

**Begleittext
zum Doppelblatt**

**WALDVERBREITUNG
UND WALDSCHÄDEN**

**aus dem Themenbereich II
LANDESNATUR**

von
Wilfried Grooten

**Herausgegeben von der
Geographischen Kommission für Westfalen
Landschaftsverband Westfalen-Lippe**



**Aschendorff Münster
1987**

INHALT

1. Einleitung	1
2. Methodische Grundlagen der Waldschadenserhebungen	1
3. Wuchsgebiete, Baumartenanteile und Waldschäden	2
4. Luftschadstoffe als Ursache neuartiger Waldschäden	4
5. Waldflächenanteile und Waldschäden nach Schadstufen	6
6. Schadsymptome neuartiger Waldschäden	6
Literatur	6

Waldverbreitung und Waldschäden

VON WILFRIED GROOTEN, MÜNSTER

1. EINLEITUNG

Waldschäden sind kein neues Phänomen. Bereits im 14. Jh. wurden Rauchschäden an Wäldern registriert, und seit dem 19. Jh. (s. WISLICENUS 1985) nahmen sie mit wachsender Industrialisierung immer mehr zu. Dabei zeigte sich allerdings, daß die Schäden stets auf die unmittelbare Nachbarschaft von Emissionsquellen begrenzt blieben.

Mitte der 1970er Jahre traten erstmals im süddeutschen Raum großflächig auffallende Schäden bei der Weißtanne auf, und selbst nach dem Trockenjahr 1976 erholten sich in den nachfolgenden Feuchtperioden die Bestände nicht mehr. Seit Anfang der 80er Jahre folgten weitverbreitete Schädigungen der Fichte; Kiefer und Buche begannen zu kränkeln, und auch Eichen- und andere Laubholzbestände zeigten Schadsymptome (u. a. SCHÜTT et al. 1983). Während bis 1982 die Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland lediglich unter dem Aspekt des „Sauren Regens“ (u. a. REHFUESS 1981) betrachtet und diskutiert wurden, hat sich seitdem die Ursachendiskussion durch die Einführung des Begriffes „neuartige Waldschäden“ wesentlich erweitert (vgl. PRINZ/KRAUSE 1987).

Diese neuartigen Waldschäden unterscheiden sich von früheren „Rauchschäden“ und periodisch auftretenden Erkrankungen (u. a. GRIES 1986) durch

- ihre schnelle und weiträumige Verbreitung auf unterschiedlichsten Standorten in ganz Mitteleuropa,
- ihr Auftreten in emittentenfernen Regionen,
- regional unterschiedliche Schadbilder,
- Zunahme der Schäden auch in klimatisch günstigen Jahren,
- geringe Erholung der geschädigten Bestände,
- auffallende Schädigung auch jüngerer Bäume.

Als wesentliche Ursache für das Auftreten neuartiger Waldschäden werden die Luftverunreinigungen angesehen. Dabei sind die Wirkungsweisen der Schadstoffe vielfältig: Sie wirken u. a. als Gase (z. B. SO_2 , NO_x , Photooxidantien) oder als Säuren (z. B. H_2SO_4 ,

H_2SO_4 , HNO_3 , HF, HCl) auf die oberirdischen Pflanzenteile und über den Waldboden auf die Wurzeln. Sie beeinträchtigen die natürlichen Stoffwechselforgänge – insbesondere die Photosynthese –, laugen lebenswichtige Nährelemente oberirdischer Pflanzenteile aus und setzen toxische Metallionen frei. Doch zeigt eine kaum noch überschaubare Anzahl von Forschungsansätzen und -ergebnissen der letzten Jahre deutlich, daß Ursache und Wirkung nicht mehr durch monokausale Betrachtungsweisen erfaßbar sind und die Schadwirkung bei gleichzeitiger Überlagerung verschiedener Immissionen (Synergismus) räumlich und zeitlich überproportional verstärkt werden kann. Auch müssen natürliche Umweltfaktoren (z. B. Trockenheit, Frost, Sturm, Schädlingsbefall), teilweise unzureichende waldbauliche Maßnahmen (z. B. Monokulturen, nicht standortgerechte Bestockung, ungünstiger Bestandesaufbau, ungenügende Durchforstung) sowie verstärkte Wildschäden (z. B. Schälschäden) durch übergroße Populationen mit in die Ursachenanalyse einbezogen werden.

Allgemein besteht jedoch in der Waldschadensdiskussion Einigkeit darüber, daß die einzig wirksame Maßnahme gegen das Waldsterben eine schnelle und drastische Reduzierung des Ausstoßes von Luftschadstoffen ist.

2. METHODISCHE GRUNDLAGEN DER WALDSCHADENSERHEBUNGEN

Im Sommer 1982 wurde auf Initiative des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF) die erste bundesweite Waldschadenserhebung durchgeführt. Ein Jahr später folgte eine Erfassung nach einem verbesserten Kriterienkatalog. Noch präziser wurde die Aussagekraft mit der dritten Erhebung im Jahre 1984, der nunmehr bundeseinheitlich das gleiche Stichprobenverfahren zugrunde lag wie bereits 1983 in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz. Dadurch wurden die Ergebnisse insgesamt wie auch in regionaler Gliederung voll vergleichbar (s. BMELF 1984, 1985, 1986).

Die Erfassung der Waldschäden basiert auf einem **Stichprobenverfahren**, das von Mitte Juli bis Anfang September gleichzeitig bei allen Baumarten angewandt wird. Für die Eingruppierung in verschiedene Schadstufen (insgesamt fünf) sind einerseits der relative Verlust an Nadel- bzw. Blattmasse, andererseits der Vergilbungsgrad von Nadeln bzw. Blättern die maßgeblichen Kriterien. Die Stichprobenpunkte werden grundsätzlich durch die Schnittpunkte eines 4 x 4 km Gitternetzes, das sich an den Gauß-Krüger-Koordinaten orientiert, bestimmt. Für mögliche Sonderauswertungen kann das Stichprobenetz entsprechend verdichtet werden (vgl. Methodische Vorgaben des Erhebungsverfahrens nach BMELF 1986.) An jedem Stichprobenpunkt wird dann nach einem festgelegten systematischen Verfahren, ausgehend vom Koordinatenschnittpunkt, eine bestimmte Zahl von Probestämmen ausgewählt und der Zustand der Probestämme einzeln erfaßt. Die okulare Einschätzung des relativen Blatt- bzw. Nadelverlustes erfolgt in 5-Prozent-Stufen, der Grad der Vergilbung in vier Stufen (s. Tab. 1). Die Eingruppierung der Probestämme in die fünf Schadstufen erfolgt zunächst anhand des Nadel- bzw. Blattverlustes nach folgendem Schema:

Schadstufe	Nadel-/ Blattverlust
0: „ohne Schadmerkmale“	bis 10 Prozent
1: „schwach geschädigt“	11–25 Prozent
2: „mittelstark geschädigt“	26–60 Prozent
3: „stark geschädigt“	über 60 Prozent
4: „abgestorben“	abgestorben

Treten an den Probestämmen zusätzlich mittlere oder starke Vergilbungen auf, so wird die Schadstufe unter Zuhilfenahme einer sog. Kreuztabelle erhöht und die endgültige Schadstufe festgelegt (Tab. 1).

3. WUCHSGEBIETE, BAUMARTENANTEILE UND WALDSCHÄDEN

Räumliche Bezugseinheiten der Waldschadenserhebung sind die forstlichen Wuchsgebiete, die naturräumlich abgegrenzte Großlandschaften darstellen.

Auf Grundlage der Waldschadenserhebung 1986 ist in **Karte 1** der prozentuale Anteil der

Tabelle 1
Kreuztabelle zur Ermittlung der
endgültigen Schadstufe

Schadstufe aufgrund Nadel-/Blattver- lust	Anteil der vergilbten Nadel-/ Blattmasse (Vergilbungsstufe)		
	1 (11–25 %)	2 (26–60 %)	3 (61–100 %)
	endgültige Schadstufe		
0	0	1	2
1	1	2	2
2	2	3	3
3	3	3	3

geschädigten Waldfläche (alle Baumarten, Schadstufen 1–4) an der Gesamtwaldfläche der einzelnen Wuchsgebiete dargestellt. Westfalen in seinen heutigen Grenzen umfaßt hier im wesentlichen die Wuchsgebiete Westfälische Bucht, Weserbergland und Sauerland. Die größten zusammenhängenden Waldflächen befinden sich im Sauerland (ca. 305 000 ha), die nächstgrößeren im Weserbergland (ca. 240 000 ha) und im Bergischen Land (ca. 115 000 ha). Als waldarme Regionen sind die Wuchsgebiete Westfälische Bucht und – außerhalb Westfalens – Niederrheinische Bucht und Niederrheinisches Tiefland zu bezeichnen.

Die Fichte ist in Westfalen, wie in der gesamten Bundesrepublik Deutschland, die wichtigste Nutzholzart und hat ihre größte Verbreitung in den regenreichen Mittelgebirgslagen. In Nordrhein-Westfalen stellt sie bei einer Gesamtwaldfläche von 854 000 ha mit ca. 343 100 ha (= 40,2 Prozent) den flächenmäßig größten Bestand dar.

Bei einem Vergleich der Schadwerte (s. Säulendiagramme in Karte 1 und Textabbildung 1) zeigen die Fichtenbestände nur von 1984 auf 1985 eine leichte Verbesserung der Schadsituation, was einerseits auf günstige Witterungsbedingungen zurückzuführen ist (u. a. GENSSLER 1985), andererseits auch in der Darstellung der Ergebnisse der Waldschadenserhebungen begründet ist. Abgestorbene Bäume (Schadstufe 4) werden sofort aus dem Bestand entfernt und durch neue ersetzt, stark geschädigte Bäume (Schadstufe 3) teilweise gefällt, um aus dem Holz wenigstens noch geringe wirtschaftliche Erträge zu erzielen. Diese Bestände werden bei der nächsten

Waldschadenserhebung nicht mehr erfaßt und führen somit zu einer relativ konstant geringen Bewertung der Schadklassengruppe 3 und 4.

Die Schadstufe 1 nimmt eine Sonderstellung innerhalb der Bewertungsskala ein. In vielen Fällen ist sie eine Durchgangsstufe zu höheren Schadgruppen; beim Wegfall von Belastungsfaktoren (z. B. geringerer Schädlingsbefall, verminderte Immissionseinwirkung, günstige Witterungsbedingungen) können hier noch Regenerationen der Bestände eintreten, die zu einer späteren Eingruppierung in die Stufe 0 („ohne Schadmerkmale“) führen. Die Schadstufe 1 ist deshalb mit einer wichtigen Indikatorfunktion als sogenannte „Warnstufe“ versehen.

Die **Buche** ist der häufigste Laubbaum Deutschlands. Sie ist Bestandsbildner der zahlreichen Buchenwaldgesellschaften und wächst in Mischwäldern im Flachland und in den Mittelgebirgen. Ihre Baumartenfläche beträgt in Nordrhein-Westfalen ca. 158 100 ha (= 19 Prozent), der hohe Schadanteil von 44 Prozent im Jahre 1986 liegt jedoch noch deutlich unter dem Bundesmittel.

Die einheimischen **Eichenarten** bilden im westfälischen Raum lediglich in der Westfälischen Bucht größere Reinbestände, sonst wachsen sie zumeist im Verband mit anderen Laubholzarten. Ihr Anteil an der Gesamtwaldfläche in NRW beträgt 14 Prozent (ca. 121 700 ha). Von besonderer waldwirtschaftlicher Bedeutung ist das wertvolle Holz; als

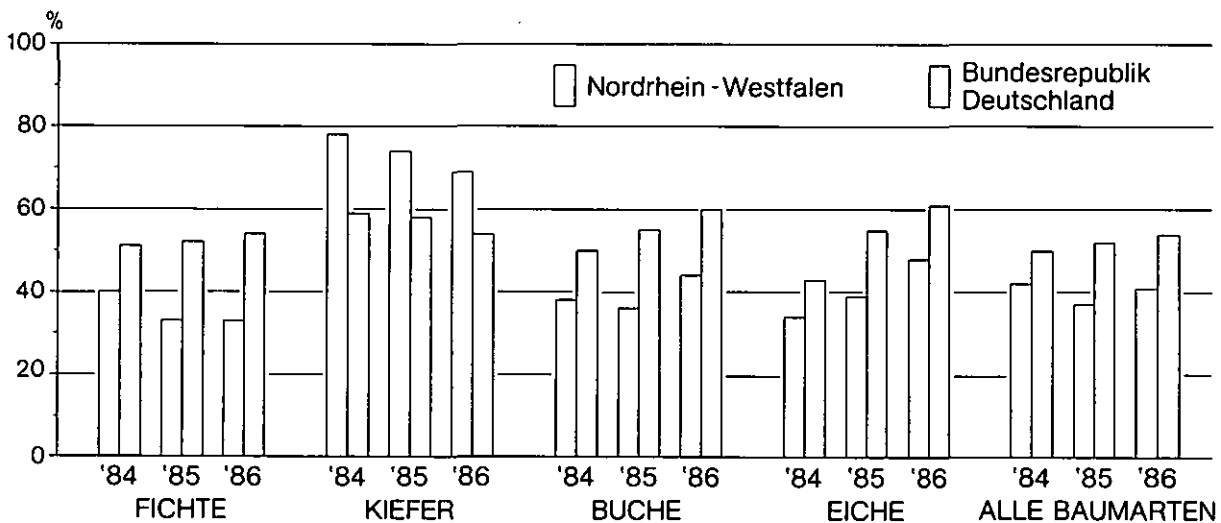


Abb. 1: Anteile der bei einzelnen Baumarten geschädigten Waldflächen in Nordrhein-Westfalen und im Bundesgebiet 1984–86 (Schadstufe 1–4; Angaben in %)

Die **Kiefer** ist eine anspruchslose Nadelbaumart, die in Westfalen vor allem auf nährstoffarmen Schotter- und Sandflächen stockt. Ihr Anteil an der Gesamtwaldfläche Nordrhein-Westfalens beträgt nur ca. 84 400 ha (= 9,9 Prozent), der geschädigte Anteil an der Baumartenfläche ist im bundesweiten Vergleich jedoch als sehr hoch zu bewerten.

Bei den **Laubhölzern** zeichnet sich ein entgegengesetzter Trend ab. Während die Schadsituation bei den Nadelhölzern gleichbleibend und teilweise sogar rückläufig ist, treten Schäden an Laubbäumen immer häufiger und schneller auf. Besonders auffällig ist hier die überdurchschnittliche Verschlechterung im Gesundheitszustand der Eichen und Buchen.

Einzelbaum, Baumgruppe oder Überhälter von Hecken und Wallhecken sind Eichen eine der prägenden Baumarten des Münsterlandes. Besorgniserregend ist die Entwicklung der Schäden von 34 Prozent im Jahre 1984 bis auf 48 Prozent im Jahre 1986. Auch bei dieser Baumart sind insbesondere freistehende und bestandsrandbildende Exemplare in hohem Maße den Immissionseinwirkungen ausgesetzt.

In Westfalen zeichnen sich die stärksten Waldschäden in den Kammlagen des Eggegebirges ab. Bundesweit gesehen liegt ein Süd-Nord-Gefälle vor: Am stärksten betroffen sind auch 1986 die waldreichsten Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern, die Länder mit den geringsten Schadanteilen sind

Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Nur der Stadtstaat Bremen weist bei einem fast zu vernachlässigenden Waldbestand Schäden (Schadstufe 1-4, alle Baumarten) von insgesamt 84 Prozent auf.

4. LUFTSCHADSTOFFE ALS URSACHE NEUARTIGER WALDSCHÄDEN

Es ist heute wissenschaftlich unumstritten, daß den Luftverunreinigungen die wichtigste Auslösefunktion bei der Entstehung neuartiger Waldschäden zukommt. Derzeit sind über 400 Luftschadstoffe bekannt, die in mehreren tausend Verbindungen auftreten können. Als Hauptverursacher sind hier die vier Emittengruppen Kraftwerke, Industrie, Haushalte und Kleingewerbe sowie der Kfz-Verkehr zu nennen. Sie geben die einzelnen Luftschadstoffe in unterschiedlichen Mengen ab.

Die Gesamtheit der Luftbelastungen entsteht aus einer langen Reihe von Schadstoffen; die wichtigsten sind Schwefeldioxid, Stickoxide, Photooxidantien, Fluor und Schwermetalle. Über das Zusammenwirken der verschiedenen Verunreinigungen ist noch verhältnismäßig wenig bekannt. Es ist aber davon auszugehen, daß die Überlagerung zahlreicher Immissionen die Schadwirkung überproportional verstärkt, wobei eine Vielzahl von Luftschadstoffen noch gefunden werden muß.

Beim Verbrennen fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) entsteht Schwefeldioxid, das in Verbindung mit der Luftfeuchtigkeit zu Säuren umgesetzt wird. Mit diesem Schadgas setzt sich die Forstwirtschaft in der Rauchschadensforschung seit über hundert Jahren auseinander. In der Nähe von Eisenhütten und Kohlekraftwerken erkrankten die Wälder und starben ab. Die Schadsymptome blieben jedoch aufgrund der geringen Schornsteinhöhen noch auf einen relativ engen Raum um diese Werke begrenzt.

Inzwischen wird das Schwefeldioxid infolge der hohen Schornsteine der Großfeuerungsanlagen über weite Strecken verfrachtet, so daß die Luftverunreinigung über die Industriestandorte und Ballungsgebiete hinaus nun das ganze Land (und über die Grenzen hinaus) betrifft und auch die Wälder in den ehemaligen Reinluftgebieten bedroht. SO₂

dringt als Gas direkt in die Spaltöffnungen der Nadeln und Blätter, löst sich in der Zellflüssigkeit und wird zur Säure, die die Zellsubstanz zerstört und zum Absterben der Nadeln bzw. Blätter führt. Schon geringe SO₂-Mengen hemmen die Assimilationsleistung und führen zu vorzeitigem Altern und Abwurf der Blätter und Nadeln. Wachstumsstörungen – z. B. geringe Jahresringbildung – und Ertragseinbußen sind die Folge. Auch wird die Frostresistenz der Nadeln herabgesetzt, es erfolgt eine Lähmung des Schließzellenmechanismus der Spaltöffnungen, so daß während Trockenperioden die Stomata nicht mehr geschlossen werden können und damit ein wichtiger Transpirationsschutz entfällt; das Vertrocknen der so geschädigten Bäume ist die Folge.

Im Niederschlagswasser oder an feuchten Oberflächen wird Schwefeldioxid gelöst und in schwefelige Säure (H₂SO₃) oder Schwefelsäure (H₂SO₄) umgewandelt. Nebel, Tau oder Rauhreif sind schädlicher als Starkniederschläge, da die Säurekonzentrationen wesentlich höher sind und es zu direkten Verätzungen von Pflanzenteilen kommt. Zusammen mit der Salpetersäure (HNO₃) bilden schwefelige Säure und Schwefelsäure die wesentlichen Bestandteile des „Sauren Regens“. Diese Säuren schädigen die Assimilationsorgane der Pflanzen, dringen in das Innere der Nadeln/Blätter ein, waschen hier Nährstoffe aus, bringen Schwermetalle ein und stören so den gesamten Enzymhaushalt der Pflanze.

Auch die Waldböden werden durch „Saure Niederschläge“ in unterschiedlicher Weise beeinflusst. Zunächst kommt es zu einer pH-Absenkung, d. h. zu einer Versauerung der Böden. In saurem Milieu erfolgt eine stärkere Auswaschung von Nährstoffen (z. B. Kalium, Calcium, Magnesium). Sind diese Nährelemente nicht mehr in ausreichender Menge pflanzenverfügbar vorhanden, stellen sich die Schadsymptome an den Bäumen ein und führen zum Absterben. Weiterhin werden im Boden pflanzentoxische Aluminiumionen freigesetzt, die die Feinwurzeln schädigen und somit die Nährstoff- und Wasseraufnahme behindern.

Nach neuesten Erkenntnissen kommen zum Schwefeldioxid und „Sauren Niederschlag“ noch weitere Ursachen der neuartigen Waldschäden, da die stärksten Schäden in Regionen mit extrem geringer Schwefeldioxidbelastung auftreten und auffälligerweise

in stark geschädigten Beständen noch Flechtenarten anzutreffen sind, für die eine Empfindlichkeit gegenüber diesen Immissionstypen bereits nachgewiesen ist.

Die Stickoxide (NO und NO₂) gelangen aus Verbrennungsprozessen, die unter hohen Temperaturen erfolgen, in die Atmosphäre. Dabei wird überwiegend Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das dann in der Regel durch atmosphärischen Sauerstoff zu Stickstoffdioxid (NO₂) oxidiert. Die Wirkung auf Forstpflanzen ist ähnlich der des SO₂. Nach der Umwandlung der Stickoxide zu Salpetersäure kommt es nämlich auch zu einer Säurebelastung der Pflanzen und entsprechenden Schäden durch direkte Einwirkung der Salpetersäure auf die Pflanzen sowie durch indirekte Wirkung über den Boden.

Zwischen NO₂ und SO₂ bestehen bei direkter Wirkung auf die Blattoorgane wirkungsverstärkende Beziehungen. Von größerer Bedeutung für das Waldsterben sind jedoch die Stickoxide als Ausgangssubstanz für sekundäre Luftverunreinigungen wie Ozon und andere Photooxidantien.

Photooxidantien, sekundäre Luftschadstoffe, entstehen aus Stickoxiden und reaktiven Kohlenwasserstoffen unter der Einwirkung von ultravioletter Strahlung (Sonnenlicht). Zu den Reaktionsprodukten, in ihrer Gesamtheit als „Photochemischer Smog“ bezeichnet, zählen Ozon (O₃), Peroxiacetylnitrat (PAN), Peroxide, Aldehyde, organische Säuren und weitere Verbindungen. Das Ozon wird als Leitsubstanz der Photooxidantien angesehen; die Wirkungszusammenhänge seiner Einwirkung auf Nadelgehölze verdeutlicht Abb. 2.

Die starke Zunahme von Stickoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen in den letzten Jahrzehnten hat zwangsläufig zu einer vermehrten Bildung von Photooxidantien geführt, deren Wirkung ähnlich der von SO₂ und NO₂ aussieht. Erste Pflanzenschäden durch Photooxidantien wurden in den 1940er Jahren aus Kalifornien bekannt („Los Angeles Smog“).

Bei der Aluminium-, Keramik-, Emaille- und Ziegelindustrie treten vor allem Fluorwasserstoffemissionen auf. Sie werden zwar nicht so weit wie SO₂ und NO₂ transportiert, wirken aber im Nahbereich der Emittenten stark schädigend auf tierische und pflanzliche Organismen, wesentlich verstärkt durch Verbindungen mit Schwefeldioxid und anderen Gasen.

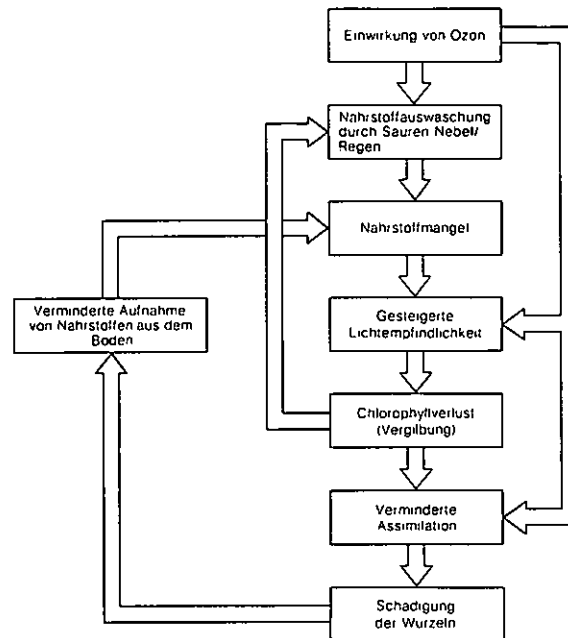


Abb. 2: Wirkungsmechanismen der Ozoneinwirkung bei Koniferen (nach PRINZ und KRAUSE 1987)

Schwermetalle wie Blei, Cadmium, Zink, Quecksilber u. a. gelangen bei vielen industriellen Verbrennungsprozessen in die Atmosphäre und können sehr weit verfrachtet werden. Sie können als gelöste Salze durch die Blatt-/Nadeloberfläche oder durch die Wurzeln in Bäume eindringen und sind für diese als hochgiftig einzustufen. Mit SO₂, NO₂ und Photooxidantien stehen sie in wirkungsverstärkender Beziehung.

Die Karte 2.1 zeigt auf Grundlage von Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA 1987) die Emissionssituation von Schwefeldioxid und Stickoxiden für das Bezugsjahr 1980 in Form einer Rasterdarstellung des UTM-Gitters 10 x 10 km. Grundlage der rechnerischen Ermittlung ist die räumliche Verteilung der Emissionsursachen: Energieversorgung, Produktmengen und Verkehrsmengen. Das Umweltbundesamt beruft sich hierbei im wesentlichen auf öffentliche Statistiken der Gemeinden, Verbände, Kraftwerksbetreiber und Industrieunternehmen.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden vom Umweltbundesamt jeweils einheitliche Klassen der Emissionsdichte definiert. Die Eckwerte wurden anhand der Verteilung der Gesamtemission in der Bundesrepublik Deutschland wie folgt gewonnen: Die Klasse

der emissionsschwächsten Rasterelemente erhält einen Anteil von 20 Prozent an der Gesamtfläche der Bundesrepublik (unterer Eckwert), die Klasse der emissionsstärksten Rasterelemente einen von 50 Prozent (oberer Eckwert). Die weitere Unterteilung folgt dem Prinzip der geometrischen Reihe. Dargestellt sind die Jahresgesamtemissionen der vier Emittentengruppen Kraftwerke, Industrie, Hausbrand und Verkehr in Tonnen pro 100 Quadratkilometer.

Bei Betrachtung der Karte fallen neben den zu erwartenden Belastungsgebieten, Ruhrgebiet und Rheinschiene, insbesondere die Bereiche Siegen, Borken (Hessen), Kassel, Beckum, Ahlen, Münster, Ibbenbüren, Osnabrück, Minden/Porta Westfalica und Lingen durch vergleichsweise hohe Emissionsdichten auf. Immissionsmessungen in einigen Bereichen (z. B. Münster, Osnabrück, Ahlen) unterstreichen diese errechneten Werte. Die Bereiche sind Kraftwerksstandorte, Verdichtungsräume mit Autobahnkreuzen oder aber Standorte spezieller Industrien. Weiterhin zeigt sich hieraus, daß die Entstehung/Produktion waldschadensauslösender Emissionen nicht mehr nur ein Problem der sog. Belastungsgebiete ist, sondern teilweise auch zum Problem ehemals als „Reinluftgebiet“ geltender Räume geworden ist.

5. WALDFLÄCHENANTEILE UND WALDSCHÄDEN NACH SCHADSTUFEN

Die Karte 2.2 zeigt den prozentualen Anteil der Wälder an den Kreisflächen sowie die Waldschadensanteile der einzelnen Schadstufen aller Baumarten auf Länderebene im Vergleich zur gesamten Bundesrepublik. Auch aus dieser Darstellung wird ersichtlich, daß der nordwestdeutsche Raum vergleichsweise geringer betroffen ist als die süddeutschen Bundesländer.

6. SCHADSYMPTOME NEUARTIGER WALDSCHÄDEN

Einzelne Baumarten zeigen charakteristische Anzeichen für beginnende und fortgeschrittene Erkrankungen (vgl. Atlasblatt 2.3). So sind nachfolgende Schadmerkmale typisch

für Nadel- und Laubgehölze (nach einer Zusammenstellung bei GRIES 1986).

Fichte:

- starke Nadelverluste
- Kronenverlichtung von innen nach außen
- Vergilben der Nadeln
- Ausbildung von sog. „Angsttrieben“ aus ruhenden Knospen auf der Oberseite der Hauptäste
- Aufplatzen der Rinde und Harzfluß

Kiefer:

- Verlichten der Krone durch Nadelverluste von innen nach außen
- Nadelverfärbungen nach graugrün, gelb und braun
- Verkürzung der Nadel- und Triebblängen
- harzende Rindenrisse an den Zweigen

Buche:

- Verlichten der Krone
- kleine, verformte Blätter, insbesondere am Außenrand der Krone
- frühe Vergilbung und vorzeitiger Blattfall
- Büschelwuchs an den Zweigenden
- hoher Anteil durrer und abgestorbener Äste

Eiche:

- Kronenverlichtung durch mangelhafte Entwicklung der Blätter an den Seitenzweigen
- unregelmäßige Verteilung der Blätter am Zweig (Büschelwuchs)
- Vergilben und Einrollen der Blätter an einzelnen Zweigen
- Absterben von Ästen und Kronenteilen

LITERATUR

- BMELF (Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hg.) (1984): Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland. Schriftenr. d. BMELF, Reihe Angew. Wissensch., 309. Münster-Hiltrup
- DERS. (1985): Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1985. Schriftenr. d. BMELF, Reihe Angew. Wissensch., 324. Münster-Hiltrup
- DERS. (1986): Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1986. Schriftenr. d. BMELF, Reihe Angew. Wissensch., 334. Münster-Hiltrup
- GENSSLER, H. (1985): Günstige Witterung bringt Atempause für den Wald. In: Mitt. LÖLF, H. 4, S. 44-51

- GRIES, B. (1986): Neuartige Waldschäden. Ausstellungsführer des Westfälischen Museums für Naturkunde des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe. Münster
- PRINZ, B. u. G. H. M. KRAUSE (1987): Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland. In: Staub - Reinhaltung der Luft, 47, S. 94-100
- REHFUESS, K. E. (1981): Über die Wirkung von sauren Niederschlägen in Waldökosystemen. In: Forstw. Cbl., 100, S. 363-381
- SCHÜTT, P., W. KOCH, H. BLASCHKE, K. J. LANG, H. J. SCHUCK u. H. SUMMERER (1983): So stirbt der Wald. München, Wien, Zürich
- UBA (Umweltbundesamt) (1987): Daten zur Umwelt 1986/87. Berlin
- WISLICENUS, H. (Hg.) (1985): Waldsterben im 19. Jahrhundert. Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden 1860-1916 (Reprint). Düsseldorf

Verlag: Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung GmbH & Co., Münster

© 1987 Landschaftsverband Westfalen-Lippe,
Geographische Kommission für Westfalen

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2, UrhG, werden durch die Verwertungsgesellschaft Wort wahrgenommen.

Gesamtherstellung: Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung GmbH & Co., Münster, 1987

Dritte Lieferung insgesamt
ISBN 3-402-06163-5

Doppelblatt: Waldverbreitung und Waldschäden
ISBN 3-402-06165-1