Dokumentation zum Baumsterben in Bayern (Stand: Juni 1982)

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Inhaltsverzeichnis

1. Schadenssituation
 - 1.1 Tanne
 - 1.2 Fichte
 - 1.3 Kiefer
 - 1.4 Buche
 - 1.5 Eiche
 - 1.6 Weitere Baumarten
2. Immissionssituation
3. Emissionssituation
4. Bewertung
 - 4.1 Schadensursachen
 - 4.1.1 Witterungseinflüsse
 - 4.1.2 Bodenbedingungen
 - 4.1.3 Waldbauliche Maßnahmen
 - 4.1.4 Immissionseinflüsse
 - 4.2 Situation bei den einzelnen Baumarten
 - 4.2.1 Tanne
 - 4.2.2 Fichte
 - 4.2.3 Kiefer
 - 4.2.4 Übrige Baumarten
 - 4.3 Mögliche Entwicklung der Emissionssituation
5. Maßnahmen
 - 5.1 Waldbauliche Maßnahmen
 - 5.2 Maßnahmen zur Verringerung von Schadstoffemissionen

1. Schadenssituation

Seit Mitte der 50er Jahre wurden in Bayern von der Forstlichen Forschungsanstalt München Untersuchungen über den Einfluß von Immissionen auf Fichten und Kiefern durchgeführt. Zusammen mit den zu beobachtenden Schadenssymptomen ergaben sich hieraus gesicherte Erkenntnisse über unmittelbar immissionsbedingte Waldschäden in industriennahen Zonen. Es ließen sich Nadelvergilbungen, Kronenverlichtungen und Zuwachseinbußen an Fichte und Kiefer in der Nähe von Industrieanlagen nachweisen. Die auf diese Weise beeinträchtigte Nadelwaldfläche wurde in Bayern 1974 auf rund 15 000 ha geschätzt. Derartige Flächen liegen insbesondere im mittleren Donauraum, im Gebiet um Altötting/Burghausen, im Nürnberger Raum, im Schwandorf/Weidener Raum, im Gebiet um Tettau im Frankenwald sowie im Aschaffener Raum. Daneben sind kleinere Schadflächen über das ganze Land verteilt.

Nach dem Trockenjahr 1976 traten großflächig und ohne erkennbaren Bezug zu Industrie- und Gewerbebetrieben Schäden auf, die zunächst als naturgegeben hingenommen wurden. Sie erwiesen sich allerdings auch in den nachfolgenden feuchteren Jahren als irreversibel. Dies führte zu der Vermutung, daß weiträumige Schadstoffverfrachtungen die Ursache dieser Waldschäden sein könnten.

1.1 Tanne

Seit Anfang der 70er Jahre tritt in Bayern das Tannensterben

augenfällig in Erscheinung. Es hat sich seit 1976/77 in besorgniserregendem Maße verstärkt und dauert bis heute an. Zuerst und am deutlichsten zeigen sich die Schadenssymptome an Altbäumen. Die Nadeln vergilben und haben mitunter eine matte, dunkle Färbung. Die älteren Nadeln fallen ab, wobei die Kronen von innen verlichten und kümmern. Häufig bilden sich sogenannte Wasserreiser, also sekundäre Triebe im Kroneninneren, die jedoch im allgemeinen den Baum nicht am Leben erhalten können. Oft sterben die betroffenen Tannen sehr rasch ab. Die Krankheit ist im allgemeinen verbunden mit der Entwicklung eines deutlichen Naßkerns im Wurzelraum und unteren Stammbereich. Allerdings kommt eine entsprechende Naßkernbildung auch in gesunden Tannen vor. In kranken Tannen aber weitet sich der von Bakterien besiedelte Naßkern in die wasserführenden Zonen des Holzes aus und beeinträchtigt oder verhindert gar die Wasserversorgung der Krone. Der gesunde, vitale Baum kann im Gegensatz zum geschädigten dieses Ausuferns des Naßkerns, das schließlich zum Absterben des Baumes führen kann, verhindern. Das heißt, daß nach den heutigen Erkenntnissen nur vitalitätsgeschwächte Tannen einem pathologisch erweiterten Naßkern zum Opfer fallen.

Vom Tannensterben besonders betroffen sind der Bayerische Wald, der Frankenwald, der Oberpfälzer Wald, der südliche Jura, das niederbayerische tertiäre Hügelland, aber auch Oberbayern, Mittelfranken und Schwaben. Vereinzelt sind Symptome des Tannensterbens auch im voralpinen Moränengebiet und Mittelschwaben zu beobachten. Im oberbayerischen Gebirgsraum und im Allgäu sind die Tannen im wesentlichen gesund.

Nach Erhebungen (Stand Anfang 1982) sind in den letzten Jahren von der gesamten Tannenfläche Bayerns von ursprünglich rd. 64 000 ha (ca. 3 % der Waldfläche) etwa 12 000 ha dem Tannensterben zum Opfer gefallen, weitere 20 000 ha sind geschädigt, davon etwa die Hälfte so stark, daß mit weiteren erheblichen Verlusten gerechnet werden muß. Massiert treten die Tannenverluste und Tannenschäden in Ost- und Nordostbayern auf. Dort beträgt die Schadensfläche zwischen 80 und 90 % der Tannenfläche. Für ganz Bayern muß der Schadholtzanfall bei der Weißtanne seit 1975 in allen Besitzarten mit mehr als 1 Mio fm veranschlagt werden. Allein im Jahre 1981 betrug er in Bayern nahezu 200 000 fm. Aus den bisherigen Aufnahmen in Dauerbeobachtungsflächen im Bayerischen Wald ist zu ersehen, daß sich der Gesundheitszustand der Tannen auf den einzelnen Beobachtungsflächen von 1978–1981 unterschiedlich entwickelt hat. Im großen und ganzen trat vom Frühjahr 1978 bis zum Frühjahr 1979 eine erhebliche Verschlechterung ein. Seit dem Herbst 1980 zeigen sich leichte Besserungstendenzen. Es ist sehr unsicher, ob dieser Trend anhält und die Beobachtungsergebnisse auf die übrigen Schadgebiete übertragen werden können.

1.2 Fichte

Seit Herbst 1980 werden regional differenziert Kronenverlichtungen in älteren Fichtenbeständen und häufig auch Nadelverfärbungen in Fichtenbeständen aller Altersklassen beobachtet.

Zwar weisen die Schadholtzanfälle bei der Fichte (ohne Schneebruch) in den Jahren 1975–1980 noch keine eindeutig steigende Tendenz auf, jedoch zeichnen sich in jüngster Zeit erhöhte Waldschäden ab. In den betroffenen Forstämtern betragen die entsprechenden Schadholtzanfälle – gemessen

am Gesamtjahreseinschlag 1981 – bis zu etwa 10 %. Innerhalb aller Waldbesitzarten Bayerns treten gegenwärtig auf rd. 66 000 ha Fichtenfläche Schäden auf; das sind 6,2 % der Fichtenholzbodenfläche. Die Schwerpunkte liegen in Ost- und Nordostbayern.

Im Oberforstdirektionsbereich Bayreuth sind rund 9 % der Fichtenholzbodenfläche betroffen. Im Gebiet der Oberforstdirektion Regensburg, vor allem im Bayerischen Wald und im Oberpfälzer Wald, sind mit ca. 52 000 ha von insgesamt 320 000 ha Fichtenfläche 16 % der Fichte betroffen.

1.3 Kiefer

Auch bei der Kiefer werden seit einigen Jahren auf größeren Flächen Kronenverlichtungen (nur 1–2 gegenüber normalerweise 2–4 Nadeljahrgänge) und Nadelvergilbungen beobachtet.

Die Auswertung der Schadholzanfälle für die Kiefer außerhalb von Schneebruchgebieten in Mittelfranken und in der Oberpfalz hat keine eindeutige Zunahme für den Zeitraum 1975–1980 ergeben. Im Jahr 1981 fielen jedoch in Bayern rd. 15 000 fm Kiefern Schadholz aus unbekannter Ursache an.

Die Kiefern Schadensfläche liegt bei etwa 41 000 ha, das sind rd. 7,5 % der gesamten Kiefernholzbodenfläche. Der von den Forstämtern angegebene Entwicklungstrend der Schäden wird als zunehmend bezeichnet. Nach dem Ergebnis der jüngsten Erhebung vom März 1982 ist auch bei der Kiefer eine deutliche, weitverbreitete Vitalitätsminderung festzustellen.

1.4 Buche

Seit 1981 werden aus dem Bayerischen Wald und dem Fichtelgebirge auch Schäden aus unbekannter Ursache an der Buche gemeldet. Die Blätter vertrocknen im Sommer, vergilben auch teilweise und fallen sehr frühzeitig ab. Mitunter sterben Äste und Kronenteile, ja sogar ganze Bäume ab. Zahlen über den Schadensumfang liegen noch nicht vor.

Ähnliche Schäden wie an der Buche werden im Bayerischen Wald und im Fichtelgebirge auch an Ahorn und Vogelbeere (Eberesche) beobachtet.

1.5 Eiche

Größere Schäden an Eiche, die auf unbekannte Ursachen zurückgeführt werden könnten, sind bis jetzt in Bayern nicht bekannt geworden. Lediglich im Sommer 1981 wurden bevorzugt an Bestandsrändern vorzeitig Laubverfärbungen und Laubabfall beobachtet.

1.6 Weitere Baumarten

Ähnliche Schäden wie bei der Fichte treten örtlich, insbesondere in jüngeren Beständen, auch bei der Douglasie auf. Ferner wurden im Allgäu Vergilbungserscheinungen und starker Nadelabfall in Spirkenbeständen auf Hochmooren festgestellt.

2. Immissionssituation

Die Belastung der Atmosphäre durch die in großem Umfang freigesetzten säurebildenden Schadgase Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffoxide (NO, NO₂) stellt sich für Bayern wie folgt dar:

Signifikante Anstiege der SO₂-Belastung sind in den meisten Gebieten Bayerns nicht erkennbar. Die Belastung liegt in den verschiedenen Gebieten bei Jahresmittelwerten zwischen 0,02 und 0,06 mg SO₂ je Kubikmeter Luft (mg/m³). In weiten Bereichen Oberbayerns, Niederbayerns und Schwabens

sowie in Teilen von Unterfranken und Mittelfranken treten nur geringe Immissionen mit Jahreswerten bis maximal 0,02 mg/m³ auf; in großen Bereichen Oberfrankens und der Oberpfalz sind Immissionen mit Jahresmittelwerten von 0,03 mg/m³ bis 0,04 mg/m³ zu verzeichnen. In den Räumen Nürnberg-Fürth-Erlangen, Schwandorf, Hof-Arzberg und Weiden liegen die Immissionen bei Jahresmittelwerten von 0,05 mg/m³ und 0,06 mg/m³

Großflächig treten die höchsten Werte in Nordostoberfranken zwischen Hof und Arzberg auf. Hier können bei ungünstigen Wetterlagen auch über Zeiträume bis zu mehreren Stunden Spitzenwerte bis über 1 mg/m³ erreicht werden. Die Belastung in diesem Gebiet wird zum größten Teil durch grenzüberschreitende Schadstoffverfrachtungen aus der CSSR und der DDR verursacht. Diese grenzüberschreitende SO₂-Belastung wirkt sich bei entsprechenden meteorologischen Verhältnissen auch noch in weiten Bereichen des Bayerischen Waldes und Ober- und Mittelfrankens aus.

Im Gegensatz zur SO₂-Belastung werden Emissionen von Stickstoffoxiden in den Städten primär vom Straßenverkehr verursacht. Daher treten wesentlich erhöhte oder hohe Belastungen dort nur in der Nähe stark frequentierter Straßen auf. Die Jahresmittelwerte liegen beim NO₂ in den Städten bei Werten zwischen 0,02 mg/m³ und 0,04 mg/m³, beim NO zwischen 0,02 mg/m³ und 0,10 mg/m³. In den vom Straßenverkehr nicht unmittelbar beaufschlagten Gebieten Bayerns liegt die mittlere Belastung durch Stickstoffoxide in der Größenordnung um oder unter 0,01 mg/m³.

Die in der Ersten Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft –) vom 28.8.1974 festgelegten Immissionswerte für Langzeiteinwirkungen (IW I-Werte) betragen für SO₂ 0,14 mg/m³, für NO 0,20 mg/m³ und für NO₂ 0,10 mg/m³. Diese Werte werden in Bayern in allen Gebieten deutlich unterschritten.

Beim derzeitigen Stand der Rauchschadensforschung können an sehr empfindlichen Pflanzen, zu denen Tannen und Fichten zu zählen sind, bereits bei langfristigen mittleren SO₂-Immissionen über 0,05 mg/m³ Rauchschäden auftreten.

3. Emissionssituation

Säurebildende Schadstoffe, insbesondere Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO, NO₂), Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF), werden im wesentlichen beim Betrieb folgender Anlagen freigesetzt:

- Feuerungsanlagen für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe (Kohle: SO₂, NO, NO₂, HCl, Heizöl: SO₂, NO, NO₂, Erdgas: NO, NO₂)
- Abfallverbrennungsanlagen (HCl, SO₂, NO, NO₂),
- Verbrennungskraftmaschinen (NO, NO₂)
- Produktionsanlagen der chemischen (SO₂, NO, NO₂, HCl, HF) und grobkeramischen Industrie (HF).

Schwefeloxide und Stickstoffoxide gehören dabei wegen der großen Emissionsmenge und ihrer teilweisen weiträumigen Verfrachtung als Folge einer langen Verweilzeit in der Atmosphäre zu den wichtigsten pflanzenphysiologisch wirksamen Komponenten der Luftbelastung.

Von dem in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1978 insgesamt in einer Menge von ca. 3,55 Mio t freigesetzten Schwefeldioxid stammten rd. 2 Mio t aus Kraft- und Heizwerken, (50 %) rd. 1 Mio t aus der Industrie, rd. 0,45 Mio t aus dem Bereich Haushalte und sonstige Kleinverbraucher sowie rd. 0,1 Mio t aus dem Verkehr. Eine weitere Aufschlüsselung der Herkunft der SO₂-Emissionen zeigt, daß über 90 % bei energetischen Prozessen (Energieumwandlung, Energieverbrauch) freigesetzt werden. Während wegen der stürmischen

wirtschaftlichen Entwicklung in der Bundesrepublik die Emissionen an Schwefeldioxid in den 50er Jahren stark zunahm, unterliegen sie seit der Mitte der 60er Jahre keinen wesentlichen Änderungen mehr und schwanken seitdem zwischen 3,5 und 3,9 Mio t pro Jahr. Der Anteil der Kraft- und Heizwerke zeigt dabei eine noch steigende Tendenz, während die Emissionen aus den Sektoren Haushalte und sonstige Kleinverbraucher sowie Verkehr infolge der Begrenzung des Schwefelgehaltes im leichten Heizöl und im Dieselmotorkraftstoff gemäß der 3. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (3. BImSchV) abgenommen haben.

Auch Stickstoffoxide sind als Säurebildner wirksam, wenn sie auch nach dem heutigen Stand der Erkenntnisse hinsichtlich des Phänomens »Baumsterben« nicht die Bedeutung haben dürften, wie dies für das SO₂ wahrscheinlich ist. Von den 1978 in der Bundesrepublik freigesetzten Emissionen in Höhe von ca. 3 Mio t stammen insgesamt ca. 95 % ebenfalls aus energetischen Prozessen, wobei hier allerdings dem Verkehr mit ca. 45 % Anteil eine größere Bedeutung zukommt als den Kraft- und Fernheizwerken mit ca. 30 % Anteil. Im Gegensatz zum Schwefeldioxid ist im Zeitraum von 1966 bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein stetiger Anstieg von ca. 2 Mio t pro Jahr auf ca. 3 Mio t pro Jahr zu verzeichnen. Dieser Anstieg ist darauf zurückzuführen, daß der Gesamtenergieverbrauch zugenommen hat, wobei gleichzeitig die Optimierung der Verbrennungsprozesse zu einer zusätzlichen Erhöhung dieser Emissionen geführt hat.

Nicht außer Betracht gelassen werden können in diesem Zusammenhang die Emissionen von Stäuben, die zwar keine Säurebildner sind, aber Schwermetalle enthalten können. Mit insgesamt ca. 720.000 t pro Jahr waren die Staubemissionen in der Bundesrepublik aufgrund der bereits durchgeführten emissionsmindernden Maßnahmen und der Umstellung auf gasförmige Energieträger im Jahr 1978 wesentlich geringer als 1966 mit 1,8 Mio t pro Jahr.

In Bayern entsprechen die Anteile der einzelnen Emittentengruppen bei den Schwefeldioxid-Emissionen denen der Bundesrepublik. Die spezifische Gesamtemission liegt jedoch deutlich unter der der meisten Bundesländer. Bei Schwefeldioxid-Emissionen von insgesamt ca. 490 000 t pro Jahr beträgt der Anteil der Kraft- und Heizwerke mit ca. 280 000 t pro Jahr ebenfalls mehr als 50 %; der Anteil der Großfeuerungsanlagen (Kraftwerke, Heizwerke, industrielle Feuerungen) erreicht ca. 85 % Anteil an der Gesamtemission an Schwefeldioxid aus dem Energiesektor.

4. Bewertung

4.1 Schadensursachen

Die bayerische Staatsregierung hat nach Bekanntwerden der ersten Waldschäden lange vor der öffentlichen Diskussion Maßnahmen zur Aufklärung der Ursachen ergriffen. So hat die bayerische Staatsforstverwaltung bereits im Winter 1976/77 umfangreiche Erhebungen über Ausmaß und Schwerpunkte der Schäden an der Tanne durchgeführt. Als Ergebnis wurden ein Sofortprogramm zur Aufklärung der Ursachen und ein Grundlagenforschungsprogramm beschlossen. Das Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen führt zur Klärung möglicher Immissionseinflüsse auf die Vegetation bereits seit 1974 Bioindikator- und lufthygienische Messungen, seit 1980 Regenwasser und Bodenuntersuchungen durch.

Allein für die forstlichen Untersuchungen und Forschungen wurden bis heute 2,7 Mio DM aufgewendet. In gleicher Größenordnung bewegen sich die Aufwendungen für die Immissionsuntersuchungen.

Zur Zeit laufen 19 Forschungsprojekte bei 9 Lehrstühlen der Universität München zur Ursachenforschung.

Von der Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt werden Waldzustand und Schadensentwicklung laufend erfaßt durch

- Aufnahme systematisch eingerichteter Beobachtungsflächen (z.Z. 37 Beobachtungsflächen für Fichten und 9 Beobachtungsflächen für Tannen),
- Immissionsökologische Waldzustandserfassungen in geschädigten Waldgebieten,
- Auswertung von Falschfarben-Luftbildaufnahmen geschädigter Waldbestände.

Die Forschungsvorhaben der Universität München und der Versuchsanstalt werden durch das Kuratorium für die Bayerische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt koordiniert. Mit dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz und den Forschungseinrichtungen anderer Landesforstverwaltungen (insbesondere der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg und ihrer Versuchsanstalt) werden die Schwerpunkte der Ursachenforschung und die Aufnahmearbeiten abgestimmt.

Nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse können die Schäden durch

- Witterungseinflüsse
- ungünstige Bodenbedingungen
- waldbauliche Maßnahmen
- direkte und indirekte Immissionseinflüsse

verursacht werden. Trotz umfangreicher Forschungsarbeiten konnten die auslösenden Ursachen der großflächig auftretenden Forstschäden bisher noch nicht zweifelsfrei ermittelt werden. Als eine der wahrscheinlichsten Ursachen gelten säurebildende Schadgase. Wenn auch bisher in der Wissenschaft unterschiedliche Auffassungen über die Ursachen des Baumsterbens vertreten werden, muß man derzeit davon ausgehen, daß das synergistische Zusammenwirken mehrerer Einflußgrößen am wahrscheinlichsten ist.

4.1.1 Witterungseinflüsse

Im Bayerischen Wald sind die Klimabedingungen für Tanne und Fichte optimal, im Oberpfälzer Wald, Frankenwald und Fichtelgebirge sind sie als günstig bis sehr günstig anzusprechen; dies gilt im Grundsatz ebenfalls für den Jura, auch wenn die Niederschlagsmengen hier niedriger liegen als in den vorgenannten Gebieten.

Die Witterungsbedingungen waren in den vergangenen Jahren mitunter für die Waldbäume sehr ungünstig. Seit Ende der 60er Jahre herrschten - im Vergleich mit dem langjährigen Mittel - warmtrockene Jahre vor. Sie fanden schließlich ihren Höhepunkt in dem ausgesprochenen Trockenjahr 1976. Im Winter 1978/79 trat landesweit ein extremer Temperatursturz auf, wodurch binnen Stunden die Lufttemperatur von + 10 bis + 15 °C auf - 15 bis - 20 °C absank. Im Frühjahr 1979 und im Frühjahr und Frühsommer 1981 beeinträchtigten starke Spätfröste das Waldwachstum. Derartige Erscheinungen sind jedoch nicht neu. Eine ähnliche Häufung von Trockenjahren war auch Ende der 40er und Anfang der 50er Jahre gegeben, ohne daß Waldschäden wie im gegenwärtigen Umfang auftraten. Gleiches gilt für das extreme Trockenjahr 1959.

Die Art und das Ausmaß von extremen Witterungseinflüssen auf das Waldökosystem sind derzeit quantitativ noch nicht bekannt.

4.1.2 Bodenbedingungen

Die Waldschäden treten in Bayern auf den unterschiedlichsten Böden auf. Die Schwerpunkte der Schäden liegen allerdings in Ost- und Nordostbayern, wo kalkarme Urgesteinsverwitterungsböden vorherrschen, sowie in Südbayern und im Jura auf kalkreichen, geringer wasserversorgten Böden (Niederterrassenschotter, Kalkgesteinverwitterungsböden).

4.1.3 Waldbauliche Maßnahmen

Die auftretenden Schäden kommen in stark und schwach durchforsteten Fichten- und Kiefernbeständen vor, in Misch- und Reinbeständen, in einschichtigen Fichten-Tannen-Beständen ebenso wie in gut gestuften Fichten-Tannen-Buchen-Mischbeständen und in Plenterwäldern. Dies ist neu gegenüber dem »Tannensterben« in früherer Zeit. Allerdings besteht die Tendenz, daß langbekronte Tannen widerstandsfähiger sind als solche mit hoch hinaufgeschobenen, schwach entwickelten Kronen. Aber auch gut bekronte Tannen sind häufig geschädigt und fallen in hohem Maße aus. Entsprechend sind Fichten und Kiefern nach heutigen Erkenntnissen ohne erkennbaren Zusammenhang mit der Waldbehandlung betroffen. Insgesamt sind offensichtlich Mischkulturen widerstandsfähiger, da in Nadelwald-Monokulturen durch den Mineralisierungsprozeß beim Abbau der von den Bäumen abgeworfenen Nadeln die Versauerung des Bodens ohne andere äußere Einflüsse gefördert wird und ganz allgemein artenreiche biologische Systeme stabiler sind als artenarme.

4.1.4 Immissionseinflüsse

Direkte Immissionseinflüsse durch unmittelbare Einwirkung gasförmiger schwefelhaltiger Immissionen auf die Pflanzen sind in den Gebieten nicht auszuschließen, in denen die Schwefeldioxidbelastung mittlere Werte in der Größenordnung von $0,06 \text{ mg/m}^3$ erreicht. Dies ist in Teilgebieten der Räume Nürnberg und Schwandorf sowie großflächig im nordostbayerischen Grenzgebiet der Fall.

Die anlässlich der Bioindikatoruntersuchungen des Landesamtes für Umweltschutz in den Nadeln der Indikatorbäume festgestellten Schwefelgehalte liegen in Nordostbayern und im Raum Schwandorf bei maximalen Werten bis über 2000 ppm (Mikrogramm Schwefel je Gramm Trockensubstanz), wobei für Schwefelgehalte von über 1.500 ppm Immissionseinflüsse wahrscheinlich und bei Werten ab 2.000 ppm Immissionsschäden nachweisbar sind. Bei der Bewertung dieser Zahlen darf jedoch nicht übersehen werden, daß die individuelle Schadstoffaufnahme durch die Bäume ebenso unterschiedlich ist, wie ihre individuelle Wirkung. Ferner werden Aufnahme und Wirkung nicht nur von der Konzentration der Schadstoffe, sondern auch vom Zeitpunkt und Zeitraum der Immissionsbeaufschlagung beeinflusst.

Hieraus können sich Interpretationsschwierigkeiten bei der Beurteilung von Nadelschadstoffgehalten ergeben, wobei stets als Grundsatz gelten kann, daß unter günstigen Wachstumsbedingungen höhere Schwefelgehalte eine geringere Wirkung verursachen als unter ungünstigen.

Auch bei niedrigen Schadstoffkonzentrationen sind *indirekte Wirkungen* der Immissionsbelastung auf die Wälder möglich. Besonders wirkungsrelevant kann neben der Akkumulation von Schwermetallen durch die Deposition schwermetallhaltiger Feinstäube die zusätzlich zu den biologischen Abbauprozessen auftretende Bodenversauerung durch den Eintrag saurer Niederschläge und die trockene Deposition saurer Partikel sein. Durch die Bodenversauerung können der Bodenchemismus und damit das Wurzelwachstum und der Nährstoffhaushalt der Bäume negativ beeinflusst werden. Es

können Aluminium, Eisen und andere Metalle in Lösung gehen. Durch die erhöhten Konzentrationen von toxischen Metallen in der Lösung kann zunächst das Wurzelwerk, später auch der Baum geschädigt werden.

Der sogenannte »saure Regen« entsteht dadurch, daß das bei der Verfeuerung fossiler Brennstoffe in die Atmosphäre emittierte Schwefeldioxid und andere Säurebildner durch Kondensations- und Auswaschvorgänge in das Niederschlagswasser gelangt.

In Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen und begünstigt durch Emissionen aus hohen Kaminen können die Schwefeloxide SO_2 , SO_3 und SO_4^{2-} in der Atmosphäre über weite Strecken transportiert werden, ehe sie durch Niederschläge ausgewaschen werden. Saurer Regen kann daher auch weit entfernt von den Quellen der Emissionen auftreten.

Der Einfluß der Immissionsbelastung durch Schwefeloxide auf die Bodenversauerung in den durch Immissionen relativ wenig belasteten Gebieten konnte allerdings bisher nicht quantifiziert werden und ist in seiner Bedeutung bei Fachleuten noch umstritten. Dennoch muß vorsorglich eine Verringerung der Emissionen von SO_2 angestrebt werden, um einer zivilisatorisch bedingten Versauerung der Böden grundsätzlich entgegenzuwirken.

4.2 Situation bei den einzelnen Baumarten

4.2.1 Tanne

Die Erscheinung des Tannensterbens ist seit mehr als 100 Jahren bekannt. Bisher trat es allerdings überwiegend an der Peripherie der Tannenverbreitung auf und häufig in einschichtigen Bestandsformen, die der Tanne wenig zusagen. Das gegenwärtige Tannensterben ist demgegenüber besonders virulent im Bayerischen Wald, einem Zentrum der Verbreitung der Weißtanne und grasiert auch in plenterartigen Bestandsformen, die der Tanne eigentlich optimale Wachstumsbedingungen bieten. Rückgang und Schwächung der Weißtanne in derartigen Bestandsformen sind also nicht mit falschen waldbaulichen Behandlungen in Zusammenhang zu bringen. Unbestritten ist dagegen, daß die höheren Temperaturen und niedrigeren Niederschläge gegenüber dem langjährigen Mittel in der Vegetationszeit der letzten Jahre zur Vitalitätsschwächung beigetragen haben. Auch haben extreme Winterfröste und in den letzten Jahren vorkommene Spätfröste sicherlich die empfindliche Baumart Tanne geschwächt. Allerdings reichen diese Faktoren nicht aus, um das gegenwärtig fortschreitende Absterben von Tannen aller Altersklassen auch im Verbreitungsoptimum der Baumart zu erklären. Das extreme Trockenjahr 1976 liegt weit zurück und die Niederschläge waren seither weder in ihrer Höhe noch in ihrer Verteilung sehr anomal.

Es fällt auf, daß ein Zentrum des Tannensterbens derzeitigen Ausmaßes im Bayerischen Wald liegt, in einem Gebiet mit überwiegend Urgesteinsverwitterungsböden, die eine relativ geringe Pufferkapazität aufweisen. Der Bayerische Wald bietet wegen der Höhe der Niederschläge der Tanne optimale Wachstumsbedingungen, läßt aber gleichzeitig eine überdurchschnittliche nasse Immissionsdeposition erwarten. Die Schäden treten über alle Standorte und Waldformen hinweg auf. Diese Erscheinungen sowie die Intensität und das lange Andauern des Tannensterbens lassen sich nicht mit extremen Klimaeinflüssen allein erklären, die auch früher immer wieder aufgetreten sind. Es ist bekannt, daß die Tanne am empfindlichsten von allen heimischen Waldbaumarten auf Immissionseinwirkungen reagiert. Eine Übertragung der in Fichtennadeln festgestellten Schwefelgehalte auf die Immissionswirkungen bei der Tanne würde erwarten lassen, daß

Schwefelverbindungen beim Tannensterben eine wesentliche, wenn auch nicht quantifizierbare, Rolle spielen.

Die Kalkverwitterungsstandorte des Jura dagegen, auf denen sich das Tannensterben ebenfalls fortsetzt, liegen außerhalb des eigentlichen Kerngebietes der Tannenverbreitung. Hier dürften wegen der höheren Pufferkapazität der Böden die sauren Niederschläge eine geringere Rolle spielen. Es erscheint plausibel, daß in diesen Bereichen, insbesondere im tertiären Hügelland, der Nachwirkung langjähriger Klimaeinflüsse größeres Gewicht beizumessen ist. Das Tannensterben in Bayern stellt sich somit als Komplexkrankheit mit örtlich unterschiedlicher Gewichtung der Einzelfaktoren dar.

4.2.2 Fichte

Die Fichtenerkrankung kann ebenso wie das Tannensterben mit der Wechselwirkung von Standort, Klima und Immissionseinfluß bei jeweils differenziertem Gewicht dieser Einzelkomponenten erklärt werden.

In Nordostbayern (Frankenwald, Fichtelgebirge, nördlicher Oberpfälzer Wald) ist im Grenzgebiet zur DDR und zur Tschechoslowakei ein deutlicher Immissionseinfluß aufgrund hoher Nadelschwefelgehalte nachweisbar. Im Bayerischen Wald kann dieser unmittelbare Zusammenhang allein aufgrund der Nadelanalysen nicht hergestellt werden. Wegen der dort vorhandenen, schwachgepufferten Böden und dem durch die Niederschläge bedingten Säureeintrag kann auch bei der Fichte eine Schädigung durch nasse Deposition nicht ausgeschlossen werden. Erfahrungsgemäß ist die Immissionsempfindlichkeit auf kritischen Standorten besonders hoch. Wegen des geologischen Ausgangsmaterials ist zudem das durchschnittliche Basensättigungsverhältnis der meisten Böden im ostbayerischen Grenzgebirge bei weitem ungünstiger als z.B. das der Böden am nördlichen Alpenrand. Die Wechselwirkung von Standort und Immissionswirkung zeichnet sich auch auf schlecht wasserversorgten Schottern östlich von München ab. Dort wird tendenziell erkennbar, daß stadtnähere Waldteile mit höheren Nadelschwefelgehalten größere Schäden aufweisen als stadtf fernere. Daher ist zu vermuten, daß bei ungünstigen Standortverhältnissen (hier: schlechte Wasserversorgung) Schäden bereits bei mäßigem Immissionseinfluß zunehmen können. Demgegenüber sind die Schwefelgehalte in den Nadeln geschädigter Fichtenbestände auf Niederterrassenschottern südlich und südwestlich so eindeutig niedrig, daß ein entsprechender Immissionseinfluß auszuschließen scheint. Hier dürfte der Standorteinfluß dominieren. Gleiches gilt für relativ flachgründige Standorte auf Moränenrücken im tertiären Hügelland oder voralpinen Flußtälern.

Bei gleichen oder ähnlichen Schadsymptomen, die gegenwärtig bei der Fichte auftreten, ist somit von unterschiedlichen Primärursachen auszugehen, wobei jedoch in weiten Gebieten dem Immissionseinfluß ein wesentliches Gewicht beizumessen sein dürfte.

4.2.3 Kiefer

Neben den Kieferschäden in unmittelbaren Immissionseinflußgebieten (Nürnberger Reichswald, Raum Altötting/Burghausen, Raum Ingolstadt, Oberpfälzer Wald, Raum Aschaffenburg), kommen auf flachgründigen, kalkreichen Standorten (Jura, Muschelkalk- und Keupergebieten, alluviale Schotter) Schäden vor, die in erster Linie auf Ernährungsstörungen (Eisen- und Manganmangel) zurückzuführen sind. Diese sogenannte Kalkchlorose tritt vor allem in den Wintermonaten in Erscheinung und war bisher in der Regel während der Vegetationszeit reversibel. In jüngster Zeit tritt aber immer häufiger keine Erholung der betroffenen

Kiefern mehr ein, die Kronen vergilben und oft sterben die Bäume ab. Es erscheint möglich, daß dies auf zusätzliche Immissionseinflüsse zurückzuführen ist.

4.2.4 Übrige Baumarten

Die offensichtlich auf Komplexkrankheiten oder unbekannte Ursachen zurückzuführenden Schäden an den übrigen Baumarten treten bisher noch zu vereinzelt auf, um hieraus Hinweise auf die Schadensursache ableiten zu können.

4.3 Mögliche Entwicklung der Emissionssituation

Die Schwefeldioxid-Emissionen aus *Kraft- und Heizwerken* in Bayern in Höhe von rd. 280 000 t/a sind derzeit zwar hoch, werden durch Umstrukturierungsprozesse auch ohne weitergehende technische Maßnahmen relativ stark verringert. Der Wegfall des Einsatzes von bayerischer Rohbraunkohle im Kraftwerk Schwandorf und deren Ersatz durch tschechische Hartbraunkohle ab Ende 1982 wird mit einer Reduzierung der Schwefeldioxid-Emissionen um rd. 90 000 bis 100 000 t/a verbunden sein. Darüber hinaus soll auf Veranlassung des Staatsministeriums für Arbeit und Sozialordnung 1983 nach Umstellung auf die tschechische Hartbraunkohle untersucht werden, ob es möglich ist, durch Kalkzugaben in die Feuerung zu einer weiteren Verringerung der SO₂-Emissionen zu gelangen. Infolge der Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Grafenrheinfeld geht der Einsatz von schwerem Heizöl in den Ölkraftwerken weiter zurück. Nach Abschluß der Umrüstmaßnahmen und Wiederinbetriebnahme des Kernkraftwerkes Isar I wird sich dieser positive Effekt weiter verstärken. Die hierdurch erreichbare Verringerung der Schwefeldioxid-Emissionen kann zu ca. 40 000 bis 50 000 t/a abgeschätzt werden.

Nach Inbetriebnahme der geplanten mit Abgasentschwefelungsanlagen nach dem neuesten Stand der Technik auszurüstenden Kohlekraftwerke in der Mitte der 80er Jahre (Franken II, Zolling) kann davon ausgegangen werden, daß sich trotz eines steigenden Strombedarfs die Emissionsverhältnisse weiter verbessern. Das Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung wird darauf hinwirken, daß alte kohle- und ölgefeuerte Kraftwerke geringer Leistung vorzeitig stillgelegt oder nur mehr als Reserve vorgehalten werden. Es läßt sich abschätzen, daß die Schwefeldioxid-Emissionen aus dem Bereich Kraftwerke sich damit um ca. 40 % auf ca. 110 000 bis 130 000 t/a verringern werden. Voraussetzung für diese günstige Entwicklung ist allerdings, daß davon abgesehen wird, in größerem Umfang gasgefeuerte Kraft- und Heizwerke auf Kohle umzustellen. Sonst würde die Minderung der Schwefeldioxid-Emissionen durch die genannten Umstrukturierungsprozesse selbst bei Einsatz von Rauchgasentschwefelungsanlagen geringer ausfallen.

Eine Verschlechterung der Situation würde auch eintreten, wenn in *Industriefeuerungen* verstärkt Kohle eingesetzt wird, da Rauchgasentschwefelungsanlagen nur bei größeren Feuerungsanlagen wirtschaftlich und emissionsarme Feuerungstechniken, wie z.B. die Wirbelschichtfeuerungstechnik, noch nicht zur Einsatzreife gelangt sind. Industriefeuerungen haben bei Schwefeldioxid-Emissionen von ca. 100 000 t/a und einem Anteil von etwas mehr als 20 % an den gesamten Schwefeldioxid-Emissionen aus dem Energiesektor ebenfalls eine Bedeutung für die Belastung durch säurebildende Schadgase. Während die Umstellung von Heizöl S auf Kohle im wesentlichen keine Verschlechterung mit sich bringt, würde die Umstellung von Feuerungen, die mit Erdgas betrieben werden, eine Verschlechterung der Emissionsverhältnisse bedeuten. Bei Verfeuerung von Steinkohle anstelle

von Erdgas treten nämlich nicht nur zusätzliche Schwefeldioxid-Emissionen, sondern auch in nicht unerheblichem Umfang Chlor- und Fluorwasserstoff sowie Staubemissionen auf.

Solche Umstellungen würden der Immissionsschutz-Politik der Staatsregierung zuwiderlaufen. In Bayern wurden durch Einsatz von erheblichen öffentlichen Mitteln in Höhe von mehr als 540 Mio DM der Ausbau von Gas- und Fernwärmeversorgungsanlagen in vielen bayerischen Gemeinden gefördert und damit zu der gegenwärtig vergleichsweise günstigen Situation wesentlich beigetragen.

Bei Haushalten und sonstigen Kleinverbrauchern die mit ca. 60 000 t/a zu ca. 12 % zu den Schwefeldioxid-Emissionen beitragen, haben sich die Emissionen von Schwefeldioxid mit der Begrenzung des Schwefelgehaltes im leichten Heizöl auf 0,3 Gew.% nach Inkrafttreten der letzten Stufe der 3. BImSchV am 0.1.01.1979 bereits stark verringert. Eine weitergehende Absenkung der Emissionen ist einerseits durch eine Absenkung des Energieverbrauchs durch energiesparende Maßnahmen und andererseits durch die Verstärkung des Anteils von Gas und Fernwärme an der Energieversorgung der Haushalte zu erwarten. Auch hier werden in Bayern im wesentlichen im Zusammenhang mit den vorgenannten Fördermaßnahmen, mit Fördermaßnahmen nach dem Programm zur Förderung energiesparender Maßnahmen (Bund/Länderprogramm mit einem Volumen von 4,35 Mio DM), sowie mit den Sonderförderaktionen für Umstellungsmaßnahmen von Einzelheizungen auf schadstoffarme Energieträger gemeinsam mit den Städten Ingolstadt, München, Nürnberg und Regensburg durch Bereitstellung erheblicher Mittel wesentliche Impulse gegeben.

Insgesamt muß jedoch bei der Beurteilung der Entwicklung der Situation in Bayern stets berücksichtigt werden, daß die Immissionsbelastung wegen des Ferntransportes säurebildender Schadgase und des Feinstaubes wirksam nur verringert werden kann, wenn auch außerhalb Bayerns entsprechend konsequent vorgegangen wird. Es muß befürchtet werden, daß die weitere Entwicklung in der übrigen Bundesrepublik, den westeuropäischen Industrieländern und insbesondere in den angrenzenden Ländern des Ostblocks nicht so günstig wie in Bayern verläuft, wenn nicht bald verstärkte technische und administrative Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen säurebildender Schadgase und Feinstäube ergriffen werden.

5. Maßnahmen

Wenn auch die Ursachen des Baumsterbens im einzelnen noch nicht aufgeklärt sind, müssen dennoch Maßnahmen in Bereichen ergriffen werden, die einer Beeinflussung zugänglich sind.

5.1 Waldbauliche Maßnahmen

Als waldbauliche Maßnahmen kommen allenfalls Düngung sowie eine Umstellung auf Mischkulturen in Betracht. In Bayern werden bereits Untersuchungen angestellt, ob und inwieweit die Vegetationsschäden durch Düngung gemildert oder vermieden werden können. Außerdem ist die Staatsforstverwaltung bemüht, bei Neuanpflanzungen großflächige Nadelwald-Monokulturen zu vermeiden, wodurch der natürlichen Versauerung durch biologische Abbauprozesse entgegengewirkt wird.

5.2 Maßnahmen zur Verringerung von Schadstoffemissionen

Es muß darauf hingewirkt werden, die tatsächlichen Schadstoffemissionen durch Verringerung der Emissionen zu

senken. Es reicht keinesfalls aus, wie vielfach gefordert, lediglich die Grenzwerte für die Immissionsbelastung herabzusetzen. Sonst wäre zu befürchten, daß durch den Bau hoher Schornsteine die Probleme lediglich in einem noch höheren Ausmaß als bisher in wenig belastete Gebiete verlagert würden.

5.2.1

Die Verringerung der Emissionen an säurebildenden Schadgasen wird durch die Politik der Bundesregierung vom Vorrang der Kohle bei der Deckung des Energiebedarfes erschwert, wenn nicht verhindert. Auch der Einsatz von Rauchgasentschwefelungsanlagen oder fortschrittlichen Feuerungstechniken bei Neuanlagen kann eine Erhöhung der Gesamtemission an Säurebildnern nicht verhindern, soweit die Neuanlagen zur Deckung des zusätzlichen Energiebedarfs eingesetzt werden. Die Kohle-Vorrangpolitik wurde erst am 26. Mai 1982 durch den Beschluß des Innenausschusses des Deutschen Bundestages bestätigt, in dem die Koalitionsfraktionen der Kernenergie die Restbedarfsposition zuweisen, deren Umfang sich danach bemißt, wie die heimische Kohle in der Lage ist, den Energiebedarf zu decken. Die Bayerische Staatsregierung hat in ihren »Grundsätzen und Zielen der bayerischen Energiepolitik« (Energieprogramm für Bayern, 1980) einer derartigen, einseitigen Bevorzugung der Kohle bereits eine Absage erteilt. Demnach ist wegen der ohnehin bestehenden Nachteile aufgrund der natürlichen Gegebenheiten in Bayern aus finanziellen Gründen ein genereller Vorrang der Kohle vor Kernenergie bei der Stromerzeugung abzulehnen und der Kohleeinsatz in Kraftwerken auf die Mittellast zu beschränken. Eine unabhängige Voraussetzung für den Ausbau der Kernenergie zur Stromerzeugung im Grundlastbereich ist auch eine zügige und konsequente Realisierung der Entsorgungseinrichtungen für die abgebrannten Brennelemente. Einen entscheidenden Beitrag hierzu hat Bayern bereits durch seine Bereitschaft zur Aufnahme einer industriellen Wiederaufarbeitungsanlage geleistet.

5.2.2

Der Bund muß im Rahmen der Novellierung der TA Luft und der Verabschiedung der Verordnung über Großfeuerungsanlagen die rechtlichen Voraussetzungen schaffen, daß der Stand der Technik und die wirtschaftlichen Erkenntnisse in die Praxis umgesetzt werden können. So hat bereits die Umweltministerkonferenz bei Kohlekraftwerken mit einer elektrischen Leistung von mehr als 175 MW eine Beschränkung der Schwefeldioxid-Emission auf 650 mg/m³ gefordert. Im Hinblick auf eine entsprechende Regelung in der Großfeuerungsanlagen-Verordnung hat das Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung bereits die Gewerbeaufsichtsämter angewiesen, künftig bei der Neuerrichtung kohlebefeuerter Kraftwerke mit einer Leistung von mehr als 175 MW den Einbau hochwirksamer Abgasentschwefelungsanlagen zu fordern. Im Genehmigungsbescheid für den Block 5 des Kohlekraftwerks der IAW in Zolling ist bereits eine Schwefeldioxid-Emissionsbeschränkung auf 650 mg/m³ festgelegt. Die Maßnahmen dürfen sich nicht auf Neuanlagen beschränken, da die Altanlagen überproportional zur Schadstoffbelastung beitragen. Soweit aus rechtlichen, technischen oder finanziellen Gründen der nachträgliche Einbau von Abgasentschwefelungsanlagen nicht möglich ist, wird das Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung im Einzelfall darauf hinwirken, daß durch Reduzierung der Einsatzzeiten dieser Anlagen eine Minderung der Emissionen erreicht wird. Ggf. müssen derartige Maßnahmen durch den Einsatz staatlicher Fördermittel unterstützt werden.

5.2.3

Wenn, wie insbesondere im Bereich Haushalte und sonstige Kleinverbraucher, emissionsmindernde Maßnahmen nicht durchgeführt werden können, sollten derartige Anlagen, soweit als möglich, auf emissionsarme Energieträger wie Erdgas oder auch Fernwärme umgestellt und die einschlägigen Förderprogramme verstärkt fortgeführt werden. Um zu verhindern, daß Fernwärmeversorgungsanlagen wiederum nur zu einer Problemverlagerung führen, ist anzustreben, daß diese entweder mit emissionsarmen Energieträgern oder aber insbesondere beim Einsatz von Kohle, mit emissionsarmen Feuerungstechniken oder Entschwefelungsanlagen betrieben werden. Soweit hierzu neue Technologien entwickelt werden müssen, ist darauf hinzuwirken, daß der Bund durch den Einsatz öffentlicher Mittel diese verstärkt fördert.

5.2.4

Alle gesetzgeberischen, finanziellen und technischen Maßnahmen werden jedoch nur dann zu einer wirksamen Verrin-

gerung der Freisetzung säurebildender Schadstoffe führen, wenn auch unsere west- und osteuropäischen Nachbarn vergleichbare Anstrengungen unternehmen. Die EG wirkt bereits über mehrere Richtlinien auf eine Verringerung der Schadstoffemissionen ein. Wie schwierig dies bei unseren östlichen Nachbarn ist, zeigen die jahrelangen, bisher ergebnislosen Verhandlungen mit der Tschechoslowakei wegen der erheblichen Luftverunreinigungen in Nordostoberfranken. In der Vergangenheit hat sich Bayern in dieser Angelegenheit wiederholt an die Bundesregierung gewandt und die Einleitung wirksamer diplomatischer Schritte gefordert. Zwar wurde nach Überwindung grundsätzlicher prozeduraler Schwierigkeiten mit der Regierung der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik mittlerweile Einigkeit über die Bestellung von Grenzbevollmächtigten erzielt, es muß jedoch gefordert werden, daß das Problem von der Bundesregierung mit größerem Nachdruck und auf allen Ebenen bei jeder sich bietenden Gelegenheit an die zuständigen Stellen der ČSSR und der DDR herangetragen wird.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [2_1982](#)

Autor(en)/Author(s): Dick Alfred, Eisenmann Hans

Artikel/Article: [Dokumentation zum Baumsterben in Bayern 4-10](#)