

Forst



Waldzustandsbericht 2004

der Länder Brandenburg und Berlin

Fachlich zuständig:

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und
Verbraucherschutz, Abteilung Forst, Referat 42, Marti-
na Heinitz

Tel.: 0331/ 866 - 7792,

Fax: 0331/ 866 - 7959,

E-Mail: Martina.Heinitz@MLUV.Brandenburg.de

Landesforstanstalt Eberswalde,

Dr. Reinhard Kallweit

Tel.: 0331 / 5874 - 143,

E-Mail: Reinhard.Kallweit@lfe-e.eberswalde.de

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung,

Christoph Funk

Tel.: 030 / 90 25 - 1382,

E-Mail: Christoph.Funk@senstadt.verwalt-berlin.de

Berarbeitung:

Landesforstanstalt Eberswalde, Fachbereich Waldentwicklung / Monitoring

Alfred-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde

Tel.: 0 33 34 / 65 230, Fax: 0 33 34 / 65 239

Internet: www.lfe.brandenburg.de

mit externen Beiträgen von:

W. Beck, BFH, Institut für Forstökologie und Walderfassung Eberswalde

O. Merten Landesumweltamt Brandenburg, Ö3

M. Kühne, Landesumweltamt Brandenburg, T3

Titelbild: Ungewöhnlich spätes und kümmerliches Austreiben der Eichen im Mai 2004

Foto: Paul Heydeck

Hauptergebnisse

Nach dem extrem heißen und trockenen Sommer 2003 war im Jahr 2004 mit einem Anstieg der Waldschäden in der Region zu rechnen.

Mit 13 % deutlich geschädigter Waldfläche in der Region Berlin-Brandenburg (+ 1,7 %-Punkte) bleibt der Waldzustand im Jahr 2004 trotzdem insgesamt relativ gut.

Dieses zunächst positive Ergebnis ist der gegenwärtigen Baumartenzusammensetzung der Wälder der Region mit der Dominanz der Kiefern geschuldet.

Die Kiefern (in Brandenburg) haben auf die Trockenstress-Belastung des Jahres 2003 überwiegend (noch) nicht mit Einschränkungen der Benadelungsdichte reagiert. Aus bisherigen Beobachtungen ist bekannt, dass die Kiefer im Folgejahr eines Trockensommers besonders viele Nadeln verliert. Die starken Verfärbungen der älteren Nadeljahrgänge im Herbst 2004 und starke Streufall lassen auch noch für das kommende Jahr Auswirkungen des Trockenjahres im Benadelungszustand der Kiefer erwarten.

Hauptergebnisse der Waldschadenserhebung 2004 (Angaben in Prozent der Waldfläche, Veränderung zum Vorjahr in Prozentpunkten)			
	ohne Schäden Schadstufe 0	Warnstufe Schadstufe 1	deutliche Schäden Schadstufen 2–4
Berlin	11	49	40
Veränderung	-11	-4	+15
Brandenburg	45	42	13
Veränderung	-4	+2	+1,5
Gesamtregion	44	43	13
Veränderung	-4	+3	+1,7

Der bereits im Vorjahr festgestellte Anstieg der Schäden der Eiche hat sich 2004 fortgesetzt. Mit 49 % (+ 16 %-Punkte) hat 2004 jede zweite Eiche in der Region deutliche Kronenverlichtungen. Fast jeder 10. Baum (9,2 %) war mit weniger als 40 % der Normalbelaubung als stark geschädigt einzuschätzen. Die Eiche bleibt seit Jahren die am stärksten geschädigte Baumart der Wälder in Berlin und Brandenburg.

Auch Buche und andere Laubbaumarten wiesen 2004 einen erheblichen Anstieg der Kronenverlichtung auf. Neben den Auswirkungen der extremen Trockenheit des Vorjahres ist bei der Buche eine erneute starke Fruktifikation an der geringen Blattmassenentwicklung beteiligt.

In **Berlin** waren die Auswirkungen des Trockensommers 2003 auf den Waldzustand 2004 besonders gravierend. Von einem bereits in den Vorjahren gegenüber Brandenburg erhöhten Niveau stiegen die deutlichen Schäden auf 40 % der Waldfläche.

Mit 31 % (+12) war auch die **Kiefer** von steigenden Anteilen deutlicher Schäden betroffen.

Seit 1999 nimmt der Anteil deutlich verlichteter **Eichen** zu und erreicht 2004 mit 89 % einen neuen Höhepunkt. Der Flächenanteil stark geschädigter Eichen (> 60 % Verlichtung) stieg im Jahr 2004 auf 14 % an. Mit 43 % mittlerer Kronenverlichtung wurde 2004 ein Extremzustand erfasst, der die weitere Überlebensfähigkeit der Baumart in Frage stellt. Es ist nach bisherigen Erfahrungen davon auszugehen, dass sich in den Folgejahren nicht alle Bäume von diesem Stresszustand erholen können.

Wie in der Gesamtregion ist auch in Berlin die besonders dramatische Entwicklung des Zustandes der Eichen vor allem bei der Stieleiche festzustellen. Der Anteil deutlicher Schäden stieg bei dieser Baumart von 32 % im Jahr 2002 auf aktuell 90 %. Aber auch die kontinuierliche Zunahme der deutlichen Schäden bei den Traubeneichen auf aktuell fast 60 % gibt Anlass zur Sorge.

In **Brandenburg** ist von 1999 bis 2004 ein Anstieg der deutlichen Schäden um 6 %-Punkte auf 13 % festzustellen. Der Anteil der Waldfläche ohne sichtbare Schäden bleibt 2004 mit 45 % auf relativ hohem Niveau. Die mittlere Kronenverlichtung ist mit 16 % noch relativ gering, in der Tendenz aber steigend.

Im Jahr 2004 sind bei erneuter Fruktifikation der **Buchen** erstmals 37 % der Kronen als deutlich verlichtet eingestuft worden. Für die Altbuchen sind stärker reduzierte Belaubungen in den Jahren mit Vollmast erkennbar. Die Altersgruppe der jüngeren Buchen reagiert im Kronenzustand im Folgejahr eines Trockenjahres. Die seit 1998 im zweijährigem Rhythmus auftretenden Mastjahre mit biologisch

begründeter geringerer Belaubung führen in dem jeweils nur einem Jahr ohne Mast nicht zur vollen Regeneration der Belaubung. Daraus ergibt sich seit 1999 ein Anstieg der deutlichen Schäden der Buchen auch in den Jahren ohne Fruktifikation.

Der Flächenanteil deutlich geschädigter **Eichen** stieg auf 46 %. Die Zunahme der deutlichen Schäden in den letzten beiden Jahren konzentriert sich auf die Altersgruppe über 60 Jahre aber auch bei den jüngeren Eichen sind die deutlichen Schäden auf über 20 % angestiegen. Eine Tendenz ist in der Zeitreihe weiter nicht ableitbar. Angesichts der extremen Witterungsverhältnisse des Vorjahres ist eine außergewöhnlich starke Reaktion in der Belaubung bei den Eichen festzustellen, die zunächst die aktuelle Stresssituation der Bäume charakterisiert. Betrachtet man das Jahr 2004 als eine Ausnahme-situation, bleibt der Zustand der Eiche im Beobachtungszeitraum auf hohem Niveau der Verlichtung und damit auch anfällig für zusätzliche Belastungen durch biotische Schaderreger und Witterungs-stress. Wie im Land Berlin ist auch in Brandenburg generell ein höheres Schadniveau und im Jahr 2004 ein wesentlich stärkerer Anstieg der deutlichen Schäden bei der Stieleiche festzustellen.

Entsprechend der Entwicklung bei Buche und Eiche ist auch für die Zusammenfassung der Gruppe der **Laubbaumarten** (einschließlich anderer Laubbaumarten) kein Trend zu einer Verbesserung des Kronenzustandes erkennbar. Seit 1999 steigt der Anteil deutlicher Schäden in beiden Altersgruppen. Im Jahr 2004 stieg der Anteil deutlicher Schäden auf 33 %. In der Altersgruppe bis 60 Jahre sind 2004 26 %, bei älteren Laubbäume auf 38 % deutlich geschädigt. Die **Nadelbaumarten** (Kiefer und andere Nadelbäume) haben 2004 einen Flächenanteil von 10 % deutlichen Schäden. Gegenüber dem Vorjahr (9 %) ist damit keine sichere Veränderung festzustellen.

Im Vergleich beider Baumartengruppen wird die gegenläufige Entwicklung des Kronenzustandes von Nadel- und Laubbaumarten inzwischen sehr deutlich. Waren zu Beginn der systematischen Wald-schadenserhebungen vor allem die Schäden der Kiefer in engem Zusammenhang mit der Immissi-onsbelastung problematisch, so gibt heute die Entwicklung der Belaubung der Laubbaumarten Anlass zur Sorge. Dabei kann der gegenwärtig noch dominierende Anteil der relativ gesunden Kiefernforsten in Brandenburg bei alleiniger Betrachtung des Landesergebnisses leicht über die Gefährdung der zukünftigen Wälder täuschen, in denen den standortgerechten Laub- und Mischwäldern ein wesentlich höherer Flächenanteil zukommen soll.

Territoriale Schwerpunkte mit überdurchschnittlich hohen Flächenanteilen deutlicher Schäden und in den letzten Jahren steigender Tendenz der Waldschäden sind die Landkreise Uckermark, Havelland, Oberspreewald-Lausitz, Barnim und Prignitz.

In ihrer Vitalität durch Witterung und Fremdstoffbelastung geschwächte Bäume verfügen über weniger Abwehrkräfte gegenüber biologischen Schadorganismen. Am stärksten war der Einfluss biotischer Schäden auch 2004 auf den Kronenzustand der Baumart Eiche (+ 12 %), während er für die Kiefer (+ 1 %) gegenüber 2003 geringer ausfiel.

Schwerpunkt für den Waldschutz ist seit 2002 mit der **Nonne** eine Schmetterlingsart, deren Raupen sowohl Nadel- als auch Laubbäume befallen. Im Jahr 2004 wurden auf einer Gesamtfläche von 42.630 ha Pflanzenschutzmaßnahmen gegen die Nonnenraupen durchgeführt. Durch den Fraß der Nonnenraupen in den nicht für die Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln vorgesehenen Waldgebieten waren in Brandenburg insgesamt 12.130,6 ha Wald betroffen.

Steigende Populationsdichten von **Frostspanner** und **Eichenwickler** führten zu erheblichen Laubver-lusten vor allem in Eichenbeständen. Bereits im Vorjahr zeichnete sich ein Anstieg der Fraßschäden dieser Insekten in Eichenbeständen ab, der sich im Frühjahr dieses Jahres landesweit fortsetzte. Beim Eichenwickler ist eine Zunahme der Fraßschäden auf das 8-fache und beim Frostspanner auf das 9-fache des Vorjahreswertes zu verzeichnen. Explosionsartig erhöhte sich der Flächenumfang, der durch die Raupen von Eichenwickler und Frostspanner befallenen Eichenbestände (von 21 ha auf ca. 2.200 ha) in den Berliner Forsten.

Eine Erhebung der in Folge der „Austriebsdepression“ der Eiche vorhandenen Blattmasseverluste ergab, dass ca. 17.000 ha Eichenbestände in die Schadstufen 1–3 (> 10 % Blattverlust) eingeordnet wurden. Etwa 1.000 ha wurden mit Blattmassen unter 40 % bewertet.

Die für das Jahr 2004 über den Forstschutzmeldedienst erfassten Absterbeerscheinungen in Eichen-beständen („Eichensterben“) bestätigen die Ergebnisse der Vitalitätseinschätzung in Eichenbestän-den. Mit 13.151 m³ ist das Schadholzaufkommens im Vergleich zum Vorjahr auf ca. 150 % weiter angestiegen.

Trotz der erkennbaren Erhöhung bleibt der Befall durch **Prachtkäfer** weiterhin auf dem relativ niedri-gen Niveau der Vorjahre. Auch im weiteren Jahresverlauf ist nur mit geringen Zugängen zu rechnen.

Im Stammschädlingjahr 2003/04 wurde beim **Buchdrucker** eine Befallsmenge von 28.026 m³ erreicht, das entspricht fast dem 10-fachen des Vorjahreswertes. Die trockenheiße Witterung im August hat die Entwicklung der Brutten stark beschleunigt und so die Generationsdauer erheblich verkürzt. Es ist mit einem weiteren Anstieg der Schäden zu rechnen.

Der Extremsommer 2003 hat sich im Ergebnis der Waldschadenserhebung 2004 vor allem im Kronenzustand der Laubbäume ausgewirkt, während die Kiefern den Trocken-Stress bisher ohne starke Nadelverluste überstanden haben. Auf ähnlich trockene Vegetationsperioden (1982, 1988) reagierte die Kiefer bei hoher Schwefeldioxid-Immissionsbelastung noch mit starken Nadelverlusten. Das Risiko von Witterungsextremen nimmt mit der Klimaerwärmung zu.

Der Waldzustand wird weiter durch den historischen und aktuellen **Schadstoffeintrag** in die Ökosysteme beeinflusst. Vor allem die **Stickstoffeinträge** liegen noch großflächig über den kritischen Eintragsraten. Damit setzt sich die Gefährdung der Waldökosysteme durch Eutrophierung und Bodenversauerung fort.

Die **Ozonbelastungen** lagen 2003 auf sehr hohem Niveau. Die langjährige ozonbedingte Stress-Situation des Waldes bleibt damit bestehen. Die Bäume reagieren mit der Aktivierung ihrer Abwehrkräfte auf diese Stressbelastung auch wenn akute Schäden nur in geringem Ausmaß erkennbar sind. Stress-physiologische Untersuchungen an Biomarkern von Kiefer und Eiche weisen auf eine hohe Aktivierung und teilweise Überforderung der Abwehrmechanismen im Jahr 2003 hin.

Ziel der Berliner Forsten und der Landesforstverwaltung Brandenburg ist der Erhalt und der Aufbau naturnaher, möglichst artenreicher Mischbestände zur Risikominimierung. Die Umsetzung der **Waldwirtschaft für nachhaltige Entwicklung** auf möglichst großer Fläche und allen Eigentumsformen dient der Verwirklichung dieses Ziels. Der Waldumbau in Brandenburg spielt dabei eine zentrale Rolle. Seit 1997 wurden im Landeswald ca. 10.000 ha Laub-Nadelholz-Mischwälder geschaffen. In den nächsten Jahrzehnten sollen im Landeswald noch etwa 100.000 ha schrittweise umgebaut werden. In Berlin wird die naturgemäße Bewirtschaftung der Wälder fortgesetzt. Die mit der Klimaerwärmung 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.

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 aus Sicht der Forstwirtschaft müssen 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.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Hauptergebnisse	2
1 Forstliches Umweltmonitoring – ein Instrument der Umweltvorsorge	6
2 Methodik der Waldzustandserhebung	10
Methodik der Waldschadenserhebung im Level I-Messnetz	12
3 Ergebnisse der Waldschadenserhebung 2004	15
3.1 Gesamtregion	15
3.2 Berlin	20
3.3 Brandenburg	24
3.4 Auswertung nach Wuchsgebieten, territoriale Schwerpunkte der Schäden	29
3.5 Differenzialmerkmale und ihr Einfluss auf die Kronenzustandserhebung	31
3.6 Einordnung der Ergebnisse in die Entwicklung auf Ebene des Bundes und Europas	34
4 Einflüsse auf den Waldzustand	35
4.1 Klimatische Rahmenbedingungen	35
4.2 Waldschutzzschwerpunkte 2003/2004 in den Wäldern der Länder Brandenburg und Berlin	39
4.2.1 Biotische Schaderreger	39
4.2.2 Waldbrandgeschehen	44
4.3 Immissionssituation und Entwicklung der Fremdstoffeinträge in die Wälder	45
4.3.1 Immissionssituation	45
- <i>Untersuchungen von Ozonwirkungen (kombiniert mit weiteren Witterungsfaktoren) auf Kiefer</i>	46
- <i>Schwerpunktthema Ammoniak</i>	49
4.3.2 Entwicklung der Fremdstoffeinträge in Wälder	54
4.3.3 Critical Loads – Ökologische Belastungsgrenzwerte	56
4.4 Schwerpunktthema Auswirkungen des Trockenjahres 2003	59
- <i>Klimatische Wasserbilanz und Bodenfeuchte an Level II-Standorten</i>	59
- <i>Wasserhaushaltsmodell an Level II-Standorten</i>	61
- <i>Wachstumsreaktion und Trockenstress</i>	64
- <i>Erkenntnisse aus jahrringanalytischen Untersuchungen an den Level II-Flächen von Berlin und Brandenburg</i>	66
- <i>Stressphysiologische Reaktionen von Kiefernbeständen (Level II) in Brandenburg und Berlin im Trockenjahr 2003</i>	70
- <i>Grundwasserneubildung und Stoffaustrag</i>	74
- <i>Einordnung des Jahres 2003 anhand der Klimaentwicklung seit 1893 an der DWD-Station Potsdam</i>	75
4.5 Untersuchungen zur Situation der Eichen	80
- <i>Untersuchungen zur Austriebsdepression 2004</i>	80
- <i>Baumphysiologische Untersuchungen zum Eichensterben in Brandenburg</i>	81
- <i>Ergebnisse zum Standortsbezug der Meldung von Eichenschadbeständen im Jahr 2003</i>	83
- <i>Entwicklung des Kronenzustandes von Trauben- und Stieleiche auf Bestandesebene (Waldschadenserhebung)</i>	84
4.6 Ernährungsinventur an Kiefernflächen (ÖWK)	86
5 Wertung und Schlussfolgerungen	88
5.1 Ursachen der Waldzustandsermittlung	88
5.2 Problematik steigender Eichenbeständen	91
5.3 Fortführung und Weiterentwicklung des forstlichen Umweltmonitoring	93
5.4 Maßnahmen zum Schutz des Waldes	94
Tabellen: Ergebnisse der Waldschadenserhebung	96
Berlin	96
Brandenburg	97
Gesamtregion Berlin-Brandenburg	98
Glossar	99

1 Forstliches Umweltmonitoring – ein Instrument der Umweltvorsorge

Die Natur ist nicht bezwingbar und trotz aller wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritte bleiben ihre Veränderungen nur in Teilen vorhersehbar. Wir können den Problemen, die wir im Austausch mit der Natur verursachen nicht ausweichen, wir müssen haushalten, um uns eine Zukunft zu erhalten.

Ernst Haeckel prägte 1866 den Begriff Ökologie und verstand darunter "die Lehre vom Naturhaushalt". Der Begriff „Haushalten“ beschreibt anschaulich die aus menschlicher Sicht erfolgende Bewertung und Zielstellung im Umgang mit der Natur.

Es geht uns bei der Nutzung der Natur um die Erhaltung und Wiederherstellung von Gleichgewichten, um die nachhaltige Sicherung von Funktionen der natürlichen Systeme, die unsere Lebensgrundlage bilden.

Wälder wären ohne den Einfluss des Menschen die dominierende Vegetationsform unserer Region. Sie werden trotz ihrer nahezu vollständigen Umgestaltung zu bewirtschafteten Forstökosystemen in den verbliebenen Resten von 35 % des Territoriums mit im Vergleich zur anderen Landnutzungsformen geringer Intensität über lange Produktionszeiträume genutzt.

Der Wald scheint beständig ist aber doch ständig im Wandel. In geologisch kurzen Zeiträumen haben dramatische Klimaschwankungen in einer Serie von Eiszeiten und zwischenzeitlichen Warmzeiten bis zum Ende der letzten Eiszeit vor ca. 10.000 Jahren die Landschafts- und Vegetationsentwicklung unserer Region geprägt. Die Folge war eine dramatische Artenverarmung der seither langsam wieder einwandernden Baumarten. Selbst in überschaubaren historischen Zeiträumen haben Klimaschwankungen mit für den Naturhaushalt und die gesellschaftliche Entwicklung dramatischen Auswirkungen in unserem Territorium stattgefunden. So ging erst Mitte des 19. Jahrhunderts eine klimatische Kälteperiode (kleine Eiszeit 1350–1880) zu Ende, die eine mittelalterliche Wärmeperiode ablöste, in der zwischen ca. 900–1300 in England Wein angebaut wurde und die Wikinger Grönland besiedelten. Seither beobachten wir messend eine Klimaerwärmung, die im Zeitraum 1950–1970 durch eine Periode kalter Sommer unterbrochen wurde. Die Annahme einer Konstanz der gegebenen klimatischen Situation wäre also auch ohne den anthropogenen Einfluss auf das Klima durch die Emission klimawirksamer Gase falsch.

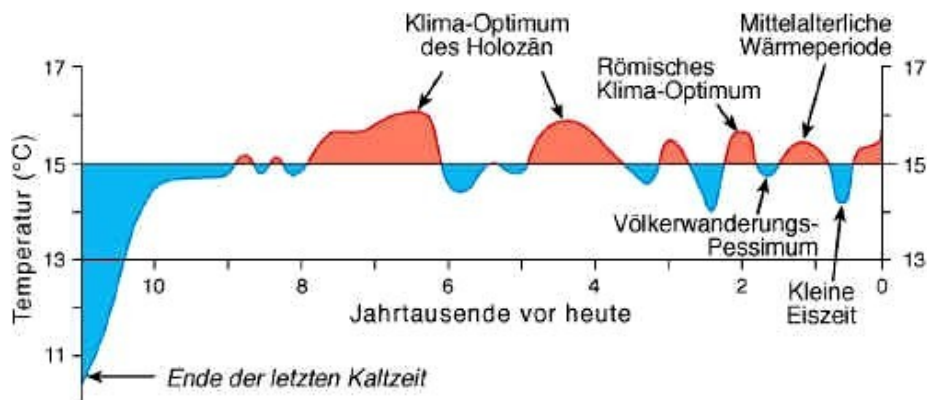


Abb. 1: Bodennahe nordhemisphärische Mitteltemperaturen der letzten 11.000 Jahre
Quelle: M.J. Schwab, GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)

Die Wälder waren entsprechend den klimatischen Bedingungen in einem ständigen Anpassungsprozess begriffen, sowohl was Ihre Artenzusammensetzung als auch ihre Arealgrenzen betrifft. Angesichts der Fortschritte der Paläoklimatologie erscheint die Veränderung als Norm und die relative Stabilität der natürlichen Verhältnisse eher die Ausnahme zu bilden. In der Konsequenz wäre die Konservierung des gegenwärtigen Zustandes der Wälder oder eines historisch gewesenen Naturnahen Zustandes ein illusorisches Ziel. Seit dem Ende der „kleinen Eiszeit“, als die älteren heute noch lebenden Waldbestände begründet wurden, beobachten wir einen Temperaturanstieg von ca. 1 Grad.

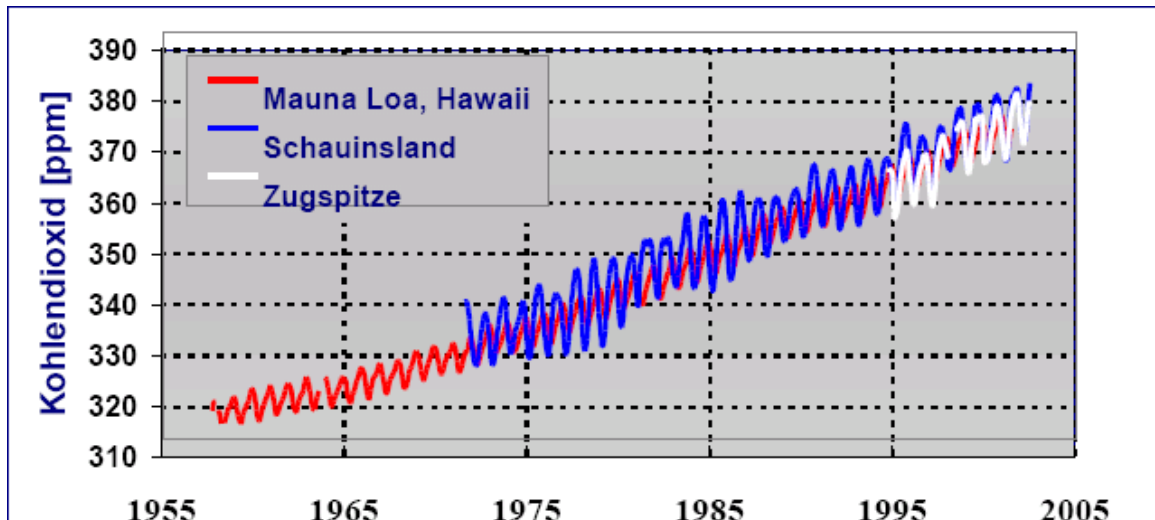


Abb. 2: CO₂-Langzeitmessreihen: ab 1957 an der Station Mauna Loa, Hawaii; ab 1972 an der Station Schauinsland und ab 1995 an der Station Zugspitze des Umweltbundesamtes
(Quelle: GAW Brief 19 des Deutschen Wetterdienstes, 2003)

Gleichzeitig nahm die CO₂-Konzentration der Atmosphäre bereits um 25 % zu. Mit der industriellen Revolution und Intensivierung der Landwirtschaft wurden im vergangenen Jahrhundert Nähr- und Schadstoffmengen emittiert und auch in die Wälder eingetragen, die den Bodenzustand und die ökosystemaren Stoffkreisläufe nachhaltig beeinflussen.

Die Emission klimarelevanter Spurengase wie CO₂ und Methan lässt für die nächsten Jahrzehnte eine weitere globale Erwärmung erwarten. Von Klimaforschern wird im Zusammenhang damit eine weitere Zunahme von Witterungsextremen wie Stürmen, Starkniederschlägen und Trockenperioden prognostiziert.

Die forstliche Nutzung der Wälder war im vergangenen Jahrhundert immer wieder gesellschaftlichen Zwängen unterworfen, die dem vermehrten Aufbau standortgerechter Laub- und Mischwälder entgegenstanden. Im Ergebnis dessen dominieren in den Wäldern Brandenburgs noch Kiefernforsten auch auf Standorten, die Buchen- oder Eichenwälder tragen könnten.

In der Summe sind die Waldökosysteme gegenwärtig sehr weitreichenden Umweltveränderungen in sehr kurzer Zeit ausgesetzt.

Zutreffende Prognosen über die Entwicklung von Waldökosystemen können auf Grund der hohen Dynamik sowohl der Fremdstoffbelastung in den letzten Jahrzehnten als auch der Klimabedingungen mit forstlichem Erfahrungswissen allein nicht erstellt werden.

Wälder und Forsten erfüllen eine Vielzahl von bedeutsamen Schutz- und Regelungsfunktionen für Boden, Wasser, Klima und Biosphäre im Naturhaushalt. Wald ist wichtig als Lieferant des umweltfreundlichen und vielfältig nutzbaren Rohstoffes Holz. Er schützt drüber hinaus Menschen vor Naturgefahren und bietet ihnen vielfältige Möglichkeiten für Entspannung und Erholung. Die Waldbewirtschaftung schafft Arbeitsplätze in der Forstwirtschaft und in nachgelagerten Bereichen sowie Einkommen für die Waldbesitzer.

Das Leitbild der Forstwirtschaft entwickelt sich unter diesen Rahmenbedingungen von der Nachhaltigen Forstwirtschaft hin zu einer **Waldwirtschaft für nachhaltige Entwicklung**. Damit wird dem allgegenwärtigen Wandel Rechnung tragend das Leitbild einer konservierenden Walderhaltung zugunsten einer unterstützenden beschleunigenden Stabilisierung der funktionalen Zusammenhänge im Wandlungsprozess der Wälder weiterentwickelt.

Nachhaltige Waldbewirtschaftung ist die Betreuung und Nutzung von Wäldern auf eine Weise und in einem Ausmaß,

- das deren biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität
- sowie deren Potenzial, jetzt und in der Zukunft die entsprechenden ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, erhält
- ohne anderen Ökosystemen Schaden zuzufügen.

(Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa 1993, Resolution H 1)

Der Zustand der Wälder ist ein sensibler Indikator für den Grad der Belastung der Natur.

Angesichts gravierender Waldschäden in Europa wurde mit dem Forstlichen Umweltmonitoring Mitte der 80er Jahre das weltweit größte biologische Beobachtungsprogramm etabliert.

Der Waldzustand wird nicht von einem isolierten Faktor, sondern der Summe aller auf das Walökosystem einwirkenden Umweltfaktoren beeinträchtigt. Ausgehend von den regional unterschiedlichen natürlichen Gegebenheiten wirken Witterungseinflüsse, anthropogene Stoffeinträge und biotische Schaderreger als Ursachenbündel auf den aktuellen Waldzustand ein.

In dem Ursachenkomplex, der zu Belastungen der Vitalität der Gehölze und Stabilität der Wälder führen, nehmen Luftverunreinigungen z. B. durch:

- Eutrophierung der Waldstandorte durch Stickstoffeinträge,
- Versauerung der Waldböden durch Säureeinträge (Schwefel- und Stickstoffeinträge),
- die phytotoxische Wirkung steigender Ozonimmissionen,
- Anstieg der Kohlendioxidkonzentration der Luft und der Folgen für die Klimaerwärmung

auch deshalb eine Schlüsselrolle ein, da sie im Unterschied zu natürlichen Klimaschwankungen vermeidbar sind.

Das **forstliche Umweltmonitoring** hat das Ziel, Veränderungen der Wälder infolge von Immissionen und klimatischen Einflüssen zu erfassen und zu bewerten. Die Ergebnisse sind für die Umweltpolitik und die Formulierung von Bewirtschaftungsgrundsätzen für den Wald wichtige Entscheidungshilfe.

Monitoring (engl. Überwachen):

Der Begriff umfasst im Bereich der Umweltüberwachung sowohl die **Beobachtung** von Indikatoren des Umweltzustandes, ihren Vergleich zu Normen und damit die **Bewertung** als gut oder schlecht, die Ableitung von möglichen **Maßnahmen** zur Wiederherstellung des Normzustandes (Politikberatung) und die **Kontrolle** der Wirksamkeit eingeleiteter Maßnahmen.

Die Ergebnisse der Waldschadenserhebung, der Nadel-/Blattanalysen zur Kontrolle des Ernährungszustandes der Bäume, Bodenzustandserhebungen, bodenkundliche, vegetations- und standortkundliche und waldwachstumkundliche Befunde verdeutlichen eine gegenwärtig hohe Dynamik der Veränderung von Waldökosystemen. Durch die schnelle Veränderung von Standortbedingungen kann die physiologisch-genetische Reaktionsnorm der Bäume und der durch sie geprägten Waldökosysteme überfordert werden, was zur Einschränkung ihrer Vitalität führt.

Die Ursachen für Waldschäden wirken länderübergreifend. Deshalb wurde 1985 ein europaweites Monitoring-Programm unter Verantwortung der Europäischen Union und der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen ins Leben gerufen (**ICP-Forest**). Grundlagen waren die Ratsverordnung Nr. 3528 (1986) der Europäischen Union sowie die Genfer Luftreinhaltkonvention (1979), eine Konvention der Vereinten Nationen über weitreichende Luftverunreinigungen. Seit 1986 werden der Waldzustand und seine Entwicklung unter den Programmen der UN/ECE und der EU-Kommission im europäischen Maßstab überwacht.

Um ein ausreichend differenziertes Bild vom Zustand des Waldes und seiner Beziehungen zur Umwelt zu gewinnen, wurde ein mehrstufiges, aufeinander abgestimmtes Untersuchungsprogramm unterschiedlicher Intensitätsebenen (Level) entwickelt.

Sämtliche Methoden des Programms – von der Erhebung genau definierter, charakteristischer Parameter im Gelände bis hin zur Analyse im Labor – sind in umfangreichen Manualen festgelegt. Sie werden ständig mit Blick auf den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt überprüft und auf nationaler und internationaler Ebene harmonisiert.

Die Ergebnisse der standardisierten Erhebungen bilden auch auf nationaler und internationaler Ebene die wissenschaftliche Grundlage für politische Entscheidungen zur Luftreinhaltung und zu anderen Bereichen der Umweltpolitik.

Das Forstliche Umweltmonitoring war zunächst auf die Erfassung der Wirkungen von Luftverunreinigungen ausgerichtet und hat auf diesem Gebiet die weitreichenden politischen Entscheidungen zur Luftreinhaltung befördert. Die Beobachtung der Waldzustandsentwicklung wird künftig neben diesem Schwerpunkt verstärkt auch neuere Fragen in die methodische Weiterentwicklung einbeziehen:

- Wie reagiert der Wald auf Klimaveränderungen?
- Welchen Beitrag liefern die Wälder zur Kohlenstoffspeicherung?
- Wie entwickelt sich die Biodiversität im Wald?

Die EU-Verordnung Forest Focus ist dazu neben der Fortführung bisheriger Beobachtungen auf die Entwicklung und Einführung neuer Module in das Überwachungsprogramm ausgerichtet.

Das Forstliche Monitoring wird durch die Forstverwaltungen der Länder durchgeführt. Es ordnet sich ein in weitere Inventurprogramme der Landesforstverwaltungen, der Umweltbehörden der Länder,

Naturschutzverwaltungen und ist z. B. in Brandenburg Teil der **Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung** des Landes.

Das forstliche Umweltmonitoring ist damit eine Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung des Waldes.

Linkangebote zur Vertiefung:

Forstliches Umweltmonitoring in Deutschland

Forstliches Umweltmonitoring in Europa (ICP-Forest)

Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung Brandenburg

Level II-Programm in Berlin

nachhaltige, standortgerechte Forstwirtschaft (Berlin)

Nationales Waldprogramm und Brandenburger Waldprogramm

2 Methodik der Waldzustandserhebung

Wald-Zustand, -Gesundheit und -Vitalität sind als Gegenstand des Monitoring der Waldökosysteme relativ unscharf definierte Begriffe.

Unter **Vitalität** der Bäume wird ihre Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Umweltbedingungen, ihre Konkurrenz- und Fortpflanzungsfähigkeit und ihr Wachstum verstanden.

Der Kontext der Waldwirtschaft für nachhaltige Entwicklung folgt diesem Ansatz einer integrierten Beurteilung der Lebensäußerungen der Bäume, erweitert sie jedoch noch um die Zielgröße der Erhaltung der biologischen Vielfalt und die dauerhafte Fähigkeit der Ökosysteme die ökologischen Funktionen zu erfüllen ohne anderen Ökosystemen Schaden zuzufügen.

Daher gehören zum Waldzustand auch der Bodenzustand, die Lebensraumqualität für die Vielfalt waldbundener Pflanzen und Tiere, die Erhaltung geschlossener Stoffkreisläufe und der Fähigkeit zur Selbstregulation und Verarbeitung von Störungen.

Da man nicht alles und überall messen und beobachten kann, bedarf es einer sinnvollen Methodik mit vertretbarem Aufwand ein möglichst zutreffendes Bild zum Zustand der Waldökosysteme in ausreichender räumlicher und zeitlicher Auflösung zu erhalten.

Dazu wurden die Beobachtungen in verschiedene Intensitätsstufen (Level) gegliedert (Abb. 3).

Forstliches Umweltmonitoring			
	Stichprobenraster	ausgewählte Flächen	Waldökosystemforschung
Intensitätsstufe	Level I	Level II	Level III
wesentliche Indikatoren	Waldschadenserhebung (WSE) Kronenzustand Bodenzustandserhebung (BZE) bodenchemischer Zustand Nadel-/Blattanalyse	<ul style="list-style-type: none"> •Witterung •Immission •Deposition •Bodenzustand •Chemie der Bodenlösung •Kronenzustand •Streufall •Biomarker Baumvitalität •Forstschutzkontrolle •Nadel-/Blattanalysen •Waldwachstum •Bodenvegetation •Genetik Bäume 	Erfassung der Wirkung gezielter experimenteller Veränderungen wichtiger Umweltbedingungen
Aufnahmeturnus	WSE jährlich BZE 10 – 15 Jahre	In Abhängigkeit vom untersuchten Parameter periodisch bis kontinuierlich	
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Zustandsbeschreibung • Lokalisierung von Schadschwerpunkten • Erfassung von Entwicklungstendenzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennen von Ursache – Wirkungsbeziehungen • Identifizierung ökosystemarer Schlüsselprozesse und Veränderungstendenzen 	Analyse ökosystemarer Prozesse

Abb. 3: Intensitätsstufen des Forstlichen Umweltmonitoring

Auf der Intensitätsstufe von **Level I** beteiligen sich das Land Berlin seit 1986, das Land Brandenburg seit 1990 am Forstlichen Umweltmonitoring in Europa. Ziel dieses Programms ist es, Erkenntnisse über die zeitliche und regionale Verbreitung von Waldschäden zu gewinnen. Das Inventurraster in einem systematischen, flächendeckenden europäischen 16 km x 16 km-Grundnetz mit weiterer Verdichtung auf Landesebene soll den Zustand des Waldes für die Landesfläche repräsentativ wiedergeben und dabei regionale Unterschiede und Schwerpunkte der Waldbelastung aufzeigen und dessen Beziehungen zu Stressfaktoren wie Witterung und Luftschadstoffe erkennen lassen. Zeitreihen stellen eine Grundlage für die Bewertung von Veränderungen dar. Zu den Aufgaben des Level I-Programms gehört die jährliche Kronenansprache der Waldschadenserhebung (WSE) und die bisher einmalig durchgeführte Bodenzustandserhebung (BZE). Die Bodenzustandserhebung wird im Zeitraum 2006–2008 wiederholt und ist mit einer Inventur der Ernährungssituation der Waldbäume verknüpft.

In der Intensitätsstufe **Level II** werden an repräsentativ ausgewählten Versuchsflächen Komponenten des Energie- und Stoffhaushaltes und biologische Systemreaktionen der Ökosystemausschnitte an Schlüsselparametern kontinuierlich beobachtet. Die Parameterauswahl ist auf die Anwendung von Modellen des Wasser- und Stoffhaushaltes orientiert. Ein zweiter eng damit verbundener Schwerpunkt ist die Suche nach geeigneten Indikatoren des Systemzustandes und der Systemveränderungen, die eine Übertragung der Erkenntnisse über die Ebene Level I bis zur Flächendeckung ermöglicht. Darin

eingebettet besteht die Aufgabe, die Methoden zur Erfassung der Indikatoren zu entwickeln und ihre Übertragbarkeit zu prüfen. In der Zusammenschau der periodischen Erhebungsergebnisse und der Beobachtung der Entwicklungsprozesse der Systemglieder Bestockung, Bodenvegetation, Bodenzustand und Stoffaustausch unter gemessenen Umweltbedingungen sind Einschätzungen der Belastung und Belastbarkeit der Waldökosysteme sicherer und schneller möglich. Damit können Handlungsspielräume der Forstwirtschaft zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung erkannt und Anforderungen zur Einhaltung von tolerierbaren Umweltbelastungen (critical levels / critical loads) sicherer belegt werden.

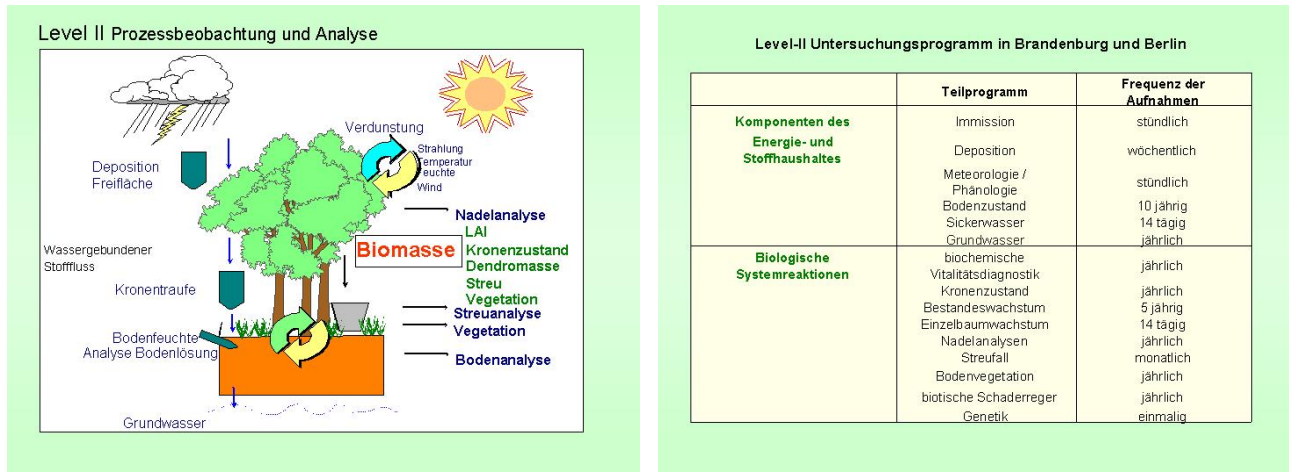


Abb. 4: Das Level II-Untersuchungsprogramm

Auf der Intensitätsstufe Level II werden in Brandenburg 6 Kiefernbestände (1201–1206) im Rahmen des EU-Programms, sowie zusätzlich ein Buchen- (1207) und ein Eichenbestand (1208) beobachtet.

Im Land Berlin sind ein Kiefernjungbestand (1102) und ein Kiefern-Eichen-Altbestand (1101) im Grunewald und ein Kiefernbestand in Köpenick in das Level II-Programm einbezogen.

Die Beobachtungen werden im Auftrag der Landesforstverwaltungen Brandenburgs und seit 2003 auch Berlins durch die Landesforstanstalt Eberswalde mit Unterstützung durch die örtlichen Revierförster durchgeführt. Die Beobachtungsprogramme zur Immission, Deposition und Grundwasserkontrolle werden arbeitsteilig mit dem Landesumweltamt Brandenburgs bearbeitet. Die Fläche 1207 wird in Kooperation mit dem Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V. untersucht.

Die Level II-Flächen 1202, 1203, 1204 sowie 1101 und 1103 sind zugleich Kernflächen des durch das Landesumweltamt koordinierten Programms der Integrierten Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB).

Die EU-Level II-Dauerbeobachtungsflächen erweisen sich gleichfalls als regionale Kristallisationspunkte für eine interdisziplinäre Ökosystemforschung (Level III) mit vielfältigen Untersuchungszielen, da hier die permanente Überwachung auf lange Sicht abgesichert werden kann. So waren die Level II-Flächen 1202 und 1205 in ein vom BMFT gefördertes Projekt zur Untersuchung der Wirkung unterschiedlicher Auflichtungen des Kiefern-Oberstandes auf den Erfolg der künstlichen Verjüngung mit Buche und Eiche einbezogen, der weiter beobachtet wird.

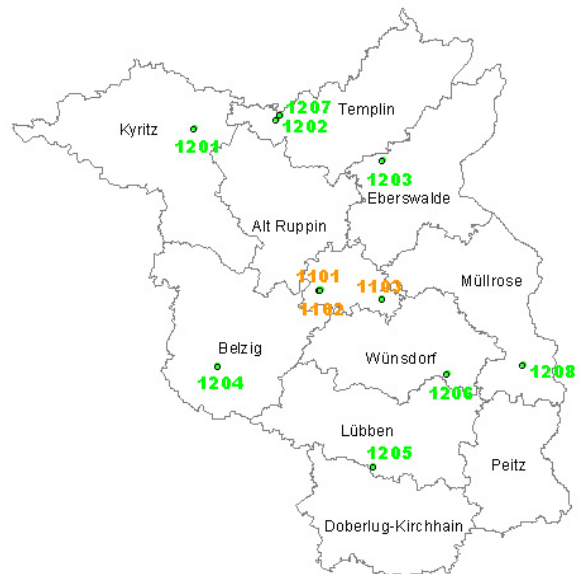


Abb. 5: Lage der Level II-Flächen in Berlin und Brandenburg

Methodik der Waldschadenserhebung im Level I-Messnetz

Die Waldschadenserhebung erfolgt in einem Stichprobenverfahren auf Rasterbasis, die flächenbezogene Aussagen über den Waldzustand liefert.

Die Stichprobenpunkte werden durch die Schnittpunkte eines systematischen geografischen Gitternetzes bestimmt. Die Netzdichte wurde bis 2003 in Brandenburg auf ein Raster von 4 km x 4 km, in Berlin von 2 km x 2 km festgelegt, um Aussagen über den Zustand der Hauptbaumarten auf Wuchsgebietsebene zu erhalten. Im Jahr 2004 wurde die Netzdichte in Brandenburg für Kiefernreinbestände auf 8 km x 8 km reduziert, für andere Baumarten wurde die bisherige Netzdichte von 4 km x 4 km beibehalten.

An jedem auf Wald fallenden Gitternetzschrittpunkt wurden permanente Kontrollstichproben (überwiegend Kreuztrakt mit 4 im Abstand von 25 m nach den Haupthimmelsrichtungen orientierten 6-Baum-Satellitenstichproben) eingerichtet.

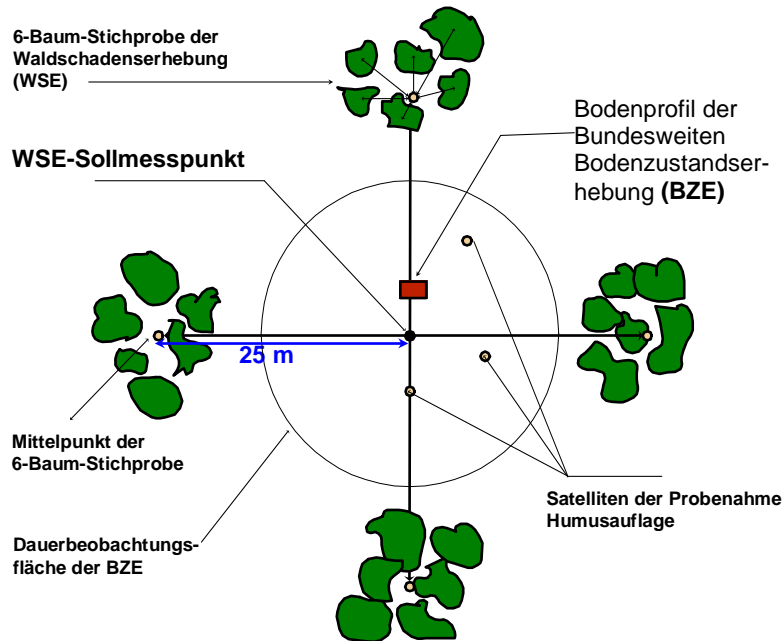


Abb. 6: Stichprobenpunkt der Waldschadenserhebung im Kreuztrakt

Als Wald gelten alle auf Forstgrund fallenden Gitternetzpunkte, wenn auf der Fläche Bäume in der Dichte stehen, dass sie im Umtriebsalter wenigstens 20 % der Fläche überkronen, die Bestandesgröße wenigstens 0,5 Hektar beträgt und die Bestandesmittelhöhe größer als 60 cm ist. In die Netzkonstruktion wurde die gesamte Landesfläche einbezogen, unabhängig von den Eigentumsverhältnissen der jeweiligen Waldfläche.

Die WSE-Kontrollflächen repräsentieren normalen Wirtschaftswald und unterliegen keinen aus ihrem Status als Kontrollfläche begründeten wirtschaftlichen Beschränkungen.

Werden durch notwendige Maßnahmen der Bestandespflege einzelne Probenbäume entnommen, so werden diese durch wiederum systematisch auszuwählende Bäume ersetzt.

Entfallen ganze Probenflächen durch planmäßige Einschläge, abiotische (z. B. Feuer) oder biotische Schäden (z. B. Borkenkäfer), so ruht der entsprechende WSE-Punkt, bis der Folgebestand eine Bestandeshöhe von mehr als 60 cm erreicht hat.

Aufnahmemerkmale

Der Kronenzustand jedes einzelnen Probenbaumes wird durch eine visuelle Schätzung:

- a) der Kronenverlichtung 'relativer Nadel- bzw. Blattverlust' im Vergleich zu einem voll belaubten Referenzbaum in 5-%-Stufen und
- b) des Grades der Vergilbung der Nadeln bzw. Blätter in den Stufen 0 = 0–10 %, 1 = 11–25 %, 2 = 26–60 % und 3 = 61–100 % Stufen erhoben.

Dabei werden nur die Bereiche der Baumkrone berücksichtigt, die sich ohne störende Einflüsse durch benachbarte Baumkronen oder Lichtmangel entwickeln konnten. Um ein zeitlich konstantes Niveau der Bewertung zu sichern, finden jährlich im Vorfeld der Erhebungsperiode Schulungen statt und stehen für die Hauptbaumarten Bilderserien typischer Verlichtungsgrade zur Verfügung.

Neben diesen Hauptmerkmalen der Kronenzustandsbewertung werden für jeden Baum zusätzliche, den Kronenzustand beeinflussende Nebenmerkmale erfasst, wie Baumart, Alter, soziologische Stel-

lung, Intensität der männlichen Blüte bei Kiefer, Intensität der Fruktifikation, Insektenschäden nach Art und Intensität, Pilzschäden nach Art und Intensität, Kronenbrüche und andere abiotische Schäden. Die Waldschadenserhebung erfolgt jährlich in der kurzen Zeitspanne zwischen der vollen Ausbildung der Belaubung und vor Beginn der Herbstverfärbung im Zeitraum Juli und August durch qualifiziertes Forstpersonal.

Alle 5 Jahre, beginnend 1991 werden zusätzlich an den WSE-Punkten in Brandenburg, die im Kreuztrakt angelegt sind und den Brusthöhendurchmesser (BHD) von 7cm überschritten haben, Messungen des BHD und der Baumhöhe aller nummerierten Probestämme durchgeführt. Außerdem wird die Stammzahl des herrschenden Bestandes in einem Probekreis mit 10 m Radius um den Sollmesspunkt bestimmt.



Abb. 7: Eichen mit differenzierter Kronenverlichtung (links: 5 %, Mitte: 25 %, rechts: 60 %)

Auswertung

Die Auswertung der WSE beruht auf der mit der Stichprobe erfassten Waldfläche. Somit entspricht jeder auf Wald (im Sinne der o. a.. Definition) fallende Gitterpunkt einer Waldfläche in Brandenburg von 1600 ha (für Kiefer 6400 ha), in Berlin 400 ha. Da an jedem Punkt 24 Bäume aufgenommen werden, repräsentiert jeder Probenbaum in Brandenburg 66,67 ha (Kiefer 266,67 ha), bzw. in Berlin 16,67 ha Wald. Deshalb treten sowohl hinsichtlich der Gesamtwaldfläche (Ausschluss von Blößen und Kulturen bis 60 cm Höhe) als auch der Baumartenstruktur und der Altersklassenverteilung Differenzen zur realen Waldstruktur auf, die mit geringer werdender Stichprobenzahl (z. B. Auswertungen auf Ebene der Wuchsgebiete oder der Ämter für Forstwirtschaft) zunehmen.

Zur Ergebnisdarstellung werden die Erhebungen der Kronenverlichtung zu „**Schadstufen**“ zusammengefasst (Tab. 1). Treten an einem Probenbaum mittlere oder starke Vergilbungen auf, wird die Schadstufe zur „kombinierten Schadstufe“ erhöht (Tab. 2). Es hat sich in der Ergebnisdarstellung die Anwendung der „kombinierten“ Schadstufe durchgesetzt. Auch ohne ausdrücklichen Verweis auf die Merkmalskombination wird unter Schadstufe die kombinierte Schadstufe verstanden. Das Merkmal Vergilbung hat in Brandenburg und Berlin bisher keine große Bedeutung; merklichen Differenzen zwischen Schadstufe Kronenverlichtung und kombinierter Schadstufe traten bisher nicht auf. Das Merkmal Vergilbung wird zusätzlich gesondert ausgewertet.

Tab. 1: Definition der Schadstufen Nadel-/Blattverlust

Verlichtungsstufen	Kronenverlichtung	Aufnahmestufen
0 ohne Schadmerkmale	bis 10 %	0, 5, 10
1 schwach geschädigt	15–25 %	15, 20, 25
2 mittelstark geschädigt	30–60 %	30, 35, 40, 45, 50, 55, 60
3 stark geschädigt	über 60 %	65, 70, 75, 80, 85, 90, 95
4 abgestorben	100 %	100

Tab. 2: Ableitung der Kombinierten Schadstufe

Verlichtungsstufe	Vergilbungsstufe			
	0	1	2	3
	Kombinierte Schadstufe			
0	0	0	1	2
1	1	1	2	2
2	2	2	3	3
3	3			
4	4 (abgestorben)			

Schadstufen

Die Anpassung der Kronendichte an variable Umweltbedingungen kann als Schaden oder eher Ausdruck der Reaktionsfähigkeit (Vitalität) eines Baumes betrachtet werden. Die Erfahrungen und Untersuchungen haben gezeigt, dass Bäume bereits in der Schadstufe 1 eine Reduktion des Zuwachses aufweisen. Ab der Schadstufe 2 ist zusätzlich eine höhere Wahrscheinlichkeit des Absterbens von Bäumen gegeben. Die natürlichen Schwankungen der Benadelungs- bzw. Belaubungsdichte in Anpassung an die aktuellen Witterungsbedingungen reichen auch unter natürlichen Bedingungen in die ‚Schadstufe 1‘ hinein. Die Stufe 0 „gesund“ oder „ohne Schadmerkmale“ wurde mit 0-10% Verlichtung eng gefasst. Die Bäume der Stufe 1 mit 11-25% werden als ‚kränkelnd‘ oder ‚schwach geschädigt‘ bezeichnet. Erst ab Schadstufe 2, d. h. mehr als 25 % Kronenverlichtung werden eindeutige Schäden angenommen. Die Schadstufen 2 bis 4 werden zusammengefasst als „deutliche Schäden“ dargestellt.

Daneben wird die **mittlere Kronenverlichtung** einer Stichprobeneinheit (aller Bäume einer Auswertungseinheit) als zusätzliches Merkmal genutzt. Sie hat den Vorteil das Ergebnis unabhängig von den festgelegten, unterschiedlich breiten Schadstufengrenzen in einem Wert zu integrieren. Allerdings ist aus ihr nicht die Bandbreite der Verlichtungsgrade ersichtlich.

Die **Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung** der in 5%-Stufen angesprochenen Kronenverlichtung ermöglicht im Vergleich mit dem Vorjahr eine detaillierte Aussage zum Bereich der Veränderungen.

Auswertungseinheiten sind das Land insgesamt, die forstlichen Wuchsgebiete, Ämter für Forstwirtschaft und Kreise. Auf Landesebene ist eine weitere Differenzierung nach zwei Altersgruppen (bis 60 Jahre; über 60 Jahre) und Hauptbaumarten bzw. Baumartengruppen (Kiefer, sonstige Nadelbaumarten, Buche, Eiche, sonstige Laubbaumarten) möglich. In kleineren Aufnahmeeinheiten kann nur noch eine Gliederung nach Laub- und Nadelbaumarten erfolgen.

Der gemeinsame Waldzustandsbericht der Länder Berlin und Brandenburg ermöglicht die Zusammenfassung beider Landesergebnisse zu einem Wert für die gemeinsame Region .

Die kleinste Stichprobeneinheit ist der WSE-Aufnahmepunkt. Er repräsentiert entsprechend der Stichprobenanlage generell einen Bestand. Auf dieser Ebene können Beziehungen des Kronenzustandes zu Standorts-, Witterungs- und Bestandesdaten geprüft werden. Der Verlauf der Kronenzustandsentwicklung kann auch an Einzelbäumen im Vergleich verschiedener Indikatoren der Baumvitalität von Interesse sein.

3 Ergebnisse der Waldschadenserhebung 2004

3.1 Gesamtregion

In die Darstellung der Waldzustandsentwicklung für die Region gehen die Daten der Landeserhebungen von Berlin und Brandenburg entsprechend ihrem Waldanteil gewichtet in das Gesamtergebnis der Region ein.

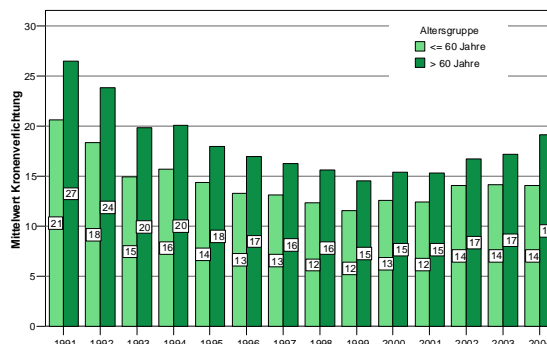
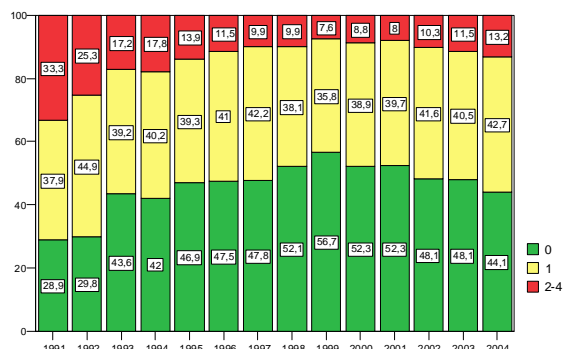


Abb. 8: Schadstufenentwicklung 1991–2004 in Prozent

Abb. 9: Mittlere Kronenverlichtung nach Altersgruppen

In der zusammenfassenden Betrachtung aller Baumarten stieg der Flächenanteil deutlicher Schäden (Schadstufen 2 bis 4) gegenüber dem Vorjahr um 1,7 %-Punkte auf 13,2 % an. Die Veränderungen konzentrierten sich auf die Schadstufe 2. Der Anteil starker Schäden und toter Bäume (Schadstufen 3 und 4) blieb insgesamt nahezu unverändert. Der Anteil stark geschädigter Bäume sank gegenüber dem Vorjahr um 0,4 %-Punkte auf 1,1 %. Dieser Reduzierung entspricht nahezu ein Anstieg des Anteils toter Bäume in der Erhebung 2004 von 0,3 % auf 0,5 %-Punkte.

Gegenüber dem Beginn vergleichbarer Erhebungen beider Länder im Jahr 1991 hat sich der Kronenzustand der Waldbäume bis 1999 erheblich verbessert. Seither nehmen die Kronenverlichtungen wieder zu.

Der Anteil der Schadstufe 0 nahm seit 1999 von 57 % bis zum Jahr 2004 auf 44 % ab.

Die Waldfläche in der Schadstufe 1 (Warnstufe) bleibt im Beobachtungszeitraum mit ca. 40 % Anteil relativ konstant (2004: 42,7 %).

Die Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung entspricht dieser Entwicklung. Sowohl die Altersgruppe der bis 60-jährigen Bäume als auch die Altersgruppe der über 60-jährigen Bäume weisen eine stetige Zunahme der Kronendichte bis 1999 auf. Seither ist eine steigende Tendenz der mittleren Kronenverlichtung festzustellen. Ältere Bäume bleiben im Mittel höher verlichtet als die jüngere Altersgruppe, die Entwicklung in beiden Altersgruppen läuft parallel. Gegenüber 1999 stieg die mittlere Kronenverlichtung in der Altersgruppe über 60-jähriger Bäume um 5 %-Punkte auf aktuell 19 %.

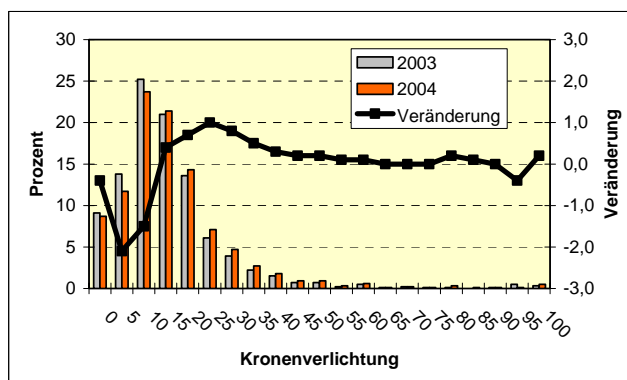


Abb. 10: Häufigkeitsverteilungen der Kronenverlichtung 2003 und 2004 über alle Baumarten und Veränderung zum Vorjahr

Der Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der Kronenverlichtung in 5%-Stufen im Jahr 2004 mit dem Vorjahr weist einen Rückgang des Anteils von Bäumen mit 5 und 10 % Kronenverlichtung aus. Dem

entspricht ein Anstieg im Bereich von 20 bis 60 % Verlichtung. Insgesamt bleiben die Veränderungen der Verteilung gegenüber dem Vorjahr gering.

Der Kronenzustand der Wälder weist sowohl regional als auch eine nach Baumarten und Alter differenzierte Entwicklung auf. Die Baumartenstruktur (Abb. 11) weist die Dominanz der Baumart Kiefer in den Wäldern der Region aus. Die Hauptbaumarten Buche und Eiche haben gegenwärtig einen noch relativ geringen Anteil im Kronendach der Wälder. Durch die ökologische Waldentwicklung (Waldumbauprogramm) soll ihr Anteil künftig deutlich zunehmen. Ihre Zustandsentwicklung ist daher von besonderem Interesse für forstpolitische strategische Entscheidungen.

Die Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Baumartengruppen in der Region (Abb. 12) zeigt ein sehr differenziertes Bild.

In der Gruppe der anderen Nadelbaumarten (Fichte, Lärche, Douglasie u. a.) wird ein relativ konstant guter Kronenzustand ausgewiesen.

Der Kronenzustand der Kiefern hat sich gegenüber dem Beginn der Erhebungen sehr stark verbessert, weist aber seit 2000 wieder eine leicht steigende Tendenz der Verlichtung auf.

Die Laubbaumarten zeigen dagegen in der Zeitreihe seit 1991 keine Zustandsverbesserung. Die Eichen weisen seit 1991 einen relativ konstant schlechten Belaubungszustand auf, im Jahr 2004 wurde ein extrem schlechter Kronenzustand erfasst.

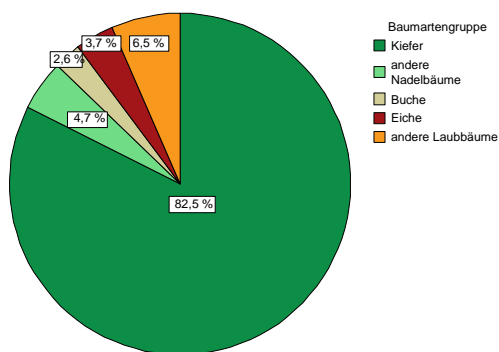


Abb. 11: Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe der Region Berlin-Brandenburg 2004

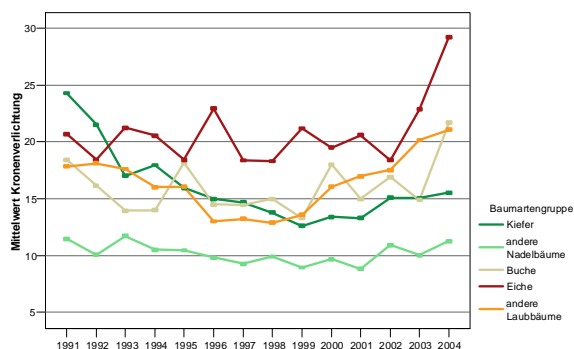


Abb. 12: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Baumartengruppen in der Region Berlin-Brandenburg

Die **Kiefer** dominiert bei einem Flächenanteil von > 80 % das Gesamtergebnis in der Region. Mit 10 % deutlichen Schäden und 44 % Flächenanteil ohne Schäden ist ihr Zustand besser als das Gesamtergebnis über alle Baumarten. Gegenüber dem Vorjahr ist der Anteil deutlicher Schäden um 0,5 %-Punkte auf 10,3 % angestiegen. Der Vitalitätszustand der Kiefern ist damit immer noch recht gut und gegenüber dem Beginn der systematischen Kontrolle erheblich verbessert. Die mittlere Kronenverlichtung sank von 24 % im Jahr 1991 auf 13 % im Zeitraum 1999–2001. Seither ist ein geringfügiger Anstieg auf aktuell 16 % festzustellen.

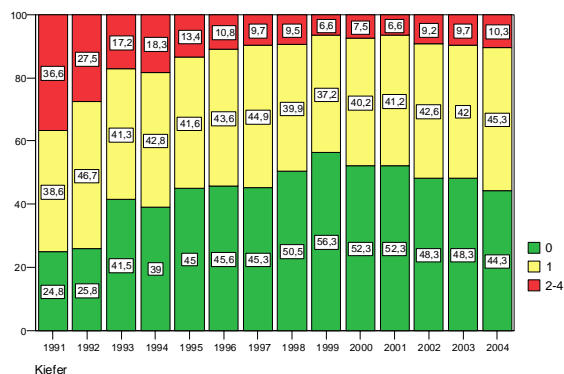


Abb. 13: Schadstufenentwicklung bei der Kiefer 1991–2004 in Prozent



Die fast 5 % **anderen Nadelbäume** der WSE-Stichprobe (Fichte, Lärche, Douglasie, u. a.) weisen seit Beginn der Erhebungen in der Summe einen besseren Zustand als die Kiefer auf. Mit 68 % Flächenanteil ohne Schäden und 6 % deutlichen Schäden ist diese Baumartengruppe nur gering von Kronenverlichtungen betroffen. Die mittlere Kronenverlichtung schwankt im Beobachtungszeitraum nur zwischen 9 und 12 % und liegt aktuell bei 11 %.

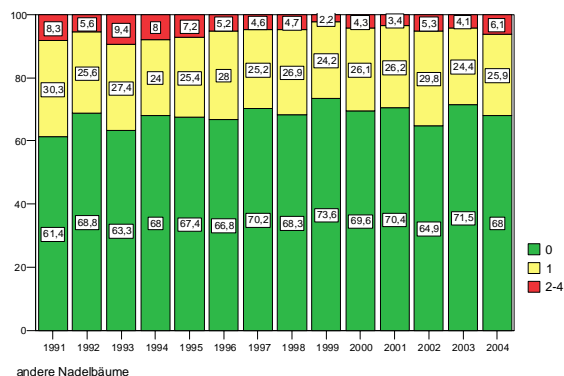


Abb. 14: Schadstufenentwicklung der anderen Nadelbäume 1991–2004 in Prozent

Die **Buche** ist mit gegenwärtig unter 3 % Waldflächenanteil eine Hauptbaumart, der im Zuge des Waldumbaus eine größere Bedeutung zukommen soll. Die wenigen Buchen in der WSE-Stichprobe der Region hatten bisher im Jahr 2000 mit 28 % Flächenanteil deutlicher Schäden den schlechtesten Kronenzustand seit Beginn der Erhebungen.

Mit 37 % Flächenanteil deutlich reduzierter Kronendichte und nur 35 % ohne sichtbare Kronenschäden wurde im Jahr 2004 ein neues Maximum der Schäden bei den Buchen erfasst. Die mittlere Kronenverlichtung schwankte bisher zwischen 13 % und 19 %. Sie stieg 2004 erstmals gegenüber dem Vorjahr um 7 % auf 22 %.

Als Ursache für die hohe Kronenverlichtung im Jahr 2000 war die starke Fruktifikation älterer Buchen erkannt worden. Auch im Jahr 2004 wurde wieder eine starke Fruktifikation der Buche festgestellt. Entsprechend war mit einem Anstieg deutlich verlichteter Kronen in der Erhebung 2004 zu rechnen.

Eine generelle Tendenz der Kronenzustandsentwicklung der Buche seit 1991 lässt sich bisher nicht ableiten. Die mittlere Kronenverlichtung schwankt um 15 %, in Mastjahren steigt sie bei älteren Bäumen auf 20 %. In den seit 1998 in zweijährigem Rhythmus auftretenden Mastjahren steigt die Kronenverlichtung naturgemäß jeweils an. Im darauffolgenden Jahr nimmt die Belaubungsdichte wieder zu. Dabei wurde in den letzten Jahren aber nicht wieder die Belaubungsdichte der vorhergehenden Periode erreicht. Es ist aufgrund der Überlagerung von häufiger Fruktifikation und den ausgeprägten Witterungsextremen in den letzten Jahren gegenwärtig aber noch keine Bewertung dieser Beobachtung als Tendenz möglich.

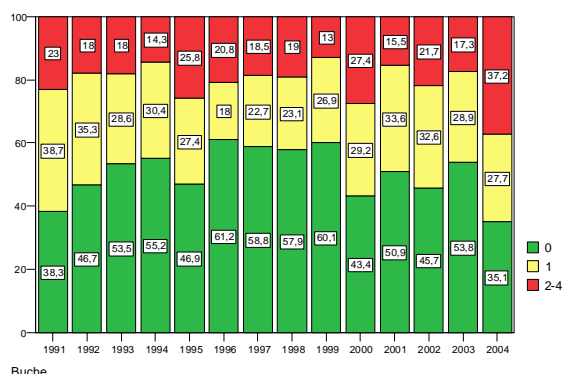


Abb. 15: Schadstufenentwicklung bei der Buche 1991–2004 in Prozent

Auch die **Eiche** mit gegenwärtig 3,7 % Flächenanteil soll entsprechend der ökologischen Waldentwicklungsplanung einen höheren Anteil an der Waldfläche in der Region erhalten.

Das Schadniveau der Eichen stieg bundesweit zwischen 1984 und 1997 kontinuierlich auf 47 % deutliche Schäden an, sank bis 2002 auf 29 % und war 2003 wieder auf 39 % angestiegen. Sie ist damit die bundesweit am stärksten geschädigte Baumart.

In der Region sind 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 dem starken Anstieg der Eichenschäden um 11 %-Punkte im Vorjahr setzte sich die Zustandsverschlechterung im Jahr 2004 fort.

Mit 49 % sind gegenwärtig nahezu die Hälfte der Eichen deutlich geschädigt. Nur ein Viertel der Eichen sind ohne erkennbare Schäden. Die mittlere Kronenverlichtung stieg um weitere 5 % auf aktuell 29 %.

Seit 1998 ist eine Tendenz zunehmender Schäden der Eiche erkennbar. In der Zeitreihe seit 1991 ist aber noch kein sicherer Trend erkennbar (Abb. 16).

Die Baumartengruppe Eiche fasst die Ergebnisse für die Traubeneiche und die Stieleiche zusammen. Bei differenzierter Betrachtung der Eichenarten wird erkennbar, dass die **Traubeneichen** in der Stichprobe der Waldschadenserhebung ein deutlich geringeres Niveau der Kronenverlichtung aufweisen. Ihre mittlere Kronenverlichtung stieg von 1998 bis 2004 tendenziell an. Die dramatische Zustandsverschlechterung der letzten beiden Jahre konzentriert sich aber bei den **Stieleichen**. Die 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 liegt entsprechend bei der Stieleiche mit 67 % mehr als doppelt so hoch als bei Traubeneiche mit 30 %.

Die bei etwa gleichen Standortansprüchen beider Eichenarten bekannte höhere Anfälligkeit der Stieleichen gegenüber Grundwasserabsenkungen liefert ein Indiz für Auswirkungen des extremen Trockenjahres 2003 auf die dramatische Zustandsverschlechterung der Eiche. Bereits im Frühjahr war das Ausbleiben des normalen Blattaustriebs vor allem bei der Eiche, deren Knospen vertrocknet sitzen blieben, Anlass zur Sorge. Die im Mai durch die Berliner Forsten und die Ämter für Forstwirtschaft in Brandenburg beobachteten Schadsymptome waren vor allem schlechtes Austreiben, deformierte Blätter, abgestorbene Triebspitzen und vertrocknete Hauptknospen an vielen Eichen. Die unmittelbar veranlassten Untersuchungen durch die Landesforstanstalt Eberswalde und das Pflanzenschutzamt Berlin ergaben, dass weder Pilze noch Insekten für die beobachteten Eichenschäden ursächlich verantwortlich waren. Als Ursache wurde der Witterungsverlauf mit dem extremen Sommer 2003 und einer Störung der Winterruhe durch eine Wärmeperiode im Januar und Februar 2004 diskutiert.

Auf die klimatischen Rahmenbedingungen und die Extremsituation bei Eiche wird im Kapitel 4 verstärkt eingegangen.

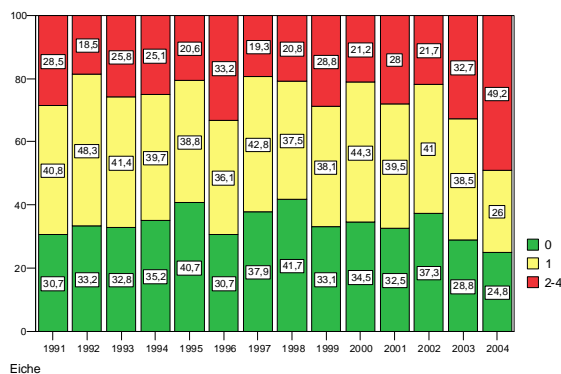


Abb. 16: Schadstufenentwicklung bei der Eiche 1991–2004 in Prozent

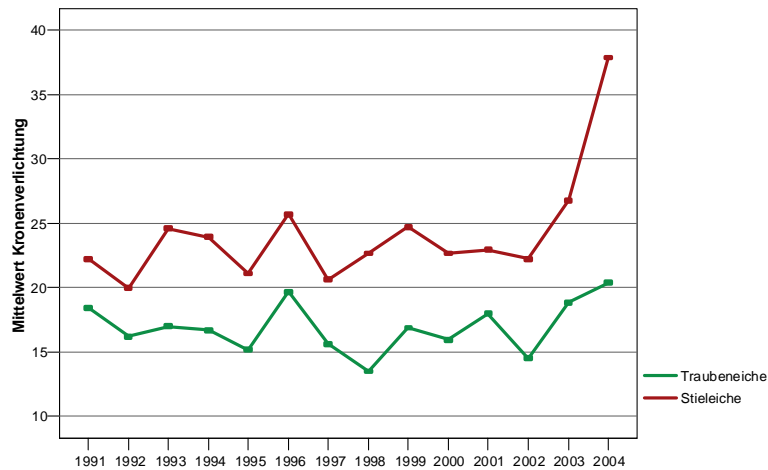


Abb. 17: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung bei den Eichenarten Traubeneiche und Stieleiche 1991–2004 in Prozent

Andere Laubbaumarten (Birke, Erle, Roteiche, Robinie u. a.) haben einen Flächenanteil von 6,5 % in der Gesamtregion.

Nach einer Abnahme im Zeitraum 1991 bis 1997 blieb die mittlere Kronenverlichtung in dieser Baumartengruppe bis 1998 bei 13 % konstant, steigt aber seither wieder an. Diese Entwicklung setzte sich auch 2004 fort (Abb. 12). Im Jahr 2004 wurde ein Flächenanteil von 25 % in den Schadstufen 2–4 festgestellt. Gegenüber dem Vorjahr ist das ein Anstieg um 1 %-Punkt. Die mittlere Kronenverlichtung liegt 2004 mit 21 % im gleichen Niveau wie bei der Buche. Auch die Schadensdynamik der sonstigen Laubbaumarten weist einen der Buche vergleichbaren Verlauf auf.

Die Zunahme der deutlichen Schäden seit 1998 betrifft vor allem die Birke, aber auch Roteiche, Aspe, Hainbuche und Esche zeigen eine deutliche Zustandverschlechterung während Robinie und Erle diese Tendenz nicht aufweisen (Abb. 19). Die anderen Laubbaumarten sind in Abb. 19 nach der Häufigkeit ihres Vorkommens in der WSE-Stichprobe sortiert.

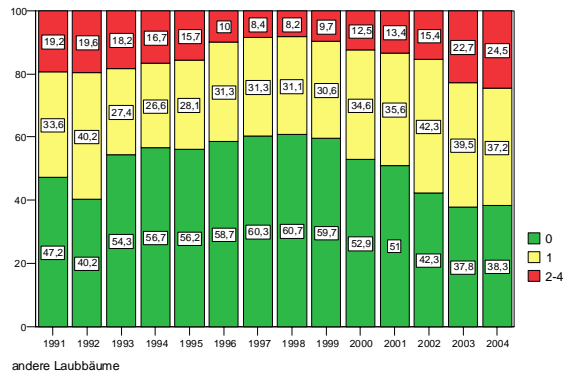


Abb. 18: Schadstufenentwicklung bei anderen Laubbäumen 1991–2004 in Prozent

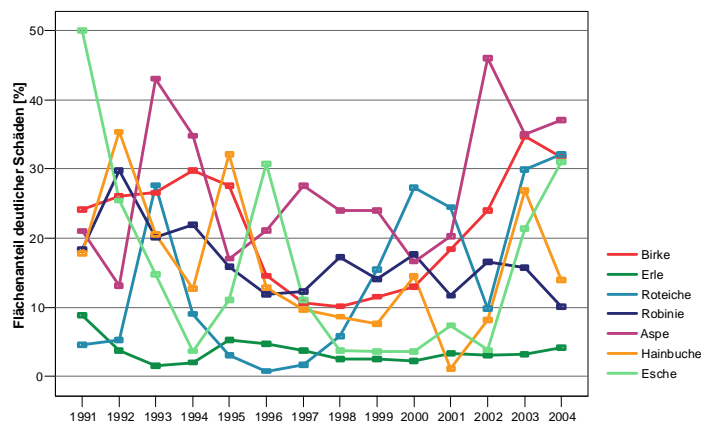


Abb. 19: Entwicklung des Anteils deutlicher Schäden in der Baumartengruppe andere Laubbäume nach Baumarten

3.2 Berlin

Die Waldzustandsentwicklung wird in Berlin ab 1991 in einem einheitlichen, neu angelegten Stichproben-Netz beobachtet. Die Netzdichte variierte in den einzelnen Aufnahmejahren, seit 2001 werden die Waldschäden im 2 km x 2 km Netz an 42 Stichprobenpunkten in den Landesgrenzen Berlins aufgenommen.

Gegenüber der Entwicklung in Brandenburg ist für die in den Grenzen des Landes Berlin gelegenen Waldflächen, die ca. 2 Prozent der Waldfläche der Gesamtregion beinhalten keine Tendenz einer Erholung des Waldzustandes im Beobachtungszeitraum festzustellen.

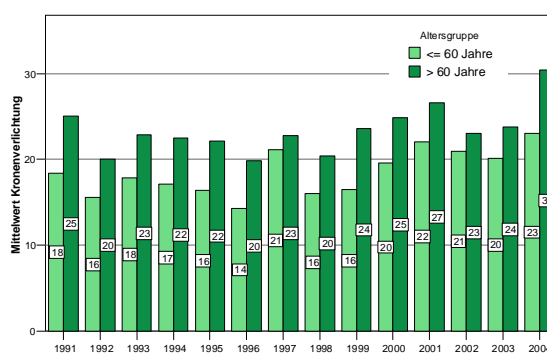
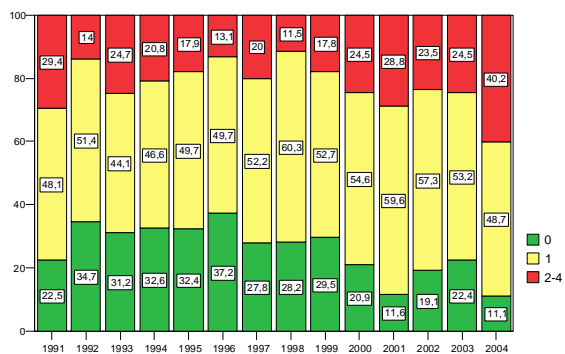


Abb. 20: Entwicklung der Schadstufenanteile für alle Baumarten 1991–2004 in Prozent

Abb. 21: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung für alle Baumarten

Der Flächenanteil deutlicher Schäden lag im Jahr 2001 mit 29 % auf dem gleichen Niveau wie 1991, der Waldflächenanteil ohne Schäden war gegenüber der Erstaufnahme von 23 % auf 12 % im Jahr 2001 zurückgegangen. Damit wurde im Jahr 2001 der schlechteste Kronenzustand seit 1991 erfasst. In den Jahren 2002 und 2003 gingen die deutlichen Schäden auf 24 % zurück und steigen 2004 auf den bisher höchsten Wert von 40 %.

Der Flächenanteil ohne sichtbare Kronenschäden ist 2004 wieder auf 11 % zurückgefallen.

Die Warnstufe (Schadstufe 1) hat 2004 einen Anteil von 49 %.

Die deutlichen Schäden (Schadstufen 2–4) konzentrieren sich auf die Schadstufe 2 mit einem Anteil von 36,5 % aber auch die Flächenanteile starker Schäden sind von 0,8 auf 3 % angestiegen. Der Anteil toter Bäume lag 2004 bei 0,5 %.

Die mittlere Kronenverlichtung über alle Baumarten ist um 5 % auf 27 % angestiegen. Dieser Anstieg betraf vor allem die älteren Bäume im Altersbereich über 60 Jahre.

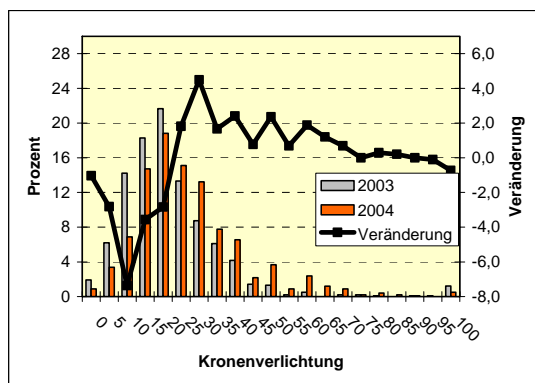


Abb. 22: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung über alle Baumarten

Die Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung im Jahr 2004 weist im Vergleich zu 2003 eine Abnahme im Bereich 0–20 % aus (Abb. 22). Im Bereich der deutlichen Schäden (30–100 %) haben die Anteile der aller Verlichtungsgrade im Bereich von 30 % bis 70 % zugenommen. Der Schwerpunkt der Zunahme lag zwar bei 30 %, aber auch die Verlichtungsgrade 40 %, 50 % und 60 % weisen gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme von über 2 %-Punkten auf. Damit ist in Berlin eine sehr starke Reaktion im Belaubungszustand der Waldbäume auf die extremen Witterungsbedingungen des Vorjahres festzustellen.

Die Baumartenzusammensetzung im Land Berlin ist gegenüber der in Brandenburg und damit in der Gesamtregion durch deutlich geringere Anteile der Nadelbaumarten und einen höheren Anteil von Eichen und anderen Laubbäumen gekennzeichnet (Abb. 23).

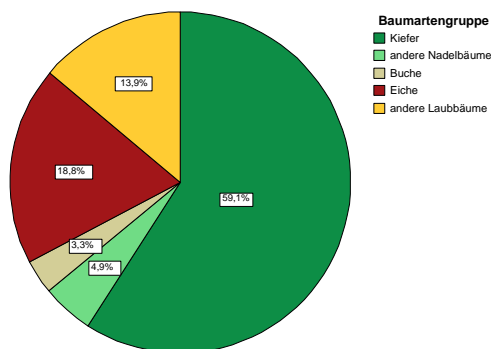
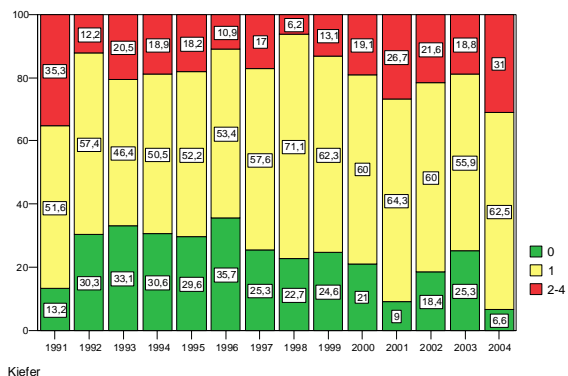


Abb. 23: Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe des Landes Berlin 2004

Die **Kiefer** hatte sich in den zwei Vorjahren von dem Höhepunkt der Schadensentwicklung im Jahr 2001 erholt. Diese Tendenz setzte sich 2004 nicht fort. Mit 31 % Flächenanteil deutlicher Schäden im Jahr 2004 wurde gegenüber dem Vorjahr wieder ein Anstieg um 12 %-Punkte festgestellt. Die deutlichen Schäden konzentrieren sich dabei mit 30 % auf die Schadstufe 2, nur 0,5 % entfallen auf starke Schäden (Schadstufe 3) und 0,3 % sind tot.

Der Anteil der Schadstufe 0 sank auf den bisher niedrigsten Wert von 7 %. Die Warnstufe (Schadstufe 1) hat einen Flächenanteil von 62 %.

Die mittlere Kronenverlichtung liegt im Jahr 2004 bei 24 % und ist damit höher als 1991 (23 %). Eine Tendenz ist aus der Zeitreihe bisher nicht abzuleiten. Der Kronenzustand der Kiefern ist in Berlin weiter deutlich schlechter als in Brandenburg und ohne Tendenz zu einer Besserung.



Kiefer

Abb. 24: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Kiefer in Prozent

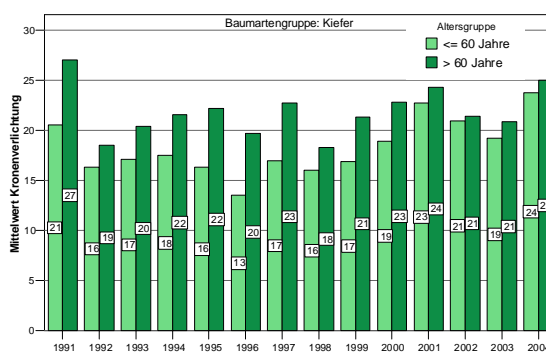


Abb. 25: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Kiefern

Die wenigen **Buchen** in der Stichprobe der WSE erlauben keine statistisch vertretbaren Aussagen für das Land Berlin. Ihr Zustand ordnet sich in das Gesamtergebnis der Region ein. Gegenüber dem Vorjahr ist nach dem Rückgang der mittleren Kronenverlichtung wieder ein Anstieg erkennbar, für die Zeitreihe seit 1991 ist die Tendenz der Kronenverlichtung eher steigend.

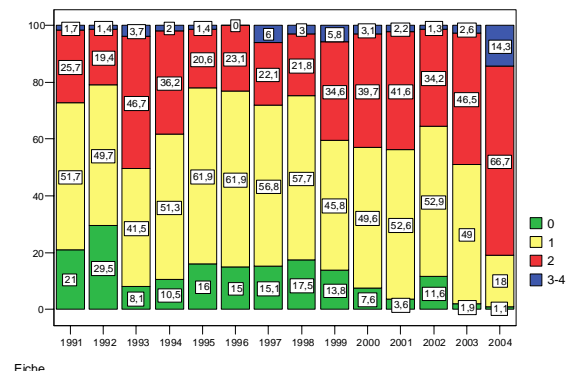
Die **Eichen** haben mit fast 20 % Baumartenflächenanteil in Berlin eine besondere Bedeutung. Ihr Kronenzustand ist nach dem Trockenjahr 1992 im Jahr 1993 mit 43 % Flächenanteil deutlicher Schäden aufgenommen worden. In den Jahren 1994 bis 1996 waren eine Zustandsverbesserung und Stabilisierung des Kronenzustandes erkennbar. Diese positive Entwicklung hat sich seither aber wieder umgekehrt. 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 jetzt 81 % deutliche Schäden erfolgte.

Der Anteil Flächenanteil stark geschädigter Eichen mit Kronenverlichtungen über 60 % lag im Vorjahr noch bei knapp 3 % und stieg im Jahr 2004 auf 14 % an. Tote Eichen traten im Jahr 2004 noch keine auf.

Der Anteil der Schadstufe 0 lag 2004 bei 1 %, auch die Warnstufe hatte nur noch einen Anteil von 18 %.

Die mittlere Kronenverlichtung lag in den Jahren 1999–2003 nahe 30 %. Mit 43 % mittlerer Kronenverlichtung wurde 2004 ein Extremzustand erfasst, der die weitere Überlebensfähigkeit der Baumart in Frage stellt. Es ist nach bisherigen Erfahrungen davon auszugehen, dass sich in den Folgejahren nicht alle Bäume von diesem Stresszustand erholen können.

Wie in der Gesamtstichprobe ist auch in Berlin die besonders dramatische Entwicklung des Zustandes der Eichen vor allem bei der Stieleiche festzustellen. Der Anteil deutlicher Schäden stieg bei dieser Baumart von 32 % im Jahr 2002 auf aktuell 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 aktuell fast 60 % gibt Anlass zur Sorge (Abb. 28).



Eiche

Abb. 26: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Eiche in Prozent

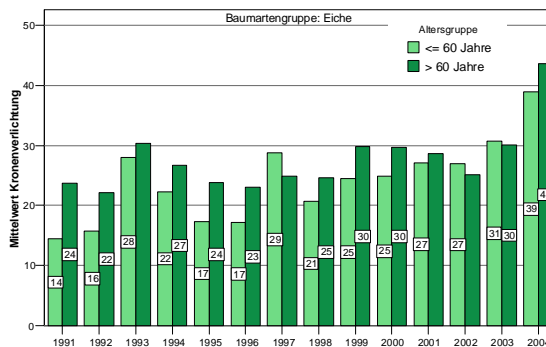


Abb. 27: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Eichen

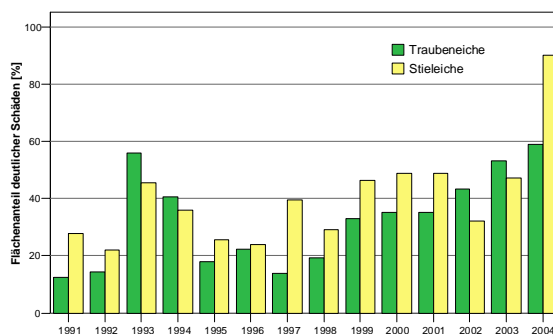


Abb. 28: Entwicklung der Anteile deutlicher Schäden (2–4) für Traubeneiche und Stieleiche in Prozent

Die geringe Stichprobenanzahl der Baumartengruppen andere Nadelbäume, Buche und andere Laubbäume erlaubt keine statistisch gesicherte Auswertung. Da in der Gesamtauswertung die Laubbäume ein deutlich höheres Schadniveau als die Nadelbäume aufwiesen, erfolgt für die Stichprobe Berlins eine Auswertung für diese zusammengefassten Baumartengruppen, die zusätzlich nach Altersgruppen differenziert werden können.

Es bestätigt sich die Aussage, dass Laubbäume in beiden Altersgruppen ein deutlich höheres Niveau der Kronenverlichtung aufweisen als die Nadelbaumarten.

Die **Laubbäume** weisen seit einem Minimum der Schäden im Jahr 1996 eine steigende Tendenz der Kronenverlichtung auf. Während dieser Anstieg in der Altersgruppe über 60-jähriger Bäume bereits 1999 in einem Schritt auf ca. 40 % Flächenanteil deutlicher Schäden erfolgte, ist die Kronenverlichtung der Altersgruppe bis 60-jähriger Bäume von 1999 bis 2004 nahezu jährlich gestiegen. Im Jahr 2004 erreicht der Flächenanteil deutlicher Schäden mit 37 % fast das bisherige Niveau der älteren Altersgruppe. Die dramatische Zunahme deutlicher Schäden im Jahr 2004 konzentriert sich dagegen auf die Altersgruppe über 60-jähriger Bäume. Insgesamt weist die Zeitreihe eine steigende Tendenz der Kronenverlichtung auf.

Die Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung der Laubbäume weist 2004 im Vergleich zum Vorjahr eine Abnahme im Bereich der Verlichtungsgrade 15–25% und eine starke Zunahme im Bereich von 35–70 % Verlichtung auf (Abb. 30). Die Zunahme auch hoher Verlichtungsgrade > 50 % ist dabei besonders kritisch, da bei Bäumen dieses Verlichtungsgrades in den Folgejahren bereits mit einer erhöhten Mortalität gerechnet werden muss.

Für die **Nadelbaumarten** war die Kronenverlichtung bei seit 1992 gegenüber den Laubbäumen geringerem Schadniveau in den zwei Vorjahren rückläufig. Der Anstieg deutlicher Schäden von 1999 bis 2001 hatte sich zunächst nicht fortgesetzt. Mit dem erneuten Anstieg deutlicher Schäden im Jahr 2004 in beiden Altersgruppen ist auch für die Nadelbaumarten ein neuer Höchstwert in der Zeitreihe seit 1992 beobachtet worden.

Die Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr konzentrieren sich aber im Unterschied zu den Laubbäumen auf eine Abnahme im Bereich von 5–15 % Verlichtung und eine Zunahme der Anteile im Bereich 20–40 %. Starke Schäden sind damit nicht angestiegen.

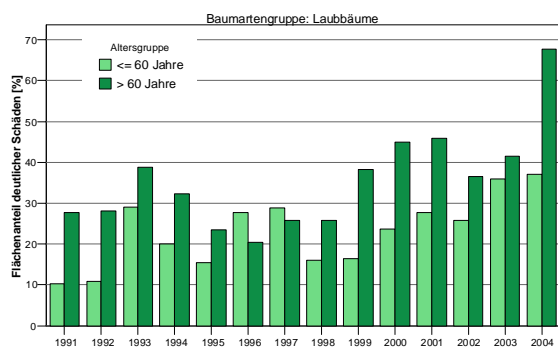


Abb. 29: Entwicklung der Anteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Laubbaumarten

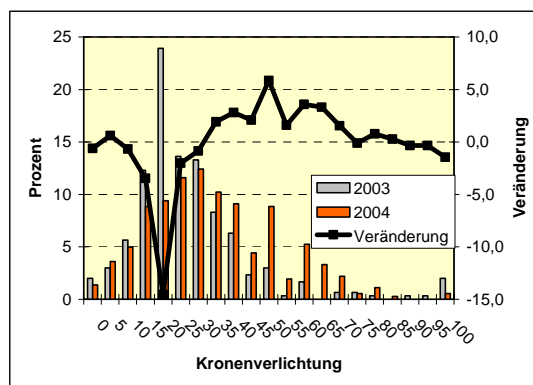


Abb. 30: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung für die Laubbaumarten

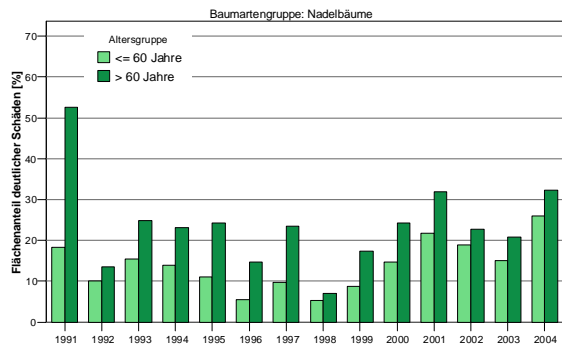


Abb. 31: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Nadelbaumarten

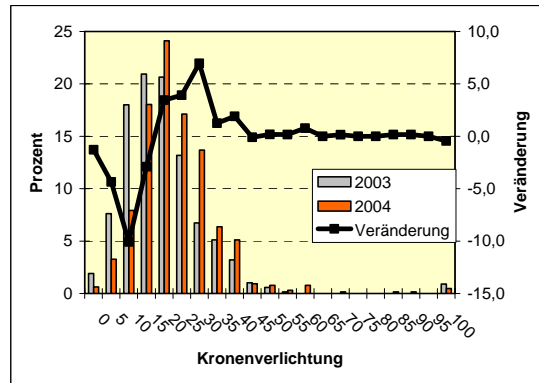


Abb. 32: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung für die Nadelbaumarten

Der Schwerpunkt der Schäden liegt 2004 in den Forstämtern Köpenick mit 48 % und Pankow 42 % deutlichen Schäden. In den Forstämtern Tegel (32 %) und Grunewald (34 %) ist der Anteil deutlicher Schäden geringer.

3.3 Brandenburg

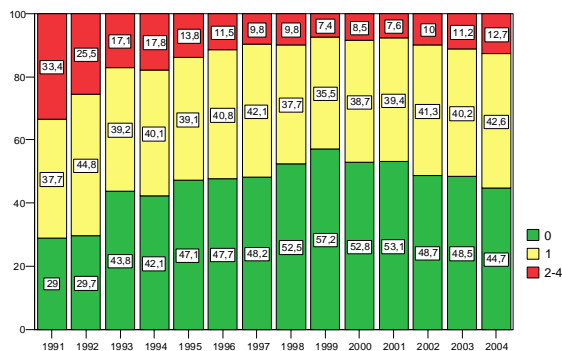


Abb. 33: Entwicklung der Schadstufenanteile für alle Baumarten in Prozent

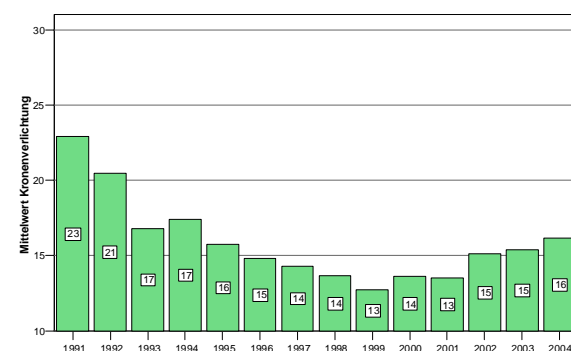


Abb. 34: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung für alle Baumarten

Entsprechend seinem Waldanteil von ~ 98 % unterscheidet sich das Landesergebnis Brandenburgs nur geringfügig vom Ergebnis der Gesamtregion.

Gegenüber dem Jahr 1999, in dem das bisher beste Ergebnis der Waldschadenserhebung erfasst wurde, ist bis 2004 ein Anstieg der deutlichen Schäden um 6 %-Punkte auf 13 % festzustellen. Der Anteil der Waldfläche ohne sichtbare Schäden bleibt 2004 mit 45 % auf relativ hohem Niveau.

Der Rückgang der Waldschäden in Brandenburg ist seit etwa 8 Jahren zum Stillstand gekommen. Die mittlere Kronenverlichtung ist zwar mit 16 % noch relativ gering, in der Tendenz aber seit 2000 wieder steigend.

Gegenüber dem Vorjahr weist die Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung nur geringe Veränderungen auf. Die Zunahme deutlicher Schäden konzentriert sich auf den Bereich der Verlichtungsgrade 15–35 %, reicht also nicht in den Bereich der starken Schäden hinein.

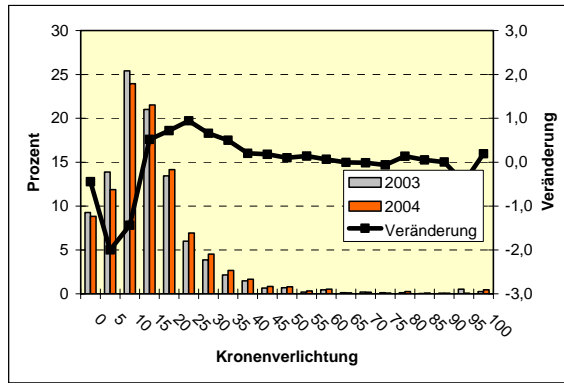


Abb. 35: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung über alle Baumarten

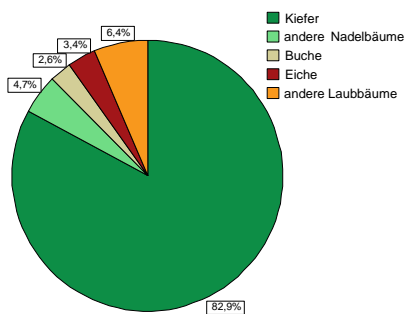


Abb. 36: Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe des Landes Brandenburg 2004

Tab. 3: Stichprobenumfang der Waldschadenserhebung in Brandenburg

Baumartengruppe	Netz 2004	Baumzahl		Prozent	
		2003	2004	2003	2004
Kiefer	8 x 8	11133	2950	81,3	82,9
andere Nadelbäume	4 x 4	677	670	4,9	4,7
Buche	4 x 4	365	369	2,7	2,6
Eiche	4 x 4	506	506	3,7	3,4
andere Laubbäume	4 x 4	1013	943	7,4	6,4

Durch Reduzierung der Netzdichte der Kiefernreinbestände auf ein Gitter von 8 x 8 km kommt es ab 2004 zu einer methodisch bedingten Unterbewertung des Anteils anderer Laubbbaumarten (Birke) und einer leichten Überbewertung des Anteils der Kiefer in der Stichprobe der Waldschadenserhebung in Brandenburg.

Entsprechend der Dominanz der Hauptbaumart entspricht die Schadstufenentwicklung der **Kiefer** der Entwicklung über alle Baumarten.

Gegenüber dem Vorjahr ist der Anteil deutlicher Schäden um 0,6 %-Punkte auf 10,1 % angestiegen, der Anteil der Kiefern ohne sichtbare Schäden ging um 4 % zurück. Entsprechend nahm der Anteil der Warnstufe (Schadstufe 1) um 3 %-Punkte zu. Die mittlere Kronenverlichtung ist nur geringfügig angestiegen und liegt wie in den zwei Vorjahren bei 15 %. Damit bestätigt sich die längerfristige Konstanz des relativ guten Vitalitätszustandes der Kiefer in Brandenburg auch bei außergewöhnlicher klimatischer Belastung und regional hohen Insektenfraßschäden.

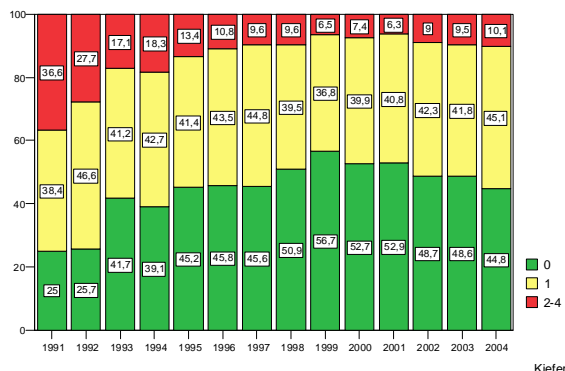


Abb. 37: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Kiefer in Prozent

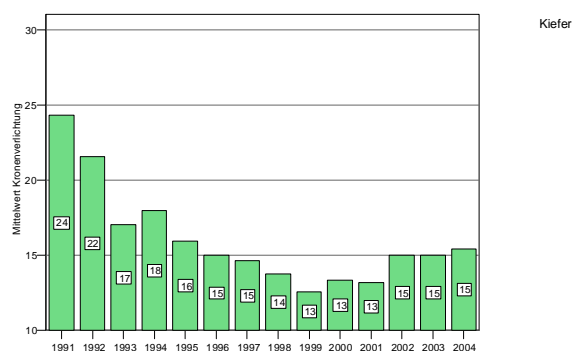


Abb. 38: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Kiefern

Die Laubbbaumarten Buche und Eiche lassen weiter keine Zustandsverbesserung erkennen.

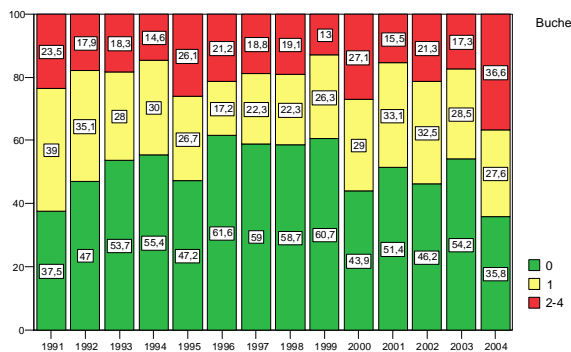


Abb. 39: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Buche in Prozent

Gegenüber dem Jahr 2000, in dem die starke Fruktifikation zur Kronenverlichtung der **Buche** beitrug, war 2001 ein Rückgang der deutlichen Schäden von 27 % auf 16 % festzustellen. Im Jahr 2002 sind die deutlichen Schäden bei erneuter Fruktifikation um 5 %-Punkte auf 21 % angestiegen. Ohne merkliche Fruktifikation der Buchen waren 2003 die Kronenverlichtungen wieder leicht rückläufig. Mit 17 % Flächenanteil deutlicher Schäden war der Kronenzustand aber schlechter als im hinsichtlich der Fruktifikation vergleichbaren Jahr 2001. Im Jahr 2004 sind bei erneuter Fruktifikation der Buchen erstmals fast 37 % der Kronen als deutlich verlichtet eingestuft worden. Die mittlere Kronenverlichtung stieg auf

22 %. Die Differenzierung der Schäden nach Altersgruppen ist bei der Buche besonders ausgeprägt. Während die Altersgruppe bis 60 Jahre > 70 % Flächenanteil in Schadstufe 0 und 20 % in Schadstufe 1 aufweist, ist der Kronenzustand der Altersgruppe über 60 Jahre mit 43 % deutlichen Schäden, 29 % in Schadstufe 1 und nur 28 % in Schadstufe 0 erheblich schlechter. Für die Altbuchen sind die stärker reduzierten Belaubungen in den Jahren mit Vollmast erkennbar. Die Altersgruppe der jüngeren Buchen reagiert im Kronenzustand im Folgejahr eines Trockenjahres (1992, 1999, 2003).

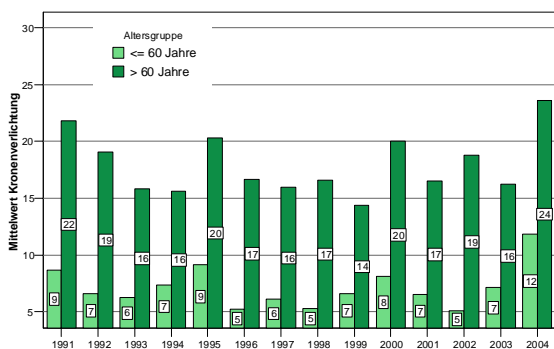


Abb. 40: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Buchen

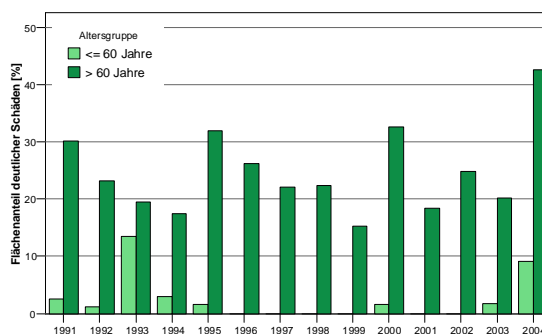


Abb. 41: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden der Buche nach Altersgruppen

Die **Eichen** (Traubeneiche und Stieleiche) waren bereits 2001 mit 27 % Flächenanteil deutlicher Schäden die Baumarten mit dem höchsten Grad der Kronenverlichtung. Im Gegensatz zur Entwicklung der Buche waren die deutlichen Schäden bei den Eichen bereits 2003 um 10 %-Punkte auf 31 % gestiegen. Die mittlere Kronenverlichtung stieg um 4 % auf 22 %. Damit wurde im Vorjahr das schlechteste Ergebnis seit 1996 erfasst. Erstmals wurden nur 31 % Flächenanteil ohne sichtbare Schäden aufgenommen.

Im Jahr 2004 stieg der Flächenanteil deutlich geschädigter Eichen erneut um 10 %-Punkte auf 46 % an. Die mittlere Kronenverlichtung erreichte mit 28 % einen sehr hohen Wert.

Die Differenzierung der Schäden nach Altersgruppen (Abb. 44) ist bei den Eichen wesentlich geringer ausgeprägt als bei der Buche. Der starke Anstieg der deutlichen Schäden in den letzten beiden Jahren konzentriert sich zwar auf die Altersgruppe über 60 Jahre aber auch bei den jüngeren Eichen sind die deutlichen Schäden auf über 20 % angestiegen.

Eine Tendenz ist in der Zeitreihe weiter nicht ableitbar. Angesichts der extremen Witterungsverhältnisse des Vorjahres ist eine außergewöhnlich starke Reaktion in der Belaubung bei den Eichen festzustellen, die zunächst die aktuelle Stresssituation der Bäume charakterisiert. Betrachtet man das Jahr 2004 als eine zunächst einmalige Ausnahmesituation, bleibt der Zustand der Eiche im Beobachtungszeitraum auf hohem Niveau der Verlichtung und damit auch anfällig für zusätzliche Belastungen durch biotische Schaderreger und Witterungsstress.

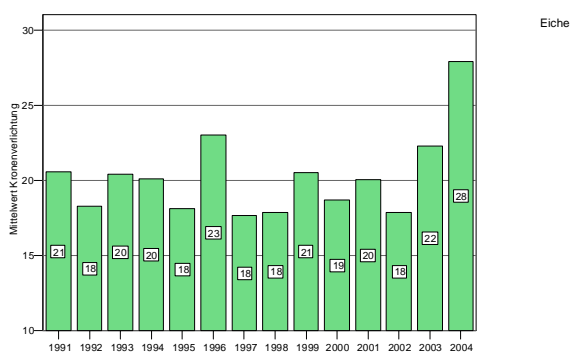
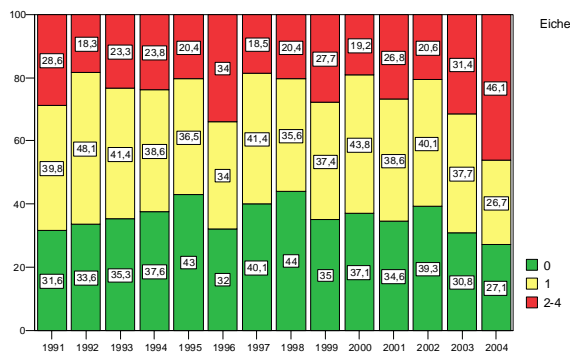


Abb. 42: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Eiche

Abb. 43: Entwicklung der mittleren Kronverlichtung der Eichen

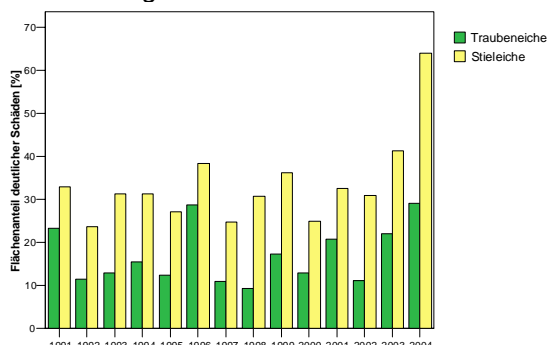
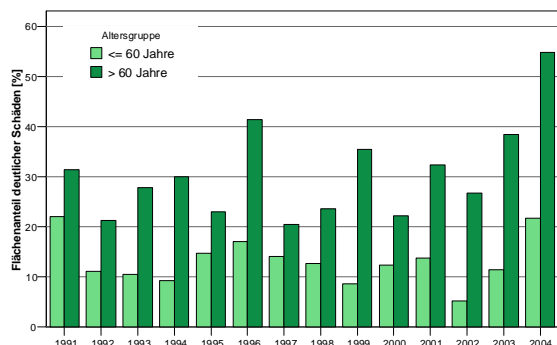


Abb. 44: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden der Eichen nach Altersgruppen

Abb. 45: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden der Baumarten Traubeneiche und Stieleiche

Wie im Land Berlin ist auch in Brandenburg generell ein höheres Schadniveau und zumindest im Jahr 2004 ein wesentlich stärkerer Anstieg der deutlichen Schäden bei der Stieleiche festzustellen (Abb. 45). Dabei scheiden Alterseffekte als Ursache aus, da beide Baumarten in etwa gleicher Altersstruktur in der Stichprobe vertreten sind.

Entsprechend der Entwicklung bei Buche und Eiche ist auch für die Zusammenfassung der Gruppe der **Laubbaumarten** (einschließlich anderer Laubbaumarten) kein Trend zu einer Verbesserung des Kronenzustandes erkennbar. Seit 1999 steigt der Anteil deutlicher Schäden in beiden Altersgruppen und lag 2003 in der Summe bei 24 %. Im Jahr 2004 stieg der Anteil deutlicher Schäden insgesamt auf 33 %. In der Altersgruppe bis 60 Jahre war der Anstieg der Schäden im Jahr 2003 von 13 % auf 22 % besonders hoch. Er ist 2004 nur noch geringfügig auf 26 % gestiegen. Dagegen reagierten die älteren Laubbäume erst 2004 mit einem Anstieg von 25 % deutlichen Schäden im Vorjahr auf aktuell 38 %. Die mittlere Kronverlichtung der Laubbäume stieg von 17 % im Jahr 2002 auf ein neues Maximum von 23 %.

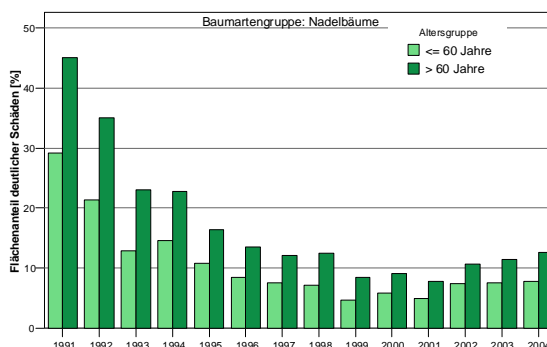
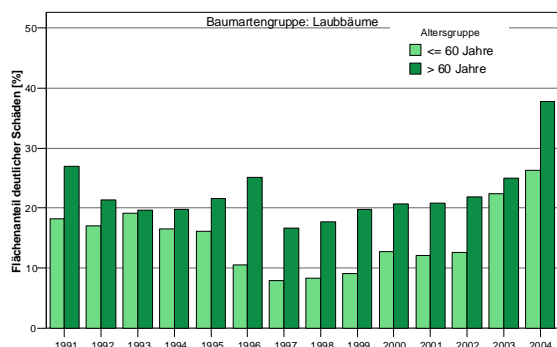


Abb. 46: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Laubbaumarten

Abb. 47: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Nadelbaumarten

Die **Nadelbaumarten** (Kiefer und andere Nadelbäume) haben 2004 einen Flächenanteil von 10 % deutlichen Schäden. Gegenüber dem Vorjahr (9 %) ist damit keine sichere Veränderung festzustellen. In der Altersgruppe über 60 Jahre ist ein leichter Anstieg des Anteils deutlicher Schäden erkennbar. Die mittlere Kronenverlichtung bleibt bei 15 %.

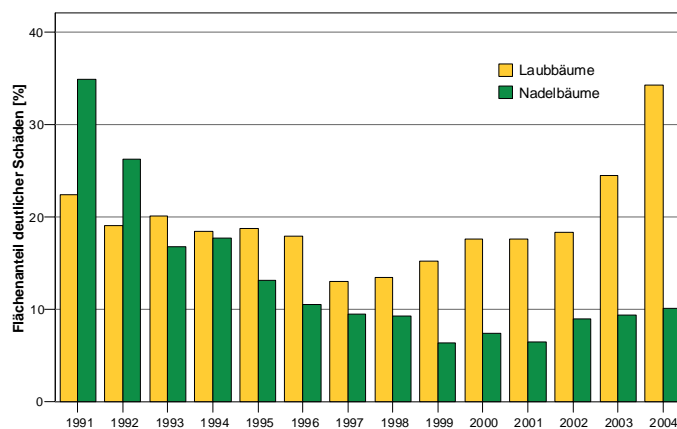


Abb. 48: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden für Laub- und Nadelbaumarten

Im Vergleich beider Baumartengruppen (Abb. 48) wird die gegenläufige Entwicklung des Kronenzustandes von Nadel- und Laubbaumarten inzwischen sehr deutlich. Waren zu Beginn der systematischen Waldschadenserhebungen vor allem die Schäden der Kiefer in engem Zusammenhang mit der Immissionsbelastung problematisch, so gibt heute die Entwicklung der Belaubung der Laubbaumarten Anlass zur Sorge. Dabei kann der gegenwärtig noch dominierende Anteil der relativ gesunden Kiefernforsten in Brandenburg bei alleiniger Betrachtung des Landesergebnisses leicht über die Gefährdung der zukünftigen Wälder täuschen, in denen den standortgerechten Laub- und Mischwäldern ein wesentlich höherer Flächenanteil zukommen soll.

Territoriale Schwerpunkte mit überdurchschnittlich hohen Flächenanteilen deutlicher Schäden und in den letzten Jahren steigender Tendenz der Waldschäden sind die Landkreise Uckermark, Havelland, Oberspreewald-Lausitz, Barnim und Prignitz.

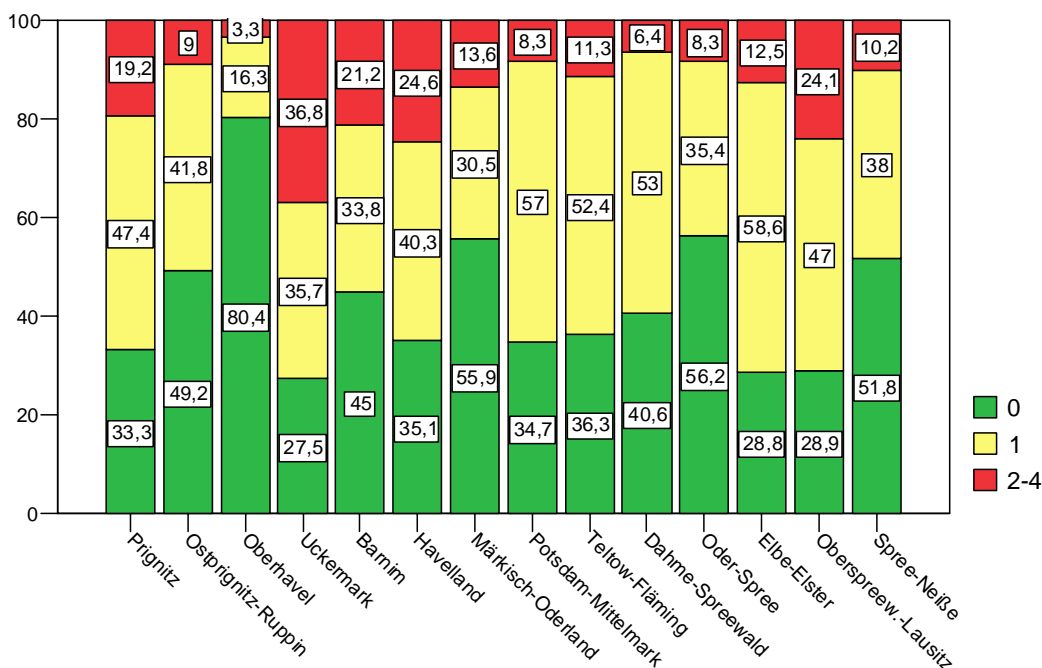


Abb. 49: Flächenanteile der Schadstufen im Jahr 2004 nach Landkreisen

3.4 Auswertung nach Wuchsgebieten, territoriale Schwerpunkte der Schäden

Forstliche Wuchsgebiete (Abb. 50) sind Großlandschaften, die sich besonders durch das Großklima und ihren geologischen Aufbau voneinander unterscheiden. Sie bilden die Grundlage für die regionale Waldbauplanung, die Forstliche Rahmenplanung und auch für waldökologische Untersuchungen in die sich die Waldschadenserhebung einordnet.

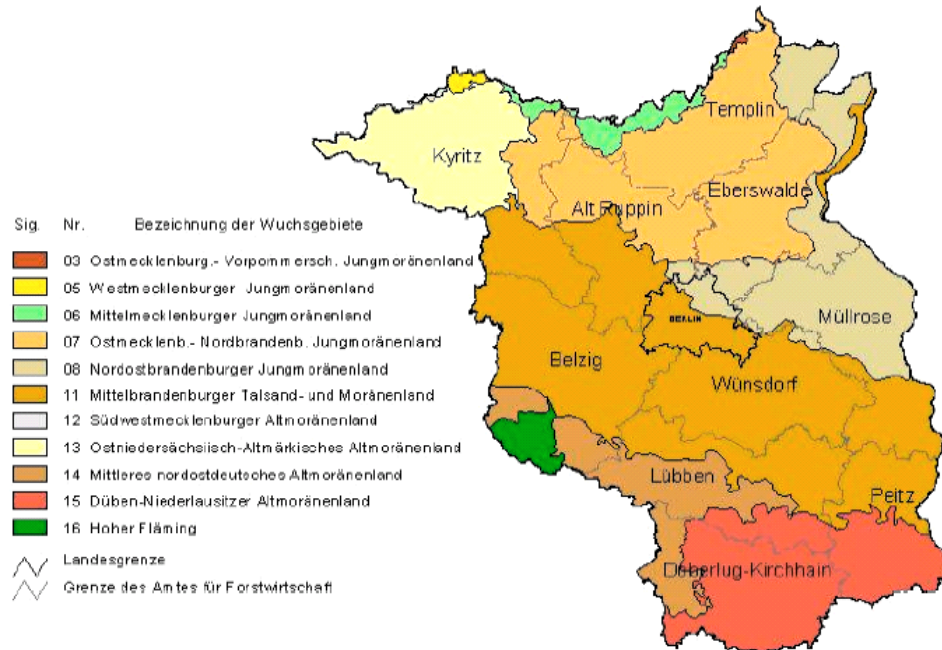


Abb. 50: Übersicht zur Gliederung der Region Berlin-Brandenburg in forstliche Wuchsgebiete

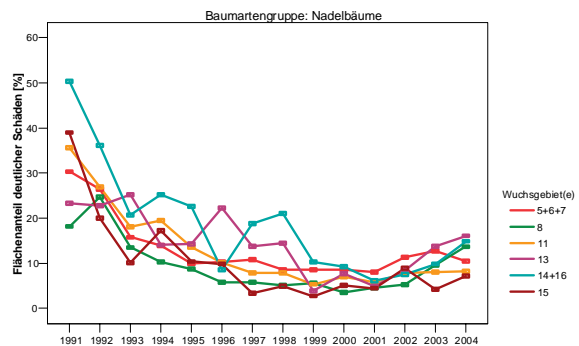
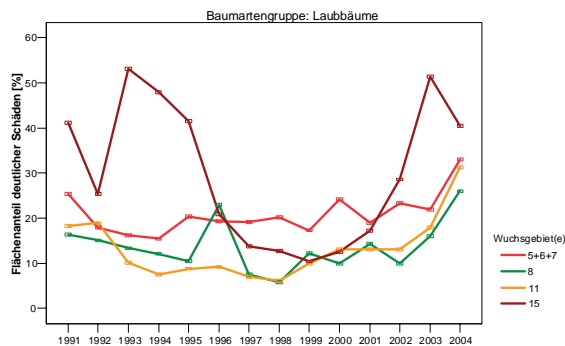


Abb. 51: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden an Laubbäumen nach Wuchsgebieten

Abb. 52: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden an Nadelbäumen nach Wuchsgebieten

Die Gliederung der WSE-Ergebnisse nach Wuchsgebieten lässt bei den Nadelbaumarten keine wesentlichen Differenzen der Kronenzustandsentwicklung erkennen. Die Flächenanteile deutlicher Schäden nehmen übereinstimmend tendenziell ab. Zu Beginn der Erhebungen noch erkennbare Unterschiede im Grad der Verlichtung sind zum Jahr 1999 auf ein gemeinsames geringes Niveau reduziert. In den letzten drei Jahren steigen die Schäden in den Wuchsgebietsgruppen 13 (Ostniedersächsisch-Altmarkisches Altmoränenland) 14 + 16 (Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland + Hoher Fläming) und 8 (Nordostbrandenburger Jungmoränenland) leicht an.

Bei den Laubbäumen, die entsprechend der Waldstruktur nicht für alle Wuchsgebiete den notwendigen Stichprobenumfang erreichen, war der hohe Anteil deutlicher Schäden im Wuchsgebiet 15 (Düben-Niederlausitzer Altmoränenland) ab 1996 reduziert und steigt seit 2000 wieder an. Im Nordbrandenburger Jungmoränenland (5+ 6 + 7) bleibt ein seit Beginn der Erhebungen erhöhtes Schadenniveau relativ konstant bestehen. Übereinstimmend ist in den Wuchsgebieten 8 (Nordostbrandenburger Jungmoränenland) und 11 (Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland) nach zwischenzeitlicher Erholung in den letzten 4–5 Jahren wieder ein steigendes Niveau der Anteile deutlicher Schäden fest-

zustellen. Die Schäden der Laubbaumarten weisen 2004 keine wuchsgebietsbezogene Differenzierung auf, es ist ein relativ einheitlich hohes Niveau erreicht.

Die flächenrepräsentative Auswertung der Waldschadenserhebung erfolgt auf der Basis des Kronenzustandes von einzelnen Bäumen. Für den Zustand des Ökosystems Wald ist es aber von entscheidender Bedeutung, wie sich der Waldzustand am konkreten Standort im Bestand darstellt. Jeweils ein stark geschädigter Baum in 10 gesunden Beständen gefährdet den Ökosystemzustand weniger als 10 stark geschädigte Bäume in einem Bestand. Mit der Erfassung von jeweils 24 Bäumen eines Bestandes (Plot) kann auch der Kronenzustand im Bestandesmittel untersucht werden (Abb. 53).

Es zeigt sich für die Schadstufenverteilung der Plot-Mittel ein sehr ähnliches Bild sowohl in der Entwicklungsdynamik als auch im Anteil der deutlichen Schäden (Schadstufen 2, 3–4). Es wird aber auch deutlich, dass wesentlich weniger WSE-Punkte (Bestände) als Bäume in die Schadstufe 0 eingeordnet werden können. An der Mehrzahl der Bestände treten Bäume der Schadstufen 0 und 1 in Mischung auf. Dagegen weist die Übereinstimmung der prozentualen Anteile der Schadstufen 2–4 auf die Konzentration deutlich geschädigter Bäume in entsprechend deutlich geschädigten Beständen hin.

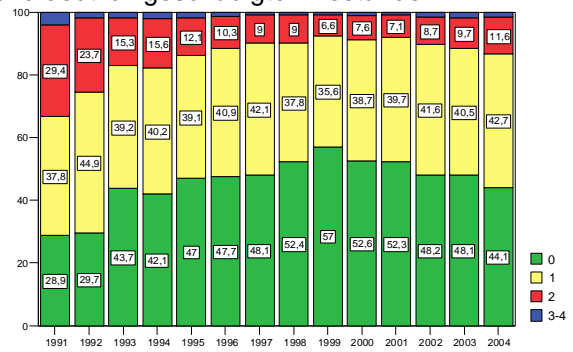
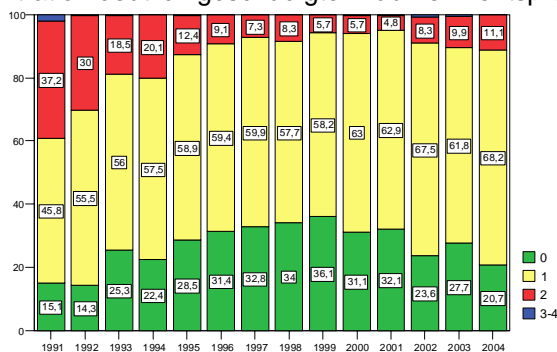


Abb. 53: Schadstufenentwicklung der Bestände 1991–2004 in Prozent **Abb. 54:** Schadstufenentwicklung der Bäume 1991–2004 in Prozent

Die Karten (Abb. 55) geben einen Überblick über die räumliche Verteilung der mittleren Kronenverlichtung an den 299 WSE-Punkten der Region Berlin-Brandenburg im Jahr 2004 im Vergleich zum Vorjahr (612 Punkte). Die reduzierte Anzahl der Aufnahmepunkte im Jahr 2004 ergibt sich aus der Beschränkung der Netzdichte für Kiefern-Reinestände auf 8 km x 8 km.

Entsprechend der großen Differenziertheit der Bestände in ihrer Kombination von Standortbedingungen, Baumartenzusammensetzung und Bestandesalter kann von der Situation an einem Punkt nicht auf den Zustand der Bestände in seiner Nachbarschaft geschlossen werden, wie das enge räumliche Nebeneinander von gesunden und geschädigten Beständen zeigt.

Die räumliche Konzentration von Punkten einer Schadstufe gibt allerdings Hinweise auf den Waldzustand der Region.

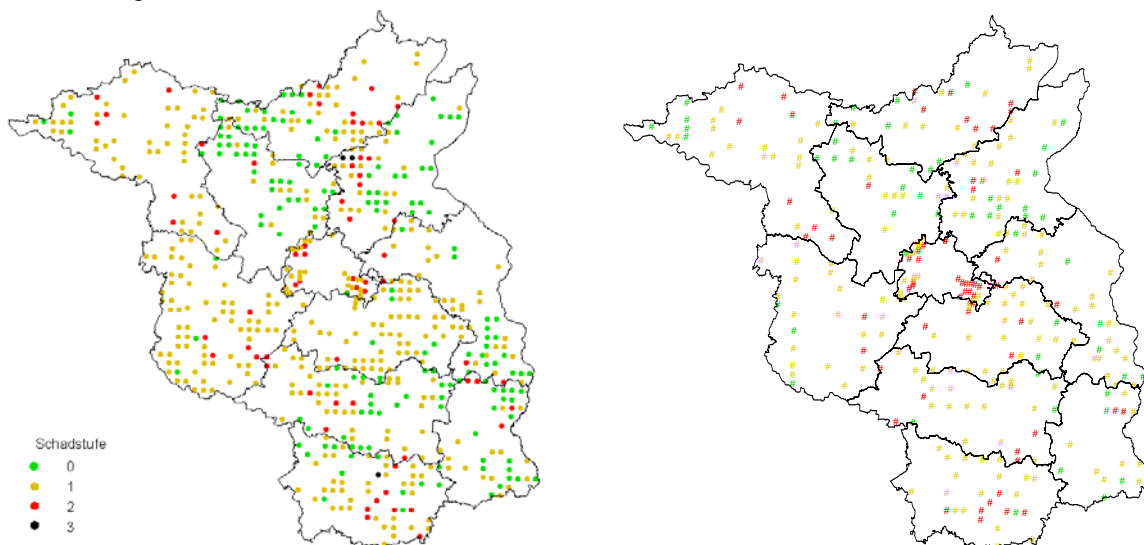


Abb. 55: Bestandes-Schadstufen an WSE-Punkten der Region Berlin-Brandenburg 2003 (links) und 2004

3.5 Differenzialmerkmale und ihr Einfluss auf die Kronenzustandserhebung

Vergilbung

Die Beurteilung der Vergilbung von Nadeln und Blättern wurde mit Beginn systematischer Waldschadenserhebungen 1984 als ein Hauptmerkmal der Kronenzustandsbewertung integriert. Sie hatte vor allem für die Fichte in den Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge Bedeutung, wo im Komplex der „Hochlagenerkrankung“ akute Mangelzustände der Magnesiumernährung zu starken Vergilbungen auch an den Blättern anderer Baumarten führte.

In Berlin und Brandenburg hat die Vergilbung von Nadeln und Blättern bisher keine wesentliche Bedeutung. Die wenigen Fälle geringer und mittlerer Vergilbungsintensität sind oftmals durch vorzeitige Alterung von Nadeln und Blättern hervorgerufen.

In der Zeitreihe nahm der Anteil von Bäumen mit Vergilbungen der Nadeln und Blätter bis 2000 ab.

Im Jahr 2003 war der Anteil von Vergilbungen bei den Nadel- und Laubbäumen etwas erhöht (Abb. 56). Im Jahr 2004 ist die Vergilbung bei den Nadelbäumen wieder zurück gegangen, während sie bei den Laubbäumen weiter zunahm. Als Ursache wird die sommerliche Trockenheit 2003 vermutet, die zu vorzeitiger Nadel-/Blattverfärbung geführt hat und bei den Laubbäumen im Jahr 2004 noch nachwirkt.

Bäume mit Vergilbungen haben einen wesentlich höheren Anteil deutlicher Schäden. Das Gesamtergebnis der Waldschadenserhebung der Region wird durch die Kombination von Kronenverlichtungsstufe und Vergilbungsstufe 2004 aber nur um 0,8 %-Punkte erhöht (Abb. 57).

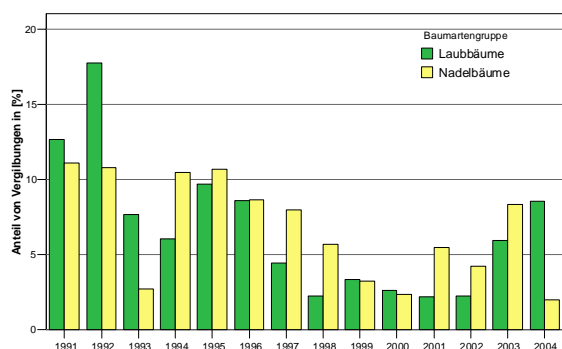


Abb. 56: Entwicklung des Flächenanteils von Bäumen mit Vergilbung der Blätter bzw. Nadeln (Laub- und Nadelbaumarten)

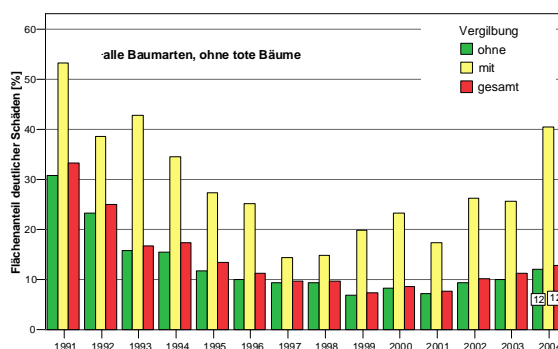


Abb. 57: Flächenanteile deutlicher Schäden für alle Baumarten (ohne abgestorbene Bäume) nach Gruppen ohne bzw. mit Vergilbung sowie für die Gesamtstichprobe

Intensität der Fruktifikation

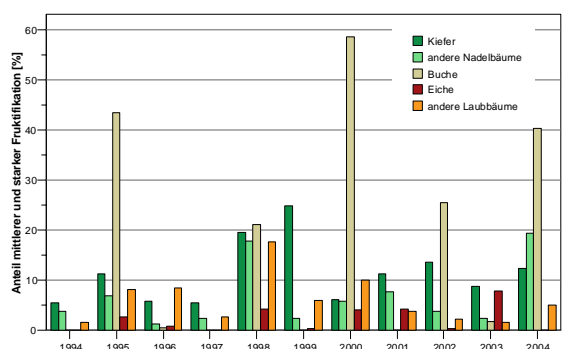


Abb. 58: Flächenanteil von Bäumen mit mittlerer und starker Fruktifikation nach Baumartengruppen und Jahren (Alter > 60 Jahre)

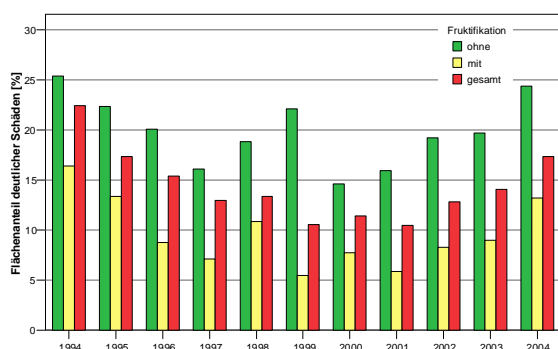


Abb. 59: Flächenanteile deutlicher Schäden nach Gruppen ohne bzw. mit Fruktifikation sowie die Gesamtstichprobe (alle Baumarten, Alter > 60 Jahre)

Die Fruktifikation, die Ausbildung von Blüten und Früchten (Samen), erfordert durch den Baum einen Einsatz von Ressourcen, die entsprechend nicht in das Wachstum, die Ausbildung von Blattmasse,

die Abwehr von biotischen Schäden und die Reservestoffbildung investiert werden können. Die Erwartung ist deshalb naheliegend, dass mit starker Fruktifikation verringerte Kronendichten der Bäume einhergehen. Diese Erwartung wird nach den Ergebnissen in der Region mit Ausnahme der Buche nicht bestätigt. Vielmehr ist in der Summe über alle Baumarten mit besserem Kronenzustand eine häufigere Fruktifikation, bzw. mit auftretender Fruktifikation ein besserer Kronenzustand festgestellt worden.

Bei der Buche wurde dagegen in Mastjahren, d. h. Jahren mit hoher Intensität der Samenproduktion (Bucheckern), ein starker Anstieg der Kronenverlichtung festgestellt. Die Jahre 1995, 1998 und 2000 traten in der Schadstufenentwicklung der Buche deutlich hervor. Der starke Anstieg deutlicher Schäden ist auch 2004 auf Bäume mit Fruktifikation beschränkt. Allerdings ist das Ausmaß der Verlichtung bei gegenüber den Jahren 1995 und 2000 geringerer Intensität der Mast deutlich erhöht. Buchen der Altersgruppe über 60 Jahre ohne Fruchtbehang bleiben dagegen auf dem Schadniveau der Vorjahre. Für die Eichen, deren Fruktifikation zum Zeitpunkt der Waldschadenserhebung schlechter erkannt wird, wurde 2003 bei einem bisherigen Höchstwert des Fruchtbehangs erstmals ein merklicher Einfluss auf die Kronenverlichtung festgestellt. Eichen im Altersbereich > 60 Jahre ohne Fruktifikation wiesen 2 % weniger deutliche Schäden als die Gesamtstichprobe auf. Im Jahr 2004 trat keine merkliche Fruktifikation der Eichen auf.

Bei der Kiefer wird der Zapfenbehang am Vorjahresjahrgang (grüne Zapfen) beurteilt. Sie weist in den letzten Jahren keine Veränderung der Intensität der Samenbildung auf.

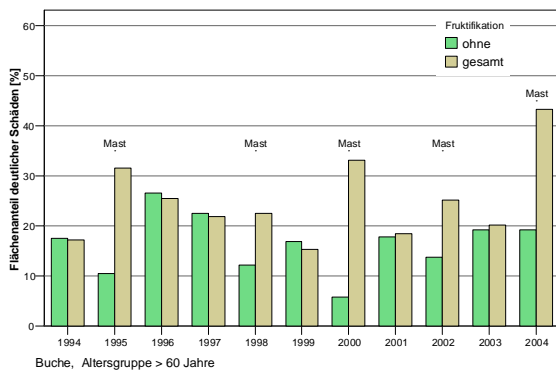


Abb. 60: Flächenanteile deutlicher Schäden der Buchen in der Altersgruppe > 60 Jahre nach Gruppen ohne Fruktifikation sowie insgesamt

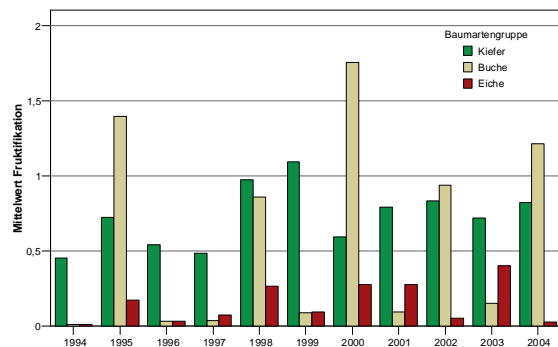


Abb. 61: mittlere Intensitätsstufe der Fruktifikation (Altersgruppe > 60 Jahre) nach Baumartengruppen (Ansprache in Stufen: 0 ohne, 1 gering, 2 mittel, 3 stark)

Einflüsse auf den Kronenzustand der Kiefer durch männliche Blüten



Abb. 62: Triebkette mit reduzierter Benadelung aufgrund wiederholter männlicher Blütenbildung

Die Ausbildung männlicher Blüten der Kiefer erfolgt an der Basis der Jahrgangstrieb 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 wiederholter unterbrochener Benadelung, die zu erhöhter Transparenz der Kiefernkronen führt (Abb. 62).

Die Blühintensität der Kiefer hat in den Jahren 1998 bis 2004 gegenüber den Jahren 1993 bis 1997 deutlich zugenommen. Bei mittlerer und starker Blüte können Effekte auf die Kronenverlichtung auftreten (Abb. 63). Im Jahr 2004 hatte der Blüheffekt aber keinen deutlich negativen

Einfluss auf die Kronenverlichtung. Im Vergleich zu Kiefern ohne Blüheffekt war der Anteil deutlicher Schäden in der gesamten Stichprobeneinheit nur um 0,8 %-Punkte erhöht. In der Summe bleibt auch der Blüheffekt, der nicht als Schaden interpretiert werden darf, ohne bedeutenden Einfluss für das Ergebnis der Waldschadenserhebung.

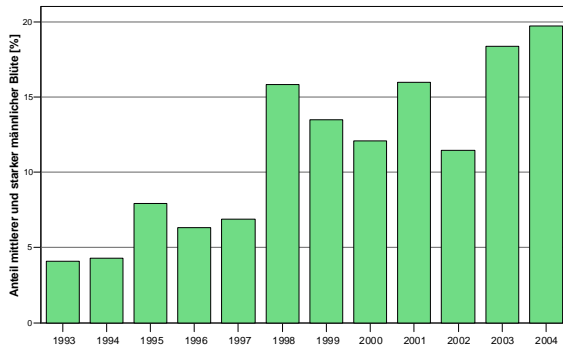


Abb. 63: Anteil mittlerer und starker Blüte an Kiefern im Altersbereich über 60 Jahre in Prozent

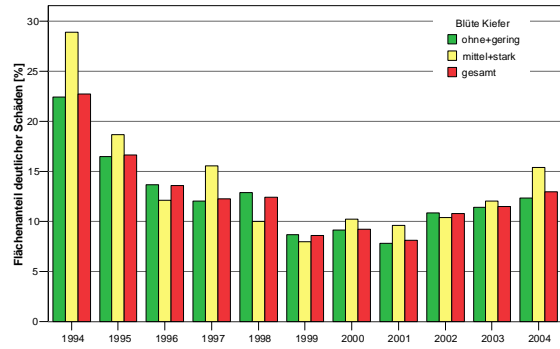


Abb. 64: Flächenanteil deutlicher Schäden der Kiefern > 60 Jahre nach Stufen der Blühintensität

Intensität erfasster biotischer Schäden

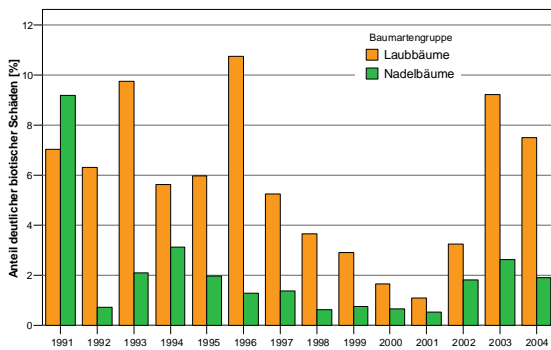


Abb. 65: Anteil mittlerer und starker biotischer Schäden (Insekten- und Pilzschäden) nach Baumartengruppen (Laub- und Nadelbaumarten)

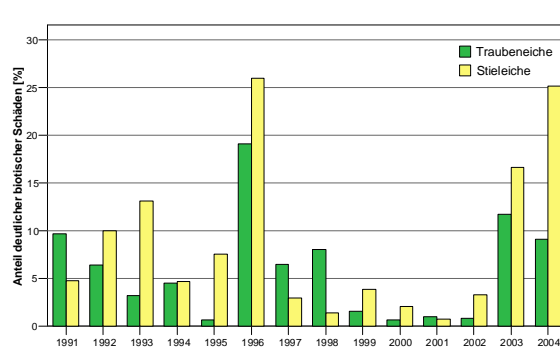


Abb. 66: Flächenanteil deutlicher biotischer Schäden der Eichenarten

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 nicht direkt betroffenen Bäumen aus.

Die Waldschadenserhebung ist durch die Terminbindung auf den Hochsommer nicht geeignet, einen umfassenden Überblick zur Forstschuttsituation in der Region zu geben (siehe Abschnitt 4.2).

Es werden aber an Stamm und Krone erkennbare Merkmale von Pilz- und Insektenschäden nach Intensitätsstufen des Schadens erfasst. Im Beobachtungszeitraum war der Anteil mittlerer und starker biotischer Schäden bei den Nadelbäumen von 1994 bis 2001 erheblich zurückgegangen.

In den letzten drei Jahren stieg der Anteil mittlerer und starker Insekten- und Pilzschäden sowohl bei den Nadelbäumen (Nonnenkalamität), stärker aber noch bei den Laubbäumen. Bei den Laubbaumarten sind neben Erle und Esche vor allem die Eichen von deutlichen biotischen Schäden betroffen. Beide Eichenarten weisen nach einer Periode ohne deutliche biotische Schäden (1999–2002) in den letzten zwei Jahren wieder einen starken Fraß von Insekten auf. Die Stieleichen mit 25 % deutlichen biotischen Schäden waren 2004 wesentlich häufiger befallen, als die Traubeneichen (9 %).

Im Jahr 2004 wurden an 0,4 % der Kiefern, 1,4 % der Buchen und 6,7 % der Eichen Pilzschäden aufgenommen. Der Anteil der Bäume mit Insektenschäden lag deutlich höher (Kiefer 3,7 %, Buche 3,5 %, Eiche 46 %). Die Insekten- und in geringerem Ausmaß Pilzschäden haben nur bei den Baumartengruppen Kiefer und Eiche einen merklichen Einfluss auf den Anteil deutlicher Schäden (Abb. 67, 68).

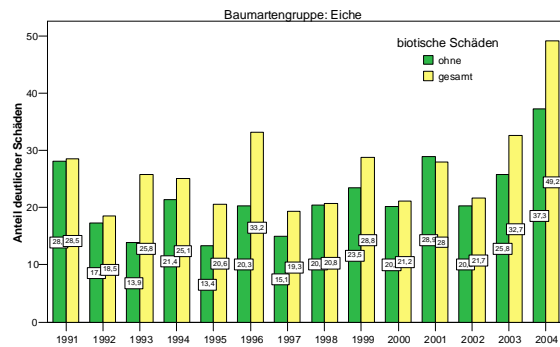
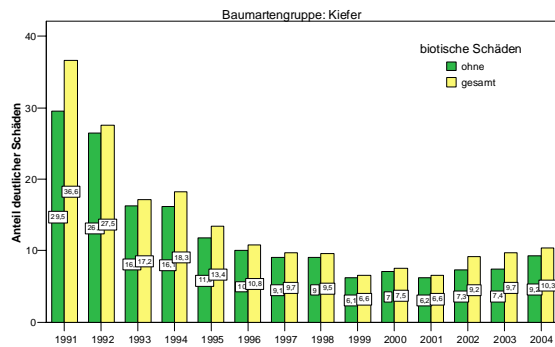


Abb. 67: Flächenanteile deutlicher Schäden der Kiefern ohne biotische Schäden und insgesamt

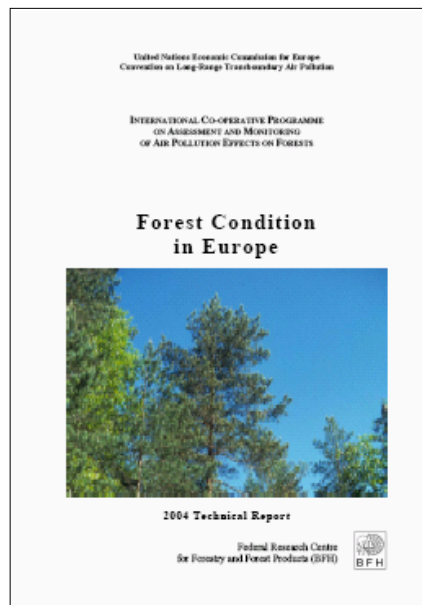
Abb. 68: Flächenanteile deutlicher Schäden der Eichen ohne biotische Schäden und insgesamt

War der Anteil deutlicher Kronenschäden im Jahr 2001 in der Gruppe der Bäume ohne biotische Schäden noch etwa gleich dem Gesamtergebnis, wirken sich die Insektenfraßschäden in den Jahren 2002 und 2003 bei der Kiefer mit 1,9 % bzw. 2,3 % Differenz zwischen der Gruppe ohne biotische Schäden und dem Gesamtergebnis sehr deutlich aus. Diese Differenz entsprach nahezu vollständig der Zunahme deutlicher Schäden in der Gesamtregion. Im Jahr 2004 ist auch in der Gruppe der Kiefern ohne Insektenschäden ein Anstieg der deutlichen Kronenverlichtungen festzustellen. Die Differenz der Anteile deutlicher Schäden zwischen Kiefern ohne biotische Schadsymptome und der Gesamtstichprobe ist auf 1 %-Punkt zurückgegangen.

Am stärksten war der Einfluss biotischer Schäden 2003 und 2004 auf den Kronenzustand der Baumartengruppe Eiche (+ 6,9 % bzw. 11,9 %). Der hohe Anteil von Insektenschäden am Gesamtergebnis entspricht etwa der Situation im Jahr 1996 wo Frostspanner- und Eichenwicklergradationen zu erheblichen Eichenschäden führten. Es bleibt aber auch bei den Eichen ohne erkennbare biotische Schäden ein erheblicher Anstieg der deutlichen Kronenschäden festzustellen. Fraßschäden an Blättern und Mehltau sind damit als alleinige Ursache der Eichenschäden wenig wahrscheinlich.

3.6 Einordnung der Ergebnisse in die Entwicklung auf Ebene des Bundes und Europas

Die aktuellen Berichte des Bundes und der Europäischen Union zum Zustand des Waldes erreichen Sie im Internet durch Anklicken der untenstehenden Titelseiten.



4 Einflüsse auf den Waldzustand

4.1 Klimatische Rahmenbedingungen

In der niederschlagsarmen Region Berlin-Brandenburg mit vorherrschenden Sandböden geringer Wasserspeicherkapazität ist an grundwasserfernen Standorten häufig mit Trockenstress für die Waldbäume zu rechnen.

Eine Anpassungsreaktion vitaler Bäume an diese Situation ist die Reduktion der Transpiration durch Schließen der Spaltöffnungen der Blätter und Nadeln, wobei auch die Photosynthese eingeschränkt wird. Reicht diese Regulation nicht aus, muss die transpirierende Blattfläche reduziert werden, um ein Welken und das Absterben zu verhindern. Ein vitaler Baum kann sich nach solchen Stress-Situationen, die zumeist noch gekoppelt mit hohen Lufttemperaturen, Ozonbelastungen und Versauerungsschüben durch hohe Abbauraten der Humusaufgaben auftreten, im Verlauf von wenigen Jahren wieder regenerieren.

Bei gehäuftem Auftreten ungünstiger Wachstumsbedingungen werden die Erholungsphasen für eine nachhaltige Regeneration zu kurz, das Wachstum stagniert, weniger vitale Bäume sterben ab und scheiden aus dem Bestand aus.

Waldbestände, deren Standortbedingungen für die aktuelle Baumartenzusammensetzung nicht geeignet sind oder die extremen Umweltveränderungen (z. B. Immissionen) unterworfen sind, reagieren besonders drastisch auf Witterungsextreme.



Level II-Freiland-Messstelle 1208
(Revier Fünfeichen)

Die bisherigen Ergebnisse der Waldschadenserhebung haben enge Beziehungen der Kronenverlichtung zu Witterungsverläufen bestätigt. Die Bäume zeigen zumeist erst in den Folgejahren einer akuten Stressbelastung eine reduzierte Kronendichte, da sie zunächst interne Puffer- und Regelmechanismen aktivieren um Stressphasen zu überbrücken. Bei lang anhaltendem oder wiederholten Stressbelastungen in enger zeitlicher Folge können die Reserven bei eingeschränkter Produktivität nicht mehr aufgefüllt werden, Wurzelwachstum und Blattentwicklung müssen reduziert werden. Mit reduzierter Blattmasse kann wiederum weniger Stoffproduktion geleistet werden um die Reserven aufzufüllen. So kann sich auch ein einmaliges Trockenereignis noch über Jahre in vermindertem Wachstumserfolg der Bäume auswirken.

Die klimatischen Rahmenbedingungen für die Entwicklung des Waldzustandes werden anhand der Abweichungen von Temperatur und Niederschlag von den langjährigen Mittelwerten auf Monatsbasis vorgestellt (Abb. 69, 71). Grundlage sind die Messungen von Lufttemperatur und Niederschlag an den 6 Dauerbeobachtungsflächen Level II in Brandenburg und die Station des Deutschen Wetterdienstes Berlin-Tempelhof.

Die Monatsmittel der Lufttemperatur weisen in den letzten Jahren überwiegend positive Abweichungen vom langfristigen Mittel auf. Das gilt im besonderen Maß für die Station in Berlin.

Der Winter des Jahres 2000 war überdurchschnittlich warm. Mit Ausnahme von Juli bis September lagen alle Monatsmittel im Jahr 2000 über den langfristigen Mittelwerten.

Durch hohe Frühjahrsniederschläge im Jahr 2000 sollte das Bodenwasserdefizit abgebaut worden sein. Es folgte ein ausgesprochen trockenes Frühjahr 2000. Damit war bereits das zweite Jahr in Folge mit sommerlichem Trockenstress zu rechnen, der durch die kühle Periode Juli–September in den Auswirkungen beschränkt blieb.

Im Jahr 2001 war in Brandenburg nur der Oktober gegenüber dem langfristigen Mittel deutlich wärmer, das Jahr insgesamt eher kühl. Die Niederschlagsverhältnisse waren ausgeglichen. Im September fielen am Ende der Vegetationszeit 2001 mit über 200 % Abweichung vom langjährigen Mittel (1970–2000) extrem hohe Niederschläge.

Der Winter 2002 war wieder sehr mild, der Februar fiel mit über 3 Grad Temperaturabweichung und ungewöhnlich hohen Niederschlägen besonders extrem aus. Auch im August und Oktober 2002 fielen hohe Niederschlagsmengen. Dadurch war das Jahr 2002 insgesamt durch außergewöhnlich hohe Niederschläge gekennzeichnet. Die kumulative Differenz zum langjährigen Mittel (1971–2000) erreichte 2002 in Brandenburg im Mittel über 200 mm, in Berlin-Tempelhof fiel 150 mm mehr Niederschlag als im Mittel der Periode 1960–1990.

Der Herbst 2002 und der Winter 2002 / 2003 waren außergewöhnlich kühl mit normalen Niederschlagsmengen. Daran schloss sich die anhaltend strahlungsreiche Periode von Mai bis August 2003 an. Von Februar bis Juni und nochmals im August 2003 traten regional differenziert erhebliche Niederschlagsdefizite auf. Bis August summierte sich das Niederschlagsdefizit gegenüber mittleren Verhältnissen in Brandenburg auf durchschnittlich 100 mm, in Berlin-Tempelhof gar auf 150 mm. Ähnlich trocken war die Witterung in Berlin auch 1999, wobei sich das Defizit aber erst nach dem Frühjahr von Mai bis November aufbaute. Die Extremjahre 2002 (kühl-feucht) und 2003 (warm-trocken) und ihre Wirkungen auf den Waldzustand werden im Schwerpunkt Kapitel eingehender vorgestellt.

Nach dem sehr warmen und trockenen Sommer traten bereits Mitte Oktober 2003 Frosttage auf. Die Temperaturabweichung des Monats lag in Brandenburg bei –4 Grad. Auch der Januar 2004 war im Mittel außergewöhnlich kühl ohne aber extreme Frostgrade zu erreichen.

Vom 1. bis 7. Februar stieg die Lufttemperatur auf 13 °C im Tagesmittel und fiel in der Folgewoche wieder in den Frostbereich. Diese Temperaturanomalie mit an mehreren Tagen in Folge erreichten Temperaturen über 10 °C kann durch Unterbrechung der Winterruhe zu einer Schädigung der Knospen der Laubbäume geführt haben (Abb. 70).

Die Monate Februar bis April waren gegenüber dem langjährigen Mittel etwas wärmer. Hohe Niederschläge im Januar und Februar reduzierten das Defizit des Trockensommers 2003. Mai, Juni und Juli waren außergewöhnlich kühl. Die Niederschläge im Zeitraum März–Mai (Brandenburg) bzw. März–Juni (Berlin) waren gegenüber dem langjährigen Mittel deutlich reduziert. Durch die hohen Niederschläge im Januar und Februar sowie im Juli 2004 und kühle Witterung war die Wasserversorgung der Vegetation aber insgesamt relativ gut. Der August war überdurchschnittlich warm und niederschlagsnormal.

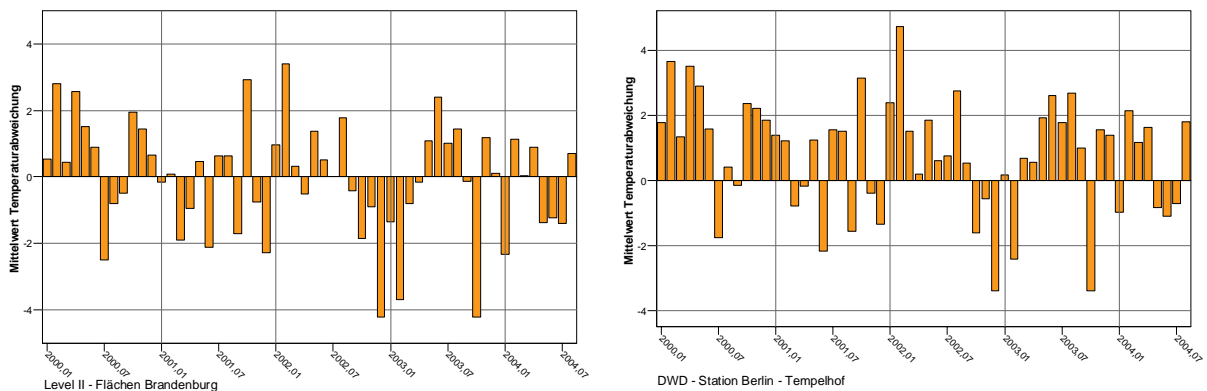


Abb. 69: Abweichung der Monatsmittel der Lufttemperatur in Grad im Zeitraum Januar 2000 bis August 2004 vom langjährigen Mittel (1971–2000), Mittelwerte der 6 Level II-Flächen Brandenburgs (links), DWD-Station Berlin-Tempelhof (rechts)

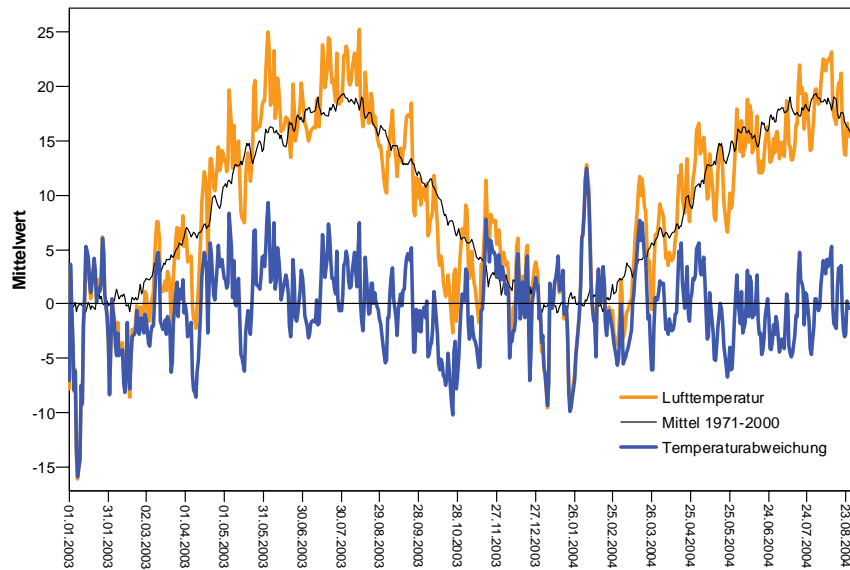


Abb. 70: Tagesmittel der Lufttemperatur Januar–März 2004 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Mittelwerte der Level II-Flächen Brandenburgs)

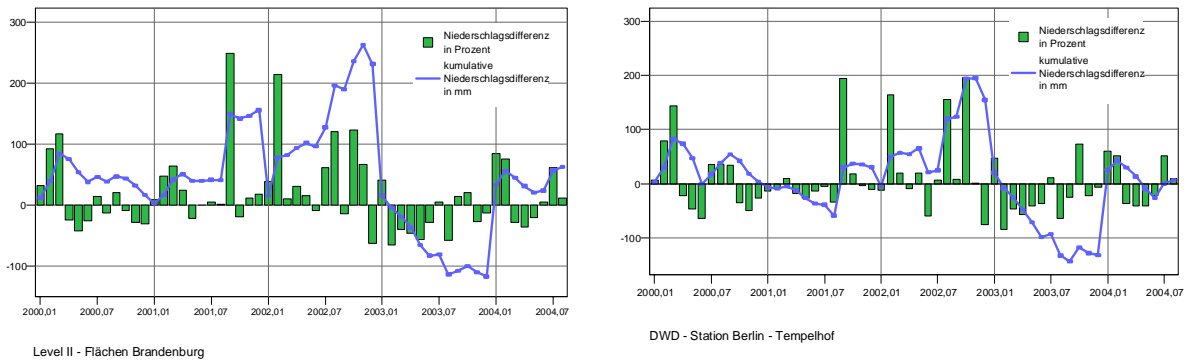


Abb. 71: Abweichung der Monatssummen des Niederschlags vom langjährigen Mittel (1971–2000) im Zeitraum Januar 2000 bis August 2004, Mittelwerte der 6 Level II-Flächen Brandenburgs (links) DWD-Station Berlin Tempelhof (rechts)

Im Vergleich mit der längeren Zeitreihe seit 1967 (Abb. 72) relativieren sich sowohl die Abweichungen der Lufttemperatur als auch die Niederschlagsdefizite in den Vegetationsperioden der letzten Jahre. Die Vegetationsperioden 1982, 1983, 1992 und 1994 waren in Brandenburg wärmer bzw. ähnlich warm wie 2003. Die Niederschlagsdefizite waren in den Vegetationsperioden 1976, 1982, 1988, 1989 und 1991 im Mittel Brandenburgs höher als 2003.

Es zeigt sich in der Zusammenfassung der Niederschlagsmengen in der Vegetationszeit für die Level II-Standorte Brandenburgs nach Daten des DWD eine recht plausible Beziehung zu den Höhepunkten des Waldschadensgeschehens in der Region. In den Jahren 1999 und 2000 war ein deutliches Niederschlagsdefizit in der Vegetationsperiode festzustellen. Die Auswirkungen auf den Waldzustand fielen aber deutlich geringer aus, als in Folge der Trockenjahre 1976, 1982 und 1988–1989.

In den Jahren 1988–1990 wurde in Folge der Trockenheit ein erheblicher Anstieg der Waldschäden in Brandenburg beobachtet, während die Niederschlagsdefizite der Vegetationszeit 1991–1992 die Erholung des Kronenzustandes nur verzögerten. Da in diese Periode die drastische Reduktion der Luftschadstoffbelastung durch den Zusammenbruch der DDR-Wirtschaft fiel, liegt in der ausgebliebenen stärkeren Reaktion des Kronenzustandes ein Indiz für den Einfluss der Immissionsbelastung als zusätzlichem Stressfaktor in der Periode vor 1989.

Nach den besonders niederschlagsreichen Vegetationsperioden 2001 und 2002 zeigte sich im Jahr 2003 noch keine starke Reaktion im Kronenzustand der Waldbäume auf die angespannte Wasserhaushaltssituation. Die deutlichen Schäden waren nur bei den Laubbäumen im Altersbereich unter 60 Jahre angestiegen. Während die Kiefern in Brandenburg nach der Trockenheit der Vegetationsperiode 2003 auch im Jahr 2004 nur geringe Veränderungen im Kronenzustand erkennen ließen, zeigten sie in Berlin bei etwas schlechterem Ausgangszustand wieder einen Anstieg der Schäden. Übereinstim-

mend weisen die Laubbäume in beiden Ländern nach dem Trockenjahr 2003 einen Anstieg der Kronenverlichtung auf. Besonders betroffen waren die Eichen.

Die langanhaltenden Trockenperioden mit überdurchschnittlichen Temperaturen während der gesamten Vegetationsperiode führten nach den Ergebnissen des Forstschutzmeldedienstes im Jahr 2003 zu umfangreichen Schäden in Kulturen und Jungwüchsen. Mit 1.219 ha erhöhte sich der Umfang der Fläche, auf der mindestens 20 % der Pflanzen Schäden aufweisen, auf ca. das 20-fache des Vorjahreswertes. Betroffen waren vor allem Rotbuche, Stiel- und Traubeneiche aber auch die Nadelgehölze Douglasie, Gemeine Kiefer und Lärche. Im Berliner Raum waren 22,6 ha in Kulturen und Jungwüchsen geschädigt.

Das Ausmaß der **Dürreschäden in Kulturen und Jungwüchsen** war dem Witterungsverlauf entsprechend 2004 mit 37,4 ha als gering einzuschätzen. Betroffen sind zu 76 % die Baumarten Buche, Stiel- und Traubeneiche. Positiv wirkte sich auf den physiologischen Zustand der Pflanzen vor allem die zeitlich gleichmäßige Verteilung der gefallenen Niederschläge aus.

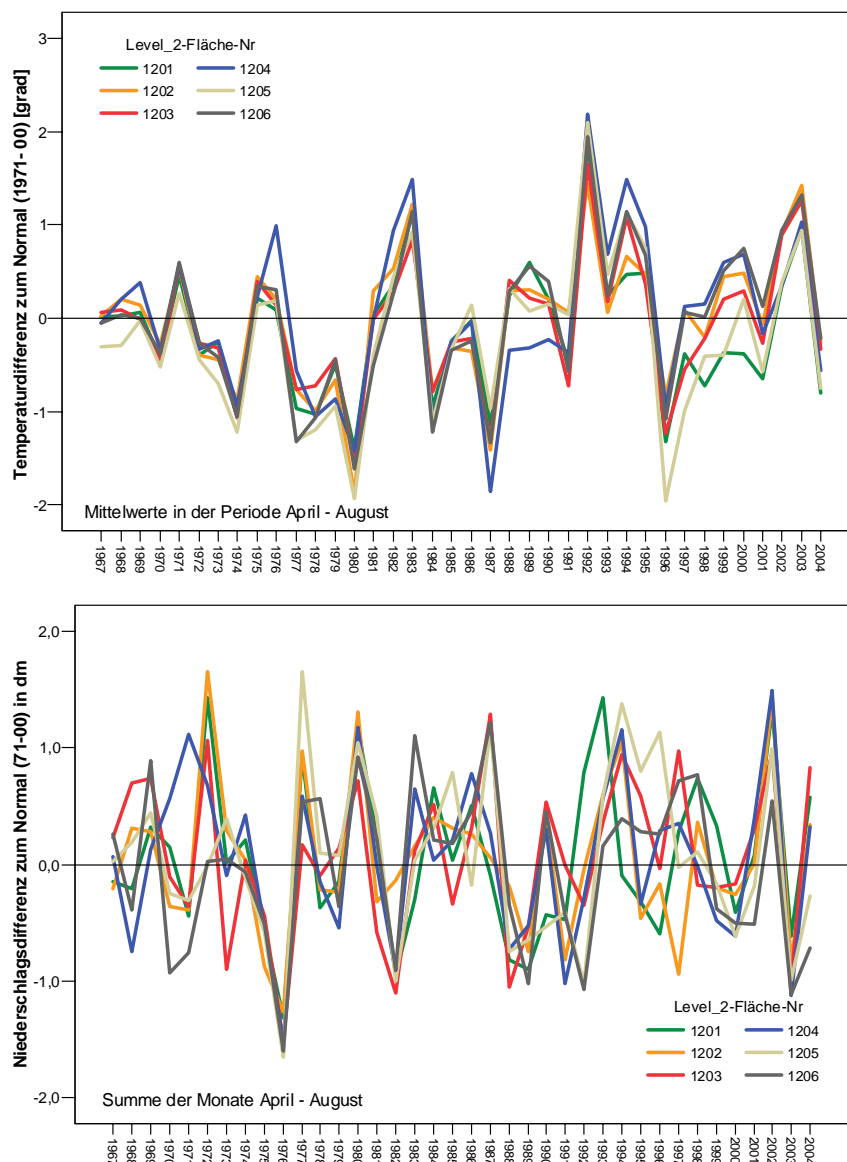


Abb. 72: a) Abweichung der mittleren Temperaturen in der Vegetationsperiode (April–September)
 b) Abweichung der Niederschlagssummen in der Vegetationsperiode jeweils im Mittel der 6 Level II-Standorte Brandenburgs vom langjährigen Mittel (1971–2000)
 (Daten DWD, Aufbereitung: H. Jochheim, ZALF)

Die Witterungselemente Temperatur, stärker aber noch die Niederschlagsmenge weisen erhebliche regionale Differenzen auf. Ein Vergleich der Abweichungen von mittlerer Lufttemperatur und Niederschlagsmenge in der Periode April–August vom jeweiligen langjährigen Mittel zeigen z. B. für 2004 an

den Dauerbeobachtungsflächen 1205 und 1206 im Süden Brandenburgs negative Niederschlagsabweichungen während an den in Nord- und Mittelbrandenburg gelegenen Dauerbeobachtungsflächen überdurchschnittliche Niederschläge gefallen sind. Generalisierende Aussagen zum Witterungsverlauf sind daher selbst in der überschaubaren Region Berlin-Brandenburg nur bedingt möglich.

4.2 Waldschuttschwerpunkte 2003/2004 in den Wäldern der Länder Brandenburg und Berlin

4.2.1 Biotische Schaderreger

Phytophage Insekten und Schäden an Nadelbäumen

Auf der Grundlage der Ergebnisse des landesweiten intensiven Monitoring der **Nonne** (*Lymantria monacha* L.) im Jahr 2003 und der Überwachungsdaten zu Kiefernspinner und Eichen-Prozessionsspinner aus Winterbodensuchen, Eisuchen und Leimringkontrollen wurden durch die Ämter für Forstwirtschaft (ÄfF) und Bundesforstämter (BFoÄ) in enger Abstimmung mit der Landesforstanstalt Eberswalde für 2004 Pflanzenschutzmaßnahmen gegen die Raupen der genannten Arten auf einer Fläche von insgesamt 42.630 ha durchgeführt (Vergleich 2003: 20.866 ha).

Die Behandlungsflächen konzentrierten sich wie auch schon im vergangenen Jahr in den in den südlichen Regionen Brandenburgs sowie in Waldgebieten der Schorfheide (AfF Eberswalde).

Zur Behandlung wurden überwiegend Bestände mit bereits starken Fraßschäden aus dem Jahr 2003 und erneut hohen Belagsdichten sowie Altbestände und frisch durchforstete Bestände vorgesehen, für die anhand der Überwachungsdaten eine starke Fraßschädigung ohne entsprechendes Regenerationspotenzial erwartet werden musste.

Tab. 4: Pflanzenschutzmittelapplikationen gegen die Nonne nach Ämtern für Forstwirtschaft bzw. Bundesforstämtern

AfF/BFoA	Fläche in ha
Eberswalde	3.259,0
Belzig	4.307,4
Wünsdorf	1.457,5
Müllrose	1.934,9
Lübben	5.456,0
Doberlug-Kirchhain	12.128,0
Peitz	12.456,7
BFoA Potsdam	245,0
BFoA Strausberg	81,0
BFoA Annaburger Heide	400,0
BFoA Lausitz	904,0
Summe	42.629,5

Tab. 5: Pflanzenschutzmittelapplikationen gegen die Nonne nach Eigentumsarten

Eigentumsart	Fläche in ha
Landeswald	11.325,1
Treuhandwald	2.113,9
Sondervermögen	159,5
Kommunalwald	879,2
Privatwald	26.521,9
Bundeswald	1.629,9
Summe	42.629,5

Auch 2004 wurden durch die von der anhaltenden Nonnengradation betroffenen Ämter für Forstwirtschaft und Bundesforstämter wiederum teilweise flächige Nadelverluste durch Raupenfraß in befallenen und nicht mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Waldgebieten gemeldet.

Von merklichen bzw. starken Fraßschäden sind insgesamt 12.130,6 ha Wald betroffen (2003: 32.445 ha). Befallsschwerpunkte, in denen großflächig Nadelmassereduzierungen von mehr als 50 % bis hin zum Kahlfraß zu verzeichnen sind, liegen in den Ämtern für Forstwirtschaft Peitz und Doberlug-Kirchhain. Betroffen sind ebenfalls die ÄfF Eberswalde, Templin, Wünsdorf, Müllrose, Belzig und Lübben sowie die BFoÄ Neubrück, Annaburger Heide, Lausitz und Strausberg.

Die bisherigen Beobachtungen zum Regenerationsverhalten der in den vergangenen Gradationsjahren durch Nonnenfraß geschädigten Bestände bestätigen, dass die Absterberaten in Beständen mit einer Restbenadlung von mindestens 20 % gering sind. Der Selektionsprozess bei Kiefern mit größeren Nadelverlusten kann endgültig erst nach dem Maitrieb im Folgejahr eingeschätzt werden.

Tab. 6: Fraßschäden durch Nonne in den Jahren 2003 und 2004

(Daten aus dem Forstschutzmeldedienst)

* Nadelverluste 30–50 % **Nadelverluste > 50 %

AfF./BFoA	2003 – Fraß (ha)		2004 – Fraß (ha)	
	merklich*	stark**	merklich*	stark**
Templin	-	-	50,0	-
Eberswalde	814,0	1.781,0	53,0	10,0
Belzig	1.773,0	882,0	73,0	29,0
Wünsdorf	734,0	1.119,0	548,0	108,9
Müllrose	1.801,0	1146,0	419,0	138,0
Lübben	1.321,3	682,3	942,4	248,7
Doberlug-Kirchhain	3.906,4	3.581,0	1.171,9	857,9
Peitz	6774,3	4.499,3	3.873,6	3.184,5
Summe Land:	17.124,0	13.690,6	7.130,9	4.577,0
Summe BFoA	1.180,0	450,0	306,7	116,0

Die Ergebnisse der Falterflugüberwachung Nonne 2003 dokumentieren in den Berliner Forsten nach einem deutlichen Anstieg der Werte im Jahr 2002 einen erkennbaren Rückgang der Falterdichten. Insgesamt zeigt sich anhand der zeitlichen Entwicklung der Falterwerte in den letzten Jahren ein annähernd zyklischer Trend einer jährlich wechselnden Zu- bzw. Abnahme der Fangzahlen. Zu auffälligen Fraßerscheinungen kam es 2004 nicht.

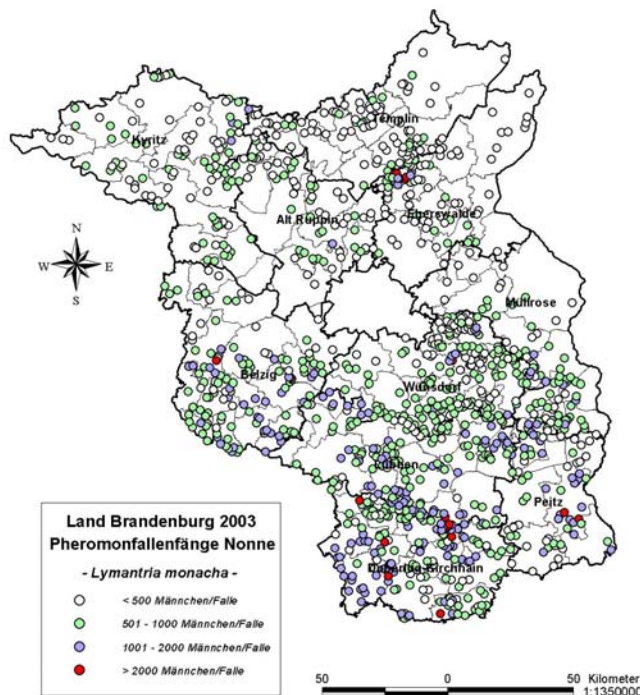


Abb. 73: Nonnenfalterfänge an Pheromonfallen 2003 im Land Brandenburg

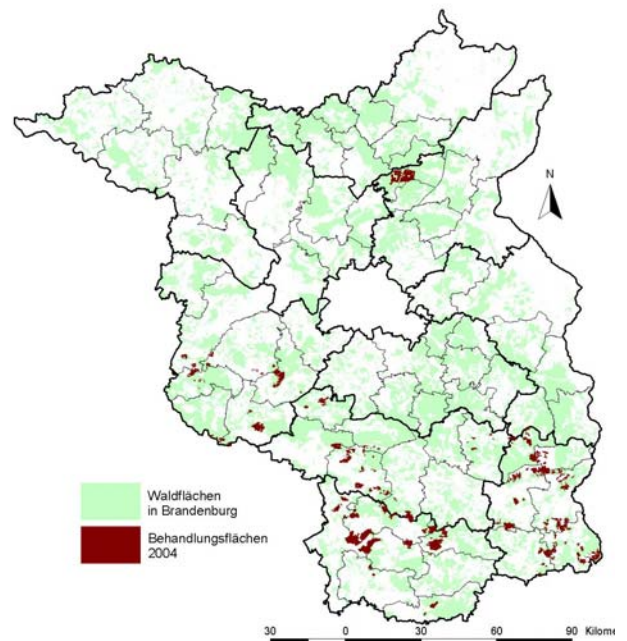
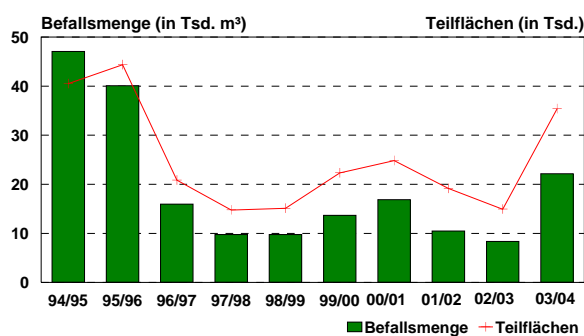


Abb. 74: Behandlungsflächen der Nonne 2004 im Land Brandenburg

In einzelnen Befallsgebieten Brandenburgs traten **Kiefernspinnerraupen** (*Dendrolimus pini* L.) in Fraßgemeinschaft mit der Nonne auf, jedoch beliefen sich die gemeldeten Fraßschäden auf einen wesentlich geringeren Flächenumfang als im Vorjahr. Auffälliger Flug des Kiefernspinners wurde für 444 ha (2003: 1.685 ha) gemeldet.

Bei den **Kiefernbuschhornblattwespen** kam es im Sommer 2004 gebietweise zur Ausbildung einer relativ starken 2. Generation, deren Larven merklichen bis starken Fraß verursachten. Bisherigen Meldungen zufolge sind die Schwerpunkte in den Ämtern für Forstwirtschaft Alt Ruppin und Templin zu sehen.

Im Vergleich zu den Vorjahren ist bei den **Blauen Kiefernprachtkäfern** (*Phaenops cyanea* F. und *formaneki* L.) eine zunehmende Befallsentwicklung zu verzeichnen. Mit einem Gesamtzugang von 22.153 m³ im Stammschädlingjahr 2003/04 erhöhte sich die Stehendbefallsmenge auf das 2,7-fache des Vorjahreswertes (2002/03: 8.339 m³). Trotz der erkennbaren Erhöhung bleibt der Befall aber weiterhin auf dem relativ niedrigen Niveau der Vorjahre. Auch im weiteren Jahresverlauf ist nur mit geringen Zugängen zu rechnen, da die Populationsdichten der Arten eher gering sind. Ergebnisse von Kontrollen des Junglarvenbefalls (Überwinterer der zweijährigen Generation) auf Dauerbeobachtungsflächen und ausgewählten Level II-Flächen im April dieses Jahres wiesen den niedrigsten prozentualen Befall seit 1993 aus. Die ungünstigen Witterungsbedingungen in der ersten Hälfte der Flugzeit lassen einen niedrigen Anteil von Neubefall erwarten, so dass es vermutlich nicht zu einem größeren Auftreten von Stehendbefall kommen wird.



Land Brandenburg – Stehendbefallsentwicklung
(vom 1.6. d. Vorjahres bis 31.5. diesen Jahres)

Abb. 75: Prachtkäfer

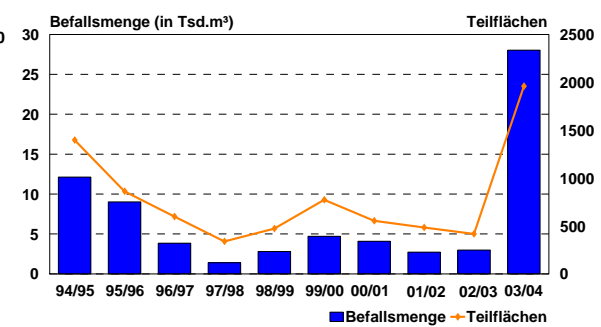


Abb. 76: Buchdrucker

Im Stammschädlingjahr 2003/04 wurde beim **Buchdrucker** (*Ips typographus* L.) eine Gesamt-Stehendbefallsmenge von 28.026 m³ erreicht, das entspricht fast dem 10-fachen des Vorjahreswertes. Bis Ende Mai war der Stehendbefall nur zu 80 % aufgearbeitet, so dass ein erheblicher Teil der Populationen in den Beständen verblieben. Der Neuzugang für den Zeitraum Juni bis Ende September 2004 beläuft sich bereits auf 7.657 m³. Dieser zunehmende Trend wird sich in den nächsten Monaten noch verstärken. Die trockenheiße Witterung im August hat die Entwicklung der Bruten stark beschleunigt und so die Generationsdauer erheblich verkürzt. Dadurch konnte sich die zweite Generation mit Geschwisterbruten etablieren.

Analog der Stehendbefallsentwicklung bei Buchdrucker und Blauen Kiefernprachtkäfern in Brandenburg erhöhten sich die Schadholzaufkommen in den Berliner Forsten im Vergleich zum Vorjahr ebenfalls beträchtlich. Der auflaufende Stehendbefall durch Buchdrucker erreicht im Stammschädlingjahr 2003/04 mit 980 m³ das 26-fache des Vorjahreswertes. Bei den Blauen Kiefernprachtkäfern hat sich die erkannte Stehendbefallsmasse auf ca. das 4-fache erhöht.

Phytophage Insekten und Schäden an Laubbäumen

In fast allen Teilen Brandenburgs wurde im Frühjahr 2004 ein außergewöhnlich spätes, zunächst sehr spärliches, ungleichmäßiges Austreiben der **Eichen** beobachtet. Wenngleich die Intensität der Schäden in den verschiedenen Landschaftsbereichen bzw. Bestandeskomplexen mehr oder weniger differierte, waren lokal abgrenzbare Befallsherde nicht erkennbar. Die Situation zeigte sich im gesamten nordostdeutschen Tiefland mit ähnlichen Symptomen. Betroffen waren insbesondere Baum- und Stangenhölzer, ferner auch Jungbestände.

Bei genauerer Betrachtung geschädigter Triebe fiel auf, dass vor allem die Terminalknospen meist nur schwach entwickelt oder bereits abgestorben waren. Nicht selten war die gesamte Triebspitze (z. B. auf einer Länge von 20 bis 30 cm) nicht mehr lebensfähig. Die Symptome traten im gesamten Kronenbereich auf. Andere Baumarten, wie Rot-Buche oder Esche, ließen ebenfalls Kleinblättrigkeit und abgestorbene Triebspitzen erkennen.

Eine Erhebung der in Folge der „Austriebsdepression“ der Eiche vorhandenen Blattmasseverluste ergab, dass ca. 17.000 ha Eichenbestände in die Schadstufen 1–3 eingeordnet wurden.

Schadstufe 1: 11–25 % Blattmasseverluste

Schadstufe 2: 26–60 % Blattmasseverluste
 Schadstufe 3: 61–99 % Blattmasseverluste

Etwa 1.000 ha wurden mit Blattmassen unter 40 % bewertet. Mehr als die Hälfte der von einer Kronenverlichtung betroffenen Eichenbestände in allen drei Schadstufen zeigen als zusätzlichen Stressfaktor **Mehltaubefall**.

Phytopathologische Untersuchungen ergaben, dass pilzliche Pathogene an den geschädigten Knospen und Trieben nur gelegentlich gefunden wurden und ihnen bei der vorliegenden Schädigung keine nennenswerte Bedeutung zukommt.

Die überregionale Verbreitung der Schäden und die dargestellte Symptomausprägung deuten auf eine abiotische Beeinträchtigung der Eichen hin. Angesichts der extremen Witterungsverhältnisse im „Rekordsommer“ 2003 sowie im Februar 2004 ist die Annahme einer meteorogenen Schädigung naheliegender.

Die für das Jahr 2004 über den Forstschutzmeldedienst erfassten **Absterbeerscheinungen in Eichenbeständen („Eichensterben“)** bestätigen die Ergebnisse der Vitalitätseinschätzung in Eichenbeständen. Mit 13.151 m³ ist das Schadholzaufkommens im Vergleich zum Vorjahr auf ca. 150 % weiter angestiegen (2002: 6.307 m³, 2003: 8.758 m³). Die Berliner Forsten meldeten 75 m³ Schadholz (2003: lagen keine Meldungen vor).

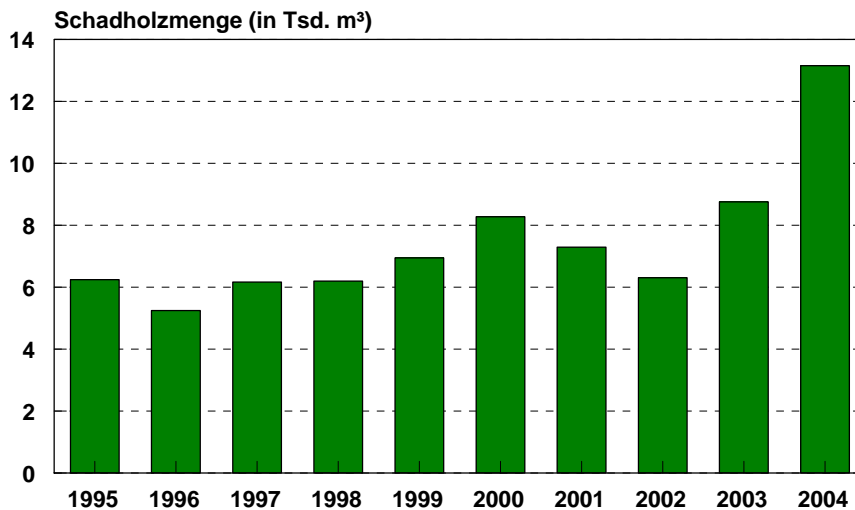


Abb. 77: Entwicklung der Schadholzmenge beim Eichensterben – Land Brandenburg

Auch die typische Frühjahrsfraßgesellschaft von **Eichenwickler** (*Tortrix viridana* L.) und **Frostspanner** (*Operophtera brumata* L., *Erannis defoliaria* L.) spielte im Komplex der Schadursachen eine Rolle. Bereits im Vorjahr zeichnete sich ein Anstieg der Fraßschäden dieser Insekten in Eichenbeständen ab, der sich im Frühjahr dieses Jahres landesweit fortsetzte. Beim Eichenwickler ist eine Zunahme der Fraßschäden auf das 8-fache und beim Frostspanner auf das 9-fache des Vorjahreswertes zu verzeichnen.

Explosionsartig erhöhte sich der Flächenumfang, der durch die Raupen von Eichenwickler und Frostspanner befallenen Eichenbestände (von 21 ha auf ca. 2.200 ha) in den Berliner Forsten.

Tab. 7: Fraßschäden durch Eichenwickler und Frostspanner in Brandenburg

¹: 30–50 % Blattverluste ²: über 50 % Blattverluste

Jahr	Fraßschäden (Fläche in ha)			
	Eichenwickler		Frostspanner	
	merklich ¹	stark ²	merklich ¹	stark ²
1996	3.330	1.383	2.020	494
1997	1.161	282	626	130
1998	385	53	94	0
1999	508	75	167	50
2000	315	0	94	0
2001	128	0	123	0
2002	60	0	75	0

2003	714	78	639	24
2004	3.579	2.682	3.861	2.164

Die Untersuchungsergebnisse an eigenen Aufsammlungen und eingeschicktem Material widerspiegeln die für Eichen bekannte hohe Zahl weiterer phytophager Insekten. Neben den genannten Arten spielten Frühlingseulen (*Orthosia spec.*) eine auffällige Rolle im Schädgeschehen. Nachgewiesen wurden außerdem Laubholzwickler (*Archips xylosteana*), Schwammspinner (*Lymantria dispar*), Grünrüssler (*Phyllobius spec.*), Schwan (*Porthesia similis*), Goldafter (*Euproctis chrysorrhoea*), Laubholzblattwespen (*Periclista spec.*), Eichenkarmin (*Catocala sponsa*) und Sackträgermotten.

Stark vermehren konnte sich ein weiterer wärmeliebender Laubholzschmetterling, der **Eichenprozessionsspinner** (*Thaumetopoea processionea*). Er verursachte lokal große hygienische Probleme, so dass Gegenmaßnahmen in Brandenburg auf ca. 106 ha erforderlich wurden. Die gefährlichen Raupenhaare können bei Hautkontamination zu starken allergischen Reaktionen bei Waldbesuchern führen.

Pilzliche Schaderreger und Komplexkrankheiten

Die Befallsfläche der **Kiefernscütte** (Erreger: *Lophodermium seditiosum*) hat sich in Kulturen und Dickungen verringert. Im Jahr 2004 wurde in Kulturen Befall auf einer Gesamtfläche von 40 ha ermittelt, das entspricht einem Rückgang der Schäden auf 28 % (2003: 141 ha). In Dickungen wurde auf einem Areal von 281 ha Befall festgestellt. Gegenüber dem Vorjahreswert (569 ha) sind das ca. 49 %. *Lophodermium seditiosum* kann nicht nur in Pflanzungen, sondern auch an natürlich verjüngten Kiefern Schäden verursachen. Seit 2002 wird das Auftreten der Krankheit in Naturverjüngungen obligatorisch erfasst. Zum Vorjahr ist die gemeldete Befallsfläche jedoch auch hier mit lediglich 25 ha (2003: 231 ha) rückläufig. Als Ursache für das deutlich geringere Auftreten der Kiefernscütte ist die überwiegend zu trockene Witterung im Jahr 2003 anzuführen.

Die Berliner Forstämter ermittelten Kiefernscütteebefall in Kulturen auf 7 ha, in Dickungen auf 60 ha und in Naturverjüngungen auf 1,5 ha (2003: 4,5 ha Befall in Naturverjüngungen).

Tab. 8: Auftreten der Kiefernscütte in Brandenburg (2002–2004)

Kiefernscütte	Befallsfläche (ha)		
	2002	2003	2004
in Kulturen	197	141	40
in Dickungen	444	569	281
in Naturverjüngungen	316	231	25

Hallimaschbefall in Kulturen und Dickungen wurde im Jahr 2004 auf einer Gesamtfläche von 104,4 ha ermittelt und erhöhte sich damit gegenüber dem Vorjahr nahezu auf das Doppelte (2002: 49,2 ha, 2003: 59,3 ha). Diese deutliche Zunahme des Infektionsgeschehens dürfte auch hier mit einer gravierenden Beeinträchtigung der Bäume durch die außergewöhnlich hohen Niederschlagsdefizite im Jahr 2003 in Verbindung stehen. Immerhin sind Hallimasch-Arten in erster Linie Schwächeparasiten, die speziell physiologisch beeinträchtigte Bäume über das Wurzelsystem infizieren.

In den Berliner Forstämtern wurde Hallimaschbefall 2004 auf 0,5 ha auffällig.

Krankheitserscheinungen durch die **Rußige und Rostige Douglasienschütte** (Erreger: *Rhabdocline pseudotsugae* bzw. *Phaeocryptopus gaeumannii*) wurden 2004 auf 229 ha festgestellt. Damit ist die Befallsfläche im Vergleich zum Vorjahr um etwa 40 % zurück gegangen (2003: 380 ha, 2002: 123 ha). Im Zeitraum von 1998 bis 2003 wurde im Land Brandenburg eine stetige Zunahme des Befalls geschehens registriert. Als Ursache für die nun rückläufige Entwicklung sind vor allem meteorogene Beeinflussungen anzunehmen, denn das Auftreten der Douglasienschütten hängt maßgeblich vom Witterungsverlauf in der Zeit davor ab. Hohe Luftfeuchtigkeit bzw. wiederholte Niederschläge während der Sporenfreisetzung (Frühjahr, Sommer) stimulieren die Infektion. Die extreme Witterung im Frühjahr und Sommer 2003 mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen und gravierenden Niederschlagsdefiziten führte hingegen zu einer deutlichen Einschränkung des Befalls.

Schäden durch den **Kiefernbaumschwamm** (*Phellinus pini*) wurden im Jahr 2003 auf einer Fläche von 7.270 ha festgestellt. Das Befallsareal hat sich damit gegenüber 2002 (7.478 ha) kaum verändert. Bei der Schadholzmenge ist mit einer gemeldeten Summe von 23.247 m³ eine Abnahme auf 78 % erkennbar (2002: 29.704 m³). Der Kiefernbaumschwamm ist in Deutschland sehr unterschiedlich verbreitet. Forstwirtschaftliche Bedeutung besitzt er vor allem östlich der Elbe, speziell im Nordosten, wo er als stammbürtiger Weißlocherreger vorwiegend an älteren Kiefern (seltener auch an Lärchen)

vorkommt. In den Berliner Forsten widerspiegelt das Aufkommen an Schadh Holz, verursacht durch den Pilz *Phellinus pini*, zum Vorjahr eine Erhöhung und ist weiterhin als beachtlich einzustufen (2001: 11.630 m³, 2002: 6.530 m³, 2003: 10.720 m³).

Das neuartige Erlensterben hat sich speziell im Spreewald weiter ausgebreitet. Jüngere Bäume waren von der **Erlen-Phytophthora** stärker betroffen als ältere. Entscheidend für den Erfolg der Infektion und das weitere Krankheitsgeschehen sind die Virulenz des Erregers, die vorherrschenden Umweltfaktoren sowie die Disposition bzw. Abwehrfähigkeit des Wirtes. Das größte Infektionsrisiko besteht zweifellos im Uferbereich von Fließgewässern. Die Nekrostellen der Erlen-*Phytophthora* sind häufig Eintrittspforten für holzerstörende Pilze.

Gezielt durchgeführte Untersuchungen ergaben, dass der Erreger auch in den brandenburgischen Baumschulen vorkommt. Die Ergebnisse belegen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Infektionsrisiko und der Verwendung von Wasser aus offenen Gewässern zum Beregnen der Pflanzen besteht. Es muss daher dringend auf die Verwendung von Brunnenwasser orientiert werden. Vorsicht ist auch beim Einsatz von Saatgut aus der Wasserernte geboten.

Inzwischen wurde das Pflanzverbot für Erlen im Landeswald Brandenburgs aufgehoben. Nun kommt es darauf an, alle Hinweise und Empfehlungen für die Baumschulen strikt zu beachten, damit die Krankheit nicht zusätzlich durch fehlerhafte Praktiken bei der Pflanzenanzucht verbreitet wird. Detaillierte Informationen können folgendem Bericht entnommen werden:

SCHUMACHER, J.; GRUNDMANN, B.:

Neuartiges Erlensterben im Biosphärenreservat Spreewald (Ursachen, Verbreitung, Folgen und Gegenmaßnahmen). Institut für Dendrochronologie, Baumpflege und Gehölzmanagement Tharandt e. V. an der Technischen Universität Dresden, Jahresbericht 2003.

4.2.2 Waldbrandgeschehen

Im Jahr 2003 wurden über den Forstschutzmeldedienst Eberswalde 747 Waldbrände mit einer Brandfläche von 631,79 ha (einschließlich Bundesforstämter) erfasst (2002: 226 Brände/ 39,11 ha). Somit ist das Waldbrandgeschehen 2003 im Vergleich zum Vorjahr als auch zu den langjährigen Monatsmitteln hinsichtlich Anzahl und Waldbrandfläche als relativ hoch einzuschätzen. Die mittlere Brandgröße lag 2003 bei 0,85 ha. Mit einer Schadhfläche von 257 ha wurde im August der höchste Wert erfasst. Von der Anzahl her liegen die Monate Juni und August an der Spitze. Verglichen mit den langjährigen Monatsmitteln wurden im August 80 % mehr Brände registriert, die Brandfläche lag 105 % über dem Mittel. Als Ursachen für die erhöhten Waldbrandwerte 2003 sind vordergründig die während der gesamten Vegetationsperiode über dem langjährigen Mittel liegenden Monatsmittel-Temperaturen verbunden mit Niederschlagsdefiziten zu sehen. So überschritt der August mit einer mittleren Monats-temperatur von 20,7 °C den Normalwert um 3,2 Kelvin. Die gemessenen Niederschlagsmengen erreichten gerade 42 % des vieljährigen Mittels (Wetterstation Potsdam).

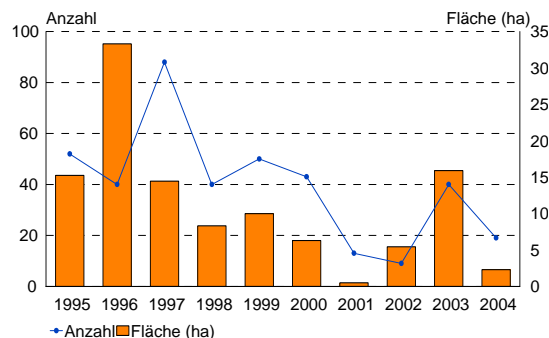


Abb. 78: Waldbrände (Anzahl und Fläche) von 1995–2004* in Berliner Forsten

*2004: Stand September

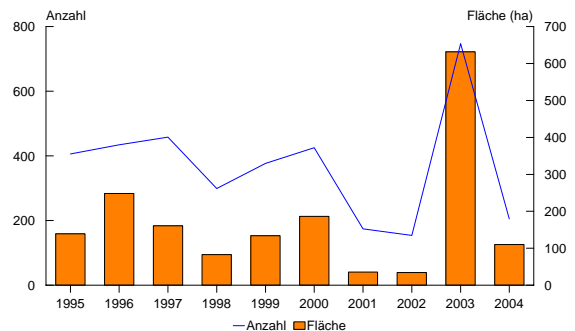


Abb. 79: Waldbrände (Anzahl und Fläche) von 1985–2004* im Land Brandenburg

*2004: Stand September

Für Brandenburg (einschließlich BfoÄ) wurden bis Ende September 205 Brände mit einer Fläche von 110 ha und für Berlin 19 Brände mit einer Fläche von 2,3 ha gemeldet.

4.3 Immissionssituation und Entwicklung der Fremdstoffeinträge in Wälder

4.3.1 Immissionssituation

Schwefeldioxid und Stickstoffoxide

Die seit Anfang 1990 stattfindende Reduzierung der Emissionen von Schwefeldioxid und Stickstoffoxiden aus stationären Anlagen und Kraftfahrzeugmotoren hat dazu geführt, dass sich seit 1998 die SO₂- und NO_x-Immissionen in siedlungs- und industriefernen Gebieten der Region Berlin-Brandenburg auf sehr niedrigem Belastungsniveau stabilisierten. So lagen im Berichtsjahr 2003 die SO₂-Jahresmittelwerte in Brandenburg bei 2–5 µg/m³ und am Berliner Stadtrand bei 4 µg/m³. Damit werden weiterhin lediglich 10–25 % des Immissionsgrenzwertes der 22. BImSchV zum Schutz von Ökosystemen erreicht.

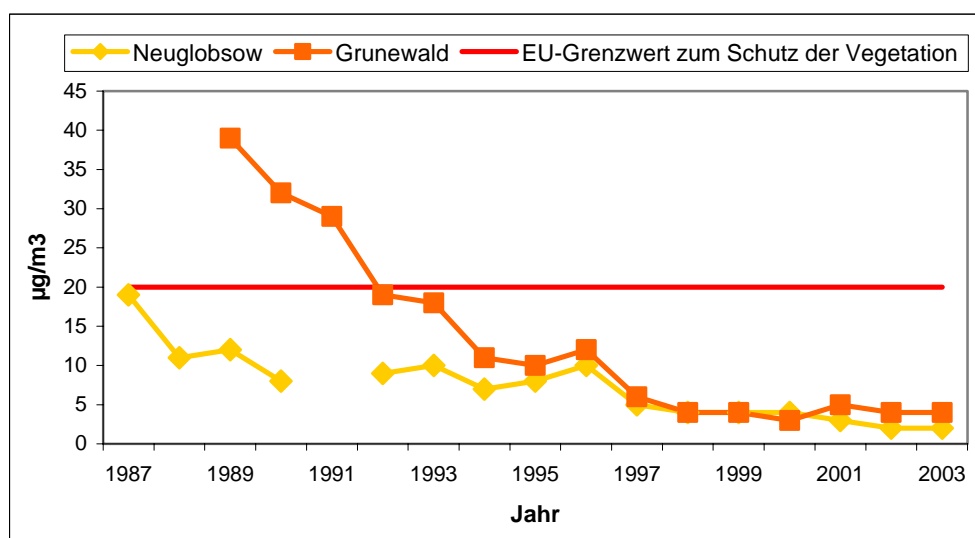


Abb. 80: Jahresmittelwerte Schwefeldioxid an den Stationen Grunewald und Neuglobsow

Der NO_x-Jahresmittelgrenzwert der 22. BImSchV zum Schutz der Vegetation von 30 µg/m³ blieb ebenfalls sicher eingehalten. Bei einem leichten Belastungsanstieg verzeichnete das ländliche Brandenburg 10–18 µg/m³, während unter stärkerem Straßenverkehrseinfluss in Berliner Waldgebieten 18–25 µg/m³ registriert wurden.

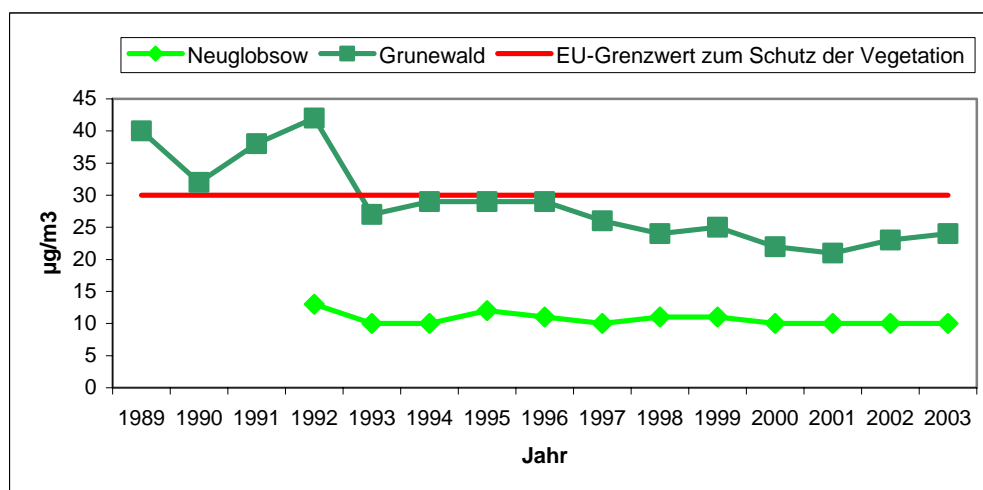


Abb. 81: Jahresmittelwerte der Stickoxide (NO₂ + NO) an den Stationen Grunewald und Neuglobsow

Insgesamt blieben 2003 an den Langzeitmessstationen Neuglobsow und Berlin-Grünwald die seit ca. 8 Jahren registrierten Belastungsminima bei SO₂- und NO_x-Jahresmittelwerten erhalten.

Ozon

Die wesentlich meteorologisch geprägte Ozonbelastung zeigte für das Sommerhalbjahr 2004 anhand des so genannten AOT 40-Wertes zum Schutz der Wälder (33. BImSchV) im Vergleich zu 2003 einen erkennbaren Rückgang. Der AOT 40-Wert („Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb“) ist die Summe der O₃-Konzentrationen nach Stunden, die bei der Überschreitung der Abschneidelinie von 40 ppb (= 80 µg/m³) im Zeitraum April–September (08:00–20:00 Uhr) an einer Messstelle entsteht. Die deutlich zurückgegangenen AOT 40-Werte des Sommers 2004 sind wesentlich von der nur durchschnittlichen Sonnenscheindauer und dem geringfügig über dem Klimanormal 1961–1990 liegenden Temperaturniveau in der Region Berlin/Brandenburg beeinflusst worden. Gegenüber dem Vorjahressommer sank die Sonnenscheindauer um 20 % und die positive Temperaturabweichung von 2,0 K auf 0,5 K. In dem gemäß 33. BImSchV als klimatologisch repräsentativ zugrunde zu legenden 5-Jahres-Zeitraum ist aber weiterhin eine deutliche Überschreitung des Zielwertes für 2010 von 20.000 µg/m³·h in den Waldgebieten Brandenburgs und Berlins festzustellen. Zukünftig wird sich dabei auch der andauernde Anstieg der mittleren Ozonkonzentrationen in Europa (ca. 0,2 µg/m³ pro Jahr in den letzten 10 Jahren) negativ auswirken. Die Grundaussagen für 2004 werden durch die Waldmessstation Lütte (AOT 40 = 28.117 µg/m³·h) und die Messstation Hasenholz (AOT 40 = 22.967 µg/m³·h) bestätigt. Die entsprechenden Rückgänge gegenüber 2003 betragen 37 % bzw. 42 % (auf 100 % Verfügbarkeit bezogen).

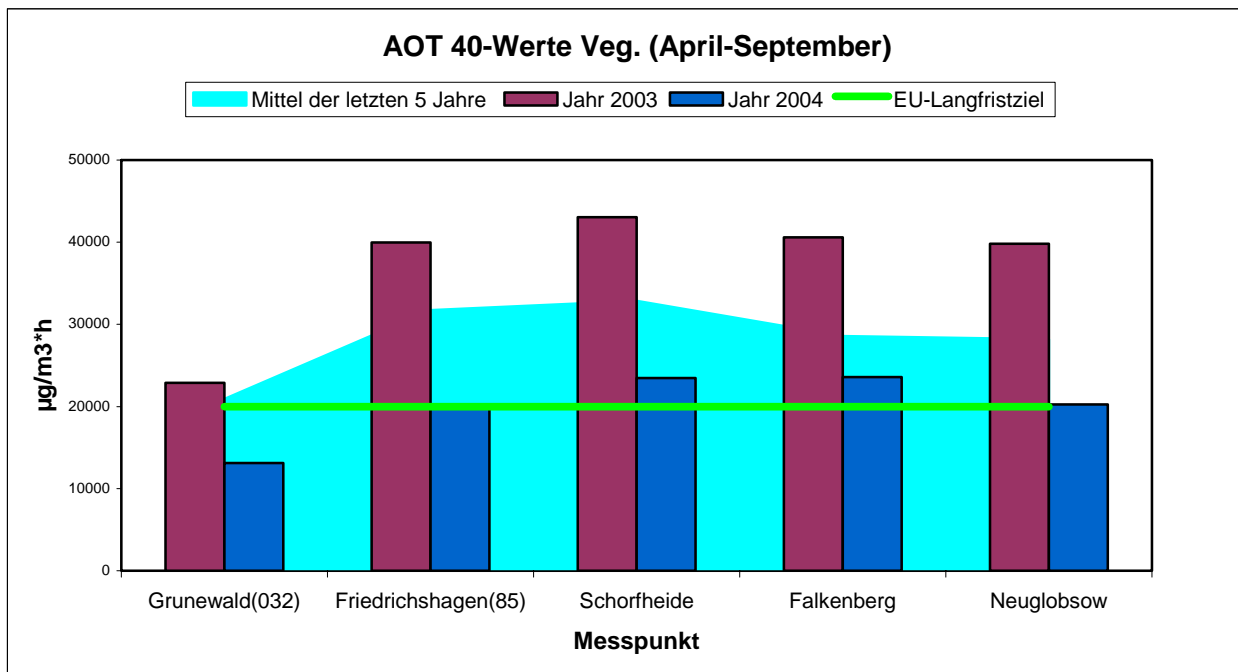


Abb. 82: Mittelwerte der AOT 40-Werte (Veg.) von ausgewählten walddahen Stationen der Länder Berlin und Brandenburg

Untersuchungen von Ozonwirkungen (kombiniert mit weiteren Witterungsfaktoren) auf Kiefer

Seit 1995 werden jeweils von zehn Probestämmen der sieben Level II-Dauerbeobachtungsflächen der Bundesländer Brandenburg und Berlin vitalitätsrelevante Biomarker zur Bewertung des physiologischen Anpassungspotenzials der Kiefer bei Umweltänderungen untersucht (siehe Abschnitt 4.4). Das ausgewählte Biomarkerspektrum ist neben der Bewertung stressphysiologischer Reaktionen auf Witterungsereignisse (vor allem Trockenstress) auch auf die Beobachtung der Wirkung ausgewählter Luftschadstoffe ausgerichtet und wird daher seit 1998/1999 für die Bewertung von Ozonbelastungen der Bäume genutzt.

Ozon – als oxidierender Luftschadstoff – wird von den Bäumen nahezu ausschließlich über die Spaltöffnungen in das Blatt- bzw. Nadelinnere aufgenommen. Dort beeinträchtigt es u. a. die Regulationsfähigkeit der Schließzellen und damit die Steuerung der Transpiration. Aufgrund dieser komplexen Wirkung und der Tatsache, dass das Auftreten von für die Pflanzen kritischen Ozonkonzentrationen mit länger andauernden stabilen Hochdruckwetterlagen (niederschlagsarme Perioden, geringe Bodenwasserverfügbarkeit, warme Witterungsabschnitte, hohe Globalstrahlungssumme) verbunden ist,

können Veränderungen der Biomarkermuster nicht bestimmten einzelnen Witterungsparametern, sondern eher Witterungskomplexen zugeordnet werden.

Andererseits lassen erhöhte Gehalte von Biomarkern, die funktional vordringlich als „Elektronenfänger“ an der Vernichtung freier Radikale beteiligt sind, auf entsprechende pflanzliche Abwehrreaktionen schließen. Dabei besitzen die Pflanzeninhaltsstoffe, die Bestandteil des antioxidativen Schutzsystems sind, eine besondere bioindikative Bedeutung. Eine wesentliche Komponente dieses Schutzsystem stellt Ascorbat (Vitamin C) dar.

Im gesamten Untersuchungszeitraum von 1998/99 bis 2003 bestand ein direkter Zusammenhang zwischen den Gesamtascorbatgehalten in den Kiefernadeln und den mittleren Belastungswerten für Ozon (Mittelwert der Tagesmaximalwerte in der Woche vor der Probenahme, AOT 40). Erwartungsgemäß wurden die höchsten Korrelationen zwischen der Ozonbelastung und den Biomarkern der älteren Nadeljahrgängen nachgewiesen, da diese den Belastungen am längsten ausgesetzt sind (Abb. 83).

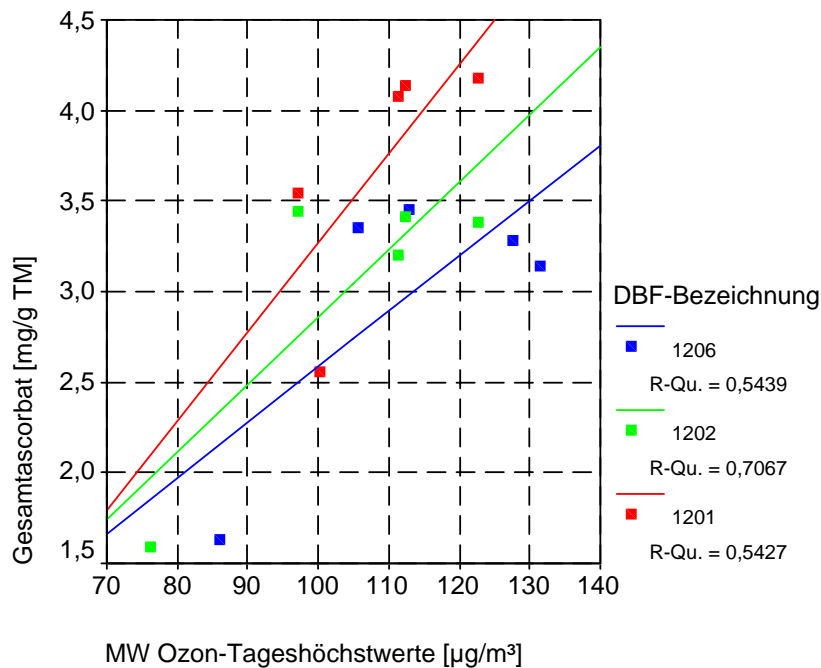


Abb. 83: Beziehungen zwischen den Mittelwerten der Ozon-Tageshöchstwerte der Woche vor der Probenahme und dem mittleren Gesamtascorbatgehalt des 3. Nadeljahrganges (Untersuchungszeitraum 1998/1999–2003, Beprobungsmonat August, $n = 10$ Bäume pro Fläche)

Nach den vorliegenden Untersuchungen wurden die Ascorbatgehalte stärker von den Ozon-Tageshöchstwerten im Zeitraum der Probenahme als von den AOT 40-Werten beeinflusst (Abb. 84). Seit 2000 sind die Mittelwerte der Ascorbatgehalte mit mehr $3 \text{ mg g}^{-1} \text{ TM}$ vor allem in den Kiefernadeln des 2. und 3. Nadeljahrganges auf den Dauerbeobachtungsflächen 1201, 1202 und 1206 relativ hoch. Ein Anstieg des Ascorbatgehaltes in Koniferen nach langfristigen Belastungen (mehreren Vegetationsperioden) mit umweltrelevanten Konzentrationen an Ozon wurde auch in Untersuchungen anderer Autoren nachgewiesen.

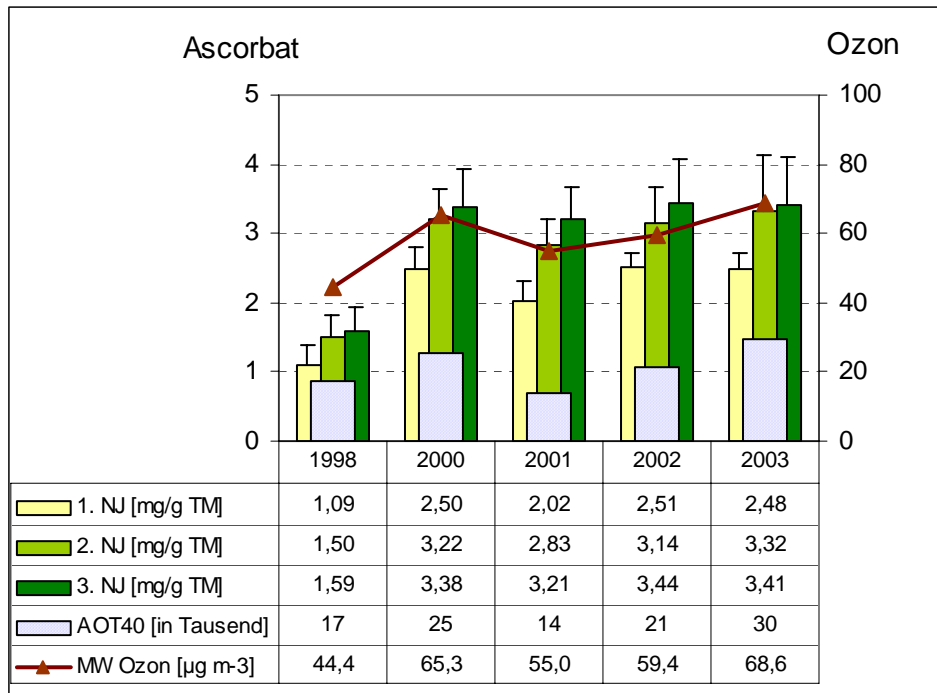


Abb. 84: Mittelwerte und Standardabweichung des Ascorbatgehaltes der Kiefern auf der DBF 1202 (Beprobungsmonat August, $n = 10$ Bäume pro Fläche); (AOT 40 im Zeitraum Mai bis August des jeweiligen Untersuchungsjahres; MW Ozon-Mittelwert der Ozon-Tageshöchstwerte in der Woche vor der Probenahme)

Die phenolischen Inhaltsstoffe sind ein weiterer Bestandteil des antioxidativen Abwehrsystems und als Schutzpigmente gegen erhöhte UV-B-Strahlung von bioindikativer Bedeutung. Der Gehalt einfacher phenolischer Verbindungen (Folin-positive Verbindungen) korrelierte in allen drei Nadeljahrgängen eng mit dem AOT 40-Wert, wie die Abb. 85 am Beispiel der Dauerbeobachtungsfläche 1203 zeigt.

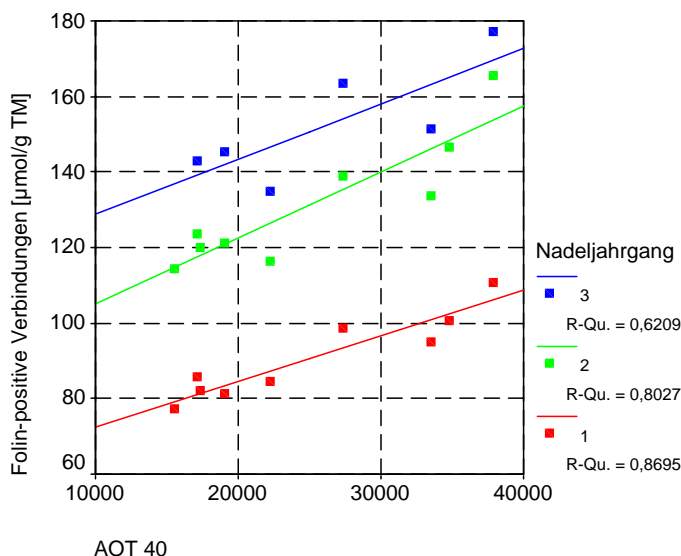


Abb. 85: Zusammenhang zwischen den AOT 40-Werten und den mittleren Gehalten der Folin-positiven Verbindungen in den Kiefernadeln (Untersuchungszeitraum 1995–2003, Beprobungsmonat August, $N = 8$ Bäume/Jahr)

Wie bereits dargestellt, ist das Auftreten kritischer Ozonkonzentrationen oftmals an strahlungsreiche und niederschlagsarme bzw. -freie Witterungsperioden gekoppelt. Dadurch ist ein eindeutiger Bezug der Veränderung weiterer nicht stress-spezifischer Biomarker auf einen Witterungsfaktor nicht möglich. Im Rahmen der hier vorliegenden Untersuchungen waren vor allem die Jahre 1999 und 2003 durch hohe AOT 40-Werte und geringe Niederschläge während der Vegetationsperiode gekennzeichnet. Somit sind insbesondere für die Biomarker, die kennzeichnend für Wassermangelbedingungen sind, Korrelationen mit den Ozonkonzentrationen nachweisbar. Frühere Untersuchungen zeigten, dass insbesondere die Biomarker Nadelfeuchte, Osmolalität, Prolin- und Kohlenhydratgehalt

te in einer besonders engen Beziehung zur Wasserversorgung des Baumes stehen (s. Abschnitt 4.4). Die Mittelwerte der Ozon-Tageshöchstkonzentrationen in der Woche vor der Probenahme korrelieren mit den mittleren Gehalten der löslichen Kohlenhydrate des 3. Nadeljahrganges (Abb. 86). Dafür sind vor allem zwei Erklärungen möglich. Einerseits kann dieser Zusammenhang durch einen Assimilatestau bedingt sein, der auf eine Ozonbelastung zurückzuführen ist. Andererseits ist denkbar, dass die Kohlenhydrate als Vorstufe für die Bildung von phenolischen Verbindungen bei andauernder Immissionsbelastung mit Ozon in erhöhtem Maße produziert werden. Vergleichbare Ergebnisse zeigten andere Autoren, die nachwiesen, dass Ozon und Wassermangelbedingungen zu einer Hemmung des Assimilattransportes und somit zu einem Anstieg der Kohlenhydratgehalte führen.

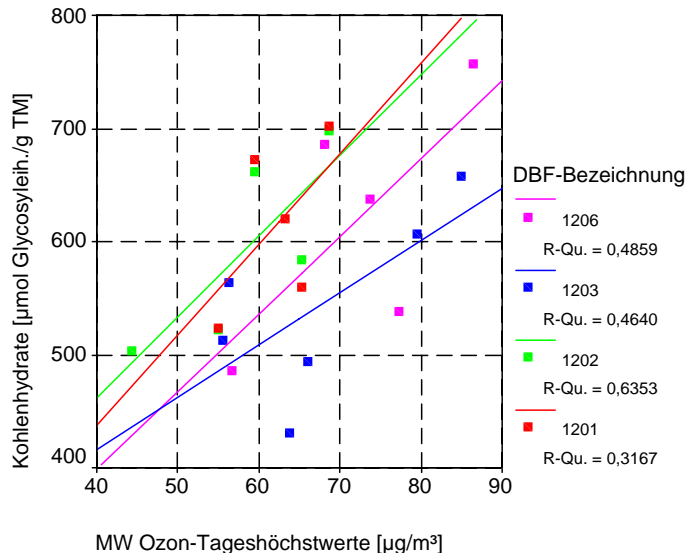


Abb. 86: Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Ozon-Tagesmaxima der Woche vor der Probenahme und den mittleren Gehalten der löslichen Kohlenhydrate im 3. Nadeljahrgang (Untersuchungszeitraum 1998–2003, Beprobungsmonat August, $N = 10$ Bäume pro Fläche)

Für die Ozonwirkung auf Pflanzen ist die Aufnahme durch die Spaltöffnungen entscheidend. Die Reaktion der Pflanzen beruht auf einer Abfolge von biochemischen und physiologischen Prozessen, die schließlich bis zu einer sichtbaren Schädigung, wie Gewebeerstörung (Nekrosen) oder Verfärbungen (Chlorosen) führen können. Auch wenn akute Ozonschäden im Sommer 2003 an den Kiefernnadeln visuell nicht erkennbar sind, zeigen die vorliegenden Untersuchungen einige physiologische Anpassungsreaktionen der Kiefern, die für Ozonbelastung in Verbindung mit Wassermangelbedingungen typisch sind.

Schwerpunktthema Ammoniak:

Methodische Verbesserungen für die Bewertung von Stickstoffbelastungen der Wälder

Bereits in den Vorgängerberichten (Waldzustandsberichte 2001 und 2002) standen Fragen zum Eintrag von Stickstoffverbindungen im Mittelpunkt des Interesses. Gleichzeitig musste insbesondere bei der Beschreibung von Ammoniakimmissionen bzw. -depositionen von methodischen Lücken berichtet werden. Dies betrifft sowohl die Erstellung realistischer Emissionsinventare und eine unbefriedigende Datenbasis zur Beurteilung der NH_3 -Immission als auch unzulängliche Reaktions- und Transportmodelle zur Beschreibung der Depositionen. Bei den Stickoxiden kann hingegen von einer guten Datenbasis ausgegangen werden. Die Immissionen und die hieraus resultierende Depositionen von Nitrat sind räumlich verhältnismäßig homogen.

Ammoniakemissionen stammen zu über 80 % aus landwirtschaftlichen Quellen. Sie sind durch die Deposition von Ammoniak und dessen Reaktionsprodukten (ammoniumhaltige Aerosole und Ammoniumionen im Niederschlag) etwa zur Hälfte an der Gesamtbilanz der Stickstoffeinträge beteiligt. Ammoniak hat eine vergleichsweise geringe Verweilzeit in der Atmosphäre. Ausgehend von einer Punktquelle halbiert sich die Konzentration von Ammoniak in der Luft näherungsweise alle 500 m. Bereits in einem Umkreis von 5 km werden ca. 30 % des emittierten Ammoniaks wieder deponiert. Die Ammoniakemissionen führen zu einer kleinräumigen Überprägung der N-Einträge und sind die wesentliche Ursache für die Herausbildung der mesoskaligen Varianz. Da es praktisch keine flächendeckenden Messdaten zur Ammoniakkonzentration in der Luft gibt, kommt der Erstellung eines kleinräumig diffe-

renzierten Emissionsmusters zur Abschätzung potenzieller Belastungsgebiete eine besondere Bedeutung zu.

Das Land Brandenburg weist im bundesweiten Vergleich eine relativ geringe Ammoniak-Emissionsdichte auf. Es wird derzeit de facto nirgends eine Viehbestandsdichte von 2 GVE/ha überschritten. Im Zeitraum seit 1998 sind die Viehbestandszahlen leicht rückläufig. Abb. 87 zeigt die hieraus resultierende Ammoniakemission, berechnet auf Grundlage von tierartspezifischen Emissionsfaktoren, jedoch ohne Berücksichtigung der NH_3 -Verluste bei der Gülleverwertung.

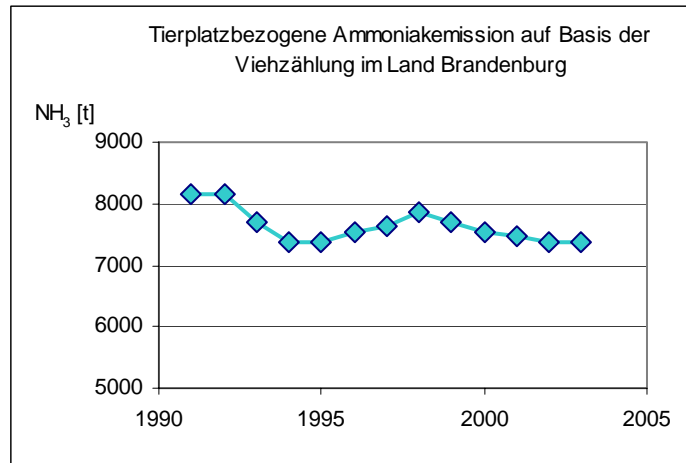


Abb. 87: Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung

Ausgehend von den realen Viehbestandszahlen auf Ämterebene wurde ein kleinräumig differenziertes Emissionsmuster berechnet. Die räumliche Differenzierung dieses Musters bleibt qualitativ auch bei Berücksichtigung der Gülleverwertung bestehen, da davon ausgegangen werden kann, dass die Gülleverwertung überwiegend auf hofnahen Flächen erfolgt. Die folgende Abbildung zeigt das NH_3 -Emissionsmuster im Land Brandenburg.

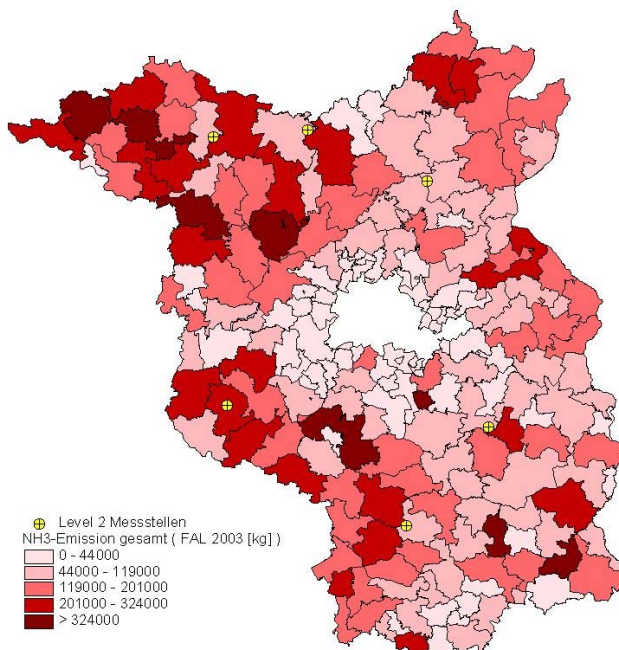


Abb. 88: Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung (einschließlich Gülleverwertung); Absolutwerte [kg NH_3] je Amt

Als Interpretationshilfe für die beobachteten NH_3 -Befunde an den Level II-Messstellen werden die Flächennutzungsanteile und Emittentenstruktur in der näheren Umgebung (hier: 10 km Radius) herangezogen; vgl. Tabelle 9 und Abbildung 89.

Tab. 9: Charakterisierung immissionsrelevanter Merkmale an den Level II-Messstellen

Beschreibung relevanter Einflussgrößen in einem Radius von 10 km um die Level II-Messstellen						
DBF	NH ₃ -Emission aus genehmigungsbedürftigen Tierhaltungsanlagen [t] (einschließlich Gülleverwertung)		Abstand der Messstelle zum nächsten Waldrand [m]	Flächennutzung [%]		
				Wald	Landwirtschaftliche Nutzflächen	Siedlungen
1201	13040	(40850)	600	33,5	61,9	4,2
1202	2100	(6580)	4700	70,9	18,3	1,5
1203	0	(0)	3800	79,4	11,9	2,6
1204	11620	(36400)	800	45,6	52,2	2,2
1205	35180	(110200)	1700	55,4	42,6	1,8
1206	10500	(32870)	1000	53,2	40,8	2,6

Hiernach sind an den Messstellen 1203 und 1202 keine unmittelbaren Belastungen infolge landwirtschaftlicher NH₃-Emissionen zu erwarten. Eine gewisse Beeinflussung wäre an den Messstellen 1206 und 1204 zu erwarten. Die Messstelle 1201 ist wegen der verhältnismäßig geringen Ausdehnung des Waldgebietes schlechter gegenüber dem Immissionseinfluss der umliegenden Gebietsnutzung geschützt. Außerdem ist die Messstelle 1201 die einzige, wo innerhalb des 5-km-Radius eine genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlage liegt. In der Umgebung der Messstelle 1205 wird die höchste Emissionsdichte vorgefunden. Die beiden letztgenannten Messstellen sollten daher auch von signifikant höheren Ammoniakimmissionen und Ammoniumdepositionen betroffen sein.

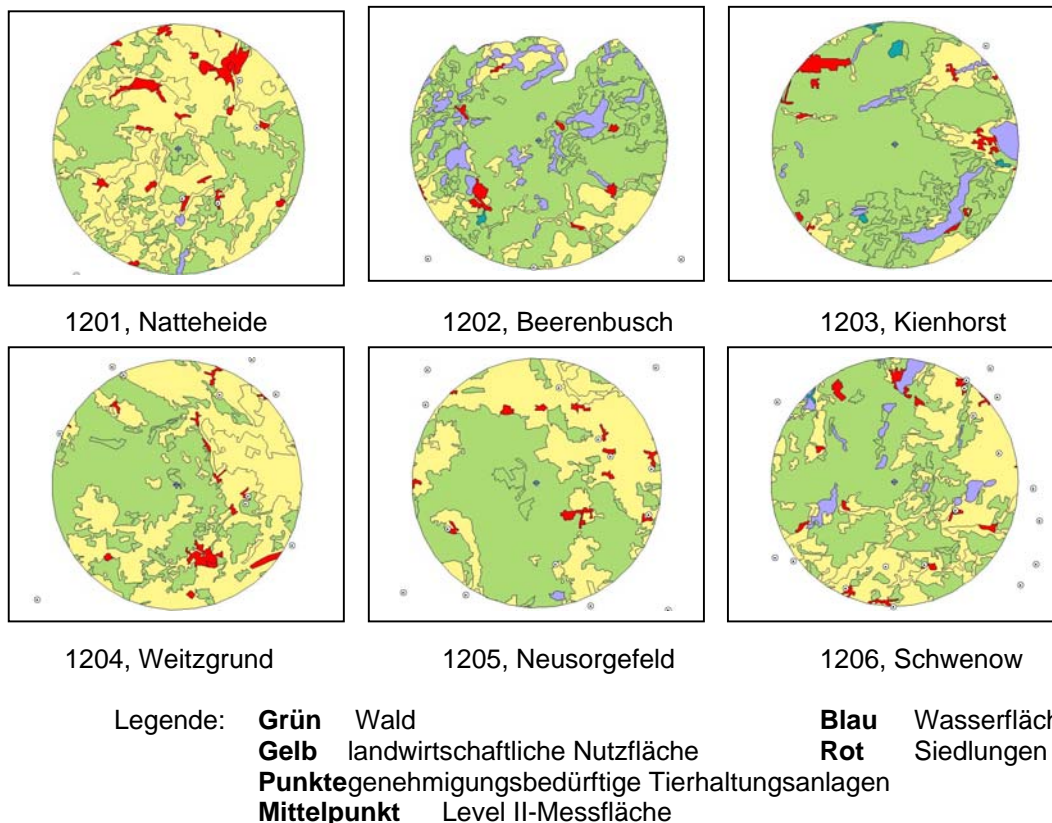


Abb. 89: Flächennutzungsmosaik im 10 km Umkreis der Level II-Messstellen (CORINE Landcover)

Beim Vergleich der Messbefunde mit den hier getroffenen Annahmen zeigen sich sowohl Übereinstimmungen als auch ausbleibende Differenzierungen. Alle sechs NH₃-Messreihen (Monatsmittelwerte, Passivsammler) zeigen den typischen Jahresgang mit dem Maximum im Frühsommer. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Befundhöhe im gesamten Beobachtungszeitraum überwiegend systematisch. Die Messergebnisse der Flächen 1203 und 1202 belegen, dass das Waldökosystem selbst in

gewissem Umfang als NH₃-Quelle fungiert („Kompensationspunkt“). Der Mechanismus der hier beobachteten Ammoniakemissionen ist noch nicht schlüssig geklärt. Die Befundhöhe dürfte den unteren Bereich dessen markieren, was als Background-Konzentration interpretierbar ist. Wegen der Lage-spezifik der Messstellen verbietet sich jedoch die Übertragung der Messwerte auf das Land Brandenburg. Die Befunde der Messstelle 1206 unterscheiden sich von den vorgenannten Messstellen nicht signifikant.

Die übrigen Messstellen weisen signifikant höhere Befunde auf, sind jedoch untereinander ebenfalls kaum differenzierbar. An der Messstelle 1201 wurden systematisch die höchsten Befunde registriert, was sich wiederum mit obigen Annahmen deckt.

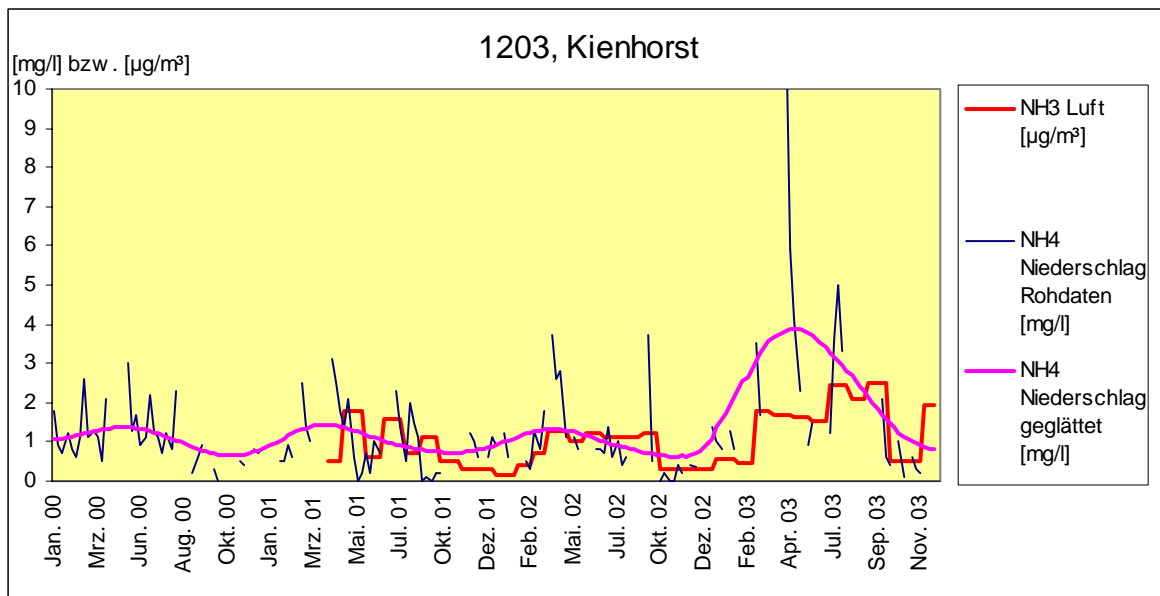
Tabelle 10 zeigt die Befunde der NH₃-Immissionsmessungen im Zeitraum April 2001 bis Dezember 2003 (33 Messwerte).

Tab. 10: Befunde der NH₃-Immissionsmessungen mittels Passivsammlern

Messstelle	1201	1202	1203	1204	1205	1206
Median NH ₃ [µg/m ³]	1,5	0,7	1,0	1,3	1,3	0,9

Bei der Deutung der Befunde muss berücksichtigt werden, dass sich trotz der strukturellen Unterschiede der Messgebiete (vgl. Abb. 89) alle Messpunkte im Inneren von Waldgebieten befinden. Die so genannten „Waldrandeffekte“ (erhöhte Depositionsraten an Waldrändern) klingen i. d. R. in Distanzen von einigen hundert Metern ab. Insoweit dürften die beobachteten Ammoniakkonzentrationen in der Luft nicht mehr primär durch lokale Konzentrationsgradienten geprägt sein.

Wegen der ausgeprägten Akzeptoreigenschaften der Bäume sollte sich die unterschiedliche Ammoniak-Immissionsbelastung auch anhand verschiedener Bestandesniederschläge nachweisen lassen. Hierfür wurden die Datenreihen der Ammonium-Konzentrationen zunächst durch gleitende Mittelwertbildung geglättet (15 Werte, 3 Iterationen). Die Ergebnisse korrespondieren gut mit dem jahreszeitlichen Verlauf der beobachteten Ammoniakkonzentration in der Luft und geben außerdem die Belastungsunterschiede wieder. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen exemplarisch für die Messstellen 1203 (gering belastet) und 1201 (höher belastet) die gefundenen Zusammenhänge.



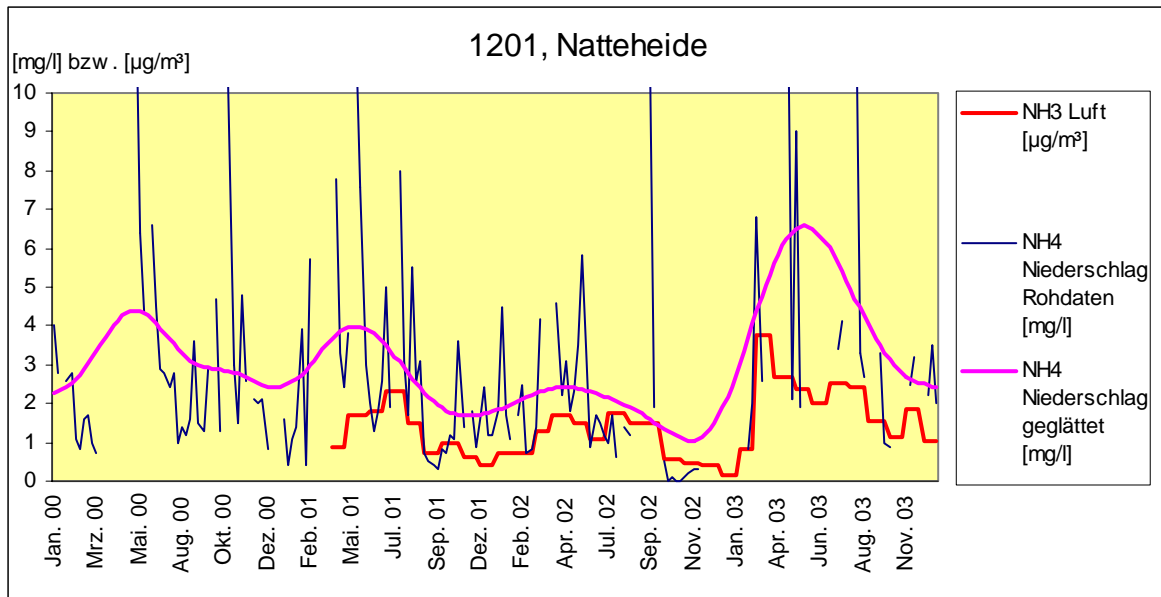


Abb. 90: Zusammenhang zwischen Ammoniak-Immissionskonzentration und Ammonium-Konzentration im Bestandesniederschlag (Kronentraufe)

Die mesoskalige Überprägung des Depositionsgeschehens in Abhängigkeit von der Ammoniakbelastung lässt sich auch anhand von Verschiebungen der Stoffmengenverhältnisse von Nitrat-Stickstoff und Ammonium-Stickstoff im Bestandesniederschlag nachweisen. Die Nitrat-Deposition weist im Vergleich mit der Ammonium-Deposition keine maßgeblichen räumlichen Differenzierungen auf, kann also quasi als konstant betrachtet werden. Verändert sich das Stoffmengenverhältnis $r = \text{NH}_4\text{-N}/\text{NO}_3\text{-N}$ hin zu höheren Werten, so ist der Stickstoff-Deposition an dieser Messstelle eine höhere Ammoniumdominanz zuzuschreiben. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Befunde, basierend auf der Datenreihe 2000 bis 2002. Hier zeigt das Ergebnis der Messstelle 1201 eine markante Abweichung.

Tab. 11: Relatives Verhältnis der Stickstoffspezies im Bestandesniederschlag

Messstelle	1201	1202	1203	1204	1205	1206
$r \text{ NH}_3\text{-N} / \text{NO}_3\text{-N}$	1,12	0,80	0,72	0,87	0,93	0,77

Alle diskutierten Befunde sind in sich schlüssig und korrespondieren gut mit dem eingangs vorgestellten NH_3 -Emissionsmuster für das Land Brandenburg (siehe Abb. 88).

Die Ähnlichkeit des Emissionsmusters mit der Waldschadensindikation anhand der mittleren Kronenverlichtung der Kiefernbestände weist auf eine Beziehung zwischen beiden Merkmalen hin. Der Gürtel höherer Ammoniakbelastung in den westlichen und südwestlichen Landesteilen zeichnet sich auch hier klar ab. Auf einen ursächlichen Zusammenhang kann trotz bestehender Ähnlichkeiten damit nicht geschlossen werden. Die Kronenverlichtung ist ein unspezifischer Indikator der Vitalität der Waldbäume und reagiert auf den Komplex einer Vielzahl von Umwelteinflüssen. Es ist aber bekannt, dass mit zunehmender Stickstoff-Eutrophierung der Waldstandorte die Anzahl der Nadeljahrgänge der Kiefern reduziert wird und z. B. die Trockenstress-Toleranz abnimmt (siehe Abschnitt 4.4). Die anhaltende Überschreitung der Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff an den Level II-Standorten weist auf die Problematik zu hoher Stickstoff-Depositionen hin. Damit erhärtet sich die Annahme, dass dem Ammoniak auch in deutlich subtoxischen Konzentrationen ein Anteil am Auftreten von Waldschäden zukommt.

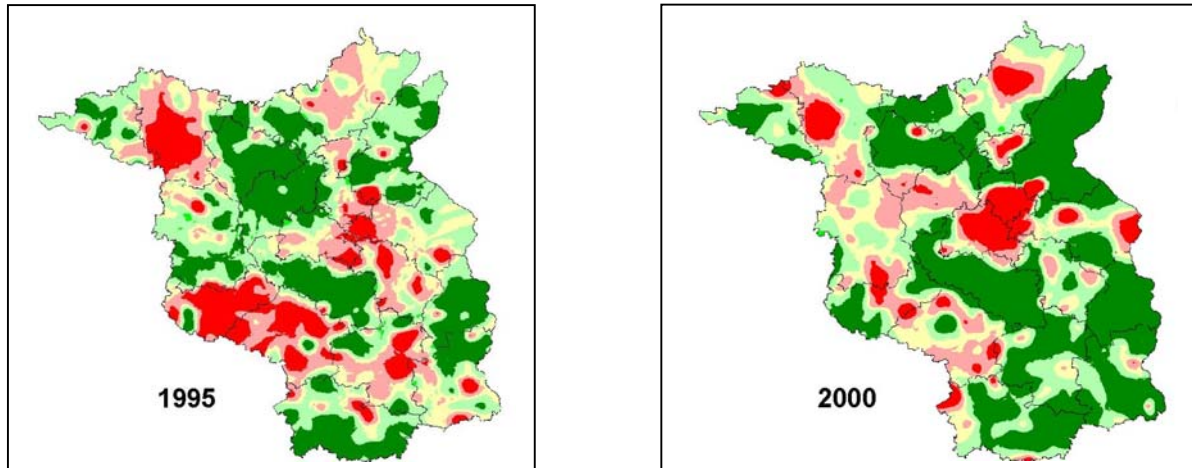


Abb. 91: Regionalisierte Darstellung (Kriging) der Kronenverlichtung der Kiefern an den WSE-Punkten in Brandenburg und Berlin (1995 und 2000)

Zusammenfassung:

Der Kenntnisstand zur Ammoniakbelastung hat sich durch die systematische Zusammenführung von einem kleinräumigen Emissionsmuster und der Analyse der Immissions- und Depositionsbefunde verbessert. Für die Zukunft bleibt der Bedarf einer systematischen Beobachtung der Ammoniakkonzentration in der Luft sowie der Verbesserung bestehender Ausbreitungs- und Depositionsmodelle bestehen. Einige Messungen widersprechen den gegenwärtigen Vorstellungen (z. B. Ammoniakbefunde an emittententfernen Messstellen). Es wird hieran deutlich, dass die Ammoniakbelastung der Wälder nicht ausschließlich mit landwirtschaftlichen Emissionen in Zusammenhang gebracht werden kann. Gleichzeitig konnte jedoch gezeigt werden, wie landwirtschaftliche Emissionen zu einer räumlich differenzierten Zusatzbelastung der Wälder führen. Es verdichten sich die Hinweise darauf, dass Ammoniakimmissionen auch deutlich unterhalb der phytotoxischen Wirkungsschwelle in gewissem Umfang am Auftreten von Waldschäden beteiligt sind.

4.3.2 Entwicklung der Fremdstoffeinträge in Wälder

Trotz der sehr geringen Niederschläge im Jahr 2003 (Niederschlagsdefizit in Brandenburg im Durchschnitt 100 mm gegenüber dem langjährigen Mittel und 197 mm gegenüber 2002) kam es nur beim Eintrag von Sulfat-Schwefel (SO_4-S) zu einer deutlichen Verringerung gegenüber 2002 (-30%). Die kritische Depositionsrate (Critical Load) für basenarme Waldböden, die zwischen 3 und 8 kg S/(ha*a) liegt, wird damit weiterhin an keiner Messstelle überschritten (Abb. 92).

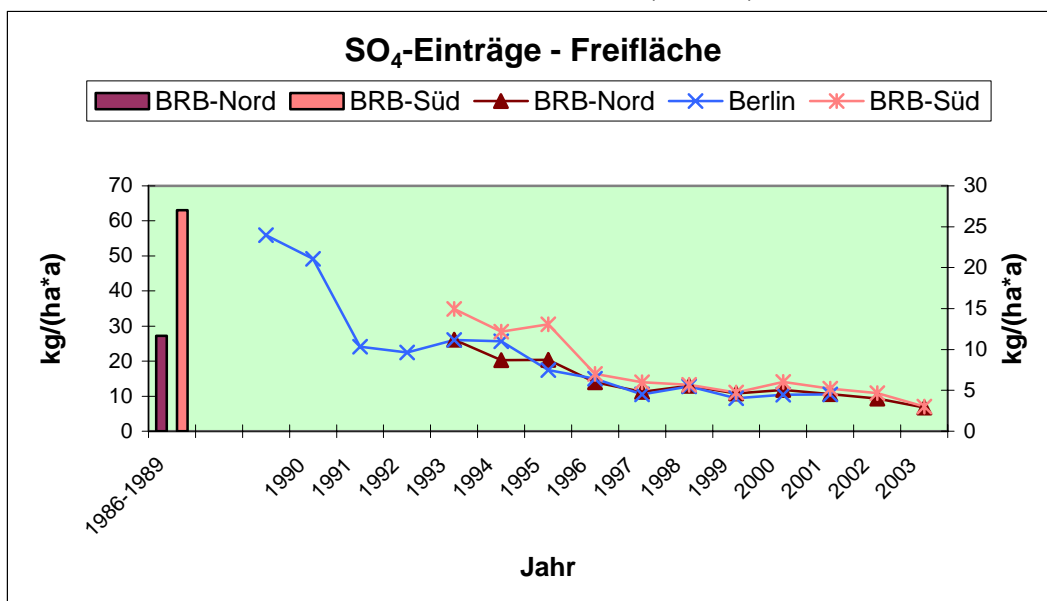


Abb. 92: Entwicklung der SO_4 -Schwefel-Einträge an Freiflächen in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

Die Kalzium-Einträge lagen 2003 trotz des deutlichen Niederschlagsdefizits auf dem Niveau von 2002 (Abb. 93). Die Ca-Einträge blieben auch 2003 unter 5 kg/(ha*a) und damit bei etwa einem Zehntel der bis 1990 gemessenen Werte. Neben der reduzierten Säurebelastung durch Schwefel bleibt somit auch eine wesentliche Komponente für die Pufferung durch basische Staubeinträge auf geringem Niveau.

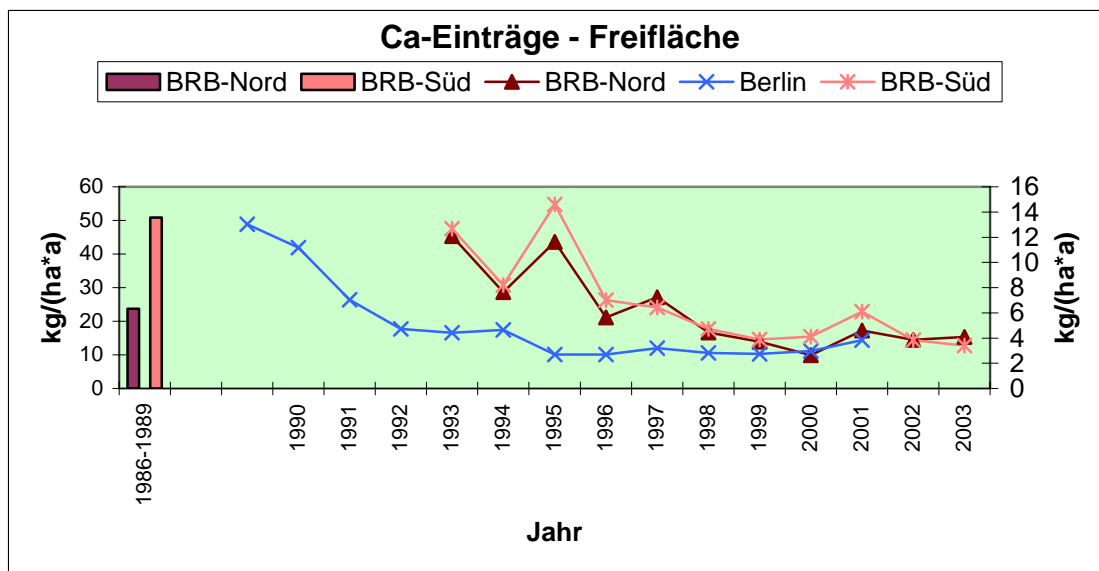


Abb. 93: Entwicklung der Kalzium-Einträge an Freiflächen in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

Der aus der Summe der Einträge von Ammonium, Mangan, Eisen, Aluminium und Protonen berechnete **Säureeintrag** ist 2003 gegenüber dem Vorjahr etwas erhöht. Die sich seit 1999 abzeichnende Tendenz des Anstiegs setzte sich damit fort.

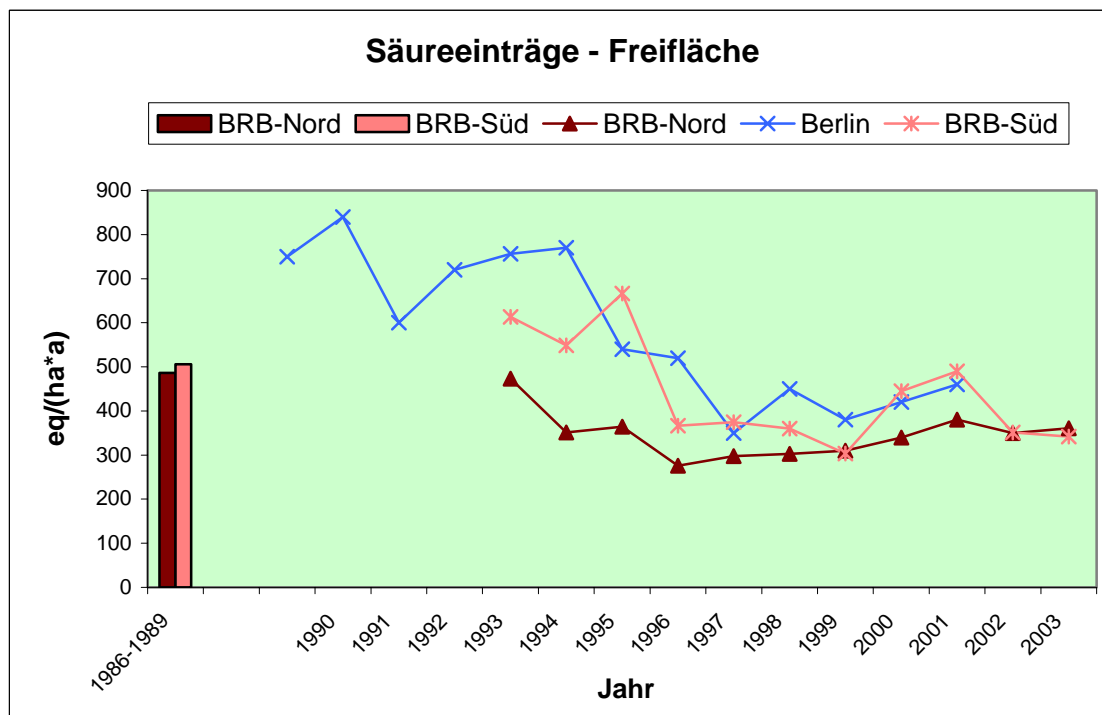


Abb. 94: Entwicklung der Säureeinträge an Freiflächen in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

Im Jahr 2003 kam es zu keiner Erhöhung der Gesamt-**Stickstoffeinträge**. Gegenüber 2002 verringerten sich die N_{ges} -Einträge auf den Freiflächen in den südlichen Waldgebieten um ca. 35 % auf 6,9 kg/(ha*a), was in erster Linie den deutlich geringeren Niederschlagsmengen zuzuschreiben ist. Trotz dieser Reduzierung kommt es auch 2003 zu einer Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) für die Waldstandorte in Brandenburg und Berlin.

Die Einträge der Schwermetalle blieben weiterhin sehr gering. Die Konzentrationen lagen teilweise unter der analytischen Nachweisgrenze.

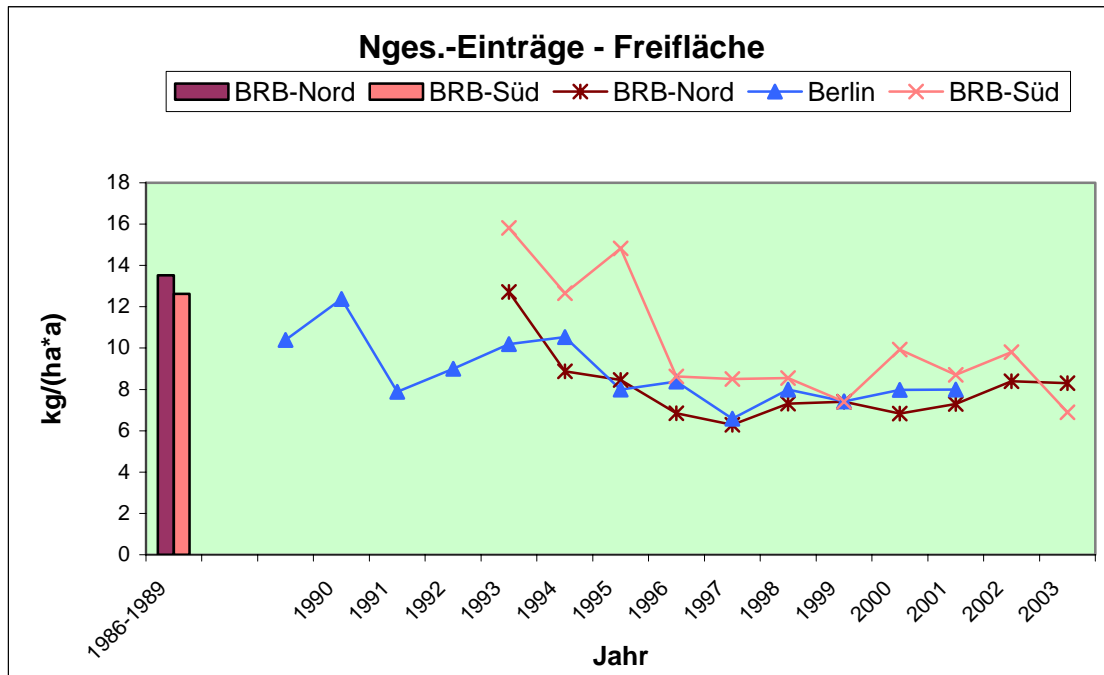


Abb. 95: Entwicklung der N_{ges} -Einträge an Freiflächen in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

4.3.3 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 atmosphärische Einträge und der Überschreitung der kritischen Belastbarkeitsgrenzen für die Jahre 1997–2000 durchgeführt (BECKER et al., 2000¹). 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.

¹ 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

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 in den Berliner Forsten seit dem Messzeitraum 1995/96 und an den Waldmesspunkten des Landes Brandenburg seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1997 die Critical Loads für Säureeinträge aus Schwefel nicht mehr überschritten (Abb. 96).

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_x , NH_y) dar. Die N-Einträge waren von 1990 bis 1997 zwar ebenfalls rückläufig (Verminderung um ca. 40 %), zeigten danach jedoch keine wesentliche Veränderung mehr. Entsprechend hat es seither keine grundlegende Veränderung hinsichtlich der Überschreitung der Critical Loads für eutrophierende Stickstoffeinträge gegeben.

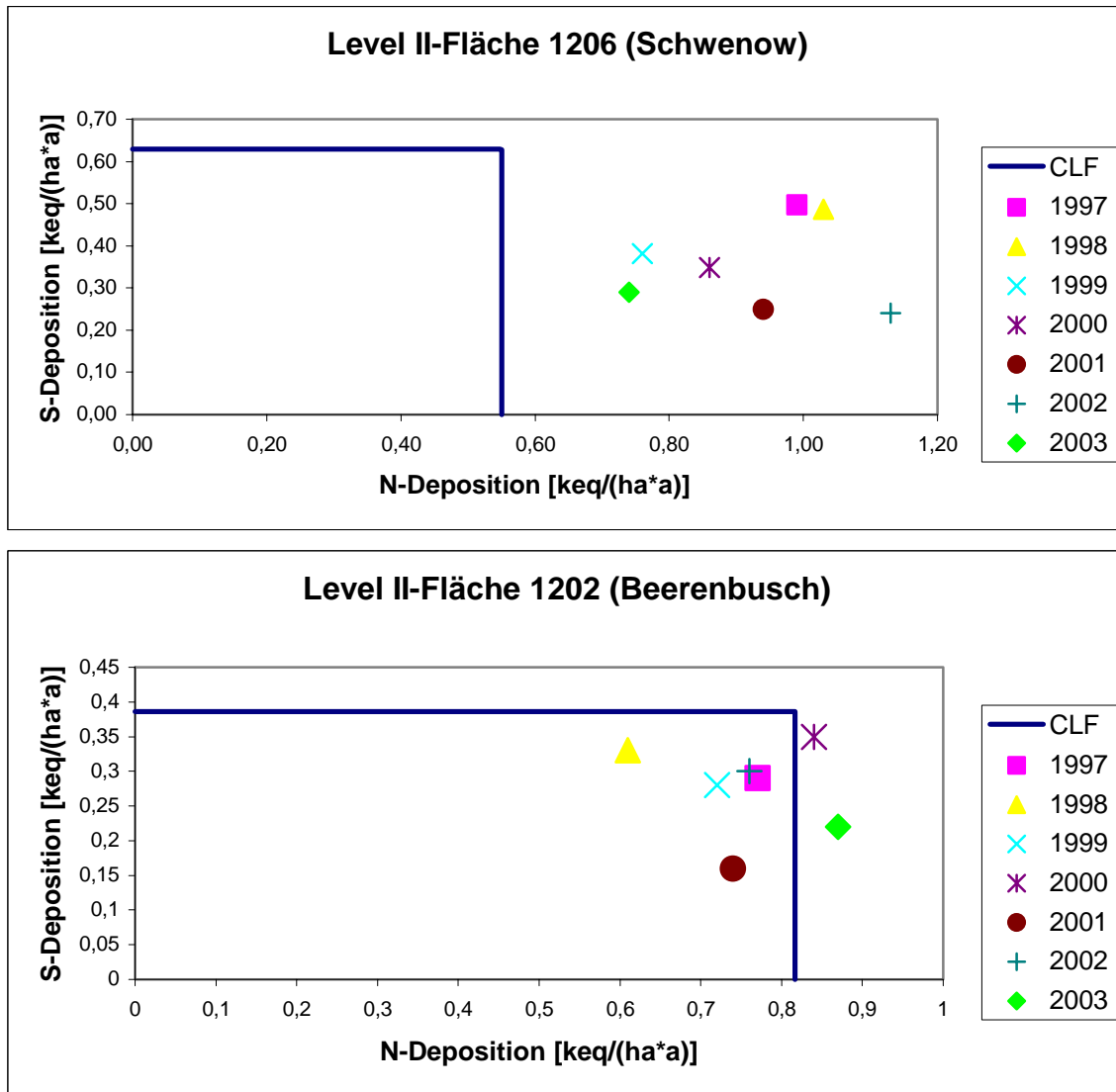


Abb. 96: Critical Load-Funktionen (CLF) für ausgewählte Level II-Flächen im Verhältnis zu den Fremdstoffeinträgen der Beobachtungsjahre
 - 1206 Schwenow, Amt Wünsdorf
 - 1202 Beerenbusch, Amt Templin

Nach wie vor kommt es an den untersuchten Waldstandorten der Länder Brandenburg und Berlin zu einer Überschreitung der ökologischen Belastungsgrenzen. Eine Ausnahme stellt die Level II-Fläche 1202 (Beerenbusch) dar. Auf Grund des Standortes (M2+) und des hohen Laubholzanteiles (erhöhte Aufnahme von Stickstoff in die lebende Biomasse) liegt die berechnete kritische Belastungsgrenze für eutrophierenden Stickstoff mit 7,7 kg N/(ha*a) etwa doppelt so hoch wie bei den anderen untersuchten Level II-Flächen.

Der von Seiten der Forstwirtschaft begonnene Umbau der Forsten in stabile Mischwälder hat neben vielen anderen positiven Wirkungen auch den Effekt, dass damit die Belastbarkeitsgrenzen in den nächsten Jahren erhöht und die Überschreitungen der Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff bei gleichbleibenden N-Einträgen dennoch vermindert werden können.

4.4 Auswirkungen des Trockenjahres 2003



Übersicht über die klimatologischen Bedingungen im Jahr 2003 in Deutschland

(Quelle: Klimastatusbericht 2003 DWD, gekürzt)

Insgesamt war das Jahr 2003 in Deutschland sehr warm und trocken sowie extrem sonnenscheinreich.

Nur im Februar und im Oktober blieb die Durchschnittstemperatur im Mittel über Deutschland unter den Werten für die internationale Referenzperiode 1961–1990.

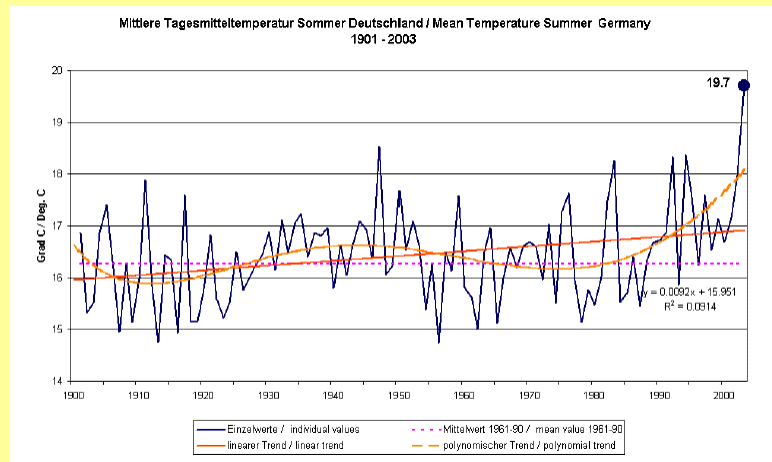
Besonders markant war der extrem heiße Sommer. Juni und August 2003 waren im Gebietsmittel von Deutschland die heißesten Juni- und Augustmonate seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Zusammen mit einem ebenfalls überdurchschnittlich warmen Juli ergab sich der wärmste Sommer seit 1901. An den meisten Stationen war es der heißeste Sommer seit Beginn der Messungen. Nur an einigen Stationen in Norddeutschland wurden die bisherigen Rekordwerte nicht erreicht.

Der Oktober war hingegen außergewöhnlich kalt. Für Gesamtdeutschland war es der 3. kälteste Oktober seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Als Jahresmitteltemperatur für Deutschland ergab sich 9,4 °C. Das sind 1,2 C mehr als im Bezugszeitraum. Das Jahr 2003 war damit das 8. wärmste seit 1901.

Das Jahr 2003 hatte in Deutschland 10 Monate mit unterdurchschnittlichem Niederschlag. Nur Januar und Oktober waren im Gebietsmittel etwas zu feucht. Dies führte dazu, dass auch das gesamte Jahr mit einem deutlichen Niederschlagsdefizit endete. Das Gebietsmittel der Jahresniederschlagshöhe ergab sich zu 593 mm. Das sind 198 mm oder 25 % weniger als in der Referenzperiode. Das Jahr 2003 war damit das 7. trockenste seit Beginn des 20. Jahrhunderts.

Hinsichtlich Sonnenscheindauer gab es im Jahr 2003 nur überdurchschnittliche Monate.

Die Jahressummen überschritten daher alle bisherigen entsprechenden Werte. Das Gebietsmittel der Sonnenscheindauer für das Jahr 2003 betrug 2038 Std. Das sind 510 Std. oder 33 % über dem Normalwert.



Diese Charakteristik der klimatologischen Bedingungen des Jahres 2003 durch den Deutschen Wetterdienst unterstreicht die außergewöhnliche Stellung des Jahres in der bisher beobachteten Zeitreihe für Deutschland.

Bereits im Waldzustandsbericht 2003 wurde auf die Extremsituation des Sommers 2003 und die erwarteten Reaktionen der Bäume im Jahr 2004 aufmerksam gemacht.

Im Folgenden soll die Witterungssituation anhand der Messungen an den Dauerbeobachtungsflächen für die Wälder der Region charakterisiert und mit beobachteten Reaktionen an den Waldbeständen verknüpft werden.

Klimatische Wasserbilanz und Bodenfeuchte an Level II-Standorten

Das Jahr 2003 war gekennzeichnet durch einen außergewöhnlich warmen Sommer, extreme Sonnenscheindauer (Strahlung) und geringe Niederschläge. Damit stand einer hohen potenziellen Verdunstung eine geringe Niederschlagshöhe gegenüber, die Trockenstress für die Waldbäume erwarten lässt.

In erster Näherung kann man die Belastung des Wasserhaushalts durch die klimatische Wasserbilanz charakterisieren, indem man die potenzielle Verdunstung einer mit Gras bedeckten gut wasserversorgten Bodenoberfläche (Grasreferenzverdunstung) auf Basis der meteorologischen Eingangsgrößen Temperatur, Luftfeuchte, Strahlung, Windgeschwindigkeit für die konkreten Standorte auf Tagesbasis berechnet und der täglichen Niederschlagsmenge gegenüberstellt. Die Klimatische Wasserbilanz ist die Summe der Differenzen von Niederschlag und potenzieller Verdunstung im Beobachtungszeitraum (Jahr, Vegetationsperiode).

Klimatische Wasserbilanz (KWB) = P (Niederschlag) – ETP (potenzielle Evapotranspiration)

Die meteorologischen Beobachtungen an den Dauerbeobachtungsflächen Level II in Brandenburg beginnen im Jahr 1996. In der Beobachtungsperiode seit 1996 wird das Jahr 2003 anhand der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (potenzielle Grasreferenzverdunstung nach FAO Penman-Monteith) auch in Brandenburg als ein besonders trockenes Jahr herausgehoben. Es werden an allen Stationen Extremwerte der (kurzen) Zeitreihe erfasst. Es wird ein steiler Abfall der KWB nahezu von Beginn der Vegetationsperiode bis kurz vor Ende der Vegetationszeit deutlich. Die Fläche 1202 (Amt Templin, Rev. Beerenbusch) weist im Jahr 2003 das geringste, die Fläche 1204 (Amt Belzig, Revier Weitzgrund) das höchste Defizit der Bilanz aus, während für die anderen Flächen recht einheitlich am Ende der Vegetationsperiode ein Defizit von ca. –400 mm errechnet wird. Im Trockenjahr 1999 betrug das Defizit der KWB in der Vegetationszeit dagegen nur ca. –300 mm.

In der Abb. 97 wird auch die Sonderstellung des kühl feuchten Jahres 2002 ersichtlich, wo das Defizit der Vegetationsperiode kaum unter –150 mm anstieg und durch starke Niederschläge im Juli und August wieder abgebaut wurde. Auch bei Einbeziehung der Monate Januar bis März bleibt die Charakteristik der Jahre 2002 (feucht) und 2003 (trocken) als bisherige Extremjahre erhalten (Abb. 98).

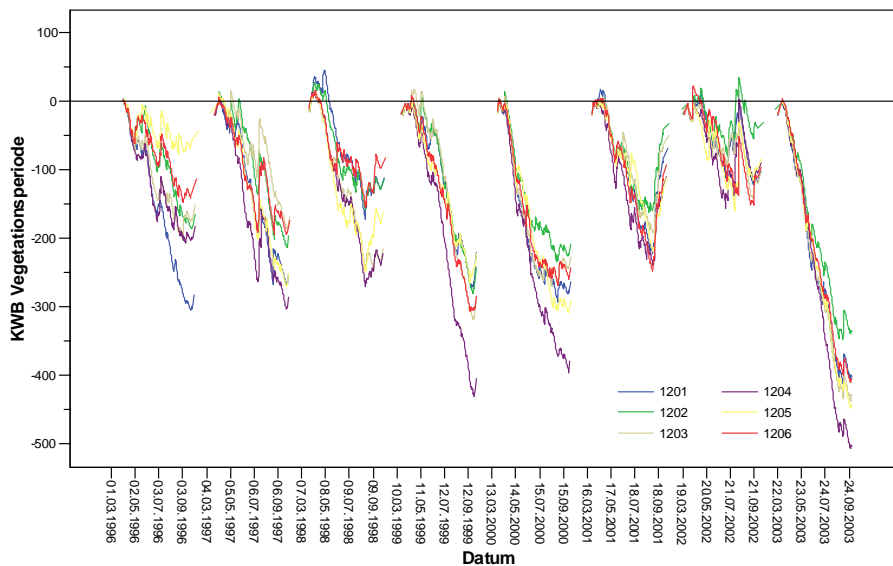


Abb. 97: Klimatische Wasserbilanz der Level II-Standorte in Brandenburg für die Vegetationsperioden 1996–2003

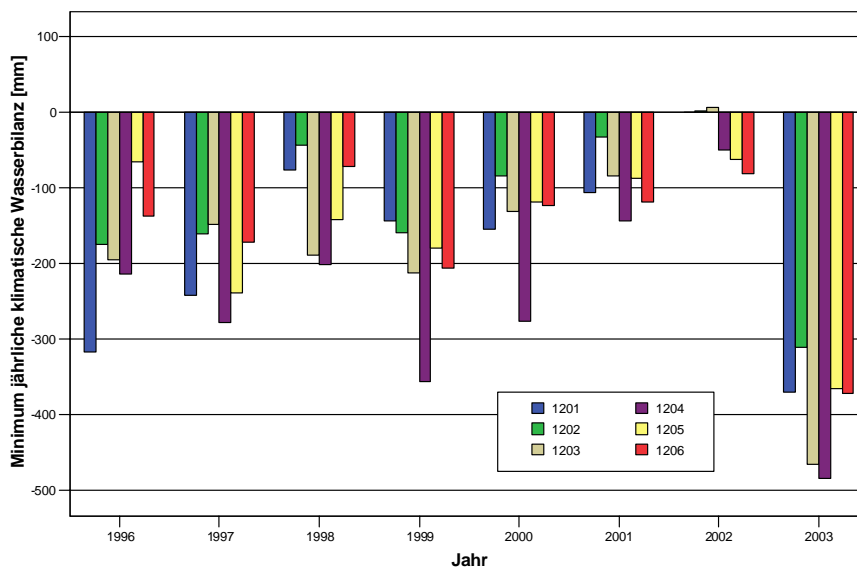


Abb. 98: Minimum der jährlichen klimatischen Wasserbilanz der Level II-Standorte in Brandenburg

Die klimatische Wasserbilanz berücksichtigt nicht den Boden als Wasserspeicher, der in niederschlagsfreien Perioden als Puffer die Wasserversorgung der Pflanzendecke überbrücken kann. Sie berücksichtigt weiter nicht die Regulation der Verdunstung der Pflanzen, die bei Wassermangel die

Spaltöffnungen der Blätter schließen und somit ihren Wasserbedarf aber auch die Photosynthese einschränken. Deshalb ist die Bodenfeuchte ein besserer Indikator der tatsächlichen Wasserverfügbarkeit am Standort. Sie wird an den Dauerbeobachtungsflächen ab 1997 in drei Tiefenstufen gemessen. Die nutzbare Wasserspeicherkapazität der Böden ist eine bodenspezifische Größe die unter anderem von der Körnung und dem Humusgehalt der Bodenhorizonte abhängig ist. Um verschiedene Standorte hinsichtlich ihrer Wasserversorgung vergleichen zu können, wird die Bodenfeuchte in Prozent der nutzbaren Feldkapazität (nFK) angegeben. In Abb. 99 ist der Verlauf der mittleren monatlichen Bodenfeuchte in 20 cm Tiefe für die sechs Level II-Flächen dargestellt. Auch hier wird die starke Ausschöpfung der Bodenwasserspeicher im Jahr 2003 deutlich. Allerdings ist auch erkennbar, dass der Oberboden in nahezu allen Jahren in der Vegetationszeit stark austrocknet. Ein Extremwert wurde 2003 mit nahezu vollständiger Ausschöpfung an der Fläche 1203 (Schorfheide, Kienhorst) gemessen. Im Unterschied zu den bisherigen Beobachtungsjahren ist die sehr frühe und langanhaltende Ausschöpfung der Bodenwasservorräte der Kiefernbestände erkennbar. Bei 40 % nFK wird mit der Bezugslinie ein Grenzwert markiert, der nach Untersuchungen von BECK zu Zuwachseinbußen führt.

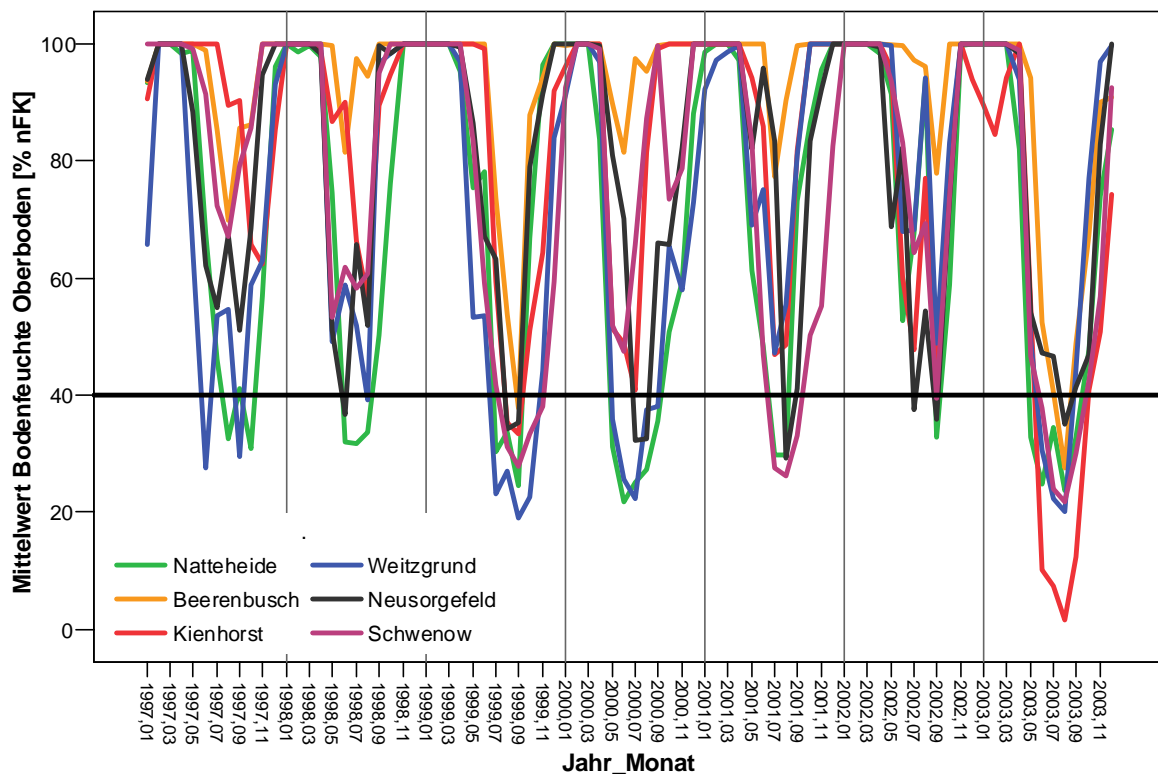


Abb. 99: mittlere monatliche Bodenfeuchte bis 40 cm in Prozent der nutzbaren Feldkapazität (nFK) der Level II-Flächen in Brandenburg

Wasserhaushaltsmodell

Mit Hilfe eines Simulationsmodells lassen sich die Komponenten des Wasserhaushaltes (Evapotranspiration, Bodenwassergehalte für verschiedene Tiefenstufen, Grundwasserneubildung) auf täglicher Basis berechnen. Das verwendete Speichermodell wurde für die Level II-Flächen geeicht.

Die Abbildung 100 zeigt die modellierten täglichen Wassergehalte in Prozent der potenziell wurzelverfügbaren Bodenwassermenge beispielhaft für die Flächen Kienhorst und Schwenow.

Das Trockenjahr 2003 manifestiert sich auf beiden Flächen in einer ausgeprägten Austrocknung des Bodens über eine besonders lange Zeit. Aber auch die Jahre 1999 und 2000 stellen sich in dieser Abbildung als Jahre mit ähnlichen Bodenwasserhaushaltsbedingungen dar.

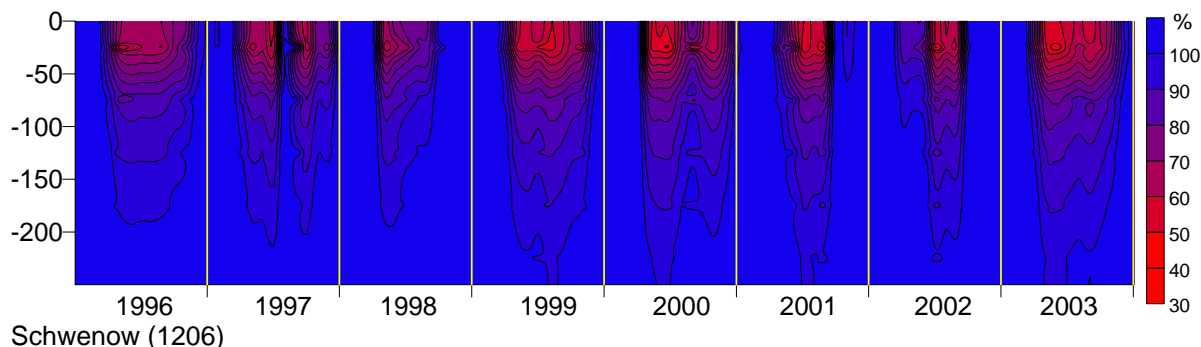
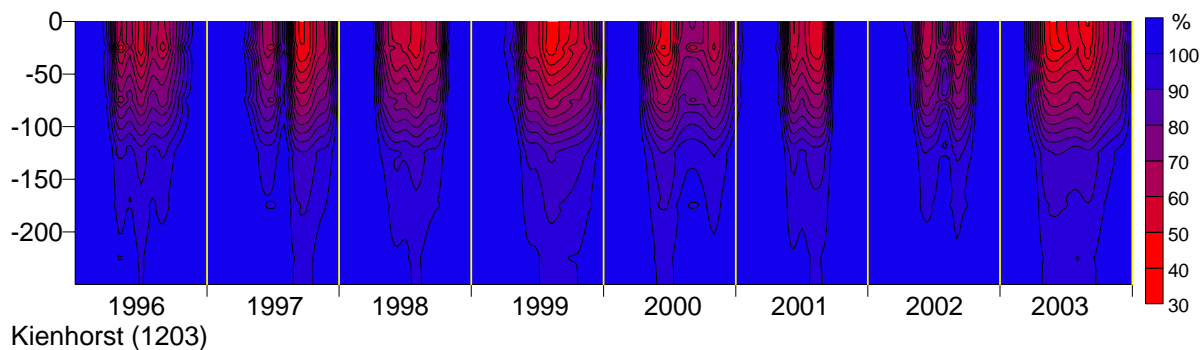


Abb. 100: Modellierte tägliche Wassergehalte im Bodenraum bis 250 cm Tiefe in Prozent der wurzelverfügbaren Bodenwassermenge

Die Ausschöpfung des Bodenwassers während der Vegetationsperiode in Prozent der potenziell wurzelverfügbaren Bodenwassermenge im zeitlichen und regionalen Vergleich wird in Abb. 101 dargestellt. Es handelt sich um Werte, die mit Hilfe des Wasserhaushaltsmodells berechnet worden sind.

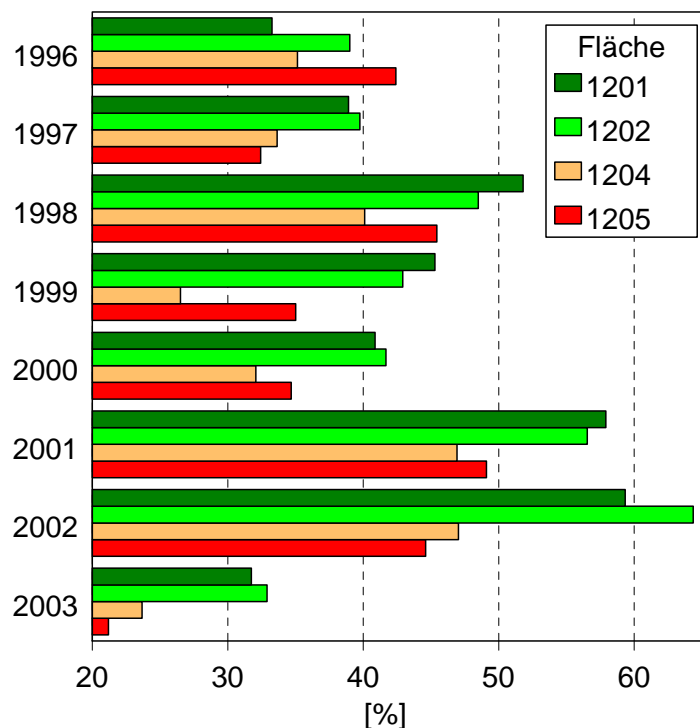


Abb. 101: Modellierte mittlere Wassergehalte im Wurzelraum in Prozent der potenziell wurzelverfügbaren Bodenwassermenge in der Vegetationsperiode

Die Abbildung demonstriert den Unterschied zwischen den beiden nordbrandenburgischen Flächen (1201, 1202) und den im klimatisch trockeneren Südbrandenburg gelegenen Flächen (1204, 1205). Es zeigt sich in jedem Jahr, dass die Südflächen (rot) im Sommer stärker austrocknen als die Nordflächen (grün).

Die Witterungsunterschiede zwischen den einzelnen Jahren spiegeln sich in alle Flächen wider. So ist die mittlere Wasserausschöpfung im Jahr 2003 auf allen Flächen am ausgeprägtesten.

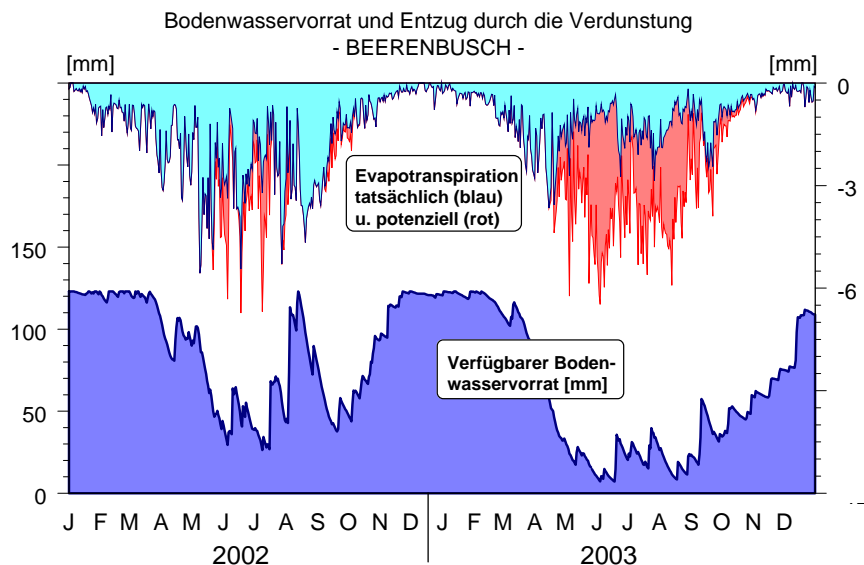
Es wird auch deutlich, dass die Ausschöpfung im Jahr 2003 auf den Nordflächen etwa so stark ist wie auf den Südflächen in anderen trockenen Jahren (1999, 2000). Der Einfluss der regionalen Klimaunterschiede (Nord-/Südbrandenburg) ist also größenordnungsmäßig so bedeutend wie die zeitlichen Unterschiede in einem bestimmten Klimagebiet.

Die Ausschöpfung der Bodenwasservorräte resultiert vereinfacht aus der Bilanz von Verdunstung des durch die Pflanzen aufgenommenen Bodenwassers und der Nachlieferung durch Niederschläge. Die Ausschöpfung der Bodenwasservorräte ist durch die physiologischen Reaktionen der Pflanzen begrenzt. Bei reduziertem Wasserangebot im Boden wird die Verdunstung der Pflanzen durch Schließen der Stomata eingeschränkt. Dabei wird auch der Gasaustausch der Blätter mit der Atmosphäre unterbrochen und die Photosynthese eingestellt. Um diese Belastung der Pflanzen durch Trockenheit zu charakterisieren, ist das Verhältnis zwischen der potenziellen Verdunstung (physikalisch durch die Witterungsfaktoren bestimmte) und der tatsächlichen Verdunstung in Abhängigkeit von den im Boden vorhandenen Wasservorräten besser geeignet als die alleinige Betrachtung der Bodenfeuchte.

Die reale Verdunstung an den Level II Flächen wird auf Basis von Messungen der Wasseraufnahme (Xylemfluss) der Kiefern in Abhängigkeit vom Bodenwasservorrat modelliert.

Im Vergleich der täglichen tatsächlichen und potenziellen Verdunstung in Abhängigkeit vom Bodenwasservorrat für die beiden extremen Jahre 2002 und 2003 werden die sehr unterschiedlichen Wasserhaushalts- und Wachstumsbedingungen in den folgenden Abbildungen verdeutlicht.

Auf der Y1-Achse (links) ist der absolute wurzelverfügbare Bodenwasservorrat in mm (l/m^2) dargestellt. Der Vergleich zwischen dem Feuchttjahr 2002 und dem Trockenjahr 2003 zeigt sehr deutlich die unterschiedliche Ausschöpfung des Bodens durch die Pflanzenwurzeln. Auf der Y2-Achse (rechts) ist die potenzielle (rot) bzw. tatsächliche (hellblau) Evapotranspiration dargestellt. Klar erkennbar ist auch hier der Unterschied zwischen den beiden Jahren. Im Feuchttjahr besteht kaum ein Unterschied zwischen potenzieller und tatsächlicher Verdunstung, weil der Bodenwasserspeicher genügend Wasser hergibt, um den witterungsbedingten Verdunstungsanspruch der Atmosphäre zu genügen. Im Trockenjahr 2003 indes ist die Differenz zwischen tatsächlicher und potenzieller Verdunstung viel ausgeprägter, weil aus dem Boden zu wenig Wasser nachgeliefert werden kann, um den atmosphärischen Verdunstungsanspruch zu decken. Die Unterschiede sind in Südbrandenburg (Schwenow) noch stärker ausgeprägt als in Nordbrandenburg (Beerenbusch).



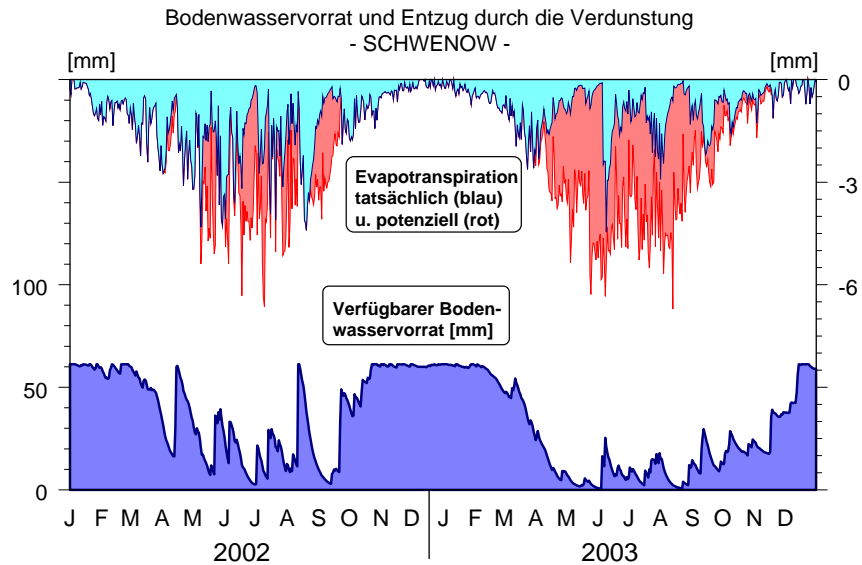


Abb. 102: Vergleich der täglichen tatsächlichen und potenziellen Evapotranspiration in Abhängigkeit vom Bodenwasservorrat für die beiden extremen Jahre 2002 und 2003 an den Level II-Flächen 1202 (Beerenbusch) und 1206 (Schwenow)

Der Quotient aus realer (aktueller) und potenzieller Evapotranspiration (AET/PET) ist ein Indikator für das Ausmaß von Wassermangelstress. Nimmt der Quotient Werte nahe 1 an, besteht geringer Stress, weil dann soviel Wasser verfügbar ist, dass die tatsächliche Verdunstung der (klimatisch bedingt) maximal möglichen entspricht. Werte nahe 0 repräsentieren indes Situationen mit hohem Wassermangelstress.

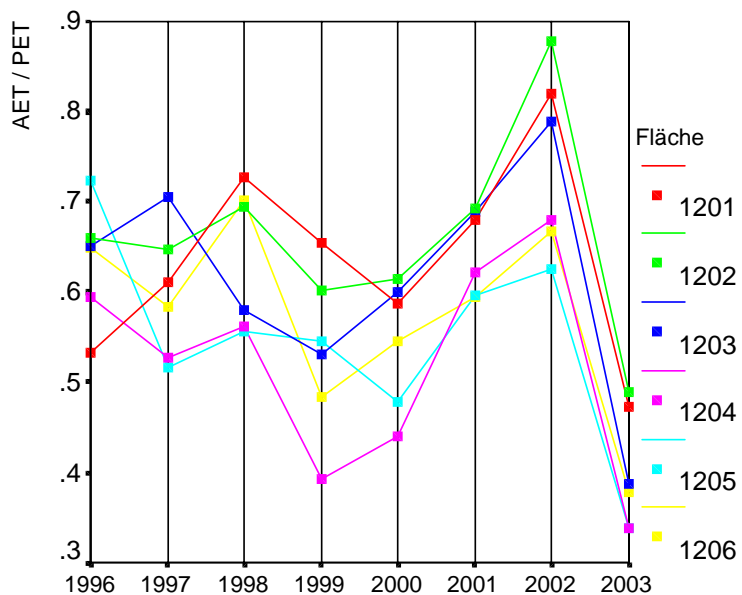


Abb. 103: Verhältnis von jährlicher tatsächlicher und potenzieller Evapotranspiration (AET/PET) für die Level II-Flächen in Brandenburg

Aus Abb. 103 gehen die jährlichen Quotienten AET/PET im Vergleich aller Level II-Flächen hervor. Diese Grafik macht die Witterungsunterschiede zwischen den verschiedenen Beobachtungsjahren sehr deutlich. Der geringste Stress ist im Feuchttjahr 2002, der ausgeprägteste Wassermangel in den Jahren 2003, gefolgt von 1999 und 2000 zu verzeichnen.

Wachstumsreaktion und Trockenstress

Bei durch Trockenstress beschränkter aktueller Transpiration ist auch ein eingeschränktes Wachstum zu erwarten. An den Dauerbeobachtungsflächen werden an jeweils 6 Bäumen in der Nähe des hydrologischen Messfeldes in 14-tägigen Perioden die Stammumfänge an Dendrometern abgelesen. Die jährliche Entwicklung der Stammumfänge der Kiefern geht nach einem Minimum zu Beginn der Vegetationsperiode (April) in einen steilen Anstieg über, der zum Ende der Vegetationsperiode ausklingt.

In Phasen verminderter Wasserversorgung stagniert die Durchmesserentwicklung, es werden auch Schrumpfungen der Stammdurchmesser (Schwindung durch reduzierten Wassergehalt von Borke und Holz) beobachtet. Bei Niederschlägen setzt die Durchmesserzunahme wieder ein. Die Flächendiagramme (Abb. 104) weisen solche ausgeprägten sommerlichen Minima des Stammumfangs vor allem im trockenen Jahr 1999 deutlich aus. Neben dieser Indikation der sommerlichen Trockenstress-Belastung zeigt auch die am Ende der Vegetationsperiode erreichte Grundflächenzunahme in den einzelnen Jahren deutliche Unterschiede auf. Die Wachstumsreaktionen der Bäume unterscheiden sich auch an den verschiedenen Flächen deutlich. Während die Flächen 1202, 1203 und 1204 besonders stark auf unterschiedliche Witterungsbedingungen reagieren, ist die Durchmesserentwicklung an der Fläche 1206 relativ gleichmäßig.

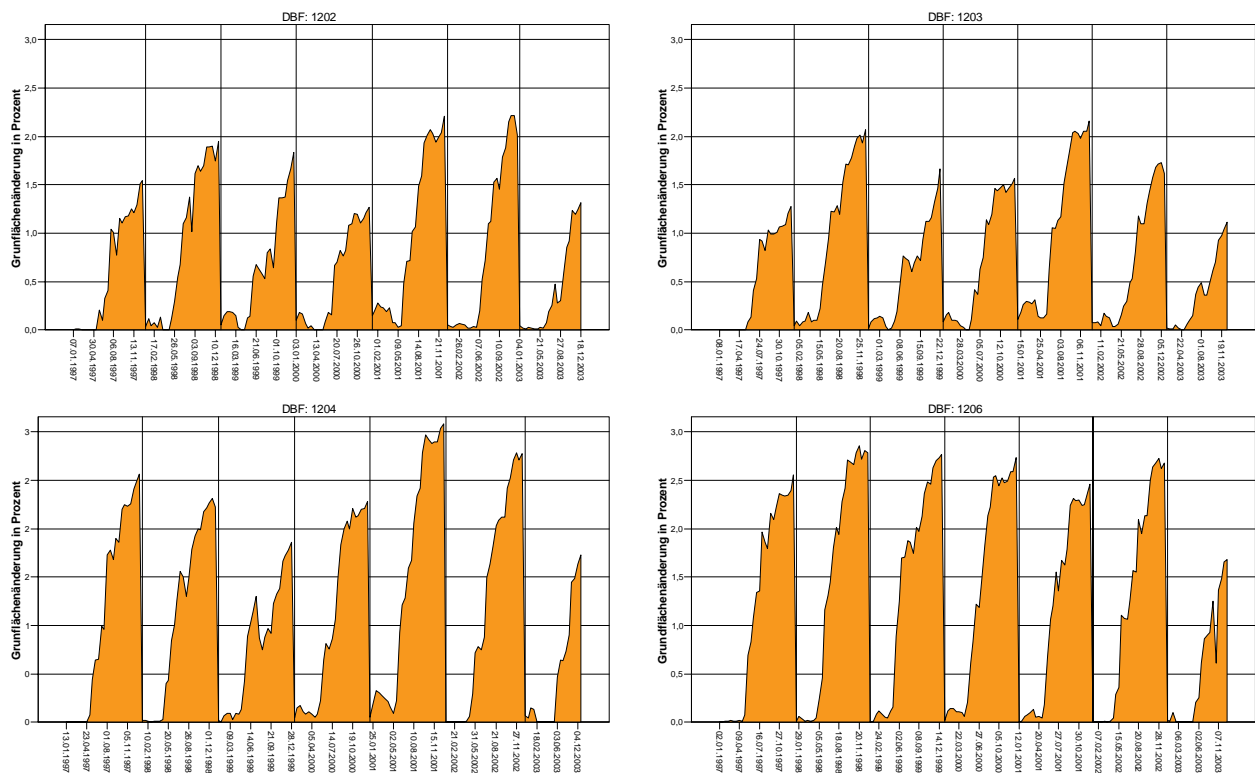


Abb. 104: relative Grundflächenänderung von Kiefern an Level II-Flächen in 14-tägigen Perioden (Mittelwerte von jeweils 6 Bäumen) in Prozent

Im Unterschied zu bisherigen trockenen Jahren 1999 und 2000 war im Jahr 2003 an allen Flächen ein erheblicher Abfall der Durchmesserzunahme festzustellen.

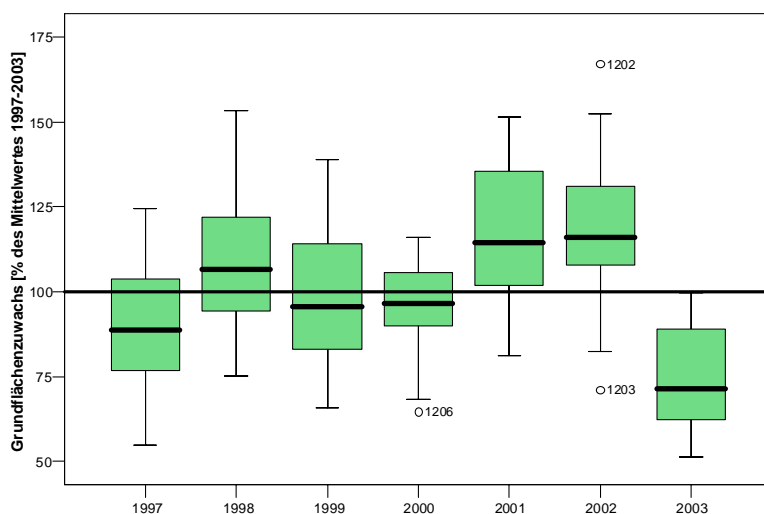


Abb. 105: Boxplot der Abweichung des Grundflächenzuwachses aller Einzelbäume in Prozent ihres mittleren Zuwachses im Zeitraum 1997–2003

Der relative jährliche Grundflächenzuwachs der Probestämme zeigt eine plausible Beziehung zum Wasserhaushalt. Der bereits dargestellte „Wasserstressquotient“ AET / PET als Indikator für die Ausprägung von Wassermangel korreliert bei fast allen Einzelbäumen für die Durchmessermessungen vorliegen signifikant positiv mit dem am Jahresende erreichten Dickenzuwachs. Bezieht man den Zuwachs im aktuellen Jahr auf den mittleren Zuwachs des jeweiligen Baumes im gesamten Untersuchungszeitraum, lassen sich die so ermittelten relativen Zuwächse baum- und bestandesübergreifend auswerten (Abb. 106).

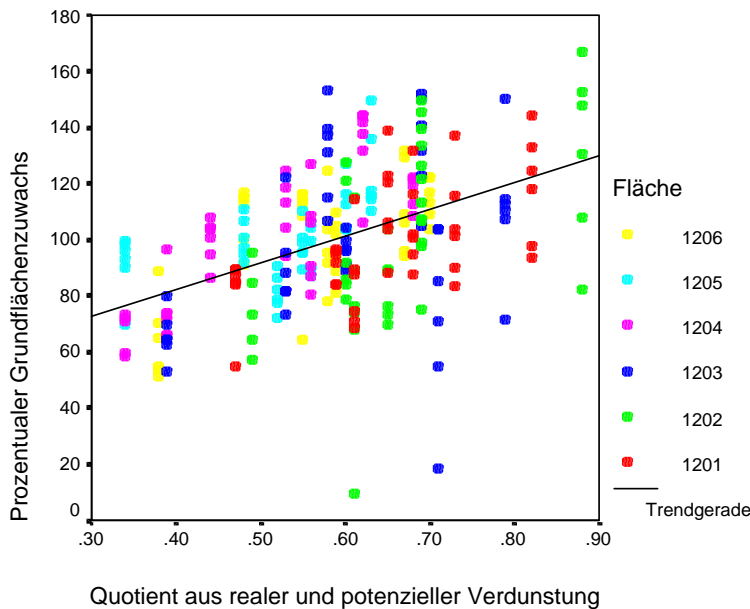


Abb. 106:
Prozentualer Grundflächenzuwachs in Relation zum Quotienten AET/PET für Kiefern der Dauerbeobachtungsflächen 1201–1206

Über alle Level II-Flächen hinweg zeigt sich ein klarer positiver Trend der Zuwachsreduktion als Funktion des Wasserhaushaltes. Die dargestellte Trendgerade verdeutlicht: für den bisherigen Untersuchungszeitraum kann davon ausgegangen werden, dass die aktuellen Zuwächse je nach Witterungsausprägung meist zwischen etwa 70 % und 130 % des jeweils durchschnittlichen Zuwachses variieren. In feuchten Einzeljahren können die Zuwächse aber auch bis auf 160 % ansteigen bzw. in einzelnen Trockenjahren sinken sie auf unter 50 % des langjährigen mittleren Zuwachses ab.

Erkenntnisse aus jahrringanalytischen Untersuchungen an den Level II-Flächen von Berlin und Brandenburg²

Im Frühjahr 2000 wurden in allen Brandenburger Level II-Plots Bohrkern von 30 herrschenden Bäumen entnommen, präpariert und vermessen. Eine gleiche Probenahme erfolgte im Frühjahr 2002 auf den Berliner Flächen.

Die Homogenität des Wachstumsablaufs und die Berechnung des Trendverlaufs lässt sich am deutlichsten an Hand der Zeitreihen des Kreisflächenzuwachses beurteilen.

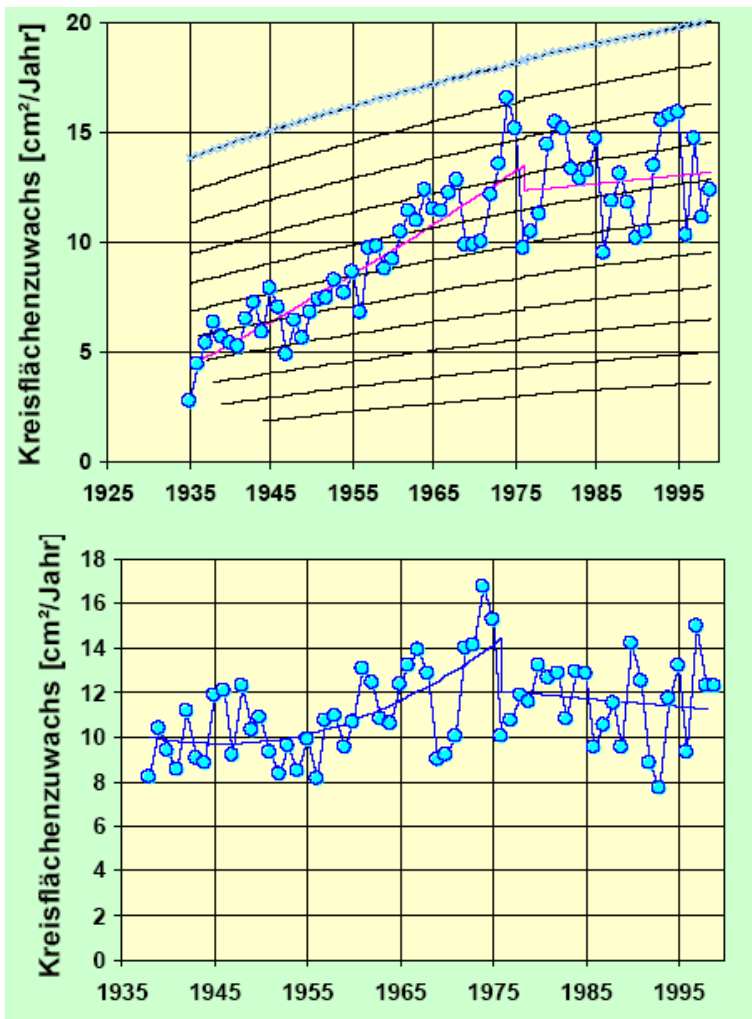
Im Folgenden werden die Kreisflächenzuwachs-Trends aller Flächen dargestellt und diskutiert.

Von dargestellten Kreisflächenzuwachsverläufen zeigen sieben einen über Jahrzehnte andauernden akzelerierten Zuwachsverlauf. Als Ursache für diese von Normalverläufen abweichende Entwicklung kommt der seit Jahrzehnten anhaltende Eintrag von eutrophierenden Fremdstoffen in Frage, der auf den von Natur aus gering mit Stickstoff versorgten Standorten zu einer zunehmenden und nachhaltigen Verbesserung der Ernährungsbedingungen geführt hat. Die beträchtlich **höheren Wachstumsraten** der Bestände, die nach ANDERS et al. (2002)³ das Zwei- bis Dreifache des Normalzuwachses

² Autor: W. Beck aus: Anders, S. et al. : Auswirkung der Trockenheit 2003 auf Waldzustand und Waldbau Zwischenbericht, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft 2004

³ Anders, S., Beck, W., Bolte, A., Hofmann, G., Jenssen, M., Krakau, U.-K. und J. Müller (2002): Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands – Einfluss von Niederschlagsarmut und erhöhtem Stickstoffeintrag auf Kiefern-, Eichen- und Buchen-Wald und Forstökosysteme des nordostdeutschen Tieflandes. Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter: 283 S.

erreichen können, haben jedoch auch einen **entsprechend ansteigenden Wasserbedarf** zur Folge. Dies gilt auch dann, wenn die Effektivität der Wassernutzung durch die bessere Ernährung gestiegen ist. Bei dem im nordostdeutschen Tiefland begrenzten Niederschlagsdargebot um 600 mm/Jahr sind die zur Verfügung stehenden Ressourcen durch hypertrophes Wachstum rasch ausgeschöpft. In Trockensommern wie 1976 entsteht durch den Widerspruch zwischen hohem Wasserbedarf und ausbleibendem Dargebot eine für viele Bestände krisenhafte Situation. Es kommt zu einem empfindlichen Vitalitätsverlust, der in vielen Fällen (hier in 4 von 9 Flächen) so stark ist, dass längerfristig über Jahrzehnte Wachstumstrends verändert werden. Hypertrophes Wachstum ist in Bezug auf extreme Witterungsverläufe empfindliches Wachstum. Für das Gebiet des nordostdeutschen Tieflandes ist inzwischen davon auszugehen, dass die Mehrheit der auf ziemlich armen und mittleren Standorten stockenden Kiefernbestände dem akzelerierten Wachstumsverhaltenstyp zuzurechnen ist. Solche Bestände weisen eine gesteigerte Sensitivität gegenüber Witterungs-Einflüssen auf. Die dargestellten Beispiele belegen anschaulich den Synergismus zwischen Standorteutrophierung und Witterungswirkung.

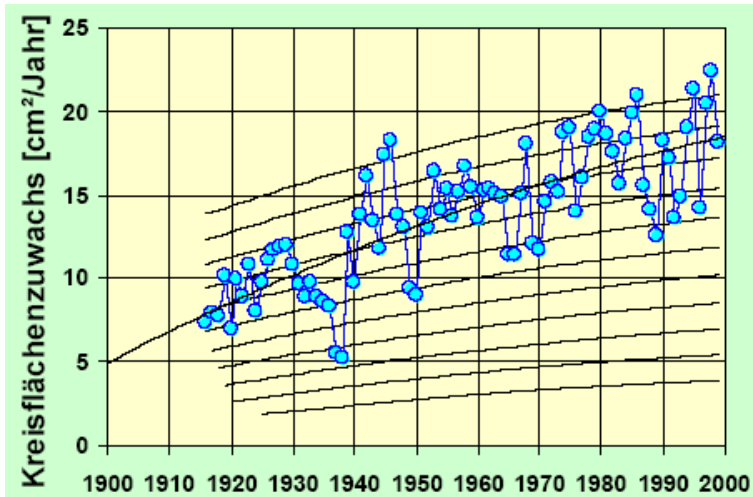


Level II-DBF 1201
Natteheide;

Akzeleriert verlaufende Zuwachsentwicklung bis zum Jahr 1975;
Trendbruch infolge des Trockenjahres 1976

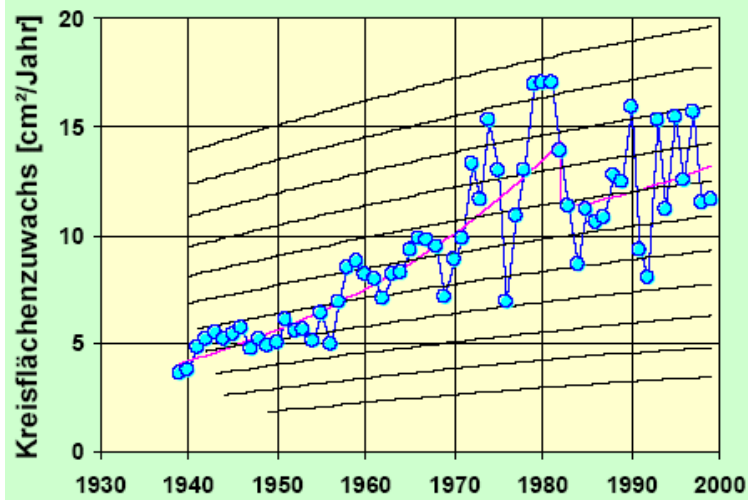
Level II-DBF 1202
Beerenbusch;

Akzeleriert verlaufende Zuwachsentwicklung bis zum Jahr 1975;
Trendbruch infolge des Trockenjahres 1976



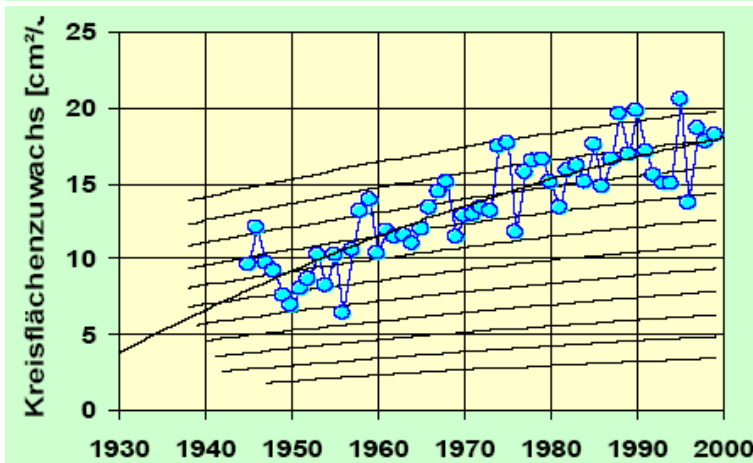
Level II-DBF 1203
Kienhorst;

typische, seit Jahrzehnten anhaltende, **akzeleriert** verlaufende Zuwachsentwicklung



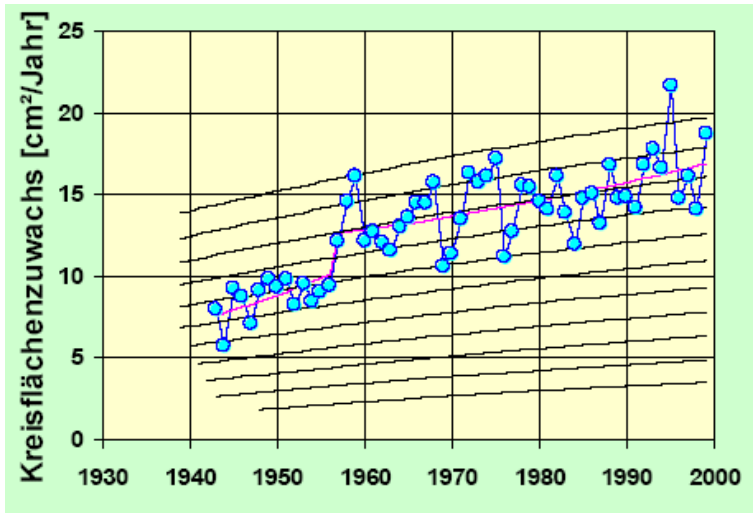
Level II-DBF 1204
Weizgrund;

Akzeleriert verlaufende Zuwachsentwicklung bis zum trocken-heißen Sommer des Jahres 1982; danach **Trendbruch**



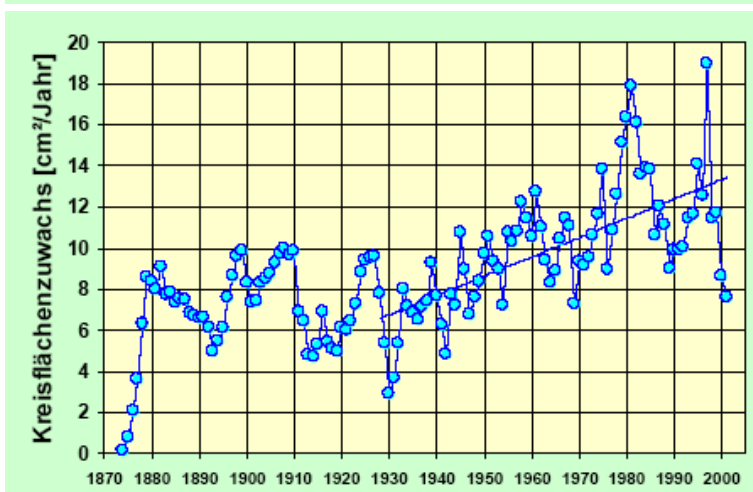
Level II-DBF 1205
Neusorgefeld;

typische, seit Jahrzehnten anhaltende, **akzeleriert** verlaufende Zuwachsentwicklung



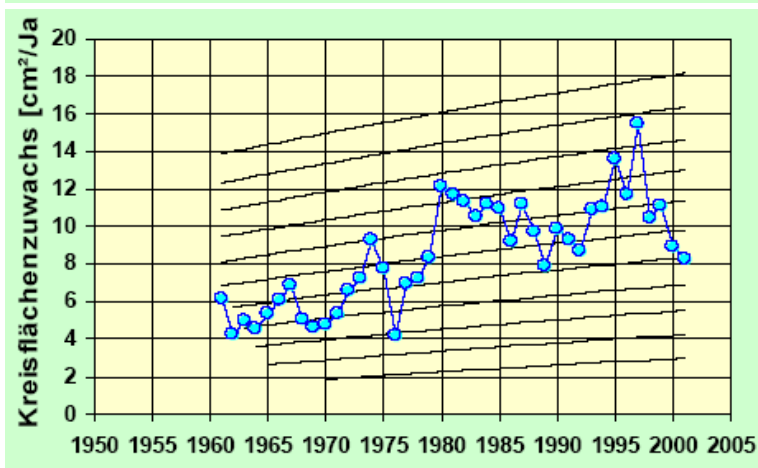
Level II-DBF 1206
Schwenow;

seit 4 Jahrzehnten
andauernde **normale**
Zuwachsentwicklung



Level II-DBF 1101
Grunewald;

seit den 30er Jahren des ver-
gangenen Jahrhunderts **akze-
leriert** verlaufende Zuwachs-
entwicklung;
Bewertung des Wachstums-
verhaltens nach 1984 unsi-
cher



Level II-DBF 1102
Grunewald; junger Bestand im
Stangenholzstadium;

Wachstumsverhaltenstyp
vage; +/- normal

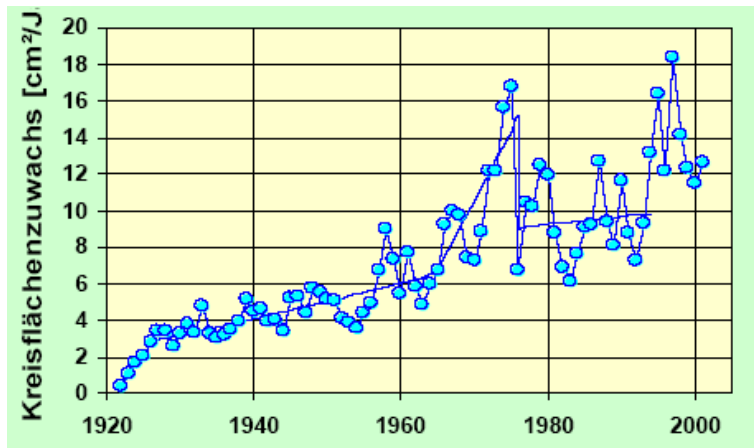


Abb. 107: Kreisflächenzuwachs [cm²/Jahr] im Mittel von 30 herrschenden Kiefern an Level II-Flächen in Brandenburg und Berlin

Level II-DBF 1103

Müggelheim;

Akzeleriertes Zuwachsverhalten seit Mitte der 50er Jahre des vergangenen Jahrhunderts; Trendbruch in der Folge des Jahres 1976; Phase herabgesetzter Vitalität dauert 18 Jahre an; Erst mit dem Jahr 1994 wird das vor 1976 bestehende Zuwachsniveau wieder erreicht.

Stressphysiologische Reaktionen von Kiefernbeständen (Level II) in Brandenburg und Berlin im Trockenjahr 2003

Auf sieben Level II-Dauerbeobachtungsflächen der Bundesländer Brandenburg und Berlin werden seit 1995 von jeweils zehn Probestämmen vitalitätsrelevante Biomarker zur Bewertung des physiologischen Anpassungspotenzials bei Umweltänderungen untersucht.

Biomarker sind physiologische und biochemische Indikatoren, die auf Umwelteinflüsse reagieren und auf den verschiedenen biologischen Organisationsebenen unterhalb des Individuums (Molekül, Zelle, Gewebe, Organ) als Maß für die Wirkung quantifiziert werden können. Angewandt auf Gehölze dokumentieren derartige Reaktionen z. B. das physiologische Leistungs- und Anpassungspotenzial (Vitalität) eines Baumes im Sinne einer Frühdiagnose, die jedoch nicht zwangsläufig zu einem „Schaden“ auf „Bauebene“ führen müssen. Eine Eignungsbewertung der verwendeten Parameter, die Standardisierung der Beprobung und Analytik, die Festlegung von Referenzbereichen für belastungsarme Zustände sowie geeignete Auswertungsalgorithmen wurden im Rahmen eines vom BMVEL geförderten Forschungsprojektes vorgenommen.

Das ausgewählte Biomarkerspektrum ist neben der Bewertung stressphysiologischer Reaktionen auf Luftschadstoffe und anderer Stressoren auch auf die Beobachtung von Trockenstressereignissen ausgerichtet und kann daher auch für die stressphysiologische Bewertung der Sommertrockenheit 2003 genutzt werden. Die Ergebnisse von Korrelationsanalysen zeigen, dass vor allem die Biomarker Nadelfeuchte, Osmolalität⁴, Prolin- und Kohlenhydratgehalte in einer besonders engen Beziehung zur Wasserversorgung des Baumes stehen. Da eine geringe Wasserversorgung der Bäume während der Vegetationsperiode mit niederschlagsarmen Perioden und einer geringen Bodenwasser Verfügbarkeit verbunden ist und diese im Komplex mit weiteren Witterungsfaktoren (u. a. warme Witterungsabschnitte, hohe Globalstrahlungssummen) stehen, spiegeln Veränderungen von Biomarkermustern das komplexe Wirken von Ökosystemfaktoren wider.

Die Zunahme der Osmolalität unter Wassermangelbedingungen ist Teil eines aktiven Regulationsprozesses und bewirkt durch die aktive Akkumulation osmotisch wirksamer Substanzen die Konstanz des relativen Wassergehaltes in Blättern und Nadeln.

Auf allen sieben Untersuchungsflächen wurden signifikante Unterschiede zwischen dem Untersuchungsjahr 2003 und den vorangegangenen Jahren nachgewiesen (vgl. Abb. 108 am Beispiel der Fläche 1203). Die geringsten Werte für diesen Biomarker wurden in den niederschlagsreicheren Sommern 2000 und 2001 gemessen. Für die relativ hohen Werte der Osmolalität im Sommer 2002 mit großen individuellen Baumunterschieden werden die außergewöhnlich hohen Lufttemperaturen sowohl im Mai als auch im August (während der Probenahme) verantwortlich gemacht.

⁴ Osmolalität = Konzentration osmotisch wirksamer Teilchen hier im Nadelpresssaft

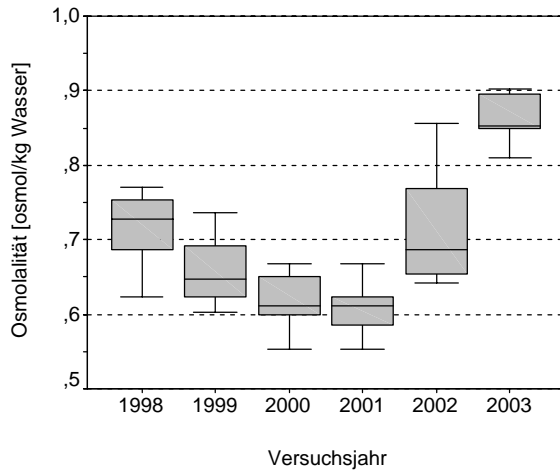


Abb. 108:
Vergleich der Osmolalitäten des Nadelpresssaftes des 2. Nadeljahrgangs am Beispiel der Fläche 1203 nach Untersuchungsjahren

Da alle Stoffwechselfvorgänge an einen relativ hohen Wassergehalt gebunden sind, unterliegt der **Nadelwassergehalt** in gesunden Bäumen nur geringen Schwankungen. Auf das aktuelle Wasserangebot reagiert bei der Kiefer insbesondere der jüngste Nadeljahrgang, während die Wassergehalte der älteren Nadeljahrgänge weitgehend stabil gehalten werden. Erstmalig seit Beginn der Untersuchungen im Jahre 1995 lag der Mittelwert des 1. Nadeljahrgangs im Jahr 2003 unterhalb des Referenzbereiches von 58 % Frischgewicht, aber noch über dem kritischen unteren Schwellenwert von 57,1 %. Besonders gering fielen die Gehalte bei Nadeln der Fläche 1203 aus, deren Mittelwert noch unterhalb des Schwellenwertes lag.

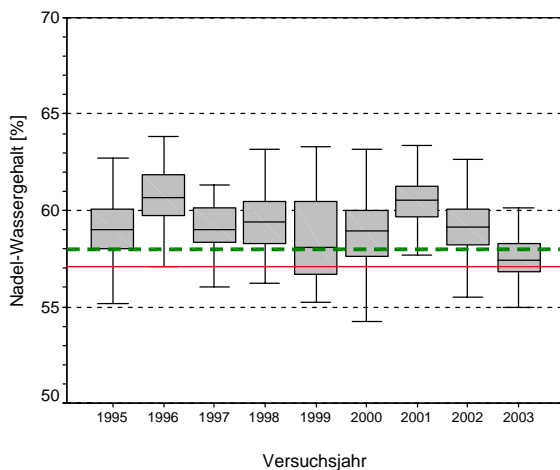


Abb. 109:
Vergleich der Nadelwassergehalte des 1. Nadeljahrgangs zwischen den Untersuchungsjahren (unterbrochene Linie repräsentiert die untere Grenze des Referenzbereiches, durchgezogene Linie entspricht dem kritischen Schwellenwert)

Lösliche Zucker sind die primären Reaktionsprodukte, die im Ergebnis der Photosynthese oder der Abbauprozesse von Polysacchariden entstehen. Der **Kohlenhydratgehalt** der Nadeln wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. So können Wassermangelbedingungen und Ozoneinflüsse zu einer Hemmung des Assimilattransportes und somit zu einem Anstieg der Kohlenhydratgehalte führen. Eine aktive Akkumulation von Zuckern erhöht gleichzeitig die Osmolalität des Zellsaftes und wirkt einer Austrocknung der Zellen entgegen.

Eine besondere bioindikative Bedeutung kommt dem zweiten (stoffwechselaktivsten) Nadeljahrgang zu. Bereits im Jahr 2002, aber insbesondere im Jahr 2003, waren die Kohlenhydratgehalte außergewöhnlich hoch. Die Mittelwerte lagen noch über den oberen Schwellenwerten und unterschieden sich hoch signifikant von den Werten der Vorjahre. Für alle Nadeljahrgänge wurde ein vergleichbarer Verlauf, jedoch mit weniger deutlichen Unterschieden, auch für den Stärkegehalt nachgewiesen.

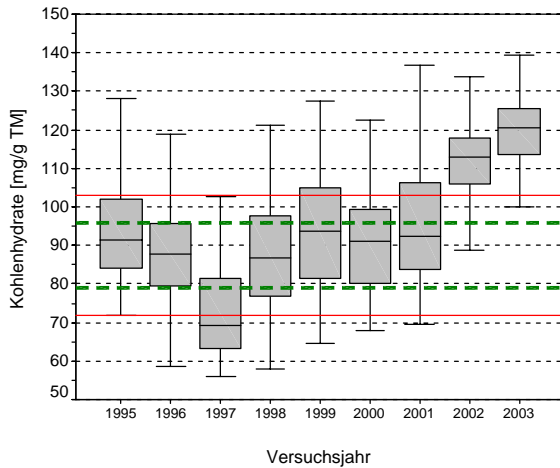


Abb. 110:
Vergleich der Kohlenhydratgehalte des 2. Nadeljahrgangs zwischen den Untersuchungsjahren (unterbrochene Linien repräsentieren die Grenzen des Referenzbereiches; durchgezogene Linien entsprechen den oberen bzw. unteren kritischen Schwellenwerten)

Die stressinduzierte Akkumulation der Aminosäure **Prolin** ist durch eine Vielzahl von Untersuchungen in den letzten Jahrzehnten in allen Organismenreichen belegt worden. Zu den am häufigsten in Pflanzen beobachteten Ursachen für die Prolinreicherung gehören Wassermangel bzw. Salzstress. Mit einem Mittelwert von 0,89 % AS wurde seit den nachweislich stressbedingt hohen Prolingehalten der Jahre 1995 und 1996 der höchste Wert seit sieben Jahren gemessen. Allerdings orientiert sich der Mittelwert unterhalb des Referenzbereiches, so dass mit Ausnahme einiger weniger Bäume keine akute Stresssituation nachzuweisen ist.

Während der 2. Nadeljahrgang den gleichen Trend zeigt wie der 1. Nadeljahrgang, reagiert der 3. Nadeljahrgang deutlich sensibler. Mit einem Prolingehalt von 1,82 % AS liegt der Mittelwert bereits oberhalb des Referenzbereiches und unterscheidet sich signifikant von allen Vorjahren. Die differenzierten Reaktionsmuster der Einzelbäume dokumentieren sich in der Streuung der Werte. Von den siebenzig untersuchten Kiefern zeigten 21 Bäume eine deutliche Überschreitung der Prolin-Schwellenwerte. Bei diesen Bäumen, die gleichmäßig über alle DBF verteilt vorkommen, ist eine beschleunigte Nadelalterung mit einem frühzeitigeren Nadelabwurf zu erwarten.

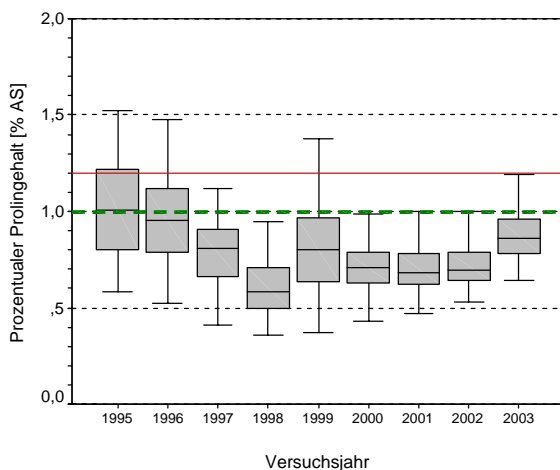


Abb. 111:
Vergleich der Prolingehalte (% AS) des 1. Nadeljahrgangs zwischen den Untersuchungsjahren (unterbrochene Linie repräsentiert die obere Grenze des Referenzbereiches; durchgezogene Linie entspricht dem oberen kritischen Schwellenwert)

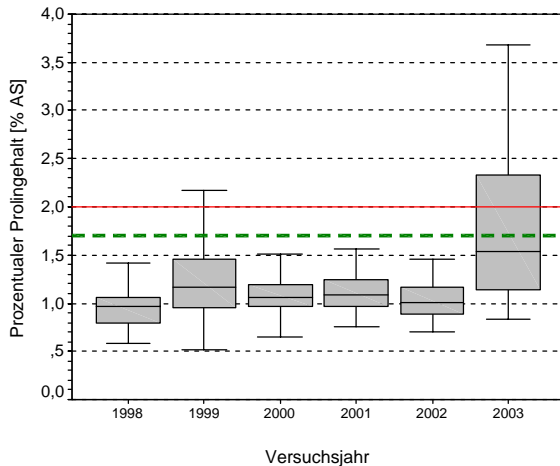


Abb. 112:
Vergleich der Prolingehalte (% AS) des **3. Nadeljahrgangs** zwischen den Untersuchungsjahren (unterbrochene Linie repräsentiert die obere Grenze des Referenzbereiches; durchgezogene Linien entspricht dem oberen kritischen Schwellenwert)

Witterungsverläufe sind wesentliche Steuerungsgrößen für ökophysiologische Reaktionen (z. B. Transpiration, Respiration, Assimilation, Frosthärteanpassung). Als aperiodisch auftretende Stressfaktoren stellen insbesondere Witterungsanomalien bzw. -extreme hohe Anforderungen an das physiologische Anpassungspotenzial von Gehölzen.

Von den insgesamt mehr als 20 Parametern, zeigten im Sommer 2003 bereits sechs Biomarker deutliche Abweichungen von den bisherigen Verläufen bzw. Referenzbereichen, die unmittelbar bzw. mittelbar im Zusammenhang mit der Sommertrockenheit stehen.

Als unmittelbare Reaktion der Nadeln auf die mangelnde Wasserversorgung wird das osmotische Potenzial der Zellen vermindert, indem die Osmolalität des Zellsaftes zumeist aktiv erhöht wird.

Durch die Akkumulation osmotisch wirksamer Substanzen soll zusätzliches Wasser in die Zellen „gepumpt“ werden. Gleichfalls werden Proteine, Membranen und andere Zellkompartimente vor Dehydratation geschützt. Die deutliche Zunahme der Osmolalität des Nadelpresssaftes in allen Nadeljahrgängen dokumentiert diesen Anpassungsvorgang eindrucksvoll.

Dass dieser Anpassungsprozess bei der überwiegenden Zahl von Bäumen erfolgreich abläuft, zeigt der Nadelwassergehalt. Zwar sind die Mittelwerte aller Nadeljahrgänge so gering wie in keinem Jahr zuvor, sie überschreiten aber auch nicht die kritischen unteren Schwellenwerte.

Erwartungsgemäß für Trockenjahre erreichten die Kohlenhydratgehalte außerordentlich hohe Werte. Sie tragen einerseits zur hohen Osmolalität des Zellsaftes bei, andererseits dürfte der Wassermangel im Xylem und Phloem zu einem verminderten Abtransport der Zucker führen.

Verminderte Stärkesynthesen und -einlagerungen im Stamm- und Wurzelbereich sind in der Folge ebenso wahrscheinlich wie ein vermindertes sekundäres Dickenwachstum.

Dass durch die Zunahme der Osmolalität der akute Stress für die Nadeln gemindert wird, zeigt der Prolingehalt des 1. und 2. Nadeljahrganges bei der Mehrzahl der Bäume. Zwar erreichten die Prolingehalte die höchsten Werte seit sieben Jahren, die absoluten Gehalte fielen jedoch bei der überwiegenden Zahl der Bäume geringer aus als nach Literaturangaben zu erwarten gewesen wäre. Die Verteilung der Prolingehalte zwischen den Nadeljahrgängen mit deutlich höheren Gehalten im 3. Nadeljahrgang zeigt aber auch, dass dieser Nadeljahrgang einer beschleunigten Nadelalterung im Vergleich zu den Vorjahren unterworfen ist.

Die ebenfalls untersuchten Gehalte an Chlorophyllen, Carotinoiden, Ascorbat u. a. sowie deren stöchiometrischen Verhältnisse zeigten 2003 keine besonderen Auffälligkeiten. Dies unterstreicht, dass sich die Nadeln u. a. durch die skizzierten Anpassungsprozesse und Stoffwechseländerungen erfolgreich an die extreme Sommertrockenheit des Jahres 2003 adaptieren konnten.

Beim Vergleich zwischen den Dauerbeobachtungsflächen fallen insbesondere die Kiefern der Flächen 1203 und 1204 auf. Die Kiefern der DBF 1203 sind am stärksten vom Trockenstress betroffen. Die Nadeln enthalten trotz der hohen Osmolalität den geringsten Wassergehalt. Die verminderten Kohlenhydratgehalte leisten einen geringen Beitrag zur Minderung des osmotischen Potenzials und sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine stark eingeschränkte Primärproduktion zurückzuführen. Die geringen Prolingehalte lassen ebenfalls den Schluss zu, dass aktive Anpassungsprozesse den Grenzbeereich erreicht haben.

Im Gegensatz dazu enthalten die Nadeln der DBF 1204 die höchsten Gehalte an Kohlenhydraten und Prolin in Verbindung mit einer hohen Osmolalität des Nadelpresssaftes, was zu einer effizienten Anpassung an die Trockenbedingungen führt.

Insgesamt spiegeln die Ergebnisse die hohe Trockentoleranz der Kiefer im Allgemeinen und insbesondere die Trockentoleranz der sich im deutlich niederschlagsärmeren Brandenburg etablierten ge-

netischen Kiefernprovenienzen wider. Die Kiefer nimmt damit eine Sonderstellung unter den Baumarten ein.

Eine Ursache für die hohe Trockentoleranz liegt u. a. in der sensiblen Stomataregulation. So schließen die Nadeln die Spaltöffnungen bereits bei höheren Wasserpotenzialen (negative Werte!) als z. B. die Blätter von Birke und Eiche. Mit der damit verbundenen verminderten Kühlung von Stamm und Krone in Hitzeperioden kommt die Kiefer offensichtlich zurecht.

Bei Einmaligkeit des Ereignisses sind existenzbedrohende Folgewirkungen für die Probestämme und die durch sie repräsentierten Bestände nach der Sommertrockenheit 2003 auszuschließen.

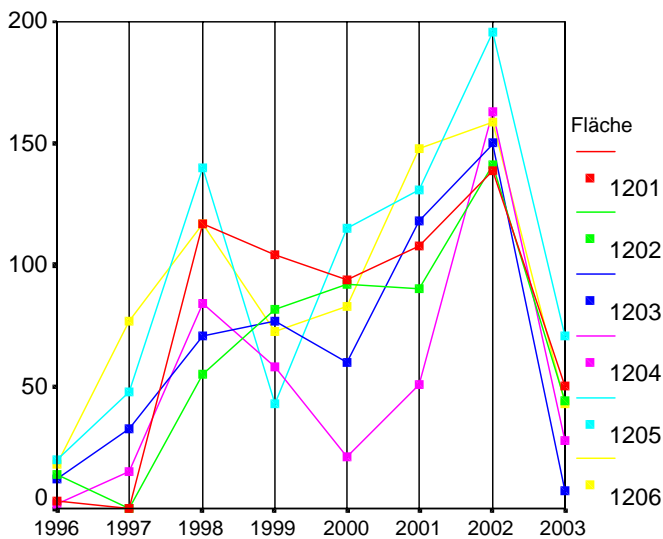
Der zeitige Stomataschluss führt allerdings zur Minderung der Photosynthese und Primärproduktion. Die länger anhaltende Einschränkung der anabolen Stoffwechselprozesse wird sich folglich in der Reduktion der Wuchsleistung widerspiegeln.

Grundwasserneubildung und Stoffaustrag

Die Grundwasserneubildung kann mit Hilfe des Simulationsmodells des Wasserhaushaltes aus den Messdaten an den Level II-Stationen berechnet werden. Sie erreichte im Jahr 2002 auf allen Stationen ein Maximum, was den ausgesprochen feuchten Charakter dieses Jahres bestätigt.

Nimmt man den gesamten Messzeitraum von 1996 bis 2003, hat die Grundwasserneubildung tendenziell bis 2002 zugenommen, sank dann aber im Trockenjahr 2003 wieder erheblich ab.

Die Grundwasserneubildung variiert im Flächenvergleich sehr stark, wobei kein Muster zwischen Nord- und Südflächen erkennbar ist. Die Reihung der Flächen bezüglich der Höhe ihrer Grundwasserneubildungsraten stellt sich in jedem Jahr etwas anders dar. In der Ausprägung der Grundwasserneubildung kommt ganz besonders das Zusammenspiel von bodenökologischen Eigenschaften (Wasserspeicherkapazität, Durchwurzelung) und Witterungsverlauf zum Tragen, wie es mit dem verwendeten Simulationsmodell quantitativ beschrieben wird.



Vergleich der Sickerwassermengen (l/m²) 2002 und 2003

Fläche	2002	2003
1201	139	50
1202	141	44
1203	150	7
1204	163	28
1205	196	71
1206	159	43

Abb. 113:
Modellierte Sickerraten [mm] der Level II-Flächen Brandenburgs im Beobachtungszeitraum 1996–2003

Die Wirkungen der außergewöhnlichen Trockenheit auf die unterschiedlichen Kompartimente der Waldökosysteme sind vielfältig. So ist für die Grundwasserneubildung der deutliche Rückgang der Sickerwassermengen bedeutsam. Aber auch die Stofffrachten mit dem Sickerwasser werden beeinflusst. So werden in Trockenjahren infolge einer vermutlich verstärkten Mineralisierung der Humusaufgaben erhöhte N-Austräge und Versauerungsschübe erwartet.

Diese Aussagen lassen sich anhand der vorliegenden Analysen der Bodenlösungen für Brandenburg nicht pauschal verallgemeinern. Auf den 6 Level II-Flächen wurde eine unterschiedliche Dynamik der Stoffausträge nachgewiesen.

In der Gegenüberstellung der pH-Werte der Bodenlösungen sowie der Stoffausträge der letzten zwei Jahre (2002 = niederschlagsreich; 2003 = niederschlagsarm) wird ein Anstieg der pH-Werte der Bodenlösungen auf terrestrischen, grundwasserfernen Standorten deutlich. Nur an dem grundwasserbeeinflussten Standort 1201 (Natteheide) wurde ein schwacher Versauerungsschub nachgewiesen.

Die Erklärung für diese nicht zu erwartende Reaktion der Böden liegt in der Dynamik der Sickerwasserbildung begründet. So erfolgte auf einigen Flächen kaum eine Wassersickerung. Die Mineralisierung der Auflagen wurde vermutlich durch die anhaltende Trockenheit gehemmt. Die Elementkonzentrationen in den Bodenlösungen waren folglich kaum erhöht. So wurde im Vergleich der beiden Jahre auf der Fläche 1202 ein Rückgang der N-NO₃-Frachten um 20,9 kg/ha ermittelt. Ähnliche Verände-

rungen konnten auch auf den Flächen 1205 und 1206 im Süden Brandenburgs nachgewiesen werden. Auch die Schwefelfrachten waren deutlich geringer. In den Sickerwässern fehlten somit wesentliche Säurebildner.

Tab. 12: pH-Werte und Stofffrachten der Level II-Flächen Brandenburgs

Level II Fläche	Jahr	pH	Angaben in kg/ha				
			N_NH ₄	N_NO ₃	S_SO ₄	Ca	Al
1201	2002	4,27	2,5	9,2	3,7	10,0	4,7
	2003	4,04	0,4	3,5	1,3	4,1	1,7
1202	2002	4,69	4,7	21,9	7,6	22,5	3,9
	2003	5,59	0,1	1,0	2,8	2,5	0,7
1203	2002	4,86	0,3	3,4	3,3	6,8	3,7
	2003	5,49	0,0	0,4	0,2	0,5	0,1
1204	2002	4,42	0,2	3,6	9,7	9,5	6,7
	2003	5,28	0,7	0,9	2,7	2,9	0,8
1205	2002	4,13	0,9	15,5	7,0	26,3	4,4
	2003	6,2	0,1	0,7	1,4	5,4	0,6
1206	2002	4,35	1,2	18,3	7,9	25,7	4,4
	2003	5,15	0,1	1,9	1,5	5,0	0,5

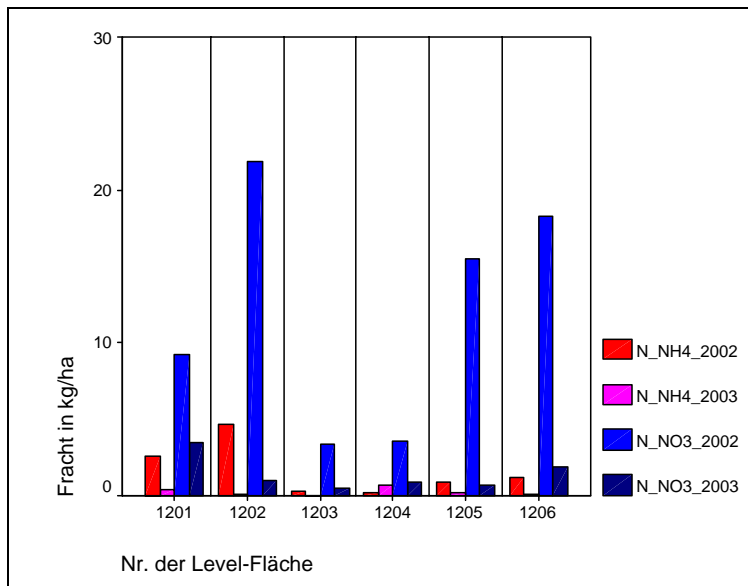


Abb. 114: Ammonium- und Nitratfrachten (2002, 2003)

Anhand der Stickstoffausträge (Abb. 114) werden diese Veränderungen im Stoffaustragsgeschehen besonders deutlich. Einerseits ist in der Abbildung der relativ geringe Anteil an Ammonium im Sickerwasser erkennbar und andererseits sind auf allen Flächen die Nitratfrachten des Jahres 2003 geringer als im Vorjahr. Die höchsten Nitratfrachten im Trockenjahr 2003 wurden in Natteheide (1201) ermittelt.

In der Folge ist allerdings bei einsetzender Durchfeuchtung der Böden mit einer verstärkten Nitrifizierung auf allen Flächen zu rechnen, d. h. die erwarteten Säureschübe entstehen wahrscheinlich erst in Zeiträumen mit einer positiven klimatischen Wasserbilanz.

Diese Hypothese ist anhand der Bodenlösungen des Jahres 2004 zu überprüfen.

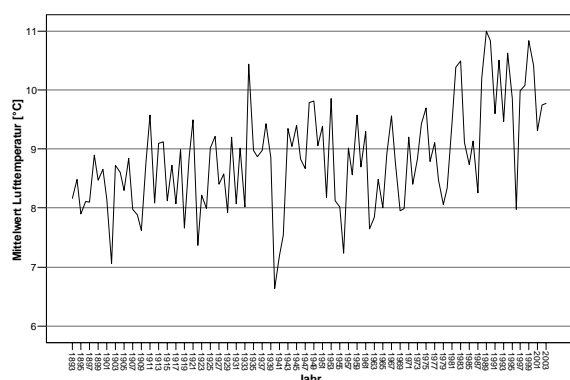
Einordnung des Jahres 2003 anhand der Klimaentwicklung seit 1893 an der DWD-Station Potsdam

Das Jahr 2003 wurde obenstehend als besonders extremes Jahr herausgehoben und in seinen Wirkungen auf den Waldzustand (der Kiefern) beschrieben. Die Beobachtungsperiode des Kronenzustandes der Wälder ist mit bisher 14 Jahren noch recht kurz. Es stellt sich die Frage, wie sich das extreme Jahr 2003 in die Zeitreihe der Klimaentwicklung einordnet, um Schlussfolgerungen hinsichtlich der zu erwartenden Reaktionen der Wälder auf den Witterungsstress zu ziehen und die Risiken der Waldbewirtschaftung einschätzen zu können.

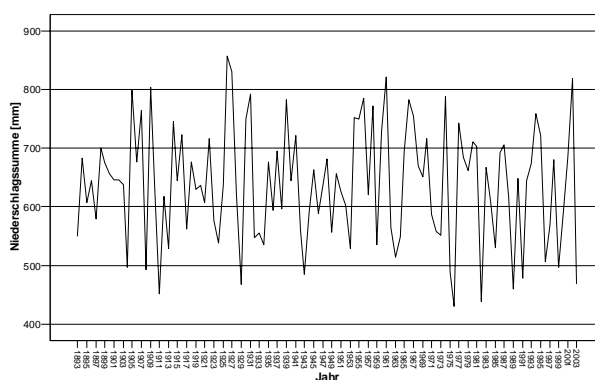
Durch die jahringanalytischen Untersuchungen an Level II-Flächen wurden bereits Rückblicke auf einen längeren Beobachtungszeitraum anhand der Wachstumsreaktionen der Kiefer ermöglicht. Im Ergebnis wurde das Trockenjahr 1976 in einigen Fällen als Auslöser eines gravierenden Vitalitätsverlustes mit der Folge gravierender und über Jahrzehnte anhaltender Zuwachseinbrüche erkannt. Vergleichende Betrachtungen anderer Baumarten liegen bisher noch nicht vor. Da die Kiefer aber als Trockenstress tolerante Baumart bekannt ist, ist bei Buche und Eiche mit ähnlichen bzw. noch empfindlicheren Reaktionen zu rechnen.

Es war deshalb von Interesse, ob das Trockenjahr 2003 klimatisch mit dem als wirksam erkannten Jahr 1976 vergleichbar war und ob sich Tendenzen der Klimaentwicklung zur vermehrten Trockenstress-Belastung der Wälder in der Region zeigen. Dazu wurde die längste verfügbare Klimazeitreihe der DWD-Station Potsdam analysiert. In Abb. 115 ist die Entwicklung der Jahresmitteltemperatur seit 1893 dargestellt, die seit etwa drei Jahrzehnten einen deutlichen Anstieg ausweist. Dagegen lässt die Jahressumme des Niederschlags an der Station Potsdam keinen deutlichen Trend erkennen. Im Vergleich der Entwicklung der Klimatelemente Temperatur und Niederschlag für die forstliche Vegetationsperiode (April–September) bzw. Vegetationsruhe (Oktober–März) zeigt sich in der Vegetationsruhe etwa ab 1970 eine steigende Tendenz für die Lufttemperatur bei relativ gleichbleibenden Niederschlägen. In der Vegetationszeit steigt die Lufttemperatur tendenziell in der gesamten Beobachtungsperiode, besonders stark aber auch etwa seit 1970. Die Niederschläge in der Vegetationszeit weisen seit dieser Zeit eine leichtfallende Tendenz auf.

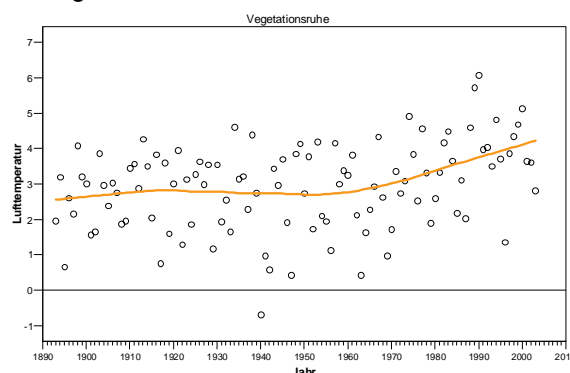
Die Temperaturentwicklung wirkt sich in den letzten Jahrzehnten auch auf eine Verfrühung des Eintrittstermins der letzten Fröste im Frühjahr aus. Der Eintritt erster Fröste verlagert sich seit Beginn der Beobachtung stetig zu späteren Terminen im Jahresverlauf. Damit ist in der Summe eine Verlängerung der Vegetationsperiode zu erwarten.



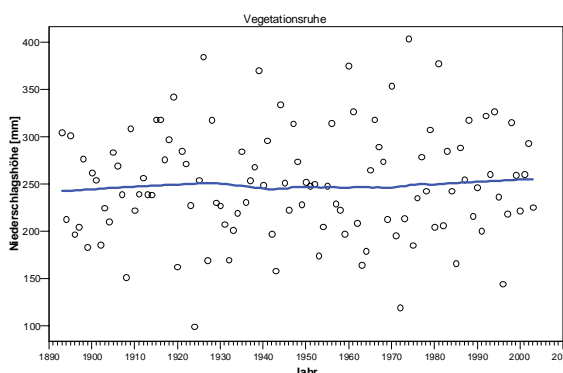
Jahresmittel Lufttemperatur
Anstieg seit ca. 3 Jahrzehnten



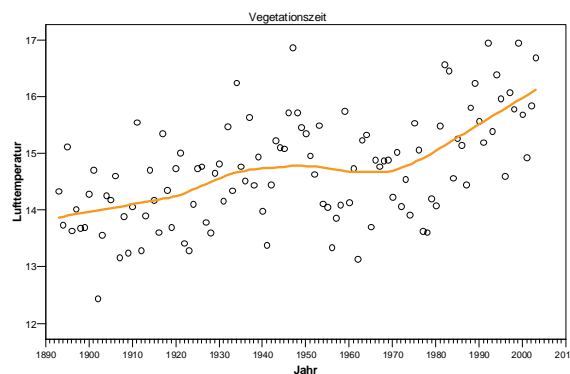
Jahressumme Niederschlag
Ohne erkennbaren Trend



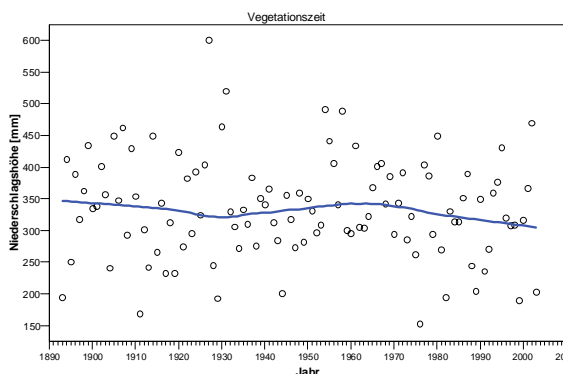
Mittel der Lufttemperatur in der Vegetationsruhe
Tendenz steigend



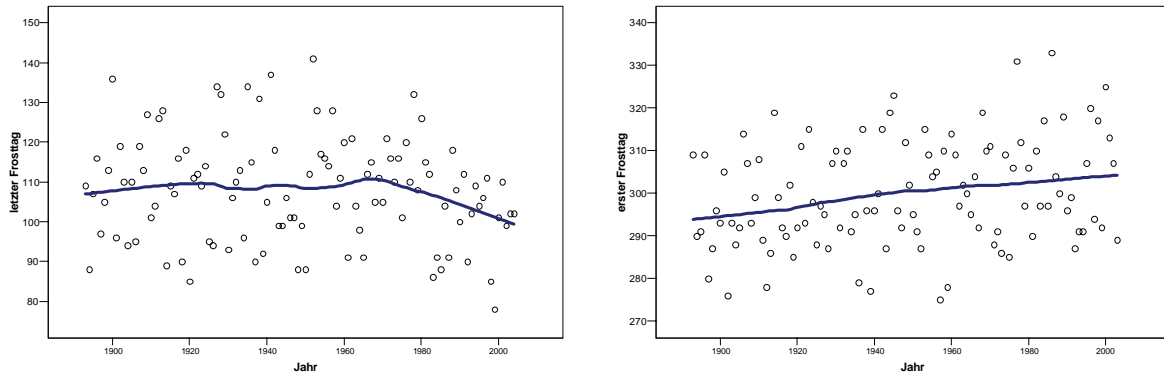
Niederschlagshöhe in der Vegetationsruhe
ohne Veränderung



Mittel der Lufttemperatur in der Vegetationszeit
Stark steigende Temperatur ab ca. 1970



Niederschlagshöhe in der Vegetationszeit
Leicht fallende Tendenz seit ca. 1970



Letzter Tag mit Lufttemperatur < 0 °C (Spätfrost) Erster Tag mit Lufttemperatur < 0 °C (Frühfrost)
Tendenz zu früherem Ende Frostperiode Tendenz zu späterem Beginn von Frostperioden

Abb. 115: Entwicklung von Lufttemperatur und Niederschlag an der DWD-Station Potsdam (1893–2003)

Anhand der Klimadaten wurde die klimatische Wasserbilanz (Grasreferenzverdunstung nach FAO Penman-Monteith, Niederschlag korrigiert nach Richter) für die Zeitreihe ab 1893 berechnet.

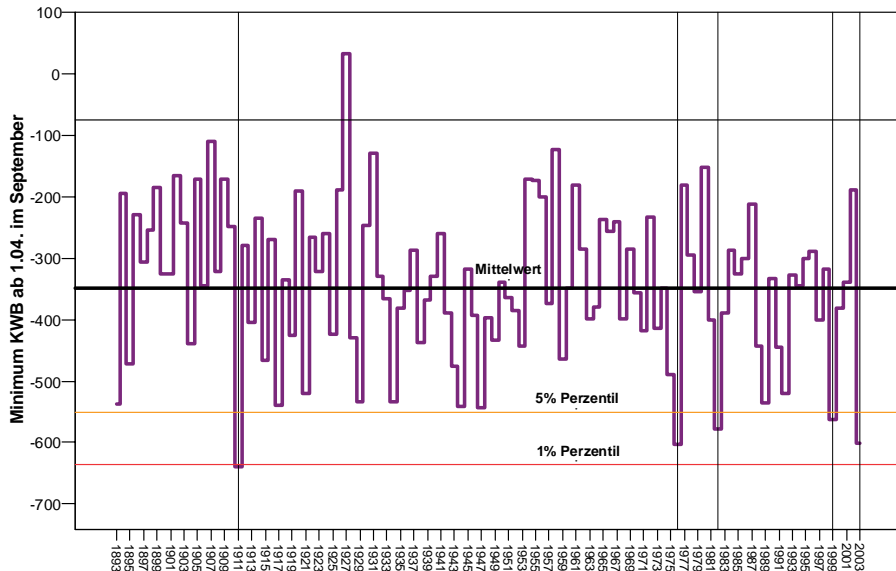


Abb. 116: Minimum der klimatischen Wasserbilanz am Ende der Vegetationszeit (September) ab Beginn der forstlichen Vegetationszeit nach Daten der DWD-Station Potsdam 1893–2003. Die Perzentilwerte geben die Häufigkeit der Unterschreitung der jeweiligen Bezugslinie an.

Abb. 116 zeigt das kumulative jährliche Minimum der klimatischen Wasserbilanz für die Vegetationszeit, das gegen Ende der Vegetationsperiode im September erreicht wird. Für die Station Potsdam zeigt sich die Vegetationsperiode 1911 als bisher extremstes Trockenperiode. Die Vegetationsperioden in 1976 und 2003 stellen sich als etwa vergleichbar dar, gefolgt von den Jahren 1982 und 1999. Von den 5 nach der klimatischen Wasserbilanz extremsten Trockenperioden (5 % Perzentil) liegen 4 im Zeitraum nach 1975. Das Histogramm des jährlichen Minimums der klimatischen Wasserbilanz weist eine etwa 2 % Eintrittswahrscheinlichkeit einer ähnlich trockenen Vegetationsperiode im Jahrhundert aus.

Nach Klimaanalysen von Schönwiese et al.⁵ hat die Wahrscheinlichkeit des Eintritts extremer Sommer-Temperaturanomalien in den letzten Jahrzehnten systematisch zugenommen, Hand in Hand mit den insbesondere in den letzten Jahrzehnten beobachteten Erwärmungstrends.

⁵ C.-D. Schönwiese, T. Staeger, S. Trömel, M. Jonas: Statistisch-klimatologische Analyse des Hitzesommers 2003 in Deutschland in: DWD Klimastatusbericht 2003

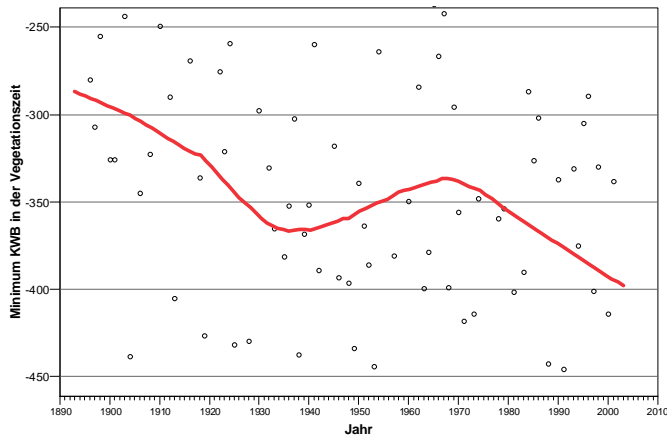


Abb. 117: Tendenz der Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit (1893–2003) an der DWD-Station Potsdam

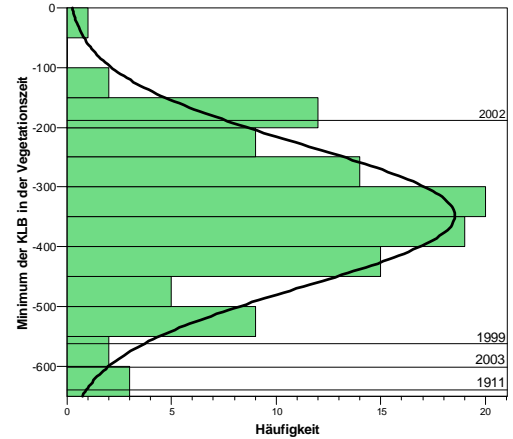


Abb. 118: Histogramm des Minimums der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit an der DWD-Station Potsdam

Bezugslinien markieren die Werte der Jahre 1911, 1999, 2002 und 2003

Das deckt sich mit der Tendenz der Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit an der Station Potsdam. Von Ende des 19. Jahrhunderts bis in die 40er Jahre des 20. Jahrhunderts fiel die klimatische Wasserbilanz der Vegetationszeit tendenziell, stieg dann zwischenzeitlich bis ca. 1970 an und fällt seither weiter tendenziell ab.

Die Klimadaten der DWD-Station Potsdam wurden in einem einfachen Wasserhaushaltsmodell (Modell Simpel, Autor Hörmann) zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes auf Tagesbasis für den Standort Grunewald (Level II-Fläche 1101, nutzbare Feldkapazität 83 mm) bei Annahme eines konstanten Kiefernbestandes genutzt. Die nutzbare Bodenfeuchte im Jahresverlauf wird in Abb. 120 für die Trockenjahre 1976, 1999 und 2003 vergleichend dem feuchten Jahr 2002 gegenübergestellt. Es zeigt sich im Vergleich der Jahre 1976 und 2003 eine ähnlich frühe und anhaltende Ausschöpfung der geringen Bodenwasservorräte, die 1976 im Frühjahr noch etwas eher einsetzte als 2003. Im Jahr 1999 setzt die Ausschöpfung im Frühjahr deutlich später ein als 2003.

Die mittlere nutzbare Bodenfeuchte in der Vegetationszeit (Abb. 119) weist große jährliche Schwankungen auf. Anhand des gleitenden 5-Jahresmittels wird von Beginn der meteorologischen Beobachtungen bis ca. Mitte des vergangenen Jahrhunderts tendenziell eine Abnahme der mittleren Bodenfeuchte für den Standort simuliert, nach etwas höheren Bodenfeuchte-Mittelwerten 1955–1970 und dem Extremjahr 1976 liegt das Mittel in den letzten Jahrzehnten etwa beim Mittelwert des Jahrhunderts.

Allerdings häufen sich ab 1976 Jahre mit extrem geringen mittlere Bodenfeuchten. Das Mittel der Vegetationszeit unterschreitet in der 110jährigen Simulationsperiode 8 mal den Wert 15 %, davon allein 5 mal seit 1976. Die Trockenstress-Belastung der Bäume ergibt sich nicht nur aus der Intensität, sondern auch der Andauer geringer Wasserverfügbarkeit. In Abb. 121 wird die Anzahl der Tage in Prozent der Vegetationszeit mit Unterschreitung von 20 % der nutzbaren Feldkapazität dargestellt.

Auch danach sind die Jahre 1976 und 2003 mit ca. 90 % der Vegetationszeit ähnlich lange von geringer Wasserverfügbarkeit betroffen. Die Entwicklungstendenzen im Simulationszeitraum weisen auf zyklische Schwankungen hin. Danach war das zeitliche Ausmaß geringer Wasserverfügbarkeiten Ende der 40er Jahre des vergangenen Jahrhunderts besonders hoch, sank dann bis zum Beginn der 60er Jahre deutlich ab und stieg bis zum Beginn der 80er Jahre wieder an. Seither ist die Tendenz auch bei Berücksichtigung des Jahres 2003 eher fallend.

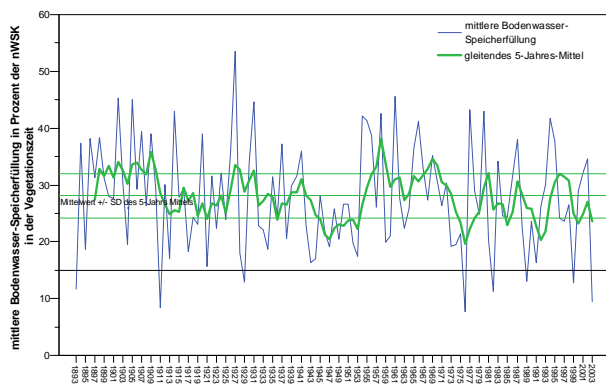


Abb. 119: Mittlere Bodenwasser-Speicherfüllung in der Vegetationszeit nach Simulationsmodell
(DWD-Station Potsdam, Level II-Standort 1101, Grunewald)

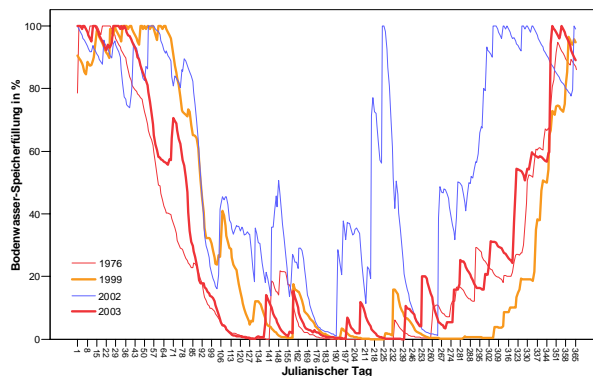


Abb. 120: Vergleich der Entwicklung der Bodenfeuchte im Jahresverlauf (% nWSK) für die Trockenjahre 1976, 1999 und 2003 sowie das feuchte Jahr 2002
(DWD-Station Potsdam, Level II-Standort 1101, Grunewald)

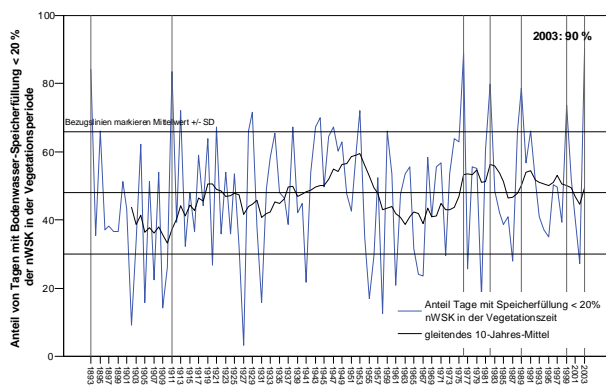


Abb. 121: Anteil der Tage [%] mit Bodenfeuchten < 20 % der nWSK in der Vegetationsperiode
(DWD-Station Potsdam, Level II-Standort 1101, Grunewald)

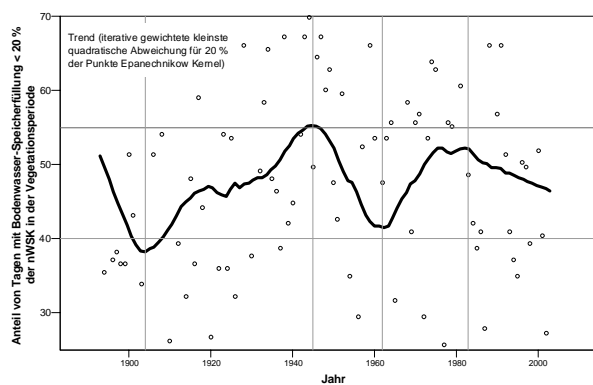


Abb. 122: Entwicklungstendenzen der Häufigkeit von Tagen mit Bodenfeuchten < 20 % der nWSK
(DWD-Station Potsdam, Level II-Standort 1101, Grunewald)

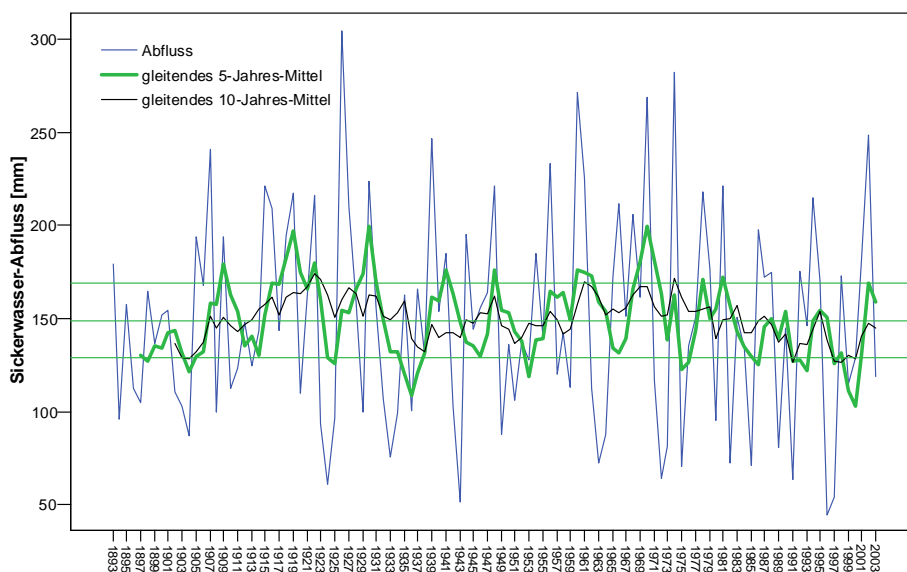


Abb. 123: Entwicklung der Sickerwasser-Abflussmenge nach Simulationsmodell
(DWD-Station Potsdam, Level II-Standort 1101, Grunewald)

Die simulierten Sickerwassermengen unter dem Modellbestand schwanken zwischen 50 und 300 mm. Für die letzten Jahrzehnte wird im gleitenden 10Jahresmittel eine fallende Tendenz ausgewiesen.

Fazit:

Die Betrachtung der Klimareihe der DWD-Station Potsdam sowie ihr Einsatz zur Simulation des Wasserhaushaltes eines Standorts geringer Wasserspeicherkapazität weisen das Trockenjahr 2003 als Extremsituation aus. Ähnliche Trockenjahre traten aber im Laufe eines Baumlebens von > 100 Jahren bereits in der Vergangenheit mehrfach auf. Die Entwicklungstendenzen von Temperatur und Niederschlag in den letzten Jahrzehnten sowie die Häufung besonders trockener Jahre in den letzten drei Jahrzehnten lassen für die kommenden Jahre eine Zunahme von Trockenstress-Situationen für die Wälder erwarten. Die Forstwirtschaft muss das vermehrte Risiko von extremen Witterungssituationen in den Bewirtschaftungsmaßnahmen berücksichtigen.

4.5 Untersuchungen zur Situation der Eichen

Untersuchungen zur Austriebsdepression 2004

Im Mai 2004 erhielt die Abteilung Waldschutz der LFE Meldungen über eine Besorgnis erregende Situation in Beständen von *Quercus robur* und *Quercus petraea*. Berichtet wurde über ein verzögertes, äußerst spärliches Austreiben der heimischen Eichen-Arten. Anhand eingegangener Meldungen und durchgeführter Flächenbesichtigungen konnte festgestellt werden, dass der geringfügige Austrieb in fast allen Teilen Brandenburgs zu beobachten war.

Im Ergebnis einer in den Monaten Juli und August in allen Ämtern für Forstwirtschaft (ÄfF) und Bundesforstämtern (BFoÄ) durchgeführten bestandesweisen Einschätzung der Vitalität der Eichen wurde auf einer Fläche von landesweit 16.590 ha (ÄfF) bzw. 626 ha (BFoÄ) eine im Vergleich zum normalen Austrieb erkennbar reduzierte Belaubung registriert (Stand: 30.09.04). Entsprechend sind von der in diesem Frühjahr aufgetretenen Austriebsdepression, zum Teil in Verbindung mit Fraßschäden durch Frostspanner, Eichenwickler, Schwammspinner und Prozessionsspinner ca. 27 % der Eichenbestände des Landes Brandenburg mehr oder weniger stark betroffen.

Der mit landesweit 8.954 ha größte Teil der Bestände mit reduzierter Belaubung wurde mit Blattmasseverlusten von 26–60 % der Schadstufe 2 zugeordnet. 7.296 ha Eichenbestände zeigen mit einer Kronenverlichtung von 11–25 % vergleichsweise geringe Schäden (Schadstufe 1), 958 ha wurden hingegen mit einer im Durchschnitt um mehr als 60 % reduzierten Belaubung als stark geschädigt eingestuft (Schadstufe 3). Bezogen auf die einzelnen ÄfF zeigen die Flächenanteile der drei Schadstufen überwiegend eine ähnliche Verteilung (Abb. 124).

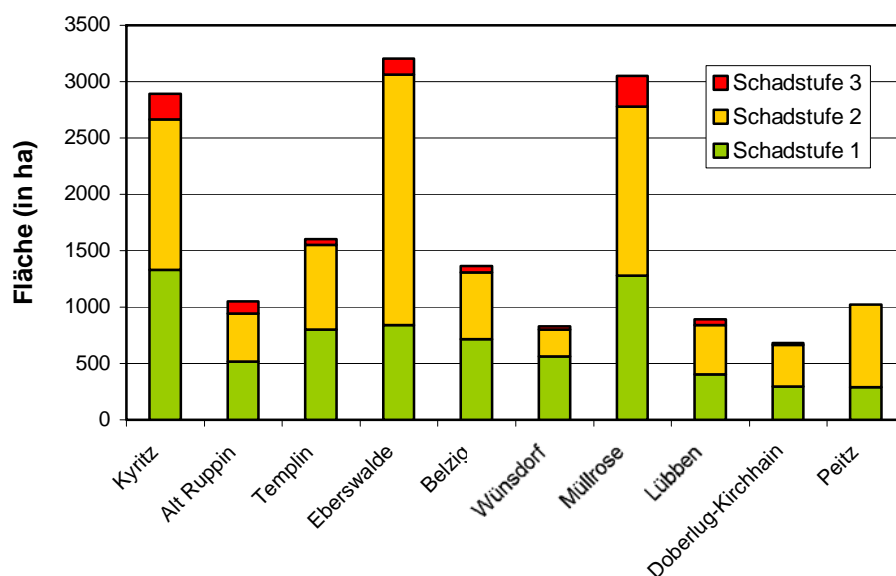


Abb. 124: Flächenanteile der Schadstufen 1–3 in den Ämtern für Forstwirtschaft (Sondererhebung der Hauptstelle für Forstpflanzenschutz Juli 2004)

Die Ergebnisse zur Vitalitätseinschätzung der Eiche zeigen in allen ÄfF die Beteiligung des Fraßes von Eichenwickler, Frostspanner, Schwammspinner und Eichenprozessionsspinner an der dokumentierten Kronenverlichtung in allen drei Schadstufen, jedoch mit regional unterschiedlicher Intensität. Fraßschäden durch **Eichenwickler** und **Frostspanner** wurden auf insgesamt etwa 8.200 ha (49 %) der Eichenbestände mit reduzierten Blattmassen registriert, wobei Bestände der Schadstufe 2 überdurchschnittlich stark betroffen sind. Regionale Schwerpunkte des Auftretens dieser Insektenarten befinden sich in den ÄfF Kyritz, Eberswalde, Müllrose und Peitz. Die Schäden durch die Frühjahrs-

fraßgesellschaft waren allerdings nicht eindeutig von den Austriebsdepressionen abzugrenzen. Dazu kommt, dass die vielerorts beobachteten „Mordeulen“ mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Dezimierung der Populationen von Frostspanner und Eichenwickler beigetragen haben.

Blattmasseverluste infolge **Schwammspinnerfraß** wurden in einem Umfang von insgesamt 1.873 ha mit größeren Anteilen in den ÄfF Müllrose und Peitz gemeldet. Vorkommen des **Eichenprozessions-spinners** umfassen nach den vorliegenden Daten eine Fläche von insgesamt 877 ha, wobei lokale Befallsherde mit Ausnahme des AfF Lübben in allen ÄfF des Landes Brandenburg festgestellt wurden. In den ÄfF Alt Ruppín, Templin und Peitz wurde das Auftreten dieses hygienisch bedeutsamen Schmetterlings in flächenmäßig größerem Umfang dokumentiert.

Mehr als die Hälfte der von einer Kronenverlichtung betroffenen Eichenbestände in allen drei Schadstufen zeigten als zusätzlichen Stressor **Mehltaubefall** als Folge der zum Teil kühl-feuchten sommerlichen Witterung, vor allem an den Johannis- und Regenerationstrieben. Dabei waren die Bestände mit einem Blattmasseverlust von mehr als 60 % fast vollständig befallen.

Die für das Jahr 2004 über den Forstschutzmeldedienst erfassten Absterberscheinungen in Eichenbeständen („Eichensterben“) bestätigen die Ergebnisse der Vitalitätseinschätzung in Eichenbeständen. Mit 13.151 m³ ist das Schadholzaufkommen im Vergleich zum Vorjahr auf ca. 150 % weiter angestiegen (Abb. 77).

Es ist davon auszugehen, dass die Vitalität der Eichen kurzfristig allein über den Faktor Blattfresser positiv beeinflussbar ist. Auf Grund der Prädisposition durch das Trockenjahr 2003 und die Austriebsdepression, zum Teil verbunden mit Fraßschäden im Frühjahr dieses Jahres sollte ein unter Umständen nochmaliger intensiver Blattfraß in vorgeschädigten Eichenbeständen im Frühjahr/Sommer 2005 nach Möglichkeit verhindert werden, um größere Ausfälle von Einzelbäumen oder Bestandesschäden zu vermeiden. Die Überwachungsergebnisse zur Feststellung der aktuellen Populationsdichte von Frostspanner, Eichenwickler und Schwammspinner bilden dafür eine wesentliche Grundlage (Tab. 7).

Baumphysiologische Untersuchungen zum Eichensterben in Brandenburg

Kurzfristige Absterberscheinungen von mittelalten Eichen in drei Beständen (Alter: 95, 100, 145 Jahre) mittlerer Nährkraftstufe im nördlichen Brandenburg (AfF Templin, Obf. Menz), die okular nicht auf biotische Schaderreger zurückzuführen waren, bildeten den Ausgangspunkt für intensivere baumphysiologische Untersuchungen zum „Eichensterben“.

Untersucht wurden mehr als 20 biochemische und physiologische Parameter (z. B. Chlorophyll a und b, Carotinoide, Blattfeuchte, Osmolalität, Kohlenhydrate, Stärke, Ascorbat, Aminosäuren, Prolin, Protein, phenolische Inhaltsstoffe) sowie die Mineralstoffgehalte (z. B. N, Mg, K, Ca, P, S) an Blattproben aus der oberen Kronenperipherie von vorherrschenden Eichen visuell unterschiedlicher Vitalitätsstufe. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes nahmen die stressspezifischen Belastungszustände der repräsentativ für den jeweiligen Bestand ausgewählten Probestämme erheblich zu. Dies wird besonders bei jenen Blatthaltsstoffen deutlich, die im Zuge von Anpassungsreaktionen auf die Abwehr von Stresszuständen ausgerichtet sind. Hierbei ist als besonders problematisch herauszustellen, dass nicht spezifische Reaktionsindikatoren auf einen besonderen Stressor hinweisen, sondern mehrere Biomarker gleichzeitig reagieren, so dass von einer syndromhaften Verschlechterung des Allgemeinzustandes der Eichen auszugehen ist.

So konnten in Abhängigkeit vom Vitalitätszustand, insbesondere im Trockenjahr 2003, u. a. deutliche Wassermangelsymptome und Reaktionen auf die Entstehung von freien Radikalen nachgewiesen werden. Dabei stiegen die Gesamtascorbatgehalte als Reaktion auf oxidativen Stress an (Abb. 125). Insbesondere im Jahr 2003 nahmen (flächenspezifisch differenziert) der Gehalt an Kohlenhydraten und innerhalb des Aminosäurespektrums der Prolinanteil signifikant zu. Dies korrespondiert mit der Verminderung des Blattwassergehaltes.

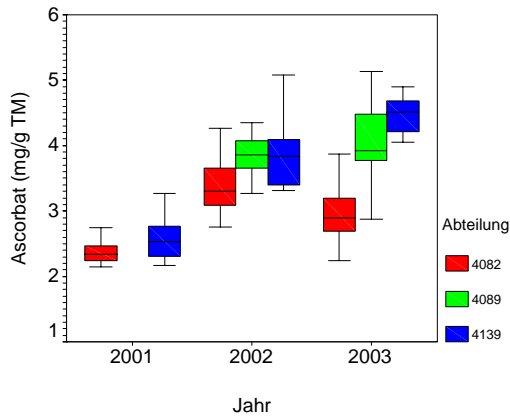


Abb. 125: Ansteigende Ascorbatgehalte in drei Eichen-Beständen im Aff Templin als Reaktion der Bäume auf die stressbedingte Anreicherung freier Radikale

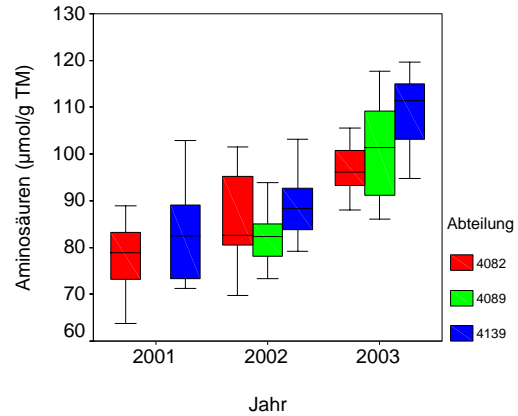


Abb. 126: Jahresbezogener Vergleich der Gehalte der löslichen Aminosäuren in den Eichenblättern der drei Untersuchungsflächen

Als besonders dramatisch muss der Anstieg der freien Aminosäuren angesehen werden (Abb. 126). Da bei Blatt-Stickstoffgehalten mit einem Mittelwert von 21 mg/g TM eine Stickstoffüberernährung auszuschließen ist und die ebenfalls zunehmenden Kohlenhydratgehalte eine zusätzliche Aminosäuresynthese zu Lasten der Kohlenhydrate unwahrscheinlich machen, ist die Ursache der hohen Gehalte in einem verstärkten Proteinabbau zu sehen. Die gleichfalls verminderten Stärkegehalte könnten in Verbindung mit warmen Winterperioden (verstärkte Atmung) zur Hemmung des Austriebs (wie häufig 2004 beobachtet) führen (Abb. 127). Hohe Aminosäuregehalte in Verbindung mit abnehmenden Proteingehalten sowie die geringen Stärkegehalte sind Indikatoren für eine verfrühte Seneszenz des Assimilationsapparates.

Neben den primären biochemischen und physiologischen Reaktionen können Sekundäreffekte das Schadbild verstärken. Die hohen Gehalte an Kohlenhydraten und Aminosäuren führten bei gleichzeitiger Verminderung der Gehalte an phenolischen Inhaltsstoffen im Jahr 2003 zu einer erhöhten Prädisposition der Bäume für den Befall mit biotischen Schaderregern (z. B. blattfressende Insekten). Die Konstellation der die Insektenentwicklung fördernden (u. a. Kohlenhydrate und Aminosäuren) und hemmenden Inhaltsstoffe (u. a. phenolische Verbindungen) dokumentiert sich auch in einem ansteigenden Prädispositionsindex (Abb. 128).

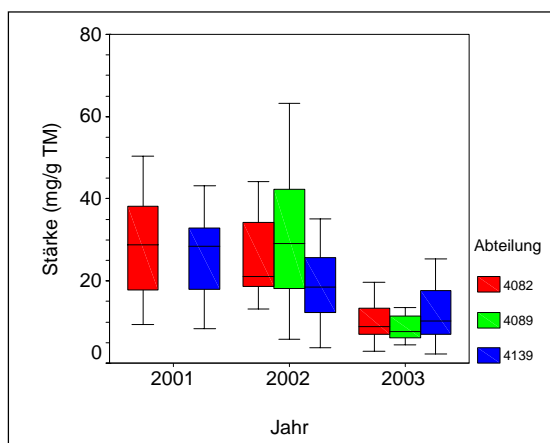


Abb. 127: Einheitlich verminderte Stärkegehalte im Jahr 2003 als mögliche Begleitursache für das verminderte Austriebspotenzial im Jahr 2004

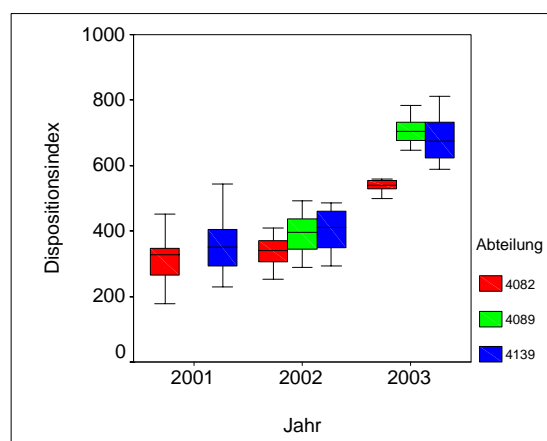


Abb. 128: Dispositionsindex der Eichenblätter gegenüber biotischen Schaderregern (berechnet aus der Summe der Blattgehalte der Gesamtkohlenhydrate und der löslichen Aminosäuren abzüglich der Gehalte der Folin-positiven Verbindungen)

Nährstoffmangelerscheinungen konnten als auslösende Ursache im Untersuchungsgebiet ausgeschlossen werden.

Für das bessere Verständnis der anpassungsrelevanten physiologischen Reaktionsmuster stressbelasteter Eichen wurden diese biochemischen Parameter auch auf der im Jahre 2003 neu eingerichteten Eichen-Dauerbeobachtungsfläche untersucht. Neben der Überwachung des Vitalitätszustandes besteht hier mittelfristig die Möglichkeit, biomarkerspezifische Referenzbereiche für gesunde Eichen zu erarbeiten. Die Kenntnis dieser Bereiche wäre eine weitere Voraussetzung für die Frühindikation von Belastungszuständen der Eiche.

Ergebnisse zum Standortsbezug der Meldung von Eichenschadbeständen im Jahr 2003

Mit dem Ziel der Ursachenanalyse von Eichenschäden wurde im Jahr 2003 eine Umfrage bei den Ämtern für Forstwirtschaft des Landes Brandenburg durchgeführt. Es sollten Bestände gemeldet werden, für die schon seit längerem deutliche Vitalitätsverluste zu verzeichnen sind, welche vermutlich mit abiotischen Schadfaktoren ursächlich zusammen hängen. Auf die Umfrage hin wurden von 65 Oberförstereien 766 Eichenbestände im Alter von 40–240 Jahren angezeigt.

In einer statistischen Auswertung wurde die Stichprobe der als geschädigt gemeldeten Bestände der Stichprobe der nicht angezeigten Eichenbestände derselben Oberförstereien gegenübergestellt. Es konnte gezeigt werden, dass zwischen den beiden Stichproben ein signifikanter Altersunterschied besteht. Das mittlere Alter der gesunden Bestände beträgt 88 Jahre, das der als geschädigt gemeldeten 113 Jahre. Mit zunehmendem Alter besteht offensichtlich eine erhöhte Disposition gegenüber den wirksamen Schadfaktoren.

Die nicht geschädigten Eichenbestände dienen als Referenz, um standörtliche Faktoren, die als Schadursache in Frage kommen häufigkeitsstatistisch zu ermitteln. Mit Hilfe des Verfahrens der Kreuztabellierung konnte für verschiedene Standortseigenschaften (Wasserhaushaltsstufe, Nährkraftstufe) auf der Grundlage des Datenspeichers Wald berechnet werden, wie hoch die statistisch zu erwartende Anzahl an Meldungen sein müsste, wenn die geschädigten Bestände über alle Standorteinheiten zufällig verteilt wären. Diesen statistischen Erwartungswerten wurde die tatsächliche Anzahl an Meldungen gegenübergestellt. Aus der Differenz ergibt sich, ob für eine bestimmte Standorteinheit ein erhöhtes Schadrisiko besteht.

Die Abbildungen 129 und 130 zeigen, dass die angezeigten Schäden bei den mineralischen Nassstandorten (N) sowie den kräftigen Standorten (K) deutlich überrepräsentiert sind. Typische Standorte mit Eichenschäden sind mineralische Standorte, die grundwassernah oder zumindest grundwasserbeeinflusst sind und im gut bis sehr gut mit Nährstoffen versorgten Spektrum liegen.

Es ist einschränkend anzumerken, dass den Befragten bekannt war, dass es in dieser Studie letztlich um die Untersuchung von Wasserstress als möglichem Schadfaktor gehen würde und daher möglicherweise keine ganz objektive Zufallsauswahl geschädigter Eichenbestände vorliegt.

Es deutet sich aber dennoch an, dass der Faktor Grundwasser auf mineralischen Standorten eine prädisponierende Rolle spielt. Es liegt nahe, aus diesen Ergebnissen den Schluss zu ziehen, dass es infolge von sinkenden Grundwasserständen insbesondere bei den Alteichen mit ihren eingeschränkten Anpassungsmöglichkeiten der Wurzeln an die veränderten Wasserhaushaltsbedingungen zu anhaltenden Vitalitätseinbußen kommen kann. Dies gilt umso mehr, wenn sich auch der Nährstoffhaushalt ehemals gut versorgter Standorte durch die geringeren kapillaren Aufstiegsraten nährelementreichen Grundwassers verschlechtert. Um dieses Ergebnis zu unterlegen werden derzeit an ausgewählten Beständen Zuwachsuntersuchungen mit Hilfe von Jahrringanalysen und retrospektiver Simulation des Wasserhaushaltes durchgeführt.

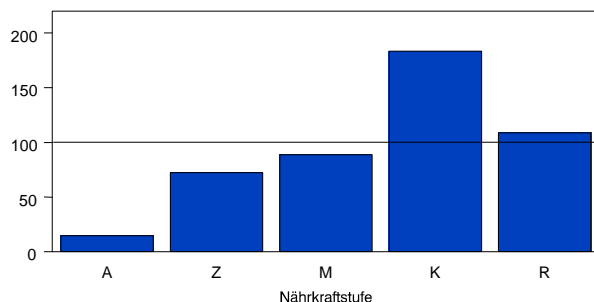


Abb. 129: Schadmeldungen von Eichenbeständen in Prozent vom statistischen Erwartungswert nach Nährkraftstufen

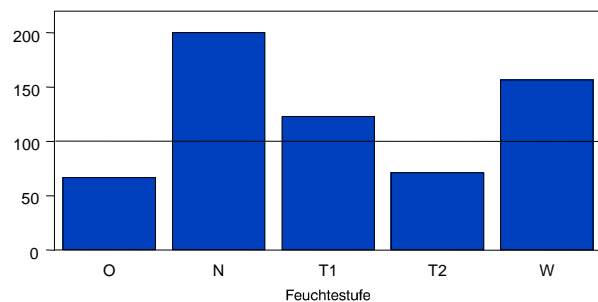


Abb. 130: Schadmeldungen von Eichenbeständen in Prozent vom statistischen Erwartungswert nach Feuchtestufen

Entwicklung des Kronenzustandes von Trauben- und Stieleiche auf Bestandesebene (Waldschadenserhebung)

Die WSE-Stichprobe der Eichen wurde aufgrund der besorgniserregenden Zustandsentwicklung näher betrachtet.

Der verspätete und spärliche Austrieb der Eichen im Frühjahr 2004 war für die Hauptstelle für Forstschutz der LFE Anlass zu einer aktuellen Erfassung der Schäden von Trauben- und Stieleichen auf Bestandesebene. Dazu wurde in Anlehnung an die Methodik der Waldschadenserhebung durch die Revierleiter der mittlere Kronenzustand des Bestandes nach der dominierenden Belaubungsdichte der Einzelbäume zu den Schadstufen 1 (bis 25 % Kronenverlichtung) 2 (30–60 % Kronenverlichtung) und 3 (> 60 % Kronenverlichtung) eingeschätzt.

Die Abb. 131 und 132 zeigen die Entwicklung der 41 in der WSE erfassten Eichenbestände nach Klassen der Verlichtung im Bestandesmittel für Traubeneiche und Stieleiche. Daraus ist trotz der geringeren Schädigung der Traubeneiche der hohe Anteil von Beständen mit mittleren Verlichtungen über 30 % im Jahr 2004 ersichtlich. Bei der Traubeneiche sind ca. 30 % der erfassten Bestände bis 40 % verlichtet, höhere Verlichtungsgrade wurden nicht beobachtet. Von den 23 Stieleichenbeständen sind ca. 25 % (6) > 30–40 % verlichtet und 13 Bestände weisen im Mittel noch höhere mittlere Verlichtungsgrade auf.

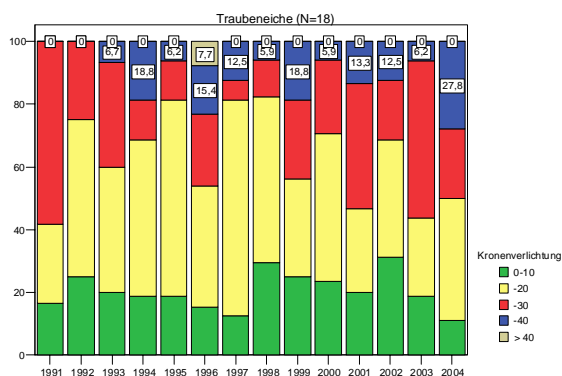


Abb. 131: Anteile von Beständen der Traubeneiche nach Klassen mittlerer Kronenverlichtung

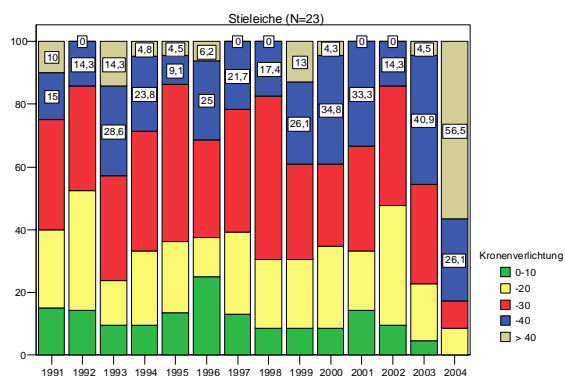


Abb. 132: Anteile von Beständen der Stieleiche nach Klassen mittlerer Kronenverlichtung

Für die Bewirtschaftung der betroffenen Eichenbestände sind die Risiken der Bestandesentwicklung nach der aktuellen Stresssituation durch reduzierte Belaubung abzuschätzen. Es stellt sich z. B. die Frage nach der Notwendigkeit der Bekämpfung blattfressender Insekten im Frühjahr 2005 um den betroffenen Eichenbeständen eine ungestörte Entwicklung der Belaubung zu ermöglichen und ihre Erholung zu unterstützen.

Ab einer auf Bestandesebene mittleren Kronenverlichtung von > 20 % nimmt der Anteil stark geschädigter Bäume (65–100 % Kronenverlichtung) im Bestand deutlich zu. Bei 35 % mittlerer Verlichtung ist bereits im Mittel mit 5 % stark geschädigten Bäumen zu rechnen. Bei 45 % mittlerer Verlichtung des Bestandes sind im Durchschnitt etwa 10 % der Bäume als stark geschädigt zu erwarten.

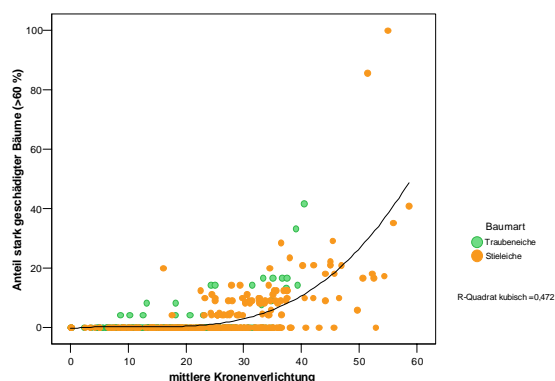


Abb. 133: Anteil stark geschädigter Bäume im Bestand nach mittlerer Kronenverlichtung des Bestandes

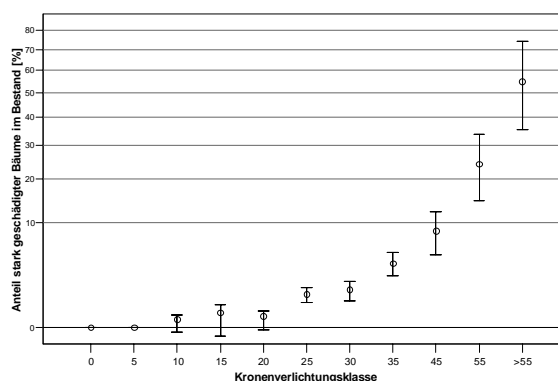


Abb. 134: Beziehung zwischen mittlerer Kronenverlichtung auf Bestandesebene und Anteil stark geschädigter Bäume (> 60 % fehlende Belaubung)

Stark geschädigte Bäume haben nach den bisherigen Beobachtungen in der WSE eine geringe Chance ihre Krone nachhaltig zu regenerieren. Eine Analyse der Kronenzustandsentwicklung von 237 seit Beginn der WSE im Jahr 1991 in der Stichprobe verbliebenen Eichen weist eine relativ große Konstanz ihrer Vitalität aus. In Abb. 135 wurde die Entwicklung des Kronenzustandes der Eichen nach Klassen der Kronenverlichtung im Jahr 1991 gruppiert. Es zeigt sich über die gesamte Zeitreihe eine diesem Ausgangszustand entsprechende Beibehaltung der Rangfolge. Während die 1991 bis 30 % relativ gering verlichteten Eichen nahezu konstante Verlichtungsgrade (Ausnahme 1996 mit starken Fraßschäden) bis 2003 aufweisen, steigen die Schäden der bereits 1991 stärker verlichteten Eichen nach zwischenzeitlicher Erholung seit 2002 wieder deutlich an. Sie reagieren also besonders empfindlich auf (Trocken-) Stress. Betrachtet man die Entwicklung vom anderen Ende der bisherigen Zeitreihe, ergibt sich das gleiche Bild. Die im Jahr 2004 besonders stark verlichteten Eichen waren bereits 1991 im Mittel stärker verlichtet, die 2004 nur gering verlichteten Bäume waren in der gesamten bisherigen Beobachtungsreihe besonders gut belaubt. Als Grenzwert für die Stresstoleranz kann man etwa 40 % Kronenverlichtung annehmen. Bäume mit höheren Verlichtungsgraden weisen auch bei zwischenzeitlicher Erholung eine andauernde höhere Empfindlichkeit, d. h. geringere Vitalität gegenüber Belastungen auf. Das heißt nicht, dass diese Bäume absterben müssen, sie haben aber ein erhöhtes Risiko in der Bestandesentwicklung zurückzubleiben bzw. abzusterben. Der Stichprobenumfang der Waldschadenserhebung ist zu gering, um Aussagen zur Mortalität in Relation zur Kronenverlichtung treffen zu können.

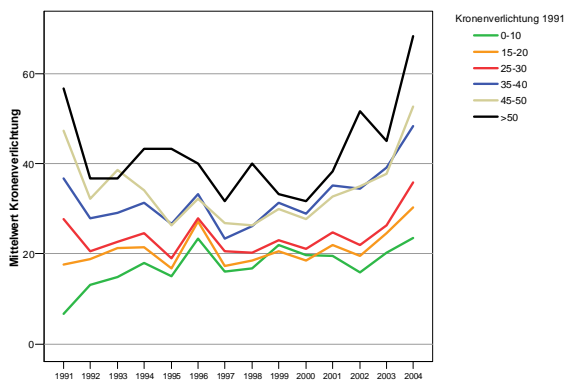


Abb. 135: Entwicklung der Kronenverlichtung von permanent in der WSE-Stichprobe verbliebenen Eichen nach Gruppen des Verlichtungsgrades im Jahr 1991

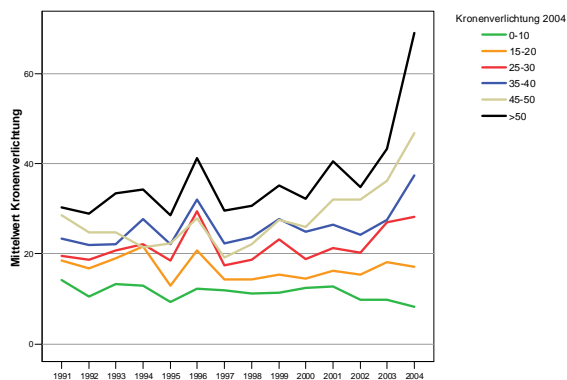


Abb. 136: Entwicklung der Kronenverlichtung von permanent in der WSE-Stichprobe verbliebenen Eichen nach Gruppen des Verlichtungsgrades im Jahr 2004

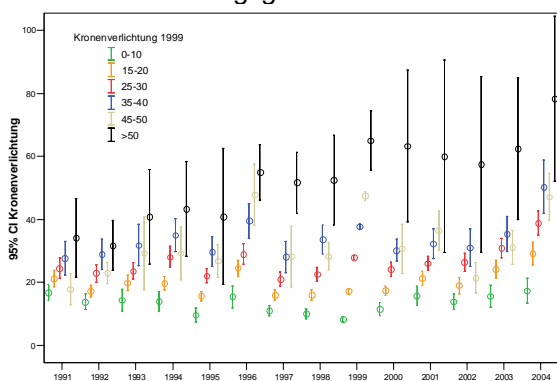


Abb. 137: mittlere Kronenverlichtung (95%-Vertrauensintervall) der Eichen in der WSE-Stichprobe nach Gruppen des Verlichtungsgrades 1999

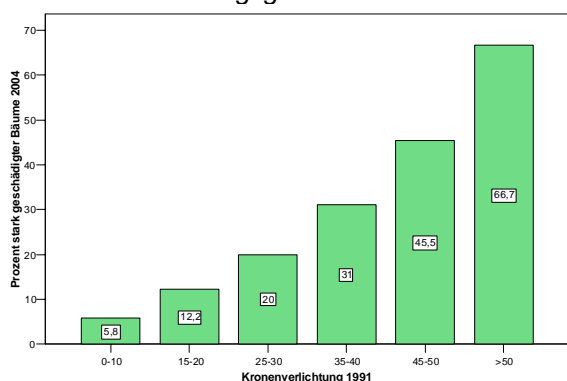


Abb. 138: Anteil stark geschädigter Eichen im Jahr 2004 nach Gruppen der Kronenverlichtung im Jahr 1991

In Abb. 137 wurde die Entwicklung der Kronenverlichtung nach dem Kronenzustand der Eichen im Jahr 1999 (Trockenjahr) gruppiert. Es zeigt sich für die Eichen, die bereits im Jahr 1999 eine Verlichtung über 50 % aufwiesen in den Folgejahren keine Erholungstendenz. Dagegen waren die Bäume mit Verlichtungen im Bereich von > 40–50 % noch in der Lage, sich in den Jahren 2000–2002 zu erholen.

Die Abb. 138 weist auf den hohen Grad der Prädisposition für die weitere Entwicklung der Kronenschäden durch bereits vorherige Kronenschäden hin. Der Anteil stark geschädigter Bäume im Jahr

2004 steigt mit zunehmender Verlichtungsstufe im Jahr 1991 kontinuierlich an. Daraus wird die Bedeutung einer auf gute Kronenentwicklung gerichteten Bestandesbehandlung der Eiche aufgefallen bestätigt.

Durch die Analyse der bisherigen Zeitreihe der Kronenzustandsentwicklung wird auf die Nachhaltigkeit von Vitalitätsverlusten der Eichen hingewiesen. Ab mittleren Verlichtungsgraden > 30 % im Bestand steigt der Anteil stark geschädigter Bäume, die in ihrer Vitalität zumindest längere Zeit geschwächt sind. Maßnahmen zur Vermeidung zusätzlicher Blattverluste im Folgejahr sind zur Stabilisierung in besonders stark verlichteten Beständen zu empfehlen.

4.6 Ernährungsinventur an Kiefernflächen (ÖWK)

An 119 Kiefernbeständen der ökologischen Waldzustandskontrolle in Brandenburg wurde im Frühjahr 2004 die vierte Inventur des Ernährungszustandes durchgeführt. Damit kann für diese relativ gleichmäßig im Land verteilten Flächen eine Grundtendenz der Entwicklung des Ernährungszustandes der Kiefer in Brandenburg abgeleitet werden.

Die in der ersten Aufnahmeperiode erfasste extreme Überernährung der Kiefern mit Stickstoff war 2003 weiter rückläufig.

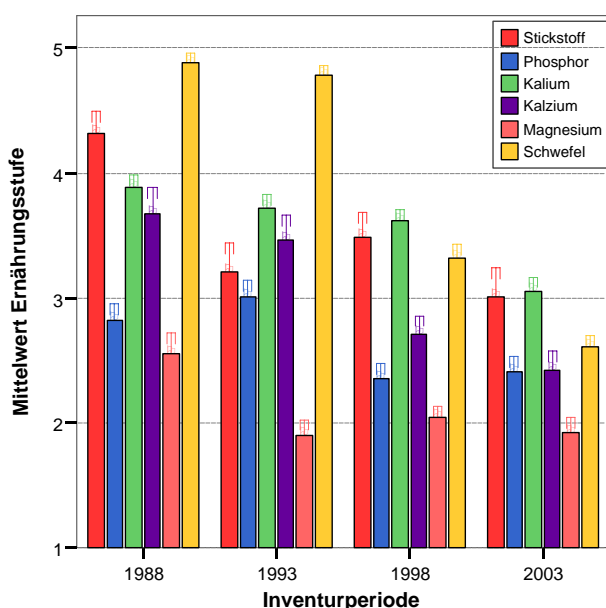


Abb. 139:
Entwicklung der mittleren Ernährungsstufen der Kiefern im ÖWK-Basisnetz für die Hauptnährelemente

Die Schwefel- und Bleibelastung ist auch 2003 weiter rückläufig. Die umweltpolitischen Maßnahmen zur Senkung der Immissionsbelastung von Schwefeldioxid und des Einsatzes bleifreien Benzins wirken sich in einer spürbaren Entlastung auch im Wald aus.

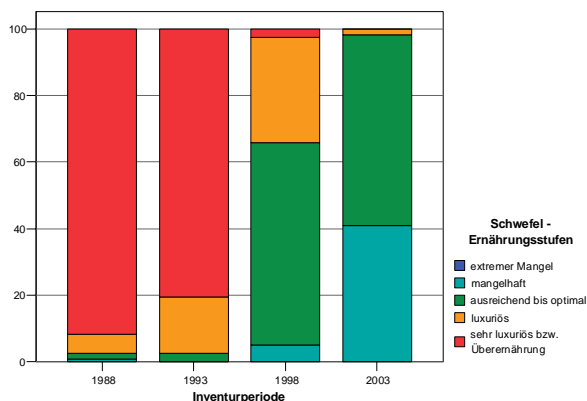


Abb. 140: Anteile der Schwefel-Versorgungsstufen der Kiefern nach Aufnahmeperioden in Prozent

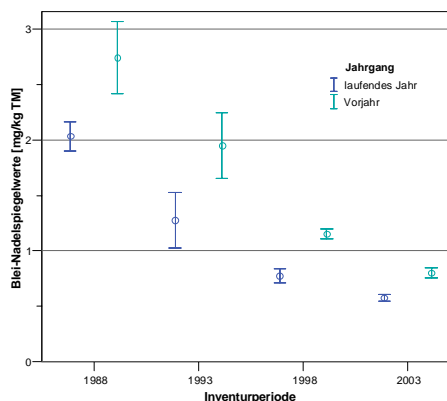


Abb. 141: Entwicklung der Blei-Konzentrationen an Kiefernadeln

Die kontinuierliche Abnahme der Versorgung mit Kalzium und Kalium sowie der anhaltend geringe Versorgungszustand mit Magnesium bereitet dagegen Sorge. Der Anteil von Probestellen mit nach Nadelanalysen suboptimaler Ernährung mit Kalzium, Kalium und Magnesium hat stetig zugenommen. Diese Tendenz stimmt mit der des Bodenzustandswandels, d. h. der andauernden Versauerung des oberen Mineralbodens mit entsprechenden Verlusten an basischen Nährstoffen überein.

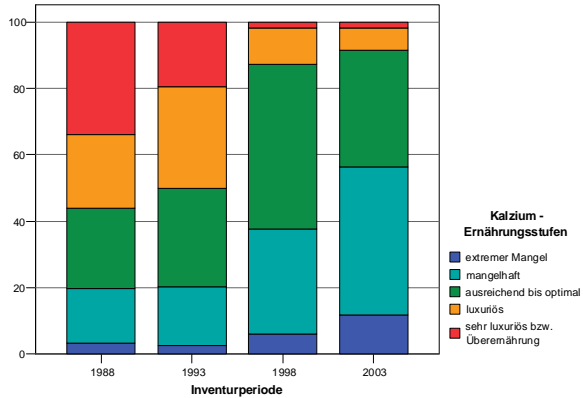


Abb. 142: Anteile der Kalzium-Versorgungsstufen der Kiefern nach Aufnahmeperioden in Prozent

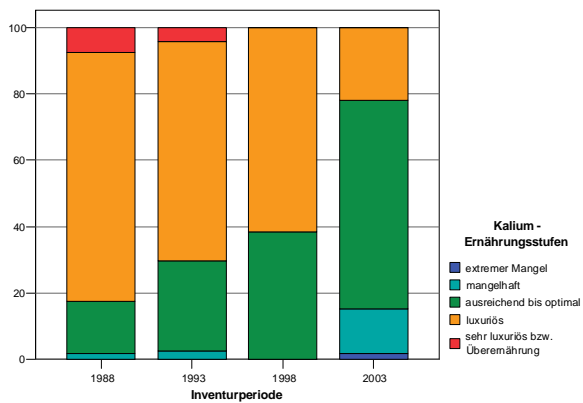


Abb. 143: Anteile der Kalium-Versorgungsstufen der Kiefern nach Aufnahmeperioden in Prozent

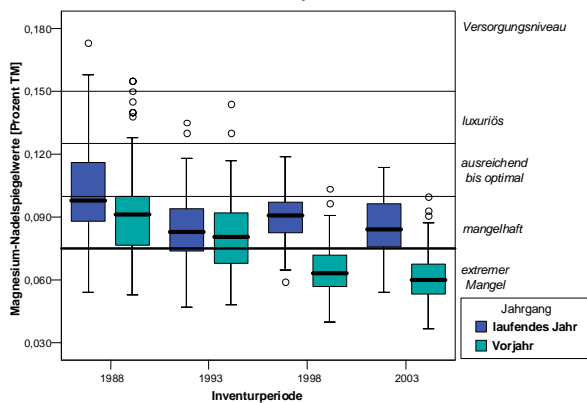
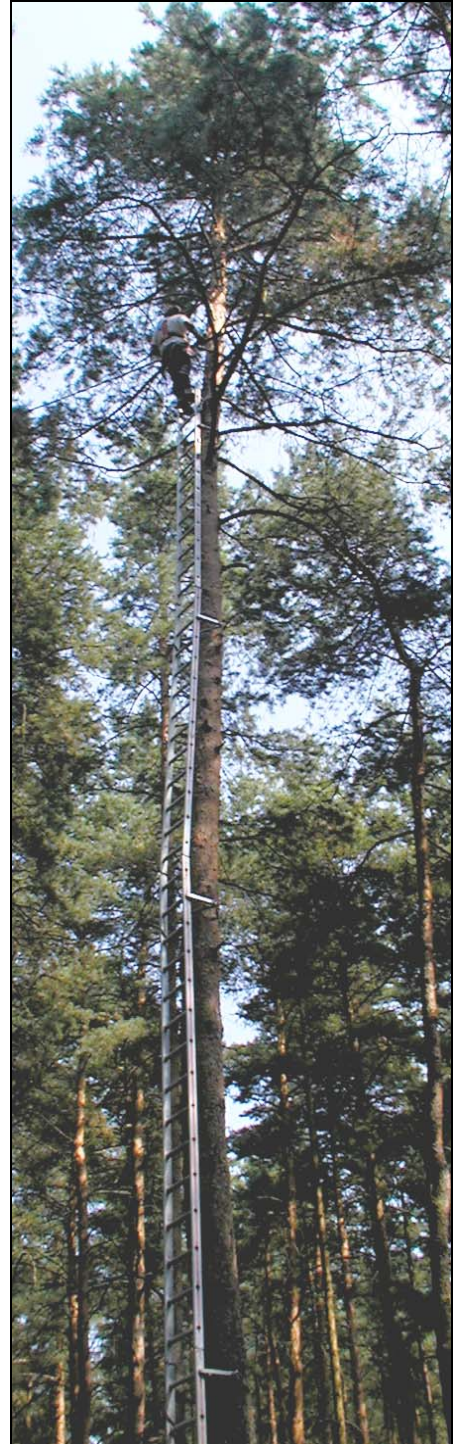
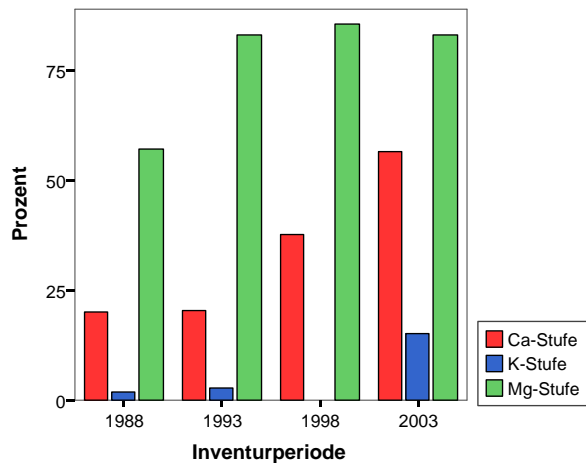


Abb. 144: Entwicklung der Magnesium-Konzentrationen in Kiefernadeln





Balken zeigen den Anteil der Probeflächen mit suboptimaler Ernährung

Abb. 145:
Anteil von Probeflächen mit suboptimaler Ernährung an Kalzium, Kalium und Magnesium

5 Wertung und Schlussfolgerungen

5.1 Ursachen der Waldzustandsentwicklung

Die Erhebung des Jahres 2004 stellte für die Region Brandenburg-Berlin mit 87 % Flächenanteil nicht oder nur gering geschädigter Waldfläche einen relativ guten Waldzustand fest. Die deutlichen Schäden sind jedoch in den letzten zwei Jahren gegenüber den Vorjahren (1999–2001) von ca. 8 % auf aktuell 13 % wieder angestiegen.

Diese Entwicklung ist vor allem auf den **Witterungsverlauf** und die aktuellen **Insektenschäden** zurückzuführen.

Die Wälder werden weiter durch den **Schadstoffeintrag** in die Ökosysteme beeinflusst. Gasförmige Luftschadstoffe spielen bei der **Ozonbelastung** der Wälder noch eine bedeutende Rolle.

Auch die globale **Klimaänderung** kann zukünftig in der Region spürbare Auswirkungen auf den Waldzustand haben.

Witterungsverlauf

Die regional differenzierten, langanhaltenden Trockenperioden und die sehr warme Witterung in der Vegetationsperiode 2003 haben zu einer erhöhten Trockenstressbelastung in unserer ohnehin klimatisch trockenen Region geführt.

Durch außergewöhnlich hohe Niederschläge im Jahr 2002 waren die Waldböden im Frühjahr überwiegend mit Wasser gesättigt. Dadurch blieb das Ausmaß von Trockenschäden im Vorjahr noch begrenzt. Bei den auf Trockenstress besonders schnell reagierenden jungen Laubbäumen (Altersgruppe bis 60 Jahre) war jedoch schon ein stärkerer Anstieg der Kronenverlichtung nachzuweisen.

Die bereits im Vorjahr prognostizierten stärkeren Reaktionen der Wälder im Jahr 2004 sind bei den Laubbäumen eingetreten.

Die Kiefern und anderen Nadelbaumarten konnten den Stresskomplex von Trockenheit, Hitze und hohen Ozonkonzentrationen offenbar ohne bisher in der Benadelungsdichte erkennbare Reaktionen überdauern.

Untersuchungen von Biomarkern an Kiefernadeln wiesen die hohe Belastung der physiologischen Anpassungsmechanismen aber auch ihre Effektivität im Jahr 2003 aus. Insgesamt spiegeln die Ergebnisse die hohe Trockentoleranz der Kiefer im Allgemeinen und insbesondere die Trockentoleranz der sich im deutlich niederschlagsärmeren Brandenburg etablierten genetischen Kiefernprovenienzen wider. Die Kiefer nimmt damit eine Sonderstellung unter den Baumarten ein. Eine Ursache für die hohe Trockentoleranz liegt u. a. in der sensiblen Stomataregulation. So schließen die Nadeln die Spaltöffnungen bereits bei höheren Wasserpotenzialen als z. B. die Blätter von Birke und Eiche. Bei Einmaligkeit des Ereignisses sind existenzbedrohende Folgewirkungen für die Probestämme und die durch sie repräsentierten Bestände nach der Sommertrockenheit 2003 auszuschließen. Der zeitige Stomataschluss führt allerdings zur Minderung der Photosynthese und Primärproduktion. An den Dauerbeobachtungsflächen Level II wurde im Jahr 2003 gegenüber den Vorjahren ein deutlich (–30 %) reduziertes Dickenwachstum erfasst.

Untersuchungen zum Zuwachsverlauf an Jahrringchronologien der Kiefern-Dauerbeobachtungsflächen lassen erkennen, dass so ausgeprägte Trockenstress-Jahre wie z. B. 1976 zu über mehrere Jahre anhaltenden Zuwachseinbrüchen bzw. auch einem Trendbruch der Zuwachsentwicklung der

Bestände führen können. Dieses Risiko erscheint umso höher, je höher die Eutrophierung durch Stickstoffeinträge fortgeschritten ist.

Die Stress-Belastung kann zu einer vorzeitigen Alterung der Nadeljahrgänge führen. Im Folgejahr einer extrem trockenen Vegetationsperiode ist entsprechend bisherigen Untersuchungen ein deutlich erhöhter herbstlicher Nadel-Streufall festzustellen. Diese Reaktion kann erst im Herbst 2004 anhand der Streufall-Untersuchungen an den Dauerbeobachtungsflächen beurteilt werden. Gegenwärtig deutet die Vergilbung von mehr als einem Nadeljahrgang auf eine entsprechende Reaktion hin. Falls sich diese Beobachtung bestätigt, ist in 2005 mit einer reduzierten Benadelungsdichte zu rechnen.

Die stärkere Reaktion der Kiefern im wärmeren Berliner Stadtklima, könnte sich daraus erklären. Bereits in den Vorjahren war eine gegenüber dem Umland Brandenburg schlechtere Benadelungsdichte und ein erhöhtes Niveau der Stressmarker festgestellt worden. Die damit weniger vitalen Kiefern in Berlin reagierten im Jahr 2004 mit einer im Mittel um 5 % reduzierten Kronendichte (vorzeitiger Nadelfall). Auch diese Reaktion gefährdet noch nicht die Existenz der Baumart, zumal starke Schäden auch 2004 nicht angestiegen sind. Es zeigt sich aber eine höhere Empfindlichkeit der unter höherer Grundbelastung wachsenden Bestände gegenüber zusätzlichen Stressoren.

Biotische Schäden

In den letzten beiden Jahren stieg der relative Anteil mittlerer und starker **Insektenschäden** bei den Laubbäumen stärker als bei den Nadelbäumen an.

Schwerpunkt für den Waldschutz war seit 2002 mit der **Nonne** eine Schmetterlingsart, deren Raupen sowohl Nadel- als auch Laubbäume befallen. Im Jahr 2004 wurden auf einer Gesamtfläche von 42.630 ha Pflanzenschutzmaßnahmen gegen die Nonnenraupen durchgeführt (Vergleich 2003: 20.866 ha). Die Behandlungsflächen konzentrierten sich wie auch schon im vergangenen Jahr in den in den südlichen Regionen Brandenburgs sowie in Waldgebieten der Schorfheide (AfF Eberswalde).

Durch den Fraß der Nonnenraupen in den nicht für die Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln vorgesehenen Waldgebieten waren in Brandenburg insgesamt 12.130,6 ha Wald betroffen (2003: 32.445 ha).

Aber auch steigende Populationsdichten von Frostspanner und Eichenwickler führten zu erheblichen Laubverlusten vor allem in Eichenbeständen. Bereits im Vorjahr zeichnete sich ein Anstieg der Fraßschäden dieser Insekten in Eichenbeständen ab, der sich im Frühjahr dieses Jahres landesweit fortsetzte. Beim Eichenwickler ist eine Zunahme der Fraßschäden auf das 8-fache und beim Frostspanner auf das 9-fache des Vorjahreswertes zu verzeichnen.

Explosionsartig erhöhte sich der Flächenumfang, der durch die Raupen von Eichenwickler und Frostspanner befallenen Eichenbestände (von 21 ha auf ca. 2.200 ha) in den Berliner Forsten.

Eine Erhebung der in Folge der „Austriebsdepression“ der Eiche vorhandenen Blattmasseverluste ergab, dass ca. 17.000 ha Eichenbestände in die Schadstufen 1–3 (> 10 % Blattverlust) eingeordnet wurden. Etwa 1.000 ha wurden mit Blattmassen unter 40 % bewertet.

Die für das Jahr 2004 über den Forstschutzmeldedienst erfassten Absterbeerscheinungen in Eichenbeständen („Eichensterben“) bestätigen die Ergebnisse der Vitalitätseinschätzung in Eichenbeständen. Mit 13.151 m³ ist das Schadholzaufkommen im Vergleich zum Vorjahr auf ca. 150 % weiter angestiegen.

Ein aufgrund der warmen Witterung des Vorjahres befürchteter Anstieg der Schäden durch Borkenkäfer (Buchdrucker, Prachtkäfer) ist eingetreten.

Trotz der erkennbaren Erhöhung bleibt der Befall durch Prachtkäfer aber weiterhin auf dem relativ niedrigen Niveau der Vorjahre. Auch im weiteren Jahresverlauf ist nur mit geringen Zugängen zu rechnen, da die Populationsdichten der Arten eher gering sind.

Im Stammschädlingjahr 2003/04 wurde beim Buchdrucker eine Gesamt-Stehendbefallsmenge von 28.026 m³ erreicht, das entspricht fast dem 10-fachen des Vorjahreswertes. Bis Ende Mai war der Stehendbefall nur zu 80 % aufgearbeitet, so dass ein erheblicher Teil der Populationen in den Beständen verblieben. Der Neuzugang für den Zeitraum Juni bis Ende September 2004 beläuft sich bereits auf 7.657 m³. Dieser zunehmende Trend wird sich in den nächsten Monaten noch verstärken. Die trockenheiße Witterung im August hat die Entwicklung der Brutten stark beschleunigt und so die Generationsdauer erheblich verkürzt. Dadurch konnte sich die zweite Generation mit Geschwisterbruten etablieren.

Analog der Stehendbefallsentwicklung bei Buchdrucker und Blauen Kiefernprachtkäfern in Brandenburg erhöhten sich die Schadholzaufkommen in den Berliner Forsten im Vergleich zum Vorjahr ebenfalls beträchtlich. Der auflaufende Stehendbefall durch Buchdrucker erreicht im Stammschädlingjahr 2003/04 mit 980 m³ das 26-fache des Vorjahreswertes. Bei den Blauen Kiefernprachtkäfern hat sich die erkannte Stehendbefallsmasse auf ca. das 4-fache erhöht.

Am stärksten war der Einfluss biotischer Schäden auch 2004 auf den Kronenzustand der Baumart Eiche (+ 12 %), während er für die Kiefer (+ 1 %) gegenüber 2003 geringer ausfiel. Da Ursache und Wirkung im komplexen Wechselspiel von Baumvitalität und Schädlingsentwicklung nicht klar zugeordnet werden können, ist diese Angabe nur rein rechnerisch zu werten. In ihrer Vitalität durch Witterung und Fremdstoffbelastung geschwächte Bäume verfügen über weniger Abwehrkräfte gegenüber biologischen Schadorganismen.

Luftschadstoffe

Angesichts der extremen Witterungsverhältnisse und der anhaltenden Insektenschäden in Brandenburg fiel der Anstieg der Waldschäden insgesamt noch moderat aus. Es kann davon ausgegangen werden, dass die im letzten Jahrzehnt erreichten Erfolge der Luftreinhaltung, vor allem die Senkung der Schwefeldioxid-Emissionen auf weniger als ein Zehntel des Wertes der 80er Jahre, positive Auswirkungen zeigen. Ähnlich trockene Vegetationsperioden wie 2003 führten in den Jahren 1982 und 1988/89 zu einem erheblichen Anstieg der Waldschäden in der Region.

Der Waldzustand wird aber weiter durch den Schadstoffeintrag in die Ökosysteme stark beeinflusst. Bei den Schwefeldioxid-Emissionen, einer Hauptursache des sauren Regens, erfolgte bereits eine Reduzierung unter die kritische Belastung. Die Säurebelastung der Waldböden wird damit stärker durch den gleichbleibend hohen Stickstoffeintrag und kaum mehr durch die Schwefeleinträge aus der Luft überschritten. Allerdings wirkt die über Jahrzehnte erfolgte Akkumulation von Schwefelsäure in den Böden nach. Mit dem allmählichen Austrag dieser Fremdstoffe mit der Sickerwasserbewegung in tiefere Bodenschichten werden noch immer basische Nährstoff-Ionen (Kalzium, Magnesium, Kalium) aus dem Hauptwurzelraum ausgewaschen. Die periodische Ernährungsinventur von Kiefernbeständen in Brandenburg weist anhand von Nadelanalysen einen stetigen Rückgang der Versorgung mit den Nährstoffen Kalzium, Magnesium und Kalium aus.

Die Trockenperiode hat aufgrund der geringen Bodenwassergehalte in den Sickerwasseruntersuchungen im Jahr 2003 (noch) nicht den erwarteter Versauerungsschub erkennen lassen. Ihre Auswirkungen auf die bodenchemischen Bedingungen und die Stoffbilanz werden erst in den Folgejahren an den Dauerbeobachtungsflächen zu beobachten sein.

Die **Stickstoffeinträge** liegen noch großflächig über den kritischen Eintragsraten und steigen seit 2000 tendenziell wieder an. Als Hauptverursacher für den Ausstoß von Stickstoffoxiden, die auch zu der erhöhten Ozonbelastung beitragen, gilt der Straßenverkehr.

Darüber hinaus bleibt in Brandenburg ein Einfluss der Stickstoff-Emissionen aus landwirtschaftlichen Quellen bestehen. Diese Einträge führen auch bei Konzentrationen im subtoxischen Bereich zu einer zunehmenden Stickstoffsättigung der Waldböden, was die Destabilisierung der an Stickstoffmangel angepassten Ökosysteme zu Folge hat. Die Überschüsse des eingetragenen Stickstoffs werden mit dem Sickerwasser in das Grundwasser abgegeben, daneben nehmen auch gasförmige N-Emissionen aus den Waldböden zu. Bedenklich ist dabei vor allem die mit zunehmender N-Sättigung ansteigende Emission des gegenüber dem Kohlendioxid über 310 mal klimawirksameren Lachgases (N₂O). Die sich damit fortsetzende Gefährdung der Waldökosysteme durch Eutrophierung und Bodenversauerung unterstreicht die Notwendigkeit für weitere Anstrengungen zur Reduktion der Stickstoffemissionen.

Berlin wird im Rahmen der Erstellung eines Luftreinhaltplans Maßnahmen zur Reduktion der Stickstoffemissionen entwickeln. Dadurch sollte sich mittelfristig auch der Beitrag der Berliner Quellen zum N-Eintrag in die Wälder im Umkreis der Stadt vermindern.

Stickstoffoxide tragen außerdem zur **Ozonbildung** im Sommer bei. Die Ozonbelastungen lagen 2003 auf sehr hohem Niveau über den von der EU vorgegebenen Richtwerten zum Schutz der Vegetation. Die langjährige ozonbedingte Stresssituation des Waldes bleibt damit bestehen.

Auch bei den gegenüber Ozon wenig empfindlichen Kiefern wurden in der Region über biochemische Vitalitätsmarker 2003 deutliche spezifische Stressreaktionen gefunden. Diese Belastung erhöht zumindest die Prädisposition gegenüber weiteren Stressoren. An Buchenblättern einer Dauerbeobachtungsfläche wurden 2003 auch visuell erkennbare Symptome einer Ozonschädigung dokumentiert.

Klimaänderung

Die im letzten Jahrhundert beobachtete globale Erwärmung ist nach Meinung der Mehrheit der Fachwissenschaftler auf den vom Menschen verstärkten Treibhausgaseffekt durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, durch Waldzerstörung und durch die Emission weiterer Treibhausgase wie Methan, Fluorkohlenwasserstoffe und Lachgas zurückzuführen.

Drastische Änderungen des Niederschlagsdargebots einzelner Regionen, eine Verschiebung der Klimazonen und das gehäufte Auftreten extremer Witterungssituationen sind u. a. Belege dafür.

In den letzten Jahrzehnten traten gehäuft trocken-heiße Sommer auf. Die Region Berlin-Brandenburg hat ein relativ trockenes Klima, das bereits jetzt Wachstum und Vitalität der Wälder beeinflusst. Auch die Wasser- und Kohlenstoffbilanzen der Waldökosysteme werden vom Klima mitgeprägt. Klimaänderungen, vor allem wenn sie mit Niederschlagsreduktionen verbunden sind, können diese Bilanzen negativ beeinflussen. Die weitere Erwärmung verstärkt das Risiko von Witterungs-Stressperioden auch für die Wälder. Die Verlängerung der Vegetationsperiode, Veränderungen der Niederschlagsbedingungen zu vermehrten Starkniederschlägen und geringeren Niederschlagsmengen in der Vegetationszeit und wärmere Winterperioden weisen auf die Richtung der künftigen Klimaentwicklung hin.

In der Großstadt Berlin, die entsprechend der Bebauungsdichte ein gegenüber dem Umland wärmeres Stadtklima hat, sind die möglichen Folgen der Klimaerwärmung für den Waldzustand entsprechend eher erkennbar.

Die Unsicherheit fördert die Befürworter der Risikominimierung durch den Einsatz von eurypotenten Pionierbaumarten wie der Kiefer. Angesichts der in historischer Zeit bereits von Buchen und Eichen in den Wäldern der Region überdauernden Klimaänderungen erscheint das übertrieben. Durch die sehr schnelle Klimaerwärmung besteht allerdings das Risiko, dass Anpassungs- und Selektionsprozesse der am Standort bzw. in der Region vorhandenen Baumpopulationen überfordert sind. Deshalb kommt der Forstwirtschaft bei der gezielten Verjüngung und Voranbau von Laubbäumen eine hohe Verantwortung nicht nur bei der Auswahl der standortentsprechenden Baumarten, sondern auch der Kontrolle der Herkunft (Provenienz) der Samenbäume zu. Bei künstlicher Verjüngung sollte angepasstes Material mit entsprechender genetischer Vielfalt verwendet werden. Wenn möglich sollten trockenolerantere Herkünfte bevorzugt werden.

Bei der jetzigen Baumartenzusammensetzung (überwiegend Kiefernreinbestände) muss aufgrund der Erwärmung mit einer Zunahme der Schäden durch Insekten und einem erhöhten Waldbrandrisiko gerechnet werden.

5.2 Problematik steigender Eichenschäden

Die Entwicklung des Waldzustandes in der Region war für die dominierende Baumart Kiefer durch einen starken Rückgang der deutlichen Schäden bis zu einem Minimum von 7 % in den Jahren 1999–2001 geprägt. Trotz des Anstiegs auf 10 % weist sie in der Region auch aktuell noch einen guten Vitalitätszustand auf.

Dagegen zeigten die Laubbaumarten Buche und Eiche im Beobachtungszeitraum keine Tendenz der Zustandsverbesserung. Für die **Buche** war eine Stagnation um 15 % mittlere Kronenverlichtung festzustellen, die in den seit 1998 alle zwei Jahre auftretenden Mastjahren bei älteren Bäumen auf > 20 % steigt. Obwohl in den letzten Jahren damit ein Anstieg der Kronenverlichtung beobachtet wurde, erscheint diese Situation bisher nicht als gefährdend.

Deutlich schlechter stellt sich die Situation für die **Eichen** dar. Die mittlere Kronenverlichtung dieser Baumartengruppe schwankt seit Beobachtungsbeginn um 20 %. Der Flächenanteil deutlicher Schäden lag 1996 und 2003 bei einem Drittel der Baumartenfläche, der zusätzliche Trockenstress des Jahres 2003 führte 2004 zu deutlichen Schäden an 50 % der Eichen.

Nur ca. 30 % der Eichen wurden im Beobachtungszeitraum ohne sichtbare Schäden aufgenommen. Seit Jahren sind die Eichen die am stärksten geschädigte Baumartengruppe in der Region. Die Zeitreihe weist durch große Schwankungen des Kronenzustandes auf eine instabile Situation bei dieser Baumartengruppe hin. Als Ursachen für diese Instabilität des Kronenzustandes werden vor dem Hintergrund erhöhter Prädisposition durch Luftschadstoffe (Stickstoffeinträge, Bodenversauerung) vor allem Witterungsanomalien (Frost, Trockenheit) und biotische Schäden (Insekten, Pilze) diskutiert, die zu einer so genannten Komplexkrankheit führen.

Eine schlüssige Erklärung der Komplexkrankheit, bei der auch Wurzelinfektionen durch Phytophthora spec. eine wichtige Rolle spielen, fehlt aber noch.

Es ist für die Eichen seit 1996 eine besonders ungünstige Konstellation von Einflussfaktoren festzustellen. Nach der Trockenperiode 1988–1992 waren die Schäden in der Eiche bereits stark angestiegen, wie die Beobachtungen in der (west-) Berliner Forsten von 1983–1991 und ab 1991 für Gesamtberlin eindrucksvoll belegen. Im Folgejahr auf das trocken-heiße Jahr 1992 stiegen die deutlichen Schäden der Eiche erstmals extrem auf 50 % deutliche Schäden an.

Auch in Brandenburg wurde ein Anstieg der Kronenschäden der Eichen auf 26 % festgestellt, der aber nicht so extrem ausfiel, da im Jahr 1992 im Norden Brandenburgs deutlich höhere Niederschläge in der Vegetationsperiode fielen. In den Jahren 1994 und 1995 regenerierte sich die Belaubung langsam.

Diese Erholung wurde durch eine Gradation von Frostspanner und Eichenwickler, verbunden mit Schwammspinnerfraß mit dem Höhepunkt im Jahr 1996 beendet. Hiervon waren besonders die Eichen in Brandenburg betroffen. Die deutlichen Schäden stiegen auf 33 %. Nach kurzer Erholung 1997

und 1998 stiegen die Eichenschäden in Berlin und Brandenburg im trocken-warmen Jahr 1999 wieder stark an.

Seither ist in Berlin keine und in Brandenburg nur im Jahr 2002 bei besonders feuchter Witterung eine Regeneration erfolgt. Das Jahr 2003 brachte mit 50 % deutlichen Schäden in Berlin und 33 % in Brandenburg einen vorläufig neuen Höhepunkt der Eichenschäden.

Die Auswirkungen blieben auch diesmal (wie in Folge des Trockenjahres 1992) nicht auf das Jahr der Trockenstressbelastung beschränkt, sondern setzten sich im Jahr 2004 verstärkt fort.

In den Jahren 1995, 1998, 2000, 2001 und erneut 2003 wurde in der Waldschadenserhebung eine stärkere Fruktifikation der Eichen aufgenommen. Die Samenbildung erfordert gegenüber der alleinigen Blattentwicklung vermehrten Einsatz energetischer und stofflicher Ressourcen der Bäume. Bei einer reduzierten produzierenden Blattfläche durch geringeren Austrieb, Blattverluste durch Fraß, Befall durch Mehltau oder Abwurf durch Trockenstress kann ohnehin nur eine geringere Nettphotosynthese erfolgen. Werden die geringeren Reserven dann noch in die Samenbildung investiert, steigt das Risiko für die Bäume, für den Blattaustrieb des Folgejahres und die Feinwurzelregeneration keine ausreichenden Reservestoffmengen zur Verfügung zu haben.

Im Jahr 2003 wurde die Vegetationszeit durch einen frühen Kälteeinbruch am 3. September beendet, am 12. 10. setzte eine längere Frostperiode ein.

Danach erfolgte wieder ein Temperaturanstieg zu einem sehr warmen November. Während der Januar 2004 wieder überdurchschnittlich kalt war, ist von Februar bis April ein Wechsel von sehr warmen und kalten Perioden aufgetreten. Die Periode der Vegetationsruhe war von Februar bis April insgesamt überdurchschnittlich warm. Es ist denkbar, dass diese Störung der Winterruhe als zusätzlicher Stress die im Vorjahr angelegten Knospen bei geringen Reserven nachhaltig schädigte.

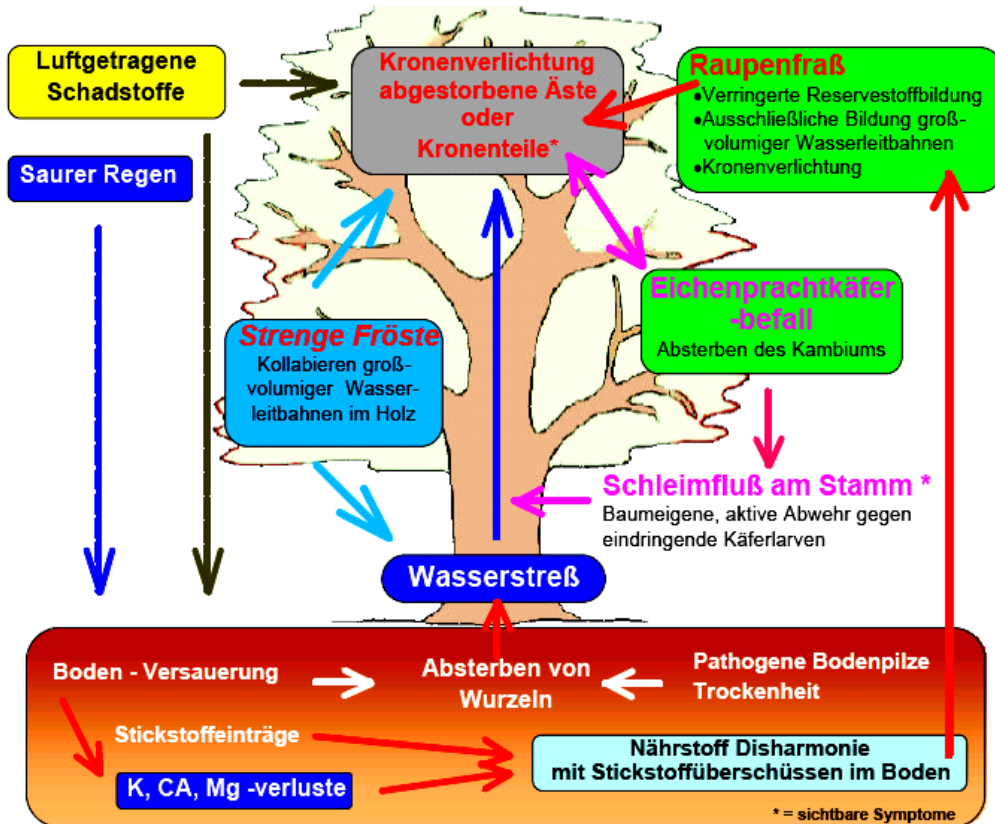
Zum Zeitpunkt des normalen Blattaustriebs im Mai lag die Lufttemperatur dagegen um über 5 Grad unter dem langjährigen Mittel.

Auch wenn die ungünstige Faktorenkombination die Entwicklung des Kronenzustandes der Eichen in den letzten Jahren recht plausibel beschreibt, bleibt die schlüssige Erklärung ihrer gegenüber den anderen Baumarten geringeren Vitalität offen. Die konkreten Faktorenkombinationen, die zu den beobachteten Vitalitätsprobleme der Eichen führen, bedürfen in der Region einer näheren Untersuchung. Letztendlich muss die Frage geklärt werden, welche waldbaulichen Verfahren und Maßnahmen sowie welche Herkünfte geeignet sind, Eichen-(Misch-) Bestände mit geringem Risiko und hoher Stabilität zu erziehen. Die Verjüngungsfreudigkeit der Eiche und die Anpassungsfähigkeit der Baumart in anderen Regionen gibt hierzu Optimismus.

Komplexkrankheit Eichensterben

Ursachenhypothese und Symptome

Quelle: Landwirtschaftskammer Rheinland, Pflanzenschutzdienst Bonn, Dezember 2001 www.pflanzenschutzdienst.de



Ziel der Berliner Forsten und der Landesforstverwaltung Brandenburg ist der Erhalt und der Aufbau naturnaher, möglichst artenreicher Mischbestände zur Risikominimierung. Die Umsetzung der **ökologischen Waldwirtschaft** auf möglichst großer Fläche und allen Eigentumsformen dient der Verwirklichung dieses Ziels. Der Waldumbau in Brandenburg spielt dabei eine zentrale Rolle. Seit 1997 wurden im Landeswald 9.525 ha Laub-Nadelholz-Mischwälder geschaffen. In den nächsten Jahrzehnten sollen im Landeswald noch etwa 100.000 ha schrittweise umgebaut werden. In Berlin wird die naturgemäße Bewirtschaftung der Wälder fortgesetzt.

Ein Hauptziel der ökologischen Waldentwicklung ist die Mehrung des Laubholzanteils mit standortgerechten, heimischen Baumarten, insbesondere mit den Hauptbaumarten Buche und Eiche, aber auch mit Birken, Linden und Hainbuchen. Da die Eiche aufgrund ihrer guten ökologischen sowie ökonomischen Eigenschaften für den Waldumbau unverzichtbar ist, bedürfen die Ursachen für den schlechten Zustand dieser Baumart unbedingt einer schnellen Klärung.

Nur auf Basis gesicherten Wissens kann eine qualifizierte Abwägung der Vorteile und Risiken der Baumartenzusammensetzung für die künftige Waldgeneration erfolgen. Die Problematik ist durch noch relativ unsichere Prognosen der regionalen Klimaentwicklung und die langen forstlichen Produktionszeiträume von über 100 Jahren gekennzeichnet.

Das forstliche Umweltmonitoring ist als permanentes Kontrollinstrument des aktuellen Waldzustandes und seiner Entwicklungsdynamik ein Kriterium zur Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Stabilisierung des ökologischen Waldzustandes.

5.3 Fortführung und Weiterentwicklung des forstlichen Umweltmonitoring

Das forstliche Umweltmonitoring war bisher vorrangig auf Untersuchungen zur Belastung des **Stoffhaushaltes** der Wälder durch Fremdstoffeinträge ausgerichtet.

Wälder, insbesondere im Aufbau begriffene, spielen im **Kohlenstoffhaushalt** der Erde eine bedeutende Rolle als Senken für Kohlendioxid der Atmosphäre durch Einbindung in die Biomasse und Speicherung in den Böden. Durch nachhaltige Bewirtschaftungsmaßnahmen der Wälder, verstärkte Substitution fossiler Energieträger durch Biomasse und die Verwendung von Holz als Baustoff (keine CO₂-Freisetzung durch Zersetzung) kann ein Beitrag zur Minderung des Treibhauseffektes geleistet werden. Modelluntersuchungen des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung belegen, dass sowohl Buche und Eiche im Reinbestand als auch in Mischbeständen mit Kiefer höhere Potenziale zur Kohlenstoffbindung aufweisen als Kiefernreinbestände.

Mit der Umweltkonferenz in Rio 1992 und der zweiten Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder 1993 in Helsinki ist der Erhalt der biologischen Vielfalt als ein wichtiges Kriterium für die nachhaltige Entwicklung der Wälder zu berücksichtigen. Die Länder Europas haben sich verpflichtet nachzuweisen, dass innerhalb ihrer Grenzen die **Biodiversität** forstlich bewirtschafteter Flächen nicht abnimmt. Eine naturnahe Forstwirtschaft, die mit standortsgerechten Baumarten stabile, stufige und strukturreiche Mischwälder aufbaut und bewusst wichtige Elemente des Naturwaldes wie alte Bäume, Totholz, Höhlenbäume und Kleinstrukturen z. B. Wurzelteller, Waldquellen u. a. m. erhält fördert die natürliche Biodiversität unserer Wälder.

Das forstliche Umweltmonitoring als Kontrollinstrument für eine nachhaltige Entwicklung des Waldes wird sich deshalb künftig neben der weiteren Beobachtung des Stoffhaushaltes auch neuen Fragen im Zusammenhang mit den Wirkungen von Klimaänderungen auf die Wälder, der Untersuchung ihres Beitrages im Kohlenstoffhaushalt, bei der Sicherung des Bodenschutzes und der Erhaltung der Biodiversität stellen. In Nachfolge der EU-Verordnung „Zum Schutz der Wälder gegen Luftverschmutzung“ sieht die Verordnung **Forest Focus** die Entwicklung neuer Module zu diesen Fragestellungen vor. Das Land Brandenburg wird sich an der Entwicklung der neuen Module beteiligen.

5.4 Maßnahmen zum Schutz des Waldes

Wald- und Umweltpolitik der Bundesregierung zielen vorrangig darauf, schädliche Einflüsse auf die Waldökosysteme zu verringern (v. a. Luftreinhaltung und Klimaschutz), die Funktionsfähigkeit dieser Ökosysteme zu erhalten (v. a. flankierend forstliche Maßnahmen), den Waldzustand und seine weitere Entwicklung zu beobachten sowie Entscheidungshilfen für die Politik zu erarbeiten.

Durch die Länder werden entsprechende Rahmenregelungen der Europäischen Union und des Bundes umgesetzt.

Ein umfassender Gesamtüberblick über die wichtigsten Maßnahmen der Bundesregierung ist im Waldzustandsbericht 2002 einsehbar (Internethomepage: <http://www.verbraucherministerium.de/> unter der Rubrik: Forst / Jagd). Im Waldzustandsbericht 2003 des Bundes werden vor allem neuere Maßnahmen ergänzend dargestellt.

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 aus Sicht der Forstwirtschaft müssen 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. Im Laufe des Jahres 2004 wird Berlin deshalb einen Luftreinhalteplan aufstellen, der unter anderem auf Emissionsminderungen für Stickstoffoxide zielt, um die Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid einhalten zu können.

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.

Die folgende Link-Sammlung soll dem interessierten Leser die Information zu hinsichtlich des Schutzes der Wälder relevanten Maßnahmen der Länder Berlin und Brandenburg ermöglichen.

Links

[Immissionsschutzbericht 2002 des Landes Brandenburg: Teil Maßnahmen](#)

[Wie gut ist die Berliner Luft?](#)

[Pressemeldung mit Link zur Klimastudie Brandenburg:](#)

[Klimaschutz-Seiten Berlin:](#)

Nachhaltige Entwicklung Politikfelder und Grundsätze Brandenburg:

Agenda 21 Nachhaltiges Berlin

Richtlinien und Kriterien für die Entwicklung des Waldes (Berlin)

Gütesiegel für den brandenburgischen Landeswald

Tabellenanhang: Ergebnisse der Waldschadenserhebung

Land Berlin

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent ⁶						mittlere Kronenverlichtung	Stichprobenumfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
Baumarten und Altersgruppen 2004								
Kiefer	6,6	62,5	30,1	0,5	0,3	31,0	24	594
bis 60-jährig	6,5	63,9	28,9	0,0	0,7	29,6	24	291
über 60-jährig	6,6	61,1	31,4	1,0	0,0	32,3	25	303
andere Nadelbäume	75,5	20,4	2,0	0,0	2,0	4,1	12	49
bis 60-jährig	75,5	20,4	2,0	0,0	2,0	4,1	12	49
über 60-jährig								0
Buche	3,0	30,3	66,7	0,0	0,0	66,7	31	33
bis 60-jährig								0
über 60-jährig	3,0	30,3	66,7	0,0	0,0	66,7	31	33
Eiche	1,1	18,0	66,7	14,3	0,0	81,0	43	189
bis 60-jährig	3,6	21,4	67,9	7,1	0,0	75,0	39	28
über 60-jährig	0,6	17,4	66,5	15,5	0,0	82,0	44	161
andere Laubbäume	23,6	45,7	28,6	0,7	1,4	30,7	23	140
bis 60-jährig	18,0	62,3	19,7	0,0	0,0	19,7	22	61
über 60-jährig	27,8	32,9	35,4	1,3	2,5	39,2	24	79
Baumartengruppe Laubbäume	9,9	29,8	51,9	7,7	0,6	60,2	34	362
Baumartengruppe Nadelbäume	11,8	59,3	28,0	0,5	0,5	28,9	23	643
Gesamtergebnis 2004	11,1	48,7	36,6	3,1	0,5	40,2	27	1005
bis 60-jährig	15,9	55,9	27,0	0,5	0,7	28,2	23	429
über 60-jährig	7,6	43,2	43,8	5,0	0,3	49,1	30	576
Gesamtergebnisse der Vorjahre								
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

⁶ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Land Brandenburg

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent ⁷						mittlere Kronenverlichtung	Stichprobenumfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
Baumarten und Altersgruppen 2004								
Kiefer	44,8	45,1	9,1	0,6	0,4	10,1	15	2950
bis 60-jährig	56,0	36,0	7,0	0,6	0,4	8,0	13	1634
über 60-jährig	30,9	56,4	11,6	0,8	0,4	12,7	18	1316
andere Nadelbäume	67,9	26,0	4,8	0,3	1,0	6,1	11	670
bis 60-jährig	71,0	23,6	4,2	0,0	1,3	5,4	11	551
über 60-jährig	53,8	37,0	7,6	1,7	0,0	9,2	14	119
Buche	35,8	27,6	34,4	2,2	0,0	36,6	22	369
bis 60-jährig	71,2	19,7	7,6	1,5	0,0	9,1	12	66
über 60-jährig	28,1	29,4	40,3	2,3	0,0	42,6	24	303
Eiche	27,1	26,7	37,3	7,6	1,2	46,1	28	490
bis 60-jährig	48,1	30,2	13,2	7,0	1,6	21,7	20	129
über 60-jährig	19,7	25,5	46,0	7,8	1,1	54,8	31	361
andere Laubbäume	38,8	36,9	19,9	3,4	1,0	24,3	21	909
bis 60-jährig	36,0	34,5	24,4	4,0	1,1	29,5	22	553
über 60-jährig	43,3	40,4	12,9	2,5	0,8	16,3	19	356
Baumartengruppe Laubbäume	35,0	32,1	27,8	4,3	0,8	32,9	23	1768
Baumartengruppe Nadelbäume	46,1	44,1	8,8	0,6	0,4	9,9	15	3620
Gesamtergebnis 2004	44,7	42,6	11,2	1,1	0,5	12,7	16	5388
bis 60-jährig	55,6	34,8	8,2	0,9	0,5	9,5	14	2933
über 60-jährig	31,3	52,1	14,9	1,3	0,4	16,6	19	2455
Gesamtergebnisse der Vorjahre								
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

⁷ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Gesamtregion Berlin-Brandenburg

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent ⁸						mittlere Kronenverlichtung	Stichprobenumfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
Baumarten und Altersgruppen 2004								
Kiefer	44,3	45,3	9,3	0,6	0,4	10,3	16	3544
bis 60-jährig	55,5	36,4	7,3	0,5	0,4	8,2	13	1925
über 60-jährig	30,6	56,4	11,8	0,8	0,4	13,0	18	1619
andere Nadelbäume	68,0	25,9	4,7	0,3	1,1	6,1	11	719
bis 60-jährig	71,1	23,5	4,1	0,0	1,3	5,4	11	600
über 60-jährig	53,8	37,0	7,6	1,7	0,0	9,2	14	119
Buche	35,1	27,7	35,1	2,1	0,0	37,2	22	402
bis 60-jährig	71,2	19,7	7,6	1,5	0,0	9,1	12	66
über 60-jährig	27,4	29,4	41,0	2,2	0,0	43,2	24	336
Eiche	24,8	26,0	39,9	8,1	1,1	49,2	29	679
bis 60-jährig	45,8	29,8	16,0	7,0	1,5	24,4	21	157
über 60-jährig	17,8	24,7	48,0	8,5	1,0	57,6	32	522
andere Laubbäume	38,3	37,2	20,2	3,3	1,0	24,5	21	1049
bis 60-jährig	35,5	35,3	24,3	3,9	1,1	29,2	22	614
über 60-jährig	42,4	40,1	14,1	2,5	0,9	17,5	19	435
Baumartengruppe Laubbäume	33,7	32,0	28,9	4,5	0,8	34,2	24	2130
Baumartengruppe Nadelbäume	45,6	44,3	9,1	0,6	0,42	10,1	15	4263
Gesamtergebnis 2004	44,1	42,7	11,6	1,1	0,5	13,2	16	6393
bis 60-jährig	55,1	35,1	8,4	0,9	0,5	9,8	14	3362
über 60-jährig	30,7	51,9	15,5	1,4	0,4	17,3	19	3031
Gesamtergebnisse der Vorjahre								
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

⁸ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Glossar

Basen:

Chemische Verbindung, die mit einer Säure durch Neutralisation Salze bildet.
Basen sind z. B. die Pflanzennährstoffe Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium.

Bestand:

Abgrenzbare Waldfläche, die sich in Struktur, Alter und Baumartenzusammensetzung von angrenzenden Flächen unterscheidet.

Bioindikation:

Reaktion eines biologischen Systems auf äußere Einflüsse, damit Grundlage für den Nachweis von Belastungen durch Umweltfaktoren und Schäden an biologischen Systemen (biochemische Ebene bis zur Ökosystemebene).

Bioindikator:

Lebewesen oder Lebensgemeinschaft, die auf Schadstoffbelastungen mit Veränderungen reagiert.

Biomarker:

physiologische und biochemische Indikatoren, die auf Umwelteinflüsse reagieren und auf den verschiedenen biologischen Organisationsebenen unterhalb des Individuums (Molekül, Zelle, Gewebe, Organ) als Maß für die Wirkung quantifiziert werden können.

Bodenazidität:

Verhältnis von Säuren zu Basen im Boden. Bei hoher Azidität herrschen die Säuren vor.

Bodenzustandserhebung (BZE):

Auf dem Stickprobennetz (*Level I-Monitoring*) durchgeführte Untersuchung des Waldbodens und des Ernährungszustandes der Waldbäume. Die erste Bodenzustandserhebung wurde im Zeitraum 1987–1993 durchgeführt. Eine bundesweite Wiederholung dieser Erhebung ist in Vorbereitung. Teil des *forstlichen Umweltmonitoring*.

Critical Loads:

Schwellenwert für Schadstoffeinträge (Schadstoffmenge in Masse pro Flächeneinheit), bei dem nach bisherigem Wissen noch keine nachweisbaren schädlichen Veränderungen der Ökosysteme in Struktur und Funktion zu erwarten sind.

Critical Level:

Schwellenwert für die Schadstoffkonzentration der Luft (Masse pro Volumeneinheit), bei dem nach bisherigem Wissen noch keine nachweisbaren schädlichen Veränderungen an Organismen zu erwarten sind.

Deposition:

Eintrag von Stoffen (Masse pro Flächeneinheit) in ein Ökosystem (z. B. Eintrag von Schadstoffen durch die Luft (trockene -) und mit dem Regen (nasse -) in ein Waldökosystem).

Emission:

Die von einer Quelle (Emittent) ausgehenden Luftverunreinigungen, Boden- und Wasserverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.

Eutrophierung:

Nährstoffanreicherung des Wassers oder Bodens.

Forstliches Umweltmonitoring:

Überwachung des Waldzustandes mit dem Ziel, Schäden und andere Veränderungen der Waldökosysteme frühzeitig zu erkennen, um im Bedarfsfall geeignete Maßnahmen zum Schutz des Waldes zu treffen. Es umfasst das *Level I-Monitoring*, das *Level II-Monitoring* und die Waldökosystemforschung.

Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung:

Angabe der in 5-%-Stufen angesprochenen Kronenverlichtung nach ihrer Häufigkeit. Sie lässt erkennen, ob viele Bäume im Bereich der Schadstufengrenzen liegen.

Immissionen:

Schädliche Umwelteinwirkungen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen. Immissionen sind auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Verunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen.

Integrierende Auswertungen:

Verknüpfung der auf den Stichprobennetzen Level I und Level II erhobenen Daten mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden und Modelle unter Einbeziehung von Daten anderer Messnetze und Kartierungen.

Klimatische Wasserbilanz:

Als Klimatische Wasserbilanz bezeichnet man die Differenz zwischen Niederschlagshöhe und Höhe der *potenziellen Evapotranspiration* eines Ortes in einer bestimmten Zeitspanne. Meteorologische/klimatische und hydrologische Größen werden kombiniert.

Evaporation (E):

direkte Verdunstung von freier Bodenoberfläche und über Wasser, unter Ausschluss biologisch physiologischer Prozesse.

Transpiration (T):

Verdunstung von Pflanzenoberflächen (Regulierung durch Öffnen/Schließen der Spaltöffnungen in den Blättern), biologisch physiologisch relevant.

Evapotranspiration ET = E+T:

Reale Evapotranspiration (= aktuelle) ist die ET einer teilweise oder ganz mit Pflanzen bewachsenen Fläche, deren Wassernachschub durch Wassermangel, biologische oder physikalische Bedingungen begrenzt ist.

Die **potenzielle Evapotranspiration** tritt ohne diese Begrenzungen auf. Sie unterscheidet sich von der potenziellen Evaporation vor allem dadurch, dass sich auch bei optimaler Wasserversorgung unter bestimmten Bedingungen wie hoher Temperatur, niedriger photosynthetisch aktiver Strahlung die Blattoberflächen (Stomata) schließen können oder andere physiologische Vorgänge die Transpiration reduzieren.

Naturhaushalt:

Wirkungsgefüge aller natürlichen Faktoren (Mineralien, Gesteine, Boden, Wasser, Luft, Klima, Pflanzen, Tiere).

nutzbare Wasserspeicherkapazität (nWSK):

Eigenschaft von Böden; Die nWSK quantifiziert die Wassermenge, die ein bestimmter Boden in einer abgegrenzten Tiefe (Hauptwurzelraum) speichern kann, abzüglich der Menge, die Pflanzenwurzeln nicht aufnehmen können.

Kronenverlichtung:

Im Rahmen der Waldschadenserhebung eingeschätzter Verlust / Minderaustrieb von Nadeln und Blättern an Waldbäumen. Zunehmende Kronenverlichtung ist ein Alarmsignal, das eine Gefährdung der Wälder anzeigt.

Level I-Monitoring:

Überwachung des Waldzustandes auf dem flächendeckenden, systematischen Stichprobenetz mit repräsentativen Ergebnissen für den gesamten Wald. Das Level I-Monitoring umfasst die jährliche *Waldschadenserhebung*, die *Bodenzustandserhebung* und Untersuchungen des Ernährungszustandes der Waldbäume (Nadel-/Blattanalysen). Teil des *forstlichen Umweltmonitoring*.

Level II-Monitoring:

Intensive Untersuchungen des Waldzustandes an ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen zur Untersuchung der Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Waldökosystemen und den sie beeinflussenden Faktoren. Teil des *forstlichen Umweltmonitoring*.

Mittlere Kronenverlichtung:

Mittelwert der in 5%-Stufen eingeschätzten Kronenverlichtung der Einzelbäume.

Nadel-/Blattverlust:

Synonym Kronenverlichtung, Verlust hier gegenüber einem Referenzbaum mit normaler Kronendichte verstanden.

Neuartige Waldschäden:

Waldschäden, die im Unterschied zu klassischen Rauchschiäden seit Ende der 70er Jahre an allen Baumarten großflächig und auch fernab von Industrieanlagen auftreten und bei denen Luftschadstoffen als Einflussfaktor eine Schlüsselrolle zukommt.

Ökosystem:

Beziehungsgefüge aus Organismen und ihrer Umwelt.

Perzentilbereich:

Bereich einer Häufigkeitsverteilung. So liegen z. B. 75 % aller gemessenen Werte innerhalb des 75-Perzentil. Perzentilbereiche werden als relativer Bewertungsmaßstab verwandt.

pH-Wert:

Maß zur Bestimmung des sauren, neutralen oder basischen Charakters wässriger Lösungen, stellt den negativ dekadischen Logarithmus der molaren Wasserstoffionen-Konzentration dar. Die pH-Wert-Skala reicht von 1 bis 14, ein pH-Wert von 7 kennzeichnet eine neutrale Lösung.

polyphag:

Bezeichnung für Tiere, die in ihrer Nahrungsauswahl wenig wählerisch sind und sich von der verschiedenartigsten pflanzlichen bzw. tierischen Substanz ernähren.

Populationsdichte:

Zahl der Individuen einer Art, bezogen auf eine Raumeinheit

Puppen:

Entwicklungsstadium bei Schmetterlingen

Pufferung:

Fähigkeit (z. B. von Waldböden), den pH-Wert trotz Zufuhr von Säuren oder Basen durch chemische Prozesse konstant zu halten.

Rauchschäden:

Bereits in früheren Jahrhunderten in der Nähe von Industrieanlagen, vornehmlich Hüttenwerken, beobachtete Waldschäden, die auf schwefelhaltige Abgase zurückgeführt wurden.

Sickerwasser:

Wasser, das sich im Boden der Schwerkraft folgend bewegt.

Stoffbilanz:

Gegenüberstellung von Stoffeinträgen und Stoffausträgen eines Systems.

Stress:

Auswirkung einer Belastung durch Störfaktoren als Druck, Belastung, Beanspruchung und Verschleiß mit denen ein biologisches System fertig werden muss. Die Anpassung an die durch Stress hervorgerufenen Zustände kann in drei Stufen ablaufen: Alarmzustand, Widerstand, Erschöpfung.

Szenarien:

Variation von Randbedingungen in komplexen Modellen zur Untersuchung des Frage: Was wäre, wenn?

Transnationales Stichprobennetz:

Für die Überwachung des Waldzustandes auf europäischer Ebene eingerichtetes Stichprobennetz, das derzeit 35 Staaten mit einem grenzüberschreitenden 16 x 16-km-Raster überzieht. Level I-Monitoring.

Waldschadenserhebung:

Jährlich auf dem Stichprobennetz (*Level I-Monitoring*) durchgeführte Ansprache der *Kronenverlichtung* und der Vergilbung von Nadeln und Blättern an Waldbäumen. Die Ergebnisse der Waldschadenserhebung dienen als Weiser für die Vitalität der Wälder. Teil des *forstlichen Umweltmonitoring*.

**Ministerium für Ländliche Entwicklung,
Umwelt und Verbraucherschutz
des Landes Brandenburg**

Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Heinrich-Mann-Allee 103
14473 Potsdam
Tel.: 03 31 / 8 66 72 37 oder - / 8 66 70 17
Fax: 03 31 / 8 66 70 18
Internet: www.mluv.brandenburg.de
E-Mail: poststelle@mluv.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
Internet: www.stadtentwicklung.berlin.de
E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@senstadt.verwalt-berlin.de