

WALDZUSTANDSBERICHT 2002
der Länder Brandenburg und Berlin

Impressum

Herausgeber: Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg,
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Heinrich-Mann-Allee 103, 14469 Potsdam
Tel.: 03 31 / 8 66 70 16 oder - / 8 66 70 17, Fax: - / 8 66 70 18
Internet: www.brandenburg.de/land/mlur
E-Mail: poststelle@mlur.brandenburg.de

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin
Sonderbereich Kommunikation
Württembergische Straße 6, 10707 Berlin
Tel.: 0 30 / 90 12 68 69, Fax: - / 90 12 35 01
Internet: www.stadtentwicklung.berlin.de
E-Mail: oeffentlichkeit@senstadt.verwalt-berlin.de

Satz: Natur & Text in Brandenburg GmbH, Rangsdorf

Druck und buchbinderische
Verarbeitung: Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH

Auflage: 1000 Exemplare

ISBN: 3-933352-49-5

Potsdam und Berlin, im November 2002

Titelbild: Ziel der Berliner Forsten und der Landesforstverwaltung Brandenburg ist der Erhalt und der Aufbau naturnaher, möglichst artenreicher Mischbestände zur Minimierung des Risikos gegenüber Klimaänderungen.
Foto: Christian Naffin, Berlin

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierungen von Brandenburg und Berlin unentgeltlich herausgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien, noch von Wahlwerbern, noch von Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landes-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Kurzfassung	5
1 Einleitung	6
2 Methodik der Waldzustandserhebung	9
<i>Monitoringkonzept, Messnetz, Aufnahmemerkmale, Auswertung</i>	
3 Ergebnisse der Waldschadenserhebung 2002	
3.1 Gesamtregion	13
3.2 Berlin	15
3.3 Brandenburg	18
3.4 Auswertung nach Wuchsgebieten, territoriale Schwerpunkte der Schäden	20
3.5 Differenzialmerkmale und ihr Einfluss auf die Kronenzustandserhebung	22
<i>Vergilbung, Intensität der Fruktifikation, männliche Blüten der Kiefer,</i>	
<i>Intensität biotischer Schäden, Einfluss von Standortmerkmalen</i>	
3.6 Einordnung der Ergebnisse in die Entwicklung auf Ebene des Bundes und Europas (Stand 2001)	25
4 Einflüsse auf den Waldzustand	
4.1 Klimatische Rahmenbedingungen	27
4.2 Biotische Schaderreger und Waldbrandgeschehen 2001/2002	31
4.3 Immissionssituation und Entwicklung der Fremdstoffeinträge in Wälder	34
5 Schwerpunktthema Klimawandel und Folgen für die nachhaltige Waldbewirtschaftung	
5.1 Klimawandel	38
5.2 Waldwachstumsmodell	39
5.3 Klimawandel und Phänologie	39
5.4 Szenarienanalyse zur Wasserverfügbarkeit unter Klimawandel	40
5.5 Kohlenstoffhaushalt – mögliche Effekte des Waldumbaus	40
5.6 Diskussion und Schlussfolgerungen	40
6 Schlussfolgerungen	
6.1 Ziele zur Verminderung der waldschadensrelevanten Luftverschmutzung	42
6.2 Waldbauliche Reaktionen auf den Klimawandel	43
Tabellenanhang: Ergebnisse der Waldschadenserhebung	45
Glossar	48
Umschlaginnenseiten: Daten zum Wald in Berlin und Brandenburg	

Vorwort

Waldbäume müssen in ihrem langen Leben viele Unwetter überstehen. Ereignisse wie die Stürme im Februar und Juli dieses Jahres hat es immer gegeben und wird es immer wieder geben. Unwetter gehören zur Natur und sind nicht zu vermeiden.

Die auffällige Häufung extremer Wetterlagen der vergangenen Jahre lässt jedoch keinen Zweifel daran, dass der Mensch das Wetter beeinflusst. Hauptziel muss es deshalb sein, alle klimaschädigenden Einflüsse zu minimieren. Die Wälder sind ein wichtiger Teil des Klimaschutzgürtels unserer Erde. Sie sind Quelle der Erholung und der frischen Luft, wirken ausgleichend auf das Lokalklima und sind Lebensraum für Tiere und Pflanzen.

Damit sich auch nachfolgende Generationen an einer gesunden Atmosphäre und an vielfältigen Waldbildern erfreuen können, müssen Maßnahmen zum Schutz des Waldes ergriffen werden.

Um unsere Wälder in einem gesunden und stabilen Zustand zu erhalten, sind politische Weichenstellungen zur weiteren Senkung der Luftschadstoffe erforderlich. Das gilt insbesondere für die Verringerung der Kohlendioxidemissionen um 40 Prozent bis zum Jahr 2020. Zudem müssen die forstlichen Maßnahmen einer naturnahen Waldentwicklung langfristig weitergeführt werden, denn unsere künftige Lebensqualität wird davon bestimmt sein, wie entschlossen und nachhaltig wir heute handeln.

Die internationale Staatengemeinschaft hat sich auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro verpflichtet, die Wälder der Erde zu schützen, nachhaltig zu entwickeln und zu nutzen. Das beinhaltet auch die ständige Überwachung von Waldökosystemen, die Kenntnis von Einflüssen, denen die Wälder ausgesetzt sind und die Erforschung der Prozesse, mit denen Wälder auf stoffliche und klimatische Belastungen reagieren.



Der vorliegende Walzustandsbericht mit einem Schwerpunktthema zu klimatischen Auswirkungen in unserer Region ist diesem Anliegen verpflichtet. Wie bereits im vergangenen Jahr, veröffentlichten die Landesforstverwaltungen der Länder Berlin und Brandenburg ihre Erhebungen zum Waldzustand für 2002 in einem gemeinsamen Bericht.

Berlin ist eine der walddreichsten Großstädte, Brandenburg eines der walddreichsten deutschen Bundesländer. Schon deshalb ist für beide Länder der Schutz des Waldes von herausragender Bedeutung.

Wolfgang Birthler
Minister für Landwirtschaft, Umweltschutz
und Raumordnung des Landes Brandenburg

Peter Strieder
Senator für Stadtentwicklung
des Landes Berlin

Kurzfassung

Mit dem Waldzustandsbericht 2002 wird die von der Öffentlichkeit angenommene, gemeinsame Präsentation der Ergebnisse der Waldschadenserhebung der Region für Berlin und Brandenburg fortgesetzt.

Hauptergebnisse der Waldschadenserhebung 2002

(Angaben in Prozent der Waldfläche, Veränderung zum Vorjahr in Prozentpunkten)

	ohne Schäden Schadstufe 0	Warnstufe Schadstufe 1	deutliche Schäden Schadstufen 2–4
Berlin	19	57	24
Veränderung	+7	-2	-5
Brandenburg	49	41	10
Veränderung	-4	+2	+2
Gesamtregion	49	41	10
Veränderung	-3	+1	+2

Mit 10 % deutlich geschädigter Waldfläche in der Region Berlin-Brandenburg bleibt der Waldzustand auch im Jahr 2002 relativ gut. Der gegenüber dem Vorjahr festgestellte Anstieg von 2 Prozentpunkten beendet allerdings die Periode kontinuierlicher Zustandsverbesserung.

In **Berlin** sind die Waldschäden (deutliche Schäden) gegenüber dem Vorjahr um 5 Prozentpunkte zurückgegangen. Damit hat sich der seit 1999 beobachtete Anstieg nicht weiter fortgesetzt. Als Ursache der Zustandsverbesserung ist die gegenüber den Vorjahren günstigere Witterungssituation in Berlin wahrscheinlich. Die starke Reaktion des Waldes auf für die Region nicht untypische Witterungsschwankungen weist auf eine eingeschränkte Vitalität, besonders der Berliner Wälder, hin. Die Eiche bleibt trotz der seit 3 Jahren erstmals wieder positiven Entwicklung die am stärksten geschädigte Baumart der Wälder in Berlin.

Eine räumliche Differenzierung der Schäden ist innerhalb des Landes Berlin nicht sehr ausgeprägt. Einen Schwerpunkt der Schäden bildet das Forstamt Grunewald, in dem die Anteile deutlicher Schäden seit 1998 steigen, während sie in Tegel eher rückläufig sind.

Der Rückgang der Waldschäden in **Brandenburg** ist seit etwa 6 Jahren zum Stillstand gekommen.

Gegenüber dem Vorjahr ist der Anteil deutlicher Schäden der Kiefer um 3 %-Punkte auf 9 % angestiegen, der Anteil der Kiefern ohne sichtbare Schäden sank um 4 %-Punkte auf 49 %. Damit ist die Periode der kontinuierlichen Zustandsverbesserung zunächst beendet und der Zustand der Kiefern wie zuletzt 1996.

Die Laubbaumarten Buche und Eiche lassen in der Zeitreihe keine Tendenz einer Zustandsverbesserung erkennen. Im Jahr 2002 sind die deutlichen Schäden der **Buche** wieder um 5 %-Punkte auf 21 % angestiegen. Während die Altersgruppe bis 60 Jahre im Jahr 2002 86 % Flächenanteil in Schadstufe 0 und 14 % in Schadstufe 1 aufweist, ist der Kronenzustand der Altersgruppe über 60 Jahre mit 27 % deutlichen Schäden, 37 % in Schadstufe 1 und 36 % in Schadstufe 0 deutlich schlechter. Aufgrund der Überlagerung mit der häufigen Fruktifikation in den Jahren 1992, 1995, 1998, 2000 und 2002 ist eine Trendaussage unsicher. Die **Eiche** war 2001 mit 27 % Flächenanteil deutlicher Schäden die Baumart mit dem höchsten Grad der Kronenverlich-

tung. Im Gegensatz zur Entwicklung der Buche sind die deutlichen Schäden bei der Eiche um 6 %-Punkte auf 21 % gefallen. Damit bleibt das Niveau der Schäden der Eiche in der Zeitreihe relativ konstant auf erhöhtem Niveau ohne Tendenz zu einer Zustandsverbesserung.

Territoriale Schwerpunkte mit überdurchschnittlich hohen Flächenanteilen deutlicher Schäden sind 2002 die Landkreise Uckermark, Barnim, Havelland, Elbe-Elster und Spree-Neiße. Während die Schadensschwerpunkte Barnim, Uckermark und Havelland im Norden Brandenburgs bereits im Vorjahr auffielen, sind die Schäden in den Kreisen Elbe-Elster und Spree-Neiße 2002 erstmals wieder angestiegen. Hier wurde ein relativ hoher Anteil von Insektenschäden erfasst.

Die Zunahme von Insektenschäden (Nonne) sowie eine erneute Mast bei Buche erklären einen hohen Anteil des Anstiegs der Schäden in Brandenburg. Auch die trockene Witterung der Jahre 1999 und 2000 wirkt noch im Kronenzustand vor allem der Kiefern nach. Die Stagnation der deutlichen Schäden auf einem Niveau von ca. 10 % weist auch für Brandenburg auf die Andauer merklicher Waldschäden hin.

Für den Zustand der Wälder in der **Region Berlin-Brandenburg** insgesamt spielt der historische und aktuelle Schadstoffeintrag in die Ökosysteme eine entscheidende Rolle. Vor allem die Stickstoffeinträge liegen noch großflächig über den kritischen Eintragsraten. Auch erhöhte Ozonbelastungen sind wieder verstärkt in den kritischen Blick der Waldschadensforschung gerückt. Selbst bei Ausbleiben akuter Schäden reagieren die Bäume mit der Aktivierung ihrer Abwehrkräfte auf diese Stressbelastung.

Die Witterungsextreme mit Stürmen und Überflutungen im Jahr 2002 haben den Klimawandel erneut in die Schlagzeilen gebracht. Gerade die Wälder sind von Veränderungen des Klimas, besonders durch die Zunahme von extremen Witterungsereignissen, betroffen.

Die Beobachtung der Waldzustandsentwicklung wird neben der Fortführung der Kontrolle der Wirkungen von Schadstoffbelastungen auf neue Fragestellungen erweitert, wie die Registrierung von Veränderungen der Waldökosysteme durch den Klimawandel, die Kontrolle ihrer Artenvielfalt und im Rahmen des Kyoto-Protokolls die Untersuchung ihres Beitrages zur Kohlenstoffspeicherung.

Wälder sind weniger empfindlich gegenüber Belastungen, wenn sie eine hohe innere Stabilität aufweisen, eine dem Standort angepasste Arten- und Strukturvielfalt besitzen und auf Böden wachsen, die in der Lage sind säurehaltige Einträge abzufiltern. Dies sind in aller Regel Wälder die den natürlichen Waldgesellschaften ähnlich sind. 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.

Maßnahmen zur Luftreinhaltung und zum Klimaschutz auf globaler als auch regionaler Ebene sind die Voraussetzung für einen Erfolg der Maßnahmen zur ökologischen Waldentwicklung durch standortgerechte, naturnahe Waldwirtschaft.

1 Einleitung

Forsten und Wälder erfüllen eine Vielzahl von bedeutsamen Schutz- und Regelungsfunktionen für Boden, Wasser, Klima und Biosphäre sowie als wichtige Ressource für erholungssuchende Menschen. Die waldbezogenen Nutzungen und Funktionen mussten mit der Zeit ständig veränderten, neuen Ansprüchen gerecht werden. Wald ist wichtig als Lieferant des umweltfreundlichen und vielseitig verwertbaren Rohstoffes Holz, als Schutzfaktor für Boden, Wasser, Luft und Klima sowie als Lebensraum für viele Pflanzen- und Tierarten. Er schützt darüber 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.

In der Vergangenheit stand die Nutzfunktion des Waldes im Vordergrund. Inzwischen entwickelte die deutsche Forstwirtschaft das Leitbild einer multifunktionalen Waldnutzung. Der Begriff der Nachhaltigkeit der Holzproduktion wurde erweitert auf die dauerhafte Bereitstellung aller Waldfunktionen, d. h. der ökonomischen, ökologischen und sozialen Wirkungen und Leistungen des Waldes. Als nachhaltig gilt heute eine Entwicklung/Bewirtschaftung, wenn sie mittel-/langfristig mit den ökologischen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen einer Region als verträglich bewertet wird.

Mit der Industrialisierung kam zu den Problemen durch Übernutzung und den Aufbau von wenig strukturierten Nadelbaumforsten eine zusätzliche Belastung der Forstökosysteme über Luftverunreinigungen hinzu, die zunächst örtlich bis regional in Emittentennähe zu direkten Schäden an Bäumen führten. Dies waren die klassischen Rauchschäden. Mit zunehmender Luftverunreinigung wurde zur Entlastung der betroffenen Menschen die Emission in größere Höhen abgeleitet, was zu geringeren Konzentrationsspitzen aber großflächiger Verteilung der Schadstoffe führte, die auch in so genannten Reinluftgebieten fernab von Industrieanlagen in die Wälder eingetragen wurden. Letztlich waren große Teile Europas durch „sauren Regen“ betroffen und „Neuartige Waldschäden“ rückten den Wald in einer bis dahin unbekanntem Intensität in den Blickpunkt umweltpolitischer Diskussion.

Das zu Beginn der 80er Jahre befürchtete, großflächige Waldsterben ist nicht eingetreten. Die im Zusammenhang mit dem Begriff ‚Neuartige Waldschäden‘ durchgeführten

umfangreichen Forschungsarbeiten zur Waldökologie und die etablierten Monitoringprogramme führten zu der Erkenntnis, dass sich die ökosystemaren Bedingungen für die Wälder in den vergangenen Jahrzehnten bis heute relativ schnell ändern.

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

In dem Ursachenkomplex, der zu Belastungen der Vitalität der Gehölze und Stabilität der Wälder führt, nehmen Luftverunreinigungen eine Schlüsselrolle ein, 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.

Gerichtete Veränderungen des Zustandes der forstlichen Ökosysteme auf physikalischer und chemischer Ebene können zeitlich entkoppelt von der biologischen Wirkung dieser Störungen auftreten, z. B. durch die Pufferfunktion des Bodens vorübergehend kompensiert werden. 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.

Eine nachhaltige, standortgerechte Forstwirtschaft erfordert deshalb die kontinuierliche wissenschaftliche Überwachung von einzelnen Indikatoren der Waldökosystementwicklung.

Nachhaltige Waldbewirtschaftung

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

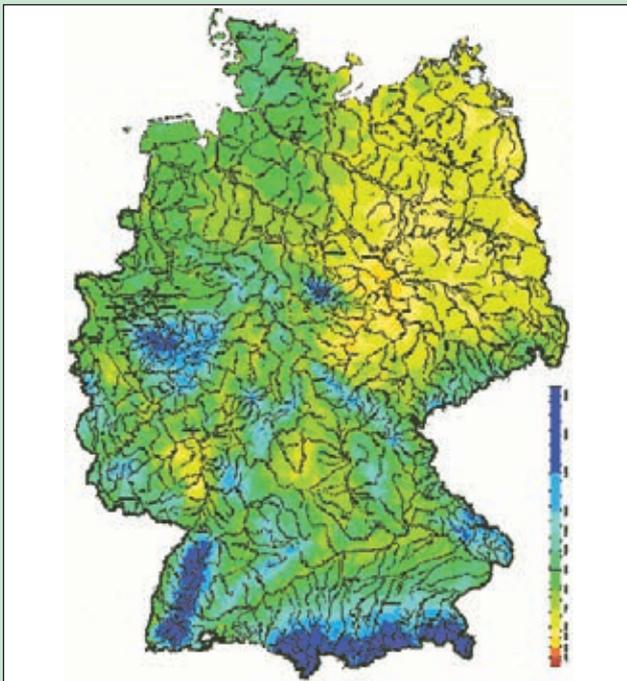
- das deren biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität erhält
- sowie deren Potenzial, jetzt und in der Zukunft die entsprechenden ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen,
- ohne anderen Ökosystemen Schaden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

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

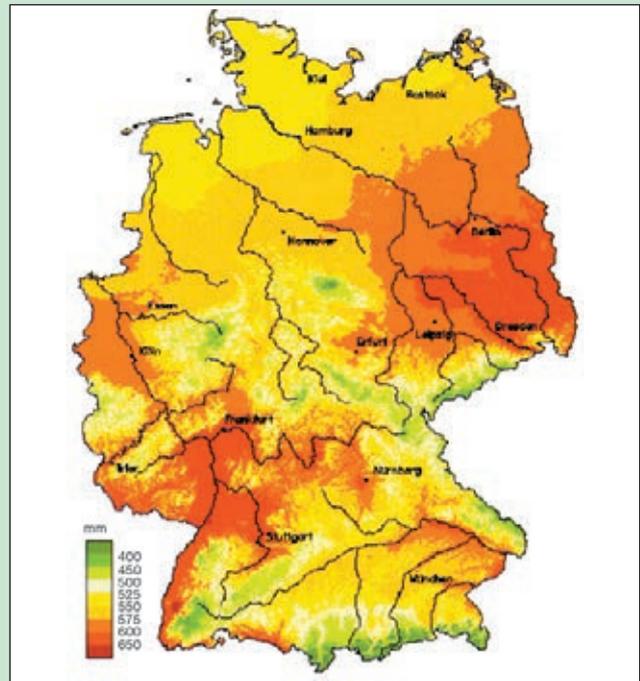
Das Ziel der „Nachhaltigen Entwicklung“ erfordert die dauerhafte Bereitstellung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Wirkungen und Leistungen des Waldes. Waldökosysteme entwickeln sich in langen Zeiträumen. Sie unterlagen aber in historischer Zeit einem ständigen Wandel sowohl ihrer vom Menschen geschaffenen Struktur als auch ihrer Umweltbedingungen. Durch stoffliche Belastungen über Luftverschmutzung werden instabile Wälder zusätzlich belastet und ihre Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen langfristig gefährdet.

Die Wälder sollen durch die ökologische Waldentwicklung stabilisiert werden, damit sie gegenwärtige und künftige Belastungen besser verarbeiten können. Dies hat nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn die stofflichen sowie die klimatischen Belastungen der Wälder auf das Maß reduziert werden, das sie langfristig ohne negative Folgen verarbeiten können.

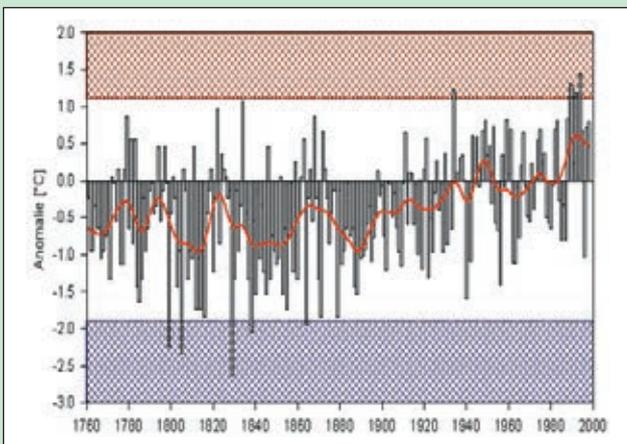
Klimazustand und Klimawandel



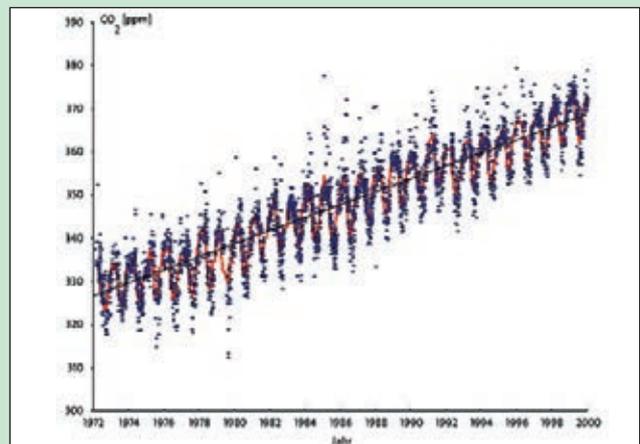
Mittlerer korrigierter Jahresniederschlag, Periode 1961 – 1990
Deutscher Wetterdienst (DWD), Hydrologischer Atlas



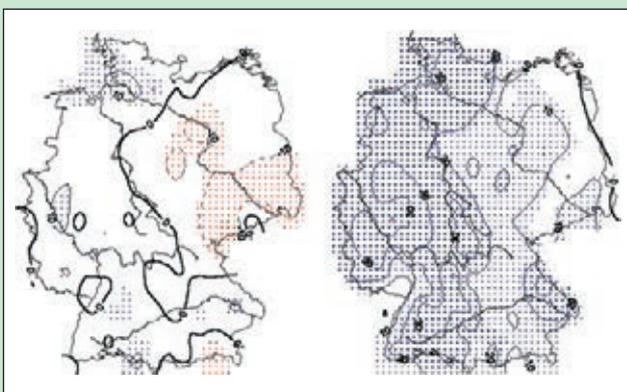
Mittlere Grasreferenzverdunstung 1961 – 1990
G. Müller-Westermeier, Klimastatusbericht 1998, DWD



Zeitlicher Verlauf der Lufttemperatur in Deutschland zwischen 1761 und 1998, dargestellt als Anomalie in °C ; Datenbasis: DWD aus J. Rapp, Klimastatusbericht DWD, 1998



Anstieg der CO₂-Konzentration der Luft, hier dargestellt anhand der Monatsmittelwerte an der Messstelle des Umweltbundesamtes Schauinsland (Baden-Württemberg)
Quelle: Umweltbundesamt, Daten zur Umwelt 2000



Relative Trends der Niederschlagshöhe (in % des Mittelwertes) zwischen 1896 und 1995 mit signifikanten Gebieten (gerastert; rot = Abnahme, blau = Zunahme). Links: Hydrologisches Sommerhalbjahr, rechts Hydrologisches Winterhalbjahr.
Quelle: J. Rapp, Klimastatusbericht 1999, DWD

Der Osten Deutschlands weist sowohl geringe Niederschläge als auch hohe Verdunstungsraten auf. Wasser ist in großen Teilen Brandenburgs der wachstumsbegrenzende Faktor der Wälder. Der Trend der Erhöhung der Lufttemperatur verschärft die Situation für die Vegetation ebenso, wie der Trend zur Abnahme der Sommerniederschläge bei Zunahme der Winterniederschläge. Trockenstress wird damit für die Wälder in Brandenburg und Berlin ein häufiger auftretendes Phänomen.

Das Schwerpunktthema des diesjährigen Waldzustandsberichtes sind der Klimawandel und seine Folgen für die nachhaltige Waldbewirtschaftung in der Region Berlin-Brandenburg (S. 38 – 41).



Aus dem Nationalen Waldprogramm
Kurzfassung, Stand 2000

Die Rolle des Waldes im globalen Kohlenstoffhaushalt

Die Bedrohung des globalen Klimas durch den Treibhauseffekt ist ein wichtiges Thema der nationalen und internationalen Umweltpolitik. Hauptursache ist die steigende Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) in der Atmosphäre, die insbesondere auf die Verbrennung fossiler Energieträger und die großflächige Zerstörung von Wäldern weltweit zurückzuführen ist. Entsprechend müssen Gegenmaßnahmen in erster Linie an diesen Ursachen ansetzen. Aber auch forstliche Maßnahmen können einen Beitrag zur Lösung des Problems leisten. Klimaveränderungen führen auch zu Risiken für den Wald selbst.

Erhaltung der Waldflächen und Förderung der Waldmehrung

In Wäldern können im Vergleich zu anderen Vegetationsformen die höchsten Kohlenstoff-Vorräte erreicht werden. Sicherung und Ausweitung der Waldfläche sind daher Mittel zur Festlegung von Kohlenstoff.

Handlungsbedarf:

- Verbesserte Förderung der Waldmehrung
- Beschleunigung und Vereinfachung der Genehmigungsverfahren bei geplanten Aufforstungen
- Vermehrte Berücksichtigung des Ziels der Waldmehrung in der Raumordnung

Waldbauliche Maßnahmen zur Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in Wäldern

Alter und Struktur der Waldbestände beeinflussen die Höhe des Durchschnittsvorrats und damit auch den in den Wäldern gespeicherten Kohlenstoffvorrat. Da mindestens die Hälfte des in Wäldern der gemäßigten Breiten vorhandenen Kohlenstoffvorrats in Mineralboden, Humus und Streu gebunden ist, kommt auch dem Bodenschutz besondere Bedeutung zu.

Handlungsbedarf:

- Erhöhung der CO₂-Bindung durch geeignete waldbauliche Maßnahmen
- Berücksichtigung des Aspektes der CO₂-Speicherungsfunktion im multifunktionalen Waldbau auch über finanzielle Anreize
- Umsetzung einer naturnahen Waldbewirtschaftung auf möglichst großer Fläche
- Nutzung bodenschonender Verfahren bei Walderschließung und Waldarbeit

Vermehrte Verwertung von Holz als Rohstoff und Energieträger

Durch die Nutzung langlebiger Holzprodukte wird der im Holz gespeicherte Kohlenstoff langfristig der Atmosphäre entzogen (Produktspeicherung). Ferner leistet Holz, das energetisch verwertet wird, einen Beitrag zur CO₂-Entlastung, wenn damit der Verbrauch fossiler Brennstoffe ersetzt wird (Energiesubstitution). Schließlich trägt die Verwendung von Holz und Holzzeugnissen auch dann zur Kohlendioxid-Minderung bei, wenn dadurch andere Materialien ersetzt werden können, die unter hohem Einsatz fossiler Rohstoffe oder Energieträger erzeugt wurden (Materialsubstitution).

Handlungsbedarf:

- Verbesserung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Holzverwendung, insbesondere im Umwelt- und Energiebereich

Forschung und Monitoring

Im Hinblick auf Anpassungsstrategien der Forstwirtschaft an einen künftigen Klimawandel sind weitere wissenschaftlich fundierte Kenntnisse über den Beitrag der Wälder zum Kohlenstoffhaushalt und die möglichen Folgen des Klimawandels für die Wälder erforderlich.

Handlungsbedarf:

- Regionalisierung globaler Klimamodelle
- Erfassung von Kohlenstoffvorräten und deren Veränderungen in Waldökosystemen
- Erweiterung des Wissensstandes über Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen an Klimaänderungen

2 Methodik der Waldzustandserhebung

Um sicherzustellen, dass Wald auch künftig die Gesamtheit der vielfältigen Funktionen erfüllen kann, werden verlässliche Aussagen über die ökologische Situation des Waldes und seine Entwicklung benötigt.

Da die Ursachen der Waldschäden länderübergreifend wirken, wurde 1985 ein europaweites Monitoring-Programm unter Verantwortung der Europäischen Union und der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen ins Leben gerufen. Grundlagen waren die Ratsverordnung Nr. 3528 (1986) der Europäischen Union sowie die Genfer Luftreinhaltekonvention (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. Gegenwärtig sind 36 europäische Staaten, die USA und Kanada an diesem Programm beteiligt.

Da nicht nur direkte Reaktionen auf Umweltveränderungen, sondern auch langfristige Folgen und Wechselwirkungen in Waldökosystemen von Bedeutung sind, wurde ein mehrstufiges aufeinander abgestimmtes Untersuchungsprogramm unterschiedlicher Intensitätsebenen (Level) entwickelt, um ein ausreichend differenziertes Bild vom Zustand des Waldes und seiner Beziehungen zur Umwelt zu gewinnen.

Das forstliche Umweltmonitoring umfasst drei Elemente:

- Erhebungen auf einem systematischen Stichprobennetz, die flächenrepräsentative Informationen über den Waldzustand und dessen Entwicklung bereitstellen (**Level I**),
- Intensive Untersuchung der Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Waldökosystemen und den sie beeinflussenden Faktoren auf Dauerbeobachtungsflächen (**Level II**),
- Waldökosystemforschung zur Synopse und Erweiterung der bisher verfügbaren Kenntnisse zu Prozessabläufen.

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.

Level I

Die Erhebungen auf dem systematischen Stichprobennetz umfassen die jährliche **Waldschadenserhebung** (WSE) und die bisher einmalige Bodenzustandserhebung (BZE) im Wald.

Die Waldschadenserhebung dient dazu, mit vertretbarem Aufwand zeitnahe Aussagen über die Vitalität der Wälder und deren Entwicklung bereitzustellen. Erhebungen auf dem systematischen Stichprobennetz erlauben die flächenrepräsentative Schätzung der erhobenen Parameter für die gesamte Waldfläche.

Bei der Waldschadenserhebung wird der Kronenzustand (die Kronenverlichtung und Vergilbung von Nadeln und Blättern) von Stichprobenbäumen als Weiser für die Vitalität der Wälder ermittelt.

Der notwendige Stichprobenumfang für die Waldschadenserhebung ist von der Flächengröße der Wälder und der gewünschten statistischen Sicherheit des Ergebnisses abhängig. So ist auf Ebene des Bundes und Europas ein Gitternetz von 16 x 16 km festgelegt, für das Land Brandenburg erfolgt die WSE im Gitternetz von 4 x 4 km und für Berlin ist die Gitterweite auf 2 x 2 km reduziert, um zu einem aussagefähigen Landesergebnis zu kommen.

Zur Erfassung des aktuellen Waldbodenzustandes und dessen Veränderungen im Laufe der Zeit wurde von den Ländern zwischen 1987 und 1993 die erste bundesweite **Bodenzustandserhebung** im Wald an einer Unterstichprobe des WSE-Netzes (8 x 8 km) durchgeführt. Diese Erhebung wurde mit einer Inventur des Ernährungszustandes anhand von **Nadel-/Blattanalysen** verbunden. Die Ergebnisse sind in Länderberichten veröffentlicht und wurden vom Bund im „Deutschen Waldbodenbericht 1996“ zusammengestellt.

Die Durchführung der Waldschadenserhebung, der Bodenzustandserhebung und der Nadel-/Blattanalysen auf demselben Stichprobennetz ermöglicht neben der Erfüllung der Aufgaben der jeweiligen Erhebung auch eine statistische Verknüpfung der gewonnenen Daten, eine Form der so genannten „integrierenden Auswertung“.

Level II

Bei den Zustandserhebungen im Level I-Messnetz werden Wirkungen (Kronenzustand, Ernährungszustand, Zuwachs und Bodenzustand) erfasst, ohne die auslösenden Ursachen näher zu beleuchten.

Daher wurde innerhalb des Gesamtkonzeptes „Forstliches Umweltmonitoring“ im Jahr 1994 europaweit die zusätzliche Einführung einer weiteren Intensitätsstufe (Level II) initiiert. Diese fachlich besonders umfassende Ebene verfolgt das Ziel, wesentliche ökosystemare Einflussgrößen wie z. B. Luftverunreinigungen, klimatische und anderen Stressfaktoren sowie deren Wirkungen gemeinsam an repräsentativ ausgewählten Waldökosystemen zu untersuchen. Hierbei steht die Analyse von Prozessen in den als Fallstudien zu verstehenden Dauerbeobachtungsflächen im Mittelpunkt. Von den europaweit eingerichteten 860 Level II Dauerbeobachtungsflächen stellt die Bundesrepublik Deutschland 89 Flächen.

Das Untersuchungsprogramm wird nach den Methoden des „Internationalen Kooperativprogramms Forsten“ der UN-Wirtschaftskommission für Europa bearbeitet. Im Land Brandenburg wird es durch Untersuchungen zur biochemisch-ökophysiologischen Vitalitätsdiagnostik, zur genetischen Vielfalt und zur Forstschutzkontrolle ergänzt.

Komponenten des Untersuchungsprogramms auf den Dauerbeobachtungsflächen Level II

	Teilprogramm	Frequenz der Aufnahmen
Komponenten des Energie- und Stoffhaushaltes	Immission	halbstündlich
	Deposition	wöchentlich
	Meteorologie	stündlich
	Bodenzustand	10-jährig
	Sickerwasser Grundwasser	14-tägig jährlich
Biologische Systemreaktionen	Kronenzustand	jährlich
	Biochemische Vitalitätsdiagnostik	jährlich
	Phänologie	wöchentlich
	Bestandeswachstum	5-jährig
	Einzelbaumwachstum	14-tägig
	Nadel-/Blattanalysen	jährlich
	Streufall, Streuanalyse	monatlich
	Bodenvegetation; Verjüngung	jährlich
	Biotische Schaderreger	2–4 mal jährlich
	Genetik	einmalig

Ökosystemforschung

Über das Standardprogramm hinaus haben sich die Dauerbeobachtungsflächen zu Kristallisationspunkten für eine praxisnahe Ökosystemforschung entwickelt. So wird im Rahmen eines Verbundprojektes des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) seit 1998 an der Entwicklung eines Diagnostikprogramms zur Vitalitätsbewertung von Kiefern auf der Grundlage pflanzenchemischer und -physiologischer Parameter gearbeitet.

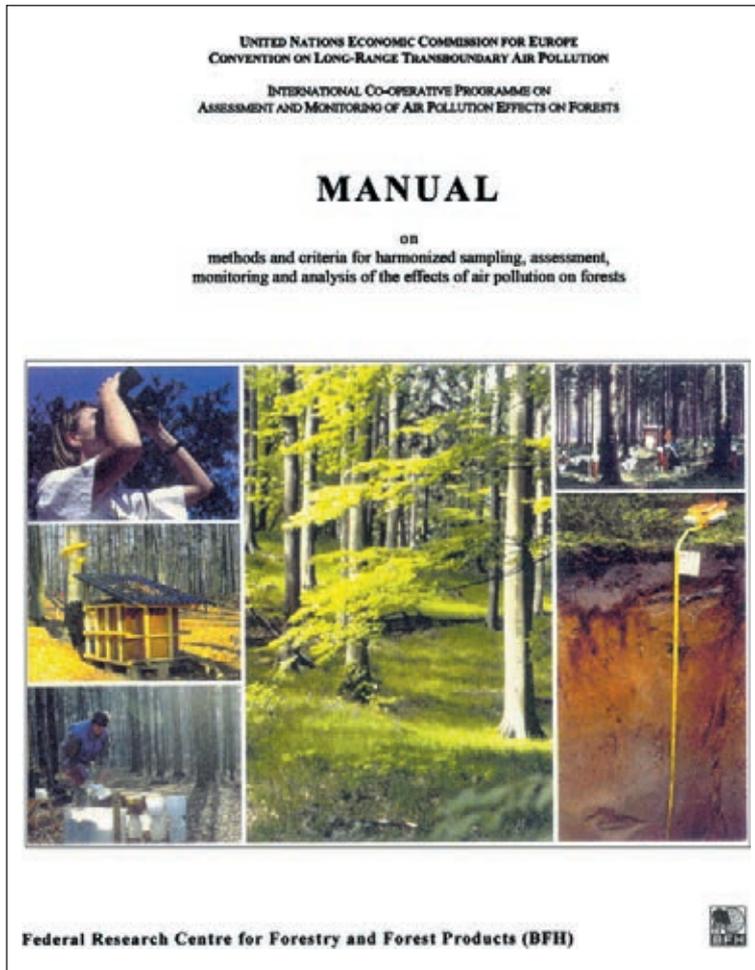


Abb. 1: Methodenhandbuch des Internationalen Programms zur Zusammenarbeit bei der Bestimmung und Beobachtung von Wirkungen der Luftverunreinigung auf Wälder (ICP Forests Manual) im Rahmen der Konvention zu weitreichender grenzüberschreitender Luftverunreinigung der UN-Wirtschaftskommission für Europa

Da die im Zuge der forstlichen Umweltkontrolle betrachteten äußeren Merkmale von Bäumen, wie z. B. von Wachstums- und Vitalitätsmarkern, nicht nur von den Standortfaktoren, sondern auch von der genetischen Reaktionsnorm der Einzelindividuen bestimmt werden, werden die Kiefern des Oberstandes auf der Grundlage von Isoenzymen genetisch charakterisiert. Darüber hinaus wurden in enger räumlicher Nähe zu zwei Level II-Flächen in Brandenburg Versuchsflächen zur Untersuchung der Potenziale und Grenzen von Eichen- und Buchen-Voranbauten unter Kiefernschirm angelegt. Dieses in der Startphase vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Forschungsprojekt widmet sich auch den Folgewirkungen des Waldumbaus auf den verbleibenden Kiefernbestand und die Bodenvegetation. Die Ergebnisse der forstlichen Umweltkontrolle finden ebenso Berücksichtigung in der Naturwaldforschung des Landes Brandenburg. Fünf Naturwaldreservate Brandenburgs haben regionalen Bezug zu forstlichen Monitoringflächen.

Als Bestandteil eines umfassenden, europaweiten Monitoringkonzeptes ist das forstliche Umweltmonitoring an den besonderen Bedingungen des Ökosystems Wald ausgerichtet. 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 und trägt damit fachspezifisch zu verantwortungsbewusster Landnutzung bei.

Die Ergebnisse der standardisierten Erhebungen bilden die wissenschaftliche Grundlage für politische Entscheidungen zur Luftreinhaltung und zu anderen Bereichen der Umweltpolitik unter der Genfer Luftreinhaltekonvention. Sie haben außerdem Bedeutung für die Gesetzgebung der Europäischen Kommission und der in das Programm eingebunden Staaten.

Waldschadenserhebung Level I-Messnetz

Die Waldschadenserhebung erfolgt in einem Stichprobenverfahren auf Rasterbasis, das flächenbezogene Aussagen über den Waldzustand liefert. Die Stichprobenpunkte werden durch die Schnittpunkte eines systematischen geografischen Gitternetzes bestimmt. Als Mindestdichte dieses Netzes wurde in Brandenburg ein Raster von 4 x 4 km, in Berlin von 2 x 2 km festgelegt. Ziel der Vollstichprobenerhebung ist es, Aussagen über den Zustand der Hauptbaumarten auf Wuchsebene zu erhalten. Auf der Grundlage des auf Forstkarten übertragenen Gitternetzes wurden an jedem auf Wald fallenden Gitternetzsnittpunkt permanente Kontrollstichproben (überwiegend Kreuztrakt mit 4 im Abstand von 25 m nach den Haupthimmelsrichtungen orientierten 6-Baum-Satellitenstichproben) eingerichtet.

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

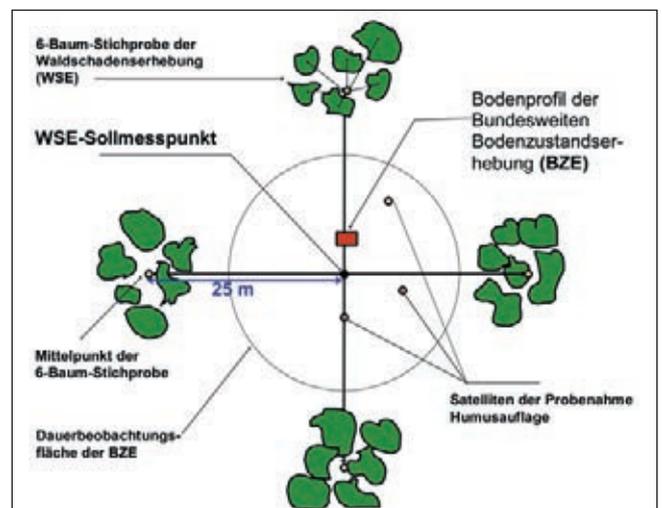


Abb. 2: Stichprobenpunkt der Waldschadenserhebung im Kreuztrakt

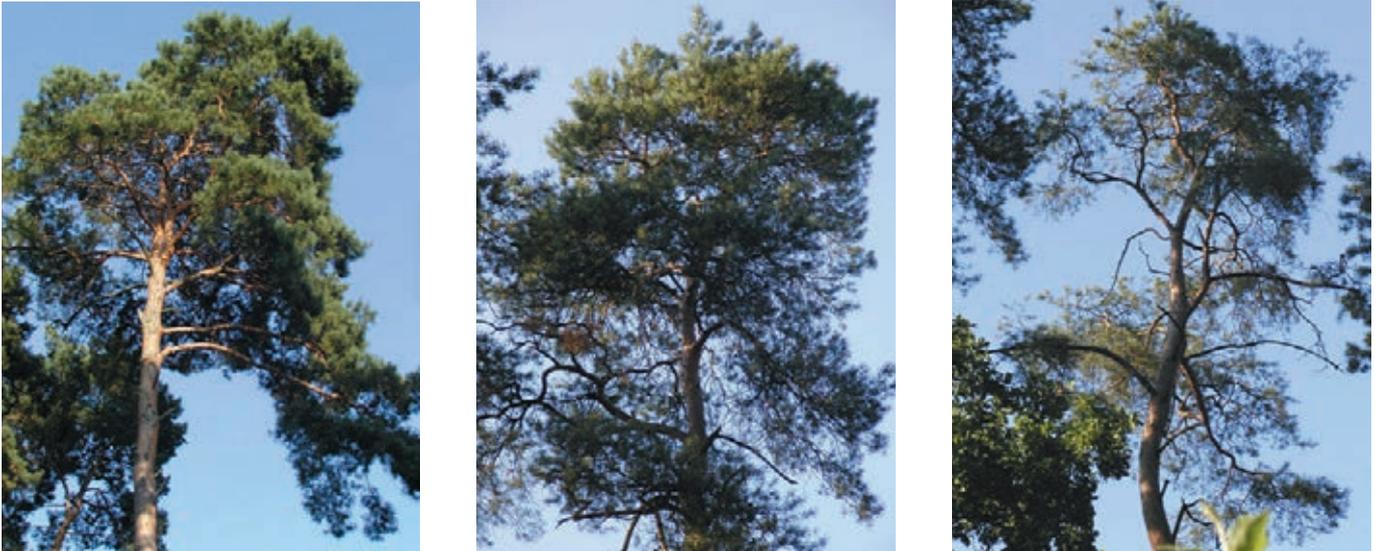


Abb. 3: Kiefernkrone mit differenzierter Kronenverlichtung (links: 0 %, Mitte: 20 %, rechts: 45 %)

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

Im jährlich aktuell auszufüllenden Aufnahmeformular werden für jeden Baum erfasst: Baumnummer/Ersatzbaumnummer, Ausfallgrund, Baumart, Alter, soziologische Stellung, Kronenverlichtung in 5 %-Stufen, Vergilbungsstufe der Krone, Benadelungsdichte von 4 Nadeljahrgängen in 25 %-Stufen bei Kiefer, Intensität der männlichen Blüte bei Kiefer, Intensität der Fruktifikation, Insektenschäden nach Art und Intensität, Pilzschäden nach Art und Intensität, Kronenbrüche und andere abiotische Schäden (Dürre, Wind, Frost, Feuer, Fäll- und Rückeschäden, Harzung).

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.

Der Kronenzustand jedes einzelnen Probenbaumes wird erhoben durch eine visuelle Schätzung:

- der Kronenverlichtung 'relativer Nadel- bzw. Blattverlust' im Vergleich zu einem voll belaubten Referenzbaum in 5 %-Stufen und
- 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.

Dabei werden nur die Bereiche der Baumkrone berücksichtigt, die sich ohne störende Einflüsse durch benachbarte Baumkronen oder Lichtmangel entwickeln konnten.

Alle 5 Jahre, beginnend 1991 werden zusätzlich an den WSE-Punkten in Brandenburg, die im Kreuztrakt angelegt sind und den Brusthöhendurchmesser (BHD) von 7 cm 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.

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, in Berlin 400 ha. Da an jedem Punkt 24 Bäume aufgenommen werden, repräsentiert jeder Probenbaum 66,67 ha, bzw. 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.

Definition der Schadstufen Nadel-/Blattverlust

Verlichtungsstufen	Kronenverlichtung	Aufnahmestufen
0 „ohne Schadmerkmale“	bis 10 %	0, 5, 10
1 „schwach geschädigt“	11–25 %	15, 20, 25
2 „mittelstark geschädigt“	26–60 %	30, 35, 40, 45, 50, 55, 60
3 „stark geschädigt“	über 60 %	65, 70, 75, 80, 85, 90, 95
4 „abgestorben“	100 %	100

Ableitung der 'Kombinierten Schadstufe'

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

Zur Ergebnisdarstellung werden die Erhebungen der Kronenverlichtung zu „Schadstufen“ zusammengefasst.

Treten an einem Probestaum mittlere oder starke Vergilbungen auf, wird die Schadstufe zur „kombinierten Schadstufe“ erhöht.

Es hat sich in der Ergebnisdarstellung die Anwendung der „kombinierten“ Schadstufe durchgesetzt. Auch ohne ausdrücklichen Verweis auf die Merkmalskombination wird un-

ter 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.

Schadstufen

Die Bezeichnung der Verlichtungsstufen als Schadstufen beinhaltet eine Wertung. 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 Instrument der Ergebnisdarstellung 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 von Interesse sein.

3 Ergebnisse der Waldschadenserhebung 2002

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.

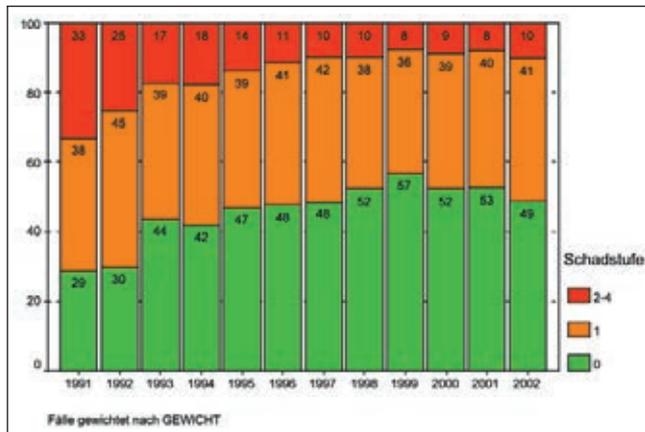


Abb. 4: Schadstufenentwicklung 1991 – 2002 in Prozent

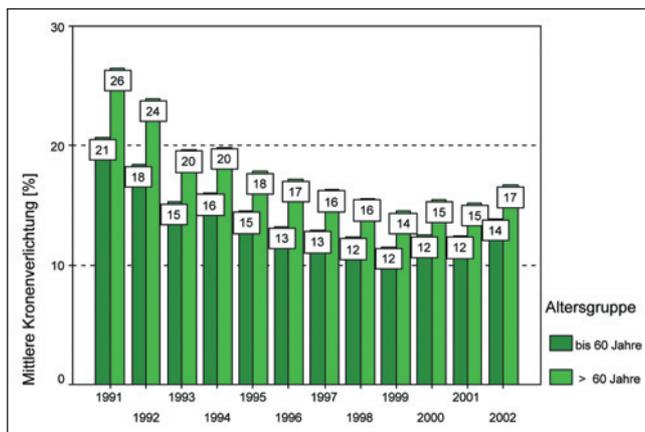


Abb. 5: Mittlere Kronenverlichtung nach Altersgruppen (bis 60 Jahre, über 60 Jahre)

In der Gesamtregion stieg der Flächenanteil deutlicher Schäden in der zusammenfassenden Betrachtung aller Baumarten gegenüber dem Vorjahr um 2 %-Punkte auf 10 % an.

Damit ist die kontinuierliche Zustandsverbesserung seit 1991 zum Stillstand gekommen. Gegenüber dem Beginn vergleichbarer Erhebungen in beiden Ländern hat sich der Kronenzustand der Waldbäume bis 1999 erheblich verbessert. Seither setzt sich diese Tendenz nicht weiter fort.

Im Jahr 2002 sank der Anteil der Schadstufe 0 erstmals seit 1998 wieder unter 50 %. Der Flächenanteil der Waldfläche in der Schadstufe 1 bleibt mit 41 % relativ konstant.

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 leicht steigende Tendenz der mittleren Kronenverlichtung festzustellen. Ältere Bäume bleiben im Mittel höher verlichtet als die jüngere Altersgruppe, die Entwicklung in beiden Altersgruppen läuft parallel.

Der Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der Kronenverlichtung in 5 %-Stufen für die Jahre 2001 und 2002 weist einen

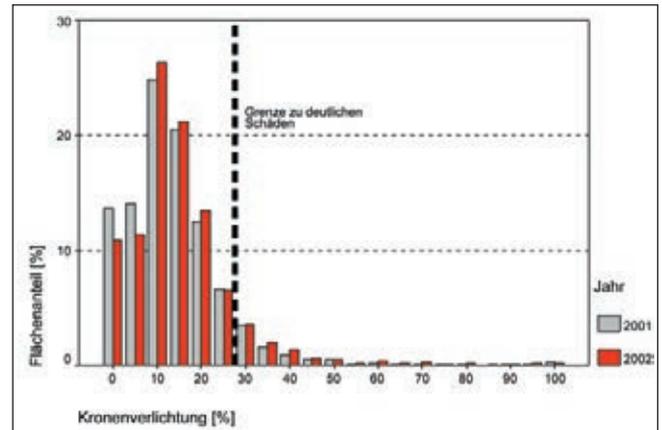


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung für alle Baumarten (Vergleich mit Vorjahr)

Rückgang des Anteils von Bäumen mit 0 % und 5 % sowie eine entsprechende Zunahme von Bäumen mit 10 – 20 % Kronenverlichtung aus. Auch im Bereich über 25 % Kronenverlichtung (deutliche Schäden) ist ein Anstieg der Flächenanteile in nahezu allen Stufen erkennbar. Die deutlichen Schäden konzentrieren sich auf die Verlichtungsgrade 30 %, 35 % und 40 %. Die Flächenanteile mit Kronenverlichtungen über 40 % lagen jeweils unter 1 % und in der Summe im Jahr 2001 bei 2,0 % und 2002 bei 3,5 %. Der Flächenanteil toter Bäume ist mit 0,2 % gegenüber dem Vorjahr nicht angestiegen.

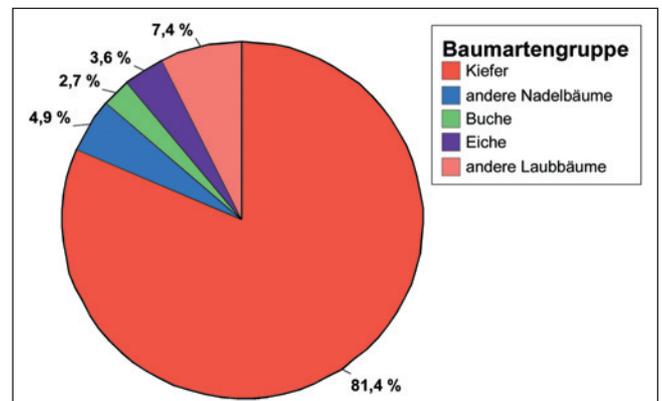


Abb. 7: Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe der Region Berlin-Brandenburg 2002

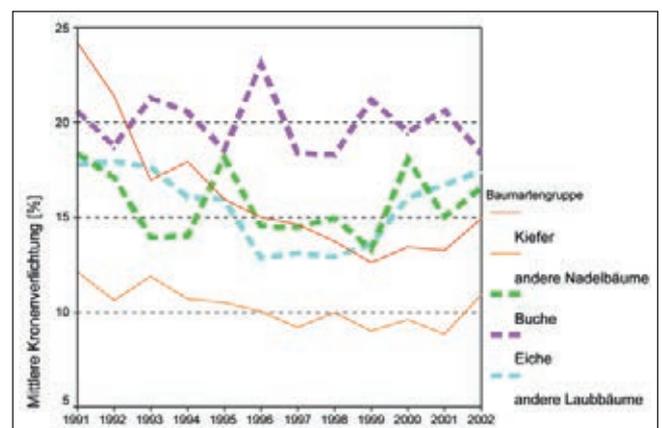


Abb. 8: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Baumartengruppen in der Region Berlin-Brandenburg

Die **Kiefer** dominiert mit 81 % Flächenanteil das Gesamtergebnis in der Region. Mit 9 % Flächenanteil deutlicher Schäden und 49 % Flächenanteil ohne Schäden ist ihr Zustand geringfügig besser als das Gesamtergebnis über alle Baumarten. Gegenüber dem Vorjahr ist der Anteil deutlicher Schäden um 2 %-Punkte auf 9 % angestiegen. Der Vita-

litätszustand 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 im Vorjahr 13 %. Im Jahr 2002 ist ein Anstieg auf 15 % festzustellen.

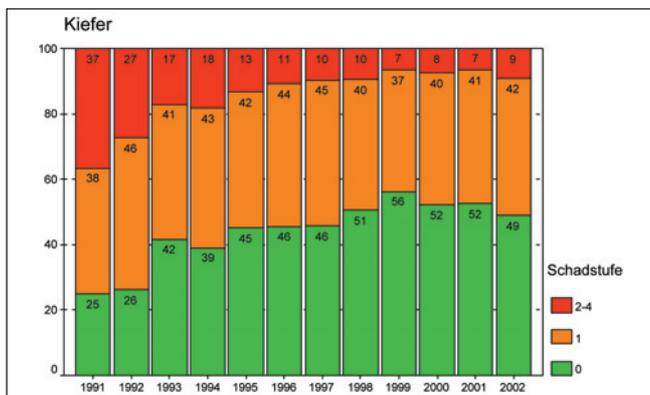


Abb. 9: Schadstufenentwicklung bei der Kiefer 1991 – 2002 in Prozent



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 65 % Flächenanteil ohne Schäden und 5 % deutlichen Schäden bleibt diese Baumartengruppe nur ge-

ring von Kronenverlichtungen betroffen. Gegenüber dem Vorjahr ist mit dem Anstieg deutliche Schäden um 1 %-Punkt und dem Rückgang des Anteils der Schadstufe 0 um 5 %-Punkte die fallende Tendenz der mittleren Kronenverlichtung von 1991 – 1999 abgebrochen.

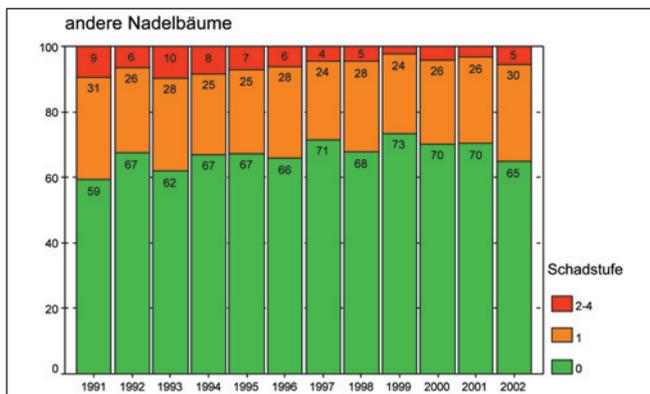


Abb. 10: Schadstufenentwicklung der anderen Nadelbäume 1991 – 2002 in Prozent



Die **Buche** ist mit gegenwärtig unter 3 % Waldflächenanteil eine Hauptbaumart, der im Zuge des Waldumbaus eine größere Bedeutung zukommen soll. Bundesweit war die Buche neben der Eiche im Jahr 2001 die Hauptbaumart mit der höchsten Kronenverlichtung (32 % deutliche Schäden). Die wenigen Buchen in der WSE-Stichprobe der Region hatten im Jahr 2000 mit 28 % Flächenanteil deutlicher Schäden den schlechtesten Kronenzustand seit Beginn der Erhebungen. Im Jahr 2001 war der Anteil der Schadstufen 2–4 um 13 %-Punkte auf 15 % zurückgegangen. Im Jahr 2002 setzt-

te sich die Erholung nicht fort. Der Flächenanteil deutlich geschädigter Buchen stieg um 6 %-Punkte auf 21 %. Als Ursache für die hohe Kronenverlichtung im Jahr 2000 wurde die starke Fruktifikation älterer Buchen erkannt. Die Intensität der Fruktifikation war 2002 deutlich höher als im Vorjahr, aber geringer als 2000. Eine generelle Tendenz der Kronenzustandsentwicklung der Buche seit 1991 lässt sich nicht ableiten. Die mittlere Kronenverlichtung schwankt um 15 %, in Mastjahren steigt sie bei älteren Bäumen auf 20 %.

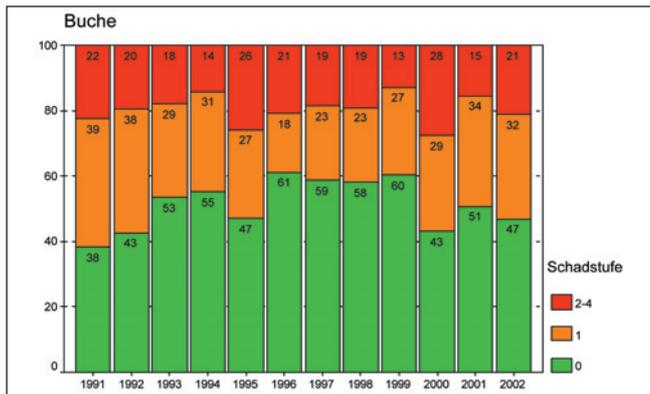


Abb. 11: Schadstufenentwicklung bei der Buche 1991 – 2002 in Prozent



Auch die **Eiche** mit gegenwärtig 3,8 % 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 und sank bis 2001 auf 33 %. In der Region bleibt die Eiche trotz des Rückgangs der deutlichen Schäden um 6 %-Punk-

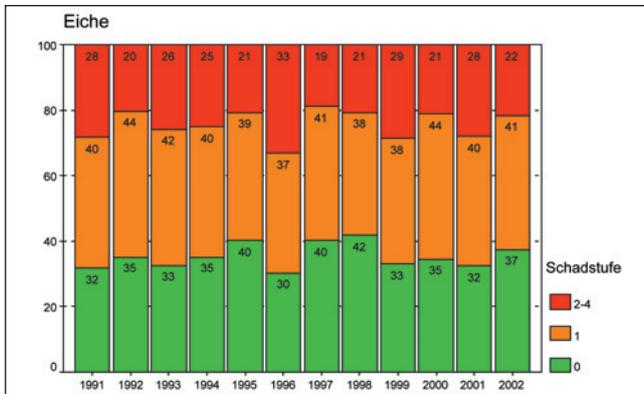


Abb. 12: Schadstufenentwicklung bei der Eiche 1991 – 2002 in Prozent

Andere Laubbaumarten (Birke, Erle, Robinie, u. a.) haben einen Flächenanteil von 7 % in der Gesamtregion. Ihr Zustand ist gegenüber den Hauptbaumarten Buche und Eiche deutlich besser, bleibt aber schlechter als der Zustand der Nadelbaumarten. Nach einer Verbesserung im Zeitraum 1991 bis 1996 blieb die mittlere Kronenverlichtung in dieser Baumartengruppe bis 1999 bei 13 % konstant, steigt aber seitdem wieder an. Im Jahr 2002 wurde ein Flächenanteil von

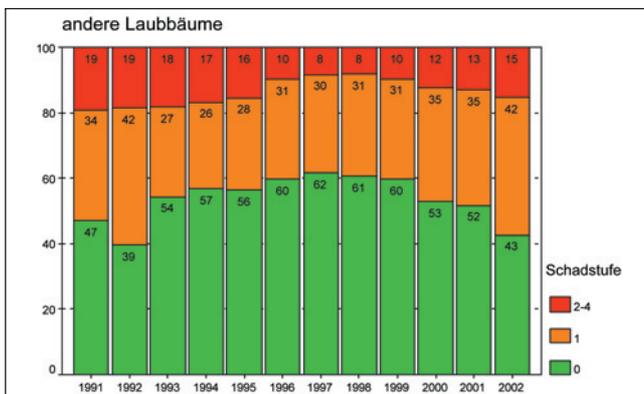


Abb. 13: Schadstufenentwicklung bei anderen Laubbäumen 1991 – 2002 in Prozent

3.2 Berlin

Die Waldzustandsentwicklung wird auch in Berlin ab 1991 in einem einheitlichen, neu angelegten Stichproben-Netz beobachtet.

Gegenüber der Entwicklung in Brandenburg ist für die in den Grenzen des Landes Berlin gelegenen Waldflächen keine Tendenz einer Erholung des Waldzustandes im Beobachtungszeitraum festzustellen. 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.

Im Jahr 2002 nahm der Anteil der Schadstufen 2 – 4 um 5 % auf 24 % ab und entspricht damit etwa wieder dem Niveau von 2000. Mit nur 19 % Flächenanteil der Schadstufe 0 ist der Kronenzustand der Waldbäume Berlins auch 2002 nur geringfügig besser als im Vorjahr. Die mittlere Kronenverlichtung über alle Baumarten reduzierte sich gegenüber dem

te mit einem Flächenanteil von 22 % deutlichen Schäden die Hauptbaumart mit der höchsten Kronenverlichtung. Der Schadfortschritt des Vorjahres hat sich nicht fortgesetzt. In der Zeitreihe ist kein Trend erkennbar. Mit nur einem Drittel der Baumartenfläche ohne sichtbare Schäden bleibt der Zustand der Eichen unbefriedigend. Ihre mittlere Kronenverlichtung schwankt seit 1991 um 20 % (Abb. 8).



15 % in den Schadstufen 2–4 festgestellt. Gegenüber dem Vorjahr ist das ein Anstieg um 2 %-Punkte, gegenüber dem besten Kronenzustand der Baumartengruppe im Jahr 1997 eine Verschlechterung um 7 %-Punkte. Die mittlere Kronenverlichtung liegt 2002 mit 17 % im gleichen Niveau wie Buche und Eiche. Besonders ist die Zustandsverschlechterung seit 1998 an der Entwicklung der Schadstufe 0 erkennbar, deren Anteil von 1997 62 % auf 43 % in diesem Jahr abnahm.



Vorjahr um 2 % auf 22 % und hat damit wieder das Niveau von 2000 erreicht.

Die Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung im Jahr 2002 weist im Vergleich zu 2001 zwei Entwicklungstendenzen auf. Die Anteile von Verlichtungen im Bereich von 20 % bis 35 % haben abgenommen. Die entsprechende Zunahme des Anteils anderer Verlichtungsstufen erfolgte aber nicht nur in Richtung auf eine Zustandsverbesserung, die an der Zunahme der Anteile der Verlichtungsstufen 10 % und 15 % erkennbar ist, sondern auch mit geringerem Anteil zu einer Zunahme im Bereich der Verlichtungsstufen 40 – 80 %. Daraus wird erkennbar, dass es einem Teil der Bäume nicht mehr möglich war die in den Jahren 2001 und 2002 günstigeren Witterungsbedingungen für eine Kronenzustandsverbesserung zu nutzen. Der Flächenanteil des Waldes mit Kronenverlichtungen von 40 – 95 % stieg von 7 % im Vorjahr auf 9 % an.

Der Anteil toter Bäume in der WSE-Stichprobe lag mit 0,9 % im Jahr 2000 und 1,1 % im Jahr 2001 deutlich höher als in

der Gesamtstichprobe der Region. Im Jahr 2002 wurden nur 0,1 % tote Bäume in der Stichprobe erfasst. Im Jahr 2002

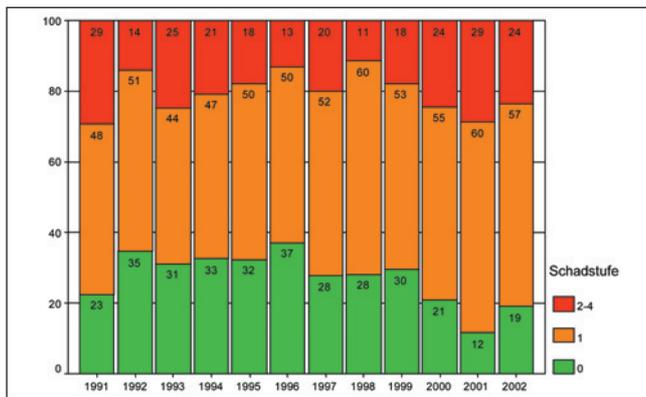


Abb. 14: Entwicklung der Schadstufenanteile für alle Baumarten 1991 – 2002 in Prozent

mussten 10 % der Stichprobepflanzen ersetzt werden. Die Ausfallursache war überwiegend die planmäßige Nutzung.

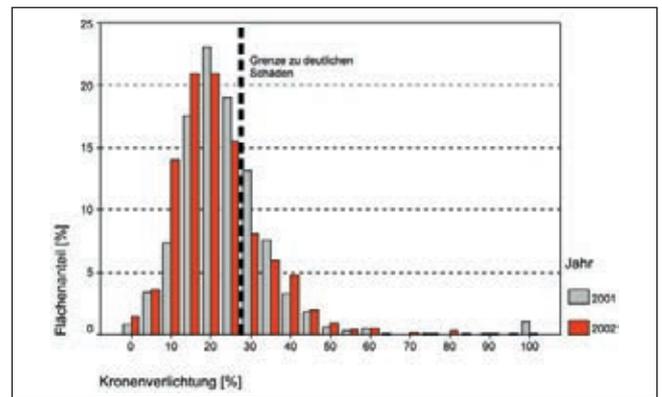


Abb. 16: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung über alle Baumarten

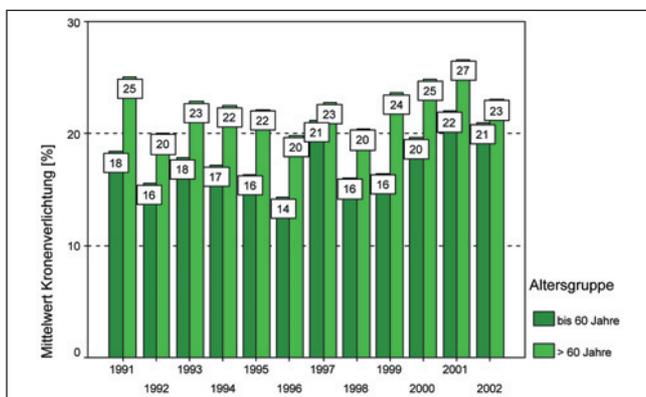


Abb. 15: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung für alle Baumarten

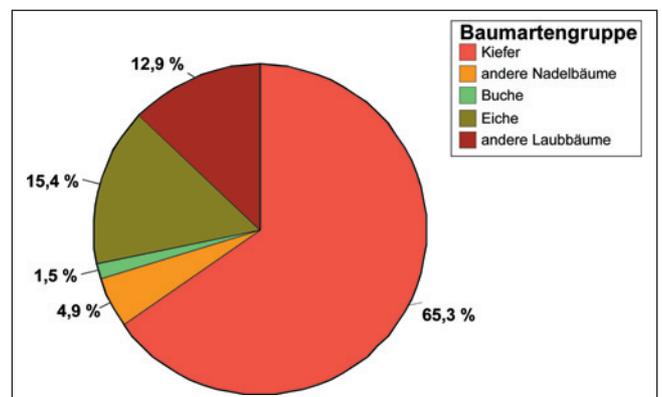


Abb. 17: Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe des Landes Berlin 2002

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.

Die **Kiefer** hat mit 22 % im Jahr 2002 gegenüber dem Vorjahr 5 %-Punkte weniger Flächenanteil deutlicher Schäden. Auch der Anteil der Schadstufe 0 ist um 9 %-Punkte auf 18 %

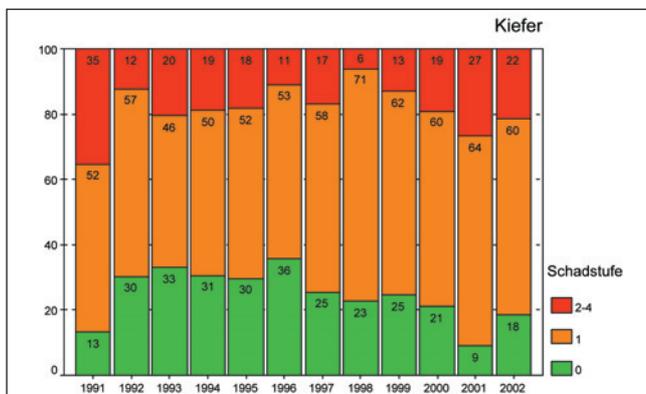


Abb. 18: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Kiefer in Prozent

angestiegen. Die Zunahme der Schäden seit 1999 hat sich damit 2002 nicht weiter fortgesetzt. Die mittlere Kronenverlichtung liegt im Jahr 2002 bei 21 % und ist damit 2 % geringer als im Vorjahr. Trotzdem ist dieser Kronenzustand in der Zeitreihe seit 1991 das drittschlechteste Ergebnis. Damit ist im Gegensatz zur Entwicklung in Brandenburg bisher keine deutliche Zustandsverbesserung der Kiefern im Stadtgebiet Berlins feststellbar.

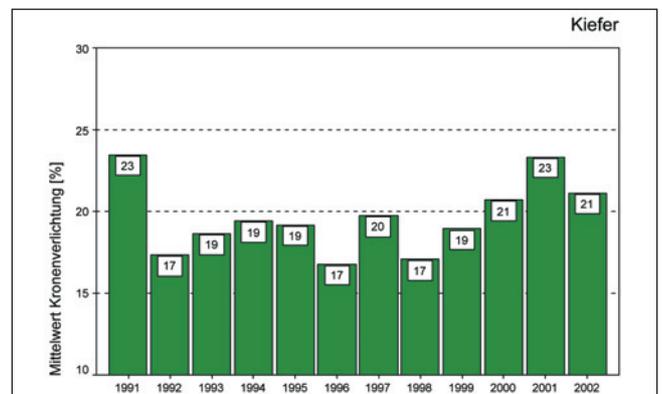


Abb. 19: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Kiefern

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 ein Anstieg der mittleren Kronenverlichtung erkennbar, für die Zeitreihe seit 1991 ist keine Tendenz nachweisbar.

Die **Eichen** haben mit fast 14 % Baumartenflächenanteil in Berlin eine besondere Bedeutung. Ihr Kronenzustand ist nach dem Trockenjahr 1992 im Jahr 1993 mit 51 % Flächenanteil deutlicher Schäden aufgenommen worden. In den Jahren 1994 bis 1998 war eine Zustandsverbesserung und Stabilisierung des Kronenzustandes erkennbar. Diese positi-

ve 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 hat sich 2002 nicht fortgesetzt. Der Anteil deutlicher Schäden nahm um 9 %-Punkte auf jetzt 35 % ab. Auch der Flächenanteil gesunder Eichen stieg von

4 % im Vorjahr auf jetzt 12 % an. Die mittlere Kronenverlichtung lag in den letzten drei Jahren konstant bei 28 % und ist 2002 erstmals wieder rückläufig. Die Eiche bleibt aber trotz der seit 3 Jahren erstmals wieder positiven Entwicklung die am stärksten geschädigte Baumart der Wälder in Berlin.

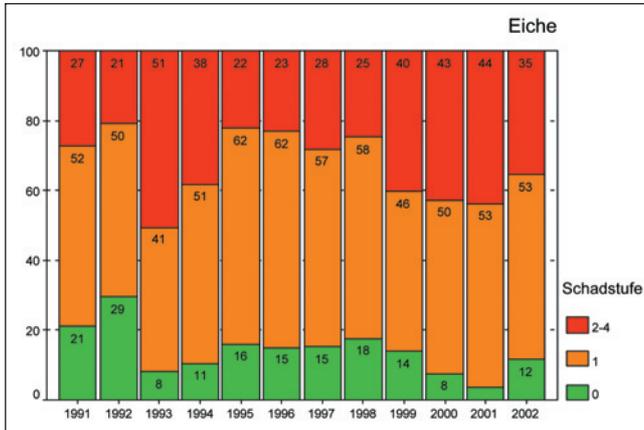


Abb. 20: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Eiche in Prozent

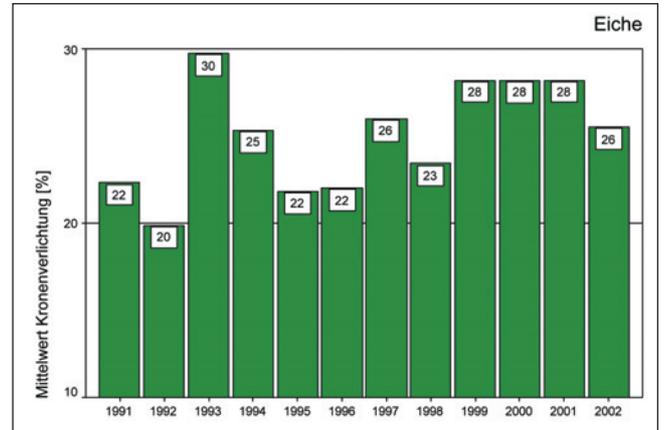


Abb. 21: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Eichen

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, erfolgte für die Stichprobe Berlins eine Auswertung für diese zusammengefassten Baumartengruppen, die zusätzlich nach Altersgruppen differenziert werden können.

Es bestätigt sich die Aussage, dass Laubbäume, vor allem in der Altersgruppe über 60-jähriger Bäume, ein deutlich höheres Niveau der Kronenverlichtung aufweisen als die Nadelbaumarten. Die Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden beider Baumartengruppen verläuft aber in Berlin ähnlich. Nach einem Minimum im Jahr 1998 nahmen die Anteile deutlicher Schäden in den letzten drei Jahren zu. Diese Zunahme wird 2002 erstmals unterbrochen. Den

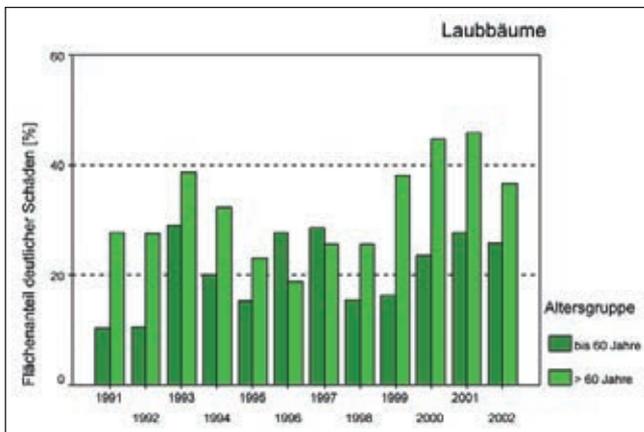


Abb. 22: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Laubbaumarten

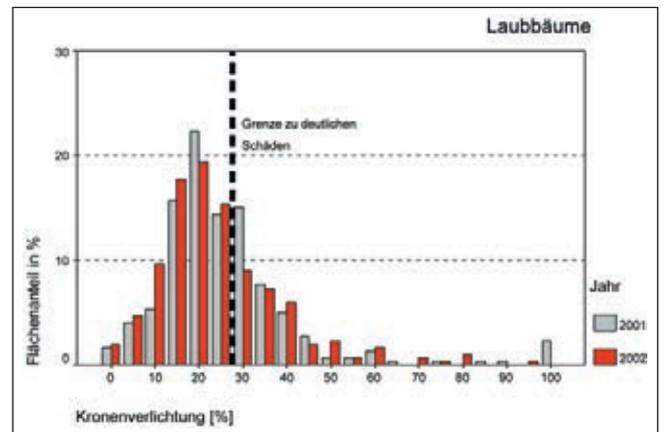


Abb. 23: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung für die Laubbaumarten

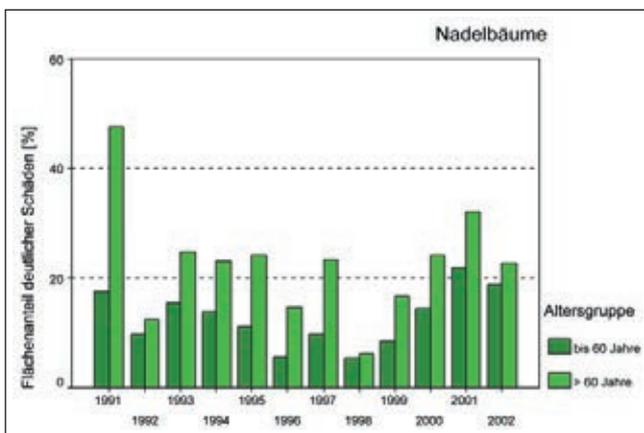


Abb. 24: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Nadelbaumarten

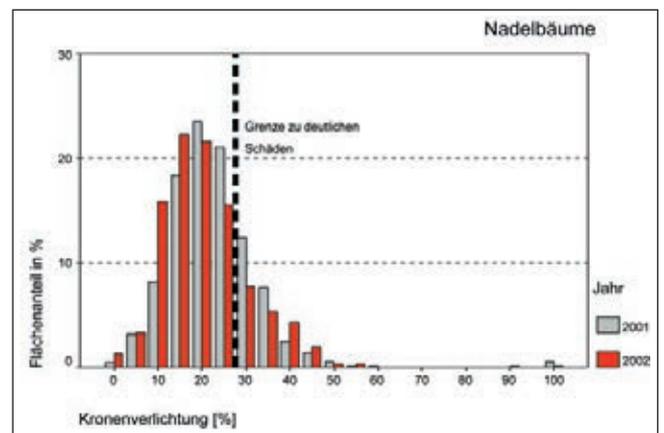


Abb. 25: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung für die Nadelbaumarten

größten Anteil an dieser positiven Entwicklung gegenüber dem Vorjahreshöchststand hat die Zustandsverbesserung der jungen Bäume in der Altersgruppe bis 60 Jahre. Gegenüber dem Vorjahr ist in beiden Baumartengruppen der Rückgang der Flächenanteile der Kronenverlichtungen in der Schadstufe 2 (30 – 35 %) und eine Zunahme der Anteile der Kronenverlichtung im Bereich 10 – 15 % auffällig. In beiden Baumartengruppen wird die Differenzierung in die Alternativen Zustandsverbesserung und Zustandsverschlechterung durch die Zunahme der Anteile sowohl im Bereich 0 – 15 % als auch im Bereich > 35 % Verlichtung erkennbar. Die Zu-

standsverbesserung im Jahr 2002 wirkt sich also weder bei den Laub- noch bei den Nadelbaumarten in einer generellen Erholung der Waldbäume aus. Vielmehr kann sich nur ein Teil der Bäume von der Schadstufe 2 zur Schadstufe 1 und 0 regenerieren, vor allem aus der Altersgruppe bis 60 Jahre.

Eine räumliche Differenzierung der Schäden ist innerhalb des Landes Berlin nicht sehr ausgeprägt. Einen Schwerpunkt der Schäden bildet das Forstamt Grunewald, wo die Anteile deutlicher Schäden seit 1998 steigen, während sie in Tegel eher rückläufig sind.

3.3 Brandenburg

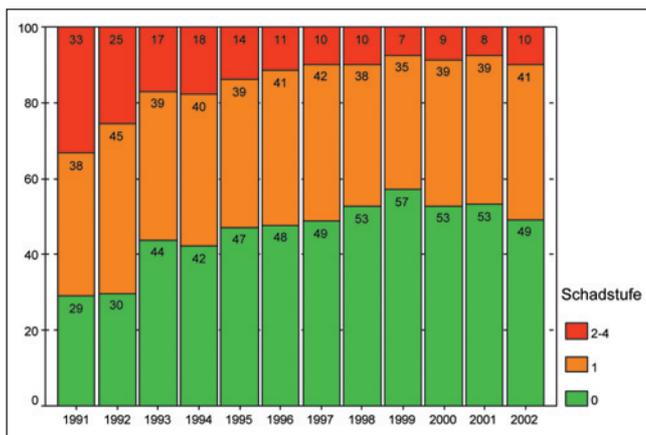


Abb. 26: Entwicklung der Schadstufenanteile für alle Baumarten in Prozent

Das Land Brandenburg dominiert entsprechend seinem Waldanteil von 96,5 % an der Waldfläche der Region Berlin-Brandenburg das Gesamtergebnis. Entsprechend unterscheidet sich das Landesergebnis nur geringfügig vom Ergebnis der Gesamtregion.

Gegenüber dem Jahr 1999, in dem das bisher beste Ergebnis der Waldschadenserhebung erfasst wurde, war im Jahr 2000 ein Anstieg der deutlichen Schäden um 2 %-Punkte auf 9 % festzustellen. Im Jahr 2001 war der Flächenanteil deutlicher Schäden um 1 %-Punkt auf 8 % gefallen und ist 2002 um 2 %-Punkte auf 10 % gestiegen. Der Rückgang der Wald-

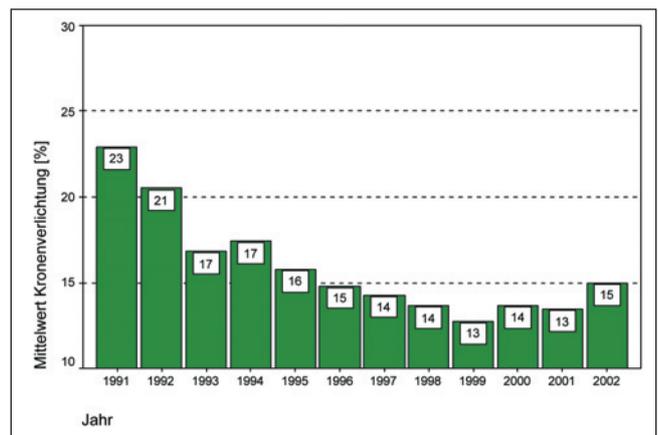


Abb. 27: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung für alle Baumarten

schäden in Brandenburg ist seit etwa 6 Jahren zum Stillstand gekommen. Die mittlere Kronenverlichtung ist zwar mit 15 % noch relativ gering, in der Tendenz aber eher wieder steigend. Gegenüber dem Vorjahr weist die Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung eine Abnahme der Anteile im Bereich von 0 und 5 %, eine Zunahme im Bereich von 10 – 20 % sowie im Verlichtungsbereich von > 30 % auf. Die Zustandsverschlechterung ist zwar auf die Schadstufen 0 und 1 konzentriert, beschränkt sich aber nicht darauf. Auch in den Verlichtungsstufen > 30 % wurden durchgängig höhere Flächenanteile als im Vorjahr erfasst.

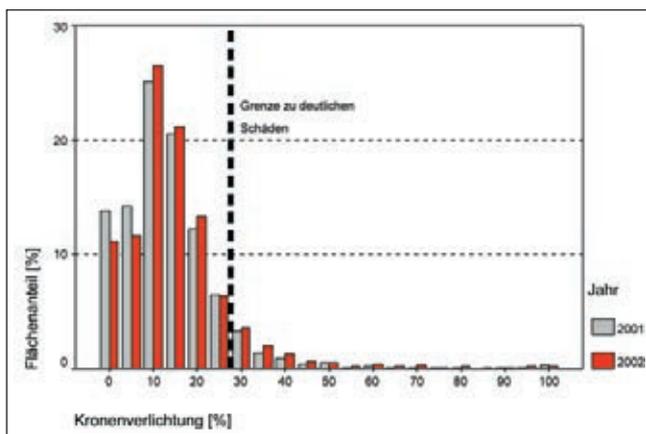


Abb. 28: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung über alle Baumarten

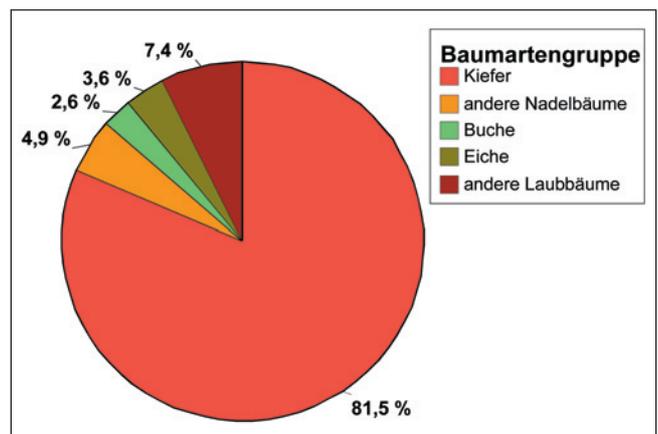


Abb. 29: Anteile der Baumartengruppen in der WSE-Stichprobe des Landes Brandenburg 2001

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

Gegenüber dem Vorjahr ist der Anteil deutlicher Schäden um 3 %-Punkte auf 9 % angestiegen, der Anteil der Kiefern

ohne sichtbare Schäden sank um 4 %-Punkte auf 49 %. Die mittlere Kronenverlichtung lag 2002 bei 15 %. Damit ist die Periode der kontinuierlichen Zustandsverbesserung zunächst beendet und der Zustand der Kiefern wie zuletzt 1996.

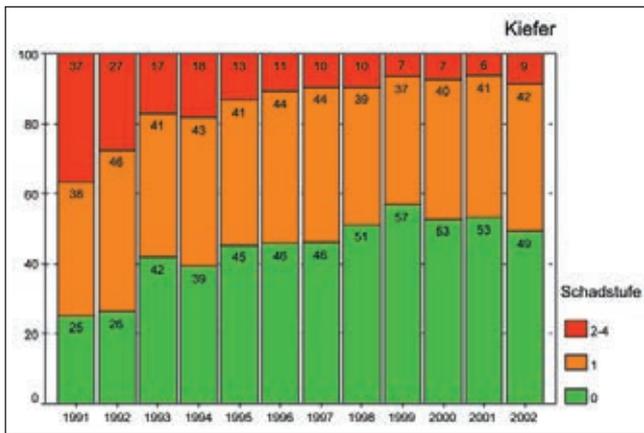


Abb. 30: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Kiefer in Prozent

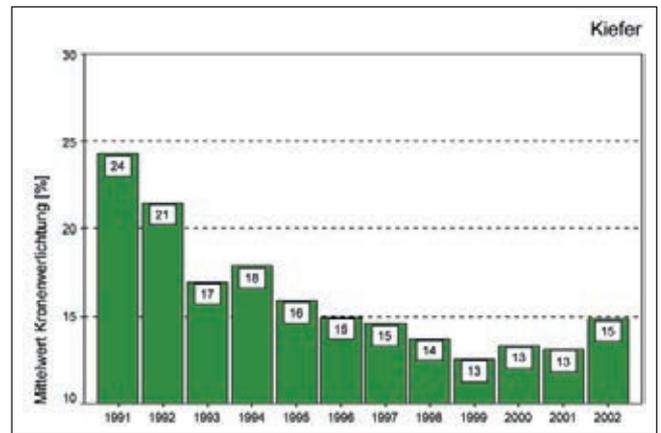


Abb. 31: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Kiefern

Die Laubbaumarten Buche und Eiche lassen in der Zeitreihe keine Tendenz einer Zustandsverbesserung erkennen. 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 wieder um 5 %-Punkte auf 21 % angestiegen. Die mittlere Kronenverlichtung sank 2001 von 18 % auf 15 % und steigt 2002 erneut auf jetzt 16 %.

Überlagerung mit der häufigen Fruktifikation in den Jahren 1992, 1995, 1998, 2000 und 2002 unsicher. Die Differenzierung der Schäden nach Altersgruppen ist bei der Buche besonders ausgeprägt. Während die Altersgruppe bis 60 im Jahr 2002 86 % Flächenanteil in Schadstufe 0 und 14 % in Schadstufe 1 aufweist, ist der Kronenzustand der Altersgruppe über 60 Jahre mit 27 % deutlichen Schäden, 37 % in Schadstufe 1 und 36 % in Schadstufe 0 deutlich schlechter.

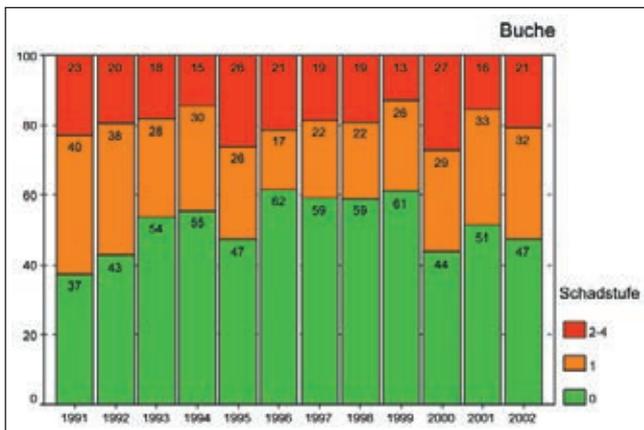


Abb. 32: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Buche in Prozent

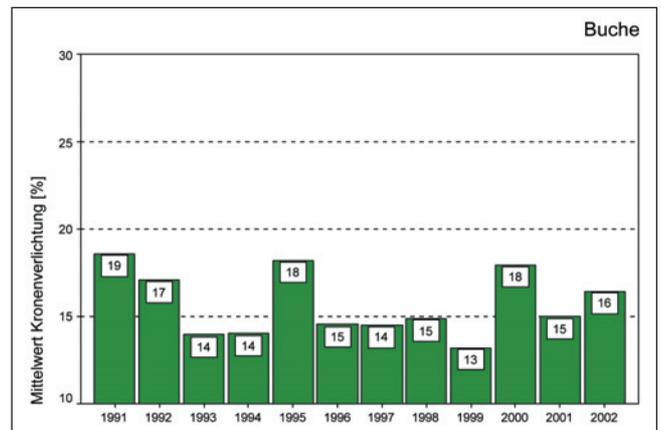


Abb. 33: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Buchen

Die **Eiche** war 2001 mit 27 % Flächenanteil deutlicher Schäden die Baumart mit dem höchsten Grad der Kronenverlichtung. Im Gegensatz zur Entwicklung der Buche sind die deutlichen Schäden bei der Eiche um 6 %-Punkte auf 21 %

gefallen. Die mittlere Kronenverlichtung sank um 2 % auf 18 %. Damit bleibt das Niveau der Schäden der Eiche in der Zeitreihe relativ konstant auf erhöhtem Niveau ohne Tendenz zu einer Zustandsverbesserung.

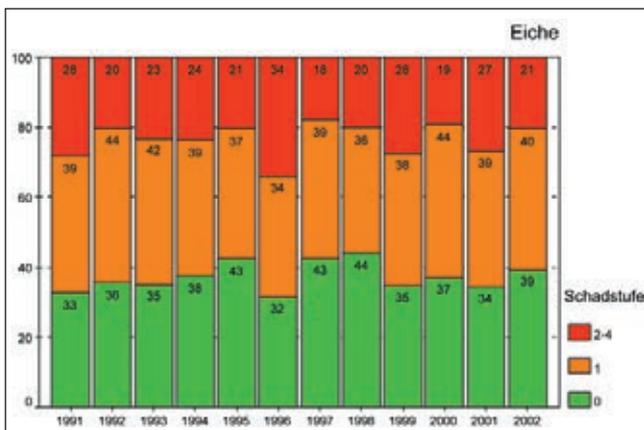


Abb. 34: Entwicklung der Schadstufenanteile für die Baumart Eiche

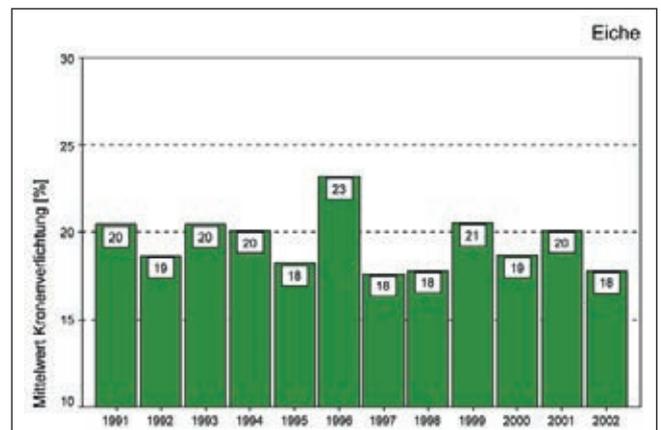


Abb. 35: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Eichen

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 1998 steigt der Anteil deutlicher Schäden in beiden Altersgruppen und lag 2001 in der Summe bei 17 %. Im Jahr 2002 stieg

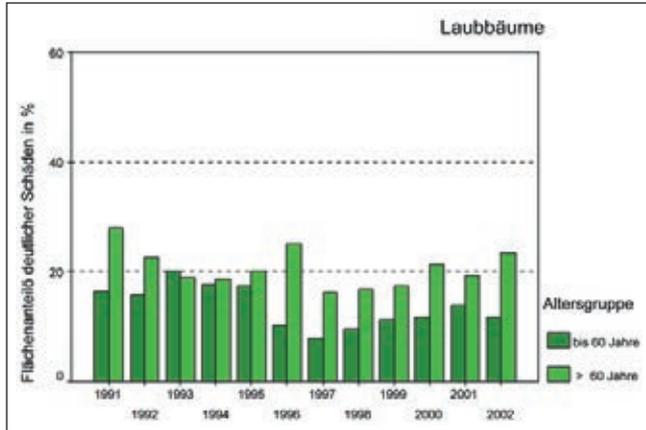


Abb. 36: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Laubbaumarten

Die **Nadelbaumarten** (Kiefer und andere Nadelbäume) haben 2002 einen Flächenanteil von 9 % deutlichen Schäden (+ 3 %). Die mittlere Kronenverlichtung stieg von 13 % auf 15 %. Gegenüber dem Vorjahr ist aus der Häufig-

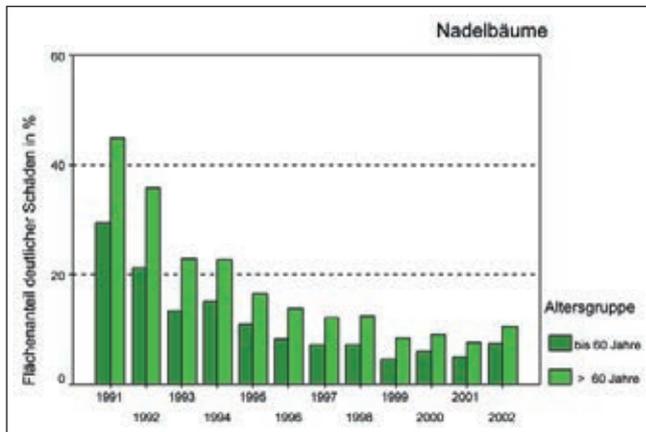


Abb. 38: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden nach Altersgruppen für die Nadelbaumarten

Territoriale Schwerpunkte mit überdurchschnittlich hohen Flächenanteilen deutlicher Schäden sind 2002 die Landkreise, Uckermark, Barnim, Havelland, Elbe-Elster und Spree-

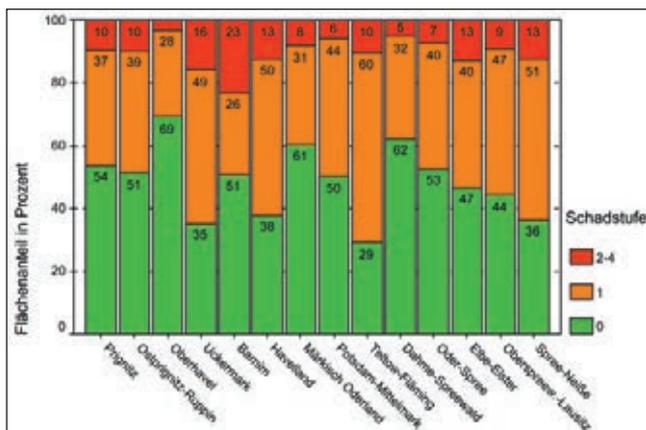


Abb. 40: Flächenanteile der Schadstufen im Jahr 2002 nach Landkreisen

der Anteil deutlicher Schäden insgesamt auf 18 %. In der Altersgruppe bis 60 Jahre waren die Schäden erstmals wieder leicht rückläufig, während sie in der Altersgruppe > 60 Jahre weiter angestiegen sind. Die Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung weist gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme der Flächenanteile in den Schadstufen 1 und 2 auf.

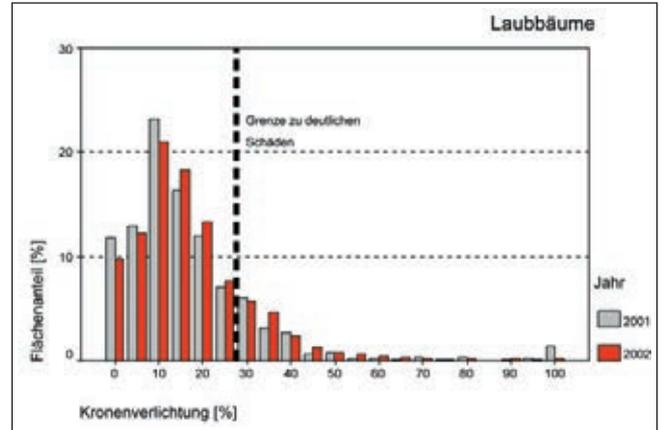


Abb. 37: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung für die Laubbaumarten

keitsverteilung der Kronenverlichtung eine Verschiebung vor allem innerhalb der Schadstufe 0 und eine leichte Zunahme der Flächenanteile in Schadstufe 1 und 2 erkennbar.

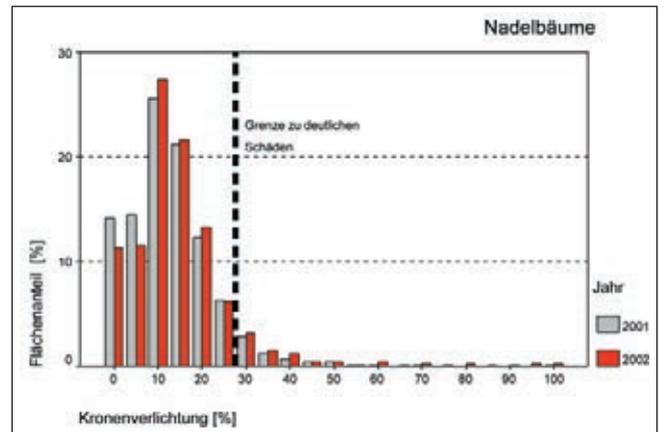


Abb. 39: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung für die Nadelbaumarten

Neiße. Während die Schadschwerpunkte Barnim, Uckermark und Havelland im Norden Brandenburgs bereits im Vorjahr auffielen, sind die Schäden in den Kreisen Elbe-Elster und Spree-Neiße 2002 erstmals wieder aufgetreten. Hier wurde ein relativ hoher Anteil von Insektenschäden erfasst.

3.4 Auswertung nach Wuchsgebieten, territoriale Schwerpunkte der Schäden

Forstliche Wuchsgebiete (siehe Umschlagseite 3) 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.

Die Gliederung der WSE-Ergebnisse nach Wuchsgebieten lässt bei den Nadelbaumarten keine wesentlichen Differen-

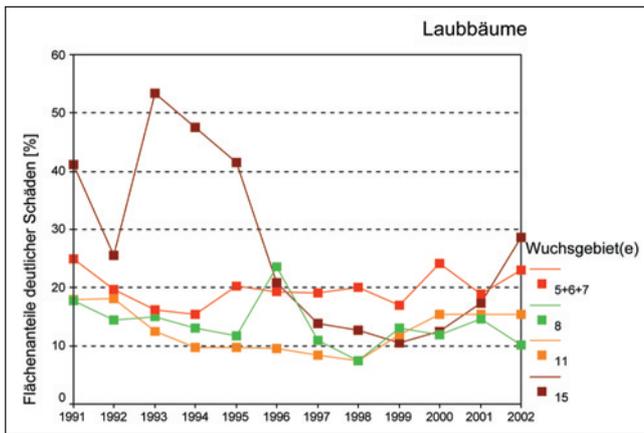


Abb. 41: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden an Laubbäumen nach Wuchsgebieten

zen der Kronenzustandsentwicklung erkennen. Die Flächenanteile deutlicher Schäden nehmen übereinstimmend tendenziell ab. Zu Beginn der Erhebungen noch erkennbare Unterschiede im Grad der Verlichtung sind bis zum Jahr 1999 auf ein gemeinsames geringes Niveau reduziert. Bei den Laubbaumarten, die entsprechend der Waldstruktur nicht für alle Wuchsgebiete den notwendigen Stichprobenumfang erreichen, war der hohe Anteil deutlicher Schäden im Wuchsgebiet 15 ab 1996 reduziert und steigt seit 2000 wieder an. Im Nordbrandenburger Jungmoränenland (Wuchsgebiete 5, 6 und 7) bleibt ein seit Beginn der Erhebungen erhöhtes Schadniveau relativ konstant bestehen. Übereinstimmend ist in den Wuchsgebieten 8 und 11 nach zwischenzeitlicher Erholung in den letzten 3 – 4 Jahren wieder ein höheres Niveau der Anteile deutlicher Schäden festzustellen.

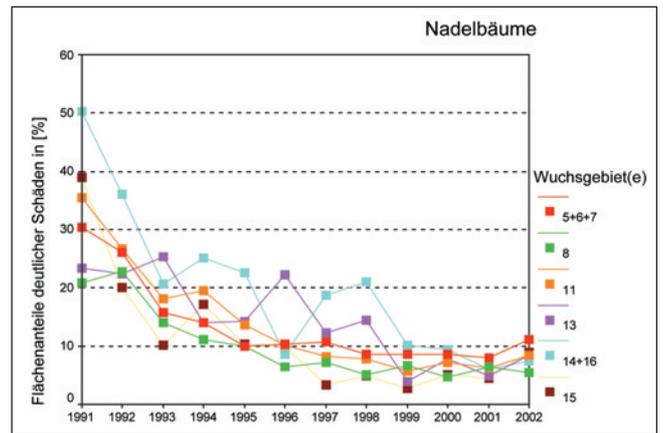


Abb. 42: Entwicklung der Flächenanteile deutlicher Schäden an Nadelbäumen nach Wuchsgebieten

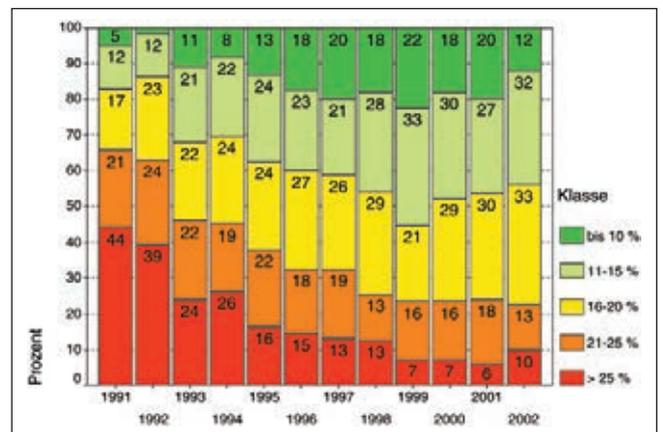


Abb. 43: Häufigkeit von Klassen der mittleren Kronenverlichtung an WSE-Punkten der Region Berlin – Brandenburg nach Aufnahmejahren

Die regionale Differenzierung der Waldzustandsentwicklung lässt sich in einem systematischen Gitternetz mit beschränkter Auflösung (16 km²) nur annähernd erfassen. Durch die Einbeziehung aller Baumarten und Altersstufen der Waldbestände kann ihre unterschiedliche Reaktionsintensität eventuell bestehende räumliche Differenzierungen der Belastung verdecken. Die Dominanz der Baumart Kiefer in der Region Berlin-Brandenburg erlaubt die Beschränkung der Stichprobe auf diese Baumart und den statistischen Ausgleich der bekannten Einflüsse von Baumalter und Intensität von Insekten-Fraßschäden. Mittels eines regionalstatistischen Verfahrens lassen sich aus der räumlichen Lage und der mittleren Kronenverlichtung der verbleibenden 525 Probepunkte der Region mit mindestens 6 Kiefern wahrscheinliche Areale ähnlicher Belastungsgrade darstellen. Als Fehlerquelle sind die entsprechend der Waldverteilung ungleichmäßige Stichprobendichte und durch Beschränkung auf die innerhalb der Region liegenden WSE-Punkte auftretende Randeffekte zu berücksichtigen. Im Vergleich verschiedener Aufnahmejahre sind diese Fehler bei konstant, d. h. Entwicklungstendenzen bleiben interpretierbar.

Diese Nivellierung der regionalen Unterschiede in der Belastung der Wälder kommt auch in der regionalstatistischen Darstellung zum Ausdruck. Ausgeprägte Schadgebiete (Klasse 5) wie auch Gebiete ohne Schäden nehmen tendenziell ab.

Die Entwicklung der Kronendichte der Kiefer im Zeitraum 1991 bis 1999 ist durch eine deutliche Zunahme der Klasse bis 10 % mittlere Verlichtung gekennzeichnet. Gleichzeitig nahm die Fläche mit erhöhten Nadelverlusten ab. Seit 2000 nimmt der Anteil der Klasse 1 wieder ab und entwickelt sich ein Schwerpunkt in der Klasse 3 (bis 20 % Verlichtung). Bei Rückgang des Anteils der Klasse 4 steigt aber auch der Anteil Punkte mit hoher Kronenverlichtung (über 25 %). Damit hält die bereits im Vorjahr festgestellte Tendenz der Konzentration der Kronenverlichtung auf mittlere Verlichtungsgrade von 10 – 20 % weiter an (Abb. 43).

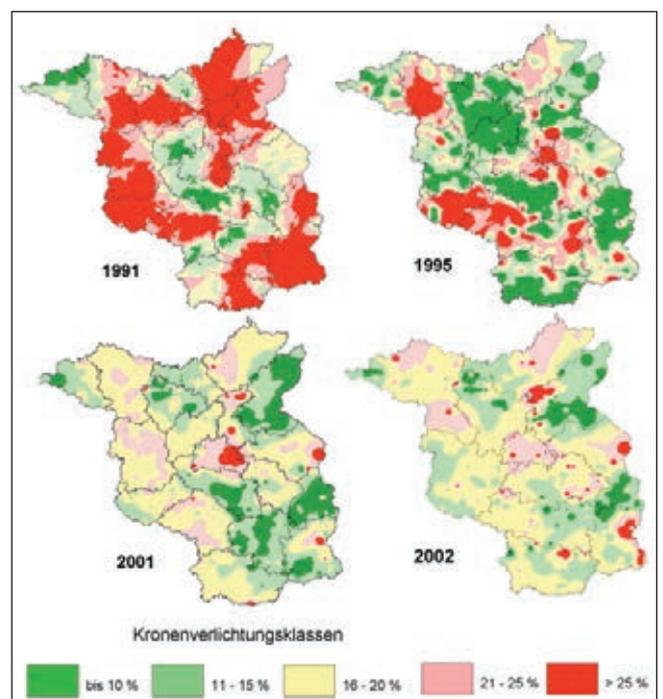


Abb. 44: Regionale Kronenzustandsentwicklung der Kiefer auf Basis der mittleren Kronenverlichtung an ca. 525 WSE-Punkten der Länder Brandenburg und Berlin

Gegenüber dem Vorjahr wird die leichte Entspannung der Situation in den Berliner Wäldern erkennbar. Dagegen haben die Schäden im Nordosten im Bereich der Ämter Templin und Eberswalde sowie im Südosten der Region generell besonders um Frankfurt und im Raum Cottbus zugenommen. Auch die Schäden im Amtsbereich Kyritz bleiben auffällig.

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 seit 1991 nimmt der Anteil von Bäumen mit Vergilbungen der Nadeln und Blätter ab. Im Jahr 2002 ist der Anteil von Vergilbungen bei den Nadelbäumen wie im Vorjahr etwas erhöht. Das Gesamtergebnis der Waldschadenserhebung der Region wird durch die Kombination von Kronenverlichtungsstufe und Vergilbungsstufe um 0,7 %-Punkte auf 10 % erhöht.

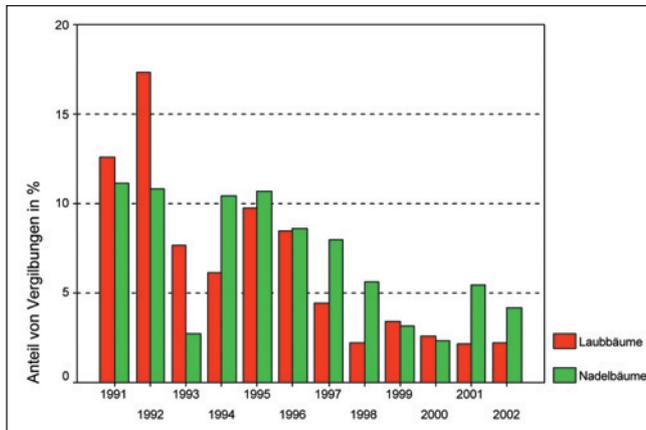


Abb. 45: Entwicklung des Flächenanteils von Bäumen mit Vergilbung der Blätter bzw. Nadeln (Laub- und Nadelbaumarten)

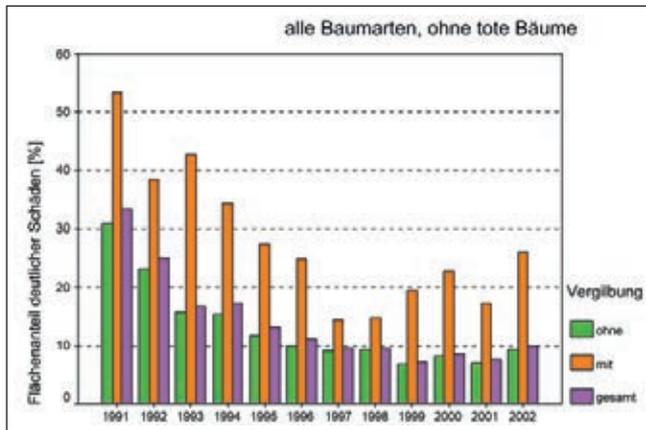


Abb. 46: Flächenanteile deutlicher Schäden für alle Baumarten (ohne abgestorbene Bäume) nach Gruppen ohne bzw. mit Vergilbung sowie für die Gesamtstichprobe

Intensität der Fruktifikation

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.

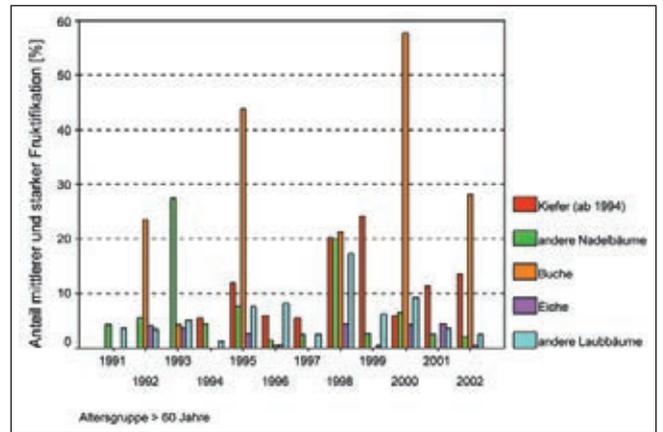


Abb. 47: Flächenanteil von Bäumen mit mittlerer und starker Fruktifikation nach Baumartengruppen und Jahren (Alter > 60 Jahre)

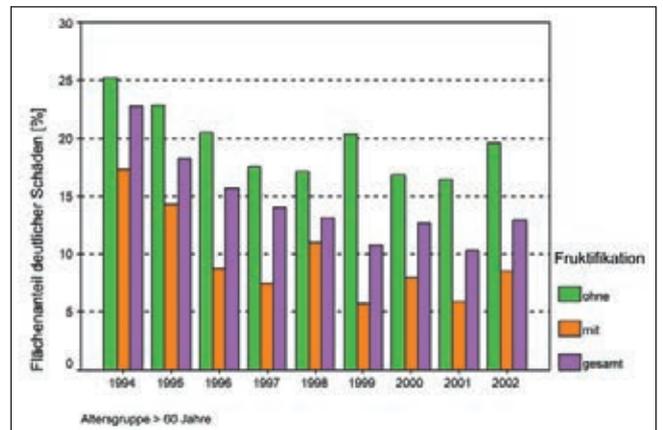


Abb. 48: Flächenanteile deutlicher Schäden nach Gruppen ohne bzw. mit Fruktifikation sowie die Gesamtstichprobe (alle Baumarten, Alter > 60 Jahre)

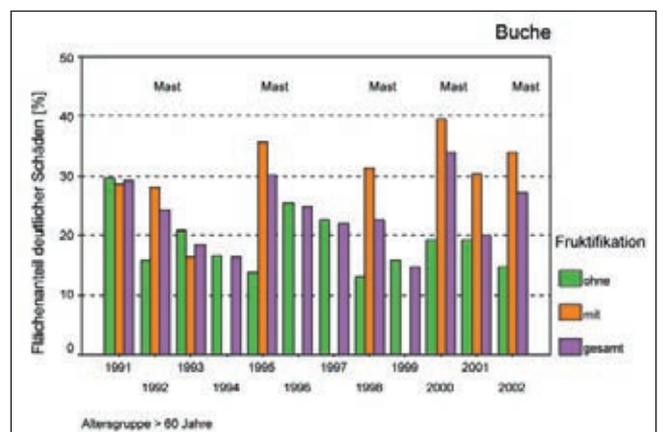


Abb. 49: Flächenanteile deutlicher Schäden der Buchen in der Altersgruppe > 60 Jahre nach Gruppen ohne bzw. mit Fruktifikation sowie insgesamt

Bei der Buche wurde dagegen in Mastjahren, d. h. Jahren mit hoher Intensität der Samenproduktion (Bucheckern), ein starker Anstieg der Kronenverlichtung festgestellt. Die Jahre 1992, 1995, 1998, 2000 und erneut 2002 treten in der Schadstufenentwicklung der Buche deutlich hervor.

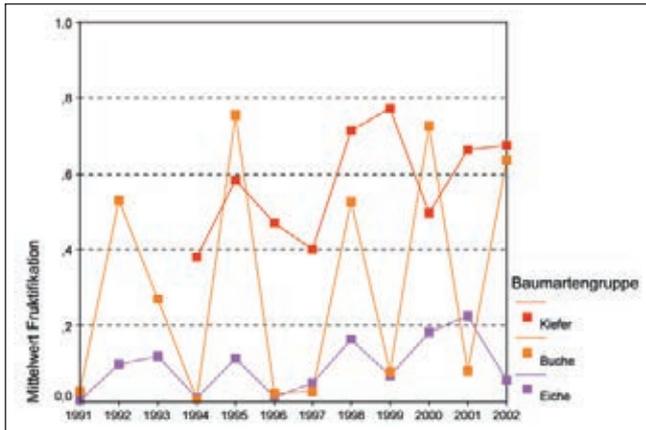


Abb. 50: Mittlere Intensitätsstufe der Fruktifikation (Ansprache in Stufen: 0 ohne, 1 gering, 2 mittel, 3 stark) nach Baumartengruppen und Jahren (Altersgruppe > 60 Jahre)

Die in den letzten Jahren vermehrte Blüte und Fruktifikation kann als Indiz für eine Verbesserung des Waldzustandes gewertet werden. Offenbar waren die Bäume in der Lage, vermehrt Reservestoffe für die generative Produktion zur Verfügung zu stellen.

Die Kiefer geht in diese Beurteilung erst ab 1994 mit dem Zapfenbehang ein, die Intensität der männlichen Blüte wird gesondert beurteilt.

Einflüsse auf den Kronenzustand der Kiefer durch männliche Blüten

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 wiederholt unterbrochener Benadelung, die zu erhöhter Transparenz der Kiefernkronen führt.



Abb. 51: Triebkette mit reduzierter Benadelung aufgrund wiederholter männlicher Blütenbildung

Die Blühintensität der Kiefer hat in den Jahren 1998 bis 2002 gegenüber den Jahren 1991 bis 1997 deutlich zugenommen. Bei mittlerer und starker Blüte treten deutliche Effekte auf die Kronenverlichtung auf. In der Summe bleibt aber

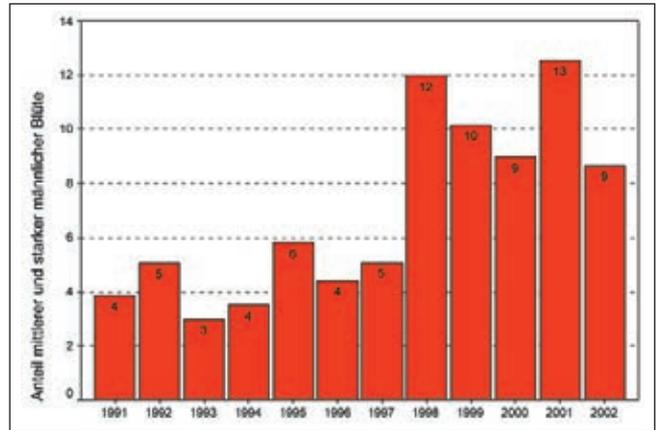


Abb. 52: Anteil mittlerer und starker Blüte an Kiefern im Altersbereich über 40 Jahre in Prozent

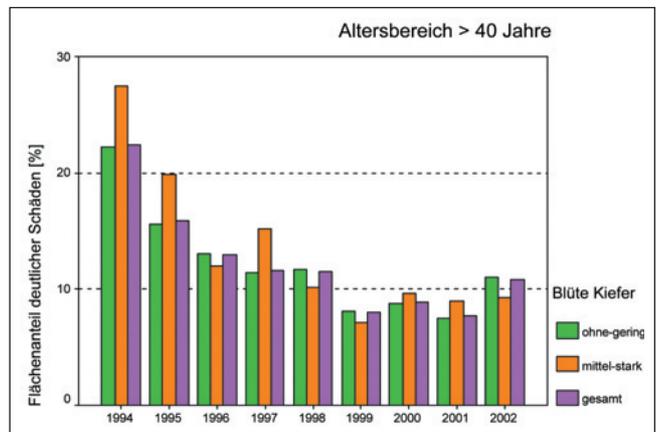


Abb. 53: Flächenanteil deutlicher Schäden der Kiefer nach Stufen der Blühintensität

auch der Blüheffekt, der nicht als Schaden interpretiert werden darf, ohne bedeutenden Einfluss für das Ergebnis der Waldschadenserhebung. Die Flächenanteile deutlicher Schäden der Baumart Kiefer ohne bzw. geringer Blühintensität unterscheiden sich vom Gesamtergebnis im Bereich von weniger als 1 %.

Intensität erfasster biotischer Schäden

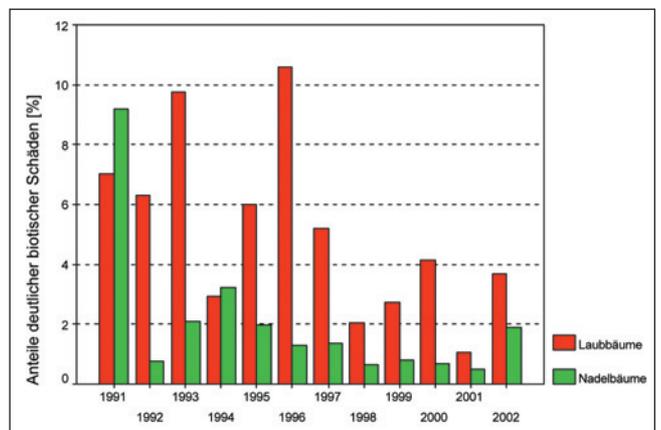


Abb. 54: Anteil mittlerer und starker biotischer Schäden (Insekten- und Pilzschäden) nach Baumartengruppen (Laub- und Nadelbaumarten)

Die Intensität biotischer Schäden (Insekten und Pilze) hat natürlich Einfluss auf den Vitalitätszustand der Bäume. 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

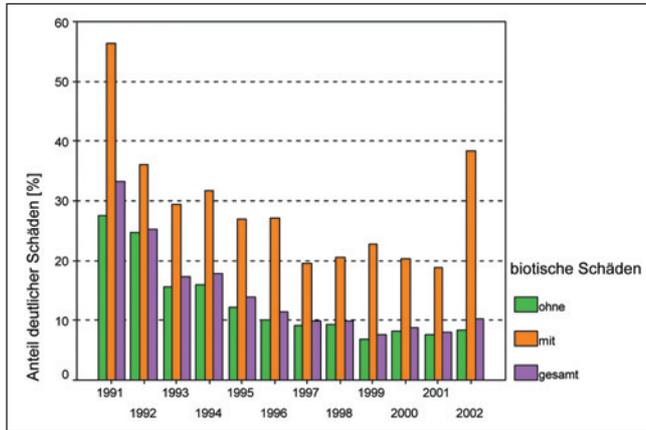


Abb. 55: Flächenanteil deutlicher Schäden für Bäume mit biotischen Schäden, ohne biotische Schäden und die Gesamtstichprobe

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. Im Jahr 2002 wurden an 2 % der Nadelbäume deutliche biotische Schäden erfasst. Auch bei den Laubbäumen ist ein starker Anstieg biotischer Schäden festzustellen. War der Anteil deutlicher Schäden im Jahr 2001 in der Gruppe der Bäume ohne biotische Schäden noch etwa gleich dem Gesamtergebnis, wirken sich die Insektenfraßschäden im Jahr 2002 mit 2 % Differenz zwischen der Gruppe ohne biotische Schäden und dem Gesamtergebnis sehr deutlich aus. Diese Differenz entspricht nahezu vollständig der Zunahme deutlicher Schäden in der Gesamtregion im Vergleich zum Vorjahr.

Einfluss von Standortmerkmalen auf den Kronenzustand der Kiefer

Bei der Suche nach Ursachen auftretender Waldschäden spielt der Bodenzustand als Ergebnis natürlicher und anthropogener überlagerter Stofftransformationsprozesse eine wesentliche Rolle.

Der Humuszustand bzw. seine Veränderung ist ein guter Indikator für Störungen der Stoffkreisläufe in forstlichen Ökosystemen durch Fremdstoffbelastungen.

Für einen Teil der Aufnahmepunkte der Waldschadenserhebung (8 x 8 km – Netz der Bundesweiten Bodenzustandserhebung) liegt eine punktkonkrete Ansprache der Stamm-Nährkraftstufe und Analyse der Humusformen in der Einstufung nach Stickstoff- und Basensättigung vor. Für die Baumart Kiefer im Altersbereich > 40 Jahre ist eine größere Stichprobe unterschiedlicher Stamm-Nährkraft mit Daten belegt. Um jährlich differenzierte Einflüsse auf den Kronenzustand durch Witterung sowie biotische Schäden einzuschränken, wurde für die Untersuchung der Beziehung zu den relativ stabilen Bodenzustandseigenschaften das Mittel der Kronenverlichtung der Jahre 1995 bis 2002 herangezogen.

In Beziehung zur Stamm-Nährkraftstufe (Abb. 56) weist die mittlere Kronenverlichtung der Kiefer bei den Nährkraftstufen Z (ziemlich arm) und M (mäßig nährstoffhaltig) ein ausgeprägtes Minimum auf und steigt geringfügig in Richtung auf das nährstoffarme Standortsspektrum. Sehr ausgeprägt ist dagegen der Anstieg der mittleren Kronenverlichtung zum nährstoffreicheren Standortsspektrum.

Innerhalb der Stamm-Standortsgruppen Z und M differenziert die mittlere Kronenverlichtung mit den aktuellen Humuszustandskomponenten Stickstoff- und Basensättigung. Jeweils in der armen Stufe findet sich ein Minimum der Kronenverlichtung. Mit der Zunahme sowohl der Stickstoffstufe als auch der Basenstufe der Zustandsnährkraftstufe steigt die mittlere Kronenverlichtung der Kiefer deutlich an. Dagegen zeigt sich bei Degradation der Humusform zur Stufe sehr arm nur eine geringfügig erhöhte mittlere Kronenverlichtung der Kiefer.

Durch anthropogene Stoffeinträge ist eine gerichtete Veränderung der Standortbedingungen hinsichtlich einer zwar verlangsamt, aber fortschreitenden Stickstoffakkumulation in den Oberböden und einer Abnahme der Vorräte basischer Kationen (Kalzium, Magnesium, Kalium), d. h. eine Versauerung, nachgewiesen.

Die Kiefer kann unter der Bedingung überwiegend in Brandenburg noch nicht erreichter Stickstoffsättigung der Standorte und noch erkennbarer Tolerierung der Auswirkungen reduzierter Basensättigung aktuell einen guten Vitalitätszustand halten.

Die Laubbaumarten Buche und Eiche haben höhere Ansprüche an die Stickstoff-Versorgung der Standorte, ihre Konkurrenzkraft wird durch die Eutrophierung gefördert. Sie reagieren aber empfindlicher auf die Oberbodenversauerung, die zu Verlusten basischer Nährstoff-Kationen (Kalzium, Magnesium und Kalium) führt.

Vor diesem Hintergrund besteht das Problem in den gleichzeitigen, aber unterschiedlich gerichteten Wirkungen der unterschiedlichen Komponenten der Stoffeinträge hinsicht-

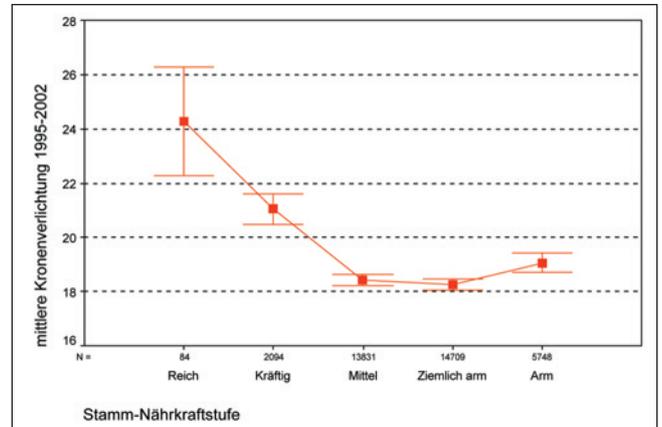


Abb. 56: Mittlere Kronenverlichtung der Kiefer im Altersbereich > 40 Jahre im Zeitraum 1995–2002 nach Stamm-Nährkraftstufen der Waldböden

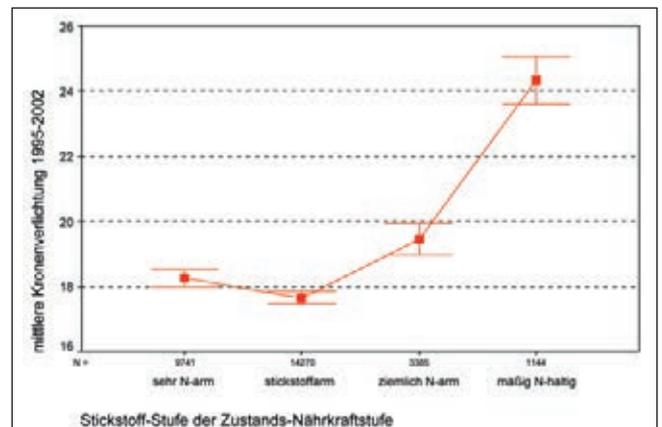


Abb. 57: Mittlere Kronenverlichtung (Kiefer, Alter > 40, Zeitraum 1995–2002) der Stamm-Nährkraftstufen Z und M nach der Stickstoff-Stufe des Oberbodens (Zustands-Nährkraftstufe)

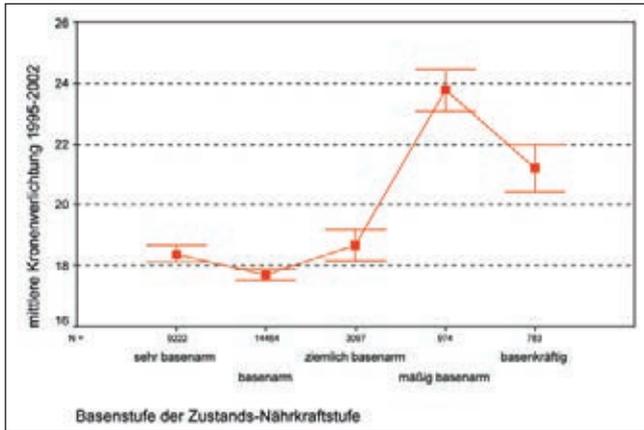


Abb. 58: Mittlere Kronenverlichtung (Kiefer, Alter > 40, Zeitraum 1995–2002) der Stamm-Nährkraftstufen Z und M nach der Basenstufe des Oberbodens (Zustands-Nährkraftstufe)

lich der Versauerung und Eutrophierung der Standorte. Der zunehmenden Entkopplung anzustrebender weitgehend geschlossener Stoffkreisläufe kann nur durch die Reduzierung der anthropogenen Stoffeinträge begegnet werden.

Die durch Stickstoff- und basische Staubeinträge in den vergangenen Jahrzehnten erreichte positive Nebenwirkung der Nährstoffakkumulation in Richtung auf den Abbau der Defizite der durch Übernutzung degradierten Oberbodenzustände gilt es aber gleichzeitig durch standortgerechte Baumartenwahl bei der ökologischen Waldentwicklung zu nutzen.

3.6 Einordnung der Ergebnisse in die Entwicklung auf Ebene des Bundes und Europas (Stand 2001)



Aus dem „Bericht über den Zustand des Waldes 2001“ der Bundesregierung:

- Im Durchschnitt aller Baumarten liegt der Anteil deutlicher Schäden bei 22 Prozent. Das Schadniveau hat sich damit seit 1996 stabilisiert (Abb. 59).
- Bei der Fichte liegt der Anteil deutlicher Schäden bei 26 %. Er hat in den letzten Jahren leicht zugenommen, liegt aber deutlich unter dem Höchstwert von 1985. Die Kiefer ist mit 14 % deutlichen Schäden die am wenigsten beeinträchtigte Hauptbaumart. Das Schadniveau hat sich gegenüber 1991 (33 % deutliche Schäden) mehr als halbiert.
- Die Buche ist – gemeinsam mit der Eiche – die am stärksten betroffene Baumart. Bei der Buche weisen 32 % deutliche Schäden auf. Damit hat sie die hohen Blattverluste des Vorjahres (40 % deutliche Schäden) wieder ausgeglichen. Über die letzten Jahre nahmen aber die deutlichen Schäden insgesamt leicht zu. Das Schadniveau ist inzwischen mehr als doppelt so hoch wie zu Beginn der Waldschadenserhebung (1984: 13 %).
- Bei der Eiche liegt der Anteil deutlicher Schäden bei 33 Prozent. Im Gegensatz zur Buche ergibt sich über die letzten Jahre bundesweit jedoch eine erhebliche Entspannung: Der Anteil deutlicher Schäden erreichte 1996/97 mit 47 % einen absoluten Höchststand und ging seitdem um 14 Prozentpunkte zurück. Damit scheint der zwischen 1984 und 1996/97 vorherrschende langjährige Trend zunehmender Kronenverlichtung gebrochen. Allerdings liegt das Schadniveau immer noch mehr als dreimal so hoch wie 1984 (9 Prozent).

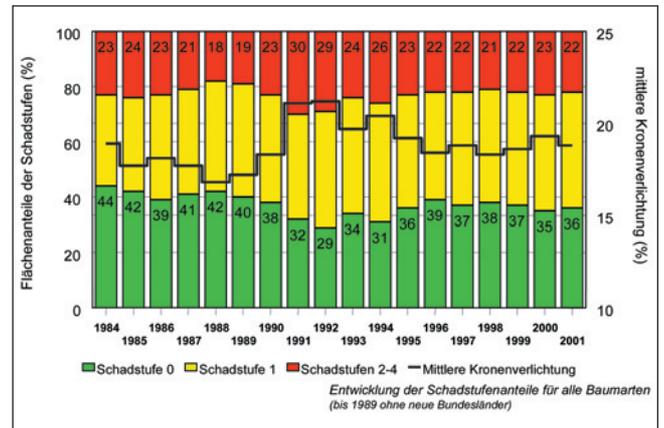


Abb. 59: Entwicklung der Schadstufenanteile und der mittleren Kronenverlichtung für alle Baumarten im Bundesergebnis 1984–2001 (bis 1989 ohne neue Bundesländer)

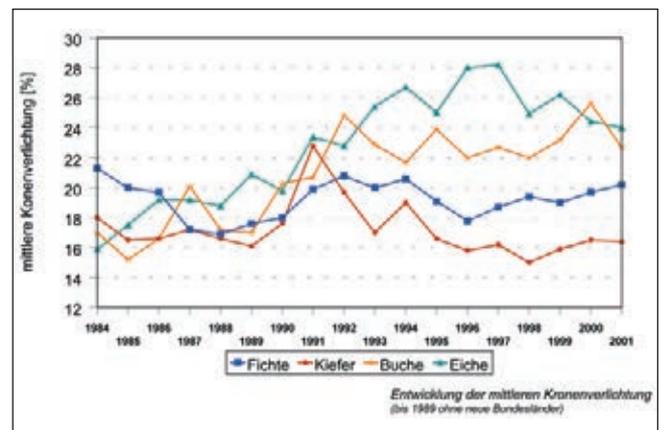


Abb. 60: Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Hauptbaumarten im Bundesergebnis 1984–2001

- Die Ländererhebungen zeigen, dass auch erhebliche regionale Unterschiede bestehen. So hat sich der Kronenzustand beispielsweise in Hessen, Sachsen und Schleswig-Holstein verbessert, in Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz dagegen verschlechtert.

Der Zustand vieler Waldökosysteme in Deutschland gibt weiterhin Anlass zur Sorge. Das Ausmaß deutlicher Schäden an den Baumkronen hat sich zwar stabilisiert, ist aber immer noch zu hoch. Außerdem werden die tiefgreifenden, durch Luftverunreinigungen verursachten Veränderungen in vielen Waldböden und die damit einhergehenden langfristigen Folgeerscheinungen immer deutlicher. Die bisherigen Erfolge der Luftreinhaltung reichen nicht aus. Insbesondere die Stickstoffeinträge aus Landwirtschaft und Verkehr müssen noch weiter gesenkt werden.

Aus dem Europäischen Waldzustandsbericht 2002 für das Jahr 2001:

- 22,4 Prozent aller im Jahr 2001 bonitierten Bäume wurden als deutlich geschädigt eingestuft. Der Kronenzustand war in den EU-Mitgliedsländern etwas besser als in Europa insgesamt. Von den vier häufigsten Baumarten waren die Eichen noch immer am stärksten verlichtet und wiesen den höchsten Anteil toter Bäume auf.
- Mit Ausnahme der Steineiche stieg 2001 die mittlere Kronenverlichtung aller Hauptbaumarten an. Der Anteil deutlich geschädigter Bäume über alle Baumarten war 1995 mit 25,8 % am höchsten und fiel in den folgenden

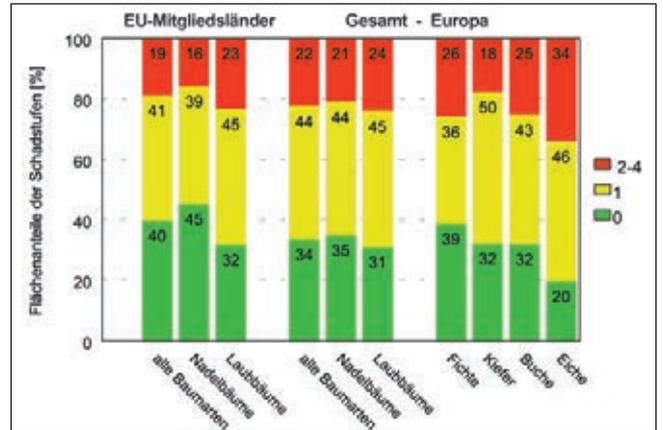


Abb. 61: Schadstufenanteile für verschiedene Baumarten(-gruppen) Gesamt-Europa und EU-Mitgliedsländer, Jahr 2001

zwei Jahren. Seitdem wurde ein stetiger aber langsamer Anstieg der Schäden aufgenommen. Der aktuelle Bericht ist verfügbar unter <http://www.icp-forests.org/>.

Die Ergebnisse der Waldschadenserhebungen in Berlin und Brandenburg ordnen sich widerspruchsfrei in die mit regional differenzierten Ausprägungen erkennbare Grundtendenz stagnierender (Nadelbaumarten) bzw. steigender Kronenverlichtungen (Laubbaumarten) im Beobachtungszeitraum in der Bundesrepublik und in Europa ein.

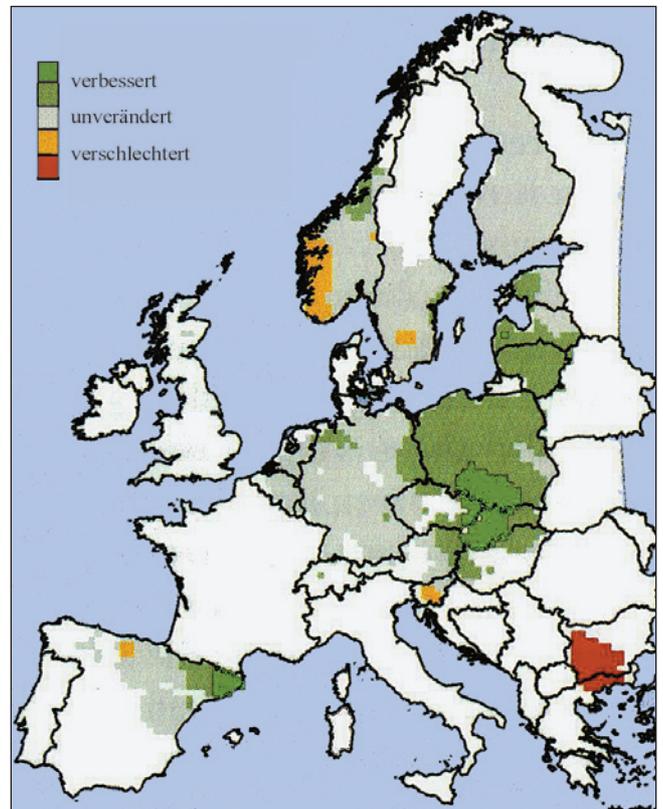
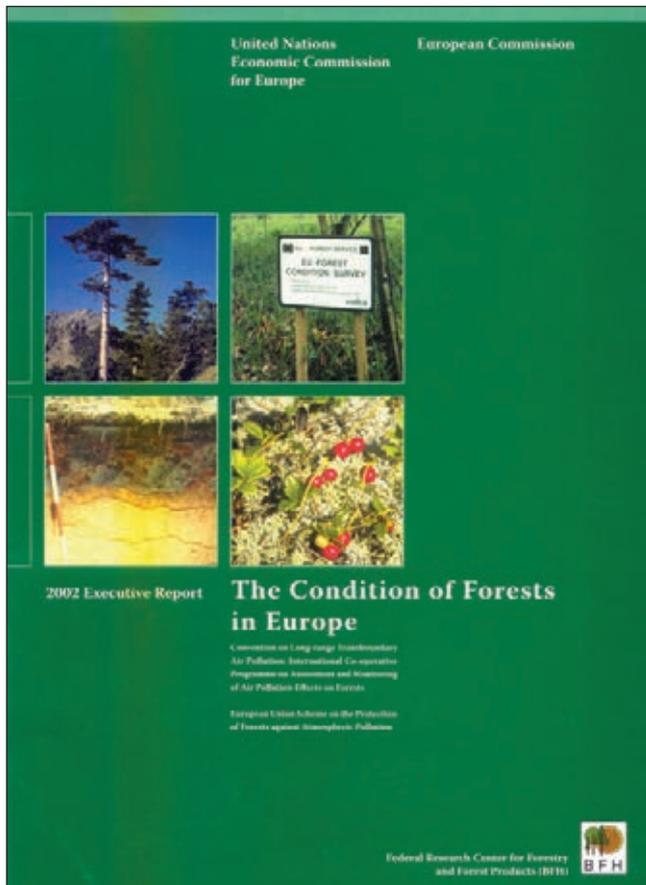
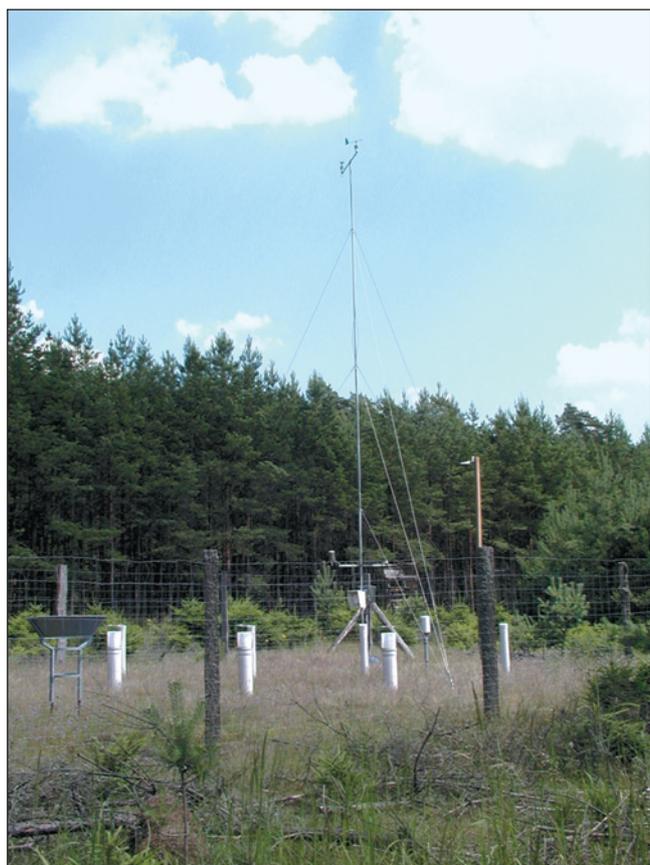


Abb. 62: Lineare Trends der zeitlichen Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung der Kiefer; Interpolation auf Basis von 1313 kontinuierlich von 1994-1999 aufgenommenen Level I-Punkten

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 gehäuften 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.



Level II Freiland – Messstelle 1202 (Revier Beerenbusch)

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

Es hat sich im Verlauf der WSE bestätigt, dass enge Beziehungen der Kronenverlichtung zu Witterungsverläufen in den bis zu 3 Vorjahren der Schadenserhebung bestehen.

Gegenüber dem langjährigen Mittel erhöhte Wintertemperaturen wirken sich negativ auf die Kronenzustandsentwicklung der Kiefer aus, bei ausreichenden Niederschlägen sind höhere Sommertemperaturen (Strahlungssummen) dagegen eher positiv zu bewerten.

Die klimatischen Rahmenbedingungen für die Entwicklung des Waldzustandes werden anhand der Abweichungen von Temperatur und Niederschlag von den langjährigen Mittelwerten auf Monatsbasis vorgestellt (Abb. 63, 64). Grundlage sind die Messungen von Lufttemperatur und Niederschlag an den 6 Dauerbeobachtungsflächen Level II in Brandenburg.

Nach dem vergleichsweise kühlen Sommer und Herbst des Jahres 1998 war der Winter 1999 relativ mild. Die Niederschlagsmengen und die Niederschlagsverteilung waren ausgeglichen.

Im Jahr 1999 traten ausgeprägte Differenzen der Niederschläge in der Region Berlin-Brandenburg auf. Während an der Station Natteheide im Nordwesten Brandenburgs nur im Juli ein deutliches Niederschlagsdefizit gemessen wurde und im Süden Brandenburgs an der Station Neusorgefeld nahezu normale Niederschlagsverhältnisse auftraten, herrschte in Berlin von April bis November 1999 bei überdurchschnittlichen Temperaturen eine ausgeprägte Trockenperiode. Der folgende Winter des Jahres 2000 war überdurchschnittlich mild. Mit Ausnahme von Juli bis September lagen alle Monatsmittel im Jahr 2000 über den langfristigen Mittelwerten. Deutschlandweit war das Jahr 2000 das wärmste Jahr des Jahrhunderts. 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 nur der Oktober gegenüber dem langfristigen Mittel deutlich wärmer, das Jahr insgesamt eher kühl. Die Niederschlagsverhältnisse waren ausgeglichen. In der 3. Märzdekade 2001 führten im Süden Brandenburgs überdurchschnittlich hohe Niederschläge in Form von Nassschnee zu Schneebruchschäden. 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 Juli und August 2002 fielen außergewöhnlich hohe Niederschlagsmengen.

Im Vergleich mit der längeren Zeitreihe seit 1971 (Abb. 65) relativieren sich die Niederschlagsdefizite in der Vegetationsperiode der Jahre 1999 und 2000. Es zeigt sich auch in der Zusammenfassung der Abweichungen der Niederschlagsmengen in der Vegetationszeit vom langjährigen Mittel für die Level II-Standorte Brandenburgs nach Daten des DWD eine recht plausible Beziehung zu den Höhepunkten des Waldschadensgeschehens in der Region. Mit 25 % Abweichung im Jahr 1999 und 20 % im Jahr 2000 war ein deutliches Niederschlagsdefizit in der Vegetationsperiode festzustellen. Die Auswirkungen auf den Waldzustand sollten aber deutlich geringer ausfallen, als in Folge der Trockenjahre 1976, 1982 und 1988–1989. In den Jahren 1988–1990 war in Folge der Trockenheit ein erheblicher Anstieg der Waldschäden in Brandenburg beobachtet worden,

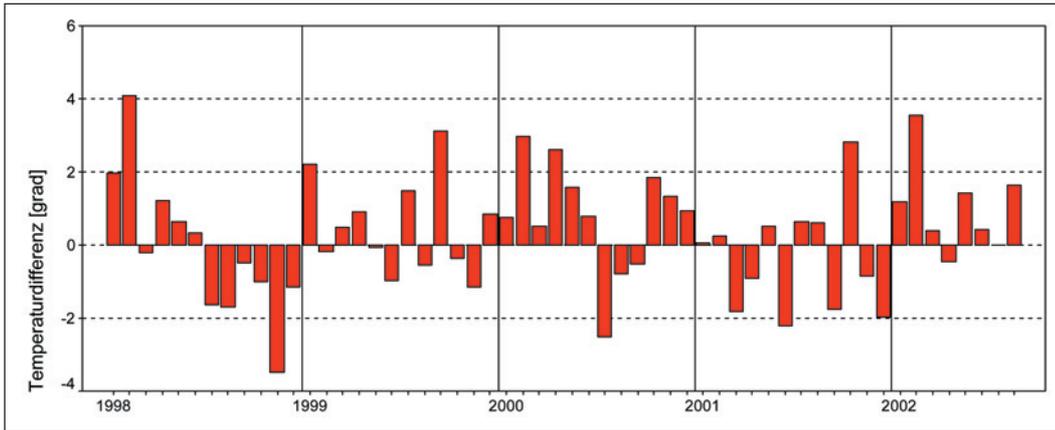


Abb. 63: Abweichung der Monatsmittel der Lufttemperatur in Grad im Zeitraum Januar 1998 bis August 2002 vom langjährigen Mittel (1971–2000); Mittelwerte der 6 Level II-Flächen Brandenburgs

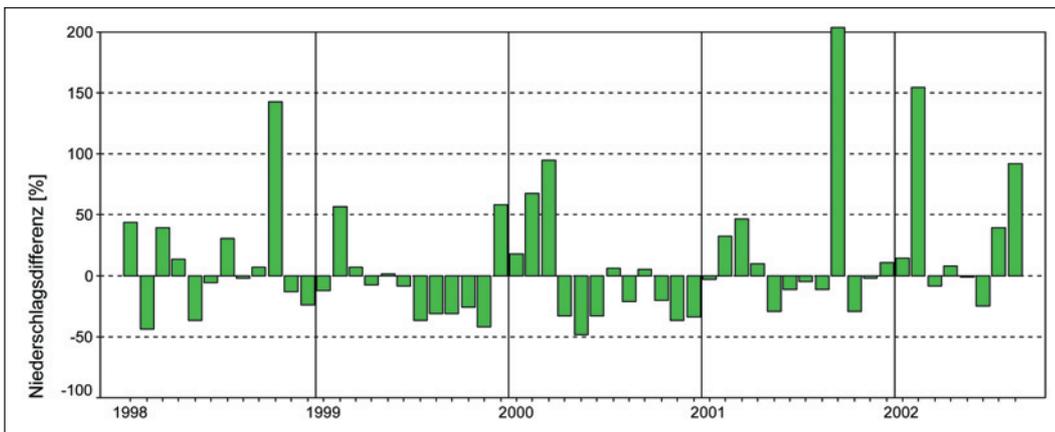


Abb. 64: Abweichung der Monatssummen des Niederschlags im Zeitraum Januar 1998 bis August 2002 vom langjährigen Mittel (1971–2000) in Prozent; Mittelwerte der 6 Level II-Flächen Brandenburgs

während die geringeren 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.

Ein Trockenstress für die Wälder ergibt sich aus der Differenz zwischen der Wasserverfügbarkeit für die Bäume und dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre. Die Wasser-

Niederschläge wieder mit Wasser aufgefüllt zu werden. Bereits bei nur ca. 50-prozentiger Sättigung des Bodens zeigen Reduktionen des Stammumfangs der Kiefern den Beginn von Ungleichgewichten von Wasserabgabe und Wasseraufnahme an. Ein Vergleich der Jahresverläufe von 1998 und 1999 zeigt deutlich die geringere Intensität und die kürzere Andauer der Beanspruchung des Speichervorräte im Jahr 1998. Weiterhin wird erkennbar, dass vor allem in Mittelbrandenburg die höchste Ausschöpfung im Jahr 1999 auftrat. Generell ist bereits in der kurzen Zeitreihe seit 1997 in Übereinstimmung mit den klimatischen Bedingungen erkennbar, dass die Beanspruchung des Wasserhaushaltes in

verfügbarkeit ist abhängig von der Füllung des Bodenwasserspeichers im Frühjahr und der Nachlieferung von Wasser über die Niederschläge. An den Level II-Flächen wird neben der Erfassung der Meteorologie auch der Bodenwassergehalt der Kiefernbestände verfolgt.

Damit wird anhand der Bodenaustrocknung konkreter Kiefernbestände die differenzierte Wasserverfügbarkeit der Beobachtungsjahre deutlich. Für die Darstellung wurden jeweils 2 Flächen zusammengefasst (Abb. 66).

Der typische Jahresverlauf des Bodenwassergehaltes geht von einer Sättigung (100 %) im Winter mit Beginn der Vegetationszeit in eine zunehmende Austrocknung über. Je nach der Intensität und Verteilung der Niederschläge innerhalb der Vegetationszeit wird der Boden zunehmend und anhaltend ausgetrocknet um mit dem Ende der Vegetationsperiode bei verringerter Verdunstung durch

Mittelbrandenburg besonders hoch, im Norden Brandenburgs deutlich geringer ist. Zur Einschätzung der Trockenstressbelastung einzelner Jahre wurde in Abb. 67 der prozentuale Anteil der Tage in der Vegetationsperiode mit Füllung des Bodenwasserspeichers unter 50 % bzw. unter 20 % der nutzbaren Wasserspeicherkapazität zusammengefasst.

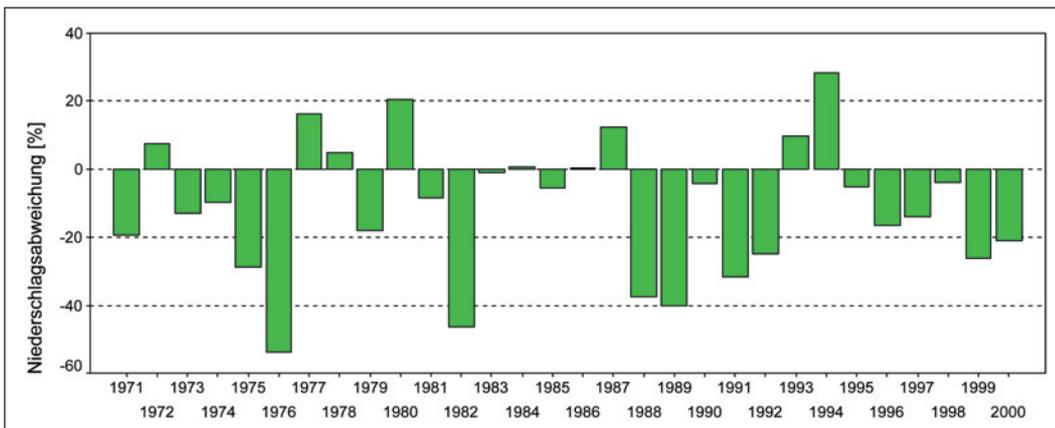


Abb. 65: Abweichung der Niederschlagssummen in der Vegetationsperiode (April-September) der Jahre 1971–2000 im Mittel für 6 Level II – Standorte Brandenburgs (Daten DWD, Aufbereitung: H. Jochheim, ZALF)

Im Mittel der Beobachtungsjahre ist danach in der Vegetationszeit zwi-

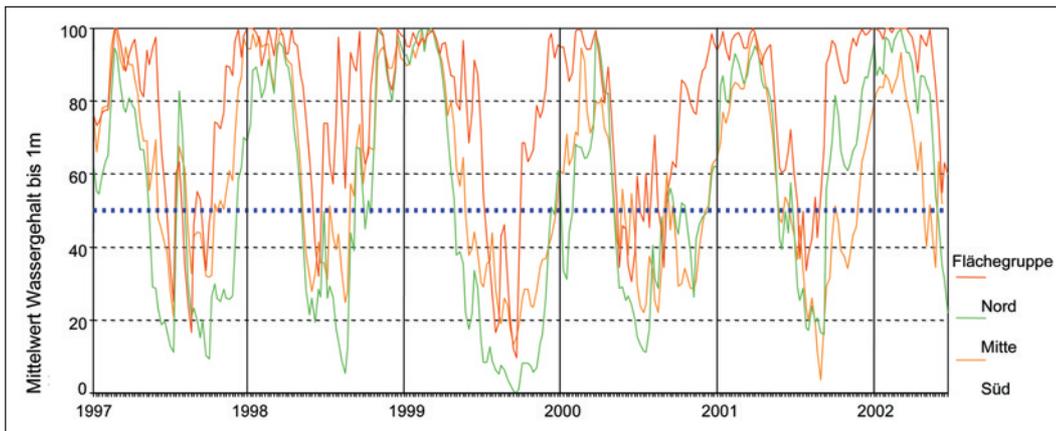


Abb. 66: Verfügbare Wassermenge des Waldbodens im Hauptwurzelraum (1 m) in Prozent der nutzbaren Wasserspeicherkapazität nach Wochen und Flächengruppen (Nord-, Mittel-, Südbrandenburg)

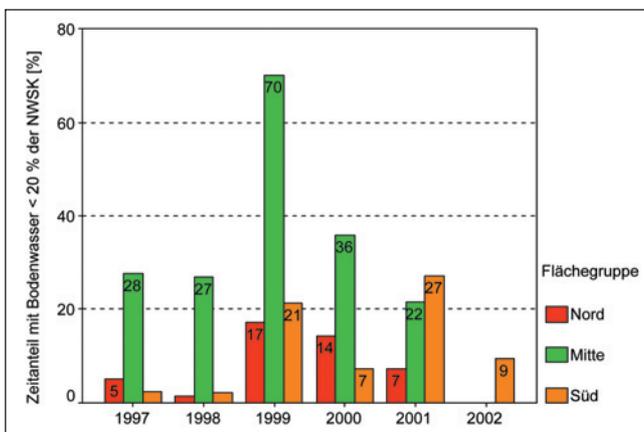
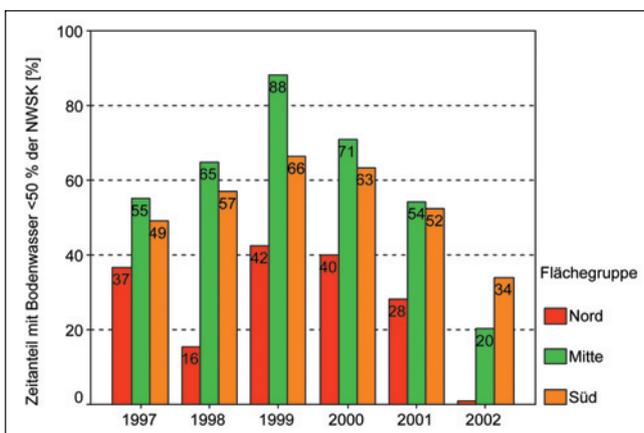


Abb. 67: Zeitanteil der Vegetationsperiode in Prozent mit Trockenstress-Belastung 1997–2002; 2002 nur bis August

a) Bodenwassergehalt bis 1 m < 50 % der nutzbaren Wasserspeicherkapazität (NWSK)

b) Bodenwassergehalt bis 1 m < 20 % der NWSK

schen 30 % (Nord-), 50 % (Süd-) und 60 % (Mittelbrandenburg) Zeitanteil mit beginnendem Trockenstress für die Kiefernbestände auf grundwasserfreien Standorten zu rechnen. Das Jahr 1999 ragt für Mittelbrandenburg durch 88 %, d. h. nur 12 % der Vegetationszeit ohne eingeschränkte Wasserversorgung heraus. An 70 % der Vegetationszeit des Jahres 1999 war der nutzbare Bodenwasservorrat an den beiden Flächen in Mittelbrandenburg kleiner als 20 % der Speicherkapazität. In Südbrandenburg war die Trockenstress-Belastung 1999 zwar geringer als in Mittelbrandenburg, gegenüber 1997 und 1998 aber deutlich erhöht. In Südbrandenburg trat im Jahr 2001 der bisher höchste Anteil starker Trockenstressbelastung auf.

Insgesamt ist in den Jahren 1999 und 2000, in Südbrandenburg auch 2001 gegenüber 1997 und 1998 ein Anstieg der Trockenstress-Belastung der Wälder durch Klimafaktoren festzustellen. Wie der Vergleich mit der längeren Zeitreihe der Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode zeigt, ist diese Belastung aber nicht als extrem einzustufen. In den Jahren 1975/76, 1982, 1988/89 und 1991/92 war nach den in der Vegetationsperiode

gefallenen Niederschlagsmengen mit weitaus höheren Trockenstress-Belastungen der Wälder der Region zu rechnen.

Sturmschäden

Witterungsextreme im Januar, Februar und Juli, die gekennzeichnet waren durch Orkanböen mit Windgeschwindigkeiten bis zu 125 km/h und heftigen Gewittern, führten zu extrem hohen Schadholzmengen in den Wäldern Brandenburgs.

Im Winterhalbjahr 2001/2002 fielen durch Sturmbruch und -wurf ca. 104.000 m³ Schadholz an. Weitere ca. 111.500 m³ Wurf- und Bruchholz verursachten orkanartige Stürme mit starken Regengüssen, die am 10. Juli über große Teile des Landes zogen. Dabei sind die Anteile im Nadelholz etwa doppelt so hoch wie im Laubholz.

In den Berliner Forsten ist das Schadholzaufkommen 2002 mit ca. 23.500 m³ (davon 12.800 m³ im Juli) ebenfalls als sehr hoch anzusehen.



Abb. 68: Sturmschäden vom 10. Juli in der Märkischen Schweiz

Das Sturmereignis am 10. Juli 2002

Schwere Unwetter mit sintflutartigen Regenfällen, orkanartigen Sturmböen und gebietsweise schwerem Hagelschlag entluden sich in den Nächten zum Dienstag und Donnerstag (9. und 11. Juli) über ganz Deutschland. Bei Temperaturunterschieden von bis zu 20 °C und einer Luftdruckdifferenz von 10 Hekto-Pascal (hPa) vor und hinter der Kaltfront braute sich ein Unwetter mit Windgeschwindigkeiten bis zu 150 km/h (42 m/s) zusammen. Die Sturmfront vom 10. Juli ging als außergewöhnliches Schadereignis durch die Presse und wurde als Hinweis auf die Zunahme von Witterungsextremen in Folge der Klimaänderung diskutiert.

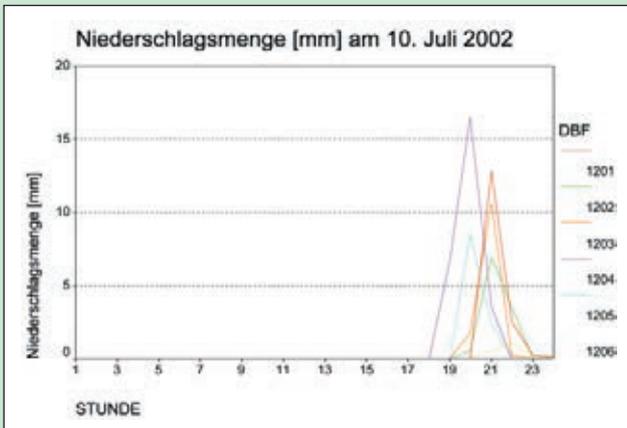
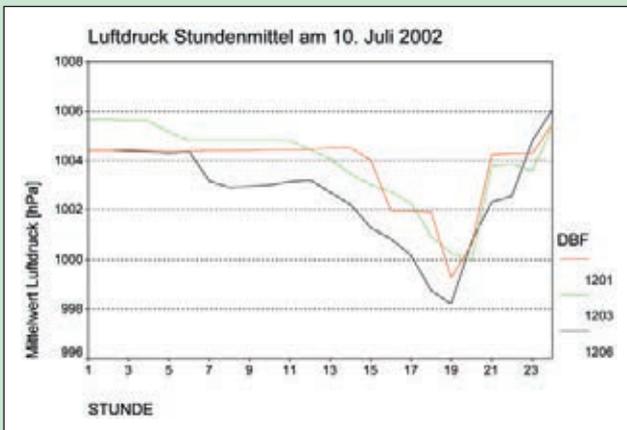
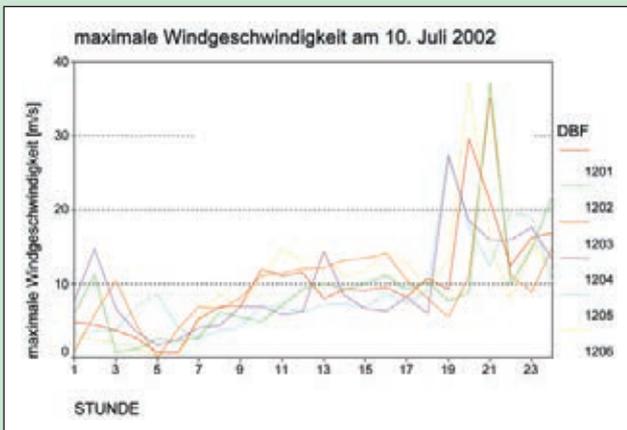


Abb. 69: Witterungsparameter an Level II – Dauerbeobachtungsflächen in Brandenburg am 10. Juli 2002 nach Stunden
 a) maximale Windgeschwindigkeit
 b) Luftdruck
 c) Niederschlagsmenge

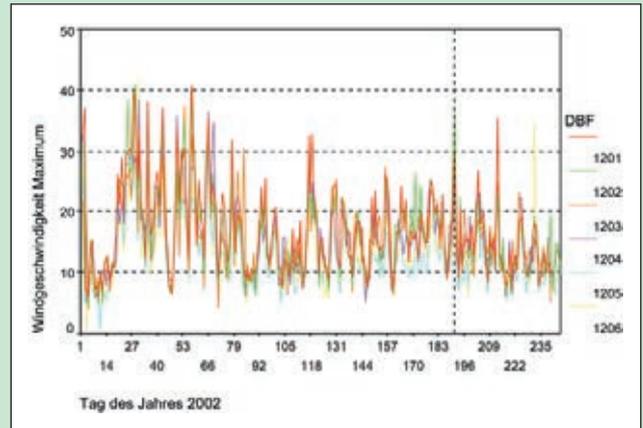


Abb. 70: Maximale Windgeschwindigkeit an Level II – Dauerbeobachtungsflächen nach Tagen des Jahres 2002

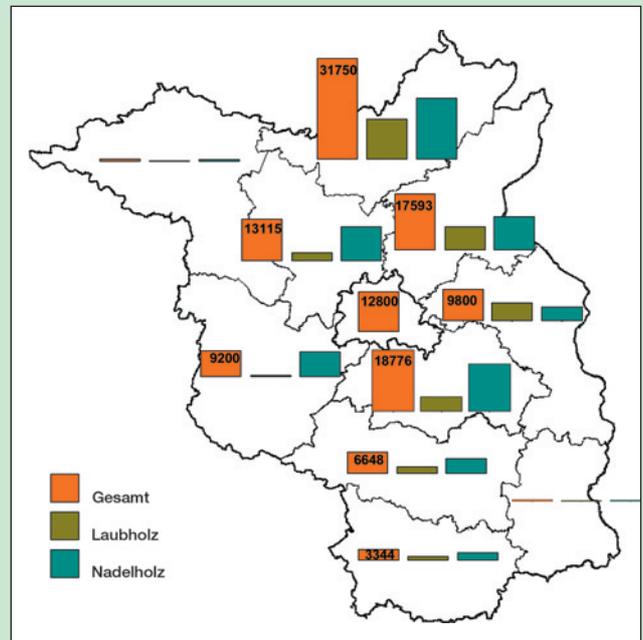


Abb. 71: Schadholzvolumen durch das Sturmereignis vom 10. Juli 2002 nach Ämtern für Forstwirtschaft in Brandenburg sowie im Land Berlin

Die Auswirkungen der Sturmfront mit starken Regenfällen waren auch in den Wäldern Brandenburgs deutlich. Die Registrierung der Witterungsparameter an den in relativ geschlossenen Waldgebieten gelegenen Dauerbeobachtungsflächen lässt das Ereignis zwar erkennen, relativiert aber seine herausragende Stellung hinsichtlich der Windgeschwindigkeiten in der Zeitreihe. Sowohl die Intensität als auch die Häufigkeit der Frühjahrsstürme 2002 waren an den Level II – Stationen in Brandenburg noch stärker ausgeprägt und führten auch an den Dauerbeobachtungsflächen zu Schäden.

Im Schwerpunktgebiet der Schäden vom 10. Juli, dem Raum Berlin hatte das aufgeheizte Stadtklima in den frühen Abendstunden einen schadverstärkenden Effekt. Das Schadholzvolumen von 111.500 m³ in Brandenburg und 12.800 m³ in Berlin ist zwar sehr hoch, entspricht aber nur etwa 0,04 % des Vorrates bzw. 7 % des jährlichen Holzeinschlages der Brandenburger Wälder und 0,3 % des Vorrates der Berliner Wälder.

4.2 Biotische Schaderreger und Waldbrandgeschehen 2001/2002

In diesem Jahr waren es die Raupen der Nonne, die insbesondere in Südbrandenburg auffällige Fraßschäden bis zum Kahlfraß in Kiefernbeständen verursachten. Durch die Nonnenraupen bedroht sind auf Grund ihrer polyphagen Ernährungsweise sowohl Nadel- als auch Laubbäume, junge Bestände ebenso wie Althölzer.

Phytophage Insekten und Schäden an Nadelbäumen

Wie in den vergangenen Jahren wurde Brandenburg auch 2002 nicht von Fraßschäden durch nadelfressende Schmetterlingsraupen verschont. Verschärft hat sich vor allem die Befallsituation bei der **Nonne** (*Lymantria monacha*). In Süd- und Südostbrandenburg sind ca. 21.000 ha Wald von merklichen bis starken Fraßschäden durch die Nonne betroffen. Befallsschwerpunkte mit starken Nadelmassereduzierungen



Abb. 72: Nonnenraupe



Abb. 73: Geschädigter Kiefernbestand durch Nonnenraupenfraß

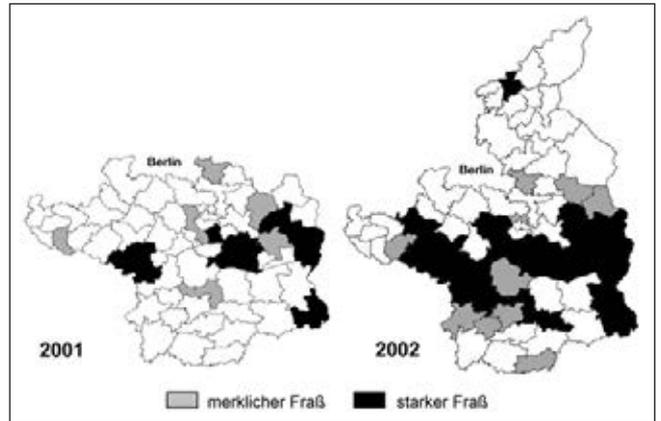


Abb. 74: Schwerpunktgebiete mit Nonnenraupenfraß im Süden Brandenburgs 2001 und 2002



Abb. 75: Geschädigte Kiefernbestände durch Nonnenraupenfraß (Foto: Heliservice)

(> 50 %) zeichnen sich in den Ämtern für Forstwirtschaft Lübben, Müllrose mit der Außenstelle Luckenwalde, Wünsdorf, Doberlug-Kirchhain und Peitz ab.

Von Pflanzenschutzmitteleinsätzen wurde in diesem Jahr abgesehen, da erwartet wird, dass einmaliger Fraß durch die Nonnenraupen zum Abgang einzelner Bäume führt, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Bestandesverluste nach sich zieht. Für 2003 ist eine weitere massive Zunahme des Befallsflächenumfangs zu erwarten, so dass Gegenmaßnahmen im kommenden Frühjahr in stark gefährdeten Waldkomplexen nicht auszuschließen sind.

Falterflugkontrollen an Pheromonfallen weisen auch in den Berliner Forsten auf lokale Erhöhungen der Nonnen-Populationsdichten hin. Zu auffälligen Fraßerscheinungen kam es bisher nicht.

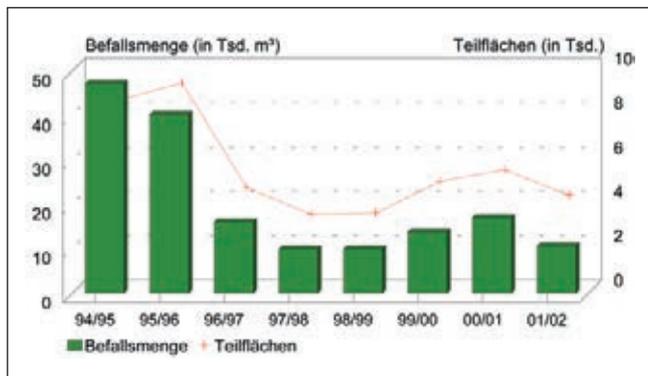


Abb. 76: Prachtkäfer – Stehendbefallsentwicklung

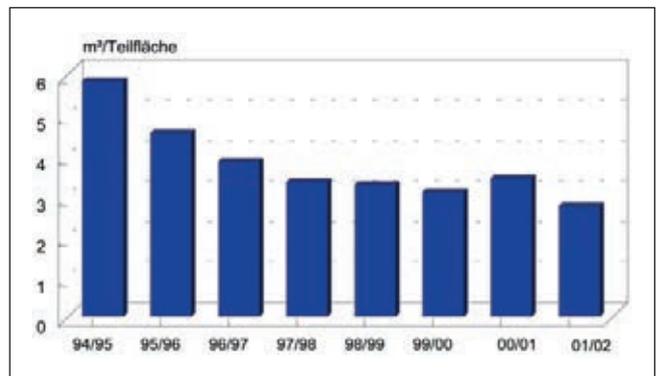


Abb. 77: Prachtkäfer – Entwicklung des Schadholzanfalls in m³/Teilfläche

Der diesjährige Fraß von **Forleule** (*Panolis flammea*), **Kiefernspinner** (*Dendrolimus pini*) und **Kiefernbuschhornblattwespen** (*Diprion* spp., *Gilpinia frut.* u. a.) spielte im Vergleich zu dem durch Nonnenraupen eine untergeordnete Rolle und wird sich nur unwesentlich auf den Waldzustand auswirken. Kleinflächige Fraßherde der o. g. Insekten wurden in den Ämtern für Forstwirtschaft Belzig, Ast. Hangelsberg, Lübben, Doberlug-Kirchhain und Peitz sichtbar.

Bei den **Blauen Kiefernprachtkäfern** (*Phaenops cyanea* und *formaneki*) ging der Stehendbefall im Vergleich zum Schadholzvolumen des Vorjahres auf 62 % zurück.

Einfluss auf diese – auch im Hinblick auf zu erwartende Folgeschäden in den Nonnenfraßgebieten – positive Entwicklung hatte der feucht-kühle Witterungsverlauf im Frühjahr 2001. Sowohl beim registrierten Schadholzvolumen pro Teilfläche als auch bei der Anzahl der betroffenen Teilflächen ist eine fallende Tendenz zu verzeichnen, die auf einen weiteren Rückgang der Populationsdichten hinweist. Das unterstreichen auch die Ergebnisse der Kontrolle des Junglarvenbesatzes auf Dauerbeobachtungsflächen in der Obf. Jänschwalde und den Level II-Flächen.

Eine abnehmende Tendenz ist ebenfalls beim **Buchdrucker** (*Ips typographus*) hinsichtlich des Schadholzvolumens als auch der Anzahl der betroffenen Teilflächen im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen.

Analog zu Brandenburg ist die Stehendbefallsentwicklung durch Stammbrüter in den Berliner Forsten positiv zu werten. Prachtkäfer- und Buchdruckerbefall sind rückläufig.

Phytophage Insekten an Laubbäumen

Fraßschäden der **Eichenwickler-Fraßgesellschaft** (*Tortrix viridana*, *Operophtera brumata*, *Erannis defoliaria*) waren 2002 eher unbedeutend. Sowohl beim Eichenwickler als auch beim Frostspanner verdeutlichen die Befallswerte einen Rückgang des Auftretens. Die Schäden liegen ausschließlich im merklichen Bereich mit Blattmasseverlusten bis max. 50 %.

Aus den Berliner Forsten liegen keine Meldungen über auffällige Schäden vor.

Tab. 1: Fraßschäden durch Eichenwickler und Frostspanner (Land Brandenburg)

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

¹: 30–50 % Blattverluste

²: über 50 % Blattverluste

Nach dem erstmaligen Auftreten der **Roßkastanienminiermotte** (*Cameraria ohridella*) in Brandenburg im Jahr 2000 und auffälligen Schäden in fast allen Ämtern für Forstwirtschaft im vergangenen Jahr, wurde auch in diesem Jahr ein starkes Auftreten dieser Schmetterlingsart gemeldet. Zu sichtbaren Schäden führte der Fraß der ersten beiden Larvengenerationen (Frühjahrs- und Sommergeneration).

In Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen können drei Generationen im Jahr ausgebildet werden. Bekannt ist, dass rotblühende Arten bzw. Hybride weniger befallsgefähr-

Maßnahmen zur Eindämmung des Befalls mit der Kastanienminiermotte



Abb. 78: Kastanienminiermotte – Befallsbild an Blatt und Baum

Die Kastanienminiermotte hat sich in wenigen Jahren in Stadt und Wald verbreitet und befällt nahezu ausschließlich die weißblühende Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*). Der Befall beginnt im Frühjahr im unteren Drittel der Bäume, um dann mit den folgenden Generationen ab Juli auch die obere Kronenhälfte zu erfassen. Hieraus resultieren die vielerorts sichtbare Verbräunung des Laubes und der anschließende Laubfall. Die starke Blattschädigung durch den Minierfraß führt zu einer Schwächung der Kastanien, so dass Düngung (Frühjahr), Bewässerung und Standortpflege die Vitalität der Bäume unterstützen können.

Eine direkte Bekämpfung mit einem chemischen Pflanzenschutzmittel ist aufgrund der Größe der meisten Bäume schwierig. In diesem Jahr haben 2 Insektizide eine Genehmigung zur Anwendung im Einzelfall gemäß § 18 a Pflanzenschutzgesetz gegen die Kastanienminiermotte erhalten. Bei beiden müsste jedoch das Präparat zum Flugbeginn der Motte (Ende April bis Anfang Mai, Vollblüte der weiß blühenden Rosskastanie) auf die Blattoberseiten der gesamten unteren Hälfte der Krone gespritzt werden.

Dagegen erwies sich das mechanische Entfernen des Laubes mit den darin befindlichen Puppen des Schädling als wirksame befallsbeschränkende Maßnahme. Die anschließende lückenlose Abdeckung befallener Blätter mit einer mindestens 10 cm dicken Schicht aus Erde oder Rasenschnitt (Kompostierung) bzw. die Verwendung einer entsprechend abdichtenden Folie oder die professionelle Kompostierung in Großkompostanlagen (mit Temperaturen von mindestens 55° C) vermindert die Besiedelung durch die 1. Generation der Kastanienminiermotte im kommenden Frühjahr. Diese Maßnahme bewirkt einen geringeren Anfangsbefall – grundsätzlich verhindert wird dieser dadurch aber nicht. Trotzdem sollte diese einfache, gartenbauliche Maßnahme nicht unterschätzt werden! Aus einem Kilogramm trockenen Laubes schlüpfen bis zu 4.500 Tiere, so dass mit dem Laubaufsammlen etwa 50.000 Eier vermieden werden. (Das Verbrennen von Laub ist in Berlin durch Rechtsverordnung untersagt.)

det sind und besonders in Stresslagen bei der Neupflanzung von Kastanien berücksichtigt werden sollten.

Stark betroffen von der Kastanienminiermotte sind die Berliner Forsten. Befall zeigten Bäume an Waldrändern, in Parks und Stadtgebieten sowie ganze Alleen.

Pilzliche Schaderreger und Komplexkrankheiten

Die Befallsfläche der **Kiefernschütte** (Erreger: *Lophodermium seditiosum*) hat sich 2002 sowohl in Kulturen als auch in Dickungen wieder etwas vergrößert. Schon seit längerer Zeit ist bekannt, dass *Lophodermium seditiosum* nicht nur in Pflanzungen, sondern auch an natürlich verjüngten Kiefern gravierende Schäden verursachen kann. Im Jahr 2002 betrug die als Zusatzmeldung signalisierte Befallsfläche der Kiefernschütte in Naturverjüngungen 331 ha.

Das Berliner Forstamt Buch ermittelte in diesem Jahr in Naturverjüngungen auf 6 ha Befall.

Tab. 2: Auftreten der Kiefernschütte in Brandenburg (1999 – 2002)

Kiefernschütte	Befallsfläche (ha)			
	1999	2000	2001	2002
in Kulturen	1.203	580	157	197
in Dickungen	1.998	1.022	395	444

Seit 1998 wird im Land Brandenburg eine stetige Befallszunahme der **Rußigen** und **Rostigen Douglasienschütte** festgestellt. Die Mehrzahl der Schäden geht dabei zweifellos auf die Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*) zurück. Nur gelegentlich findet man in den Beständen auch die Rostige Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*), die vorwiegend die Douglasien-Varietäten *glauca* und *caesia* infiziert. Diese werden heute aber kaum noch angebaut.

Brandenburg meldete 2002 Befall auf 123 ha, das sind ca. 138 % der 2001 gemeldeten Fläche (89 ha). In den Berliner Forsten traten Nadelerkrankungen dieser Art im Forstamt Lanke auf 19,2 ha in Erscheinung.

An Bedeutung zugenommen haben Schäden durch den **Kiefernbaumschwamm** (Erreger: *Phellinus pini*). Die Befallsfläche hat sich mit 6.463 ha gegenüber 2000 auf 144 % erhöht. Auch die Schadholzmenge folgt diesem Trend: Gemeldet wurden 22.177 m³, – das sind 120 % des im vergangenen Jahr registrierten Volumens. Der Kiefernbaumschwamm besitzt im Nordosten Europas einen markanten Verbreitungsschwerpunkt. In Deutschland tritt er als stammbürtiger Wundparasit (Weißlochfäule) nur östlich der Elbe forstwirtschaftlich relevant in Erscheinung. Das Land Brandenburg mit seinem hohen Kiefernanteil bietet für *Phellinus pini* günstige Lebensbedingungen.

In den Berliner Forsten blieb das Aufkommen an Schadholz, verursacht durch den Kiefernbaumschwamm, auch 2001 mit 11.630 m³ sehr hoch.

Absterberscheinungen in Eichenbeständen („Eichensterben“) sind 2001 mit einer gemeldeten Schadholzmenge von 6.831 m³ im Vergleich zum Vorjahr auf ca. 84 % zurückgegangen. Obwohl die genannten Zahlen auf eine leichte Beruhigung des Krankheitsgeschehens beim Eichensterben hindeuten, gibt es Bestandeskomplexe, in denen ein vermehrtes Auftreten exsudierender Nekrosen an Stämmen beobachtet wird.

Im Berliner Bereich sind die Forstämter Tegel und Grunewald von Krankheitserscheinungen an Eichen betroffen.

Seit einigen Jahren wurde in Europa und erstmals 1995 in Deutschland eine neuartige Erlenkrankheit festgestellt. Als



Abb. 79: Phytophthora-Befallsbild einer Erle im Spreewald

Erreger dieser Erkrankung wurden pilzähnliche Organismen aus der Gattung *Phytophthora* erkannt. Das als „**Erlen-Phytophthora**“ oder „Phytophthora – Wurzelhalsfäule“ bezeichnete Phänomen wurde jetzt auch in weiten Teilen Brandenburgs beobachtet. Besonders brisant erscheint die Situation im Spreewald, weil das Gebiet mit seinem dicht verzweigten Gewässernetz optimale Bedingungen für die Ausbreitung des Erregers bietet. Die Erlen-Phytophthora stellt für diesen forstlich wie touristisch bedeutsamen Landschaftsbereich zweifellos ein ernst zu nehmendes Gefahrenpotenzial dar.

Waldbrandgeschehen

Das Waldbrandrisiko im Land Brandenburg ist mit dem südeuropäischen Länder vergleichbar. Den historischen und waldbaulichen Gegebenheiten im Land Brandenburg wird durch die Einstufung von 96 % der Waldfläche in die höchsten Waldbrandgefahrenklassen A und A1 Rechnung getragen. Waldbrände setzen in erheblichem Maße Schadstoffe frei, führen zu einem schnellen Humusabbau, Erosionen und zur Auswaschung von Nährstoffen in das Oberflächen- und

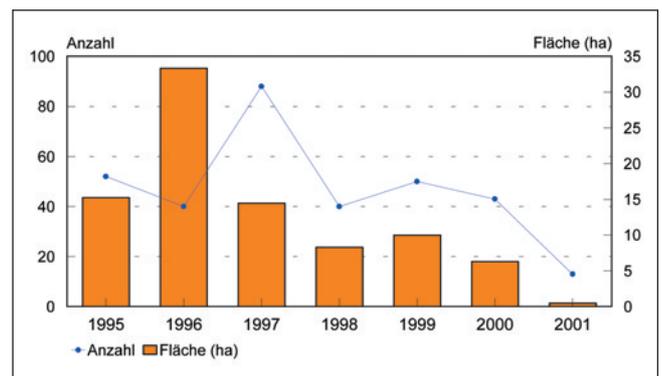


Abb. 80: Waldbrände von 1995–2001 – Anzahl und Fläche – Berliner Forsten

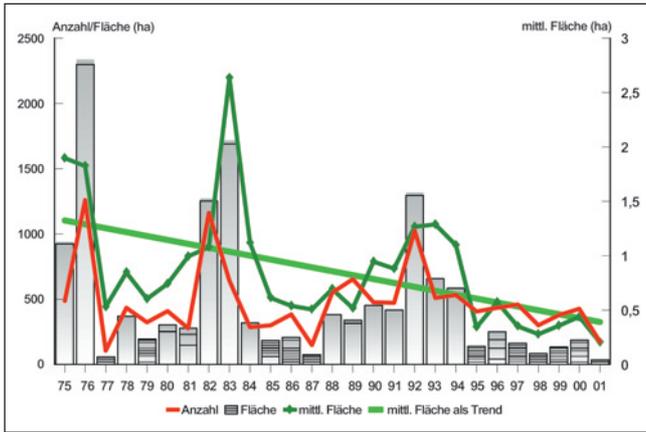


Abb. 81: Waldbrände von 1975–2001 – Anzahl, Fläche und mittlere Fläche – Land Brandenburg

Grundwasser. Generell ist in den letzten Jahren ein positiver Trend beim Waldbrandgeschehen zu beobachten, insbesondere die betroffenen Flächen verringerten sich.

Auch die Waldbrandbilanz 2001 ist im Vergleich zu langjährigen Durchschnittswerten als überaus positiv zu werten. In Brandenburg gab es 174 Waldbrände (> 0,01 ha) mit einer Gesamtschadfläche von 35,4 ha. In den Berliner Forsten ereigneten sich 13 Brände mit einer betroffenen Fläche von 0,5 ha. Der zeitliche Schwerpunkt lag im Monat Mai.

Im Verlauf des Jahres 2002 wurden bis Ende August für Brandenburg (einschließlich Bundesforstämter) 193 Brände mit einer Fläche von 35,7 ha und für Berlin 9 Brände mit einer Fläche von 5,4 ha gemeldet.

4.3 Immissionssituation und Entwicklung der Fremdstoffeinträge in Wälder

Immissionssituation

Schwefeldioxid und Stickstoffoxide

Durch die seit 1990 entscheidend reduzierten Emissionen von Schwefeldioxid (1989: 1314 kt, 1994: 640 kt, 1998: 95 kt, 2001: 69 kt) und Stickstoffoxiden (1990: 224 kt, 1994: 148 kt, 1998: 115 kt, 2001: 64 kt) in Berlin und Brandenburg wurden seit Anfang der neunziger Jahre auch die SO₂- und NO_x-Immissionen in siedlungs- und industriefernen Regionen bis Ende der neunziger Jahre auf ein sehr niedriges Konzentrationsniveau gesenkt. In Nordbrandenburg und am Berliner Stadtrand wurden im Berichtsjahr Jahresmittelwerte bei SO₂ von 3 – 5 µg/m³ und bei NO_x von 10 µg/m³ bzw. 21 µg/m³ festgestellt. Damit zeigt sich in Neuglobsow eine bereits seit 1993 anhaltende Quasikonstanz der NO_x-Belastung (Abb. 82 und Abb. 83).

Für beide Luftschadstoffkomponenten ist die klare Einhaltung der ökosystembezogenen Jahresmittelgrenzwerte aus der 1. Tochterrichtlinie der EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität (SO₂: 20 µg/m³, NO_x: 30 µg/m³) bereits seit Mitte der neunziger Jahre erkennbar. Sowohl für die BLUME-Messstelle Grunewald als auch für die Messstelle Neuglobsow des Umweltbundesamtes wurden seit Beginn des Messbetriebes noch nie niedrigere SO₂- und NO_x-Jahresmittel-Konzentrationen als im Jahr 2001 festgestellt. Es besteht im Unterschied zur stark verkehrsgeprägten NO_x-Immission seit 1997 praktisch kein SO₂-Belastungsunterschied mehr zwischen relativen Reinluftgebieten des Landes Brandenburg und dem walddreichen Berliner Stadtrand.

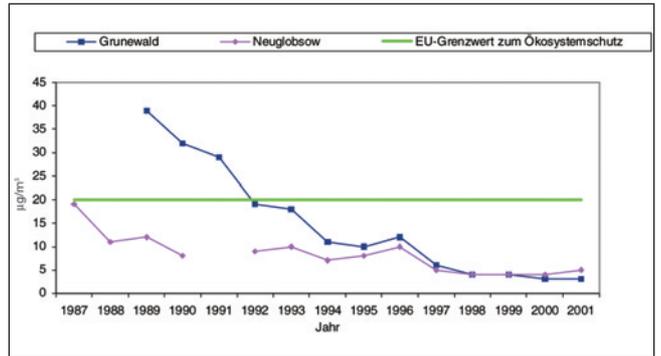


Abb. 82: Jahresmittelwerte Schwefeldioxid an den Stationen Grunewald und Neuglobsow

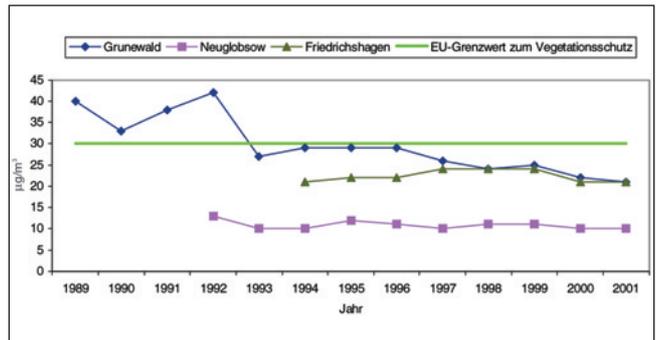


Abb. 83: Jahresmittelwerte der Stickoxide (NO₂ und NO) an den Stationen Grunewald, Friedrichshagen und Neuglobsow

Ozon

Die wesentlich von den meteorologischen Randbedingungen des Sommerhalbjahres (Temperatur, Strahlung, Luftmassentyp, Konzentration photochemisch aktiver Vorläufer-substanzen) abhängige Ozon-Belastung zeigte für 2002 anhand des so genannten AOT 40-Wertes zum Schutz der Wälder (3. Tochterrichtlinie zur EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität) einen deutlichen Anstieg im Vergleich zu 2001. 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 Abschnidelinie von 40 ppb (= 80 µg/m³) im Zeitraum April bis September (8.00 – 20.00 Uhr) an einer Messstelle entsteht. Zwar fielen die dem AOT 40-Wert zugrunde liegenden Sommermonate um etwa 1,7 K wärmer aus als das langjährige Klimanormal und waren damit auch deutlich wärmer als die entsprechenden Vorjahresmonate, doch die Sonnenscheindauer ging gegenüber dem Vorjahr mit 91 % des Langzeitmittels (1961 – 1990) etwas zurück. Diese unter-

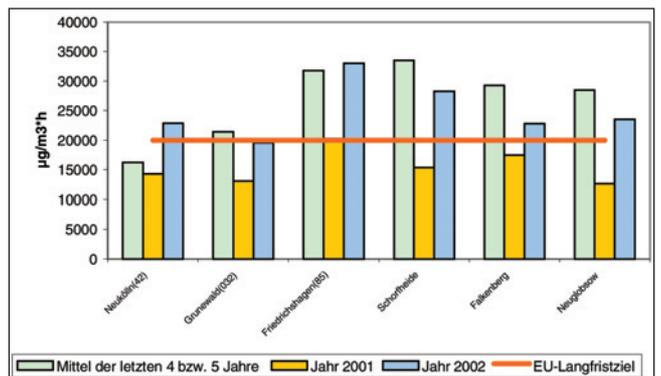


Abb. 84: Mittelwerte der AOT 40veg-Werte der Ozonimmission der letzten 3 – 5 Jahre sowie der Jahre 2001 und 2002 an ausgewählten walddnahen Stationen in Berlin und Brandenburg

schiedlich ausgeprägten klimatologischen Tendenzen spiegeln sich in erheblichen Belastungszunahmen hinsichtlich der O_3 -Dosis wider. Insgesamt blieben die AOT 40-Werte deutlich über dem EU-Langfristziel von $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (s. Abb. 84), das im repräsentativen 5-Jahres-Mittel nach EU-Ozon-Tochterrichtlinie in Brandenburg und Berlin nicht eingehalten wird.

Ammoniak – NH_3

Die kontinuierliche Erfassung von Ammoniakkonzentrationen ist unter Feldbedingungen sehr schwierig. Bis zum Jahr 2000 wurden NH_3 -Konzentrationen in den Waldgebieten des Landes Brandenburg mit Hilfe einer mobilen Messeinheit punktuell erfasst. Seit Anfang April 2001 werden an den 6 Waldökosystem-Dauerbeobachtungsflächen (Level II-Flächen) des Landes Brandenburg „diffusive sampler“ des Swedish Environmental Research Institute Gothenburg eingesetzt. Erfasst werden neben NH_3 auch NO_2 und Ozon. Die Expositionszeit beträgt in der Regel 4 Wochen.

Die im Zeitraum von April 2001 bis Mai 2002 erhobenen Messdaten liegen an allen 6 Level II-Flächen auf einem sehr niedrigen Konzentrationsniveau. Im Messzeitraum liegen die mittleren NH_3 -Konzentrationen zwischen $0,7$ und $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit an der unteren Grenze des für Background-Gebiete angegebenen Bereichs von $1 - 4 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$. Obwohl die Konzentrationswerte sehr niedrig sind, gibt es doch z. T. erhebliche Unterschiede in der Belastung der Dauerbeobachtungsflächen durch NH_3 . Die in Abb. 85 dargestellten Summenkurven (S1201 – S1206) der Monatsmittel lassen eine Teilung der Belastung der Flächen durch Ammoniak in zwei Gruppen erkennen.

Während die etwas höheren NH_3 -Konzentrationen auf der Fläche 1201 (Nattheide) ausschließlich den Emissionen aus der Landwirtschaft zuzuordnen sind, könnten bei den Flächen 1204 (Weizgrund) und 1205 (Neusorgefeld) auch Emissionen aus Industrieanlagen eine Rolle spielen.

Auf Grund der niedrigen Konzentrationen ist eine direkte großflächige Schädigung der Waldökosysteme durch Ammoniak nicht zu erwarten. Lokal begrenzte Schäden in der Nähe von Tierhaltungsanlagen konnten jedoch an angrenzenden Waldgebieten nachgewiesen werden. Trotz der niedrigen gasförmigen NH_3 -Konzentrationen sind die Ammonium-Einträge (NH_4^+) in den Waldgebieten noch relativ hoch und ein wesentlicher Bestandteil der Depositionen von Stickstoffverbindungen, die zu einer Überschreitung der Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff an den Level II-Flächen der Länder Brandenburg und Berlin führen (siehe Abschnitt Critical Loads, S. 36).

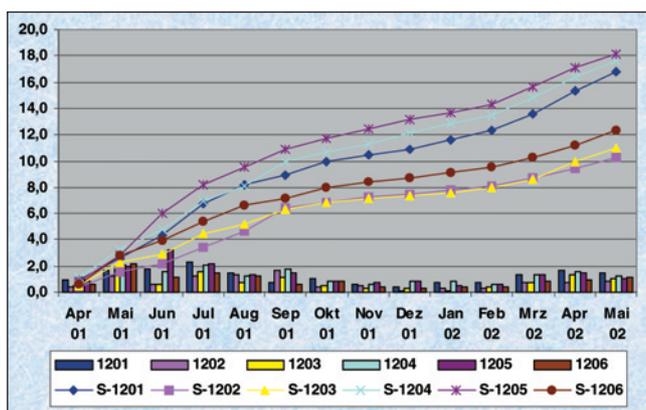


Abb. 85: Entwicklung der NH_3 -Konzentrationen (Balken) sowie der kumulativen Summen der Monatsmittel (Linien) im Zeitraum von April 2001 – Mai 2002 an 6 Level II-Flächen des Landes Brandenburg

Entwicklung der Fremdstoffeinträge in Wälder

Die Eintragungssituation in den Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg hat sich trotz der höheren Niederschläge (Nordbrandenburg +22 %, Südbrandenburg +26 %) im Jahr 2001 nur geringfügig gegenüber 2000 verändert.

Der seit Anfang der 90er Jahre zu beobachtende Rückgang der SO_4 -S-Einträge im Freiflächen- und Bestandesniederschlag setzte sich im Jahr 2001 fort (Brandenburg-Nord: -9 %, Brandenburg-Süd: -14 %, Berlin: -12 % gegenüber 2000, Abb. 86).

Die niederschlagsgebundene Deposition pegelt sich seit 1997 bei etwa $5 \text{ kg S-SO}_4/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ein. Das entspricht etwa 6 % der Eintragungsmengen der zweiten Hälfte der 80er Jahre. Die kritische Depositionsrate (Critical Load) für basenarme Waldböden wurde im Jahr 2001 weder in Berlin noch im Land Brandenburg überschritten ($3 - 8 \text{ kg S}/(\text{ha} \cdot \text{a})$).

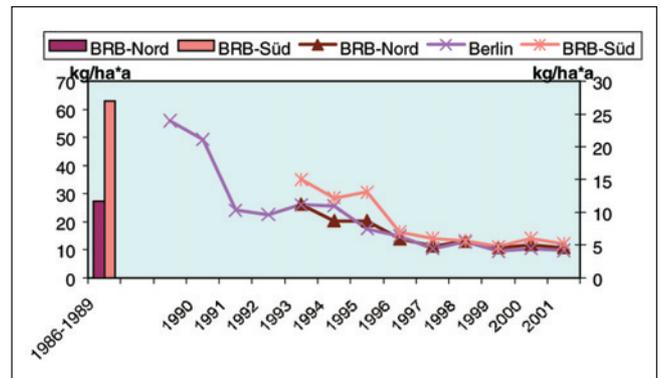


Abb. 86: Entwicklung der SO_4 -S-Einträge in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

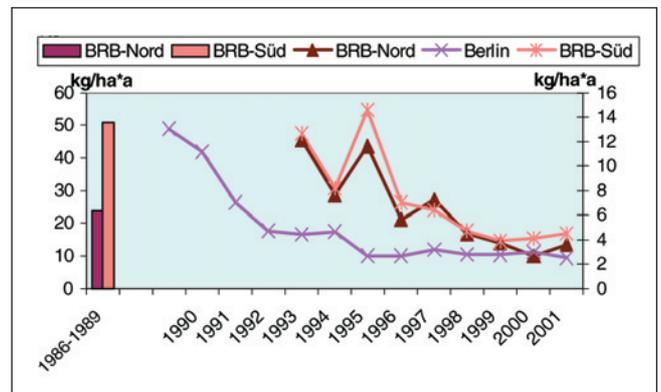


Abb. 87: Entwicklung der Ca-Einträge in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

Die Kalzium-Einträge lagen 2001 im Flächenmittel mit +26 % im Norden Brandenburgs und +9 % im Süden in dem durch die erhöhten Niederschlagsmengen zu erwartenden Bereich. In Berlin reduzierte sich der Ca-Eintrag gegenüber dem Vorjahr um 16 % (Abb. 87).

Gegenüber 25 – 50 kg Kalziumeintrag an Freiflächen bis 1990 wurden zunächst in Berlin und ab 1996 auch in Brandenburg auf $2 - 4 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ reduzierte Einträge gemessen. Damit ist gleichzeitig mit der reduzierten Säurebelastung durch die Schwefeleinträge auch eine wesentliche Komponente der Pufferung durch basische Staubeinträge stark zurückgegangen.

Der sich aus der Summe der Einträge von Ammonium, Mangan, Eisen, Aluminium und Protonen berechnete **Säureeintrag** hat sich auch 2001 gegenüber dem Vorjahr auf allen Untersuchungsflächen wieder erhöht (Brandenburg-Süd: +10 %, Brandenburg-Nord: +11 %, Berlin: +7 %) (Abb.88).

Sowohl in Berlin als auch im Land Brandenburg ist nach der 1990 einsetzenden Reduzierung des Säureeintrags seit 1996 wieder ein Ansteigen der Einträge zu erkennen. Trotz der Erhöhung des Säureeintrags in den Untersuchungsgebieten kam es zu keiner Verringerung der pH-Werte der Niederschläge.

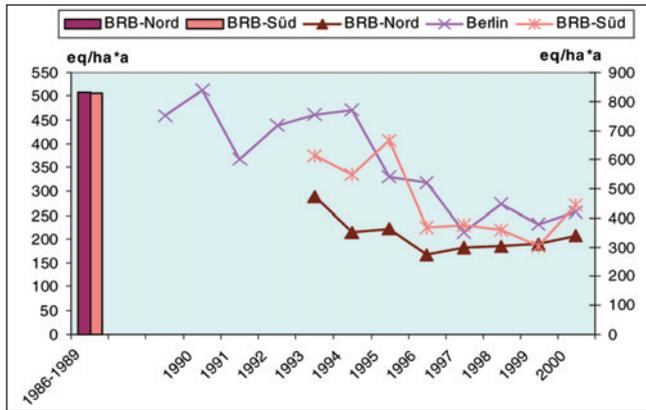


Abb. 88: Entwicklung der Säureeinträge in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

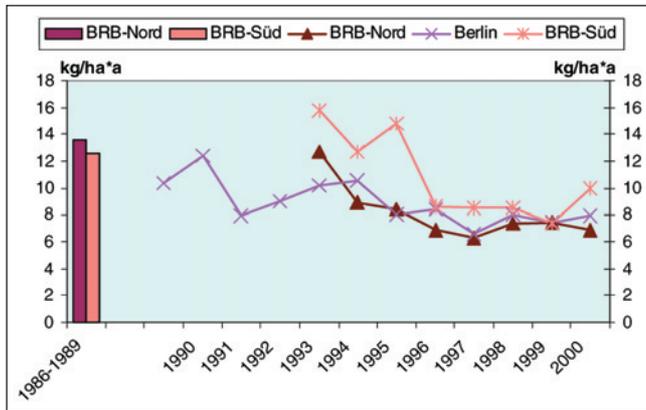


Abb. 89: Entwicklung der N_{ges} -Einträge in Waldgebieten der Länder Berlin und Brandenburg

Der sich seit 1996 abzeichnende Trend der geringfügig aber stetigen Erhöhung der Gesamt-Stickstoffeinträge (N_{ges}) setzte sich im Jahr 2001 nicht fort. Die im Norden Brandenburgs geringe Erhöhung der N-Einträge um 7 % ist als Folge der höheren Niederschlagsmengen gegenüber 2000 zu werten. Im Süden Brandenburgs gingen die N-Einträge um 12 % zurück. Trotz der Verringerung der Stickstoffdeposition von 12 – 14 kg/(ha*a) auf ca. 8 kg/(ha*a) in der Periode 1996–1999 werden die kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) an den Waldgebieten der Länder Brandenburg und Berlin weiterhin überschritten.

Die Einträge der Schwermetalle blieben auch 2001 sehr gering und die Konzentrationen lagen teilweise unter der analytischen Nachweisgrenze.

Im Vergleich des Eintraggeschehens in den beiden Bundesländern zeigt es sich, dass sich die Frachten der untersuchten Elemente seit Beginn der Messungen immer mehr annähern und die noch auftretenden Unterschiede bei einer Vielzahl der untersuchten Komponenten im tolerierbaren Fehlerbereich liegen.

Critical Loads – Ökologische Belastungsgrenzwerte

Unter dem Begriff Critical Loads sind naturwissenschaftlich begründete Belastungsgrenzen zu verstehen, die für die

Wirkung von Luftschadstoffen auf unsere Umwelt ermittelt werden.

Die Einhaltung oder Unterschreitung solcher Belastungsgrenzwerte gibt nach heutigem Wissen Gewähr dafür, dass ein ausgewähltes Schutzgut, der ökologische Rezeptor, weder akut noch langfristig geschädigt wird. Die Schutzgüter oder Rezeptoren können ganze Ökosysteme sein, Teile davon oder Organismen, aber auch Baudenkmäler oder besondere Materialien.

Als Wert für die Critical Loads wird in quantitativer Abschätzung derjenige Schadstoffeintrag bestimmt, bei dessen Unterschreitung nach derzeitigem Kenntnisstand schädliche Effekte am betrachteten Schutzgut nicht zu erwarten sind.

Im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit zum Umweltmonitoring wurden von der Gesellschaft für Ökosystemanalyse und Umweltdatenmanagement mbH an den Level II-Flächen der Länder Brandenburg und Berlin Berechnungen zur Belastbarkeit dieser Ökosysteme durch atmogene Einträge und der Überschreitung der kritischen Belastbarkeitsgrenzen für die Jahre 1997 – 2000 durchgeführt (BECKER et al., 2000¹). Die Ergebnisse dieser Untersuchun-

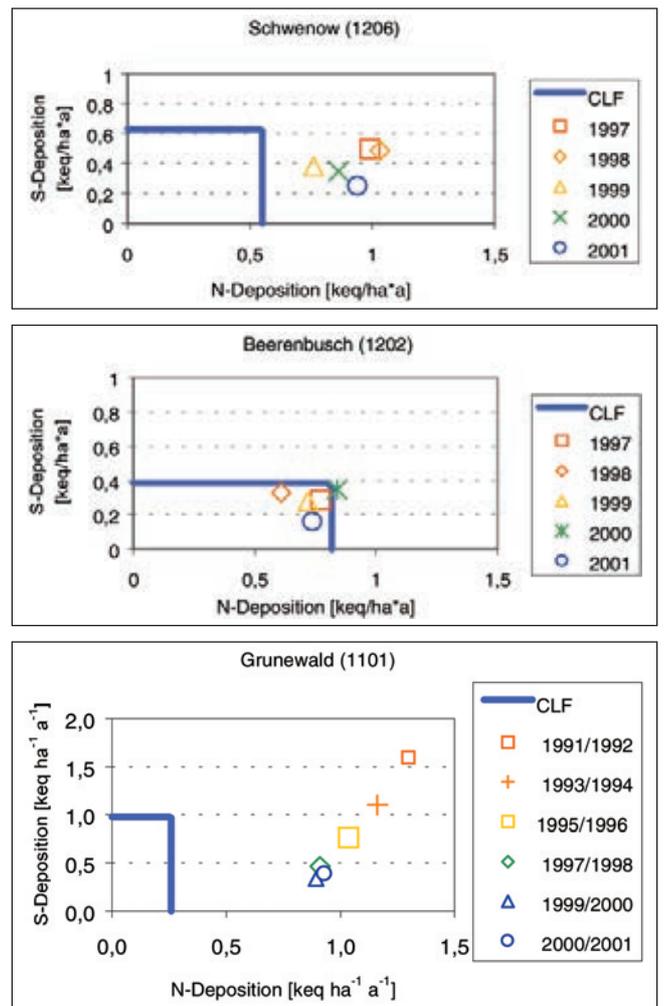


Abb. 90: Critical Load-Funktionen (CLF) für ausgewählte Level II-Flächen im Verhältnis zu den Fremstoffeinträgen der Beobachtungsjahre
 a) 1206 Schwenow, Amt Wünsdorf
 b) 1202 Beerenbusch, Amt Templin
 c) 1101 Grunewald, Berlin

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

gen zeigen, dass sich die Untersuchungsgebiete sowohl in den berechneten Critical Loads als auch in der Höhe der Überschreitung der Belastbarkeitsgrenzen z. T. deutlich unterscheiden.

Die Reduzierung der Einträge säurebildender Luftschadstoffe (Verminderung der Schwefel-Einträge um ca. 90 %) hat seit Anfang der 90er Jahre zu einer erheblichen Verminderung der überbelasteten 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 nicht mehr überschritten (Abb. 90 a bis c).

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. Obwohl die N-Einträge in den letzten 10 Jahren ebenfalls rückläufig waren (Ver-

minderung seit 1990 ca. 40 %), hat es keine grundlegende Veränderung hinsichtlich der Überschreitung der Critical Loads für eutrophierende Stickstoffeinträge gegeben. 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 (kräftiger M2) und des hohen Laubholzanteiles (erhöhte Aufnahme von Stickstoff) liegt die berechnete kritische Belastungsgrenze für eutrophierenden Stickstoff mit $11,5 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ etwa doppelt so hoch wie bei den anderen untersuchten Level II-Flächen.

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

5 Schwerpunktthema Klimawandel und Folgen für die nachhaltige Waldbewirtschaftung¹

5.1 Klimawandel

Das Klima der Erde ist bereits von Natur aus ständigen Änderungen unterworfen. Neben den großen Schwankungen zwischen Warm- und Eiszeiten gibt es in kürzeren Zeitintervallen auch kleinere Variationen. Die im letzten Jahrhundert beobachtete globale Erwärmung mit einem mittleren Temperaturanstieg von etwa 0.7 Grad ist allerdings durch natürliche Schwankungen allein nicht mehr zu erklären. Abb. 91 verdeutlicht, dass es sich bei der aktuellen Erwärmung um den stärksten Temperaturanstieg der letzten 1000 Jahre handelt. Nach Meinung der großen Mehrheit der Fachwissenschaftler macht sich hier bereits zunehmend der vom Menschen verstärkte Treibhausgaseffekt bemerkbar, der durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, durch Waldzerstörung und durch die Emission weiterer Treibhausgase wie Methan, Fluorkohlenwasserstoffe und Lachgas bedingt ist.

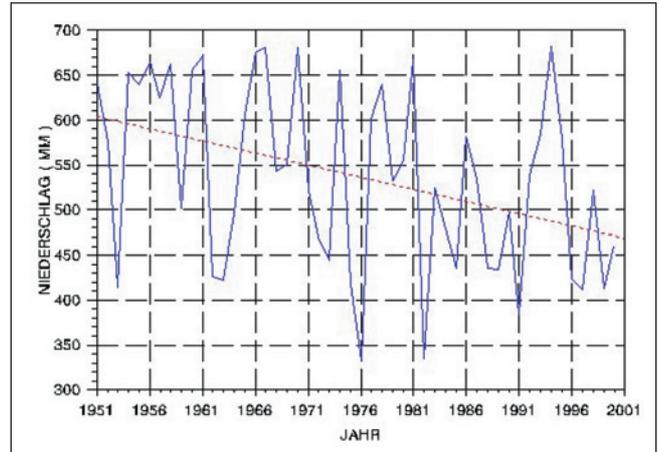


Abb. 92: Entwicklung des Jahresniederschlags in Jüterbog zwischen 1951 und 2000

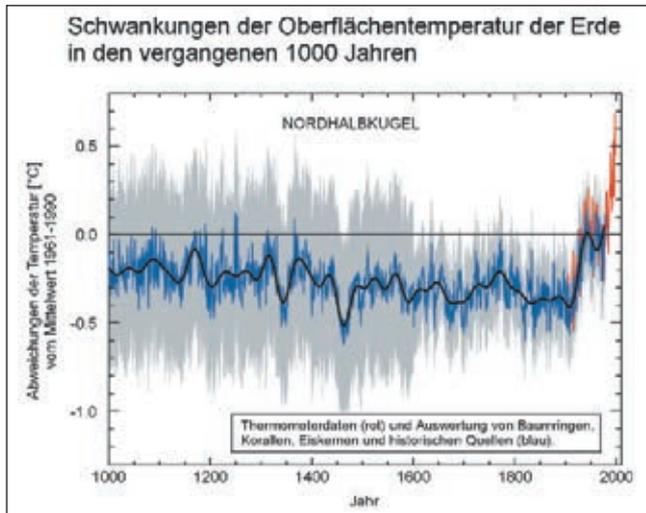


Abb. 91: Temperaturentwicklung auf der Nordhalbkugel innerhalb der letzten 1000 Jahre (IPCC, 2001)

In den letzten Jahrzehnten treten die Auswirkungen dieser Entwicklung immer deutlicher hervor. Drastische Änderungen im Niederschlagsangebot einzelner Regionen, eine Verschiebung der Klimazonen und das gehäufte Auftreten extremer Witterungssituationen sind u. a. Belege dafür.

Das Auftreten einzelner Wetterextreme (wie das Sturmtief Ziska am 10.7.2002) sind noch kein Indikator für Klimaänderungen. Die Summe aller Wetterextreme (nicht nur Stürme, sondern auch Starkniederschläge verbunden mit Hochwasser wie in diesem Sommer) kann dagegen ein Hinweis auf Klimaänderungen sein. Rasche Klimaänderungen sind verbunden mit einer steigenden Instabilität des Klimas, das heißt, dass sich die Schwankungsbreite dessen was möglich ist, vergrößert. Damit nimmt automatisch die Anzahl der Extremereignisse zu (Abb. 93). Diese Entwicklung wird zur Zeit weltweit beobachtet. So hat sich zum Beispiel die Anzahl der Wetterextreme global zwischen 1950/59 und 1990/99 vervierfacht. Setzt sich der in den letzten 100 Jahren beobachtete Erwärmungstrend fort, ist mit einer weiteren Erhöhung der Anzahl an Wetterextremen zu rechnen.

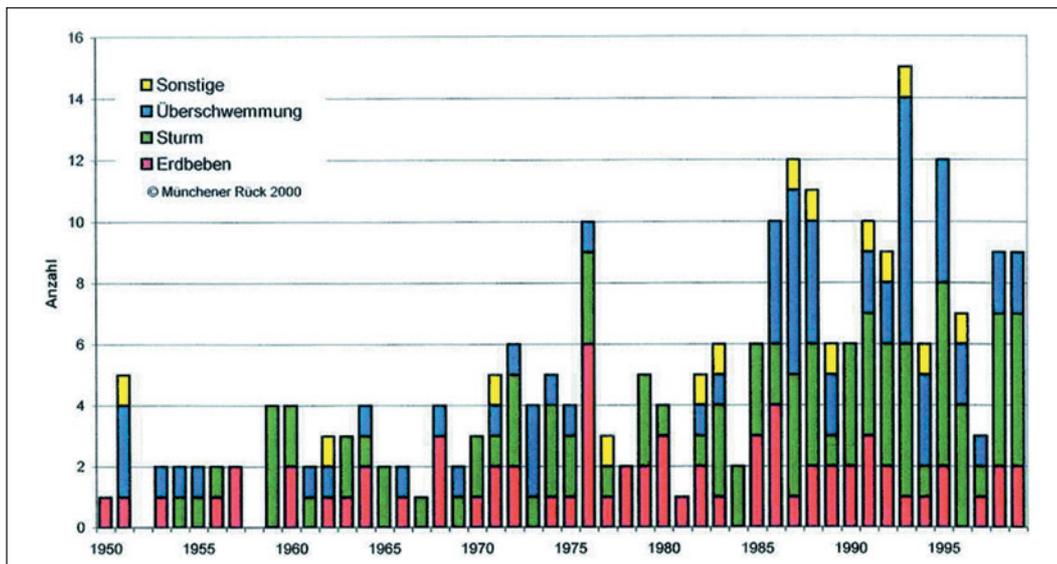


Abb. 93: Große Naturkatastrophen zwischen 1950 und 1999 (Münchener Rück, 2000)

Präzise Vorhersagen über die Klimaverhältnisse im Land Brandenburg im Verlauf der nächsten 100 Jahre sind bislang noch nicht möglich. Als ziemlich sicher gilt derzeit eine weitere Temperaturerwärmung um ca. 1,5 – 5 °C. Entscheidend für die ökologischen Wachstumsbedingungen der Wälder in Brandenburg ist aber die Höhe und Verteilung der Niederschläge, über die mit den momentan verfügbaren Methoden keine sicheren Aussagen ge-

¹ Beitrag des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Autoren: F.-W. Badeck, F.-W. Gerstengarbe, P. Lasch, M. Lindner, F. Suckow

macht werden können. Während im westlichen Europa alle bekannten Klimamodelle einen weiteren Anstieg der Niederschläge voraussagen, könnte es im kontinentalen Osten Deutschlands durchaus auch trockener werden. Die Unsicherheit über die künftige Klimaentwicklung hat Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung: mögliche Reaktionen der Wälder reichen von einem potenziellen Anstieg der Produktivität (steigende atmosphärische CO_2 -Gehalte regen das Pflanzenwachstum an und ermöglichen es den Bäumen effizienter mit Wasser hauszuhalten; die Erwärmung führt zu einer Verlängerung der Vegetationsperioden) bis zu möglicherweise drastischen trockenstressbedingten Zuwachseinbrüchen. Weiterhin muss aufgrund der Erwärmung mit einer Zunahme der Schäden durch Insekten und einem erhöhten Waldbrand-Risiko gerechnet werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Brandenburg hat ein relativ trockenes Klima, welches Auswirkungen auf das Wachstum und die Vitalität der Wälder hat. Auch die Wasser- und Kohlenstoffbilanzen der Waldökosysteme werden vom Klima mitgeprägt. Klimaänderungen, vor allem solche, die mit Niederschlagsreduktionen verbunden sind, können diese Bilanzen negativ beeinflussen. Um die Folgen möglicher Klimaänderungen einzuschätzen, werden am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung seit mehreren Jahren Simulationsmodelle entwickelt und eingesetzt, die Waldentwicklung unter Klimaeinfluss beschreiben.

5.2 Waldwachstumsmodell

Das Simulationsmodell 4C (FORESEE – FORESt Ecosystems in a changing Environment) ist ein physiologisch basiertes Waldsukzessionsmodell, das die Etablierung, das Wachstum und die Mortalität von Baumkohorten beschreibt. Die Konkurrenz der Kohorten um Licht, Wasser und Nährstoffe beeinflusst ihr Wachstum, ihre Mortalität und die Verjüngung im Bestand.

Das Wasser- und Nährstoffangebot wird in Abhängigkeit von Boden, Bestand und Wetter bilanziert. Durch die jährliche Bilanzierung des Streufalls und die Zufuhr zum Bodenkompartment wird der Nährstoffkreislauf im System Pflanze – Boden geschlossen. Zusätzlichen Eintrag erhält das System durch die Deposition, Verluste treten durch Auswaschung auf. Als treibende klimatische Größen werden Tagesdurchschnittstemperatur, Niederschlag, Luftdruck, Luftfeuchte und Strahlung benötigt.

Abbildung 94 zeigt das prinzipielle Zusammenwirken der Teilmodelle zur Vegetations- und Bodendynamik innerhalb von 4C.

Verschiedene Waldbaumaßnahmen wie Durchforstungsmaßnahmen, Baumernteverfahren und die Verjüngung durch Säen und Pflanzen können im Modell abgebildet werden. 4C ist derzeit für 5 Baumarten parametrisiert (Buche, Kiefer, Fichte, Eiche, Birke).

5.3 Klimawandel und Phänologie

Eine wichtige Wirkung der Klimaänderungen auf das Waldwachstum ist über die Baumphänologie vermittelt. Höhere Frühjahrstemperaturen führen zu einem früheren Blattaustrieb, der bei laubabwerfenden Bäumen zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode beiträgt. In Abb. 95 ist die Auswirkung einer Verlängerung oder Verkürzung der Vegetationsperiode relativ zum durchschnittlichen Austriebsdatum für den mittleren Stammzuwachs eines Buchenbestandes im Alter 50–90 dargestellt. Jeder Tag um den die Vegeta-

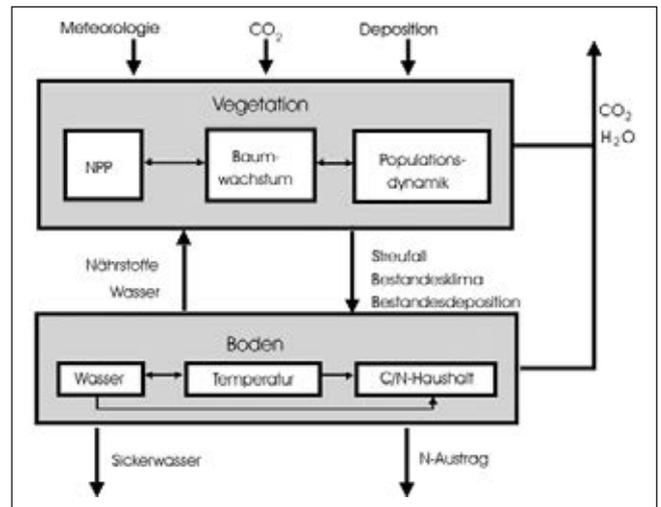


Abb. 94: Struktur des Modells 4C

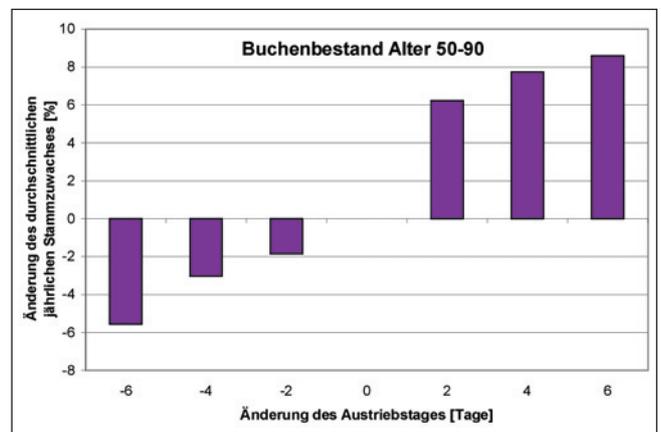


Abb. 95: Änderung des durchschnittlichen Stammzuwachses eines Buchenbestandes im Alter 50–90 Jahre mit der Änderung des Austriebstages (negative Werte = späterer Austrieb, positive Werte = früherer Austrieb) simuliert mit dem Modell 4C.

tionsperiode im Frühjahr bei hohem Strahlungsgenuss und guter Wasserversorgung verlängert wird führt zu einem Zuwachs der Produktion von nahezu einem Prozent.

Tab. 3: Lineare Trends der Austriebstage (BA), Blattverfärbung (BV) und der daraus errechneten Vegetationsperiodenlänge (VP), negative Werte = früherer Austrieb, Laubwurf oder kürzere Vegetationsperiode, sowie der damit einhergehenden Erhöhung der absorbierten Strahlung. Die Trends in den phänologischen Daten wurden auf Basis der Ergebnisse des Beobachtungsnetzes des Deutschen Wetterdienstes errechnet.

Phase	Trends '84–'99 Trend [Tage]	relative Änderung der absorbierten Strahlung %
BA Birke	-12	6.64
BA Rosskastanie	-11	6.11
BA Buche	-9	5.35
BA Eiche	-10	6.78
BV Birke	0	0.09
BV Rosskastanie	-4	-1.33
BV Buche	-2	-0.49
BV Eiche	-1	-0.27
VP Birke	11	4.32
VP Roßkastanie	8	3.67
VP Buche	7	3.29
VP Eiche	9	4.26

In Tabelle 3 ist eine Auswertung von Daten aus dem phänologischen Messnetz des Deutschen Wetterdienstes zusammengefasst. Im Zeitraum 1984–1999 ist ein durchschnittlicher Trend zu früherem Austrieb um etwa 10 Tage zu verzeichnen, während das Datum der Laubverfärbung keinen ausgeprägten Trend aufweist. Insgesamt verlängert sich die Vegetationsperiode. Die dadurch bedingte, errechnete Zunahme der jährlich durch einen vollbelaubten Bestand absorbierten Strahlung zeigt, dass relevante Auswirkungen auf die Produktion und leichte Verschiebungen in der Konkurrenzstärke der Arten resultieren.

5.4 Szenarienanalyse zur Wasserverfügbarkeit in Waldbeständen unter Klimawandel

Mit dem Modell 4C wurden an 461 Beständen der Ökologischen Waldzustandskontrolle (ÖWK) 4 Simulationen über jeweils 50 Jahre durchgeführt, sowohl für das Basisszenarium, d. h. mit dem Klima von 1951–2000, als auch mit einem Klimaänderungsszenarium, das von einer Erwärmung um 1.5 K in den nächsten 50 Jahren ausgeht, verbunden mit einem mittleren Niederschlagsrückgang von 50 mm. Die Simulationen erfolgten mit unterschiedlicher Bewirtschaftung der Waldbestände. Hier werden zwei extreme Varianten gegenübergestellt: das Szenario mit Beschränkung auf Totholznutzung entspricht einer schwachen Niederdurchforstung, wogegen eine Volumen-Entnahme von 20 % alle 5 Jahre eine sehr intensive Durchforstung darstellt, siehe Tabelle 4.

Tab. 4: Szenarienerläuterung

Basis_t	Totholznutzung unter Klima 1951–2000
Erw_t	Totholznutzung unter Klimaerwärmung
Basis_20_5	Entnahme von 20 % der Stammbiomasse alle 5 Jahre unter Klima 1951–2000
Erw_20_5	Entnahme von 20 % der Stammbiomasse alle 5 Jahre unter Klimaerwärmung

Das Klimaszenarium führt zu einem Rückgang der Versickerung und damit der Grundwasserneubildung unter den Waldbeständen um ca. 50 mm im Mittel aller simulierten Bestände, Abbildung 96a) zeigt die Änderungen in der Grundwasserneubildung gemittelt für die Wuchsbezirke und ihre regionale Differenzierung. Der Einfluss der Bewirtschaftung auf die Grundwasserneubildung ist nur gering, Abb. 96b)

zeigt die Gewinne der Grundwasserneubildung durch starke Bewirtschaftung im Vergleich zur Totholznutzung. Durch eine starke Durchforstung (Erw_20_5) kann die negative Wirkung der Klimaänderung nur wenig gemildert werden, wie Abb. 96c) zeigt.

5.5 Kohlenstoffhaushalt – mögliche Effekte des Waldumbaus

Wälder fixieren durch ihr Wachstum das Treibhausgas CO₂ und eine nachhaltige Waldnutzung ermöglicht darüber hinaus durch die Verwendung von Holzprodukten und die Erzeugung von Biomasse-Energie eine Minderung im Verbrauch von fossilen Roh- und Brennstoffen. Mit den im Kyoto-Protokoll vereinbarten internationalen Klimaschutzmaßnahmen wird das Potential von Waldbewirtschaftungsmaßnahmen unterstrichen, den Treibhauseffekt zu mindern.

Am Standort der Versuchsfläche Chorin 97, ein aktuell mit einem Kiefernreinbestand bestockter K2 Standort, wurden 4C – Simulationsläufe mit unterschiedlichen Pflanzbeständen durchgeführt, um das Potential der unterschiedlichen Baumarten und -Mischungen zur Kohlenstoffspeicherung zu untersuchen. Abb. 97 verdeutlicht, dass die Kiefer auf diesem guten Standort das Standortspotential nicht voll auszuschöpfen vermag. Sowohl Buche und Eiche im Reinbestand als auch Mischbestände aus Kiefer mit den Laubbälzern zeigen höhere Kohlenstoffbindungspotentiale. Unter einem Klimaänderungsszenario steigt der Schadholzanfall und die Produktivität der Bestände sinkt etwas. Allerdings bleibt auf diesem Standort die Überlegenheit der Laubbälzern und Mischbestände erhalten.

5.6 Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit dem Modell 4C zur Beschreibung der Waldwachstumsgedynamik unter Umwelteinflüssen wurden mögliche Auswirkungen einer angenommenen Klimaänderung auf die Produktivität und ausgewählte Funktionen von Waldökosystemen in Brandenburg untersucht. Die Simulationen mit dem Modell zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen der klimatischen Änderung und der Produktivität der Waldbestände sowie ihrer Funktion im regionalen Wasserhaushalt.

Das ausgewählte Klimaszenarium, das von einer moderaten globalen Klimaänderung ausgeht, ist charakterisiert durch eine Temperaturerhöhung um 1.4 K verbunden mit

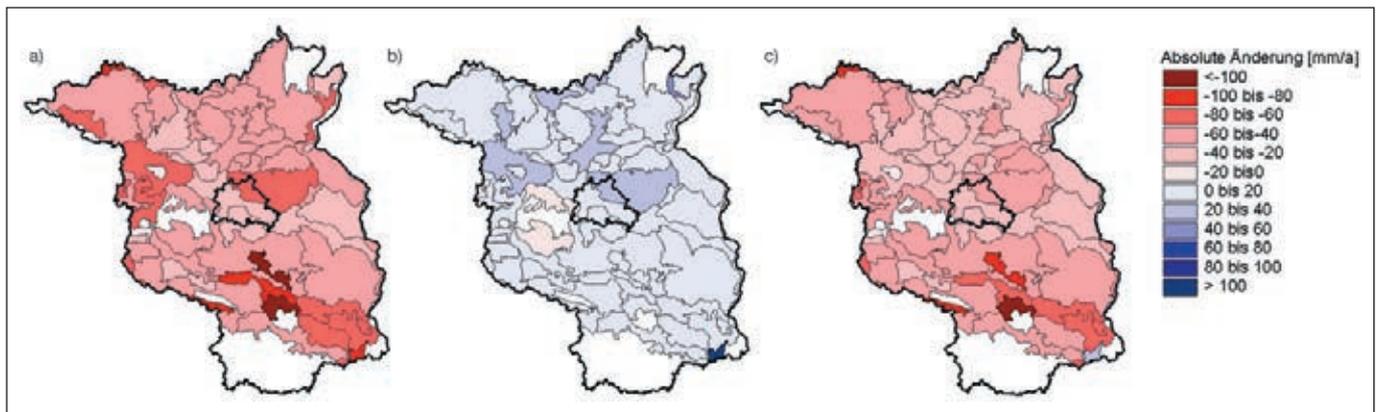


Abb. 96: Veränderung der Grundwasserneubildung an den ÖWK-Rasterflächen, gemittelt für die Wuchsbezirke:

- a) Erwärmung – Basis (Totholznutzung),
 b) Basis mit starker Bewirtschaftung (Bas_20_5) – Basis mit Totholznutzung (Bas_t)
 c) Erwärmung mit starker Bewirtschaftung (Erw_20_5) – Basis mit Totholznutzung (Bas_t)

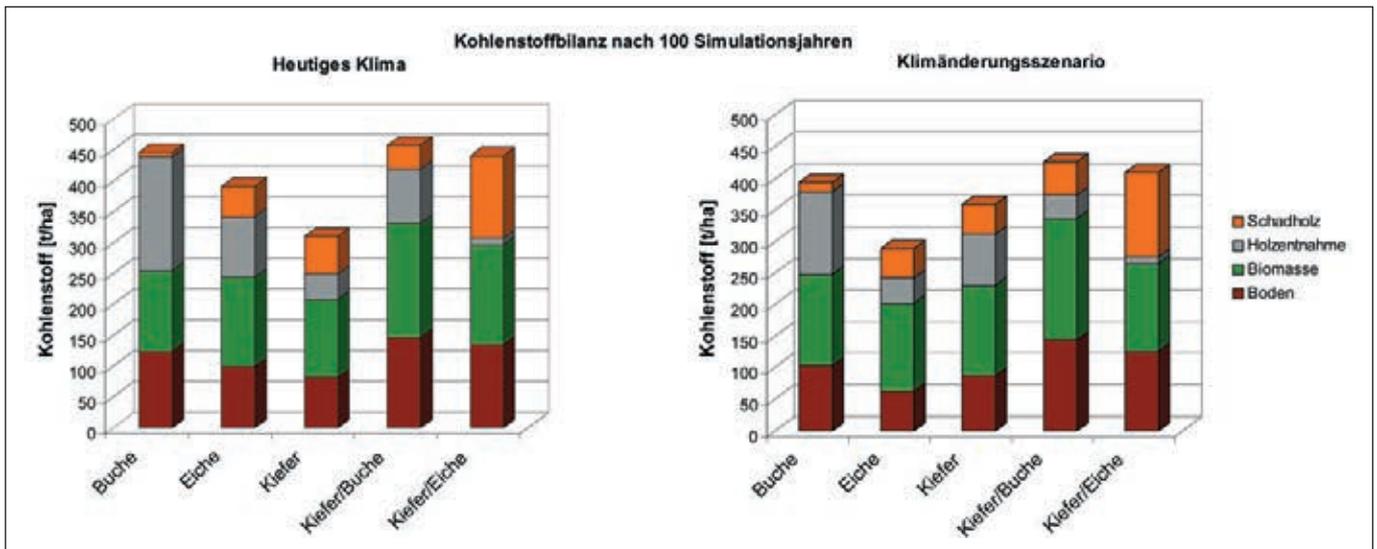


Abb. 97: Kohlenstoffbindungspotenzial unterschiedlicher Bestandestypen am Standort Chorin unter heutigem und verändertem Klima. Dargestellt sind die Netto-Kohlenstoffbilanzen für Bestandesbiomasse und Boden (Kohlenstoffgehalt im Endzustand – Kohlenstoffgehalt im Anfangszustand) nach 100 Simulationsjahren, sowie aufsummierte Kohlenstoffgehalte im Schadholzanfall und in der Holzentnahme (lebende Bäume). Alle Simulationsläufe wurden mit Jungbeständen gestartet.

einem Niederschlagsrückgang von ca 10 % und stellt somit für Brandenburg ein ökologisch ungünstiges Szenario dar. Nach 50 Jahren Simulationszeit sind die Auswirkungen dieser Klimaänderung auf den Wasserhaushalt gravierender als auf die Kohlenstoffspeicherung, d. h. auf die Produktivität der Bestände. Auch weniger trockene Klimaänderungsszenarien werden sowohl auf den Kohlenstoff als auch auf den Wasserhaushalt der Waldökosysteme in Brandenburg einen Einfluss haben. Wie stark die Auswirkungen ausfallen, ist zum einen vom Niederschlag und zum anderen von der Bestandeszusammensetzung abhängig.

Die Modellsimulationen gehen von der momentanen Situation der Wälder in Brandenburg aus, die immer noch von einer starken Dominanz der Kiefernmonokulturen geprägt ist. Der geplante und begonnene Waldumbau hin zu stabilen und naturnäheren Mischbeständen geht in die vorgestellten Simulationen zum Wasserhaushalt noch nicht ein. Laubwälder gewährleisten einen höheren Grundwasserein-

trag als Nadelwälder auf Grund geringerer Interzeptions- und Transpirationsverluste außerhalb der Vegetationsperiode. In einem Klima mit verringerten Niederschlägen würden Laubmischwälder für eine günstigere Bilanz des Wasserhaushalts zu Gunsten der Grundwasserneubildung sorgen.

In Brandenburg ist ein Gradient von maritim beeinflusstem Klima im Norden zu kontinental beeinflusstem Klima im Süden Brandenburgs zu erkennen. Der Süden ist auf Grund der schlechteren Ausgangslage von einer Klimaänderung mit Niederschlagsrückgang stärker betroffen.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass das physiologisch basierte Waldwachstumsmodell 4C ein geeignetes Mittel zur Analyse zur Wirkung von Klimaveränderungen auf die Kohlenstoffspeicherung und den Wasserhaushalt von Waldökosystemen ist. Anpassungsstrategien der Forstwirtschaft auf mögliche Klimaänderungen in Form geeigneter Waldbaumaßnahmen können entwickelt und regional ausgetestet werden.

6 Schlussfolgerungen

Die vorrangige Zielstellung ist die Abstellung oder zumindest eine Reduzierung der Ursachen, die zu den Schäden in Waldökosystemen führen. Aufgrund der vielfältigen Faktoren, die für die Gesundheit unserer Wälder von Bedeutung sind, müssen Maßnahmen der Forstwirtschaft beim Waldbau mit Maßnahmen der Umweltpolitik zur weiteren Verminderung der Schadstoffeinträge aus der Luft Hand in Hand gehen.

6.1 Ziele zur Verminderung der waldschadensrelevanten Luftverschmutzung

Die Notwendigkeit zur Minderung der Schadstoffemissionen aus Gründen des Ökosystemschatzes ist ein auf internationaler Ebene seit langem behandeltes Thema. Schon vor mehr als 2 Jahrzehnten verdichteten sich die Hinweise darauf, dass nennenswerte Anteile an der Deposition saurer und eutrophierender Substanzen über weite Strecken transportiert werden können, auch über Ländergrenzen hinweg. Die Bemühungen international abgestimmte Ziele zur Emissionsminderung festzulegen, haben in letzter Zeit zu zwei wichtigen Ergebnissen geführt:

- dem Götterborger Protokoll zur „Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon“, das im Dezember 1999 im Rahmen der seit 1978 bestehenden UN-ECE Konvention zur großräumig grenzüberschreitenden Luftverschmutzung (CLRTAP) von allen EU-Staaten und von vielen Ländern Mittel- und Osteuropas unterzeichnet wurde.
- die EU-Richtlinie 2001/81 „über Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe“ (NEC-Richtlinie), die im Oktober 2001 vom Europäischen Parlament und vom Rat verabschiedet wurde.

In beiden Abkommen werden für 2010 für die ozonbildenden, versauernden und eutrophierenden Schadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe und Ammoniak Emissionsminderungsziele in Form von Höchstgrenzen für die nationale Gesamtemission dieser Stoffe festgelegt. Die für jedes Land unterschiedlichen Emissionshöchstgrenzen wurden bestimmt, indem für jedes Land ein „optimales“ Paket von technischen Minderungsmaßnahmen geschnürt wird. Damit sollen vorher festgelegte Umwelt(zwischen)ziele überall erreicht werden und insgesamt möglichst wenig Kosten für zusätzlich notwendige, über die EU-weit oder national schon getroffenen, Maßnahmen entstehen.

Als ein Umweltziel¹ wurde bis 2010 überall in Europa eine mindestens 50 %ige Reduktion der Überschreitung der kritischen Belastungen (critical loads) für den Säureeintrag bezogen auf 1990 vereinbart. Die dadurch erzielte Reduktion der NO_x- und Ammoniakemissionen wird auch die Überschreitung der kritischen Belastungswerte für eutrophierenden Stickstoffeintrag bis 2010 um mindestens 30 % verringern. Leider konnten diese Ziele bei den Verhandlungen zum Götterborger Protokoll aufgrund des Einstimmigkeitsprinzips nicht für alle Staaten festgelegt werden. Allerdings

fielen für manche Länder – so auch für Deutschland – die in der NEC-Richtlinie festgelegten Reduktionsziele im Vergleich zum Götterborger Protokoll etwas stringenter aus. Nicht zuletzt auf Druck des Europäischen Parlaments ist darin erstmals ein Zeitrahmen bis 2020 formuliert worden, in dem das Ziel der Vermeidung jedweder Überschreitungen kritischer Belastungsschwellen (critical levels und critical loads) erreicht werden soll. Dies ist auch im 6. Umweltaktionsprogramm der EU-Kommission aufgegriffen worden.

Für die Region Berlin-Brandenburg ergab die Auswertung der kritischen Belastungsgrenzen für Säureeinträge und eutrophierende Stickstoffeinträge, trotz einer signifikanten Reduktion der Überschreitungsniveaus, immer noch weiträumig über den als tolerabel anzusehenden Grenzen liegende Stoffeinträge in die Waldökosysteme. Während sich der Beitrag zur Versauerung aus Schwefelverbindungen stark verminderte, war der Rückgang an versauerndem und eutrophierendem Stickstoff deutlich weniger ausgeprägt.

Was den **Stand der Verminderung** der für den Zustand der Wälder relevanten **Luftverschmutzung** angeht, ist durch den signifikanten Rückgang der Schwefeldioxid- und Stickstoffoxidemissionen aus Kraftwerken und Industrieanlagen, sowie durch schadstoffreduzierte Fahrzeuge schon viel erreicht worden. Dies drückt sich beispielsweise dadurch aus, dass die neuen EU-Grenzwerte für ökosystembezogene Konzentrationen (critical levels) von SO₂ und NO_x in der Luft überall in Berlin und Brandenburg eingehalten werden.

Für den Zustand der Wälder spielt aber der Schadstoffeintrag in die Ökosysteme die entscheidende Rolle und letztlich die Frage, ob und um wieviel diese Einträge die als Grenze für Schädwirkungen erkannten „Critical Loads“ überschreiten.

Bezüglich der Entwicklung solcher Überschreitungen ist festzustellen dass,

- der dramatische Rückgang der SO₂-Konzentration in der Luft auch zu einer deutlichen Verringerung des säurebildenden Schwefeleintrages in die Wälder und daher zu einer spürbaren Verminderung der Überschreitungen der critical loads für Säure geführt haben;
- bei den überwiegend aus dem Verkehr stammenden Stickstoffdioxidkomponenten ebenfalls eine Verbesserung eingetreten ist. Allerdings fällt, ähnlich wie beim Trend der Stickstoffdioxidkonzentration in der Luft, auch der Rückgang der stickstoffhaltigen Einträge in die Waldböden weniger deutlich aus. Das Niveau der Überschreitungen, insbesondere der critical loads für eutrophierenden Stickstoff, ist immer noch relativ hoch.

Die bisher getroffenen Maßnahmen haben also zu einer spürbaren Verbesserung geführt. Die Einhaltung des international akzeptierten Ziels Überschreitungen der critical loads langfristig zu vermeiden, erfordert jedoch zusätzliche Anstrengungen.

Weil der Ferntransportanteil der für Waldschäden relevanten Schadstoffe beträchtlich ist, müssen Maßnahmen zu ihrer Minderung auch auf europäischer Ebene getroffen werden. Dies betrifft insbesondere die notwendige Minderung der Ozonbelastung, die im langjährigen Mittel immer noch über den kritischen Belastungsschwellen liegt.

¹ als weitere 2010 zu erreichende ökosystembezogenen Umweltziele wurden festgelegt: Reduktion der Ozonbelastung oberhalb des kritischen Wertes für die Vegetation (AOT40 von 6000 µg/m³ *h) bezogen auf 1990 um mindestens ein Drittel sowie eine maximale Überschreitung dieses Wertes von nicht mehr als 20000 µg/(m³ *h).

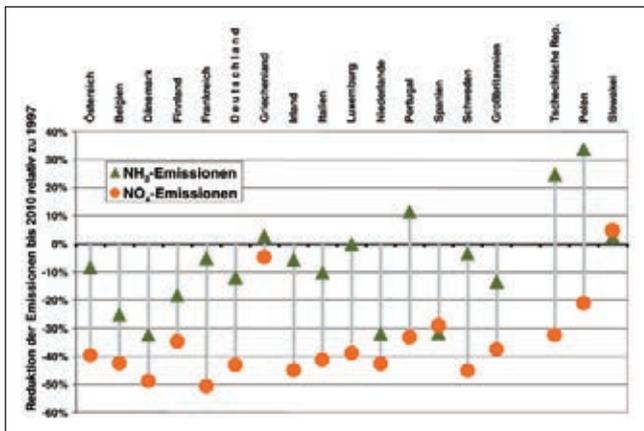


Abb. 98: Europaweit vereinbarte Reduktion der Emissionen bis 2010

Die im EU-Rahmen festgelegten Verpflichtungen zur Minimierung der Schadstoffemission bis 2010 sind in Berlin und Brandenburg für Schwefeldioxid schon jetzt erreicht und für Stickstoffoxide und ozonbildende Kohlenwasserstoffe zum größten Teil erfüllt. Handlungsbedarf besteht im Bereich der überwiegend aus der Landwirtschaft stammenden Ammoniakemission. Werden die international vereinbarten Maßnahmen in Deutschland und den angrenzenden Nachbarstaaten umgesetzt, kann dadurch bis 2010 ein Rückgang der Überschreitungen der critical loads für Säure um mehr als die Hälfte (bezogen auf das Stichtjahr 1990) erwartet werden.

Über diese international geforderten Emissionsminderungen hinaus, besteht insbesondere in Berlin die Verpflichtung zur weiteren Reduktion der Stickstoffemissionen. Um EU-seitige und im Rahmen der Erstellung des Berliner Stadtentwicklungsplans Verkehr formulierte Luftreinhalteziele zum Gesundheitsschutz zu erreichen, müssen die NO_x-Emissionen in Berlin bis 2010 um mehr als ein Drittel gesenkt werden.

Dies wird mittel- und langfristig, insbesondere für die ballungsraumnahen Waldökosysteme eine weitere Entlastung auf dem Weg zur langfristigen Vermeidung von Überschreitungen der kritischen Belastungsschwellen mit sich bringen.

6.2 Waldbauliche Reaktionen auf den Klimawandel

Sowohl über Richtung und Ausmaß einer möglichen Klimaänderung auf regionaler Ebene als auch über die Anpassungsfähigkeit von Baumpopulationen und ganzen Waldlebensgemeinschaften fehlt es noch an gesichertem Wissen. Die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa hat sich in ihrer 1993 in Helsinki angenommenen Resolution H4 darauf verständigt, die Forschung über den Zusammenhang von Wald und Klima sowie über deren Anpassungsfähigkeit zu intensivieren.

Wälder sind weniger empfindlich gegenüber Belastungen, wenn sie eine hohe innere Stabilität aufweisen, eine dem Standort angepasste Arten- und Strukturvielfalt besitzen und auf Böden wachsen, die in der Lage sind säurehaltige Einträge abzupuffern. Dies sind in aller Regel Wälder die den natürlichen Waldgesellschaften ähnlich sind.

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.

Die Untersuchungen des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) gehen aus von einer Entwicklung in Richtung

- Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur in den nächsten Jahrzehnten, verbunden mit
 - a) einer Verringerung des mittleren jährlichen Niederschlags
 - b) einer Verringerung der in der Vegetationsperiode fallenden Niederschläge
- Zunahme der Witterungsextreme, insbesondere der Gefahr von Stürmen, Hagel oder auch Starkniederschlägen außerhalb der Vegetationsperiode.

Das waldbauliche Handeln muss dies künftig stärker berücksichtigen. Die forstlichen Standorte der Region Brandenburg-Berlin weisen einen deutlichen Gradienten der Standortsgüte auf: Standorte mit guter Nährelementausstattung und Wasserversorgung im Nordwesten der Region werden in Richtung Südosten (Lausitz) zunehmend von nährelementärmeren und trockeneren Standorten abgelöst – regional und lokal durch Nährstoffangebot und Grundwasserstand beeinflusst. Steigende Temperatur und reduzierte Niederschläge werden die Grenzen der unterschiedlichen Standorte gegenläufig in Richtung Nordwest verschieben. Der Anteil trockener Standorte nimmt deutlich zu.

Wegen der Variabilität der die Standorte bestimmenden Faktoren, vorrangig das Wasserangebot (Grundwasser) und das Wasserhaltevermögen des Bodens, wird es jedoch zu sehr ungleichmäßig verlaufenden neuen Abgrenzungen kommen.

Jeder Standort bietet für konkrete heimische Waldgesellschaften gute Entwicklungsbedingungen. Die Flächenzunahme trockenerer Standorte kann das Verbreitungsgebiet der Buche in Brandenburg-Berlin weiter reduzieren. Dafür würden Wälder mit trockenoleranteren Baumarten mit besonderer Betonung der Traubeneiche und Kiefer zunehmen. In diesem Fall müsste auch die Bedeutung von Linde, Hainbuche, Ahorn und Birke größer werden.

Neben den standörtlichen Veränderungen können die sich einstellenden klimatischen Bedingungen für die Wälder auch eine neue Situation für biotische Schadfaktoren schaffen. Zu denken ist an Insekten, die u. U. günstigere Entwicklungsbedingungen erhalten, zumal die Vitalität der Wälder bereits heute stark gefordert ist.

Die wünschenswerten regionalen und lokalen Bezüge der zu erwartenden Veränderungen sind bis jetzt noch nicht exakt zu berechnen, doch wird schon an entsprechenden Modellen gearbeitet. Infolge der langen Entwicklungsdauer der Waldökosysteme kann die praktische Waldbewirtschaftung deshalb nur vom Grundsatz der Vorsorge und Risikominimierung ausgehen. Das bedeutet auch, dass bei der Bewirtschaftung der Waldbestände alle vermeidbaren Stressfaktoren wie flächiges Befahren der Wälder, Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sowie Kahlschläge ausgeschlossen oder minimiert werden müssen. Neben naturnahen, stabilen Waldstrukturen spielen die Methoden und Arbeitsverfahren der erforderlichen Maßnahmen zur Bestandesverjüngung, zu Pflege sowie zur Holznutzung eine beträchtliche Rolle in der Auseinandersetzung mit den sich verändernden Wachstumsbedingungen. Da diese Maßnahmen neben den allgemeinen Umweltbedingungen ebenfalls auf die Bodenfruchtbarkeit, auf Bodenwassergehalt und Bodenwasserqualität sowie auf die Bestandesvitalität zurückwirken, ist ihre sorgfältige Auswahl unter Beachtung nachfolgender Wirkungen unumgänglich.

Folgende Grundsätze sollten bei der Waldbewirtschaftung besonders beachtet werden:

1. Es werden Wälder mit der standortbedingt möglichen Baumartenvielfalt (potenziell-natürliche Waldgesellschaft) angestrebt. Dazu werden vor allem die klein- und kleinstandörtlichen Voraussetzungen genutzt. Baum- und Strauchartenvielfalt stabilisiert Wälder gegenüber Witterungsextremen und biotischen Schadfaktoren.
2. Vorrang hat die natürliche Verjüngung. Dies gewährleistet, dass sich die am besten angepassten Baumarten durchsetzen. Bei künstlicher Verjüngung sind die Baumarten (und ihre Mischungen) zu verwenden, die der potenziellen natürlichen Waldgesellschaft entsprechen, denn Anbau in standörtlichen Grenzbereichen birgt erhöhte Stressgefahr.
3. Geeignete Pflegemaßnahmen unterstützen die Entwicklung strukturierter Wälder. Gemischte ungleichaltrige Bestände verringern Schäden durch Windwurf/-bruch bei extremen Windstärken. Horizontal und vertikal strukturierte Wälder weisen in Schadensfällen eine höhere Elastizität auf.
4. Die Erhaltung und Wiederherstellung einer hohen Artenvielfalt und der genetischen Vielfalt der Baum- und Straucharten sind Voraussetzungen für eine gute Anpassungsfähigkeit an sich wandelnde Umweltbedingungen. Dem dient auch eine hohe Artenvielfalt bei Insekten, Pilzen, Vögeln und Kleinsäugetern.
5. Maßnahmen zum Rückhalt von Oberflächenwasser müssen an Bedeutung gewinnen. Insbesondere durch den Verschluss von Gräben ist die wasserspeichernde Funktion der Waldmoore wiederherzustellen.
6. Bei Pflegeeingriffen und Holzernte werden bodenschonende Arbeitsverfahren (dauerhafte Festlegung von Rückegassen, Pferderückung) gewählt.

Die Richtigkeit dieser Zielstellungen wird durch Ergebnisse komplex angelegter bundesweiter Untersuchungen im BMBF-Förderschwerpunkt „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ bestätigt. Sowohl hinsichtlich der Ausnutzung der

standörtlichen Potenziale, der Wasserversorgung unter dem Aspekt begrenzter Verfügbarkeit als auch der Fixierung von Treibhausgasen sind gemischte und strukturierte Bestände von Vorteil.

Forschungsbedarf besteht jedoch hinsichtlich der standörtlichen Anbaugrenzen der Traubeneiche unter Kiefer sowie auf noch trockneren Standorten der weitere Umgang mit der Kiefer. Sie wird besonders unter Beachtung der vorliegenden Klimaszenarien weiterhin einen flächenmäßig bedeutenden Platz in Brandenburg einnehmen. Das „Wie“ der naturnahen Bewirtschaftung von Beständen mit Kiefer als Hauptbaumart wird noch immer stark diskutiert.

Interessant sind die Untersuchungen des PIK zu Klimawandel und Phänologie. Der Trend der letzten 20 Jahre geht eindeutig hin zu einer Verlängerung der Vegetationszeit durch zeitigeren Laubaustrieb bei den Laubbäumen und durch Fortführung der Assimilation in milden Wintern bei den Nadelhölzern. Das führt zu einer verstärkten Anreicherung von Dendromasse und damit Kohlenstoffbindung in den Wäldern. Da die Veränderungen der Vegetationsperiodenlängen bei einzelnen Baumarten unterschiedlich sind, hat das auch Einfluss auf das Konkurrenzverhalten untereinander. Solche Erkenntnisse müssen ebenfalls zukünftig beachtet werden.

Gesonderte und nach Umfang und Lösungsprinzip noch nicht abschätzbare Ansprüche an das waldbauliche Handeln können sich ergeben, wenn die Ansprüche der Gesellschaft deutlich über das bisherige Maß hinausgehen, z. B.:

- Forderung nach ausreichender Grundwasserspende (= Wasserversickerung)
- Forderung nach möglichst hoher nachhaltiger C-Bindung in Waldökosystemen.

Auch in solchen Fällen ist, wie die Modellbetrachtungen des PIK belegen, der vorstehend umrissene waldbauliche Ansatz richtig.

Tabellenanhang: Ergebnisse der Waldschadenserhebung

Gesamtregion Berlin-Brandenburg

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent ¹						mittlere Kronen- verlichtung	Stich- proben- umfang (Bäume ²)
	0	1	2	3	4	2-4		
<i>Baumarten und Altersgruppen</i>								
Kiefer	48,9	42,0	7,6	1,3	0,2	9,1	15	11405
bis 60-jährig	54,5	37,6	6,0	1,6	0,3	7,9	14	6369
über 60-jährig	41,7	47,6	9,6	0,9	0,1	10,6	16	5036
andere Nadelbäume	64,9	29,6	4,1	0,4	0,9	5,4	11	687
bis 60-jährig	67,1	28,8	2,9	0,2	1,0	4,1	10	590
über 60-jährig	51,5	35,1	11,3	2,1	0,0	13,4	14	97
Buche	46,9	31,9	19,6	1,6	0,0	21,2	17	369
bis 60-jährig	86,0	13,7	0,3	0,0	0,0	0,3	5	80
über 60-jährig	36,0	36,9	25,0	2,1	0,0	27,0	20	289
Eiche	37,4	40,9	20,8	0,7	0,2	21,7	18	534
bis 60-jährig	64,0	30,7	5,3	0,0	0,0	5,3	11	198
über 60-jährig	21,7	47,0	30,0	1,0	0,3	31,3	23	336
andere Laubbäume	42,7	42,0	13,2	1,8	0,3	15,3	17	1054
bis 60-jährig	44,5	39,8	13,5	2,0	0,1	15,6	17	670
über 60-jährig	39,5	45,8	12,7	1,6	0,5	14,8	18	384
Baumartengruppe Laubbäume	42,0	39,8	16,5	1,5	0,2	18,2	18	1956
Baumartengruppe Nadelbäume	49,8	41,3	7,4	1,2	0,2	8,9	15	12091
Gesamtergebnis 2002	48,7	41,1	8,7	1,3	0,2	10,2	15	14047
bis 60-jährig	55,2	36,7	6,4	1,5	0,3	8,1	14	7906
über 60-jährig	40,4	46,8	11,7	1,0	0,2	12,9	17	6141
Gesamtergebnisse der Vorjahre								
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

¹ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

² Fallzahlen wegen unterschiedlicher Netzdichte von Berlin und Brandenburg nach repräsentierter Fläche gewichtet

Land Brandenburg

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent ¹						mittlere Kronen- verlich- tung	Stich- proben- umfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
Baumarten und Altersgruppen								
Kiefer	49,3	41,8	7,4	1,3	0,2	8,9	15	11240
bis 60-jährig	55,1	37,2	5,8	1,6	0,3	7,7	14	6267
über 60-jährig	42,0	47,5	9,5	0,9	0,1	10,5	16	4973
andere Nadelbäume	65,3	29,2	4,2	0,4	0,9	5,5	11	674
bis 60-jährig	67,6	28,2	2,9	0,2	1,0	4,2	10	577
über 60-jährig	51,5	35,1	11,3	2,1	0,0	13,4	14	97
Buche	47,4	31,8	19,2	1,6	0,0	20,8	16	365
bis 60-jährig	86,3	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5	80
über 60-jährig	36,5	36,8	24,6	2,1	0,0	26,7	20	285
Eiche	39,4	40,0	19,8	0,6	0,2	20,6	18	495
bis 60-jährig	66,7	29,6	3,7	0,0	0,0	3,7	10	189
über 60-jährig	22,5	46,4	29,7	1,0	0,3	31,0	22	306
andere Laubbäume	43,3	41,6	13,0	1,8	0,3	15,1	17	1021
bis 60-jährig	45,3	39,3	13,4	1,9	0,2	15,4	17	642
über 60-jährig	39,8	45,6	12,4	1,6	0,5	14,5	18	379
Baumartengruppe Laubbäume	43,1	39,3	16,0	1,4	0,2	17,7	17	1881
Baumartengruppe Nadelbäume	50,2	41,1	7,2	1,2	0,2	8,7	15	11914
Gesamtergebnis 2002	49,2	40,8	8,4	1,3	0,2	9,9	15	13795
bis 60-jährig	55,8	36,3	6,1	1,5	0,3	7,9	14	7755
über 60-jährig	40,8	46,6	11,4	1,0	0,2	12,6	17	6040
Gesamtergebnisse der Vorjahre								
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

¹ geringfügige Abweichungen zu 100 % durch Rundungsfehler möglich

Land Berlin

Stichprobeneinheit	kombinierte Schadstufe(n) in Prozent ¹						mittlere Kronen- verlich- tung	Stich- proben- umfang (Bäume)
	0	1	2	3	4	2-4		
Baumarten und Altersgruppen								
Kiefer	18,4	60,0	21,3	0,2	0,2	21,6	21	658
bis 60-jährig	18,4	60,7	20,6	0,2	0,0	20,9	21	407
über 60-jährig	18,3	59,0	22,3	0,0	0,4	22,7	21	251
andere Nadelbäume	46,0	52,0	2,0	0,0	0,0	2,0	14	50
bis 60-jährig	46,0	52,0	2,0	0,0	0,0	2,0	14	50
über 60-jährig								0
Buche	0,0	40,0	60,0	0,0	0,0	60,0	28	15
bis 60-jährig	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	30	1
über 60-jährig	0,0	42,9	57,1	0,0	0,0	57,1	28	14
Eiche	11,6	52,9	34,2	1,3	0,0	35,5	26	155
bis 60-jährig	8,3	52,8	38,9	0,0	0,0	38,9	27	36
über 60-jährig	12,6	52,9	32,8	1,7	0,0	34,5	25	119
andere Laubbäume	23,8	53,1	19,2	3,8	0,0	23,1	23	130
bis 60-jährig	26,4	52,7	16,4	4,5	0,0	20,9	22	110
über 60-jährig	10,0	55,0	35,0	0,0	0,0	35,0	29	20
Baumartengruppe Laubbäume	16,3	52,3	29,0	2,3	0,0	31,3	24	300
Baumartengruppe Nadelbäume	20,3	59,5	19,9	0,1	0,1	20,2	21	708
Gesamtergebnis 2002	19,1	57,3	22,6	0,8	0,1	23,5	22	1008
bis 60-jährig	21,5	57,9	19,5	1,0	0,0	20,5	21	604
über 60-jährig	15,6	56,4	27,2	0,5	0,2	28,0	23	404
Gesamtergebnisse der Vorjahre								
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

¹ 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.

BHD:

Brusthöhendurchmesser, Stammdurchmesser eines Baumes in 1,3 m Höhe über dem Boden

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.

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 Wald-Ökosystem).

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 um-

fasst 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 *potentiellen 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 **potentielle Evapotranspiration** tritt ohne diese Begrenzungen auf. Sie unterscheidet sich von der potentiellen 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 Stichprobennetz 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 Rauchschäden 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 verschiedenar-

tigsten 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 der 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*.

