

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1995

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 KURZFASSUNG	1
2 BEDEUTUNG DES WALDES UND FORSTPOLITISCHE ZIELE DER BUNDESREGIERUNG	10
2.1 Bedeutung des Waldes für die Gesellschaft	10
2.2 Situation der Forstwirtschaft	10
2.3 Forstpolitische Ziele der Bundesregierung	10
3 WALDZUSTAND IN DEUTSCHLAND	12
3.1 Kronenzustand als Merkmal der neuartigen Waldschäden	12
3.2 Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1995	15
3.2.1 Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland	16
3.2.2 Waldschäden in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland	19
3.2.3 Waldschäden bei den Hauptbaumarten	30
3.2.4 Waldschäden und Altersgruppen	35
3.2.5 Vergilbung	38
3.2.6 Ersatz von Stichprobenbäumen	38
3.3 Einflüsse auf den Kronenzustand 1995	40
3.3.1 Witterung	40
3.3.2 Schädlingsbefall	41
4 DER WALDZUSTAND IN EUROPA	46
5 URSACHEN DER NEUARTIGEN WALDSCHÄDEN	50
5.1 Oberirdischer Wirkungspfad:	
Einwirkung von Schadgasen auf die Blattoorgane	51
5.2 Unterirdischer Wirkungspfad:	
Eintrag von Schadstoffen in den Waldboden	52
5.3 Zusammenfassende Bewertung der Forschungsergebnisse	53

	Seite
6 MASSNAHMEN GEGEN DIE NEUARTIGEN WALDSCHÄDEN	55
6.1 Luftreinhaltung	55
6.1.1 Nationale Maßnahmen zur Minderung der Emissionen	55
6.1.2 Maßnahmen im internationalen Bereich	64
6.1.3 Ergebnisse der Maßnahmen	66
6.1.4 Höhe und Entwicklung von Schadstoffdepositionen in Waldökosystemen	69
6.1.5 Schwerpunkte für künftige Maßnahmen	73
6.2 Flankierende forstliche Maßnahmen	75
6.2.1 Fördermittel für flankierende forstliche Maßnahmen	75
6.2.2 Steuerliche Erleichterungen	76
6.2.3 Stabile Waldbestände durch Beachtung waldbaulicher Grundsätze ...	77
6.2.4 Schutz der Waldböden	78
6.2.5 Erhaltung forstlicher Genressourcen	80
6.3 Waldschadensforschung/Waldökosystemforschung	80
7 MASSNAHMEN GEGEN DIE KLIMAÄNDERUNG	82
7.1 Nationale Maßnahmen	82
7.2 Internationale Maßnahmen	83
8 ANHANG	87

Verzeichnis der im Text enthaltenen Tabellen, Abbildungen und Karten

Tabelle 1:	Schadstufen des relativen Nadel-/Blattverlusts	13
Tabelle 2:	Einstufung des Kronenzustands aus Kronenverlichtung (Verluststufe) und Vergilbung/Chlorose (Vergilbungsstufe)	14
Tabelle 3:	Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland	16
Tabelle 4:	Waldschäden 1995 in den Ländern und Ländergruppen	19
Tabelle 5:	Entwicklung der Waldschäden nach Ländergruppen und Schadstufen	22
Tabelle 6:	Waldschäden nach Baumarten, Altersgruppen und Schadstufen 1995	36
Tabelle 7:	Schadstufenverteilung ausgefallener Einzelbäume und ihrer Ersatzbäume bei der Waldschadenserhebung 1995	39
Tabelle 8:	Entwicklung der Emissionen von Luftschadstoffen in der Bundesrepublik Deutschland (D) und der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) in Mio. t	67
Tabelle 9:	Die Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen aufgrund neuartiger Waldschäden im Privat- und Kommunalwald aus der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ durch Bund und Länder (in Mio. DM)	76
Tabelle 10:	Bodenschutzkalkung und Kompensationsdüngung zur Stabilisierung von Waldökosystemen gegen atmogene Säureeinträge	79
Abbildung 1:	Entwicklung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland von 1991 bis 1995	17
Abbildung 2:	Entwicklung der Waldschäden in den alten Ländern	21
Abbildung 3:	Entwicklung der Waldschäden in den Ländergruppen; alle Baumarten	23
Abbildung 4:	Entwicklung der Waldschäden in den nordwestdeutschen Ländern .	24
Abbildung 5:	Entwicklung der Waldschäden in den ostdeutschen Ländern	26
Abbildung 6:	Entwicklung der Waldschäden in den süddeutschen Ländern	28

Abbildung 7:	Entwicklung der Waldschäden bei der Fichte	30
Abbildung 8:	Entwicklung der Waldschäden bei der Kiefer	31
Abbildung 9:	Entwicklung der Waldschäden bei der Buche	32
Abbildung 10:	Entwicklung der Waldschäden bei der Eiche	33
Abbildung 11:	Entwicklung der Waldschäden nach Baumarten in Deutschland	34
Abbildung 12:	Entwicklung der Waldschäden bei den Altersgruppen (bis / über 60 Jahre)	37
Abbildung 13:	Entwicklung der Waldschäden in einigen Nachbarländern	49
Abbildung 14:	Rückgang der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in den alten Ländern von 1983 bis 1993 (in Mio. t/Jahr)	56
Abbildung 15:	Rückgang der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in den neuen Ländern von 1990 * bis 2001 ** (in Mio. t/Jahr)	57
Abbildung 16:	Anteil bleifreien Benzins am Gesamtabsatz von Ottokraftstoff in ausgewählten Ländern der Europäischen Union 1993	59
Abbildung 17:	Entwicklung der Deposition von Sulfatschwefel in einem Fichtenbestand (Kronentraufe) im Solling	70
Abbildung 18:	Entwicklung der Stickstoffdeposition in einem Fichtenbestand (Kronentraufe) im Solling	72
Karte 1:	Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1995, Ergebnisse der Länder	18
Karte 2:	Ergebnisse der europäischen Waldschadenserhebung 1994	48

1 Kurzfassung

I. Bedeutung des Waldes und forstpolitische Ziele der Bundesregierung

In Deutschland ist ein Drittel der Landesfläche bewaldet. Der Wald erfüllt **unverzichtbare Funktionen** für Wirtschaft, Natur und Gesellschaft.

Unser Wald

- ist Erwerbs- und Einkommensquelle für zahlreiche Menschen, insbesondere im ländlichen Raum,
- liefert den umweltfreundlichen nachwachsenden Rohstoff Holz,
- bindet den im Kohlendioxid enthaltenen Kohlenstoff und setzt Sauerstoff frei,
- sorgt für den Ausgleich des Wasserabflusses,
- schützt den Boden vor Erosion,
- ist Lebensraum für viele Pflanzen und Tiere und
- bietet dem Menschen vielfältige Möglichkeiten für Entspannung und Erholung.

Angesichts dessen ist es das zentrale **Ziel der Forstpolitik** der Bundesregierung, die Funktionsfähigkeit der Wälder auf Dauer zu erhalten und zu verbessern. Um dies zu erreichen, ist eine wirtschaftliche Nutzung des Waldes unerlässlich. Es kommt deshalb darauf an, die Leistungsfähigkeit der Forstbetriebe zu stärken und die Wettbewerbsfähigkeit des Rohstoffes Holz zu verbessern.

Die Widerstandsfähigkeit der Wälder gegen schädigende Einflüsse muß erhöht werden. Dabei geht es vor allem darum, das Prinzip der Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung zu stärken.

Um die forstpolitischen Ziele zu erreichen, ist es auch erforderlich, die Belastung der Wälder mit Luftverunreinigungen zu verringern. Die Bundesregierung hat hierzu seit 1982 eine Reihe von Maßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene durchgesetzt. Sie sind insbesondere darauf gerichtet, die Luftschadstoffe mit ihrer Schlüsselrolle für die neuartigen Waldschäden zu reduzieren. Diese Politik hat auch für die Zukunft hohe Priorität.

II. Waldzustand 1995

1. Erhebungsmethode

Seit 1984 führen die Länder die Waldschadenserhebung nach einem einheitlichen, mit dem Bund abgestimmten und von Wissenschaftlern entwickelten Verfahren durch. Dieses Verfahren liefert mit vertretbarem Aufwand kurzfristig verfügbare Angaben über den Waldzustand. Das Ergebnis der Erhebung spiegelt den Einfluß aller Faktoren, die den Kronenzustand beeinflussen, wider.

Diese Methode der Waldschadenserhebung wird auch auf europäischer Ebene angewandt.

2. Erhebungsergebnisse 1995

Die bis zu 12 Jahre zurückreichenden **Zeitreihen** zeigen, daß die früheren pessimistischen Prognosen vom raschen und großflächigen Sterben unserer Wälder nicht eingetroffen sind. Je nach Baumart, Region und Jahr haben sich die Wälder unterschiedlich entwickelt. Neben Verschlechterungen sind auch Verbesserungen zu beobachten. Bundesweit sind die deutlichen Schäden gegenüber 1994 um 3 %-Punkte auf 22 % zurückgegangen.

1995 zeigt sich der Wald in einem besseren Zustand als in den letzten vier Jahren. Im Bundesdurchschnitt weisen 22 % der Bäume deutliche Schäden auf (Schadstufen 2-4, d.h. über 25 % Nadel-/Blattverlust).

Dabei bestehen **regional** z.T. **große Unterschiede** in der Höhe der Schäden:

In den **nordwestdeutschen Ländern** beträgt der Anteil deutlich geschädigter Bäume, wie in den beiden letzten Jahren, 16 %. In den **süddeutschen Ländern** stabilisierte sich der Anteil deutlich geschädigter Bäume auf dem hohen Niveau von 26 %.

Erfreulich ist, daß sich die deutlichen Schäden in den **ostdeutschen Ländern** von 38 % im Jahre 1991 auf 20 % im Jahre 1995 fast halbiert haben. Auffällig ist die Parallelität der Entwicklung des Schadniveaus und des Rückgangs der Emissionen.

Bei den einzelnen **Baumarten** liegt der Anteil deutlich geschädigter Bäume unterschiedlich hoch. Bei den Fichten weisen 21 % deutliche Schäden auf. Seit 1991 ist kein Trend der Schadensentwicklung festzustellen.

15 % der Kiefern sind deutlich geschädigt. Seit 1991 ging der Anteil der deutlichen Schäden von 29 % auf 15 % zurück. Dies wurde maßgeblich durch die Entwicklung in den kiefernreichen ostdeutschen Ländern bestimmt.

Von den Buchen sind 37 % deutlich geschädigt. 1991 waren es 28 % in ganz Deutschland. Im Gegensatz zu der Entwicklung der Nadelbaumarten hat sich der Gesundheitszustand der Buche insgesamt verschlechtert.

Von den Eichen sind 35 % deutlich geschädigt. Das Niveau der deutlichen Schäden stieg sprunghaft von 31 % im Jahr 1991 auf 45 % in den Jahren 1993 und 1994 an. 1995 sank es auf 35 %. Es erreichte damit noch nicht wieder das Niveau von 1991.

Die neuartigen Waldschäden sind nicht auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland begrenzt. Die Waldschadenserhebungen in den anderen **europäischen Staaten** zeigen, daß auch andere Länder, insbesondere in Osteuropa, betroffen sind.

3. Ursachen der Waldschäden

Die neuartigen Waldschäden werden durch eine Vielzahl von **Einflußfaktoren** verursacht. Deren Gewicht kann sich von Jahr zu Jahr stark verändern. Eine Schlüsselrolle bei den Einflußfaktoren spielen die **Luftschadstoffe**.

Luftschadstoffe, insbesondere Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), Ammoniak (NH₃) und Ozon (O₃) belasten die Wälder nach wie vor erheblich; einerseits indem sie direkt auf die oberirdischen Pflanzenorgane einwirken, andererseits indirekt über den Eintrag in den Boden. Die direkte Wirkung von Schadgasen klingt im allgemeinen ab, sobald sich deren Konzentration in der Luft verringert. Die Wirkungen der über Jahrzehnte im Boden akkumulierten Schadstoff- und Säureinträge halten noch jahrelang an, auch wenn keine Einträge mehr folgen.

Darüber hinaus belasten viele **natürliche Einflußfaktoren** wie z.B. Insekten, Pilze, Witterung und Sturm den Wald. So führen biotische Schaderreger in zeitlichem und regionalem Wechsel zu Schwankungen im Gesundheitszustand der Bäume. Inwieweit der Einfluß von Luftschadstoffen den Angriff von Insekten erleichtert, läßt sich nicht generell abschätzen. Bei der Witterung können auch Ereignisse aus den Jahren vor der jeweiligen Waldschadenserhebung eine Rolle spielen. Daneben beanspruchen Blüten und Fruchtbildung Nährstoffe und Reservestoffe eines Baumes. Zum Ausgleich bildet ein Baum bei starker Fruchtbildung weniger Nadeln bzw. Blätter.

Diese Faktoren haben sich auch 1995 regional und baumartenbezogen sehr unterschiedlich auf den Gesundheitszustand der Wälder ausgewirkt.

Die **forstlichen Maßnahmen** der letzten hundert bis zweihundert Jahre waren zeitweise geprägt von übermäßigem Holzbedarf, Notlagen der Kriegs- und Nachkriegsjahre, Naturereignissen und Mangel an geeignetem Saat- und Pflanzgut. Ihre Spuren zeigen sich noch heute. Auch daraus können Belastungen herrühren, die den Waldzustand beeinflussen.

Monokulturen aus Nadelbäumen sind für sich alleine keine Ursache für neuartige Waldschäden. Wo die Ansprüche der Bäume und die Eigenschaften des Standortes nicht zusammenpassen, können Immissionen aber die Situation so verschlimmern, daß andere Schadfaktoren wie z.B. Insekten oder Stürme leichteres Spiel haben.

III. Maßnahmen der Bundesregierung gegen die neuartigen Waldschäden

1. Nationale und internationale Ansätze erforderlich

Seit 1982/83 betreibt die Bundesregierung eine gezielte Politik, um **die Luftschadstoffe**, denen eine maßgebliche Rolle als Streßfaktor bei den neuartigen Waldschäden zukommt, zu verringern.

Zahlreiche nationale Maßnahmen zur dauerhaften Emissionssenkung wurden ergriffen. Angesichts der weiträumigen, grenzüberschreitenden Ausbreitung der Luftschadstoffe sind darüber hinaus Maßnahmen auf internationaler Ebene erforderlich. Daher hat die Bundesregierung auf EU-weite und internationale Regelungen hingewirkt, um gemeinsame Anstrengungen der Staaten zur Luftreinhaltung zu erreichen. Schwerpunkte liegen dabei insbesondere in den Bereichen Energieerzeugung und Industrieanlagen, Verkehr sowie Landwirtschaft.

2. Luftreinhaltung

Bereits 1983 hat die Bundesregierung das **Aktionsprogramm „Rettet den Wald“** verabschiedet. Erster wichtiger Schritt zur Verringerung der Emissionen im Rahmen dieses Programms war die **Großfeuerungsanlagen-Verordnung** von 1983. Damit konnten bei Großfeuerungsanlagen zwischen 1983 und 1993

- die Schwefeldioxid-Emissionen um 84 % auf 0,30 Mio. t und
- die Stickstoffoxid-Emissionen um 74 % auf 0,25 Mio. t gesenkt werden.

Weitere Schritte zur wirksamen Verminderung der Schadstoffemissionen sind die **Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft** (1986), die **Kleinf Feuerungsanlagen-Verordnung** (1988) und die **Novelle des Bundes-Immissionsschutzgesetzes** (1993).

Wichtige Entlastung bei Schadstoffemissionen haben **verkehrspolitische Maßnahmen** gebracht. Trotz gestiegenen Verkehrsaufkommens gingen die verkehrsbedingten Schad-

stoffemissionen zurück. Seit Ende der achtziger Jahre steigt die Zahl schadstoffreduzierter Pkw. 1993 hatten erstmals fast 100 % der neu zugelassenen Pkw mit Ottomotor einen Dreiwegekatalysator. Inzwischen reinigt in jedem zweiten Pkw mit Ottomotor ein geregelter „Dreiwegekat“ die Abgase. Dies ist ein Erfolg der **steuerlichen Förderung schadstoff- armer Pkw** (1985 -1992).

Alles in allem konnten mit diesem Bündel von Maßnahmen die Emissionen einzelner Schadstoffe merklich vermindert werden:

- Besonders erfolgreich sind die Maßnahmen zur Verringerung der SO₂-Emissionen. Für Deutschland insgesamt nahmen sie seit 1989 um 37 % auf 3,90 Mio. t SO₂ im Jahr 1992 ab.
- Auch bei der Verringerung der NO_x-Emissionen sind Erfolge erkennbar. Für Deutschland nahmen sie seit 1989 um 7 % auf 2,90 Mio. t im Jahr 1992 ab.
- Die Ammoniakemissionen gingen in Deutschland von 1985 (0,7 - 0,9 Mio. t) bis 1992 um ca. 23 % zurück.
- Die VOC-Emissionen sind in Deutschland seit 1989 um 11 % auf 2,79 Mio. t im Jahr 1992 zurückgegangen.

Auf Ebene der EU konnten vor allem aufgrund deutscher Initiativen wirksame Maßnahmen zur Emissionsminderung eingeführt werden. Dazu zählen z.B. die Grenz- und Leitwerte zur Luftqualität u.a. für Blei (1982), Stickstoff (1985) und Ozon (1992), die Großfeuerungsanlagen-Richtlinie (1988), die EU-weite Einführung des geregelten Dreiwegekatalysators und der Abgasuntersuchungen bei Kfz (1993) sowie verschärfte Abgasnormen für Lkw (1993).

International geht es vor allem darum, daß die erzielten Vereinbarungen zum Umweltschutz umgesetzt werden. Dies sind z.B. das Sofia-Protokoll zur Reduzierung der Stickstoffemissionen (1988), das Genfer Protokoll zur Emissionsminderung flüchtiger organischer Verbindungen (1991), die Klimarahmenkonvention und die Walderklärung von Rio de Janeiro (1992).

3. Forstliche Maßnahmen

Zusätzlich zu den Maßnahmen der Luftreinhaltung fördern Bund und Länder **forstliche Maßnahmen**, um die Widerstandsfähigkeit unserer Wälder gegen Schadeinflüsse zu erhöhen.

Von 1984 bis 1994 haben Bund und Länder zur Stabilisierung geschädigter Waldbestände insgesamt 572 Mio. DM bereitgestellt.

Dadurch wurden folgende Maßnahmen unterstützt:

- die Bodenschutzkalkung, um die Vitalität der Wälder zu stärken; hierfür wurden 38 % der Mittel eingesetzt; rund **2,0 Mio. Hektar Wald** wurden in dieser Zeit gekalkt bzw. gedüngt, das sind rd. 19 % der Waldfläche Deutschlands;
- die Wiederaufforstung v.a. mit Laubbäumen, um geschädigte Bestände leistungsfähig zu erhalten; hierfür wurden 34 % der Mittel ausgegeben;
- der Vor- und Unterbau mit v.a. Laubholz, um die Bestandesstruktur geschwächter Wälder zu stabilisieren, hierfür wurden 28 % der Mittel eingesetzt.

In diese Maßnahmen haben Bund und Länder allein im letzten Jahr 43,3 Mio. DM investiert.

Die **Forstwirtschaft** trägt darüber hinaus durch eine auf Nachhaltigkeit und zunehmend auf Naturnähe ausgerichtete Waldwirtschaft dazu bei, die Widerstandsfähigkeit von Waldökosystemen zu verbessern und damit den Schadensverlauf im Wald zu mildern. Dazu gehören

- der Aufbau stabiler und artenreicher Mischbestände,
- das Vermeiden großflächiger Kahlhiebe,
- eine auf den Einzelbaum ausgerichtete Bestandespflege,
- die Anwendung des integrierten Pflanzenschutzes,
- der Einsatz bestandes- und bodenschützender Techniken,
- eine ökologisch verträgliche Wilddichte.

4. Forschung

Die interdisziplinäre **Waldökosystemforschung** ist eine unverzichtbare Voraussetzung, um Ursachen- und Wirkungszusammenhänge der neuartigen Waldschäden weiter aufzuklären.

Bund, Länder und andere Forschungsträger haben seit 1982 über 850 Forschungsvorhaben zu neuartigen Waldschäden mit insgesamt rund 465 Mio. DM gefördert.

Durch die intensive Förderung gelang es der deutschen Waldschadensforschung, eine internationale Vorreiterrolle einzunehmen. Die Ergebnisse der Forschung sind Grundlage für Maßnahmen der Bundesregierung zur Bekämpfung der Waldschäden.

5. Waldmonitoring

Die **jährliche Waldschadenserhebung** liefert die notwendigen Daten für eine Überwachung der neuartigen Waldschäden. Die kontinuierliche Erhebung dient zugleich als wichtige Grundlage für die Politik gegen die Waldschäden.

Darüber hinaus wurden weitere Beobachtungsprogramme entwickelt:

- Schon Ende der sechziger Jahre richteten die Länder **Dauerbeobachtungsflächen** ein. Diese Flächen dienen der Analyse von Veränderungen der Umweltbedingungen (z.B. Schadstoffeintrag) und deren Auswirkungen auf Waldökosysteme, der Ursachenerkennung der neuartigen Waldschäden und der Ableitung von Empfehlungen an Politik (z.B. Luftreinhaltung) und forstliche Praxis. Seit 1994 besteht ein europäisches Förderprogramm für solche Flächen. Deutschland stellt mit 86 Flächen rund 20 % aller durch die EU geförderten Flächen.
- Die Länder haben eine bundesweite **Bodenzustandserhebung** im Wald durchgeführt, um den tatsächlichen Zustand der Waldböden unter Immissionseinflüssen zu ermitteln und die zukünftige Entwicklung beurteilen zu können. Bereits vorliegende Länderergebnisse weisen auf eine großflächige Versauerung der Waldböden hin. Das bundesweite Gesamtergebnis wird gegen Ende 1996 erwartet.

IV. Ausblick

Die Bundesregierung wird ihre Anstrengungen zur Verringerung der neuartigen Waldschäden und zur Erhaltung der Wälder fortsetzen.

Die bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene werden zu weiteren Verringerungen der Schadstoffemissionen führen. Insgesamt aber zeigen die Depositionsmessungen und -modelle, daß gegenwärtig immer noch zuviel Schadstoffe aus nationalen Quellen, aber auch aus grenzüberschreitenden Schadstoffströmen in die Waldökosysteme eingetragen werden.

■ Schadstoffe in der Luft weltweit verringern

Maßnahmen zur Luftreinhaltung haben für die Verringerung der neuartigen Waldschäden auch weiterhin Vorrang. Sie werden im nationalen und im internationalen Rahmen konsequent weitergeführt.

Die **Schwerpunkte** für künftige Maßnahmen zur Luftreinhaltung auf **nationaler Ebene** sind die weitere Verringerung

- der Schadstoffemissionen aus Energieerzeugungs- und Industrieanlagen in den neuen Ländern,
- der verkehrsbedingten Umweltbelastungen, vor allem der Stickstoffoxide und der flüchtigen organischen Verbindungen, sowie
- der Stickstoffemissionen aus landwirtschaftlichen Quellen.

Auf **internationaler Ebene** wird die Bundesregierung ihre bisherige Rolle als treibende Kraft und Vorreiter beim internationalen Umweltschutz fortsetzen. Dabei wird vor allem angestrebt,

- die Arbeiten im Rahmen des **UN/ECE-Übereinkommens** über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung fortzuführen, um Schadstoffemissionen international zu verringern,
- die Beschlüsse der **Konferenz „Umwelt und Entwicklung“** der Vereinten Nationen (UNCED 1992) zu verwirklichen.

So arbeitet die Bundesregierung intensiv an der Umsetzung und Fortentwicklung der Klimarahmenkonvention sowie an völkerrechtlich verbindlichen Regelungen zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Waldbeschlüsse, z.B. an einer Waldkonvention.

Die Politik der Bundesregierung zum **Schutz der natürlichen Umwelt** kommt auch den Wäldern zugute.

Die im Rahmen der **Klimaschutzstrategie** ergriffenen Maßnahmen zur Verminderung der CO₂-Emissionen und anderer klimarelevanter Gase tragen ebenfalls zur Reduzierung der die Wälder belastenden Luftschadstoffe bei.

■ Waldbauliche Maßnahmen gezielt fördern

Die **Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen** zur Stabilisierung der Waldökosysteme gegen die neuartigen Waldschäden wird fortgesetzt. 1995 sind von Bund und Ländern 46,5 Mio. DM eingeplant.

■ Waldökosystemforschung fortsetzen

Die **Waldökosystemforschung** wird weiterhin gefördert. Hierfür stehen 1995 rund 19 Mio. DM zur Verfügung.

■ Walderhaltung – Herausforderung für uns alle

Staatliche Maßnahmen allein reichen jedoch nicht aus, um die Wälder zu erhalten. Die vielfältigen Funktionen des Waldes zu sichern ist eine Aufgabe, die erfolgreich nur gemeinsam von **Bund und Ländern, Wirtschaft und Bevölkerung** gemeistert werden kann.

Nur mit Unterstützung durch die Bürger – insbesondere bei einem verantwortungsbewußten Umgang mit Energie- und Rohstoffen – kann die Schadstoffbelastung unserer Umwelt spürbar vermindert und zur Erhaltung eines funktionsfähigen Ökosystems Wald beigetragen werden.

2 Bedeutung des Waldes und forstpolitische Ziele der Bundesregierung

2.1 Bedeutung des Waldes für die Gesellschaft

Knapp ein Drittel der Fläche Deutschlands ist bewaldet. Auch wenn Anteil und Zusammensetzung des Waldes in den einzelnen Bundesländern recht unterschiedlich sind, hat er für unser Land unverzichtbare wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Bedeutung.

Der Wald

- ist Erwerbs- und Einkommensquelle für zahlreiche Menschen, insbesondere im ländlichen Raum,
- liefert den umweltfreundlichen nachwachsenden Rohstoff Holz,
- ist ein bedeutender Speicher des Klimagases Kohlendioxid,
- reguliert den Wasserhaushalt und trägt zur Grundwasserneubildung bei,
- schützt den Boden vor Erosion sowie vor Geröll- und Schneelawinen im Gebirge,
- ist Lebensraum für viele Pflanzen und Tiere und damit ein wichtiger Faktor beim Erhalt der biologischen Vielfalt und
- bietet dem Menschen vielfältige Möglichkeiten für Entspannung und Erholung.

Die Bundesregierung mißt deshalb unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, aber auch mit Blick auf Umwelt und Gesellschaft, dem Bereich Forstpolitik eine sehr große Bedeutung bei.

2.2 Situation der Forstwirtschaft

Die Situation der Forstbetriebe ist schwierig. Jahrelang niedrige Holzpreise und steigende Betriebskosten haben die Reinerträge – bei starken betriebs- und standortbedingten Unterschieden – sinken lassen. Selbst gutstrukturierte Privatwaldbetriebe erwirtschaften nur sehr geringe Reinerträge; bei einer Vielzahl von Betrieben sind die Erträge negativ. Gleichzeitig wachsen jedoch die gesellschaftlichen Ansprüche an die Erholungs- und Schutzfunktionen des Waldes.

2.3 Forstpolitische Ziele der Bundesregierung

Angesichts der großen Bedeutung des Waldes für die Gesellschaft ist das **zentrale Ziel der Forstpolitik** der Bundesregierung, die **Funktionsfähigkeit der Wälder** auf Dauer zu

erhalten und zu verbessern. Zur Erhaltung seiner Funktionen bedarf der Wald in einem dicht besiedelten Land wie Deutschland einer Bewirtschaftung, die ordnungsgemäß, nachhaltig und möglichst naturnah erfolgen muß.

Dabei ist entscheidend, daß die Forstbetriebe auf wirtschaftlich sicheren Füßen stehen und daß die Waldpflege, die zur Erhaltung der Stabilität und Funktionenvielfalt unserer Wälder notwendig ist, erfolgt. Dies setzt leistungsfähige Forstbetriebe und einen ausreichenden Holzabsatz voraus.

Durch eine konsequente Weiterführung der Luftreinhaltepolitik und durch Schaffung eines möglichst naturnahen Waldaufbaus läßt sich der Gesundheitszustand des Waldes verbessern, seine Vitalität erhöhen und seine Funktionsvielfalt gewährleisten. Eine naturnahe Waldbewirtschaftung ist in besonderer Weise geeignet, Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes nachhaltig sicherzustellen, da sie sich weitestgehend an Prozeßabläufen in der Natur orientiert. Diese Wirtschaftsform liegt aber auch im Interesse der Wirtschaftlichkeit der Forstbetriebe, da sie weniger risikofähig ist und durch „biologische Automation“ der Aufwand langfristig erheblich gesenkt werden kann.

Die Politik kann den Betrieben ihre unternehmerischen Entscheidungen nicht abnehmen, sie kann jedoch Orientierungshilfen in Form von verlässlichen Rahmenbedingungen geben. Ziel der deutschen Forstpolitik ist daher

- **die Leistungsfähigkeit der Forstbetriebe zu stärken,**
- **die Wettbewerbsfähigkeit des Rohstoffes Holz zu verbessern und**
- **die Stabilität des „Ökosystems Wald“ einschließlich der biologischen Vielfalt zu erhalten bzw. zu erhöhen.**

Um die forstpolitischen Ziele zu erreichen, ist es auch erforderlich, die Belastung der Wälder mit Luftverunreinigungen zu verringern. Die Bundesregierung hat hierzu seit 1982 eine Reihe von Maßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene durchgesetzt. Sie sind insbesondere darauf gerichtet, die Luftschadstoffe, Hauptverursacher der neuartigen Waldschäden, zu reduzieren. Diese Politik hat auch für die Zukunft hohe Priorität.

3 Waldzustand in Deutschland

Seit die Menschen sesshaft wurden und Flächen für ihre Siedlungen benötigen, haben sie in das Gefüge des Waldes eingegriffen; zunächst unwesentlich, mit zunehmendem Anwachsen der Bevölkerung aber immer massiver. Während in der Vergangenheit Übernutzungen und Schädlingsbefall im Vordergrund standen, drohen in unserer Zeit dem Wald neue, bisher unbekannte Gefahren.

Zu diesen Gefahren gehören die seit Mitte der siebziger Jahre und verstärkt seit Anfang der achtziger Jahre auftretenden sogenannten neuartigen Waldschäden. Von bis dahin bekannten Walderkrankungen unterscheiden sie sich dadurch, daß sich nicht einzelne Verursacher für die Schäden identifizieren lassen. Zudem treten die Schäden geographisch weit verbreitet auf und haben innerhalb weniger Jahre nahezu alle Baumarten erfaßt.

Äußerlich sichtbare Symptome der neuartigen Waldschäden sind

- die Verlichtung der Baumkronen und
- die Vergilbung von Nadeln und Blättern.

In der Bundesrepublik Deutschland werden seit 1984 jährlich systematische Erhebungen von den Ländern zeitgleich und nach einem einheitlichen Verfahren durchgeführt, um Ausmaß und Entwicklung der Waldschäden festzustellen. In den neuen Bundesländern werden seit 1990 Waldschäden nach dem gleichen Verfahren erhoben.

Der Waldzustandsbericht der Bundesregierung faßt die Ergebnisse der Waldschadenserhebungen der Länder zusammen. Er gibt auf Bundesebene einen Überblick über das Ausmaß und die Entwicklung der neuartigen Waldschäden, bewertet die Situation in den Waldökosystemen unter den vielfältigen und komplexen Einflüssen der Umwelt und stellt die Maßnahmen der Bundesregierung dar.

3.1 Kronenzustand als Merkmal der neuartigen Waldschäden

Die Begutachtung der Baumkrone während der Vegetationszeit ermöglicht einen Rückschluß darauf, ob der Baum vital oder in seiner Gesundheit beeinträchtigt ist. Ausbildung und Zustand einer Krone werden allerdings von vielen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen innere (z.B. genetische Veranlagung) und äußere Einflüsse (z.B. Wassermangel, Wind, Insektenfraß, Immissionseinflüsse, waldbauliche Behandlung). Aufgrund der Komplexität und Vielfältigkeit der Waldökosysteme und der auf sie einwirkenden Umwelteinflüsse ist jedoch ein Rückschluß auf die Ursachen nur auf der Grundlage umfassender, wissenschaftlicher Untersuchungen möglich (vgl. Abschnitt 5).

Die Waldschadenserhebung zeigt somit das sich in Form eines schlechten Kronenzustandes äußernde „Fieber des Patienten Wald“ an. Sie kann aber – ebensowenig wie ein Fieberthermometer – Auskunft über die Ursachen geben. Aus der Waldschadensforschung ergibt sich allerdings, daß Luftschadstoffen bei den neuartigen Waldschäden eine maßgebliche Rolle zukommt.

Wenn jedoch der Zustand des Waldes als komplexes Ökosystem in seiner Gesamtheit erfaßt und beurteilt werden soll, so sind weitere Parameter wie Bodenzustand, Wasserversorgung, klimatische Einflüsse, enzymatische und genetische Anzeiger, sowie – daraus resultierend – Wurzelwachstum, Holzzuwachs usw. zu berücksichtigen. Die Erfassung dieser Parameter ist allerdings sehr aufwendig und deren Auswertung schwierig. Monitoringprogramme hierfür, wie z.B. das europaweite Dauerbeobachtungsflächen-Programm, sind angelaufen.

Durch die Waldschadenserhebung werden die Kronenverlichtung und die Nadel-/Blattvergilbung eines jeden Probebaumes im Wald in 5 %-Klassen aufgenommen. Zur Vereinfachung der Ergebnisdarstellung bei der Berichterstattung werden die 21 möglichen 5 %-Klassen zu fünf unterschiedlich großen Gruppen zusammengefaßt. Diese sind seit Einführung der Methodik der Waldschadenserhebung einheitlich für alle Baumarten definiert (Tabelle 1).

Tabelle 1: Schadstufen des relativen Nadel-/Blattverlusts

Stufe	Nadel-/Blattverlust	Bezeichnung	
0	0 - 10 %	ohne Schadensmerkmale	
1	11 - 25 %	schwach geschädigt	(Warnstufe)
2	26 - 60 %	mittelstark geschädigt	} deutlich geschädigt
3	61 - 99 %	stark geschädigt	
4	100 %	abgestorben	

Der Anteil der vergilbten (chlorotischen) Nadel- oder Blattmasse wird entsprechend eingeschätzt und die Ergebnisse beider Merkmale, wie in Tabelle 2 dargestellt, in Kronenzustandsstufen zusammengefaßt.

Tabelle 2: Einstufung des Kronenzustands aus Kronenverlichtung (Verluststufe) und Vergilbung/Chlorose (Vergilbungsstufe)

Nadel-/Blatt- verluststufe	Vergilbungsstufe (Anteil der vergilbten Nadel-/Blattmasse)		
	1 (11 - 25 %)	2 (26 - 60 %)	3 (61 - 100 %)
0	0	1	2
1	1	2	2
2	2	3	3
3	3	3	3

Für jede Auswertungseinheit (z.B. Land, Hauptbaumart, Altersgruppe) wird der prozentuale Anteil der Probestämme in den fünf Schadstufen berechnet.

Zur Charakterisierung der Schadenssituation in einer Auswertungseinheit hat sich der Anteil deutlich geschädigter Bäume (Summe der Schadstufen 2, 3 und 4) als geeignete Kenngröße erwiesen. In den Waldzustandsberichten von Bund und Ländern werden daher das Ausmaß dieser deutlichen Schäden und deren Veränderungen neben den Anteilen der Stufen 0 (ohne Schadmerkmale) und 1 (Warnstufe) besonders dargestellt.

Die Schadensentwicklung läßt sich nur anhand langfristiger Zeitreihen bewerten. Ergebnisse einzelner Jahre dürfen dagegen nur sehr zurückhaltend interpretiert werden, weil sich die natürlichen Einflußfaktoren von Jahr zu Jahr stark ändern können.

Die auf der terrestrischen Kronenzustandserfassung beruhende Waldschadenserhebung hat folgende Vorteile:

1. Sie erbringt zeitnah bei vertretbarem Aufwand zuverlässige und vergleichbare Aussagen über den Waldzustand:
 - Das Verfahren ist einfach, seine Prinzipien sind leicht vermittelbar. Durch den Einsatz von geschultem Fachpersonal ist die räumliche und zeitliche Vergleichbarkeit sichergestellt.
 - Es erfordert einen vergleichsweise geringen Zeitaufwand (aufwendige Analysen oder Laborarbeiten sind nicht erforderlich). Dies erlaubt eine annähernd zeitgleiche und kostengünstige Durchführung der bundesweiten Erhebung.

2. Die mit Hilfe der jährlichen Waldschadenserhebung gewonnenen Daten bilden inzwischen Zeitreihen, die bis in das Jahr 1984 zurückreichen.
Schleichende Veränderungen in den Waldökosystemen – wie z.B. die neuartigen Waldschäden oder die Auswirkungen der Klimaänderung – können nur mit Hilfe dieser langjährigen ununterbrochenen Zeitreihen erkannt und nachgewiesen werden. Die Waldschadenserhebung ist daher ein wichtiges Instrument der Umweltbeobachtung.

Bei der ausschließlich anhand des Kronenzustandes orientierten Beurteilung der neuartigen Waldschäden muß berücksichtigt werden, daß die neuartigen Waldschäden eine Komplexkrankheit sind, an deren Entstehung und Ausprägung vielfältige Faktoren in unterschiedlicher Intensität mitwirken.

3.2 Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1995

Dem diesjährigen Bericht liegen die Ergebnisse einer bundesweiten „Unterstichprobe“ zugrunde. Aufgrund des hierbei verwendeten Stichprobenrasters von mindestens 16 x 16 km (vgl. Anhang-Tabelle 10) sind in Abhängigkeit von der Dichte der erhobenen Daten nur Aussagen auf Bundes- oder Landesebene, nicht jedoch auf Wuchsgebietsebene möglich.

Die folgenden Angaben über den Waldzustand in Deutschland sind Mittelwerte verschiedener Bezugseinheiten (Länder, Ländergruppen und Bund), die aus den Daten der Waldschadenserhebung 1995 errechnet wurden. Sie stehen für den Waldzustand in diesen Bezugseinheiten, wobei die Schadstufenanteile – von wenigen Ausnahmen abgesehen – auf ganze Zahlen gerundet sind. Von Angaben für größere Bezugseinheiten auf das Schadniveau und seine Entwicklung in kleineren Einheiten wie z.B. Gemeinden zu schließen, ist methodisch unzulässig. Die für Deutschland errechneten Werte geben die notwendigen Hinweise für die Beurteilung der Gesamtsituation, für die Entwicklung des Waldzustandes und für den internationalen Vergleich.

Seit der Wiedervereinigung erfaßt die Waldschadenserhebung auch die neuen Länder. Die dort inzwischen fünfjährige Zeitreihe gibt wesentliche Aufschlüsse über den Waldzustand in diesen Ländern. Ein Vergleich der die alten und neuen Länder umfassenden Zeitreihe nach 1990 mit den Ergebnissen vor 1990 (nur alte Länder) ist nur innerhalb von Ländern oder Ländergruppen möglich.

1990 wurde wegen der schweren Sturmschäden kein Bundesergebnis errechnet.

3.2.1 Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland

Nach den Ergebnissen der Waldschadenserhebung 1995 (vgl. Tabelle 3 sowie Abbildung 1) liegt der Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden bundesweit im Durchschnitt bei 22 % (Schadstufen 2 – 4) und der Anteil der Bäume mit schwachen Schäden bei 39 % (Schadstufe 1); ohne erkennbare Schadmerkmale sind 39 % (Schadstufe 0).

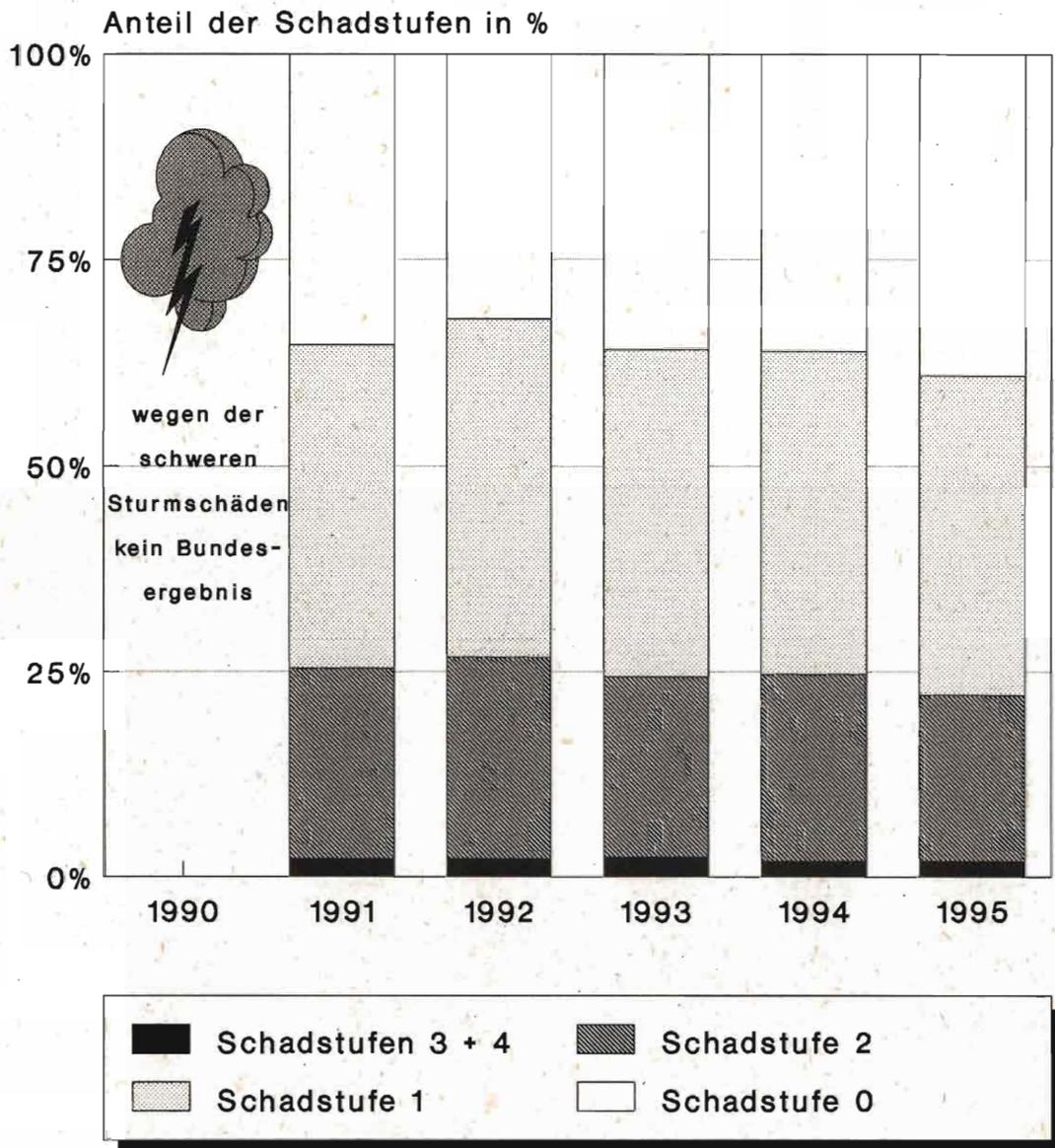
Das Niveau deutlicher Schäden liegt 1995 im Bundesdurchschnitt unter dem Schadniveau der letzten vier Jahre. Es ist seit dem letzten Jahr um 3 %-Punkte zurückgegangen.

Tabelle 3: Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland

Bundesrepublik Deutschland	Anteil der Schadstufen [in %]					
	0 ohne Schad- merkmale	1 schwach geschädigt (Warnstufe)	2 - 4 deutlich geschädigt	2 mittelstark geschädigt	3 stark geschädigt	4 abge- storben
1991*	36	39	25	23,0	2,0	0,2
1992	32	41	27	24,5	1,8	0,4
1993	36	40	24	22,0	2,0	0,4
1994	36	39	25	22,7	1,6	0,4
1995	39	39	22	20,3	1,5	0,4

* 1991 = Beginn einer neuen Zeitreihe für das seit 1990 erweiterte Bundesgebiet

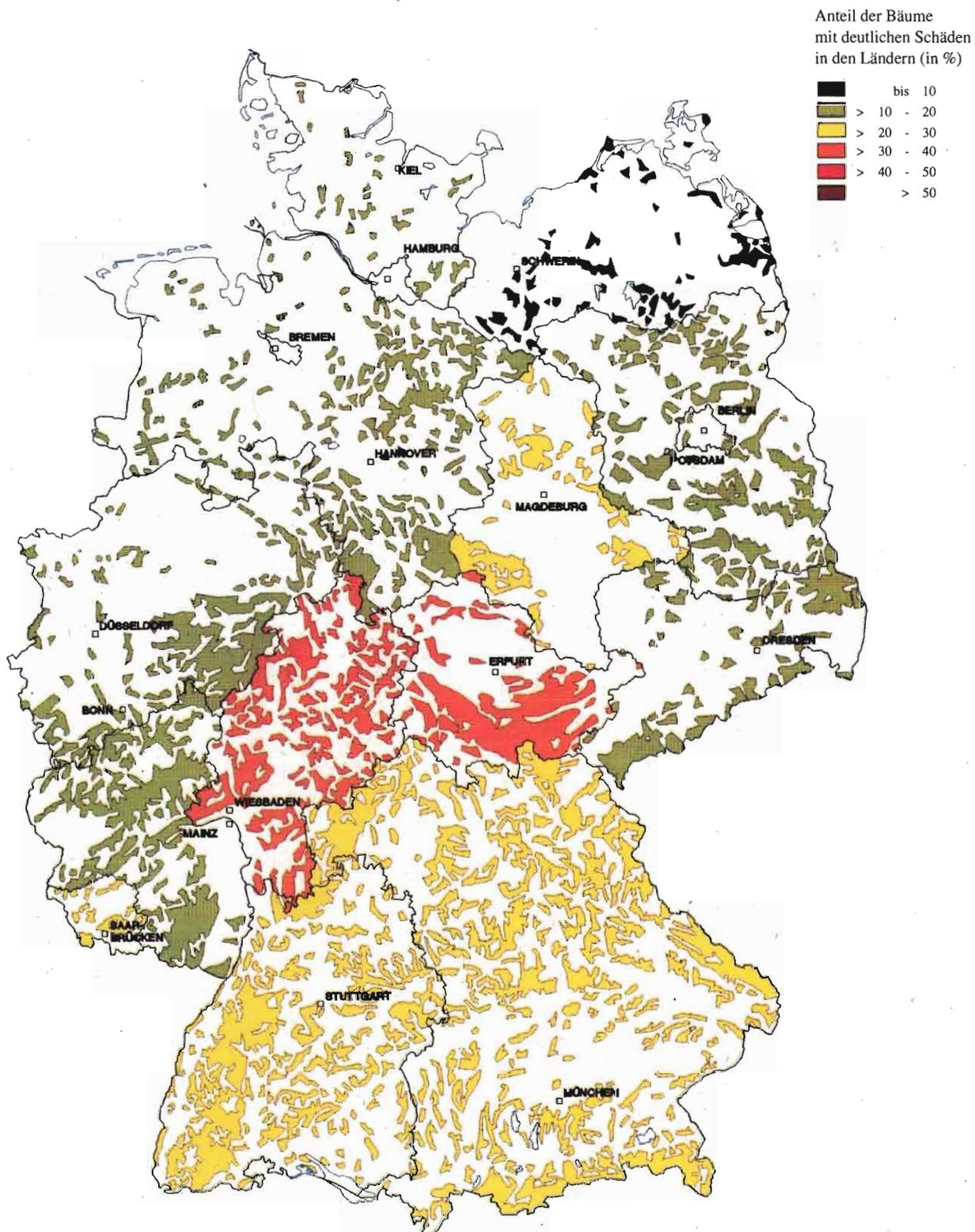
Abbildung 1: Entwicklung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland von 1991 bis 1995



Karte 1:

Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1995

– Ergebnisse der Länder –



Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1995; UMPLIS/Umweltbundesamt 1995

3.2.2 Waldschäden in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland

Die Waldschadenssituation in den einzelnen Ländern und Ländergruppen ist in Tabelle 4 dargestellt (vgl. auch Karte 1).

Tabelle 4: Waldschäden 1995 in den Ländern und Ländergruppen

Länder	Anteil an der Waldfläche in D [in %]	Anteil der Schadstufen [in %]		
		0	1	2 - 4
Bremen	<0,1	61	27	12
Hamburg	<0,1	49	36	15
Niedersachsen	10	48	35	17
Nordrhein-Westfalen	8	49	37	14
Schleswig-Holstein	1	51	29	20
Nordwestdt. Länder¹⁾	19	48	36	16
Berlin	0,15	32	50	18
Brandenburg	9	47	39	14
Mecklb.-Vorpommern	5	45	45	10
Sachsen	5	46	37	17
Sachsen-Anhalt	4	40	39	21
Thüringen	5	24	37	39
Ostdeutsche Länder²⁾	28	41	39	20
Baden-Württemberg	13	29	44	27
Bayern	23	38	39	23
Hessen	8	27	33	40
Rheinland-Pfalz	8	39	42	19
Saarland	1	52	25	23
Süddeutsche Länder³⁾	53	35	39	26
Bundesrepublik Deutschland⁴⁾	100	39	39	22

1) Gesamtfläche der nordwestdeutschen Länder: 9,8 Mio. ha, Waldfläche 2,1 Mio. ha.

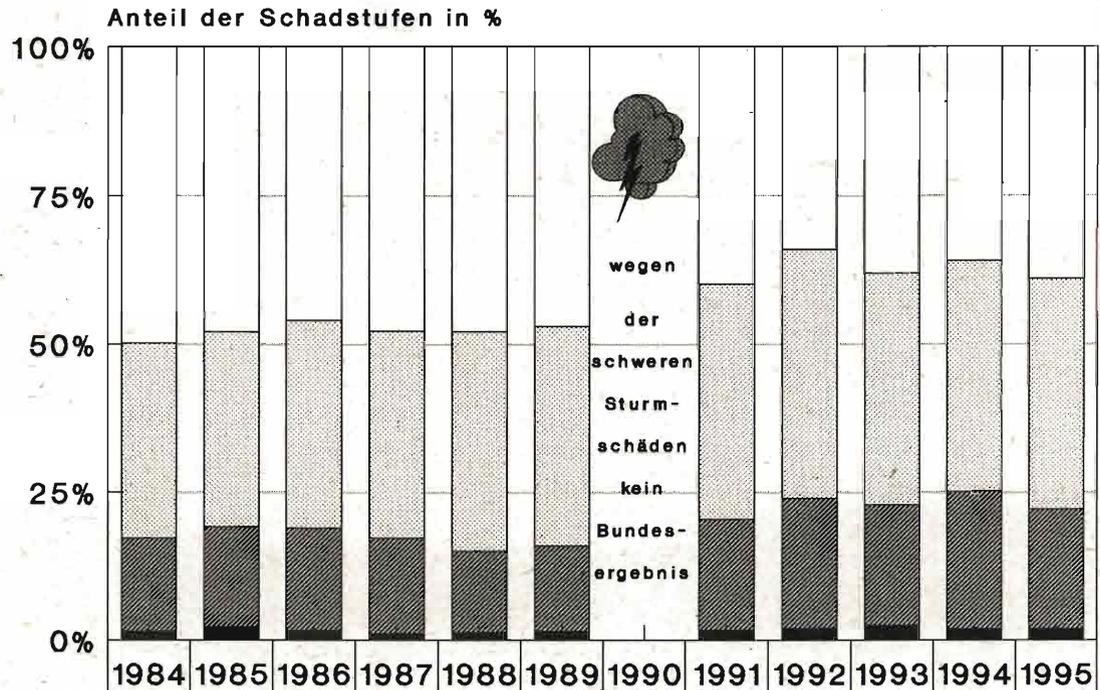
2) Gesamtfläche der ostdeutschen Länder: 10,9 Mio. ha, Waldfläche 3,0 Mio. ha.

3) Gesamtfläche der süddeutschen Länder: 15,0 Mio. ha, Waldfläche 5,6 Mio. ha.

4) Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland: 35,7 Mio. ha, Waldfläche 10,7 Mio. ha.

Die nunmehr über zehnjährige Zeitreihe (siehe Abbildung 2) für die **alten Länder** zeigt für die deutlichen Schäden nach einer leichten Kulmination im Jahr 1985 (19 %) einen geringen Rückgang bis 1988 (15 %). Danach stiegen die deutlichen Schäden bis 1994 auf 25 %, den höchsten Stand seit Beginn der Erhebungen im Jahr 1984. 1995 gingen die Schäden auf 22 % zurück.

Abbildung 2: Entwicklung der Waldschäden in den alten Ländern



Schadstufe 0	50	48	46	48	48	47		40	34	38	36	39
Schadstufe 1	33	33	35	35	37	37		40	42	39	39	39
Schadstufe 2	15,8	17	17,3	16,2	13,8	14,4		18,8	21,9	20,3	23,3	20,3
Schadstufen 3+4	1,5	2,2	1,6	1,1	1,3	1,5		1,7	2	2,5	1,9	1,9
Schadstufe 2-4	17,3	19,2	18,9	17,3	15,1	15,9		20,5	23,9	22,8	25,2	22,2

Ein Vergleich nach Ländergruppen ergibt folgende Entwicklungen (vgl. auch Abbildung 3):

Tabelle 5: Entwicklung der Waldschäden nach Ländergruppen und Schadstufen

Jahr	Anteil der Schadstufen [in %]								
	Nordwestdeutsche ¹⁾ Länder			Ostdeutsche ²⁾ Länder			Süddeutsche ³⁾ Länder		
	0	1	2 - 4	0	1	2 - 4	0	1	2 - 4
1984	62	28	10	•	•	•	45	35	20
1985	64	26	10	•	•	•	43	35	22
1986	61	28	11	•	•	•	41	37	22
1987	60	27	13	•	•	•	43	38	19
1988	51	38	11	•	•	•	44	39	17
1989	58	30	12	•	•	•	43	40	17
1990	52	33	15	34	30	36	•	•	•
1991	57	32	11	27	35	38	34	42	24
1992	50	36	14	25	41	34	29	44	27
1993	50	34	16	31	40	29	33	42	25
1994	46	38	16	37	40	23	32	39	29
1995	48	36	16	41	39	20	35	39	26

• = keine Ergebnisse für diese Ländergruppe verfügbar

1) HB, HH, NI, NRW, SH;

2) BB, BE, MV, SN, ST, TH; Erhebung ab 1990;

3) BW, BY, HE, RP, SL;

Das Niveau und die Entwicklung der Schäden in einzelnen Ländern können von dem Mittelwert der betreffenden Ländergruppe erheblich abweichen (vgl. Anhang-Tabellen 1 a - c). Hierbei spielen auch unterschiedliche Baumartenanteile und die Altersverteilung eine Rolle.

Abbildung 3: Entwicklung der Waldschäden in den Ländergruppen; alle Baumarten

Anteil der Schadstufen 2 - 4 in %

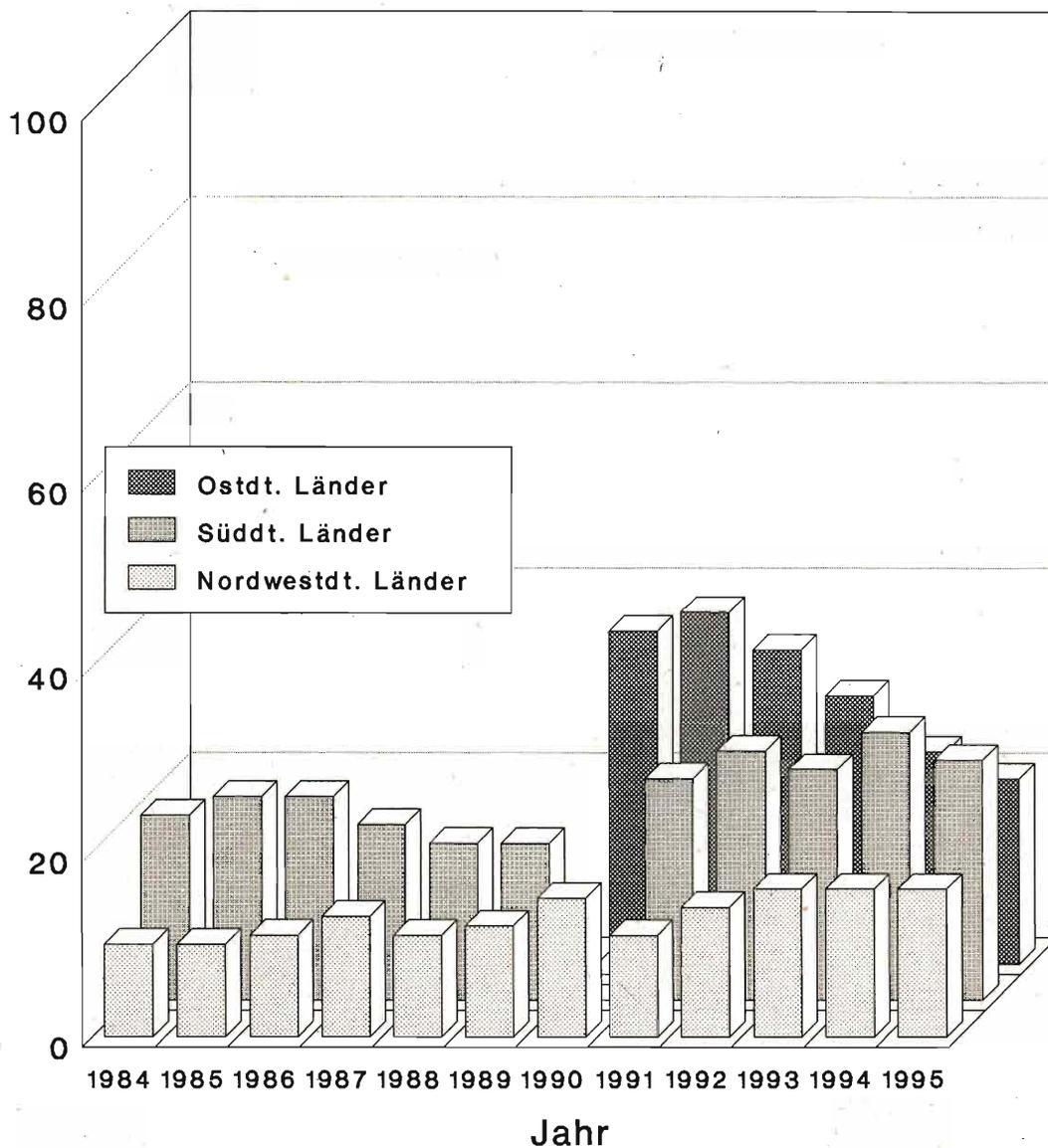
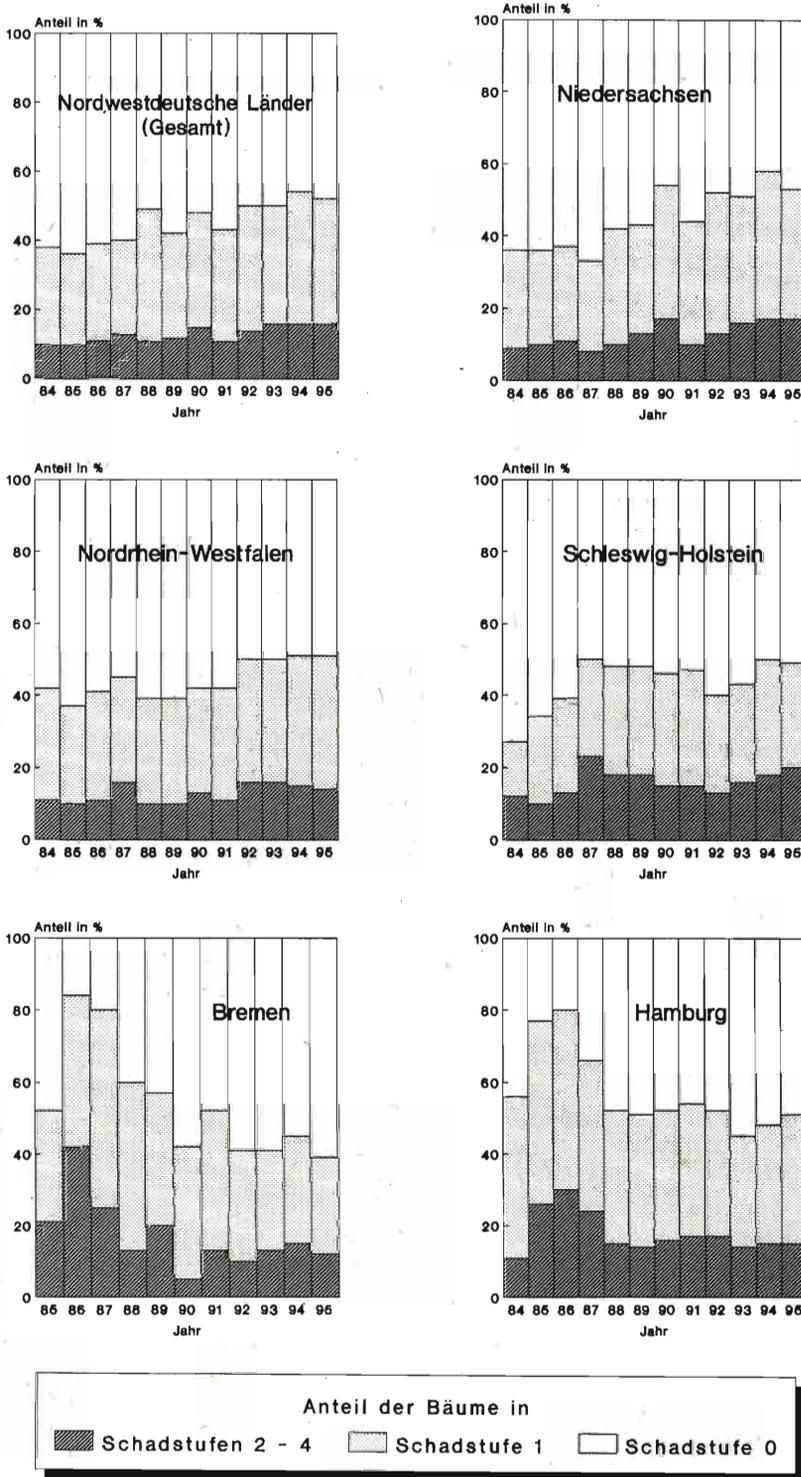


Abbildung 4: Entwicklung der Waldschäden in den nordwestdeutschen Ländern



Nordwestdeutsche Länder ¹

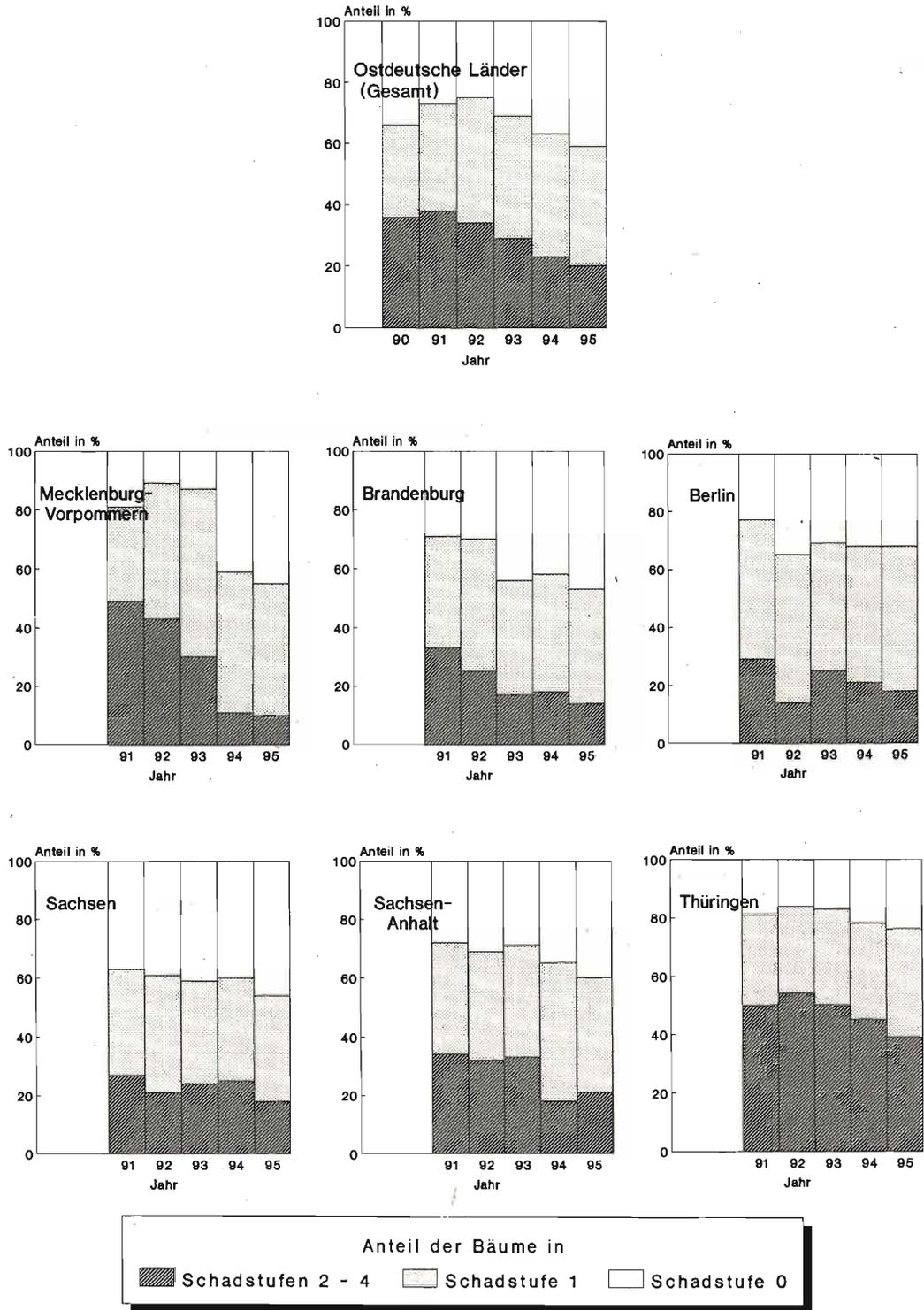
In den nordwestdeutschen Ländern sind die Schäden – wie in den Vorjahren – im Ländergruppenvergleich am geringsten; von zehn Bäumen zeigen fünf keine Schäden (48 %), drei schwache Schäden (36 %) und zwei deutliche Schäden (16 %) (vgl. Abbildung 4 sowie Tabelle 4 und Tabelle 5).

Seit Beginn der systematischen Waldschadenserhebung 1984 ergibt sich im Durchschnitt dieser Ländergruppe bis 1993 ein Anstieg der Kronenschäden. Seither ist das Schadniveau unverändert geblieben.

Dies gilt vor allem für Niedersachsen, Hamburg und Bremen. In Nordrhein-Westfalen ist dagegen seit 1992 ein leichter Rückgang der deutlichen Schäden von 16 % auf 14 % zu beobachten, während in Schleswig-Holstein im selben Zeitraum die Schäden von 13 % auf 20 % zunahmen.

¹ Zusammenfassung der Länder Schleswig-Holstein (SH), Niedersachsen (NI), Nordrhein-Westfalen (NRW), Bremen (HB) und Hamburg (HH); Gesamtfläche 9,8 Mio. ha, Waldfläche 2,1 Mio. ha.

Abbildung 5: Entwicklung der Waldschäden in den ostdeutschen Ländern



Ostdeutsche Länder ²

Die Zeitreihe für die Gruppe der ostdeutschen Länder beginnt 1990, wobei für das Anfangsjahr der Umfang der erhobenen Daten (16 x 16-km-Netz der EU) nur Aussagen für diese Ländergruppe insgesamt gestattet (vgl. Abbildung 5). Von einem mit 36 % schon sehr hohem Niveau stiegen die deutlichen Schäden 1991 auf 38 % an. Seitdem gingen sie kontinuierlich auf nunmehr 20 % zurück (vgl. Tabelle 4, Tabelle 5). Der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale nahm seit 1992 dementsprechend kontinuierlich von 25 % auf 41 % im Jahr 1995 zu. Auffällig ist die Parallelität der Entwicklung des Schadniveaus und des Rückgangs der Emissionen.

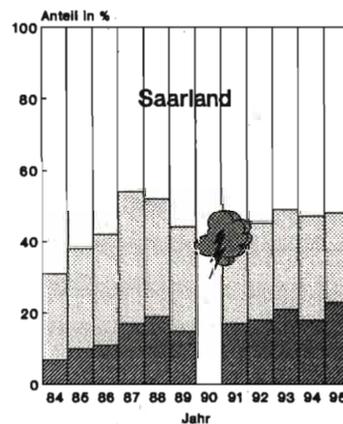
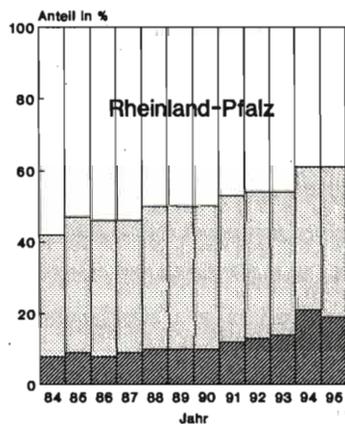
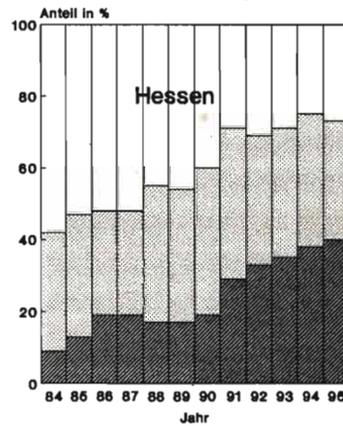
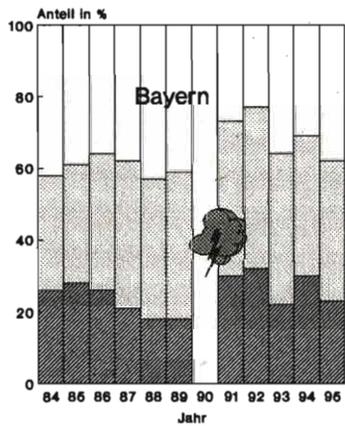
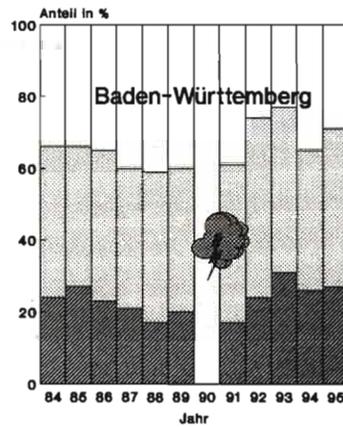
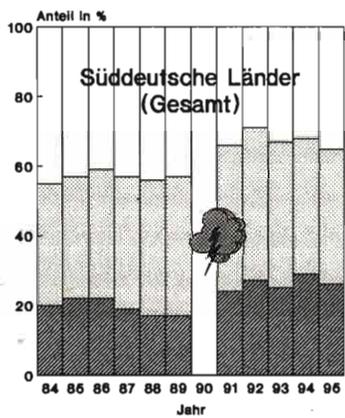
Der Trend zu einer Verbesserung des Waldzustandes setzt sich in den Ländern dieser Ländergruppe fort.

Lediglich in Sachsen-Anhalt stiegen die deutlichen Schäden 1995, nach starkem Rückgang im letzten Jahr, auf 21 % an.

Besonders auffällig ist dabei der Rückgang der deutlichen Schäden in Thüringen von 54 % (1992) auf 39 % (1995), in Brandenburg von 33 % (1991) auf nunmehr 14 % und in Mecklenburg-Vorpommern von 49 % (1991) auf 10 %.

² Zusammenfassung der Länder Brandenburg (BB), Berlin (BE), Mecklenburg-Vorpommern (MV), Sachsen (SN), Sachsen-Anhalt (ST) und Thüringen (TH); Gesamtfläche 10,9 Mio. ha, Waldfläche 3,0 Mio. ha.

Abbildung 6: Entwicklung der Waldschäden in den süddeutschen Ländern



Süddeutsche Länder ³

Der Anteil deutlicher Schäden bleibt 1995 in den süddeutschen Ländern im Vergleich zu den anderen Ländergruppen mit 26 % deutlich geschädigter Bäume am höchsten (vgl. Tabelle 4 und Tabelle 5).

Die Zeitreihe dieser Ländergruppe, die 1990 eine sturmbedingte Unterbrechung erfuhr, zeigt folgende Entwicklung (vgl. Abbildung 6 und Anhang-Tabelle 1):

Der Anteil der deutlich geschädigten Bäume schwankt in den Jahren 1984 bis 1989 um die 20 %. Er erreicht dabei im Jahr 1986 mit 22 % seinen höchsten und mit 17 % im Jahr 1989 seinen geringsten Wert. Seit 1991 liegt das Schadniveau der deutlichen Schäden höher und schwankt zwischen 24 % (1991) und 29 % (1994).

Der Anteil der deutlich geschädigten Bäume entwickelt sich in den Ländern dieser Gruppe sehr unterschiedlich. So erreicht der Wert für Bayern nach einem Höchststand von 32 % (1992) im Jahr 1995 mit 23 % fast wieder das Schadniveau von 1993. Vor allem in Hessen läßt sich seit 1990 ein kontinuierlicher Trend zur Verschlechterung feststellen. Mit 40 % erreicht Hessen den höchsten Wert seiner Zeitreihe. Es ist außerdem das Land mit dem größten Anteil an deutlich geschädigten Bäumen in Deutschland. Dagegen liegt das Schadniveau von Rheinland-Pfalz mit 19 % deutlich niedriger.

³ Zusammenfassung der Länder Baden-Württemberg (BW), Bayern (BY), Hessen (HE), Rheinland-Pfalz (RP) und Saarland (SL); Gesamtfläche 15,0 Mio. ha, Waldfläche 5,6 Mio. ha.

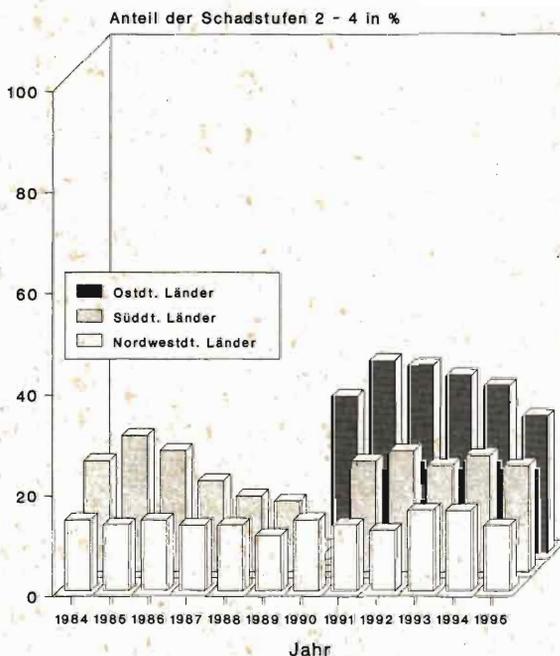
3.2.3 Waldschäden bei den Hauptbaumarten

Einflüsse auf den Kronenzustand werden im Abschnitt 3.3 beschrieben.

Die **Fichte** ist mit ca. 33 % Anteil an der Waldfläche die häufigste Baumart in Deutschland. Bundesweit weist etwa jede fünfte Fichte deutliche Schäden auf (21 %); der Anteil schwacher Schäden liegt bei 33 %; ohne Schadmerkmale sind 46 %. Seit 1991 ist für die Fichte in Deutschland kein Trend der Schadensentwicklung festzustellen. Innerhalb der Ländergruppen ergeben sich im Vergleich mit den Vorjahren folgende Entwicklungen (vgl. Abbildung 7 und Abbildung 11 sowie Anhang-Tabellen 2a, 3 und 4a):

- In den nordwestdeutschen Ländern liegt der Anteil deutlich geschädigter Fichten seit 1984 auf vergleichsweise niedrigem Niveau bei etwa 13 %.
- In den ostdeutschen Ländern stiegen die deutlichen Schäden von 1990 (31 %) auf 1991 (38 %) zunächst an. Seitdem gehen sie zurück. Mit 33 % bleibt die Fichte dort dennoch im Vergleich der Ländergruppen am schwersten geschädigt.
- Im Durchschnitt der süddeutschen Länder erreichten die deutlichen Schäden 1985 mit 27 % ein Maximum. Sie gingen dann bis 1989 kontinuierlich auf 14 % zurück. Nach den schweren Sturmschäden des Jahres 1990 erhöhten sie sich auf 22 % (1991) und schwanken seitdem um diesen Wert. Das Bundesergebnis wird durch die Entwicklung in den fichtenreichen süddeutschen Ländern maßgeblich beeinflusst.

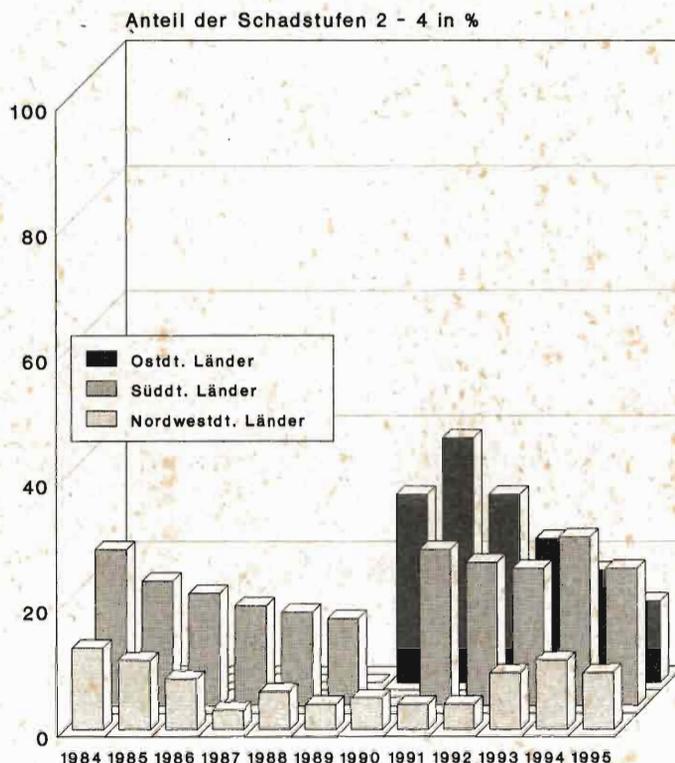
Abbildung 7: Entwicklung der Waldschäden bei der Fichte



Die **Kiefer** ist mit ca. 28 % Anteil an der Waldfläche die zweithäufigste Baumart in Deutschland. Bundesweit weisen 15 % der Kiefern deutliche Schäden auf; der Anteil der schwachen Schäden liegt bei 45 %, ohne Schadmerkmale sind 40 %. Seit 1991 ging der Anteil der deutlichen Schäden von 29 % auf 15 % zurück und hat sich damit fast halbiert. Dies wurde maßgeblich durch die Entwicklung in den kiefernreichen ostdeutschen Ländern bestimmt. Innerhalb der Ländergruppen ergibt ein Vergleich mit den Vorjahren folgendes Bild (vgl. Abbildung 8 sowie Anhang-Tabellen 2a, 3 und 4a):

- Im Durchschnitt der nordwestdeutschen Länder hatten sich die deutlichen Schäden seit 1987 auf vergleichsweise niedrigem Niveau (ca. 4 %) stabilisiert. 1993 und 1994 stiegen sie um insgesamt 7 %-Punkte auf 11 % an und gingen 1995 auf 9 % zurück.
- Im Durchschnitt der ostdeutschen Länder gingen die deutlichen Schäden seit 1991 (39 %) erheblich auf nunmehr 13 % zurück.
- Im Durchschnitt der süddeutschen Länder nahmen die deutlichen Schäden von 1984 (25 %) bis 1989 (14 %) ab. Nach dem Sturmschadensjahr 1990 lagen sie 1991 bei 25 % und gingen bis 1993 auf 22 % zurück. Nach einem Anstieg im Jahr 1994 auf 27 % lagen sie 1995 wieder bei 22 %.

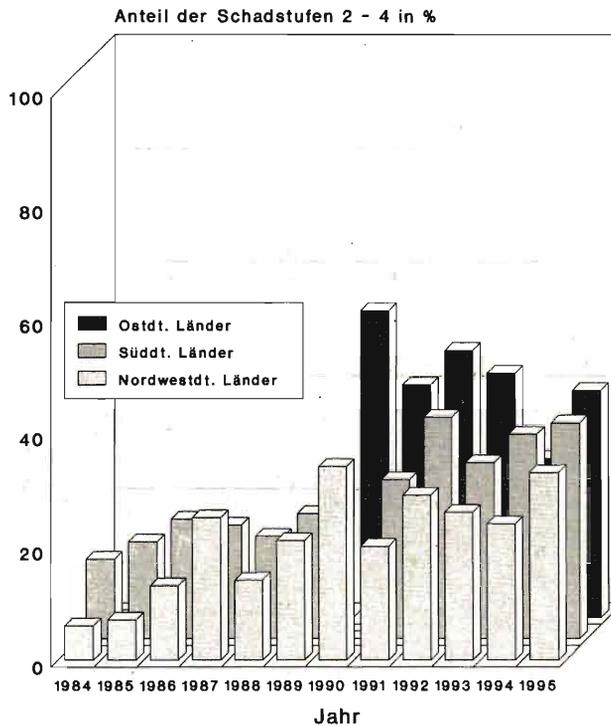
Abbildung 8: Entwicklung der Waldschäden bei der Kiefer



Die **Buche** ist mit ca. 14 % Anteil an der Waldfläche die häufigste Laubbaumart in Deutschland. Bundesweit weisen 37 % der Buchen deutliche und 42 % schwache Schäden auf; ohne Schadmerkmale sind in diesem Jahr 21 %. Im Gegensatz zu der positiven Entwicklung der anderen Baumarten hat sich der Gesundheitszustand der Buche insgesamt verschlechtert. Sie hat 1995 wieder ihr bislang höchstes Schadniveau von 1992 erreicht. Das Niveau der Schäden ist in allen Ländergruppen inzwischen etwa gleich hoch. Im Vergleich zu den Vorjahren ergibt sich folgende Entwicklung (vgl. Abbildung 9 und Anhang-Tabellen 2b, 3 und 4b):

- Im Durchschnitt der nordwestdeutschen Länder zeigt sich seit Beginn der Zeitreihe 1984 bis 1990 – mit z.T. erheblichen jährlichen Schwankungen – ein allgemeiner Trend zur Zunahme der deutlichen Schäden. Dabei wird 1995 (mit 33 %) nach einer zwischenzeitlichen Erholung das hohe Niveau von 1990 nahezu wieder erreicht.
- In den ostdeutschen Ländern ist der Anteil der deutlichen Schäden mit 40 % trotz eines starken Anstieges gegenüber dem Vorjahr 1995 niedriger als im Zeitraum 1990 bis 1993. Die starke Verbesserung des vergangenen Jahres war 1995 nicht mehr zu erkennen.
- In der Gruppe der süddeutschen Länder hat der Anteil der deutlich geschädigten Buchen von 1991 (28 %) im Durchschnitt auf nunmehr 38 % zugenommen. Lediglich 1992 wurde dieser Wert mit 39 % übertroffen.

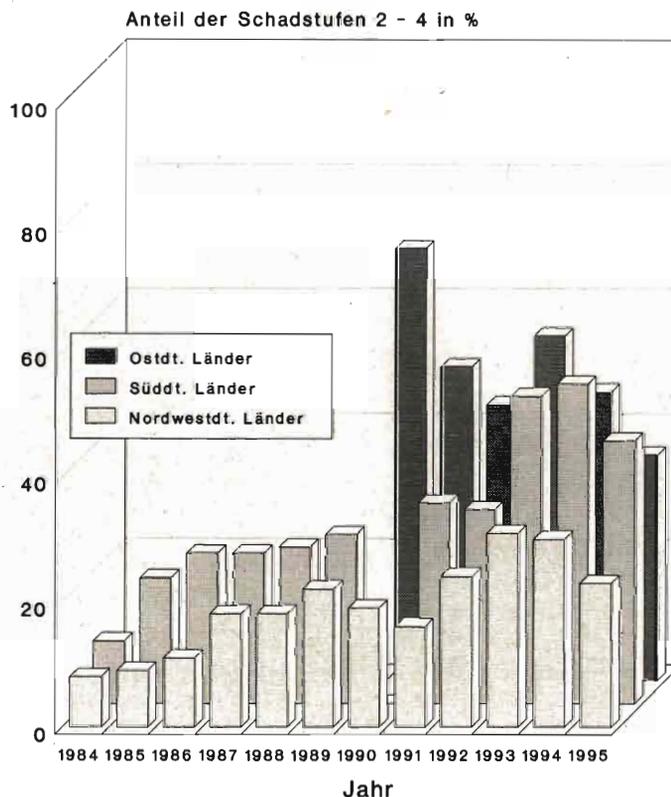
Abbildung 9: Entwicklung der Waldschäden bei der Buche



Die **Eiche** folgt mit ca. 9 % Anteil an der Waldfläche ihrer Häufigkeit nach an vierter Stelle der Baumarten in Deutschland. Bundesweit weist etwa jede dritte Eiche deutliche Schäden auf (35 %) (vgl. Abbildung 10 sowie Anhang-Tabellen 2b, 3 und 4b). Der Anteil der schwachen Schäden liegt bei 44 %; ohne Schadmerkmale sind 21 %. Das Niveau der deutlichen Schäden stieg sprunghaft von 31 % im Jahr 1991 auf 45 % in den Jahren 1993 und 1994 an. 1995 sank es auf 35 %. Es erreichte damit noch nicht wieder auf das Ausgangsniveau von 1991.

- In den nordwestdeutschen Ländern zeigt sich bei der Eiche seit Beginn der Zeitreihe 1984 (8 %) ein – nur 1990 und 1991 unterbrochener – Trend einer Zunahme der Schäden bis 1993 (31 %). In den letzten zwei Jahren gehen die Schäden auf nunmehr 23 % zurück.
- In den ostdeutschen Ländern verringert sich der Anteil der deutlichen Schäden von einem Anfangsniveau (69 % im Jahr 1990) mit einer Unterbrechung im Jahr 1993 auf inzwischen 36 % und haben sich damit fast halbiert.
- Im Durchschnitt der süddeutschen Länder nehmen die Schäden deutlicher als in den nordwestdeutschen Ländern bis 1994 auf 51 % zu. 1995 liegen sie bei 42 %.

Abbildung 10: Entwicklung der Waldschäden bei der Eiche

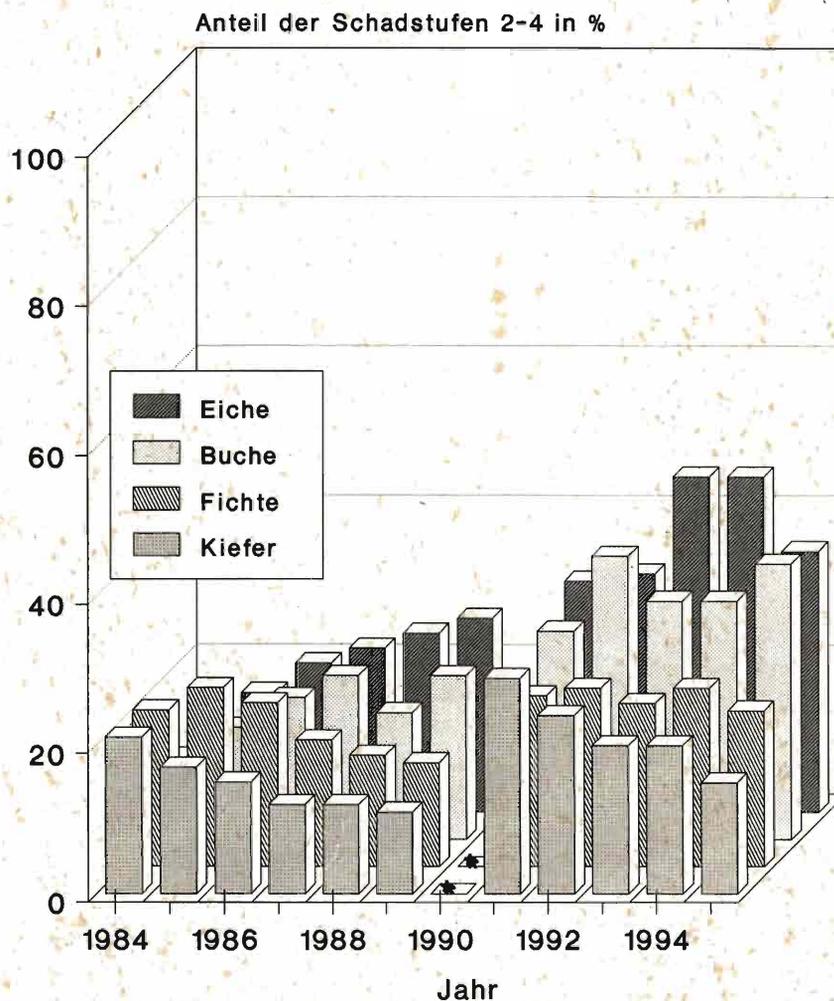


Die **Tanne** ist in ihrem Vorkommen im wesentlichen auf den süddeutschen Raum (vor allem Baden-Württemberg und Bayern) begrenzt und nimmt in Bezug auf die gesamte Waldfläche Deutschlands lediglich einen Flächenanteil von unter 2 % ein (Anhang-Tabelle 8).

Auch 1995 bleibt die Tanne die am schwersten geschädigte Baumart: 49 % der Tannen wiesen deutliche Schäden auf. Damit sind die Schäden nach einem Maximum im Jahre 1993 leicht rückläufig.

Sonstige Baumarten sind wegen ihres geringen Anteils nicht als einzelne Baumart auswertbar.

Abbildung 11: Entwicklung der Waldschäden nach Baumarten in Deutschland



• Beginn einer neuen Zeitreihe

3.2.4 Waldschäden und Altersgruppen

Die bisherigen Erfahrungen bei der Erhebung der Waldschäden zeigen, daß ältere Bäume unter sonst gleichen Bedingungen im allgemeinen stärkere Schadsymptome aufweisen als jüngere. Zur Darstellung dieser Verhältnisse wurden die Stichprobenbäume in zwei Altersgruppen – eine jüngere bis 60 Jahre und eine ältere über 60 Jahre – eingeteilt. Während bei den Nadelbäumen 49 % der Probestämme der jüngeren Gruppe und 51 % der älteren Gruppe angehören, sind die älteren Laubbäume mit 59 % stärker als die jüngeren vertreten. Die Gesamtzahl aller Probestämme teilt sich in 48 % jüngere und 52 % ältere auf.

Wie die Tabelle 6 zeigt (vgl. auch Anhang-Tabellen 6a - 6e), liegt der Anteil der deutlichen Schäden bei den über 60jährigen Probestämmen zwei- bis viermal höher als bei den unter 60jährigen. Die Entwicklung der Schadanteile verläuft jedoch in beiden Altersgruppen weitestgehend parallel (vgl. Abbildung 12).

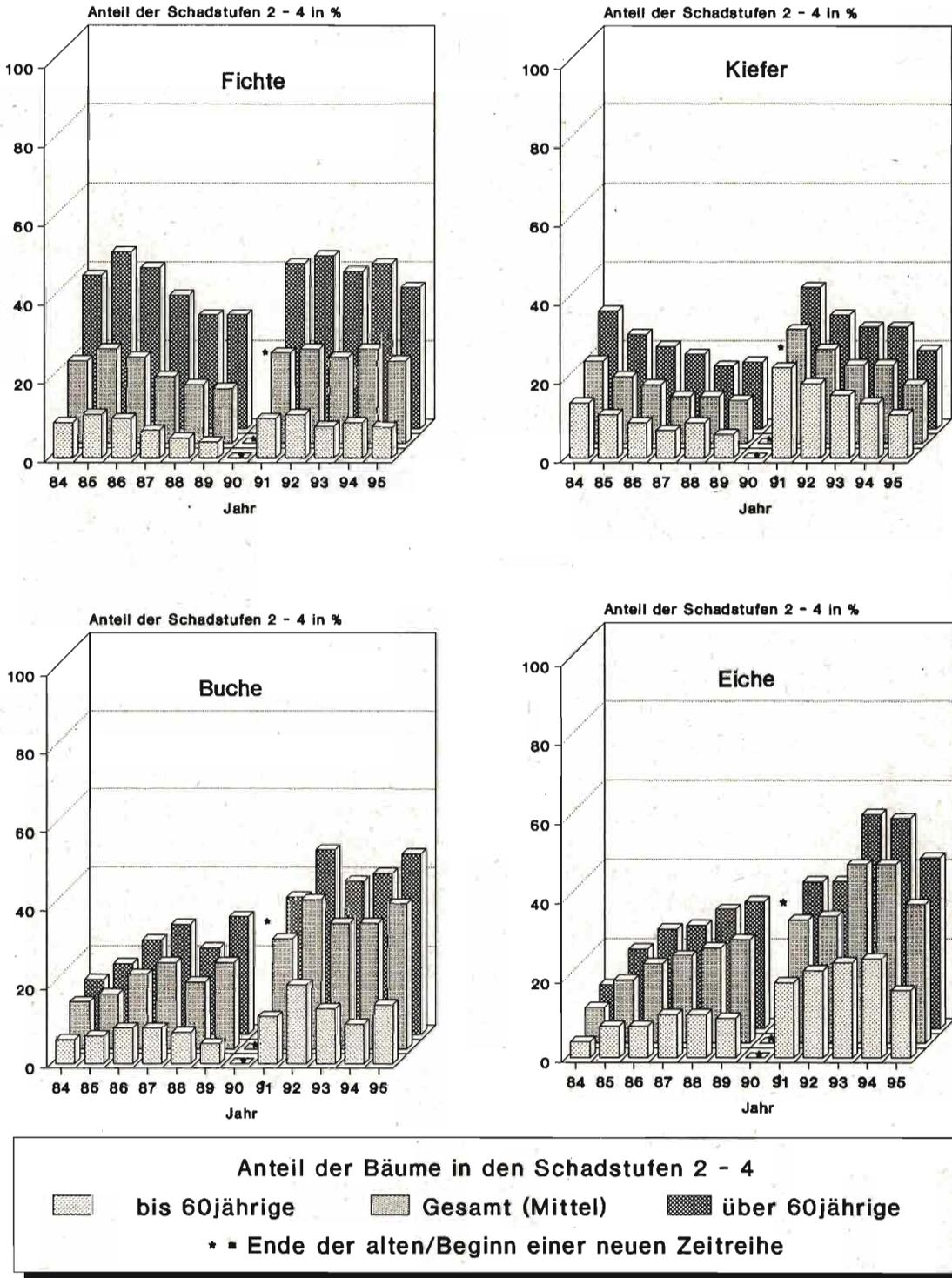
Tabelle 6: Waldschäden nach Baumarten, Altersgruppen und Schadstufen 1995

Baumart	Anteil an der Waldfläche [Mio. ha]	Anteil der Schadstufen [in %]								
		bis 60jährig			über 60jährig			Gesamt		
		0	1	2-4	0	1	2-4	0	1	2-4
Fichte	3,5	70	22	8	18	46	36	46	33	21
Kiefer	3,0	52	37	11	27	53	20	40	45	15
sonstige Nadelbäume ¹⁾	0,5	62	30	8	16	34	50	47	32	21
Nadelbäume gesamt	7,0	62	29	9	21	49	30	44	38	18
Buche	1,5	48	37	15	10	44	46	21	42	37
Eiche	0,9	42	41	17	12	45	43	21	44	35
sonstige Laubbäume ²⁾	1,3	58	31	11	31	45	24	50	35	15
Laubbäume gesamt	3,7	52	35	13	14	44	42	30	40	30
alle Baumarten	10,7	59	31	10	19	47	34	39	39	22

1) z.B. Lärche, Douglasie, Tanne ;

2) z.B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

Abbildung 12: Entwicklung der Waldschäden bei den Altersgruppen (bis / über 60 Jahre)



3.2.5 Vergilbung

Die Waldschadenserhebung erfaßt – neben dem Nadel-/Blattverlust – die Vergilbung als zweites Merkmal für die Eingruppierung in die Schadstufen. Sie ist ein äußeres Anzeichen für die Wirkung von Ernährungsstörungen, Schadstoffen, Witterungsextremen sowie von bestimmten Schaderregern (vor allem Pilze) und kann sich von Jahr zu Jahr verändern.

Vergilbungen, die mehr als ein Viertel (25 %) der Nadel-/Blattmasse erfassen, führen zur Eingruppierung des betreffenden Stichprobenbaumes in eine höhere Schadstufe als sich allein aus dem Nadel-/Blattverlust ergäbe (vgl. Tabelle 2).

Nur etwa 1 % der Bäume wurden aufgrund starker Vergilbungen einer höheren Schadstufe zugeteilt, als es sich nach dem Nadel-/Blattverlust allein ergäbe. Der Vergilbungsgrad beeinflußt damit die Zuordnung der Probestämme zu den Schadstufen nur unbedeutend: im Bundesdurchschnitt erhöht sich der Anteil der Schadstufen 2 - 4 lediglich um 0,1 %-Punkte.

Weiterhin zeigt sich, daß 1995 bundesweit insgesamt nur rund 4 % der Bäume Vergilbungen aufweisen.

Im allgemeinen scheint sich ein Rückgang der Vergilbung abzuzeichnen. Die Tanne ist jedoch wesentlich stärker betroffen als die anderen Baumarten und erreicht einen neuerlichen Höchststand der Vergilbung (s. Anhang-Tabelle 7).

3.2.6 Ersatz von Stichprobenbäumen

Im Rahmen der diesjährigen Waldschadenserhebung (bundesweite Unterstichprobe) wurden an 3.539 Stichprobenpunkten rund 80.700 Bäume erfaßt.

Seit der letzten Erhebung sind 6 Stichprobenpunkte vollständig ausgefallen (0,17 % aller Stichprobenpunkte). Davon schieden vier Punkte aufgrund abiotischer Schäden wie Sturm, Feuer oder Trockenis und zwei Punkte aufgrund von Insektenbefall aus.

Die ausgefallenen Punkte werden wieder in der Waldschadenserhebung erfaßt, sobald der Aufwuchs der jungen Bäume mehr als kniehoch ist (gesicherte Verjüngung).

1995 sind seit der letzten Erhebung einschließlich der Bäume an komplett ausgefallenen Punkten 726 bzw. 1,7 % der über 60jährigen Stichprobenbäume ausgeschieden:

- 230 Bäume sind im Zuge langfristiger geplanter Nutzung entnommen worden.
- 117 Bäume waren so schwer von Insekten und/oder Pilzen befallen, daß sie entnommen wurden (79) oder abstarben (38).
- 97 Bäume schieden wegen abiotischer Einflüsse (vor allem Sturmwurf, Schneebruch, Feuer) aus; diese Bäume wurden zum größten Teil im Rahmen von Hiebsmaßnahmen entnommen.
- 107 Bäume schieden aus der Erhebung aus, weil sie im Konkurrenzkampf ihren Nachbarn unterlagen und jetzt nicht mehr am Kronendach beteiligt sind.

- 16 Bäume konnten nicht mehr bonitiert werden, weil sie durch den Wind stark angeschoben waren oder weil ihre Krone abgebrochen war.
- Bei 159 Bäumen konnten die Ursachen für die Entnahme (124) bzw. für das Absterben (35) nicht mehr ermittelt werden.

Ausgeschiedene Einzelbäume (662) wurden durch die nächststehenden Nachbarbäume ersetzt. Ein Vergleich der ausgefallenen Bäume mit ihren Ersatzbäumen zeigt, daß durch diese Maßnahme kein „Gesundschlagen“ des Stichprobenkollektivs stattfindet, auch allein schon deswegen, weil der Anteil der ausgeschiedenen bzw. ersetzten Stichprobenbäume so gering ist (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Schadstufenverteilung ausgefallener Einzelbäume und ihrer Ersatzbäume bei der Waldschadenserhebung 1995

über 60 jährige Bäume	Schadstufen			
	0	1	2	3 + 4
Schadstufenverteilung der				
– Ausfälle (662 Bäume)	12 %	35 %	40 %	13 %
– Ersatzbäume	24 %	45 %	27 %	4 %
Veränderung in Relation zum Kollektiv der über 60jährigen Bäume (42.009 Bäume)	0,19 %	0,15 %	- 0,19 %	- 0,15 %

Bestandesverlichtungen, die an örtlich begrenzten Schadensschwerpunkten z.B. durch Immissionen oder Insekten entstanden sind, können mit dem Stichprobenverfahren der terrestrischen Waldschadenserhebung nicht erfaßt werden. Die Länder führen hierzu spezielle Erhebungen durch.

3.3 Einflüsse auf den Kronenzustand 1995

Neben den Dauerbelastungen durch Luftschadstoffe (vgl. Abschnitt 6.1.4) wird der Kronenzustand auch von anderen, sich unter Umständen kurzfristig ändernden Faktoren beeinflusst. Dazu zählen vor allem

- die Witterung (Abschnitt 3.3.1) und
- das Auftreten von Schadinsekten (Abschnitt 3.3.2)

Alle Baumarten, insbesondere die Buche, haben stark fruktifiziert. In einigen Ländern (z.B. Hessen) zeigt sich eine Häufung der Fruktifikation.

3.3.1 Witterung

Für die Ausprägung der neuartigen Waldschäden spielt auch das Witterungsgeschehen der Monate vor und während einer Waldschadenserhebung sowie die Witterung der Jahre vor der jeweiligen Waldschadenserhebung eine bedeutende Rolle. Vor allem Temperaturverlauf, Niederschlagsverhältnisse und Windbewegungen beeinflussen den Kronenzustand der Waldbäume. Ausschließliche Ursache für die neuartigen Waldschäden – wie verschiedentlich behauptet – sind diese Faktoren jedoch nicht.

Die Witterung steht in engen Wechselbeziehungen mit anderen, auf die Wälder einwirkenden Streßfaktoren: Einerseits kann ein ungünstiger Witterungsverlauf (z.B. Trockenheit) die Empfindlichkeit der Bäume für andere Schadeinwirkungen, wie z.B. Luftschadstoffe und Insekten, erhöhen. Andererseits kann die Einwirkung von Luftschadstoffen (vgl. Abschnitt 5.1) die Empfindlichkeit gegenüber Witterungsereignissen (z.B. Frost oder Trockenheit) steigern.

Hohe Winter- und Frühjahrsfeuchtigkeit sowie kühl-feuchtes Sommerwetter sind für die Vitalität der Bäume und damit für deren Belaubungszustand günstig; anhaltend trocken-warme Witterung dagegen kann einen erheblichen Streß darstellen. Trocken-warme Witterung fördert darüber hinaus die Vermehrung verschiedener Schadinsekten. Sie kann außerdem in den Waldböden im Zusammenhang mit verstärktem Humusabbau zu Versauerungsschüben führen, welche die Wirkung der ebenfalls versauernd wirkenden Schadstoffeinträge zusätzlich verstärken.

Die Bewertung von Witterungseinflüssen und ihren Wirkungen auf den aktuellen Kronenzustand ist jedoch aus mehreren Gründen schwierig. Einerseits variiert die Witterung großräumig und auch kleinräumig erheblich. Andererseits kann ihre Wirkung schon durch kleinräumig unterschiedliche Standortbedingungen (z.B. Wasserversorgung) überlagert werden. Darüber hinaus wirkt sich die Witterung eines Jahres auf die Waldbäume zum Teil erst in den folgenden Vegetationsperioden sichtbar aus.

Für weite Gebiete Deutschlands sind von 1988 bis 1992 relativ hohe Jahresdurchschnittstemperaturen mit milden und niederschlagsreichen Wintern und niederschlagsarmen Sommern festzustellen. Auch die Winter 1993/94 und 1994/95 waren relativ mild und niederschlagsreich. Es gab zwar in den Jahren 1994 und 1995 heiße und trockene Sommerperioden, doch wurden neben relativ hohen Temperaturen auch z.T. überdurchschnittliche Niederschläge zu Beginn der Vegetationsperiode registriert, so daß die Witterung den Zustand des Waldes im allgemeinen positiv beeinflußt haben dürfte.

In den Waldzustandsberichten einiger Länder sind hierzu folgende Hinweise enthalten:

- Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin heben die seit 1993 über dem langjährigen Mittel liegenden Niederschläge als günstig für den Wald hervor.
- In Baden-Württemberg ist trotz der günstigen Witterungsbedingungen der letzten Jahre bisher keine durchgreifende Verbesserung des Waldzustandes festzustellen. Bemerkenswert ist dabei, daß ein Spätfrost die Belaubung vor allem der Buchen in den Hochlagen der Schwäbischen Alb und des Schwarzwaldes beeinträchtigt hat.
- In Hessen hatte v.a. der südliche Landesteil unterdurchschnittliche Niederschläge und im Vergleich zum langjährigen Mittel überdurchschnittliche Temperaturen. Dies wirkt sich vor allem auf Sandböden mit geringer Wasserhaltefähigkeit negativ auf den Waldzustand aus.
- In Bayern wichen im Herbst 1994 die monatlichen Mittelwerte des Niederschlags vom langjährigen Mittel nur gering ab. Im Winter und Frühjahr 1995 regnete es fast überall deutlich mehr als im Durchschnitt. Auch im Sommer waren die Niederschläge weitgehend ausgeglichen. Die günstigen Niederschlagsbedingungen wirken sich positiv auf die Belaubungs- bzw. Benadelungsdichte aus.
- Rheinland-Pfalz sieht die günstigen Niederschlagsverhältnisse 1995 als wichtigen Faktor für die Regeneration der Eichen mit einem zweiten Austrieb, nach Insektenfraßschäden im Frühjahr, an.
- In Sachsen-Anhalt waren die Sommer 1994 und 1995 durch sehr hohe Temperaturen bei geringen Niederschlägen gekennzeichnet. Die Trockenperiode 1995 war dabei im Nordwesten des Landes besonders lang anhaltend.

3.3.2 Schädlingbefall

– Ergebnisse der Waldschadenserhebung –

Bei der terrestrischen Waldschadenserhebung werden, soweit eindeutig feststellbar, durch biotische Schaderreger (vor allem Insekten und Pilze) hervorgerufene Kronenschäden zum Zeitpunkt der Erhebung mit aufgenommen, um diese Ursachen für Nadel-/Blattverluste gesondert festzuhalten. Das Stichprobenverfahren der Waldschadenserhebung kann aber nur großräumige Aussagen machen; für eine eingehendere Betrachtung sind Kenntnisse

des örtlichen Forstpersonals sowie Beobachtungen aus den Forstschutzmeldenetzen und Dauerbeobachtungsflächen erforderlich.

Wichtige Erkenntnisse zum Schädlingsbefall aus der Waldschadenserhebung 1995 sind:

- Im Durchschnitt aller Baumarten weisen 11 % der Bäume erkennbaren, d.h. leichten, mittleren oder starken Befall durch Insekten und Pilze auf. Nach einem Maximum im Jahr 1993 ging der Befall um insgesamt 5 %-Punkte in den Jahren 1994 und 1995 zurück.
- Der Anteil der Bäume mit mittlerem und starkem Befall (mehr als ein Viertel der Nadel-/Blattmasse von Schaderregern befallen) liegt bei etwa 2 %. Bei den Baumarten ergaben sich jedoch unterschiedliche Entwicklungen des Insekten- und Pilzbefalls (vgl. Anhang-Tabelle 9):
 - = Nahezu unverändert gering ist er bei Fichte und bei Kiefer mit ca. 1 %.
 - = Bei der Buche und bei der Eiche gingen die Schäden leicht um etwa 2 %-Punkte zurück. Die Eiche weist mit 12 % immer noch den stärksten Befall mit Schädlingen im Vergleich mit den anderen Baumarten auf.
- Die Befallsentwicklung ist je nach Baumart und Land sehr unterschiedlich. Auffallend ist eine Abnahme des Befalls in Niedersachsen.

Insgesamt wurden die festgestellten Nadel-/Blattverluste nur unwesentlich von Insekten- und Pilzbefall mitverursacht. Bei der Eiche allerdings hat der Insektenbefall auch in diesem Jahre erheblich zu den Blattverlusten beigetragen.

– Forstschutzzumfrage –

Darüber hinaus machten die Forstschutzbeauftragten der Länder im Oktober 1995 folgende zusätzliche Angaben zur Situation im Jahresverlauf:

Besonders betroffen sind

- die **Fichte** v.a. durch **Borkenkäfer** und **Schmetterlinge mit nadelfressenden Raupen**,
- die **Kiefer** v.a. durch **Schmetterlinge mit nadelfressenden Raupen** sowie durch den **Kiefernprachtkäfer**,
- die **Eiche** v.a. durch **Schmetterlinge mit blattfressenden Raupen**.

Die regionale Vermehrung der Schadinsekten wurde begünstigt durch

- das hohe Ausgangsniveau an Schadinsekten aufgrund günstiger Entwicklungsbedingungen der vergangenen Jahre,
- eine zusätzliche Belastung der Waldbäume durch den warmen und regional trockenen Hochsommer 1995,
- die Auswirkungen der Luftschadstoffeinträge und die dadurch verursachten Nährstoffungleichgewichte und Versauerungseffekte der Waldböden.

Schadinsekten an der Fichte

Die Forstschutzsituation bei der Fichte ist wie im Vorjahr auch 1995 durch eine Massenvermehrung v.a. der Borkenkäferarten **Buchdrucker** (*Ips typographus*) und **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus*) geprägt. Beide Borkenkäferarten neigen zu Massenvermehrungen. Dabei können sie auch gesunde Bäume zum Absterben bringen.

Während sowohl Stehendbefall als auch Schadholzanfall in einigen Bundesländern erheblich zurückgegangen sind, stiegen die Schäden in Norddeutschland und Mecklenburg-Vorpommern stark an. Dies kommt in den Ergebnissen der Waldschadenserhebung aus folgenden Gründen jedoch kaum zum Ausdruck:

- Die Fichten weisen erst bei relativ weit fortgeschrittenem Borkenkäferbefall erkennbare Verfärbung und, noch später, Nadelverluste auf.
- Befallene Bäume werden i.d.R. so rasch wie möglich entnommen, um eine Ausbreitung der Borkenkäfer auf die Nachbarbäume und -bestände zu verhindern.
- Massenvermehrungen konzentrierten sich i.d.R. auf räumlich abgegrenzte Befallsherde, die von den Stichprobenpunkten oft nicht erfaßt werden.

Auch für 1995 rechnen die Länder noch mit einem deutlichen Anfall von Borkenkäferholz. Das naßkalte Wetter im Frühjahr hatte die Situation örtlich etwas entschärft, doch der anschließende warme und trockene Hochsommer hat insbesondere in Norddeutschland zu starkem Befall geführt. Die Eindämmung der Borkenkäfergefahr stellt daher nach wie vor einen Schwerpunkt im Forstschutz dar.

Die **Fichtengespinstblattwespe** (*Cephalcia abietis*) kommt auch 1995 wieder in großer Verbreitung vor. In Thüringen wurde auf ca. 6.500 ha Schwärmflug beobachtet. Erhebliche Nadelverluste konnten jedoch durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in stark gefährdeten Beständen verhindert werden.

Durch die **Nonne** (*Lymantria monacha*) waren Fichtenbestände 1995 in Thüringen auf ca. 1.100 ha und in Bayern auf ca. 1.900 ha ernsthaft gefährdet, so daß eine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erforderlich wurde. Bereits einmaliger Kahlfraß ist für Fichten tödlich. Die Nonne tritt auch an Kiefer auf.

Schadinsekten an der Kiefer

Die Forstschutzsituation bei der Kiefer wird 1995 in den ostdeutschen Ländern v.a. durch eine Massenvermehrung des **Kiefernspinners** (*Dendrolimus pini*), der **Kiefernbuschhornblattwespen** (*Diprion spec.*, *Gilpinia frutetorum*) und z.T. noch stärkerem Auftreten der **Nonne** (*Lymantria monacha*) sowie in den ostdeutschen Ländern und in Hessen durch massenhaftes Auftreten des **Kiefernprachtkäfers** (*Phaenops cyanea*) bestimmt.

- Der **Kiefernspinner**, der schon bei einmaligem Kahlfraß die Bäume zum Absterben bringt, trat bereits 1994 in den ostdeutschen Ländern mit Schwerpunkt in Brandenburg auf. 1995 war allein in Brandenburg auf ca. 30.000 ha und in Sachsen auf ca. 1.400 ha die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erforderlich.
- Die **Nonne** zählt durch ihre Neigung zu großflächigen Massenvermehrungen zu den bedeutendsten Forstschädlingen Mitteleuropas. Kiefern sterben, wenn weitere Schädlinge hinzukommen.
1993 und 1994 wurde ein starker Befall der Kiefer im nordostdeutschen Tiefland beobachtet. Die Befallsfläche betrug 1994 bundesweit ca. 35.600 ha. Daher sind in einigen Ländern im Frühjahr 1994 Gegenmaßnahmen mit Pflanzenschutzmitteln durchgeführt worden, um drohenden Kahlfraß zu verhindern. 1995 ging die Befallsfläche zurück. Lediglich in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern waren daraufhin auf einer Fläche von ca. 4.300 ha Gegenmaßnahmen erforderlich.
- Ein Befall von **Kiefernbuschhornblattwespen** wurden in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern auf ca. 16.000 ha registriert. In Sachsen-Anhalt wurden ca. 7.000 ha stark geschädigt.

Die Forstverwaltungen der Länder überwachen die Entwicklung der Populationsdichten der Kiefernbuschhornblattwespen, der Nonne und des Kiefernspinners u.a. durch Winterbodensuche, Leimringkontrollen, Larven- sowie Falterzählungen in gefährdeten Gebieten. Sie werden ggfs. Gegenmaßnahmen einleiten.

- Der **Blaue Kiefernprachtkäfer** kann sich in warmen, trockenen Sommern stark vermehren. Dabei wird neuerdings neben den klassischen Befallsbildern (einzelstammweises Absterben) nunmehr auch Befall auf ganzen Waldflächen beobachtet. Der Schädling kommt in Gebieten vor, in denen er früher fast bedeutungslos war (z.B. südhessische Rhein-Main-Ebene und unteres Maintal in Bayern).
Der Blaue Kiefernprachtkäfer tritt in den ostdeutschen Ländern sowie Hessen seit 1993 vermehrt auf und verursacht dort bedeutende Schäden. In einigen Bundesländern, wie z.B. Brandenburg, zeichnet sich ein Befallsrückgang ab.

Die Schäden werden aufgrund der Lebensweise dieser Art erst ab Herbst sichtbar, so daß eine Aussage über den diesjährigen Schadholzanfall noch nicht möglich ist.

Schadinsekten an der Eiche

Die Eichen werden bundesweit nach wie vor durch die sogenannte Eichenfraßgesellschaft (u.a. Eichenwickler, Frostspanner-Arten) geschädigt. Nachdem die Gradation des **Schwammspinners** (*Lymantria dispar*), die in den vergangenen 2 Jahren vor allem in den Gebieten mit Weinbauklima erhebliche Schäden verursacht hat, in fast allen Befallsgebieten zusammengebrochen ist, schädigen nun **Eichenwickler** (*Tortrix viridana*) und **Frostspanner**-Arten (*Operophtera brumata* u.a.) die Eichen. Die Fraßschäden können die Verjüngung von Eichenbeständen (z.B. durch Ausbleiben der Fruchtbildung oder durch Fraß

an Verjüngung und Unterstand) wesentlich erschweren. Wiederholtes Auftreten begünstigt den oft tödlichen Befall durch den Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*).

- **Eichenwickler** und **Frostspanner**-Arten traten 1995 insbesondere in den ostdeutschen und süddeutschen Ländern auf.
- Die Massenvermehrung des **Schwammspinners** ist in fast allen Befallsgebieten zusammengebrochen. Nur örtlich werden noch kleine Befallsherde beobachtet.

Die Vitalität von Eichenbeständen wurde sowohl durch die Kalamität des Schwammspinners in den vergangenen Jahren als auch durch wiederholten und z.T. örtlich zusätzlichen Fraß von Eichenwickler und Frostspanner-Arten stark gemindert. Die Eichen wurden dadurch weiter geschwächt, daß im Juli die neuen Blätter (Johannistrieb) oft stark von Mehltaupilzen befallen wurden. In der Folge sind bei den betroffenen Bäumen verstärkt Käferbefall (z.B. Prachtkäfer und Bockkäfer), Trockenastigkeit und Wipfeldürre aufgetreten. Örtlich sind vorgeschädigte Bestandeglieder oder Bestandesgruppen abgestorben. In Einzelfällen (z.B. Bienwald im Rheintal) sind erhebliche Folgeschäden aufgetreten und ganze Bestandeskomplexe abgestorben.

Die Forstverwaltungen der Länder überwachen daher die Entwicklung der gefährdeten Waldbestände und werden erforderlichenfalls Gegenmaßnahmen ergreifen.

Im gesamten Rheintal befindet sich der **Waldmaikäfer** (*Melolontha hippocastani*) in einer Massenvermehrung. Starker Engerlingsfraß kann insbesondere für junge Laubbaumkulturen/-bestände tödlich sein.

Bereits 1993 und 1994 wurde in Hessen starker Engerlingsfraß beobachtet, der auch 1995 noch zu erheblichen Schäden führte. Auch in Mecklenburg-Vorpommern traten 1994 und 1995 lokal verstärkt Schäden auf.

Schadinsekten an der Buche

1995 sind an Buche keine bedeutsamen Schäden durch Insekten aufgetreten.

4 Der Waldzustand in Europa

Luftverunreinigungen und neuartige Waldschäden sind ein grenzübergreifendes Problem. Die Symptome der neuartigen Waldschäden werden auch in den europäischen Nachbarländern sowie außerhalb Europas beobachtet.

Im Jahre 1979 wurde in Genf das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (Genfer Luftreinhaltekonvention) gezeichnet. 1985 beauftragte das Exekutivorgan der Konvention eine internationale Arbeitsgruppe⁴ damit, den Waldzustand zu erfassen und die Ursachen der neuartigen Waldschäden zu untersuchen. Als Ergebnis dieser internationalen Aktivitäten führen die europäischen Staaten seit 1986 Waldschadenserhebungen nach einem einheitlichen Stichprobenverfahren durch. Die EU unterstützt ihre Mitgliedstaaten bei der Erhebung gemäß VERORDNUNG DES RATES (EWG) NR. 3528/86 ÜBER DEN SCHUTZ DES WALDES GEGEN LUFTVERUNREINIGUNG.

Die Ergebnisse der nationalen Waldschadenserhebungen werden vom Programmkoordinationzentrum in Hamburg zusammengestellt und im gemeinsamen europäischen Waldzustandsbericht der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) und der Europäischen Union (EU) veröffentlicht⁵.

Für 1994⁶ wurden die Erhebungsdaten aus 32 europäischen Ländern zusammengestellt. Die Stichproben erfassen 152,6 Mio. ha Waldfläche.

Die Ergebnisse der Erhebung von 1994 machen deutlich, daß Waldschäden weiterhin ein ernstes Problem in Europa darstellen. Dies kann mit Standortbedingungen und natürlichen Schadfaktoren nicht ausreichend erklärt werden, auch wenn die in einigen europäischen Regionen beobachtete übermäßig lange Trockenheit ein erwiesener Faktor ist.

Nach den Ergebnissen des staatenübergreifenden Stichprobennetzes mit rund 102.300 Prohebäumen weisen knapp über 26 % der Stichprobenbäume deutliche Schäden auf. Dies bedeutet einen Anstieg um fast 4 %-Punkte verglichen mit dem Wert des Jahres 1993, in dem er bei nicht ganz 23 % lag.

⁴ Internationales Kooperationsprogramm für die Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder unter dem Vorsitz von Deutschland.

⁵ Der Bericht der UN/ECE und der EU „Der Waldzustand in Europa – Ergebnisse der Erhebung 1994“ kann über die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft – PCC-West, 21027 Hamburg, bezogen werden.

⁶ Die neuesten verfügbaren Angaben auf europäischer Ebene sind die Ergebnisse der Waldschadenserhebungen des Jahres 1994.

Die Gebiete mit dem stärksten Nadel-/Blattverlust liegen wie schon in den Vorjahren in Mitteleuropa; aber auch in einigen Teilen Nord- und Südeuropas ist der Nadel-/Blattverlust stark. Der niedrigste Nadel-/Blattverlust zeigt sich im größten Teil Skandinaviens und in Südwesteuropa (s. Karte 2).

Im folgenden zeigen einige Beispiele die unterschiedliche Entwicklung des Kronenzustandes in Nachbarstaaten (s. Abbildung 13).

In **Österreich** nahmen die deutlichen Schäden von 11 % im Jahr 1989 bis 8 % im Jahr 1994 ab.

In **Frankreich** sind die deutlichen Schäden bei einem relativ niedrigen Niveau von ca. 7 % seit 1986 weitgehend gleichgeblieben.

In **Dänemark** hat sich der Waldzustand seit 1987 ungeachtet jährlicher Schwankungen kontinuierlich verschlechtert. 1994 ist jeder dritte Baum deutlich geschädigt (39 %).

In **Polen** sind die deutlichen Schäden von 20 % im Jahre 1988 auf 55 % im Jahre 1994 stark angestiegen. Sie liegen damit im Vergleich zum europäischen Durchschnitt auf sehr hohem Niveau.

Aus den Berichten der Staaten geht hervor, daß die Luftverunreinigungen besonders in den Hauptschadgebieten einiger Länder, aber auch in einigen anderen Regionen ein bedeutender Faktor sind, weil die Konzentration von Schadstoffen in der Luft und ihre Deposition offenbar die für Waldökosysteme kritischen Belastungswerte überschreiten. Die Länder, in denen ein hohes Maß an Luftverunreinigungen festgestellt wurde, sehen diese als den Hauptfaktor für die Waldschäden an. Die meisten anderen Länder betrachten die Luftverunreinigungen als einen prädisponierenden, begleitenden oder örtlich auslösenden Faktor für die Schwächung der Waldökosysteme.

Zur weiteren Aufklärung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen für die neuartigen Waldschäden wurde in Europa ein Netz von Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet. Dort werden zusätzlich zum Kronenzustand auch u.a. der Bodenzustand erfaßt, Nadel-/Blattanalysen durchgeführt und der Zuwachs, die Depositionen sowie meteorologische Größen nach einem einheitlichen, abgestimmten Verfahren gemessen, so daß die Ergebnisse vergleichbar sind.

Karte 2:

Ergebnisse der europäischen Waldschadenserhebung 1994

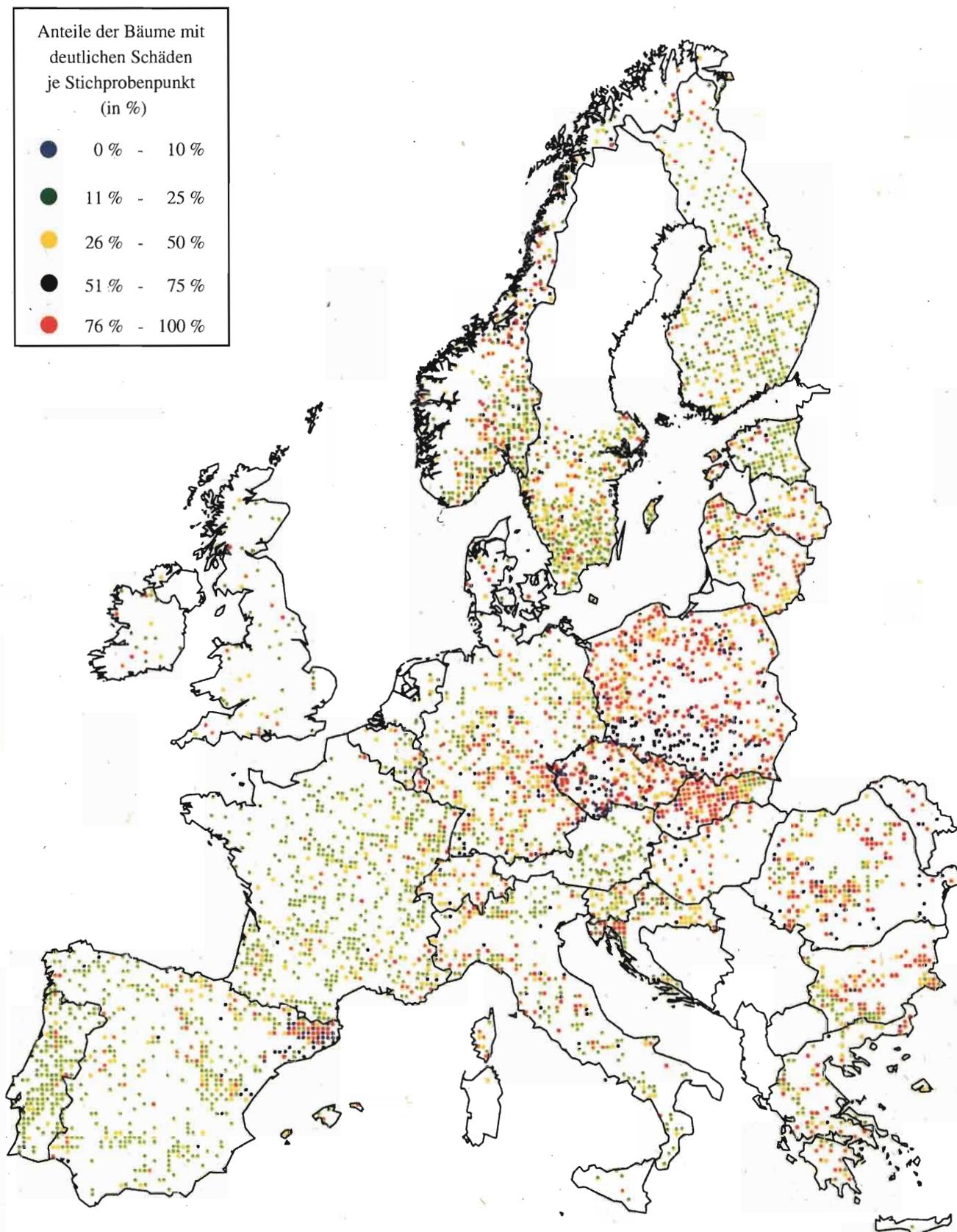
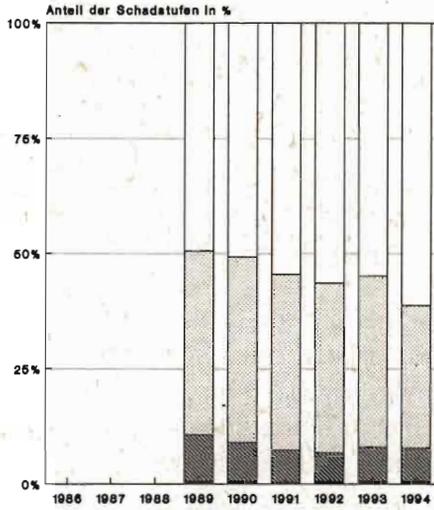
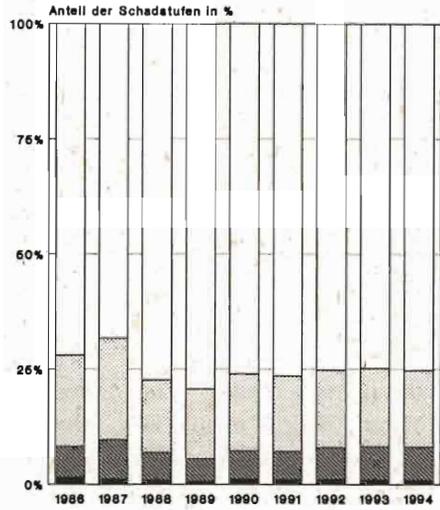


Abbildung 13: Entwicklung der Waldschäden in einigen Nachbarländern

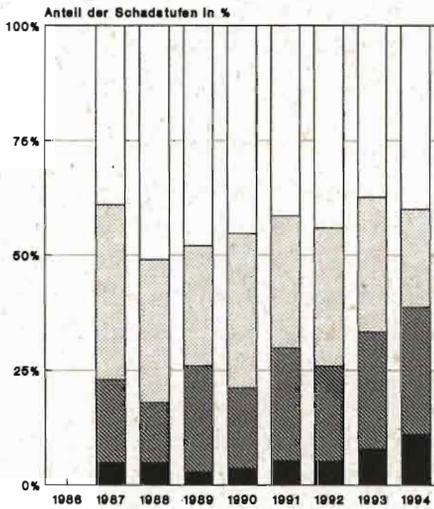
Entwicklung der Waldschäden in Österreich



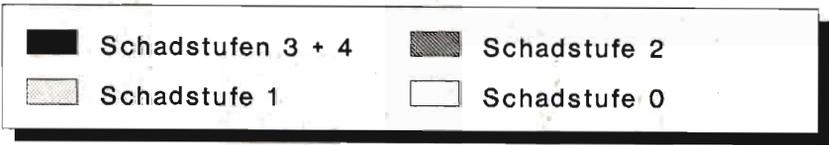
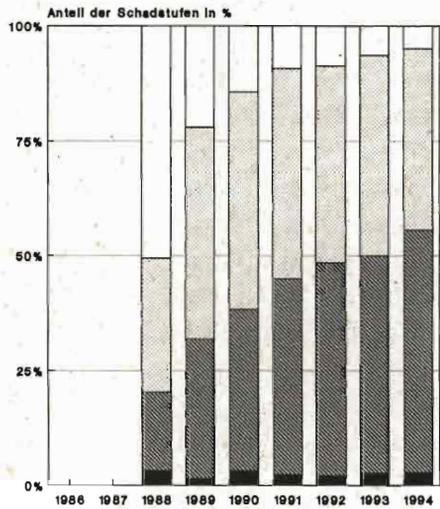
Entwicklung der Waldschäden in Frankreich



Entwicklung der Waldschäden in Dänemark



Entwicklung der Waldschäden in Polen



5 Ursachen der neuartigen Waldschäden ⁷

Ausgehend von dem starken Anstieg der neuartigen Waldschäden in den frühen 80er Jahren haben Bund und Länder im Rahmen des Aktionsprogrammes „Rettet den Wald“ mit der Förderung einer umfangreichen Waldschadensforschung zur Untersuchung der Ursachen- und Wirkungsmechanismen der neuartigen Waldschäden begonnen (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.3). An der Forschungsarbeit zum Problem der „Neuartigen Waldschäden“ waren viele Disziplinen der Wissenschaftsbereiche Biologie, Meteorologie, Geowissenschaften und Forstwissenschaften beteiligt. Der deutschen Forschung ist es in diesem relativ kurzen Zeitraum gelungen, wesentliche Fragen der Ursache-Wirkungsbeziehungen aufzuklären. Sie hat damit Grundlagen für umweltpolitische Entscheidungen erarbeitet.

Die neuartigen Waldschäden werden durch eine Vielzahl von biotischen und abiotischen Faktoren verursacht, die in der Summe und – an den einzelnen Standorten – mit unterschiedlichem Gewicht zusammenwirken. Anthropogene Luftverunreinigungen aus Industrieanlagen, Kraftwerken, Verkehr, Haushalten, Kleinverbrauch und Landwirtschaft spielen eine Schlüsselrolle. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x) und Ammoniak (NH₃). Sie und ihre Umsetzungsprodukte (z.B. Ozon) wirken auf zweifache Weise auf den Organismus: einerseits direkt auf die oberirdischen Pflanzenorgane, andererseits indirekt über den Eintrag von Säuren, Sulfat, Nitrat und Ammonium in den Boden.

Die Vielfalt der Zusammenhänge und die räumlich sehr stark wechselnden Standorts-, Bestandes-, Bewirtschaftungs- und Belastungsfaktoren führen an Bäumen sowie an den Waldökosystemen zu sehr unterschiedlichen Schadsymptomen und -verläufen.

Hypothesen, daß die neuartigen Waldschäden ausschließlich durch Schädlinge oder pathogene Mikroorganismen (z.B. Pilze, Viren, Bakterien) verursacht würden, erwiesen sich als nicht haltbar. Obwohl zur Lebensgemeinschaft der Waldökosysteme eine Vielzahl von auch pathogenen Mikroorganismen gehört, konnten keine gefunden werden, auf die das Phänomen der Waldschäden ursächlich zurückgeführt werden kann. Auch elektromagnetische Wellen konnten als Ursache der neuartigen Waldschäden wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden.

Auch einseitiger Waldaufbau, wie etwa bei Monokulturen, ist nicht ursächlich für neuartige Waldschäden verantwortlich zu machen. Streßsituationen können jedoch überall dort entstehen, wo die Ansprüche der Bäume und die Eigenschaften des Standorts nicht zusammenpassen. Das kann sowohl bei Rein- als auch bei Mischbeständen der Fall sein.

⁷ Weitere Informationen zu diesem Themenbereich enthält die Broschüre des Bundesministeriums für Forschung und Technologie: „10 Jahre Waldschadensforschung – Bilanz und Ausblick“, 1992.

Bei der Betrachtung von Monokulturen muß man deren Entstehungsgeschichte berücksichtigen. Nach großflächigen Waldzerstörungen (z.B. in den Notzeiten der Kriegs- und Nachkriegsjahre) waren Aufforstungen als Fichten- oder Kiefernreinbestände oft das einzige Mittel für eine Wiederbewaldung. Reinbestände können sich auch von Natur aus entwickeln.

5.1 Oberirdischer Wirkungspfad: Einwirkung von Schadgasen auf die Blattorgane

Unter dem oberirdischen Wirkungspfad wird die direkte Einwirkung von Schadgasen auf oberirdische Pflanzenteile verstanden. Diese Gase dringen v.a. über die Spaltöffnungen (Stomata) der Blattorgane in die Pflanzen ein.

- **Schwefeldioxid** (SO_2) verursacht Beeinträchtigungen der Photosynthese, die zu Nadel-/Blattschäden führen können. Die Stärke der Schäden hängt von Höhe und Einwirkungsdauer der Konzentrationen sowie von Ernährungszustand und Vitalität des Baumes ab. Die von extrem hohen SO_2 -Emissionen aus sächsischen Industrieanlagen bereits im 19. Jahrhundert verursachten Schäden gingen als sog. „Rauchgasschäden“ oder „Rauchschäden“ in die Literatur ein. In den alten Ländern werden direkte Schadwirkungen von SO_2 (im Sinne der Rauchschäden) heute allenfalls noch in Ausnahmefällen beobachtet. In den neuen Ländern sind sie jedoch – v.a. im Erzgebirge – noch vorhanden. Aber auch in geringen Konzentrationen bleibt SO_2 nicht ohne Wirkung. Von Bedeutung ist dabei insbesondere ihre Wechselwirkung mit anderen Prozessen. Zum Beispiel fördert das als Ammoniumsulfat auf den Nadel-/Blattoberflächen abgesetzte SO_2 Nährstoffungleichgewichte in der Pflanze. Gleichzeitig wird die SO_2 -Empfindlichkeit von Pflanzen infolge von Nährstoffmangel erhöht.
- **Stickstoffoxiden** (NO_x) kommt bei den neuartigen Waldschäden eine besondere Bedeutung zu. Einerseits sind sie eine wichtige Vorläufersubstanz für bodennahes, pflanzenschädigendes Ozon⁸. Andererseits wirken sie auf Pflanzen bzw. Bäume auch direkt ein: Die Pflanze nimmt NO_x über ihre Blattorgane auf und nutzt den darin enthaltenen Stickstoff als Nährstoff. Akute Beeinträchtigungen der Photosynthese durch NO_x treten jedoch erst bei sehr hohen Konzentrationen auf, wie sie in Waldgebieten kaum vorkommen. Die NO_x wirken somit i.d.R. wie „Blattdünger“. Das dadurch angeregte Pflanzenwachstum erhöht den Bedarf an anderen Nährstoffen. Auf vielen Waldstandorten stehen diese für ein verstärktes Pflanzenwachstum notwendigen Nährstoffe (insbes. Magnesium) jedoch nicht ausreichend zur Verfügung, so daß die Aufnahme von NO_x dann zu Nährstoffungleichgewichten und sog. induziertem Nährstoffmangel führt. Die Folge der Stickstoffeinträge ist – trotz eines gesteigerten Holzzuwachses – eine höhere Anfälligkeit der Bäume gegen andere Streßfaktoren (z.B. Trockenheit, Fröste) und Schadeinwirkungen (z.B. durch Immissionen, Pilze, Insekten).

⁸ Hiermit ist die Einwirkung des Ozons in den bodennahen Luftschichten auf die Pflanzen gemeint, nicht aber die schwindende Schutzwirkung des Ozons in der Stratosphäre gegen die pflanzenschädigende UV-Strahlung („Ozonloch“).

- **Ammoniak** (NH_3) wirkt – wie NO_x – bei geringen Konzentrationen wachstumsfördernd auf Pflanzen. Dabei trägt es ebenfalls zur Entstehung von Nährstoffungleichgewichten bis hin zum Nährstoffmangel und zu erhöhter Anfälligkeit der Bäume gegen Streßfaktoren bei. Bei höheren Konzentrationen hemmt es die Photosynthese, bei sehr hohen Konzentrationen führt es zu Schädigungen an den Blattoorganen. NH_3 ist äußerst reaktionsfreudig, so daß sich ca. 30 % des emittierten NH_3 , je nach atmosphärischen Bedingungen ein noch wesentlich größerer Prozentsatz, in der Luft innerhalb einer Stunde zu Ammoniumverbindungen (NH_4) umwandeln, die dem Ferntransport unterliegen. Ammoniak tritt daher vorwiegend im Nahbereich von Emittenten auf.
- **Flüchtige organische Verbindungen** (VOC, z.B. Propan, Benzol, Formaldehyd, Aceton) sind – wie NO_x – einerseits teilweise Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon. Andererseits können auch sie direkte Wirkungen an Pflanzen verursachen: So wurde z.B. in geschädigten Bäumen die Anreicherung von Trichloressigsäure (einer Verbindung, die den Stoffwechsel beeinträchtigt) festgestellt. Angesichts der Vielzahl der den VOC zuzurechnenden Verbindungen sind noch Fragen offen.
- **Bodennahes Ozon** (O_3) entsteht unter Einfluß von ultravioletter Sonnenstrahlung aus NO_x und VOC. Auch Ozon beeinträchtigt die Photosynthese und führt darüber hinaus zu weiteren Wirkungen an Pflanzen: So konnte ein „Ozongedächtnis“ nachgewiesen werden, d.h. Nadeln, die einer erhöhten Ozonkonzentration ausgesetzt waren, zeigen im Folgejahr eine erhöhte Ozon-Empfindlichkeit. Außerdem gibt es Hinweise, daß Ozon-einwirkung in der Vegetationsperiode im Folgejahr zu einer höheren Empfindlichkeit gegen Frosttrocknis führt.

5.2 Unterirdischer Wirkungspfad: Eintrag von Schadstoffen in den Waldboden

Unter dem unterirdischen Wirkungspfad wird die durch den Eintrag von Schadstoffen in den Waldboden verursachte Schädigung von Waldökosystemen verstanden.

Die Bäume käumen aufgrund der großen Oberfläche ihrer Kronen Luftschadstoffe aus der Atmosphäre aus. Die Schadstoffeinträge (Depositionen) in Wälder sind daher unter Laubbaumbeständen 1,5- bis 2-mal, unter Fichtenbeständen bis zu 3- bis 4-mal so hoch wie die im Freiland gemessenen Werte (vgl. Abschnitt 6.1.4).

Die Waldschadensforschung hat gezeigt, daß den Schadstoffdepositionen eine besondere Bedeutung zukommt. So klingt die oberirdische Wirkung von Schadgasen im allgemeinen nach einer Abnahme der Konzentrationen rasch ab. Beim unterirdischen Wirkungspfad dagegen reichern sich Schadstoffe im Laufe der Jahre im Boden an und führen zu Veränderungen der Stoffgehalte, der Puffer- und Sorptionsfähigkeit sowie des Bodenlebens. Auch wenn die weitere Deposition von Schadstoffen vermindert wird, bleibt die Wirkung der bereits eingetragenen noch längere Zeit erhalten bzw. ist zum Teil irreversibel.

Für die Waldböden sind v.a. versauernde und düngende Wirkungen von Stoffeinträgen von Bedeutung:

- **Säureeinträge:** Insbesondere die Einträge von Sulfatschwefel, Nitrat- und Ammoniumstickstoff führen zu erheblichen Säurebelastungen in den Waldböden (vgl. Abschnitt 6.1.4). Die wesentliche Wirkung dieser Einträge ist die anhaltende Versauerung der Böden und damit teilweise auch des Grund- und Quellwassers. Mit der Versauerung einher geht die Auswaschung von Nährstoffen (insbesondere von Kalzium, Magnesium und Kalium). Dadurch kommt es zu Nährstoffungleichgewichten, Nährstoffmangel und zu einer Destabilisierung der betroffenen Waldökosysteme. Gleichzeitig werden toxische Metallverbindungen freigesetzt, wie z.B. Aluminium-Ionen, die für Wurzelschäden insbesondere im Unterboden verantwortlich gemacht werden. Als Folge der Säureeinträge verlagern die Bäume ihre Wurzelaktivität in die oberen Bodenhorizonte. Sie werden damit anfälliger gegen Trockenheit, Sturm und Nährstoffmangel.
- **Stickstoffeinträge:** Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts begrenzte Stickstoffmangel auf vielen Waldstandorten das Pflanzenwachstum. Auf diesen mit Stickstoff unterversorgten Standorten haben die Einträge von Nitrat und Ammonium zunächst das Pflanzenwachstum angeregt. Anhaltende Stickstoffeinträge führen jedoch auf mit anderen Nährstoffen schwach versorgten Standorten zu Nährstoffungleichgewichten und erhöhen so die Anfälligkeit der Bäume gegen andere Schadfaktoren. Ein überhöhtes Stickstoffangebot kann z.B. die Frostempfindlichkeit der Bäume erhöhen. Außerdem kann es die Nahrungsqualität für blatt-/nadelfressende Insekten verbessern und damit deren Massenvermehrung begünstigen.

Als Folge eines hohen Stickstoffangebots kann sich eine besonders vitale grasreiche Bodenvegetation und eine üppige Strauchschicht bilden, die die für die Bäume verfügbare Niederschlagsmenge vermindern. Dies kann letztlich ganze Waldbereiche erheblich beeinträchtigen, wie dies derzeit für niederschlagsarme Kiefernstandorte Norddeutschlands festgestellt wird.

Nitrat und Ammonium sind außerdem an der Versauerung der Waldböden beteiligt. Nitrat, das auch bei der Umsetzung von Ammonium entsteht, kann in Verbindung mit anderen Pflanzennährstoffen aus dem Boden ausgewaschen werden (Nährstoffverarmung). Dies trägt zur Eutrophierung (Überdüngung) von Oberflächengewässern mit Nitrat bei. Außerdem können im Grundwasser, der für Deutschland bedeutendsten Trinkwasserressource, Nitratkonzentrationen entstehen, die zusätzliche Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich machen, um eine den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entsprechende Wasserqualität zu erreichen.

5.3 Zusammenfassende Bewertung der Forschungsergebnisse

Die Waldschadens- und Waldökosystemforschung zeigt, daß die Wälder nach wie vor erheblichen Belastungen, vor allem durch Luftschadstoffe aus dem In- und Ausland, ausgesetzt sind.

Schadstoffe werden mit der Luft zum Teil sehr weit transportiert. Sie wirken nicht nur direkt auf Pflanzen, Tiere und Menschen, sondern verändern bereits in vielen Gebieten die Bodenverhältnisse und lösen damit indirekte Wirkungen (z.B. auf die Grundwasserqualität) aus. Sie verursachen in den Waldökosystemen erhebliche Veränderungen, die jedoch zunächst unsichtbar bleiben können. Die Schadstoffe reichern sich im Boden an und bleiben dort über längere Zeit wirksam, auch wenn keine weitere Deposition mehr stattfindet.

Schwerwiegend sind in diesem Zusammenhang insbesondere Nährstoffverluste und Versauerungseffekte im Waldboden, Veränderungen in der Wurzeltracht der Bäume, Nitrat- und Schwermetallbelastungen im Wasser sowie Verschiebungen im Artenspektrum bis hin zur Artenverarmung.

Die direkte Wirkung von Luftschadstoffen wird häufig von wachstumsfördernden Impulsen begleitet und z.T. überlagert (insbes. durch Stickstoffeinträge). So ist zu beobachten, daß viele Wälder selbst bei verringerter Nadel-/Blattmasse heute stärker wachsen als noch vor 50 Jahren. Die Größenordnung der jährlichen Stickstoffeinträge (vgl. Abschnitt 6.1.4) überschreitet auf den meisten Standorten jedoch den Stickstoffverbrauch durch die Wälder bei weitem. Durch die fortgesetzt hohen Stickstoffeinträge sind bereits viele Waldökosysteme nicht mehr in der Lage, den von außen zugeführten Stickstoff in ihren Kreislauf einzubauen. Folglich geben sie den Überschuß wieder ab, bei ausreichenden Niederschlägen u.a. als Nitrat in das Grundwasser (Beeinträchtigung der Rohwasserqualität). Dabei führen Nährstoffauswaschung und Bodenversauerung zu den schon erwähnten Nährstoffungleichgewichten, was zusätzlich zur Destabilisierung der Waldökosysteme beiträgt. Bei geringen Niederschlägen, wie z.B. im nordostdeutschen Tiefland, akkumulieren die Stickstoffeinträge in den Waldökosystemen, wodurch die Nährstoff- und damit die Vegetations- und Ökosystemverhältnisse gefährlich verändert werden.

Auch dies belegt die Notwendigkeit zur weiteren Verminderung von Schadstoffemissionen, insbesondere von Stickstoffverbindungen.

6 Maßnahmen gegen die neuartigen Waldschäden

Zur Bekämpfung der neuartigen Waldschäden hat die Bundesregierung bereits 1983 das Aktionsprogramm „Rettet den Wald“ beschlossen. Zu den wesentlichen Elementen zählen

- eine konsequente Politik der Luftreinhaltung auf nationaler und internationaler Ebene,
- die Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen (Bodenschutzkalkung, Vor-/Unterbau und Wiederaufforstung) im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“,
- die Förderung einer interdisziplinären Waldschadens- und Waldökosystemforschung durch Bund und Länder,
- die Überwachung der neuartigen Waldschäden durch jährliche Erhebungen sowie
- Maßnahmen zur Erhaltung der forstlichen Genressourcen.

6.1 Luftreinhaltung

6.1.1 Nationale Maßnahmen zur Minderung der Emissionen

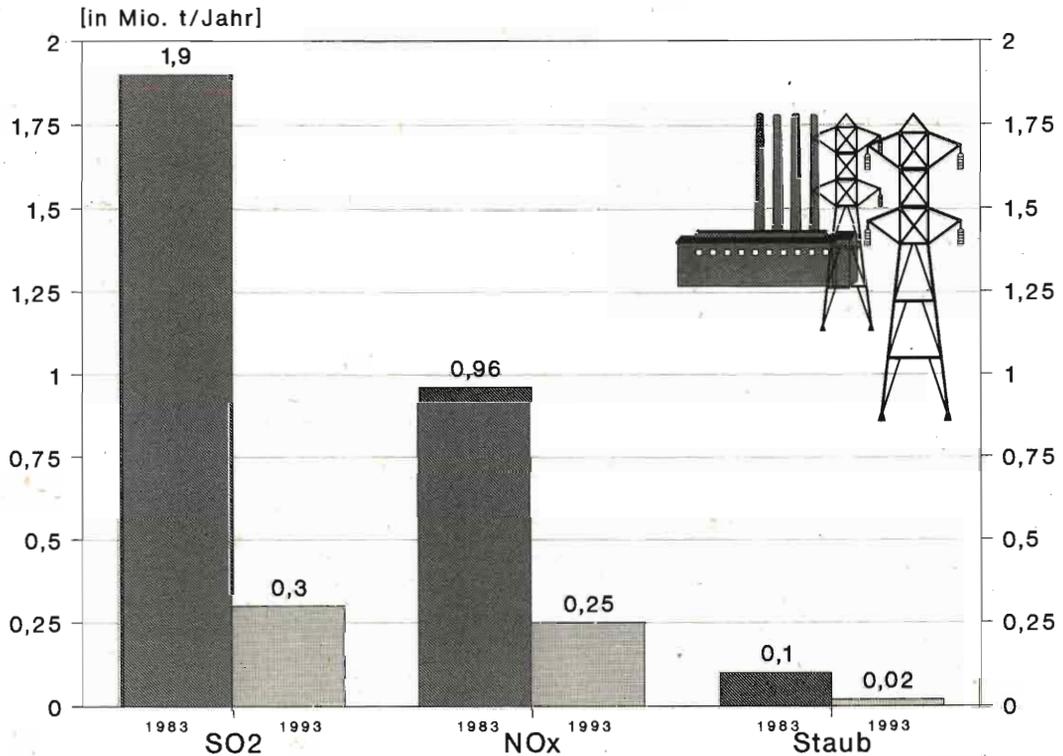
Die Minderung der Schadstoffemissionen ist eine zentrale und vorrangige Aufgabe der Umweltpolitik der Bundesregierung. Sie folgt hierbei dem Prinzip der Umweltvorsorge sowie dem Verursacher- und dem Kooperationsprinzip. Weitere Fortschritte in der Luftreinhaltung erfordern die Nutzung des gesamten umweltpolitischen Instrumentariums. Auch in Zukunft kommt es darauf an, in Anwendung des Vorsorgeprinzips kontinuierlich neue naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse und Entwicklungen zu verfolgen und den aktuellen „Stand der Technik“ in der Praxis zügig umzusetzen. Dabei ist der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu beachten. Zunehmend werden dabei Instrumente im Vordergrund stehen, die anstelle ordnungsrechtliche Gebote verstärkt Anstrengungen der Emittenten für eine Verbesserung der Luftqualität mobilisieren.

Die wichtigste **Rechtsgrundlage** für Maßnahmen zur Luftreinhaltung ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz von 1974, zuletzt geändert 1995. Es ist Grundlage u.a. für wesentliche anlagenbezogenen Rechts- und Verwaltungsvorschriften:

- Verordnung über Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV, 1983),
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (1986),
- Kleinf Feuerungsanlagen-Verordnung (1988, zuletzt geändert 1994),
- Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (1990, zuletzt geändert 1991),
- Verordnungen zur Emissionsbegrenzung von Kohlenwasserstoffen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen sowie bei der Betankung von Kraftfahrzeugen (1992).

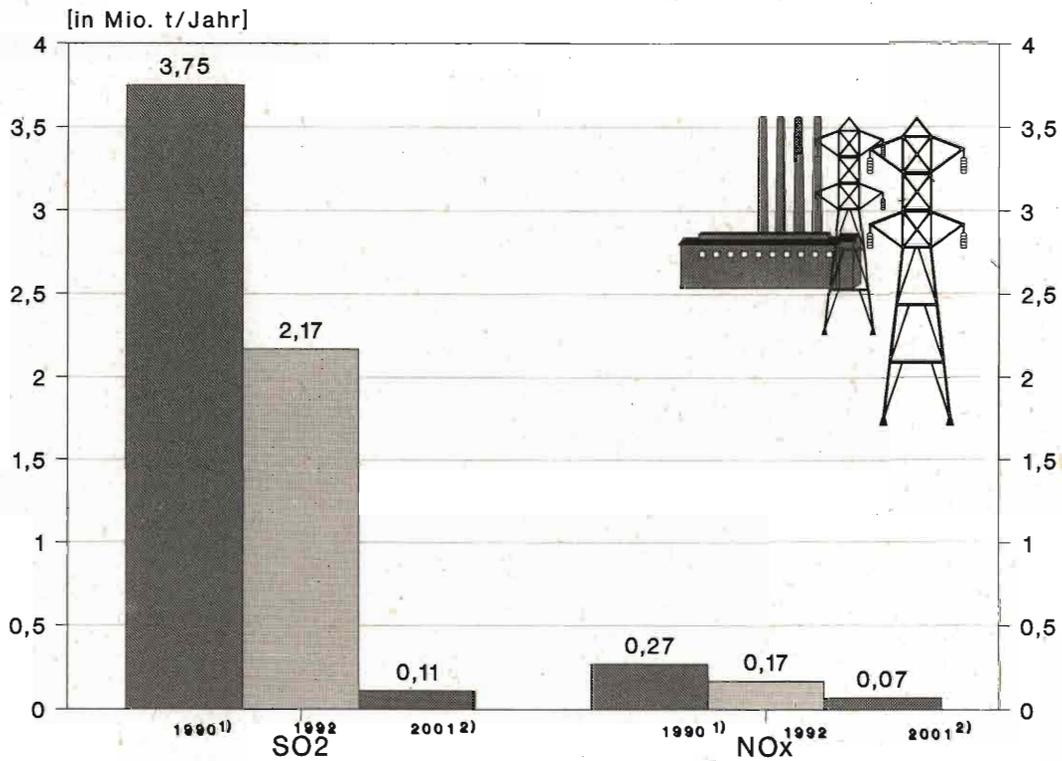
Abbildung 14: Rückgang der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in den alten Ländern von 1983 bis 1993 (in Mio. t/Jahr).

Die Angaben für 1993 beruhen auf einer Schätzung des Umweltbundesamtes



Bis zum Ablauf der Nachrüstungsfrist für Altanlagen wurden von den Unternehmen in den alten Ländern ca. 22 Mrd. DM für Umweltschutzinvestitionen in den Bereichen Entschwefelungs- und Entstickungsmaßnahmen ausgegeben und damit die SO₂-Emissionen um 84 %, die NO_x-Emissionen um 74 % und die Staubemissionen durch einen sog. Mitnahmeeffekt der Rauchgasentschwefelung um 80 % verringert.

Abbildung 15: Rückgang der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in den neuen Ländern von 1990 * bis 2001 ** (in Mio. t pro Jahr)



* Übernahme des Umweltrechts durch die neuen Länder

** Abschluß der Altanlagenregelung in den neuen Ländern

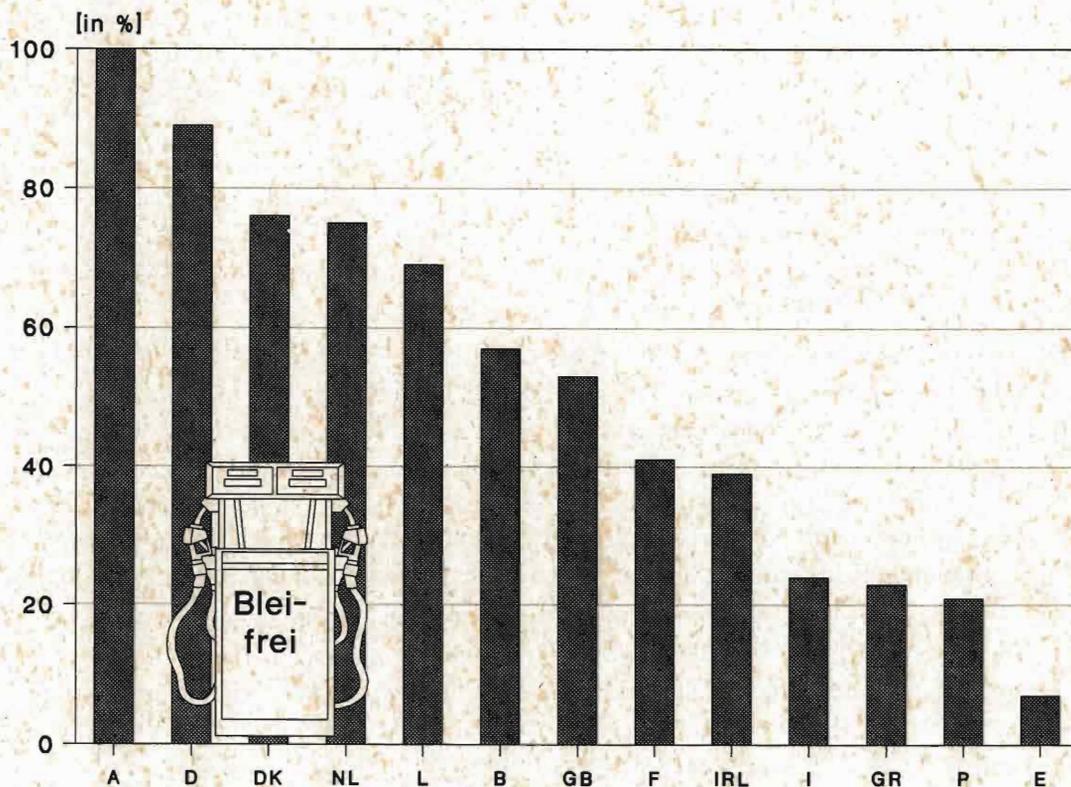
1) Quelle: Daten zur Umwelt 1992/93; Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin, 1994

2) Schätzung des Umweltbundesamtes.

Die wichtigsten **Schritte** zur Minderung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen:

- Von 1985 bis 1992 wurde der schadstoffarme Pkw durch steuerliche Anreize gefördert; dies hat zu beachtlichen Erfolgen geführt. Inzwischen sind rund 55 % aller zugelassenen Pkw mit Ottomotor mit einem geregelten Dreiwegekatalysator ausgerüstet und etwa 75 % des gesamten Pkw-Bestandes (mit Otto- oder Dieselmotor) schadstoffreduziert (d.h. schadstoffarm bzw. bedingt schadstoffarm).
- Seit Januar 1993 müssen EU-weit alle neu zugelassenen Pkw mit Ottomotor strenge Abgasnormen erfüllen (1. Stufe des Dreistufenplans der europäischen Abgasgesetzgebung für alle Kfz). Hierzu ist derzeit bei Pkw mit Ottomotor die Ausstattung der Fahrzeuge mit dem geregelten Dreiwegekatalysator erforderlich. Die 2. Stufe des Dreistufenplanes ist ebenfalls bereits beschlossen. Sie gilt erst ab 1996, wird aber in Deutschland bei Neufahrzeugen zum Teil bereits umgesetzt.
- 1985 wurde das bleifreie Benzin eingeführt.
- 1988 wurde verbleites Normalbenzin verboten.

Abbildung 16: Anteil bleifreien Benzins am Gesamtabsatz von Ottokraftstoff in ausgewählten Ländern der Europäischen Union 1993



Eng verbunden mit dem steigenden Anteil schadstoffarmer Autos ist der Absatz von bleifreiem Ottokraftstoff. Obwohl der Absatz in den neuen Ländern erst im Juli 1990 (Währungsunion) begann, liegt er dort seit etwa 1992 auf dem gleichen Niveau wie in den alten Ländern. In Deutschland waren im Juli 1995 etwa 94 % der verbrauchten Ottokraftstoffe bleifrei; dies ist EU-weit nach Österreich, wo verbleiteter Kraftstoff bereits verboten ist, der höchste Anteil. Dadurch konnten die Bleiemissionen aus dem Verkehr deutlich verringert werden. Auch das bedeutet eine Entlastung für die Waldökosysteme.

- Seit Oktober 1993 gelten in der EU deutlich verschärfte Abgasnormen für Lkw; sie werden in der 2. Stufe des o.g. Dreistufenplans, die am 1. Oktober 1996 in Kraft treten wird, weiter verschärft.
- Seit Dezember 1993 gilt die Abgasuntersuchung (AU) – mit wenigen Ausnahmen für bestimmte Spezialfahrzeuge – für alle Pkw und Nutzfahrzeuge.

- Im März 1994 hat der Bundesrat der von der Bundesregierung im Juli 1993 vorgelegten Verordnung nach § 40 Abs. 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zugestimmt, in der Konzentrationswerte für Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß in der Luft festgelegt sind. Beim Erreichen dieser Konzentrationswerte sind die zuständigen Behörden gehalten zu prüfen, ob verkehrsbeschränkende Maßnahmen in bestimmten Gebieten oder auf bestimmten Straßen unter Berücksichtigung der Verkehrsbedürfnisse und der städtebaulichen Belange zur Verminderung schädlicher Einwirkungen auf die Umwelt notwendig sind. Eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift mit bindenden Vorgaben für die Ermessensausübung durch die Straßenverkehrsbehörden zur Durchführung vor Ort wird zur Zeit vorbereitet. Die Verordnung und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift sollen zusammen verkündet werden.
- Im April 1994 wurde eine emissionsbezogene Kfz-Steuer für Lkw über 3,5 t und im Januar 1995 eine zeitbezogene Autobahnbenutzungsgebühr für Lkw über 12 t eingeführt.
- Im Juli 1995 ist das Ozongesetz in Kraft getreten. Damit gibt es ein bundesweit einheitliches Handlungskonzept zur Bekämpfung sommerlicher Ozon-Spitzenwerte. Deutschland ist der erste Staat weltweit, in dem bei Erreichen besonders hoher Ozonkonzentrationen großräumige Fahrverbote für stark emittierende Kraftfahrzeuge in Kraft treten. Großräumige Fahrverbote führen nach den vorliegenden Erkenntnissen zu Entlastungen bei Ozon-Spitzenwerten und wirken dem weiteren Anstieg der Ozonwerte in gesundheitlich bedenkliche Bereiche entgegen.
- Ab 1996 wird der Mineralölsteuersatz auf Erd- und Flüssiggas als Treibstoff um 60 % auf 18,70 DM/Megawattstunde gesenkt. Damit werden die Rahmenbedingungen für die schadstoffarme Fahrzeugtechnik deutlich verbessert.
- Ab Oktober 1996 wird EU-weit schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff mit max. 0,05 Gew.% Schwefel eingeführt. Um dies am deutschen Markt zu beschleunigen, ist am 28. Januar 1994 die neue Kraftstoffqualitätsverordnung in Kraft getreten, durch die eine optionale Auszeichnung von schwefelarmem Dieseldieselkraftstoff bereits zum 1. Oktober 1994 möglich wurde. Die Umstellung auf schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff wurde bis zum Herbst 1995 weitgehend abgeschlossen.

Durch diese Maßnahmen konnte u. a. eine dem gestiegenen Verkehrsaufkommen entsprechende Zunahme der Emissionen verhindert werden.

Zur Begrenzung bzw. weiteren Verringerung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen werden darüber hinaus auch folgende Maßnahmen der Bundesregierung beitragen:

- Der Bundesverkehrswegeplan 1992 hat eine stärkere ökologische Orientierung in der Verkehrspolitik eingeleitet: Erstmals liegen die Investitionen des Bundes für die Eisenbahn höher als die für die Bundesfernstraßen. Die für die umweltfreundlicheren Verkehrsträger Eisenbahn und Binnenschiff vorgesehenen Investitionen erreichen damit 55 %. Außerdem entfallen von den 17 „Verkehrsprojekten deutsche Einheit“ neun auf Eisenbahnbaumaßnahmen, eine auf Wasserstraßenbau und sieben auf Straßenbau-

maßnahmen. Vor allem aus Gründen des Umweltschutzes fördert die Bundesregierung den Ausbau des sog. Kombinierten Verkehrs (KV). Er ist ein Beispiel für eine effiziente Kooperation bzw. Vernetzung der Verkehrsträger im Güterverkehr und gleichzeitig ein wesentliches Element zur Verlagerung eines Teils des Straßengüterfernverkehrs auf die Schiene. Der Bundesverkehrswegeplan 1992 sieht für KV-Umschlaganlagen der Deutschen Bahn AG 4,1 Mrd. DM an Fördermitteln des Bundes vor.

- Das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) stellt den Ländern erhebliche Finanzmittel zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden zur Verfügung. In den Jahren 1993 bis 1996 sind jährlich 6,28 Mrd. DM für Fördermaßnahmen nach dem GVFG vorgesehen. Zum überwiegenden Teil kommen diese Mittel Investitionen zur Verbesserung des öffentlichen Personennahverkehrs zugute.
- Die Bundesregierung fördert den Einsatz moderner Informations-, Kommunikations- und Verkehrsleitsysteme. Damit werden u.a. die Infrastruktur besser ausgenutzt, attraktive Anreize zur Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel gegeben, die Verkehrssicherheit verbessert und der Verkehr insgesamt vermindert. Auch die Vernetzung und Verknüpfung der Verkehrsträger und Verkehrsmittel wird zur Senkung umweltrelevanter Emissionen führen, u.a. durch Vermeidung von unnötigem Verkehr (z.B. durch Reduzierung von Leerfahrten) oder durch bessere Auslastung der Verkehrsmittel.

Neben dem Anlagen- und dem Verkehrsbereich ist die Landwirtschaft eine weitere wesentliche Quelle von umweltrelevanten und die Wälder belastenden Emissionen. Vor allem ihre Ammoniak-Emissionen tragen in einigen Gebieten erheblich zum Entstehen von Waldschäden bei. Allerdings haben die Emissionen aus der Landwirtschaft aufgrund einer stärkeren Orientierung der Agrarpolitik an Belangen des Umweltschutzes abgenommen und werden voraussichtlich weiter abnehmen. Dabei sind folgende Maßnahmen von Bedeutung:

- Im Zuge der **Reform der gemeinsamen Agrarpolitik** der Europäischen Gemeinschaften 1992 wurden wichtige Korrekturen zugunsten des Umweltschutzes vorgenommen.
 - = Durch Preissenkungen bei Getreide, Ölsaaten und Hülsenfrüchten, die durch eine Flächenprämie ausgeglichen wird, nimmt die Intensität in der Bodenproduktion, insbesondere der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, weiter ab. Diese Tendenz wird durch die quasi obligatorische, umweltverträglich gestaltete Flächenstilllegung noch verstärkt.
 - = Die Prämienregelung für männliche Mastrinder und Mutterkühe wirkt ebenfalls in Richtung einer extensiven Produktion. So ist die Zahl der Tiere, für die eine Prämie gezahlt wird, auf eine Besatzdichte von 2,5 GV⁹/ha Futterfläche 1995 und 2,0 GV/ha Futterfläche 1996 begrenzt. Bei besonders extensiver Tierhaltung (weniger als 1,4 GV/ha) wird zusätzlich eine Extensivierungsprämie gezahlt.

⁹ GV = Großvieheinheit; für die einzelnen Tierarten berechnet nach einem bestimmten Schlüssel unter Zugrundelegung des Lebendgewichts. Z.B. entsprechen einer GV: ein Rind (über 2 Jahre) oder etwa sechs Mastschweine (über 50 kg) oder zehn Schafe (über 1 Jahr).

- = Die einzelbetriebliche Investitionsförderung vermindert waldschädigende Emissionen durch die Förderung von Maßnahmen im Stall (z.B. Fütterungs- und Lüftungstechnik) sowie durch die Förderung von Maßnahmen bei der Lagerung und Ausbringung von Fest- und Flüssigmist wie Behälterabdeckung oder bodennahe Flüssigmistausbringung.
- Im Rahmen der **flankierenden Maßnahmen** zur Agrarreform¹⁰ wurde u.a. die Möglichkeit eröffnet, umweltgerechte landwirtschaftliche Produktionsverfahren gezielt zu fördern. In Deutschland werden diese Maßnahmen
 - = in den Agrarumweltprogrammen der Länder und
 - = mit der Förderung „markt- und standortangepaßter Landbewirtschaftung im Rahmen der gemeinsamen Agrarstrukturpolitik von Bund und Ländern“ umgesetzt.

Mit den **Agrarumweltprogrammen der Länder** können u.a. folgende Maßnahmen gefördert werden:

- = gebietsspezifische extensive Produktionsverfahren,
- = die Verringerung des Viehbesatzes,
- = Lehrgänge, Praktika sowie Demonstrationsvorhaben zur Verbreitung eines umweltbewußten Verhaltens in der Landwirtschaft.

Nach den Grundsätzen zur **Förderung einer markt- und standortangepaßten Landbewirtschaftung** im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ können gefördert werden:

- = extensive Produktionsverfahren im Ackerbau oder bei Dauerkulturen,
- = extensive Grünlandnutzung einschließlich der Umwandlung von Ackerland in extensiv zu nutzendes Grünland und
- = ökologische Anbauverfahren.
- Im Rahmen der flankierenden Maßnahmen wurde auch die **Förderung der Erstaufforstung** verbessert. Bund und Länder fördern die Erstaufforstung im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ bereits seit 1975 durch einen Zuschuß zu den Kosten der Erstinvestition (je nach Baumart bis zu 85 % der förderungsfähigen Kosten). Seit 1991 erhalten land- und forstwirtschaftliche Unternehmer bzw. Betriebsinhaber – zusätzlich zu der o.g. Investitionsbeihilfe – zum teilweisen Ausgleich von Einkommensverlusten aus bisheriger landwirt-

¹⁰ Verordnung (EWG) 2078/92 des Rates vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren; Verordnung (EWG) 2080/92 des Rates vom 30. Juni 1992 zur Einführung einer gemeinschaftlichen Beihilferegelung für Aufforstungsmaßnahmen in der Landwirtschaft;

schaftlicher Nutzung eine Erstaufforstungsprämie. Diese jährlich gezahlte Prämie wird bis zu einer Dauer von 20 Jahren gewährt. Sie kann je nach Baumarten und Standortgüte bis zu 1.400 DM je Hektar und Jahr betragen.

- Die Bundesregierung hat Schritte eingeleitet, um die wettbewerbsrelevanten und umweltrechtlichen Rahmenbedingungen zugunsten **nachwachsender Rohstoffe** weiter zu verbessern. Im Zuge der Agrarreform hat sie erreicht, daß auf stillgelegten Flächen nahezu alle gängigen Ackerkulturen für die Nichtnahrungsmittelproduktion angebaut werden dürfen und der Landwirt dennoch die volle Stilllegungsprämie erhält. In Deutschland wurden 1995 auf einer Fläche von rd. einer halben Mio. ha Agrarrohstoffe für die Industrie und den Energiesektor angebaut.
- Die Umsetzung der **EG-Nitratrichtlinie** in nationales Recht (Flächenbindung der Tierhaltung) wird zu einer weiteren Verbesserung des landwirtschaftlichen Umweltschutzes bei der Düngung führen (noch zu verabschiedende Düngeverordnung).
- Bei **Beratung** der landwirtschaftlichen Betriebe steht die umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion zunehmend im Mittelpunkt, insbesondere
 - = eine pflanzenbedarfs- und standortgerechte Düngung,
 - = eine bedarfsangepaßte Tierernährung (Vermeiden überhöhter Proteinzufuhr durch eine auf den Nährstoffbedarf ausgerichtete Futterzusammensetzung und Fütterung) und
 - = eine emissionsarme Lagerung und Ausbringung von Fest- und Flüssigmist.

Durch die Agrarumweltprogramme der Länder konnten in den Jahren 1993/1994 auf 4,5 Mio. Hektar besonders umweltgerechte landwirtschaftliche Produktionsverfahren durchgeführt werden. Auf 1,7 Mio. Hektar (10 % der landwirtschaftlichen Fläche Deutschlands) wurden darüber hinaus extensive, die Stickstoffausträge dadurch weiter mindernde Landbewirtschaftungsverfahren gefördert. Die extensive Gründlandnutzung mit einem Viehbesatz von in der Regel höchstens 1,4 RGV¹¹ wurde sogar auf 20 % der Fläche gefördert.

Durch diese agrarpolitische Neuorientierung und die Anpassungen in der Landwirtschaft, vor allem die Umstrukturierung in den neuen Ländern, ist der Stickstoffabsatz aus Handelsdüngern sowohl insgesamt als auch je Hektar deutlich zurückgegangen. Unter Einbeziehung der neuen Länder verringerte sich der jährliche Verbrauch an Stickstoff aus Handelsdüngern im Vergleich der Wirtschaftsjahre 1987/88 und 1993/94 um rund ein Drittel bzw. 0,8 Mio. Tonnen. Zudem nahmen die Tierbestände in Deutschland im Zuge von Extensivierungsmaßnahmen und der Umstrukturierung der Landwirtschaft in den neuen Ländern um 20 % (in den alten Ländern um 7 % und in den neuen Ländern um 52 %) von 19,0 GV 1989 auf 15,2 GV 1994 ab. Infolge dessen wurden 1994 aus der Tierhaltung etwa 140 000 t NH₃ weniger emittiert als 1989.

¹¹ Rauhfutterfressende Großvieheinheiten

6.1.2 Maßnahmen im internationalen Bereich

Luftverunreinigungen und neuartige Waldschäden sind ein grenzübergreifendes Problem. Die Europäischen Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder im Jahr 1990 in Straßburg und im Jahr 1993 in Helsinki haben die Bedeutung von systematischer und staatenübergreifender Beobachtung der Wälder und die Notwendigkeit von international abgestimmten Maßnahmen u.a. zur Walderhaltung und Forschung bestätigt.

Für die Luftreinhaltung ist v.a. die **Genfer Luftreinhaltekonvention** (Übereinkommen vom 13. November 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung) von Bedeutung. Die Bundesrepublik Deutschland hat sie gemeinsam mit 32 Staaten unterzeichnet. Die inzwischen 40 Vertragsstaaten haben sich verpflichtet, Luftverunreinigungen soweit wie möglich zu verringern.

Die Verpflichtungen sind im einzelnen in spezifischen Protokollen enthalten:

Im **Helsinki-Protokoll** (1985) – für die Bundesrepublik Deutschland seit 1987 in Kraft – haben sich 21 Staaten verpflichtet, ihre jährlichen nationalen **Schwefeldioxidemissionen** (SO₂) bis spätestens 1993 um mindestens 30 % gegenüber dem Niveau von 1980 zu reduzieren. Dieses Ziel wurde in den alten Ländern der Bundesrepublik Deutschland bereits 1990 mit 70 % weit übertroffen. Insgesamt war in Deutschland bereits 1992 eine Reduktion um 53 % erreicht worden.

Auch die meisten anderen Staaten der UN/ECE haben ihre SO₂-Emissionen beträchtlich verringert: Sie lagen 1990 in den europäischen Staaten insgesamt um ca. 30 % unter den Werten von 1980.

Im Juni 1994 haben Deutschland, 26 weitere Staaten und die EU in **Oslo** ein neues **SO₂-Protokoll** unterzeichnet. Damit sollen die SO₂-Emissionen weiter gesenkt werden. Das Protokoll soll 90 Tage nach Hinterlegung der 16. Ratifikationsurkunde in Kraft treten und damit das Helsinki-Protokoll ablösen. Drei Staaten haben das Protokoll inzwischen ratifiziert. In Deutschland wird die Ratifizierung derzeit vorbereitet.

Die wichtigsten Verpflichtungen dieses Protokolls sind:

1. Reduzierung der Schwefelemissionen, damit langfristig die im Protokoll angegebenen sog. kritischen Belastungswerte (critical loads) möglichst nicht überschritten werden. Die mittels international abgestimmter Methoden im Rahmen von EMEP¹² ermittelten kritischen Belastungswerte sind definiert als eine quantitative Schätzung der Exposition gegenüber einem oder mehreren Schadstoffen, unterhalb derer nach dem heutigen

¹² EMEP = European Monitoring and Evaluation Programme; UN/ECE-Programm über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa

Wissensstand keine bedeutenden schädlichen Auswirkungen auf bestimmte empfindliche Teile der Umwelt auftreten. Mit diesem Protokoll wird erstmals in einem völkerrechtlich verbindlichen Regelwerk die Empfindlichkeit der vom Stoffeintrag betroffenen Ökosysteme zum Maßstab für die erforderlichen Emissionsminderungen genommen. Tatsächlich überschreiten die Depositionen derzeit in weiten Teilen Mitteleuropas immer noch die berechneten kritischen Belastungswerte. Besonders hoch sind diese Überschreitungen in Mittelengland und in Deutschland im Süden der neuen Länder.

2. Verbindliche Festlegung von individuellen Obergrenzen der Gesamt-Schwefelemissionen der Vertragsstaaten für die Jahre 2000, 2005 bzw. 2010.

Danach ist Deutschland verpflichtet, seine Schwefelemissionen um 83 % bis zum Jahr 2000 und um 87 % bis zum Jahr 2005 gegenüber dem Niveau von 1980 zurückzuführen (1992 war bereits eine Reduktion um 53 % erreicht). Größenordnungsmäßig vergleichbare Reduzierungsraten wurden für Österreich, Dänemark, Finnland, Schweden, Niederlande, Frankreich und Belgien festgelegt. Die Reduzierungsraten der Staaten Mittel- und Osteuropas sind, gemessen an ihrer wirtschaftlichen Situation, überwiegend beachtlich hoch (sie bewegen sich beispielsweise für das Jahr 2005 zwischen 17 % für Kroatien und 65 % für die Slowakei).

Daneben enthält das Protokoll verbindliche SO₂-Emissionsgrenzwerte für neue und mit gewissen Einschränkungen auch für bestehende Großfeuerungsanlagen. Sie sind im deutschen Recht bereits enthalten und werden von den deutschen Anlagen eingehalten bzw. unterschritten. Außerdem enthält das Protokoll Grenzwerte für den Schwefelgehalt in Gasölen, die den Anforderungen in der EU entsprechen. Ferner enthält das Protokoll ein deutlich verbessertes System zur Überwachung der Einhaltung der Verpflichtungen.

Im sogenannten **Sofia-Protokoll** (1988) – für Deutschland seit 1991 in Kraft – haben sich 25 Staaten verpflichtet, die **Stickstoffoxidemissionen** (NO_x) bis 1994 auf den Stand von 1987 zurückzuführen. Deutschland und elf weitere Staaten haben sich darüber hinaus verpflichtet, ihre NO_x-Emissionen bis spätestens 1998 um 30 % zu senken. Deutschland wird dieses Ziel – nach heutigem Kenntnisstand – erreichen: Die gesamten NO_x-Emissionen (ohne Emissionen aus Hochseebunkerungen) gingen von 3,5 Mio. t NO_x im Bezugsjahr 1986 bis 1990 um ca. 14 % auf 3,0 Mio. t zurück.

Die NO_x-Emissionen blieben von 1987 bis 1990 in den europäischen Staaten insgesamt unverändert. Ihren Ausstoß wesentlich reduziert haben Deutschland, Polen, Spanien sowie Ungarn. Gleichzeitig stiegen sie in einigen anderen Staaten wie Rußland, Belgien und Großbritannien deutlich an.

Zur Reduzierung der Emissionen an **flüchtigen organischen Verbindungen** (VOC) in West- und Osteuropa haben 23 Staaten – einschließlich Deutschland – 1991 in **Genf** ein weiteres Protokoll unterzeichnet. Zwölf Staaten – einschließlich Deutschland – haben dieses Protokoll ratifiziert. Darin haben sie sich verpflichtet, ihre VOC-Emissionen bis 1999 um mindestens 30 % zu verringern.

Das Basisjahr für Deutschland ist 1988. Damals lagen die VOC-Emissionen (alte und neue Länder) bei 3,2 Mio. t. Aufgrund der von der Bundesregierung ergriffenen Maßnahmen werden nach Berechnungen des Umweltbundesamtes die VOC-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 1999 um etwa 40 % zurückgehen.

Deutschland setzt sich auch im Rahmen der **Europäischen Union** für gemeinsame Lösungen zur Verbesserung der Luftqualität ein.

Darüber hinaus spielen bei der Verringerung grenzüberschreitender Schadstoffströme bilaterale Umweltabkommen v.a. mit mittel- und osteuropäischen Staaten eine wichtige Rolle.

6.1.3 Ergebnisse der Maßnahmen

– Emissionen –

Die Luftreinhaltung hat in Deutschland bereits ein hohes Niveau erreicht. Für die Verursachergruppen Energieerzeuger, Industrie, Haushalte, Kleinverbraucher, Landwirtschaft und Verkehr wurden Maßnahmen ergriffen, um den Ausstoß von Luftschadstoffen zu vermeiden bzw. zu vermindern und damit Schadursachen zu beseitigen.

Die hauptsächlich im Laufe der 80er Jahre getroffenen Maßnahmen zeigen im Anlagenbereich deutlich spürbare und nachweisbar positive Wirkungen. So ist v.a. der Schadstoffausstoß aus stationären Anlagen erheblich zurückgegangen. Mit Wirksamwerden des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für die neuen Länder hat sich auch dort dieser positive Trend verstärkt (vgl. Abbildung 14 und Abbildung 15).

Seit Ende der achtziger Jahre wirkt sich die Einführung schadstoffarmer bzw. schadstoffreduzierter Pkw aus. Trotz steigender Verkehrsleistung konnte ein Rückgang der Emissionen aus dem Verkehr bezüglich Kohlenwasserstoff und Kohlenmonoxid und seit Anfang der 90er Jahre auch eine Minderung der verkehrsbedingten Emissionen von Stickstoffoxid erreicht werden. So zeigen Berechnungen des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, daß aufgrund der Einführung des Katalysators eine Abnahme der NO_x -Emissionen aus dem Straßenverkehr zu verzeichnen ist (Abnahme 1993 gegenüber 1990 um 4,5 %).

Tabelle 8: Entwicklung der Emissionen von Luftschadstoffen in der Bundesrepublik Deutschland (D) und der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) in Mio. t

Quelle: Umweltdaten 1995, Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin, 1995;
Zahlen gerundet, ohne natürliche Quellen

	1980		1985		1989		1990			1992			Schätzung für das Jahr 2005 ¹⁾ Gesamt
	D	DDR	D	DDR	D	DDR	aBL ²⁾	nBL	Ges.	aBL	nBL	Ges.	
Staub	0,70	2,62	0,57	2,50	0,45	2,22	0,44	1,96	2,40	0,43	0,91	1,34	- 90 %
SO₂	3,17	4,32	2,37	5,39	0,94	5,25	0,88	4,76	5,63	0,88	3,02	3,90	- 90 %
NO_x	2,93	0,51	2,90	0,57	2,62	0,60	2,46	0,57	3,03	2,43	0,48	2,90	- 50 %
NMVOG ³⁾	2,68	0,67	2,57	0,71	2,35	0,77	2,27	0,74	3,01	2,09	0,70	2,79	- 55 %

1) Bezugsjahr: 1989; die Voraussetzungen, die dieser Abschätzung zu Grunde liegen, sind im 5. Bundesimmissionsschutzbericht (1992) auf S. 41 genannt.

2) aBL = alte Länder, nBL = neue Länder

3) flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

Nach Schätzungen für das Jahr 1991 liegen die gesamten **Ammoniak** (NH₃)-Emissionen zwischen 0,54 und 0,66 Mio. t; der überwiegende Teil davon (80 - 90 %) stammt aus landwirtschaftlichen Quellen. Weitere Emissionsquellen sind u.a. Industrieprozesse und Feuerungsanlagen. Nach Hochrechnungen erreichten die gesamten NH₃-Emissionen 1985 mit einer Größenordnung zwischen 0,69 und 0,86 Mio. t ein Maximum und gingen bis 1991 um 21 bzw. 23 % zurück. Dieser Rückgang ist vor allem auf die Verringerung der landwirtschaftlichen NH₃-Emissionen infolge der agrarumweltpolitischen Maßnahmen und der Umstrukturierung der Landwirtschaft insbesondere in den neuen Ländern zurückzuführen.

- Immissionen -

Die Immissionen an **Schwefeldioxid** (SO₂) sind in den alten Ländern in den 80er-Jahren drastisch zurückgegangen. Die großräumige Belastung ging dabei an der früheren Ostgrenze der Bundesrepublik um ca. 30 - 45 %, in den westlich gelegenen Landesteilen um bis zu 70 % zurück. Ähnliche Entwicklungen sind auch in den Ballungsräumen und Städten des früheren Bundesgebietes zu verzeichnen. So ging die mittlere Belastung des Rhein-Ruhr-Gebietes im Jahresmittel von rund 50 µg/m³ Luft auf ca. 30 µg/m³ zurück; Jahresmittelwerte über 40 µg/m³ treten seit 1989 nur noch ganz vereinzelt auf. Mittler-

weile liegen die SO_2 -Konzentrationen in den alten Ländern im Jahresdurchschnitt fast flächendeckend unter $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft.

Im früheren Bundesgebiet werden die Immissionswerte der TA-Luft bzw. die Grenzwerte der EU weit unterschritten. Selbst die strengen kritischen Konzentrationswerte (critical levels) von EMEP zum Schutz empfindlicher Ökosysteme werden im wesentlichen eingehalten.

Die Belastungen in den Ballungsräumen der DDR lagen um ein Vielfaches über denen in den größeren Städten der alten Länder. Seit 1990 ist in den neuen Ländern ein erheblicher Rückgang der SO_2 -Konzentrationen zu verzeichnen. Allerdings liegen die Jahresmittelwerte in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen noch großflächig zwischen 50 und $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit werden in diesen Regionen die kritischen Konzentrationswerte (critical levels) zum Schutz von Ökosystemen noch überschritten.

Während extrem austauscharmer Wetterlagen oder beim Ferntransport aus Tschechien kann es in den genannten Ländern noch regional zur Überschreitung der Smogvorwarnstufe von $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemittelt über drei Stunden) kommen.

Besonders in den Ballungsräumen wie z.B. Halle/Leipzig, Erfurt und Weimar wurden bis 1990 die SO_2 - und Schwebstaub-Immissionswerte der TA-Luft weiträumig erheblich überschritten. 1991 wurden nur noch punktuell und seit 1992 keine Überschreitungen mehr festgestellt.

Die Immissionen von **Stickstoffoxiden** (NO_x) liegen generell unter dem Immissionsrichtwert der TA-Luft zum Schutz der Gesundheit. Wie in den Jahren 1988 bis 1990 ist im wesentlichen der verkehrsbeeinflusste Raum von NO_x -Belastung betroffen. In den Städten und Ballungsgebieten der alten Länder liegen die Jahresmittelwerte für NO_2 meist im Bereich von ca. 30 - $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft und die 98-Perzentile¹³ bei 80 - $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In verkehrsbeeinflussten Bereichen ergeben sich Jahresmittel von ca. 50 - $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und 98-Perzentile von ca. 120 - $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Auch in der DDR waren die bedeutendsten Quellen von NO_x -Emissionen die stationäre Verbrennung fossiler Brennstoffe sowie der Kraftverkehr. Vor allem in den Großstädten setzte sich in den Jahren bis 1989 ein Trend zu höheren NO_x -Immissionswerten fort. Die NO_2 -Jahresmittelwerte 1989 lagen außerhalb der Ballungsräume zwischen 6 und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in den Ballungszentren zwischen 20 und $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die bis 1989 registrierten NO_2 -Werte lagen im allgemeinen niedriger als in den alten Ländern, was sicherlich auf Unterschiede im Verkehrsaufkommen und den verhältnismäßig geringen Bestand an Fahrzeugen mit Viertaktmotoren zurückzuführen war.

Eine Schlüsselrolle zur Veränderung der Immissionssituation bei den Stickstoffoxiden nimmt in den alten wie auch in den neuen Ländern die Entwicklung des Kfz-Verkehrs ein. Die Zunahme des Verkehrsaufkommens in den alten und neuen Ländern führte dazu, daß

¹³ Das 98-Perzentil ist ein Maß zur Charakterisierung von Spitzenbelastungen: dieser Wert wird nur von 2 % der Meßwerte überschritten.

die Stickstoffemissionen insgesamt nahezu gleich blieben, obwohl v.a. die Stickstoffemissionen infolge der Großfeuerungsanlagen-Verordnung und der Betriebsstillegung in den neuen Ländern zurückgingen. Lagen bis 1989 in der DDR die registrierten Stickstoffoxid-Konzentrationen im allgemeinen deutlich niedriger als im früheren Bundesgebiet, so ist zur Zeit vor allem in den Großstädten der neuen Länder die Tendenz zu höheren Werten und eine Annäherung an das Niveau in vergleichbaren Räumen der alten Länder zu erkennen. Im Jahre 1993 wurde der Grenzwert der EG-Richtlinie über Luftqualitätsnormen für Stickstoffdioxid jedoch an allen Meßstellen in Deutschland eingehalten.

Bodennahe Ozon (O_3) entsteht durch photochemische Reaktion aus den primär emittierten sogen. Vorläuferschadstoffgruppen NO_x und VOC (vgl. Abschnitt 5.1). Maßnahmen zur Minderung der Ozon-Konzentration setzen daher bei diesen Vorläufersubstanzen an. Die pflanzenschädigende Wirkung von Ozon ist nachgewiesen.

Die besonderen Eigenarten bei Bildung und Abbau von Ozon führen dazu, daß die Langzeitmittelwerte für die Ozon-Konzentrationen in der Luft in Gebieten mit hohen NO_x -Werten relativ gering bleiben (z.B. in Ballungsräumen $20 - 60 \mu g O_3/m^3$ Luft), in sogenannten Reinluftgebieten jedoch höhere Werte erreichen können (z.B. in Höhenlagen von Mittelgebirgen $60 - 100 \mu g O_3/m^3$ Luft, im Alpenraum vereinzelt Jahresmittelwerte bis zu $120 \mu g O_3/m^3$ Luft). Im Sommer 1994 erreichte die Sonnenscheindauer einen der höchsten Werte seit Jahrzehnten. Da eine starke Sonneneinstrahlung die Ozonbildung fördert, führte dies zu länger andauernden erhöhten Ozonkonzentrationen. Der EU-weit einheitliche Schwellenwert für die Auslösung des Warnsystems zum Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit im Falle einer kurzen Exposition beträgt $360 \mu g O_3 /m^3$ Luft als Einstundenmittelwert. Er wurde in Deutschland jedoch an keiner der ca. 300 Meßstationen überschritten. Dagegen überstiegen die Ozonkonzentrationen häufig den Wert von $180 \mu g/m^3$ Luft als Einstundenmittelwert, ab dem die Bevölkerung informiert werden muß. Die Schwellenwerte für den Schutz der Vegetation (mittlere Ozon-Konzentration in einer Stunde von $200 \mu g/m^3$ Luft bzw. in 24 Stunden von $65 \mu g/m^3$ Luft) waren ebenfalls häufig überschritten.

6.1.4 Höhe und Entwicklung von Schadstoffdepositionen in Waldökosystemen

Im Zusammenhang mit den neuartigen Waldschäden (vgl. Abschnitt 5.2) sind insbesondere Einträge folgender Stoffe von Bedeutung:

- **Sulfatschwefel (SO_4 -S)**: Zu Anfang und Mitte der 80er Jahre reichten die durchschnittlichen jährlichen Depositionsraten im Freiland von ca. 15 kg/ha in den niederschlagsärmeren Regionen Südwestdeutschlands bis zu nahezu 80 kg/ha in den nördlichen und v.a. östlichen Mittelgebirgen.

Unter Waldbeständen wurden im gleichen Zeitraum höhere Depositionswerte als im Freiland gemessen. Besonders hoch waren die durchschnittlichen jährlichen Sulfateinträge v.a. im südlichen Teil der ehemaligen DDR, wo sie unter Kiefernbeständen Werte zwischen 80 und 106 kg/ha , unter Fichtenbeständen Werte zwischen 100 und 150 kg/ha

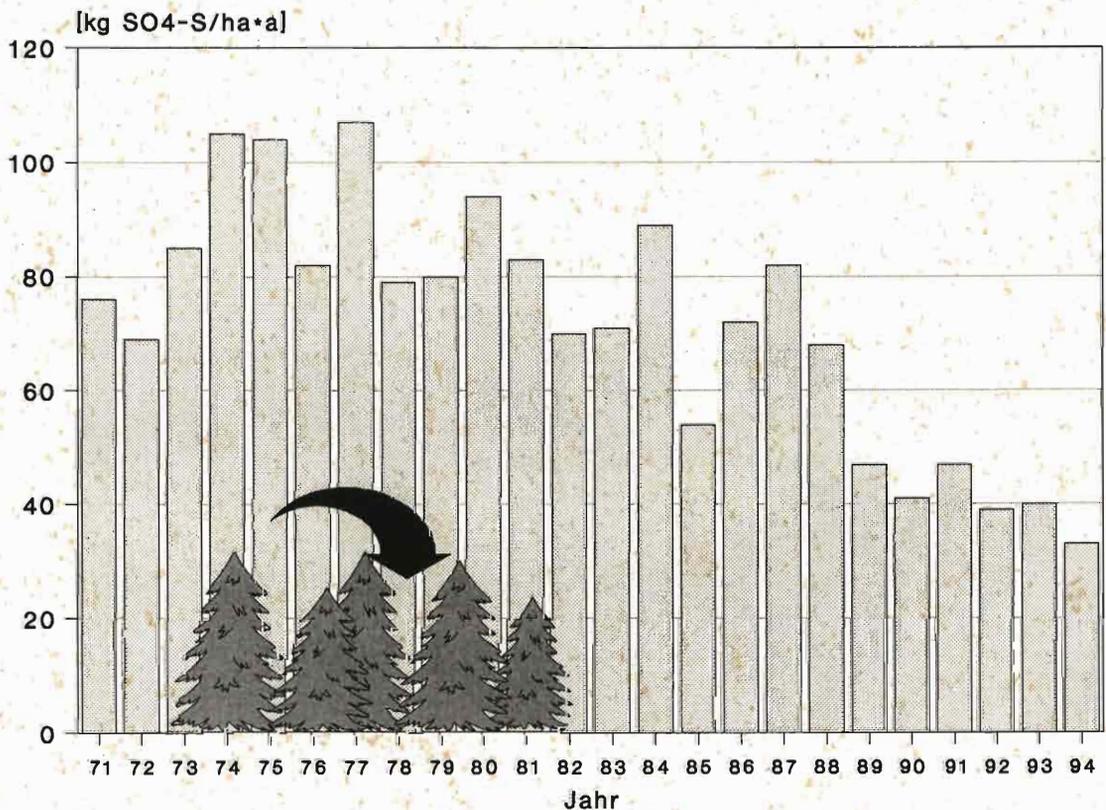
erreichten. Ebenfalls hohe Werte unter Fichtenbeständen wurden im gleichen Zeitraum vor allem im Solling/Harz mit 50 - 90 kg/ha aber auch in Ostbayern (33 - 110 kg/ha) und Hessen (21 - 89 kg/ha) festgestellt.

Vergleichsweise geringe jährliche Sulfateinträge wurden unter Fichtenbeständen, z.B. in Teilen des Schwarzwaldes (15 - 46 kg/ha) oder in Rheinland-Pfalz (24 - 43 kg/ha), sowie unter Kiefern im nordostdeutschen Tiefland (17 bis 40 kg/ha) ermittelt.

Auf nahezu allen Untersuchungsstandorten in den alten Ländern ist während der letzten zehn Jahre ein erheblicher Rückgang der Sulfatdeposition zu verzeichnen. Der Rückgang ist um so höher, je höher die Ausgangsbelastung der Standorte war. Unter Fichtenbeständen im Solling erreichten die Sulfateinträge beispielsweise gegen Mitte der 70er Jahre mit jährlich 80 - 110 kg/ha ein Maximum und gingen bis Anfang der 90er Jahre um mehr als die Hälfte auf nunmehr 30 - 40 kg/ha zurück (vgl. Abbildung 17).

Abbildung 17: Entwicklung der Deposition von Sulfatschwefel in einem Fichtenbestand (Kronentraufe) im Solling

(nach B. ULRICH, 1993: 25 Jahre Ökosystem- und Waldschadensforschung im Solling. Forstarchiv 64, S. 147 - 152; Angaben für 1992 bis 1994: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt)



Auch in den neuen Ländern zeichnet sich in den Jahren 1991 und 1992 eine deutliche Verringerung der Sulfateinträge ab. Dennoch erreicht die aktuelle jährliche Sulfatdeposition z.B. unter Fichtenbeständen in Thüringen immer noch Werte zwischen 35 und 60 kg/ha.

Allerdings übersteigen auch die verringerten Schwefeleintragsraten die Schwellenwerte der Verträglichkeit für Waldökosysteme (Critical Loads¹⁴) noch beträchtlich.

- **Stickstoff:** Die Gesamtstickstoffdeposition ergibt sich v.a. aus den Einträgen von Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) und Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$). Beide tragen – bezogen auf das gesamte Bundesgebiet – zu etwa gleichen Teilen dazu bei. Regional können diese Anteile jedoch sehr stark schwanken: Während in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten der Beitrag des Ammoniums überwiegt, dominiert in den leeseitig der Ballungszentren gelegenen Mittelgebirgsregionen der Beitrag des Nitrats.

Gegen Anfang und Mitte der 80er Jahre reichten die durchschnittlichen jährlichen Depositionsraten von Stickstoff (Nitrat und Ammonium) im Freiland von etwa 6 bis 24 kg/ha und unter Fichtenbeständen von etwa 8 bis 72 kg/ha.

Besonders hohe Werte wurden im nordwestlichen Küstenraum Niedersachsens (Wingst) mit 45 bis 72 kg/ha gemessen. Werte zwischen 20 und 40 kg/ha wurden an Untersuchungsstandorten in Hessen, Niedersachsen (Solling), Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Thüringen festgestellt, unter Kiefernbeständen in der DDR z.T. auch darüber. Vergleichsweise geringe Stickstoffeinträge wurden unter Fichtenbeständen in Bayern (11 - 30 kg/ha) sowie im südlichen Schleswig-Holstein (12 - 19 kg/ha) ermittelt.

Aufgrund von Reaktionen der Stickstoffverbindungen in der Baumkrone ist jedoch davon auszugehen, daß der Gesamteintrag an Stickstoff in Waldbeständen bis zum Doppelten des meßtechnisch Erfassbaren beträgt.

Während der letzten zehn Jahre zeigten die Stickstoffeinträge an der Mehrzahl der Untersuchungsstandorte eine gleichbleibende bis leicht steigende Tendenz.

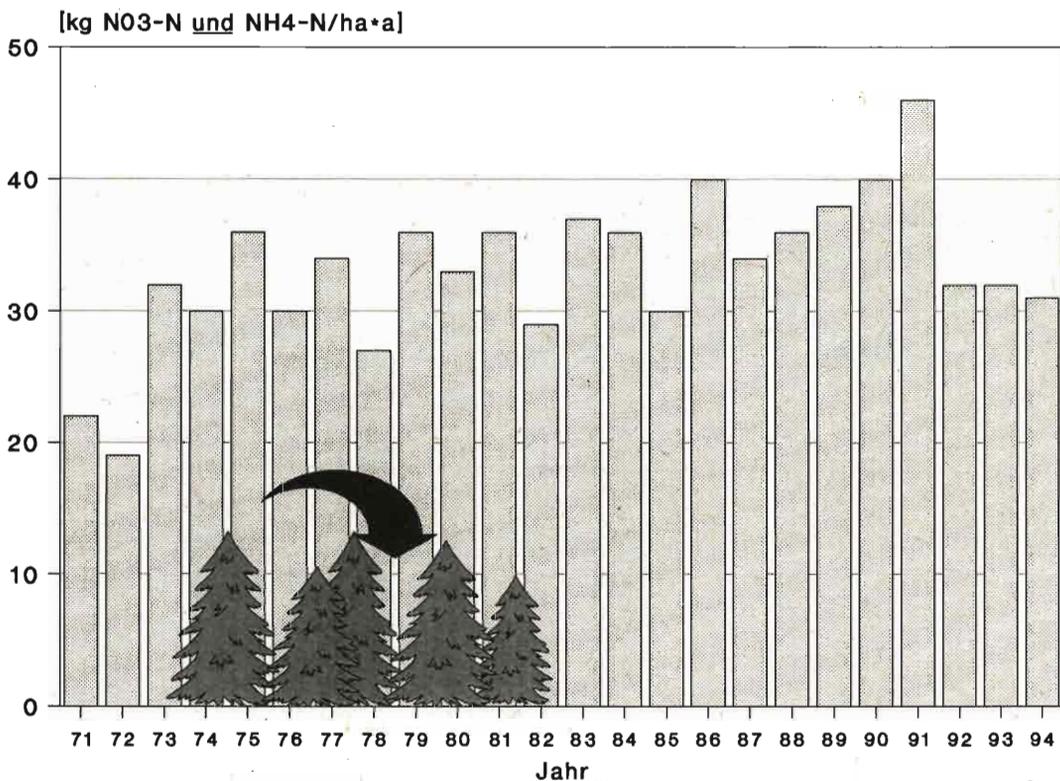
Die aktuellen jährlichen Eintragsraten von Stickstoff (Nitrat und Ammonium) erreichen derzeit auf vielen Standorten Größenordnungen um 30 - 40 kg N/ha (Beispiel in Abbildung 18). Sie liegen damit etwa um das Zwei- bis Fünffache über der Stickstoffmenge, die der Wald für sein Wachstum benötigt. Durch die jahrzehntelang anhaltenden Einträge hat

¹⁴ Angaben zur Belastbarkeit von Ökosystemen, insbesondere Waldböden, durch Säure- oder Stickstoffeinträge (Critical Loads) oder kritischen Konzentrationen von Luftschadstoffen (SO_2 , NO_x , Ozon) werden im Rahmen der von Deutschland geleiteten europaweiten Aktivitäten der UN/ECE-Sonderarbeitsgruppe „Kartierung kritischer Belastungswerte“ auf der Grundlage von Meßwerten und Modellrechnungen beim Umweltbundesamt ermittelt und kartiert. Methoden und Ergebnisse einschließlich der Critical-Loads-Karten sind veröffentlicht als UBA-Texte 25/93, National Report 1991, Forschungsbericht ÖNU/INS 1992. Diese Publikationen können beim Umweltbundesamt bezogen werden.

sich in vielen Waldökosystemen eine Sättigung mit Stickstoff eingestellt. Diese Wälder können überschüssigen Stickstoff nicht mehr speichern und geben ihn – z.T. in umweltbelastender Form (vgl. Abschnitt 5.3) – wieder ab. Beispielsweise beträgt der Nitrataustrag mit dem Quellwasser aus Waldökosystemen des Thüringer Waldes bereits ein Vielfaches der Eintragsbelastung.

Abbildung 18: Entwicklung der Stickstoffdeposition in einem Fichtenbestand (Kronentraufe) im Solling

(nach B. ULRICH, 1993: 25 Jahre Ökosystem- und Waldschadensforschung im Solling. Forstarchiv 64, S. 147 - 152; Angaben für 1992 bis 1994: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt)



Trotz meßtechnischer Unsicherheiten zeigen die vorliegenden Meßreihen, daß die Wälder bis zu vierfach höhere Depositionsraten als das Freiland aufweisen können (vgl. Abschnitt 5.2). Dies liegt daran, daß Wälder wegen der großen Oberfläche und Rauigkeit des Kronendaches viele Stoffe aus der Luft auskämmen.

Schwefel- und Stickstoffeinträge in die Wälder bedeuten eine erhebliche **Säurebelastung** insbesondere der Waldböden. Waldböden können Säureinträge innerhalb gewisser Grenzen abpuffern bzw. ökosystemunschädlich neutralisieren. Wird diese Pufferfähigkeit jedoch überschritten, so ist mit einer fortschreitenden Versauerung der Waldböden (vgl. Abschnitte 5.2 und 6.2.4) zu rechnen. Dadurch verringert sich die Fähigkeit der Böden, Nährstoffe festzuhalten. Zudem können v.a. infolge der Zerstörung von Tonmineralen hohe Konzentrationen potentiell giftiger Aluminium-, Eisen- und Manganionen im Bodenwasser auftreten. Standorte mit pufferschwachem Untergrund können bis in Grund- und Quellwasser-Schichten hinein versauern. Dadurch kann die Wasserqualität erheblich beeinträchtigt werden.

Insgesamt zeigen die Depositionsmessungen und -modelle, daß auch weiterhin zuviel Schadstoffe aus nationalen Quellen, aber auch aus grenzüberschreitenden Schadstoffströmen in die Waldökosysteme eingetragen werden.

6.1.5 Schwerpunkte für künftige Maßnahmen

Zur Reduzierung der Luftschadstoffe sind in den vergangenen Jahren zahlreiche nationale und internationale Regelungen getroffen worden, die alle wesentlichen Emissionsbereiche erfassen. Die positiven Auswirkungen dieser Luftreinhaltemaßnahmen werden im weiteren Verlauf der 90er Jahre in den alten Ländern noch deutlicher werden und in den neuen Ländern verstärkt zur Geltung kommen (vgl. Tabelle 8). Zur Umsetzung der ergriffenen Maßnahmen sind jedoch in den kommenden Jahren weitere erhebliche Anstrengungen bei allen Emittentengruppen erforderlich. Darüber hinaus werden verstärkt ökonomische Instrumente eingesetzt, um bei den Verursachern von Umweltbelastungen das Bewußtsein für ihre Eigenverantwortung zu stärken und ihr Eigeninteresse zu fördern, auch über gesetzliche Anforderungen und über die Abwehr von Gefahren hinaus Umweltbelastungen zu vermeiden.

Die Schwerpunkte für künftige Maßnahmen zur Luftreinhaltung sind:

1. Weitere Verringerung der Schadstoffemissionen aus Energieerzeugungs- und Industrieanlagen in den neuen Ländern.
2. Weitere Verringerung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen, v.a. NO_x und VOC. Wichtige Maßnahmen hierzu sind:
 - Prüfung von Maßnahmen zur Verbesserung der Dauerwirksamkeit von Abgasreinigungssystemen,
 - schrittweise Verringerung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauches neu zugelassener Pkw bis zum Jahr 2005 auf möglichst 5 Liter/100 km,
 - zügige weitere Durchsetzung des Dreistufenplanes der europäischen Abgasgesetzgebung für alle Kfz,

- Durchsetzung einer verbesserten Benzinqualität EU-weit. Der Benzolgehalt in Ottokraftstoffen muß deutlich reduziert werden. (In Deutschland liegt der Benzolgehalt z.Z. bei 2,1 Vol.%.)
 - Durchsetzung weiterer verkehrspolitischer Maßnahmen mit dem Ziel der stärkeren Nutzung des Schienengüter- und Schienenpersonenverkehrs, der Binnenschifffahrt sowie des Öffentlichen Personennahverkehrs, insbesondere durch
 - = Verstärkung der investiven Vorrangstellung für umweltverträglichere Verkehrsträger,
 - = Ausbau der Bahn zu einem modernen, noch leistungsfähigeren Verkehrsträger, um eine stärkere Verlagerung des Straßen- und des Kurzstreckenluftverkehrs auf die Schiene zu erreichen,
 - = Schaffung von Güterverkehrszentren zur Bündelung der Güterverkehrsströme.
3. Weitere Verringerung der landwirtschaftlichen Stickstoffemissionen. Wichtige Maßnahmen hierzu sind:
- Verabschiedung der Verordnung nach § 1 a Düngemittelgesetz zur näheren Bestimmung der guten fachlichen Praxis der Düngung,
 - Förderung umweltgerechter Produktionsverfahren im Rahmen der Maßnahmen nach der Verordnung (EWG) 2078/92 des Rates vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren;
ein Schwerpunkt dieser flankierenden Maßnahmen ist die Förderung extensiver Produktionsverfahren im Ackerbau, extensiver Grünlandnutzung, der Umwandlung von Ackerland in extensiv zu nutzendes Grünland sowie ökologischer Anbauverfahren,
 - weitere Nutzung des technischen Fortschritts in der Tier- und Pflanzenproduktion, um Emissionen zu reduzieren.
4. Fortführung der Arbeiten im Rahmen der UN/ECE-Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung. Anlässlich der Annahme des neuen SO₂-Protokolls im Juni 1994 verabschiedeten die in Oslo versammelten Umweltminister eine Deklaration, in der die weitere Strategie zur gesamteuropäischen Luftreinhaltepolitik vorgezeichnet wird. Darin erklärten sie sich u.a. entschlossen, jedwede Anstrengung zu unternehmen, die Verhandlungen über einen zweiten Schritt zum NO_x-Protokoll von 1988 zu beschleunigen, um die Emissionen von Stickstoffverbindungen, einschließlich Ammoniak und ggf. von flüchtigen organischen Verbindungen, u.a. im Hinblick auf deren Beitrag zur troposphärischen Ozonbildung, Versauerung und Eutrophierung weiter zu verringern.
5. Weitere Wahrnehmung der bisherigen Rolle Deutschlands als treibende Kraft beim internationalen Umweltschutz, auch durch beispielhaftes nationales Wirken beim Schutz der natürlichen Umwelt.

Darüber hinaus trägt die Klimaschutzpolitik der Bundesregierung auch zur Verminderung der die Waldökosysteme belastenden Schadstoffe bei. Zentraler Bestandteil der Klimaschutzpolitik ist die Verringerung der energiebedingten CO₂-Emissionen, mit der gleichzeitig auch ein erheblicher Teil der Luftschadstoffe reduziert wird.

6.2 Flankierende forstliche Maßnahmen

Es ist oberstes Ziel der Forst- und Umweltpolitik der Bundesregierung, den Wald in seinem Bestand zu erhalten und seine vielfältigen Funktionen für die Gesellschaft sicherzustellen. Zentraler Bestandteil dieser Politik ist, daß die anhaltende Umweltbelastung auf ein für die Waldökosysteme verträgliches Maß zurückgeführt wird.

Meßergebnisse zeigen, daß die Belastung der Wälder mit Schadstoffen zum Teil noch weit über den als „kritisch“ bezeichneten Belastungswerten (Konzept der „Critical levels and critical loads“) liegt. Wälder, die durch chronische oder kurzzeitig hohe Schadstoffeinträge belastet sind, weisen eine höhere Anfälligkeit gegenüber natürlichen Streßfaktoren auf. Durch den Eintrag von Luftschadstoffen werden die „klassischen“ Probleme des Waldschutzes (Insekten, Sturm, Wild usw.) erheblich verschärft.

Die Forstwirtschaft kann die Ursachen der Umweltbelastungen durch Luftschadstoffe nicht beheben. Ihr kommt vielmehr die Aufgabe zu, flankierend zu den Maßnahmen der Luftreinhaltung dazu beizutragen, die Widerstandsfähigkeit von Waldökosystemen zu verbessern und somit den Schadensverlauf zu mildern. Den Waldböden und der Bewahrung ihrer Fruchtbarkeit kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

6.2.1 Fördermittel für flankierende forstliche Maßnahmen

Bund und Länder unterstützen von neuartigen Waldschäden betroffene private und kommunale Forstbetriebe bereits seit 1984 bei Maßnahmen zur Stabilisierung immissionsgefährdeter Wälder. Hierfür wurden 1984 bis 1994 insgesamt rund 572,1 Mio. DM aus der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ aufgebracht (vgl. Tabelle 9). Für 1995 sind Ausgaben von 46,5 Mio DM eingeplant. Der Bund beteiligt sich mit 60 %, die Länder mit 40 % an den förderungsfähigen Kosten. Gefördert werden Bodenschutzkalkungen sowie Vor- und Unterbau und die Wiederaufforstung geschädigter Bestände.

Darüber hinaus haben besonders betroffene Länder spezielle Förderprogramme außerhalb der Gemeinschaftsaufgabe geschaffen. Die Länder haben für solche Programme zum Teil erhebliche Mittel bereitgestellt. Dies gilt z.B. für den ökologisch sehr sensiblen Alpenraum.

Tabelle 9: Die Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen aufgrund neuartiger Waldschäden im Privat- und Kommunalwald aus der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ durch Bund und Länder (in Mio. DM)

Jahr	Bodenschutz- kalkung und Kompensations- düngung	Wieder- aufforstung	Vor-/ Unterbau	Gesamt
1984	6,3	2,3	8,2	16,8
1985	10,5	4,1	11,0	25,6
1986	14,0	14,8	12,7	41,5
1987	17,1	18,9	17,7	53,7
1988	30,7	22,0	19,8	72,5
1989	29,2	13,5	23,8	66,5
1990	27,1	20,4	15,4	62,9
1991	19,5	50,8	11,8	82,1
1992	20,5	23,7	11,3	55,5
1993	22,4	14,4	14,9	51,7
1994	22,5	8,1	12,7	43,3
Summe	219,8	193,0	159,3	572,1

6.2.2 Steuerliche Erleichterungen

Waldbesitzer, die aufgrund neuartiger Waldschäden Zwangsnutzungen vornehmen müssen, können im Rahmen der Einkommensbesteuerung mit Entlastungen rechnen. Nach § 34 b Einkommensteuergesetz kann für Einkünfte aus Holznutzungen infolge höherer Gewalt (Kalamitätsnutzungen) ein ermäßigter Steuersatz für die Bemessung der Einkommensteuer in Anspruch genommen werden. In diese Kalamitätsnutzungen sind Zwangsnutzungen aufgrund neuartiger Waldschäden ausdrücklich einbezogen.

Die Höhe dieser steuerlichen Erleichterungen hängt unter anderem von der Größenordnung der Zwangsnutzungen ab. So verringert sich die Steuerschuld für Einkünfte im Rahmen von Kalamitätsnutzungen – je nach Höhe der Zwangsnutzung – auf bis zu ein Achtel des durchschnittlichen Steuersatzes.

Die Regelung nach § 34 b Einkommensteuergesetz kann besonders schwer betroffene Waldbesitzer erheblich entlasten. Die Höhe der tatsächlich erzielbaren Entlastung hängt wesentlich von der jeweiligen Einkommenssituation sowie den betrieblichen Verhältnissen ab.

6.2.3 Stabile Waldbestände durch Beachtung waldbaulicher Grundsätze

Angesichts der neuartigen Waldschäden ist bei der Bewirtschaftung der Wälder mehr denn je darauf zu achten, daß Belastungen für die Waldökosysteme und insbesondere für die Waldböden vermieden werden. Folgenden waldbaulichen Grundsätzen kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu:

- **Stabile und artenreiche Mischbestände.** Die Forstwirtschaft ist bestrebt, ökologisch stabile und ertragreiche Bestände zu erhalten bzw. wiederzubegründen. Wo es möglich und sinnvoll ist, sollte Naturverjüngung bevorzugt werden. In vielen Fällen werden dadurch Verjüngungsverfahren erforderlich, die Zeiträume von 20, 30 und mehr Jahren beanspruchen. Dazu müssen die mikroklimatischen Bedingungen und Lichtverhältnisse durch gezielte Bewirtschaftungsmaßnahmen individuell gestaltet werden. Sofern gesät oder gepflanzt wird, sind standortgerechte Baumarten und geeignete Herkünfte zu verwenden.
- **Vermeidung großflächiger Kahlhiebe.** Großflächige Kahlhiebe sind möglichst zu vermeiden, denn sie verursachen drastische Veränderungen im Wasser-, Stoff- und Strahlungshaushalt und führen zu einer raschen Mineralisierung des Humuskörpers verbunden mit Stoffausträgen in das Grundwasser. Die dabei freigesetzten Nährstoffe können von der vorhandenen Vegetation nur zum Teil aufgenommen werden, der andere Teil wird ausgewaschen. Dieser Verlust an Nährstoffen kann mit einem erheblichen Versauerungsschub verbunden sein, der die Waldböden zusätzlich zu der durch den Eintrag von Luftschadstoffen verursachten Versauerung belastet.
- **Gezielte Bestandespflege.** Je vitaler der Einzelbaum ist, desto stabiler ist auch der Gesamtbestand bzw. seine Widerstandskraft gegen Luftverunreinigungen. Zu den forstlichen Maßnahmen gegen die Waldschäden zählt daher auch eine Bestandespflege, die mit früh einsetzenden, mehrfachen Pflegeeingriffen gut gekrönte, stabile Bäume fördert.
- **Integrierter Pflanzenschutz.** Waldbestände werden in erster Linie durch vorbeugende Maßnahmen vor Schaderregern geschützt (Waldhygiene). In den meisten Forstbetrieben wird Forstschutz nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes praktiziert. Dabei stehen biotechnische Maßnahmen (z.B. Beseitigung von Borkenkäferbrutstätten) im Vordergrund. Chemische Pflanzenschutzmittel werden nur ausnahmsweise angewandt. Vorher wird grundsätzlich geprüft, ob der zu erwartende Nutzen den Aufwand und das Risiko rechtfertigt.
- **Bestandes- und bodenschonende Techniken.** Die Auswahl der Maschinen und Arbeitsverfahren muß sich an den Standorts- und Bestandesverhältnissen orientieren. Dadurch werden die Struktur der Böden und damit ihre Eigenschaft als Pflanzenstandort erhalten und Schäden an den Bäumen vermieden.
- **Ökologisch verträgliche Wilddichten.** Ökologisch vertretbare Wilddichten sollen ein Aufwachsen der natürlichen Hauptbaumarten ermöglichen. Regional sehr unterschiedlich werden Verjüngungsmaßnahmen durch zu hohe Schalenwildbestände gefährdet. Die Anlage von Schutzzäunen kann zur akuten, aber nicht zur dauerhaften Entschärfung des Problems beitragen. Insofern muß auf eine situationsbezogene Abschlußplanung in

Verbindung mit einer gewissenhaften Abschußerfüllung größter Wert gelegt werden. Eine Erweiterung des Äsungsangebots durch waldbauliche Maßnahmen bei gleichzeitiger konsequenter Bejagung kann langfristig wesentlich zur Entschärfung des Problems beitragen.

6.2.4 Schutz der Waldböden

Die Waldböden sind ein wesentlicher Teil der Waldökosysteme und haben große Bedeutung für die Wasserversorgung. Sie sind durch den hohen Eintrag von Schadstoffen und deren Anreicherung im Boden gefährdet (vgl. Abschnitte 6.1.4 und 5.3).

Bund und Länder haben auf diese Feststellung reagiert:

- Die Länder haben eine **Bodenzustandserhebung im Wald** durchgeführt, um den Zustand der Waldböden unter Immissionseinflüssen zu ermitteln und die zukünftige Entwicklung beurteilen zu können. Die Erhebung soll zuverlässige Angaben über die vom Forschungsbeirat „Waldschäden/Luftverunreinigungen“ befürchtete großflächige Versauerung der Waldböden erbringen. Die Länder Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Saarland, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Hessen haben ihre Ergebnisse bereits veröffentlicht. Das bundesweite Gesamtergebnis wird gegen Ende 1996 erwartet.
- Zur Abpufferung der anhaltenden Säureeinträge werden auf großen Waldflächen **Bodenschutzkalkungen bzw. Kompensationsdüngungen** durchgeführt. Ihnen kommt bei der Stärkung der Widerstandskraft und der Stabilisierung der Waldökosysteme eine besondere Bedeutung zu.
Eine Kalkung ist jedoch nicht auf allen Standorten sinnvoll und sollte daher grundsätzlich nur nach gründlicher Prüfung der Voraussetzungen und eventueller Nebenwirkungen (z.B. Nitrateintrag in das Grundwasser) eingesetzt werden.
- Zur Verbesserung der Kenntnisse wurden die **Forschungsbemühungen** auf diesem Gebiet intensiviert (vgl. Abschnitt 5.3).

Insgesamt wurden von 1984 bis 1994 rund 2,0 Mio. ha Wald gekalkt bzw. gedüngt, das entspricht rund 19 % der Waldfläche Deutschlands (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Bodenschutzkalkung und Kompensationsdüngung zur Stabilisierung von Waldökosystemen gegen atmogene Säureeinträge

Jahr	Bodenschutzkalkung und Kompensationsdüngung [in 1.000 ha]		
	im Privat- und im Kommunalwald	im Staatswald	Gesamt
1984 - 1990	410 ^a	846 ^b	1.256
1991	70	139	209
1992	71	100	171
1993	95	68	163
1994	89	81	170
1984 - 1994	735	1.234	1.969

^a = Nur Privat- und Kommunalwald der alten Länder;

^b = Staatswald in den alten Ländern sowie Staatswald, Privat- und Kommunalwald in der ehemaligen DDR

Bund und Länder fördern **im Privat- und im Kommunalwald** seit 1984 die Kalkung und die gezielte forstliche Düngung zur Stabilisierung der Waldökosysteme. Diese Maßnahmen werden aus der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ mit bis zu 90 % der förderungsfähigen Kosten unterstützt (vgl. Abschnitt 6.2.1). Als Ergebnis dieser Förderung wurden von 1984 bis 1994 im Privat- und Kommunalwald insgesamt rund 735.000 ha gekalkt bzw. gedüngt (vgl. Tabelle 10):

- In den alten Ländern erhielten private und kommunale Waldbesitzer im Zeitraum von 1984 bis 1990 rund 134 Mio. DM zur Durchführung dieser Maßnahmen auf rund 410.000 ha.
- In der ehemaligen DDR wurden Privat- und Kommunalwälder nahezu ausschließlich durch die staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe bewirtschaftet und wie Staatswald behandelt. Die in diesen Waldbesitzarten gekalkten bzw. gegen Immissionseinflüsse gedüngten Flächen sind daher bei den Angaben zum Staatswald der ehemaligen DDR enthalten. Seit 1991 können Privat- und Kommunalwald in den neuen Ländern ebenfalls im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe gefördert werden.
- In den Jahren 1991 bis 1994 wurden diese Maßnahmen in alten und neuen Ländern auf einer Fläche von rund 325.000 ha mit insgesamt 84,8 Mio. DM gefördert.

Auch **in den Staatswäldern** der alten wie der neuen Länder wird die Bodenschutzkalkung bzw. Kompensationsdüngung auf großer Fläche durchgeführt:

- In den Staatswäldern des früheren Bundesgebietes sowie der ehemaligen DDR wurden von 1984 bis 1990 insgesamt rund 846.000 ha gekalkt bzw. gedüngt:
 - = In den alten Ländern wurden von 1984 bis 1990 ca. 484.000 ha Staatswald gekalkt bzw. gedüngt.
 - = In der ehemaligen DDR waren es im gleichen Zeitraum ca. 362.000 ha (einschließlich Privat- und Kommunalwald).
- 1991 bis 1994 wurde diese Maßnahme im Staatswald der alten und neuen Länder auf ca. 388.000 ha (ca. 11 % aller Staatswaldflächen) durchgeführt.

6.2.5 Erhaltung forstlicher Genressourcen

Die genetische Vielfalt sichert die Anpassungsfähigkeit von Pflanzen und Tieren an sich verändernde Umweltbedingungen. Waldbäume besitzen eine besonders hohe genetische Mannigfaltigkeit. Diese ist wegen der Ortsgebundenheit und des sehr langsamen Generationswechsels der Bäume eine Voraussetzung zu ihrer Arterhaltung. Die genetische Vielfalt zu erhalten ist umso wichtiger, je mehr die Bäume durch Immissionen und Klimaänderungen belastet werden.

Eine bereits 1985 gegründete Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Erhaltung Forstlicher Genressourcen“ koordiniert die für die Erhaltung der genetischen Vielfalt der Baumarten erforderlichen Maßnahmen:

- Sicherung von Genressourcen am Ort ihres Vorkommens,
- Erhaltung von Genressourcen durch deren Verlagerung in weniger belastete Gebiete,
- Erhaltung von Genressourcen durch Einlagerung von Vermehrungsgut (Saatgut, Pollen, Gewebekulturen) in Genbanken bestehend aus Samenkühllagern, Feldkollektionen oder Samenplantagen.

Die Auslese und Vermehrung bzw. die Züchtung immissionstoleranter Individuen erfordern lange Zeiträume und bedingen ihrerseits wiederum eine Einengung der genetischen Vielfalt. Diese Maßnahmen können zwar einen Beitrag für Sonderfälle leisten, haben insgesamt aber nur nachrangige Bedeutung als forstliche Maßnahme gegen neuartige Waldschäden.

6.3 Waldschadensforschung/Waldökosystemforschung

Im Rahmen des Aktionsprogrammes „Rettet den Wald“ haben Bund, Länder und andere Forschungsträger in der Bundesrepublik Deutschland seit 1982 etwa 850 Forschungsvor-

haben mit insgesamt 465 Mio. DM gefördert. Die Bundesregierung hat davon 330 Vorhaben mit insgesamt 313 Mio. DM unterstützt. Darüber hinaus haben Bundes- und Landesforschungseinrichtungen, Landesanstalten für Umweltschutz, Großforschungseinrichtungen und Hochschulen im Rahmen ihrer finanziellen Möglichkeiten Projekte für die Waldschadensforschung finanziert.

Die Waldschadensforschung wird seit 1982 durch die Interministerielle Arbeitsgruppe „Waldschäden/Luftverunreinigungen“ (IMA), in der die Forschungsförderer (Bundes- und Länderressorts) vertreten sind, koordiniert.

Anfang der 80er Jahre standen v.a. Einzelhypothesen über die Ursachen der neuartigen Waldschäden im Mittelpunkt. Es wurde jedoch sehr bald klar, daß die als neuartig bezeichneten Waldschäden auf Ursachenkomplexe zurückgeführt werden müssen, die im Einzelfall aus zahlreichen anthropogenen und natürlichen Einflußgrößen zusammengesetzt sind und mit unterschiedlichem Gewicht die Ausprägung der Schadsymptome mitverursachen. So hat der Forschungsbeirat „Waldschäden/Luftverunreinigungen“ bereits 1989 festgestellt, daß es „angesichts der vielfältigen Zusammenhänge von Standorts-, Bestandes-, Bewirtschaftungs- und Belastungsfaktoren keine einfache, für alle Wälder gleichermaßen gültige Erklärung der Ursachen für die neuartigen Waldschäden geben kann.“ Die Förderung neuer Projekte der speziellen Waldschadensforschung aus Sonderprogrammen ist von der Bundesregierung und bis auf Baden-Württemberg auch von den Ländern eingestellt worden.

Im Verlauf von über 10 Jahren Waldschadensforschung hat sich gezeigt, daß die sehr vielfältigen und komplexen Zusammenhänge der die Waldgesundheit beeinflussenden Faktoren umfassende, d.h. ökosystemare und auf Langzeitbeobachtungen ausgelegte Forschungsansätze erfordern (vgl. Abschnitt 5). Ökosystemare Ansätze gewinnen daher in der Forschungsförderung zunehmend an Gewicht. Daher wird die Waldökosystemforschung jährlich mit 19 Mio. DM gefördert.

7 Maßnahmen gegen die Klimaänderung

Eine globale Klimaänderung könnte erhebliche, regional unterschiedliche Auswirkungen auf die Wälder haben. Ihre genauen Ausmaße können heute allerdings noch nicht hinreichend genau abgeschätzt werden.

Die Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen könnte sowohl durch das Ausmaß als auch durch die Geschwindigkeit einer Klimaänderung überfordert werden. Je stärker sich die klimatischen Bedingungen von den optimalen Verhältnissen für eine Baumart unterscheiden, um so anfälliger wird diese Baumart für Streßfaktoren. Immissionsgeschädigte Bäume wären hiervon besonders betroffen.

7.1 Nationale Maßnahmen¹⁵

Vor dem Hintergrund der weltweiten Diskussion über den anthropogenen Treibhauseffekt und die damit verbundenen Klimaänderungen und deren Auswirkungen hat die Bundesregierung bereits frühzeitig eine umfassende nationale Klimaschutzstrategie entwickelt und umgesetzt. Dabei wird sie durch die „Interministerielle Arbeitsgruppe CO₂-Reduktion“ (IMA CO₂-Reduktion) unterstützt. Der dritte Bericht dieser Arbeitsgruppe ist im September 1994 vom Bundeskabinett verabschiedet und mit den auf dieser Grundlage entwickelten Maßnahmen beschlossen worden.

Schwerpunkt der Klimaschutzpolitik der Bundesregierung ist neben der Verminderung von FCKW und Halonen ein CO₂-Minderungsprogramm, das durch Programme zu anderen Treibhausgasen wie z.B. Methan und N₂O ergänzt wird. Maßnahmen zur Verminderung der CO₂-Emissionen leisten in der Regel auch einen Beitrag zur Reduzierung weiterer Treibhausgasemissionen und zur Lösung anderer Umweltprobleme (z.B. Minderung von Luftschadstoffen).

Die Bundesregierung strebt für Deutschland an, die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005 – bezogen auf das Emissionsvolumen des Jahres 1990 – um 25 % zu verringern. Unter der Annahme, daß dieses CO₂-Minderungsziel erreicht wird und damit auch die Emissionen anderer energiebedingter klimarelevanter Gase vermindert werden und daß die Reduktionsverpflichtungen für NO_x und VOC aufgrund der UN/ECE-Protokolle und die zusätzliche Erklärung zur NO_x-Verminderung umgesetzt werden, sowie unter der Berücksichtigung der Auswirkungen der nationalen FCKW-Halon-Verbots-Verordnung, die bis Ende 1994 den Ausstieg aus Produktion und Verwendung dieser Stoffe bis auf geringfügige

¹⁵ Weitere Informationen hierzu sind im „Ersten Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“ und im „Dritten Bericht der IMA CO₂-Reduktion“ jeweils vom September 1994 enthalten. Die Berichte können über das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bezogen werden.

Ausnahmen herbeiführte, ließe sich bis zum Jahr 2005 in Deutschland eine Reduktion der CO₂-Äquivalente um eine Größenordnung von 50 % erreichen (bezogen auf die Emissionen des Jahres 1987).

Auch nahezu alle in Kapitel 6 genannten Maßnahmen tragen direkt oder indirekt zum Klimaschutz bei. Maßnahmen zur Luftreinhaltung führen zu einer Entlastung der Waldökosysteme. Flankierende forstliche Maßnahmen, wie der seit Jahren auf geeigneten Standorten in großem Umfang betriebene Umbau vormaliger Reinbestände zu naturnäheren Mischbeständen, verbessern ihre Stabilität auch gegenüber möglichen Klimaänderungen.

Ebenso ist die Förderung wissenschaftlicher Untersuchungen zur Klimaänderung und ihren Auswirkungen Bestandteil der Klimaschutzstrategie der Bundesregierung. Hier ist z.B. der Forschungsschwerpunkt „Klimaforschung“ des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie sowie der geplante zusätzliche Forschungsschwerpunkt „Auswirkungen der Klimaänderung/Klimafolgenforschung“ zu nennen.

Auch forstliche Maßnahmen können dazu beitragen, die Kohlenstoffeinbindung (Wald als CO₂-Senke) zu erhöhen und damit der Klimaänderung entgegenzuwirken. Der wichtigste Beitrag der Forstwirtschaft ist der Erhalt und die Stabilisierung der bereits bestehenden Wälder. Weiterhin ist die Aufforstung von brachliegenden oder landwirtschaftlichen Flächen von Bedeutung. Die Förderung der Erstaufforstung (vgl. Abschnitt 6.1.1) von Bund und Ländern wurde daher seit 1991 verbessert.

Als Ergebnis hat sich die geförderte Erstaufforstungsfläche seit 1991 (2.931 ha) erheblich vergrößert (1993: 7.118 ha, 1994: 6.012 ha)¹⁶. Bei einem angenommenen Durchschnitt von 5.000 ha/Jahr könnten somit im Zeitraum 1990 – 2005 80.000 ha Wald neu geschaffen werden. Diese Wälder dürften dann jährlich ca. 1 Mio. t CO₂ zusätzlich einbinden. Bezogen auf die nationalen CO₂-Emissionen des Jahres 1990 in Höhe von rund 1 Mrd. t CO₂ – entspricht dies einem Minderungsbeitrag von 0,1 %. Die zusätzliche Kohlenstoffeinbindung ist räumlich (auf die für die Erstaufforstung verfügbare Fläche) und zeitlich (auf die Aufwuchsphase der neuen Waldbestände) begrenzt. Deshalb ist eine Verringerung anthropogener Emissionen (u.a. verringerter Verbrauch bzw. Substitution bei fossilen Energieträgern) weiterhin notwendig.

7.2 Internationale Maßnahmen

Auch international ist der wichtigste Beitrag der Forstwirtschaft der Erhalt (u.a. auch durch nachhaltige Nutzung) der bereits bestehenden Wälder. Dies gilt für alle Waldökosy-

¹⁶ Über die Größenordnung von nicht geförderten Erstaufforstungen liegen keine Angaben vor; es wird jedoch unterstellt, daß ihre Fläche geringer ist als die der geförderten Aufforstungen.

steme der Erde. Sie stellen nach den Ozeanen den wichtigsten CO₂-Speicher dar. Nachhaltige Bewirtschaftung ist walderhaltend, umweltschonend und berücksichtigt die Interessen der örtlichen Bevölkerung.

Weltweit ist die Bedeutung der Anlage neuer Waldflächen groß, insbesondere wenn andere Aspekte (z.B. Nutz- und Schutzfunktionen für die örtliche Bevölkerung) mit einbezogen werden. Die durch Neuaufforstung erzielbare zusätzliche Kohlenstoffbindung sollte allerdings nicht überschätzt werden, zumal sie zeitlich auf die Aufwuchsphase der neuen Waldbestände begrenzt ist.

Die Bundesregierung hält völkerrechtlich verbindliche Regelungen zum Schutz des Klimas und der Wälder für erforderlich.

Bei der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED, Juni 1992 in Rio de Janeiro/Brasilien) hat sie daher – zusammen mit über 150 anderen Staaten – u.a. die Klimarahmenkonvention gezeichnet. Die Konvention ist am 21.3.1994 in Kraft getreten. Auf der ersten Vertragsstaatenkonferenz in Berlin (März/April 1995) wurde das „Berliner Mandat“ für Verhandlungen über verschärfte Verpflichtungen der Industrieländer zur Begrenzung und Reduktion von Treibhausgas-Emissionen verabschiedet und beschlossen, das Sekretariat der Konvention in Deutschland anzusiedeln. Die Bundesregierung arbeitet intensiv an der Umsetzung und Fortentwicklung der Klimarahmenkonvention.

Mit den Konventionen zu Klimaschutz und Biologischer Vielfalt sowie mit der Verabschiedung der Walderklärung und der Rio-Deklaration, mit dem Aktionsprogramm „Agenda 21“ und dem Beschluß zur Einrichtung einer UN-Kommission für nachhaltige Entwicklung (Commission on Sustainable Development, CSD) sind bei UNCED Grundlagen für eine qualitativ neue weltweite Zusammenarbeit in der Umwelt- und Entwicklungspolitik geschaffen worden. Sie enthalten auch Vorschläge für konkrete Maßnahmen, die gegen die fortschreitende Entwaldung und Schädigung der Wälder ergriffen werden müssen (insbesondere Walderklärung und Kapitel 11 der Agenda 21).

Mit der Verabschiedung der Walderklärung von Rio wurde erstmals weltweit ein politischer Konsens zu Waldschutzfragen erreicht. Die Walderklärung enthält weltweit festgelegte Grundsätze zur Bewirtschaftung, Erhaltung und nachhaltigen Entwicklung von Wäldern und ist eine tragfähige Grundlage für weitere konkrete Maßnahmen. Die Bundesregierung setzt sich weiter dafür ein, daß die gefaßten Beschlüsse weltweit umgesetzt und weiterentwickelt werden. Sie wird auch weiterhin zusammen mit ihren Partnern nach Möglichkeiten suchen, die uns dem Ziel einer völkerrechtlich verbindlichen Regelung im Waldbereich, z.B. einer Waldkonvention, näherbringen können. Hierfür ist die Unterstützung durch die Entwicklungsländer, mit denen die Bundesregierung den Dialog zu dieser Problematik sucht, notwendig.

Bei der dritten CSD-Sitzung (April 1995) stand das Thema Wälder im Mittelpunkt der politischen Auseinandersetzung. Die CSD beschloß, zur Weiterführung des internationalen

forstpolitischen Dialogs ein „Intergovernmental Panel on Forests“ einzusetzen. Es hat den Auftrag, die seit Rio erfolgten Aktivitäten im Waldbereich zu überprüfen, Defizite bei der Umsetzung der Waldbeschlüsse von Rio aufzudecken, weiterführende Vorschläge zu entwickeln und darüber der CSD 1997 zu berichten. Das Panel ist im September 1995 zu seiner ersten Sitzung zusammengekommen.

Darüber hinaus ist die Bundesregierung aktiv eingebunden in die internationalen Maßnahmen gegen die fortschreitende Zerstörung der Tropenwälder. Deutschland gehört mit jährlich rd. 270 Mio. DM zu den wichtigsten bilateralen Gebern.

8. Anhang

Verzeichnis der im Anhang enthaltenen Tabellen

Tabelle 1: Waldschäden nach Ländern von 1984 bis 1995	
a) Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale	90
b) Anteil der Bäume mit schwachen Schäden	91
c) Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden	92
Tabelle 2: Entwicklung der Waldschäden 1995 im Vergleich zum Vorjahr	
a) Nadelbäume	93
b) Laubbäume	94
Tabelle 3: Entwicklung der deutlichen Schäden nach Baumarten und Ländergruppen in den Jahren 1984 bis 1995	95
Tabelle 4: Veränderung der Waldschäden nach Bundesländern 1995	
a) Nadelbäume	96
b) Laubbäume	97
Tabelle 5: Waldschäden nach Baumarten, Altersgruppen und Schadstufen 1995	98
Tabelle 6: Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1995 nach Altersgruppen	
a) Fichte	99
b) Kiefer	99
c) Buche	100
d) Eiche	100
e) alle Baumarten	101
Tabelle 7: Entwicklung der Vergilbungen nach Baumarten in den Jahren von 1986 bis 1995	102
Tabelle 8: Entwicklung der Waldschäden bei Tanne in den Jahren von 1984 bis 1995	103
Tabelle 9: Insekten- und Pilzbefall 1995	103
Tabelle 10: Netzdichten, Stichprobenpunkte und Stichprobenbäume 1995	104

Tabelle 1: Waldschäden nach Ländern von 1984 bis 1995**a) Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale**

Land	Anteil der Bäume ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0) [in %]											
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Bremen	•	48	16	20	40	43	58	48	59	59	55	61
Hamburg	44	23	20	34	48	49	48	46	48	55	52	49
Niedersachsen	64	64	63	67	58	57	46	56	48	49	42	48
Nordrhein-Westfalen	58	63	59	55	61	61	58	58	50	50	49	49
Schleswig-Holstein	73	66	61	50	52	52	54	53	60	57	50	51
Nordwestdeutsche Länder	62	64	61	60	51	58	52	57	50	50	46	48
Berlin	48	24	21	28	29	34	47*	23*	35	31	32	32
Brandenburg	•	•	•	•	•	•	41 ¹⁾	29	30	44	42	47
Mecklenburg-Vorpommern	•	•	•	•	•	•	42 ¹⁾	19	11	13	41	45
Sachsen	•	•	•	•	•	•	51 ¹⁾	37	39	41	40	46
Sachsen-Anhalt	•	•	•	•	•	•	24 ¹⁾	28	31	29	35	40
Thüringen	•	•	•	•	•	•	34 ¹⁾	19	16	17	22	24
Ostdeutsche Länder	•	•	•	•	•	•	34¹⁾	27	25	31	37	41
Baden-Württemberg	34	34	35	40	41	40	37 ¹⁾	39	26 ¹⁾	23 ¹⁾	35	29 ¹⁾
Bayern	42	39	36	38	43	41	•	27	23	36	31	38
Hessen	58	54	52	52	45	46	40 ¹⁾	29	31	29	25	27
Rheinland-Pfalz	58	53	54	54	50	50	50 ¹⁾	47	46	46	39	39
Saarland	69	62	58	46	48	56	•	56	55	51	53	52
Süddeutsche Länder	45	43	41	43	44	43	•	34	29	33	32	35

• = Keine Ergebnisse verfügbar

* = Ende der Zeitreihe in (West-) Berlin, Beginn einer neuen Zeitreihe (Gesamt-) Berlin

1) Ergebnisse aufgrund einer Erhebung im 16 x 16 km-Raster

Tabelle 1: Waldschäden nach Ländern von 1984 bis 1995

b) Anteil der Bäume mit schwachen Schäden

Land	Anteil der Bäume mit schwachen Schäden (Schadstufe 1) [in %]											
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Bremen	•	31	42	55	47	37	37	39	31	28	30	27
Hamburg	45	51	50	42	37	37	36	37	35	31	33	36
Niedersachsen	27	26	26	25	32	30	37	34	39	35	41	35
Nordrhein-Westfalen	31	27	30	29	29	29	29	31	34	34	36	37
Schleswig-Holstein	15	24	26	27	30	30	31	32	27	27	32	29
Nordwestdeutsche Länder	28	26	28	27	38	30	33	32	36	34	38	36
Berlin	44	6	52	50	46	43	40*	48*	51	44	47	50
Brandenburg	•	•	•	•	•	•	35 ¹⁾	38	45	39	40	39
Mecklenburg-Vorpommern	•	•	•	•	•	•	18 ¹⁾	32	46	57	48	45
Sachsen	•	•	•	•	•	•	24 ¹⁾	36	40	35	35	37
Sachsen-Anhalt	•	•	•	•	•	•	24 ¹⁾	38	37	38	47	39
Thüringen	•	•	•	•	•	•	32 ¹⁾	31	30	33	33	37
Ostdeutsche Länder	•	•	•	•	•	•	30¹⁾	35	41	40	40	39
Baden-Württemberg	42	39	42	39	42	40	44 ¹⁾	44	50 ¹⁾	46 ¹⁾	39	44 ¹⁾
Bayern	32	33	38	41	39	41	•	43	45	42	39	39
Hessen	33	34	29	29	38	37	41 ¹⁾	42	36	36	37	33
Rheinland-Pfalz	34	38	38	37	40	40	40 ¹⁾	41	41	40	40	42
Saarland	24	28	31	37	33	29	•	27	27	28	29	25
Süddeutsche Länder	35	35	37	38	39	40	•	42	44	42	39	39

• = Keine Ergebnisse verfügbar

* = Ende der Zeitreihe in (West-) Berlin, Beginn einer neuen Zeitreihe (Gesamt-) Berlin

1) = Ergebnisse aufgrund einer Erhebung im 16 x 16 km-Raster

Tabelle 1: Waldschäden nach Ländern von 1984 bis 1995
c) Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden

Land	Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden (Schadstufen 2-4) [in %]											
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Bremen	•	21	42	25	13	20	5	13	10	13	15	12
Hamburg	11	26	30	24	15	14	16	17	17	14	15	15
Niedersachsen	9	10	11	8	10	13	17	10	13	16	17	17
Nordrhein-Westfalen	11	10	11	16	10	10	13	11	16	16	15	14
Schleswig-Holstein	12	10	13	23	18	18	15	15	13	16	18	20
Nordwestdeutsche Länder	10	10	11	13	11	12	15	11	14	16	16	16
Berlin	8	14	28	22	25	23	13*	29*	14	25	21	18
Brandenburg	•	•	•	•	•	•	24 ¹⁾	33	25	17	18	14
Mecklenburg-Vorpommern	•	•	•	•	•	•	40 ¹⁾	49	43	30	11	10
Sachsen	•	•	•	•	•	•	25 ¹⁾	27	21	24	25	17
Sachsen-Anhalt	•	•	•	•	•	•	52 ¹⁾	34	32	33	18	21
Thüringen	•	•	•	•	•	•	34 ¹⁾	50	54	50	45	39
Ostdeutsche Länder	•	•	•	•	•	•	36¹⁾	38	34	29	23	20
Baden-Württemberg	24	27	23	21	17	20	19 ¹⁾	17	24 ¹⁾	31 ¹⁾	26	27 ¹⁾
Bayern	26	28	26	21	18	18	•	30	32	22	30	23
Hessen	9	12	19	19	17	17	19 ¹⁾	29	33	35	38	40
Rheinland-Pfalz	8	9	8	9	10	10	10 ¹⁾	12	13	14	21	19
Saarland	7	10	11	17	19	15	•	17	18	21	18	23
Süddeutsche Länder	20	22	22	19	17	17	•	24	27	25	29	26

• = Keine Ergebnisse verfügbar

* = Ende der Zeitreihe in (West-) Berlin, Beginn einer neuen Zeitreihe (Gesamt-) Berlin

1) Ergebnisse aufgrund einer Erhebung im 16 x 16 km-Raster

Tabelle 2: Entwicklung der Waldschäden 1995 im Vergleich zum Vorjahr
a) Nadelbäume

Baumart	Ländergruppe	Anteil der Schadstufen [in %]								
		0 ohne Schadmerkmale			1 schwache Schäden			2-4 deutliche Schäden		
		1994	1995	Veränd.	1994	1995	Veränd.	1994	1995	Veränd.
Fichte	Nordwestdt.	55	58	+ 3	29	29	± 0	16	13	- 3
	Ostdt.	35	39	+ 4	32	34	+ 2	33	27	- 6
	Süddt.	40	45	+ 5	37	34	- 3	23	21	- 2
	Gesamt D	42	46	+ 4	34	33	- 1	24	21	- 3
Kiefer	Nordwestdt.	44	47	+ 3	45	44	- 1	11	9	- 2
	Ostdt.	38	45	+ 7	44	42	- 2	18	13	- 5
	Süddt.	24	28	+ 4	49	50	+ 1	27	22	- 5
	Gesamt D	34	40	+ 6	46	45	- 1	20	15	- 5
sonstige Nadel- bäume *)	Nordwestdt.	67	68	+ 1	26	26	± 0	7	6	- 1
	Ostdt.	58	56	- 2	33	30	- 3	9	14	+ 5
	Süddt.	37	36	- 1	33	34	+ 1	30	30	± 0
	Gesamt D	47	47	± 0	31	32	+ 1	22	21	- 1
Nadel- bäume gesamt	Nordwestdt.	53	55	+ 2	35	34	- 1	12	11	- 1
	Ostdt.	39	44	+ 5	40	39	- 1	21	17	- 4
	Süddt.	36	40	+ 4	39	38	- 1	25	22	- 3
	Gesamt D	40	44	+ 4	39	38	- 1	21	18	- 3

*) = z.B. Lärche, Douglasie, Tanne

Tabelle 2: Entwicklung der Waldschäden 1995 im Vergleich zum Vorjahr

b) Laubbäume

Baumart	Ländergruppe	Anteil der Schadstufen [in %]								
		0 ohne Schadmerkmale			1 schwache Schäden			2-4 deutliche Schäden		
		1994	1995	Veränd.	1994	1995	Veränd.	1994	1995	Veränd.
Buche	Nordwestdt.	27	29	+ 2	49	38	- 11	24	33	+ 9
	Ostdt.	27	19	- 8	45	41	- 4	28	40	+ 12
	Süddt.	24	18	- 6	40	44	+ 4	36	38	+ 2
	Gesamt D	25	21	- 4	43	42	- 1	32	37	+ 5
Eiche	Nordwestdt.	26	33	+ 7	44	44	± 0	30	23	- 7
	Ostdt.	16	26	+ 10	38	38	± 0	46	36	- 10
	Süddt.	14	13	- 1	35	45	+ 10	51	42	- 9
	Gesamt D	17	21	+ 4	38	44	+ 6	45	35	- 10
sonstige Laub- bäume *)	Nordwestdt.	55	57	+ 2	36	32	- 4	9	11	+ 2
	Ostdt.	40	45	+ 5	40	38	- 2	20	17	- 3
	Süddt.	48	50	+ 2	35	35	± 0	17	15	- 2
	Gesamt D	47	50	+ 3	37	35	- 2	16	15	- 1
Laub- bäume gesamt	Nordwestdt.	35	37	+ 2	44	38	- 6	21	25	+ 4
	Ostdt.	31	33	+ 2	41	39	- 2	28	28	± 0
	Süddt.	27	25	- 2	38	42	+ 4	35	33	- 2
	Gesamt D	30	30	± 0	40	40	± 0	30	30	± 0

*) = z.B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

Tabelle 3: Entwicklung der deutlichen Schäden nach Baumarten und Ländergruppen in den Jahren 1984 bis 1995
(N = nordwestdeutsche, O = ostdeutsche, S = süddeutsche Länder, D = Bundesrepublik Deutschland)

Jahr	Anteil der Schadstufen 2 - 4 [in %]															
	Fichte				Kiefer				Buche				Eiche			
	N	O	S	D	N	O	S	D	N	O	S	D	N	O	S	D
1984	14	•	22	21	13	•	25	21	6	•	14	11	8	•	10	9
1985	13	•	27	24	11	•	20	17	7	•	17	15	9	•	20	16
1986	14	•	24	22	8	•	18	15	13	•	21	19	11	•	24	20
1987	13	•	18	17	3	•	16	12	25	•	20	22	18	•	24	22
1988	13	•	15	15	6	•	15	12	14	•	18	17	18	•	25	24
1989	11	•	14	14	4	•	14	11	21	•	22	22	22	•	27	26
1990	14	31	•	•	5	30	•	•	34	54	•	•	19	69	•	•
1991	13	38	22	23*	4	39	25	29*	20	41	28	28*	16	50	32	31*
1992	12	37	24	24	4	30	23	24	29	47	39	38	24	44	31	32
1993	16	35	21	22	9	23	22	20	26	43	31	32	31	55	49	45
1994	16	33	23	24	11	18	27	20	24	28	36	32	30	46	51	45
1995	13	27	21	21	9	13	22	15	33	40	38	37	23	36	42	35

* = Beginn einer neuen Zeitreihe für das seit dem 03.10.1990 erweiterte Bundesgebiet

• = keine Angaben verfügbar

Tabelle 4: Veränderung der Waldschäden nach Bundesländern 1995

a) Nadelbäume

Land	Anteil der Schadstufen 2 - 4 und ihre Veränderung zum Vorjahr [in %]						
	Fichte		Kiefer		sonst. Nadelbäume*	Nadelbäume gesamt	alle Baumarten
Bremen	39	(- 6)	11	(- 1)	• (•)	15 (- 2)	12 (- 3)
Hamburg	16	(- 6)	18	(± 0)	3 (± 0)	15 (- 1)	15 (± 0)
Niedersachsen	19	(- 1)	9	(- 1)	7 (± 0)	11 (- 2)	17 (± 0)
Nordrhein-Westfalen	9	(- 3)	13	(- 1)	5 (- 4)	9 (- 3)	14 (- 1)
Schleswig-Holstein	27	(- 4)	2	(+ 1)	8 (+ 4)	16 (- 1)	20 (+ 2)
Nordwestdt. Länder	13	(- 3)	9	(- 2)	7 (± 0)	11 (- 1)	16 (± 0)
Berlin	•	(•)	18	(- 1)	2 (- 2)	17 (- 1)	18 (- 3)
Brandenburg	•	(•)	13	(- 5)	7 (+ 1)	13 (- 5)	14 (- 4)
Mecklb.- Vorpommern	15	(± 0)	8	(- 2)	16 (+ 13)	9 (± 0)	10 (- 1)
Sachsen	22	(- 11)	10	(- 10)	5 (± 0)	16 (- 10)	17 (- 8)
Sachsen-Anhalt	21	(+ 12)	11	(+ 1)	• (•)	12 (+ 2)	21 (+ 3)
Thüringen	35	(- 7)	35	(- 11)	44 (+ 12)	35 (- 8)	39 (- 6)
Ostdt. Länder	27	(- 6)	13	(- 5)	14 (+ 5)	17 (- 4)	20 (- 3)
Baden-Württemberg	•	(•)	•	(•)	• (•)	• (•)	27 (+ 1)
Bayern	21	(- 5)	16	(- 11)	• (•)	20 (- 7)	23 (- 7)
Hessen	25	(+ 1)	47	(+ 2)	26 (+ 4)	33 (+ 2)	40 (+ 2)
Rheinland-Pfalz	12	(- 1)	9	(+ 2)	13 (+ 4)	11 (+ 1)	19 (- 2)
Saarland	16	(+ 5)	18	(+ 1)	19 (+ 5)	17 (+ 5)	23 (+ 5)
Süddt. Länder	21	(- 2)	22	(- 5)	30 (± 0)	22 (- 3)	26 (- 3)
Bundesrepublik Deutschland	21	(- 3)	15	(- 5)	21 (- 1)	18 (- 3)	22 (- 3)

() = Veränderungen im Vergleich zu 1994; • = keine Angaben verfügbar; * = z.B. Lärche, Douglasie, Tanne

Tabelle 4: Veränderung der Waldschäden nach Bundesländern 1995

b) Laubbäume

Land	Anteil der Schadstufen 2 - 4 und ihre Veränderung zum Vorjahr [in %]				
	Buche	Eiche	sonst. Laubbäume*	Laubbäume gesamt	alle Baumarten
Bremen	• (•)	8 (- 5)	12 (- 3)	10 (- 3)	12 (- 3)
Hamburg	18 (+ 11)	6 (- 3)	15 (- 3)	14 (+ 1)	15 (± 0)
Niedersachsen	32 (+ 1)	25 (- 14)	13 (+ 3)	26 (- 1)	17 (± 0)
Nordrhein-Westfalen	28 (+ 9)	20 (- 6)	11 (+ 4)	21 (+ 3)	14 (- 1)
Schleswig-Holstein	41 (+ 20)	10 (- 12)	8 (- 3)	23 (+ 5)	20 (+ 2)
Nordwestdt. Länder	33 (+ 9)	22 (- 8)	11 (+ 2)	25 (+ 4)	16 (± 0)
Berlin	• (•)	22 (- 16)	18 (+ 1)	19 (- 7)	18 (- 3)
Brandenburg	26 (+ 11)	21 (- 3)	16 (- 1)	19 (+ 1)	14 (- 4)
Mecklb.- Vorpommern	30 (+ 21)	12 (- 16)	4 (- 7)	12 (- 2)	10 (- 1)
Sachsen	• (•)	• (•)	11 (- 3)	23 (+ 1)	17 (- 8)
Sachsen-Anhalt	47 (+ 23)	45 (- 11)	27 (- 1)	38 (+ 3)	21 (+ 3)
Thüringen	48 (+ 1)	62 (- 14)	36 (- 3)	47 (- 2)	39 (- 6)
Osttd. Länder	40 (+ 12)	36 (- 10)	17 (- 3)	28 (± 0)	20 (- 3)
Baden-Württemberg	• (•)	• (•)	• (•)	• (•)	27 (+ 1)
Bayern	38 (± 0)	51 (- 20)	• (•)	31 (- 8)	23 (- 7)
Hessen	47 (+ 1)	59 (- 1)	28 (+ 5)	48 (+ 1)	40 (+ 2)
Rheinland-Pfalz	35 (- 2)	27 (- 11)	15 (+ 3)	28 (- 4)	19 (- 2)
Saarland	39 (+ 9)	23 (+ 1)	12 (+ 6)	26 (+ 4)	23 (+ 5)
Süddt. Länder	38 (+ 2)	42 (- 9)	15 (- 2)	33 (- 2)	26 (- 3)
Bundesrepublik Deutschland	37 (+ 5)	35 (- 10)	15 (- 1)	30 (± 0)	22 (- 3)

() = Veränderungen im Vergleich zu 1994; • = keine Angaben verfügbar; * = z.B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

Tabelle 5: Waldschäden nach Baumarten, Altersgruppen und Schadstufen 1995

Baumart	Anteil der Schadstufen [in %]								
	unter 60jährig			über 60jährig			Gesamt		
	0	1	2 - 4	0	1	2 - 4	0	1	2 - 4
Fichte	70	22	8	18	46	36	46	33	21
Kiefer	52	37	11	27	53	20	40	45	15
sonst. Nadelb. 1)	62	30	8	16	34	50	47	32	21
Nadelb. gesamt	62	29	9	21	49	30	44	38	18
Buche	48	37	15	10	44	46	21	42	37
Eiche	42	41	17	12	45	43	21	44	35
sonst. Laubb. 2)	58	31	11	31	45	24	50	35	15
Laubb. gesamt	52	35	13	14	44	42	30	40	30
alle Baumarten	59	31	10	19	47	34	39	39	22

1) z.B. Lärche, Douglasie, Tanne ; 2) z.B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

Tabelle 6: Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1995 nach Altersgruppen
a) Fichte

Jahr	Anteil der Fichten in Schadstufe 2 - 4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	Gesamt
1984	9	39	21
1985	11	45	24
1986	10	41	22
1987	7	34	17
1988	5	29	15
1989	4	29	14
1990	•	•	•
1991	10	42	23
1992	11	44	24
1993	8	40	22
1994	9	42	24
1995	8	36	21

• = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 6: Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1995 nach Altersgruppen
b) Kiefer

Jahr	Anteil der Kiefern in Schadstufe 2 - 4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	Gesamt
1984	14	30	21
1985	11	24	17
1986	9	21	15
1987	7	19	12
1988	9	16	12
1989	6	17	11
1990	•	•	•
1991	23	36	29
1992	19	29	24
1993	16	26	20
1994	14	26	20
1995	11	20	15

• = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 6: Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1995 nach Altersgruppen
c) Buche

Jahr	Anteil der Buchen in Schadstufe 2 - 4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	Gesamt
1984	6	14	12
1985	7	18	14
1986	9	24	19
1987	9	28	22
1988	8	22	17
1989	5	30	22
1990	•	•	•
1991	12	35	28
1992	20	47	38
1993	14	39	32
1994	10	41	32
1995	15	46	37

• = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 6: Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1995 nach Altersgruppen
d) Eiche

Jahr	Anteil der Eichen in Schadstufe 2 - 4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	Gesamt
1984	4	11	9
1985	8	20	16
1986	8	25	20
1987	11	26	22
1988	11	30	24
1989	10	32	26
1990	•	•	•
1991	19	37	31
1992	22	37	32
1993	24	54	45
1994	25	53	45
1995	17	43	35

• = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

**Tabelle 6: Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1995 nach Altersgruppen
e) alle Baumarten**

Jahr	Anteil der Bäume in Schadstufe 2 - 4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	Gesamt
1984	9	27	17
1985	10	30	19
1986	9	31	19
1987	8	29	17
1988	7	25	15
1989	6	28	16
1990	•	•	•
1991	15	37	25
1992	16	39	27
1993	12	37	24
1994	12	38	25
1995	10	34	22

• = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 7: Entwicklung der Vergilbungen nach Baumarten in den Jahren von 1986 bis 1995

	Anteil der Bäume ²⁾ mit Vergilbungen/Verfärbungen [in %]					
	Fichte	Kiefer	Tanne	Buche	Eiche	alle Baumarten
bis 60jährig						
1986	6	2	8	7	3	5
1987	4	2	5	5	5	4
1988	3	4	9	9	3	4
1989	5	2	15	6	2	4
1990	*	*	*	*	*	*
1991	6	6	13	4	3	5
1992	6	8	1	4	4	7
1993	7	2	14	9	7	5
1994	4	5	12	3	7	5
1995	3	5	20	2	2	4
über 60jährig						
1986	9	2	16	10	2	7
1987	8	2	10	6	1	5
1988	7	3	14	9	3	6
1989	9	2	17	8	3	6
1990	*	*	*	*	*	*
1991	9	6	14	6	4	7
1992	7	8	21	12	5	9
1993	7	2	33	14	6	8
1994	7	6	17	6	6	6
1995	3	3	27	3	3	4
Gesamt						
1986	7	2	13	9	2	6
1987	5	2	8	5	2	4
1988	5	3	12	9	3	5
1989	7	2	17	7	2	5
1990	*	*	*	*	*	*
1991	7	6	13	6	4	6
1992	6	8	14	9	5	8
1993	7	2	26	12	6	6
1994	5	5	15	5	6	5
1995	3	4	25	5	3	4

* Beginn einer neuen Zeitreihe für das seit dem 03.10.1990 erweiterte Bundesgebiet

1) Angaben für 1993 ohne Bremen und Hamburg

2) In dieser Tabelle sind die Bäume erfaßt, bei denen mehr als 10 % der Nadel-/Blattmasse Verfärbungs- bzw. Vergilbungserscheinungen aufweisen

Tabelle 8: Entwicklung der Waldschäden bei Tanne in den Jahren von 1984 bis 1995

Jahr	Anteil der Bäume in Schadstufe 2 - 4 in %		
	0	1	2 - 4
1984	13	29	58
1985	13	21	67
1986	17	22	61
1987	21	27	52
1988	27	28	47
1989	27	29	44
1990	•	•	•
1991	24	35	41
1992	23	35	42
1993	15	34	51
1994	21	29	50
1995	19	32	49

• = keine Angaben verfügbar

Tabelle 9: Insekten- und Pilzbefall 1995

Schadstufe	Anteil der Bäume [in %] mit mittlerem und starkem Schädlingsbefall *)				
	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche	Gesamt
0 (ohne Schadmerkmale)	0,7	0,1	0,5	2,9	0,7
1 (schwach geschädigt)	0,7	0,4	1,2	7,2	1,7
2 (mittelstark geschädigt)	1,8	4,3	2,1	22,7	5,6
3 (stark geschädigt)	4,1	9,9	3,9	34,9	9,3
Alle Schadstufen	1,0	1,0	1,4	12,0	2,2

*) d.h.: über 25 % der Nadel-/Blattmasse sind erkennbar von Schädlingen befallen

Beispiel: 1,8 % der mittelstark geschädigten Fichten (Schadstufe 2) litten unter mittlerem oder starkem Schädlingsbefall

Tabelle 10: Netzdichten, Stichprobenpunkte und Stichprobenbäume 1995

Bundesland	Netzdichte	Anzahl der	
	1995	Stichprobenpunkte	Stichprobenbäume
Baden-Württemberg	16 x 16 km	47	1 117
Bayern	16 x 16 km (z.T.verdichtet)	183	8 022
Berlin	1 x 1 km	161	3 864
Brandenburg	4 x 4 km	567	13 608
Bremen	1 x 1 km	19	456
Hamburg	300 m x 300 m	378	4 660
Hessen	8 x 8 km (z.T. verdichtet)	136	4 329
Mecklenburg-Vorpommern	8 x 8 km	75	1 800
Niedersachsen	12 x 8 km (z.T. 8x4 bzw. 4x2 km)	275	4 656
Nordrhein-Westfalen	4 x 4 km	498	9 420
Rheinland-Pfalz	4x12 km (zusätzlich 16 x 16 km)	144	3 456
Saarland	2 x 4 km	96	2 304
Sachsen	4 x 8 km	149	3 528
Sachsen-Anhalt	4 x 4 km	265	6 360
Schleswig-Holstein	z.T. 2 x 2, z.T. 4 x 2 km	200	4 800
Thüringen	4 x 4 km	346	8 304
Bundesrepublik	–	3 539	80 684

