

Forstwirtschaft



Waldzustandsbericht 2019 des Landes Brandenburg

INHALT

1	Einleitung	3
2	Hauptergebnisse	4
3	Forstliches Umweltmonitoring	5
4	Waldzustandserhebung	7
4.1	Kronenzustand	7
4.2	Kronenschäden	9
4.3	Fruktifikation	9
4.4	Mistelbefall	11
5	Vitalitätsbeurteilung	11
6	Witterung	14
7	Waldschutz	15
8	Vitalität der Buche	17
9	Zusammenfassung	22
10	Literatur	23
11	Anhang	26
11.1	Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019	26
11.2	Kronenzustandsentwicklung nach Baumartengruppen	28
11.3	Fruktifikation der Hauptbaumarten in Brandenburg	33

1 EINLEITUNG

Im diesjährigen Waldzustandsbericht für Brandenburg liegt ein besonderes Augenmerk auf den Auswirkungen der ausgeprägten Trockenheit 2018 und den ebenfalls sehr trockenen und warmen Witterungsbedingungen 2019. Viele Baumarten reagieren verzögert auf Wassermangelsituationen, weshalb sich tatsächliche Schäden oft erst im Folgejahr zeigen.

Neben den sichtbaren Kronenschäden wie der Kronenverlichtung, ausgedrückt durch den relativen Nadel- bzw. Blattverlust eines Probebaumes, werden im Rahmen der Waldzustandserhebung verschiedene Merkmale wie Fruktifizierung, Mortalität, sowie das Auftreten von biotischen Schaderregern jährlich erfasst und ausgewertet. Eine zusammenfassende Bewertung dieser Vitalitätsmerkmale findet sich in der Berechnung und Darstellung des Kronenzustandsindex wieder.

Als Sonderbeitrag des diesjährigen Waldzustandsberichtes wird die Vitalität der Buche behandelt. Hierzu wurde das Stichprobennetz für die Buche in diesem Jahr verdichtet und soll die Aussagekraft der Waldzustandserhebung über diese Baumart auch in Zukunft stärken.

Die Hauptergebnisse der Waldzustandserhebung vermitteln einen schnellen Überblick über die Entwicklung des Vitalitätszustandes des Gesamtwaldes in Brandenburg und den wichtigsten Baumartengruppen (Kiefer, Eiche und Buche). Für eine großräumigere Betrachtung des Waldzustandes wird auf die ausstehenden Ergebnisse des Bundes und der anderen Bundesländer verwiesen (s. [Ergebnisse der Waldzustandserhebung](#)).

2 HAUPTERGEBNISSE

Den Ergebnissen liegen die Erhebungen von 1224 Probestämmen an 51 Waldstandorten zu Grunde. Der Anteil der Waldfläche mit deutlichen Schäden hat um 26 % zugenommen (**Tab. 1**). Unabhängig von der Vergilbung der Krone zählt ein Probestamm ab einer Kronenverlichtung (Nadel-/Blattverlust) von über 25 % als deutlich geschädigt (Wellbrock et al., 2018). Nur 14 % der Probestämme zeigten in diesem Jahr keine sichtbaren Kronenschäden.

Am schlechtesten fielen die Ergebnisse für die Baumartengruppen Eiche und Buche mit einem Anteil deutlicher Schäden von über 60 % aus. Aber auch bei der Kiefer zeigten sich für 24 % der Probestämme deutliche Kronenschäden, was in diesem Ausmaß zuletzt Anfang der neunziger Jahre beobachtet wurde.

Die Eichen zeigten schon im letzten Jahr einen Anstieg der Kronenschäden mit einem Anteil an deutlichen Schäden von 37 % und reagierten damit bereits 2018 auf die trockenen Witterungsbedingungen. Bei der Kiefer konnte hingegen im Vorjahr keine nennenswerte Vorschädigung festgestellt werden und 48 % der Probestämme hatten noch keine sichtbaren Schäden. Da für die Buche die Stichprobenanzahl in diesem Jahr deutlich erhöht wurde, ist die Vergleichbarkeit mit dem Vorjahr und damit eine Trendaussage nur bedingt möglich. Die Entwicklung deckt sich jedoch mit Beobachtungen der Förster vor Ort, die eine teilweise dramatische Verschlechterung des Vitalitätszustandes der Buche in 2019 beobachteten. Auch bundesweit wurde eine Verschlechterung der Vitalität der Buche festgestellt.

	ohne Schäden Schadstufe 0	Warnstufe Schadstufe 1	deutliche Schäden Schadstufe 2-4	Trend
alle Baumarten	14 (-30 %)	49 (+4 %)	37 (+26 %)	
Kiefer	17 (-31 %)	59 (+13 %)	24 (+18 %)	
Eiche	8 (-8 %)	26 (-21 %)	66 (+29 %)	
Buche	6 (-61 %)	32 (+2 %)	62 (+59 %)	

Tab. 1: Gerundete Schadklassenanteile in Prozent der Waldfläche und getrennt nach den Hauptbaumarten (Veränderung zum Vorjahr in Prozentpunkte).

In der Zeitreihe der Schadstufenanteile über alle Baumarten hinweg zeigt sich eine drastische Verschlechterung des Waldzustandes in Brandenburg 2019 (Abb. 1). Der Anteil an Probestämmen der Warnstufe und der mit deutlichen Schäden übersteigt sogar die auf die Luftverunreinigung zurückgeführten Schädigungen zu Beginn der neunziger Jahre. Heute werden abiotische Ursachen (Trockenheit) und deren Wechselwirkung mit biotischen Schaderregern für die geringe Vitalität des Waldes verantwortlich gemacht. Ob der Wald sich erholt und wie lange der Wald braucht um sich von diesen Schädigungen zu erholen, hängt vor allem von den Witterungsbedingungen der nächsten Jahre ab.

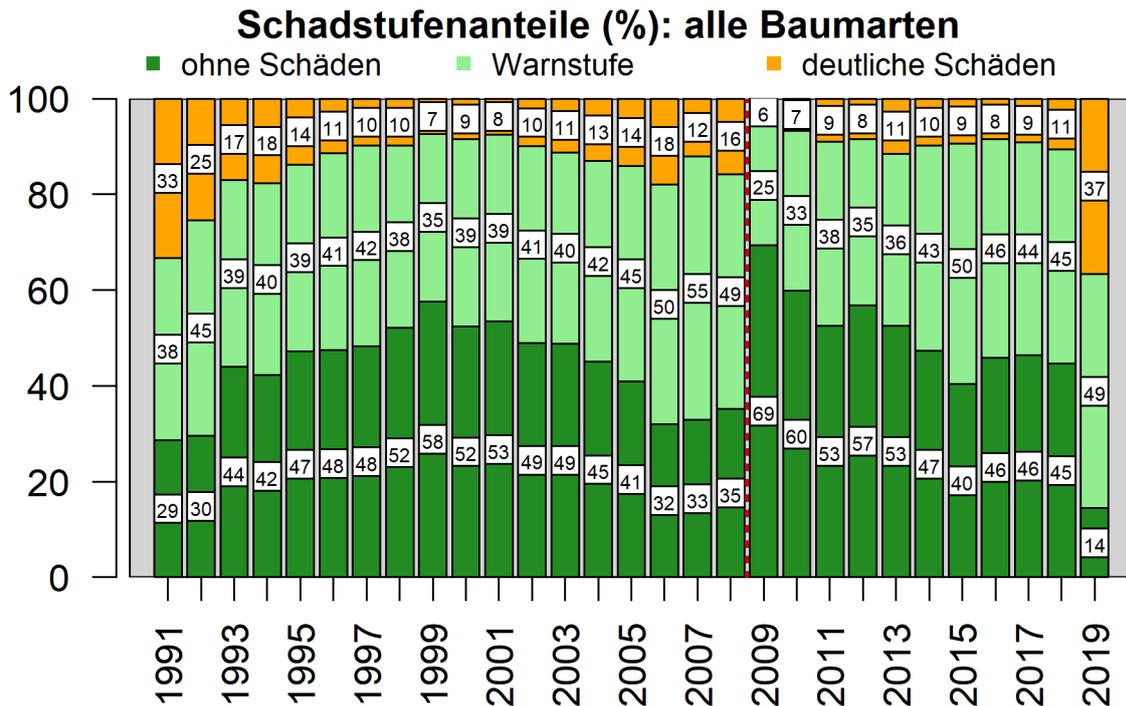


Abb. 1: Entwicklung der Schadstufenanteile in Prozent der Waldfläche. Abweichungen zu 100 % sind aufgrund von Rundungsfehlern möglich. Aufgrund der Umstellung und Ausdünnung des Messnetzes in 2009 ist die Vergleichbarkeit innerhalb der Zeitreihe eingeschränkt (rot gestrichelt).

3 FORSTLICHES UMWELTMONITORING

Seit 1991 werden bundeseinheitlich nach standardisierten Methoden Daten über den Vitalitätszustand und die Ursachen-Wirkungsbeziehungen von Waldökosystemen erhoben. Während die Waldzustandserhebung jährlich für ein systematisches Stichprobennetz erfolgt und flächenrepräsentative Aussagen über einzelne Baumartengruppen ermöglicht (Level I), findet auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen ein intensives forstliches Umweltmonitoring mit kontinuierlichen Messungen zur Meteorologie, zum Bodenwasserhaushalt und zur Baumphysiologie statt (Level II). Eine Auswahl dieser Erhebungen mit interaktiver Ergebnisdarstellung werden regelmäßig aktualisiert und stehen online zur Verfügung (s. [Forstliche Umweltkontrolle Brandenburg](#)).

Die Durchführung des forstlichen Umweltmonitoring liegt in der Verantwortung der Länder und erfolgt auf Grundlage der Verordnung ForUmV, welche im Bundeswaldgesetz (§ 41a BWaldG) verankert ist. Daran ist ein Durchführungskonzept des Bundes gekoppelt, welches auf die Kooperation mit anderen Programmen und bestehenden Berichtspflichten aus dem Umweltbereich verweist (s. [Forstliches Umweltmonitoring](#)). In Bund-Länder-Arbeitsgruppen wurden Leitfäden über ein einheitliches methodisches Vorgehen für die Erhebungen der verschiedenen Monitoringaufgaben entwickelt und auf europäischer Ebene abgestimmt (s. [ICP Forests](#)). Die Daten zur Waldzustandserhebung werden jährlich an das Thünen-Institut (Institut für Waldökosysteme) (s. [Thünen-Institut WO](#)) geliefert und auf Bundesebene (s. [Waldzustandsbericht](#)) und EU-Ebene (s. [ICP Forests TR](#)) ausgewertet.

Die Waldzustandserhebung (WZE) basiert auf der sogenannten 6-Baum-Stichprobe. Hierbei werden auf einem Kreuztrakt, bestehend aus vier sogenannten Satelliten in Ausrichtung zu den vier Himmelsrichtungen des Probepunktes, 24 Bäume begutachtet und hinsichtlich ihres Vitalitätszustandes bewertet (Wellbrock et al., 2018). Das Hauptmerkmal der sogenannten Kronenansprache ist die Kronenverlichtung, welche den relativen Nadel-/Blattverlust im Vergleich zu einem gesunden Referenzbaum angibt (Eichhorn et al., 2016). Als Orientierung dient eine Bilderserie zur Einschätzung von Kronenverlichtungen bei Waldbäumen (Meining et al., 2007). Außerdem werden jährlich Abstimmungskurse durchgeführt um die Vergleichbarkeit der Kronensprache in den Ländern sicherzustellen (Eickenscheidt and Wellbrock, 2014). Neben der Einschätzung der Kronenverlichtung wird für jeden Probebaum eine gesonderte Schadansprache durchgeführt, bei der nach einer Nationalen Liste von Baumschäden das Auftreten von Schaderregern und Schäden dokumentiert wird (Wellbrock et al., 2018).

In Brandenburg erfolgte die WZE von 1991 bis 2003 auf einem 4 x 4 km, von 2004 bis 2008 auf einem 8 x 8 km. Seit 2009 wurde das Grundraster auf 16 x 16 km erweitert (Kallweit, 2016). Entsprechend der Netzdichte und der damit repräsentierten Waldfläche variierte die Grundgesamtheit der im Rahmen der WZE untersuchten Bäume (s. Anhang 11.1). Bei der Änderung 2009 wurde außerdem das bisherige Grundraster auf das bestehende Basisnetz der Bundeswaldinventur (s. [Der Wald in Deutschland](#)) verschoben. Der Bruch in der Zeitreihe schränkt zwar den Vergleich jüngerer Erhebungen mit den Daten vor 2009 ein, gewährleistet jedoch eine übergreifende Auswertung der drei großen Waldinventuren WZE, BZE (Bodenzustandserhebung) und BWI (Bundeswaldinventur).

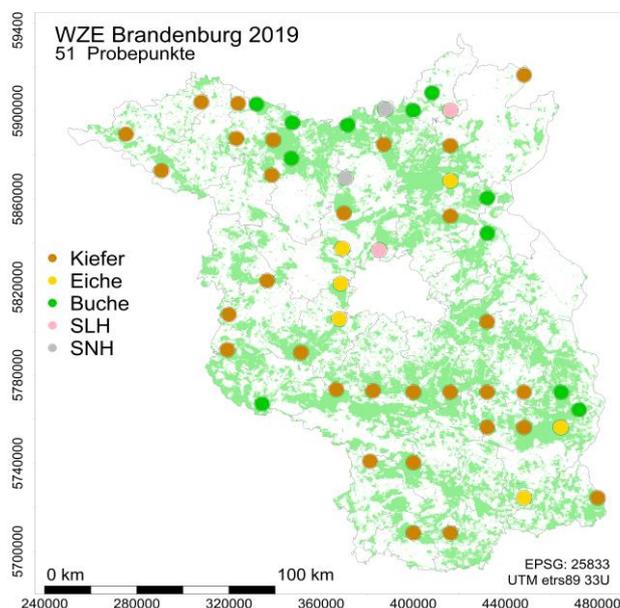


Abb. 2: Hauptbaumart und räumliche Verteilung der WZE-Probepunkte in Brandenburg. Neben der Hauptbaumartengruppe Kiefer, Eiche und Buche wurden sonstiges Laubholz (SLH) und sonstiges Nadelholz (SNH) zu einer jeweils eigenen Baumartengruppe zusammengefasst.

Die Waldfläche in Brandenburg wurde zuletzt, basierend auf dem 16 x 16 km Raster, durch 41 Waldstandorte und insgesamt 984 Bäume repräsentiert. Aufgrund der bisher geringen Anzahl von Probepunkten der Baumartengruppe Buche (BMEL, 2019), wurde das Stichprobennetz für die Buche 2019 auf das 8 x 8 km Raster verdichtet. Damit wurden zehn weitere Probepunkte mit der Hauptbaumart Buche in das Stichprobennetz aufgenommen (Abb. 2). Aktuell umfasst die WZE-Stichprobe 1224

Einzelbäume. Entsprechend der Baumartenverteilung in Brandenburg besteht ein Schwerpunkt in der Baumartengruppe Kiefer (*Pinus sylvestris* L.), gefolgt von der Baumartengruppe Eiche (*Quercus petraea* (Matt) Liebl. und *Quercus robur* L.) und der durch die Netzverdichtung nun stärker repräsentierten Baumartengruppe Buche (*Fagus sylvatica* L.) (Abb. 3).

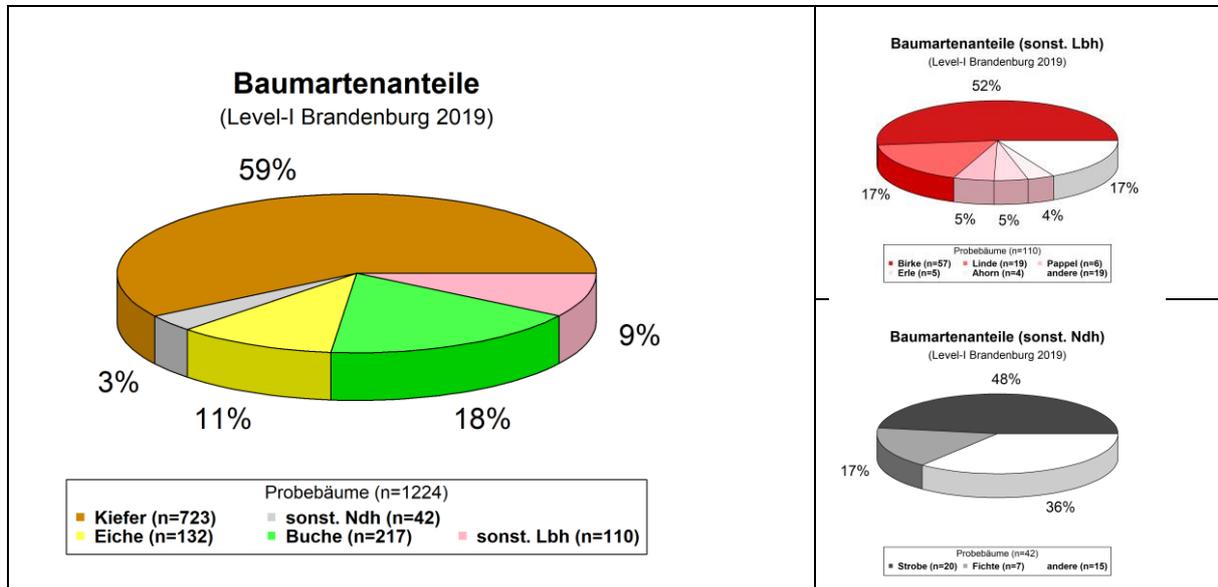


Abb. 3: Anteile der Baumartengruppen in der WZE-Stichprobe und den Untergruppen sonstiges Laubholz und sonstiges Nadelholz (n = Anzahl der Probabäume).

4 WALDZUSTANDSERHEBUNG

4.1 Kronenzustand

Anhand der mittleren Kronenverlichtung zeigt sich sowohl für die Laub- als auch für die Nadelbäume eine deutliche Verschlechterung des Kronenzustandes (Abb. 4). Für die Nadelbäume hatte sich über die letzten Jahre ein relativ konstantes Niveau von ca. 14 % eingestellt, während die Laubbäume höheren Schwankungen unterlegen waren und bereits im Vorjahr eine mittlere Kronenverlichtung von über 20 % aufwiesen.

Auch wenn die Umstellung des WZE-Stichprobennetzes 2009 einen direkten Vergleich der Ergebnisse zu den Vorjahren nicht zulässt, zeigt sich bereits seit 1999, dass die Laubbaumarten einen schlechteren Belaubungszustand als die Nadelbäume aufweisen. Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 33 % ergibt sich 2019 für die Laubbäume ein historischer Höchstwert. Die Nadelbäume zeigen eine noch nie, innerhalb eines Jahres, beobachtete Verschlechterung des Kronenzustandes und eine mittlere Kronenverlichtung von 23 %.

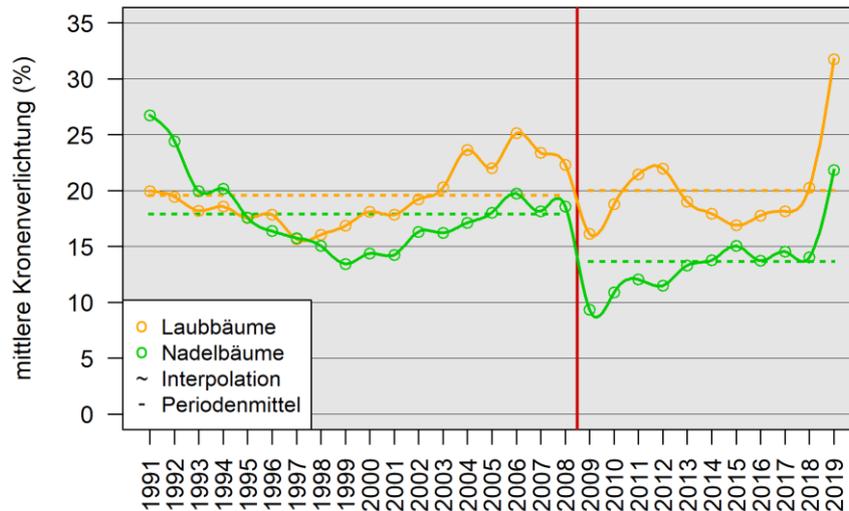


Abb. 4: Mittlere Kronenverlichtung der WZE-Stichprobe getrennt nach Laub- und Nadelbäumen. Die rote Linie markiert den Bruch in der Zeitreihe. Die gestrichelten Linien geben das arithmetische Mittel der jeweiligen Periode an.

Die Kronenvergilbung war in den neunziger Jahren ein häufig beobachtetes Phänomen an Waldbäumen was vornehmlich auf einen Magnesiummangel zurückgeführt wurde. Im Zuge von Kalkungsmaßnahmen und durch den Rückgang der Schwefelemissionen kam es zu einer kontinuierlichen Reduktion dieser Mangelercheinung. Die Kronenvergilbung kann jedoch auch als Folge von Trockenheit auftreten.

Der Anteil an Bäumen mit einer Kronenvergilbung von über 10 % der Nadel-/Blattmasse war in den letzten Jahren sehr gering (Abb. 5). In 2019 kam es zu einem Anstieg der Kronenvergilbung von Laubbäumen, wobei diese vorwiegend an Buchen beobachtet wurde. Im Folgejahr der Trockenheit 2003 war der beobachtete Anstieg der Kronenvergilbung von Laubbäumen hingegen auf die Eiche zurückzuführen. Insgesamt ist der Anteil an Bäumen mit Kronenvergilbung immer noch sehr gering.

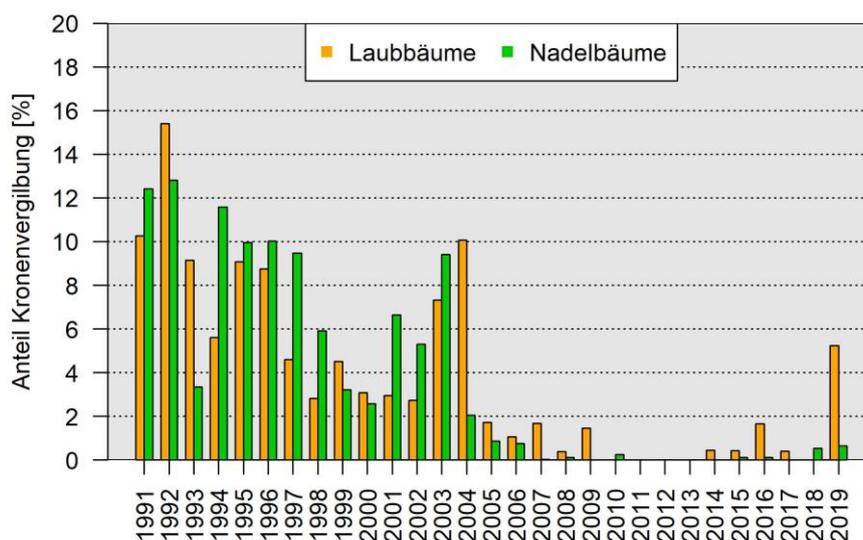


Abb. 5: Mittlere Kronenvergilbung der WZE-Stichprobe der aktuellen Zeitreihe getrennt nach Laub- und Nadelbäumen.

4.2 Kronenschäden

Der Anteil deutlicher Schäden (Nadel-/Blattverlust > 25 %) hat über alle Baumartengruppen massiv zugenommen (Abb. 6). Weit über die Hälfte der Waldfläche mit Laubbäumen weist deutliche Schäden auf. Dieses ist zum einen als eine verzögerte Reaktion auf die extreme Trockenheit 2018 zu bewerten, aber auch auf die diesjährigen, extrem warmen und trockenen Witterungsbedingungen zurückzuführen. So wurden bei vielen Laubbäumen nur relativ wenig Knospen zu Blättern und häufig, insbesondere bei der Buche, nur relativ kleine Blätter ausgebildet. Aufgrund eines hohen Anteils an Trockenreisig in den Baumkronen der Laubbäume sind bei Eiche und Buche über 60 % und bei sonstigem Laubholz 47 % der Waldfläche als geschädigt anzusehen. Die Kiefer zeigte mit einem Anteil von 24 % deutliche Schäden ebenfalls einen starken Vitalitätsverlust. Es handelt sich um das schlechteste Ergebnis für diese Baumartengruppe seit Beginn der neunziger Jahre.

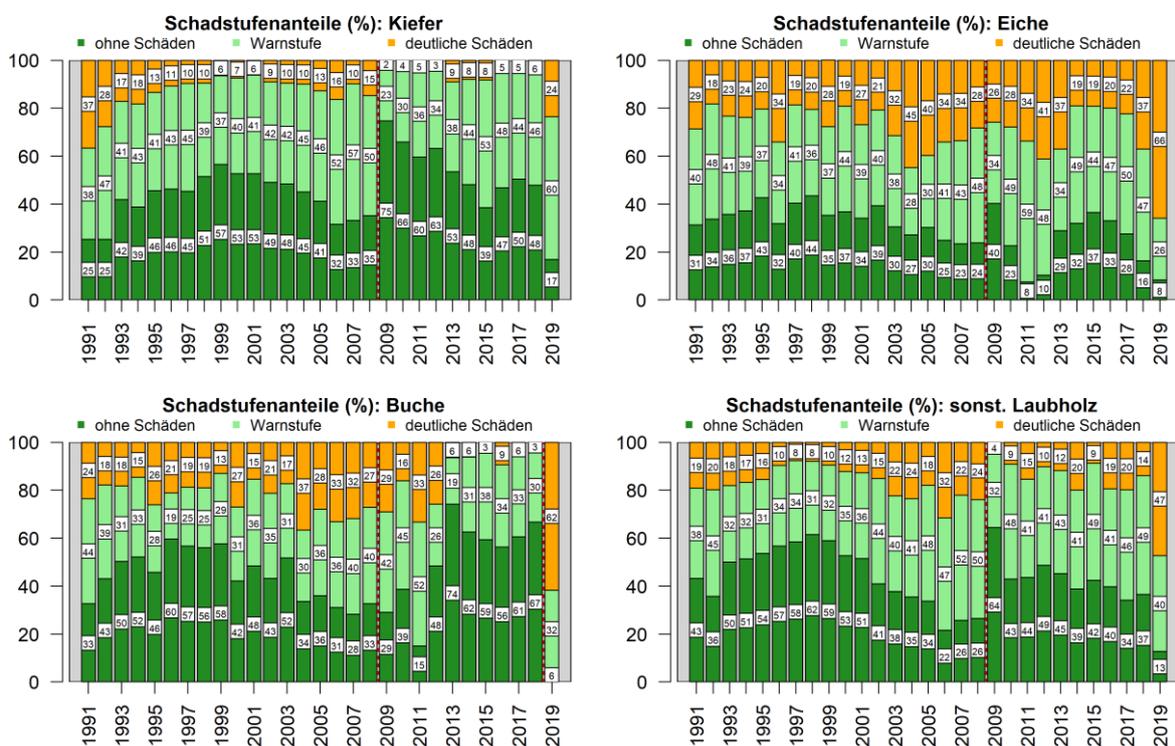


Abb. 6: Entwicklung der Schadstufenanteile der Baumartengruppen in Prozent (gerundet). Eine rot gestrichelte Linie markiert einen Wechsel des Stichprobennetzes.

4.3 Fruktifikation

Der Fruchtbehang von Waldbäumen kann zum einen das zyklische Auftreten von Mastjahren einiger Baumarten beschreiben und zum anderen eine mehr oder weniger akute Stressreaktion von Bäumen anzeigen. Die Fruktifikationsanteile der drei Hauptbaumarten in Brandenburg zeigen ein entsprechend differenziertes Bild (Abb. 7).

Die Kiefer fruktifiziert als Pionierbaumart in jedem Jahr zu hohen Anteilen. 2019 waren an annähernd allen Kiefern grüne Zapfen zu finden. Allerdings war der Anteil an mittel-stark fruktifizierenden Kiefern wie in den letzten beiden Jahren relativ gering. Eine eindeutige Reaktion auf die Witterungsbedingungen lässt sich nur schwer erkennen.

Anders bei den Laubbäumen. Während die Eichen durch die vorangegangene Fehlmast im letzten Jahr eine sehr starke Blüte zeigte die durch die folgende warme und trockene Witterung an über 90 % der Probebäume zu einem Fruchtbehang führte, zeigte sich dieses Jahr nahezu keine Fruktifikation. Die Buche hingegen zeigte ein konträres Bild. Selbiges zeigte sich bereits im Trockenjahr 2003 in dem die Eiche, ebenfalls nach dem Fehlmastjahr 2002 sofort mit erhöhter Fruchtbildung reagierte und die Buche erst im Folgejahr eine Mast ausbildete.

Der Eiche scheint 2019 die Energie für die Fruchtbildung ausgegangen zu sein, während die Buche 2019 eine Vollmast trägt. Auch in Zusammenhang mit der beobachteten Kronenverlichtung sind diese Ergebnisse als deutliche Reaktion auf die Wassermangelsituation der Waldbäume zu interpretieren.

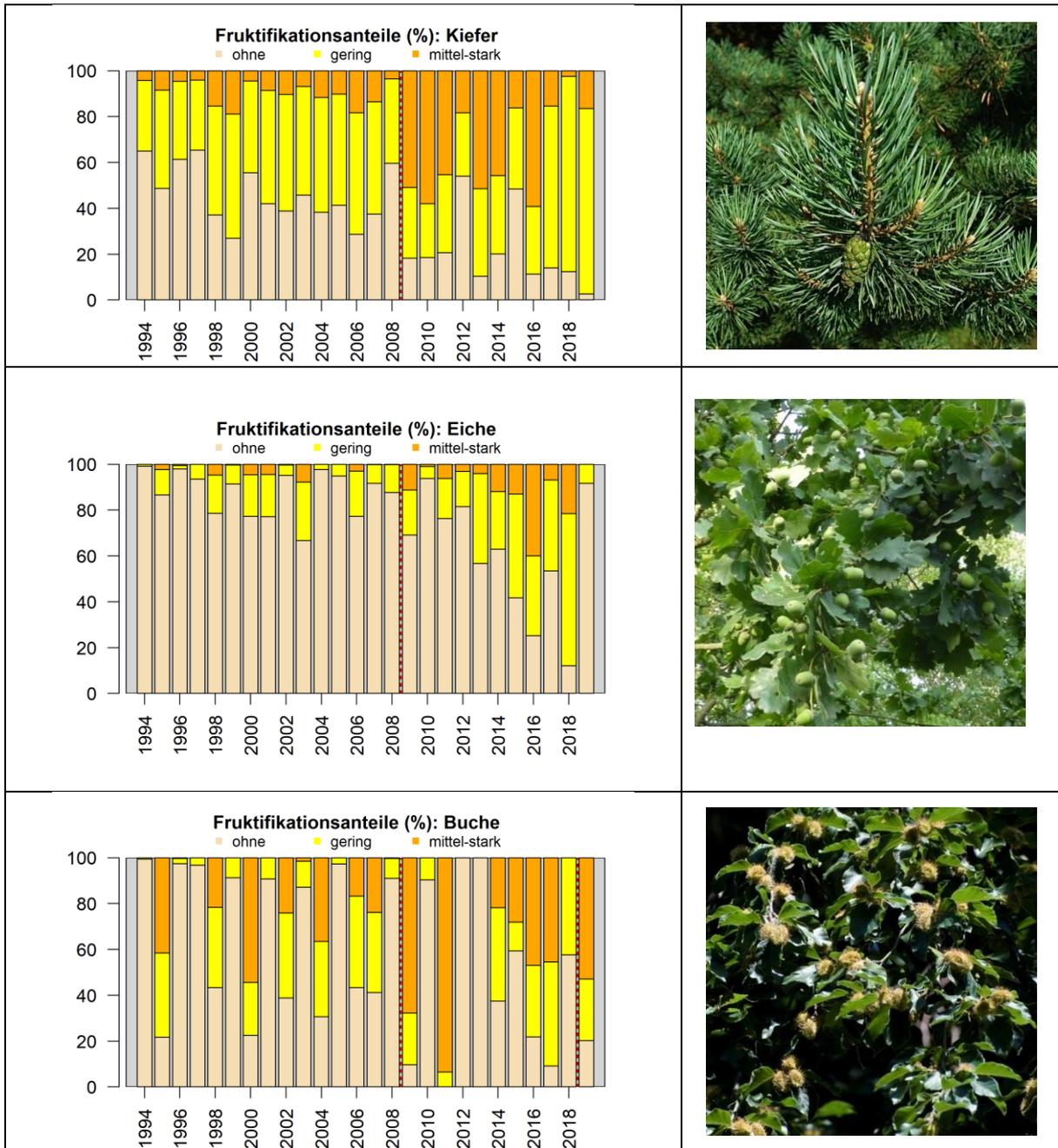


Abb. 7: Anteil an fruktifizierenden Bäumen innerhalb der Baumartengruppen Kiefer, Eiche und Buche. Eine rot gestrichelte Linie markiert einen Wechsel des Stichprobennetzes.

4.4 Mistelbefall

Seit 2009 hat sich der Mistelbefall an Kiefern bis 2016 kontinuierlich erhöht (Abb. 8). Nachdem der Befall in den letzten beiden Jahren leicht zurückgegangen ist, hat sich der Anteil befallender Kiefern 2019 erneut erhöht. Dieses in dem Ausmaß relativ neue Phänomen - die Kiefer als Wirtspflanzen der Mistel (*visculum spec.*) – führt zu einer verstärkten Schwächung in Zeiten von Wassermangel und reduzierter Photosyntheseaktivität. Allerdings leidet die Mistel selbst auch unter der Trockenheit. Teilweise waren Absterbeerscheinungen an einigen Pflanzen erkennbar. Aktuell sind fast 15 % der Kiefern in Brandenburg von diesem Parasiten befallen. Die Weiterverbreitung muss abgewartet werden.

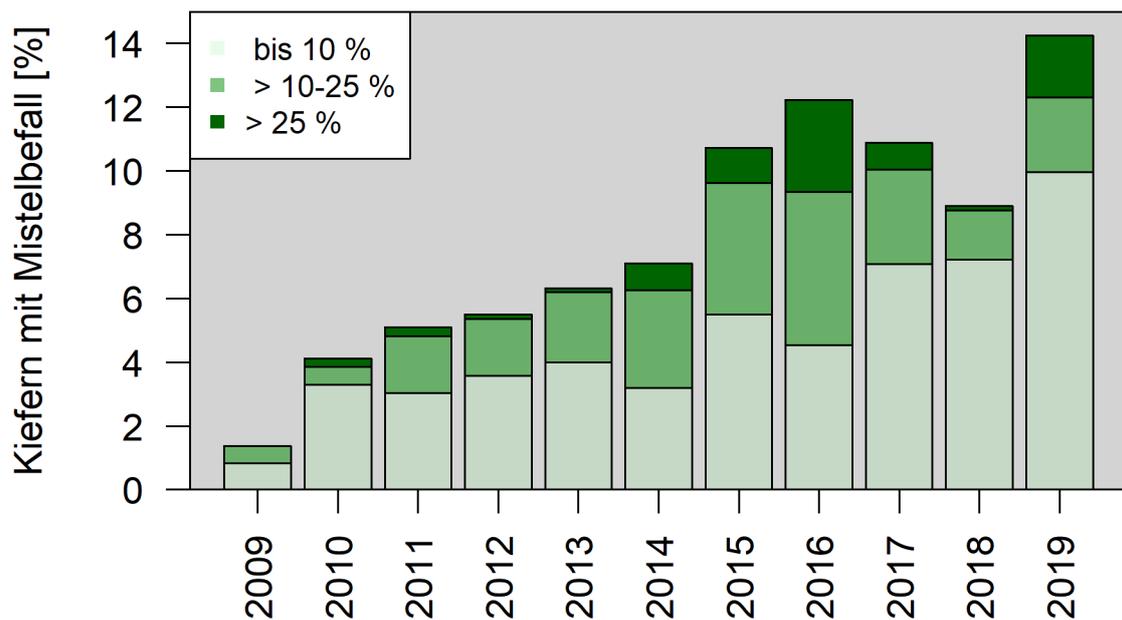


Abb. 8: Anteil des Mistelbefalls an Kiefer nach Intensitätsstufen in Prozent des besetzten Kronenraumes.

5 VITALITÄTSBEURTEILUNG

Die Vitalität der Bäume wird in Brandenburg zusätzlich durch acht Zustandsindikatoren beschrieben. Hierfür werden die im Rahmen der WZE erhobenen Vitalitätsmerkmale in Zahlenwerte umgerechnet, und daraus Vitalitätsklassen von „sehr gut“ bis „gefährdet“ abgeleitet (Tab. 2).

Die Umrechnung und Interpretation der WZE Merkmale erfolgt anhand von Regressionenanalysen und der Beurteilung in der seit Ende der achtziger Jahre beobachteten Waldzustände in Brandenburg (Kallweit and Riek, 2007). Für die Merkmale „Mortalität“ und „Fruchtifikation“ fließt ein gleitendes 5-jähriges Mittel in die Berechnungen ein. Außerdem werden seit 2010 hemisphärische Aufnahmen von den WZE Probepunkten gemacht, anhand derer die Zustandsindikatoren „Anteil offener Himmel“ und „Pflanzenflächenindex“ berechnet werden (Kallweit, 2016). Die Ampelfarben signalisieren den Vitalitätszustand der Baumartengruppe und die Bewertung einzelner Vitalitätsmerkmale.

Indikatoren- bewertung	KV [%]	2-4 [%]	Mort [%]	VG [%]	BioS [Boniturziffer]	Fruk [Boniturziffer]	Open [%]	PAI [-]
1 - sehr gut	<= 10	0	<=0,1	0	<=0,175	0,5 - 1,0	<=10	>5
2 - gut	>10 - 15	<=10	>0,1 - 0,33	>0 - 1,5	>0,175 - 0,33	>1,0 - 1,5	>10 - 15	>4 - 5
3 - beeinträchtigt	>15 - 20	>10 - 20	>0,33 - 0,66	>1,5 - 3,0	>0,33 - 0,5	>1,5 - 1,75	>15 - 20	>3 - 4
4 - beschädigt	>20 - 25	>20 - 30	>0,66 - 1	>3,0 - 6,0	>0,5 - 0,8	>1,75 - 2,0	>20 - 25	>2 - 3
5 - gefährdet	>25	>30	>1	>6	>0,8	>2,0	>25	<2

Tab. 2: Zustandsindikatoren und Bewertungsrahmen von Vitalitätsmerkmalen

Im Zuge der Merkmalsskalierung wird jedem Merkmal ein Wert von 0,5 bis 5,5 zugeordnet und in eine fünfstufige Zustandsbewertung überführt (KV = *mittlere Kronenverlichtung*; 2-4 = *Anteil deutliche Schäden*; Mort = *gleitendes 5-jähriges Mittel der Mortalitätsrate*; VG = *Anteil Vergilbung*; Fruk = *gleitendes fünfjähriges Mittel der Fruktifikationsintensität*; BioS = *mittlere Intensität biotischer (Insekten und Pilze) Schäden*; Open = *Anteil offener Himmel*; PAI = *effektiver Pflanzenflächenindex*).

Tab. 3 gibt einen Überblick über die Indikatorenbewertungen der letzten fünf Jahre. Als Mittel dieser Bewertungen ergibt sich der Kronenzustandsindex. Danach wird der Zustand des Waldes in Brandenburg 2019 als „beeinträchtigt“ eingestuft. Ohne Berücksichtigung der beiden Bestandesmerkmale „Anteil offener Himmel“ und „Pflanzenflächenindex“ kann der Kronenzustandsindex getrennt für Baumartengruppen berechnet werden. Hiernach gilt die Eiche als „beschädigt“, die Buche als „beeinträchtigt“ und die Kiefer als „gut“. Für die Kiefer ist allerdings festzustellen, dass die massiven Waldschutzprobleme in Südbrandenburg nicht durch das, relativ weite, 16 x 16 km Stichprobennetz der WZE abgebildet werden konnte und die biotischen Schäden unterschätzt wurden.

Alle betrachteten Baumarten weisen 2019 einen extrem schlechten Kronenzustand auf. Während der Blatt-/Nadelverlust bei Eiche und Buche sogar als „gefährdet“ eingestuft werden, wird selbst der Kronenzustand der Kiefer als „beschädigt“ beurteilt. Außerdem zeigt die Buche einen extrem hohen Grad der Vergilbung. In der Feldansprache zeigte sich dieses sowohl als Vergilbung einzelner Kronenbereiche (insbesondere Oberkrone), als auch die vermehrte Ausbildung von Blattnekrosen und hiervon ausgehender Blattverfärbung. Bei Eiche und Buche wurde außerdem ein ausgiebiger Insektenfraß beobachtet und als „gefährdet“ bzw. „beeinträchtigt“ beurteilt.

Indikator	Gesamtwald					Kiefer	Buche	Eiche
	2019	2018	2017	2016	2015	2019		
mittlere Kronenverlichtung	4,3	2,4	2,4	2,3	2,4	3,6	5,5	5,5
deutliche Schäden	5,2	2,6	2,4	2,3	2,4	4,1	5,5	5,5
Mortalität	3,4	2,9	2,7	2,4	2,0	1,6	0,8	2,9
Vergilbung* ¹⁾	2,3	0,8	0,6	0,6	0,6	1,1	5,2	0,5
Fruktifikation	0,8	0,9	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	0,5
biotische Schäden	2,2	0,8	1,4	0,7	1,4	1,1	3,1	5,0
offener Himmel	2,5	2,5	2,9	2,4	2,8	Kronenzustandsindex B		
Pflanzenflächenindex	4,1	4,1	3,9	4,0	3,0			
Kronenzustandsindex	3,2	2,3	2,4	2,1	2,1	2,2	3,2	3,9

*¹⁾ im Index nicht berücksichtigt

Tab. 3: Indikatorenbewertung (0,5 bis 5,5) für den Gesamtwald 2015 bis 2019 und Zustandsbewertung der Hauptbaumarten Kiefer, Buche und Eiche.

Im Rückblick über die letzten zwei Jahrzehnte beschreibt der Kronenzustandsindex die Entwicklung des Waldzustandes der Baumartengruppen (Abb. 9). Insgesamt hat sich eine deutliche Verschlechterung über alle Baumarten ergeben. Am stärksten waren aber die Laubbaumarten betroffen. Das sonst. Nadelholz bleibt aufgrund des geringen Stichprobenumfangs unberücksichtigt. Besonders auffällig ist die drastische Verschlechterung der Buche, welche in den letzten sechs Jahren als „sehr gut“ beurteilt wurde. Für die Baumartengruppen Eiche und sonst. Laubholz wird der Zustand, nach Vorschädigung des letzten Trockenjahres, als „beschädigt“ bewertet. Die Buche gilt als „beeinträchtigt“ und die Kiefer als „gut“. Diese Ergebnisse müssen jedoch in Hinblick auf die Flächenrepräsentativität mit Vorsicht behandelt werden, da beispielsweise großflächige Schadereignisse im Rahmen einer Stichprobenerhebung unterrepräsentiert sein können.

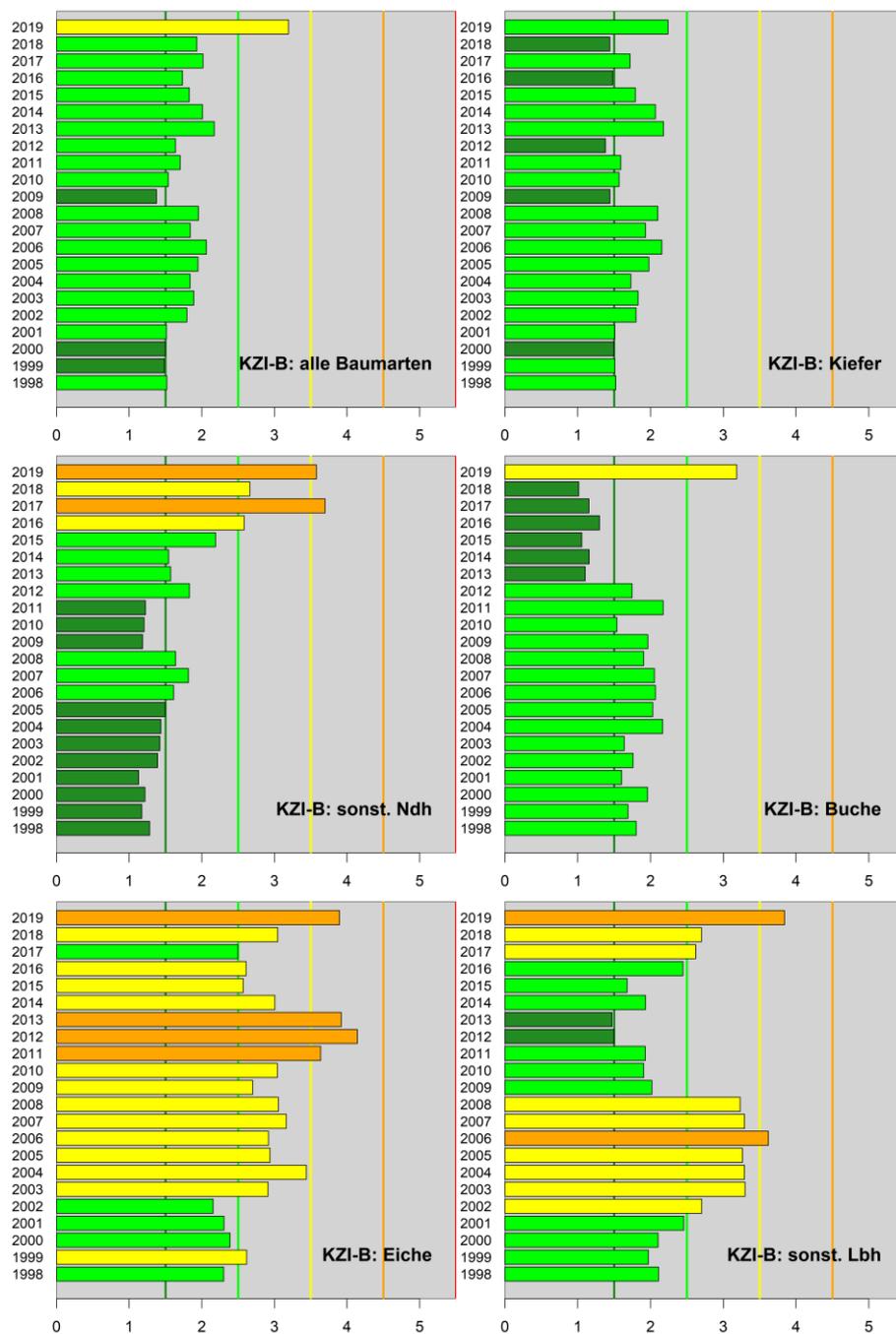


Abb. 9: Entwicklung des Kronenzustandsindex getrennt nach Baumartengruppen (KZI-B)

6 WITTERUNG

Eine detaillierte Beschreibung der aktuellen und historischen Witterungsbedingungen an Waldstandorten in Brandenburg erfolgt durch den Betrieb von meteorologischen Messstationen an insgesamt sieben Level II Flächen in Brandenburg (s. [Einflussgrößen Level II](#)). Anhand von Wasserhaushaltsmodellen können neben dem Verdunstungsdruck der Atmosphäre auch die Bodenwassergehalte in unterschiedliche Bodentiefen simuliert werden. Diese sind wichtige Kenngrößen um Ursachen-Wirkungsbeziehungen untersuchen zu können und beispielsweise die Anzahl an Wassermangeltagen zu quantifizieren (Russ et al., 2019).

Um die Witterungsbedingungen der letzten beiden Jahre zu beschreiben, wurde die Abweichung zum langjährigen Mittel der monatlichen Niederschlagsmenge und der mittleren Tagestemperatur im Norden und im Süden Brandenburgs dargestellt (Abb. 10). Die genaue Lage der entsprechenden Dauerbeobachtungsflächen findet sich ebenfalls auf der Homepage der forstlichen Umweltkontrolle Brandenburg (s. [Lage Level II](#)).

Über ganz Brandenburg zeigte sich ein ähnlicher Verlauf der Tagesmitteltemperaturen mit überdurchschnittlich warmen Fröhsommermonaten in den letzten beiden Jahren, welche lediglich im Mai 2019 unter das langjährige Mittel fielen. Im Niederschlag hingegen zeigt sich, dass regional Unterschiede auftreten können, wie der deutlich überdurchschnittliche Niederschlagseintrag im Juni 2019 in Beerenbusch und leicht unterdurchschnittliche Niederschlagseintrag des selbigen Monats in Neusorgefeld belegen. Hierdurch wird deutlich, dass im extrem warmen Juni 2019 regional Niederschläge die Wasserhaushaltsituation der Wälder entspannt haben können. In 2018 zeigten sich hingegen an allen sieben meteorologischen Freilandstationen in Brandenburg von Mai bis November überwiegend deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagseinträge.

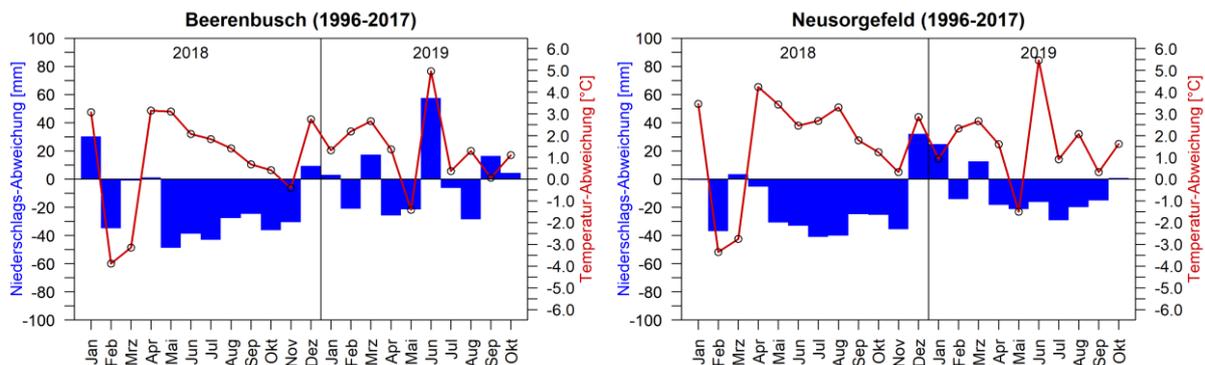


Abb. 10: Niederschlags- und Temperatur-Abweichung an der nördlichsten (1202 - Beerenbusch) und südlichsten (1205 - Neusorgefeld) Freilandstation der Dauerbeobachtungsflächen im Level II Programm von Brandenburg. Die Abweichungen beziehen sich auf das langjährige Mittel (1996 bis 2017) und den entsprechenden Monatssummen des Niederschlags (blau) bzw. Monatsmittel der Tagestemperaturen (rot) von Januar 2018 bis Oktober 2019.

7 WALDSCHUTZ

Die zunehmenden Klimaextreme wirken sich direkt und indirekt auf die Waldschutzsituation aus. Diese wurde schon 2018 als sehr kritisch bewertet. Anlass waren eine Rekordzahl Waldbrände mit einzelnen Großereignissen auf bis zu 300 ha, flächige Biomasseverluste durch nadelfressende Insekten an der Kiefer, dramatische Anstiege beim Schadholz nach Stehendbefall rindenbrütender Käfer und die Zunahme von Schäden durch das Diplodia-Triebsterben. Vor allem die Kombination aus Trockenheit und gleichzeitig wachsendem Angebot für rindenbrütende Käfer an geeignetem Brutmaterial (Schadholz und geschädigte Bäume nach den Stürmen 2017 und 2018, flächige Hagelschäden 2018, Waldbrandrandzonen, Schadflächen der Kiefern nadelfresser) hatte flächige Absterbeerscheinungen zur Folge. Damit verbunden war gleichzeitig ein sehr hoher Aufwand für die Überwachung der gefährdeten Waldbestände und prophylaktische Maßnahmen wie Sanitärhiebe. Die Situation hat sich 2019 noch verschärft. Das betrifft vor allem den Befall der Fichte durch Buchdrucker, der Lärche durch Lärchenborkenkäfer, der Eiche durch Eichenprachtkäfer und der Buche durch den Kleinen Buchenborkenkäfer. In Kiefernbeständen waren 2019 neben Großem und Kleinem Waldgärtner, Zwölfzähigem Kiefernborkekäfer und verschiedenen Rüsselkäferarten auch Kiefernprachtkäfer auffällig und Verursacher deutlicher Schäden.

Vor dem Hintergrund der auch 2019 anhaltenden Dürre ist von einer weiteren Vitalitätsschwächung der Bäume auszugehen. Die Vielfalt der abiotischen und biotischen Faktoren, die die Vitalität der Bäume und damit deren Abwehrvermögen gegenüber Insekten und pilzlichen Pathogenen sowie ihre Regenerationsfähigkeit nach Blatt- bzw. Nadelmasseverlusten negativ beeinflussen, haben zu einem sehr deutlichen Anstieg komplexer Erkrankungen geführt. Offensichtlich wird das vor allem bei Buche, Kiefer und Eiche.

Folge des Klimawandels ist aber auch die Verkürzung des Massenwechselrhythmus von Nonne und Kiefernspinner. Während noch bis zur jeweils letzten Gradation 2012-2015 davon auszugehen war, dass maximal ca. alle 10 Jahre eine Massenvermehrung auftritt, erreichten die Raupendichten beider Arten bereits 2018 wieder bestandsbedrohende Dichten. Auf Grund der durch den erwarteten Fraß der Nonnenraupen ermittelten Gefährdung sollten im Frühjahr 2019 auf 7.735 ha Waldschutzmaßnahmen per Hubschraubereinsatz durchgeführt werden. In Folge einer Gerichtsentscheidung blieben 2.660 ha unbehandelt. Auf diesen Flächen kam es zu starken Fraßschäden (50 – 90 % Nadelmasseverlust) und lokal zu Kahlfraß (Nadelverlust über 90%) (Abb. 11). Dabei blieben die Fraßschäden auf vielen Flächen unter dem Ausmaß der Prognose, da die Nonnenraupen auf Grund negativer Einflüsse (Frost im April, Schauer im Mai und Hitzewellen im Juni/Juli) vielfach ihre Entwicklung nicht vollständig durchlaufen haben. Gleichzeitig begünstigte die Witterung aber die Folgeschädlinge, Käfer und Pilze.



Abb. 11: Geschädigter Kiefernbestand nach Fraß durch Raupen der Nonne 2019.

Die in Brandenburg häufigste Baumart, leidet seit Jahren unter komplexen Schäden durch abiotische und biotische Einflüssen. Die Situation wird insbesondere immer wieder durch das massenhafte Auftreten verschiedener Kiefern-schadinsekten dominiert. Durch die anhaltend lange Trockenheit mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen in den Jahren 2018 und 2019 hat sich die Situation verschärft. Daraus resultiert eine erhöhte Anfälligkeit der Bäume und eine starke Zunahme des Auftretens von *Sphaeropsis sapinea* als Krankheitserreger. *Sphaeropsis sapinea* gilt als wärmeliebender Pilz, welcher als verbreiteter Wund- und Schwächeparasit sowie Saprobiont und Bläuerreger, auf zahlreichen Koniferen vorkommt. In den letzten Jahren ist der Pilz verstärkt auf Gemeiner Kiefer (*P. sylvestris*) pathogen in Erscheinung getreten. Die Witterungsverhältnisse führten insbesondere im südlichen Brandenburg im Komplex mit Insektenbefall zu massiven Schäden an Beständen (Abb. 12). Auffällig in 2019 sind auch Befunde bei denen der Erreger des Diplodia-Triebsterbens (*Sphaeropsis sapinea*) auch an *Abies grandis*, *Larix decidua* und *Pseudotsuga menziesii* diagnostiziert wurde. Da der Pilz neben seiner parasitischen Lebensweise verbreitet als Saprobiont an toten Ästen, Stämmen und Zapfen in Erscheinung tritt, sind die Möglichkeiten der Schadensprävention sehr begrenzt.



Abb. 12: Diplodia-Triebsterben an Kiefer 2019.

8 VITALITÄT DER BUCHE

In weiten Teilen Deutschlands wurden in diesem Jahr deutliche Vitalitätsverluste bis hin zu Absterbeerscheinungen der Rotbuche beobachtet. Beispielsweise zeigt auch der diesjährige Waldzustandsbericht aus Thüringen eine besonders starke Verschlechterung des Vitalitätszustandes dieser Baumart. Besonders alarmierend waren die Meldungen aus dem Nationalpark Hainich, wo großflächig Altbuchen abstarben. Berichte aus den anderen Bundesländern und Brandenburg bestätigen diese Entwicklung, wobei insbesondere die Bäume der herrschenden Schicht unter den Auswirkungen der anhaltenden Trockenheit betroffen sind.

Bereits im letzten Jahr zeigte sich in den meisten Bundesländern eine Vorschädigung der Buche als Reaktion auf die ausgeprägte Trockenheit 2018 (BMEL, 2019). Für Brandenburg lagen aufgrund einer zu geringen Stichprobe keine verlässlichen Daten hierzu vor, weshalb 2019 das WZE-Stichprobennetz für die Buche auf 8 x 8 km verdichtet wurde (s.o.). Aktuell zeigen 62 % der aufgenommenen Probestämme deutliche Schäden (Abb. 6). Der hohe Anteil an deutlichen Schäden ist zum einen das Resultat einer verzögerten Trockenstressreaktion auf das Jahr 2018 kombiniert mit einer starken Fruchtbildung, als auch das Ergebnis der regional anhaltenden angespannten Wasserhaushaltssituation und den warmen bis heißen Witterungsbedingungen 2019.

Die Beziehung zwischen den aktuell erhobenen Baumdurchmessern und der Kronenverlichtung zeigt einen im Trend zum höheren Blattverlust von stärkeren bzw. älteren Buchen (

Abb. 13). Dieser als „Alterseffekt“ bekannte Zusammenhang findet sich nicht nur bei der Buche, sondern auch bei Eiche, Fichte und Kiefer (Eickenscheidt et al., 2017). Der Alterseffekt zeigt sich bei Buchen bis etwa 80 Jahre und es wird davon ausgegangen, dass additiv wirkende Stressfaktoren zu einer stärkeren Entlaubung älterer Bäume führen (Klap et al., 2000).

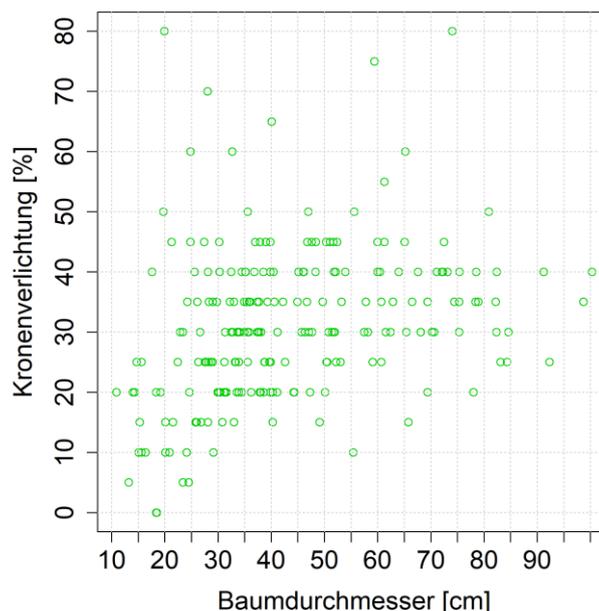


Abb. 13: Kronenverlichtungsprozente und Brusthöhendurchmesser aller im Rahmen der WZE 2019 aufgenommenen Buchen (n = 217).

Das besonders die Altbuchen von den Folgen der extremen Witterungsbedingungen der letzten beiden Jahre betroffen sind kann, ähnlich des Produktivitätsrückgangs älterer Wälder (Ryan et al., 1997), unterschiedliche Gründe haben. Im Hinblick auf die beobachtete Trockenheit spielt der höhere hydraulische Widerstand im Wassertransport großer Bäume sicherlich die entscheidende Rolle. In Verbindung mit einer zumeist ausladenden Krone dominanter Bäume und einem bestandsspezifischen Lichtprofil sind große Bäume tendenziell einer angespannteren Wasserhaushaltssituation ausgesetzt (Bennett et al., 2015; Grote et al., 2016; Ryan, 2015).

Einige Baumarten wie die Rotbuche reduzieren ihren Wasserverbrauch während einer Trockenheitsphase via Stomataschluss (Lemoine et al., 2002; Sperry and Love, 2015; Stojnić et al., 2018). Im Zuge dieser sogenannten isohydrischen Anpassungsreaktion wird die Wassernutzungseffizienz (Verhältnis von Wasserverbrauch zu Kohlenstoffassimilation) erhöht, jedoch die absolute Photosyntheseleistung insbesondere bei anhaltender Trockenheit reduziert (Roman et al., 2015; Sperry et al., 2016; Tyree, 2002). An diesem Punkt setzt die Ressourcenallokation ein in der verstärkt Speicherstoffe mobilisiert werden (Davi et al., 2009; Epron et al., 2012; Lacoïnte, 2000). Veranschaulicht wird dieser Prozess beispielsweise in der Reaktion auf die letzte große Trockenheit, wo ein Rückgang im Dickenwachstum bei Buchen oftmals erst im Folgejahr beobachtet wurde, während der Zuwachs trotz eingeschränkter Photosynthese in 2003 aufrecht erhalten werden konnte (Breda et al., 2006; Granier et al., 2007; Hentschel et al., 2016).

Die in diesem Jahr beobachtete mittlere Kronenverlichtung der Buche von 31 % deutet einen bereits starken Vitalitätsverlust einzelner Probestämme an. Der von oben nach unten ablaufenden Blattabwurf bis hin zum manchmal beobachteten Absterben der Oberkrone deckt sich mit der Theorie über physikalische Grenzen des Wassertransports innerhalb von Bäumen (Adams et al., 2017). Die obersten Blätter des Baumes können zuerst nicht mehr mit Wasser versorgt werden, da die Strecke länger ist und die Wasserspannung steigt. Innerhalb des europäischen 16 x 16 km WZE-Stichprobenetz stellt Trockenstress neben dem Bestandesalter die wichtigste Einflussgröße für die Kronenverlichtung dar (Klap et al., 2000).

Bezogen auf neun Dauerbeobachtungsflächen (Level II) in Deutschland konnte die Sommertemperatur des Vorjahres als wichtige Einflussgröße der Kronenverlichtung herausgestellt werden, wobei dieser Effekt durch die oftmals auf heiße Sommer folgende Fruktifikation der Buche überlagert wird (Seidling et al., 2012). Dies trifft auch im laufenden Jahr 2019 in Brandenburg zu, in dem etwa 50 % der Probestämme einen mittleren bis starken Fruchtbehang zeigten (Abb. 7). Die im Rahmen der Fruchtbildung benötigten Ressourcen stehen dem Blatt- und Holzwachstum nicht zur Verfügung, weshalb in Mastjahren vermehrt eine sogenannte Kleinblättrigkeit der Buche beobachtet wird, welche sich in der Einschätzung einer erhöhten Kronenverlichtung niederschlägt und bei der Vitalitätsbeurteilung mitberücksichtigt werden muss.

Aufgrund der anhaltenden Wassermangelsituation der letzten zwei Jahre in Brandenburg ist davon auszugehen, dass die Photosyntheseleistung der Buchen deutlich vermindert war, Speicherstoffe mobilisiert werden mussten und ein Teil der verfügbaren Energie dieses Jahr in die Fruchtbildung investiert wurde. Abgesehen von den reinen Trockenschäden, die aufgrund des Verlustes von Feinreisig in der Oberkrone langanhaltende Folgen haben können, stellt der beobachtete Blattverlust der Buchen eine Vitalitätsschwächung und damit Prädisposition bzw. eine Verminderung der Abwehrkräfte des

Baumes gegenüber anderen (biotische) Schadfaktoren dar (Allen et al., 2010; Anderegg et al., 2015; Haavik et al., 2015).

Bereits im Frühjahr 2019 zeigten sich erste starke Vitalitätsverluste und Absterbeerscheinungen in Altbuchenbeständen in Brandenburg. Gekennzeichnet war der komplexe Krankheitsverlauf durch ein Absterben des Stammes von der Krone her nach vorherigem Austrieb der Blätter im Mai und ein Auftreten von Schleimflussflecken. Verbunden mit diesen Symptomen waren Rindennekrosen, das aufreißen der Rinde bis hin zum Abplatzen ganzer Rindenbereiche im Kronenbereich zu beobachten. Die aktuell zu beobachtenden Absterbeerscheinungen von älteren Rotbuchen sind als Ergebnis eines abiotisch/biotischen Faktorenkomplexes zu betrachten. Dabei können die im folgendem beschriebenen Schäden in unterschiedlicher Intensität und Kombination auftreten.

Ausgehend von einer Vitalitätsschwäche der Buchen verursacht durch abiotische, klimatische Faktoren (Niederschlagsdefizite, Trockenheit und Hitze) folgten Absterbeerscheinungen in der Oberkrone (Abb. 14), gekennzeichnet durch schütterere Belaubung und Kleinblättrigkeit bis hin zum Vertrocknen frisch ausgebildeter Blätter. Weiter wurde vorzeitiger Blattfall von grünen Blättern beobachtet.



Abb. 14: Absterbeerscheinungen geschwächter Buchen 2019.

In Folge der physiologischen Schwächung der Bäume sind sie zunehmenden Angriffen von biotischen Schaderregern ausgesetzt. Neben der Beteiligung verschiedener Käfer (Buchenprachtkäfer, kleiner Buchenborkenkäfer, Nutzholzborkenkäfer), gab es eine deutliche Zunahme des Befalls mit Rinden- und Holzfäulepilzen. Diese verursachen Rindenbrand bzw. Rindennekrosen an geschwächten Buchen. Häufig wurden an frisch gefällten Buchen mit Schleimflussflecken auch Spritzkerne bzw. stark nachdunkelnde Verfärbungen festgestellt (Abb. 15), was auf in den Stamm eindringenden Sauerstoff zurückzuführen ist.



Abb. 15: Schleimflussflecken und Spitzkernbildung einer vitalitätsgeschwächten Buche 2019.

Hinsichtlich der Mortalität von Buchenbeständen in Brandenburg lässt sich anhand der diesjährigen WZE noch keine Aussage treffen, da nur lebende Bäume in der Erstaufnahme der zehn neuen „Buchen-Plots“ erfasst wurden. Allerdings konnte in einer Untersuchung in der Schweiz ein exponentieller Zusammenhang zwischen Kronenverlichtung und Mortalitätsrate aufgezeigt werden (Dobbertin und Brang, 2001), weshalb das Absterben stark geschädigter Buchen durchaus erwartet werden muss. Die diesjährig beobachteten Trockenschäden und eine hieraus resultierende Prädisposition gegenüber Sekundärschädlingen werden einzelne Buchen nicht überstehen. Fraglich ist hingegen, ob tatsächlich flächige Absterbeerscheinungen auftreten werden oder das Kronendach im Altbestand nur lokal durch das Absterben einzelner Buchen aufgelichtet wird.

Neben den Daten der Forstlichen Umweltkontrolle liegen empirische, jedoch gleichwohl flächenrepräsentative Ergebnisse (Beobachtungen der forstlichen Praxis und Waldschutz-Dokumentation) vor. Letztere belegen, dass die aus der extremen Witterungssituation der Jahre 2018 und 2019 resultierende Vitalitätsschwächung in den Buchenwäldern des Landes Brandenburg derzeit sehr heterogen ausfällt. Auf Grundlage des Waldschutzmeldewesens wurden bisher auf knapp 500 ha Dürreschäden und auf gut 1.000 ha Absterbeerscheinungen der Buche gemeldet, wobei sich diese in unterschiedlichen Ausmaßen auf die Hoheitsoberförstereien verteilen.

Der tatsächliche Vitalitätszustand des Einzelbaumes ist nur schwer einschätzbar. Das betrifft auch die Zukunftschancen der geschädigten Bäume, die auch von der Witterung und biotischen Faktoren in den kommenden Jahren abhängen. Nicht zuletzt gehen von den brüchig werdenden Kronen und Stämme erhebliche Gefahren für die Waldarbeiter und auch Waldbesucher aus.

Betroffen sind aktuell vornehmlich dominante Buchen im Oberstand (Kraft'sche Klasse 1) und:

- überdurchschnittlich besonnte Rot-Buchen in exponierten Lagen (z. B. Waldränder, Südhänge),
- Buchen auf lehmigen Moränenstandorten, die den Wurzelbereich nach langanhaltender Trockenheit „einbetonieren“ und zudem das Feinwurzelsystem schädigen,
- bisher gut wasserversorgte Waldstandorte, die eine Tiefendurchwurzelung bislang nicht erforderten und aktuell durch erhebliche Grundwasserabsenkungen in 2018 und 2019 von der Nährstoff- und Wasserversorgung abgeschnitten wurden,
- Waldstandorte am „unteren hydrischen Ende“ der Standortsamplitude der Buche (z. B. Z 3 t).

Auch bei homogener Waldstruktur sind auf gleicher Fläche oft erhebliche baumindividuelle Unterschiede der Vitalitätsschwächung im Oberstand erkennbar, was auf eine genetische Disposition hindeutet. Geringere Vitalitätsverluste traten tendenziell bislang auf in:

- Buchenbeständen mit weitgehend geschlossenem bis lockerem Kronenschluss,
- Buchen-Zwischenständen (bei Buche unter Buche),
- Buchenverjüngungen, wobei künstliche Buchenverjüngungen im Vergleich stärker geschädigt waren als Buchen-Naturverjüngungen.

Im entlaubten Zustand sind die Diagnose und Prognose der Vitalitätsschädigung äußerst schwierig. Während nahezu vollständig abgestorbene Buchenkronen im Regelfall einen nicht umkehrbaren Absterbeprozess des Einzelbaumes anzeigen, erwiesen sich ein verringerter Feinastanteil und/oder einzelne tote Äste (auch Starkäste) im Kronenbereich bisher nicht als sicheres Indiz für das Absterben des Einzelbaumes. Vielmehr entstanden tote (Stark-)Äste in den vergangenen Jahren häufig vor allem bei Eiche und Rot-Buche offenbar als physiologische Reaktion auf die extrem trockene Witterungssituation. Ebenso wenig garantiert die Bildung des Knospenansatzes den regenerativen Neuaustrieb im Frühjahr 2020 bzw. eine die kommende Vegetationsperiode überdauernde Belaubung. Zudem ist zu beachten, dass die diesjährige starke Mast durch die physiologische Stresssituation begünstigt, oder sogar initiiert wurde und den Baum zusätzlich schwächte und die Prädisposition gegenüber Sekundärschädlingen nochmals erhöhte.

Über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Buche und insbesondere ihrer Bewirtschaftung beschäftigt sich die Forschung schon lange (vgl. Rennenberg et al., 2004 und Ammer et al., 2005). Die aktuelle Abfolge zweier Trockenjahre hintereinander stellt allerdings eine neue, noch nicht beobachtete Extrembelastung für die Buche dar. Entscheidend wird das Regenerationsvermögen der Buchen sein, um beurteilen zu können, an welchen Standorten die Buche ein erhöhtes, nicht tragbares Trockenstressrisiko hat.

9 ZUSAMMENFASSUNG

Für 2019 ist in Brandenburg eine drastische Verschlechterung des Vitalitätszustandes aller Baumarten zu verzeichnen. Bei der Eiche, als eine der wichtigsten Baumart für den Waldumbau wurde eine erneute Verschlechterung des Belaubungszustandes und der bisher höchste Anteil mit deutlichen Schäden festgestellt. Auch die Buche, die noch 2018 sehr vital wirkte, zeigt in diesem Jahr das volle Ausmaß der Folgen der letzten beiden Trockenjahre. Alarmierend war auch der hohe Nadelverlust der Kiefer. Während für diese Baumart in den letzten Jahren ein konstant guter Vitalitätszustand zu verzeichnen war, lassen sich die 2019 beobachteten Kronenschäden mit den Ergebnissen Anfang der neunziger Jahre vergleichen. Seit den umfassenden Untersuchungen zu den Auswirkungen des Trockenjahres 2003 waren in Folge zweier Trockenjahre (2018/2019) Verschlechterungen beim Waldzustand zu erwarten. Durch anhaltenden Trockenstress geraten Einzelbäume an ihre physiologischen Grenzen (Wassertransport, Nährstoffaufnahme, Stoffwechsel, Ressourcenallokation, Abwehrvermögen, Wachstum). Insbesondere in Verbindung mit gleichzeitig auftretenden biotischen Schaderregern kann sich hieraus ein komplexes Belastungsgeschehen mit einer Zunahme der Absterberate von Bäumen entwickeln.

Auch wenn in Brandenburg bisher keine so großflächigen Absterbeerscheinungen beobachtet wurden, wie sie in anderen Bundesländern im Wirkungsgefüge geschwächter Fichten und dem massenhaften Auftreten des Buchdruckers zu sehen sind, kommt es regional auch in der Kiefer zum flächigen Absterben der Bäume. Insgesamt stellt die aktuelle Prädisposition vieler Einzelbäume eine äußerst angespannte Waldschutzsituation dar. Regional begrenzt kann es zu starken Veränderungen der Bestandesstruktur kommen, etwa durch den Abgang dominanter Altbäume. Je nach Ausmaß dieser Entwicklung kann dies auch eine Chance für kleinräumige Verjüngungen sein und damit zu einer Erhöhung der Strukturvielfalt beitragen. Bei großflächigen Absterbeerscheinungen sind jedoch die Bestandesstabilität und die nachhaltige Bewirtschaftung gefährdet. Sowohl Waldbau als auch Waldschutz stehen dann vor großen Herausforderungen.

Neben der jährlich stattfindenden Waldzustandserhebung sind insbesondere Ergebnisse des Waldschutzmeldewesens und Beobachtungen der Förster vor Ort wichtig, um künftige Entwicklungen der Wälder zu erkennen und analysieren zu können. Hierauf aufbauend müssen Waldbaukonzepte weiterentwickelt werden, die die Bestandesstabilität wahren, vitale Baumarten und Einzelbäume fördern und das Waldschutzrisiko reduzieren.

10 LITERATUR

- Adams, H.D., Zeppel, M.J.B., Anderegg, W.R.L., Hartmann, H., Landhäuser, S.M., Tissue, D.T., Huxman, T.E., Hudson, P.J., Franz, T.E., Allen, C.D., Anderegg, L.D.L., Barron-Gafford, G.A., Beerling, D.J., Breshears, D.D., Brodrick, T.J., Bugmann, H., Cobb, R.C., Collins, A.D., Dickman, L.T., Duan, H., Ewers, B.E., Galiano, L., Galvez, D.A., Garcia-Forner, N., Gaylord, M.L., Germino, M.J., Gessler, A., Hacke, U.G., Hakamada, R., Hector, A., Jenkins, M.W., Kane, J.M., Kolb, T.E., Law, D.J., Lewis, J.D., Limousin, J.M., Love, D.M., Macalady, A.K., Martínez-Vilalta, J., Mencuccini, M., Mitchell, P.J., Muss, J.D., O'Brien, M.J., O'Grady, A.P., Pangle, R.E., Pinkard, E.A., Piper, F.I., Plaut, J.A., Pockman, W.T., Quirk, J., Reinhardt, K., Ripullone, F., Ryan, M.G., Sala, A., Sevanto, S., Sperry, J.S., Vargas, R., Vennetier, M., Way, D.A., Xu, C., Yeepez, E.A., McDowell, N.G., 2017. A multi-species synthesis of physiological mechanisms in drought-induced tree mortality. *Nat. Ecol. Evol.* 1, 1285–1291. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0248-x>
- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H. (Ted), Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.-H., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A., Cobb, N., 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manage.* 259, 660–684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Ammer, C., Albrecht, L., Borchert, H., Brosinger, F., Dittmar, C., Elling, W., Ewald, J., Felbermeier, B., von Gilsa, H., Huss, J., Kenk, G., Kölling, C., Kohnle, U., Meyer, P., Mosandl, R., Mossamayer, H.-U., Palmer, S., Reif, A., Rehfuss, K.-E., Stimm, B., 2005. Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa – kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von RENNENBERG et al. (2004). *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 176, 60–67.
- Anderegg, W.R.L., Hicke, J.A., Fisher, R.A., Allen, C.D., Aukema, J., Bentz, B., Hood, S., Lichstein, J.W., Macalady, A.K., McDowell, N., Pan, Y., Raffa, K., Sala, A., Shaw, J.D., Stephenson, N.L., Tague, C., Zeppel, M., 2015. Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate. *New Phytol.* 208, 674–683. <https://doi.org/10.1111/nph.13477>
- Bennett, A.C., McDowell, N.G., Allen, C.D., Anderson-Teixeira, K.J., 2015. Larger trees suffer most during drought in forests worldwide. *Nat. Plants* 1, 1–5. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.139>
- BMEL, 2019. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2018. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) Referat 515 – Nachhaltige Waldbewirtschaftung, Bonn.
- Breda, N., Huc, R., Granier, A., Dreyer, E., Bréda, N., 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Ann Sci* 63, 625–644. <https://doi.org/10.1051/forest:2006042>
- Davi, H., Barbaroux, C., Francois, C., Dufrêne, E., 2009. The fundamental role of reserves and hydraulic constraints in predicting LAI and carbon allocation in forests. *Agric. For. Meteorol.* 149, 349–361. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.08.014>
- Dobbertin, M., Brang, P., 2001. Crown defoliation improves tree mortality models. *For. Ecol. Manage.* 141, 271–284. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00335-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00335-2)
- Eichhorn, J., Roskams, P., Potočić, N., Timmermann, V., Ferretti, M., Mues, V., Szepesi, A., Durrant, D., Seletković, I., Schröck, H., Nevalainen, S., Bussotti, F., Garcia, P., Wulff, S., 2016. Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents., in: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (Ed.): Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution On. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 49 p. + Annex.

- Eickenscheidt, N., Wellbrock, N., 2014. Consistency of defoliation data of the national training courses for the forest condition survey in Germany from 1992 to 2012. *Environ. Monit. Assess.* 186, 257–275. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3372-3>
- Epron, D., Bahn, M., Derrien, D., Lattanzi, F.A., Pumpanen, J., Gessler, A., Högberg, P., Maillard, P., Dannoura, M., Gérard, D., Buchmann, N., 2012. Pulse-labelling trees to study carbon allocation dynamics: a review of methods, current knowledge and future prospects. *Tree Physiol.* 32, 776–98. <https://doi.org/10.1093/treephys/tps057>
- Granier, A., Reichstein, M., Bréda, N., Janssens, I.A., Falge, E., Ciais, P., Grünwald, T., Aubinet, M., Berbigier, P., Bernhofer, C., Buchmann, N., Facini, O., Grassi, G., Heinesch, B., Ilvesniemi, H., Keronen, P., Knohl, A., Köstner, B., Lagergren, F., Lindroth, A., Longdoz, B., Loustau, D., Mateus, J., Montagnani, L., Nys, C., Moors, E., Papale, D., Peiffer, M., Pilegaard, K., Pita, G., Pumpanen, J., Rambal, S., Rebmann, C., Rodrigues, A., Seufert, G., Tenhunen, J., Vesala, T., Wang, Q., 2007. Evidence for soil water control on carbon and water dynamics in European forests during the extremely dry year: 2003. *Agric. For. Meteorol.* 143, 123–145. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.12.004>
- Grote, R., Gessler, A., Hommel, R., Poschenrieder, W., Priesack, E., 2016. Importance of tree height and social position for drought-related stress on tree growth and mortality. *Trees - Struct. Funct.* 30, 1467–1482. <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1446-x>
- Haavik, L.J., Billings, S.A., Guldin, J.M., Stephen, F.M., 2015. Emergent insects, pathogens and drought shape changing patterns in oak decline in North America and Europe. *For. Ecol. Manage.* 354, 190–205. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.019>
- Hentschel, R., Hommel, R., Poschenrieder, W., Grote, R., Holst, J., Biernath, C., Gessler, A., Priesack, E., 2016. Stomatal conductance and intrinsic water use efficiency in the drought year 2003: a case study of European beech. *Trees* 30, 153–174. <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1284-2>
- Kallweit, Reinhard, 2016. Messnetze der forstlichen Umweltkontrolle in Brandenburg, in: Kallweit, R., Engel, J. (Eds.), 30 Jahre Forstliches Umweltmonitoring in Brandenburg - Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 63. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, pp. 16–26.
- Kallweit, R., Riek, W., 2007. Entwicklung des Kronenzustandes - Waldzustandserhebung 1986-2006, in: Kätzel, R., Möller, K., Löffler, S., Engel, J., Liero, K. (Eds.), Die Kiefer Im Nordostdeutschen Tiefland – Ökologie Und Bewirtschaftung. Landesforstanstalt Eberswalde, MLUV, pp. 133–143.
- Kallweit, R., 2016. Kronenzustand als Vitalitätsweiser., in: Kallweit, Reinhard, Engel, J. (Eds.), 30 Jahre Forstliches Umweltmonitoring in Brandenburg - Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 63. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, pp. 100–118.
- Klap, J.M., Oude Voshaar, J.H., De Vries, W., Erisman, J.W., 2000. Effects of environmental stress on forest crown condition in Europe. Part IV: Statistical analysis of relationships. *Water. Air. Soil Pollut.* 119, 387–420. <https://doi.org/10.1023/A:1005157208701>
- Lacointe, A., 2000. Carbon allocation among tree organs: A review of basic processes and representation in functional-structural tree models. *Ann. For. Sci.* 57, 521–533. <https://doi.org/10.1051/forest:2000139>

- Lemoine, D., Cochard, H., Granier, A., 2002. Within crown variation in hydraulic architecture in beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence for a stomatal control of xylem embolism. *Ann. For. Sci.* 59, 19–27. <https://doi.org/10.1051/forest>
- Meining, S., Bauer, A., Dammann, I., Gawehn, P., Schröck, H., Wendland, J., 2007. Waldbäume - Bilderserien zur Einschätzung von Kronenverlichtungen bei Waldbäumen. Verlag M FASTE, Kassel.
- Rennenberg, H., Seiler, W., Matyssek, R., Gessler, A., Kreuzwieser, J., 2004. Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) – ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? *Allg. Forst und Jagdzeitung* 175, 210–224.
- Roman, D.T., Novick, K.A., Brzostek, E.R., Dragoni, D., Rahman, F., Phillips, R.P., 2015. The role of isohydric and anisohydric species in determining ecosystem-scale response to severe drought. *Oecologia* 179, 641–654. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3380-9>
- Russ, A., Riek, W., Hentschel, R., Hannemann, J., Barth, R., Becker, F., 2019. Wasserhaushalt im Trockenjahr 2018 – Ergebnisse aus dem Level II Programmin Brandenburg. *Eberswalder Forstl. Schriftenr.* 67, 11–24.
- Ryan, M.G., 2015. Tree mortality: Large trees losing out to drought. *Nat. Plants* 1, 15150. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.150>
- Ryan, M.G., Binkley, D., Fownes, J.H., 1997. Age-Related Decline in Forest Productivity: Pattern and Process. *Adv. Ecol. Res.* 27, 213–262. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60009-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60009-4)
- Seidling, W., Ziche, D., Beck, W., 2012. Climate responses and interrelations of stem increment and crown transparency in Norway spruce, Scots pine, and common beech. *For. Ecol. Manage.* 284, 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.015>
- Sperry, J.S., Love, D.M., 2015. What plant hydraulics can tell us about responses to climate-change droughts. *New Phytol.* 207, 14–27. <https://doi.org/10.1111/nph.13354>
- Sperry, J.S., Wang, Y., Wolfe, B.T., Mackay, D.S., Anderegg, W.R.L., McDowell, N.G., Pockman, W.T., 2016. Pragmatic hydraulic theory predicts stomatal responses to climatic water deficits. *New Phytol.* 212, 577–589. <https://doi.org/10.1111/nph.14059>
- Stojnić, S., Suchocka, M., Benito-Garzón, M., Torres-Ruiz, J.M., Cochard, H., Bolte, A., Coccozza, C., Cvjetković, B., De Luis, M., Martínez-Vilalta, J., Ræbild, A., Tognetti, R., Delzon, S., 2018. Variation in xylem vulnerability to embolism in European beech from geographically marginal populations. *Tree Physiol.* 38, 173–185. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx128>
- Tyree, M.T., 2002. Hydraulic limits on tree performance: transpiration, carbon gain and growth of trees. *L. Use Water Resour. Res.* 2, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00468-002-0227-x>
- Wellbrock, N., Eickenscheidt, N., Hilbrig, L., Dühnelt, P.-E., Holzhausen, M., Bauer, A., Dammann, I., Strich, S., Engels, F., Wauer, A., 2018. Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung in Deutschland. Thünen Working Paper, No. 84, Johann Heinrich vonThünen-Institut, Braunschweig. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3220/WP1513589598000>

11 ANHANG

11.1 Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019

Land Brandenburg Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in % ¹						mittlere Kronenve- rlichtung (%)	Stich- proben- umfang (Anzahl Bäume)
	0	1	2	3	4	2 - 4		
Baumarten und Altersgruppen 2018								
Kiefer	16,9	59,7	22,3	0,8	0,3	23,4	22	722
bis 60-jährig	23,8	61,6	13,4	0,6	0,6	14,6	19	164
über 60-jährig	14,9	59,1	24,9	0,9	0,2	26,0	23	558
andere Nadelbäume	39,5	44,2	7,0	0,0	9,3	16,3	23	43
bis 60-jährig	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9	20
über 60-jährig	8,7	60,9	13,0	0,0	17,4	30,4	35	23
Buche	6,0	32,3	59,0	2,8	0,0	61,8	31	217
bis 60-jährig	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13	22
über 60-jährig	1,0	30,3	65,6	3,1	0,0	68,7	33	195
Eiche	8,3	25,8	63,6	0,8	1,5	65,9	33	132
bis 60-jährig	20,0	0,0	80,0	0,0	0,0	80,0	37	15
über 60-jährig	6,8	29,1	61,5	0,9	1,7	64,1	32	117
andere Laubbäume	12,8	40,4	38,5	4,6	3,7	46,8	31	109
bis 60-jährig	21,2	48,1	23,1	5,8	1,9	30,8	26	52
über 60-jährig	5,3	33,3	52,6	3,5	5,3	61,4	36	57
Baumartengruppe Laubbäume	8,3	32,3	55,5	2,6	1,3	66,1	32	458
Baumartengruppe Nadelbäume	18,2	58,8	21,4	0,8	0,8	23,0	22	765

¹ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Land Brandenburg Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in % ²						mittlere Kronenve- richtung (%)	Stich- proben- umfang (Anzahl Bäume)
Gesamtergebnis 2019	14,5	48,9	34,2	1,5	1	36,6	25	1223
bis 60-jährig	28,9	52	16,8	1,5	0,7	19,0	20	273
über 60-jährig	10,3	48	39,2	1,5	1,1	41,7	27	950
Gesamtergebnisse der Vorjahre								
2018	44,7	44,6	10,0	0,2	0,5	10,7	16	984
2017	46,3	44,4	7,8	0,6	0,8	9,2	15	984
2016	45,8	45,6	7,6	0,4	0,5	8,5	15	1008
2015	40,4	50,2	8,8	0,3	0,3	9,4	15	1008
2014	47,4	42,9	9,0	0,5	0,2	9,8	15	984
2013	52,5	36,0	10,6	0,6	0,3	11,5	15	984
2012	56,8	34,8	7,0	1,0	0,4	8,4	14	984
2011	52,5	38,7	8,3	0,6	0,1	9,0	14	984
2010	59,9	33,4	6,1	0,6	0,0	6,7	13	984
2009	68,8	25,6	5,4	0,2	0,0	5,6	11	984
2008	35,4	48,8	14,4	0,9	0,5	15,8	19	5459
2007	32,8	55,1	11,2	0,6	0,3	12,1	19	5424
2006	32,4	49,6	16,1	1,5	0,4	18,0	20	5501
2005	41,2	44,8	12,8	0,8	0,5	14,1	18	5476
2004	44,7	42,6	11,2	1,1	0,5	12,7	17	5388
2003	48,5	40,2	9,4	1,5	0,3	11,2	15	13694
2002	49,2	40,8	8,4	1,3	0,2	9,9	15	13795
2001	53,3	39,2	6,8	0,5	0,3	7,5	14	13776
2000	52,8	38,7	7,6	0,6	0,3	8,5	14	13727
1999	57,2	35,4	6,6	0,5	0,3	7,4	13	13589
1998	52,6	37,6	9,0	0,5	0,3	9,8	14	13604
1997	48,7	41,5	8,9	0,6	0,3	9,7	14	13656
1996	47,7	40,8	10,3	0,8	0,4	11,5	15	13656
1995	47,1	39,1	12,1	1,1	0,6	13,8	16	13584
1994	42,1	40,1	15,6	1,5	0,6	17,8	17	13367
1993	43,8	39,2	17,1	1,2	0,6	17,1	17	13224
1992	29,7	44,8	23,8	1,4	0,3	25,5	21	13008
1991	29,0	37,7	29,5	3,9	0,0	33,3	23	12618

² geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

11.2 Kronenzustandsentwicklung nach Baumartengruppen

Kiefer	kombinierte Schadstufe(n) in % ³						mittlere Kronenverlichtung
	0	1	2	3	4	2 - 4	
1991	25,0	38,4	32,3	4,3	0,0	36,6	24
1992	25,7	46,6	26,1	1,3	0,3	27,7	22
1993	41,7	41,2	15,8	0,8	0,6	17,1	17
1994	39,1	42,7	16,3	1,4	0,6	18,3	18
1995	45,2	41,4	11,9	0,8	0,7	13,4	16
1996	45,7	43,5	9,9	0,5	0,4	10,8	15
1997	45,6	44,8	8,9	0,4	0,3	9,7	15
1998	50,9	39,5	9,0	0,4	0,2	9,6	14
1999	56,7	36,8	5,9	0,3	0,3	6,5	13
2000	52,7	39,9	6,8	0,4	0,2	7,4	13
2001	52,9	40,8	5,8	0,3	0,1	6,3	13
2002	48,7	42,3	7,5	1,3	0,2	9,0	15
2003	48,6	41,8	7,9	1,5	0,2	9,5	15
2004	43,7	45,6	9,5	0,8	0,4	10,6	16
2005	38,3	47,4	13,1	0,8	0,4	14,2	17
2006	31,0	51,6	15,9	1,3	0,2	17,4	19
2007	32,2	57,0	10,1	0,4	0,2	10,8	17
2008	33,2	50,4	15,1	0,9	0,4	16,4	18
2009	74,3	23,2	2,5	0,0	0,0	2,5	10
2010	65,9	30,5	3,3	0,3	0,0	3,6	11
2011	59,4	36,1	4,1	0,3	0,1	4,5	12
2012	63,3	33,6	2,6	0,4	0,1	3,2	11
2013	53,5	37,6	8,4	0,3	0,3	8,9	14
2014	48,1	43,9	7,5	0,3	0,1	7,9	14
2015	38,5	53,3	8,2	0,0	0,0	8,2	15
2016	46,8	47,9	4,8	0,3	0,1	5,2	14
2017	50,4	44,4	4,4	0,4	0,4	5,2	14
2018	47,8	46,1	5,8	0,3	0,0	6,1	14
2019	16,9	59,6	22,3	0,8	0,4	23,5	22

³ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

andere Nadelbäume	kombinierte Schadstufe(n) in % ⁴						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2 - 4	
1991	61,5	30,2	7,9	0,5	0,0	8,4	11
1992	68,9	25,5	4,5	0,5	0,6	5,6	10
1993	63,5	27,1	7,7	1,3	0,5	9,4	12
1994	68,2	23,7	7,3	0,6	0,2	8,1	10
1995	67,2	25,6	6,3	0,8	0,1	7,2	10
1996	66,3	28,4	4,7	0,5	0,2	5,3	10
1997	70,2	25,1	3,8	0,8	0,1	4,7	9
1998	68,0	27,2	3,8	0,6	0,3	4,7	10
1999	73,4	24,3	1,5	0,3	0,5	2,2	9
2000	70,0	25,9	3,5	0,3	0,3	4,1	10
2001	70,9	25,8	2,4	0,9	0,0	3,3	9
2002	65,3	29,3	4,0	0,4	0,9	5,4	11
2003	71,8	24,0	2,8	0,7	0,6	4,1	10
2004	67,8	25,9	4,9	0,3	1,1	6,3	11
2005	65,5	29,6	3,5	0,3	1,1	4,9	11
2006	57,8	34,7	6,1	0,8	0,6	7,5	13
2007	47,9	38,9	11,8	0,8	0,7	13,3	16
2008	58,5	34,3	5,8	0,8	0,7	7,3	13
2009	80,4	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7
2010	82,4	15,7	2,0	0,0	0,0	2,0	7
2011	72,1	27,9	0,0	0,0	0,0	0,0	8
2012	70,6	21,6	3,9	1,9	2,0	7,8	12
2013	82,0	16,0	0,0	2,0	0,0	2,0	8
2014	72,9	25,0	0,0	2,1	0,0	2,1	9
2015	65,9	24,4	4,9	2,4	2,4	9,8	15
2016	70,0	20,0	5,0	2,5	2,5	10,0	14
2017	45,9	32,4	5,4	2,7	13,5	21,6	26
2018	77,1	8,6	5,7	0,0	8,6	14,3	18
2019	40,5	45,2	7,1	0	7,1	14,3	21

⁴ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Buche	kombinierte Schadstufe(n) in % ⁵						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2 - 4	
1991	37,5	39,0	22,0	1,5	0,0	23,5	19
1992	47,0	35,1	15,8	1,8	0,3	17,9	16
1993	53,7	28,0	16,2	1,5	0,6	18,3	14
1994	55,4	30,0	12,8	1,2	0,6	14,6	14
1995	47,2	26,7	24,3	1,4	0,3	26,1	18
1996	61,6	17,2	16,3	4,9	0,0	21,2	15
1997	59,0	22,3	16,5	2,3	0,0	18,8	14
1998	58,7	22,3	17,1	2,0	0,0	19,1	15
1999	60,7	26,3	11,6	1,2	0,3	13,0	13
2000	43,9	29,0	26,0	1,1	0,0	27,1	18
2001	51,4	33,1	14,6	0,8	0,0	15,5	15
2002	46,2	32,5	19,6	1,7	0,0	21,3	17
2003	54,2	28,5	16,4	0,8	0,0	17,3	15
2004	35,8	27,6	34,4	2,2	0,0	36,6	22
2005	38,9	33,2	26,6	1,1	0,3	27,9	20
2006	34,0	32,9	32,3	0,8	0,0	33,2	20
2007	31,5	36,7	31,0	0,8	0,0	31,8	21
2008	35,9	37,0	26,3	0,8	0,0	27,1	19
2009	28,1	40,6	31,3	0,0	0,0	31,3	20
2010	38,7	45,2	16,1	0,0	0,0	16,1	17
2011	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0	33,3	22
2012	48,4	25,8	25,8	0,0	0,0	25,8	16
2013	74,2	19,4	6,5	0,0	0,0	6,5	10
2014	62,5	31,3	6,3	0,0	0,0	6,3	12
2015	59,4	37,5	3,1	0,0	0,0	3,1	12
2016	56,3	34,4	9,4	0,0	0,0	9,4	13
2017	60,6	33,3	6,1	0,0	0,0	6,1	12
2018	66,7	30,3	3,0	0,0	0,0	3,0	10
2019	6	32,3	59	2,8	0	61,8	31

⁵ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Eiche	kombinierte Schadstufe(n) in % ⁶						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2 - 4	
1991	31,6	39,8	27,7	1,0	0,0	28,6	21
1992	33,6	48,1	16,3	2,0	0,0	18,3	18
1993	35,3	41,4	20,3	2,7	0,2	23,3	20
1994	37,6	38,6	20,1	3,5	0,2	23,8	20
1995	43,0	36,5	17,7	2,7	0,0	20,4	18
1996	32,0	34,0	29,5	4,5	0,0	34,0	23
1997	40,1	41,4	17,6	0,7	0,2	18,5	18
1998	44,0	35,6	18,3	1,3	0,8	20,4	18
1999	35,0	37,4	25,2	1,8	0,7	27,7	21
2000	37,1	43,8	17,7	0,6	0,8	19,2	19
2001	34,6	38,6	25,6	1,3	0,0	26,8	20
2002	39,3	40,1	19,8	0,6	0,2	20,6	18
2003	30,8	37,7	28,9	2,2	0,4	31,4	22
2004	26,9	28,5	36,2	7,3	1,2	44,7	28
2005	30,0	30,2	36,1	2,4	1,2	39,7	25
2006	25,3	40,6	31,7	1,2	1,2	34,1	23
2007	23,5	43,0	29,3	2,0	2,2	33,5	24
2008	23,4	48,4	24,8	0,8	2,6	28,2	23
2009	37,1	37,1	23,7	2,1	0,0	25,8	20
2010	22,7	49,5	23,7	4,1	0,0	27,8	22
2011	9,5	56,8	29,5	4,2	0,0	33,7	25
2012	10,3	48,5	35,1	4,1	2,1	41,2	29
2013	28,9	34,0	33,0	3,1	1,0	37,1	25
2014	32,0	49,0	16,0	2,0	1,0	19,0	20
2015	36,5	44,3	17,4	0,9	0,9	19,1	19
2016	33,0	47,0	19,1	0,9	0,0	20,0	18
2017	27,6	50,0	21,6	0,9	0,0	22,4	20
2018	16,4	46,6	37,1	0,0	0,0	37,1	25
2019	8,3	25,8	63,6	0,8	1,5	65,9	33

⁶ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

andere Laubbäume	kombinierte Schadstufe(n) in % ⁷						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2 - 4	
1991	47,2	33,6	15,3	3,9	0,0	19,2	18
1992	40,1	40,2	16,2	2,6	1,1	19,8	18
1993	54,8	27,1	12,3	4,9	0,9	18,2	18
1994	56,9	26,4	13,2	2,4	1,1	16,7	16
1995	56,5	27,9	11,1	3,9	0,6	15,6	16
1996	58,9	31,4	8,1	1,2	0,4	9,7	13
1997	61,0	31,3	6,2	1,0	0,5	7,7	13
1998	61,1	31,1	6,3	1,4	0,2	7,9	13
1999	59,9	30,6	7,4	1,7	0,5	9,5	14
2000	53,5	34,3	7,8	3,6	0,8	12,2	16
2001	52,1	35,2	8,5	1,5	2,7	12,7	17
2002	42,9	41,9	13,1	1,8	0,3	15,1	17
2003	38,4	39,2	18,8	2,9	0,8	22,4	20
2004	38,9	37,5	19,4	3,3	1,0	23,7	21
2005	36,3	46,0	14,7	1,6	1,3	17,6	20
2006	23,1	45,3	22,1	6,4	3,1	31,6	27
2007	25,5	52,4	18,2	3,2	0,8	22,1	22
2008	29,0	47,1	21,4	1,6	0,9	23,9	22
2009	64,5	31,6	3,9	0,0	0,0	3,9	10
2010	42,9	48,1	9,1	0,0	0,0	9,1	15
2011	42,3	42,3	15,4	0,0	0,0	15,4	16
2012	48,7	41,0	7,7	2,6	0,0	10,3	16
2013	45,6	43,0	11,4	0,0	0,0	11,4	16
2014	38,8	41,2	20,0	0,0	0,0	20,0	17
2015	42,4	48,9	6,5	1,1	1,1	8,7	16
2016	39,8	40,9	16,1	0,0	3,2	19,4	20
2017	34,1	46,2	18,7	1,1	0,0	19,8	18
2018	36,6	49,5	11,8	0,0	2,2	14,0	18
2019	12,7	40	38,2	4,5	4,5	47,3	32

⁷geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

11.3 Fruktifikation der Hauptbaumarten in Brandenburg

Kiefer	Anteile der Intensitätsstufen Zapfenbehang in % ⁸				mittlere Intensitäts-Stufe
	ohne 0	gering 1	mittel und stark 2 + 3	mit Zapfen 1 - 3	
1994	73,3	23,7	3,0	26,7	0,3
1995	62,5	31,7	5,8	37,5	0,4
1996	71,3	25,5	3,2	28,7	0,3
1997	74,1	23,0	2,9	25,9	0,3
1998	49,5	38,2	12,3	50,5	0,6
1999	39,0	46,3	14,7	61,0	0,8
2000	62,7	33,7	3,6	37,3	0,4
2001	51,5	41,8	6,7	48,5	0,6
2002	46,5	45,2	8,3	53,5	0,6
2003	54,4	40,1	5,4	45,6	0,5
2004	48,3	42,5	9,2	51,7	0,6
2005	51,5	40,1	8,4	48,5	0,6
2006	37,7	48,0	14,3	62,3	0,8
2007	44,5	44,2	11,3	55,5	0,7
2008	66,3	30,7	3,0	33,7	0,4
2009	20,4	30,5	49,1	79,6	1,5
2010	18,6	23,4	58,0	81,4	1,7
2011	21,2	33,8	45,0	78,8	1,4
2012	54,1	27,6	18,3	45,9	0,7
2013	10,0	38,4	51,4	83,8	1,6
2014	19,9	34,3	45,8	80,1	1,4
2015	48,4	35,4	16,2	51,6	0,7
2016	11,1	29,5	59,3	88,9	1,6
2017	14,0	70,6	15,4	86,0	1,0
2018	12,3	85,3	2,4	87,7	0,9
2019	2,6	80,9	16,5	97,4	1,1

⁸ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Buche	Anteile der Intensitätsstufen Fruchtbehang in % ⁹				mittlere Intensitäts-Stufe
	ohne 0	gering 1	mittel und stark 2 + 3	mit Fruchtbehang 1 - 3	
1994	99,4	0,6	0,0	0,6	0,1
1995	30,1	32,8	37,1	69,9	1,2
1996	97,7	2,0	0,3	2,3	0,0
1997	97,1	2,9	0,0	2,9	0,0
1998	49,1	31,5	19,4	50,9	0,8
1999	92,2	7,8	0,0	7,8	0,1
2000	30,4	20,7	48,9	69,6	1,5
2001	91,4	8,6	0,0	8,6	0,1
2002	44,0	33,9	22,1	56,0	0,8
2003	88,2	10,4	1,4	11,8	0,1
2004	36,3	30,1	33,6	63,7	1,1
2005	97,5	2,5	0,0	2,5	0,0
2006	47,9	36,7	15,3	52,1	0,7
2007	46,0	32,1	21,9	54,0	0,8
2008	91,8	7,9	0,3	8,2	0,1
2009	9,7	22,6	67,7	90,3	2,0
2010	90,3	9,7	0,0	9,7	0,1
2011	0,0	8,3	91,7	100,0	2,5
2012	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	37,5	40,6	21,9	62,5	0,9
2015	59,4	12,5	28,1	40,6	0,7
2016	21,9	31,3	46,9	78,1	1,3
2017	9,1	45,5	45,5	90,9	1,5
2018	57,6	42,4	0,0	42,4	0,4
2019	20,3	26,7	53,0	79,7	1,8

⁹ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Eiche	Anteile der Intensitätsstufen Fruchtbehang in % ¹⁰				mittlere Intensitäts-Stufe
	ohne 0	gering 1	mittel und stark 2 + 3	mit Fruchtbehang 1 - 3	
1994	99,3	0,7	0,0	0,7	0,0
1995	89,7	8,5	1,8	10,3	0,1
1996	98,4	1,1	0,4	1,6	0,0
1997	95,1	4,9	0,0	4,9	0,0
1998	81,5	13,5	5,1	18,5	0,3
1999	91,8	7,1	1,1	8,2	0,1
2000	81,9	14,3	3,8	18,1	0,2
2001	80,5	14,9	4,6	19,5	0,2
2002	95,1	4,7	0,2	4,9	0,1
2003	74,5	19,6	5,9	25,5	0,3
2004	97,8	2,2	0,0	2,2	0,0
2005	96,0	4,0	0,0	4,0	0,0
2006	81,6	16,0	2,4	18,4	0,2
2007	93,2	6,6	0,2	6,8	0,1
2008	88,5	11,3	0,2	11,5	0,1
2009	72,2	18,6	9,3	27,8	0,4
2010	93,8	5,2	1,0	6,2	0,1
2011	76,5	16,8	6,3	23,2	0,3
2012	80,4	15,5	3,1	18,6	0,2
2013	55,7	39,2	4,1	43,3	0,5
2014	62,6	25,3	12,1	37,4	0,5
2015	41,7	45,2	13,0	58,3	0,8
2016	25,2	34,8	40,0	74,8	1,2
2017	53,4	39,7	6,9	46,6	0,5
2018	12,1	66,4	21,6	88,0	1,2
2019	91,7	8,3	0	8,3	0,1

¹⁰ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

**Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz
des Landes Brandenburg**

Landesbetrieb Forst Brandenburg
Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)
Alfred-Möller-Straße 1
16225 Eberswalde

Telefon: 03334 / 2759 - 203
Fax: 03334 / 2759 - 206
Mail: lfe@lfb.brandenburg.de
Internet: www.forst.brandenburg.de