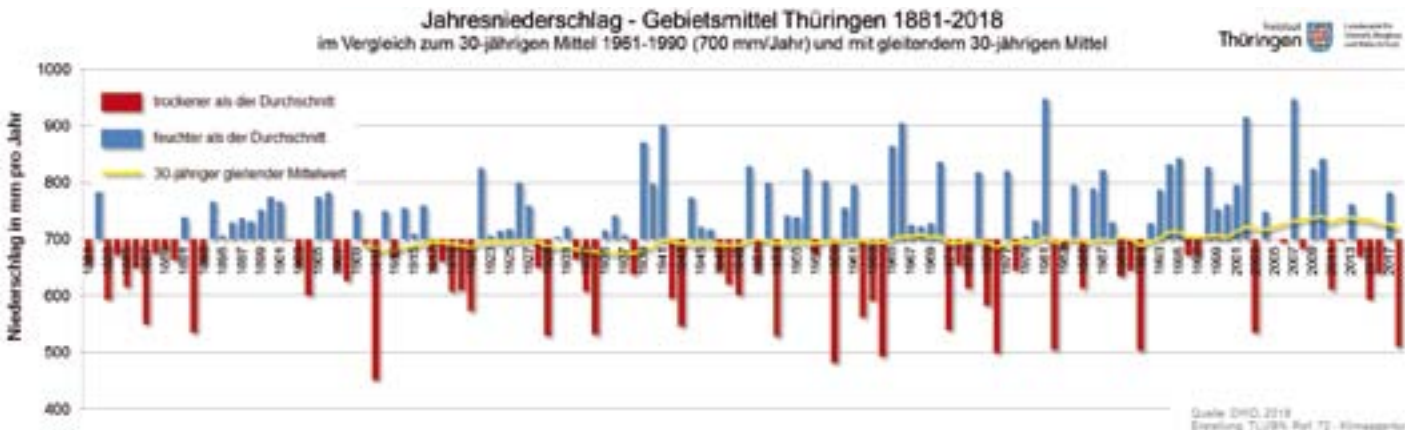


Abb. 50: Abweichungen des Jahresniederschlags im Vergleich zur WMO-„Referenzperiode für die Bewertung des langfristigen Klimawandels“ 1961-1990 (Thüringenmittel)

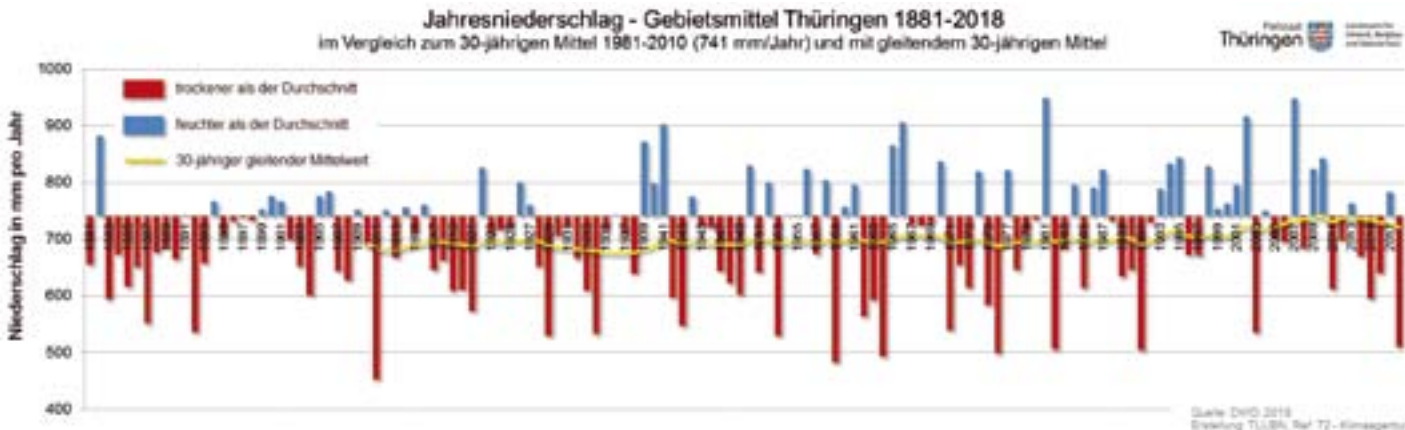


Abb. 51: Abweichungen des Jahresniederschlags im Vergleich zur aktuellen WMO-„Klimanormalperiode“ 1981-2010 (Thüringenmittel)

Wird der Niederschlag auf die Periode 1981-2010 bezogen, ergeben sich 15 trockenere und 15 feuchtere Jahre als der Durchschnitt (Abb. 51). In den letzten 30 Jahren (1989-2018) waren 14 Jahre trockenere und 16 feuchtere als der Durchschnitt von 1961-1990. Insgesamt lagen die Jahresniederschläge im Thüringenmittel seit 1881 zwischen 450 und 950 mm im Jahr. Diese unterschiedliche Niederschlagsdynamik setzte sich auch in den letzten 10 Jahren mit den sehr unterschiedlichen Flächenmitteln der Jahre 2007 und 2018 fort.

Bei den forstlichen Wuchsgebieten sind das Thüringer Becken, das Nordthüringische Trias-Hügelland und das Sächsisch-Thüringische Löß-Hügelland mit 550 bis 590 mm pro Jahr die Gebiete mit dem geringsten Jahresniederschlag in Thüringen. Hier sind vor allem die Helme - Unstrut - Niederung (485 mm) im Nordthüringischen Trias-Hügelland und die Gera-Unstrut-Niederung (486 mm) im Thüringer Becken hervorzuheben. Auch das Mittlere Saaletal im Ostthüringischen Trias-Hügelland hat nur wenig mehr als 500 mm unkorrigierten Niederschlag im Zeitraum 1961-1990 vorzuweisen.

In der Leipziger Sandlöß-Ebene und im Ostthüringischen Trias-Hügelland haben die Niederschläge um mehr als 5 % zugenommen. Dabei zeigt der Jahresniederschlag im Teilwuchsbezirk Mittleres Saaletal mit plus 12 % die größte Zunahme. Trockener ist es in der Fränkischen Platte geworden, hier sind 3 % weniger Jahresniederschlag zu verzeichnen. Der stärkste Rückgang des Niederschlags ist am Ettersberg als Teilwuchsgebiet des Thüringer Beckens zu beobachten. Hier hat der unkorrigierte Niederschlag 1989-2018 um 5 % zu 1961-1990 abgenommen. In dem von Natur aus sehr trockenen Thüringer Becken haben sich die Niederschlagsmengen kaum verändert, in der Summe fällt hier bis zu 44 % weniger Niederschlag als in den meisten anderen Regionen.

Tab. 6: Veränderung der Niederschlagsmengen in den forstlichen Wuchsgebieten im Zeitraum 1989-2018 im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 (blau-stärkere Zunahme, orange-stärkere Abnahme)

Forstliches Wuchsgebiet	Jahresniederschlag 1961 bis 1990	Jahresniederschlag 1989 bis 2018	Zu-/Abnahme in %
1. Harz	892	887	-0,6
2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	590	608	3,0
3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	716	715	-0,1
4. Thüringer Becken	551	555	0,7
5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	627	660	5,0
6. Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland	613	637	3,8
7. Leipziger Sandlöß-Ebene	545	601	9,3
8. Thüringer Gebirge	948	977	3,0
9. Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	922	966	4,6
10. Vogtland	682	692	1,4
11. Südthüringisches-Oberfränkisches Trias-Hügelland	766	771	0,6
12. Rhön	836	843	0,8
13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	681	661	-3,0
14. Fränkischer Keuper	674	672	-0,3

Im Referenzzeitraum 1961-1990 fiel in Thüringen während der Vegetationszeit im Mai, Juni, Juli und August der meiste Niederschlag. Besonders der Juni sticht mit fast 80 mm hervor. Der Vergleich zum aktuellen 30-jährigen Zeitraum 1989-2018 zeigt deutliche Niederschlagsrückgänge in den Monaten April (-25 %), Juni (-17 %) und August (-6 %). Der April - und damit der Beginn der Vegetationsperiode - ist in den letzten 30 Jahren zum niederschlagärmsten Zeitraum des Jahres geworden. Der Juli, der im Mittel über 20 mm (+37 %) zugelegt hat, ist aktuell mit Abstand der niederschlagsreichste Monat des Jahres. Auch der September (+19 %), Oktober (+11 %) und November (+12 %) weisen eine positive Niederschlagsentwicklung auf.



Abb. 52: Mittlerer monatlicher unkorrigierter Niederschlag 1989-2018 im Vergleich zur WMO-„Referenzperiode für die Bewertung des langfristigen Klimawandels“ 1961-1990 (Thüringenmittel)



Abb. 53: Änderung des unkorrigierten monatlichen Niederschlages 1989-2018 im Vergleich zur WMO-„Referenzperiode für die Bewertung des langfristigen Klimawandels“ 1961-1990 (Thüringenmittel)

In den Forstlichen Wuchsgebieten ist die Niederschlagsabnahme am Anfang der Vegetationsperiode (April, Mai, Juni) vor allem im Harz, im Mitteldeutschen Trias-Berg- und Hügelland, im Thüringer Becken und im Vogtland sowie in der Rhön am größten. Die Niederschlagsmengen haben hier durchschnittlich um mehr als 15 % abgenommen (Tab. 7).

Tab. 7: Niederschlagsveränderungen (%) in den forstlichen Wuchsgebieten im Zeitraum 1989-2018 im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 (orange – stärkste Abnahme, blau stärkste Zunahme)

Forstliches Wuchsgebiet	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1. Harz	13,5	3,4	2,2	-22	-0,5	-26	25,6	-7,4	13,9	17,7	-0,9	-0,2
2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	11,6	3,7	8,7	-19,5	5,4	-17,9	32,9	-6,7	18,6	18,1	13,1	3,8
3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	3,2	4	-3,2	-25,4	0,4	-23,3	25,4	1,4	20	12,4	3,5	-4,8
4. Thüringer Becken	0,4	-5,2	5,1	-26,8	2,4	-20,6	44,3	-7,7	17,7	7,2	14,2	1,2
5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	6,3	-0,9	3,8	-26,5	-1,9	-15	50,2	-4,4	26	9,9	23,1	8,1
6. Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland	0,1	-6,3	5,9	-30,9	-4,9	-7,1	43,6	-7,2	20,3	10	23,9	0,5
7. Leipziger Sandlöß-Ebene	2,2	-7,1	14,4	-27,5	2,2	-2,4	57,9	0,2	17,5	10,1	31,5	5,1
8. Thüringer Gebirge	11,3	9,3	-2,7	-21	0,1	-17,6	37,7	-7,3	21,6	10,1	5,5	5,3
9. Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	17,1	18,2	2,5	-20,2	-6,2	-10	31,3	-11,1	16,4	4,8	0,4	3,1
10. Vogtland	3,9	-2,3	3,2	-27,1	-10,1	-8,8	34	-7,6	17,3	14,5	18	3,4
11. Südthür.-Oberfränkisches Trias-Hügelland	9	5,3	-5,4	-21,3	0	-17,6	27	-8,2	13,7	10,2	3,1	2,2
12. Rhön	14,3	13,1	-2,7	-23,4	-3,2	-19,6	19,4	-4,5	16,1	14,7	0,7	2,1
13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	8,3	-2,1	-11,2	-23,1	0,6	-18,7	22,4	-14,5	6,2	3,2	-3,2	-0,3
14. Fränkischer Keuper	10	2,2	-9,8	-20,4	-3,7	-12,8	30,1	-10,8	6,6	7,4	0	1,9

4.1.3 Die Klimatische Wasserbilanz

Das Thüringenmittel der jährlichen Klimatischen Wasserbilanz betrug im Referenzzeitraum 1961-1990 im Mittel +68 mm und ist im Zeitraum 1989-2018 auf +53 mm gesunken. Da die mittlere Jahresniederschlagssumme leicht zugenommen hat, ist dieser Rückgang ausschließlich auf die gestiegene Lufttemperatur und die erhöhte Sonnenscheindauer sowie die daraus resultierende Erhöhung der potenziellen Verdunstung zurückzuführen.

Die Forstlichen Wuchsgebiete mit hohen Jahreslufttemperaturen und geringen Niederschlägen sind auch die Gebiete mit einer negativen Klimatischen Wasserbilanz. Hier übersteigt die Verdunstungsrate im Jahresmittel die gefallene Niederschlagsmenge und es versickert nur wenig Wasser im Boden. An erster Stelle stehen hier erwartungsgemäß das Thüringer Becken und die Leipziger Sandlöß-Ebene, gefolgt vom Nordthüringischen Trias-Hügelland und vom Sächsisch-Thüringischen Löß-Hügelland.

Der Vergleich der Referenzperiode 1961-1990 mit der aktuellen Periode 1989-2018 zeigt eine Abnahme der mittleren Klimatischen Wasserbilanz um bis zu 37 mm im Jahr (Tab. 8). Als bedenklich wird vor allem die Abnahme in den ohnehin schon trockenen Gebieten des Thüringer Beckens, des Nordthüringisches Trias-Hügellandes sowie im Sächsisch-Thüringischen Löß-Hügelland angesehen. Eine positive Entwicklung weisen Thüringer Gebirge, Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald und die Leipziger Sandlöß-Ebene auf. In diesen Gebieten wird die höhere Verdunstung noch durch den gestiegenen Niederschlag kompensiert.

Die saisonale Entwicklung der Klimatischen Wasserbilanz ähnelt der des Niederschlages. Der Frühling und der Sommer werden in Summe trockener, der Herbst und der Winter werden feuchter. In dem für das Pflanzenwachstum relevanten Vegetationszeitraum gibt es nur im Juli eine positive Entwicklung (Abb. 54). Die Rückgänge der Klimatischen Wasserbilanz werden durch die Temperaturerhöhung deutlich verstärkt und die Zunahmen eher gedämpft. So weist der Juli trotz einer deutlich gestiegenen Niederschlagsmenge eine Zunahme von nur 17 mm auf, gefolgt vom September mit 9 mm und Oktober/November mit jeweils 5 mm. Eine Abnahme um 20 mm im April, 17 mm im Juni und 9 mm im August lässt vor allem den Vegetationsbeginn und die ersten Wochen der Vegetationszeit in Summe deutlich trockener werden.

Tab. 8: Veränderungen der Klimatischen Wasserbilanz in den Forstlichen Wuchsgebieten im Zeitraum 1989-2018 im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990

Forstliches Wuchsgebiet	Mittlere KWB 1961 bis 1990 (mm)	Mittlere KWB 1989 bis 2018 (mm)	Zu-/Abnahme in mm
1. Harz	310	273	-37
2. Nordthüringisches Trias-Hügelland	-23	-45	-22
3. Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	108	79	-29
4. Thüringer Becken	-80	-110	-30
5. Ostthüringisches Trias-Hügelland	4,5	2	-2,5
6. Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland	-27	-40	-13
7. Leipziger Sandlöß-Ebene	-109	-86	23
8. Thüringer Gebirge	341	358	17
9. Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	314	335	21
10. Vogtland	66	45	-21
11. Südthüringisches-Oberfränkisches Trias-Hügelland	140	127	-13
12. Rhön	226	206	-20
13. Fränkische Platte (Grabfeld & Gleichberge)	44	9	-35
14. Fränkischer Keuper	32	15	-17

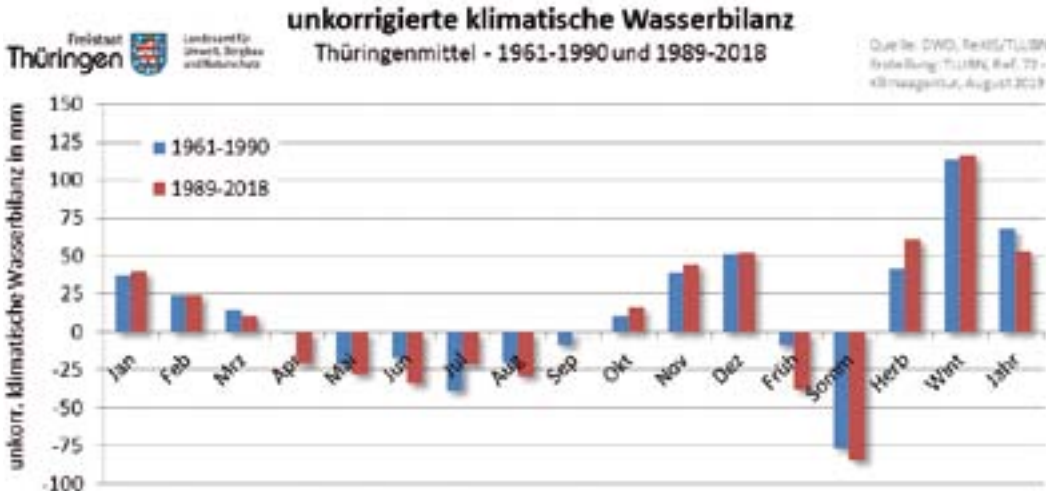


Abb. 54: Monatliche unkorrigierte Klimatische Wasserbilanz 1961-1990 und 1989-2018

Der Blick auf die Forstlichen Wuchsgebiete zeigt auch hier überwiegend zu Vegetationsbeginn im April die stärkste Abnahme der Klimatischen Wasserbilanz. Lediglich im Norden und Nordwesten des Landes ist es im Juni noch trockener geworden als im April.

Für Pflanzen und Bäume haben sowohl die steigenden Temperaturen als auch das Wasserdefizit langfristig weitreichende Folgen. Schon seit Jahren zeigen die Messdaten der forstlichen Wald- und Hauptmessstationen (siehe nachfolgendes Kapitel) eine deutliche Abnahme der Wassergehalte in den Waldböden. Die Waldböden werden zunehmend trockener und die Wasserversorgung der Bäume ist vor allem im Frühjahr und im Sommer stark eingeschränkt. Auswirkungen hat das sowohl auf die Abwehrkraft gegenüber forstlichen Schaderregern als auch auf die Vitalität und Produktivität der Bäume. Dieser Effekt wird sich in den nächsten Jahren und Jahrzehnten weiter verstärken und zu immer deutlicheren Schadbildern im Wald führen.

Quellen:
[DWD 2019] Deutscher Wetterdienst, Climate Data Centers (CDC), Mittelwerte für die einzelnen Bundesländer und für Gesamtdeutschland. URL: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/regional_averages_DE (Stand: Aug. 2019)
[ReKIS 2019] Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Regionales Klimainformationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen – ReKIS, RasterKlimaDaten (RaKliDa) 30-jährige Jahres- und Monatsmittel. URL: www.rekis.org (Stand: Aug. 2019)

4.2 Auswirkungen der Witterung 2018/19

Der Witterungsverlauf 2018/19 zeigt die Auswirkungen des im Klimawandels so eindrucksvoll wie nie zuvor. Schon seit Jahren führen steigende Temperaturen und wiederkehrende Trockenperioden zu sinkenden Wassergehalten im Waldboden und zu einer ausgeprägten Bodentrockenheit in den Sommermonaten. Bislang galt der Trockensommer 2003 als das Jahrhundertereignis schlechthin, doch das Jahr 2018 hat das bei Weitem übertroffen.

Nach dem überdurchschnittlich trockenen Frühjahr 2018 blieben auch der Sommer und Herbst 2018 extrem trocken. Sommerliche Unwetter mit Starkregen oder Hagel waren deutlich seltener zu verzeichnen als in den vergangenen Jahren. Im Juni, Juli und August 2018 fielen in Thüringen in der Summe durchschnittlich nur 87 mm Niederschlag (Quelle: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Referat Klimaagentur), das ist die geringste Menge seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881.

Viele Laubbäume warfen schon Anfang/Mitte August 2018 ihr Laub ab und standen völlig kahl. Zu diesem Zeitpunkt war noch nicht vorhersehbar, ob diese Bäume 2019 wieder austreiben würden. Bei vielen Nadelbäumen ließen sich Trockenschäden und Schäden durch forstliche Schadinsekten und -pilze kaum noch unterscheiden. Vor allem die flachwurzelnden Fichten in den unteren Lagen waren durch den Wassermangel derart geschwächt, dass die Harzproduktion fast völlig zum Erliegen kam und die Borkenkäfer sich ohne Widerstand in die Rinde einbohren konnten. Bis September 2018 waren mehr als 500.000 fm Fichtenholz von Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) befallen, bis zum Jahresende kamen weitere 260.000 fm hinzu.

An den 14 Thüringer Wald- und Hauptmessstationen wurden während der Vegetationszeit 2018 (April bis Oktober) im Freiland Niederschläge zwischen 192 mm in der Hainleite (HMS Possen) und 486 mm im Thüringer Wald (HMS Großer Eisenberg) gemessen. Davon kamen je nach Baumarten- und Bestandesstruktur auf dem Waldboden nur etwa 70-85 % an, der Rest verdunstete im Kronenraum oder wurde direkt von den Nadeln/Blättern aufgenommen. In stark reliefgeprägten Lagen und bei Starkregenereignissen lief ein Teil des Niederschlages oberhalb der Humusdecke ab, so dass in der Summe deutlich weniger Niederschlag im Waldboden versickerte als beispielsweise auf landwirtschaftlich genutzten Böden. Den Buchen im Waldgebiet der Hainleite standen von April bis Oktober nur 122 mm Niederschlag zur Verfügung, den Fichten in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes immerhin 382 mm (Abb. 55 und 56).

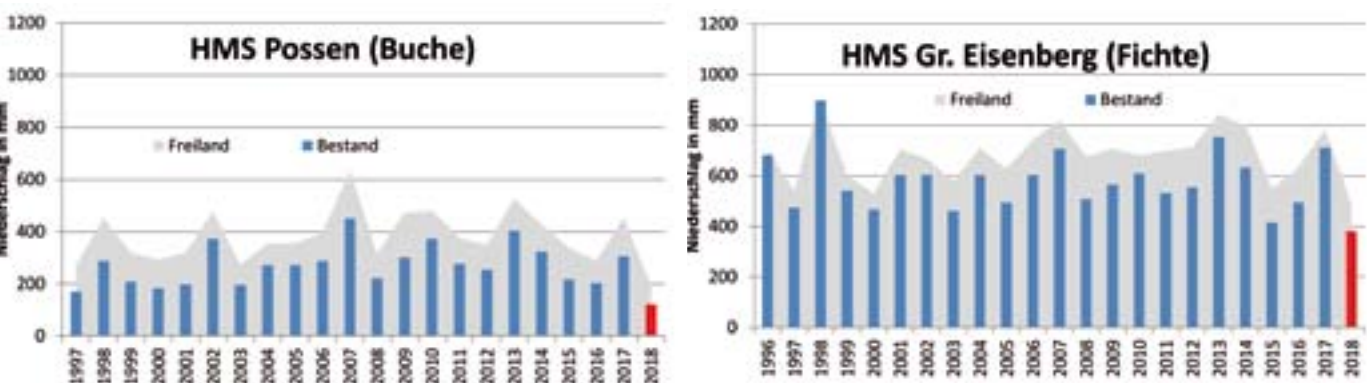


Abb. 55 und 56: Niederschläge im Freiland und im Waldbestand während der Vegetationszeit 2018 an den HMS Possen (Hainleite) und Großer Eisenberg (Kammlage Thüringer Wald)

Die überdurchschnittlichen Temperaturen (Tab. 9) setzten sich bis zum Jahresende nahtlos fort, so dass das Jahr 2018 als bislang wärmstes Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen gilt. In Thüringen wurde mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 9,9 °C der bisherige Rekord aus dem Jahr 2014 um 0,1 °C überschritten. Landesweit fiel durchschnittlich 510 mm Niederschlag, das sind 30 % weniger als im langjährigen Mittel der Referenzperiode 1981-2010. Mit einem Niederschlagsdefizit von 200 mm war das Jahr 2018 das trockenste Jahr seit 1991 und das siebentrockenste Jahr seit Beginn der flächendeckenden Wetteraufzeichnung 1881. Wie nachstehende Tabelle zur aktuellen Temperaturabweichung in den größten Forstlichen Wuchsgebieten zeigt, war es vor allem im Thüringer Gebirge und im Vogtland überdurchschnittlich zu warm.

Der erste ergiebige Regen fiel erst wieder im Dezember, bis dahin blieb es landesweit zu trocken. Die Trockenheit spiegelte sich auch an vielen Waldquellen wider. Die an den Wald- und Hauptmessstationen untersuchten Quellen flossen bis Ende November nur sehr spärlich oder waren – wie z. B. an den Messstationen im Thüringer Wald (Gr. Eisenberg, Pfanntalskopf, Hohe Sonne) sowie im westlichen Thüringer Holzland (WMS Paulinzella) – ganz versiegt. Erst nach den Niederschlägen im Dezember liefen die meisten

Tab. 9: Temperaturabweichung (°K) vom langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1981-2010 (orange – erheblich zu warm, blau – erheblich zu kalt) in den forstlichen Wuchsgebieten und im Land (Quelle: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Referat Klimaagentur)

Forstl. Wuchsgebiete	Harz	Nordthür. Trias-Hügelland	Mitteldt. Trias-Berg- u. Hügelland	Thür. Becken	Ostthür. Trias-Hügelland	Thür. Gebirge	Vogtland	Südthür.-Oberfränk. Trias-Hügelland	Thür. gesamt
Apr 18	4,3	4,1	4,4	4,3	4,7	5	4,8	4,6	4,6
Mai 18	3,1	2,9	3,1	2,7	2,8	3	2,7	3,1	2,8
Jun 18	2,1	2,3	2,4	2,4	2,1	2,1	1,8	2,3	2,2
Jul 18	2,7	2,8	3	2,7	2,3	2,6	2,2	2,7	2,6
Aug 18	2,4	2,6	2,8	2,7	2,5	2,5	3	2,7	2,8
Sep 18	1,4	1,4	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9	1,4	1,5
Okt 18	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,8	1,9	1,6	1,6
Nov 18	0,7	0,5	0,7	0,4	0,9	1,2	1,2	1,1	0,9
Dez 18	2,6	3	2,8	3,2	3,1	2,6	2,9	2,6	2,9
Jan 19	0	0,3	0,3	0,3	0,2	0	0,2	0,2	0,3
Feb 19	4	3,6	3,5	3,3	3,3	3,4	3,5	3	3,3
Mrz 19	2,4	2,6	2,5	2,6	2,5	2,4	2,6	2,3	2,4
Apr 19	1,1	1	1,1	0,9	1,1	1,4	1,3	1,5	1,2
Mai 19	-2	-1,9	-1,9	-2	-2,1	-2,2	-2	-2,2	-2,1
Jun 19	4,4	4,4	4	4,4	4,6	4,5	5	4,3	4,5
Jul 19	0,7	0,9	0,7	0,9	1,1	1,1	1,3	1,1	1,1

Quellen wieder etwas stärker, trotz allem aber noch immer deutlich schwächer als im Herbst/Winter vergangener Jahre.

Der Beginn des herbstlichen Blattfalls war aufgrund der Trockenheit vor allem bei der Buche nur schwer bestimmbar und geprägt von starken Unterschieden auf kleinster Fläche. Während zahlreiche Buchen bereits im August ihr Laub abgeworfen hatten, standen andere noch in voller grüner Belaubung. Bei den noch grünen Buchen begann der Blattfall in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge Anfang Oktober, in den unteren und mittleren Lagen Mitte Oktober und damit rund 10 Tage später als 2017. Die Eiche hatte 2018 zwar insgesamt ein starkes Belaubungsdefizit, behielt jedoch ihre Blätter bis Mitte Oktober und warf sie somit rund 10 Tage später ab als 2017.

Während im Winter 2018/19 einige Regionen Deutschlands mit enormen Schneemassen zu kämpfen hatten, reichte der in Thüringen gefallene Niederschlag bei Weitem nicht aus, um das im Jahresverlauf entstandene Wasserdefizit nachhaltig zu mildern. Waldböden sind in der Regel zwar sehr gute Wasserspeicher, brauchen nach niederschlagsarmen Perioden aber sehr viel länger als Acker- oder Offenlandböden, um die Bodenwasserspeicher vollständig wieder aufzufüllen und die entstandenen Defizite auszugleichen. Sie profitieren dabei ganz besonders von winterlichen Schneelagen mit langsamen Tauphasen, in denen ein Großteil des Niederschlages ungestört bis in tiefere Bodenschichten versickern kann. Im Winter 2018/19 waren lediglich im Thüringer Wald nennenswerte Schneelagen (93 cm an der HMS Großer Eisenberg) zu verzeichnen, in den meisten

Regionen wurde bei den Winterniederschlägen im Dezember und Januar lediglich der Oberboden durchfeuchtet.

Im Januar strömte phasenweise arktische Kaltluft nach Thüringen, doch schon im Februar war es bei teilweise frühlingshaften Temperaturen erneut zu trocken und erheblich zu warm (Tab. 9).

Die Hasel begann Mitte Februar zu blühen, gefolgt von der Schwarzerle in der letzten Februar-Dekade. Der erste Huflattich war in geschützten Lagen ebenfalls schon ab Mitte Februar zu finden und Mitte März kam relativ früh und fast zeitgleich mit dem Buschwindröschen der erste Bärlauch. Lärche, Birke und Eberesche trieben in den unteren Lagen, aber auch an geschützteren Standorten im Gebirge, Ende März und damit rund 10-14 Tage früher aus als 2018. Vereinzelt blühten Ende März schon die ersten Lärchen.



Bild 24: Lärchenblüte

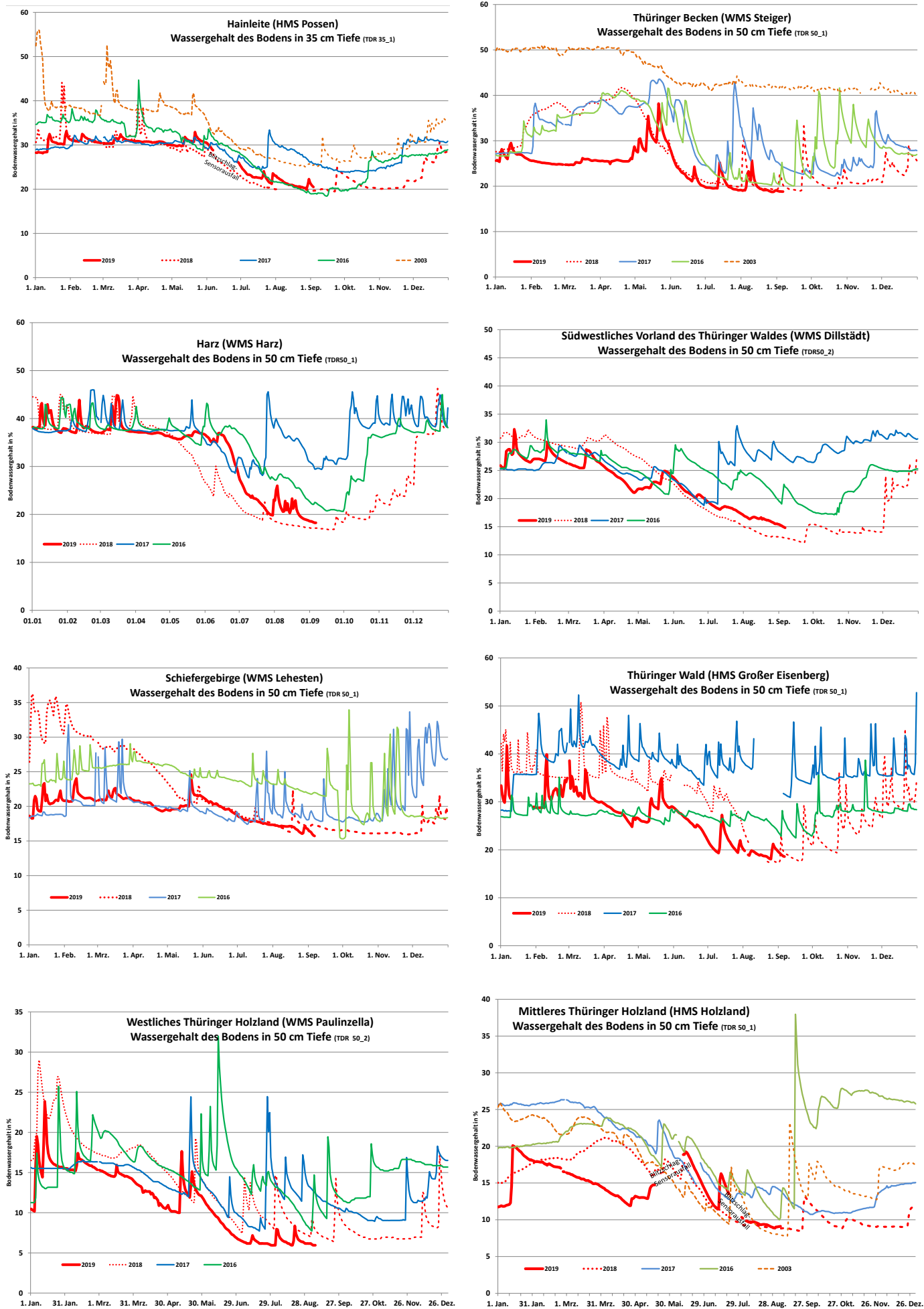


Abb. 57 bis 64: Bodenwassergehalte in der Hauptwurzelzone der Wald- und Hauptmessstationen

Tab. 10: Niederschlagsmengen (%) im Vergleich zum langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1981-2010 (orange – erheblich zu trocken, blau – sehr nass) in den forstlichen Wuchsgebieten und im Land (Quelle: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Referat Klimaagentur)

	Harz	Nordthür. Trias-Hügel- land	Mitteldt. Trias-Berg- u. Hügelland	Thür. Becken	Ostthür. Trias- Hügelland	Thür. Gebirge	Vogtland	Südthür.- Oberfränk. Trias-Hügelland	Thür. gesamt
Apr 18	70	65	70	62	65	55	69	78	67
Mai 18	62	50	66	80	97	106	128	88	85
Jun 18	30	20	25	15	33	40	46	44	32
Jul 18	25	21	35	42	54	62	41	58	47
Aug 18	16	44	33	53	61	46	36	36	43
Sep 18	55	87	80	111	101	76	83	73	86
Okt 18	43	37	35	31	50	46	58	34	41
Nov 18	24	29	28	35	22	25	22	27	25
Dez 18	163	149	138	122	124	135	127	139	137
Jan 19	155	125	125	113	166	142	179	132	140
Feb 19	45	34	49	33	32	46	46	41	41
Mrz 19	130	98	107	94	93	116	102	110	105
Apr 19	47	61	66	60	63	48	68	56	59
Mai 19	111	100	125	108	124	146	112	142	124
Jun 19	79	75	97	62	46	49	38	62	62
Jul 19	34	47	65	52	46	45	65	56	53

Das Frühjahr 2019 war geprägt von starken Temperatur- und Niederschlagskontrasten. Sturmtief „Eberhard“ fegte am 10.03.2019 über Thüringen hinweg und hinterließ vor allem in den unteren Lagen und in Ostthüringen starke Schäden mit landesweit rund 225.000 fm Wurf- und Bruchholz. Der begleitende Regen führte nur kurzzeitig zu einem Anstieg der Wassergehalte im Oberboden, so dass der Start in die Vegetationsperiode 2019 von einer extremen Bodentrockenheit gekennzeichnet war. An den meisten forstlichen Messstationen wurde im Frühjahr 2019 zwar teilweise deutlich mehr Niederschlag gemessen als im Vergleichszeitraum 2018, das spiegelt sich jedoch kaum in den Bodenwassergehalten wider. Hohe Verdunstungsraten sorgten dafür, dass nur wenig Wasser im Waldboden ankam. Besonders dramatisch war die Lage im Thüringer Becken und im Thüringer Holzland. Aufgrund der trocken-warmen Witterung im Februar begann der Austrocknungsprozess des Waldbodens hier fast zwei Monate früher als in anderen Jahren. In der Regel beginnen die Bodenwassergehalte im Frühjahr erst nach dem Blatt-/Nadelaustrieb und mit dem steigendem Wasserbedarf der Vegetation spürbar zu sinken. In diesem Jahr wurden bereits Mitte März teilweise so niedrige Werte gemessen, wie ansonsten erst nach dem vollständigen Austrieb.

Im Thüringer Wald und im Schiefergebirge blieben die Waldböden auch nach der Tauphase außergewöhnlich trocken. Die Frühjahrs-Niederschlagsmengen lagen hier um rund 10-15 % niedriger als 2018.

Der Blattaustrieb der Buche begann Mitte April und damit in etwa im selben Zeitraum wie im Vorjahr. Schon während des Austriebes zeichneten sich die Folgen der Witterung 2018/19 ab. Landesweit, aber vor allem in den Buchengebieten Nordthüringens trieben viele alte Buchen nicht mehr aus oder starben unmittelbar nach dem Blattaustrieb ab. Bis Ende August waren landesweit rund 883.000 fm Buchenholz von den Schäden

betroffen. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung spiegeln den derzeitigen Zustand der Buche relativ gut wider (Abb. 27). Mit großer Wahrscheinlichkeit ist bei vielen Altbüchen aufgrund der anhaltenden Trockenheit das empfindliche Feinwurzelsystem kollabiert und abgestorben. Ein großer Teil des Feinwurzelsystems befindet sich im oberen und mittleren Mineralboden – genau hier zeigen die Messdaten der Bodenfeuchte seit Jahren eine abnehmende Tendenz und seit mehr als einem Jahr anhaltend niedrige Werte (Abb. 65).

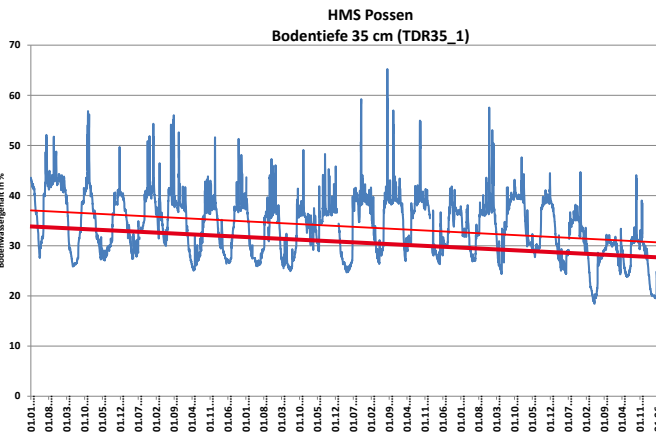


Abb. 65: Entwicklung der Bodenwassergehalte in der Hauptwurzelzone an der HMS Possen (Hainleite)

Das Ausmaß der Schäden in den Naturverjüngungen ist derzeit noch nicht abschätzbar. Die jungen Bäume haben viele Feinwurzeln direkt unterhalb der Humusschicht und profitierten zumindest in diesem Jahr von den gefallenen Niederschlägen. Für das langfristige Überleben sind jedoch ein intaktes Bestandesgefüge und eine angemessene Überschirmung notwendig. Direkte Sonneneinstrahlung lässt den Boden schnell austrocknen und setzt besonders den ganz jungen Buchen stark zu.

Nach dem flächigen Absterben der schattenspendenden Altbuchen bleibt zu hoffen, dass die Anzahl stufiger Verjüngungsbestände inzwischen groß genug ist, um den Fortbestand der Buche vor allem auf den von Natur aus trockeneren Standorten langfristig zu sichern.



Bild 25: Trockenschäden in der Buchennaturverjüngung

Die Eiche trieb Ende April/Anfang Mai und damit rund 7-10 Tage später aus als 2018. Spätfröste führten im Mai auf rund 139 ha Fläche zu Frostschäden in Laubholzbeständen. Besonders betroffen waren jüngere Eichen und Eschen.

Die vollständige Blattentfaltung der Eiche dauerte aufgrund der niedrigen Mai-Temperaturen rund 10-14 Tage länger als in den Jahren zuvor. Infolgedessen fanden die im April/Mai geschlüpften Räumchen des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) ideale Fraßbedingungen vor, so dass viele Eichenbestände komplett kahl gefressen wurden. Der Regenerationstrieb der kahl gefressenen Eichen war aufgrund der Trockenheit sehr verhalten, so dass die tatsächliche Überlebensrate noch nicht abschätzbar ist.

Die Fichte trieb, ähnlich wie im Vorjahr und je nach Höhenlage von Ende April bis Mitte Mai aus. Aufgrund des anhaltenden Wasserdefizits im Waldboden waren viele Fichten schon zum Zeitpunkt des Austriebes stark geschwächt. Die zur Abwehr der Borkenkäfer notwendige Harzbildung war durch den Wassermangel stark eingeschränkt bzw. das vorhandene Harz von der Konsistenz her so zäh, dass es zur Abwehr der Borkenkäfer nicht mehr taugte. Der extremen Vermehrungsrate des Buchdruckers (*Ips typographus*) und des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus*) hatten viele Fichtenbestände nichts mehr entgegen zu setzen und starben ab.

Der Austrieb der Kiefer setzte auch in diesem Jahr wieder Anfang Mai ein, die Nadelentfaltung wurde jedoch durch die kühlen Temperaturen stark gebremst und begann erst in der letzten Mai-Dekade. Aufgrund der Trockenheit kam es zu einer starken Trockenschütte (Verfärbung/Abwurf des letzten Nadel-

jahrgangs) sowie im Jahresverlauf zu einem Anstieg des Befalls durch rindenbrütende Käfer oder pilzliche Schaderreger.

Viele Bäume blühten im Frühjahr wieder sehr stark und bildeten Früchte aus. Insbesondere bei Kiefer, Hainbuche, Linde und Ahorn, aber auch bei vielen, von der Trockenheit gezeichneten Buchen war erneut ein starker Fruchtbehang zu sehen. Viele Samenkerne stellten sich allerdings als vertrocknet und nicht keimfähig heraus. Das seit Jahren auffällige Blühverhalten ist eine direkte Folge des Klimawandels und dient der Erhaltung der eigenen Art.

Im Juni und Juli herrschten dann erneut zum Teil eine extreme Hitze und in vielen Regionen eine starke Trockenheit. Im Juni wuchs die landesweite Monatsmitteltemperatur um 4,5 °C vom langjährigen Mittel der Referenzperiode 1981-2010 ab (Tab. 9) und im Juli wurden Maximaltemperaturen bis 38,8 °C gemessen. Niederschläge fielen häufig nur in Form von Starkregen beim Durchzug von Gewitterfronten. Die Anzahl an Tagen mit hoher und höchster Waldbrandgefahr war sehr hoch. Erstmals seit Beginn der Berechnung des Waldbrandgefahrenindex durch den Deutschen Wetterdienst im Jahr 2013 (<https://www.thueringenforst.de/aktuelles-medien/waldbrandgefahrenstufenkarte/>) wurden im Juni flächendeckend die höchsten Waldbrandgefahrenstufen 4 und 5 ausgerufen. Mit 40 Waldbränden und 21,4 ha (Stand 31.08.2019) abgebrannter Waldfläche wurde hinsichtlich der Brandfläche ein bislang neuer Höchststand erreicht. Nur 2003 brannte es bis Ende August mit 85 Bränden noch deutlich häufiger als in diesem Jahr (1993: 45 und 2015: 42 Brände bis Ende August).



Bild 26: Nach dem Waldbrand bei Lichte [2 ha] vom 27.06.2019

4.3. Entwicklung der Waldschutzsituation 2018/19

Der Klimawandel wirkt sich nicht nur unmittelbar auf den Waldzustand, sondern auch zunehmend auf das Vorkommen und die Verbreitung forstlicher Schadinsekten aus. Was uns in Zukunft erwarten könnte, zeigt die dramatische Entwicklung der Waldschutzsituation 2018/19.

Die meisten forstlichen Schaderreger sind heimische Arten und auf natürliche Weise mit unseren Hauptbaumarten vergesellschaftet. Unter für sie günstigen Bedingungen können sie sowohl einzeln als auch im Zusammenspiel erhebliche Schäden an Einzelbäumen und in ganzen Waldarealen verursachen. Potenziell gefährdet sind alle Baumarten, wenngleich auch nicht alle im selben Maße.

Darüber hinaus sind in den letzten Jahrzehnten einige Schaderreger aus wärmeren Ländern oder anderen Kontinenten eingewandert. Diese Schadorganismen finden hier aufgrund des Klimawandels optimale Bedingungen vor und können sich ungehindert vermehren.



Bild 27: Großer Buchdrucker (*Ips typographus*)

Tab. 11: Wichtige holz- und rindenbrütende Käfer

Baumart	unter der Rinde brütende Käfer	im Holz brütende Käfer
Fichte	Großer Buchdrucker (<i>Ips typographus</i>) Kupferstecher (<i>Pityogenes chalcographus</i>)	Gestreifter Nutzholzborkenkäfer (<i>Trypodendron lineatum</i>)
Kiefer	Blauer Kiefernprachtkäfer (<i>Phaenops cyanea</i>) Zwölfszähniger Kiefernborke n k ä f e r (<i>Ips sexdentatus</i>) Sechszähniger Kiefernborke n k ä f e r (<i>Ips acuminatus</i>) Großer Waldgärtner (<i>Tomicus piniperda</i>)	
Lärche	Großer Lärchenborke n k ä f e r (<i>Ips cembrae</i>) Lärchenbock (<i>Tetropium gabrieli</i>)	
Rotbuche	Kleiner Buchenborke n k ä f e r (<i>Taphrorychus bicolor</i>) Buchenprachtkäfer (<i>Agrilus viridis</i>)	Laubnutzholzborkenkäfer (<i>Trypodendron domesticum</i>)
Eiche	Zweipunktiger Eichenprachtkäfer (<i>Agrilus biguttatus</i>) Eichensplintkäfer (<i>Scolytus intricatus</i>)	Sägehörniger Werftkäfer (<i>Hylecoetus dermestoides</i>)

4.3.1 Holz- und rindenbrütende Käfer

Rindenbrütende Käfer sind in den Wäldern latent vorhanden und ihre natürlichen Entwicklungszyklen vom Ei bis zum fertigen Käfer unterliegen witterungsbedingten Schwankungen. Während warme Witterungsperioden den Entwicklungsprozess der Larven beschleunigen, wird er durch kühle Witterungsabschnitte verzögert. Durch die Anlage von Brutsystemen im Rinden- und Bastbereich zerstören die Larven die für den Stoffkreislauf des Baumes notwendigen Leitungsbahnen, so dass die Bäume bei einer hohen Besiedlungsdichte früher oder später absterben. Holzbrüter befallen vorzugsweise vorgeschädigte bzw. bereits geschlagene Bäume und erzeugen durch ihre tief im Holzkörper liegenden Brutbilder in erster Linie technische Schäden und damit Wertverluste.

Zweifelseohne sind der **Buchdrucker** und der **Kupferstecher** die wohl bekanntesten rindenbrütenden Schadinsekten. Sie besiedeln vorzugsweise Fichten und entwickeln unter bestimmten Voraussetzungen ein enormes Vermehrungspotenzial. In den letzten 75 Jahren kam es zu vier größeren Kalamitäten. So bot 1946 das nach einem Wintersturm angefallene Wurf- und Bruchholz beste Brutbedingungen. Aufgrund der mangelnden Kapazitäten in der Nachkriegszeit konnte das befallene Holz nicht aufgearbeitet werden und bis 1949 fielen insgesamt rund 2,6 Mio. fm Borkenkäfer-Schadholz an und es mussten ganze Waldgebiete neu aufgeforstet werden. Dagegen nehmen sich die nach dem Schneebruch 1982/83 mit 200.000 fm (Summe 1983/84) und nach dem Wintersturm „Kyrill“ (Januar 2007) mit 520.000 fm angefallenen Schadholzmengen eher gering aus (Summe 2007/08). Deutlich höher waren die Befallsmengen nach dem Trockensommer 2003, hier fielen bis Ende 2004 rund 640.000 fm an. Doch auch das war nur ein Vorgeschmack dessen, was uns in den nächsten Jahren und Jahrzehnten erwartet.

Die aktuelle Borkenkäfer-Kalamität zeichnete sich bereits im Frühsommer 2018 ab. Aufgrund der überdurchschnittlichen Temperaturen im April 2018 begann der Schwarmflug der überwinterten Käfer rund drei bis vier Wochen früher als in anderen Jahren Mitte April. Das nach dem Wintersturm „Friederike“ noch nicht aufgearbeitete Wurf- und Bruchholz und die überdurchschnittlichen Temperaturen boten optimale Brutbedingungen, so dass die ersten fertigen Jungkäfer schon Ende Mai/Anfang Juni ausflogen, sich in stehende Fichten einbohrten und dort neue Brutsysteme anlegten. Die anhaltende Trockenheit führte insbesondere bei der flachwurzelnenden Fichte zu einer massiven Abwehrschwäche. Bis Ende September 2018 waren mehr als 480.000 fm Fichtenholz vom Buchdrucker und vom Kupferstecher befallen. Bei überdurchschnittlich hohen Herbsttemperaturen schwärmte vor allem der Buchdrucker deutlich länger als im Vorjahr und es kam – außer in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge – erstmals flächendeckend zur vollständigen Ausbildung einer dritten Borkenkäfergeneration. In der Folge überwinterten unter der Fichtenrinde oder im Boden in etwa 30mal so viele Käfer wie in Jahren mit nur zwei Borkenkäfergenerationen.

In diesem Jahr begann der Buchdrucker-Schwarmflug der überwinterten Jungkäfer um den 10. April und damit nochmals 10 bis 14 Tage früher als im Vorjahr. Der kühl-feuchte Mai brachte keine Entspannung, hat jedoch die Entwicklung der ersten Borkenkäfergeneration 2019 zeitlich etwas verzögert. Der Schwarmflug der fertig ausgebildeten Käfer setzte rund drei Wochen später als im Vorjahr in der letzten Juni-Dekade ein. Zu diesem Zeitpunkt trafen enorm viele Käfer auf die von der anhaltenden Trockenheit stark geschwächten Fichten und konnten sich mühelos in die Rinde einbohren. So war bereits Ende Juni, nach nur einer Borkenkäfergeneration, mit 235.000 fm frischem Stehendbefall, ein zu diesem Zeitpunkt bislang noch nie erreichtes Schadausmaß zu verzeichnen. Bis Ende August summierte sich die 2018/19 aufgelaufene Schadholzmenge auf 2 Mio. fm (Abb. 66).

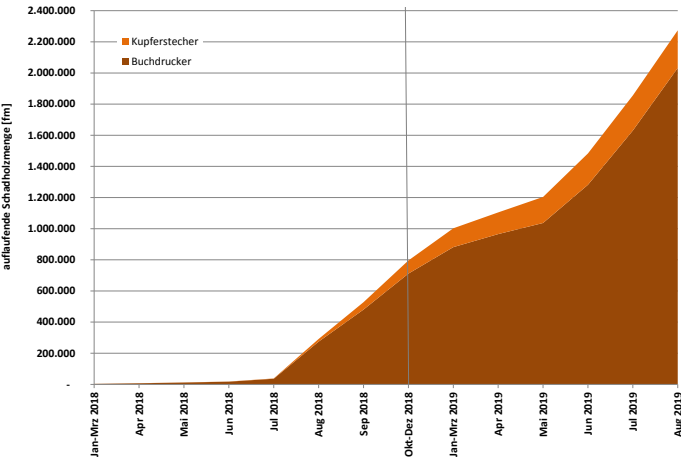


Abb. 66: Auflaufende Schadholzmenge durch Buchdrucker und Kupferstecher vom 01.01.2018 bis 31.08.2019

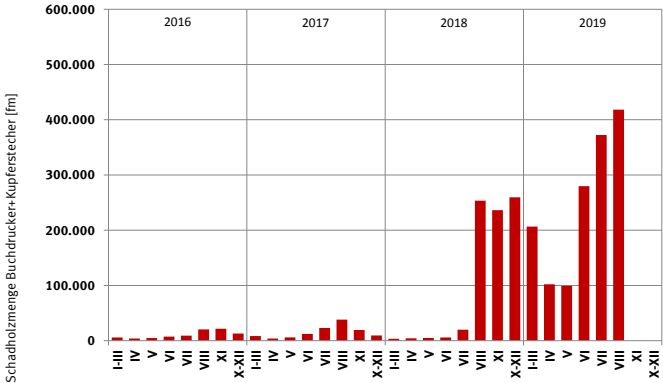


Abb. 67: Monatliche Schadholzmengen durch Buchdrucker und Kupferstecher seit 2016

Ein Vergleich zu den Vorjahren zeigt das Ausmaß der Katastrophe. Während im gesamten Jahr 2017 insgesamt nur 121.000 fm vom Buchdrucker und Kupferstecher befallenes Holz zu verzeichnen waren, lag allein nur im August 2019 die Befallsmenge bei rund 418.000 fm. Besonders dramatisch hat sich die Situation im Westen und im Südosten des Landes entwickelt (Abb. 68 und 69).

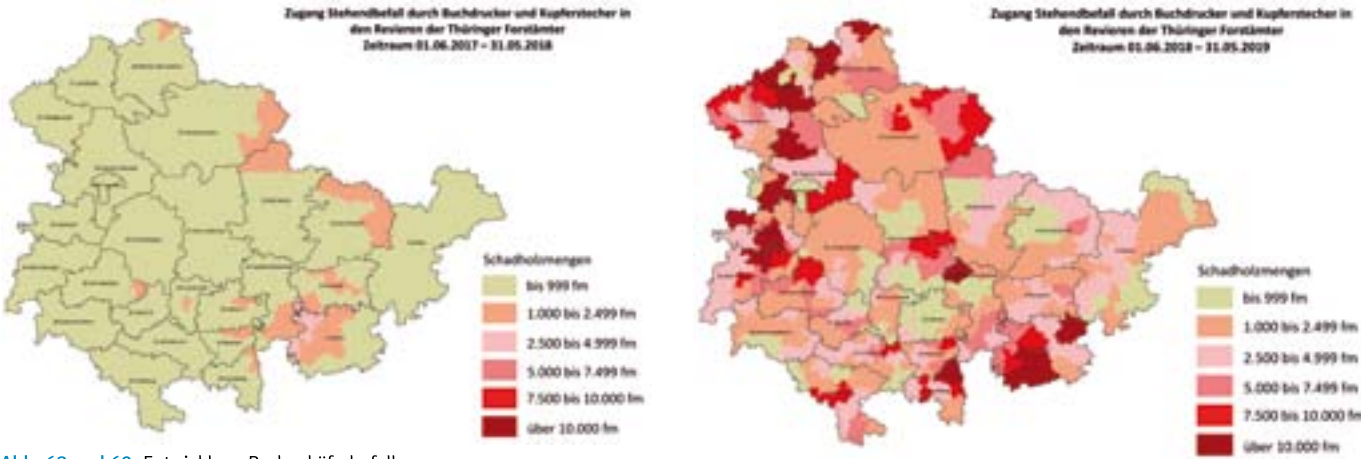


Abb. 68 und 69: Entwicklung Borkenkäferbefall

In den Vorlandbereichen und in den unteren Lagen der Mittelgebirge sind inzwischen viele Fichtenbestände in Auflösung begriffen. Derzeit werden alle notwendigen Maßnahmen ergriffen, um ein Überspringen auf die mittleren Lagen sowie auf die Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes zu verhindern. Die schnellstmögliche Sanierung von Befallsherden ist dabei ebenso wichtig wie eine Konzentration von Rücke- und Transporttechnik in den Schwerpunktgebieten, um das befallene Holz rasch aus dem Wald abzu-transportieren.

Der Borkenkäferbefall hat nicht nur bei der Fichte sondern auch bei Lärche und Kiefer stark zugenommen, wenngleich auch auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Von Januar 2018 bis August 2019 waren auflaufend rund 35.000 fm Befall durch den Lärchenborkenkäfer zu verzeichnen (Abb. 70). Allein von Januar bis August 2019 fielen 24.000 fm an, das ist deutlich mehr als im gesamten Jahr 2018. Bis zum Jahresende dürfte die Befallsmenge noch einmal erheblich ansteigen.

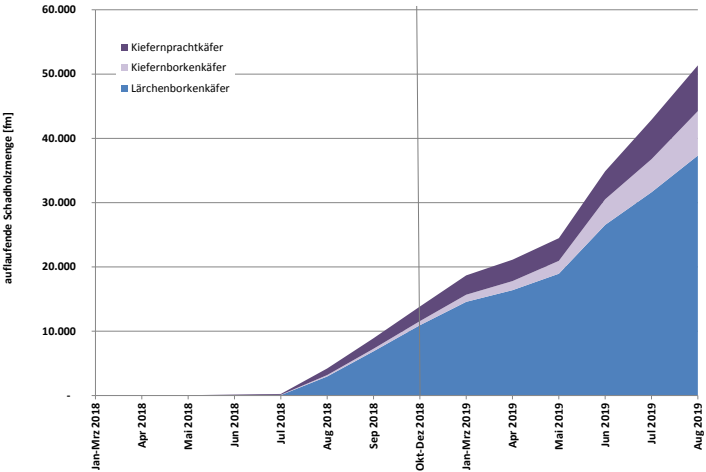


Abb. 70: Auflaufende Schadholzmenge durch Borkenkäferbefall bei Lärche und Borkenkäfer-/Prachtkäferbefall bei Kiefer vom 1.1.2018 bis 31.8.2019



Bild 28 und 29: Schadbilder Großer Lärchenborkenkäfer (Ips cembrae)

Die von den Kiefernborke-käfern und vom Blauen Kiefernprachtkäfer verursachten Schadholzmengen sind vergleichsweise gering, von Januar 2018 bis August 2019 wurden aus den Forstämtern auflaufend rund 10.000 fm gemeldet (Abb. 70). Allerdings überlagern sich bei der Kiefer die sichtbaren Schadbilder sehr stark. So ist der Käferbefall auf den ersten Blick nicht immer abgrenzbar von der häufig anzutreffenden Trockenschütte (Verfärbung/Abwurf des letzten Nadeljahrgangs) oder dem durch pilzliche Erreger verursachten Diplodia-Triebsterben. Einen Käferbefall sieht man erst bei einem genauen Blick unter die Rinde und die Dunkelziffer könnte weitaus höher liegen.

In den von der Trockenheit geschädigten Buchenbeständen war erstmals ein markanter Befall durch rindenbrütende Käfer, vorrangig durch den Buchenprachtkäfer und den Kleinen Buchenborkenkäfer zu finden. Beide Arten waren in den letzten 70 Jahren unauffällig, könnten jedoch angesichts der klimatischen Veränderungen zukünftig ein deutlich stärkeres Schadpotenzial entwickeln. In nekrotischen bzw. bereits abgestorbenen Stamm- und Kronenbereichen der Buche erfolgt zudem eine rasche Besiedelung durch sekundäre holzbrütende Insekten. Hier sind vorrangig der Laubnutzholzborkenkäfer sowie der Sägehörnige Werftkäfer beteiligt. Beide Arten führen zu einer technischen Holzwertung und öffnen Eintrittsporten für diverse Weißfäuleerreger, wie z. B. dem Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*). Zu beobachten sind auch ein verstärkter Hallimasch-Befall und das Auftreten der Wurzelhalsfäule (Erreger: *Phytophthora cambivora*). Um eine Ausbreitung dieser Schadorganismen zu verhindern, sind eine gezielte Entnahme von Buchen mit einem starken Befall und eine zügige Abfuhr des Holzes unabdingbar. Ziel dieser Maßnahmen ist die Reduzierung der Populationsdichte zur Verhinderung einer Massenvermehrung. Damit wird gleichzeitig auch der technischen Holzwertung und einer Infektion mit holzerstörenden Pilzen entgegen gewirkt.

Der Befall der Eiche durch den Zweipunktigen Eichenprachtkäfer und den Eichensplintkäfer ist bislang mit rund 1.400 fm Schadholz noch unauffällig. Beide Käfer gelten als wärmeliebende Arten und besiedeln als Sekundärschädlinge in der Regel nur vorgeschädigte Bäume. Angesichts der Schwächung vieler Eichen durch die anhaltende Trockenheit und den massiven Schwammspinnerbefall ist ein Anstieg der Befallszahlen im nächsten Jahr zu erwarten.

4.3.2 Blatt- und nadelfressende Insekten

Phyllophage Insekten ernähren sich ausschließlich von Blättern und Nadeln. Eine Massenvermehrung führt zu erheblichen Blatt- und Nadelverlusten und mitunter zum vollständigen Kahlfraß der Bäume. Laubbäume können diese Blattverluste unter normalen Witterungsbedingungen in der Regel noch im gleichen Jahr durch Regenerationstriebe kompensieren, meist kommt es erst nach mehrmaligen Fraßereignissen zu größeren Vitalitätseinbußen und einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber sekundären Schädlingen. Bei Nadelbäumen besteht diese Gefahr schon im aktuellen Jahr des Fraßschadens.

Tab. 12: Wichtige blatt- und nadelfressende Insekten

Baumart	Blatt- und nadelfressende Insekten
Fichte	Nonne (<i>Lymantria monacha</i>) Große Fichtengespinstblattwespe (<i>Cephalcia abietis</i>)
Kiefer	Forleule (<i>Panolis flammea</i>) Nonne (<i>Lymantria monacha</i>) Kiefernspanner (<i>Bupalus piniaria</i>) Kiefernspinner (<i>Dendrolimus pini</i>) Buschhornblattwespe (<i>Diprion spec.</i>)
Lärche	Lärchenminiermotte (<i>Coleophora laricella</i>)
Buche	Buchenspringrüssler (<i>Rhynchaenus fagi</i>) Buchenfrostspanner (<i>Operophtera fagata</i>)
Eiche	Kleiner Frostspanner (<i>Operophtera brumata</i>) Großer Frostspanner (<i>Erannis defoliaria</i>) Grüner Eichenwickler (<i>Tortrix viridana</i>) Schwammspinner (<i>Lymantria dispar</i>) Eichenprozessionsspinner (<i>Thaumetopoea processionea</i>)

Aus Sicht des Waldschutzes stellt die sogenannte Eichenfraßgesellschaft derzeit die größte Gefährdung durch blatt-/nadelfressende Insekten dar. Die Eichenfraßgesellschaft beschreibt das gemeinsame Auftreten mehrerer Insektenarten in Eichenbeständen, deren Raupenfraß an den Blättern und Trieben insgesamt zu einer erheblichen Schädigung führen kann. Die wichtigsten Vertreter der Fraßgesellschaft sind der Grüne Eichenwickler, der Schwammspinner und die Frostspannerarten. Der Eichenprozessionsspinner zählt ebenfalls zu den Vertretern dieser Fraßgesellschaft.

In diesem Jahr ist die im Rahmen der Waldschutz- Überwachungsmaßnahmen prognostizierte Massenvermehrung des **Schwammspinners** eingetreten. Der wärmeliebende Schwammspinner hat von der warmen Witterung der letzten Jahre profitiert und die geringe Anzahl an Frosttagen im Winter führte zu einer hohen Überlebensrate der Eier. Vor allem in Süd- und Ostthüringen wurde im Winter 2018/19 der kritische Wert von einem Ei-Gelege pro Stamm deutlich überschritten.

Aufgrund der verzögerten Blattentfaltung bei der Eiche fanden die im April/Mai geschlüpften Räupchen des Schwammspinners ideale Fraßbedingungen vor. Vor allem in den Thüringer Forstämtern Sondershausen, Finsterbergen, Weida und Heldburg wurden bis zur Verpuppung Ende Juli zahlreiche Eichenbestände komplett kahl gefressen. Landesweit summierten sich die Schäden bis Ende August 2019 auf 820 ha. Angesichts der extremen Bodentrockenheit und dem eher verhaltenen Neuaustrieb vieler Bäume nach dem Ende des Fraßgeschehens bleibt es abzuwarten, wie groß das Regenerationsvermögen der geschädigten Eichenbestände tatsächlich ist.

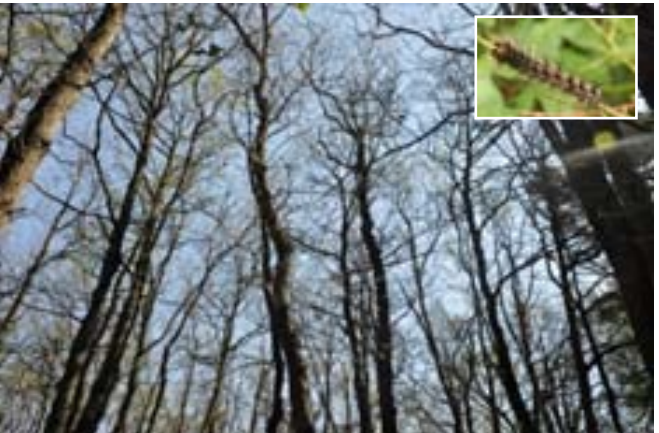


Bild 30: Fraßschäden durch die Raupen des Schwammspinners (*Lymantria dispar*)

Nennenswerte Fraßschäden durch die Raupen des **Eichenprozessionsspinners** sind in diesem Jahr nicht eingetreten. Allerdings nehmen die lokalen Befallsherde immer weiter zu, vor allem in Südthüringen ist der Eichenprozessionsspinner inzwischen flächendeckend vorhanden. Neben dem Fraßgeschehen ist bei diesem Schmetterling die starke Gesundheitsgefährdung für Menschen und Tiere vordergründig. Die feinen Haare der Raupen können allergische Reaktionen auslösen und ernsthafte gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen.

Fraßschäden durch die **Lärchenminiermotte** wurden in diesem Jahr von 55 ha Fläche (2018: 45 ha) gemeldet. Nach dem Trockensommer 2003 kam es zuletzt 2004 und 2005 in Thüringen zu einer Gradation der Lärchenminiermotte mit jeweils rund 850 ha Befallsfläche. Es bleibt abzuwarten, wie sich das Schadausmaß nach den Extremjahren 2018/19 entwickelt.



Bild 31: Schadbild Lärchenminiermotte

Aus Sicht des Waldschutzes besteht im Hinblick auf den Klimawandel zukünftig auch für großflächige Kiefernreinbestände ein Gefährdungspotenzial durch die **Kiefern-Buschhornblattwespe**, den **Kiefernspinner** und den **Kiefernspanner** sowie durch die **Forleule**. Diese Schädlinge können sich unter für sie günstigen Bedingungen stark vermehren. Im Gegensatz zu den Bundesländern Brandenburg und Sachsen-Anhalt sind in Thüringen bislang nur sehr geringe Schäden zu verzeichnen.

Ein eindeutiger Verlierer des Klimawandels ist die **Fichtengespinstblattwespe**. Steigende Temperaturen und vor allem der fehlende Frost im Winter haben zu einem fast vollständigen Zusammenbruch der Population geführt. Die letzte große Kalamität war Anfang der 1990er Jahre zu verzeichnen. Damals wurden mehrere Tausend Hektar Fichtenbestände fast vollständig kahl gefressen und es mussten großflächige Bekämpfungsmaßnahmen mit Pflanzenschutzmitteln durchgeführt werden.

Forstlich eher unbedeutend, aber im Zusammenhang mit dem Klimawandel dennoch erwähnenswert ist die vom Balkan stammende **Kastanienminiermotte** (*Cameraria ohridella*). Sie hat sich in den letzten 15 - 20 Jahren in Mitteleuropa verbreitet. In Abhängigkeit von der Witterung entwickeln sich bis zu drei Generationen pro Jahr. Die Larven schädigen die Blätter der Kastanie durch Minierfraß. Es entsteht das typische Schadbild mit einer Vielzahl brauner Blätter, die meist schon Ende Juli/Anfang August abgeworfen werden. Aufgrund der Wärme und Trockenheit 2018/19 war in diesem Jahr ein verstärktes Auftreten festzustellen.

4.3.3 Pilzliche Schaderreger

Pilze, insbesondere parasitisch lebende Arten, können die Wurzeln, das Holz sowie Nadeln oder Blätter besiedeln. Häufig werden dabei wichtige Leitungsbahnen und Gefäße in ihrer Funktion gestört, so dass Vitalitätsdefizite durch Welke- und Absterbeerscheinungen auftreten können.

Tab. 13: Wichtige pilzliche Schaderreger

Baumart	Wurzelpilze	Stammpilze	Nadel-/Blattpilze
Fichte	Wurzelschwamm (<i>Heterobasidion annosum</i>)	Wurzelschwamm (<i>Heterobasidion annosum</i>)	Grauschimmel (<i>Botrytis cinerea</i>)
Kiefer	Hallimasch (<i>Armillaria spec.</i>)	Kiefern-Feuerschwamm (<i>Phellinus pini</i>)	Diplodia-Triebsterben (<i>Sphaeropsis sapinea</i>)
Buche	Wurzelhalsfäule (<i>Phytophthora spec.</i>) Hallimasch (<i>Armillaria spec.</i>)	Zunderschwamm (<i>Fomes fomentarius</i>)	Buchenblattbräune (<i>Apiognomonina errabunda</i>)
Eiche	Hallimasch (<i>Armillaria spec.</i>)	Eichen-Feuerschwamm (<i>Phellinus robustus</i>)	Eichenmehltau (<i>Erysiphe alphitoides</i>)
Esche		Falsches Weißes Stengelbecherchen (<i>Hymenoscyphus fraxineus</i>)	
Ahorn		Rußrindenkrankheit (<i>Cryptostroma corticale</i>)	

Der wohl bekannteste pilzliche Schaderreger ist der **Hallimasch**. Die Arten des Hallimasch-Komplexes besitzen ein großes Wirtsspektrum, so dass potenziell alle Baumarten gefährdet sind. Der Hallimasch ist in vielen Waldbeständen latent vorhanden, gewinnt jedoch vor allem nach Trockenjahren und in vorgeschädigten Beständen stark an Bedeutung. Er befällt neben der Wurzel auch die unteren Stammteile und schädigt das Kambium, so dass die Bäume in der Folge absterben. Im Jahr 2018 wurden 9,4 ha Schäden durch Hallimasch gemeldet, mit Abschluss der Meldeperiode 2019 wurde die Schadfläche durch Hallimasch mit 126,8 ha erfasst. Aufgrund der Erfahrungen nach dem Trockensommer 2003 wird in den nächsten Jahren mit einer deutlichen Zunahme des Hallimasch-Befalls gerechnet.

Begünstigt durch den Witterungsverlauf 2018/19 hat sich das **Diplodia-Triebsterben** bei Kiefer und Schwarzkiefer weiter ausgebreitet. Der für das Triebsterben verantwortliche Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia pinea*) profitierte sowohl von den Niederschlagsdefiziten als auch von den milden Wintern der letzten Jahre. Ein Befall führt zum Absterben der Triebe und zu Rindenschäden sowie im weiteren Verlauf zum partiellen oder vollständigen Absterben der Baumkronen. Die braunen Verfärbungen der Nadeln und abgestorbene Triebe und Äste sind weithin sichtbar, werden jedoch zunehmend von Insekten- und Trockenschäden überlagert.

Tab. 14: Ausmaß Diplodia-Triebsterben seit 2015

Jahr	Schadfläche
2015	156,2 ha
2016	125,1 ha
2017	360,3 ha
2018	247,9 ha
2019	*

*die Daten für 2019 lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor

Bei der Buche nahm das einzelstamm- bzw. truppweise Auftreten von **Wurzelhalsfäulen**, hervorgerufen durch eine Phytophthora-Infektion (nachgewiesen *P. cambivora*) zu. Eine solche Infektion beeinflusst maßgeblich die Vitalität der betroffenen Buchen und fördert den Befall mit sekundären Schädlingen (Holzbrüter, holzzersetzende Pilze).

Der **Eichenmehltau** ist als blattbesiedelnder Pilz in seinem Auftreten stark an die Eichenfraßgesellschaft gebunden. Er schädigt vorrangig die Regenerationstriebe der Eiche nach Blattfraß. Ein starker Befall kann einzelne Triebe oder junge Pflanzen zum Absterben bringen. Nach dem massiven Schwammspinner-Fraß ist die Schadfläche durch den Eichenmehltau in diesem Jahr mit 350 ha (2018: 46 ha) deutlich höher als in den Vorjahren.

Das seit 2009 in Thüringen zu beobachtende **Eschentriebsterben**, verursacht durch den aus Asien eingeschleppten Pilz „Falsches Weißes Stengelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*), tritt inzwischen landesweit in allen Altersklassen mit unterschiedlicher Schadintensität auf. Zum Absterben kommen vor allem chronisch geschädigte Eschen im Baumholzstadium. In diesem Jahr waren die Symptome des Eschentriebsterbens allerdings geringer ausgeprägt als in anderen Jahren. Die Ursache hierfür ist noch nicht ganz klar und bedarf weiterer Beobachtungen. Der weitere waldbauliche Umgang mit der Esche ist bestimmt durch den Umbau geschädigter Flächen aber auch durch die gezielte Förderung vital erscheinender Eschen.

Erstmalig wurde 2017 im Rahmen der Waldschutzüberwachung der Erreger der **Rußrindenkrankheit** an Ahorn nachgewiesen.



Bild 32 bis 33: Rußrindenkrankheit bei Ahorn

Dieser aus Nordamerika stammende Pilz zählt ebenfalls zu jenen Schadorganismen, die vom Klimawandel, d.h. in erster Linie von sehr trockenen Sommerphasen mit überdurchschnittlich heißen Tagen, profitieren. Die Meldungen zum Auftreten der Rußrindenkrankheit an Berg-Ahorn steigen seitdem kontinuierlich an. Mittlerweile sind landesweit über 27 Befallsherde bekannt. Befallene Bäume zeigen eine Blattwelke mit Absterbeerscheinungen in der Krone sowie Rindennekrosen und Schleimfluss am Stamm. Im Endstadium des Befalls werden unter der abfallenden Rinde massenhaft schwarze Sporen gebildet. Eingeatmete Pilzsporen können bei Menschen und Tieren Reizhusten, Fieber und Atemnot hervorrufen.

Seit 2010 werden im Rahmen der Waldzustandserhebung auch die sogenannten Quarantäneschadorganismen überwacht. Diese Schadorganismen sind auf dem Territorium der Europäischen Union entweder noch nicht vorkommend oder nicht weit verbreitet und unterliegen amtlichen Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen. Sie gelten als Schadorganismen mit potenzieller ökonomischer Bedeutung für das Gebiet der EU. Nach den Vorgaben des Bundes und der EU müssen regelmäßige Kontrollen zum Auftreten von Quarantäneschädlingen im Wald durchgeführt werden. Dies betrifft zurzeit für Thüringen das Auftreten des Asiatischen Laubholzbockkäfers (*Anoplophora glabripennis*), des Chinesischen Laubholzbockkäfers (*Anoplophora chinensis*), des Kiefernholz nematoden (*Bursaphelenchus xylophilus*) und des Asiatischen Eschenprachtkäfers (*Agrilus planipennis*). Zu den zu überwachenden pilzlichen Erregern gehören: Pechkrebs an Kiefer (*Fusarium circinatum*), *Phytophthora ramorum*, *Ceratocystis fagacearum* (Eichenwelke) und *Ceratocystis virescens*. Keines der oben genannten Schadorganismen wurde in den Wäldern Thüringens 2019 vorgefunden bzw. nachgewiesen. Die Gefahr der Einschleppung dieser Schadorganismen ist jedoch nicht zu unterschätzen und wird im Zuge der Globalisierung zunehmen.

4.4. Einfluss von Luftschadstoffen

Luftverunreinigungen entstehen hauptsächlich durch die Freisetzung von Gasen und Stäuben. Neben natürlichen Quellen (z.B. Vulkanausbrüche) sind Luftverunreinigungen heute vor allem auf Emissionen aus Quellen menschlicher Aktivitäten zurückzuführen. Je nach Art, Konzentration und zeitlich-räumlicher Ausbreitung beeinflussen die emittierten Stoffe die natürlichen Abläufe in Waldökosystemen. Sie werden von der Vegetation entweder auf direktem Weg aufgenommen oder gelangen mit dem Niederschlag in gelöster Form auf bzw. in den Waldboden. Im Gegensatz zu witterungsbedingten Schäden sieht man die Auswirkungen zu hoher Luftschadstoffkonzentrationen in der Regel erst nach Jahren oder Jahrzehnten. Deshalb ist es umso wichtiger, potenzielle Risikofaktoren möglichst frühzeitig zu erkennen.

Im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitoring werden an den 14 Wald- und Hauptmessstationen seit mehr als 25 Jahren die Stoffeinträge mit dem Niederschlag gemessen und deren Auswirkungen auf die Prozessabläufe im Wald untersucht. Zusätzlich erfolgen durch das TLUBN an den drei Hauptmessstationen Großer Eisenberg, Possen und Holzland regelmäßige Messungen zur Konzentration von Ozon, Schwefeldioxid und Stickoxiden in der Luft. Nähere Informationen und Messdaten hierzu sind unter <http://www.tlug-jena.de/luftaktuell/index.php> zu finden.

Besonders kritisch sind die seit Jahren zu hohen Stickstoffeinträge. Stickstoff wird in gelöster Form mit dem Niederschlag sowohl in oxidiert Form (Nitrat) als auch in reduzierter Form (Ammonium) eingetragen. Die kritischen Belastungsgrenzen der Waldökosysteme (critical loads) werden nach wie vor überschritten. Vor allem im Thüringer Wald und im Schiefergebirge wird jährlich mehr als 20 kg/ha Stickstoff eingetragen. Das Luxusangebot an Stickstoff wirkt im Zusammenspiel mit den klimatischen Veränderungen wachstums- und blühstimulierend, lässt langfristig jedoch Spätfolgen wie z.B. eine verminderte Stresstoleranz und Instabilität erwarten. Gefährdet sind vor allem Nadelholzbestände, denn sie benötigen und verwerten im Durchschnitt rund 35 % weniger Stickstoff als Laubbaumbestände.

Derzeit birgt vor allem die starke Auflichtung vieler Waldbestände eine große Gefahr. Ein intakter Wald reinigt und filtert sowohl die Umgebungsluft als auch den versickernden Niederschlag. Das setzt jedoch ein geschlossenes Bestandesgefüge und gesunde Bäume voraus. Ist dieses System nachhaltig gestört, kann das langfristig massive Auswirkungen auf die Luftqualität und die Qualität des Trinkwassers haben.

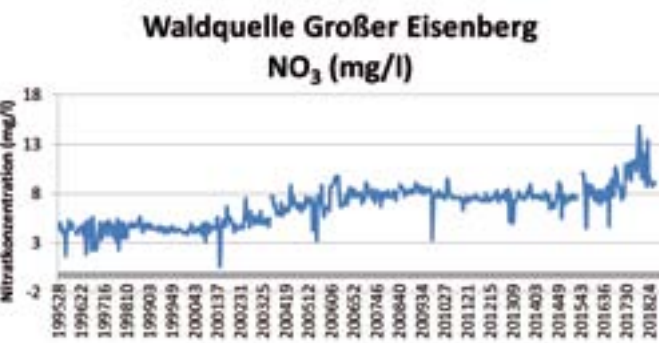


Abb. 71: Nitratkonzentrationen im Quellwasser der HMS Großer Eisenberg

Der Waldboden erwärmt sich in den durch Borkenkäferbefall, Trockenheit oder Sturm aufgelichteten Beständen stärker als normal und der gesamte Stoffumsatz wird stark beschleunigt. Der überschüssige Stickstoff wird mit dem Sickerwasser verstärkt in tiefere Bodenschichten verlagert und gelangt zunehmend in die Quell- und Oberflächengewässer. So liegen die Nitratkonzentrationen an der Waldquelle am Großen Eisenberg

(Abb. 71) derzeit zwar noch weit unter den Grenzwerten der Trinkwasserschutzverordnung (50 mg/l), steigen seit Beginn der Messungen jedoch kontinuierlich an. Das ist ein deutlicher Hinweis auf die jahre- bzw. jahrzehntelang zu hohen Stickstoffeinträge. Bedenklich ist vor allem der starke Anstieg in den letzten drei Jahren.

An Bedeutung könnte zukünftig auch das bodennahe Ozon (O_3) gewinnen. Ozon wird bei Sonnenlicht aus den Vorläufersubstanzen NO_x (Stickoxide) und VOC (volatile organic compounds - flüchtigen organischen Verbindungen) gebildet und gelangt über die Spaltöffnungen in den Stoffkreislauf der Pflanzen. In hohen Konzentrationen und wirkt Ozon als Zellgift und schädigt Pflanzen und Bäume. Bislang waren die im Rahmen des Intensiv-Monitoring an den Wald- und Hauptmessstationen durchgeführten Erhebungen zu sichtbaren Ozonschäden an der Vegetation unauffällig. Da hohe Temperaturen und eine lange Sonnenscheindauer die Bildung von Ozon begünstigen, ist bei fortschreitendem Klimawandel mit Ozonschäden zu rechnen ist.

Die konsequente Umsetzung der gesetzlich vorgeschrieben Maßnahmen zur Senkung des Schwefeldioxidausstoßes hat in den letzten 25 Jahren einen deutlichen Rückgang der SO_2 -Immissionen und der versauernd wirkenden Schwefel-Einträge bewirkt. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen an den Wald- und Hauptmessstationen zeigen einen Anstieg der pH-Werte und der Basensättigung auf nährstoffärmeren Standorten, die Daten zum Status der Waldernährung eine Verbesserung der Kalium-, Kalzium- und Magnesiumversorgung. Durch umfangreiche Bodenschutzkalkungen wurde diese Entwicklung vor allem im Thüringer Wald und im Schiefergebirge, aber auch auf armen Buntsandsteinstandorten flankierend unterstützt.



Bild 34: Bodenschutzkalkung in den Wäldern Thüringens

5. Fazit

Dem Wald in Thüringen geht es derzeit schlechter als in den 1980er und 1990er Jahren des vorigen Jahrhunderts, als Luftschadstoffimmissionen zu einer starken Bodenversauerung und massiven Waldschäden führten. Durch die konsequente Umsetzung der gesetzlich vorgeschriebenen Maßnahmen zur Reduzierung des Ausstoßes von Schwefeldioxid, Stickoxiden und anderen Luftschadstoffen erholten sich die Bäume bis 2002 spürbar und die Schäden gingen deutlich zurück. Seit dem Trockensommer 2003 haben die Vitalitätsverluste wieder zugenommen und die Auswirkungen des Klimawandels werden mit jedem Jahr offensichtlicher.

Die gestiegenen Temperaturen zu Beginn und während der Vegetationszeit sorgen trotz Niederschlag für zunehmende Verdunstungsraten, so dass immer weniger Wasser bis in tiefere Bodenschichten versickert. Die Waldböden werden trockener und die im Winter gespeicherten Wasservorräte sind häufig schon Mitte/Ende Juni aufgebraucht. Der Wald leidet unter Trockenstress und das latente Wasserdefizit ist inzwischen so groß, dass normale Niederschlagsmengen zum vollständigen Ausgleich nicht mehr reichen.

Insofern war es nur eine Frage der Zeit, wann die Toleranzgrenzen erreicht sind. Der Witterungsverlauf 2018/19 mit überdurchschnittlichen monatlichen Temperaturen und Niederschlagsdefiziten von bis zu 85 % war für den Zustand des Waldes ein prägendes Ereignis. Das Ausmaß der Schäden ist enorm, mit großer Sicherheit aber erst der Auftakt dessen, was uns in den nächsten Jahren und Jahrzehnten erwartet.

Die **Fichte** (*Picea abies*) wird dem Klimawandel zukünftig nur noch in den niederschlagsreichen Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge gewachsen sein. Als eine Baumart der borealen Zone machen ihr Hitze- und Trockenperioden stark zu schaffen. Schon seit mehr als 15 Jahren zeigen die jährlichen WZE-Ergebnisse bei der Fichte einen Höhengradienten. Je geringer die Höhenlage (und damit die jährliche Niederschlagsmenge), desto schütterer sind die Baumkronen und desto geringer ist die Vitalität. Die flachwurzelnende Fichte ist vor allem während der Vegetationszeit auf regelmäßige Niederschläge angewiesen. Diese blieben 2018 und teilweise auch in diesem Jahr aus, so dass zahlreiche Bäume vertrockneten und die Abwehrkraft gegenüber dem Borkenkäferbefall rapide sank. Die Borkenkäfer-Kalamität hat sich seit 2018 dramatisch ausgeweitet. Von Januar 2018 bis August 2019 fielen rund 2,2 Mio. fm Schadholz an. Sollte sich bei milden Herbsttemperaturen auch in diesem Jahr wieder eine dritte Borkenkäfer-Generation flächendeckend ausbilden, dann könnte sich die Schadholzmenge in den nächsten Jahren mehr als verdoppeln. Darüber hinaus bieten die stark aufgelichteten Bestände bei Sturmereignissen eine große Angriffsfläche, so dass in der Herbst- und Wintersaison mit vermehrtem Wurf- und Bruchholz zu rechnen ist.

Im systematischen 4x4 km-Rasternetz der Waldzustandserhebung spiegelt sich das Ausmaß der Borkenkäfer-Kalamität nur bedingt wider und die Fichte hat im Baumartenvergleich nach wie vor die geringsten Verluste an Nadel-/Blattmasse. Bezieht man die WZE-Ergebnisse jedoch auf die Waldfläche, dann ergibt sich ein etwas anderes Bild. Auf rund 88.000 ha Waldfläche stocken Fichten mit starken Vitalitätsverlusten (Abb. 4) - das ist trotz des geringeren Schadniveaus ein deutlich höherer Schadflächenanteil als bei allen anderen Baumarten. Die Fichten-Schadfläche ist landesweit verteilt, schwerpunktmäßig betroffen sind Fichtenbestände in Nord- und Westthüringen, im Schiefergebirge und im Vogtland. Bedenklich sind vor allem die gesunkenen Bodenwassergehalte in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes und des Schiefergebirges. Die hier stockenden Fichten sind an eine komfortable Wasserversorgung gewöhnt und büßen zunehmend an Abwehrkraft ein, so dass eine Ausweitung des Borkenkäfer-Befalls auf diese Regionen immer wahrscheinlicher wird.

In den klassischen Buchengebieten in Nord- und Westthüringen war es im Jahresverlauf 2018/19 teilweise noch trockener und wärmer als in anderen Regionen des Landes und der Zustand der **Buche** (*Fagus sylvatica*) hat sich vor allem hier dramatisch verschlechtert. Der Klimawandel stellt für die Buchen einen enormen Belastungsfaktor dar und bislang waren vor allem in den Mastjahren starke Vitalitätsverluste zu verzeichnen. Die seit 2003 immer häufiger und stärker auftretenden Mastjahre stehen im Zusammenhang damit, den Fortbestand der eigenen Art unter allen Umständen zu sichern („Notfruktifikation“). Die hohen Stickstoffeinträge wirken in dieser Situation als zusätzlicher blühstimulierender Reiz und regen die Fruchtbildung an. Die Erholungsphasen zwischen den Masten werden immer kürzer und die Bäume geraten zunehmend in eine Phase der Erschöpfung. Die Wärme und Trockenheit 2018/19 haben die ohnehin schon stark angespannte Situation drastisch verschärft und mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer Schädigung bzw. zum Absterben des empfindlichen Feinwurzelsystems vieler Bäume geführt. Der Anteil toter Buchen war noch niemals so hoch wie in diesem Jahr. Darüber hinaus hat die starke Schwächung der Altbuchen zu einem Sekundärbefall durch bislang unbedeutende forstliche Schaderreger, wie z.B. dem Buchenborkenkäfer geführt. Setzt sich dieser Trend fort, dann könnte der Buchen-Schadholzanfall zukünftig deutlich ansteigen. Noch nicht abschätzbar ist die Entwicklung in den Verjüngungsbeständen. Das Absterben vieler Altbuchen reduziert den Übershirmungsgrad der Naturverjüngung, so dass in den nächsten Jahren mit weiteren Trockenschäden und Ausfällen gerechnet werden muss. Die Buche ist eine Baumart der gemäßigten Zonen. Kurzzeitige Hitze- und Trockenperioden stellen in der Regel kein Problem für sie dar, solange im Boden ausreichend Wasser vorhanden ist. Seit einigen Jahren und insbesondere nach dem Extremjahr 2018 ist das nicht mehr der Fall und es muss in den nächsten Jahren neu überdacht werden, auf welchen Stand-

orten ein Anbau der Buche zukünftig noch sinnvoll erscheint. Schon jetzt wird im Rahmen der Waldumbaumaßnahmen die Buche auch in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge gepflanzt. Bei weiterhin steigenden Temperaturen könnte sie hier auf geeigneten Standorten zukünftig optimale Wuchsbedingungen vorfinden.

Der Zustand und die Vitalität der **Kiefer** (*Pinus sylvestris*) haben sich weiter verschlechtert und fast wieder das Niveau wie zu Beginn der 1990er Jahre erreicht. Die Kiefer gilt als eine relativ anspruchslose Baumart in Bezug auf die Wasser- und Nährstoffversorgung und stockt in Thüringen überwiegend auf nährstoffärmeren Standorten. Als einer Baumart der kühl-feuchteren Lagen machen der Kiefer allerdings fehlende Frosttage im Winter ebenso zu schaffen, wie Hitzeperioden im Sommer. Im Thüringer Holzland, dem Hauptwuchsgebiet der Kiefer in Thüringen, war in den letzten 30 Jahren der stärkste Temperaturanstieg im Januar zu verzeichnen und die Anzahl der winterlichen Frosttage hat um 12 Tage abgenommen. Begünstigt durch steigende Temperaturen und hohe Stickstoffeinträge kommt es genau wie bei der Buche zu einer gesteigerten Blüh- und Fruktifikationsaktivität, die in der Folge zu einem Verlust an Nadelmasse und zu einer Abwehrschwäche gegenüber forstlichen Schaderregern führt. Sowohl die Trockenschäden als auch der Befall durch die Kiefernborkeäfer und den Blauen Kiefernprachtkäfer und das vom Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia pinea*) verursachte Diplodia-Triebsterbens haben in diesem Jahr erheblich zugenommen. Genau wie bei der Buche muss in Anbetracht der aktuellen Entwicklungen die Eignung der Kiefer als bestandesbildende Baumart neu überdacht werden.

Der Zustand der **Eiche** (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) wurde in diesem Jahr sowohl von der Trockenheit als auch vom Fraß des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) geprägt. Viele Eichenbestände wurden komplett kahl gefressen und der Regenerationstrieb war aufgrund der Trockenheit nur sehr spärlich. Es bleibt abzuwarten, ob die kahl gefressenen Eichen im nächsten Jahr wieder vollständig austreiben. Die Eiche kommt aufgrund ihres ausgeprägten Pfahlwurzelsystems mit trockenen Witterungsperioden in der Regel gut zurecht, allerdings muss zumindest in den tieferen Bodenschichten ausreichend Wasser vorhanden sein. Das ist in vielen Regionen nicht mehr der Fall und die seit Jahren dezimierte Blattmasse weist neben anderen Ursachen auch auf einen latenten Wassermangel hin. Vergleichbar starke Absterbeerscheinungen wie bei der Buche sind jedoch deutlich seltener, so dass der Eiche trotz der latenten Vitalitätsverluste ein großes Anpassungspotenzial an die veränderten klimatischen Bedingungen zugeschrieben werden kann.

Bei den sonstigen **Laub- und Nadelbäumen** sind vor allem die Lärche und die Esche hervorzuheben. Der Zustand der Lärche hat sich in diesem Jahr stark verschlechtert. Die Lärche ist eine Baumart der subkontinentalen Gebiete, ihre Verbreitung wird

genau wie bei der Fichte durch die jährlichen Niederschlagsmengen begrenzt. Trockenheit und Hitze verträgt sie nur bedingt, meist sinkt das Abwehrvermögen gegenüber forstlichen Schaderregern recht schnell. Das Wasserdefizit 2018 und die überdurchschnittlichen Temperaturen in diesem Jahr haben den Befall durch den Lärchenborkenkäfer stark begünstigt und der Schadholzanfall war mit mehr als 30.000 fm Lärchenholz (Stand 31.8.2019) so hoch wie noch niemals zuvor. Im Gegensatz dazu hat sich der Zustand der Esche im Vergleich zum Vorjahr leicht verbessert und auch die Symptome des Eschentriebsterbens waren schwächer ausgeprägt als in den vergangenen Jahren. Die Ursachen hierfür sind noch unklar und erfordern weitere Untersuchungen. Sowohl die Esche als auch die Lärche kommen nur selten als Reinbestände vor, sind jedoch häufig in Mischung vorhanden.

Nicht nur der Klimawandel setzt dem Wald zu, auch der hohe Eintrag an Stickstoff ist angesichts der aktuellen Situation noch kritischer zu bewerten als ohnehin schon. Die durch den Baum- und Waldverlust eingeschränkte Wasserschuttfunktion des Waldes begünstigt eine höhere Nitrat-Belastung der Waldquellen und Waldgewässer und führt darüber hinaus zu einer erhöhten Hochwassergefahr. Eine möglichst rasche Wiederbewaldung der entstanden Kahlflächen ist allein unter diesem Aspekt von großer Bedeutung.

6. Ausblick

Noch niemals zuvor waren die Auswirkungen des Klimawandels so deutlich zu spüren wie in den letzten beiden Jahren. Ein unverzügliches Handeln ist dringender denn je.

Angesichts der dramatischen Waldsituation hat die Thüringer Landesregierung im August 2019 den Aktionsplan Wald 2030 ff. beschlossen. Der Aktionsplan Wald 2030 umfasst mittel- und langfristige Maßnahmen für die Bewältigung der Schäden sowie für die klimawandelgerechte Anpassung der Wälder in Thüringen, die über die bisherigen Hilfs- und Anpassungsmaßnahmen hinausgehen. Der komplette „Aktionsplan Wald 2030“ ist auf der Webseite der Thüringer Staatskanzlei veröffentlicht (<https://www.staatskanzlei-thueringen.de/medienservice/medieninformationen/detailseite/145-2019/>). Insgesamt umfasst der Aktionsplan Wald ein finanzielles Volumen in Höhe von 500 Mio. € für die nächsten zehn Jahre.

Hinsichtlich der Finanzierung notwendiger Maßnahmen zur Schadensbewältigung und zur Anpassung unserer Wälder an die Herausforderungen des Klimawandels wurde zudem auf dem Nationalen Waldgipfel in Berlin vom 25. September 2019 seitens der Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft auf die Forderungen der Länder und Verbände reagiert, indem erst einmal 547 Mio. € Finanzhilfen des Bundes in Aussicht gestellt worden sind, die in den kommenden vier Jahren über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) zur Verfügung stehen.

Neben den kurzfristigen Maßnahmen zur Bewältigung der aktuellen Katastrophe haben eine konsequent nachhaltige Waldbewirtschaftung und die Schaffung dauerwaldartiger, klimastabiler Waldbestände jetzt oberste Priorität.

Ein naturnah und nachhaltig bewirtschafteter Wald bietet die beste Risikovorsorge und liefert einen wichtigen Beitrag für den Klimaschutz – sowohl durch die Bindung und Vermeidung von klimaschädlichen Treibhausgasen als auch durch die Holznutzung und -verwendung.

Waldbaulich gilt es deshalb, den eingeschlagenen Weg auf Basis des Thüringer Waldgesetzes fortzusetzen, um im Rahmeneiner naturnah ausgerichteten nachhaltigen Waldbewirtschaftung stufige Mischwälder mit waldbaulich vernünftiger und auch zukünftig standortgerechter Artenvielfalt zu entwickeln.

Hier können wir in Thüringen bereits bemerkenswerte Erfolge vorweisen. So zeigen die Ergebnisse der Bundeswaldinventuren, dass der Anteil der Laubbaumarten und der Mischbestände, die Holzvorräte, diversifizierte Strukturen sowie die Naturnähe in den letzten 25 Jahren in allen Waldbesitzarten deutlich gestiegen sind.

Angesichts der sich rasch ändernden klimatischen Verhältnisse und der Folgen für unsere Ökosysteme muss das Tempo beim Waldumbau allerdings erhöht werden.

Uns allen ist bewusst, dass wir hier vor einer generationsübergreifenden Aufgabe stehen. Unser Fokus liegt je nach Standort und Baumart sowohl auf der natürlichen Verjüngung als auch auf risikostreuenden Baumarten-Mischungen. Wenn der zu verjüngende Ausgangsbestand als nicht ausreichend klimastabil einzustufen ist, müssen nach dem vorhandenen Erkenntnisstand geeignete Baumarten wie z. B. Linde, Ahorn, Birke, Hainbuche und Douglasie gepflanzt und gesät werden.

Viele Baumarten auf kleiner Fläche minimieren das Risiko eines Komplettausfalls und dienen der Walderhaltung auf kritischen Standorten. Die 2011 veröffentlichte „Empfehlung heimischer Baumarten für die Wälder des Freistaates Thüringen auf Grundlage der forstlichen Standortkartierung unter Beachtung des Klimawandels“ wurde in den letzten Jahren durch konkrete Empfehlungen zu den Baumarten Weißtanne, Esche, Hickory, Baumhasel, Wal-, Schwarz- und Hybridnuss ergänzt und findet insbesondere in der jetzigen Situation Anwendung.

Waldbesitzer und -bewirtschafter können auf diese Baumartenempfehlungen zurückgreifen. Diese Empfehlungen sind auf den Klimawandel ausgerichtet, orientieren sich an der Natur und berücksichtigen die Bodennährkraft und den Bodenwasserhaushalt. Durch Versuchsflächen muss der Erkenntniszuwachs hinsichtlich geeigneter Baumarten im Klimawandel gezielt vorangetrieben werden.

Die zukünftigen Wälder werden in Folge dieser Waldumbaumaßnahmen anders aussehen als heute. Sie werden:

- vertikal und horizontal gemischt sein mit vielen Baumarten und -altern/-dimensionen,
- als Risikovorsorge eine Verjüngungsschicht bereithalten (Vorausverjüngung),
- auf örtlich besonders wichtige Waldfunktionen optimiert sein (Trinkwasser, Erholung, Biodiversität, Erosionsschutz, Klimaschutz, usw.),
- weniger langfristig ausgelegt sein (Vorwälder, schwache Dimensionen, kürzere Umtriebszeiten, geringere Baumhöhen bei Sturmgefahr),
- häufiger das Resultat unplanmäßiger Eingriffe wegen Schadereignissen sein,
- dort, wo Wald historisch schon auf Extrem-/Grenz-Standorten stockt, nur mit großer Mühe zu erhalten sein.

Auch nicht-heimische Baumarten (z.B. aus Osteuropa, Mittelmeerraum, Asien oder Nordamerika) werden dabei in Thüringen zukünftig eine Nische finden, z.B.

- beim Ersatz ausfallender Baumarten (Ulme, Esche) - Hickory, echte Nüsse, Tulpenbaum,
- zur Aufrechterhaltung produktiver, qualitativ hochwertiger Wälder – Douglasie, Lebensbaum, Tannenarten, Hemlocktanne, Jap. Lärche, Nüsse, Roteiche, Esskastanie,
- beim Walderhalt auf extremen Standorten – Schwarzkiefer & Co, Zeder, Robinie

Neben den klimabedingten Anpassungen muss auch die Nährstoffsituation der Waldböden im Blick behalten werden. Der Regenerationsprozess des Waldbodens verläuft nach den Einträgen versauernd wirkender Luftschadstoffe in den 1970er bis 1990er Jahren nur sehr langsam. Bodenschutzkalkungen unterstützen auf besonders nährstoffarmen Standorten den Erholungsprozess und tragen auch im Hinblick auf den Klimawandel zu einer Stabilisierung der Bestände bei. In diesem Jahr wurden in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes rund 700 ha Waldfläche gekalkt.

Forstliche Maßnahmen allein reichen jedoch nicht aus, um den Auswirkungen des Klimawandels und der Immissionen entgegen zu wirken. Der nach wie vor zu hohe Stickstoffeintrag macht die weitere Senkung der Stickstoff-Emissionen notwendig. Es ist und bleibt Aufgabe der Politik, die entsprechenden Weichen hierfür zu stellen.

Das Forstliche Umweltmonitoring ist mit der Waldzustandserhebung, der Bodenzustanderhebung und dem Intensiv-Monitoring an den Wald- und Hauptmessstationen ein geeignetes Instrument zur Erfassung der Auswirkungen des Klimawandels und zur Überwachung von umweltpolitischen Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung.



Tabelle 1: Anzahl der WZE-Punkte/WZE-Stichprobenbäume in den Thüringer Forstämtern

Thüringer Forstamt	Anzahl WZE-Punkte	Anzahl Bäume	Anzahl Fichten	Anzahl Kiefern	Anzahl Buchen	Anzahl Eichen	Anzahl sonst. Lbh.	Anzahl sonst. Ndh.
Bad Berka	16	384	109	93	47	21	91	23
Bad Salzungen	10	240	56	39	89	10	32	14
Bleicherode-Südharz	12	288	95		146	8	37	2
Erfurt-Willrode	10	240	44	80	1	29	84	2
Finsterbergen	12	288	217	12	28		6	25
Frauenwald	9	216	192	24				
Gehren	17	408	271	124			4	9
Hainich-Werratal	13	312	18	44	145	49	39	17
Heiligenstadt	11	264	35	35	160	7	22	5
Heldburg	14	336	137	27	49	74	32	17
Jena-Holzland	23	528	123	253	63	24	58	7
Kalten-nordheim	14	336	54	46	160	18	33	25
Leinefelde	12	264	65		118	5	44	32
Marksuhl	13	312	50	93	98	42	18	11
Neuhaus	11	264	258	2	3		1	
Neustadt	12	288	165	80	7	14	21	1
NP Hainich	3	72			36	17	19	
Oberhof	14	336	284	24	20		1	7
Saalfeld-Rudolstadt	19	456	119	242	39	27	27	2
Schleiz	20	480	358	14	33	1	51	23
Schmalkalden	19	456	186	138	63	6	42	21
Schönbrunn	15	360	268	22	49	1	14	6
Sondershausen	13	312		26	169	84	32	1
Sonneberg	13	312	239	50	19	1	2	1
Weida	25	600	208	121	13	62	175	21
Gesamt	350	8352	3551	1589	1555	500	885	272

Tabelle 2: Anzahl der WZE-Punkte/WZE-Stichprobenbäume in den Forstlichen Wuchsgebieten

Forstliches Wuchsgebiet	Anzahl	Fichte		Kiefer		Buche		Eiche		sonst. Lbh.		sonst. Ndh.	
		≤60 Jahre	>60 Jahre	≤60 Jahre	>60 Jahre	≤60 Jahre	>60 Jahre	≤60 Jahre	>60 Jahre	≤60 Jahre	>60 Jahre	≤60 Jahre	>60 Jahre
Harz	168	48	31			24	57		1		5		2
Nordthür. Trias-Hügelland	408			26		63	146	17	78	34	43	1	
Mitteldt. Trias-Berg- und Hügelland	1056	40	100		121		405	49	39		67	30	47
Thüringer Becken	168		24						49	16	78		
Ostthür. Trias-Hügelland	1632	149	268		553	8	120	2	56	55	110	27	10
Sächsisch-Thür. ringsches Löß-Hügelland	120		9					16	8	47	40		
Thüringer Gebirge	2040	608	907	40	85	52	221	4	35	39	31	4	14
Frankenwald, Fichtelgebirge, Steinwald	314	48	240		9	9				8			
Vogtland	865	232	274	20	76	8	32	8	35	108	29	27	16
Südthür.-Oberfränk.- Trias-Hügelland	1295	221	329	40	309	36	176	10	27	35	18	29	65
Rhön	143		8				95				40		
Fränkische Platte	23								3		20		
Fränkischer Keuper	120		24	24	3			14	49		6		
Summe	8352	1346	2205	433	1156	302	1253	120	380	398	487	118	154

Tabelle 3: Waldzustand/Vitalität nach Baumarten

Baumart	Jahr	Prozentuale Anteile nach Stufen					
		0	1	2	3	4	2-4
		gesund	leichter Vitalitätsverlust	mittlerer Vitalitätsverlust	starker Vitalitätsverlust	abgestorben	deutlich geschädigt
Fichte	2009	35	38	26	1	0	27
	2010	40	38	21	1	0	22
	2011	36	40	23	1	0	24
	2012	35	42	22	1	0	23
	2013	37	41	21	1	0	22
	2014	34	42	23	1	0	24
	2015	29	44	26	1	0	27
	2016	28	42	29	1	0	30
	2017	32	40	27	1	0	28
	2018	27	42	30	1	0	31
	2019	23	36	35	4	2	41
Kiefer	2009	5	49	45	1	0	46
	2010	8	48	43	1	0	44
	2011	6	49	44	1	0	45
	2012	7	52	41	0	0	41
	2013	8	50	41	1	0	42
	2014	8	53	38	1	0	39
	2015	9	48	41	2	0	43
	2016	8	44	46	2	0	48
	2017	10	40	49	1	0	50
	2018	11	39	47	3	0	50
	2019	7	31	55	7	0	62
sonstige Nadelbäume	2009	30	33	37	0	0	37
	2010	31	39	30	0	0	30
	2011	23	36	37	4	0	41
	2012	24	46	30	0	0	30
	2013	24	36	40	0	0	40
	2014	25	45	30	0	0	30
	2015	23	48	28	1	0	29
	2016	24	35	40	1	0	41
	2017	22	36	42	0	0	42
	2018	20	37	40	3	0	43
	2019	18	32	44	6	1	50
alle Nadelbäume	2009	26	41	32	1	0	33
	2010	30	41	28	1	0	29
	2011	27	42	30	1	0	31
	2012	26	45	28	1	0	29
	2013	28	43	28	1	0	29
	2014	26	46	28	0	0	28
	2015	23	46	30	1	0	31
	2016	23	42	34	1	0	35
	2017	25	40	34	1	0	35
	2018	22	41	35	2	0	37
	2019	18	34	42	5	2	48

Buche	2009	15	44	40	1	0	41
	2010	14	49	36	1	0	37
	2011	9	39	51	1	0	52
	2012	12	48	39	1	0	40
	2013	20	48	31	1	0	32
	2014	11	41	47	1	0	48
	2015	16	56	26	2	0	28
	2016	12	45	41	2	0	43
	2017	17	50	32	1	0	33
	2018	15	45	38	2	0	40
Eiche	2019	4	35	53	8	1	62
	2009	15	28	54	3	0	57
	2010	14	30	53	3	0	56
	2011	13	36	49	2	0	51
	2012	9	36	52	3	0	55
	2013	11	43	44	2	0	46
	2014	14	46	38	2	0	40
	2015	7	48	40	5	0	45
	2016	7	49	39	5	0	44
	2017	2	36	58	4	0	62
sonstige Laubbäume	2018	5	26	63	6	0	69
	2019	7	17	65	11	0	76
	2009	24	47	27	2	0	29
	2010	27	45	27	1	0	28
	2011	27	40	32	1	0	33
	2012	26	45	28	1	0	29
	2013	29	42	28	1	0	29
	2014	28	40	31	1	0	32
	2015	26	45	27	2	0	29
	2016	23	42	33	2	0	35
alle Laubbäume	2017	24	38	37	1	0	38
	2018	17	32	43	8	0	51
	2019	16	29	47	8	1	56
	2009	18	42	38	2	0	40
	2010	18	44	36	2	0	38
	2011	15	39	45	1	0	46
	2012	16	45	37	2	0	39
	2013	22	45	32	1	0	33
	2014	17	42	40	1	0	41
	2015	18	51	28	3	0	31
alle Baumarten	2016	15	45	38	2	0	40
	2017	17	44	37	2	0	39
	2018	14	38	44	4	0	48
	2019	8	30	53	8	1	62
	2009	23	42	34	1	0	35
	2010	26	42	31	1	0	32
	2011	23	41	35	1	0	36
	2012	23	45	31	1	0	32
	2013	26	44	29	1	0	30
	2014	23	44	32	1	0	33

Tabelle 4: Mittlere Kronenverlichtung in den größeren Forstlichen Wuchsgebieten

	Harz	Nord-thüringisches Trias- Hügelland	Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	Thüringer Becken	Ost-thüringisches Trias-Hügelland	Thüringer Gebirge	Vogtland	Süd-thüringisches Trias- Hügelland
1991	16,4	32,1	31,3	25,3	31,3	27,8	22,5	24,9
1992	23,1	31,6	30,5	28,7	31,2	30,4	26,1	27,7
1993	17,8	29,5	30,5	30,0	26,7	27,0	26,9	27,1
1994	15,2	29,5	27,1	30,9	25,1	24,9	24,8	24,1
1995	16,8	31,3	24,5	29,6	25,7	22,3	23,5	22,7
1996	26,7	28,3	28,2	22,5	28,6	18,2	25,6	18,3
1997	13,5	25,6	24,9	28,6	25,9	23,3	22,3	22,7
1998	16,8	26,7	20,8	19,9	23,2	20,9	21,0	21,2
1999	16,5	25,8	21,8	23,3	22,0	20,4	18,4	20,3
2000	17,1	23,7	21,5	24,6	22,6	20,0	16,2	18,8
2001	16,3	26,9	21,6	23,7	22,3	20,4	18,2	19,4
2002	17,0	25,7	20,0	21,0	22,3	18,4	18,3	18,8
2003	16,5	25,3	19,2	23,6	22,4	21,2	18,1	21,3
2004	15,8	26,0	21,6	25,9	25,5	21,6	20,7	22,6
2005	16,6	27,5	22,9	24,6	24,7	21,6	20,2	23,2
2006	16,3	29,8	23,4	26,1	25,3	20,8	20,5	23,3
2007	20,0	28,1	23,9	28,8	25,1	22,2	17,7	23,2
2008	15,0	25,3	22,7	27,7	27,4	21,3	19,7	23,0
2009	22,7	28,3	23,5	28,7	28,7	20,3	20,0	21,0
2010	19,2	27,3	22,4	26,0	26,8	19,3	16,8	20,3
2011	24,9	28,2	25,1	34,1	27,0	21,4	17,2	22,3
2012	22,7	30,6	24,3	33,4	24,7	20,8	17,3	21,6
2013	19,0	25,4	22,4	31,4	26,4	19,5	17,2	20,2
2014	22,5	27,0	25,3	31,6	24,1	20,7	16,6	23,1
2015	18,4	23,9	23,9	34,8	24,8	21,5	18,2	22,9
2016	18,5	26,8	26,7	32,7	27,7	22,1	20,4	22,7
2017	15,1	27,8	24,2	33,9	28,2	21,4	18,9	22,5
2018	15,2	29,1	28,7	35,2	30,4	21,2	22,6	23,0
2019	46,4	48,0	32,0	42,4	31,9	25,9	23,0	29,7

- Kapitel 1:** Ines Chmara (FFK Gotha)
- Kapitel 2:** Ines Chmara (FFK Gotha), Sven Merten (FFK Gotha)
- Kapitel 3:** Sergej Chmara (FFK Gotha), Dr. Sören Hese (FSU Jena), Herbert Sagischewski (FFK Gotha), Ines Chmara (FFK Gotha)
- Kapitel 4.1:** Tobias Neumann (TLUBN Jena), Ines Chmara (FFK Gotha)
- Kapitel 4.2:** Ines Chmara (FFK Gotha)
- Kapitel 4.3:** Anett Wenzel (FFK Gotha), Mathias Stürtz (FFK Gotha), Ines Chmara (FFK Gotha)
- Kapitel 4.4:** Ines Chmara (FFK Gotha)
- Kapitel 5:** Ines Chmara (FFK Gotha)
- Kapitel 6:** Frank Robisch (TMIL), Ines Chmara (FFK Gotha), Dr. Nico Frischbier (FFK Gotha)

Impressum

Herausgeber:

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

Redaktion:

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

Fotos:

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

Gestaltung und Satz:

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

Druck:

ReproPartner Erfurt GmbH & Co. KG

Stand: Januar 2020

**THÜRINGEN
ENTWICKELN
ZUKUNFT
GESTALTEN**

WWW.TMIL.INFO

