



Forst



# Waldzustandsbericht 2009

der Länder Brandenburg und Berlin

---

Die Kronenzustandserhebung auf dem 16x16 km EU-Raster und die Intensivuntersuchungen auf einem Teil der Level-II-Flächen wurden bis 2006 im Rahmen des EU - Forest Focus - Programms und werden 2009 und 2010 im Rahmen des Life+ Projektes FutMon von der Europäischen Union finanziell unterstützt.



Zum Titel: Level II Fläche 1203 Kienhorst (Schorfheide) FutMon IM-Plot

## INHALT

### HAUPTERGEBNISSE

#### 1 WEITERENTWICKLUNG DES FORSTLICHEN MONITORING IN DER REGION BRANDENBURG / BERLIN

#### 2 ERGEBNISSE DER WALDZUSTANDSERHEBUNG 2009

- 2.1 Gesamtregion
- 2.2 Berlin
- 2.3 Brandenburg
- 2.4 Nebenmerkmale der Kronenzustandserhebung
- 2.5 Witterungsverlauf

#### 3 IMMISSIONSSITUATION UND ENTWICKLUNG DER FREMDSTOFFEINTRÄGE

#### 4 WALDSCHUTZSITUATION 2009

#### 5 ERGEBNISSE DER BODENZUSTANDSERHEBUNG (BZE)

#### 6 ENTWICKLUNG DES ERNÄHRUNGSZUSTANDS AN LEVEL II-FLÄCHEN

#### TABELLENANHANG: ERGEBNISSE DER WALDSCHADENSERHEBUNG

- Land Berlin
- Land Brandenburg
- Gesamtregion Berlin-Brandenburg
- Waldschadensentwicklung nach Baumartengruppen
- Fruktifikation der Hauptbaumarten in der Region Berlin-Brandenburg

## HAUPTERGEBNISSE

In Brandenburg wurde 2009 mit Beginn des durch die Europäische Union geförderten Programms FutMon das Netz der Waldzustandserhebung an das Aufnahmenetz der Bundes-Waldinventur (BWI) gekoppelt. Damit wird im Land eine Grundforderung von Bund und Europäischer Union zur Vereinheitlichung der Aufnahmesysteme des Waldmonitoring umgesetzt. Gleichzeitig wird in Brandenburg die Netzdichte mit 16 x 16 km deutlich reduziert. So können die Anforderungen des Bundes wie auch der EU zur Waldzustandserhebung weiterhin erfüllt werden und es ist auch ein Überblick zur Situation der Wälder im Land Brandenburg gegeben, ohne allerdings regional weiter differenzieren zu können.

Aus dem Netzwechsel ergibt sich neben dem methodischen Wechsel zu einer zentralisierten Aufnahme durch nur ein Aufnahmeteam für das Land ein Bruch der Zeitreihe. Damit ist die Vergleichbarkeit mit den vorangegangenen Jahren nur eingeschränkt gegeben.

Die Kronenzustandserfassung 2009 weist für die Region Brandenburg / Berlin einen sehr guten Vitalitätszustand der Wälder aus.

Über zweit Drittel der Waldfläche ist ohne Schäden. Deutliche Schäden wurden mit nur 6 Prozent aufgenommen. Ein Viertel der Wälder war in Schadstufe 1 mit geringen Kronenverlichtungen.

Damit wird 2009 der beste Kronenzustand der Wälder der Region seit Beginn der Erhebungen in 1991 festgestellt.

Dieses erfreuliche Ergebnis stellt sich sowohl für Stadt und Umland als auch nach Baumarten differenziert dar.

Hauptergebnisse der Waldzustandserhebung 2009 (Angaben in Prozent der Waldfläche, Veränderung zum Vorjahr in Prozentpunkten)			
	ohne Schäden Schadstufe 0	Warnstufe Schadstufe 1	deutliche Schäden Schadstufen 2-4
<b>Berlin</b>	<b>16</b>	<b>55</b>	<b>29</b>
Veränderung	0	0	0
<b>Brandenburg</b>	<b>69</b>	<b>25</b>	<b>6</b>
<b>Gesamtregion</b>	<b>68</b>	<b>26</b>	<b>6</b>

In **Berlin** sind die Ergebnisse der Kronenzustandsaufnahme 2009 wie im Vorjahr aufgenommen worden. Neben nur 16 % Waldfläche ohne Schäden wurden bei 55 % in der Warnstufe noch immer 29 % der Waldfläche mit deutlichen Schäden erfasst.

Gegenüber dem Vorjahr sind die deutlichen Schäden der **Kiefern** um 8 Prozentpunkte auf 16 % zurück gegangen. Die Schadstufe Null hat um 3 %-Punkte auf 20 % zugenommen. Damit findet sich auch in Berlin die Grundtendenz der Region zu einer deutlichen Zustandsverbesserung der Kiefern. Die Folgen der Trockenjahre 2003 und 2006 sind von den Kiefern auch in Berlin ohne erhöhte Ausfälle weitgehend überwunden.

In 2009 scheint die positive Entwicklung der Vorjahre bei den **Eichen** beendet. Mit 73 % (+16 %-Punkte) deutlichen Schäden und nur 2 % (-2 %-Punkte) in Schadstufe 0 ist ein weiterer Höhepunkt der Eichenschäden in Berlin festzustellen. Die mittlere Kronenverlichtung ist gegenüber dem Vorjahr um 6 % auf

37 % angestiegen. Das ist nach dem Extremjahr 2004 der höchste Wert in der Zeitreihe seit 1991.

Während bei den Laubbaumarten die deutlichen Schäden der Altersgruppe über 60jähriger Bäume seit 2004 bei etwa 60 % stagnieren, sind sie bei den Nadelbaumarten seit 2006 wieder rückläufig und liegen gegenwärtig unter 20 %.

Im neuen Netz wurden in **Brandenburg** 2009 mit nur 6 % sehr viel weniger deutliche Schäden und mit 69 % ein sehr viel höherer Anteil ungeschädigter Waldfläche aufgenommen als im Vorjahr. Starke Schäden (Schadstufe 3) mit über 60 % Kronenverlichtung hatten bereits im Vorjahr einen geringen Anteil von < 1% und sind 2009 mit 0,2 % im Bereich natürlicher Verhältnisse. Aufgrund des Ergebnisses der Waldzustandserhebung 2009 kann in Brandenburg nicht von Waldschäden als großflächiger Erscheinung gesprochen werden. Die anhand des Kronenzustandes der Waldbäume indizierte Vitalität der Wälder Brandenburgs ist ausgesprochen gut. Es wurde 2009 der bisher beste Kronenzustand seit Beobachtungsbeginn in Brandenburg (1991) bzw. auch in den entsprechenden Bezirken der DDR seit 1986 erhoben.

Die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 11 % nahe der Grenze zur Schadstufe 0 (ohne sichtbare Schäden). Ein ähnlich guter Waldzustand war in Brandenburg zuletzt in der Periode 1998 – 2001 aufgetreten.

Die **Kiefern** haben 2009 eine bisher außergewöhnlich gute Benadelungsdichte erreicht. Drei Viertel der Baumartenfläche ohne sichtbare Schäden, ein mit knapp 3 % sehr geringer Anteil deutlich geschädigter Kronen wie auch die geringe mittlere Kronenverlichtung von 10 % sind Merkmale des aktuell sehr guten Vitalitätszustandes. Die Gesamtbenadelung, die Anzahl der an den Trieben der Oberkrone gehaltenen Nadeljahrgänge, stieg von 2,4 Jahrgängen im Vorjahr auf 2,9 Jahrgänge im Sommer 2009 an. Das ist der bisher höchste Wert der mittleren Nadeljahrgangszahl in Brandenburg. Da die Nadellebensdauer bzw. die Nadeljahrgangszahl der Kiefer mit zunehmender Kontinentalität des Klimas steigt, deutet diese Entwicklung auf einen positiven Einfluss des kalten Winters 2008 – 09 und ausreichende Niederschläge in der Frühjahrsperiode 2009 hin.

Seit 2004 weisen die **Buchen** ein relativ konstant erhöhtes Niveau deutlicher Schäden auf. Im neu angelegten 16 x 16 km<sup>2</sup> Netz sind 2009 nur wenige Buchen enthalten. Diese haben trotz starker Fruktifikation einen ähnlichen Kronenzustand wie die Buchen im WZE – Netz des Vorjahres. Eine repräsentative Aussage zum Zustand der Baumart in Brandenburg ist anhand dieser geringen Stichprobe aber nicht möglich.

Auf das niederschlagsreiche Jahr 2007 reagierten die **Eichen** 2008 mit einem besseren Kronenzustand. Diese erfreuliche Entwicklung hielt auch 2009 an. Die deutlichen Schäden liegen noch bei 26 %, der Anteil der Eichen ohne sichtbare Kronenschäden stieg aber erstmals seit 2003 wieder auf über ein Drittel. Die mittlere Kronenverlichtung bleibt mit 20 % relativ hoch.

Trotz der nur moderaten Entwicklung bei Buche und Eiche ist für die Zusammenfassung der Gruppe der **Laubbaumarten** seit 2004 eine Verbesserung des Kronenzustandes erkennbar. Nach einem Minimum der Kronenverlichtung im Jahr 1997 stieg der Anteil deutlicher Schäden bis 2006 / 2007. Die weitere Entwicklung in 2008 und 2009 deutet aber auf eine aktuelle Entspannung der (Trocken-)Stresssituation dieser Bauartengruppe hin.

Die **Nadelbaumarten** sind seit 1995 geringer verlichtet als die Laubbäume. Die Periode seit 2002 steigender Kronenschäden ist mit der Aufnahme 2009 beendet. Aktuell sind praktisch keine allgemeinen Verlichtungen an den Nadelbäumen vorhanden.

Nach der feuchten Vegetationsperiode 2007 führten ein milder Winter 2008 und eine relativ feuchte Witterung zu Vegetationsbeginn 2008 in ein Jahr ohne extremen Witterungsstress für den Wald. Nach einem hinsichtlich Temperatur und Niederschlag unauffälligen Herbst war der Januar 2009 deutlich kühler als im langjährigen Mittel. Ein sehr milder April beschleunigte den frühen Austrieb und führte zu guten Blühbedingungen der Bäume. Der geringe Niederschlag wirkte sich aufgrund gefüllter Bodenwasserspeicher nicht negativ aus und überdurchschnittliche Niederschlagsmengen im Mai und Juni konnten dieses Defizit kompensieren. Auch das Jahr 2009 blieb daher hinsichtlich der Trockenstressbelastung relativ unauffällig. Damit konnte sich der Wald nach den Extremereignissen 2003 und 2006 in den letzten drei Jahren vom Witterungsstress deutlich erholen.

Die Entwicklung des Kronenzustandes der Waldbäume macht Klimaeffekte als synchronisierenden und auslösenden Faktor dieser Entwicklung wahrscheinlich. Witterungsextreme mit hohen Temperaturen und Niederschlagsdefiziten in der Vegetationsperiode treten in den letzten Jahren gehäuft auf. Das Jahr 2003 war für die Region nur ein markantes Trockenstress-Ereignis. Ähnliche Situationen traten bereits 1976, 1982, 1988, 1989, 1992, 1999, 2000 und wieder 2006 auf.

Das Risiko von Witterungsextremen nimmt mit der Klimaerwärmung zu. Die damit steigenden Risiken der Forstwirtschaft müssen durch Sorgfalt bei der Baumartenwahl, der Auswahl geeigneter Herkünfte, Prüfung der Standorteignung und Pflege der Waldbestände zum Aufbau vitaler, stresstoleranter Wälder berücksichtigt werden. Besonders der Erhaltung und Mehrung der Humusvorräte zur Steigerung der Speicherkapazität der Waldböden sowohl für Wasser als auch Nährstoffe kommt in unserer Region große Bedeutung zu.

Für den Zustand der Wälder spielt der historische und aktuelle Schadstoffeintrag in die Ökosysteme nach wie vor eine wichtige Rolle. Auf die trockenen Vegetationsperioden der Jahre 1982 sowie 1988 und 1989 hatte die Kiefer bei hoher Schwefeldioxid-Immissionsbelastung noch mit wesentlich stärkeren Nadelverlusten reagiert. Deshalb ist es erfreulich, dass dieser die Klimaempfindlichkeit der Wälder steigernde Luftschadstoff nach erheblichen Anstrengungen zur Luftreinhaltung in der Region kaum noch eine schädliche Rolle spielt.

Aber die Stickstoffeinträge liegen weiter über den kritischen Eintragsraten. Damit wird die Bodenversauerung weiter angetrieben und werden die wichtigen Nährelemente Kalzium und Magnesium mit dem Sickerwasser aus den Böden ausgewaschen, wie der Vergleich der Bodenzustandsinventuren BZE-1 und BZE-2 deutlich ausweist. An den Dauerbeobachtungsflächen sind bereits Disharmonien der Nährstoffversorgung erkennbar. Einem erfreulichen Rückgang der Schwefelbelastung steht weiter eine sehr angespannte Ernährungssituation mit Magnesium gegenüber. Allein die 1986 einmalig mit dolomitischem Kalk gedüngte Fläche 1102 im Grunewald weist nach den Nadelspiegelwerten eine auch mit Magnesium ausgewogene Ernährung der Kiefern auf. Die Auswertung der Ernährungsinventur der

BZE-2 wird in Verbindung mit der erfassten Bodenzustandsentwicklung eine Überprüfung der Notwendigkeit von Bodenschutzkalkungen und eines integrierten Nährstoffmanagements, einschließlich der von Nutzungsbeschränkungen zur nachhaltigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit erfordern.

Die Waldböden der Region akkumulieren gegenwärtig relativ hohe Kohlenstoff-Mengen von jährlich etwa 1 - 2 t / ha. Der positive Effekt der Humusakkumulation, der die Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität der Waldböden fördert deutet aber auch auf eine gestörte Mineralisierung durch zunehmende Trockenphasen in der Beobachtungsperiode hin.

Die bisherigen Fortschritte zur Reduzierung der Fremdstoffbelastung und zum Klimaschutz sind zur nachhaltigen Stabilisierung der Waldökosysteme in der Region nicht ausreichend.

Schwerpunkte für den Immissionsschutz müssen aus Sicht der Forstwirtschaft die Reduzierung der Stickstoff-Emissionen aus landwirtschaftlichen Quellen in Brandenburg und die Reduzierung der Emissionen von Vorläufersubstanzen der Ozonbildung vor allem aus verkehrsbedingten Emissionen sein. Hierbei hat der Ballungsraum Berlin besondere Verantwortung.

Als besonders stark durch eine Klimaänderung betroffene Region müssen Berlin und Brandenburg ihre Anstrengungen zur Vermeidung klimawirksamer Spurengasemissionen verstärken.

Gleichzeitig sind die Potenziale zur Stabilisierung der Waldökosysteme und des Landschaftswasserhaushaltes durch einen standortgerechten Waldumbau verstärkt zu nutzen.

## 1 WEITERENTWICKLUNG DES FORSTLICHEN MONITORING IN DER REGION BRANDENBURG / BERLIN

### *Das forstliche Umweltmonitoring*

#### *Zusammenarbeit über die Grenzen der EU hinaus*

Die Waldzustandserhebung ist Teil des **forstlichen Umweltmonitorings**. Dieses wurde seit den 80er Jahren entwickelt, um Umweltveränderungen und ihre Auswirkungen auf Waldökosysteme zu erfassen und zu beschreiben. Umweltprobleme machen nicht an nationalen Grenzen Halt. Diese Erkenntnis führte zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit.

1985 wurde unter dem Dach des Genfer Luftreinhalteabkommens der UN-ECE das International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests – Internationales Zusammenarbeitsprogramm zur Bewertung und Überwachung der Wirkung von Luftschadstoffen auf Wälder - (ICP Forests) gegründet. Inzwischen erheben 41 Staaten nach auf europäischer Ebene abgestimmten Verfahren Stoffeinträge in Wälder, den Kronenzustand und weitere den Waldzustand beeinflussende Parameter. Kooperationen bestehen auch mit ähnlichen Initiativen in Nordamerika und Asien.

Das forstliche Umweltmonitoring umfasst Inventuren auf einem **systematischen Stichprobennetz, als Level I** bezeichnet und die intensive Beobachtung bestimmter Umweltparameter auf ausgewählten **Dauerbeobachtungsflächen (Level II)**. Näheres unter [www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org).

#### *Zusammenarbeit in der EU*

Seit 1986 beteiligt sich die Europäische Union am forstlichen Umweltmonitoring und hat im Rahmen einer Reihe von Verordnungen die Erhebungen und Auswertungen auch finanziell unterstützt; zuletzt nach der „Forest Focus“-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 2152/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 für das Monitoring von Wäldern und Umweltwechselwirkungen in der Gemeinschaft; Amtsblatt der Europäischen Union L324/1), die 2006 ausgelaufen ist.

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/agriculture/environment/l28125\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28125_de.htm)

Mit der LIFE+ - Verordnung wurde die Unterstützung des forstlichen Umweltmonitorings durch die EU auf eine neue Basis gestellt. LIFE (wie Englisch: „Leben“) steht für (französisch) „L' Instrument financier pour l' environnement“ - „Finanzierungsinstrument für die Umwelt“. Dieses Instrument existiert schon seit 1992 und diente zunächst der Unterstützung von Natur- und Umweltschutzprojekten. Mit der 2007 in Kraft getretenen LIFE+ - Verordnung ist jetzt u. a. auch die Förderung von Projekten im Bereich des Monitorings von Wäldern möglich.

<http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>

#### *„FutMon“ – ein LIFE+ - Projekt zur Weiterentwicklung des Waldmonitorings in Europa*

Im von der Europäischen Kommission bewilligten LIFE+ -Projekt „Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System (FutMon)“ arbeiten unter Federführung des Instituts für Weltforstwirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Instituts derzeit 37 Partnerorganisationen in 23 EU-Mitgliedstaaten im Waldmonitoring zusammen. Beteiligt sind auch die für das forstliche Umweltmonitoring zuständigen Stellen der Bundesländer, so auch das Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) für das Land Brandenburg.

Aufbauend auf den bewährten Elementen des forstlichen Umweltmonitorings, den systematischen Stichprobenerhebungen und dem Intensivmonitoring auf Dauerbeobachtungsflächen werden auch neue Erhebungsmethoden entwickelt und erprobt. Mit ihnen werden herkömmliche Fragen des forstlichen Umweltmonitorings, wie z. B. Stoffeinträge und ihre Wirkung auf die Nährstoffversorgung und das Wachstum von Wäldern, vertieft untersucht und Beiträge zu neuen Fragestellungen aus den Bereichen Waldschutz, biologische Vielfalt und Klimawandel erarbeitet. Teil dieses Projekts ist auch die Kronenzustandserhebung auf dem 16km<sup>2</sup>-Netz. Näheres siehe <http://www.futmon.org/index.htm>



*Dauerbeobachtungsfläche Fünfeichen (1208) der Forstlichen Umweltkontrolle der Intensitätsstufe Level-II*

### **Das forstliche Monitoring im Wandel: Herausforderungen von Gegenwart und Zukunft**

Trotz der etablierten Methodik, der beispielhaften Organisation auf allen Ebenen und der umweltpolitischen Instrumentalisierung stehen die Verfahren, die Parameter, die Flächennetze, die Ziele und vor allem die Finanzierungsgrundlagen des forstlichen Monitorings auf dem Prüfstand. In den vergangenen zwei Jahrzehnten haben sich vor allem die Risikofaktoren, die Belastungssituation der Wälder, die Waldbewirtschaftung, die Ansprüche der Gesellschaft an das Umweltmonitoring, die methodischen Möglichkeiten, den Waldzustand zu erfassen verändert. Neben den zur Verfügung stehenden Erfassungsmethoden haben sich auch die Ansprüche der Gesellschaft an die forstliche Umweltkontrolle gewandelt. Die Frage nach der Anpassungsfähigkeit der Wälder an Klimaveränderungen ist zu einem zentralen Thema der Öffentlichkeit geworden. Luftschadstoffe und der „saure Regen“ werden nur noch selten thematisiert. An Bedeutung gewonnen haben Informationen über die Biodiversität und die gesicherte Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung.

Die Luftverunreinigungen, die in den 1980er Jahren die Waldschäden ausgelöst haben und maßgeblich zur Einführung des forstlichen Monitorings beitrugen, haben ihre akute Gefahr in Brandenburg verloren. Infolge drastisch reduzierter Immissionen und Depositionen von Säuren und Stäuben wurden die kritischen Belastungsgrenzen unterschritten. Dagegen sind die Einträge eutrophierender Stickstoffverbindungen aber immer noch höher als nachhaltig durch die Waldökosysteme verarbeitet werden können. Auch die Ozonimmissionen nehmen aufgrund mit der Klimaerwärmung steigender Anteile von Strahlungswetterlagen eher zu als ab.

In der Folge sind die Bäume heute Risikopotenzialen ausgesetzt, die heute noch nicht sichtbar sind. Erst durch das kombinierte Aufeinandertreffen verschiedener Stressoren kann dies zu akuten Schäden führen

In ein modernes Monitoring müssen folglich weitere Reaktionsindikatoren (z. B. Biomarker) integriert sein, die die Stressbelastung bzw. das physiologische Anpassungspotenzial der Bäume auch dann abbilden, wenn keine akkumulierbaren Schadstoffe eingetragen werden. Kritisiert wurde in der Vergangenheit immer wieder die Kronenverlichtung als Indikator für die Vitalität der Bäume. So stellt sich die Frage, ob der jährlich einmalig erhobene Kronenzustand ein geeignetes Kriterium für die Bewertung des Vitalitätszustandes ist bzw. ob Kronenverlichtungen tatsächlich als Schäden zu interpretieren sind oder ob es sich zunächst nicht eher um eine Anpassungsreaktion vitaler Bäume handelt.

Kronenzustandparameter müssen deshalb mit anderen Indikatoren wie dem Zuwachs, der Mortalität, der Belastung durch biotische Schaderreger, der Verjüngungsfähigkeit, der Baumartenstruktur, dem Bodenzustand und klimatischen- bzw. Witterungsfaktoren verknüpft werden, um zu objektivierten Aussagen zu kommen. Gleichzeitig ist für die Zukunft die Abstufung der Grenzwerte für die Schadensbewertung zu überprüfen.

Mehrere Arbeitsgruppen auf europäischer und auf nationaler Ebene widmen sich seit ca. drei Jahren der Modernisierung des Forstlichen Umweltmonitorings. Dieser Reformprozess ist heute keineswegs abgeschlossen..

Auf Ebene des Bundes erfolgte eine Evaluierung des Monitorings durch eine Arbeitsgruppe, die eine Bund-Länder-Konzeption für das künftige Waldmonitoring in Deutschland vorgelegt hat.

Diese Konzeption ordnet sich in den europäischen Rahmen ein, der mit dem gegenwärtig in Diskussion befindlichen *Europäischen Wald Monitoring* (EFM) sowie der Ausgestaltung und Einordnung des Forstlichen Monitorings in die EU-Rahmenrichtlinie LIFE+ gesetzt wird.

Wesentliche Themen sowohl des europäischen wie des nationalen Waldmonitorings sind:

1. Klimaänderung und C-Bindung der Wälder
2. Luftverunreinigungen (Versauerung und Eutrophierung)
3. Waldbrand
4. Biodiversität in Wäldern
5. Schutzfunktion der Wälder für Boden, Wasser und Infrastruktur
6. Soziale und ökonomische Funktionen (Leistungs- und Produktionspotenzial) von Wäldern

Inhaltlich ist die forstliche Umweltbeobachtung in der Region Brandenburg/Berlin prioritär auf die Klimaänderungen und ihren Folgen auszurichten. Hier gilt vor allem der durch Temperaturerhöhung und Trockenstress veränderten Vitalität und Konkurrenzkraft der Baumarten besonderes Augenmerk. Unter veränderten Klimabedingungen und steigendem CO<sub>2</sub>-Angebot ist mit verändertem Wachstum der Baumarten, aber auch mit Auswirkungen auf den Streu- und Humusumsatz zu rechnen.

Daneben haben Veränderungen in der Bewirtschaftung (Kahlschlagsverbot, erhöhte Nutzungsintensität, Baumartenwechsel, Neuaufforstungen, Waldumwandlung) Auswirkungen auf den Kohlenstoffhaushalt bzw. das Quellen/Senkenverhalten der Wälder (C-Vorratsentwicklung in lebender und toter Biomasse sowie dem Boden).

Trotz der drastisch reduzierten Immissionen und Depositionen von Säuren und Stäuben sowie einem erheblichen Rückgang eutrophierender Stickstoffeinträge müssen diese abiotischen Schadfaktoren auch weiterhin extensiv überwacht werden. Die Stickstoffeinträge liegen regional differenziert über den *critical loads* und die Basensättigung der Oberböden nimmt weiter ab. Darüber hinaus sind die Effekte von Klimaveränderung und Waldumbau auf den Basen- und N-Haushalt der Waldökosysteme abzuschätzen.

Für die *methodische* Neuausrichtung sind die beiden Intensitätsstufen Level-I und Level-II getrennt zu behandeln:

#### *Level-I*

Vor dem Hintergrund des relativ geringen Schadniveaus der in Brandenburg dominierenden Kiefernbestände, sowie der kaum feststellbaren räumlichen Differenzierung ihres Benadelungszustandes wurden die Beobachtungspunkte für die jährliche Waldzustandserhebung (WZE) deutlich reduziert. Diese Messnetzdichte befriedigt auch die Ansprüche des Bundes für die jährliche Waldschadenserhebung. Im Rahmen des FutMon Projektes ist eine europäische Förderung für 41 Rasterpunkte in Brandenburgs Wäldern im Stichprobenraster von 16 x 16 km für zwei Jahre bewilligt worden.

#### *Erhebungsmerkmale der Inventuren WZE, BZE und /BWI im Land Brandenburg*

Monitoringprogramm	WZE	BZE	BWI
Anzahl der Aufnahmepunkte Rasterweite	41 (Raster 16 x 16 km <sup>2</sup> )	156 (Raster 8 x 8 km <sup>2</sup> )	672 (1250) (Raster 4 x 4 / 4 x 2 km <sup>2</sup> )
Turnus der Aufnahme	jährlich	20 Jahre	10 Jahre
Parameter	Kronenzustand	Kronenzustand Vegetation Bodenchemie Bodenphysik Ernährung	Kronenzustand Vegetation Baumarten/Waldstruktur Zuwachs/Volumen Verjüngung/Verbiss Totholz

Dabei ist ein Probepunkt für 256 km<sup>2</sup> Waldfläche repräsentativ. Mit den jährlichen Erhebungen zum Kronenzustand an den verbleibenden Stichprobenbeständen ist die Dynamik der Kronenzustandsentwicklung im Land weiter abzubilden, ohne allerdings regionale, baumarten- oder altersgruppenspezifische Entwicklungen flächenrepräsentativ erfassen zu können.

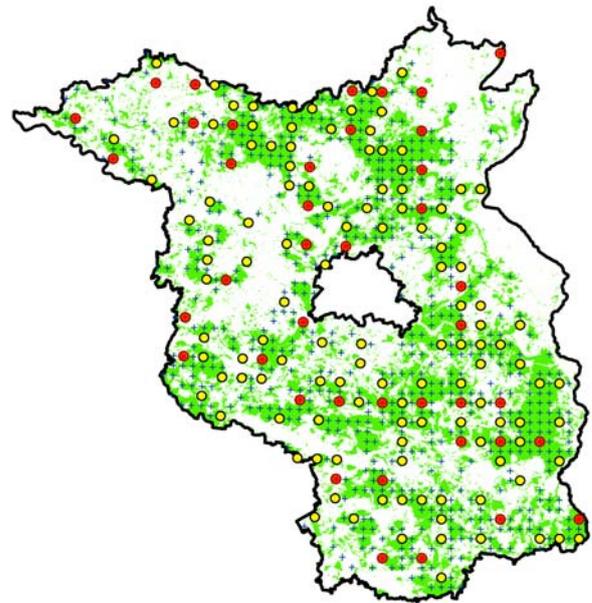
Dies kann künftig durch die Integration einer Kronenzustandserhebung in das Konzept für ein landesweites Waldmonitoring bzw. Waldinventur zu erfüllen sein, welches sich jedoch erst in der Erarbeitungsphase befindet.

In Brandenburg wurde eine Harmonisierung bzw. Integration der Messnetze des Monitorings (Level I) und der Bundeswaldinventur (BWI) vollzogen. Die Rasternetze von Level I und BWI lagen bisher nicht deckungsgleich übereinander.

Die BWI ist in Brandenburg ein Stichprobensystem im Raster von 4 x 4 km und erhebt u. a. Waldstrukturen, Baumarten, Baumhöhen und -durchmesser, Totholzmenge, und Bodenvegetation. Damit lassen sich Holzvorrat, Zuwachs und künftige Holznutzungspotenziale berechnen.

Um künftig eine Verknüpfung der Ergebnisse möglich zu machen und Aufwendungen zu sparen, wurde das Level I Netz mit der Neuanlage der WZE- Punkte in Brandenburg auf das BWI- Netz gelegt. Die WZE an den Stichprobenpunkten der Nationalen Forstinventur durchzuführen ist sowohl Anliegen des FutMon-Projektes als auch der langfristigen Bund-Länder-Konzeption zum Waldmonitoring. Die Kombination von BWI und Level-I-Netz entstehende 8 km x 8 km-Grundraster (rote und gelbe Punkte der Karte BWI – Raster) wird langfristig für bundesweite Erhebungen etabliert.

Um für eine in ca. 15 Jahren vorgesehene dritte bundesweite Bodenzustandserhebung eine Vergleichsbasis zu haben, wird gegenwärtig zeitnah zur derzeitigen BZE 2 (altes Netz) eine Erstaufnahme des Bodenzustandes auf dem neuen Netz durchgeführt.



*Waldpunkte der Plotecke A im Messnetz der Bundeswaldinventur in Brandenburg*

*Blaue Kreuze = 4 x 4 km – Netz*

*Gelbe Punkte = 8 x 8 km – Netz (Bodenzustandserhebung)*

*Rote Punkte = 16 x 16 km Netz (Waldzustandserhebung)*



*WZE Aufnahme im neuen Netz*



*Bodengrube zur Bodenzustandsaufnahme im BWI-Netz*

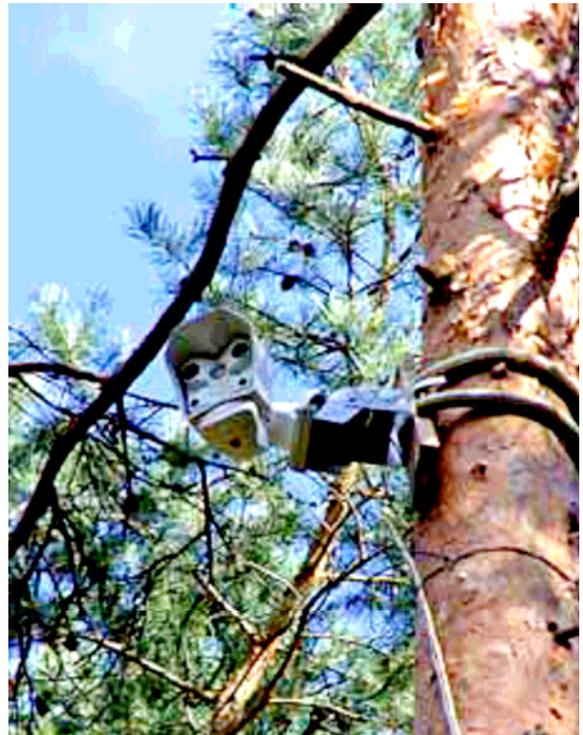
*Level- II*

Für die Neuausrichtung und Optimierung des Intensivmonitorings (FutMon Intensive Monitoring Plots / ICP-Level II) im Hinblick auf die künftigen Fragestellungen wurden folgende Grundsätze berücksichtigt:

- Beschränkung auf die zwingend erforderlichen Messprogramme für die Beantwortung der prioritären Fragestellungen,
- Definition von Mindestanforderungen für Parameterauswahl, Erhebungsfrequenz, Analysenintensität und Datenqualität unter Kosten-Nutzen-Aspekten,
- Überprüfung des Messnetzes und der Flächenauswahl anhand der unterschiedlichen Repräsentativitätsanforderungen.

Unter Abwägung von Kosten-Nutzen-Relationen wurde seit 2008 das intensive Monitoring auf den vier mit Kiefern-Reinbeständen bestockten Level-II-Flächen 1201 (Natteheide/ Brandenburg), 1206 (Schwenow / Brandenburg), 1102 (Grunewald / Berlin) und 1103 (Müggelheim / Berlin) aufgegeben. Bei der Flächenauswahl wurde berücksichtigt, dass weiterhin ein Buchen- und ein Eichenbestand sowie vier Kiefernbestände erhalten bleiben, wobei sich drei Kiefernbestände in Buchen-Kiefern (1202) bzw. Eichen-Kiefern-Mischbestände (1101, 1205) entwickeln.

Aufgrund der deutlich verminderten Stoffeinträge werden die Depositionsanalysen auf den verbliebenen Monitoringflächen nicht mehr wöchentlich als Einzelprobe, sondern nur noch einmal monatlich als Mischprobe durchgeführt. Die jährlichen Aufnahmen der Vegetation und des Totholzes erfolgen künftig nur noch im Turnus von fünf Jahren. Unter Berücksichtigung der Klimaänderungen wird andererseits das Aufnahmespektrum um dendrochronologische Parameter (retrospektive Zuwachsanalyse, jährliche Zuwachsfineinmessung), die Phänologie des Austriebsbeginns (jährlich) und um die kontinuierliche Erfassung der CO<sub>2</sub>-Bilanz (nur 1203, Kienhorst) erweitert. Für die Erfassung des Austriebszeitraumes werden Web-Kameras im Kronenraum installiert, die den Aufwand für okulare Bonituren reduzieren. Die Erweiterung der Monitoringparameter muss durch Automatisierungen der Messung, Datenübertragung und Auswertung kompensiert werden. Eine Vielzahl von Messergebnissen (z. B. Meteorologie, Bodenfeuchte und Stammumfangsänderungen) werden bereits seit Herbst 2007 per Datenfernübertragung an das LFE gesendet. Dies reduziert den Fahraufwand, erhöht die Datensicherheit bei Geräteausfällen und kann eine schnellere Auswertung ermöglichen.



*Web-Kamera zur Phänologie-Beobachtung*

Alle anderen Aufnahmeparameter und Untersuchungsprogramme auf den Level-II-Flächen (Meteorologie Bestand und Freifläche, Kronenzustand, Biomarker, Bodenhydrologie, Wachstum, Ernährungszustand, Streufall, Waldschutz) bleiben in gleicher Intensität erhalten.

Die kontinuierliche Datengewinnung erlaubt den Aufbau von Zeitreihen dynamischer Zustandsgrößen der untersuchten Waldökosysteme. Ein Vergleich der realen Bedingungen im Wald mit Modellszenarien der Forschungspartner (z.B. Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) und Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)) ist sowohl zur Weiterentwicklung der Modelle zum Wasserhaushalt und zur Stoffproduktion als auch zur Aufklärung von im Level-I-Netz erfassten Zustandsänderungen notwendig. Die Zustandsvergleiche der Inventurdaten sind über strukturelle Ähnlichkeiten auf Basis der Walddaten von Standortserkundung und Forsteinrichtung sowie durch regionalstatistische Analysen künftig noch stärker in die Fläche zu interpretieren, um Gefährdungen der Waldfunktionen möglichst zeitnahe auszuweisen und Maßnahmen einleiten zu können.

Neben der konzeptionellen Neuausrichtung des forstlichen Monitorings bedarf die kontinuierliche Umweltbeobachtung stabiler Organisationsstrukturen. Sonderaufgaben können ggf. an externe Einrichtungen vergeben werden. Routineaufgaben müssen aber auch weiterhin durch die Landesforstverwaltung übernommen werden. Finanzielle Entlastungen können durch die Beteiligung an europäischen und bundesweiten Förderprogrammen erbracht werden. Das Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) hat sich daher an den entsprechenden europäischen Projektanträgen FutMon und dem Folgeprojekt ForEU im Rahmen des europäischen LIFE+ - Programms beteiligt.



*Station zur Datenerfassung und -fernübertragung auf der Level-II-Dauerbeobachtungsfläche Berlin- Grunewald*

Bereits jetzt sind neue Entwicklungen für das forstliche Monitoring von „übermorgen“ absehbar.

Die Fortschritte in verschiedenen Bereichen der Fernerkundung werden derzeit aufmerksam verfolgt, um sie ggf. bei Inventuraufgaben in das forstliche Monitoring integrieren zu können. Dabei spielen neben Luftbildern auch Methoden wie das Airborn Laserscanning LIDAR zur exakten Höhenbestimmung eine Rolle.

Realistisch erscheint die Integration genetischer Parameter in das forstliche Monitoring. Damit soll einerseits ein Beitrag zur Abschätzung und Bewertung der Wirkung von Einflussfaktoren auf das genetische System von Wäldern und damit auch als Frühwarnsystem für Ökosystemveränderungen geleistet werden. Andererseits ist die genetische Vielfalt das wesentliche Kriterium für die Sicherung der Anpassungsfähigkeit von Baumpopulationen bei Umweltänderungen. Die Bewertung von Biodiversitätsmerkmalen im Rahmen des Monitorings sollte folglich nicht auf der Artebene stehen bleiben, sondern die genetische Ebene einschließen. Gleichfalls wird über die Integration bodenbiologischer Erfassungen nachgedacht, die das Biodiversitätsprogramm ebenfalls erweitern würden.

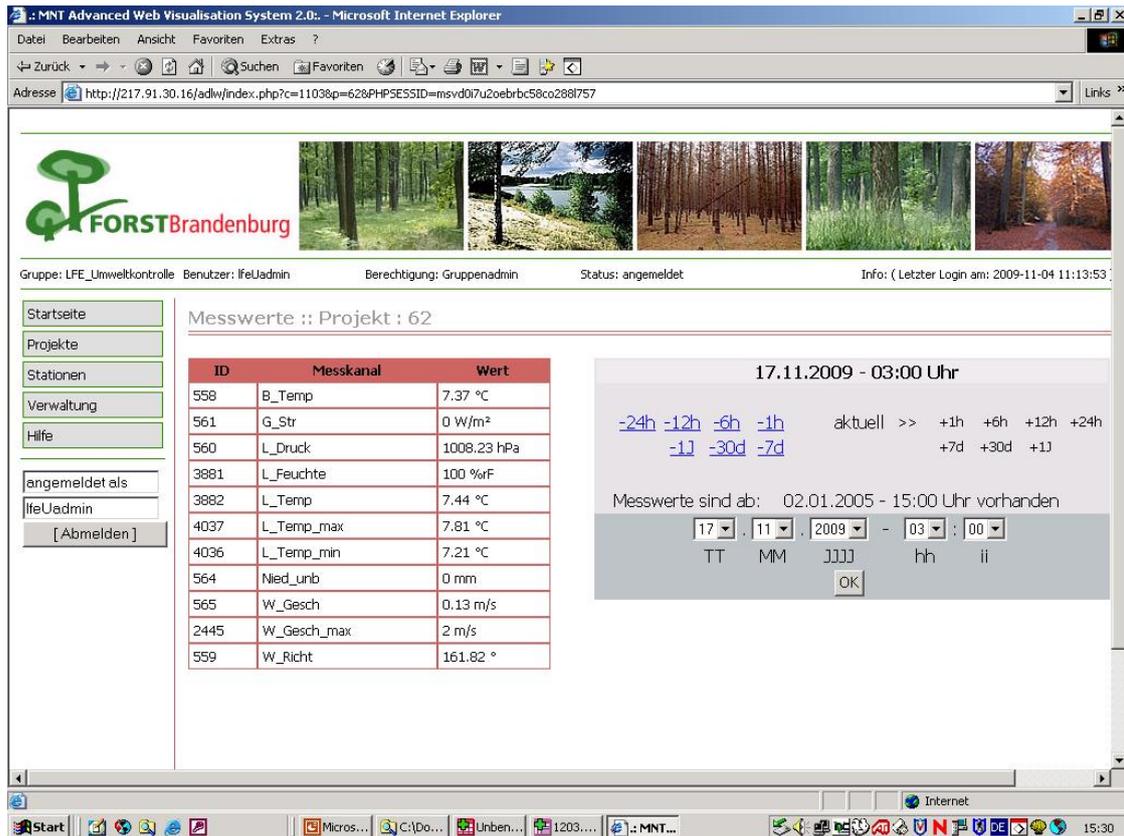
Dringend erforderlich sind ebenso die Verknüpfung von Da-

tenbanken des Bundes und der Länder sowie der Aufbau eines gemeinsamen Informationssystems für den internen und externen Informationstransfer mit Zugriffsrechten von Bund und Ländern. Dies würde auch die differenzierte Betrachtung von unterschiedlichen Risikopotenzialen in einzelnen Regionen Deutschlands vereinfachen.

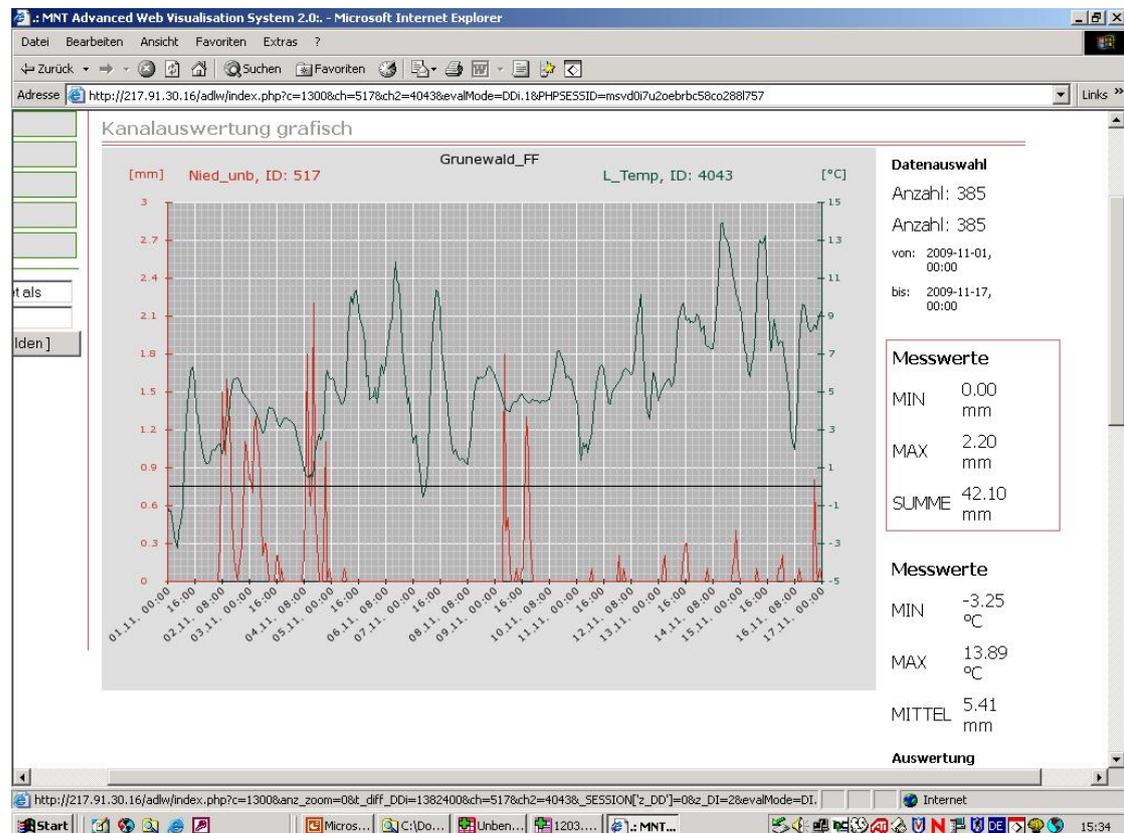
Mit der Einführung der Datenfernübertragung im Land Brandenburg wird künftig auch der Aufbau einer aktuellen und kundenfreundlichen Dokumentation der Daten des Monitorings im Internet möglich. Hier sollen neben aktuellen Witterungsdaten interpretierte Zeitreihen zu Witterung, Bodenfeuchte, Immission, Deposition, Wachstum, Biomarker und Kronenzustand, biotische Schäden, Ernährungszustand, Streufall, Bodenvegetation und Sickerwasseraustrag der einzelnen Flächen einsehbar und tabelliert abrufbar vorgehalten werden. Dabei stehen nicht die Datenreihen selbst im Vordergrund, sondern die auf ihrer Basis abgeleitete Interpretation. Den Forstpraktikern und der interessierten Öffentlichkeit wird so die Möglichkeit gegeben, sich selbst ein aktuelles Bild vom Waldzustand zu machen.

Ein erster Schritt dazu ist schon getan. Die von den Dauerbeobachtungsflächen täglich aktualisierten Daten können im Internet visualisiert und z. T. auch heruntergeladen werden.

[Web-Visualisierung Forstliche Umweltkontrolle](#)



Web-Visualisierung Messwertübersicht, hier z. B. Meteorologie an der Freifläche 1202 (Beerenbusch)



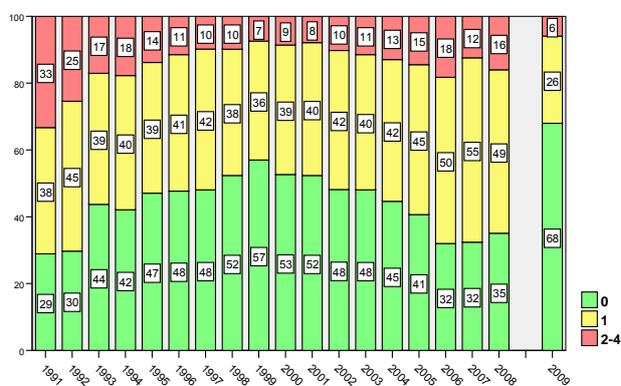
Web-Visualisierung grafische Darstellung von bis 2 Parametern über variable Zeiträume; hier z. B. Lufttemperatur und Niederschlagssumme vom 1. – 17. 11.2009 an der Freifläche 1101 Berlin Grünwald

## 2 ERGEBNISSE DER WALDZUSTANDSERHEBUNG 2009

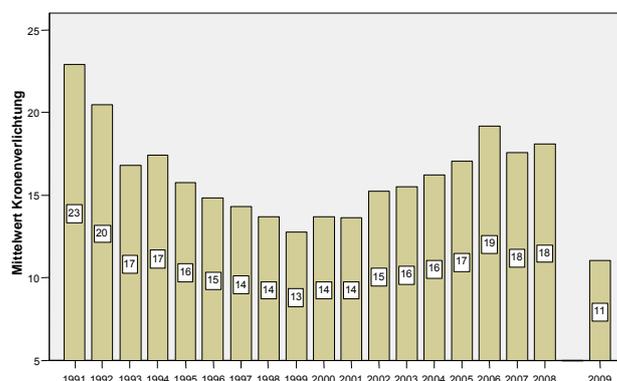
### 2.1 Gesamtregion

Für die Darstellung der Waldzustandsentwicklung der Region werden die Daten der Stichprobenerhebungen von Berlin (2 x 2 km<sup>2</sup>) und Brandenburg (Kiefer 16 x 16 km<sup>2</sup>) gewichtet zusammengefasst. Damit repräsentiert ein Probepunkt in Berlin 4 km<sup>2</sup> (400 ha) Wald, ein Probepunkt in Brandenburg 256 km<sup>2</sup> (25600 ha) Wald. Durch die gleiche Stichprobenzahl von jeweils 41 Probepunkten werden 16.400 ha Wald in den Stadtgrenzen Berlins und 1.05 Millionen ha Wald in Brandenburg in relativ realistischer Größenordnung repräsentiert.

In Brandenburg wurde mit dem Jahr 2009 ein neues Stichprobenetz aufgebaut, das neben der erheblichen Reduzierung der Netzdichte auch in einem anderen Koordinatensystem angelegt ist und keine mit den bisherigen Untersuchungspunkten übereinstimmenden Punkte aufweist. Zwar wird der Wald in Brandenburg von beiden Netzen mit einem dem Stichprobenumfang entsprechenden Fehler repräsentiert. Trotzdem ist der Bruch der Zeitreihe der Aufnahmen zu beachten, da streng genommen die Waldzustandsentwicklung der bisher beobachteten Bäume nicht mehr verfolgt wird.



Schadstufenentwicklung 1991 – 2008  
und 2009 in Prozent

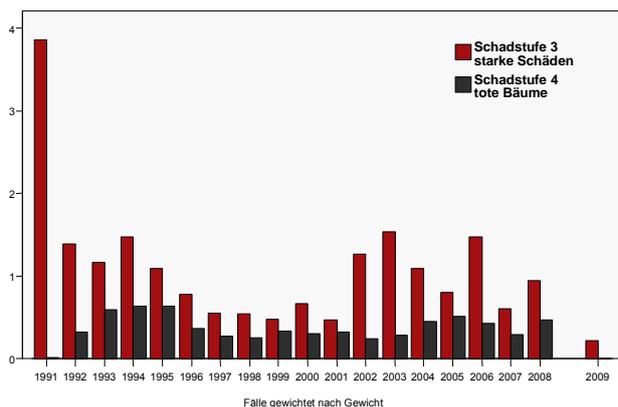


Mittlere Kronenverlichtung

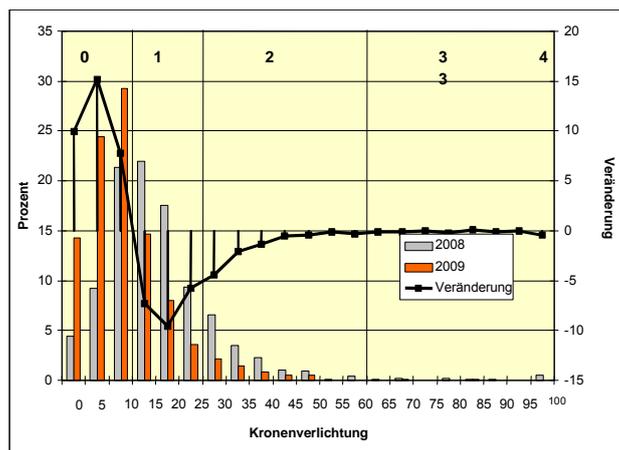
In 2009 wird der beste Kronenzustand der Wälder in der Region seit Aufnahmebeginn 1991 festgestellt. Über zwei Drittel der Waldfläche sind ohne Schadsymptome, geringe Schäden treten an etwa einem Viertel der Waldbäume in Erscheinung und an nur 6 Prozent der Waldflächen werden mittlere und starke Schäden festgestellt. Auch die mittlere Kronenverlichtung ist mit 11 % so gering wie bisher noch nie.

Die Veränderungen umfassen alle Schadstufen. Mit einer Verdopplung des Flächenanteils gesunder Wälder (Schadstufe 0) wird der bisherige Bestwert des Jahres 1999 um 11 %-Punkte übertroffen. Auch der Anteil geringer Schäden (Schadstufe 1) ist 2009 um 10 %-Punkte kleiner als 1999. Der Anteil deutlicher Schäden (Schadstufen 2-4) liegt mit 6 % noch 1 %-Punkt unter dem Wert von 1999 und starke Schäden haben einen Anteil von nur 0,2 %.

Obwohl diese Ergebnisse zum Teil auch ihre Ursache in der Neuanlage des WZE-Netzes in Brandenburg haben kann, wird 2009 ein sehr guter Waldzustand in der Region erreicht. Es gibt gegenwärtig kein allgemeines Waldschadensphänomen in der Region. Der Waldzustand ist normal. Unabhängig davon ist der Kronenzustand der Baumarten differenziert zu betrachten.



Entwicklung der Anteile der Schadstufen 3 (starke Schäden) und 4 (abgestorbene Bäume) in der Region

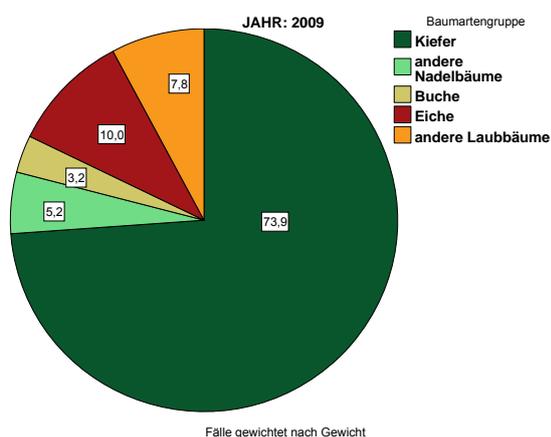


Häufigkeitsverteilungen der Kronenverlichtung 2008 und 2009 über alle Baumarten und Veränderung zum Vorjahr

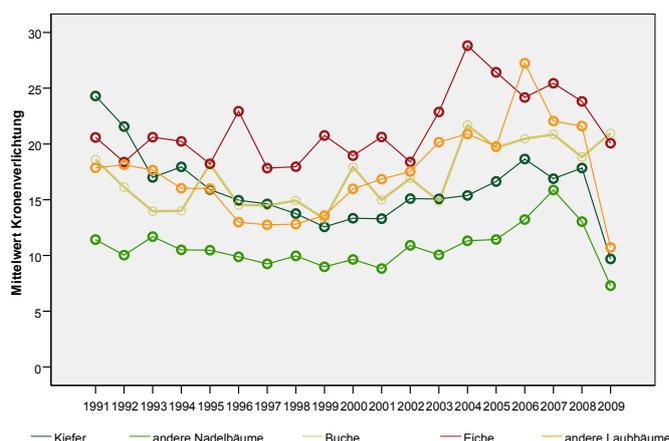
Gegenüber 1991 hatte sich der Kronenzustand der Waldbäume in der Region Berlin-Brandenburg bis 1999 erheblich verbessert. Seither nahmen die Kronenverlichtungen bis 2006 wieder zu. Im Jahr 2007 setzte ein langsamer Wandel zunächst mit Stagnation ein, der sich 2008 bestätigte und 2009 in dem außergewöhnlich guten Kronenzustand gipfelte

Der Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der Kronenverlichtung 2008 und 2009 zeigt erhebliche Veränderungen. Einem Rückgang der Anteile von Bäumen mit 15 bis 35 % stehen entsprechende Zunahmen der Anteile von Bäumen mit 0 – 10 % gegenüber.

Die Kiefer ist mit 710.240 ha (nach BWI) die dominierende Baumart in den Wäldern der Region. Die Hauptbaumarten Buche und Eiche sind mit 82.540 ha gegenwärtig noch relativ gering im Kronendach der Wälder vertreten. Die Waldentwicklungsplanung und das Waldumbauprogramm Brandenburgs sehen vor, dass ihr Anteil künftig deutlich zunehmen soll. Die Zustandsentwicklung dieser Baumarten ist daher für waldbauliche Entscheidungen von besonderem Interesse.



Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe der Region Berlin-Brandenburg 2009



Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Baumartengruppen in der Region Berlin-Brandenburg

Mit der Einrichtung des neuen WZE-Netzes in Brandenburg haben sich die Baumartenanteile in der WZE-Stichprobe der Region erheblich verändert. Der Anteil der Kiefer sank von 83 % auf jetzt 74 %, der Eichenanteil stieg von 3,6 % auf jetzt 10 %. Auch die Buche hat von 2,5 % auf jetzt 3,2 % zugenommen, die anderen Laubbauarten sind von 6,2 auf 7,8 % angestiegen.

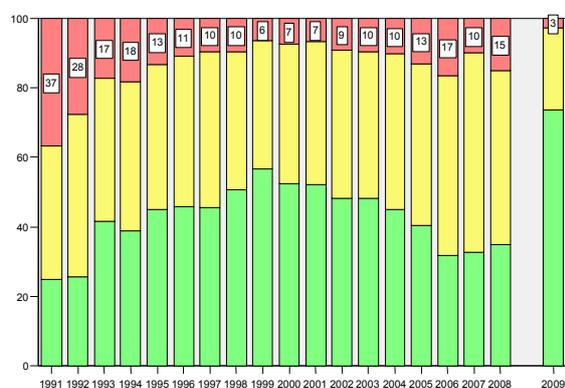
Der Kronenzustand der Kiefern hatte sich von 1991 – 1999 zunächst stark verbessert. Von 2000 - 2006 trat jedoch eine wieder steigende Tendenz ihrer mittleren Kronenverlichtung auf, die 2007 klar unterbrochen wurde, 2008 stagnierte und 2009 deutlich zum besseren umschlug. Ähnlich zeigt sich die Entwicklung auch in der Gruppe der anderen

Nadelbaumarten (Fichte, Lärche, Douglasie u.a.), die bereits im Vorjahr einen verbesserten Kronenzustand aufwiesen.

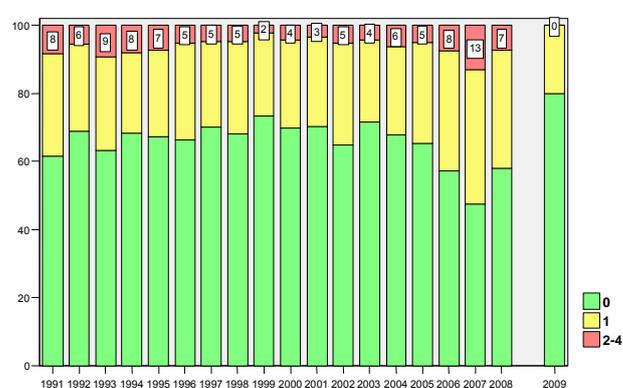
Die Laubbaumarten zeigten in der Zeitreihe seit 1991 bisher keine Zustandsverbesserung. Die Eichen sind bereits seit 1991 relativ schlecht belaubt, im Jahr 2004 wurde ein extrem schlechter Kronenzustand erfasst, der sich 2005 und 2006 nur geringfügig verbesserte und seither bis 2008 auf dem Niveau von 25 % Kronenverlichtung stagniert. Im Jahr 2009 sind die Eichen besser belaubt, verbleiben aber bei 20 % mittlerer Kronenverlichtung.

Auch die Buchen stagnieren seit 2004 bei relativ hohem Niveau der mittleren Kronenverlichtung von ca. 20 %. Bei den anderen Laubbaumarten wurde von 1999 bis 2006 eine kontinuierliche Zunahme der mittleren Kronenverlichtung festgestellt, im Jahr 2006 besonders stark. Nach der Stagnation der Verlichtung in den Jahren 2007 und 2008 ist 2009 ähnlich wie bei den Nadelbaumarten eine sehr deutliche Zustandsverbesserung von 22 % mittlerer Verlichtung auf 11 % festzustellen.

Die Baumart **Kiefer** dominiert bei einem Flächenanteil von > 70 % in der WZE-Stichprobe das Gesamtergebnis in der Region. Mit dem Anteil von nur 3 % deutlichen Schäden erreicht sie 2009 den bisher besten Kronenzustand seit 1991. Ähnlich gut war der Kronenzustand der Kiefern nur 1999 –2001. Die mittlere Kronenverlichtung sank von 24 % im Jahr 1991 auf 13 % im Zeitraum 1999-2001. Seither war bis 2006 aber ein kontinuierlicher Anstieg auf 19 % festzustellen, 2009 liegt sie bei 10 %.



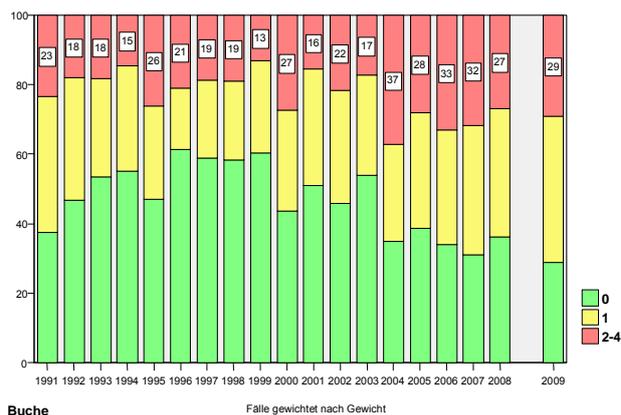
**Kiefer**  
Fälle gewichtet nach Gewicht  
*Schadstufenentwicklung der Kiefern  
1991 – 2009 in Prozent*



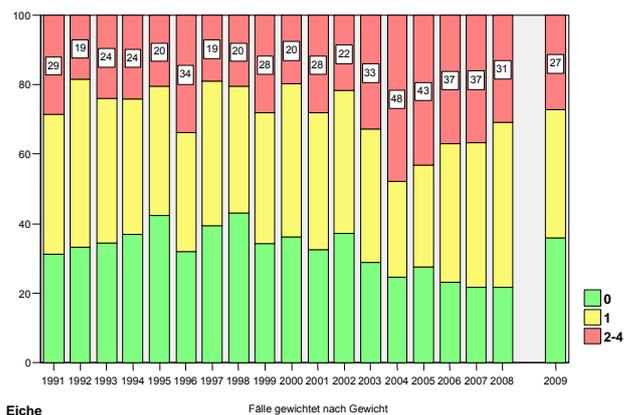
**andere Nadelbäume**  
Fälle gewichtet nach Gewicht  
*Schadstufenentwicklung der anderen Nadelbäume 1991 – 2009 in  
Prozent*

Die etwa 5 % **anderen Nadelbäume** der WZE-Stichprobe (Fichte, Lärche, Douglasie, u.a.) gehören überwiegend der Altersgruppe bis 60-jähriger Bäume an. Sie wiesen bisher in der Summe einen besseren Zustand als die Kiefern auf. Die 2007 in Folge des Trockenjahres 2006 beobachtete Zunahme der Schäden war 2008 wieder rückläufig, 2009 sind keine deutlichen erfasst worden. Damit hat sich der gute Kronenzustand dieser Baumartengruppe bestätigt. Die mittlere Kronenverlichtung schwankte im Beobachtungszeitraum zwischen 9 und 16 % und ist 2009 mit 7 % im Normbereich.

Die **Buche** hat gegenwärtig ca. 3 % Anteil im Kronendach der Wälder der Region. Die wenigen Buchen in der WZE-Stichprobe hatten mit 37 % Flächenanteil deutlicher Schäden im Jahr 2004 ein neues Maximum der Kronenverlichtung erreicht. Die mittlere Kronenverlichtung schwankte bisher um 15 %, 2004 lag sie erstmals bei 22 % und bleibt seither mit jetzt 21 % auf erhöhtem Niveau nahezu konstant. Bereits 2006 stieg der Anteil deutlicher Schäden auf 33 % an und lag auch 2007 mit 32 % auf gleichem Niveau. In 2008 wurden 27 % deutliche Schäden erfasst, 2009 29 %. In den seit 1998 in zweijährigem Rhythmus auftretenden Mastjahren steigt die Kronenverlichtung naturgemäß jeweils an. Im darauffolgenden Jahr nimmt in der Regel die Belaubungsdichte wieder zu. In den letzten Jahren (2001, 2003, 2005, 2008) wurde aber nicht wieder die Belaubungsdichte der vorhergehenden Periode erreicht, vielmehr schaukelte sich die Kronenverlichtung bei den älteren Buchen auf. Starke Schäden treten aber in der WZE-Stichprobe 2009 nicht auf.



*Schadstufenentwicklung der Buche 1991 – 2009 in Prozent*

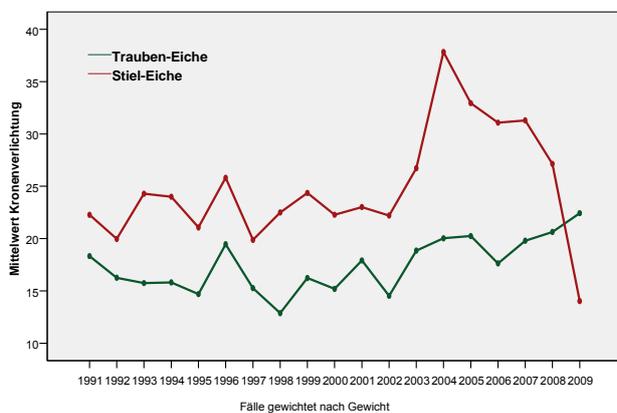


*Schadstufenentwicklung der Eichen 1991 – 2009 in Prozent*

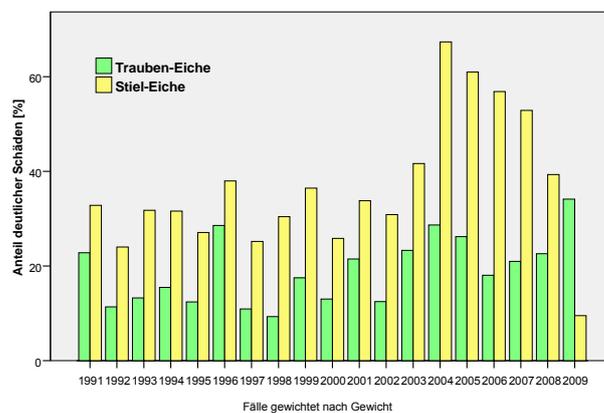
Die **Eichen** sind mit jetzt 10 % Anteil in der WZE- Stichprobe etwas überrepräsentiert.

In der Region waren die Eichen seit 1993 die Baumart mit der höchsten Kronenverlichtung. Der Anteil deutlich geschädigter Kronen schwankte im Zeitraum 1991 bis 2002 zwischen 20 und 30 % bei einer mittleren Kronenverlichtung von 20 %. Durch starke Fraßschäden von Eichenwickler und Frostspanner waren im Jahr 1996 die deutlichen Schäden erstmals über 30 % angestiegen.

Nach einem starken Anstieg der Eichenschäden um 11 %-Punkte im Jahr 2003 setzte sich die Zustandsverschlechterung im Jahr 2004 fort. Mit 48 % war 2004 nahezu die Hälfte der Eichen deutlich geschädigt und nur ein Viertel blieb ohne erkennbare Schäden. Die mittlere Kronenverlichtung stieg auf 29 %. Dieses hohe Schadniveau wurde mit der Reaktion auf den Extremsommer 2003 erklärt. Aufgrund der günstigen Witterungsbedingungen in den Jahren 2004 und 2005 konnte sich der Kronenzustand bis 2006 geringfügig verbessern, blieb nach dem Trockenjahr 2006 aber 2007 bei 37 % deutlichen Schäden. Auf das sehr feuchte Jahr 2007 reagierten die Eichen positiv mit einem Rückgang der deutlichen Schäden um 6 %-Punkte auf 31 Prozent. Diese Entwicklung setzte sich 2009 fort. Die deutlichen Schäden der Eichen sind weiter auf 27 % gefallen, die mittlere Kronenverlichtung liegt mit 21 % in ähnlicher Größenordnung wie bei der Buche. Starke Schäden haben einen Anteil von nur 2 % und mit 36 % der Eichen in Schadstufe 0 ist eine erfreuliche Regeneration der Kronen zu konstatieren.



*Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei Trauben- und Stiel-Eiche 1991 – 2009 in Prozent*

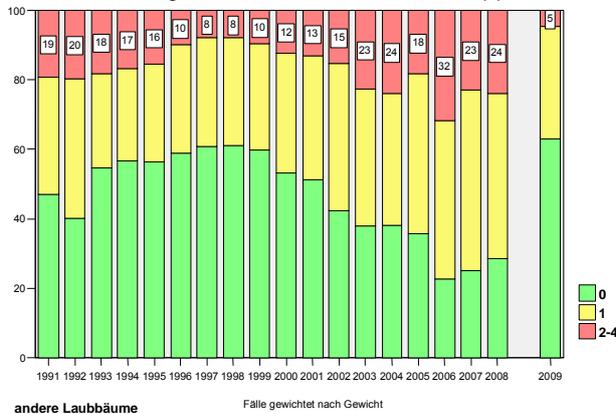


*Flächenanteile deutlicher Schäden (Schadstufen 2-4) von Trauben- und Stiel-Eiche in der Region*

Bei differenzierter Betrachtung der Eichenarten wird erkennbar, dass die **Trauben-Eichen** in der Stichprobe der Waldschadenserhebung gegenüber den Stiel-Eichen zunächst geringere Schäden aufwiesen. Ihre mittlere Kronenverlichtung stieg aber von 1998 bis 2009 tendenziell an. Die dramatische Zustandsverschlechterung der Jahre 2003 – 2004 konzentrierte sich auf die **Stiel-Eichen**. Ihre mittlere Kronenverlichtung stieg im Jahr 2004 um 10 %-Punkte auf 38 % während die Traubeneichen mit 20 % das Niveau des Vorjahres halten konnten. Der Anteil deutlicher Schäden lag 2004 entsprechend bei der Stiel-Eiche doppelt so hoch wie bei der Trauben-Eiche. Beide Eichenarten zeigten 2005 – 2006 eine langsame Erholung ihres Kronenzustandes. Bei den Stiel-Eichen hielt dieser Trend auch 2008 und 2009 an, während die Trauben-Eichen 2007 bis 2009 wieder eine leichte Zunahme der deutlichen Schäden aufwiesen.

Die bei etwa gleichen Standortansprüchen beider Eichenarten bekannte höhere Anfälligkeit der Stieleichen gegenüber Grundwasserabsenkungen ist ein Indiz für Auswirkungen des extremen Trockenjahres 2003 als Ursache ihrer dramatischen Zustandsverschlechterung.

**Andere Laubbaumarten** (Birke, Erle, Roteiche, Robinie u.a.) haben nach der BWI einen Flächenanteil von 14,6 % in der Gesamtregion, werden also mit nur knapp 8 % in der WZE-Stichprobe unterrepräsentiert.



Nach einer Abnahme im Zeitraum 1991 bis 1996 blieb die mittlere Kronenverlichtung in dieser Baumartengruppe bis 1998 bei 13 % konstant, stieg aber seither wieder an. Diese Entwicklung setzte sich bis 2006 auf 27 % fort. In 2007 war der starke Anstieg des Vorjahres nur zum Teil bis auf 22 % rückläufig und blieb auch 2008 trotz der feuchten Witterung des Vorjahres konstant. Erst 2009 zeigt sich die erwartete Verbesserung des Kronenzustandes. Es wird mit nur knapp 5 % deutlichen Schäden und 11 % mittlerer Verlichtung etwa wieder der normale Zustand der Jahre 1996 – 1999 erreicht.

*Schadstufenentwicklung bei anderen Laubbäumen 1991 – 2009 in Prozent*

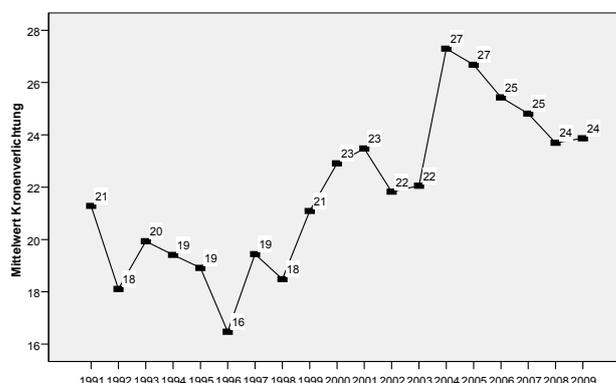
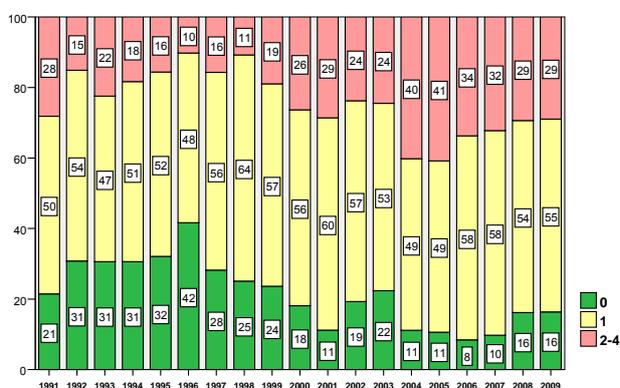
## 2.2 Berlin

In Berlin wird die Waldzustandsentwicklung seit 1991 in einem einheitlichen Stichproben-Netz beobachtet. Die Netzdichte variierte in den einzelnen Aufnahmejahren, seit 2001 wird der Kronenzustand der Waldbäume im 2 km x 2 km Netz an gegenwärtig 41 Stichprobenpunkten in den Landesgrenzen Berlins aufgenommen. Auch die Landesergebnisse der Jahre vor 2001 werden auf Basis dieser einheitlichen Stichprobe angegeben, woraus sich Differenzen zu früheren Berichten erklären.

Anders als in Brandenburg war seit 1991 für die im Land Berlin gelegenen Waldflächen keine deutliche Erholung des Waldzustandes festzustellen. Nach leichter Zustandsverbesserung im Zeitraum 1991 – 1998 ist ab 1999 bis 2005 ein steigender Trend der Waldschäden erkennbar.

Neben dem Anstieg deutlicher Schäden von ca. 20 % auf 40 % kam dieser Trend auch im Rückgang ungeschädigter Waldflächen von anfangs 30 % auf ca. 10 % zum Ausdruck. Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume stieg von durchschnittlich 20 % auf über 25 % an.

Mit dem Ergebnis der Waldzustandserhebungen 2008 und 2009 ist eine positivere Entwicklung über die letzten drei Jahre erhalten geblieben, ohne bisher aber wieder das Niveau vor 2004 zu erreichen.

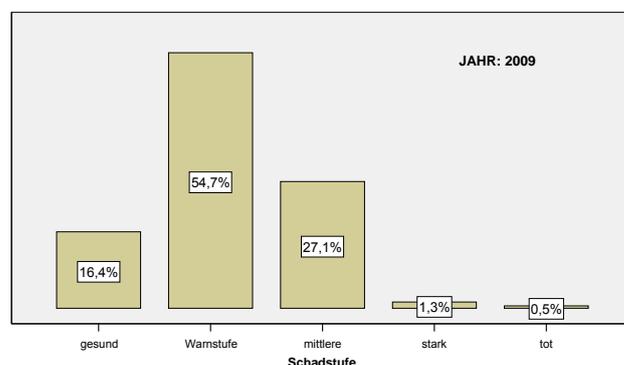
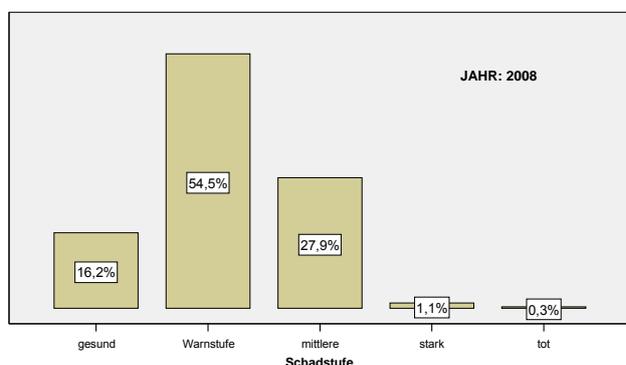


Entwicklung der Schadstufenanteile für alle Baumarten in Berlin 1991 – 2009 in Prozent

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung für alle Baumarten

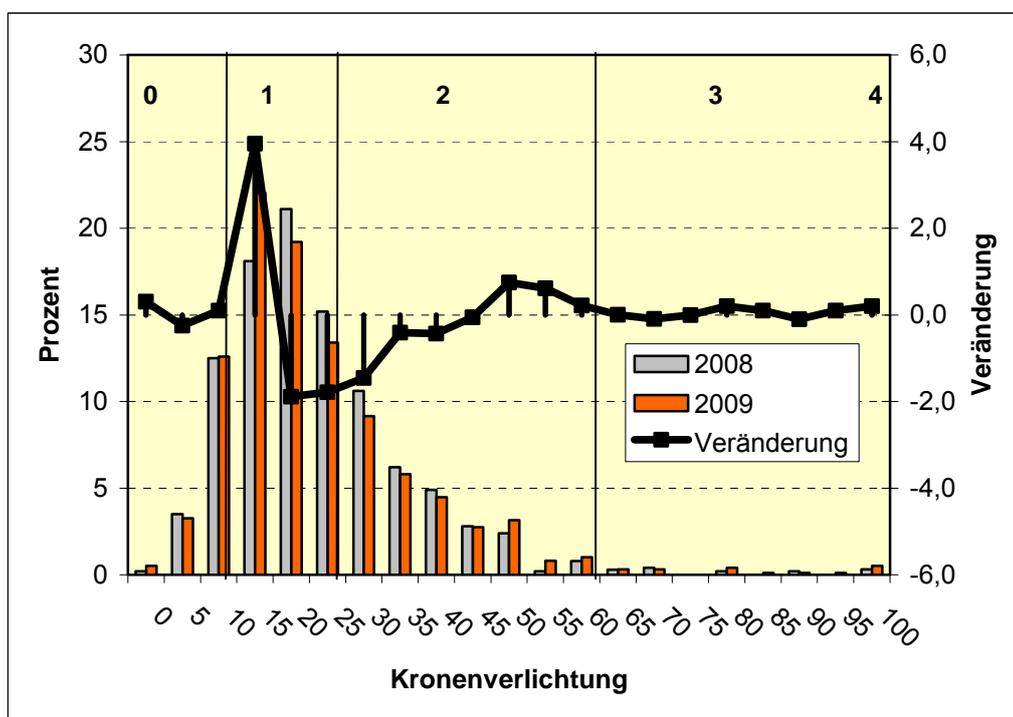
In Folge der trocken-warmen Vegetationsperioden 1999 und 2000 sowie erneut 2003 stieg der Flächenanteil deutlicher Schäden jeweils erheblich an. Günstige Witterungsbedingungen wie 2002, 2004 und 2005 führten nicht zu einer anhaltenden Erholung des Kronenzustandes der Waldbäume.

Der Rückgang der extremen Schäden der Jahre 2004 und 2005 setzte sich 2008 fort und erreichte auch die Schadstufe 0. In 2009 stagnierte diese Entwicklung. Die deutlichen Schäden liegen wie im Vorjahr bei 29 %. Auch die starken Schäden bleiben mit 1,3 % (+0,2 %-Punkte) und abgestorbene Bäume mit 0,5 % (+0,2 %-Punkte) auf dem Niveau des Vorjahres. Der Flächenanteil der Schadstufen 0 und 1 bleibt nahezu identisch wie im Vorjahr. Die mittlere Kronenverlichtung liegt konstant bei 24 %.



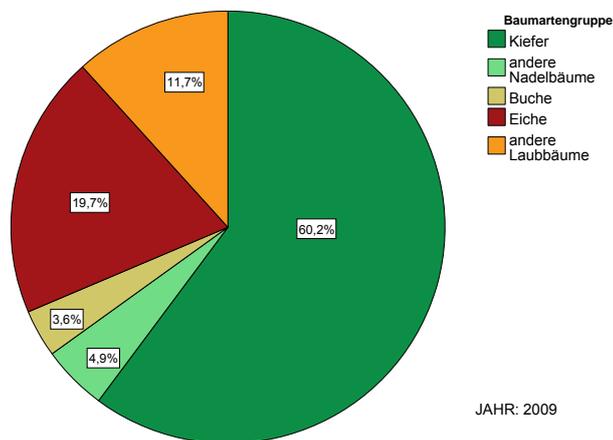
Schadstufenanteile in der Waldschadenserhebung des Landes Berlin 2008 und 2009

Die Verteilungen der Kronenverlichtungs-Stufen von 2008 und 2009 zeigen eine Zunahme der Verlichtungsstufen 15 bei gleichzeitiger Abnahme der Frequenz von 20 und 25 innerhalb der Schadstufe 1, also eine Zustandsverbesserung. Dagegen hat aber innerhalb der Schadstufe 2 eine leichte Verlagerung zu höheren Verlichtungsstufen stattgefunden. Starke Schäden bleiben bei sehr geringen Anteilen.



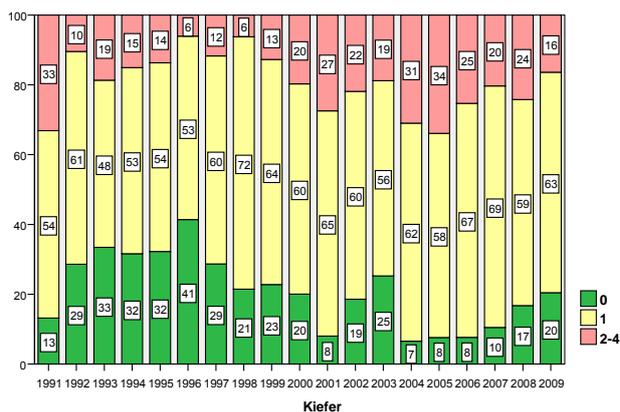
Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung 2008 und 2009 über alle Baumarten und Veränderung zum Vorjahr

Der Wald in den Grenzen des Landes Berlin ist im Unterschied zu Brandenburg durch geringere Anteile der Nadelbaumarten und höhere Anteile von Eichen und anderen Laubbäumen gekennzeichnet.

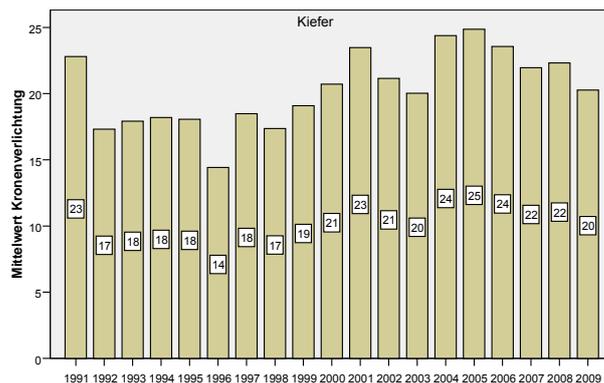


Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe des Landes Berlin 2009

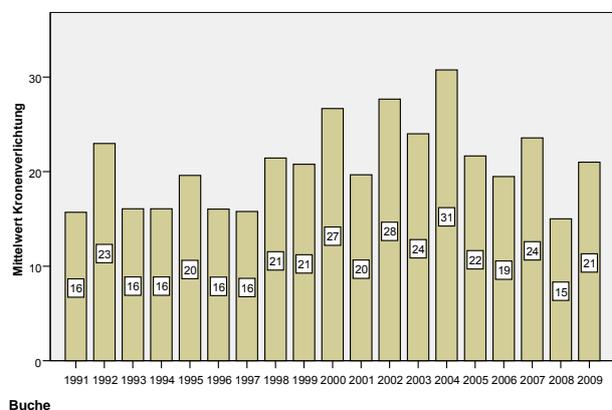
Die **Kiefer** hatte sich bis 2003 von dem ersten Höhepunkt der Schadensentwicklung im Jahr 2001 erholt. In Folge des Jahres 2003 stiegen die deutlichen Schäden aber weiter bis 2005 auf einen neuen Höchstwert von 34 %. Ab 2006 setzte wieder eine Erholung auf jetzt 16 % deutliche Schäden ein, die im Vorjahr nur kurzfristig stagnierte. Gegenüber dem Vorjahr sind die deutlichen Schäden um 8 Prozentpunkte zurückgegangen. Auch die Schadstufe Null hat um 3 %-Punkte auf 20 % zugenommen. Damit findet sich auch in Berlin die Grundtendenz der Region zu einer deutlichen Zustandsverbesserung der Kiefern. Die mittlere Kronenverlichtung sank um 2 % und liegt damit deutlich über der in Brandenburg. Die Folgen der Trockenjahre 2003 und 2006 sind danach von den Kiefern ohne erhöhte Ausfälle auch in Berlin weitgehend überwunden.



Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Kiefer in Prozent



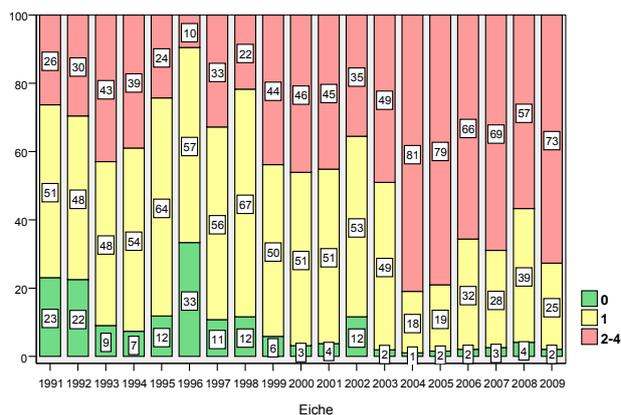
Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Kiefern



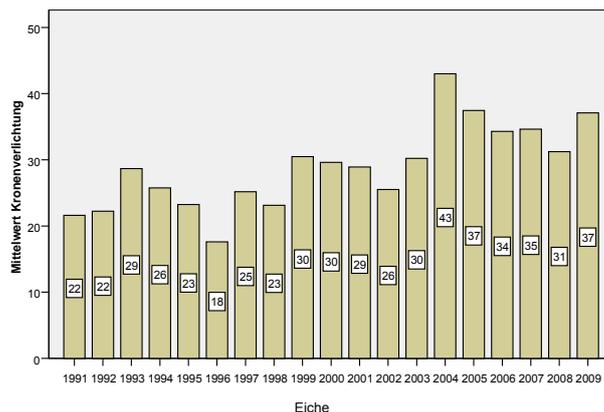
Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Buchen

Die wenigen (35) **Buchen** in der Stichprobe der WZE erlauben keine statistisch vertretbaren Aussagen für das Land Berlin. Ihr Zustand ordnet sich in das Gesamtergebnis der Region ein. Gegenüber dem Vorjahr ist ihr Belaubungszustand aufgrund erhöhter Fruktifikation wieder etwas schlechter. Gegenüber dem bisherigen Höhepunkt der Schadensentwicklung in 2004 deutet sich auch für die Buchen eine allmähliche Regeneration der Belaubungsdichte an. Diese wird durch Mastjahre wie 2004, 2007 und auch 2009 unterbrochen.

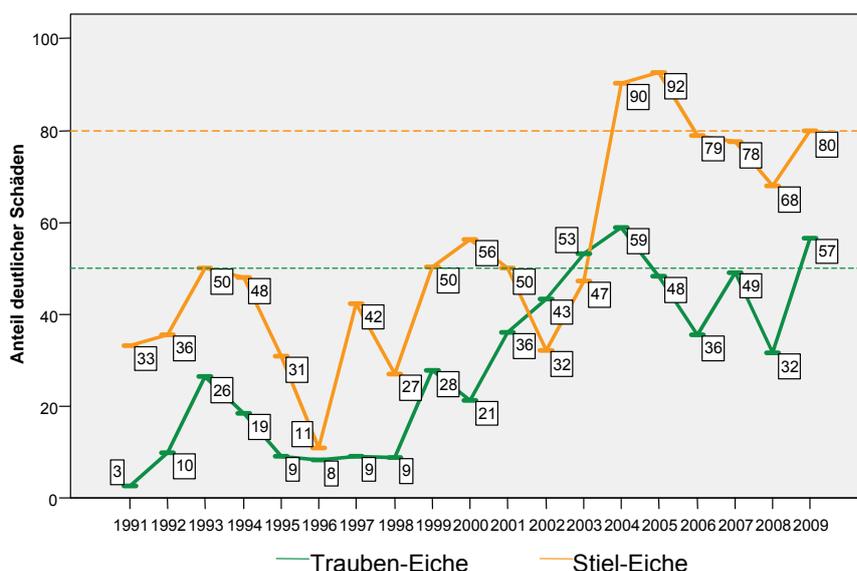
Die **Eichen** haben mit fast 20 % Waldflächenanteil in Berlin besondere Bedeutung. Ihr Kronenzustand wurde nach dem Trockenjahr 1992 im Jahr 1993 mit 43 % deutlichen Schäden aufgenommen. In den Jahren 1994 bis 1996 war eine Zustandsverbesserung und Stabilisierung des Kronenzustandes erkennbar. Seit 1999 nimmt der Anteil deutlich verlichteter Eichen wieder zu, der Anteil von Eichen ohne Schäden dagegen weiter ab. Diese negative Tendenz scheint mit der Zustandsverbesserung im Jahr 2002 nur unterbrochen, da im Jahr 2003 bereits ein Anstieg auf 49 % und 2004 auf 81 % deutliche Schäden erfolgte. Während im Jahr 2005 dieses Schadenniveau mit 79 % nahezu konstant blieb, war 2006 eine Erholung des Kronenzustandes bei immer noch sehr hohen 66 % Flächenanteil mittlerer und starker Schäden erkennbar (-13 %-Punkte). Dieses Erholung war nach dem trockenen Jahr 2006 in 2007 unterbrochen und setzte sich 2008 fort. In 2009 scheint diese positive Entwicklung wieder beendet. Mit wieder 73 % (+16 %-Punkte) deutlichen Schäden und nur 2 % (-2 %-Punkte) in Schadstufe 0 ist ein weiterer Höhepunkt der Eichenschäden in Berlin festzustellen und kein Grund für eine Entwarnung gegeben. Die mittlere Kronenverlichtung ist gegenüber dem Vorjahr um 6 % auf 37 % angestiegen. Das ist nach dem Extremjahr 2004 der höchste Wert in der Zeitreihe seit 1991.



Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Eiche



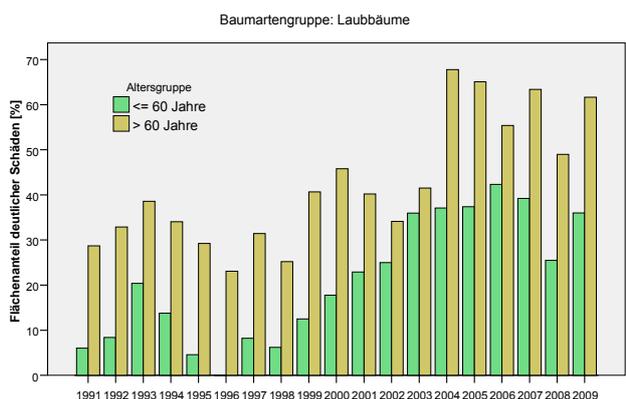
Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Eichen



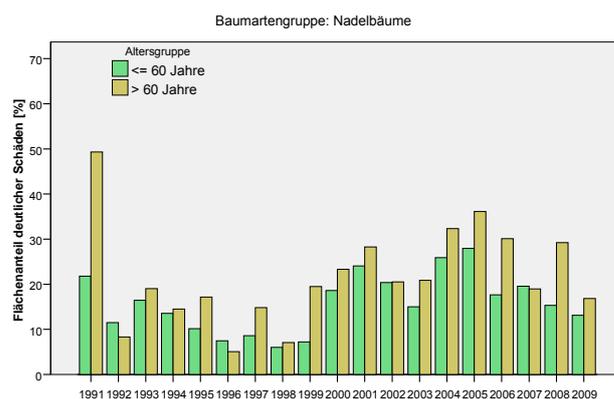
Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden (2-4) für Traubeneiche und Stieleiche

Wie in der Gesamtstichprobe war auch in Berlin eine besonders dramatische Entwicklung des Zustandes der Stiel-Eichen festzustellen. Der Anteil deutlicher Schäden stieg bei dieser Baumart im Jahr 2004 auf 90 %. Aber auch die kontinuierliche Zunahme der deutlichen Schäden bei den Traubeneichen, die in den Jahren 1995 bis 1998 noch unter 10 % deutliche Schäden aufwiesen, auf fast 60 % im Jahr 2004 gibt Anlass zur Sorge. Während die Traubeneichen 2005 und 2006 gegenüber dem Vorjahr geringere Anteile deutlicher Schäden zeigten, stiegen die Schäden auch dieser Baumart 2007 nach dem Trockenjahr 2006 wieder an. Die Zustandsverbesserung des Vorjahres hat sich nicht erhalten. Der Kronenzustand beider Eichenarten war 2009 in Berlin sehr schlecht. Der Anteil deutlicher Schäden liegt bei der Stiel-Eiche anhaltend um 80 %, bei der Traubeneiche bei 50 %.

Die geringe Stichprobenanzahl der Baumartengruppen andere Nadelbäume, Buche und andere Laubbäume erlaubt keine statistisch gesicherte Auswertung. Deshalb werden sie zu den Gruppen Nadel- und Laubbäumen zusammengefasst, für die auch eine Differenzierung nach Altersgruppen möglich ist.



Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden für die Laubbäumen nach Altersgruppen



Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden für die Nadelbaumarten nach Altersgruppen

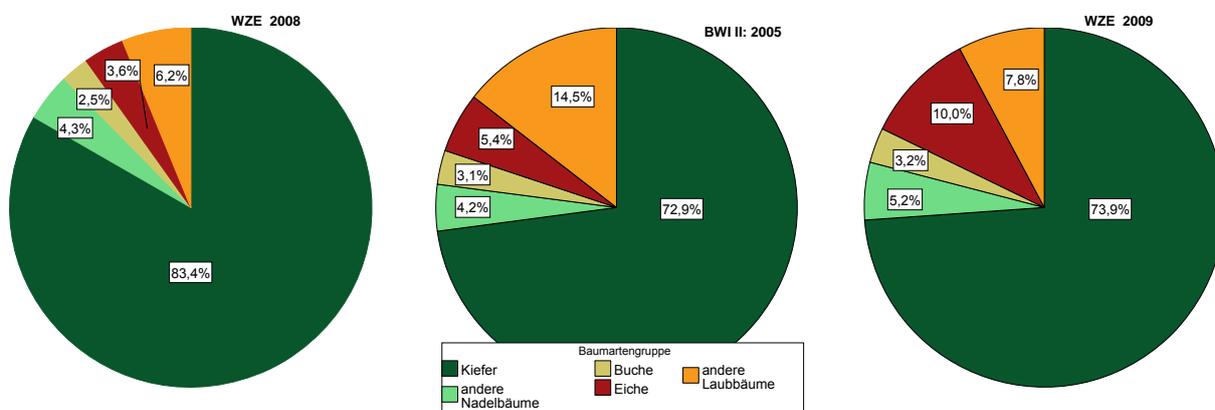
Laubbäume haben weiter in beiden Altersgruppen höhere Anteile deutlicher Schäden als die Nadelbaumarten. Die **Laubbaumarten** weisen seit einem Minimum im Jahr 1996 eine steigende Tendenz der deutlichen Schäden auf. Während dieser Anstieg in der Altersgruppe über 60-jähriger Bäume in zwei Schritten bereits 1999 und dann erneut 2004 erfolgte, ist die Kronenverlichtung der Altersgruppe bis 60-jähriger Bäume von 1999 bis 2006 jährlich gestiegen und bleibt trotz des Rückgangs im Vorjahr auch 2009 wieder über 35 % deutlichen Schäden und zeigt damit keine Tendenz zu einer Verbesserung.

Die dramatische Zunahme deutlicher Schäden im Jahr 2004 konzentrierte sich auf die Altersgruppe über 60-jähriger Bäume. Auch in dieser Altersgruppe zeigt sich nach einem Rückgang im Vorjahr wieder ein Anstieg der deutlichen Schäden auf 62 %. Insgesamt weist die Zeitreihe eine steigende Tendenz der Kronenverlichtung auf, wenn auch das Schadniveau in den letzten sechs Jahren stagniert.

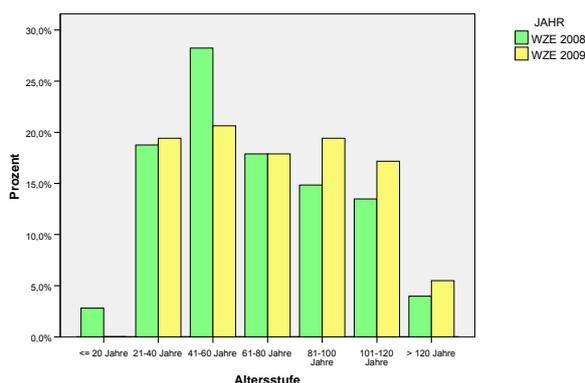
Für die **Nadelbaumarten** war die Kronenverlichtung bei seit 1992 gegenüber den Laubbäumen geringerem Schadniveau in den Jahren 2002 und 2003 rückläufig. Mit dem erneuten Anstieg deutlicher Schäden in den Jahren 2004 und 2005 in beiden Altersgruppen war auch für die Nadelbaumarten in der Folge des Trockenjahres 2003 ein Höchstwert in der Zeitreihe seit 1992 beobachtet worden. Die Zustandsverbesserung in 2006 und 2007 hatte sich 2008 nur für die jüngere Altersgruppe fortgesetzt, während die deutlichen Schäden in der Altersgruppe über 60 Jahre in Folge des Trockenjahres 2006 wieder auf 29 % (+10 %-Punkte) anstiegen. In 2009 sind die Schäden in beiden Altersgruppen wieder rückläufig. Die Tendenz der letzten sechs Jahre ist fallend, bleibt aber auch bei den Nadelbaumarten im Vergleich zur Periode 1992-1999 deutlich erhöht.

### 2.3 Brandenburg

Mit dem Jahr 2009 wurden in Brandenburg die Inventurnetze von BWI (Bundeswaldinventur) und Waldzustand (WZE, BZE) im Grundnetz der Bundeswaldinventur integriert (siehe Abschnitt 1).



Vergleich der Anteile der Baumartengruppen in den WZE-Stichproben des Landes Brandenburg 2008 und 2009 mit den Baumartenanteilen nach BWI II



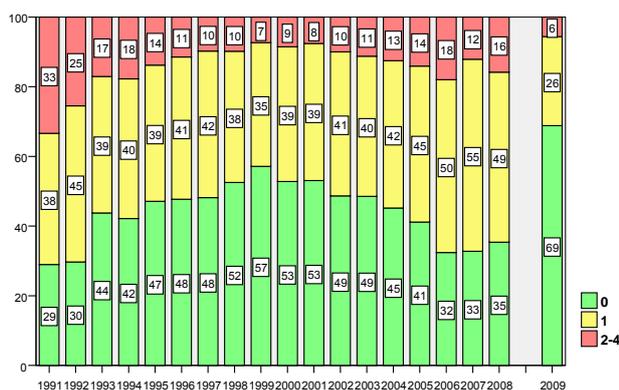
Anteile der Altersstufen der WZE-Stichproben 2008 und 2009

Mit der Zufallsauswahl aus dem BWI Grundnetz werden bei reduzierter Netzdichte die Baumartenanteile der Wälder Brandenburgs relativ zutreffend repräsentiert. Während der Flächenanteil der Kiefern, anderer Nadelbaumarten und Buche gut getroffen wird, sind die Eichen gegenüber den anderen Laubbaumarten etwas überrepräsentiert. Die Altersstruktur der beobachteten Bäume im neuen Netz ist etwas gleichmäßiger verteilt und berücksichtigt zu höheren Anteilen ältere Bäume, die in den bisherigen Aufnahmen jeweils höhere Kronenverlichtungen aufwiesen. Aufgrund der Baumartenanteile (höherer Anteil Eiche) als auch der Altersstruktur im neuen 16 x 16 km<sup>2</sup> Netz wären eher höhere Kronenverlichtungen zu erwarten als bisher.

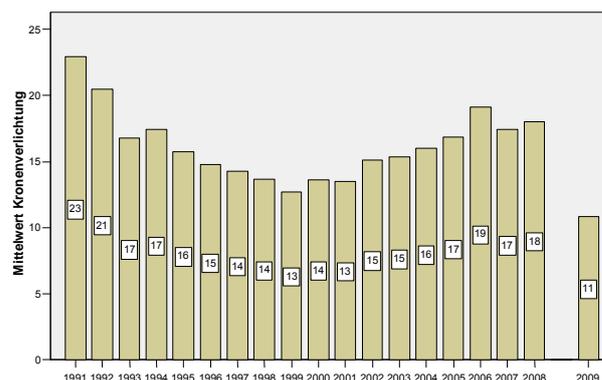
Nach zunächst deutlicher Erholung bis zum Jahr 1999 war in Brandenburgs Wäldern bis 2006 ein kontinuierlicher Anstieg der deutlichen Schäden um 11 %-Punkte auf 18 % festzustellen. Der Rückgang der deutlichen Schäden auf 12 % (-6 %-Punkte) unterbrach diese Reihe in 2007 erstmals wieder, führte aber nicht zur erhofften Trendwende. In 2008 stiegen die deutlichen Schäden wieder an. Im neuen Netz wurden 2009 mit nur 6 % (-10 %-Punkte) sehr viel weniger deutliche Schäden und mit 69 % (+34 %-Punkte) ein sehr viel höherer Anteil ungeschädigter Waldfläche aufgenommen als im Vorjahr. Starke Schäden (Schadstufe 3) mit über 60 % Kronenverlichtung hatten bereits im Vorjahr einen geringen Anteil von < 1% und sind 2009 mit 0,2 % im Bereich natürlicher Verhältnisse. Aufgrund des Ergebnisses der Waldzustandserhebung 2009 kann in Brandenburg nicht von Waldschäden als großflächiger Erscheinung gesprochen werden. Die anhand des Kronenzustandes der Waldbäume indizierte Vitalität der Wälder Brandenburgs ist damit ausgesprochen gut. Es wird 2009 der bisher beste Kronenzustand seit Beobachtungsbeginn in Brandenburg (1991) bzw. auch in den entsprechenden Bezirken der DDR seit 1986 festgestellt

Die mittlere Kronenverlichtung liegt mit jetzt 11 % (-7 %) nahe der Grenze zur Schadstufe 0 (ohne sichtbare Schäden).

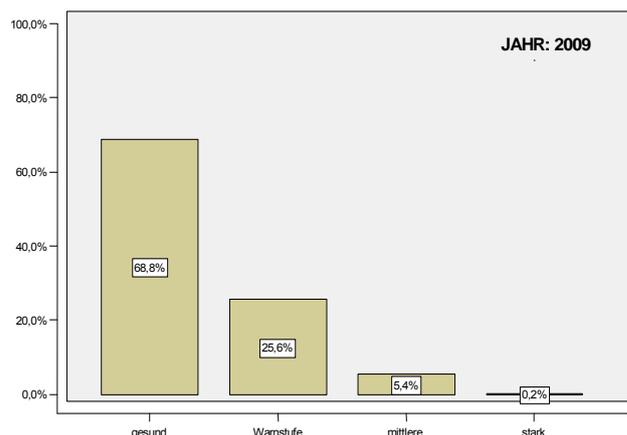
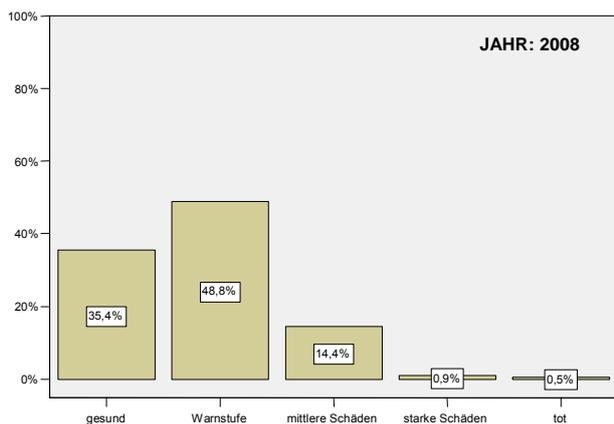
Ein annähernd ähnlich guter Waldzustand war zuletzt in der Periode 1998 – 2001 aufgetreten.



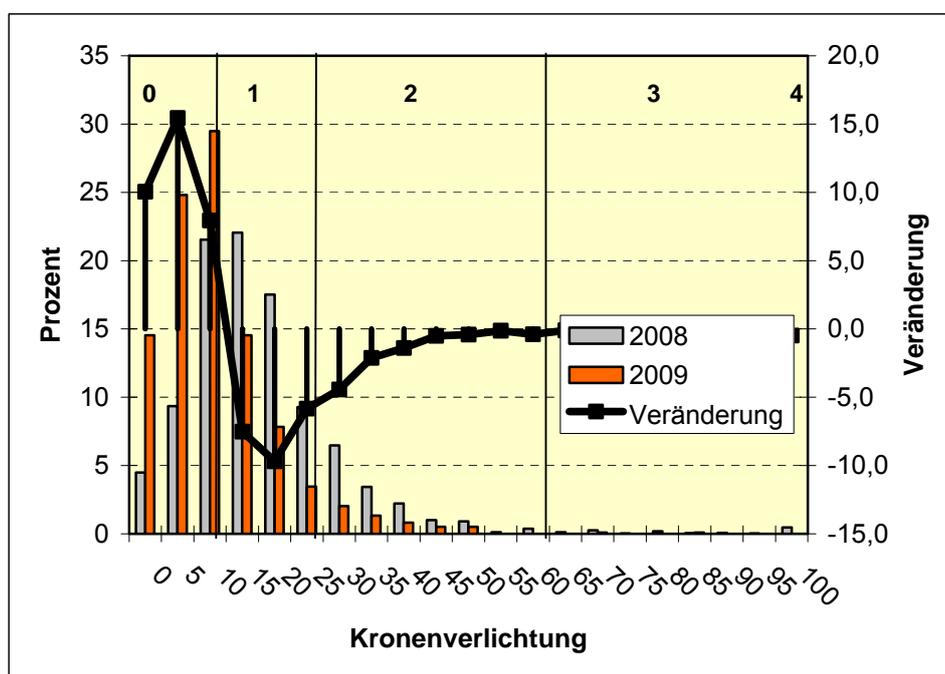
Entwicklung der Schadstufenanteile in Prozent (alle Baumarten)



Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung (alle Baumarten)



Schadstufenanteile in der Waldschadenserhebung des Landes Brandenburg 2008 und 2009

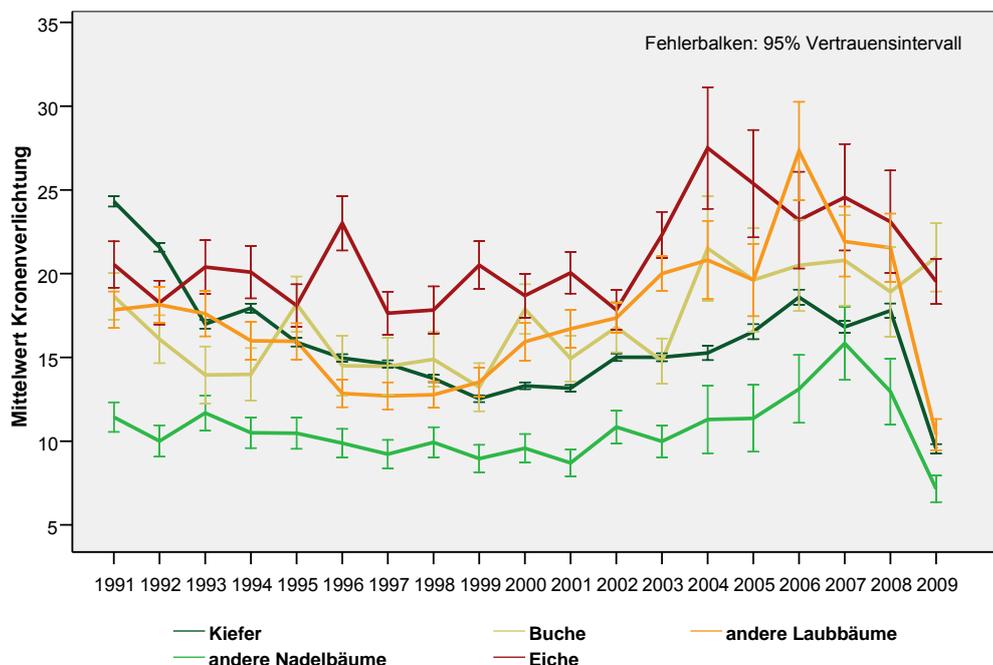


Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung über alle Baumarten und ihre Veränderung 2008 und 2009

Im Vergleich zum Vorjahr weist die Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung eine Zunahme bei den Verlichtungsstufen 0 – 10 % bei reduzierten Anteilen der Verlichtungsstufen 15 – 40 % aber auch im Bereich der Verlichtungsgrade 30 bis 45 % auf. Stärkere Verlichtungen waren bereits im Vorjahr in sehr geringen Anteilen vertreten.

### Entwicklung der Waldschäden nach Baumartengruppen

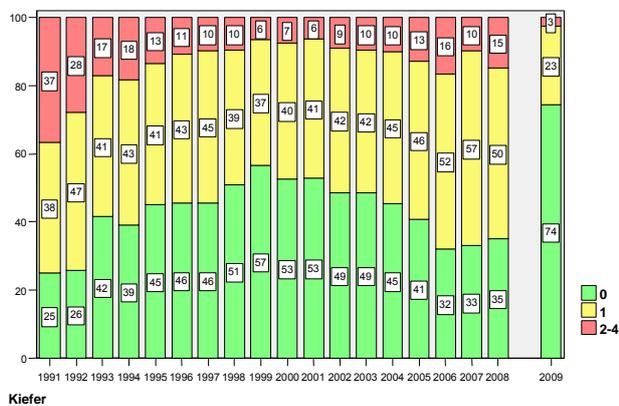
Der Kronenzustand der Waldbäume ist bei insgesamt sehr guter Belaubung der Wälder nach Baumartengruppen differenziert. Während die Nadelbaumarten keine nennenswerten Schäden im Kronenzustand erkennen lassen, bleiben Buchen und Eichen bei höheren Verlichtungsgraden. Die deutliche Verbesserung der Kronenzustandes der anderen Laubbaumarten weist auf gute meteorologische Bedingungen im Jahr 2009, da gerade diese Baumartengruppe bisher deutlich und schnell auf Trockenstress mit reduzierter Blattmasse reagierte.



Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung nach Baumartengruppen 1991 – 2009

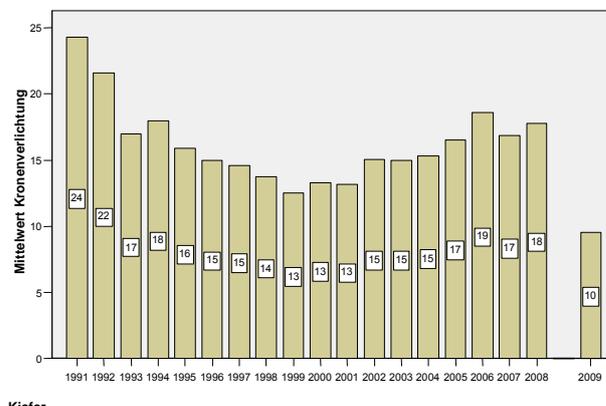
Die **Kiefern** haben 2009 eine bisher außergewöhnlich gute Benadelungsdichte erreicht. Sowohl drei viertel der Baumartenfläche ohne sichtbare Schäden als auch der mit knapp 3 % sehr geringe Anteil deutlich geschädigter Kronen wie auch die geringe mittlere Kronenverlichtung von 10 % sind Merkmale des aktuell sehr guten Vitalitätszustand. Die Gesamtbenadelung, die Anzahl der an den Trieben der Oberkrone gehaltenen Nadeljahrgänge, stieg von 2,4 Jahrgängen im Vorjahr auf 2,9 Jahrgänge im Sommer 2009 an. Das ist der bisher höchste Wert der mittleren Nadeljahrgangszahl in Brandenburg.

Da die Nadellebensdauer bzw. die Nadeljahrgangszahl der Kiefer mit zunehmender Kontinentalität des Klimas steigt, deutet diese Entwicklung auf einen positiven Einfluss des kalten Winters 2008 – 09 und ausreichende Niederschläge in der Frühjahrsperiode 2009 hin (siehe Abschnitt 2.5 Witterungsverlauf).



Kiefer

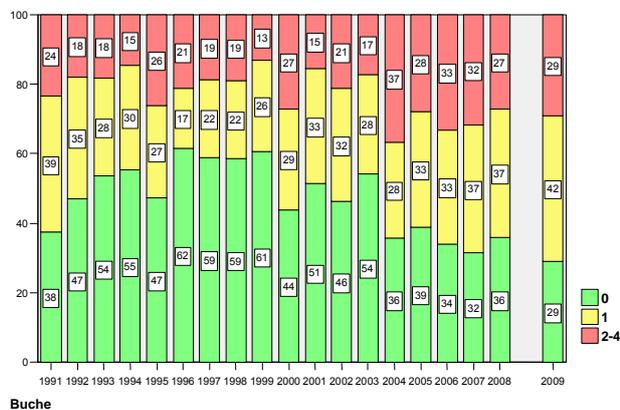
Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Kiefer in Prozent



Kiefer

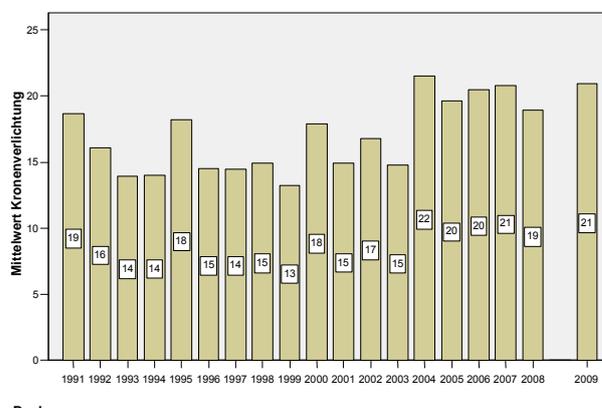
Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Kiefern

Seit 2004 weisen die **Buchen** ein relativ konstant erhöhtes Niveau deutlicher Schäden auf. Trotz ausbleibender Fruktifikation in 2008 und relativ hohen Niederschlägen im letzten Jahr blieb dieses erhöhte Schadniveau auch 2008 bestehen. Im neu angelegten 16 x 16 km<sup>2</sup> Netz sind 2009 nur wenige (31) Buchen enthalten. Diese weisen einen ähnlichen Kronenzustand wie die Buchen im WZE – Netz des Vorjahres auf. Eine repräsentative Aussage zum Zustand der Baumart in Brandenburg ist anhand dieser geringen Stichprobe nicht möglich.



Buche

Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Buche in Prozent

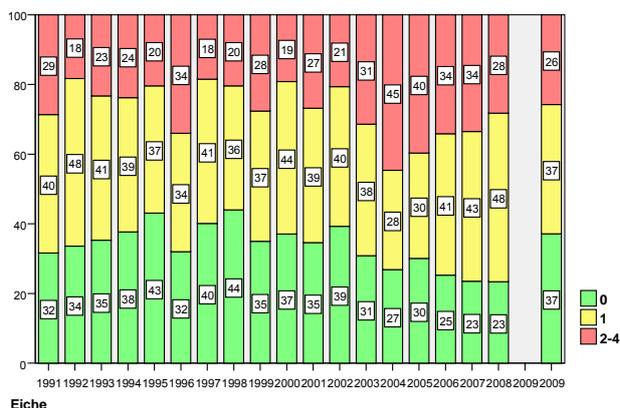


Buche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Buchen

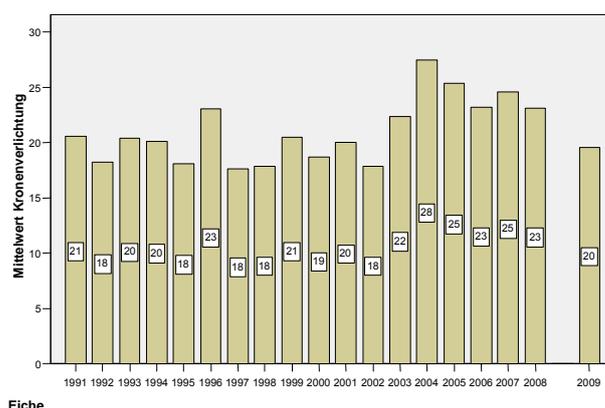
Für die Altbuchen sind stärker reduzierte Belaubungen in den Jahren mit Vollmast typisch. Die seit 1998 mit zweijährigem Rhythmus ungewöhnlich häufige Fruktifikation führte zu jeweils reduzierter Belaubung der älteren Buchen. Im Folgejahr ohne Fruchtbehang kann die Belaubungsdichte offenbar nicht vollständig regeneriert werden, die Kronenverlichtung nimmt zu. Im Jahr 2009 war eine starke Fruktifikation der Buchen erkennbar, die entsprechend zu reduzierter Belaubungsdichte führt.

Die **Eichen** (Trauben-Eiche und Stiel-Eiche) waren schon 2001 mit 27 % Flächenanteil deutlicher Schäden die Baumartengruppe mit dem höchsten Grad der Kronenverlichtung. Anders als bei den Buchen waren bei den Eichen die deutlichen Schäden bereits 2003 um 10 %-Punkte auf 31 % gestiegen. In 2004 stieg der Flächenanteil deutlich geschädigter Eichen auf 45 % (+14 %-Punkte) an. Die mittlere Kronenverlichtung erreichte mit 28 % den bisher höchsten Wert. Dieses Ergebnis wurde als Ausnahmesituation in Reaktion auf die extremen Witterungsverhältnisse im Jahr 2003 aufgefasst.



Eiche

Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Eiche

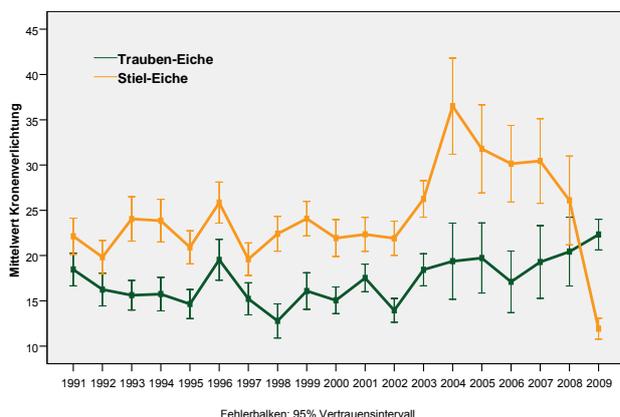


Eiche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Eichen

In den Jahren 2005 und 2006 war ein allmählicher Wiederaufbau der offensichtlich nachhaltigen Strukturschäden der Eichenkronen erkennbar. Positiv waren der Rückgang des Anteils starker Schäden und ein Ausbleiben des erwarteten Anstiegs der Mortalität zu werten. Das Trockenjahr 2006 unterbrach 2007 die Regeneration der Eichenkronen. Auf das niederschlagsreiche Jahr 2007 reagierten die Eichen 2008 wieder mit einem besseren Kronenzustand. Diese erfreuliche Entwicklung hielt auch 2009 an. Die deutlichen Schäden liegen zwar noch bei 26 %, der Anteil der Ei-

chen ohne sichtbare Kronenschäden stieg aber erstmals seit 2003 wieder auf über ein Drittel. Die mittlere Kronenverlichtung bleibt mit 20 % relativ hoch und liegt in der gleichen Größenordnung wie die der Buchen.



Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden der Baumarten Traubeneiche und Stieleiche

Die Eichen der WZE-Stichprobe konzentrieren sich auf Altersgruppe > 60 Jahre.

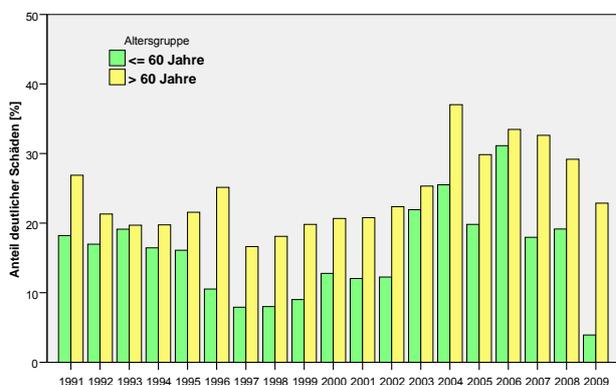
Eine klare Tendenz der Vitalitätsentwicklung der Baumartengruppe ist in der Zeitreihe weiter nicht ableitbar. Angesichts der extremen Witterungsverhältnisse des Jahres 2003 war 2004 eine außergewöhnlich starke Reaktion in der Belaubung bei den Eichen festzustellen, die zunächst die Stresssituation der Bäume charakterisiert.

Auch wenn man das Jahr 2004 als eine Ausnahmesituation betrachtet, bleiben die Eichen im Beobachtungszeitraum auf erhöhtem Niveau der Kronenverlichtung und damit auch anfällig für zusätzliche Belastungen durch biotische Schaderreger und Witterungsstress.

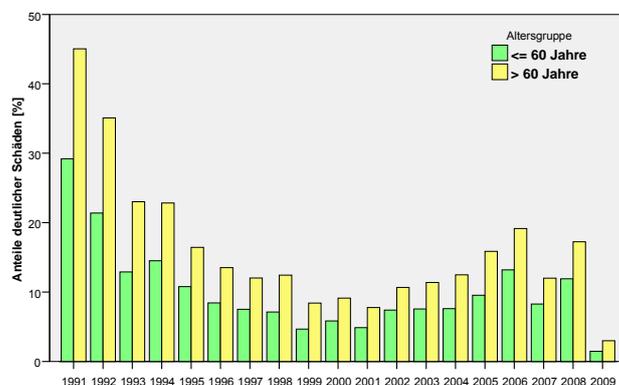
Wie im Land Berlin war auch in Brandenburg ein höheres Schadniveau und zumindest im Jahr 2004 ein wesentlich stärkerer Anstieg der deutlichen Schäden bei der Stieleiche festzustellen.

Im aktuellen Jahr ist der Kronenzustand der Stiel-Eichen weiter verbessert, während die deutlichen Schäden bei den Trauben-Eichen wie in den Vorjahren tendenziell eher zunehmen.

Trotz der moderaten Entwicklung bei Buche und Eiche ist für die Zusammenfassung der Gruppe der **Laubbaumarten** (einschließlich anderer Laubbaumarten) seit 2004 eine Verbesserung des Kronenzustandes erkennbar. Nach einem Minimum der Kronenverlichtung im Jahr 1997 stieg der Anteil deutlicher Schäden bis 2006 / 2007. Die weitere Entwicklung in 2008 und 2009 deutet aber auf eine aktuelle Entspannung der (Trocken-)Stresssituation dieser Baumartengruppe hin. Unter Berücksichtigung der nur moderaten Zunahme der Verlichtung der Buchen trotz Vollmast gilt diese Aussage für die gesamte Baumartengruppe.



Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach der Laubbäume nach Altersgruppen



Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden der Nadelbäume nach Altersgruppen

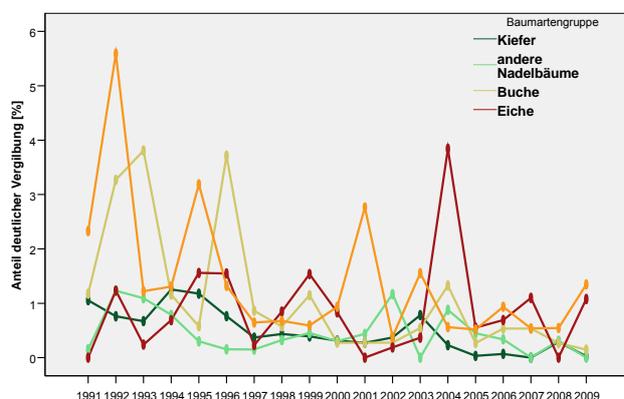
Die **Nadelbaumarten** (Kiefer und andere Nadelbäume) sind seit 1995 geringer verlichtet als die Laubbäume. Die Periode seit 2002 steigender Kronenschäden ist mit der Aufnahme 2009 beendet. Aktuell sind praktisch keine allgemeinen Verlichtungen an den Nadelbäumen vorhanden.

Der Kronenzustand der in Brandenburg in der Häufigkeit dominierenden Nadelbaumarten ist weiter gut. Waren zu Beginn der systematischen Waldschadenserhebungen vor allem die Schäden der Kiefer in engem Zusammenhang mit der Immissionsbelastung problematisch, so gibt heute eher noch die Entwicklung der Laubbaumarten Anlass zur Sorge. Die hohe Abhängigkeit des Waldzustandes vom aktuellen Witterungsgeschehen weist auf Probleme für die Forstwirtschaft des Landes im Klimawandel. Dabei kann der noch dominierende Anteil relativ gesunder Kiefernforsten in Brandenburg bei alleiniger Betrachtung des Landesergebnisses über die Gefährdung der zukünftigen Wälder täuschen, in denen standortgerechten Laub- und Mischwäldern ein wesentlich höherer Flächenanteil zukommen wird.

## 2.4 Nebenmerkmale der Kronenzustandserhebung

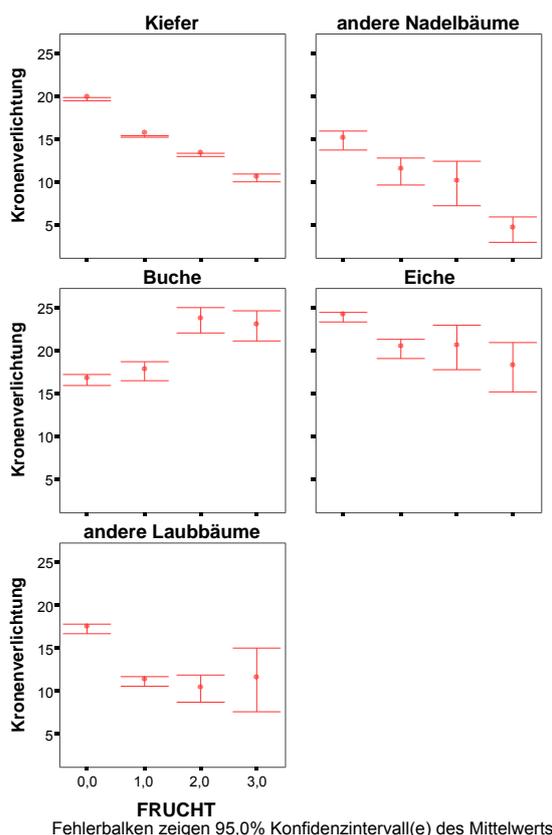
### Vergilbung

Neben der Kronenverlichtung wird bei der Waldzustandskontrolle eine Vergilbung der Nadeln und Blätter bewertet.



Vergilbungen können durch Nährstoffmangelerscheinungen (z.B. Magnesium) hervorgerufen werden, treten aber auch bei Trockenheit durch vorzeitige Blattverfärbung auf. In Berlin und Brandenburg hat die Vergilbung von Nadeln und Blättern bisher keine Bedeutung. Die wenigen Fälle deutlicher Vergilbung konzentrieren sich auf die Laubbaumarten und sind oftmals durch vorzeitige Alterung von Blättern hervorgerufen. In der Zeitreihe nimmt der Anteil von Bäumen mit Vergilbungen tendenziell ab. Eine Ausnahme bildeten im Jahr 2004 die Eichen, bei denen vermutlich die Stressreaktion auf die sommerliche Trockenheit 2003 nachwirkte.

Flächenanteil mittlerer und starker Vergilbung der Blätter bzw. Nadeln nach Baumartengruppen



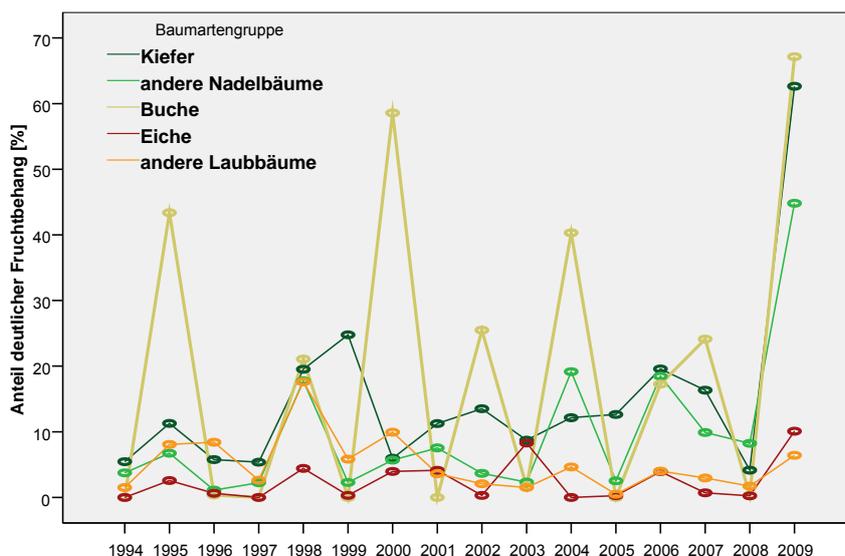
Mittlere Kronenverlichtung nach Intensitätsstufen der Fruktifikation und Baumartengruppen im Altersbereich >60 Jahre (WZE 1994 – 2009)

deutlicher Schäden war 2004 auf Bäume mit Fruktifikation beschränkt. In 2005 fand kaum eine Regeneration der Kronendichte der Buchen statt. Die auch 2006 und 2007 erhöhte Intensität der Fruktifikation blieb ohne merklichen weiteren Einfluss auf die Kronenverlichtung. In 2009 ist für die Baumartengruppen Buche, Kiefer und andere Nadelbaumarten der bisher höchste Anteil deutlichen Fruchtbehangs festgestellt worden. Auch bei Eiche wurden vergleichsweise hohe Anteile gefunden.

### Intensität der Fruktifikation

Die Fruktifikation, die Ausbildung von Blüten und Früchten (Samen), erfordert durch den Baum einen hohen Einsatz von Ressourcen. Diese stehen entsprechend nicht in dem Maß für die Ausbildung von Blattmasse, die Abwehr von biotischen Schäden, die Reservestoffbildung und das Wachstum bereit. Bei starker Fruktifikation wird deshalb eine verringerte Kronendichte der Bäume erwartet. Diese Erwartung bestätigte sich so eindeutig bisher nur bei der Buche. Bei den Nadelbaumarten ist eher mit besserem Kronenzustand eine häufigere bzw. intensivere Fruktifikation festgestellt worden. Die Fruktifikation der Eichen wird zum Zeitpunkt der Waldschadenserhebung schlecht erkannt. 2003 war beim bisherigen Höchstwert des Fruchtbehangs ein Einfluss auf die Kronenverlichtung festgestellt worden. Insgesamt besteht zwischen Fruchtbehang und Kronenverlichtung sowohl in der Gruppe der Eichen als auch bei den anderen Laubbaumarten keine klare Beziehung. Bei der Buche wurde dagegen in Mastjahren ein starker Anstieg der Kronenverlichtung beobachtet.

Die Jahre 1995, 1998, 2000 und 2002, 2004, 2006, 2007 und 2009 traten in der Schadstufenentwicklung der Buche erkennbar hervor. Der starke Anstieg

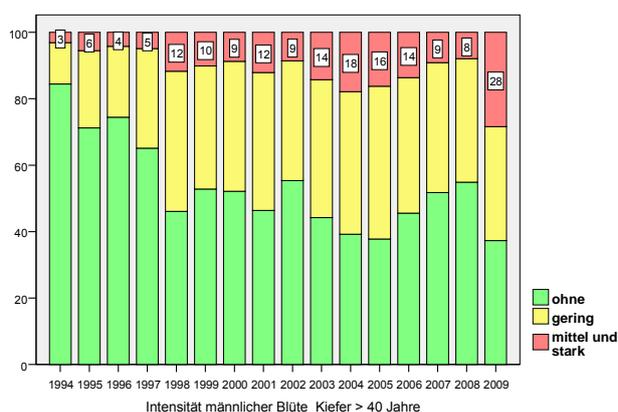


Flächenanteil von Bäumen mit mittlerer und starker Fruktifikation nach Baumartengruppen und Jahren (Alter > 60 Jahre)

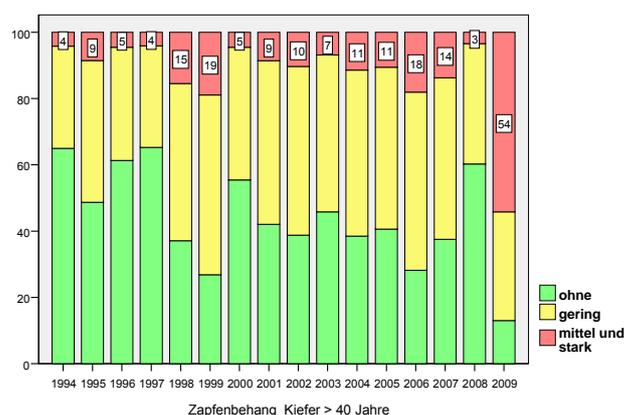
### Einflüsse auf den Kronenzustand der Kiefer durch männliche Blüten

Die Ausbildung männlicher Blüten der Kiefer erfolgt an der Basis der Jahrgangstriebe an Stelle der Ausbildung von zweinadeligen Kurztrieben. Dadurch wird in Jahren hoher Blühintensität an einer großen Zahl von neuen Trieben eine geringere Nadelmasse ausgebildet. Es entsteht das Bild einer schirmchenartigen Benadelung; bei Blüte über mehrere Jahre bildet sich eine Triebkette wiederholt unterbrochener Benadelung, die zu erhöhter Transparenz der Kiefernkronen führt.

Allein bei starker bis in die Oberkrone reichender Blüte wird aber auch eine höhere Verlichtung der Kiefernkronen angesprochen.

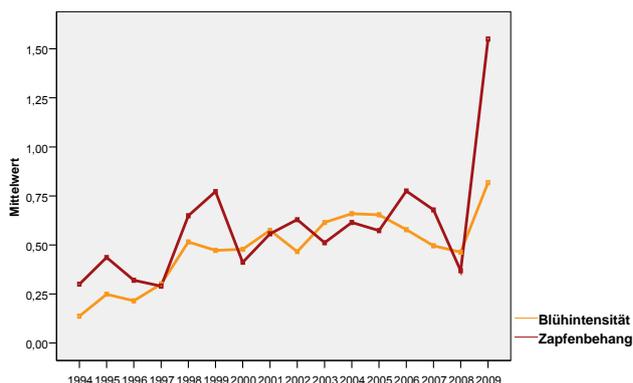


Anteile der Intensitätsstufen männlicher Blüte an Kiefern im Alter > 40 Jahre



Anteile der Intensitätsstufen des Zapfenbehangs (einjährige) an Kiefern > 40 Jahre

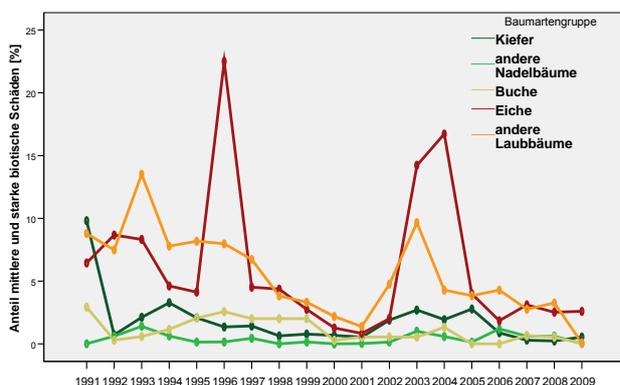
Der Anteil dieser Intensitätsstufe war seit einem Höhepunkt in 2004 bis 2008 rückläufig. Es ist kein wesentlicher Einfluss der Intensität männlicher Blüte auf die Kronenverlichtung der Kiefern feststellbar. Sowohl die Blühintensität als auch der Zapfenbehang der Kiefern haben in der Altersgruppe > 40 Jahre seit Beginn der getrennten Erfassung im Jahr 1994 bis 2005 bzw. 2006 deutlich zugenommen. Diese ansteigende Tendenz der männlichen Blühintensität und des Zapfenbehangs erreicht im Jahr 2009 einen neuen Höhepunkt. An jeder vierten Kiefer wurde mittlere oder starke männliche Blüte in der Oberkrone gefunden. In 2004 trat in Folge des Extremjahrs 2003 ein ähnlicher Höhepunkt der Pollenbildung auf. Die damals an 3 % der Kiefern erfasste starke Blüte in der gesamten Krone wird in 2009 mit 5 % klar übertroffen. Auch der Zapfenbehang (grüne Zapfen, die sich aus im Vorjahr befruchteten weiblichen Blüten entwickelten), ist mit 26 % mittlerem und 28 % starkem Behang auf einem bisher einmaligen Niveau.



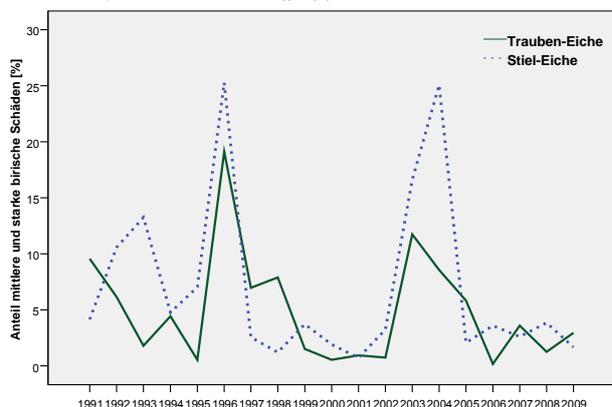
Entwicklung der mittleren Intensität von männlicher Blüte und Zapfenbehang (Kiefer > 40 Jahre)

### Intensität biotischer Schäden

Biotische Schaderreger (Insekten und Pilze) gehören zum Wald. Ihre Befallsstärke steht in Wechselwirkung mit dem Vitalitätszustand ihrer Wirtsbäume. Neben direkten Auswirkungen durch Fraß und Pilzbefall an Nadeln und Blättern, Holz und Wurzeln der Pflanzen wirkt sich der Infektionsdruck auch auf die Intensivierung der Abwehrleistungen von



Anteil mittlerer und starker biotischer Schäden (Insekten- und Pilzschäden) nach Baumartengruppen



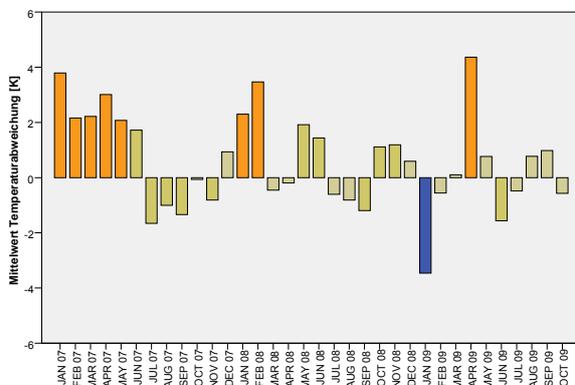
Anteil mittlerer und starker biotischer Schäden der Eichen

Als wesentliche Einflussfaktoren für die Blütenbildung werden erhöhte Frühjahrstemperaturen, verbesserte Standortsgüte (Stickstoff) und hohe Reservestoffgehalte (verlängerte Vegetationszeit) diskutiert. Insofern könnte die hohe Frequenz der Buchenmast sowie die steigende Intensität der Pollen- und Samenproduktion der Kiefern eine Reaktion auf die starke Erwärmungstendenz seit Ende der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts, sowie die anhaltenden Stickstoff-Einträge sein.

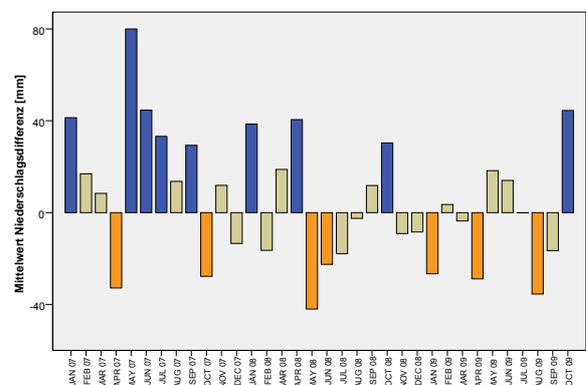
nicht direkt betroffenen Bäumen aus. Die Waldschadenserhebung ist sowohl hinsichtlich des Stichprobenumfangs als auch durch die Terminbindung auf den Hochsommer nicht geeignet, einen Überblick zur Forstschutzsituation in der Region zu geben. Es werden aber an Stamm und Krone erkennbare Merkmale von Pilz- und Insektenschäden nach Intensitätsstufen des Schadens erfasst. Im Beobachtungszeitraum war der Anteil biotischer Schäden bei den Nadelbäumen von 1994 bis 2001 erheblich zurückgegangen. In den Jahren 2002 – 2005 stieg der Anteil mittlerer und starker Insekten- und Pilzschäden sowohl bei den Nadelbäumen (Nonnenkalamität), stärker aber noch bei den Laubbäumen. Bei den Laubbaumarten waren neben Erle und Esche vor allem die Eichen von deutlichen biotischen Schäden betroffen. Seit 2006 haben mittlere und starke biotische Schäden in allen Baumartengruppen ein geringes Niveau. Beide Eichenarten wiesen nach einer Periode ohne deutliche biotische Schäden (1999 – 2002) in den Jahren 2003 und 2004 einen starken Fraß von Insekten auf. Die Stieleichen mit 25 % deutlichen biotischen Schäden waren 2004 wesentlich häufiger befallen, als die Traubeneichen mit 9 %. In den Jahren 2005 – 2009 sind die biotischen Schäden bei den Eichen wieder stark zurückgegangen.

## 2.5 Witterungsverlauf

Nach dem Trockenjahr 2003 waren 2004 und 2005 zwei Jahren ohne große Extrema im Witterungsverlauf. Im Winter 2005/2006 war das erste Quartal durch eine langanhaltende Kälteperiode gekennzeichnet. Der Winter 2007 war durchgängig extrem mild und feucht. Die überdurchschnittlichen Temperaturen hielten bis Juni 2007 an und führten zu einem sehr frühen Beginn der Vegetationsperiode. Über den Beobachtungszeitraum der Waldschadenserhebung ist eine so anhaltende Temperaturanomalie wie von September 2006 bis Juni 2007 noch nicht aufgetreten. Im April 2007 fiel nahezu kein Niederschlag. Größere Trockenschäden blieben durch die hohen Niederschläge des Winters aus und von Mai bis September blieb die Vegetationszeit sehr feucht bei einem etwas kühlen Sommer. Der Januar und Februar 2008 waren wieder außergewöhnlich mild, durch wechselwarme Witterung im März und April wurde die verfrühte Vegetationsentwicklung wieder etwas gehemmt. Hohe Niederschläge in den Monaten März und April 2008 sorgten zu Beginn der Vegetationsperiode für eine Auffüllung des Bodenwasserspeichers. Nach einem hinsichtlich Temperatur und Niederschlag unauffälligen Herbst war der Januar 2009 deutlich kühler als im langjährigen Mittel. Ein sehr milder April beschleunigte den frühen Austrieb und führte zu guten Blühbedingungen der Bäume. Der geringe Niederschlag wirkte sich aufgrund gefüllter Bodenwasserspeicher nicht negativ aus und überdurchschnittliche Niederschlagsmengen im Mai und Juni konnten dieses Defizit kompensieren. Der August war außergewöhnlich trocken aber nur durchschnittlich warm. Vorzeitiger Laubfall wurde so nicht zu einem markanten Problem.



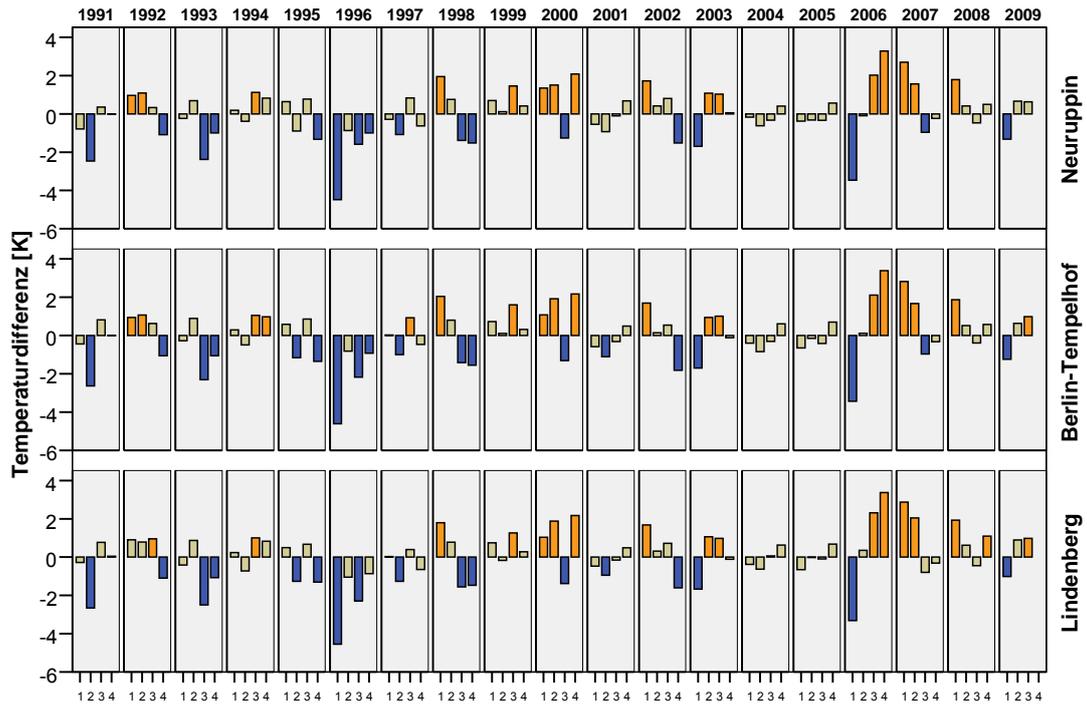
Abweichung der Monatsmittel der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel im Zeitraum 2006 bis 2009



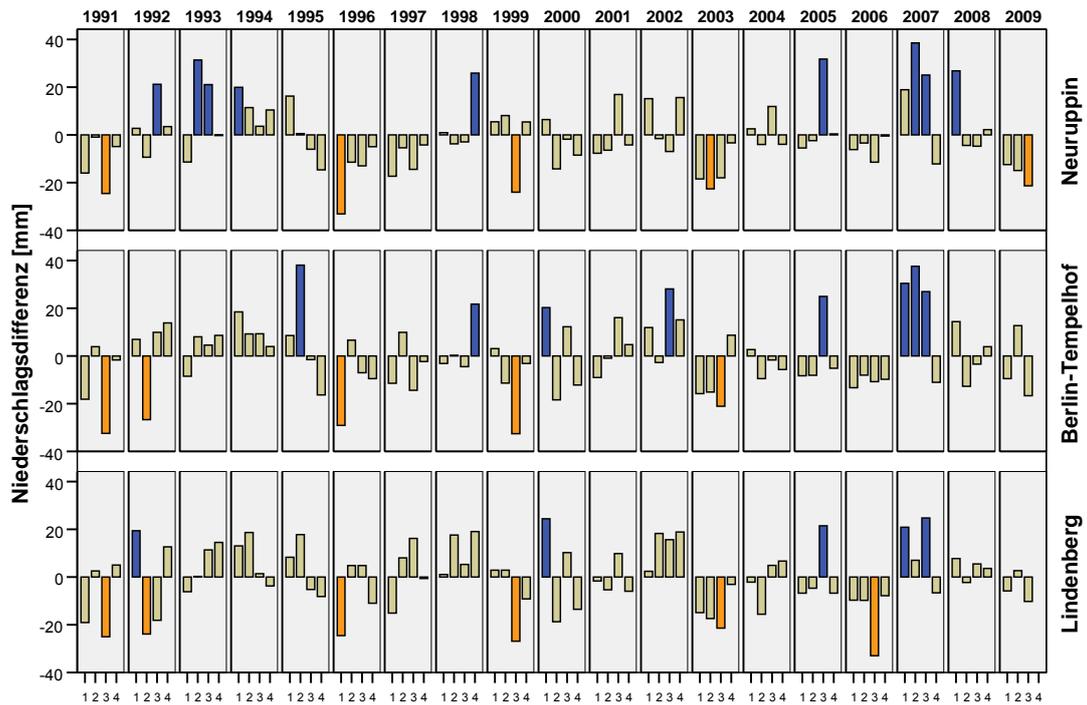
Abweichung der Monatssummen der Niederschlagshöhe vom langjährigen Mittel im Zeitraum 2006 bis 2009

Da Trockenheit ein wesentlicher Stressfaktor der Vitalität der Wälder ist, wurde vom mild-feuchten Jahr 2007 erwartet, die Vitalität der Wälder überwiegend zu fördern. Im Winter 2007/2008 setzte sich die feuchte Witterung mit hohen Niederschlägen fort. Das Frühjahr wies nur in Berlin ein Niederschlagsdefizit bei an allen Stationen im Normbereich liegenden Temperaturen auf. Die Vegetationsperiode 2008 war nach hohen Niederschlägen im April durch Niederschlagsdefizite von Mai bis Juli gekennzeichnet, die aber nicht zu außergewöhnlicher Trockenstressbelastung führten. Auch das Jahr 2009 blieb hinsichtlich des Witterungsverlaufes relativ unauffällig.

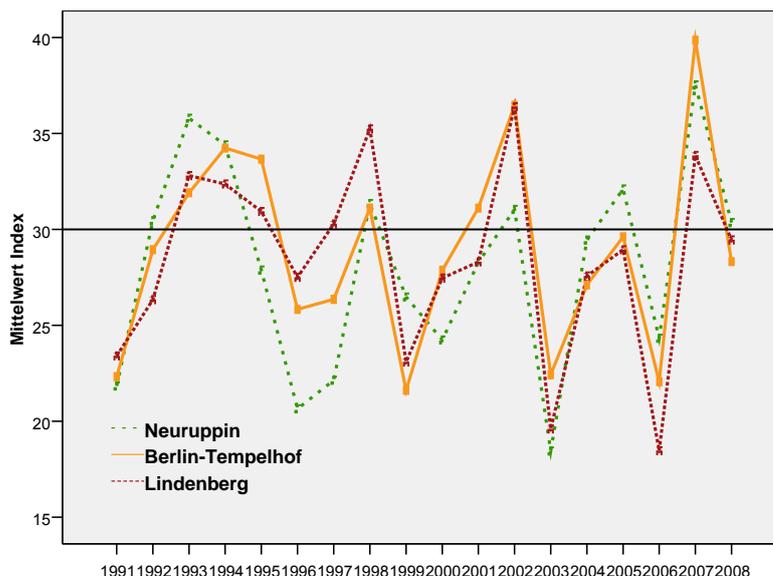
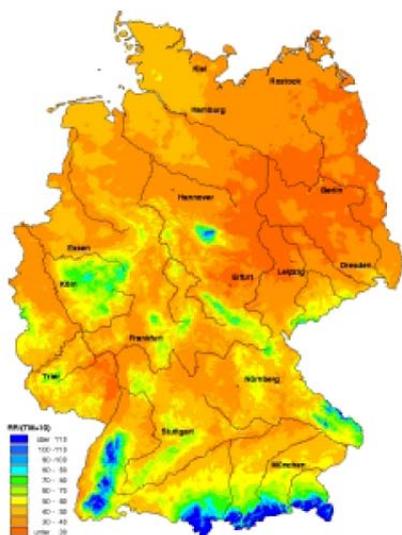
Unsere Region gehört bekanntlich zu den trockensten Gebieten in Deutschland. Eine die klimatische Trockenheit charakterisierende Größe ist der Trockenindex nach de Martonne (Niederschlagshöhe / (Lufttemperatur + 10)). Dieser Index beschreibt recht gut die klimatische Wasserbilanz und fällt mit zunehmender Trockenheit. In der Übersichtskarte des Deutschen Wetterdienstes für die Periode 1961-1990 wird als die trockenste Kategorie die Klasse unter 30 angegeben. Für die drei ausgewählten Klimastationen unserer Region liegen die langjährigen Mittel des Trockenindex alle unter 30. Selbst im feuchten Jahr 2002 wird hier nur die nächste Kategorie (30 – 40) erreicht. Auch hier wird die für unsere Region außergewöhnlich feuchte Witterung im Jahr 2007 erkennbar, die an den Stationen Tempelhof und Neuruppin das Jahr 2002 übertraf. Auch das Jahr 2008 ist als überwiegend temperaturnormal feucht, und 2009 als hinsichtlich Temperatur und Niederschlag eher unauffällig zu bezeichnen. Die Mittelwertslage und die hohe Amplitude des Index weisen klimatische Trockenheit als Problem der Wälder und eine Herausforderung für die Forstwirtschaft von Berlin und Brandenburg aus.



Abweichung der Quartalsmittel der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel (Daten: DWD)



Abweichung der Quartalssumme der Niederschlagshöhe [mm] vom langjährigen Mittel (Daten: DWD)

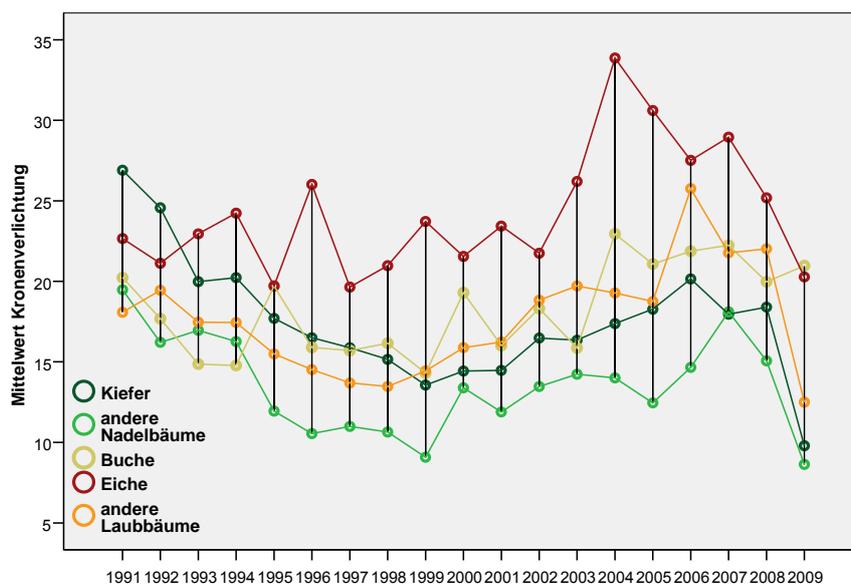


Trockenheitsindex nach de Martonne 1961-1990

kleinste Kategorie < 30

(Quelle: DWD Klimastatusbericht 1999)

Entwicklung des Trockenindex nach de Martonne 1991 – 2008 an Klimastationen in der Region



Entwicklung der Kronenverlichtung im Altersbereich > 40 Jahre nach Baumartengruppen

Ohne die zugrundeliegende Dynamik zu kennen bzw. damit nachweisen zu können, ist eine Übereinstimmung im zeitlichen Verlauf der Kronenzustandsentwicklung bei den Baumarten erkennbar. Bei Unterschieden im Niveau der Verlichtung (bzw. ihrer Bewertung) folgt einer anfänglichen Phase zunehmender Kronendichte besonders bei Kiefer und der Gruppe der anderen Laubbäume, eine Phase zunehmender Verlichtung. Im Trockenjahr 2006 scheint der bisherige Höhepunkt dieser Entwicklung erreicht. Seither ist die Tendenz wieder fallend mit einem neuen Minimum der Kronenverlichtung in 2009. Die Buchen können davon offenbar noch nicht profitieren, was aber mit der Vollmast erklärbar ist.

Nicht nur die Richtung dieser Entwicklung ist übereinstimmend, auch der Zeitpunkt der Trendwende liegt bei allen Baumartengruppen um das Jahr 1999. Da alle Baumarten relativ gleichmäßig betroffen sind, ist hier ein klimatischer Einfluss zu vermuten. Die Vegetationsperioden 1999 und 2000 waren im Vergleich zum langjährigen Mittel sehr warm und trocken. Die ähnliche Situation hatte bei etwas weniger Niederschlag aber auch geringerer Temperatur in den Perioden 1988 und 1989 zu einem rasanten Anstieg der Kronenverlichtung der Kiefern geführt.

### 3 IMMISSIONSSITUATION UND ENTWICKLUNG DER FREMDSTOFFEINTRÄGE

#### Gaskonzentrationen

##### *Schwefeldioxid*

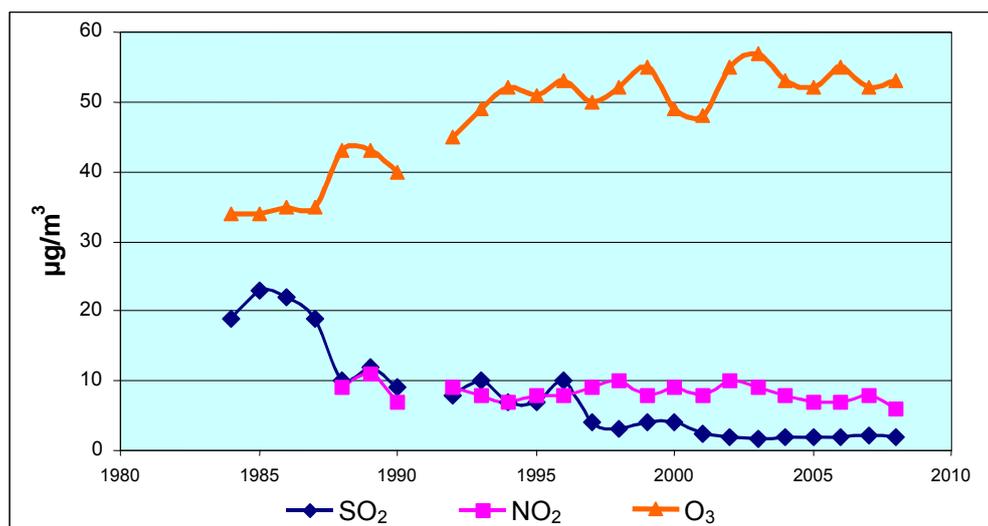
Die emissionsmindernden Maßnahmen in Industrie und den Haushalten in den ländlichen Gebieten haben seit Beginn der 90-er Jahre zu einer extremen Reduzierung der Schwefeldioxidkonzentration in der Luft geführt. Der Grenzwert zum Schutz von Ökosystemen in Höhe von  $20\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{a})$  wurde in den letzten 18 Jahren an keinem der Waldmessstationen des Landes Brandenburg überschritten. Auch in den Wintermonaten (Oktober-März) wird dieser Wert im Tagesmittel nicht erreicht. Seit 1996 liegt die Schwefeldioxidkonzentration an den Waldmessstationen des Landes Brandenburg im Jahresmittel unter  $5\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $3,3\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2008). Ähnlich ist die Situation an den Wald- und Stadtrandmessstellen des Landes Berlin (Grunewald und Friedrichshagen). Die Schwefeldioxid-Mittelwerte lagen mit  $6\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Messzeitraum Oktober bis März 2007 weit unterhalb des Grenzwertes zum Schutz von Ökosystemen.

##### *Stickoxide*

Im Jahre 1988 wurde an der Messstation Neuglobsow mit der kontinuierlichen Erfassung von Stickoxidkonzentrationen begonnen. Diese Station kann auf Grund ihrer Lage als Background-Station (Waldmesspunkt) eingestuft werden. Seit Beginn der Aufzeichnungen haben sich die Stickstoffdioxidkonzentrationen im Jahresmittel nicht wesentlich verändert. Sie lagen mit  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  erheblich unterhalb des Grenzwertes zum Schutz der Ökosysteme von  $30\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{a})$ . Trotz des Wegfalls und der Modernisierung der großen Emissionsquellen von Stickoxiden (Heiz- und Kraftwerke) ist eine ähnliche Reduzierung der Immissionen wie bei Schwefeldioxid nicht zu erkennen. Ein Grund dafür ist der seit 1990 stark gestiegene Kfz-Verkehr, der ca. 70 % der Stickoxid-Emissionen ausmacht. Als mittlere Jahreskonzentrationen von Stickstoffdioxid für das Jahr 2007 wurden für die Waldmesspunkte des Landes Brandenburg  $7,8\mu\text{g}/\text{m}^3$  und für die von Berlin  $14\mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.

##### *Ozon*

Die Ozonkonzentrationen werden seit 2003 als Monatsmittelwerte mit Hilfe von Passivsammlern an 7 Waldmesspunkten (Level II-Flächen) gemessen und unter Einbeziehung kontinuierlich erfasster Messdaten vom Umweltbundesamt (Messcontainer Neuglobsow) und dem Landesumweltamt Brandenburg (Messcontainer Lütte) zu Jahreswerten zusammengefasst.

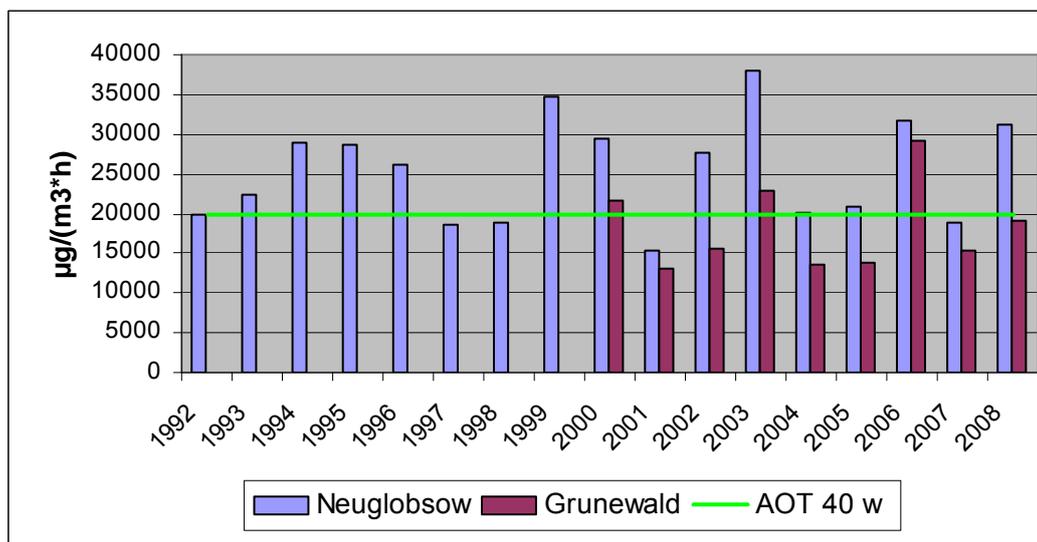


*Jahresmittelkonzentrationen an ausgewählten Waldstandorten des Landes Brandenburg*

Im Gegensatz zu den oxidierten Stickstoff- und Schwefelverbindungen hat sich die Ozonkonzentration in den Waldgebieten des Landes Brandenburg in den letzten 20 Jahren tendenziell erhöht. Während die mittleren Jahreskonzentrationen für Ozon an der Station Neuglobsow Ende 1980 noch unter  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  lagen, stiegen seit 1993 die mittleren Jahreskonzentrationen an den Waldmessstationen des Landes Brandenburg auf über  $50\mu\text{g}/(\text{m}^3\cdot\text{a})$  an.

Durch die meteorologischen Bedingungen – keine hochsommerlichen Hochdruckwetterlagen mit hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung – wurden wie 2007 auch im Jahr 2008 keine Episoden hoher Ozonkonzentrationen in den Wäldern Brandenburgs beobachtet.

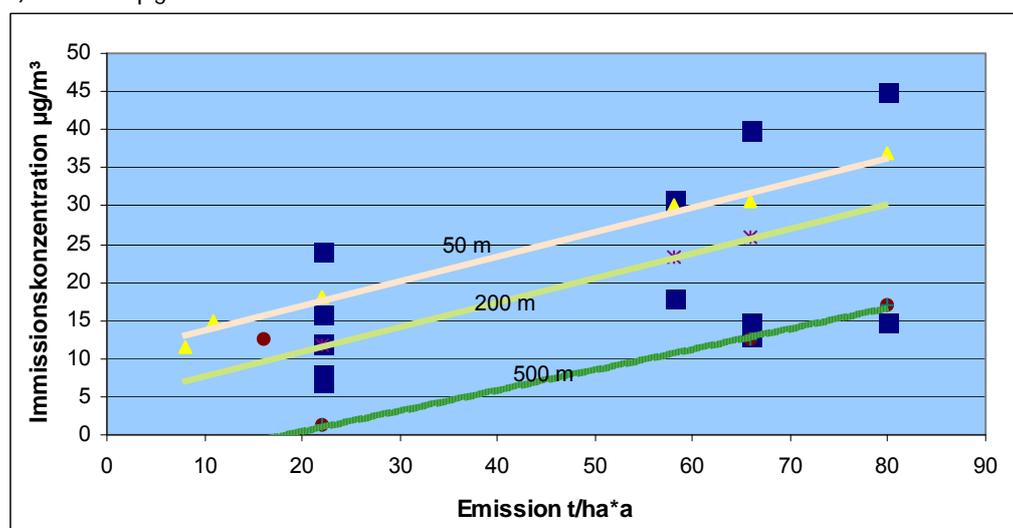
Dennoch kam es vor allem im Frühjahr (April, Mai und Juni) zu Überschreitungen des Grenzwertes zum Schutz von Ökosystemen ( $65 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ). Im Jahresmittel lag die Ozonkonzentration 2008 um  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  höher als 2007. Anders als 2007 lag der AOT 40-Wert („Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb“) im Jahr 2008 an den Messstationen Neuglobsow und Lütte mit  $29563 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$  über dem für den Schutz der Wälder angegebenen Grenzwert von  $20\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$  (akkumuliert von April bis September AOT 40 w). An der Messstelle Berlin – Grunewald wurde die kritische Konzentration nicht überschritten ( $19008 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ).



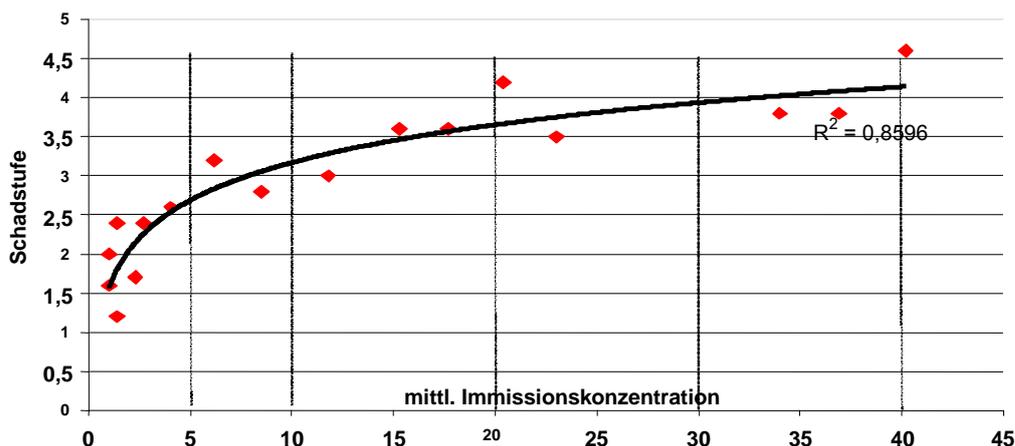
Zeitreihe AOT 40-Werte für die Messstationen Neuglobsow (Brandenburg) und Grunewald (Berlin)

### Ammoniak

Etwa 90% der  $\text{NH}_3$ -Emissionen kommen aus der Landwirtschaft, wovon 80% aus der Viehzucht stammen. Vor allem in unmittelbarer Nähe von landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlagen treten bis ca. 500 m Entfernung phytotoxische Konzentrationen auf, die zu erheblichen Blattschäden bis zum Absterben der Bäume führen können. Untersuchungen in der Nähe von Rinder- und Schweinemastanlagen zeigten, dass noch bis 150 m Entfernung in Waldgebieten mehr als  $20 \mu\text{g} \text{NH}_3/\text{m}^3$  im Monatsmittel und im Maximum (1/2 h-Mittelwert) über  $400 \mu\text{g} \text{NH}_3/\text{m}^3$  auftraten.



Nomogramm zur Schätzung der Zusatzbelastung in Abhängigkeit von Quellstärke und Entfernung



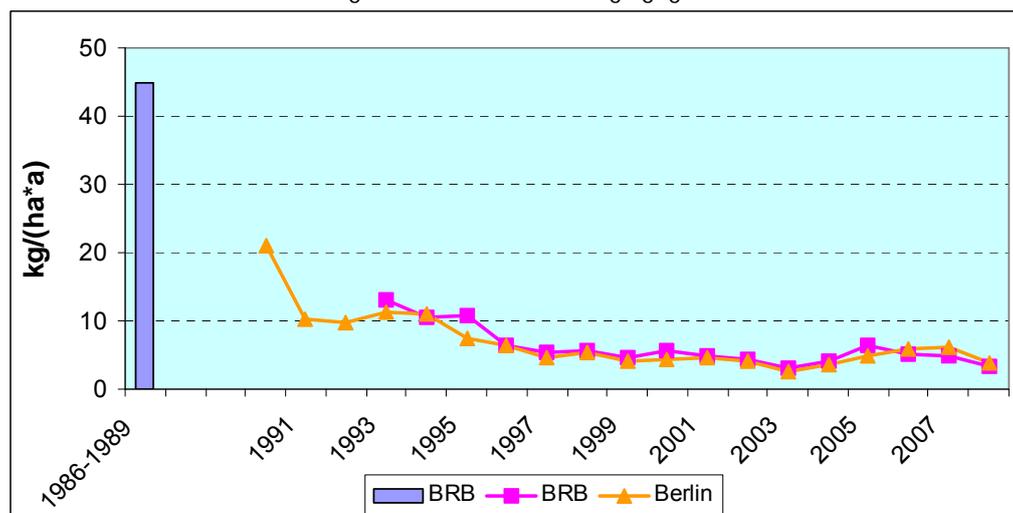
Wirkung steigender Immissionen auf die Ausprägung von Schäden

Ähnlich hohe Werte konnten auch in der Nähe von Geflügelanlagen ermittelt werden. Auch im Jahresmittel liegen die Messwerte in der Nähe dieser Anlagen über dem zum Schutz der Vegetation geforderten Grenzwert von  $10 \mu\text{g NH}_3 / (\text{m}^3 \cdot \text{a})$ . Transektmessungen ergaben, dass in etwa 2 km Entfernung von der Tieranlage die für ländliche Gebiete als Grundbelastung einzustufende Konzentration von  $4 - 5 \mu\text{g NH}_3 / \text{m}^3$  wieder erreicht wird.

Das Verhältnis von  $\text{NH}_3$ -Emissionen und den Immissionskonzentrationen kann aufgrund der Messungen in Abhängigkeit von der Entfernung modelliert werden. Die Schadwirkungen (hier Kronenzustand) steigen schon im Bereich gering erhöhter Konzentrationen schnell stark an. Messungen an den 7 Waldmessstationen (Level II-Flächen) des Landes Brandenburg (seit 1990 mit  $\text{NH}_3$ -Analysator und seit 2003 zusätzlich mit Passivsammlern) ergaben eine mittlere Konzentration von ca.  $2 \mu\text{g} / (\text{m}^3 \cdot \text{a})$  über den gesamten Messzeitraum von 17 Jahren. Im Jahr 2008 lagen die mittleren Jahreskonzentrationen mit  $1,1 \mu\text{g NH}_3 / \text{m}^3$  (Brandenburg) und  $1,48 \mu\text{g NH}_3 / \text{m}^3$  (Berlin) noch deutlich unter dem langjährigen Mittel.

### Fremdstoffeinträge

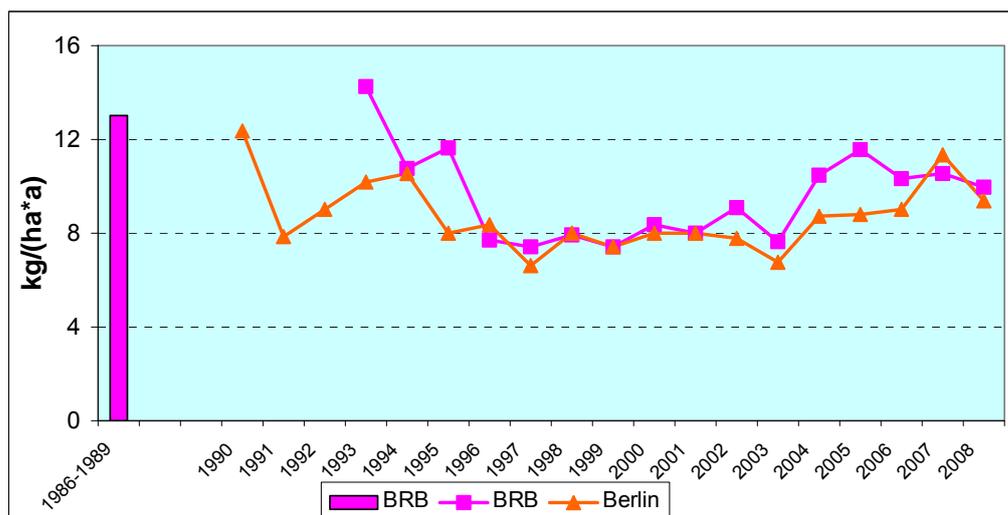
Neben der direkten Wirkung von Luftschadstoffen (Immissionen) auf die Pflanzen, können Ablagerungen (Depositionen) von Luftverunreinigungen auf der Pflanzendecke und dem Boden zu einer z.T. kritischen Belastung der Ökosysteme führen. Mit Hilfe von „Bulk-Sammlern“ (ständig offene Sammelgefäße) werden Anteile der trockenen (Gase, Partikel), der feuchten (Nebel- und Wolkentropfchen) und der nassen (Niederschläge) Deposition erfasst und somit ein Überblick zu den Erwartungswerten des Stoffeintrags gegeben.



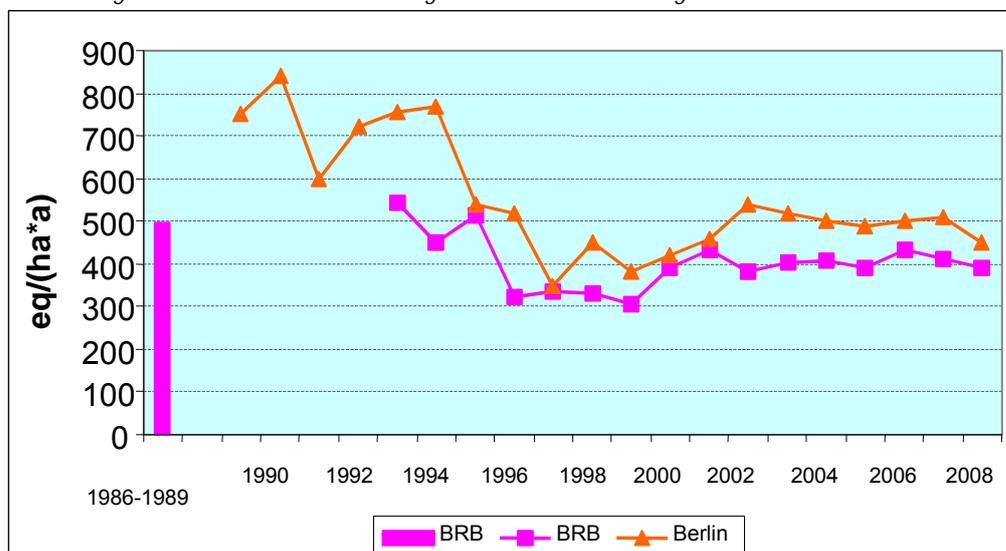
Entwicklung der  $\text{SO}_4$ -Schwefel-Einträge an Freiflächen in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

Ähnlich wie bei den Gaskomponenten hat sich der Stoffeintrag vor allem beim Sulfat-Schwefel seit Anfang 1990 erheblich reduziert. Die **Schwefeleinträge** in den Wäldern Brandenburgs sind auf den Freiflächen um fast 83 % auf 3-5 kg/ha im Jahr und unter Kiefer um fast 90 % auf 5-6 kg/(ha\*a) zurückgegangen. Diese Werte schwanken im Jahreseintrag nur geringfügig und liegen seit Mitte der 90er Jahre etwa auf dem gleichen Niveau.

Nach wie vor zeigt die langjährige Entwicklung der **Stickstoffeinträge** keine so stark abnehmende Tendenz wie bei den Schwefeleinträgen. Die Reduzierung der N-Einträge war bereits 1994 zu 90 % erreicht und weist seit 2000 einen leichten Aufwärtstrend auf, welcher durch jährliche Schwankungen in Größenordnungen von mehreren Kilogramm gekennzeichnet ist. Der Gesamt-Stickstoffeintrag betrug in den Waldgebieten des Landes Brandenburg (Level II- Flächen) im Jahr 2008 auf den Freiflächen 10 kg/ha und 15,7 kg/ha unter den Kiefern.



Entwicklung der Gesamt-Stickstoff – Einträge an Freiflächen in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg



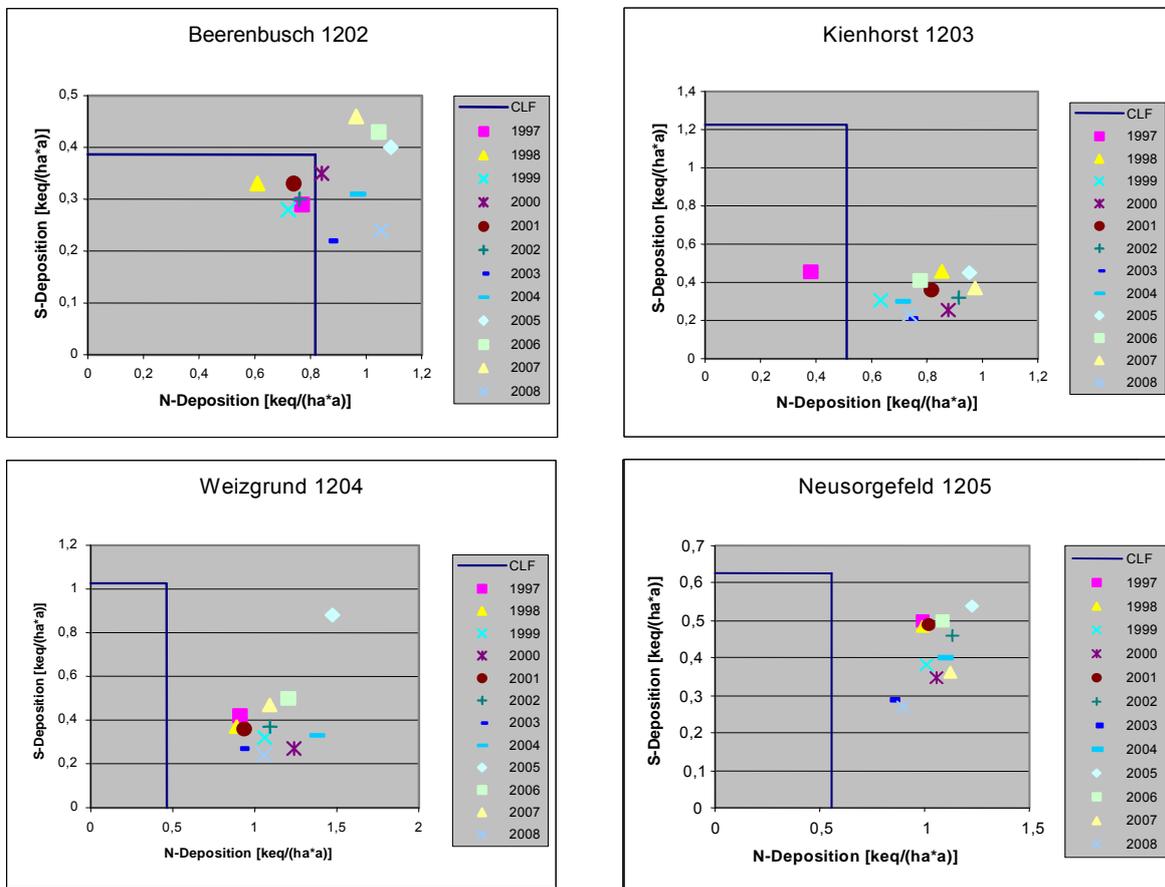
Entwicklung der Säure-Einträge an Freiflächen in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

Der aus der Summe der Einträge von Ammonium, Mangan, Eisen, Aluminium und Protonen berechnete **Säureeintrag** ist 2008 entgegen der sich seit 1999 abzeichnenden Tendenz eines Anstiegs gegenüber dem Vorjahr etwas niedriger.

### Critical Loads – Ökologische Belastungsgrenzwerte

Unter dem Begriff Critical Loads sind naturwissenschaftlich begründete Belastungsgrenzen zu verstehen, die für die Wirkung von Luftschadstoffen auf unsere Umwelt ermittelt werden. Die Einhaltung oder Unterschreitung solcher Belastungsgrenzwerte gibt nach heutigem Wissen Gewähr dafür, dass ein ausgewähltes Schutzgut, der ökologische Rezeptor, weder akut noch langfristig geschädigt wird. Die Schutzgüter oder Rezeptoren können ganze Ökosysteme

sein, Teile davon oder Organismen, aber auch Baudenkmäler oder besondere Materialien. Als Wert für die Critical Loads wird in quantitativer Abschätzung derjenige Schadstoffeintrag bestimmt, bei dessen Unterschreitung nach derzeitigem Kenntnisstand schädliche Effekte am betrachteten Schutzgut nicht zu erwarten sind. Im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit zum Umweltmonitoring wurden von der Gesellschaft für Ökosystemanalyse und Umweltdatenmanagement mbH an den Level II-Flächen der Länder Brandenburg und Berlin Berechnungen zur Belastbarkeit dieser Ökosysteme durch atmogene Einträge und der Überschreitung der kritischen Belastbarkeitsgrenzen für die Jahre 1997–2000 durchgeführt (BECKER et al., 2000)<sup>1</sup>. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass sich die Untersuchungsgebiete sowohl in den berechneten Critical Loads als auch in der Höhe der Überschreitung der Belastbarkeitsgrenzen z. T. deutlich unterscheiden. Die Reduzierung der Einträge säurebildender Luftschadstoffe (Verminderung der Schwefel-Einträge um ca. 90 %) hat seit Anfang der 90er Jahre zu einer erheblichen Verminderung der überlasteten Waldflächenanteile geführt. In Folge dessen werden an den Level II-Flächen des Landes Brandenburg seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1997 die Critical Loads für Säureeinträge aus Schwefel nicht mehr überschritten. Anders stellt sich die Situation bei der Beurteilung von Überschreitungen der Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff durch die Deposition von oxidierten und reduzierten Stickstoffverbindungen (NO<sub>x</sub>, NH<sub>y</sub>) dar. Die N-Einträge waren seit 1990 zwar ebenfalls um ca. 40 % rückläufig, zeigten danach jedoch keine wesentliche Veränderung mehr. Entsprechend hat es seither keine grundlegende Veränderung hinsichtlich der Überschreitung der Critical Loads für eutrophierende Stickstoffeinträge gegeben.



Critical Load-Funktionen (CLF) für ausgewählte Level II-Flächen im Verhältnis zu den Fremdstoffeinträgen der Beobachtungsjahre

<sup>1</sup> BECKER, R.; BLOCK, J.; SCHIMMING, C.-G.; SPRANGER, T. und WELLBROCK, N. (2000) : Critical Loads für Waldökosysteme – Methoden und Ergebnisse für Standorte des Level II-Programms. Arbeitskreis „Critical Loads“ der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Level II“. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML), Bonn 2000.

## 4 WALDSCHUTZSITUATION 2009

### Blatt- und Nadelfressende Insekten

Großen Einfluss auf das Waldschutzgeschehen hatte erneut die Witterung. Der außergewöhnlich warme und trockene Frühjahrsbeginn hat die aktuell auffälligsten Schadinsekten ganz unterschiedlich beeinflusst. Einerseits erhielt die Population der kiefern Nadelfressenden Forleule einen wirkungsvollen Dämpfer während des Falterfluges, auf der anderen Seite profitierten die Eiräupchen des Eichenprozessionsspinners von Sonne und Wärme sowie dem gleichzeitig schnellen Austrieb der Eichen. Es zeigt sich wieder, pauschale Einschätzungen zu den Auswirkungen von Klimaveränderungen und Witterungsextremen sind nicht möglich.



*Frisch geschlüpfte Eiräupchen des Eichenprozessionsspinners in Prozession am Eigelege (Foto: Möller)*



*Pflanzenschutzmitteleinsatz im Frühjahr 2009 (Foto: Schulz)*

Im Bereich der Oberförsterei Dippmannsdorf hatte sich das Befallsgeschehen des **Eichen-Prozessionsspinners** - auch durch die Insektizideinsätze 2008 - vorübergehend beruhigt. Im Bereich der Oberförstereien Borgsdorf und Finkenkrug wurde einer weiteren Ausbreitung durch Ausbringung des selektiven Bakterienpräparates Dipel ES mit Hubschrauber auf insgesamt 684 ha entgegengewirkt.

In diesem Jahr sind für Brandenburg neue Befallsorte registriert worden. Das sind nördlich des bisher auffälligsten Befallsgebiets in der Oberförsterei Borgsdorf die Oberförstereien Altruppin und Neudorf. Eine Zunahme von Befallsstärke und/oder Befallsfläche wurde aus den Oberförstereien Gadow, Neustadt, Wusterwitz, Ferch, Woltersdorf und Treuenbrietzen gemeldet. Für die nächsten Jahre ist mit einer weiteren Zunahme der Befallsflächen dieses Wärme liebenden Schmetterlings zu rechnen.

Neben der Überwachung, Prognose und Bekämpfung spielt auf Grund der Gesundheitsgefährdung durch die hoch allergenen Brennhaare der Raupen die Öffentlichkeitsarbeit eine zunehmende Rolle. Auf die Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften durch Waldarbeiter und Selbstwerber in den Befallsgebieten sollte, wenn eine Meidung der Bestände nicht möglich ist, unbedingt geachtet werden. Berücksichtigt werden muss, dass die Raupenhaare über mehrere Jahre aktiv bleiben können.

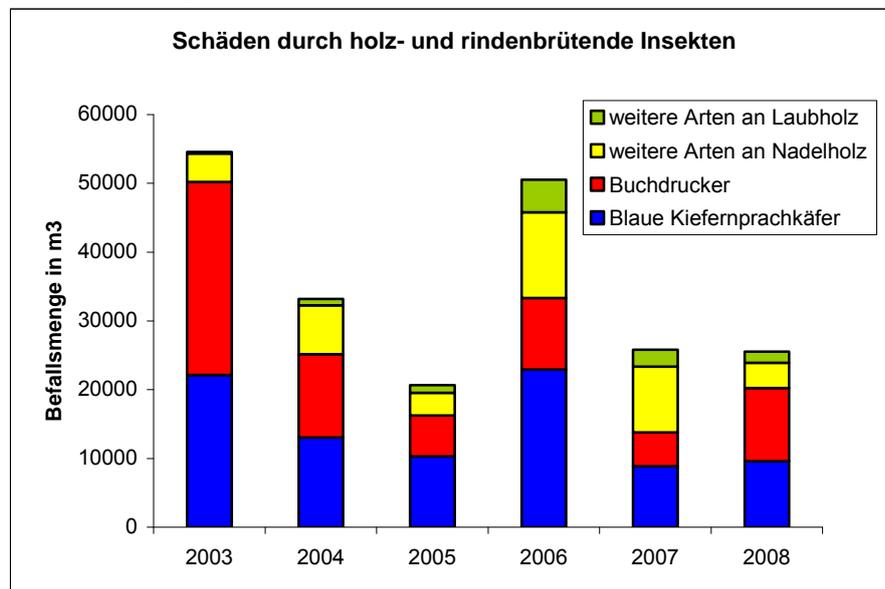
In den Betriebsteilen Doberlug-Kirchhain und Belzig wurden mit Beginn in den letzten Augustwochen bis Mitte September großflächige Fraßschäden durch die Larven der Gemeinen **Kiefernbuschhornblattwespe**, *Diprion pini*, sichtbar. Insgesamt sind 5.521,42 ha betroffen, davon wurden 269,38 ha als Kahlfraß eingeschätzt. Diese Pflanzensaugerwespen haben eine komplizierte Biologie, insbesondere die Ausbildung einer zweiten Generation im Sommer ist schwer zu prognostizieren, so dass das Fraßgeschehen in dem Ausmaß überraschend kam. Ein zeitig einsetzendes und warmes Frühjahr begünstigt aber im allgemeinen die Entwicklung der ersten Generation im Frühjahr und damit die Ausbildung einer zweiten, starken Sommergeneration.



Fraßschäden durch *Diprion pini* im Revier Eichholz (BT Doberlug-Kirchhain)  
September 2009 (Foto: Burigk)

### Holz- und rindenbrütende Insekten

Zu den holz- und rindenbrütenden Insekten an lebenden Bäumen zählen insbesondere die Borken-, Pracht-, Bock- und Rüsselkäfer, die durch ihren Fraß unter der Rinde oder im Holz Bäume schädigen und auch zum Absterben bringen können. Andererseits besiedeln diese Käferarten zumeist Bäume, die schon vorher kränkelten oder andere Schäden (z. B. durch Sturm oder Trockenheit) aufwiesen. Die nachfolgende Einschätzung basiert auf der flächendeckenden Waldschutzüberwachung in den Forstrevieren.



Schäden durch holz- und rindenbrütende Insekten von 2003 bis 2008

Von Juni 2008 bis Mai 2009 fielen in **Kiefernbeständen** 9596 m<sup>3</sup> Schadholz durch Blaue Kiefernprachtkäfer an, ein im Vergleich zu den Vorjahren ein relativ niedriger Wert. Der Befall durch Waldgärtner zeigt 2009 für den Kleinen Waldgärtner mit bisher 2037 m<sup>3</sup> Schadholz eine in den vorhergehenden Jahren nicht erreichte Dimension. Die diesjährige Schadholzmenge durch den Zwölfzähligen Kiefernborckenkäfer hat die Vorjahreswerte bisher noch nicht erreicht und liegt noch auf relativ niedrigem Niveau.

Von Juni 2008 bis Mai 2009 fielen vornehmlich in **Fichtenbeständen** 10635 m<sup>3</sup> Schadholz durch Buchdrucker an, was im Vergleich zum Vorjahr in etwa einer Verdoppelung der Schadholzmenge entspricht. In **Eichenbeständen** ist

die durch den wärmeliebenden Eichenprachtkäfer und den Eichensplintkäfer verursachte Schadholzmenge, die vorwiegend Stieleichen betrifft, seit 2007 rückläufig. Die weitere Entwicklung wird vom Verlauf der Eichenkomplexkrankheit und der Witterung der nächsten Jahre abhängen.

### Pilzliche Schaderreger und komplexe Ursachen

Bedingt durch die extrem trockene Witterung im April 2009 wurde das Infektionsgeschehen bei mehreren forstpathologisch relevanten Krankheitserregern stark eingeschränkt. Beispielsweise lassen die Meldungen zum Auftreten des Kieferndrehrostes (Erreger: *Melampsora pinitorqua*) einen deutlichen Rückgang der Befallsfläche im Vergleich zum Vorjahr erkennen. Eine Infektion der Kieferntriebe findet nur bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit im Frühjahr statt.

Ähnlich verhält es sich mit der Grauschimmelfäule an Maitrieben (Erreger: *Botrytis cinerea*). Auch dort hat sich der Wert im Vergleich zum Vorjahr reduziert. Der Erreger tritt nur bei feuchtkühler Frühjahrswitterung schädigend auf. Ein spürbarer Rückgang des Befalls wurde ebenso bei den Douglassieneschütten festgestellt. Als Ursache dafür sind die zum Teil gravierenden Niederschlagsdefizite im Frühjahr 2008 (geringe Luftfeuchtigkeit) anzuführen. Sporenfreisetzung und Nadelinfektion finden überwiegend in den Monaten Mai und Juni statt. Im Mittelpunkt des Schadgeschehens steht heute die **Rußige Douglassieneschütte** (*Phaeocryptopus gaeumannii*), welche auf allen drei Douglassien-Varietäten mit nahezu gleicher Intensität vorkommt. Nur noch lokal anzutreffen ist dagegen die **Rostige Douglassieneschütte** (Erreger: *Rhabdocline pseudotsugae*). Sie befällt vorzugsweise die in Europa kaum noch angebauten Varietäten *caesia* und *glauca*.

Demgegenüber hat die **Phomopsis-Krankheit** (Erreger: *Phacidium coniferarum* / Nebenfruchtform: *Allantophomopsis pseudotsugae*) aufgrund des verstärkten Douglassienanbaus im Land Brandenburg - speziell an jungen Bäumen - wieder größere Bedeutung erlangt. Der Erreger ist als Wund- und Schwächeparasit bekannt.

Einen besonderen Schwerpunkt bildete das **neuartige Eschentriebsterben**. Die Krankheit stellt für die Gemeine Esche einen massiven Belastungsfaktor dar (drastischer Anstieg der Schadfläche).

Eine Schlüsselstellung im Krankheitsgeschehen nimmt der früher nicht als Schaderreger wahrgenommene Kleinpilz *Hymenoscyphus albidus* (Nebenfruchtform: *Chalara fraxinea*) ein. Warum der genannte Pilz seit einigen Jahren zunehmend pathogen in Erscheinung tritt, ist noch nicht geklärt. Möglicherweise wird das Infektionsgeschehen durch veränderte klimatische Rahmenbedingungen begünstigt. Gegenwärtig kommt das neuartige Eschentriebsterben in nahezu allen Landschaftsbereichen Brandenburgs vor. Betroffen sind sowohl Waldbestände (Aufforstungen und Naturverjüngungen) und Bäume in der offenen Landschaft sowie Jungpflanzen in Baumschulen. Wegen des hohen Ausfallrisikos und des Fehlens wirksamer Bekämpfungsmöglichkeiten ist der Anbau von *Fraxinus excelsior* seit Ende September 2009 im Landeswald Brandenburgs bis auf weiteres untersagt. Es wird empfohlen, die Esche unter Beachtung der standörtlichen Gegebenheiten vorübergehend durch andere geeignete Baumarten zu ersetzen.



Krankheitsbild Eschentriebsterben

Schadfläche und Befallsvolumen der „**Ackersterbe**“ haben sich im Berichtsjahr reduziert. Den Schwerpunkt bilden noch immer Kiefernstangenhölzer auf Kippenstandorten im Süden Brandenburgs. Die Krankheit wird durch den Kiefern-Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*) verursacht. Um das Eindringen des Erregers in den Bestand nach der ersten Durchforstung (Primärinfektion) zu verhindern, wird seit 2008 die maschinelle Stubbenbehandlung mit dem konkurrierenden Pilz *Phlebiopsis gigantea* durchgeführt. *H. annosum* vermag sich auf den biologisch vorbehandelten Schnittflächen nicht zu etablieren. Effektiv ist diese prophylaktische Maßnahme aber nur in bislang noch befallsfreien oder wenig geschädigten Beständen. Wenn Durchforstungsmaßnahmen im Winter (bei vorhandener Schneedecke bzw. Temperaturen unter 0 °C) durchgeführt werden, ist die Infektionsgefahr ebenfalls sehr gering.

Beim **Eichensterben** ist 2009 ein weiterer Rückgang der Befallsfläche bzw. Schadholzmenge festzustellen.

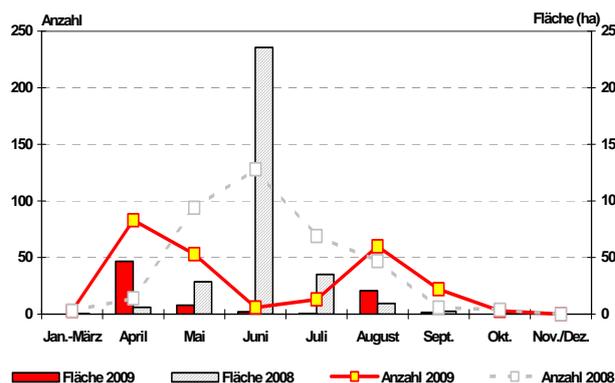
Zu erwähnen ist schließlich noch eine etwa seit Anfang August besonders in Beständen von Rot-Buche aufgetretene **verfrühte Laubverfärbung**. Die Symptome traten überregional auch in anderen Bundesländern auf. Bei diesem Phänomen handelt es sich vordergründig um eine physiologische Ursache. Offenbar haben meteorogene Einflüsse

eine entscheidende Rolle gespielt. Bemerkenswert ist auch der reichliche Fruchtansatz. Da die Knospen vital sind, kann mit einem normalen Austrieb der Buchen im kommenden Jahr gerechnet werden.

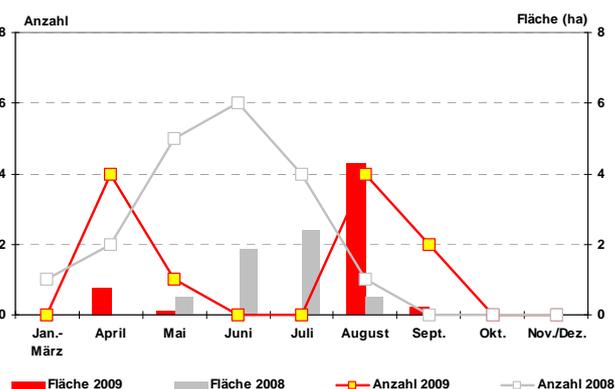
### Waldbrandbilanz

Bis Ende 2009 verursachten insgesamt 256 Brände Schäden an 93,98 ha Wald in Brandenburg. Gegenüber dem Vorjahr sind Anzahl, Fläche und durchschnittliche Brandfläche wieder deutlich geringer. Die Schadflächen konzentrierten sich entsprechend den Witterungsbedingungen auf April und August, während im Vorjahr der Schwerpunkt des Waldbrandgeschehens im Juni lag.

In Berlin traten 2009 insgesamt 11 Brände mit einer insgesamt betroffenen Fläche von 5,33 ha auf. Die witterungsbedingten Schwerpunkte lagen vergleichbar zu Brandenburg.

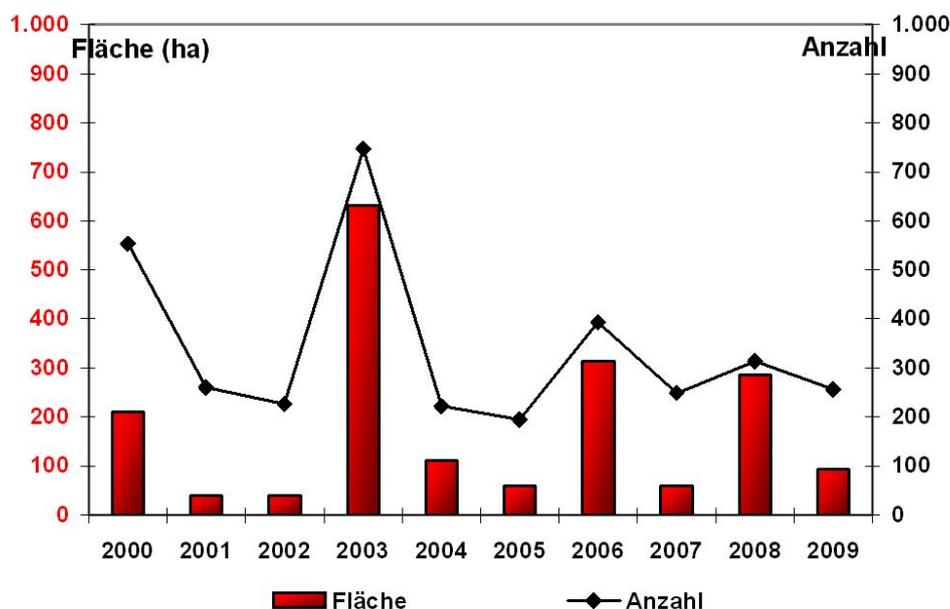


Waldbrandbilanz Brandenburg 2009 (einschließlich Bundesforsten) im Vergleich mit 2008



Berliner Forsten - Waldbrandbilanz 2009 und Vergleich mit 2008

Im Vergleich zum Waldbrandgeschehen seit 2000 war 2009 ein eher ruhiges Jahr. Hier dominieren die Trockenjahre Jahre 2003 und 2006 sowie auch das Jahr 2008 mit dem mit dem extrem niederschlagsarmen Mai bis Juli.



Waldbrandbilanz der Jahre 2000 – 2009 Land Brandenburg (einschließlich Bundesforst-Hauptstellen)

## 5 ERGEBNISSE DER BODENZUSTANDSERHEBUNG (BZE)

Im Rahmen der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-2) wurden auf den Punkten der Waldzustandserhebung 2006/2007 bodenkundliche Untersuchungen durchgeführt. Betrachtet man die aus der jährlichen Kronenzustandserhebung resultierenden Daten als eine Art „Fieberkurve des Waldes“, so geben die Resultate der Bodenzustandserhebung Aufschluss über mögliche chronische und langfristig verursachte „Erkrankungen“ der Waldökosysteme. Der Boden reagiert im Vergleich zu den Bäumen wesentlich träger und spiegelt die Einflüsse, die auf den Wald wirken noch über Jahrzehnte hinweg wider. Die erste Erhebung (BZE-1) fand in Brandenburg im Jahr 1992 statt.

Seit kurzem liegen die Laborergebnisse zu den Bodenproben vor, die an insgesamt 159 Punkten entnommen wurden. Die Wiederholungsinventur baute auf den methodischen Vorgehensweisen der Erstinventur auf, wodurch sicher gestellt wird, dass ein Vergleich der erhobenen Kenngrößen zwischen den beiden Erhebungszeiträumen möglich ist. Ob und in welchem Maße sich die Waldböden hinsichtlich ihres Säure-Basen- und Stickstoffzustandes verändert haben, ist gerade für den Wald in Brandenburg eine brisante Fragestellung. Die Dynamik des Oberbodenzustandes hängt erheblich von den atmosphärischen Stoffeinträgen ab, welche sich seit Anfang der 1990er Jahre – d.h. seit Durchführung der ersten bundesweiten Bodenzustandserhebung – drastisch verändert haben. Bis zum Zeitpunkt der BZE-1 zählte insbesondere das südliche Brandenburg zu den am stärksten immissionsbelasteten Gebieten Mitteleuropas. Neben der fast flächendeckenden Stickstoffbelastung überlagerten sich regional in unterschiedlichen Intensitäten Einträge saurer Schwefelverbindungen mit pufferwirksamen Staubeinträgen aus Flugaschen der Braunkohleindustrie. Durch Anlagenstilllegungen, Einführung der Rauchgasentschwefelung und den Einsatz emissionsärmerer Energieträger reduzierte sich die atmosphärische Stoffdeposition. Durch den Wegfall der Staubeinträge wuchs, die relative Bedeutung der Säuredeposition für die Ausbildung des Säure-Basenzustandes der Oberböden. Anhand von Stoffbilanzen auf den Intensivmessflächen des forstlichen Umweltmonitoring konnte gezeigt werden, dass die Basenvorräte der ehemals durch Staubeinträge aufgebasten Standorte mittlerweile nahezu erschöpft sind. Mit den Ergebnissen der zweiten Bodenzustandserhebung lässt sich überprüfen, ob diese Einzelbefunde auf die Fläche übertragen werden können bzw. für welche Boden- und Standortstypen sie zutreffen.

*Atmosphärische Stoffeintragsmengen zur Zeit von BZE-1 und BZE-2 im Vergleich*

Element	Zeitraum vor der BZE-1 <sup>1)</sup>		Zeitraum vor der BZE-2 <sup>2)</sup>	
	Nord-Brandenburg	Süd-Brandenburg	Nord-Brandenburg	Süd-Brandenburg
Schwefel [kg/ha,a]	27,2	63,0	4,7	5,3
Stickstoff [kg/ha,a]	13,5	12,6	7,3	8,6
Calcium [kg/ha,a]	23,8	50,9	4,5	4,9

<sup>1)</sup> nach Depositionsmessungen 1986-1989 von SIMON & WESTENDORF (1991)

<sup>2)</sup> nach Messungen auf den Level II-Dauerbeobachtungsflächen 1996-2004

### Basensättigung und Versauerungszustand

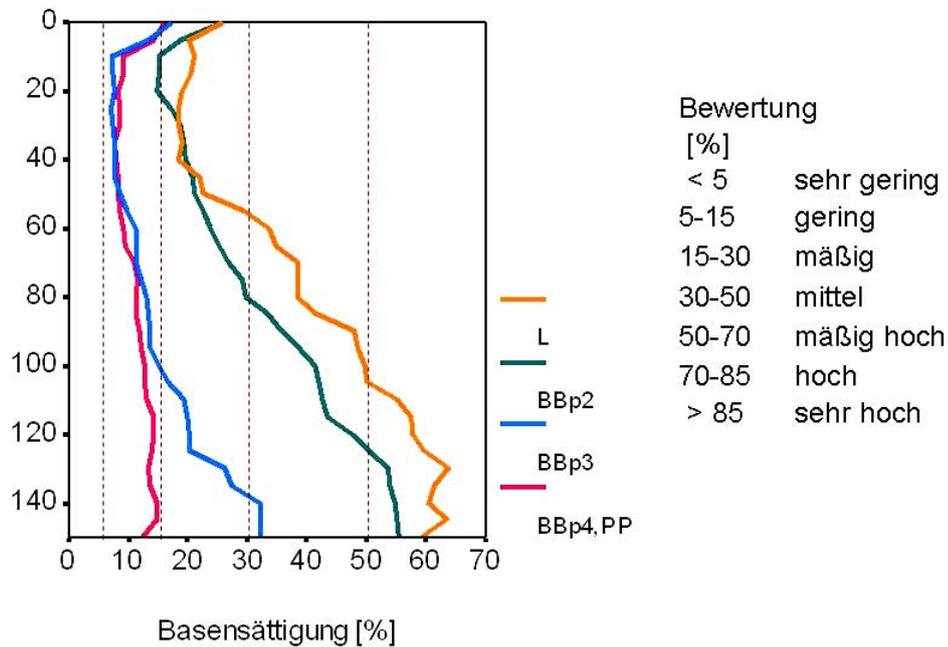
Bei der Auswertung der Bodenzustandsdaten hinsichtlich des Säure-Basen-Zustandes wurde zwischen vier verschiedenen Hauptbodentypen differenziert. Die Grafik stellt die Tiefengradienten der Basensättigung als Mittelwerte dieser Bodentypen dar.

Die Basensättigung gilt als Indikator für die Elastizität der Böden gegenüber Säurebelastung bzw. für die Möglichkeit der Standorte, diese Säurebelastung ohne negative ökologische Konsequenzen zu puffern. Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Bodentypen. Ausreichend Pufferkapazität ist bei den schwach podsoligen Braunerden und Lessivés vorhanden. Hier liegen die Basensättigungen im Oberboden im *mittleren* und im Unterboden sogar im *mäßig hohen* Wertebereich. Sehr ungünstig stellen sich hingegen die Verhältnisse bei stark podsoligen Braunerden und Podsolen dar. Bis mindestens 150 cm Tiefe ist bei diesen Böden kein nennenswerter Anstieg der durchgängig als *gering* einzustufenden Basensättigungsgrade zu verzeichnen. Infolge der Entbasung muss auf diesen Standorten von einer beeinträchtigten Säurepufferfunktion der Böden ausgegangen werden.

Bei den nährstoffarmen Standorten mit Podsol und stark podsoliger Braunerde ist der weitaus größte Teil der Nährelementvorräte im humosen Oberboden und der Humusaufgabe gespeichert. Die „nachschaufende Kraft“ des mineralischen Untergrundes spielt hier für die Pflanzenversorgung nur eine gegenüber dem sogenannten „kleinen Stoffkreislauf“ untergeordnete Rolle.

Hauptbodentypen für die stratifizierte Auswertung der BZE-Daten

Kürzel	Hauptbodentypen	Häufigkeit [%]	Nährkraft
L	Parabraunerden, Fahlerden (=Lessivés)	14	sehr hoch bis mittel
BBp2	schwach podsolige Braunerden	37	hoch bis mittel
BBp3	mäßig podsolige Braunerden	26	mittel bis gering
BBp4,PP	stark podsolige Braunerden sowie Podsole und Übergangstypen	23	gering bis sehr gering



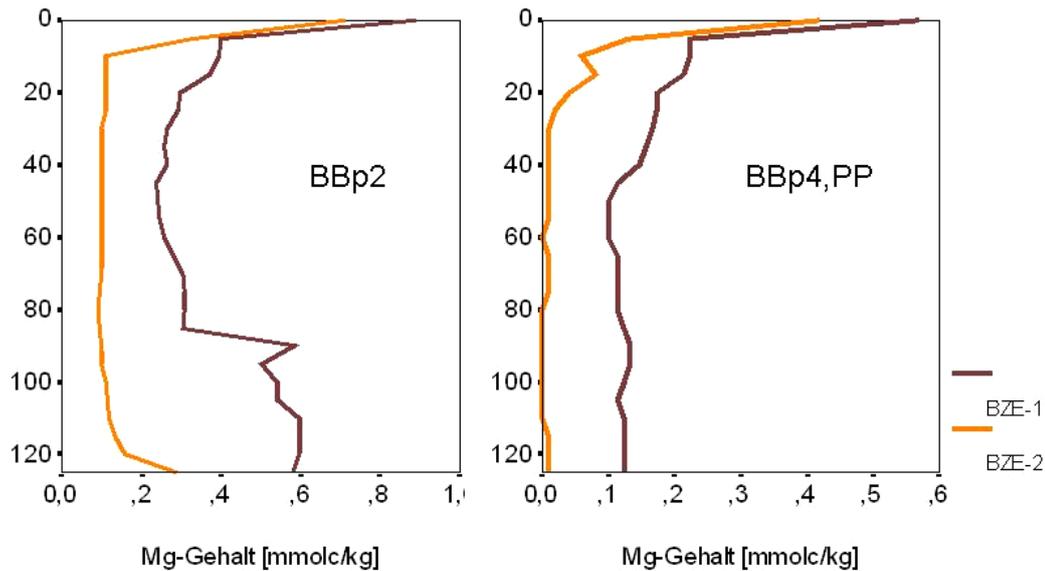
Mittelwerte der Basensättigung (%) differenziert nach Haupt-Bodentypen als Funktion der Bodentiefe

Dies zeigt sich besonders drastisch am Beispiel des Nährelementes Magnesium, für das die pflanzenverfügbaren Elementkonzentrationen im Untergrund aktuell häufig unterhalb der laboranalytischen Nachweisgrenze liegen. Der Vergleich mit den BZE-1-Daten zeigt überdies, dass sich die Mg-Konzentrationen insbesondere auf diesen Standorten seit der Ersterhebung 1992 deutlich verringert haben. Allerdings ist fraglich, ob sich die Tendenz der Basenverarmung zukünftig so drastisch fortsetzen wird oder ob sich auf diesen Standorten bereits ein Gleichgewichtszustand auf sehr niedrigem Niveau eingestellt hat.

Stickstoffstatus

Der über Jahrzehnte andauernde atmosphärische Stickstoffeintrag aus Landwirtschaft, Verkehr und Industrie hat zur Folge, dass sich die Stickstoffaufnahme-fähigkeit der Waldökosysteme zunehmend reduziert. In der Waldschadensforschung wurde in diesem Zusammenhang der Begriff der „Stickstoffsättigung“ geprägt. Hinweise auf „Stickstoffsättigung“ bestehen, wenn die eingetragenen Stickstoffmengen und die Netto-N-Mineralisation weder in Mehrzuwachs noch im Humus gespeichert werden können und verstärkt Nitratauswaschung erfolgt.

Der Stickstoffbelastung wird neben der Bodenversauerung und Basenverarmung eine maßgebliche Rolle im Ursachenkomplex „neuartiger Waldschäden“ beigemessen.



Magnesiumgehalte als Funktion der Tiefe für die Haupt-Bodentypen schwach podsolige Braunerden (BBp2) und stark podsolige Braunerden bis Podsole (BBp4,PP) im Vergleich von BZE-1 und BZE-2

Im Rahmen der BZE-2 erfolgte erstmals die direkte Analyse der Nitratkonzentration im Untergrund der Inventurflächen, um gegenüber der BZE-1 zu verlässlicheren Aussagen zur Nitratverlagerung zu gelangen. Unter Einbeziehung eines Wasserhaushaltsmodells lassen sich aus diesen Messwerten Nitrataustragsmengen berechnen.

Die erfassten Nitratkonzentrationen und –austräge sind Beleg für eine Stickstoffbelastung der brandenburgischen Waldökosysteme von regional unterschiedlichem Ausmaß.

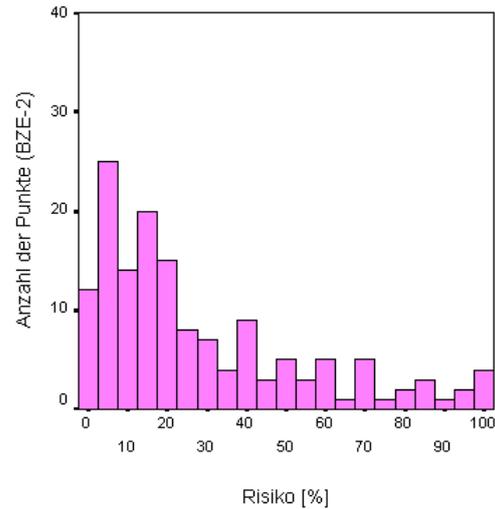
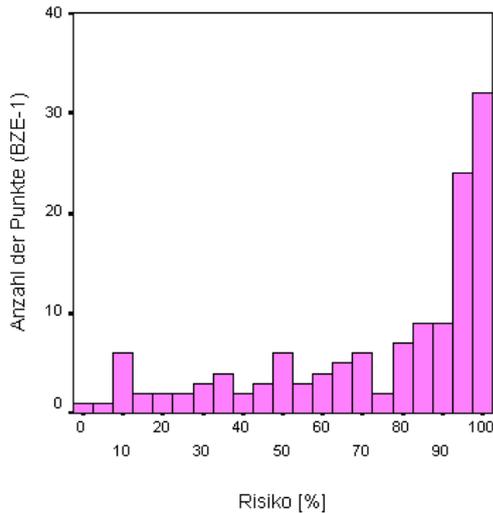
Nitratgehalte unterhalb des Wurzelraumes von weniger als 2,5 mg l<sup>-1</sup>, wie sie typisch sind für unbeeinflusste, natürliche Waldstandorte, treten nur auf einer Minderheit der Standorte auf (14 % der Stichprobe). Der Schwerpunkt der Nitratkonzentration befindet sich mit einem Flächenanteil von 56 % im Bereich von 2,5-10 mg l<sup>-1</sup>. Bei 11 % der Inventurbestände liegt eine Überschreitung des Richtwertes 25 mg l<sup>-1</sup> vor; bei 4 % wird der Grenzwert der Trinkwasserordnung<sup>2</sup> (50 mg l<sup>-1</sup>) überschritten.

Auf statistischem Wege wurde mit Hilfe einer Risikoanalyse eine Schätzfunktion ermittelt, um die Nitratverlagerungsgefahr anhand von Bodenmerkmalen, die auch für die BZE-1 vorliegen, zu bestimmen. Die Risikogruppe wurde hierbei durch Stickstoffausträge > 4 kg ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup> sowie Nitratkonzentrationen im Untergrund > 10 mg l<sup>-1</sup> definiert.

Auf der Grundlage dieser Schätzfunktion wurden die Risikowerte, d.h. Eintrittswahrscheinlichkeiten für „Stickstoffsättigung“ bzw. erhöhte Nitratverlagerung, von BZE-1 und BZE-2 vergleichend gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass das Risiko der Nitratauswaschung zwischen den beiden Inventuren erheblich abgenommen hat. Die ausgewerteten BZE-Punkte (ausschließlich grundwasserferne Standorte) waren mithin zu Zeiten der BZE-1 noch wesentlich stärker stickstoffbelastet als heute.

Dieser Befund entspricht dem Rückgang der atmosphärischen N-Einträge, sollte aber nicht die gegenwärtige Stickstoffsituation in unseren Waldökosystemen verharmlosen. Die unverändert hohen durchschnittlichen Stickstoffvorräte im Boden sowie hohe N-Nadelspiegelwerte der Kiefer machen deutlich, dass immer noch vielerorts die Gefahr von Ernährungsdisharmonien durch ein Stickstoffüberangebot besteht. Der dargestellte Vergleich zwischen BZE-1 und BZE-2 zeigt aber, dass die extreme N-Belastung der 1980er Jahre, die eine destabilisierende und in letzter Konsequenz bis zum Absterben von Beständen reichende Wirkung in den Brandenburgischen Kiefernforsten nach sich zog, in dieser drastischen Form heute tatsächlich nicht mehr gegeben ist.

<sup>2</sup> TrinkwV vom 21. Mai 2001, BGBl I 2001 S. 959ff. in Umsetzung der EG-Richtlinie 83/98 (CELEX Nr: 398L0083) „über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (98/83/EG) in nationales Recht.



Häufigkeitsverteilungen der Risikowerte für erhöhte Nitratverlagerung als Indikator für „Stickstoffsättigung“ zum Zeitpunkt der BZE-1 und BZE-2

### Ausblick

Der vorliegende Beitrag veranschaulicht exemplarisch anhand des Säure-Basen-Zustandes und der Stickstoffsättigung Auswertungs- und Interpretationsmöglichkeiten von Bodeninventurdaten des forstlichen Umweltmonitoring. Die weiteren Analysen der BZE-2-Daten werden sich schwerpunktmäßig den folgenden Fragenkomplexen widmen:

- Bedeutung des Bodenzustands für die Waldernährung, das Waldwachstum und die Vitalität der Bestände
- Bedeutung von speziellen Bodenbelastungen z.B. durch Schwermetalle und organische Schadstoffe
- Risiken, die sich aus Bodenbelastungen für die Grund- und Quellwasserqualität ergeben
- Beitrag der Waldböden zur Kohlenstoffspeicherung
- Dynamik von Bodenveränderungen unter dem Einfluss der Klimaentwicklung
- Auswirkungen von Wasserhaushalt und Klima auf die Baumvitalität
- Wirkungen von waldbaulichen Maßnahmen auf die Bodenfruchtbarkeit und die Stabilisierung der Waldökosysteme.

Insbesondere in Verbindung mit der gegenwärtig angelaufenen Bodenzustandserhebung auf dem brandenburgischen 8x8 km Raster der Bundeswaldinventur und dem Projekt „Dynamische Regionalisierung“ des Landeskompetenzzentrums Forst wird langfristig ein flächenbezogenes Wasser- und Nährstoffmanagement der Wälder angestrebt. Damit können sich waldbauliche Entscheidungen unter der Prämisse einer nachhaltigen Waldnutzung zukünftig verstärkt auf ökosystemare Stoffbilanzen sowie Szenarien zur Wasserverfügbarkeit unter veränderten Klimabedingungen stützen

## 6 ENTWICKLUNG DES ERNÄHRUNGSZUSTANDES AN LEVEL II-FLÄCHEN

Zur Beurteilung der ökologischen Eigenschaften und der Leistungsfähigkeit von forstlichen Standorten ist die Einschätzung des chemischen Bodenzustandes und des Nährstoffhaushaltes erforderlich. Im Zusammenhang mit den sogenannten neuartigen Waldschäden wurden von Anfang an Ernährungsstörungen als symptomatische Befunde diskutiert. Nadel-/Blattanalysen dienen der Einschätzung des aktuellen Ernährungszustandes der Waldbäume und geben Hinweise auf potenzielle Ernährungsstörungen. Daneben können sie auch als akkumulative Bioindikation für die Belastungssituation der Waldstandorte durch Immissionen und atmogene Stoffeinträge dienen.

Grundlage der Bewertung der Analysedaten ist die Kenntnis von Normgehalten. Wegen der komplexen Zusammenhänge zwischen Vorräten, Verfügbarkeiten, gegenseitiger Beeinflussung von Stoffflüssen, Quellen und Senken einzelner Elemente gibt es keine einfachen, allgemeingültigen Kennwerte. Bereits die wechselseitigen Beziehungen zwischen Wasserhaushalt und Nährstoffversorgung erschweren eine Bewertung.

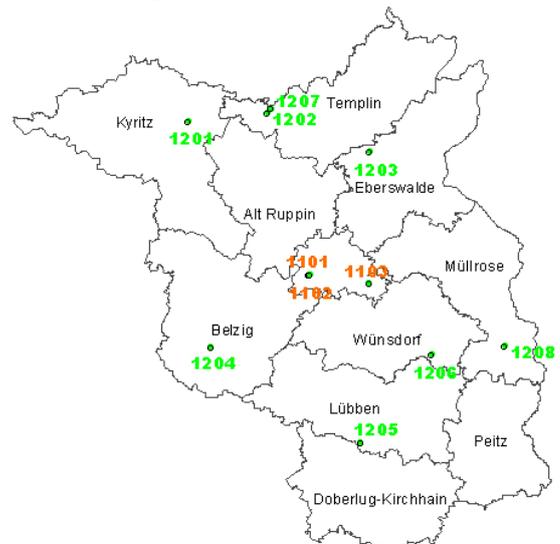
An den Level II-Standorten der Region mit Kiefernbeständen im Altersbereich von 60 – 100 Jahren auf ziemlich armen bis mäßig nährstoffversorgten Sandstandorten werden seit 1994 jährlich in der Vegetationsruhe an jeweils 5 Bäumen Nadelproben genommen und auf Nährstoffgehalte analysiert.

Damit liegen nun bereits 15 jährige Reihen der Ernährungsdynamik und Schadstoffbelastung an einem relativ einheitlichem Probenkollektiv vor.

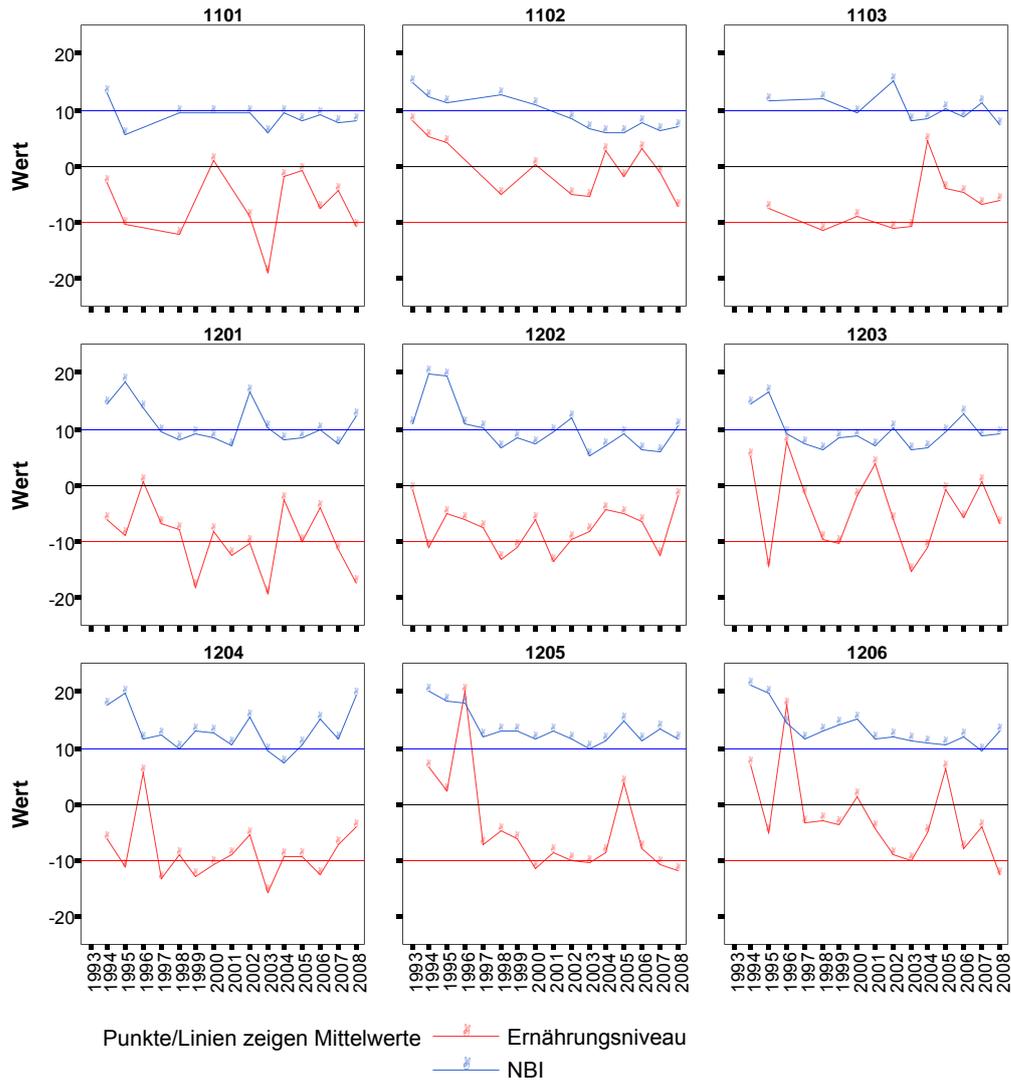
Die im vorstehenden Kapitel zur Bodenzustandsinventur angeschnittenen Fragestellungen zur Auswirkung der historischen und aktuellen Fremdstoffbelastung auf die Bodenzustandsentwicklung lassen vor allem Reaktionen im Hinblick auf die Stickstoff-Ernährung sowie die Versorgungssituation mit Kalzium und Magnesium erwarten. Der Rückgang der Schadstoffbelastung sollte sich anhand der Schwefel- und Schwermetallanalysen erkennen lassen.

Die Pflanzen regulieren ihren Nährstoffgehalt sowohl hinsichtlich der Konzentrationen als auch der Elementverhältnisse in einem relativ engen Rahmen. Störungen der Nährelementversorgung kommen somit sowohl in der Abweichung der Elementgehalte in den Nadeln bzw. Blättern von der Norm als auch z.T. deutlicher in den Relationen der Elementgehalte zu den übrigen Nährelementen zum Ausdruck. Diese Nährelementverhältnisse nutzt das aus der Landwirtschaftlichen Düngungsberatung stammende DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System). Für jeden einbezogenen Nährstoff wird aus dem Vergleich mit Normverhältnissen ein Nährelementindex berechnet, dessen absolute Größe den Grad der Abweichung der Nährstoffkonzentration von einem ausgewogenen Normverhältnis zu allen anderen Nährstoffen charakterisiert, das Vorzeichen gibt die Richtung der Abweichung an. Die Summe der Beträge aller untersuchten Nährstoffindices NBI (Nutrient Balance Index) ist ein Maß für die allgemeine Ausgewogenheit der Ernährung.

Das Ernährungsniveau als Summe der prozentualen Abweichung der Konzentrationen der Makronährelemente im ersten Nadeljahrgang der Kiefern vom Normzustand liegt optimal bei Null. Das wird bei relativ großen jährlichen Schwankungen im Mittel mit –10 % eher unterschritten. Eine Ausnahmen davon bildet die Flächen 1102, die ein zeitlich relativ stabiles optimales Ernährungsniveau aufweist. Hohe jährliche Differenzen und eine sinkende Tendenz des Ernährungsniveaus weisen die Flächen 1205 und 1206 im historisch stärker immissionsbelasteten Süden Brandenburgs auf. An allen Flächen sind die negativen Abweichungen des Ernährungsniveaus auf die Nährelementkonzentrationen von Kalzium und Magnesium zurückzuführen. Allein an der im Jahr 1986 gekalkten und mit Magnesium gedüngten Fläche 1102 ist in der zeitlichen Entwicklung eine deutliche Verbesserung des Ernährungsniveaus mit diesen Nährelementen und damit im Zusammenhang auch eine zunehmend ausgewogene Ernährung festzustellen. Der NBI (Nährstoffgleichgewicht) bleibt nach anfänglicher Harmonisierungstendenz relativ konstant abweichend von der Norm (Null) bei etwa 10 bestehen. An der Fläche 1204 tritt ein wieder zunehmendes Ungleichgewicht aufgrund starker Magnesiumdefizite seit 2005 auf.

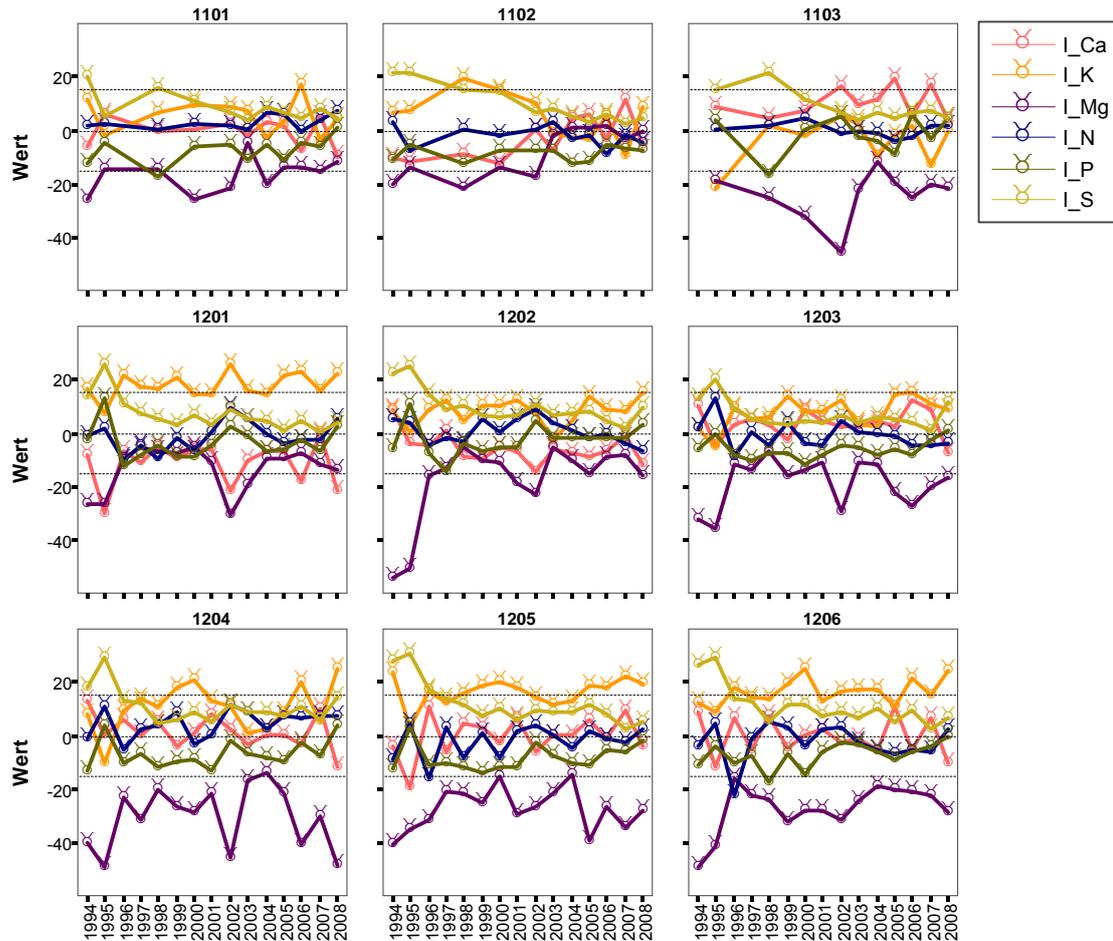


Lage der Level II Flächen in der Region



Entwicklung des **Ernährungsniveaus** als Summe der Abweichungen (in Prozent) vom ausreichend – optimalen Versorgungsniveau der Makronährelemente (N, P, K, Ca, Mg, S) sowie des **Nährstoffgleichgewichtsindex NBI** (Nutrient Balance Index) als Summe der Absolutwerte der Abweichungen der Nährelementverhältnisse der Makronährelemente von der Norm an Kiefern-Dauerbeobachtungsflächen in der Region Brandenburg Berlin

Die Nährstoff-Indices für Stickstoff sind im Beobachtungszeitraum von 1994 bis 2008 nicht angestiegen und liegen überwiegend im Normbereich ausgewogener Verhältnisse zu den anderen Makronährstoffen. Eine Ausnahme bildet hier die Fläche 1204 im Hohen Fläming die einen gleichbleibend erhöhten N-Index aufweist. Erwartungsgemäß ist der Schwefel-Index mit Wegfall der Immissionsbelastung von über 20 auf <10 deutlich reduziert. Der Kalzium-Index hält sich noch relativ unauffällig im Normbereich, während der Magnesium-Index überwiegend sehr hohe Abweichungen von den Normverhältnissen aufweist. Dabei wies die zeitliche Entwicklung zunächst s auf eine Harmonisierung auch der Magnesiumernährung hin. Sie ist aber bis ca. 2000 zum Stillstand gekommen. An den Flächen 1204 und 1205 nimmt die Disharmonie durch relativen Magnesiummangel wieder deutlich zu. Allein an der 1986 gekalkten und auch mit Magnesium gedüngten Fläche 1102 hat sich seit 2003 der Mg-Index auf die Norm bei Null eingeregelt und sind auch die übrigen Nährelement-Indices weitestgehend innerhalb der Norm.

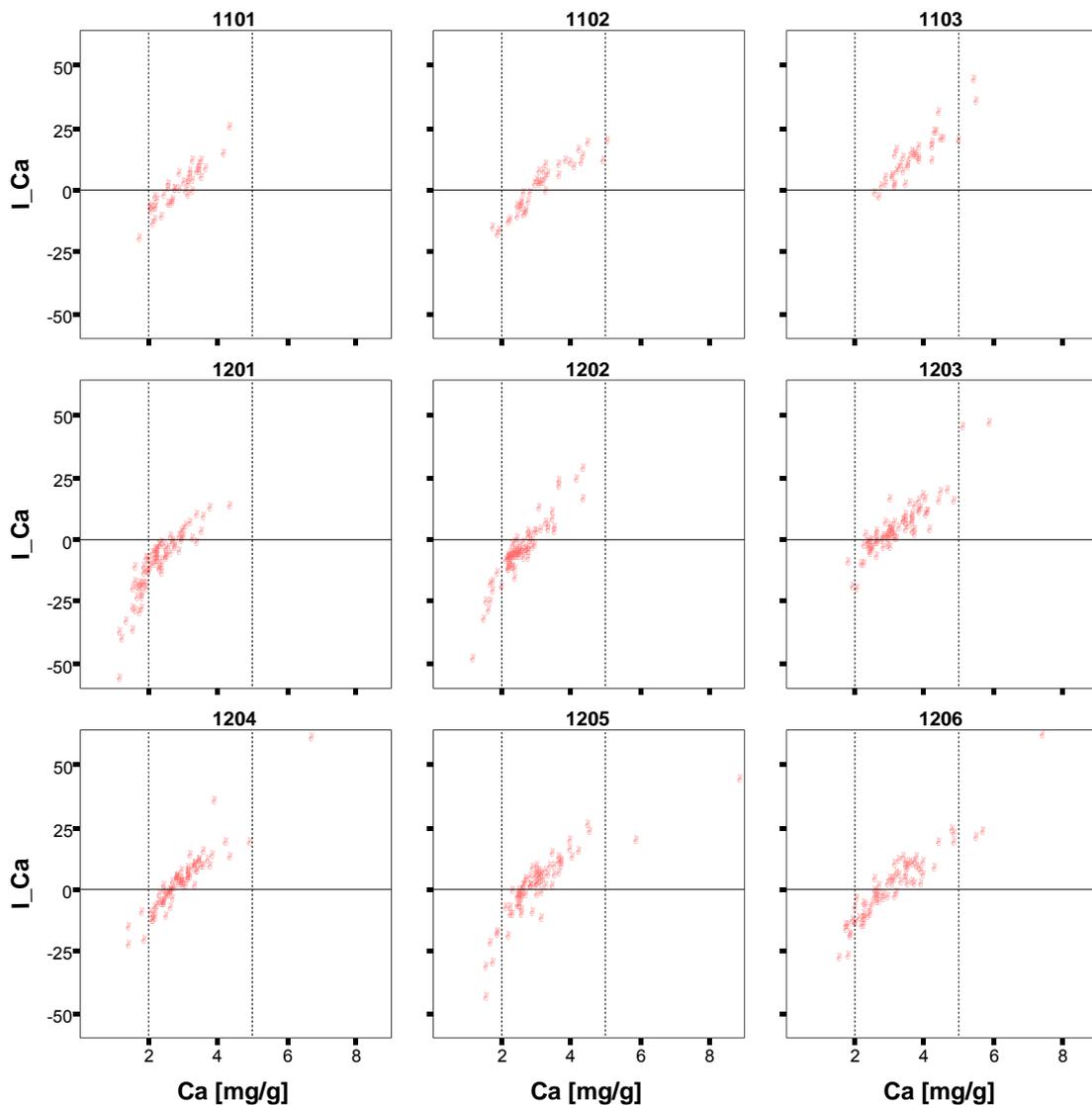


Entwicklung der DRIS – Nährstoffindices der Makronährelemente an Dauerbeobachtungsflächen (Kiefer, 1. Nadeljahrgang)

Die Phosphor-Indices weisen nur geringe Abweichungen und eine zunehmende Harmonisierung auf. Damit deutet die DRIS – Bewertung eher auf eine Verbesserung der Phosphorversorgung, denn auf eine Verschärfung des latenten Mangels.

Die Kalium-Indices sind überwiegend hoch und stabil, ein Kalium-Mangel erscheint daher eher unwahrscheinlich. Insgesamt auffällig ist die deutlich große Disharmonie der Ernährungssituation der historisch stärker mit Fremdstoffeinträgen belasteten Flächen 1204, 1205 und 1206. Auch die Berliner Fläche in Köpenick (1103), die durch historische Einträge von Flugstäuben und Kalkstaub aus der Rüdersdorfer Zementproduktion belastet wurde zeigt noch immer die nachhaltigen Störungen des Nährstoffkreislaufs in den Nährstoffindices an.

Die positive Entwicklung zu ausgewogenen Ernährungsverhältnissen nach Reduzierung der Fremdstoffbelastung (Schwefel, Stäube, Blei) aber auch durch zunehmenden Laubholz-Unterstand (1101, 1202, 1205, 1206) sowie auch durch Kalkung und Mg-Düngung (1102) weisen auf die Möglichkeiten zur Unterstützung der Forstökosysteme zur Entwicklung nachhaltig ausgewogener Ernährungsbedingungen hin. Mit der Auswertung der Ernährungsinventur im Rahmen der BZE<sup>2</sup> werden weitere Ergebnisse die Notwendigkeit von Maßnahmen zum integrierten Nährstoffmanagement abschätzen lassen. Die bisherige Entwicklung der Ernährungssituation deutet auf zunehmende Probleme zunächst bei der Magnesiumversorgung teilweise aber auch der Kalziumversorgung hin. Da Ernährungsstörungen auch die Abwehr von pilzlichen Pathogenen oder Insekten beeinflussen ist neben den klimatischen Veränderungen auch hierin eine Ursache für zunehmende biotische Schäden durch bisher nicht als Forstschädlinge in Erscheinung getretene Arten. Die durch die Rauchgas-Entschwefelung und z. B. die Durchsetzung bleifreier Kraftstoffe schon erreichten Entlastungen der natürlichen Stoffkreisläufe können auch Mut machen, die übernommene Verantwortung für die nachhaltige Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes auch in Krisenzeiten zu vertreten.

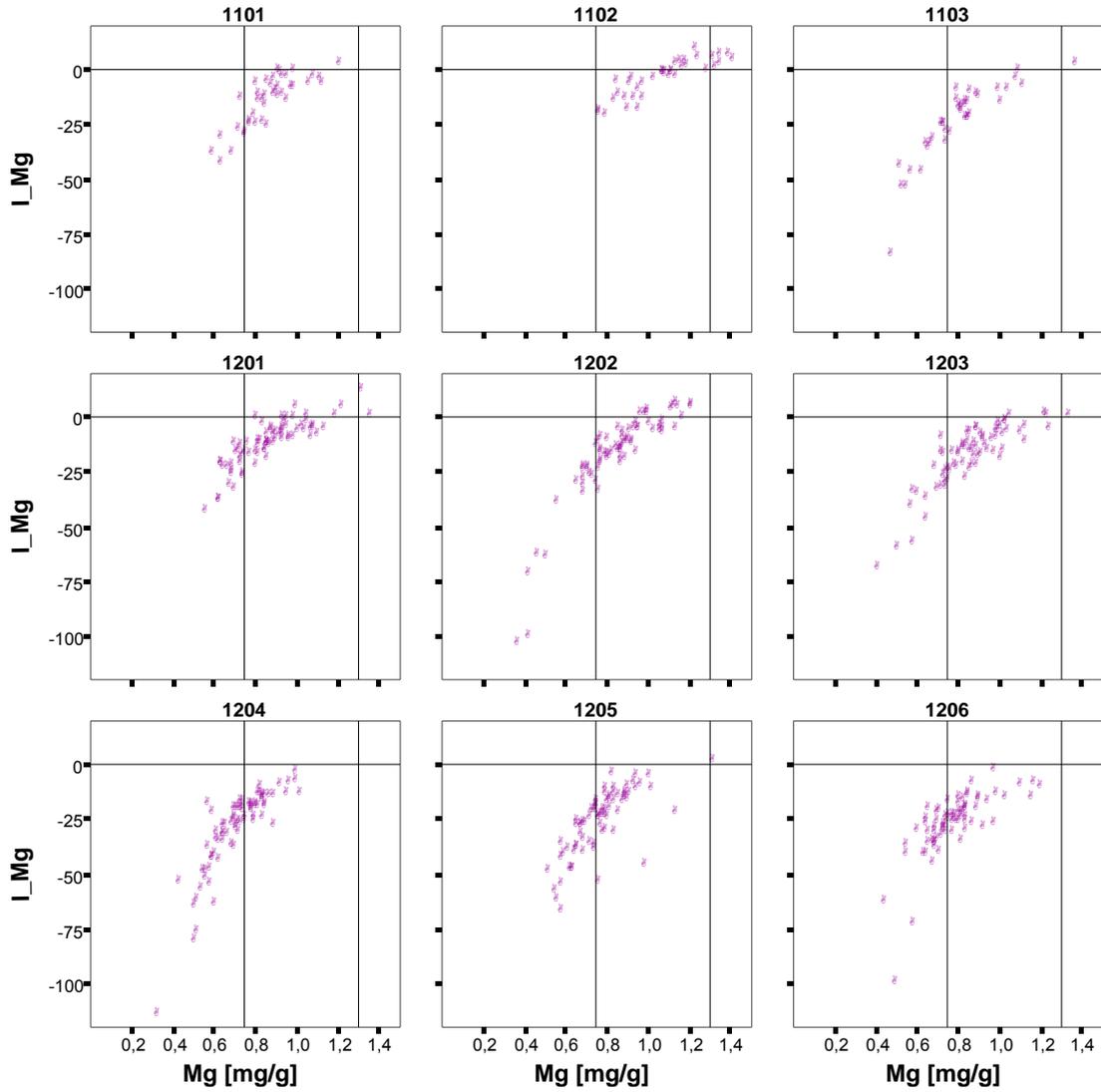


*Kalzium-Konzentration (Abszisse) Bezugslinien begrenzen den Bereich zwischen Mangel und Überversorgung in Relation zum DRIS Ca-Index (Ordinate) mit Zielwert 0 von Kiefern-Nadeln 1. Jahrgang im Zeitraum 1994 – 2008*

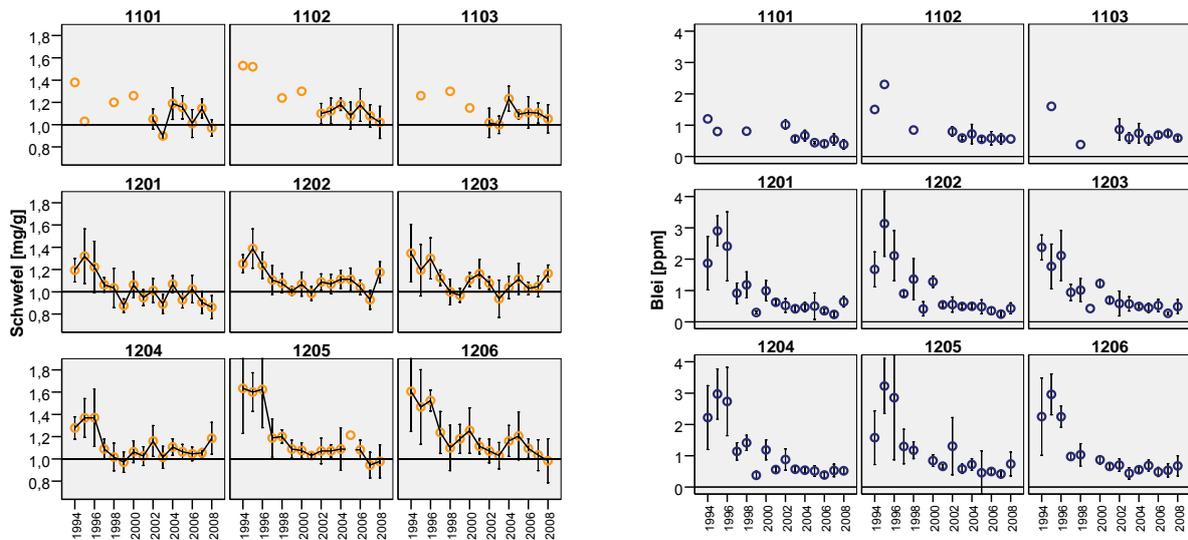
Die Kalzium-Versorgung der Kiefernforsten erscheint im Berliner Grunewald (1101, 1102) relativ unproblematisch. Die Nadelspiegelwerte bewegen sich im Rahmen von ausreichender bis optimaler Werte, während die DRIS-Bewertung der Relation zu den anderen Makro-Nährelementen ihren Schwerpunkt im Optimum hat. Abweichend zeigt sich in Köpenick (1103) ein relativer Ca-Überschuss.

In Brandenburg trat vor allem an der Fläche 1201 (Natteheide) aber auch an den Flächen 1202 (Beerenbusch) und 1205 (Neusorgefeld) zumindest zeitweilig eine relativ geringe Ca-Versorgung auf. Der DRIS – Ca -Index liegt im Schwerpunkt an den Flächen 1201 und 1202 bereits unterhalb des optimalen Verhältnisses zu den anderen Nährelementen und damit im relativen Mangel.

Für die Magnesium-Versorgung stellt sich die Situation noch wesentlich dramatischer dar. Mit Ausnahme der Fläche 1102 (Grunewald) ist sie an keiner weiteren Fläche als ausreichend zu beurteilen. Noch relativ günstig ist die Versorgungssituation an der Fläche Grunewald (1101) sowie den beiden Flächen 1201 und 1202 einzuschätzen, wo die Mangelbedingungen zeitlich begrenzt auftraten und der Mg-Index zumindest zeitweilig im Bereich des Gleichgewichts zu den anderen Nährelementen ist. Dagegen scheinen die Kiefern an den Flächen 1203 bis 1206 wie auch 1103 eine permanente Mg-Unterversorgung aufzuweisen. Diese Aussage stützt sich dabei ausschließlich auf die Nadelanalyse. Der experimentelle Nachweis positiver Effekte durch gezielte Ausgleichsdüngung ist hier noch nicht angetreten. Die positiven Effekte an Fläche 1102 legen das allerdings nahe.



Magnesium-Konzentration (Abszisse) Bezugslinien begrenzen den Bereich zwischen Mangel und Überversorgung in Relation zum DRIS Mg-Index (Ordinate) mit Zielwert 0 von Kiefern-Nadeln 1. Jahrgang im Zeitraum 1994 – 2008



Entwicklung der Nadelspiegelwerte Schwefel (links) und Blei (rechts) an Kiefernadeln 1. Nadeljahrgang an Dauerbeobachtungsflächen Level II in der Region Brandenburg Berlin

## TABELLENANHANG: ERGEBNISSE DER WALDSCHADENSERHEBUNG

## Land Berlin

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>3</sup>						mittlere Kronenverlichtung	Stichprobenumfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
<i>Baumarten und Altersgruppen 2009</i>								
<b>Kiefer</b>	<b>20,4</b>	<b>63,2</b>	<b>15,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>16,4</b>	<b>20</b>	<b>592</b>
bis 60-jährig	24,5	59,9	14,2	0,9	0,5	15,6	20	212
über 60-jährig	18,2	65,0	16,1	0,5	0,3	16,8	21	380
<b>andere Nadelbäume</b>	<b>41,7</b>	<b>56,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>16</b>	<b>48</b>
bis 60-jährig	40,4	57,4	0,0	0,0	2,1	2,1	16	47
über 60-jährig	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10	1
<b>Buche</b>	<b>22,9</b>	<b>51,4</b>	<b>25,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>25,7</b>	<b>21</b>	<b>35</b>
bis 60-jährig	0	100,0	0	0	0	0	20	1
über 60-jährig	23,5	50,0	26,5	0,0	0,0	26,5	21	34
<b>Eiche</b>	<b>2,1</b>	<b>25,3</b>	<b>67,5</b>	<b>4,6</b>	<b>0,5</b>	<b>72,7</b>	<b>37</b>	<b>194</b>
bis 60-jährig	5,3	34,2	60,5	0,0	0,0	60,5	30	38
über 60-jährig	1,3	23,1	69,2	5,8	0,6	75,6	39	156
<b>andere Laubbäume</b>	<b>7,0</b>	<b>60,9</b>	<b>31,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>32,2</b>	<b>24</b>	<b>115</b>
bis 60-jährig	9,8	68,9	19,7	0,0	1,6	21,3	22	61
über 60-jährig	3,7	51,9	44,4	0,0	0,0	44,4	26	54
<b>Baumartengruppe Laubbäume</b>	<b>5,8</b>	<b>40,0</b>	<b>51,0</b>	<b>2,6</b>	<b>0,6</b>	<b>54,2</b>	<b>31</b>	<b>345</b>
<b>Baumartengruppe Nadelbäume</b>	<b>22,1</b>	<b>62,6</b>	<b>14,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>15,3</b>	<b>20</b>	<b>639</b>
<b>Gesamtergebnis 2009</b>	<b>16,4</b>	<b>54,7</b>	<b>27,1</b>	<b>1,3</b>	<b>0,5</b>	<b>29,0</b>	<b>24</b>	<b>984</b>
bis 60-jährig	22,0	58,5	18,1	0,6	0,8	19,5	21	359
über 60-jährig	13,1	52,5	32,3	1,8	0,3	34,4	26	625
<b>Gesamtergebnisse der Vorjahre</b>								
2008	16,2	54,5	27,9	1,1	0,3	29,4	24	984
2007	9,8	58,0	31,2	0,7	0,3	32,2	25	984
2006	8,4	57,8	32,1	1,0	0,6	33,7	25	984
2005	10,6	48,6	39,3	0,9	0,6	40,8	27	982
2004	11,1	48,7	36,6	3,1	0,5	40,2	27	1005
2003	22,4	53,2	22,5	0,8	1,2	24,5	22	984
2002	19,1	57,3	22,6	0,8	0,1	23,5	22	1008
2001	11,6	59,6	26,9	0,8	1,1	28,8	24	1008
2000	20,9	54,6	22,5	1,0	0,9	24,5	22	3744
1999	29,5	52,7	15,6	1,3	0,9	17,8	20	3864
1998	28,2	60,3	9,6	1,1	0,8	11,5	18	3840
1997	27,8	52,2	15,9	0,8	3,3	20,0	22	3768
1996	37,2	49,7	11,9	0,6	0,6	13,1	17	936
1995	32,4	49,7	16,4	0,8	0,7	17,9	19	3864
1994	32,6	46,6	19,2	1,0	0,6	20,8	20	3864
1993	31,2	44,1	23,3	1,3	0,1	24,7	20	3744
1992	34,7	51,4	12,6	1,1	0,3	14,0	17	3744
1991	22,5	48,1	28,1	1,2	0,1	29,4	22	1896

<sup>3</sup> geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

## Land Brandenburg

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>4</sup>						mittlere Kronenverlichtung	Stichprobenumfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
<i>Baumarten und Altersgruppen 2009</i>								
<b>Kiefer</b>	<b>74,3</b>	<b>23,2</b>	<b>2,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>	<b>10</b>	<b>729</b>
bis 60-jährig	74,8	23,7	1,6	0,0	0,0	1,6	9	321
über 60-jährig	74,0	22,8	3,2	0,0	0,0	3,2	10	408
<b>andere Nadelbäume</b>	<b>80,4</b>	<b>19,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>7</b>	<b>51</b>
bis 60-jährig	95,5	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5	22
über 60-jährig	69,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8	29
<b>Buche</b>	<b>29,0</b>	<b>41,9</b>	<b>29,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>29,0</b>	<b>21</b>	<b>31</b>
bis 60-jährig	-	-	-	-	-	-	-	0
über 60-jährig	29,0	41,9	29,0	0,0	0,0	29,0	21	31
<b>Eiche</b>	<b>37,1</b>	<b>37,1</b>	<b>23,7</b>	<b>2,1</b>	<b>0,0</b>	<b>25,8</b>	<b>20</b>	<b>97</b>
bis 60-jährig	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9	8
über 60-jährig	33,7	38,2	25,8	2,2	0,0	28,1	21	89
<b>andere Laubbäume</b>	<b>64,5</b>	<b>31,6</b>	<b>3,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,9</b>	<b>10</b>	<b>76</b>
bis 60-jährig	69,8	25,6	4,7	0,0	0,0	4,7	10	43
über 60-jährig	57,6	39,4	3,0	0,0	0,0	3,0	11	33
<b>Baumartengruppe Laubbäume</b>	<b>46,1</b>	<b>35,8</b>	<b>17,2</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>18,1</b>	<b>16</b>	<b>204</b>
<b>Baumartengruppe Nadelbäume</b>	<b>74,7</b>	<b>22,9</b>	<b>2,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,3</b>	<b>9</b>	<b>780</b>
<b>Gesamtergebnis 2009</b>	<b>68,8</b>	<b>25,6</b>	<b>5,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>5,6</b>	<b>11</b>	<b>984</b>
bis 60-jährig	75,4	22,8	1,8	0,0	0,0	1,8	9	394
über 60-jährig	64,4	27,5	7,8	0,3	0,0	8,1	12	590
<b>Gesamtergebnisse der Vorjahre</b>								
2008	35,4	48,8	14,4	0,9	0,5	15,8	18	5459
2007	32,8	55,1	11,2	0,6	0,3	12,1	17	5424
2006	32,4	49,6	16,1	1,5	0,4	18,0	19	5501
2005	41,2	44,8	12,8	0,8	0,5	14,1	17	5476
2004	44,7	42,6	11,2	1,1	0,5	12,7	16	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	13	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

<sup>4</sup> geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

## Gesamtregion Berlin-Brandenburg

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>5</sup>						mittlere Kronenverlichtung	Stichprobenumfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
<i>Baumarten und Altersgruppen 2009</i>								
<b>Kiefer</b>	<b>73,7</b>	<b>23,7</b>	<b>2,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,6</b>	<b>10</b>	<b>1321</b>
bis 60-jährig	74,3	24,0	1,7	0,0	0,0	1,7	9	533
über 60-jährig	73,2	23,4	3,4	0,0	0,0	3,4	10	788
<b>andere Nadelbäume</b>	<b>79,8</b>	<b>20,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>7</b>	<b>99</b>
bis 60-jährig	93,7	6,3	0,0	0,0	0,1	0,1	6	69
über 60-jährig	69,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8	30
<b>Buche</b>	<b>28,9</b>	<b>42,1</b>	<b>29,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>29,0</b>	<b>21</b>	<b>66</b>
bis 60-jährig	0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	20	1
über 60-jährig	28,9	42,1	29,0	0,0	0,0	29,0	21	65
<b>Eiche</b>	<b>36,1</b>	<b>36,8</b>	<b>25,0</b>	<b>2,1</b>	<b>0,0</b>	<b>27,2</b>	<b>20</b>	<b>291</b>
bis 60-jährig	70,2	25,6	4,2	0,0	0,0	4,2	10	46
über 60-jährig	32,8	37,8	27,0	2,3	0,0	29,4	21	245
<b>andere Laubbäume</b>	<b>63,1</b>	<b>32,3</b>	<b>4,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,6</b>	<b>11</b>	<b>191</b>
bis 60-jährig	68,5	26,5	5,0	0,0	0,0	5,0	10	104
über 60-jährig	56,2	39,7	4,1	0,0	0,0	4,1	11	87
<b>Baumartengruppe Laubbäume</b>	<b>45,0</b>	<b>35,9</b>	<b>18,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>19,1</b>	<b>17</b>	<b>548</b>
<b>Baumartengruppe Nadelbäume</b>	<b>74,1</b>	<b>23,4</b>	<b>2,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>	<b>10</b>	<b>1420</b>
<b>Gesamtergebnis 2009</b>	<b>68,0</b>	<b>26,1</b>	<b>5,7</b>	<b>,02</b>	<b>0,0</b>	<b>5,9</b>	<b>11</b>	<b>1968</b>
bis 60-jährig	74,6	23,3	2,0	0,0	0,0	2,0	9	753
über 60-jährig	63,6	27,9	8,2	0,4	0,0	8,6	12	1215
<b>Gesamtergebnisse der Vorjahre</b>								
2008	35,1	48,9	14,6	0,9	0,5	16,0	18	6443
2007	32,4	55,1	11,6	0,6	0,3	12,4	18	6408
2006	32,0	49,8	16,3	1,5	0,4	18,2	19	6485
2005	40,7	44,8	13,2	0,8	0,5	14,5	17	6458
2004	44,4	42,6	11,5	1,1	0,5	13,0	16	6393
2003	48,1	40,5	9,7	1,5	0,3	11,5	16	13940
2002	48,7	41,1	8,7	1,3	0,2	10,2	15	14047
2001	52,5	39,6	7,1	0,5	0,3	7,9	14	14028
2000	52,3	38,9	7,8	0,7	0,3	8,8	14	13972
1999	56,7	35,7	6,8	0,5	0,3	7,6	13	13831
1998	52,2	38,0	9,0	0,6	0,3	9,9	14	13844
1997	48,4	41,7	9,0	0,6	0,3	9,9	14	13892
1996	47,6	41,0	10,3	0,8	0,4	11,5	15	13890
1995	46,9	39,3	12,1	1,1	0,6	13,9	16	13826
1994	42,0	40,2	15,7	1,5	0,6	17,8	17	13609
1993	43,6	39,2	15,4	1,2	0,6	17,2	17	13458
1992	29,8	44,9	23,6	1,4	0,3	25,3	20	13242
1991	28,9	37,9	29,4	3,8	0,0	33,3	23	12855

<sup>5</sup> geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

**Gesamtregion Berlin-Brandenburg**  
**Waldschadensentwicklung nach Baumartengruppen**

Kiefer	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>6</sup>						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2-4	
1991	24,9	38,5	32,3	4,3	0,0	36,6	24
1992	25,7	46,6	26,1	1,3	0,3	27,6	22
1993	41,6	41,2	15,8	0,8	0,6	17,1	17
1994	39,0	42,7	16,2	1,4	0,6	18,3	18
1995	45,1	41,5	11,9	0,8	0,7	13,4	16
1996	45,7	43,5	9,9	0,5	0,4	10,8	15
1997	45,5	44,8	9,0	0,4	0,3	9,7	15
1998	50,8	39,6	9,0	0,4	0,2	9,6	14
1999	56,6	36,9	5,9	0,3	0,3	6,5	13
2000	52,6	40,0	6,8	0,4	0,2	7,4	13
2001	52,3	41,1	6,1	0,3	0,1	6,6	13
2002	48,3	42,5	7,7	1,3	0,2	9,2	15
2003	48,3	42,0	8,0	1,5	0,2	9,7	15
2004	45,0	44,8	9,2	0,6	0,4	10,2	15
2005	40,4	46,6	12,0	0,7	0,4	13,1	17
2006	31,7	51,8	15,1	1,2	0,2	16,5	19
2007	32,7	57,3	9,5	0,3	0,2	10,0	17
2008	34,9	50,2	13,7	0,9	0,4	14,9	18
<b>2009</b>	<b>73,7</b>	<b>23,7</b>	<b>2,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,6</b>	<b>10</b>

andere Nadel- bäume	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>1</sup>						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2-4	
1991	61,5	30,2	7,8	0,5	0,0	8,3	11
1992	68,8	25,6	4,5	0,5	0,6	5,6	10
1993	63,4	27,2	7,6	1,2	0,5	9,4	12
1994	68,2	23,7	7,2	0,6	0,2	8,0	10
1995	67,3	25,5	6,3	0,7	0,1	7,2	10
1996	66,3	28,4	4,7	0,5	0,2	5,3	9
1997	70,2	25,2	3,7	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	69,8	25,9	3,6	0,3	0,3	4,2	10
2001	70,5	26,2	2,5	0,9	0,0	3,4	9
2002	65,0	29,7	4,0	0,4	0,9	5,3	11
2003	71,5	24,3	2,8	0,7	0,6	4,1	10
2004	67,9	25,8	4,9	0,3	1,1	6,2	11
2005	65,3	29,8	3,5	0,3	1,1	4,9	11
2006	57,2	35,3	6,1	0,7	0,6	7,5	13
2007	47,4	39,4	11,7	0,8	0,7	13,1	16
2008	58,0	34,8	5,7	0,8	0,7	7,2	13
<b>2009</b>	<b>79,8</b>	<b>20,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>7</b>

<sup>6</sup> geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

**Gesamtregion Berlin-Brandenburg**  
**Waldschadensentwicklung nach Baumartengruppen**

Buche	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>1</sup>						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2-4	
1991	37,5	39,1	21,9	1,5	0,0	23,3	19
1992	46,8	35,2	15,9	1,8	0,3	18,0	16
1993	53,5	28,3	16,2	1,5	0,6	18,2	14
1994	55,3	30,2	12,8	1,2	0,6	14,5	14
1995	47,0	27,0	24,3	1,4	0,3	26,0	18
1996	61,3	17,7	16,1	4,9	0,0	21,0	15
1997	58,8	22,5	16,4	2,3	0,0	18,7	14
1998	58,3	22,6	17,1	2,0	0,0	19,1	15
1999	60,4	26,6	11,6	1,1	0,3	13,0	13
2000	43,7	29,0	26,1	1,1	0,0	27,2	18
2001	51,0	33,5	14,7	0,8	0,0	15,5	15
2002	45,7	32,6	20,0	1,7	0,0	21,7	17
2003	53,8	28,9	16,5	0,8	0,0	17,3	15
2004	35,1	27,7	35,1	2,1	0,0	37,2	22
2005	38,6	33,4	26,7	1,1	0,3	28,0	20
2006	33,9	33,1	32,2	0,2	0,0	33,0	21
2007	31,0	37,2	31,0	0,8	0,0	31,8	21
2008	36,2	37,0	26,0	0,8	0,0	26,8	19
2009	28,9	42,1	29,0	0,0	0,0	29,0	21

Eiche	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>1</sup>						mittlere Kronen- verlichtung
	0	1	2	3	4	2-4	
1991	31,2	40,3	27,6	0,9	0,0	28,5	21
1992	33,3	48,1	16,6	2,0	0,0	18,6	18
1993	34,6	41,6	20,8	2,7	0,2	23,8	21
1994	36,9	38,9	20,5	3,4	0,2	24,2	20
1995	42,3	37,2	17,8	2,7	0,0	20,5	18
1996	32,0	34,3	29,3	4,4	0,0	33,7	23
1997	39,3	41,8	17,9	0,7	0,2	18,8	18
1998	43,2	36,3	18,3	1,3	0,8	20,5	18
1999	34,2	37,7	25,5	1,9	0,7	28,1	21
2000	36,2	44,0	18,3	0,7	0,9	19,8	19
2001	32,6	39,4	26,7	1,3	0,1	28,0	21
2002	37,3	41,0	20,9	0,7	0,2	21,7	18
2003	28,8	38,5	30,1	2,1	0,5	32,7	23
2004	24,7	27,6	38,8	7,9	1,1	47,8	29
2005	27,5	29,3	39,5	2,5	1,1	43,2	26
2006	23,2	39,9	34,3	1,4	1,2	36,9	24
2007	21,6	41,7	32,5	2,1	2,1	36,7	25
2008	21,7	47,6	27,4	0,9	2,4	30,8	24
2009	36,1	36,8	25,0	2,1	0,0	27,2	20

**Gesamtregion Berlin-Brandenburg**  
**Waldschadensentwicklung nach Baumartengruppen**

andere Laubbäume	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent <sup>1</sup>						mittlere Kronenverlichtung
	0	1	2	3	4	2-4	
1991	47,1	33,6	15,3	3,9	0,0	19,2	18
1992	40,1	40,2	16,1	2,5	1,1	19,7	18
1993	54,6	27,2	12,4	4,9	0,9	18,2	18
1994	56,7	26,6	13,2	2,4	1,1	16,7	16
1995	56,4	28,0	11,2	3,9	0,6	15,6	16
1996	58,8	31,2	8,2	1,3	0,5	10,0	13
1997	60,9	31,4	6,3	1,0	0,5	7,8	13
1998	61,0	31,1	6,3	1,4	0,2	7,9	13
1999	59,8	30,6	7,4	1,7	0,5	9,6	14
2000	53,3	34,4	7,9	3,6	0,9	12,3	16
2001	51,2	35,7	9,0	1,5	2,6	13,1	17
2002	42,3	42,3	13,3	1,8	0,3	15,4	18
2003	37,8	39,5	18,9	2,9	0,9	22,7	20
2004	38,2	38,0	19,7	3,2	1,0	23,9	21
2005	35,6	46,1	15,5	1,6	1,3	18,3	20
2006	22,7	45,6	22,5	6,2	3,0	31,7	27
2007	25,0	52,2	18,9	3,1	0,8	22,8	22
2008	28,6	47,5	21,5	1,6	0,9	24,0	22
2009	63,1	32,3	4,6	0,0	0,0	4,6	11

## Fruchtifikation der Hauptbaumarten in der Region Berlin-Brandenburg

Kiefer	Anteile der Intensitätsstufen Zapfenbehang Kiefer > 40 Jahre				mittlere Intensitäts- stufe
	ohne 0	gering 1	mittel und stark 2+3	mit Zapfen 1+2+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	13,0	32,8	<b>54,2</b>	87,0	<b>1,7</b>

Buche	Anteile der Intensitätsstufen Fruchtbehang Buche > 40 Jahre				mittlere Intensitäts- stufe
	ohne 0	gering 1	mittel und stark 2+3	mit Fruchtbe- hang 1-3	
1994	99,4	0,6	0,0	0,6	0,0
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	35,8	29,9	34,3	64,2	1,1
2005	97,5	2,5	0,0	2,5	0,0
2006	48,6	36,1	15,3	51,4	0,7
2007	45,8	32,2	21,9	54,02	0,8
2008	91,5	8,2	0,3	8,5	0,1
2009	9,6	23,2	<b>67,1</b>	90,3	2,0

Eiche	Anteile der Intensitätsstufen Fruchtbehang Eiche > 40 Jahre				mittlere Intensitäts- stufe
	ohne 0	gering 1	mittel und stark 2+3	mit Fruchtbe- hang 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	97,9	2,1	0,0	2,1	0,0
2005	95,3	4,5	0,2	4,7	0,0
2006	80,7	16,4	2,9	19,3	0,2
2007	90,8	8,6	0,6	9,2	0,1
2008	88,6	11,2	0,2	11,4	0,1
2009	71,4	19,2	<b>9,4</b>	28,6	0,4

**Ministerium für Infrastruktur  
und Landwirtschaft  
des Landes Brandenburg**

Referat Koordination, Kommunikation, Internationales

Henning-von-Tresckow-Straße 2–8  
14467 Potsdam  
Tel.: 03 31 / 8 66 80 96  
Fax: 03 31 / 8 66 83 57  
E-Mail: [oeffentlichkeitsarbeit@mil.brandenburg.de](mailto:oeffentlichkeitsarbeit@mil.brandenburg.de)  
Internet: [www.mil.brandenburg.de](http://www.mil.brandenburg.de)

**Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin**

Sonderbereich Kommunikation

Württembergische Straße 6  
10707 Berlin  
Tel.: 0 30 / 90 12 68 69  
Fax: 0 30 / 90 12 35 01  
E-Mail: [oeffentlichkeitsarbeit@senstadt.berlin.de](mailto:oeffentlichkeitsarbeit@senstadt.berlin.de)  
Internet: [www.stadtentwicklung.berlin.de](http://www.stadtentwicklung.berlin.de)