

Waldzustandsbericht 2018

Forstliches Umweltmonitoring in Thüringen



Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

der Klimawandel schreitet schneller voran, als noch vor 20 Jahren angenommen, das hat dieser Sommer deutlich gemacht. Überdurchschnittliche Temperaturen und eine extreme Trockenheit haben den Thüringer Wäldern sichtbar zugesetzt. Viele Bäume weisen starke Dürreschäden auf und haben schon im Juli ihr Laub oder ihre Nadeln abgeworfen.

Rund 41 Prozent der Waldbäume hatten in diesem Jahr deutliche Vitalitätsverluste. Das ist im Vergleich zum Vorjahr ein Anstieg um 5 Prozent. Nur noch 19 Prozent der Bäume konnten als gesund eingestuft werden, das ist der geringste Anteil seit 1993. Die Ergebnisse der im Juli durchgeführten Waldzustandserhebung spiegeln dabei noch nicht einmal das gesamte Ausmaß der Schäden wider. So nahm ab August der Borkenkäferbefall bei der Fichte drastisch zu. Es steht zu befürchten, dass die Fichte vielerorts aus den Waldbeständen verschwinden wird.

Diese Entwicklung ist dramatisch und zeigt erneut den dringenden Handlungsbedarf bei der Umsetzung forst-, umwelt- und klimapolitischer Ziele. Mit dem Klimawandel verändern sich zunehmend die Lebensbedingungen für unsere heimischen Baumarten. Der Wald ist ein wichtiger Kohlendioxid-Speicher. So sind in den Wäldern Thüringens rund 435 Millionen Tonnen klimaschädliches Kohlendioxid langfristig in den Bäumen, im Totholz und im Waldboden fixiert. Jedes Jahr werden über die Fotosyntheseleistung der Wälder im Durchschnitt 13 Tonnen Kohlendioxid pro Hektar aus der Luft zum Aufbau insbesondere der Holzmasse gebunden.

Der Wald steht darum zu Recht im Blickpunkt öffentlicher Interessen. Ein gesunder, stabiler und artenreicher Wald ist ein wichtiger Beitrag für eine intakte Umwelt. Deshalb ist es zwingend notwendig, den Zustand des Waldes vor dem Hintergrund sich verändernder Rahmenbedingungen und im Hinblick auf seine vielfältigen Funktionen als Rohstoff- bzw. Nahrungsgüterlieferant, als Klimaschutz Helfer und als Erholungs- bzw. Regenerationsort regelmäßig zu begutachten. Die nachhaltige, naturnah ausgerichtete Waldbewirtschaftung zeigt bemerkenswerte Erfolge bei der Anpassung unserer Wälder an die zunehmenden Herausforderungen. Hier ist Thüringen auf einem guten Weg. Dies ist vor allem ein Ergebnis der hervorragenden Arbeit aller Verantwortlichen im Forstbereich. Allen Beteiligten sei an dieser Stelle für ihre engagierte und zuverlässige Arbeit recht herzlich gedankt!

Die Landesregierung wird sich weiterhin mit aller Kraft dafür einsetzen, dass die beschlossenen Maßnahmen zur Erreichung von Klimazielen in Thüringen zügig umgesetzt und forstliche Strategien zum Umgang mit dem Klimawandel entwickelt und weitergeführt werden, damit auch künftige Generationen von den Vielfachfunktionen unserer Wälder profitieren können.

A handwritten signature in blue ink that reads "Birgit Keller". The signature is fluid and cursive, with the first name "Birgit" and the last name "Keller" clearly distinguishable.

Birgit Keller

Ministerin für Infrastruktur und Landwirtschaft

Inhalt

Waldzustand 2018 im Überblick	3
1. Rahmenbedingungen	6
2. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2018	16
3. Langzeitbeobachtungen/Monitoring	28
4. Resümee	32
5. Ausblick	34
Anhang - Bewertung des Waldzustandes nach Baumarten	36

Waldzustand 2018 im Überblick

Der Zustand des Waldes hat sich signifikant verschlechtert. Der Anteil gesunder Bäume ist im Vergleich zum Vorjahr um 3 % gesunken und liegt mit 19 % auf dem niedrigsten Stand seit 1993. Leichte Vitalitätsverluste weisen 40 % der Bäume auf und 41 % sind in ihrer Vitalität stark gemindert. Das ist der höchste Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsdefiziten seit 1994 und bedeutet im Vergleich zum Vorjahr ein Anstieg um 5 %.

gesamt	gesunde Bäume	Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten	Bäume mit starken Vitalitätsverlusten
Anteil	19 %	40 %	41 %
Änderung zum Vorjahr	-3 %	-2 %	+5 %

Die Ergebnisse der im Juli 2018 durchgeführten Waldzustandserhebung widerspiegeln die ersten Auswirkungen der extremen Trockenheit und Wärme sehr deutlich, zeigen aber mit großer Wahrscheinlichkeit noch nicht das gesamte Ausmaß der Schäden.

Der Zustand der **Fichte** hat sich überdurchschnittlich verschlechtert, der Anteil gesunder, vitaler Bäume ist um 5 % gesunken und liegt mit 27 % auf dem niedrigsten Stand seit 1994.



Fichte	gesunde Bäume	Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten	Bäume mit starken Vitalitätsverlusten
Anteil	27 %	42 %	31 %
Änderung zum Vorjahr	-5 %	-2 %	+3 %

Der Zustand der **Kiefer** hat sich im Vergleich zum Vorjahr zwar kaum verändert, angesichts des bereits hohen Schadensniveaus ist dieses positive Ergebnis aber zu relativieren. Rund 50 % der Bäume weisen nach wie vor einen starken Vitalitätsverlust auf.



Kiefer	gesunde Bäume	Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten	Bäume mit starken Vitalitätsverlusten
Anteil	11 %	39 %	50 %
Änderung zum Vorjahr	+1 %	-1 %	+/-0 %

Der Zustand der **Buche** hat sich markant verschlechtert, der Anteil an Buchen mit starken Vitalitätsverlusten nahm um 8 % zu.



Buche	gesunde Bäume	Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten	Bäume mit starken Vitalitätsverlusten
Anteil	15 %	44 %	41 %
Änderung zum Vorjahr	-2 %	-6 %	+8 %

Der Zustand der **Eiche** hat sich trotz einer Zunahme des Anteils gesunder Bäume insgesamt verschlechtert, rund 68 % aller Eichen weisen starke Vitalitätsverluste auf, das ist der höchste Anteil seit 1994.



Eiche	gesunde Bäume	Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten	Bäume mit starken Vitalitätsverlusten
Anteil	6 %	26 %	68 %
Änderung zum Vorjahr	+4 %	-9 %	+6 %



Der Zustand **sonstiger Laubbäume** (Esche, Ahorn, Linde u. a.) hat sich deutlich verschlechtert, 50 % der Bäume sind ihrer Vitalität stark beeinträchtigt. Das ist der höchste Wert seit 1993.

sonst. Laubbäume	gesunde Bäume	Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten	Bäume mit starken Vitalitätsverlusten
Anteil	17 %	33 %	50 %
Änderung zum Vorjahr	-7 %	-5 %	+11 %



Der Zustand **sonstiger Nadelbäume** (Lärche, Douglasie u. a.) hat sich leicht verschlechtert, 43 % der Bäume weisen starke Vitalitätsverluste auf, das ist der höchste Wert seit 1998.

sonst. Nadelbäume	gesunde Bäume	Bäume mit leichten Vitalitätsverlusten	Bäume mit starken Vitalitätsverlusten
Anteil	20 %	37 %	43 %
Änderung zum Vorjahr	-2 %	+1 %	+1 %

1. Rahmenbedingungen

Während Klima und Boden das Vorhandensein, die Verbreitung und die Wachstumsleistung von Bäumen bestimmen, wird ihre Vitalität und Anpassungsfähigkeit von zahlreichen weiteren, zum Teil wechselnden und sich gegenseitig bedingenden Faktoren beeinflusst. In diesem Jahr war zweifelsohne die außergewöhnliche Trockenheit, die im Kontext des fortschreitenden Klimawandels gesehen werden kann, ein prägender Faktor für den Zustand des Waldes.

1.1. Klima und Witterung

Nach ergiebigen Niederschlägen im Sommer und Herbst 2017 (Tab. 2) hatte sich die bis dahin recht kritische Bodenwassersituation etwas entspannt und die Bodenwassergehalte waren zumindest im Oberboden leicht angestiegen (Abb. 4 bis 9). Der Blattfall im Herbst 2017 begann jahreszeittypisch in der ersten Oktoberdekade, die Herbstschütte bei der Kiefer (Verfärbung/Abstoßen des letzten Nadeljahrgangs) erreichte Ende Oktober ihren Höhepunkt und war erneut sehr stark ausgeprägt.



Bild 1: Schäden nach dem Wintersturm „Friederike“ im Leinawald bei Altenburg

Anfang und Ende Oktober 2017 fegten die Herbststürme „Xavier“ und „Herwart“ mit Windgeschwindigkeiten bis zu 119 km/h auch über Thüringen hinweg. Zahlreiche Laubbäume standen bis Mitte Oktober noch in Belaubung und boten eine große Angriffsfläche. Mit rund 92.000 fm Wurf- und Bruchholz kam Thüringen allerdings vergleichsweise glimpflich davon. Wintersturm „Friederike“ am 18. Januar 2018 und

die für mitteleuropäische Verhältnisse eher untypischen, dafür aber extrem starken Fallwinde am Südwest-Abfall des Thüringer Waldes am 17./18. März 2018 brachten dann landesweit rund 400 ha Kahlfelder und sehr viele Einzelbrüche (Bild 1). Rund 85 % des gesamten Wurf- und Bruchholzes waren Fichten, deren Aufarbeitung bis zum Beginn der Borkenkäfersaison nicht vollständig abgeschlossen werden konnte.

DWD-Station/ Jahr	Artern	Erfurt- Bindersleben	Gera-Leum- nitz	Leinefelde	Meiningen	Neuhaus	Thüringen gesamt
Jun 17	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,1	2,1
Jul 17	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,2	0,5
Aug 17	0,3	0,5	0,8	0,4	0,6	0,4	0,6
Sep 17	-0,6	-0,9	-0,8	-0,6	-1,1	-1,1	-0,8
Okt 17	2,3	2,3	2,3	2,4	2,2	1,7	2,2
Nov 17	1	1	1	1	0,7	0,1	0,9
Dez 17	2,4	2,2	2	2,1	1,7	0,8	1,9
Jan 18	3,6	3,8	3,8	3,3	4,1	2,9	3,7
Feb 18	-2,7	-3	-3,1	-2,7	-3,1	-4,5	-3,2
Mrz 18	-2,2	-2,1	-2,2	-1,9	-1,7	-2,3	-2,1
Apr 18	4,3	4,7	4,6	4,7	5	5	4,6
Mai 18	3,2	2,8	3,2	3,4	3,3	3,1	2,8
Jun 18	2,9	2,2	2,3	2,4	2,3	1,8	2,2
Jul 18	3,3	2,9	2,7	3,3	3,1	2,9	2,6

Tab. 1: Temperaturabweichung (°C) vom langjährigen Mittel der DWD-Referenzperiode 1981-2010 (gelb – erheblich zu warm, blau – erheblich zu kalt)

Der Januar 2018 war teilweise extrem nass, an einigen forstlichen Messstationen wurden die bislang höchsten Januar-Niederschläge seit Messbeginn verzeichnet. Aufgrund der überdurchschnittlichen Temperaturen fiel der meiste Niederschlag als Regen und der Oberboden wurde stark durchfeuchtet, was hinsichtlich des Bodenwasserhaushaltes zwar positiv war, allerdings erhebliche Probleme bei der Holzernte verursachte. Lediglich in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes schneite es häufiger, an der 900 m hoch gelegenen Hauptmessstation Großer Eisenberg lag Ende Januar rund 90 cm Schnee.

Im Februar und März war es dann außergewöhnlich kalt (Tab. 1). Im Februar fielen die wenigen Niederschläge zumeist als Schnee, bis Anfang März lag fast im gesamten Land eine geschlossene Schneedecke. Danach wechselten sich Regen und Schnee ab. Mitte März fiel vor allem nördlich des Thüringer Waldes noch einmal viel Schnee. An den Wald- und Hauptmessstationen waren Schneehöhen zwischen 10 und 20 cm zu verzeichnen. Der Schnee taut bei steigenden Temperaturen sehr schnell und die Wassergehalte im Boden stiegen teilweise deutlich an. Bis Ende März ließ die gesamte Boden-

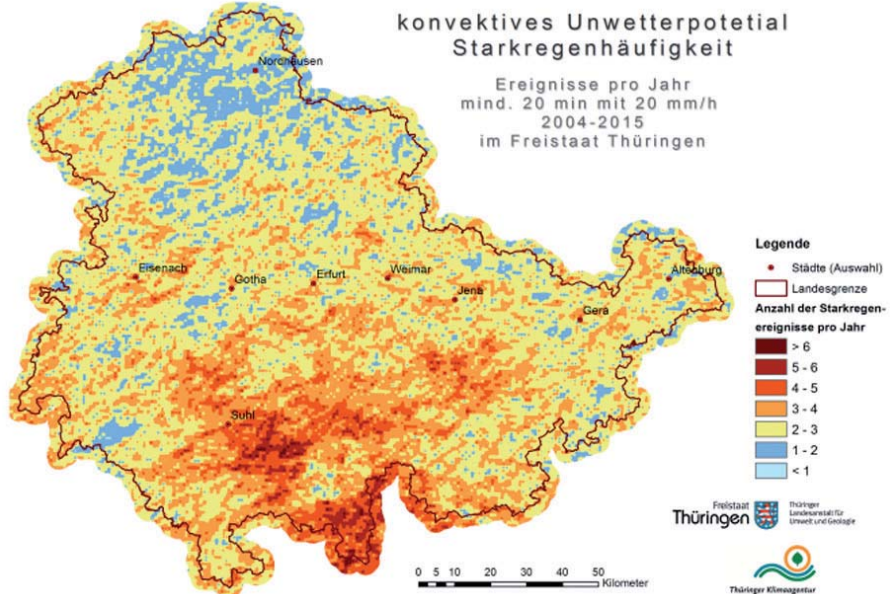


Abb. 1: Gebiete mit Gefährdung durch Starkniederschläge Quelle: TLUG, Ref. Klimaagentur

wassersituation noch auf einen guten Start in die Vegetationsperiode 2018 hoffen.

Die Vegetationsentwicklung setzte in der letzten Märzdekade fast explosionsartig ein, viele Bäume trieben rund zwei bis drei Wochen früher aus als in den vergangenen Jahren. Bei der Buche begann der Blattaustrieb in den unteren Lagen bereits um den 10. April, in mittleren und höheren Lagen um den

20. April. Die Eiche trieb Mitte April aus, Fichte und Kiefer Anfang Mai. Im Gegensatz zu 2017 gab es keine nennenswerten Schäden durch Spätfröste (2017: starke Spätfrostschäden an Eiche).

Ab April wurde es dann im gesamten Land überdurchschnittlich warm und trocken. Der hohe Wasserbedarf der Bäume nach dem Austrieb, gepaart mit einer teilweise extrem starken Blüte führte in diesem Jahr schon außergewöhnlich früh und in der

DWD-Station/ Jahr	Artern	Erfurt-Binderleben	Gera-Leumnitz	Leinefelde	Meiningen	Neuhaus	Thüringen gesamt
Jun 17	100	100	68	84	75	64	113
Jul 17	264	199	113	329	197	168	203
Aug 17	103	152	127	131	151	117	134
Sep 17	82	47	65	90	83	98	77
Okt 17	122	134	164	137	86	117	139
Nov 17	98	83	125	96	120	115	110
Dez 17	77	54	56	78	115	105	90
Jan 18	146	158	116	157	165	159	148
Feb 18	15	16	8	17	28	21	18
Mrz 18	117	110	112	75	107	73	95
Apr 18	60	73	53	82	75	52	67
Mai 18	19	81	51	47	95	106	85
Jun 18	7	9	26	33	146	25	32
Jul 18	15	35	66	46	66	65	47

Tab. 2: Abweichung Niederschlagsmengen (%) vom langjährigen der Mittel der DWD-Referenzperiode 1981-2010 (gelb – erheblich zu trocken, blau – sehr nass)

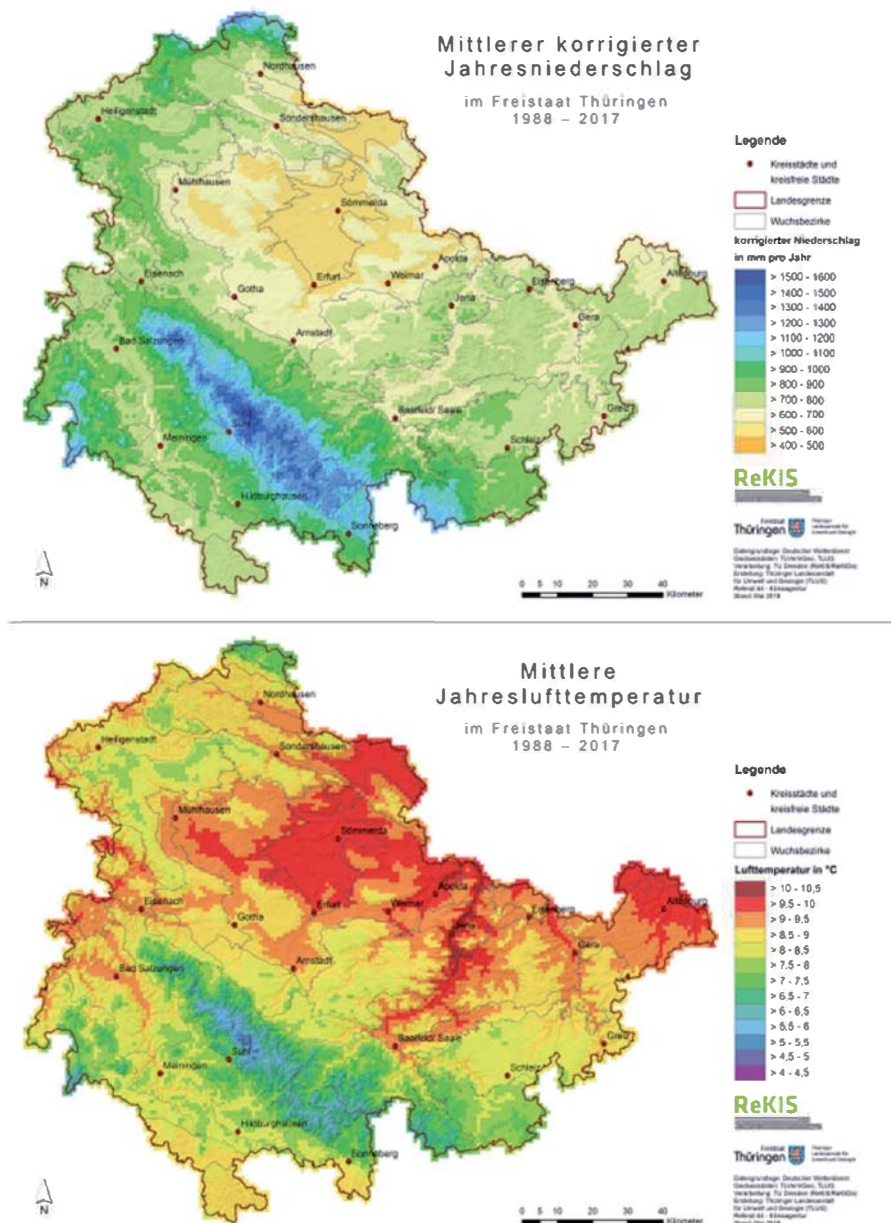


Abb. 2 und 3: mittlere Jahresniederschläge und Jahresmitteltemperaturen in Thüringen
Quelle: TLUG, Ref. Klimaagentur



Folge sehr stark zu einem Absinken der Bodenwassergehalte (Abb. 4 bis 9). Anfangs konnten die Bäume noch von den gespeicherten Winterniederschlägen oder von regionalen Starkregenereignissen im Mai/Juni zehren, ab Mitte Juli fehlte dann aber fast überall der dringend benötigte Niederschlags-Nachschub und die Bodentrockenheit nahm in vielen Regionen katastrophale Ausmaße an (Bild 2 und 3).

Lediglich in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge und in den von Unwettern betroffenen Gebieten regnete es zeitweise etwas ergiebiger, hier war die Wasserversorgung für die Bäume entspannter. Sommerliche Unwetter mit Starkregen und Hagel treten in Thüringen besonders häufig in den in Abbildung 1 orange-rot markierten Gebieten auf. Der Waldboden vermag den Starkniederschlag allerdings häufig nicht aufzunehmen, sodass ein Großteil oberflächlich abfließt und dem Wald nicht zur Verfügung steht.

Die Tabellen 1 und 2 (Quelle: TLUG, Ref. Klimaagentur) zeigen die von Juni 2017 bis Juli 2018 gemessenen Temperatur- und Niederschlagsabweichungen im Vergleich zur DWD-Referenzperiode 1981-2010. Nach den Trockenperioden der letzten Jahre hat sich vor allem im Thüringer Becken die Situation immer weiter zugespitzt und in diesem Jahr eine neue Dimension erreicht. Das Thüringer Becken gehört neben der Unstrut-Hemel-Niederung, der Orlasenke, dem Werra- und Saaletal und dem Altenburger Land zu den wärmsten und trockensten Gebieten Deutschlands (Abb. 2 und 3).

Seit 1961 sind die Temperaturen im Thüringer Becken bei in etwa gleichbleibenden Jahresniederschlägen um 1,2 °C angestiegen. Aufgrund der steigenden Temperaturen reichen auch ergiebige Winterniederschläge nicht mehr aus, um den Bodenwasserspeicher des Hauptwurzelsraumes bis zum Beginn der Vegetationsperiode aufzufüllen. An der Waldmessstation Steiger im Thüringer Becken liegt der

Bild 2 und 3: Bodentrockenheit/Trockenschäden im Juli bei Heldrungen

durchschnittliche Freiland-Niederschlag bei 568 mm pro Jahr, davon kommen rund 448 mm tatsächlich auf dem Waldboden an. Der Rest verdunstet oder wird von den Blättern/Nadeln absorbiert. Der Wassergehalt im Boden geht hier seit Jahren kontinuierlich zurück und hat in diesem Jahr ein Rekordminimum erreicht (Abb. 4 und 5). Die Bäume können immer weniger auf gespeicherte Wasservorräte zurückgreifen und sind vor allem während der Vegetationszeit auf langanhaltenden, ergiebigen Regen angewiesen. Bleibt dieser immer öfter aus, dann hat das langfristig weitreichende Folgen für die im Thüringer Becken stockenden Waldbestände. Die Reaktionen der Bäume auf den Wassermangel reichen von einer verminderten Knospen- und Blattbildung und einem frühzeitigen Blattabwurf bis hin zu Schädigungen des Feinwurzelsystems

und partiellen oder vollständigen Welke- und Absterbeerscheinungen.

Im Bereich der Hainleite hat sich die Situation nach einer kurzen Phase der Entspannung ebenfalls wieder verschärft. Die Bodenwassergehalte sind vor allem im oberen Mineralboden (35 cm Tiefe) weit unter das Niveau des Extremsommers 2003 gesunken (Abb. 6). Damals war der Bodenwasserspeicher durch die Winterniederschläge sehr gut gefüllt und die heiß-trockene Witterungsphase begann erst deutlich später als in diesem Jahr. Seit 1961 hat die Jahresmitteltemperatur im Bereich der Hainleite um 1,1 °C zugenommen, das führt bei den in etwa gleichbleibenden Niederschlägen vor allem während der Vegetationszeit zu einer steigenden Verdunstungsrate. Der Waldboden wird trockener und benötigt auch hier

zunehmend mehr Niederschlag, um das Wasserdefizit auszugleichen und eine ausreichende Wasserversorgung der Waldbestände zu gewährleisten.

Im Thüringer Holzland sorgten die zahlreichen Unwetter im Mai ebenfalls nur kurzzeitig für eine Entspannung der Situation. Die nachfolgende Trockenheit und Wärme ließen die Bodenwassergehalte vor allem im Oberboden rasch wieder absinken.

Aufgrund der extremen Trockenheit waren in vielen Gebieten schon Ende Juni/Anfang Juli erste Schäden an Bäumen und Sträuchern sichtbar (Bilder 4 bis 6), dramatisch wurde es dann jedoch ab Ende Juli. Um (über-)lebensnotwendige Prozesse aufrechtzuerhalten, warfen zahlreiche Laubbäume ihr Laub ab und standen schon Mitte August völlig kahl. Bei den

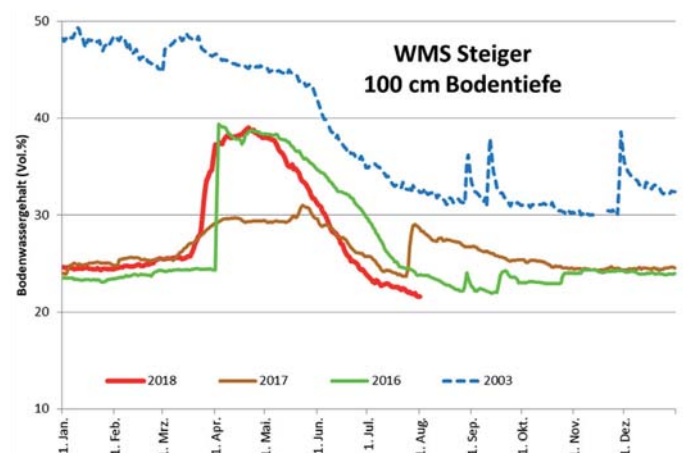
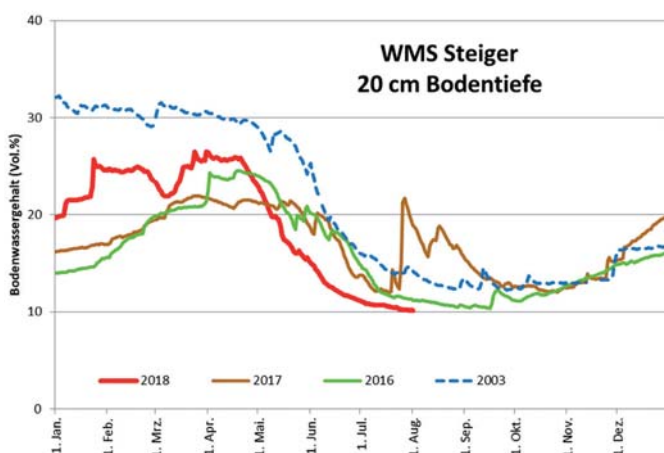


Abb. 4 und 5: Bodenwassergehalte in 20 cm und 100 cm Bodentiefe an der WMS Steiger (Thüringer Becken)

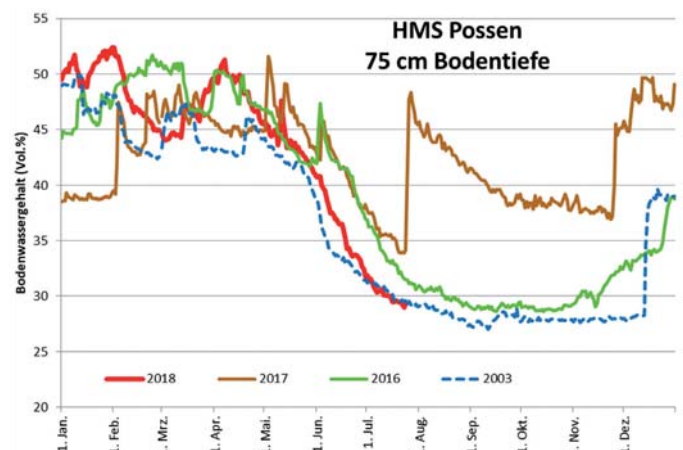
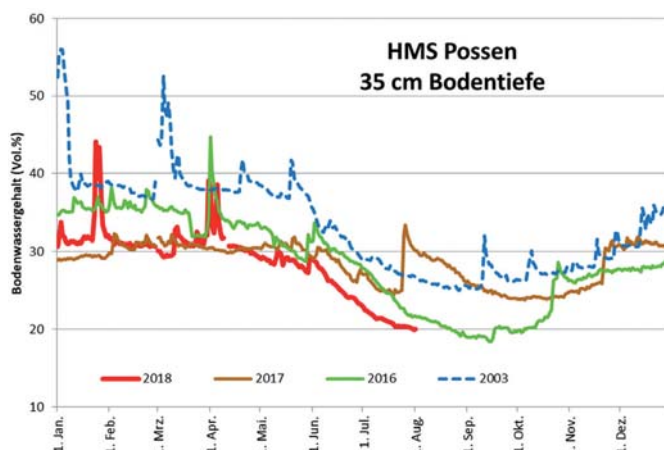


Abb. 6 und 7: Bodenwassergehalte in 35 cm und 75 cm Bodentiefe an der HMS Possen (Hainleite)

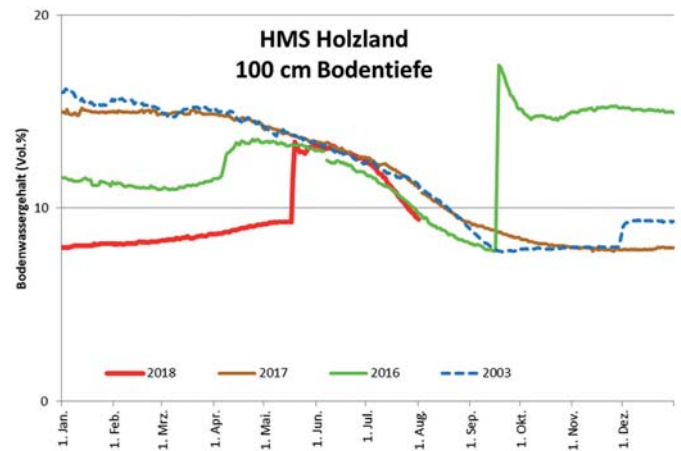
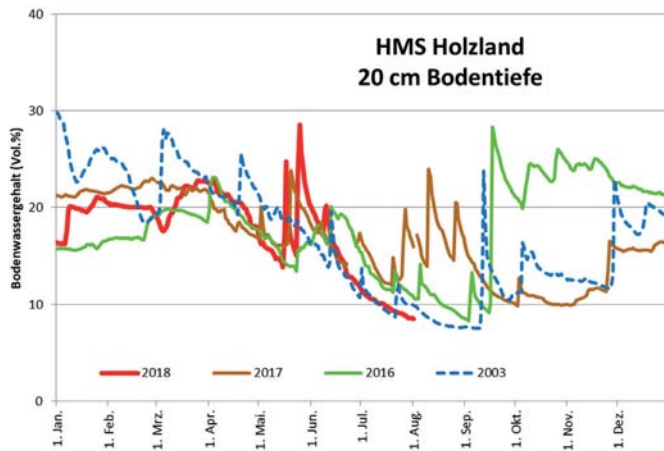


Abb. 8 und 9: Bodenwassergehalte in 20 cm und 100 cm Bodentiefe an der HMS Holzland (Thüringer Holzland)

Nadelbäumen setzte Anfang Juli ein sichtbares Verfärben der älteren Nadeljahrgänge (Trockenschütte) ein, die Nadeln fielen darauffolgend ab. Bei jüngeren Nadelbäumen machte sich der akute Wassermangel durch herabhängende Triebe bemerkbar (Bilder 7 bis 9). Früchte und Samen vertrockneten teilweise an den Bäumen, sodass trotz der starken Blüte und Fruchtbildung mit einer verminderten Keimfähigkeit gerechnet werden muss. Vor allem Eicheln, Bucheckern und Bergahorn-Samen haben sehr empfindlich auf den Wassermangel reagiert, sie fielen

entweder noch vor der Reife ab oder sind nicht mehr keimfähig. Landesweit herrschte vor allem im April und ab Mitte Juni eine hohe Waldbrandgefahr. Es gab es bis Ende August nur zwei Tage mit der niedrigsten Waldbrandwarnstufe 1 (2017: 9 Tage). Das ist die geringste Anzahl seit Berechnung der Waldbrandgefahrenstufen nach dem Waldbrandgefahrenindex des DWD im Jahr 2013. Bei insgesamt 36 Waldbränden (2017: 13 Brände) brannten 8,89 ha Wald ab (2017: 0,89 ha).



Bild 4 bis 6: Wassermangel bei Buche und Birke

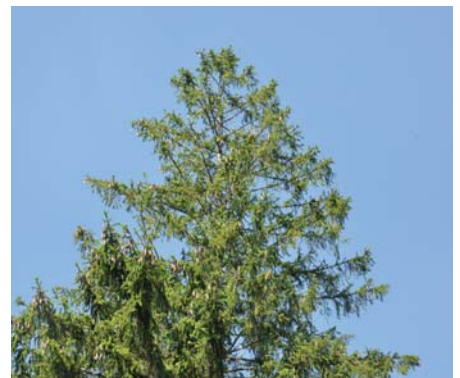


Bild 7 bis 9: Wassermangel bei Fichte

1.2 Forstliche Schadorganismen

Holz- und rindenbrütende Käfer, blatt- und nadelfressende Insekten sowie wurzel-, nadel- und blätterbesiedelnde Pilze sind meist auf natürliche Weise mit den heimischen Baumarten vergesellschaftet, entwickeln aber unter bestimmten Bedingungen ein hohes Schadpotenzial. Die Stürme und der außergewöhnliche Witterungsverlauf haben in diesem Jahr das Auftreten und die Vermehrung forstlicher Schadorganismen stark gefördert.

1.2.1 Fichten-Schädlinge

Die für die Fichte mit Abstand gefährlichsten Insekten sind der Große Buchdrucker (*Ips typographus*) und der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*). Beide Borkenkäfer-Arten profitierten sowohl vom Wintersturm „Friederike“ als auch von der anhaltenden Trockenheit und Wärme. Aufgrund der überdurchschnittlichen Temperaturen begann der Schwarmflug der aus 2017 überwinterten Käfer bereits in der ersten Aprilhälfte und damit rund drei bis vier Wochen früher als in anderen Jahren. Das noch nicht aufgearbeitete Wurf- und Bruchholz bot beste Brutbedingungen, sodass beim Großen Buchdrucker (*Ips typographus*) die erste Käfergeneration schon Ende Mai/Anfang Juni fertig entwickelt war. Die ausfliegenden Jungkäfer besiedelten umgehend noch liegendes Holz, aber auch viele stehende Fichten, die aufgrund der fehlenden Niederschläge und der starken Blüte in ihrem natürlichen Abwehrvermögen geschwächt waren (Bild 10). Die ersten erkennbaren Schadsymptome in Form von Kronenverfärbungen und Rindenabfall zeichneten sich im Juni/Juli ab.

Nach dem Ausflug der zweiten Käfergeneration Mitte/Ende Juli und der Besiedelung stehender Fichten erfolgte fast flächendeckend die Anlage einer dritten Buchdrucker-Generation. Die trocken-warme Witterung bot ausgezeichnete Entwicklungsbedingungen, die durch den Reifungsfraß der Larven aus der zweiten und dritten Generation verursachten Schäden stiegen ab Anfang August rapide an (Abb. 10 und Abb. 11). Das bis Ende September angefallene Schadholz übertraf die im Extremsommer 2003 angefallene Menge um das Doppelte.

Mit den weiter steigenden Temperaturen infolge des Klimawandels wird die Vollendung einer dritten Buchdruckergeneration höchstwahrscheinlich immer mehr zur Normalität. Ursächlich dafür sind sowohl ein früherer Vegetationsbeginn als auch die Häufung trocken-warmer Witterungsperioden während der Vegetationszeit und überdurchschnittliche Wärme im Herbst. Welches Schadpotenzial eine solche Entwicklung mit sich bringt, wird aus folgender Modellrechnung deutlich: Geht man von nur 60 Nachkommen pro Weibchen aus, so kann die Nachkommenchaft eines Weibchens bei drei Generationen einschließlich Geschwisterbruten in wenigen Monaten auf mehr als 100.000 Käfer ansteigen.

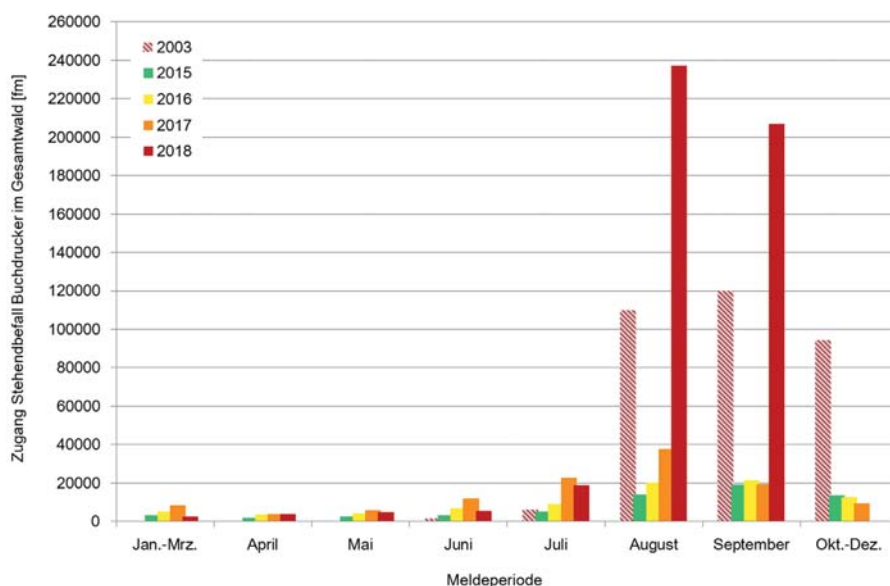


Abb. 10: Entwicklung des Buchdrucker-Stehendbefalls seit 2015 im Vergleich zu 2003

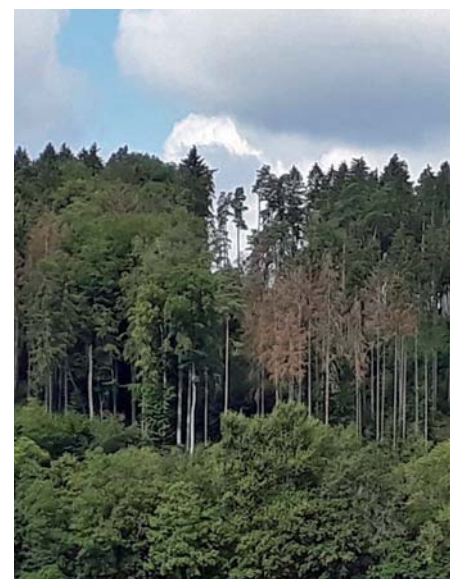


Bild 10: Buchdrucker-Schadbild Ende Juli

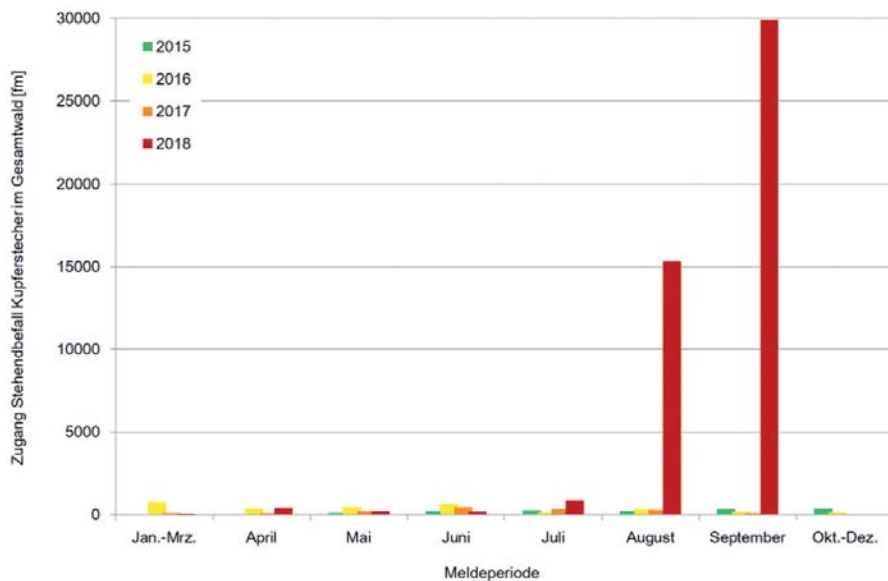


Abb. 11: Entwicklung des Kupferstecher-Stehendbefalls seit 2015 (Vergleichswerte zu 2003 nicht vorh.)



Bild 11: Kupferstecher-Schadbild

1.2.2 Kiefern-Schädlinge

Die Kiefern-Borkenkäfer - bislang in Thüringen eher unbedeutend - fanden 2018 ebenfalls optimale Entwicklungsbedingungen vor. Wenngleich auch weit entfernt vom Schad-Niveau bei der Fichte, stiegen die Schadholzmengen auch bei der Kiefer gegenüber den Vorjahren deutlich an. Erste Hinweise für ein flächiges, meist vergesellschaftetes Auftreten des Zwölffährigen Kiefernborke n k ä f e r s (*Ips sexdentatus*), des Sechszährigen Kiefernborke n k ä f e r s (*Ips acuminatus*) und der Waldgärtner-Arten (*Blastophagus piniperda* und *B. minor*) waren Ende Juli erkennbar (Bild 12).

Das seit 2015 verstärkt auftretende Diplodia-Triebsterben an Kiefer und Schwarzkiefer hat sich aufgrund der Trockenheit weiter ausgebreitet (Bild 13 und 14). Insbesondere auf den von Natur aus trockenen Standorten ist der Anteil der durch den Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Synonym: *Diplodia pinea*) geschädigten Kiefern stark gestiegen. Die braunen Verfärbungen der Nadeln sowie abgestorbene Triebe und Äste sind weithin sichtbar. Genaue Zahlen zu den Brennpunkten und zum Ausmaß der Schäden liegen erst zum Jahresende vor. 2017 waren landesweit 361 ha Fläche vom Diplodia-Triebsterben betroffen (2016: 125 ha), diese Zahl dürfte 2018 deutlich höher ausfallen.



Bild 12: Stehendbefall durch den Großen Waldgärtner Ende Juli

Bild 13 und 14: Diplodia-Triebsterben an Kiefer und Schwarzkiefer

1.2.3 Eichen-Schädlinge

Blattverluste durch die Insekten der Eichenfraßgesellschaft, vorrangig durch die Frostspanner-Arten (*Operophta brumata* und *Erannis defoliaria*) und den Grünen Eichenwickler (*Tortrix viridana*) waren landesweit auf ca. 317 ha zu verzeichnen (Abb. 12). Das ist vergleichsweise wenig und hatte kaum Auswirkungen auf den Kronenzustand der Eiche. Sehr wahrscheinlich ist allerdings in den betroffenen Beständen eine Beteiligung des Schwammspinners (*Lymantria dispar*). Hohe Ei-Besatzdichten (Bild 15 und 16) deuten hier auf eine ansteigende Population hin, die ggfs. im nächsten Jahr für stärkere Schäden sorgen könnte.

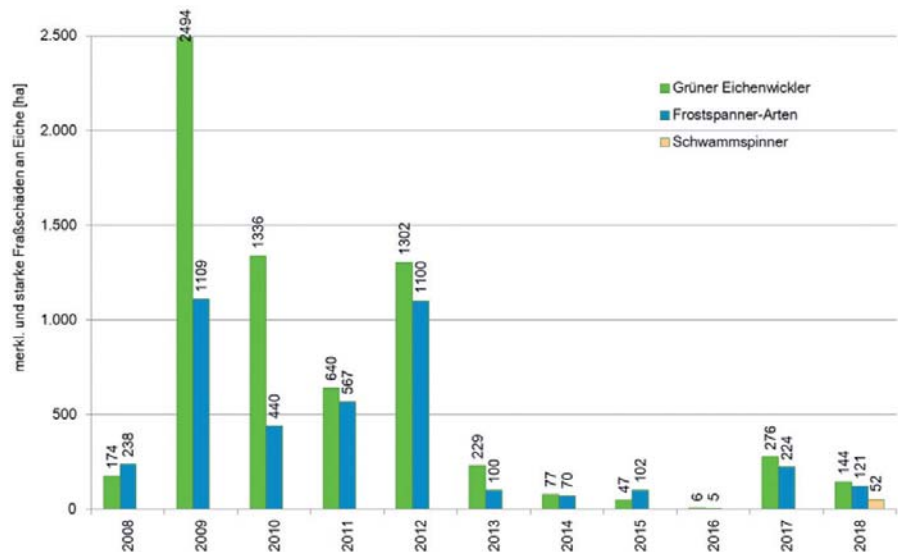


Abb. 12: Schadfläche Eiche durch blattfressende Insekten



Bild 15 und 16: Starke Fraßschäden durch Schwammspinner und hohe Ei-Gelege-Dichten am Stammfuß

Durch die lang anhaltende Wärme und Trockenheit wurde auch die Entwicklung des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) begünstigt. Neben dem bekannten Befallsgebieten im äußersten Süden des Landes liegen dieses Jahr auch einzelne Nachweise von Gespinsten aus anderen Regionen vor. Forstlich relevante Fraßschäden hat der Schmetterling bisher noch nicht hinterlassen, derzeit steht die von den Brennhaaren ausgehende, gesundheitsschädigende Wirkung im Vordergrund.

1.2.4 Buchen-Schädlinge

Schadinsekten an Buche waren in diesem Jahr nur in geringem Umfang zu verzeichnen. Der Buchenspringgrüssler (*Rhynchonetus fagi*) wurde nur auf ca. 70 ha Fläche registriert und ist damit weiterhin rückläufig (2016: 390 ha; 2017: 106 ha). Ein ähnlicher Trend liegt bei der Buchenblattbaumlaus (*Phyllaphis fagi*) vor. Hier gingen die Schäden auf ein kaum spürbares Ausmaß von ca. 4 ha zurück. Beide Insektenarten hatten damit keinen Einfluss auf den Kronenzustand der Buche. Allerdings kann erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, dass die Spätfolgen der langanhaltenden Trockenheit erst in den nächsten Jahren zum Tragen kommen und das Widerstandsvermögen der Bäume herabsetzen, sodass bei der Buche ein Anstieg sekundärer Schadorganismen erwartet wird.

1.2.5 Sonstige Schadorganismen

Bei der Esche hat das Eschentriebsterben (Bild 17) weiter zugenommen. Verursacht wird diese Infektion durch den aus Asien stammenden Kleinpilz „Falsches Weißes Stengelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*), der 2009 in Thüringen erstmals nachgewiesen wurde und zu starken Schäden an den Eschen führt. Zahlreiche Eschen sind inzwischen vollständig abgestorben. Aufgrund der zunehmenden Bodentrockenheit sind viele Eschen nicht in der Lage, den durch das Eschentriebsterben hervorgerufenen Blatt- und Feinreisigverlust durch Regenerationstriebe zu kompensieren. In den Ergebnissen der Waldzustandserhebung spiegelt sich das deutlich wider.



Bild 17: Eschentriebsterben

1.3 Luftschadstoffe

Der Wald ist Luftschadstoffen aufgrund seiner großen Oberfläche um ein Vielfaches stärker ausgesetzt als andere Landnutzungsformen. Im Gegensatz zu den Schäden durch Witterungsextreme werden die Auswirkungen hoher Luftschadstoffkonzentrationen allerdings häufig erst nach Jahren oder Jahrzehnten sichtbar, sodass Ursache und Wirkung nicht immer voneinander abgrenzbar sind.

Luftschadstoffe entstammen fast ausschließlich anthropogenen Quellen und beeinflussen je nach Art, Konzentration und zeitlich-räumlicher Ausbreitung die natürlichen Prozesse im Wald und im Waldboden. Sie werden als Gase entweder über die Nadeln und Blätter aufgenommen oder lagern sich als Staub bzw. in gelöster Form mit dem Niederschlag im Kronenraum und auf dem Waldboden ab.

Im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitoring werden an den 14 Wald- und Hauptmessstationen die Einträge von (Schad-) Stoffen mit dem Niederschlag und deren Auswirkungen auf die Prozessabläufe im Wald untersucht. An den drei Hauptmessstationen Großer Eisenberg, Possen und Holzland erfolgen darüber hinaus regelmäßige Messungen zur Konzentration von Ozon, Schwefeldioxid und Stickoxiden in der Luft (siehe Seite 30).

Ozon entsteht aus den Vorläufersubstanzen NO_x (Stickoxide) und VOC (flüchtigen organischen Verbindungen) und gelangt über die Spaltöffnungen in den Stoffkreislauf der Pflanzen. Hohe Ozon-Konzentrationen wirken als Zellgift und führen zu Vegetationsschäden. Bis 2017 zeigten die im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitoring durchgeführten jährlichen Begutachtungen noch keine Ozonschäden an der Vegetation, für 2018 lag das Ergebnis bei Redaktionsschluss noch nicht vor.

Das bei Verbrennungsprozessen freigesetzte Schwefeldioxid (SO₂) schädigt als Gas die Spaltöffnungen von Pflanzen und beeinträchtigt die Fotosynthese. Der mit dem Niederschlag eingetragene Sulfat-Schwefel (SO₄) führt zum Verlust an basischen Nährstoffen im Waldboden und beschleunigt die Bodenversauerung. Gesetze und Maßnahmen zur Senkung des SO₂-Ausstoßes haben in den letzten 25 Jahren einen deutlichen Rückgang der SO₂-Immissionen und der Schwefel-Einträge in den Wald

bewirkt. Die Ergebnisse der Bodenzustandserhebung und die Bodenuntersuchungen an den Wald- und Hauptmessstationen zeigen einen erfreulichen Anstieg der pH-Werte und der Basensättigung. Umfangreiche Bodenschutzkalkungen haben diese Entwicklung vor allem im Thüringer Wald und im Schiefergebirge, aber auch auf nährstoffarmen Buntsandsteinstandorten flankierend unterstützt. Seit 18 Jahren werden die kritischen Belastungsgrenzen des Waldes durch die Schwefel-Einträge nicht mehr überschritten (Abb. 13).

Kritische Belastungsgrenzen (Critical Loads) sind naturwissenschaftlich begründete Grenzwerte, die zur Beurteilung der Wirkung von Luftschadstoffen auf unsere Umwelt ermittelt wurden. Die Einhaltung dieser Grenzwerte bewahrt Schutzgüter wie den Wald vor einer akuten oder langfristigen Schädigung. Im Gegensatz zum Schwefel überschreitet der Eintrag von Stickstoff nach wie vor an allen Wald- und Hauptmessstationen die kritischen Belastungsgrenzen (Abb. 13 bis 17). Seit 2014 ist ein erneuter Anstieg der Stickstoff-Einträge zu verzeichnen, der entweder auf neue Emittenten oder auf höhere Emissionen schließen lässt.

Nadelholzbestände sind durch hohe Stickstoffeinträge besonders gefährdet, sie verwerten und speichern im Durchschnitt rund 35 % weniger Stickstoff als die Laubhölzer. Das derzeitige Luxusangebot an Stickstoff führt zu einer permanenten Überdüngung, die stark wachstums- und blühstimulierend wirkt. In der Folge sind jedoch:

- Nährstoffungleichgewichte, Bodenversauerung und der Verlust an basischen Nährstoffen,
- eine verminderte Widerstandskraft und eine erhöhte Empfindlichkeit des Waldes gegenüber Trockenheit, Sturm, Frost und forstlichen Schaderregern,
- die Verschiebung des Artenspektrums hin zu stickstoffliebenden Pflanzen und ein
- Anstieg der Nitratkonzentrationen in Waldquellen zu erwarten.

Die Messdaten aus dem forstlichen Umweltmonitoring belegen diese Entwicklung.

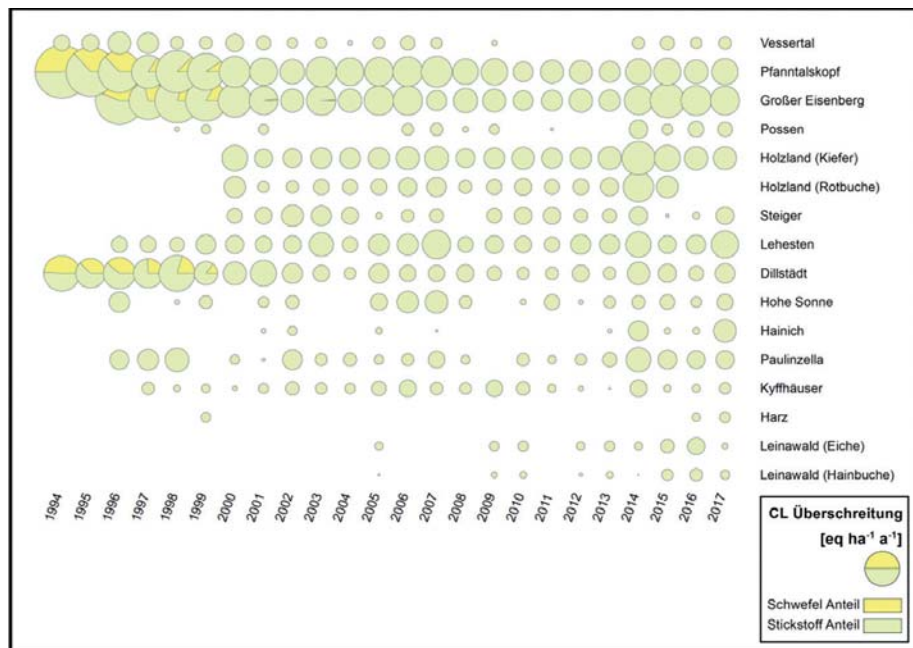
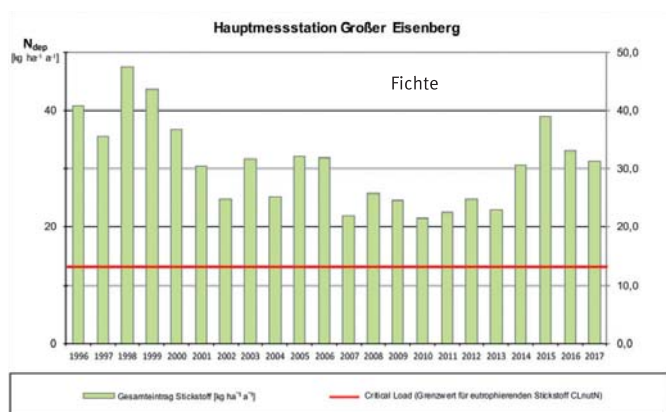
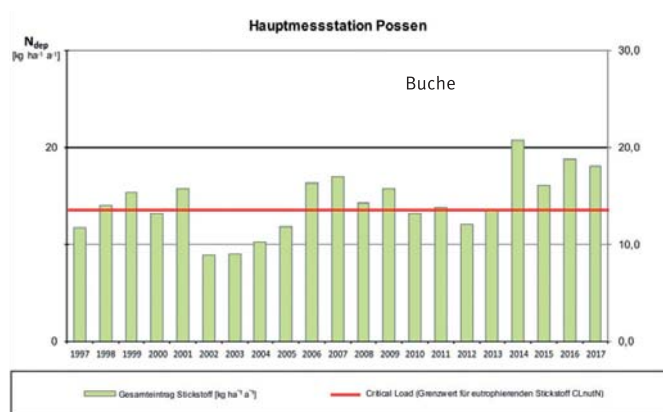


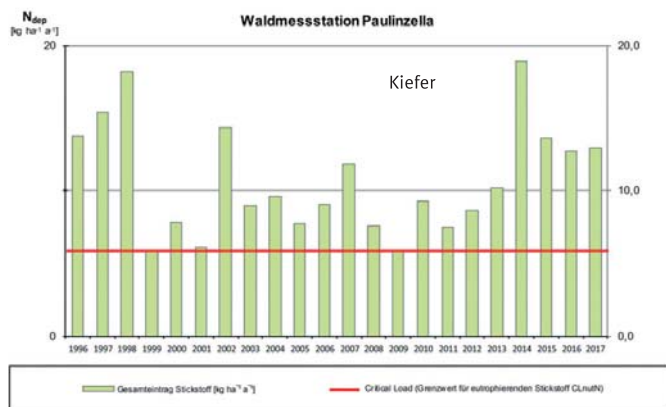
Abb. 13: Kritische Belastungsgrenzen und deren Überschreitung durch Stickstoff- und Schwefeleinträge



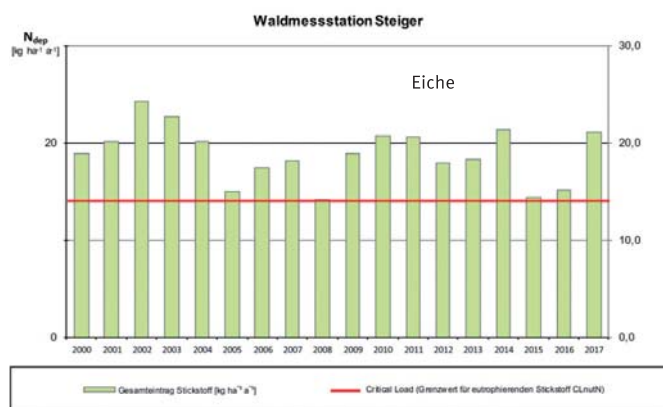
Überschreitung des Critical Load für eutrophierenden Stickstoff durch N-Einträge



Überschreitung des Critical Load für eutrophierenden Stickstoff durch N-Einträge



Überschreitung des Critical Load für eutrophierenden Stickstoff durch N-Einträge



Überschreitung des Critical Load für eutrophierenden Stickstoff durch N-Einträge

Abb. 14 bis 17: Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen für Stickstoff am Beispiel ausgewählter Wald- und Hauptmessstationen

2. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2018

2.1 Methodik

Die diesjährige Waldzustandserhebung (WZE) wurde im Zeitraum vom 5. Juli bis zum 3. August durchgeführt. Geschulte Mitarbeiter der Thüringer Forstämter und des Nationalpark Hainich begutachteten insgesamt 8.376 Bäume an 349 WZE-Aufnahmepunkten (Bild 18 und 19). In Abbildung 18 ist die Verteilung der WZE-Stichprobenbäume nach Baumart und Alter dargestellt.

An vier WZE-Punkten waren keine Aufnahmen möglich, hier sind aufgrund von Sturmschäden keine Bäume mehr vorhanden. Diese Punkte ruhen so lange, bis die nachwachsenden Bäume eine Mindesthöhe von 60 cm erreicht haben.

An jedem Aufnahmepunkt sind 24 WZE-Stichprobenbäume markiert. Ausgehend vom eingemessenen Mittelpunkt beginnt die Markierung der Bäume immer im Norden und endet im Westen (Abb. 19). Fällt ein markierter Stichprobenbaum aus (z. B. durch Sturm, Borkenkäfer oder forstliche Nutzung), so wird ein in unmittelbarer Nähe stehender Ersatzbaum ausgewählt und neu markiert.

Folgende Parameter werden an den Bäumen erfasst und dokumentiert:

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

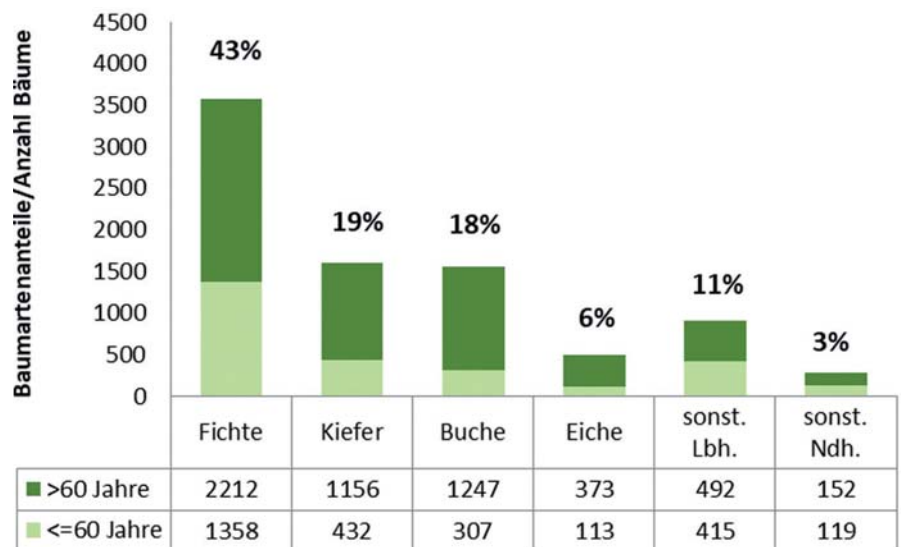


Abb. 18: Baumartenanteile/Anzahl Bäume nach Alter an der WZE-Gesamtstichprobe 2018



Bild 18 und 19: Schulung der WZE-Aufnahmetrupps durch das FFK Gotha

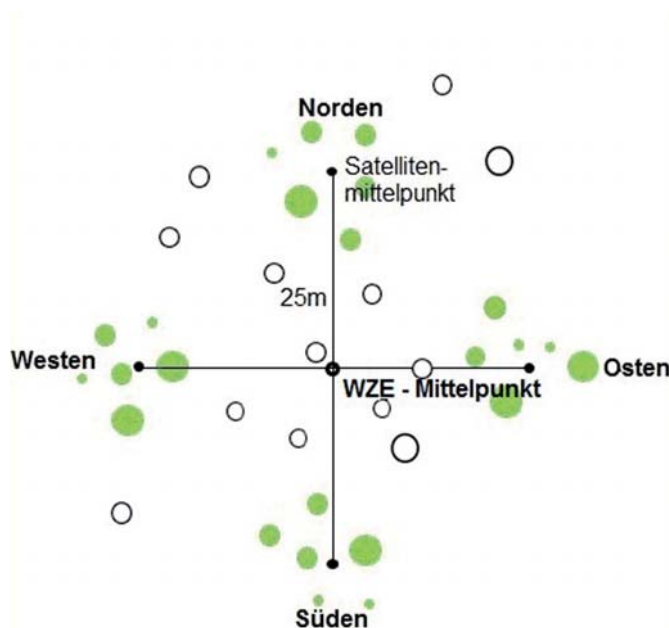


Abb. 19 / Bild 20 und 21: Methodik/Markierungen WZE-Aufnahmepunkte



Der Nadel-/Blattverlust - im folgenden Text auch als mittlere Kronenverlichtung bezeichnet - stellt einen wichtigen Weiser für den Kronenzustand eines Baumes dar. Aus dem prozentualen Nadel-/Blattverlust und der Intensität der Verfärbung/Vergilbung wird für jeden Baum eine Vitalitätsstufe berechnet (Tab. 3). Diese Vitalitätsstufen sind ein wichtiger Indikator für die Gesundheit eines Baumes und dessen Fähigkeit, sich an die standörtlichen und klimatischen Rahmenbedingungen anzupassen.

Die nachfolgenden Ergebnisse sind für die Baumarten Fichte, Kiefer und Buche statistisch gesichert, die Baumartenanteile (Abb. 18) entsprechen in etwa der landesweiten Baumartenverteilung.



Bild 22: Blattverlust bei Buche

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

Tab. 3: Berechnung von Vitalitätsstufen zur Bewertung des Baum- und Waldzustandes

2.2 Gesamtergebnisse

Der Zustand des Waldes hat sich im Vergleich zum Vorjahr signifikant verschlechtert. Der prozentuale Verlust an Nadeln/Blättern (mittlere Kronenverlichtung) stieg mit 25,4 % auf den bislang höchsten Wert seit 1994 (Abb. 20). Ältere und jüngere Bäume sind gleichermaßen von diesem Anstieg betroffen.

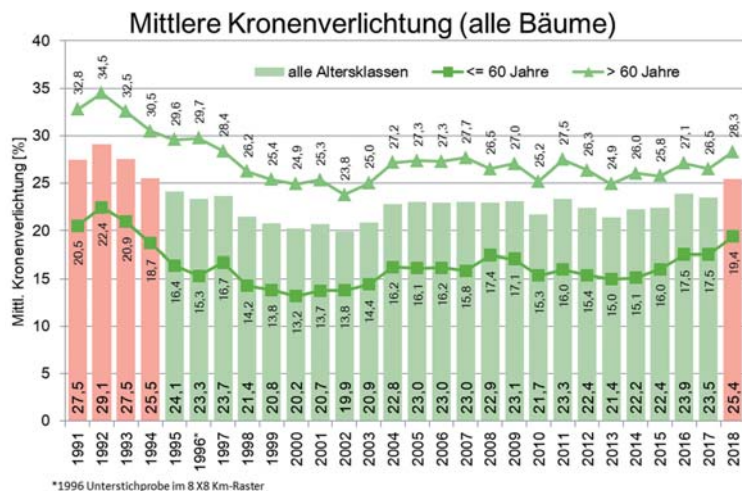


Abb. 20: Mittlere Kronenverlichtung gesamt (%)

Rund 12 % der WZE-Stichprobenbäume hatten zum Aufnahmezeitpunkt auffällige Vergilbungen oder jahreszeituntypische Verfärbungen an Nadeln oder Blättern, das ist der höchste Anteil seit 1993 (Abb. 21). Besonders häufig traten Nadelverfärbungen bei der Kiefer auf.

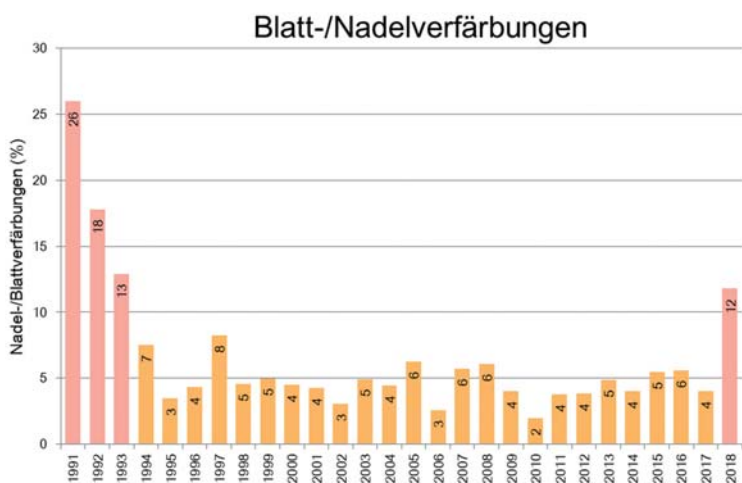


Abb. 21: Blatt-/Nadelverfärbungen (%)

Die Vitalität der Waldbäume ist teilweise stark gemindert. Nur 19 % der Bäume konnten in diesem Jahr als gesund und vital eingestuft werden, das ist der niedrigste Stand seit 1993. Gleichzeitig nahm der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten um 5 % zu und liegt mit 41 % auf dem höchsten Niveau seit 1994 (Abb. 22).

Zustand/Vitalität des Waldes (alle Bäume)

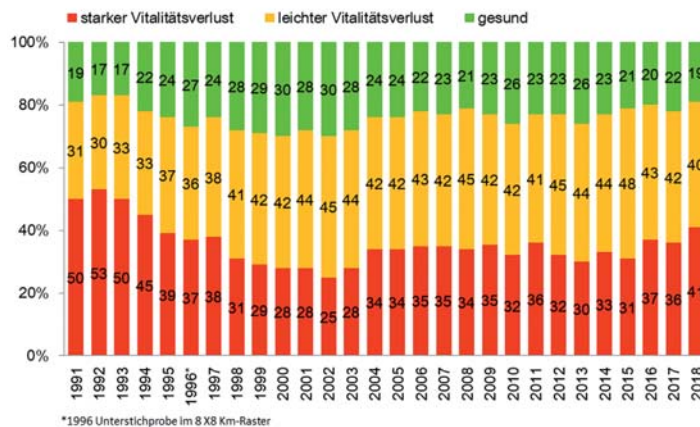


Abb. 22: Zustand/Vitalität der Waldbäume in Thüringen

Viele Waldbäume haben auch in diesem Jahr wieder stark geblüht, mehr als die Hälfte der Bäume hatte zum Aufnahmezeitpunkt Blütenreste oder einen Fruchtbehang. Abbildung 23 zeigt, dass die Blüh- und Fruktifikationsaktivität seit 2003 deutlich zugenommen hat.

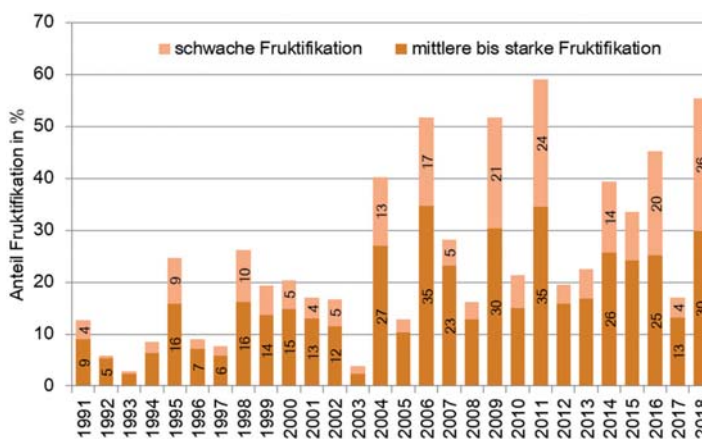


Abb. 23: Blüh-/Fruchtifikationsrate gesamt (%)

Dürre Zweige und Äste oder auffallend kleine Blätter wurden an 7 % der Bäume registriert (2017: 5 %), Schäden durch forstliche Schadinsekten traten an 4 % (2017: 9 %) und ein Pilzbefall an 8 % (2017: 7 %) der Bäume auf.

2.3 Laubbäume gesamt

Der Zustand und die Vitalität der Laubbäume haben sich im Vergleich zum Vorjahr signifikant verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung ist auf 28,5 % gestiegen, das ist der höchste Verlust an Blattmasse seit 1993 (Abb. 24). Auffallend ist ein

kontinuierlicher Anstieg der mittleren Kronenverlichtung bei den jüngeren Laubbäumen (<= 60 Jahre) seit 2013.

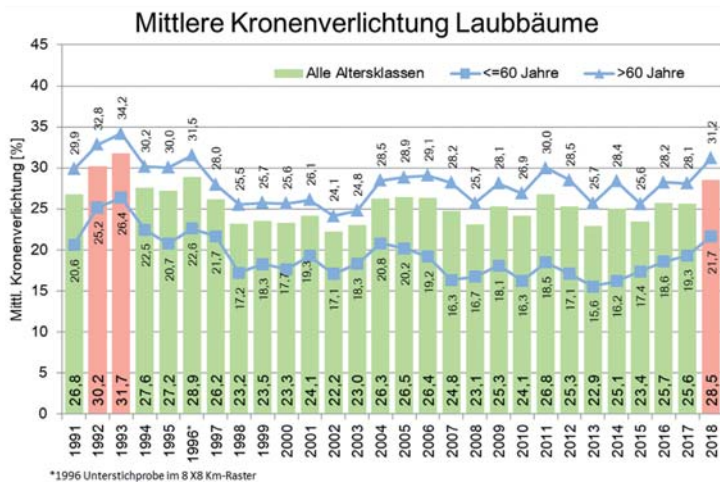


Abb. 24: Mittlere Kronenverlichtung Laubbäume (%)

Nur 14 % der Laubbäume waren vital und gesund, 38 % hatten leichte Blattverluste und/oder Blattverfärbungen. Rund 48 % der Laubbäume wiesen starke Vitalitätsdefizite auf (Abb. 25), das ist der höchste Anteil seit 1994.

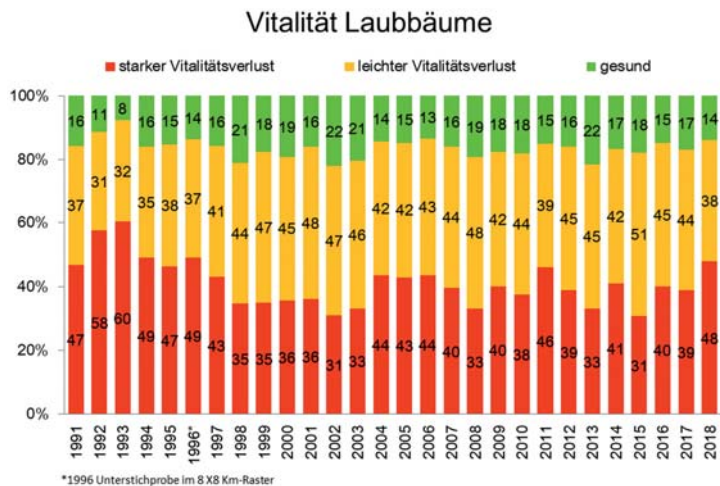


Abb. 25: Vitalität Laubbäume

Rund 36 % der Laubbäume haben geblüht und zeigten nach der Blüte einen teilweise sehr starken Fruchtbehang (Abb. 26). Lediglich die Eicheln waren zum Aufnahmezeitpunkt noch so klein, dass die starke Eichenmast sich in der Gesamtfruktifikationsrate nicht widerspiegelt.

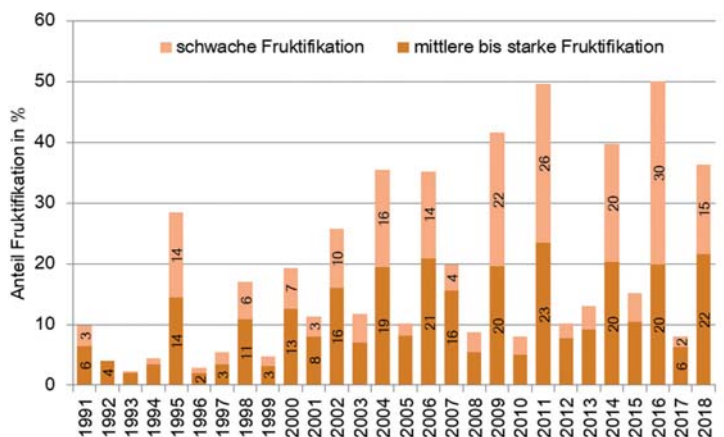


Abb. 26: Blüh-/Fruktifikationsrate Laubbäume (%)

Dürre Zweige und Äste, eine auffallende Kleinblättrigkeit oder ein trockenheitsbedingtes Einrollen der Blätter (Schiffchenbildung) hatten 17 % der Laubbäume. Forstliche Schadinsekten wurden an 11 % der Bäume festgestellt (2017: 23 %), ein Pilzbefall an 6 % (2017: 6 %).

2.3.1 Buche

Die Vitalität der Buche hat sich signifikant verschlechtert. Die mittlere Kronenverlichtung stieg auf 25,6 % an, im Vergleich zum Vorjahr wiesen 7 % mehr Bäume einen starken Vitalitätsverlust auf (Abb. 27 und 28).

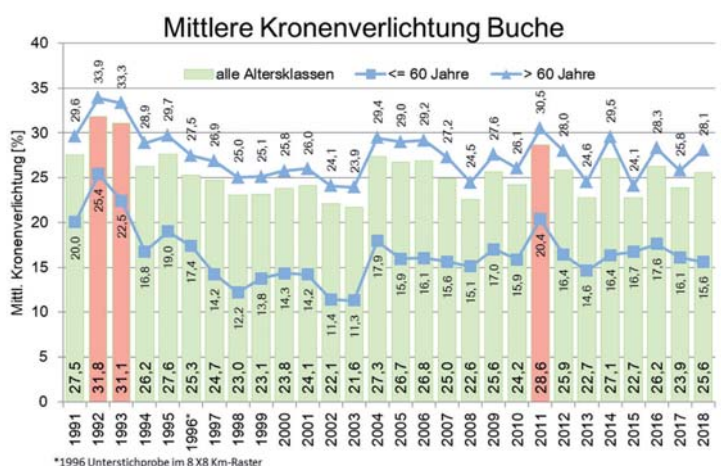


Abb. 27: Mittlere Kronenverlichtung Buche (%)

Vitalität Buche

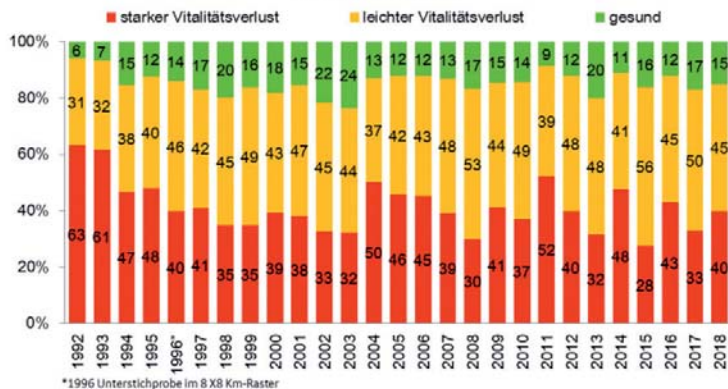


Abb. 28: Vitalität Buche

Jüngere Buchen sind deutlich vitaler als ältere, allerdings ist auch bei den jüngeren Buchen der Anteil gesunder Bäume in diesem Jahr um 6 % gesunken. Starke Vitalitätsverluste hatten 48 % der älteren Buchen und nur 9 % der jüngeren (Abb. 29 und 30).

Vitalität jüngere Buchen (<= 60 Jahre)

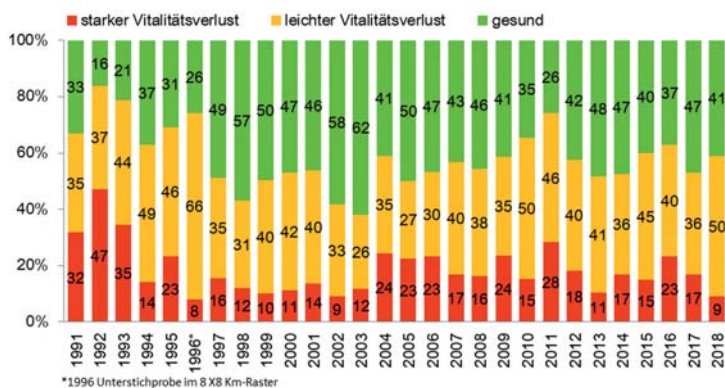


Abb. 29: Vitalität jüngerer Buchen

Vitalität ältere Buchen (> 60 Jahre)

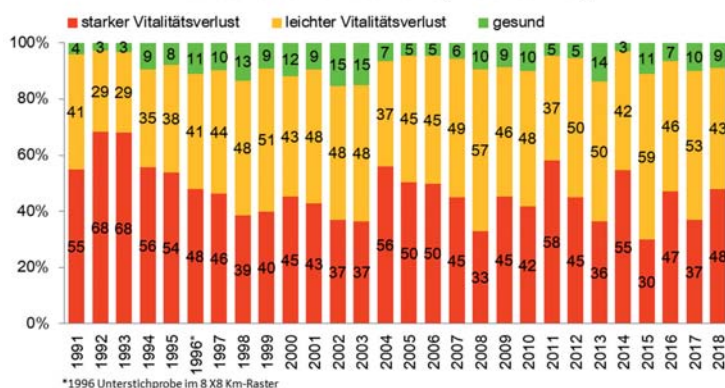


Abb. 30: Vitalität älterer Buchen

Rund 45 % der Buchen haben erneut stark geblüht und fruktifiziert (Abb. 31). Seit 20 Jahren treten Buchenmasten in immer

kürzeren Abständen auf und beeinflussen die Baumvitalität (Abb. 32). Buchen mit einem starken Fruchtbehang haben in der Regel auch starke Blattverluste und kleinere Blätter. Sie werfen ihr Laub früher ab als Bäume ohne Fruchtbehang.

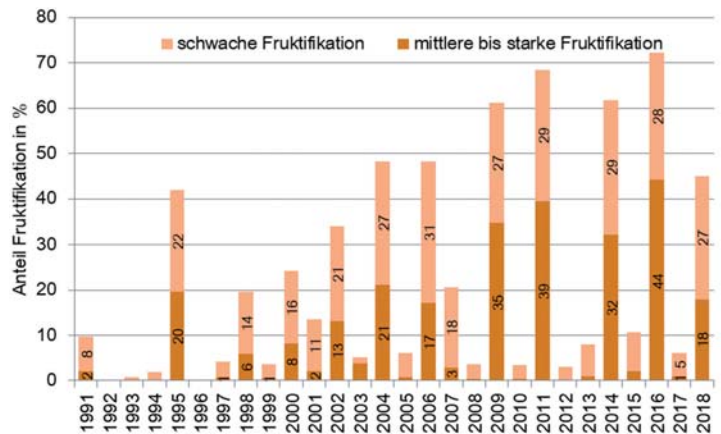


Abb. 31: Blüh-/Fruktifikationsrate Buche (%)

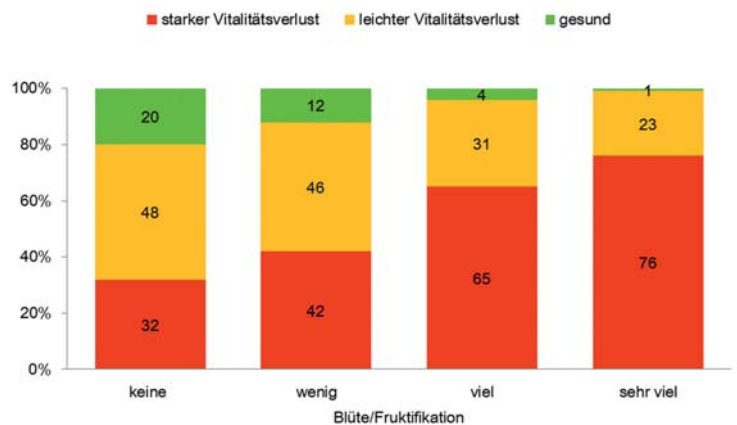


Abb. 32: Vitalität/Fruktifikationsrate Buche

Der beim Waldschuttmeldedienst verzeichnete Rückgang des Buchenspringrüsslers (*Rhynchaenus fagi*) zeigte sich auch bei der Waldzustandserhebung (Abb. 33). Der Buchenspringrüssler hatte in diesem Jahr keinen Einfluss auf den Belaubungszustand der Buche.

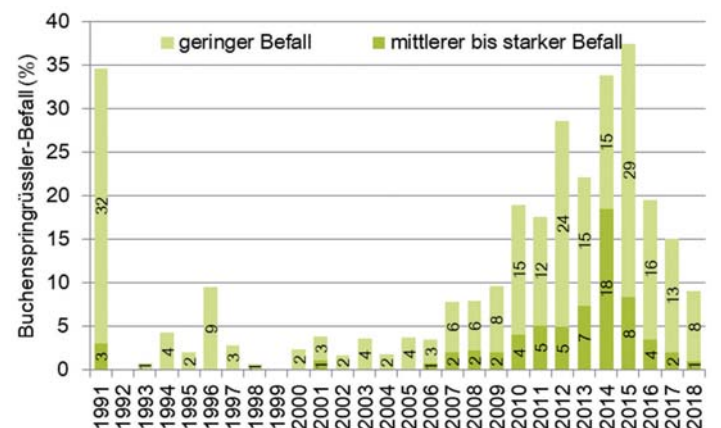


Abb. 33: Befall durch den Buchenspringrüssler (%)

2.3.2 Eiche

Die Vitalität der Eiche hat sich weiter verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 34,9 % auf dem höchsten Niveau seit 1994.

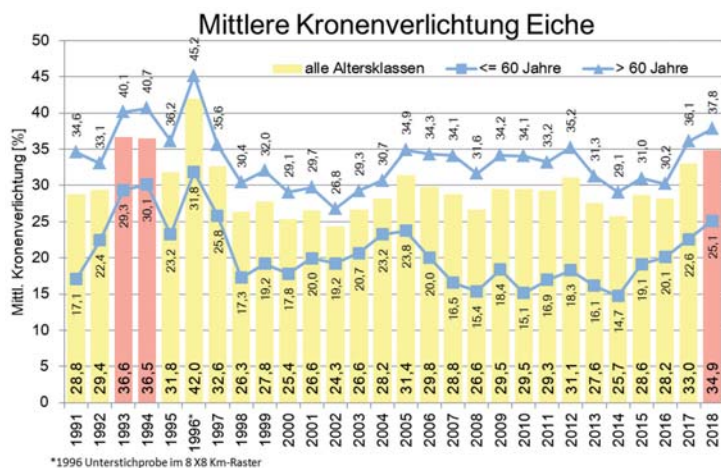


Abb. 34: Mittlere Kronenverlichtung Eiche (%)

Der Anteil an Eichen mit starken Vitalitätsdefiziten ist auf 69 % gestiegen, nur 5 % der Eichen konnten als gesund eingestuft werden (Abb. 34 und 35).

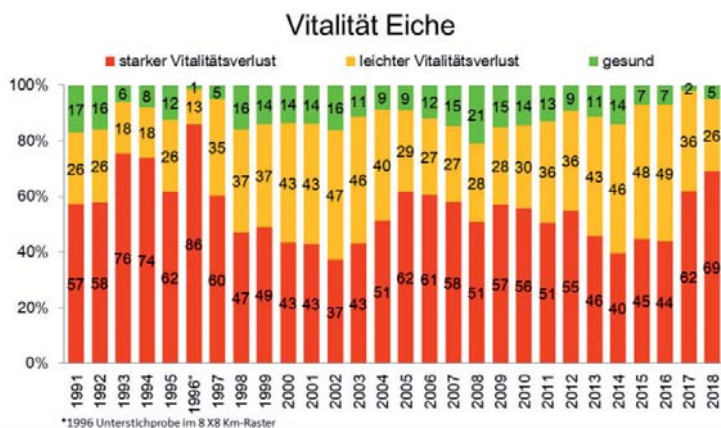


Abb. 35: Vitalität Eiche

Im Gegensatz zu anderen Jahren hatten die forstlichen Schadinsekten der Eichenfraßgesellschaft in diesem Jahr kaum einen Einfluss auf die Vitalität der Eiche. Nur an 14 % der Eichen trat ein nennenswerter Blattfraß auf (Abb. 36).

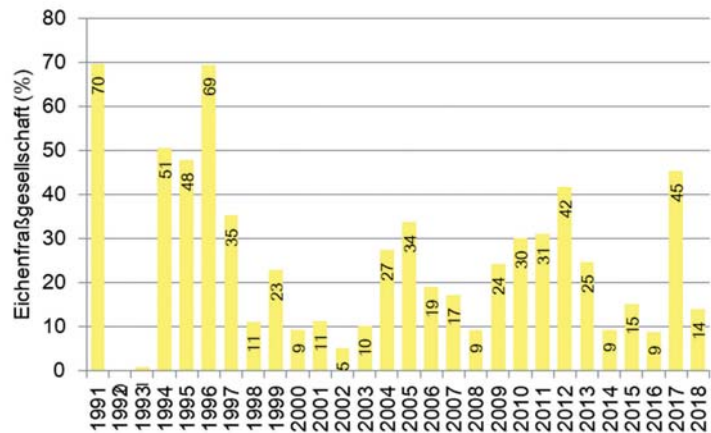


Abb. 36: Anteil Eichenfraßschäden (%)

Ältere Eichen sind in einem deutlich schlechteren Zustand als jüngere. Rund 76 % der älteren Eichen hatten starke Blattverluste und/oder Blattverfärbungen, trotz eines leichten Anstiegs gegenüber 2017 gab es nach wie vor kaum gesunde Bäume (Abb. 38). Auffallend ist auch der seit 2017 stark gestiegene Anteil jüngerer Eichen mit starken Vitalitätsverlusten (Abb. 37).

Jüngere Eichen (<= 60 Jahre)

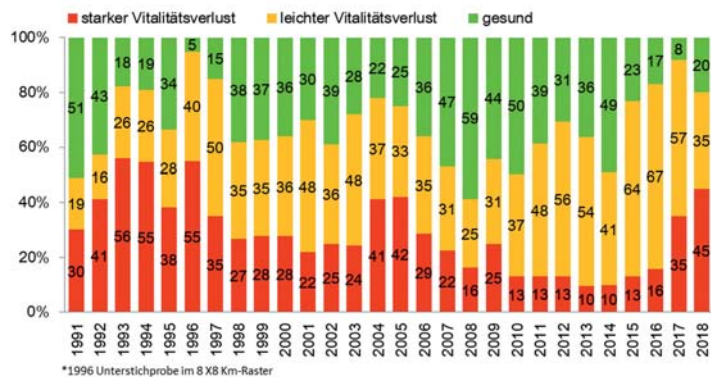


Abb. 37: Vitalität jüngerer Eichen

Ältere Eichen (> 60 Jahre)

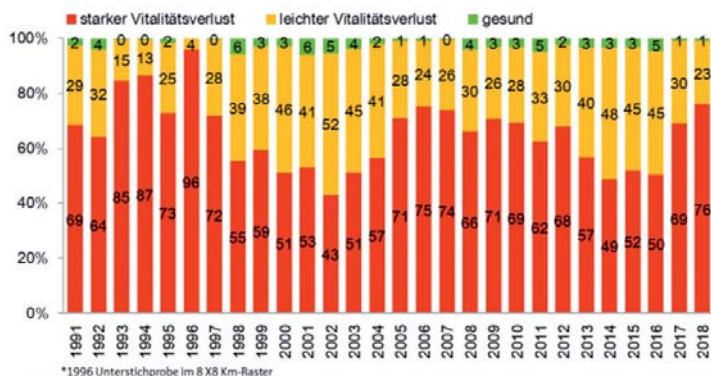


Abb. 38: Vitalität älterer Eichen

2.3.3 Sonstige Laubbäume

Die Vitalität der sonstigen Laubbäume (Esche, Birke, Hainbuche, Linden-, Ahorn-, Pappel-, Erlen-Arten) hat sich stark verschlechtert. Mehr als die Hälfte der begutachteten Bäume wies starke Vitalitätsdefizite auf, das ist der höchste Anteil seit 1993. Nur 17 % der sonstigen Laubbäume konnten als gesund eingestuft werden (Abb. 39 und 40).

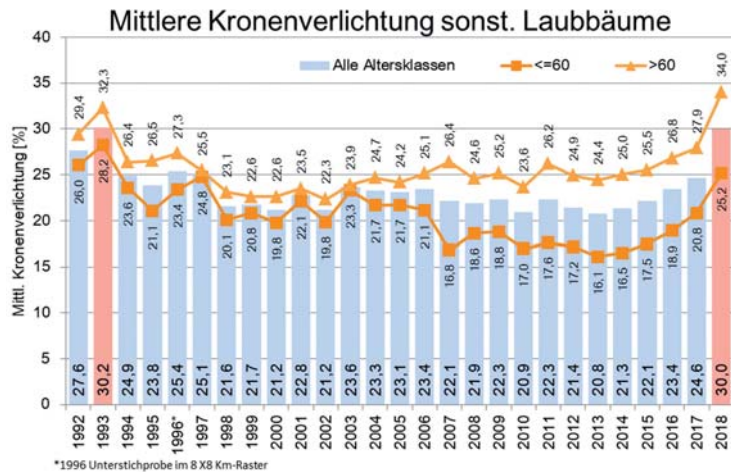


Abb. 39: Mittlere Kronenverlichtung sonstige Laubbäume

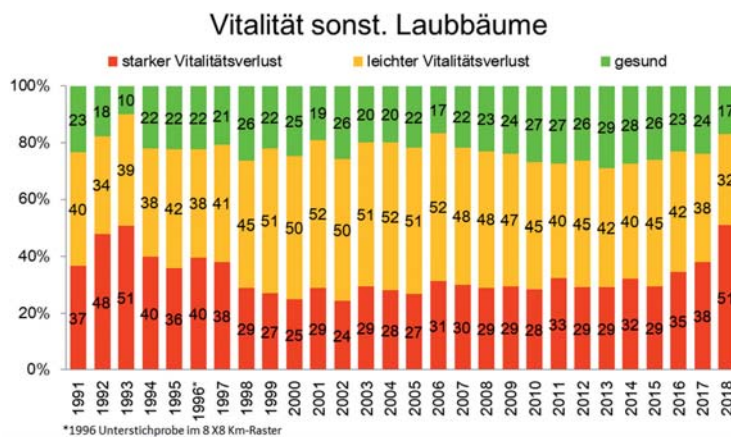


Abb. 40: Vitalität sonstige Laubbäume

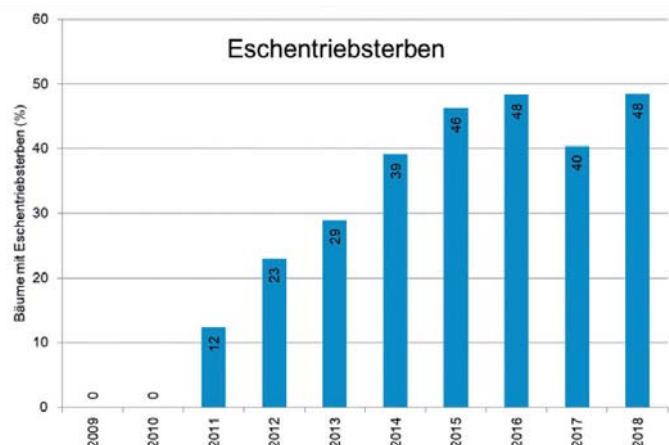


Abb. 41: Anteil Eschen mit Eschentriebsterben (%)

Besonders gravierend waren auch in diesem Jahr wieder die Blattverluste bei der Esche, ihr fehlten rund 42 % der Blattmasse. Fast die Hälfte aller begutachteten Eschen ist inzwischen vom Eschentriebsterben betroffen (Abb. 41).

2.4 Nadelbäume gesamt

Der Zustand und die Vitalität der Nadelbäume haben sich im Vergleich zum Vorjahr verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 23,7 % auf dem höchsten Niveau seit 1994 (Abb. 42). Auffällige Vergilbungen bzw. Verfärbungen wiesen rund 13 % der Nadelbäume auf.

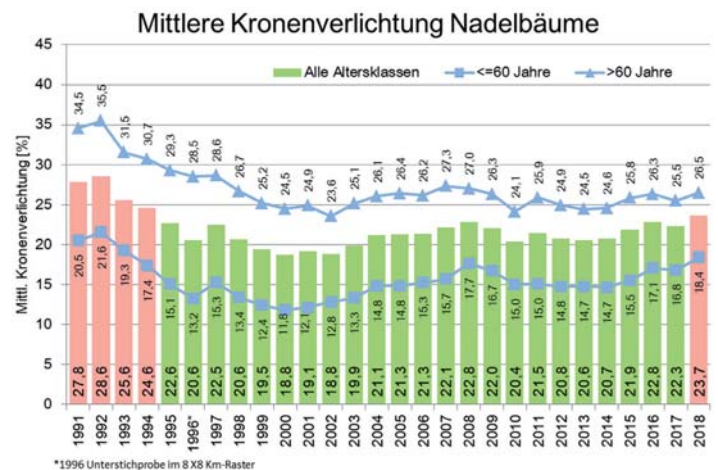


Abb. 42: Mittlere Kronenverlichtung Nadelbäume (%)

Rund 37 % der Nadelbäume sind in ihrer Vitalität stark beeinträchtigt, das ist der höchste Anteil seit 1994. Der Anteil gesunder Bäume beträgt 22 % (Abb. 43).

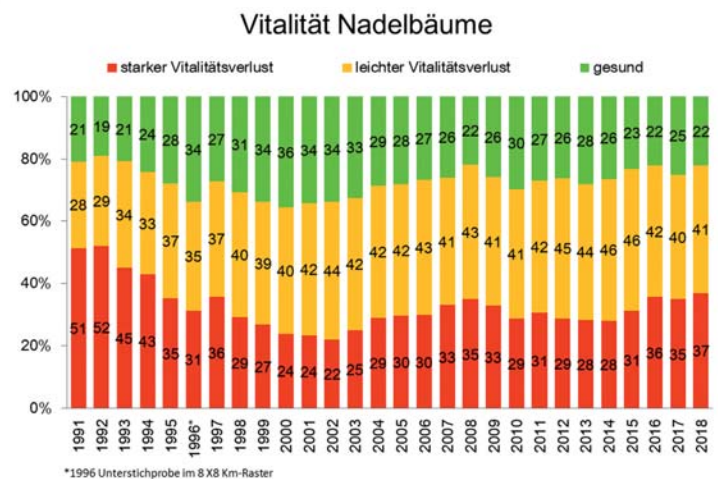


Abb. 43: Vitalität Nadelbäume

In diesem Jahr war mit 65 % (Abb. 44) die bislang höchste Blüh- und Fruktifikationsrate bei den Nadelbäumen seit Beginn der Waldzustandserhebung zu verzeichnen. Rund 34 % der Nadelbäume hatten einen mittleren bis starken Zapfenbehang.

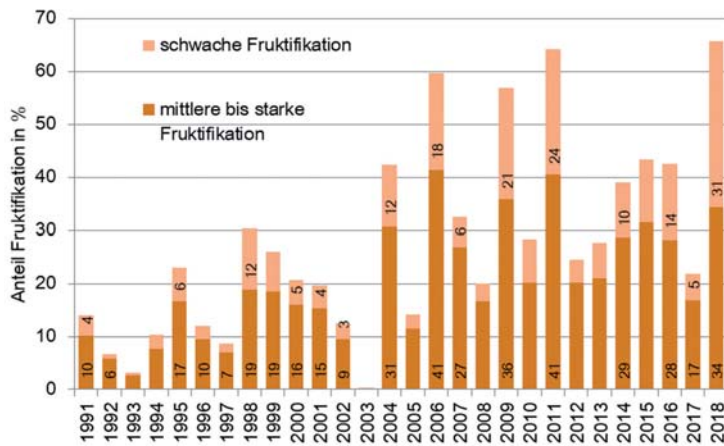


Abb. 44: Blüh-/Fruchtifikationsrate Nadelbäume (%)

2.4.1 Fichte

Die Vitalität der Fichte hat sich signifikant verschlechtert. Der Verlust an Nadelmasse hat zugenommen, die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 21,8 % derzeit auf dem höchsten Niveau seit 1995 (Abb. 45).

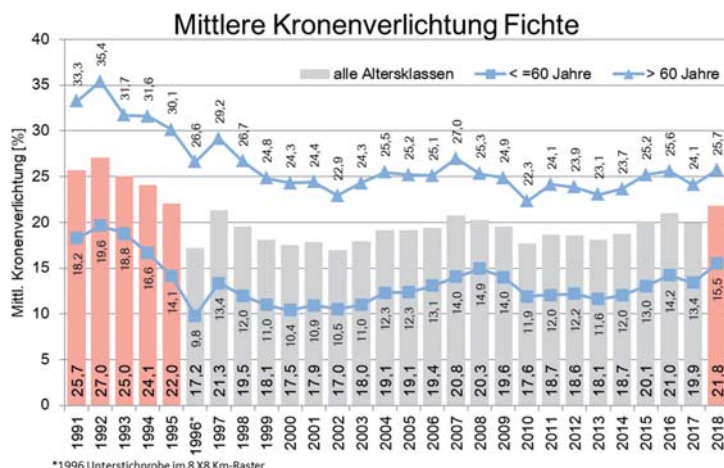


Abb. 45: Mittlere Kronenverlichtung Fichte (%)

Der Anteil gesunder Bäume nahm im Vergleich zum Vorjahr um 5 % ab, rund 31 % der Fichten sind in ihrer Vitalität stark beeinträchtigt (Abb. 46).

Vitalität Fichte

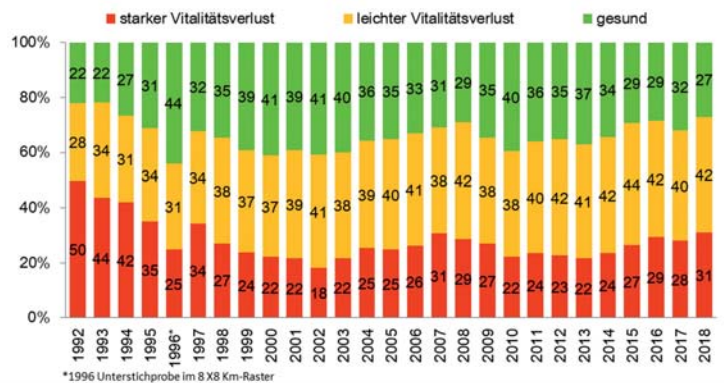


Abb. 46: Vitalität Fichte

Die Fichte hat in diesem Jahr extrem stark geblüht. Rund 70 % der begutachteten Bäume hatten zum Aufnahmezeitpunkt einen frischen Zapfenbehang oder Blütenreste, das ist die mit Abstand höchste Blüh- und Fruktifikationsrate seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abb. 47).

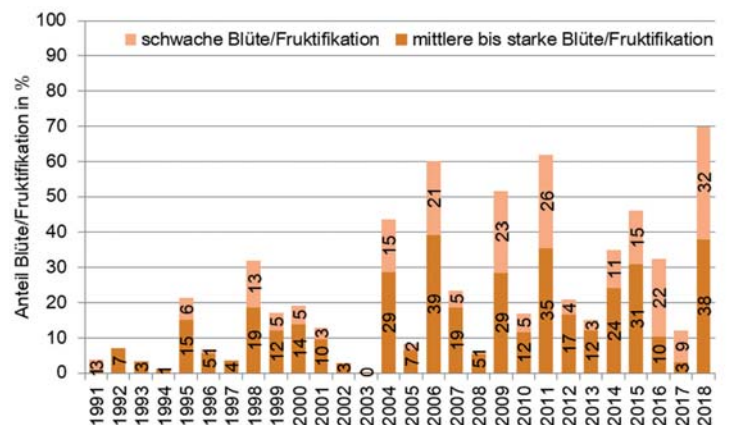


Abb. 47: Blüh-/Fruchtifikationsrate Fichte (%)

Auffällige Nadelvergilbungen/-verfärbungen wurden an 6 % der Bäume festgestellt (2017: 2 %), Schälsschäden durch Rotwild und/oder Rotfäule an 15 % (2017: 13 %). Rund 5 % der Fichten hatten dürre Äste im Kronenbereich oder eine starke Harzbildung (2017: 3 %).

Jüngere Fichten sind insgesamt deutlich vitaler als ältere, allerdings ist der Anteil gesunder jüngerer Bäume auf den niedrigsten Wert seit 1993 gesunken (Abb. 48). Bei den älteren Fichten hat der Anteil starker Vitalitätsverluste in diesem Jahr wieder zugenommen (Abb. 49).

Vitalität jüngere Fichten (<= 60 Jahre)

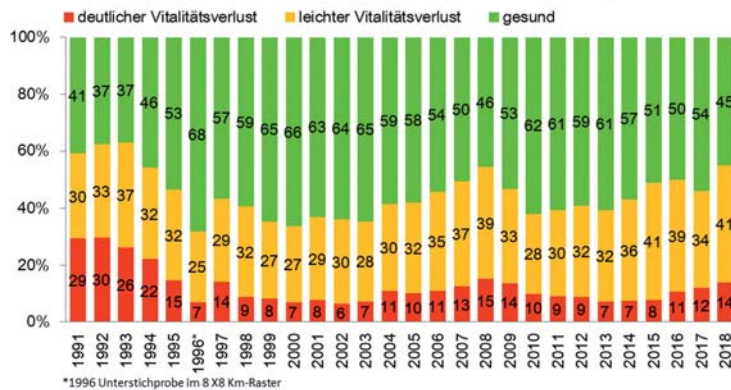


Abb. 48: Vitalität jüngerer Fichten

Vitalität ältere Fichten (> 60 Jahre)

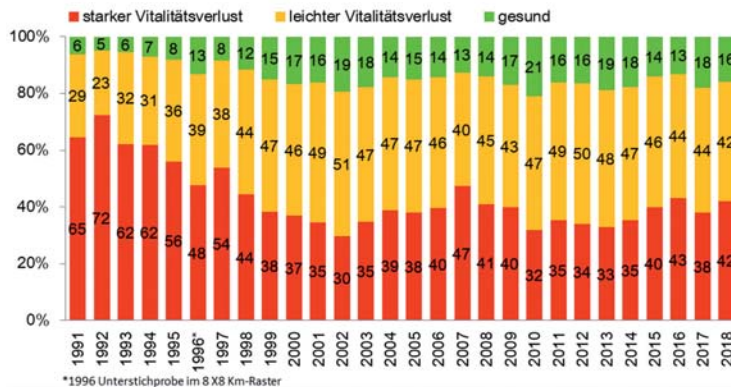


Abb. 49: Vitalität älterer Fichten

2.4.2 Kiefer

Die Vitalität der Kiefer hat sich im Vergleich zum Vorjahr kaum verändert. Die mittlere Kronenverlichtung blieb mit 27,6 % auf einem hohen Niveau.

Mittlere Kronenverlichtung Kiefer

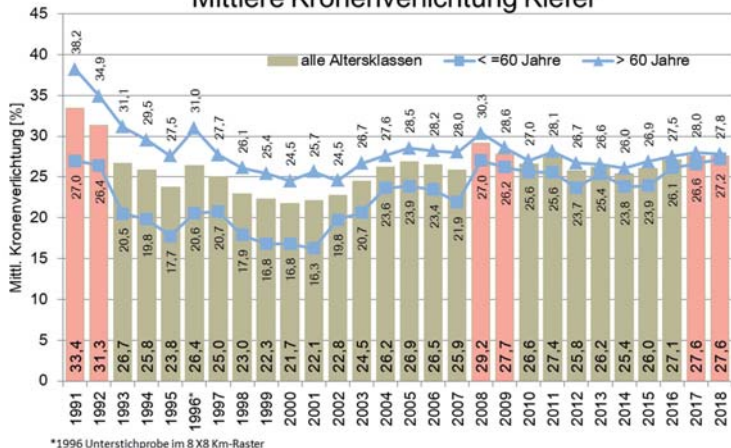


Abb. 50: Mittlere Kronenverlichtung Kiefer (%)

Nach wie vor weist die Hälfte aller in Thüringen stockenden Kiefern deutliche Vitalitätsverluste auf. Nur 11% aller Kiefern sind gesund (Abb. 50 und 51).

Vitalität Kiefer

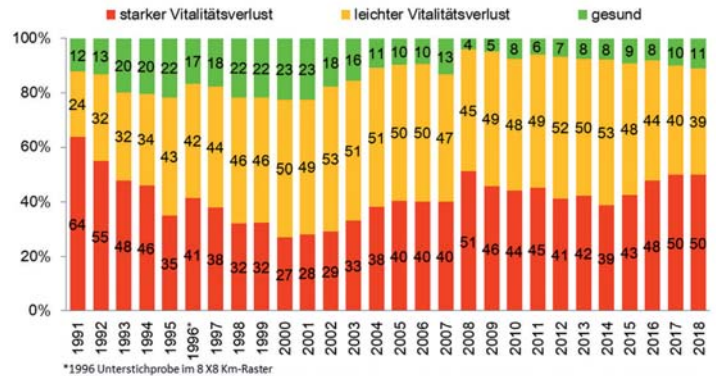


Abb. 51: Vitalität Kiefer

Auffallend waren in diesem Jahr die starken Nadelverfärbungen (Bild. 23). Rund 31 % der Kiefern hatten zum Zeitpunkt der Aufnahme teilweise gelbe oder braune Nadeln, das ist die höchste Verfärbungsrate seit 1991 (Abb. 52).

Nadelverfärbungen Kiefer

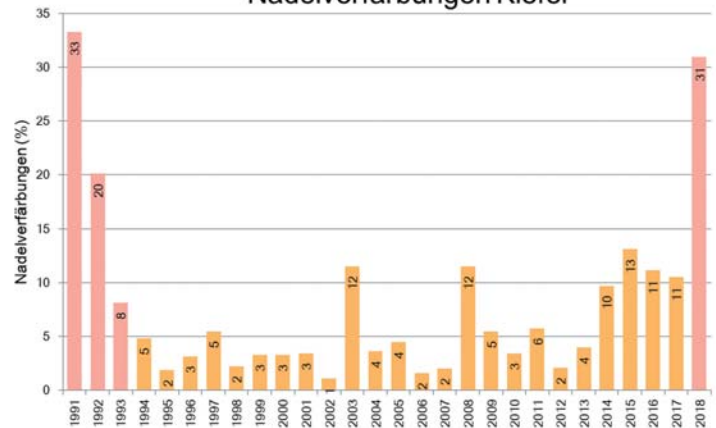


Abb. 52: Anteil Nadelverfärbungen Kiefer (%)



Bild 23: Nadelverfärbungen bei Kiefer

Im Gegensatz zu anderen Baumarten unterscheidet sich seit 2016 die Vitalität jüngerer und älterer Kiefern kaum noch.

Vitalität jüngere Kiefern (<= 60 Jahre)

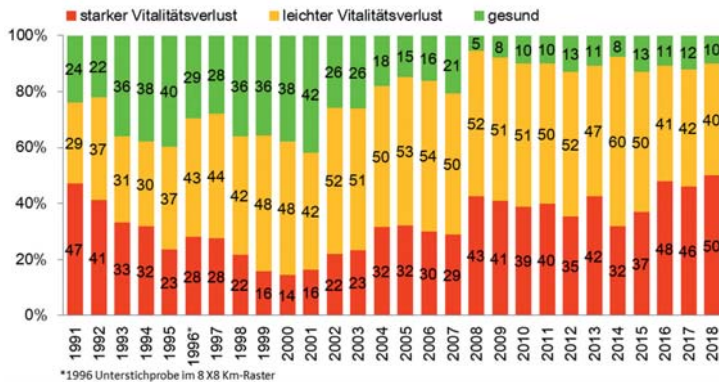


Abb. 53: Vitalität jüngerer Kiefern

Bei beiden Altersgruppen treten vergleichbar starke Nadelverluste und/oder Nadelverfärbungen auf (Abb. 53 und 54).

Vitalität ältere Kiefern (> 60 Jahre)

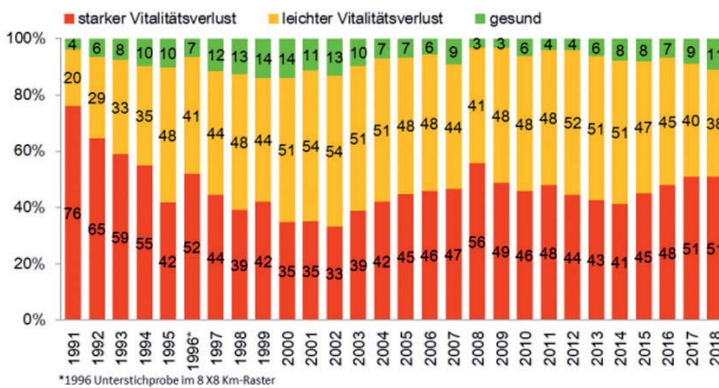


Abb. 54: Vitalität älterer Kiefern

Die Kiefer hat in diesem Jahr wieder stärker geblüht als 2017, an rund 57 % der Kiefern waren Blütenreste und frische Zapfen zu verzeichnen (Abb. 55).

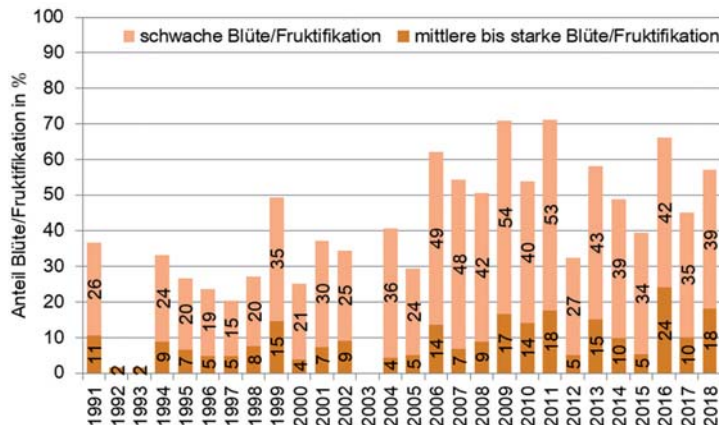


Abb. 55: Blüh-/Fruktifikationsrate Kiefer (%)

2.4.3 Sonstige Nadelbäume

Die Vitalität der sonstigen Nadelbäume (Lärche, Douglasie, Weißtanne) hat sich leicht verschlechtert, die mittlere Kronenverlichtung liegt jetzt bei 24,6 % (Abb. 56).

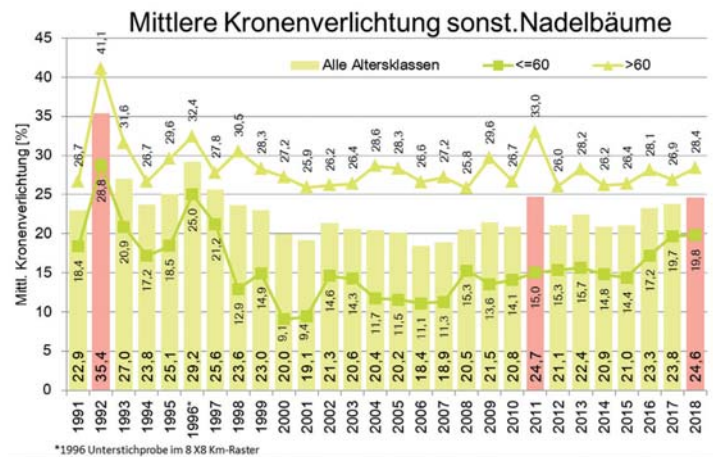


Abb. 56: Mittlere Kronenverlichtung sonst. Nadelbäume (%)

Der Anteil gesunder Bäume ist auf 20 % gesunken, das ist der geringste Anteil seit 1997 (Abb. 57).

Vitalität sonstige Nadelbäume

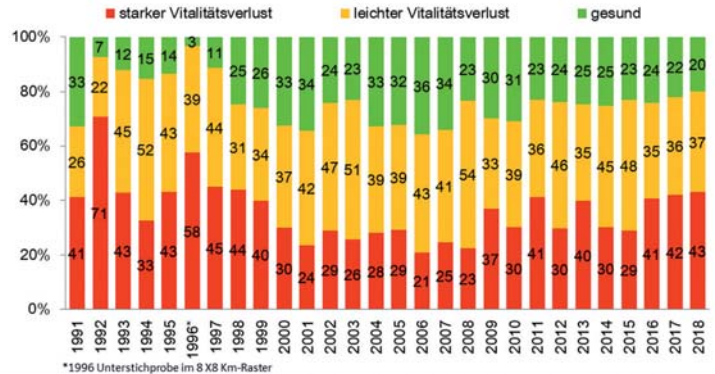


Abb. 57: Vitalität sonst. Nadelbäume

Auffallend ist die weitere Zunahme starker Vitalitätsverluste bei den jüngeren sonstigen Nadelbäumen, besonders betroffen war auch in diesem Jahr wieder die Lärche.

2.5 Regionale Ergebnisse

Der regionale Zustand des Waldes wird stark von der Baumartenverteilung geprägt und ist in den kühl-feuchten Fichtengebieten des Thüringer Waldes deutlich besser als im kiefernreichen Thüringer Holzland, im Thüringer Becken, in den Buchengebieten im Norden und Nordwesten des Landes sowie auf den trocken-warmen Eichen-Standorten im äußersten Süden (Abb. 58).

Vor allem in den Kieferngebieten des Ostthüringischen Trias-Hügellandes (Thüringer Holzland und angrenzende Gebiete) hat sich der Zustand des Waldes in den letzten Jahren deutlich verschlechtert. Hier liegt der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten mit 57 % auf dem höchsten Niveau seit Beginn der Waldzustandserhebung (Abb. 59).

Im Mitteldeutschen Trias-Berg- und Hügelland ist in diesem Jahr der Anteil an Bäumen mit starken Vitalitätsverlusten um 10 % gestiegen und liegt mit 52 % auf dem höchsten Niveau seit 1993 (Abb. 60). Sowohl hier als auch im Nordthüringischen Trias-Hügelland dominiert die Buche.

In den Fichtengebieten des Vogtlandes hat sich der Waldzustand in diesem Jahr wieder verschlechtert, im Thüringer Gebirge ist er in etwa gleich geblieben (Abb. 63 und 64).

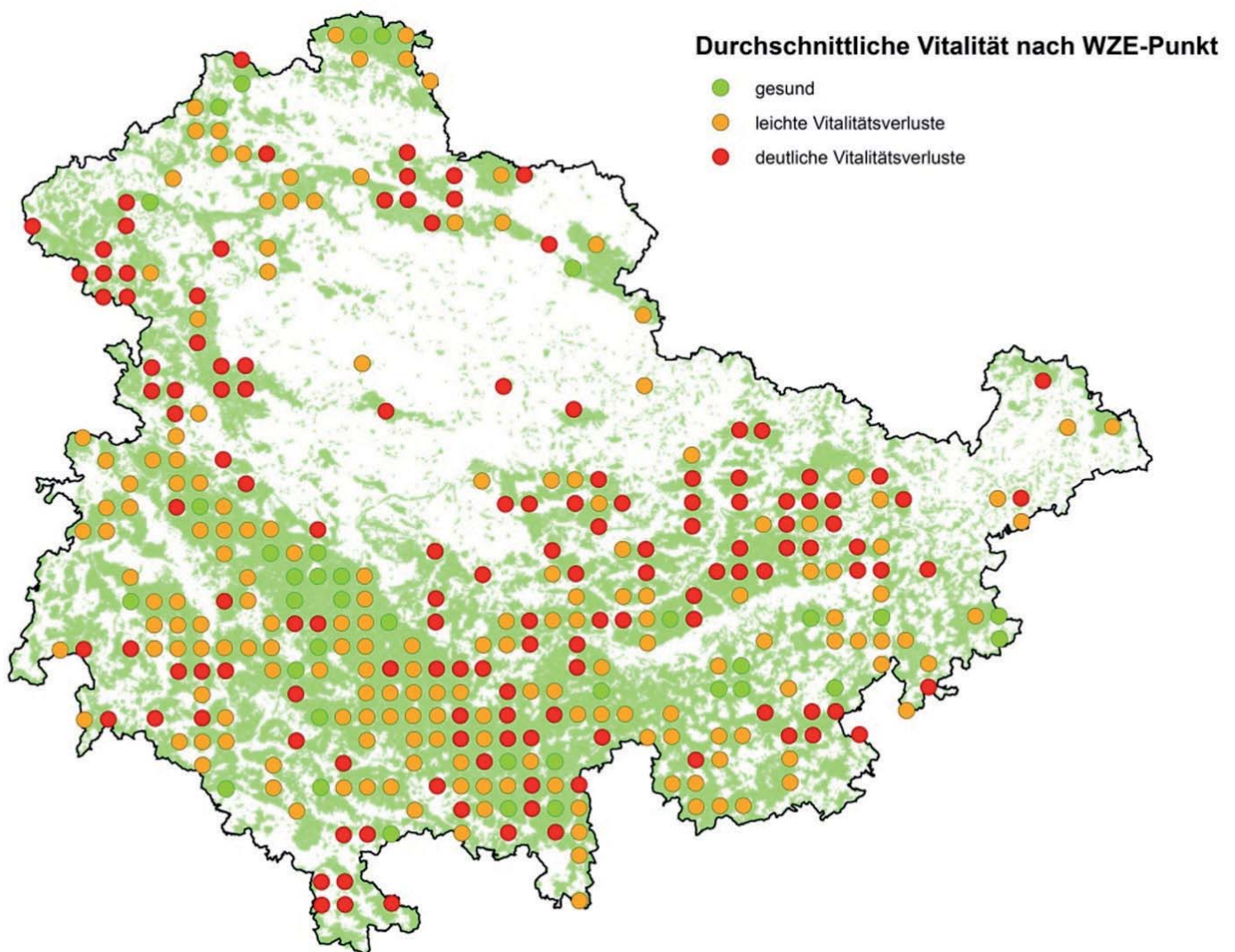
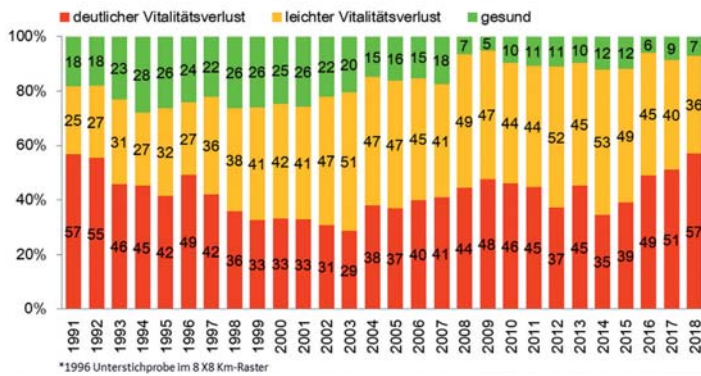
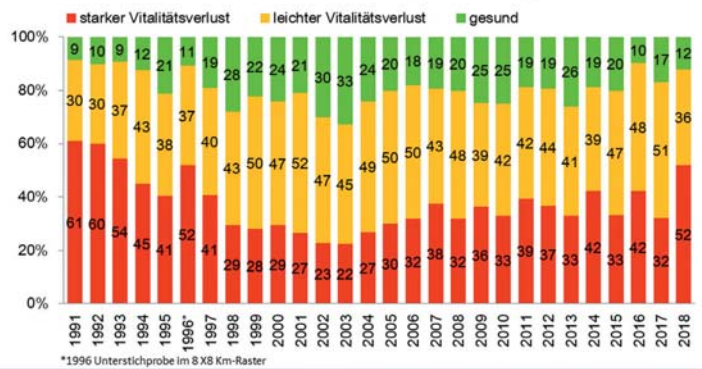


Abb. 58: Waldzustand regional 2018

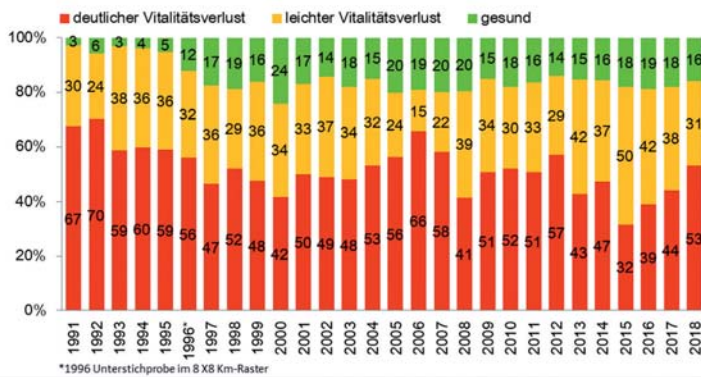
Ostthüringisches Trias-Hügelland



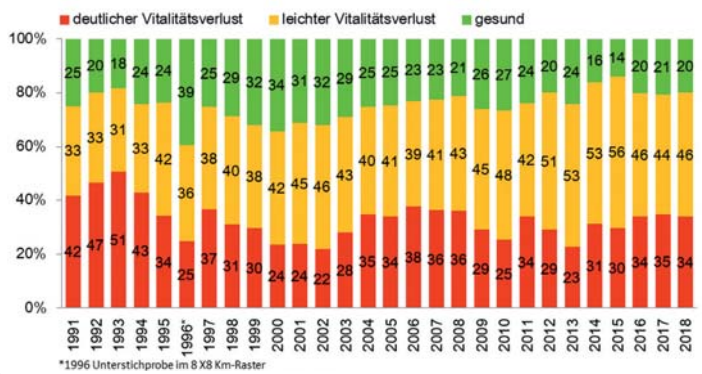
Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland



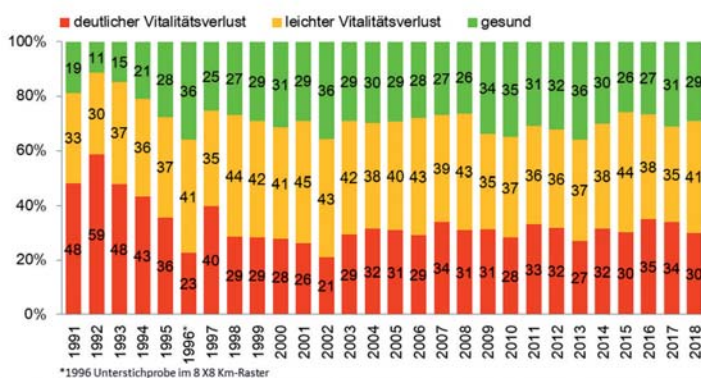
Nordthüringisches Trias-Hügelland



Südthür. - Oberfränkisches Trias-Hügelland



Thüringer Gebirge



Vogtland

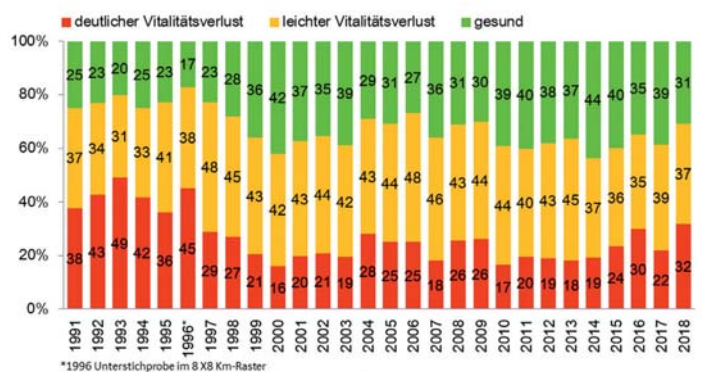


Abb. 59 und 64: Waldzustand/Vitalität in den großen forstlichen Wuchsgebieten

2.6 Ausfallbäume/Ausfallursachen

Insgesamt sind in diesem Jahr 290 WZE-Stichprobenbäume ausgefallen (3,5 %). Davon fielen 115 Bäume den Herbst- und Winterstürmen zum Opfer und wurden außerplanmäßig genutzt. Das ist die höchste Anzahl witterungsbedingter Ausfälle seit dem Sturm „Kyrill“ 2007. Die restlichen Ausfallbäume unterlagen der planmäßigen Nutzung, setzten in die Kraft'sche Klasse 4 oder 5 um oder waren aufgrund sonstiger Gründe nicht bonitierbar (Abb. 65). Es wurden entsprechende Ersatzbäume ausgewählt.

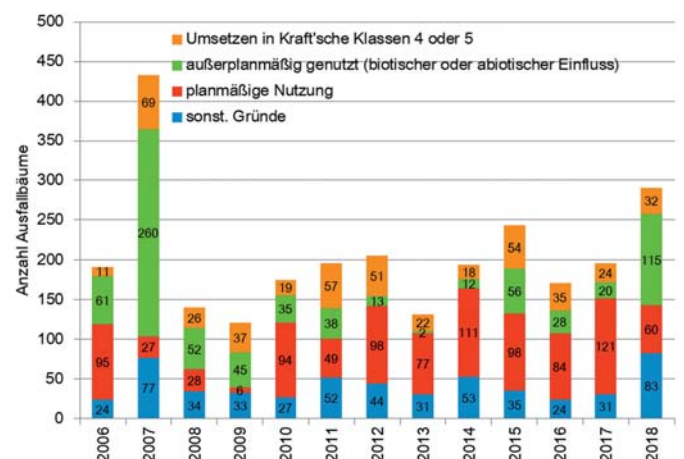


Abb. 65: Ausfall von Stichprobenbäumen/Ausfallursachen

3. Langzeitbeobachtungen/Monitoring

Um das Wachstum, die Entwicklung und den Zustand des Waldes langfristig zu dokumentieren, werden unter Federführung des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums in Gotha umfangreiche Langzeitbeobachtungen und Monitoring-Programme durchgeführt. Ziel der Untersuchungen sind sowohl aktuelle Zustandsanalysen von Waldbäumen und Waldböden als auch die Identifizierung und Bewertung von Einflussfaktoren und Schadursachen. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in forstbetriebliche Entscheidungen und klima- und umweltpolitische Empfehlungen gleichermaßen ein.

3.1 Forstliches Umweltmonitoring

Das Forstliche Umweltmonitoring liefert jährlich aktuelle Daten zum Zustand des Waldes, zur Art und Stärke von Witterungs- und Umwelteinflüssen und in größeren Abständen wertvolle 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 nach einer bundesweit einheitlichen Methodik durchgeführt. In Thüringen finden die jährlichen Erhebungen seit 1991 im 4 x 4 km-Raster (Abb. 66) statt und lassen statistisch gesicherte Aussagen zum Gesundheits-/Vitalitätszustand des Waldes und zu den Hauptbaumarten. Die Daten von 26 WZE-Punkten fließen in den Waldzustandsbericht des Bundes und in den europäischen Waldzustandsbericht ein (Level I 16 x 16 km-Raster).

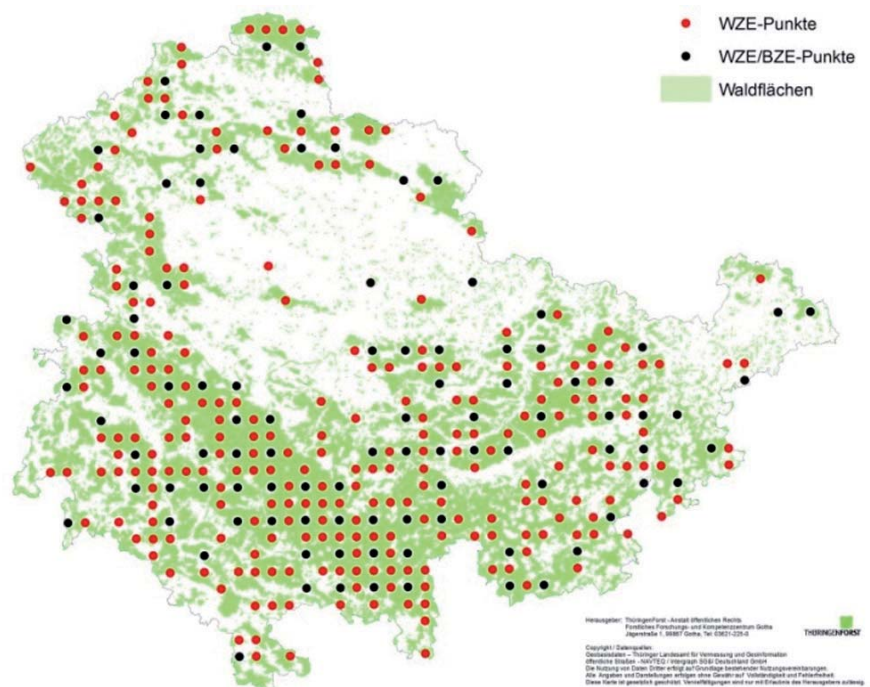


Abb. 66: Lage/Verteilung der WZE-/BZE-Punkte in Thüringen

Bodenzustandserhebung (BZE)

Neben der jährlichen Waldzustandserhebung werden in größeren Abständen an jedem vierten WZE-Punkt (8 x 8 km-Raster) Untersuchungen zum Zustand und zur Entwicklung des Waldbodens durchgeführt (Abb. 66). Die Ergebnisse dieser Bodenzustandserhebungen 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.. Nach den Bodenzustandserhebungen 1992/93 und 2006/07 findet die nächste bundesweite Bodenzustandserhebung von 2022 bis 2024 statt.

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

An den 14 Thüringer Wald- und Hauptmessstationen (Abb. 67) werden die Auswirkungen des Klimawandels und der Einfluss von Luftschadstoffen auf den Wald untersucht. Dafür sind neben der regelmäßigen Erhebung von Baum- und Bodenparametern auch die Erfassung meteorologischer und bodenfeuchtespezifischer Messdaten sowie die Messung von Luftschadstoffkonzentrationen und Stoffeinträgen mit dem Niederschlag notwendig.

Die Standorte der Wald- und Hauptmessstationen wurden anhand gebiets-, standorts- und baumartenrepräsentativer Kriterien ausgewählt. 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 umweltpolitische Entscheidungen ein.

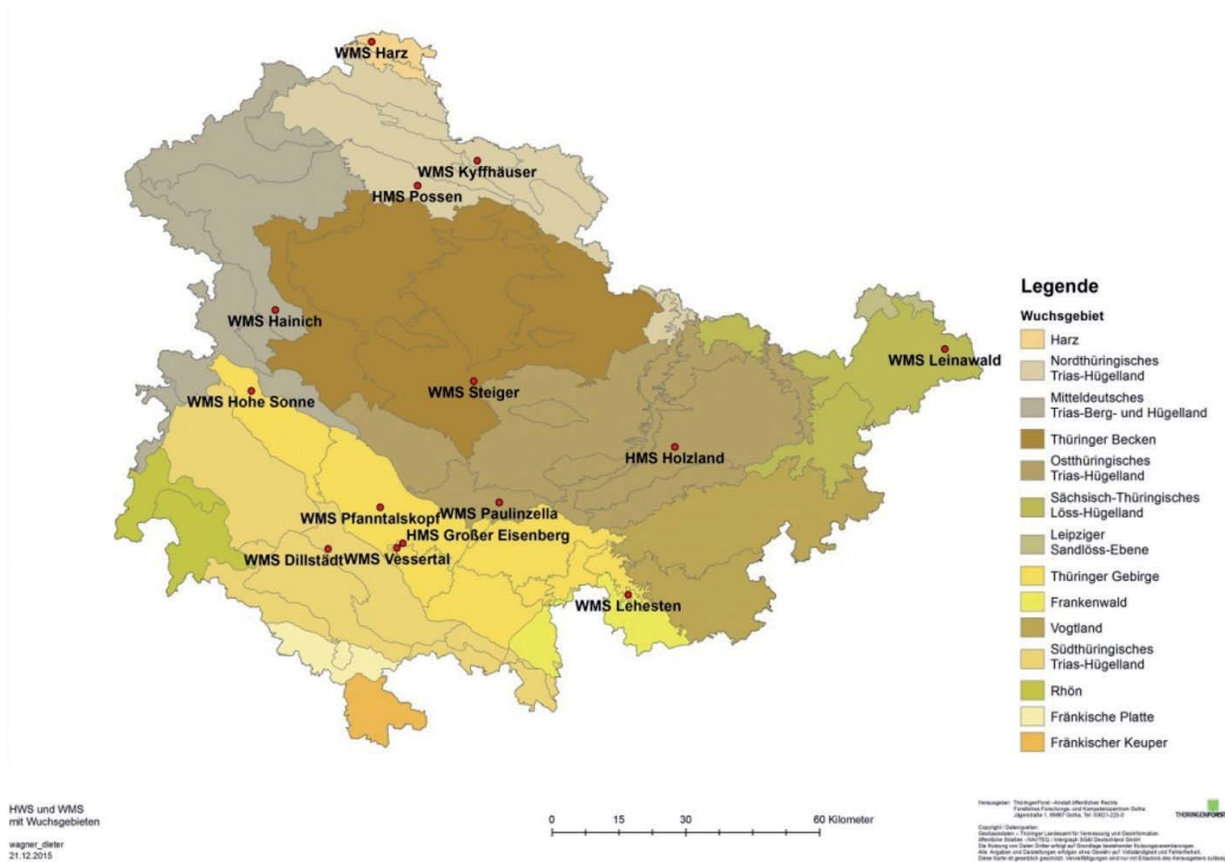


Abb. 67: Verteilung Wald- und Hauptmessstationen nach forstlichen Wuchsgebieten

Das Mess –und Untersuchungsspektrum an den 14 Wald- und Hauptmessstationen ist wie folgt:

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) - Lufttemperatur/-feuchte (permanent)
Untersuchungen am Waldbestand - Kronenzustand (jährlich) - Nadel-/Blattanalysen (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) - Bodensaugspannung (Tensiometer) - Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen
Waldquellen Menge/Qualität des Quellwassers (Schüttungsmessungen, 14-tägige Sammelprobe)	

3.2 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 Forstfrevel zu schützen. Der integrierte Waldschutz trägt der Rechnung und umfasst dabei Überwachung, Prognose, Diagnose und Handlungsempfehlungen.

Waldschutzmeldedienst

Im Rahmen des Waldschutzmeldedienstes werden seit 1947 die aus den Thüringer Forstrevieren und aus dem Bundesforstbetrieb gemeldeten Schäden durch Insekten, Mäuse und Pilze sowie die durch abiotische Einflüsse verursachten Schäden wie z. B. Wurf- und Bruchholz, Frost- oder Dürreschäden und Waldbrände erfasst.

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.

3.3 Boden und Standort

Waldböden sind die Basis für gesunde, stabile und anpassungsfähige Wälder. Regelmäßige boden- und standortkundliche Untersuchungen und eine flächendeckende Standortkartierung verbessern die fachlichen Grundlagen zur Bewertung von Wuchs- und Nutzungspotenzialen und dienen dem Schutz des Waldbodens. Die zahlreichen Wechselbeziehungen und Rückkopplungseffekte zwischen Boden, Wald und Klima werden hierbei berücksichtigt.

3.4 Naturwaldparzellen

Die 14 ausgewiesenen Naturwaldparzellen repräsentieren nach Standort, Baumartenzusammensetzung und Bodenvegetation die häufigsten natürlichen Waldgesellschaften Thüringens. Naturwaldparzellen sind Gebiete, in denen der Wald sich selbst überlassen bleibt. Standardaufnahmen, wie z. B. 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.

3.5 Waldwachstum

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

3.6 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.

3.7 Wild

Bei der Umsetzung forstlicher Maßnahmen zur 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 Verbiss- und Schälschadenserhebungen durchgeführt und auf deren Basis Vorschläge zur Regulierung der Wilddichte erarbeitet.

3.8 Klimafolgenforschung

Bei der Klimafolgenforschung werden die Ergebnisse von Langzeitbeobachtungen mit relevanten Klimainformationen verknüpft, die Risiken des Klimawandels identifiziert und Maßnahmen zum Schutz des Waldes ausgearbeitet. Versuche zur Eignung nicht-heimischer Baumarten werden derzeit auf 60 Flächen durchgeführt. Sechs Flächen wurden in den letzten fünf Jahren für Klimawandel-Fragestellungen neu angelegt (z. B. mit Libanon-Zeder, Türkischer Tanne, Orientbuche, Hemlocktanne, Douglasie, Silberlinde, Baumhasel und Robinie). Vorrangig kommen Baumarten zum Einsatz, die im Hinblick auf steigende Temperaturen, sommerliche Trockenphasen und andere Witterungsextreme anpassungsfähiger erscheinen.

Die 2011 veröffentlichte „Empfehlung heimischer Baumarten für die Wälder des Freistaates Thüringens auf Grundlage der forstlichen Standortkartierung unter Beachtung des Klimawandels“ wurde überarbeitet. Ergänzend wurden konkrete Empfehlungen für Weißtanne, Esche, Hickory, Baumhasel, Wal-, Schwarz- und Hybridnuss sowie zum Umgang mit extrem dichten, schneelastgefährdeten Fichten-Naturverjüngungen herausgegeben. Zum Schadensmanagement nach Windwurf diverse Merk- und Infoblätter für Waldbesitzer vor.



Bild 24: Versuchsfläche mit Libanon-Zeder und Hemlocktanne

4. Resümee

Bereits im Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm von 2009 wurden Wald und Forstwirtschaft als klimasensitive Handlungsfelder identifiziert, die einerseits unter allmählichen Klimaänderungen und andererseits unter extremen Witterungsereignissen wie Trockenheit, Sturm oder Hagel gleichermaßen leiden (TMLNU 2009).

Mithilfe der Ergebnisse der jährlichen Waldzustandserhebung und weiterer langer Datenzeitreihen aus den Monitoringprogrammen, konnte für ausgewählte Aspekte in der Wald- und Forstwirtschaft die Betroffenheit vom Klimawandel konkretisiert werden („Klimawandelfolgen in Thüringen – Monitoringbericht 2017“, TMUEN, 2017). Thematisiert wurden u. a. die klimatische Gefährdung der Baumart Fichte, der Schadholzanfall und seine Ursachen, die Zunahme des Eichenprozessionsspinners und anderer Schadorganismen und die zunehmende Waldbrandgefahr.

Der Klimawandel schreitet derzeit rascher voran, als einschlägige Modelle noch vor 20 Jahren prognostiziert haben. Das bleibt nicht ohne Folgen für die heimischen Baumarten und wird das Erscheinungsbild unserer Wälder langfristig verändern.

In Thüringen hat die mittlere Jahrestemperatur seit Messbeginn im Jahr 1881 um 1,4 °C zugenommen. Der stärkste Anstieg war mit 0,9 °C in den letzten 60 Jahren (Periode 1987 - 2016 im Vergleich zu 1961 - 1990) zu verzeichnen. Die Anzahl heißer Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$) hat sich seit 1961 mehr als verdoppelt, gleichzeitig nahm die Anzahl winterlicher Eistage ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) um rund 23 % ab. Die jährliche Niederschlagsverteilung hat sich verändert, im April und Juni ist seit 1961 eine signifikante Abnahme der Niederschläge zu verzeichnen, während es im Juli und in den Herbstmonaten mehr regnet. In den letzten 30 Jahren war zudem eine regionale Ausdehnung der von sommerlichen Trockenperioden betroffenen Gebiete zu verzeichnen, vor allem südwestlich des Thüringer Waldes traten häufiger Witterungsabschnitte mit weniger als 3 mm Niederschlag an elf zusammenhängenden Tagen auf (Quelle: „Klimawandelfolgen in Thüringen – Monitoringbericht 2017“, TMUEN, 2017).

Die an den forstlichen Wald- und Hauptmessstationen aufgezeichneten Bodenwassergehalte haben in den letzten 20 Jahren vor allem im Oberboden spürbar abgenommen und bleiben selbst bei ergiebigen Herbst-/Winterniederschlägen auf einem niedrigeren Niveau als zu Beginn der Messungen. In den Sommermonaten trocknet der Waldboden zunehmend stärker aus, das im Hauptwurzelraum vorhandene Wasser ist sehr fest gebunden und kann von den Baumwurzeln nur bedingt erschlossen werden. Das latente Wasserdefizit ist vor allem im Thüringer Becken inzwischen so groß, dass normale Niederschlagsmengen zum Ausgleich nicht mehr reichen dürften. Warme und trockene Witterungsperioden verschärfen die angespannte Situation immer weiter. Die in Thüringen beheimateten Baumarten

reagieren je nach Standort unterschiedlich auf den akuten oder latenten Wassermangel.

Während die **Fichte** in den kühl-feuchten Mittelgebirgsregionen in der Regel noch über ausreichend Wasser verfügt, wird ihre Situation in den unteren Lagen und auf flachgründigen Böden zunehmend kritischer. Besonders stark gefährdet sind Fichtenbestände im Osten und Norden des Landes. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen seit ca. 15 Jahren einen Höhengradienten in Bezug auf die mittlere Kronenverlichtung. Je geringer die Höhenlage (und damit die jährliche Niederschlagsmenge), desto stärker ist der Nadelverlust. Das latente Wasserdefizit wirkt sich aber nicht nur auf den Nadelverlust, sondern in der Folge auf zahlreiche baumbiologische Prozesse aus und schwächt das Abwehrvermögen und die Stabilität der flach wurzelnden Fichte. Ihre Prädisposition gegenüber Borkenkäferbefall nimmt vor allem bei lang anhaltenden trocken-warmen Witterungsperioden stark zu, bei Stürmen steigt die Gefahr von Wurf und Bruch stark an. Die Herbst-/Winterstürme und der Witterungsverlauf 2017/18 haben das sehr eindrucksvoll gezeigt und zu einer Massenvermehrung der Borkenkäfer geführt, deren Dimension noch lange nachwirken wird.

Zu Beginn der 90er Jahre wurde die Vitalität der Fichte noch maßgeblich von den hohen Schwefel- und Säureeinträgen geprägt. Die stärksten Nadelverluste und Absterbeerscheinungen waren damals in den stark immissionsbelasteten Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes zu verzeichnen. Umfangreiche Gesetze und Maßnahmen zur Luftreinhaltung haben seitdem zu einer drastischen Senkung der Schwefeldioxid-Emissionen geführt, sodass heute rund 80 % weniger Schwefel- und Säureverbindungen in den Waldboden gelangen als zu Beginn der 90er Jahre. Der Erholungsprozess des Bodens verläuft jedoch sehr langsam und wird vor allem auf kritischen Standorten durch Bodenschutzkalkungen unterstützt (Abb. 68).

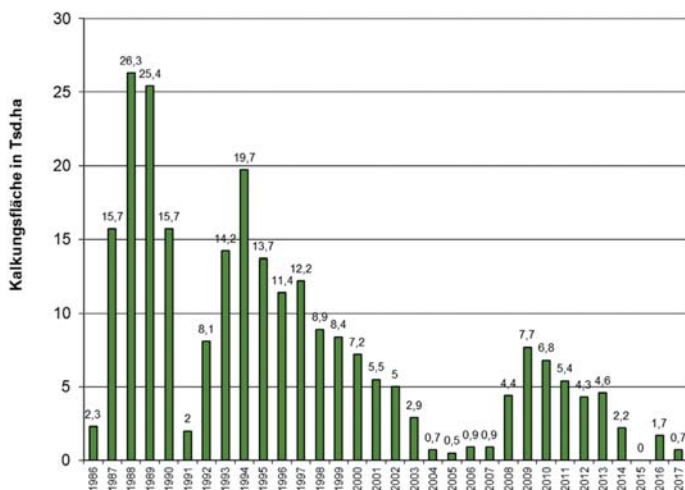


Abb. 68: Gekalkte Waldfläche nach Jahren

Die Wirkung dieser Kalkungsmaßnahmen wird belegt durch die Ergebnisse der Bodenzustandserhebung und die Bodenuntersuchungen an den Wald- und Hauptmessstationen. Sie zeigen auf den gekalkten Flächen eine Anhebung der Basensättigung im Oberboden (0-5 cm Bodentiefe) um durchschnittlich 20 %. Bei den ungekalkten Flächen blieb die Basensättigung hingegen nahezu gleich. Den Waldbäumen stehen auf gekalkten Flächen grundsätzlich mehr basische Nährstoffe zur Verfügung als auf den ungekalkten. Das widerspiegelt sich auch in der Baumernährung und bei der mittleren Kronenverlichtung. Der Kalzium- und Magnesiumgehalt in den Nadeln nimmt nach der Kalkung zu, der Nadelverlust ist hier im Durchschnitt um 5 % geringer. In den nächsten Jahren werden in Thüringen auch weiterhin Bodenschutzkalkungen durchgeführt. Ziel ist es, den durch die Bodenversauerung induzierten Verlust an basischen Pflanzennährstoffen zu kompensieren.

Nach wie vor problematisch sind die seit Jahren zu hohen Stickstoffeinträge. Die kritischen Belastungsgrenzen (Critical loads) des Ökosystems werden in allen untersuchten Waldgebieten überschritten. Die Einträge wirken sowohl bei der Fichte als auch bei allen anderen Baumarten wie eine permanente Düngung und stimulieren auch bei der Fichte das Wachstum und die Blüh- und Fruktifikationsaktivität. Das stärkere Baumwachstum und eine häufige Blüte/Fruktifikation gehen mit einem Mehrbedarf an Wasser und Nährstoffen einher. In trockenen Witterungsphasen und auf nährstoffarmen Standorten kann dieser Mehrbedarf nicht gedeckt werden, sodass die hier stockenden Fichtenbestände noch empfindlicher auf Witterungs- und Umwelteinflüsse reagieren als ohnehin schon. Darüber hinaus ist in einigen Gebieten ein Anstieg des Nitrat-Gehaltes in den Waldquellen zu verzeichnen, der auf eine Stickstoffsättigung des Ökosystems hindeutet.

Für die **Buche** herrschen in Thüringen auf vielen Standorten optimale klimatische und standörtliche Bedingungen vor. Lediglich in den Hoch- und Kammlagen des Thüringer Waldes wird ihre Verbreitung durch niedrige Temperaturen und eine relativ kurze Vegetationszeit begrenzt. Dies könnte sich durch den Klimawandel langfristig ändern. Die seit 1961 im Thüringer Wald um 0,8 °C gestiegenen Jahresmitteltemperaturen (Quelle: TLUG, Thüringer Klimaagentur) beeinflussen die Vegetationszeitlänge und begünstigen die Ausbreitung der Buche bis in höhere Lagen. Im Rahmen der Waldumbaumaßnahmen wird dieser Fakt berücksichtigt und die Buche auch zunehmend in den Hoch- und Kammlagen eingebracht.

Auf den klassischen Buchenstandorten treten hingegen bei starker Bodentrockenheit neben deutlichen Vitalitätsverlusten auch starke Zuwachsdepressionen auf. Bohrkernuntersuchungen an den Wald- und Hauptmessstationen zeigen nach dem Extremsommer 2003 lang anhaltende Zuwachsverluste, gleich-

zeitig aber auch leichte Tendenzen einer Anpassung der Buche an die sich verändernden Bedingungen.

Zunehmend problematischer wird die Häufung von Mastjahren, die sowohl auf klimatische Veränderungen als auch auf die hohen Stickstoffeinträge zurückgeführt werden kann. Wie schon bei der Fichte beschrieben, gehen auch die Buchenmasten mit einem hohen Wasser- und Nährstoffbedarf einher, der vielfach nicht ausreichend gedeckt werden kann. Eine verringerte Blattbildung, kleine oder deformierte Blätter und ein frühzeitiger Blattfall sind die Folge. Die Buche braucht in der Regel mehrere Jahre, um sich nach der Mast vollständig zu regenerieren. Verkürzt sich dieser Zeitraum, dann kommt es zu anhaltenden Vitalitätsdefiziten und die Buche ist nicht mehr in der Lage, auf Witterungsanomalien oder Umweltbelastungen adäquat zu reagieren. Im Nordthüringischen Trias-Hügelland ist das derzeit der Fall. Hier haben sich viele Buchen von der extremen Mast 2016 noch nicht wieder erholt und sind stark in ihrer Vitalität gemindert.

Die seit Jahren geminderte Vitalität der **Kiefer** ist bislang nicht eindeutig zu erklären. Vor allem auf den klassischen Kiefernstandorten im Osten des Landes zeigt die Kiefer zum Teil erhebliche Vitalitätsdefizite, die Nadelmasse hat seit 2001 kontinuierlich abgenommen. Die Nadelvergilbungen/-verfärbungen und Schäden durch forstliche Schadorganismen haben hingegen zugenommen. In diesem Jahr hatten auffallend viele Kiefern unnatürliche Nadelverfärbungen. Ursächlich dafür waren eine witterungsbedingte Trockenschütte (Verfärbung und Abwurf des letzten Nadeljahrgangs), Kalkchlorosen (Eisen-/Manganmangel) auf den nährstoffreichen Standorten, das durch den Pilz *Sphaeropsis sapinea* verursachte Diplodia-Triebsterben und ein erhöhter Befall durch die Kiefern-Borkenkäfer.

Die Kiefer gilt als eine anspruchslose Baumart in Bezug auf die Wasser- und Nährstoffversorgung und kommt mit Defiziten in der Regel gut zurecht. Die anhaltenden Vitalitätsverluste sind allerdings ein Indiz, dass der Klimawandel der Kiefer mehr zu schaffen macht als bislang angenommen. Hinzu kommt auch bei der Kiefer eine seit 2003 deutlich gestiegene Blüh- und Fruktifikationsaktivität, die den Wasser- und Nährstoffverbrauch der Bäume stark erhöht und die Vitalität der Kiefer schwächt.

Die **Eiche** gilt in Bezug auf die Wasserversorgung als eine robuste und zukunftssträchtige Baumart. Sie stockt in Thüringen häufig auf den von Natur aus trockeneren Standorten, ihr ausgeprägtes Pfahlwurzelsystem ermöglicht die Erschließung von Wasservorräten aus tieferen Bodenschichten. Verringern sich allerdings diese Wasservorräte sehr stark oder bildet sich das Wurzelsystem zurück, dann reagiert die Eiche sehr empfindlich auf den Wassermangel. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung deuten zunehmend auf eine diesbezügliche Problematik hin.

Durch den Klimawandel treten auch bislang eher unauffällige forstliche Schädlinge oder aus anderen Regionen stammende Schadorganismen in Erscheinung und breiten sich aus. Neben einer Zunahme des einheimischen Eichenprozessionsspinners, sorgen vor allem das sich von den wärmeren Gebieten Europas her ausbreitende Diplodia-Triebsterben der Kiefer, die aus Nordamerika eingeschleppte Rußrindenkrankheit des Ahorn und der aus Asien stammende Kleinpilz „Falsches Weißes Stengelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*), der Verursacher des Eschentriebsterbens, für auffällige Schäden. Da es beim Eschentriebsterben bislang noch keine wirkungsvollen Gegenmaßnahmen gibt, wird seit 2010 im Staatswald auf eine Pflanzung der an sich für trockene Standorte gut geeigneten Esche verzichtet. Im Privat- und Körperschaftswald wird eine Pflanzung der Esche nicht mehr finanziell gefördert.

5. Ausblick

Der Zustand des Waldes hat sich im Vergleich zu den Vorjahren vor allem auf Grund der langanhaltenden Trockenheit deutlich verschlechtert. Die Prognosen zum Klimawandel legen nahe, dass sich solche Witterungsverhältnisse häufen werden. Eine Anpassung an den Klimawandel wird insofern mehr und mehr zu einer Kardinalfrage der Forstwirtschaft.

Die diesjährigen Ergebnisse der Waldzustandserhebung belegen erneut den dringenden Handlungsbedarf bei Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Senkung der Stickstoff-Emissionen. Hierbei sind fachlich fundierte Daten zur Bewertung der aktuellen Situation ebenso gefordert wie politische Initiativen.

Der hohe Stickstoff-Eintrag in den Wald wirkt derzeit wie eine permanente Düngergabe, der erneute Anstieg seit 2014 lässt dabei entweder auf neue Emittenten oder auf höhere Emissionen schließen. Forstliche Maßnahmen wie z. B. die Vermeidung von starken Auflichtungen oder die Mischung tief- und flachwurzelnder Baumarten helfen nur bedingt. Zur Vermeidung von Spätschäden muss der Stickstoffausstoß dauerhaft gesenkt werden.

Der fortschreitende Klimawandel hat weitreichende Folgen für den Wald und seine Bewirtschaftung. Wie im Waldbericht der

Bundesregierung 2017 dargestellt, verlangt eine zeitgemäße Klimapolitik sowohl

- die Vermeidung von Treibhausgasen,
- die Erhöhung von Treibhausgasenken und
- die Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

Alle drei Bereiche berühren den Wald einschließlich seiner nachhaltigen Bewirtschaftung unmittelbar. Der Wald ist ein wichtiger CO₂-Speicher. So sind in den Wäldern Thüringens rund 435 Mio t klimaschädliches CO₂ langfristig in den Bäumen, im Totholz und im Waldboden fixiert. Jedes Jahr werden über die Fotosyntheseleistung der Wälder im Durchschnitt 13 t CO₂/ha aus der Luft zum Aufbau insbesondere der Holzmasse gebunden. Gegenwärtig wird weniger Holz geerntet als zuwächst, insofern erfüllt der Wald durch einen weiterhin steigenden Holzvorrat noch eine Senkenfunktion in Höhe von 2 Mio t CO₂ jährlich. Aufgrund der hohen Holzvorräte in den Wäldern Thüringens, die nach den Ergebnissen der dritten Bundeswaldinventur (2012), nach Bayern und Baden-Württemberg den beachtlichen dritthöchsten Wert im bundesweiten Ländervergleich aufweisen, wird diese Senkenleistung aber in naher

Zukunft stark zurückgehen, da sich der CO₂-Speicher Wald nicht unbegrenzt ausbauen lässt. Unter Klimaschutzaspekten gewinnt insofern die Bereitstellung des nachwachsenden CO₂-neutralen Rohstoffes Holz im Zuge nachhaltiger Waldbewirtschaftung an Bedeutung, indem der natürliche Kreislauf von Werden und Vergehen durch Holzerzeugnisse quasi als Zwischenspeicher verlängert werden kann. Dieser Holzproduktspeicher entlastet die Atmosphäre umso besser, je langlebiger die Holzprodukte sind. Eine darüber hinaus gehende wichtige Klimaschutzwirkung liefert die Nutzung von Holz aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung im Rahmen so genannter Substitutionseffekte, wenn z. B. energieintensiv hergestellte Materialien bzw. fossile Energieträger ersetzt werden können.

Im Klimaschutzplan der Bundesregierung vom 14.11.2016 wird herausgestellt, dass sich das Leitbild 2050 eng an den Feststellungen des Weltklimarates orientiert, wonach der Waldschutz und die nachhaltige Waldbewirtschaftung ein geeignetes und kostengünstiges Mittel zur Reduzierung des Treibhausgasausstoßes sind und zudem dadurch gleichzeitig positive Nebeneffekte in den Bereichen Anpassung an den Klimawandel und nachhaltige Entwicklung erreicht werden. Die Klimaschutzwirkungen des Waldes und seiner nachhaltigen Bewirtschaftung können aber nur gewährleistet werden, wenn die Wälder hinreichend stabil und leistungsfähig sind und dies auch bleiben. Deshalb ist die Anpassung der Wälder an den Klimawandel eine Schlüsselaufgabe, deren Bedeutung gar nicht oft genug hervorgehoben werden kann.

Im Waldbericht der Bundesregierung 2017 wird folgerichtig dargestellt, dass standortgerechte, vitale, naturnahe und an den Klimawandel angepasste, nachhaltig bewirtschaftete und produktive Wälder mit überwiegend heimischen Baumarten, die Sicherung aller Waldfunktionen, einschließlich des Klimaschutzes, ermöglichen. Deshalb müssen der Erhalt bzw. die Entwicklung klimaangepasster Mischwälder und eine zielgerichtete Pflege nach Kräften gesichert bzw. vorangetrieben werden. Solche Mischwälder tragen zur Stabilisierung des Waldgefüges bei und senken das Risiko von flächigen Ausfällen. Insofern rückt der Waldbau ins Zentrum forstlicher Anpassungsmaßnahmen.

Die langen Wachstumszeiträume der Bäume lassen schnelle Änderungen der Baumartenzusammensetzung und des Waldgefüges bei planmäßiger Bewirtschaftung kaum zu. Dennoch kann die heimische Forstwirtschaft in den letzten Jahren diesbezüglich bemerkenswerte Fortschritte aufweisen. So zeigen die Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur (2012), dass der Anteil der heimischen Laubbäume, der Mischbestände, der vertikalen Strukturen und damit die Naturnähe in den Waldbeständen deutlich zugenommen haben.

So eindrucksvoll diese Leistungen der naturnah ausgerichteten Waldbewirtschaftung sind, müssen die Waldbau-Anstrengungen angesichts der Geschwindigkeit, mit der sich insbesondere das Klima und infolgedessen das Witterungsgeschehen verändert, dennoch mit Nachdruck weiter verfolgt und möglichst intensiviert werden.

Die diesjährige Borkenkäferkalamität zeigt augenscheinlich, dass ein besonderes Augenmerk auf die Fichte gelegt werden muss. Auf flachgründigen Böden und in den trockeneren und wärmeren Regionen Thüringens wird die Fichte nicht zu halten sein. Im Rahmen der Waldbaumaßnahmen muss rasch darauf reagiert werden, um nicht Gefahr zu laufen, dass Schädflächenentwicklungen den Waldbau bestimmen. Aber auch in den klimatisch für die Fichte noch günstigeren Lagen müssen verstärkt andere Baumarten, wie zum Beispiel Buche, Weißtanne oder Douglasie als Mischbaumarten zur Stabilisierung des Bestandesgefüges in die dortigen, oft in Reinform vorkommenden Fichtenbestände eingebracht werden.

Die Anpassungsfähigkeit unserer heimischen Baumarten wird zunehmend durch außergewöhnliche Witterungsverläufe, Umwelteinflüsse und forstliche Schadorganismen auf den Prüfstand gestellt. Es ist zu befürchten, dass die Grenzen dieser Anpassungsfähigkeit früher oder später erreicht sein werden, sodass der Klimawandel langfristig zu anderen Waldbildern mit wärmeliebenden und trockenstresstoleranteren Baumarten führen wird.

Politik und Forstwirtschaft sind gefordert, alles dafür zu tun, dass der Wald und mit ihm seine vielfältigen Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen erhalten bleiben. Langzeitbeobachtungen im Wald liefern wertvolle Basisinformationen zum Zustand des Waldes und des Waldbodens, zur Art und Stärke von Witterungseinflüssen, zur Ausbreitung und Vermehrung forstlicher Schadorganismen sowie zum Wachstumsverhalten und zur Vitalität von Waldbäumen. Die Ergebnisse lassen Schlussfolgerungen zur räumlichen und zeitlichen Dynamik von Veränderungen zu und bilden eine wichtige Grundlage für zweckmäßige Anpassungsstrategien der nachhaltigen Waldbewirtschaftung an den Klimawandel.

Anhang

Bewertung des Waldzustandes 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	2008	29	43	27	1	0	28
	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
Kiefer	2008	4	45	48	2	1	51
	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
sonstige Nadelbäume	2008	23	54	23	0	0	23
	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
alle Nadelbäume	2008	22	43	33	1	1	35
	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

Buche	2008	17	53	29	1	0	30
	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	2008	21	28	50	1	0	51
	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
	2018	5	26	63	6	0	69
sonstige Laubbäume	2008	23	48	28	1	0	29
	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
	2017	24	38	37	1	0	38
	2018	17	32	43	8	0	51
alle Laubbäume	2008	19	48	32	1	0	33
	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
	2016	15	45	38	2	0	40
	2017	17	44	37	2	0	39
	2018	14	38	44	4	0	48
alle Baumarten	2008	21	45	33	1	0	34
	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
	2015	21	48	30	1	0	31
	2016	20	43	36	1	0	37
	2017	22	42	35	1	0	36
	2018	19	40	38	3	0	41

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:

Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft
(TMIL) ThüringerForst - Anstalt öffentlichen Rechts (AöR)
Marcel Krummrich (Bild Ministerin Birgit Keller)

Gestaltung und Satz:

mach.art Werbeagentur Thüringen GmbH
Steinmühlenallee 23
99867 Gotha

Druck:

Landesamt für Vermessung und Geoinformation

Stand: Dezember 2018

THÜRINGEN
ENTWICKELN
ZUKUNFT
GESTALTEN

WWW.TMIL.INFO

