

BUWAL/Eidgenössische Forstdirektion, Bern
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
WSL, Birmensdorf

Sanasilva- Waldschadenbericht 1990

Bern und Birmensdorf, November 1990

Bezugsquelle:

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Bibliothek
8903 Birmensdorf

Fachliche Verantwortung

Zusammenfassung

Frank Haemmerli, Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Direktions-Stab,
WSL, Birmensdorf

1. Ergebnisse der Waldschadeninventur 1990
Peter Brassel, Sektion Schweiz. Landesforstinventar, WSL, Birmensdorf
2. Die lokale Entwicklung in den Testgebieten Altdorf, Flims und Zofingen
Daniel Lüscher, Fernerkundung, WSL, Birmensdorf
3. Die Sturmschäden vom Februar 1990
Erwin Jansen, Phytosanitärer Beobachtungs- und Meldedienst,
WSL, Birmensdorf
4. Waldschäden 1989 in Europa
Pierre Mühlemann, Eidg. Forstdirektion, Bern

Konzept

Programmkoordination Sanasilva

Redaktion

Charles von Büren, Presse und Information, WSL, Birmensdorf

Gestaltung

René Rüegg, Publikationen, WSL, Birmensdorf

Graphiken und Deckblatt

Miroslav Sebek und Doris Pichler, Publikationen, WSL, Birmensdorf

Deckblatt:

Vier Blattverlustklassen (70 / 45 / 25 / 5%) der Buche *Fagus sylvatica* L.

Inhalt

Zusammenfassung	5
1. Ergebnisse der Waldschadeninventur 1990	6
Ergebnisse	6
Schadensituation und Schadenentwicklung für Bäume von mehr als 12 cm Durchmesser	6
Die einzelnen Baumarten	8
Die Entwicklung der Schäden gesamtschweizerisch und regional	10
Schadenentwicklung am Einzelbaum seit 1989	13
Nadel-/Blattverluste mit bekannten Ursachen	13
Sturmschäden	13
Ziele der Waldschadeninventur – Ausblick	14
Methoden	14
Stichprobenerhebung	14
Jungwalderhebung	14
Gewichtung der Einzelbaumdaten	15
Die Feldaufnahmen	15
Repräsentativität der Stichproben	15
Schätzung des Nadel-/Blattverlustes	15
Definition der Schadstufen	16
Problematik der Schadgrenze	16
Zufällige und systematische Einflüsse auf das Inventurresultat	16
Einfluss der Nutzung auf den Waldzustand	17
2. Die lokale Entwicklung der Waldschäden In den Testgebieten Altdorf, Flims und Zofingen	18
3. Die Sturmschäden vom Februar 1990	21
4. Waldschäden 1989 in Europa	26

Zweck des Berichtes

Der vorliegende Bericht hat den Zweck, über den Gesundheitszustand des Schweizer Waldes und dessen Entwicklung zu informieren. Er soll den verantwortlichen politischen Behörden Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung stellen, damit diese rechtzeitig geeignete Massnahmen gegen die Waldschäden in die Wege leiten können. Über die Presse soll aber auch eine breite Öffentlichkeit Kenntnisse über den Zustand unserer Wälder erhalten.

Zusammenfassung

Der Gesundheitszustand des Schweizer Waldes hat sich 1990 gegenüber dem Vorjahr verschlechtert. Der Anteil geschädigter Bäume mit mehr als 25 Prozent Nadel-/Blattverlust (Schadstufen 2–4) ist von 12 auf 17 Prozent gestiegen. Der bisherige Höchstwert von 1987 (15 Prozent) wird damit leicht übertroffen. Der Anteil der Bäume mit mehr als 10 Prozent Nadel-/Blattverlust (Schadstufen 1–4, also inklusive Warnstufe) hat zwischen 1989 und 1990 landesweit von 43 auf 61 Prozent zugenommen. Wie in den Vorjahren ist damit eine zum Verlauf in den Schadstufen 2 bis 4 analoge Entwicklung zu verzeichnen. Nach international übereinstimmender Auffassung werden Nadel-/Blattverluste bis 25 Prozent (Schadstufe 0 und 1) stark vom normalen Schwankungsbereich der Baumvitalität überlagert. Aus diesem Grunde wird auch in der Schweiz der Entwicklung in den Schadstufen 2 bis 4 besondere Beachtung geschenkt.

In vier der fünf Grossregionen hat der Anteil der Bäume in den Schadstufen 2 bis 4 zwischen 1989 und 1990 merklich, aber in unterschiedlichem Mass zugenommen: Alpensüdseite +12 Prozent, Alpen und Jura je +8 Prozent, Voralpen +4 Prozent. Keine wesentliche Veränderung ist hingegen im Mittelland (–1 Prozent) zu verzeichnen. Der bisherige Höchstwert seit 1985 ist 1990 in den Alpen (+5 Prozent), in den Voralpen (+3 Prozent) und im Jura (+2 Prozent) übertroffen worden. Bäume mit mehr als 25 Prozent Kronenverlichtung kommen 1990 am häufigsten auf der Alpensüdseite und in den Alpen (je 24 Prozent) vor.

Die diesjährigen Ergebnisse der Zustandserhebungen mit Hilfe von Infrarot-Luftbildaufnahmen in den Waldungen von Altdorf, Flims und Zofingen bestätigen trendmässig den kurzfristigen Schadenverlauf in den Grossregionen Alpen und Mittelland.

Nadelbäume und Laubbäume sind gesamthaft in ähnlichem Mass von der Verschlechterung betroffen. Zwischen den einzelnen Baumarten bestehen allerdings Unterschiede in der Entwicklung zwischen 1989 und 1990. Der Anteil der Bäume in den Schadstufen 2 bis 4 ist bei den im Schweizer Wald am häufigsten vorkommenden Baumarten, der Fichte und der Buche, um erhebliche 9 Prozent gestiegen; die Zunahme beläuft sich aber auch bei Eiche auf 8 Prozent, bei Ahorn und Esche auf 6 Prozent und bei Lärche auf 4 Prozent. Keine wesentliche Veränderung verzeichnen Föhre (–1 Prozent) und Weissstanne (–3 Prozent), die bereits seit Jahrzehnten kränkelt. Vier der acht dargestellten Baumarten haben im

Schadenverlauf seit 1985 einen neuen Höchststand erreicht: Fichte, Ahorn, Esche, Eiche.

Landesweit weisen 1990 die Bäume in den Schadstufen 1 und 2 den höchsten Anteil verlichteter Kronen seit 1985 auf. Demgegenüber ist der Anteil der Bäume in den Schadstufen 3 bis 4 (Nadel-/Blattverlust grösser als 60 Prozent) wie in den Vorjahren nahezu stationär geblieben.

Sowohl in der Schweiz als auch in Europa ist der Gesundheitszustand des Waldes zwischen 1988 und 1989 gesamthaft stationär geblieben. Die erneute Zunahme der Kronenverlichtungen in der Schweiz lässt sich allein mit Ergebnissen der extensiven Überwachungsinventur nicht erklären. Aus der Inventur ergeben sich zwar Hinweise, dass die heftigen Sturmböen vom Februar 1990 in stark betroffenen Gebieten zu Kronenbeschädigungen an stehenden Bäumen, vor allem an Nadelbäumen, geführt haben. Die Auswirkungen auf das Inventurergebnis sind indessen nicht quantifizierbar.

Die Stürme vom 27. und 28. Februar 1990 richteten in den mitteleuropäischen Wäldern grosse Schäden an. In der Schweiz beträgt die Sturmholzmenge rund 4,3 Millionen Kubikmeter oder 96 Prozent einer Jahresnutzung im Gesamtwald. Die Schadensschwerpunkte liegen in den zentralen und östlichen Alpen- und Voralpentälern. Die rege geführten Diskussionen um die Räumung und Nutzung des Sturmholzes, die Gefahr einer Borkenkäfer-Epidemie sowie das Verfahren zur Wiederherstellung der Schutzwälder im Berggebiet hinterlassen eine Reihe von Fragen, die durch Forschungsprojekte zu bearbeiten sind.

Die schweizerische Waldschadeninventur muss langfristig weitergeführt werden, weil nur mit längeren Zeitreihen aufschlussreiche Erkenntnisse über Schäden unbekannter Ursachen und über die natürliche Variabilität zu gewinnen sind. Für Erklärungen der beobachteten Phänomene ist das Beobachtungsprogramm zu erweitern. Dazu gehören Erhebungen über verschiedene Umweltfaktoren auf Probestflächen der Waldschadeninventur und auf zusätzlichen Dauerbeobachtungsflächen, wie sie zur Zeit von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft und der Eidgenössischen Forstdirektion geplant und vorbereitet werden. Klimafaktoren, Schadstoffe in der Luft, im Niederschlag und im Boden sowie weitere Umweltfaktoren sollen über verbundene Proben mit den Erhebungen zum Waldzustand verknüpft werden.

1. Ergebnisse der Waldschadeninventur 1990

Der Zustand der Baumkronen im Schweizer Wald hat sich seit 1989 in allen Regionen verschlechtert. Der Anteil der Bäume mit mehr als 25 Prozent Nadel-/Blattverlust (Schadstufen 2 bis 4) ist von 12 auf 17 Prozent gestiegen und erreicht somit ein vorläufiges Maximum seit Beginn der Waldschadeninventuren im Jahre 1985. Der Anteil der Bäume mit Nadel-/Blattverlusten von mehr als 10 Prozent (Schadstufen 1 bis 4, also inkl. Warnstufe) stieg von 43 auf 61 Prozent. Diese Zunahme der Kronenverlichtungen wurde in allen Regionen beobachtet. Die stärksten Verlichtungen zeigen sich in den Alpen und auf der Alpensüdseite mit je 24 Prozent (Schadstufen 2 bis 4). Im Mittelland dagegen ist in den Schadstufen 2 bis 4 eine schwache Verringerung von einem Prozent, bei Einbezug der Warnstufe indes ein Anstieg um 9 Prozent zu verzeichnen.

Eine Erklärung der Ursachen für die beobachteten Nadel-/Blattverluste ist mit den derzeitigen Erhebungsmethoden nicht möglich. Es muss davon ausgegangen werden, dass in weiten Teilen der Alpen und Alpennordseite ein direkter Einfluss der Februarstürme auf die Dichte der Baumkronen bestanden hat. Auf fast 16 Prozent der Probeflächen wurden vom Wind geworfene oder geknickte Bäume festgestellt.

Ergebnisse

Schadensituation und Schadenentwicklung für Bäume von mehr als 12 cm Durchmesser

Die Häufigkeitsverteilungen der Bäume in den 5%-Klassen bilden die Basis für die Schadstufen der Waldschadeninventur (Abbildungen 1,2). Diese Verteilungen

unterscheiden sich von der Inventur des Jahres 1989. Die Maxima liegen sowohl für Nadel- wie für Laubbäume deutlich über den Ergebnissen des Vorjahres; Nadel-/Blattverluste von mehr als 10 Prozent sind häufiger zu beobachten. Kronenverlichtungen mit mehr als 40 Prozent zeigen hingegen geringere Veränderungen.

gewichtete Anteile in Prozenten

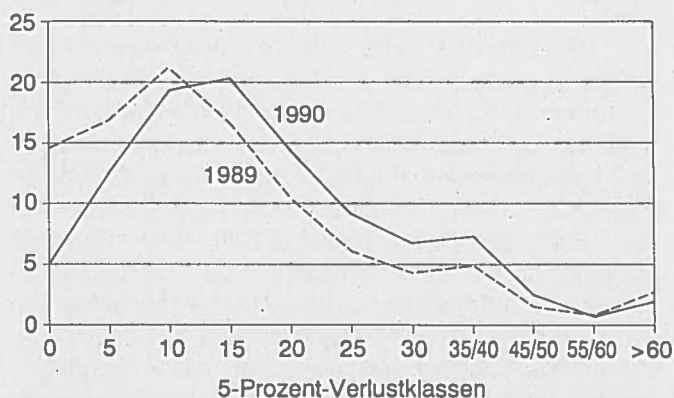


Abbildung 1
Nadelbäume: Nadelverlust nach 5-Prozentklassen.
Gewichtete Anteile der Nadelbäume der Waldschadeninventuren 1989 und 1990.

gewichtete Anteile in Prozenten

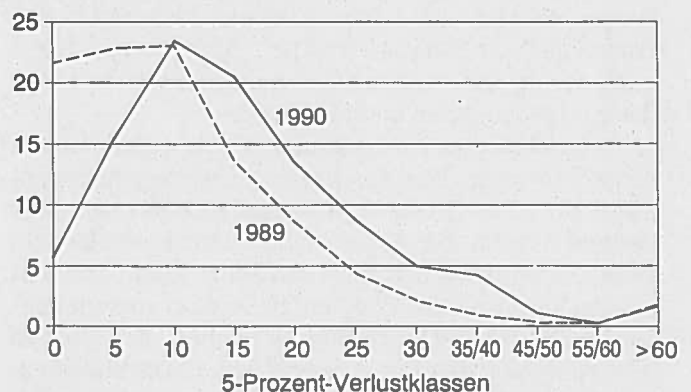


Abbildung 2
Laubbäume: Nadelverlust nach 5-Prozentklassen.
Gewichtete Anteile der Nadelbäume der Waldschadeninventuren 1989 und 1990.

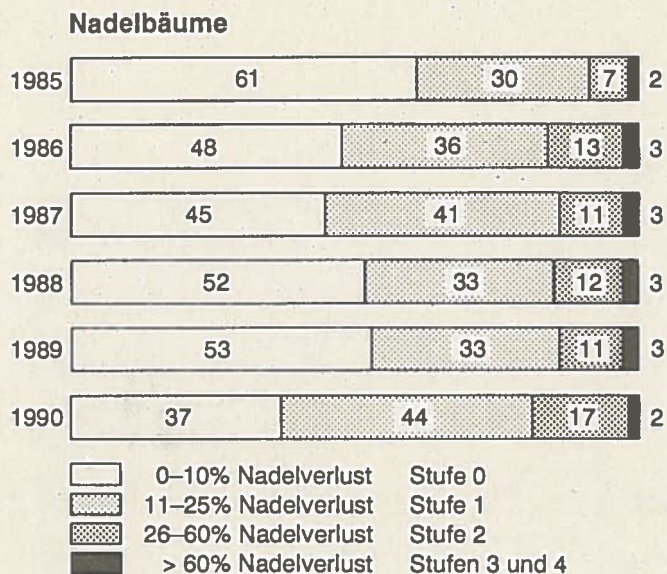


Abbildung 3
Vergleich der gewichteten Verlustprozentanteile 1985-1990 für die Nadelbäume.

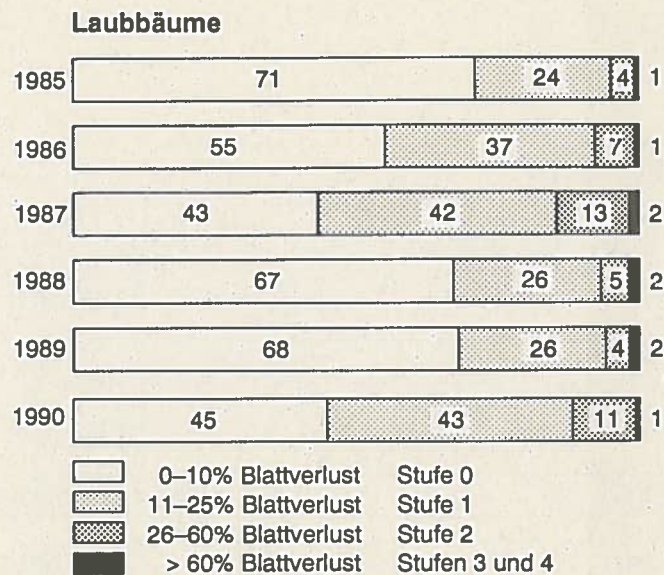


Abbildung 4
Vergleich der gewichteten Verlustprozentanteile 1985-1990 für die Laubbäume.

Die **Nadelbäume** weisen in den Schadstufen 1 und 2 den höchsten Anteil verlichteter Kronen seit Beginn der Waldschadeninventur 1985 auf. Auch bei den **Laubbäumen** hat sich der Kronenzustand deutlich verschlechtert. Diese Entwicklung ist stärker ausgeprägt als bei den Nadelbäumen. Der 1990 ausgewiesene Anteil in den Schadstufen entspricht ungefähr der Inventur 1987.

Die Darstellung der Kronenverlichtungen **aller Baumarten** ist von den häufig vorkommenden Nadelbäumen geprägt. Die Anteile der Bäume in den Schadstufen 2 bis 4 mit 17 Prozent Nadel-/Blattverlust, respektive 61 Prozent inklusive Warnstufe, erreichen 1990 einen Höchstwert. Bäume mit mehr als 60 Prozent Nadel-/Blattverlust (Schadstufen 3 und 4) kommen in allen Inventuren praktisch unverändert vor. Die grössten Veränderungen sind in der Warnstufe mit Nadel-/Blattverlusten von 11 bis 25 Prozent festzustellen, doch kann dies im Bereich der natürlichen Variabilität des Erscheinungsbildes von Baumkronen liegen. Die Veränderungen in den Schadstufen 2 bis 4 verlaufen ähnlich wie die in der Warnstufe beobachtete Entwicklung.

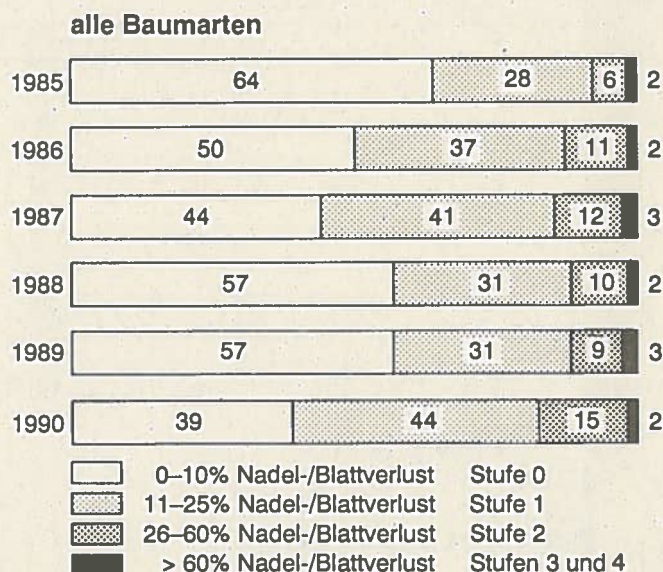


Abbildung 5
Vergleich der gewichteten Verlustprozentanteile 1985-1990 für alle Bäume.

Die einzelnen Baumarten

Die Anteile der **Fichten** sind von 11 auf 20 Prozent (Schadstufen 2 bis 4), respektive von 43 auf 63 Prozent (inkl. Warnstufe) gestiegen. Die Fichte beeinflusst als häufigste Baumart im Schweizer Wald das gesamte Inventurresultat und ist insbesondere für das Ergebnis bei den Nadelbäumen massgebend.

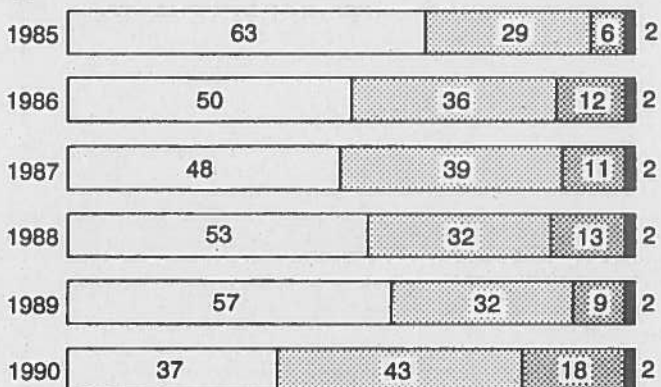
Die **Tanne** weist eine schwache Verbesserung in den Schadstufen 2 bis 4 von 23 auf 20 Prozent auf, zeigt aber gleichzeitig unter Einbezug der Warnstufe eine geringfügige Verschlechterung von 58 auf 62 Prozent.

Die Tanne ist somit die einzige Baumart mit annähernd gleichgebliebenem Kronenzustand.

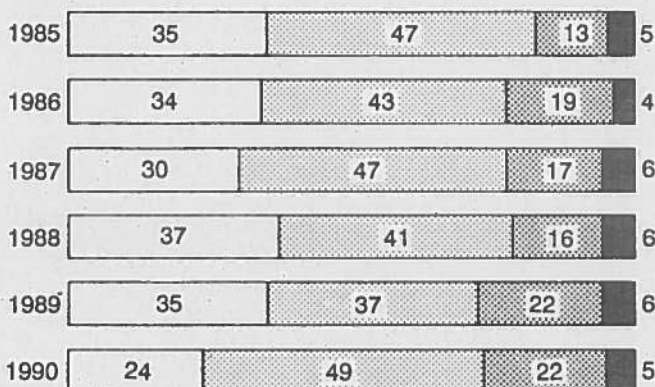
Die **Föhre** bleibt bei gleichbleibendem Anteil der Schadstufen 2 bis 4 (27 Prozent), aber mit einem wesentlich grösseren Anteil von 76 Prozent inklusive Warnstufe, die Baumart mit dem schlechtesten Kronenzustand.

Der Kronenzustand der **Lärche** hat sich verschlechtert. Der Anteil der Schadstufen 2 bis 4 ist von 10 auf 14 Prozent gestiegen. Eine markante Zunahme der Verlichtung um 14 Prozent ist in der Warnstufe festzustellen.

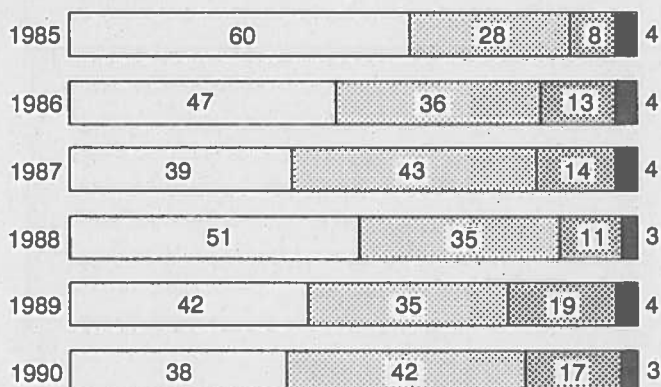
6 Fichte



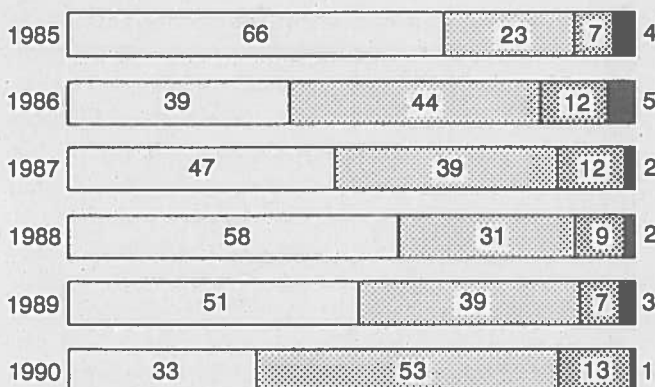
8 Föhre



7 Tanne



9 Lärche



Abbildungen 6-9

Vergleich der gewichteten Nadelverlustprozentanteile 1985-1990 für Fichte, Tanne, Föhre, Lärche.

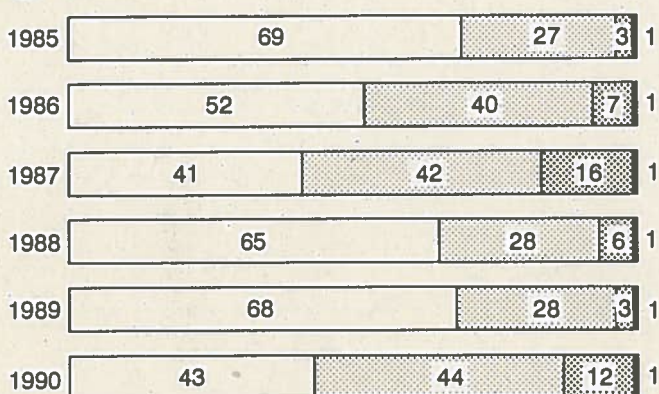
Der Anteil der verlichteten **Buchen** in den Schadstufen 2 bis 4 ist von 4 auf 13 Prozent gestiegen. Die Buche prägt als wichtigste Laubbaumart das Gesamtergebnis der Laubbäume.

Die **Eiche** ist in allen bisherigen Inventuren die Laubbaumart mit dem schlechtesten Kronenzustand. Der Anteil der Schadstufen 2 bis 4 weist einen merklichen Anstieg auf. Die Blattverluste sind bei Einbezug der Warnstufe wesentlich häufiger als in den vorangehenden Inventuren.

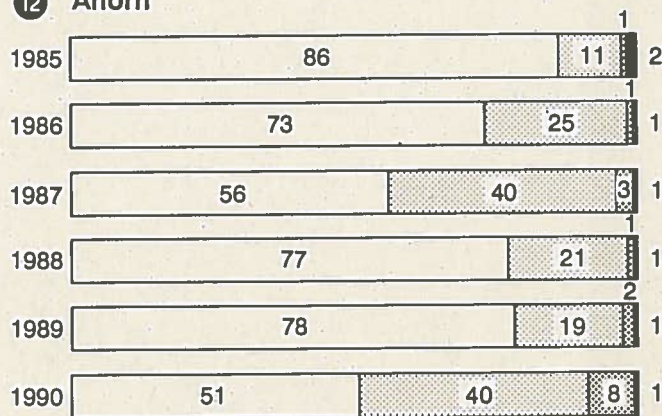
Ahorn und **Eschen** weisen eine starke Zunahme der Verlichtungen in den Schadstufen 1 und 2 auf. Gegenüber den Vorjahren sind sowohl Zunahmen in den Schadstufen 2 bis 4 wie auch bei Einbezug der Warnstufe zu beobachten.

Die Entwicklung der acht dargestellten Hauptbaumarten von 1989 bis 1990 zeigt eine auffällige und einheitliche Tendenz zur Verschlechterung des Kronenzustandes.

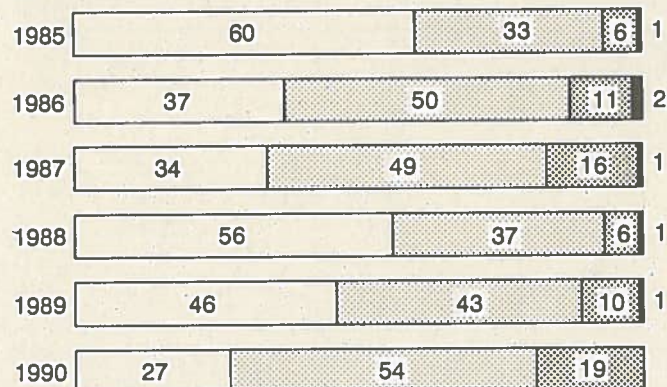
10 Buche



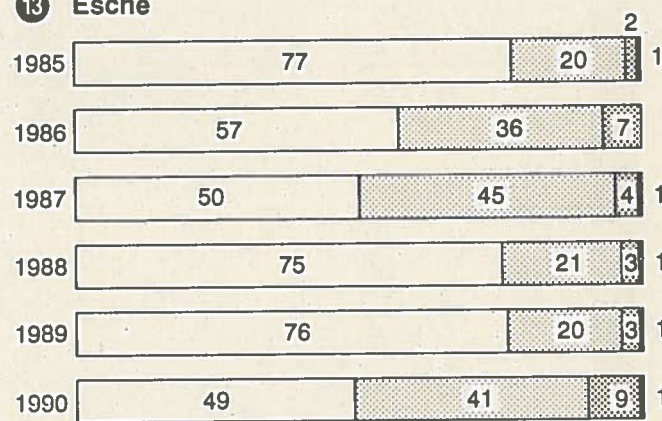
12 Ahorn



11 Eiche



13 Esche



0-10% Blattverlust Stufe 0
 11-25% Blattverlust Stufe 1
 26-60% Blattverlust Stufe 2
 > 60% Blattverlust Stufen 3 und 4

0-10% Blattverlust Stufe 0
 11-25% Blattverlust Stufe 1
 26-60% Blattverlust Stufe 2
 > 60% Blattverlust Stufen 3 und 4

Abbildungen 10-13

Vergleich der gewichteten Blattverlustprozentanteile 1985-1990 für Buche, Eiche, Ahorn und Esche.

Die Entwicklung der Schäden gesamtschweizerisch und regional

Die Entwicklung der Baumkronen zeigt gesamtschweizerisch eine Zunahme in den Schadstufen 2 bis 4 von 12 auf 17 Prozent und von 43 auf 61 Prozent bei Einbezug der Warnstufe. Auf eine Verbesserung des Kronenzustandes nach 1987 mit anschliessender Stagnation folgt nun eine Trendumkehr. Auffallend ist die ähnliche Entwicklung in den Schadstufen 2 bis 4, d.h. bei Bäumen mit mehr als 25 Prozent Nadel-/Blattverlust, und in den Schadstufen 1 bis 4, d.h. bei Bäumen mit mehr als 10 Prozent Nadel-/Blattverlust.

Im **Jura** ist nach zweijähriger Verbesserung eine massive Zunahme der Kronenverlichtungen festzustellen. Dies sowohl in den Schadstufen 2 bis 4 wie auch inklusive Warnstufe, wo ein neuer Höchstwert erreicht wurde.

Im **Mittelland** ist eine schwache Verringerung in den Schadstufen 2 bis 4 zu beobachten. Der Anteil in den Schadstufen 1 bis 4 ist gestiegen. Einzig in dieser Region

ist die Entwicklung für die Stufen 2 bis 4, respektive 1 bis 4 unterschiedlich ausgefallen.

In den **Voralpen** ist nach einer Verbesserung und anschliessender Stagnation wieder eine erhebliche Verschlechterung zu beobachten. Der Anteil der verlichteten Bäume bei Einbezug der Warnstufe hat wieder das Niveau von 1987 erreicht.

In den **Alpen** ist nach einer mehrjährigen Phase mit annähernd gleichbleibendem Kronenzustand eine Verschlechterung des Kronenzustandes beobachtet worden. Dieser Anstieg wurde sowohl in den Schadklassen 2 bis 4, aber auch bei Einbezug der Warnstufe, festgestellt. Auch in dieser Region wurde ein vorher noch nicht erreichter Höchstwert verzeichnet.

Auf der **Alpensüdseite** hat sich der Anteil der Schadstufen 2 bis 4 verdoppelt. Der Anstieg der Häufigkeit in den Schadstufen 1 bis 4 ist hier bemerkenswert und übersteigt die in den vorangehenden Inventuren ermittelten Resultate.

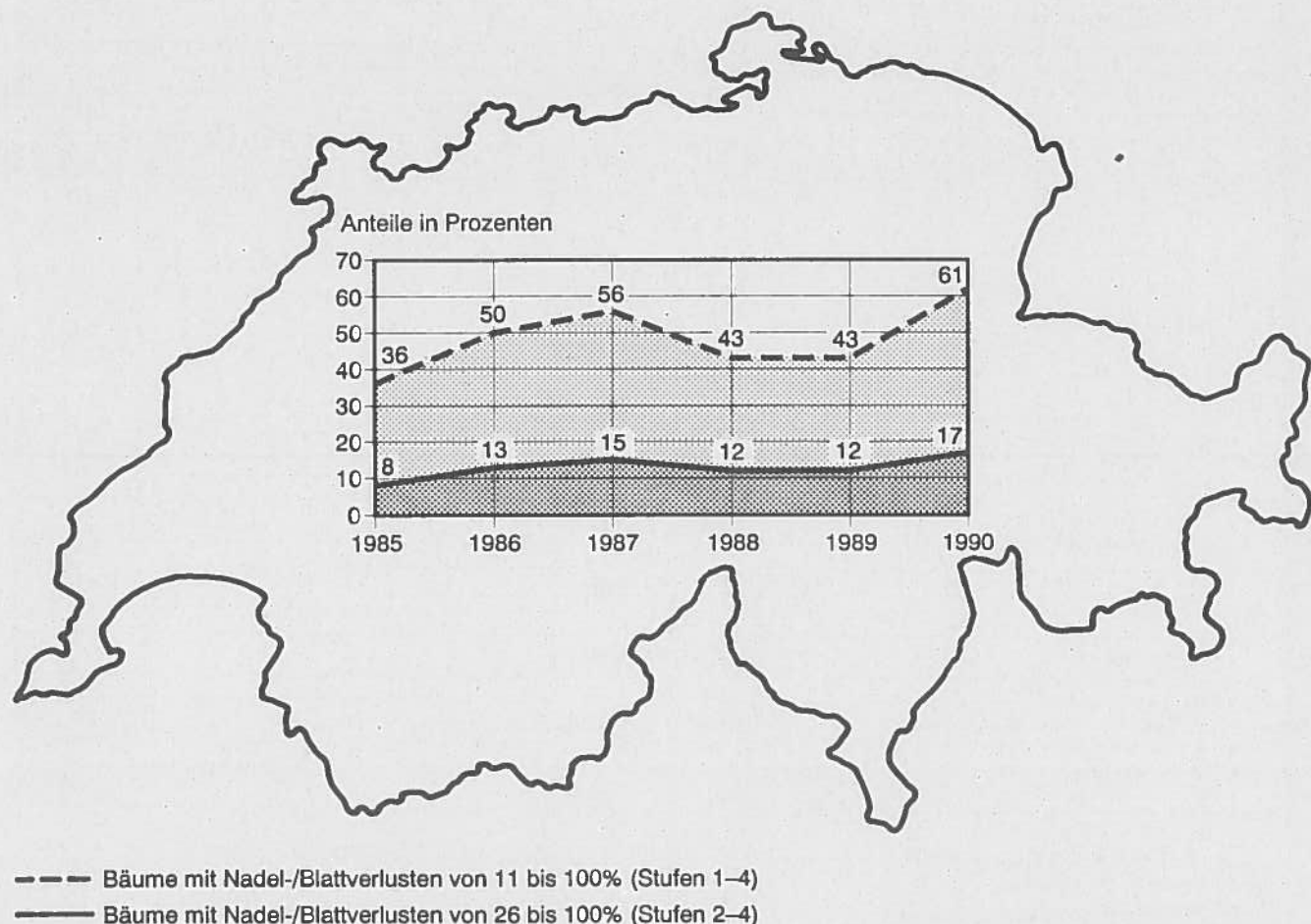
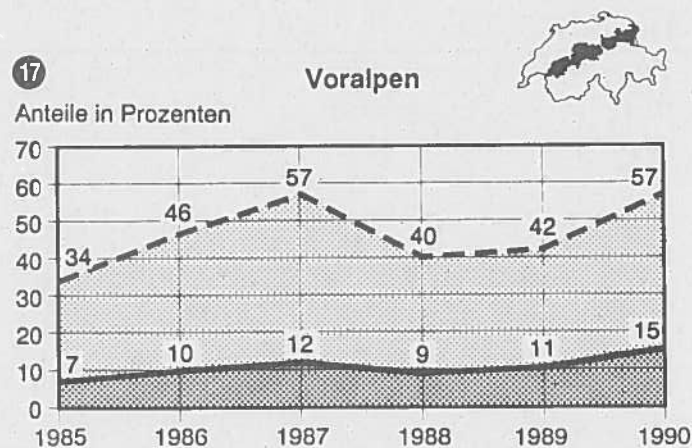
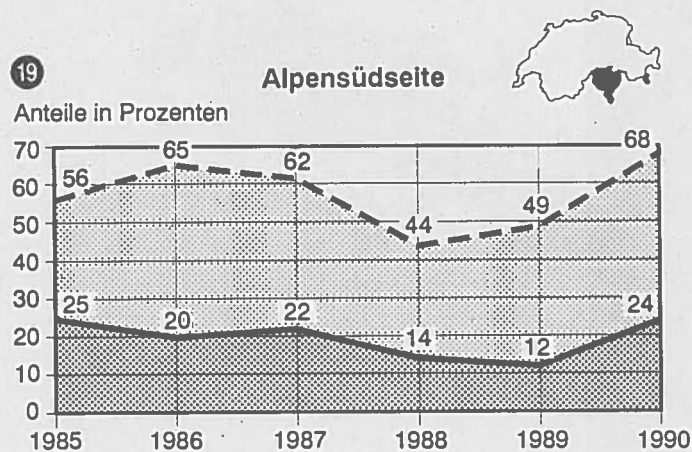
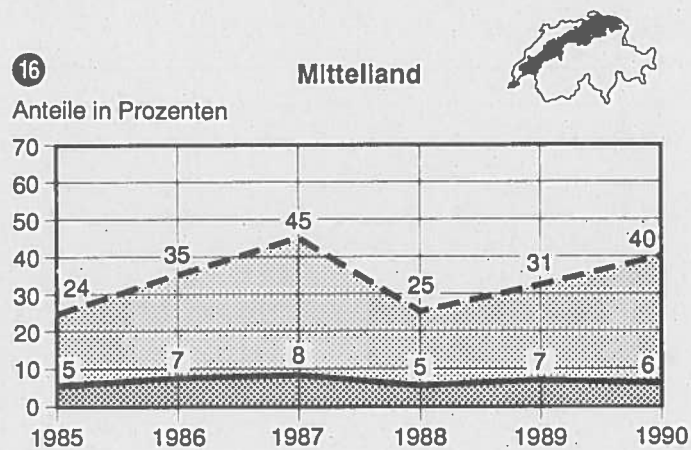
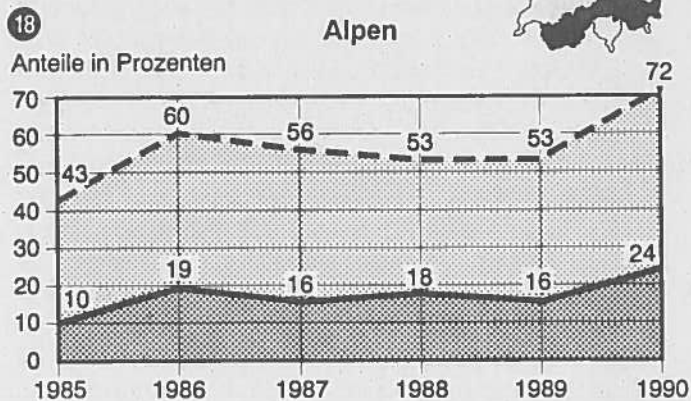
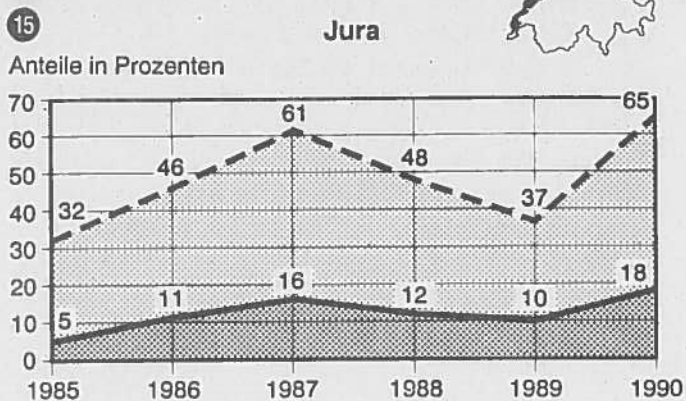


Abbildung 14
Gewichteter Anteil geschädigter Bäume 1985–1990 in Prozenten.



- Bäume mit Nadel-/Blattverlusten von 11 bis 100% (Stufen 1-4)
 — Bäume mit Nadel-/Blattverlusten von 26 bis 100% (Stufen 2-4)

Abbildungen 15-19

Gewichteter Anteil geschädigter Bäume in den Regionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite 1985-1990 in Prozenten.

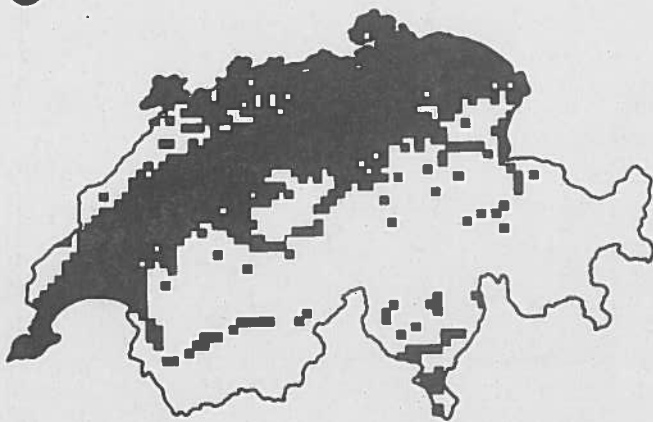
Neben der genannten «klassischen Aufteilung» der Waldregionen wird in der Waldschadeninventur aufgrund einer einfachen Definition ein **Berggebiet** aus-
geschieden. Eine Stichprobe wird dem Berggebiet zu-
geteilt, sofern diese über 900 m über Meer liegt oder
steiler als 40 Prozent geneigt ist, alle übrigen Proben
fallen in das Nicht-Berggebiet. Das so definierte Berg-
gebiet umfasst den westlichen Teil des Juras, Teile der
Voralpen, die Alpen und die Alpensüdseite, grenzt dabei
aber die tieferen Lagen der grossen Alpentäler aus.

Die Entwicklung der Kronenverlichtungen im **Nicht-
Berggebiet** zeigt eine Zunahme sowohl in den Schad-
stufen 2 bis 4 wie auch inklusive Warnstufe. Auffallend
ist die analoge Entwicklung der Häufigkeiten innerhalb
beider Schadstufengruppen.

Im **Berggebiet** wurde ebenso wie in den Gebirgs-
regionen eine starke Zunahme der Nadel-/Blattverluste
in den Schadstufen 2 bis 4 festgestellt.

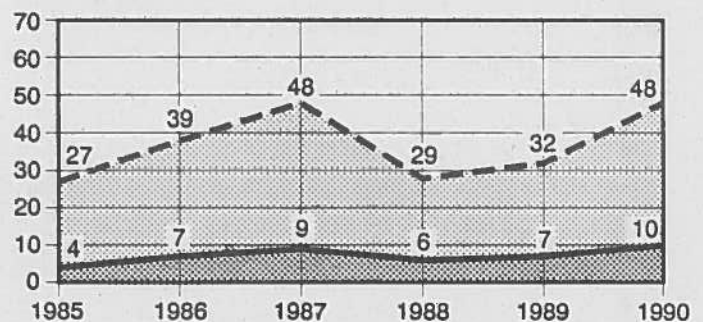
Die nationalen und die regionalen Entwicklungen
des Kronenzustandes zeigen eine einheitliche Tendenz
sowohl für Nadel-/Blattverluste von mehr als 25 Prozent
(Schadstufen 2–4) als auch für solche von mehr als
10 Prozent (inklusive Warnstufe). Die Anteile verlichteter
Bäume haben in allen Regionen, mit Ausnahme des
Mittellandes, gegenüber den Ergebnissen der Wald-
schadeninventuren 1985 bis 1989 einen neuen Höchst-
stand erreicht.

20



Nicht-Berggebiet

Anteile in Prozenten

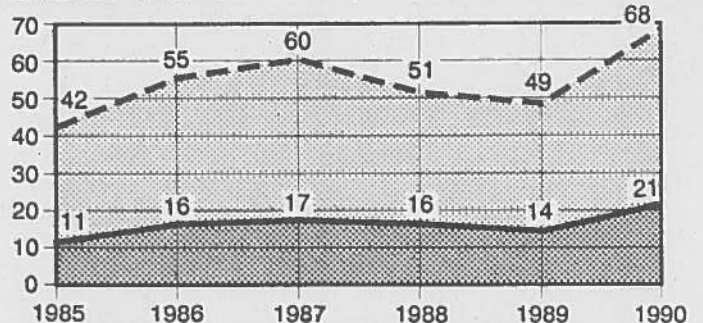


21



Berggebiet

Anteile in Prozenten



- Bäume mit Nadel-/Blattverlusten von 11 bis 100% (Stufen 1–4)
- Bäume mit Nadel-/Blattverlusten von 26 bis 100% (Stufen 2–4)

Abbildungen 20 und 21

Gewichteter Anteil geschädigter Bäume im Nicht-Berggebiet und im Berggebiet in den Jahren 1985–1990.

Stammzahlanteile in Prozenten

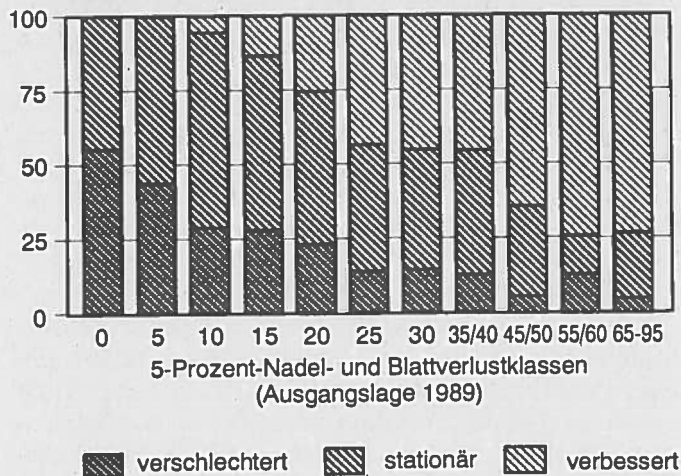


Abbildung 22

Entwicklung der Nadel-/Blattverluste am Einzelbaum 1985–1990, ungewichtete Baumdaten.

Schadenentwicklung am Einzelbaum seit 1989

Die Schadenentwicklung am Einzelbaum wird an 7304 Bäumen untersucht, welche in den Jahren 1989 und 1990 beobachtet worden sind. Als Zustandsveränderung wurde eine Differenz zwischen den Nadel-/Blattverlusten von mindestens 10 Prozent festgelegt. Die Darstellung der Einzelbaumentwicklung zeigt, dass sich stark verlichtete Kronen durchaus erholen können, dass der grössere Teil der Bäume einen unveränderten Kronenzustand aufweist und schliesslich, dass der grössere Teil der Verschlechterungen an Bäumen mit weniger als 25 Prozent Nadel-/Blattverlusten beobachtet wurde.

Seit 1989 weisen 53 Prozent der Bäume keine bedeutenden Veränderungen auf. An 37 Prozent der Bäume wurde, verglichen mit dem Vorjahr, eine stärkere Verlichtung der Kronen festgestellt. Trotz der gesamthaft gesehen höheren Werten, für die Kronenverlichtung zeigen 10 Prozent der Bäume Verbesserungen. Der hohe Anteil an verschlechterten Kronen spiegelt das Resultat der Gesamtinventur.

Trotz dieser 1990 ausgeprägten Entwicklungstendenz können sich die Baumkronen aber auch erholen. Die Darstellung der Nadel-/Blattverlustentwicklung zeigt, dass der grössere Teil der verschlechterten Kronen 1989 keine Verlichtungen aufgewiesen hat und somit 1990 neu in den Schadstufen 1 bis 4 erscheint. Rund ein Viertel der Bäume mit Nadel-/Blattverlusten von 15 bis 25 Prozent im Jahr 1989 haben sich weiter verschlechtert und erscheinen 1990 in den Schadstufen 2 bis 4. Ein relativ kleiner Anteil Bäume in der Warnstufe hat sich verbessert und wurde 1990 als ungeschädigt taxiert. Der Anteil der verbesserten Bäume ist in hohen Verlustklassen grösser, dabei ist die Interpretation durch die geringe Anzahl der 1989 stark geschädigten Bäume erschwert.

Nadel-/Blattverluste mit bekannten Ursachen

Kronenschäden mit bekannter Ursache werden für eine differenzierte Darstellung des Waldzustandes getrennt erfasst.

33 Prozent der Bäume weisen Kronenverlichtungen mit bekannten Ursachen auf. 13 Prozent der Bäume weisen Nadel-/Blattverluste auf, die offensichtlich auf Windeinwirkungen zurückzuführen sind. 7 Prozent der Bäume zeigen Nadel-/Blattverluste, die eindeutig mit sozialer Unterdrückung erklärt werden können. Ein mit 7 Prozent relativ grosser Anteil der Bäume weist Flechtenbesatz auf. Alle diese Schäden mit bekannten Ursachen sind in den Resultaten der Waldschadeninventur ausgeklammert.

Sturmschäden

Die Stürme im Februar 1990 hatten über die Mengen des anfallenden Sturmholzes hinaus grosse Auswirkungen im Schweizer Wald. An den stehenden Bäumen, vor allem an Nadelbäumen, wurden Teile des Feinreisigs und der Nadeln von den heftigen Sturmböen abgeschlagen. In den stark betroffenen Gebieten war der Waldboden nach den Stürmen von Nadeln, abgebrochenen kleineren und grösseren Ästen und abgeschlagenen Knospen übersät. Hier haben die Stürme die Dichte der Baumkronen direkt beeinflusst.

Dieser Einfluss lässt sich allerdings nicht quantifizieren, und der Nadel- oder Blattverlust, der auf die Stürme zurückzuführen ist, lässt sich nur selten von Nadel-/Blattverlusten aus unbekannter Ursache unterscheiden. Eine spezielle Erhebung der Sturmschäden auf den Probeflächen der Waldschadeninventur zeigte folgendes Bild:

Anzahl der Probeflächen mit Sturmschäden

Total aufgenommen im 4x4 km Netz	688
– ohne Sturmschäden	580
– einzelne Bäume auf einer Fläche von 50x50 m um das Probeflächenzentrum, geworfen oder geknickt	103
– einzelne Bäume auf der Kreisprobefläche, geworfen oder geknickt	42
– flächenhafte Sturmschäden < 50%	14
> 50%	8
– alle Bäume auf der Probefläche, und auf einer Fläche von 50x50 m, und mehr als 90% der Bäume geworfen oder geknickt (Totalschaden)	4

Sturmschäden an WSI-Probebäumen

Total aufgenommene Probebäume	8333
Anzahl von den Stürmen geworfene oder geknickte Bäume	116 = 100%
davon	
Fichten	95 = 82%
Tannen	7 = 6%
Lärchen	2 = 2%
Arve	1 = 1%
Buchen	10 = 8%
Vogelbeere	1 = 1%

Die von den Stürmen geworfenen oder geknickten Probebäume machen 1,4 Prozent der aufgenommenen Probebäume aus.

Ziele der Waldschadeninventur – Ausblick

Die Sanasilva-Waldschadeninventur wurde für die grossräumige Überwachung des Gesundheitszustandes des Waldes und dessen Veränderungen konzipiert. Alljährlich wird im gesamten Schweizer Wald der Kronenzustand von repräsentativ ausgewählten Bäumen beurteilt. Die Waldschadeninventur ist im schweizerischen Landesforstinventar (LFI) integriert und liefert sowohl Ergebnisse für die ganze Schweiz wie auch für die Regionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite. Der Zustand des Gesamtwaldes wird nach Baumarten und Verlustklassen dargestellt.

Aussagen über kleinere Gebiete, insbesondere Kantone, sind nicht möglich. Über lokale Schadenssituationen können wegen des zu weitmaschigen Stichprobennetzes keine Aussagen gemacht werden. Den Zielsetzungen entsprechend, sind mit der Waldschadeninventur keine Ursachenerklärungen möglich. Mit einer Erweiterung und Verfeinerung der Methoden der aktuellen Waldschadeninventur soll künftig diesem Mangel abgeholfen werden. Klimafaktoren, Schadstoffe in der Luft, im Niederschlag und im Boden sind mit verbundenen Proben zu den Nadel-/Blattverlusten in Zusammenhang zu bringen. Die Reproduzierbarkeit der Kronenbeurteilung muss durch mehrmalige Erhebung verbessert werden.

Die Weiterführung der Waldschadeninventuren ist dringend notwendig. Nur mit längeren Zeitreihen sind Erkenntnisse über Schäden unbekannter Ursachen und über die natürliche Variabilität zu gewinnen. Eine Waldschadeninventur ohne erweiterten Datenkatalog wäre wertlos.

Methoden

Stichprobenerhebung

Die Waldschadeninventur ist eine Stichprobenerhebung und wird jährlich von der Sektion Landesforstinventar

der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) organisiert und durchgeführt. Die Probeflächen liegen auf den Schnittpunkten im 4x4-km-Netz, das wiederum auf das 1x1-km-Netz des ersten Schweiz. Landesforstinventars gelegt ist. Damit wird jede 16. Stichprobe des Landesforstinventars bei der Waldschadeninventur erfasst. Die Probefläche besteht aus zwei konzentrischen Kreisen mit 500 bzw. 200 m² Fläche. Auf dem kleineren Kreis werden alle Bäume mit einem Durchmesser erfasst, der in 1,3 m Höhe (Brusthöhen-Durchmesser) grösser ist als 12 cm. Auf dem grösseren Kreis werden nur Bäume mit einem Brusthöhen-Durchmesser von über 35 cm taxiert. Die auf den Probeflächen erfassten Daten erlauben die Herleitung repräsentativer Ergebnisse für den gesamten Schweizer Wald sowie Aussagen über Untereinheiten wie Regionen oder einzelne, häufig vorkommende Baumarten.

Datenumfang

Anzahl Probeflächen insgesamt	766
davon zugänglich und aufgenommen	688
Anzahl beobachtete Bäume ab 12 cm Durchmesser insgesamt	8333
davon Nadelbäume	5357
davon Laubbäume	2976
Anzahl je Baumart	
Fichte	3533
Tanne	930
Föhre	371
Lärche	382
übrige Nadelbäume	141
Buche	1522
Ahorn	280
Esche	262
Eiche	127
übrige Laubbäume	785

Jungwalderhebung

Auf eine Schadenerhebung im Jungwald wurde 1990 verzichtet. Von 1985 bis 1989 wurde jeweils auf rund 170 bis 180 Probeflächen mit Jungwald als Hauptbestand oder mit gemischtem Altersaufbau, eine Aufnahme der Waldschäden im Jungwald durchgeführt. Die Aufnahmen der letzten fünf Jahre zeigten, dass der Jungwald im allgemeinen als gesund beurteilt wurde und dass sich keine gravierenden lokalen Schäden mit unbekannter Schadenursache zeigten. Die grössten Probleme im Jungwald stellen indes die Schäden mit bekannten Ursachen dar, wie sie an 30 bis 50 Prozent der Jungwaldbäumchen festgestellt wurden. Lokal können Wildverbiss, Insekten- oder Pilzschäden grosse Bedeutung für das Überleben von Jungwaldbeständen haben. Schäden mit unbekannter Ursache wurden nur an 1 bis 3 Prozent der Jungwaldbäumchen festgestellt.

Gewichtung der Einzelbaumdaten

Aus der Gesamtheit der Baumdaten werden verschiedene prozentuale Anteile ermittelt. Für die Berechnung dieser Anteile wird jeder einzelne Baum mit dem Quadrat seines Durchmessers gewichtet. Dickere Bäume erhalten somit grösseres Gewicht. Diese Gewichtung ist deshalb sinnvoll, weil dickere Bäume eine grössere Fläche beanspruchen und für den Bestand und die Stabilität des Waldes von grösserer Bedeutung sind.

Die Feldaufnahmen

Die 688 zugänglichen Probeflächen mit über 8000 taxierten Bäumen wurden von sechs Zweimanngruppen in der Zeit vom 12. Juli bis 30. August 1990 aufgenommen. Jeder Probebaum ist (oder wird) identifiziert, damit der Zustand jedes einzelnen Baumes über mehrere Inventurzyklen verfolgt werden kann. Die speziell geschulten Aufnahmegruppen schätzen den Nadel-/Blattverlust jedes Probebaumes in den 5-Prozent-Klassen anhand eines Kronenbilderbuches, das ihnen als Vergleichsmassstab dient. Mit einem Feldstecher wird jeder einzelne Baum aus einer vorgegebenen, immer gleich bleibenden Blickrichtung beurteilt.

Neben dem Nadel-/Blattverlust werden auf jeder Probefläche verschiedene zusätzliche Merkmale erhoben, die den Bestandaufbau und die Wuchsbedingungen beschreiben. Die Aufnahme anderer Schäden mit erkennbaren Ursachen wie zum Beispiel Holzernte, Insekten oder Pilze, Wind, Steinschlag u.s.w. soll beim Vergleich der Zustandsentwicklung die Differentialdiagnose erleichtern.

Repräsentativität der Stichproben

Sämtliche Probeflächen der Waldschadeninventur wurden im ersten Schweizerischen Landesforstinventar (LFI) erstmals aufgenommen. Von den rund 11 000 Probeflächen des LFI wurden 1985 insgesamt 766 Probe-

Vergleich der Schadstufenverteilungen des WSI-Stammnetzes mit 99 zusätzlichen Proben

Schadstuf	Permanente WSI-Proben n = 688		Zusätzliche Proben n = 99	
	Anzahl Bäume	%	Anzahl Bäume	%
Stufe 0	3479	44,3	416	39,2
Stufe 1	3093	39,4	469	44,3
Stufe 2	1031	13,1	134	12,7
Stufe 3	33	0,4	9	0,9
Stufe 4	218	2,8	31	2,9
Gesamt*	7854	100,0	1059	100,0

*nur ansprechbare Bäume

flächen ausgewählt, die seither jährlich von den Feldaufnahmegruppen der Waldschadeninventur besucht werden. Etwa ein Drittel der Kantone benutzen die gleichen Probeflächen für verdichtete Waldschadeninventuren. Zusammen mit den Kontrollaufnahmen werden einzelne Probeflächen bis zu viermal jährlich besucht. Ein häufiger Besuch hinterlässt aber Spuren. Die Probeflächen sind zudem aufgrund ihrer Lage auf den Schnittpunkten der Gitterlinien der topographischen Karten und aufgrund von Farbmarkierungen auch ohne Einmessprotokolle relativ leicht zu finden. Deshalb ist nicht auszuschliessen, dass lokale Forstdienste einzelne Probeflächen lokalisieren können und, bewusst oder unbewusst, dort die Bewirtschaftung verändern.

Deshalb wurde die Repräsentativität des bestehenden Netzes der Waldschadeninventur im Jahre 1990 erstmals überprüft. 99 Stichproben mit insgesamt 1059 Bäumen wurden zusätzlich aufgenommen. Diese neuen Stichproben wurden im 1x1-km-Netz des LFI zufällig ausgewählt. In jeder Produktionsregion wurde die Anzahl dieser «temporären» Probeflächen proportional zur Anzahl der Waldschadeninventur-Stichproben verteilt.

Durch Tabellen- und Häufigkeitsvergleiche wurde zunächst überprüft, ob die Probeflächen im 4x4-km-Netz und die 99 temporären Proben hinsichtlich Einzelbaum- und Probeflächenmerkmalen wie Baumart oder Entwicklungsstufen vergleichbar sind. Dabei wurden keine auffälligen Unterschiede gefunden. Auch für die Beurteilung der Kronenvitalität der Einzelbäume auf permanenten und temporären Probeflächen dienten Tabellen- und Häufigkeitsvergleiche. Die Verteilung der Nadel-/Blattverluste der 688 permanenten Probeflächen unterscheidet sich nur unwesentlich von derjenigen der 99 temporären Probeflächen. Aufgrund der vorliegenden Daten kann somit davon ausgegangen werden, dass die nun zum sechsten Mal beurteilten Probeflächen und Bäume eine repräsentative Aussage über den Gesundheitszustand des Schweizer Waldes erlauben.

Schätzung des Nadel-/Blattverlustes

Das für sämtliche europäischen Waldschadeninventuren wichtigste und derzeit einzige praktikable Merkmal zur Beurteilung des Gesundheitszustandes eines Baumes ist die Schätzung des Nadel- respektive Blattverlustes. Als Hilfe zur Ermittlung dieser Nadel-/Blattverluste dient eine Farbfotoserie von Kronenbildern, die seit 1986 verwendet wird (Sanasilva Kronenbilder der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Birmensdorf). Die Bilder werden zur vergleichenden Beurteilung der Baumkronen benutzt und geben den Taxatoren Standardwerte als Schätzhilfe.

Das Kronenbilderbuch zeigt sechs Nadelbäume (Fichte, Tanne, Waldföhre, Lärche, Arve, Bergföhre) und acht Laubbäume (Buche, Eiche, Esche, Bergahorn, Linde, Ulme, Birke, Edelkastanie). Von jeder Baumart belegen jeweils vier Farbfotos die unterschiedlichen Nadel- oder Blattverluste. Für Fichten werden zudem drei Wuchstypen (Kamm-, Bürsten- und Plattentyp), für Tannen und Lärchen je ein Normal- und ein Gebirgstyp unterschieden.

Die Kronenverlichtung der Bäume wird zunächst gesamthaft geschätzt. Sind in Kronen Schäden mit bekannter Ursache festzustellen, wird ihr Anteil am gesamten Nadel-/Blattverlust geschätzt. In den Ergebnissen der Waldschadeninventur werden nur Nadel-/Blattverluste mit unbekannten Ursachen ausgewiesen.

Definition der Schadstufen

Die Aufnahmegruppen schätzen den Nadel- oder Blattverlust in 5-Prozent-Klassen, die zu fünf Schadstufen zusammengefasst werden. Diese Stufen sind international in den ECE-Richtlinien vereinbart worden und erlauben die Vergleichbarkeit der einzelnen nationalen europäischen Waldschadeninventuren.

Problematik der Schadgrenze

Nadel-/Blattverluste von 15, 20 und 25 Prozent werden gemäss internationalen Konventionen seit 1989 in der Verlichtungsstufe «Warnstufe» zusammengefasst. Der nationale und regionale Gesamtschaden wird als Anteil der Bäume mit mehr als 25 Prozent Nadel-/Blattverlust (Schadstufen 2–4) dargestellt. Damit ist gewährleistet, dass die Daten international vergleichbar sind. Die gleichzeitige Darstellung der Schadstufen 1 bis 4 und 2 bis 4 ermöglicht den Vergleich der Resultate mit den Waldschadeninventuren aus früheren Jahren.

Die eigentliche Schadengrenze, die von Standort und Baumart abhängt, bleibt weiterhin unbekannt. Die Analyse der Einzelbaumentwicklung hat aber gezeigt, dass Nadel-/Blattverluste von 25 Prozent und weniger der natürlichen Variabilität zugeschrieben werden können.

Zufällige und systematische Einflüsse auf das Inventurresultat

Als Mass für die Genauigkeit der mit dem Quadrat des Brusthöhendurchmessers gewichteten Anteile verlichteter Bäume in den einzelnen Schadklassen wird der «einfache Standardfehler» verwendet. Dieser hängt von der Anzahl beobachteter Bäume oder Probeflächen und der Variation innerhalb einer Aussageeinheit ab und ist für grosse Datenumfänge und homogene Daten klein. Schwach besetzte Aussageeinheiten weisen aber in der Regel einen grossen Anteilsschätzfehler auf.

Der Anteilsschätzfehler für alle Bäume in den Schadstufen 0 und 1 beträgt ein Prozent, steigt für die Aussageeinheiten Laub-, respektive Nadelbäume auf zwei Prozent, für die häufig vorkommenden Baumarten Fichte, Tanne und Buche auf drei Prozent und für die selteneren Baumarten auf vier bis sechs Prozent. Die Schadstufenanteile in den Regionen sind mit einem Schätzfehler von zwei bis vier Prozent behaftet.

Die Waldschadeninventur basiert auf der Ansprache des Kronenzustandes. Diese ist von subjektiven Einflüssen, trotz sorgfältiger Instruktion der Taxatoren,

Bezeichnung der Schadstufen aus den 5-Prozent-Klassen der einzelbaumweisen Beurteilung der Nadel-/Blattverluste

Nadel-/ Blattverlust in Prozenten	Bezeichnung	Stufe
0–10	ungeschädigt	0
11–25	Warnstufe (schwach geschädigt)	1
26–60	mittelstark geschädigt	2
>60	stark geschädigt	3
100	abgestorben	4

kaum zu befreien. Von einer Kontrollaufnahmegruppe wurden deshalb 96 Probeflächen mit 811 Bäumen ein zweites Mal beurteilt. Im Mittel liegen die Ansprachen der Erstaufnahmen um 5,7 Prozent Nadel-/Blattverlust – bei einer Standardabweichung von 10,2 Prozent – über den Kontrollaufnahmen. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind, im Gegensatz zu den vorangehenden Inventuren, gross.

Die Resultate zeigen die Problematik der Schätzung der Nadel-/Blattverluste. Diese relativ grosse Differenz weist auf die Unsicherheit der Ansprache hin, die auf einem mutmasslichen Sollzustand der Baumkrone basiert. Die subjektiven Einflüsse und die Aufnahmebedingungen zum Zeitpunkt der Erhebung spielen trotz eingehender Instruktion der Taxatoren eine Rolle. Die Erfahrung zeigt, dass Abhängigkeiten zwischen den Probeflächen nicht verhindert werden können, das heisst eine Probe ist durch den Zustand der vorher aufgenommenen Fläche beeinflusst.

gewichtete Anteile in Prozenten

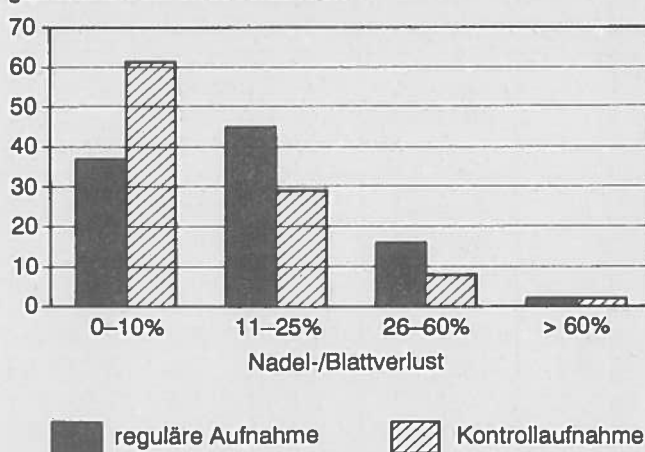


Abbildung 23

Vergleich der Inventurergebnisse für die Kontrollproben.

Einfluss der Nutzung auf den Waldzustand

Der Vergleich der Häufigkeitsverteilungen in den Schadstufen zwischen dem Gesamtzustand 1989 und den 1989/90 genutzten Bäumen zeigt, dass die genutzten Bäume häufiger in die Warnstufe und die Schadstufen 2 bis 4 einzuordnen sind. Dies lässt den Schluss zu, dass verlichtete Bäume stärker genutzt werden. Eine weitergehende Analyse der genutzten Bäume ist, bedingt durch die kleine Beobachtungszahl, nicht möglich.

Vergleich der gewichteten Verlustprozentanteile der zwischen den Inventuren in den Jahren 1989 und 1990 genutzten Bäume und dem Zustand von 1989.

Stufe	0	1	2-4	Anzahl beobachteter Bäume
89/90 genutzt	40	37	23	240
Zustand 89	57	31	12	7894

Methoden und Vergleichbarkeit der Waldschadeninventur 1983 bis 1990

Jahr	Erhebungsmethode	Datenumfang	Inventurergebnisse	
			Nadel-/Blattverlust > 10 %	Nadel-/Blattverlust > 25 %
1983	Umfrage bei den Revierförstern nicht vergleichbar mit den Inventuren 1984-1990	1429 Fragebogen	14% der Bäume kränkelnd, krank, absterbend oder tot	
1984	Traktinventur im öffentlichen und erschlossenen Wald (=48% der Waldfläche der Schweiz), nicht vergleichbar mit WSI 1985-1990	371 Trakte, 26 927 Bäume	34%	8%
1985	Wiederholung der Traktinventur von 1984 im öffentlichen und erschlossenen Wald, nicht vergleichbar mit WSI ab 1985-1990	361 Trakte, 25 467 Bäume	34%	5%
1985	LFI-Einzelstichproben; erste Inventur im gesamten Schweizer Wald	766 Probeflächen, 8065 Bäume	36%	8%
1986	LFI-Einzelstichproben; zweite Inventur im gesamten Schweizer Wald; erste Aussage über Entwicklung im gesamten Wald	766 Probeflächen, 8059 Bäume	50%	13%
1987	LFI-Einzelstichproben; dritte Inventur im gesamten Schweizer Wald	766 Probeflächen, 8068 Bäume	56%	15%
1988	LFI-Einzelstichproben; vierte Inventur im gesamten Schweizer Wald	766 Probeflächen, 8175 Bäume	43%	12%
1989	LFI-Einzelstichproben; fünfte Inventur im gesamten Schweizer Wald	766 Probeflächen, 8304 Bäume	43%	12%
1990	LFI-Einzelstichproben; sechste Inventur im gesamten Schweizer Wald Erschwerte Aufnahmebedingungen	766 Probeflächen, 8333 Bäume	61%	17%

2. Die lokale Entwicklung der Waldschäden in den Testgebieten Altdorf, Flims und Zofingen

Der Vergleich der Infrarotluftbilder von 1990 mit jenen des Vorjahres zeigt, dass sich die untersuchten Bäume in Altdorf und Flims deutlich mehr verschlechtert haben als in der Periode 1988 bis 1989. In Zofingen ist die Verschlechterung etwas kleiner ausgefallen als in der Vorjahresperiode.

Aber auch einzelne Verbesserungen konnten dieses Jahr festgestellt werden. Der grösste Teil der insgesamt 1600 untersuchten Bäume wies in allen Testgebieten keine sichtbare Veränderung auf. Lokal zeigte die Entwicklung des Kronenzustandes der Bäume einen unterschiedlichen Verlauf.

Vorgehen

Seit Beginn der Untersuchungen im Jahre 1985 über die Vitalitätsveränderungen im Wald wurde immer das gleiche Verfahren angewendet. Es beruht auf einem Infrarot-Bild-Bild-Vergleich. Mit Infrarotfilmen können die unterschiedlichen Blattgrünreflektionen verschiedener Vitalitätsstufen im nahen Infrarotbereich sichtbar gemacht werden. Für die sichere Identifikation der Einzelbäume werden die Stereobildpaare alljährlich photographisch ausgewertet.

Die Entwicklung der Vitalität in den einzelnen Untersuchungsgebieten

In **Altdorf** hat sich der Zustand des Waldes seit Beginn der Untersuchungen dieses Jahr am stärksten verändert. Von den 435 untersuchten Bäumen hat sich bei 21,4 Prozent der Gesundheitszustand verschlechtert

und nur bei 0,2 Prozent verbessert. Das positive Ergebnis aus der Vergleichsperiode 1987/88 mit gut 5 Prozent Verbesserungen konnte weder letztes noch dieses Jahr bestätigt werden. Das Ausmass der Verschlechterung fällt dieses Jahr mehr als doppelt so stark aus wie letztes Jahr.

Infolge einer Durchforstung und weniger Zwangsnutzungen sind im vergangenen Jahr 5,3 Prozent der Stichprobenbäume entfernt worden. Grössere Sturmschäden entstanden im Frühjahr oberhalb der Testfläche ab 1200 m ü. M.

Der untersuchte Bestand im «Banwald» ob Altdorf setzt sich aus gedrängten Stangenhölzern bis aufgelockerten, starken Baumhölzern zusammen. Der Mischungsgrad liegt bei 70 Prozent Nadelbäumen (Fichten, Weissstannen, vereinzelt Föhren) und 30 Prozent Laubbäumen (Buchen, wenig Eschen und Ahorne).

In **Flims** wurden dieses Jahr an 5,0 Prozent der 602 Stichprobenbäume eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes festgestellt. Dieser Prozentanteil

Vergleich der Luftbilder aus dem Jahre 1990 mit jenen des Vorjahres

Gebiet	Anzahl untersuchte Bäume			Anzahl gefällte Bäume			Entwicklung in Prozenten											
							besser			unverändert			schlechter			entfernt		
	Nadelb.	Laubb.	gesamt	Nadelb.	Laubb.	gesamt	Nadelb.	Laubb.	gesamt	Nadelb.	Laubb.	gesamt	Nadelb.	Laubb.	gesamt	Nadelb.	Laubb.	gesamt
Altdorf	259	176	435	20	3	23	—	—	—	76	69	73	16	29	21	8	2	6
Flims	571	31	602	3	—	3	—	3	—	95	94	95	5	3	5	—	—	—
Zofingen	177	393	570	21	14	35	1	3	2	78	83	82	9	10	10	12	4	6

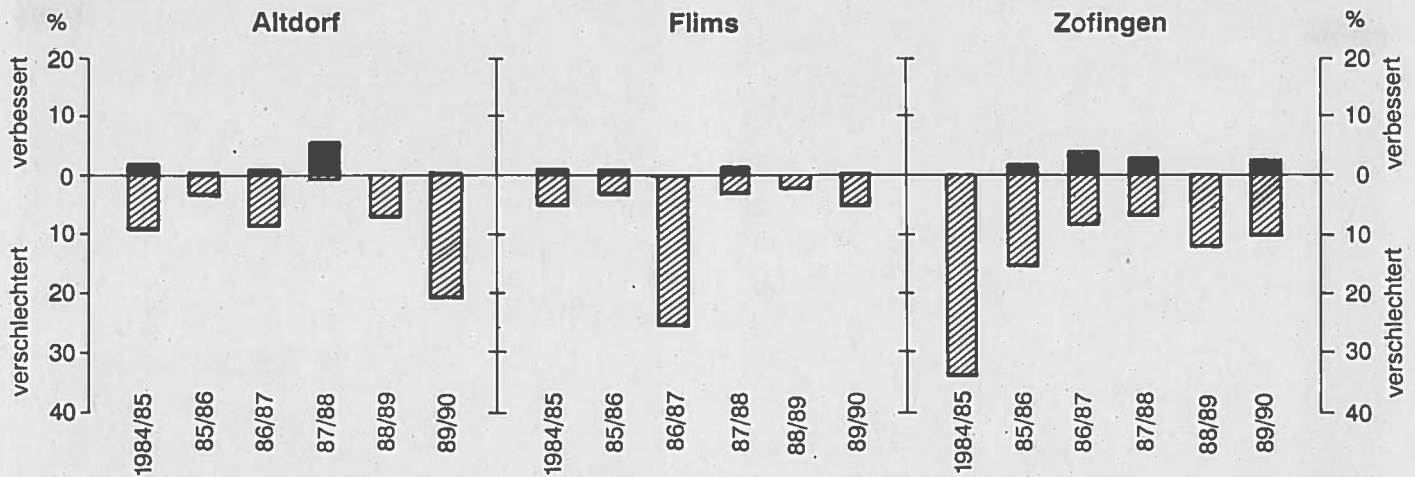


Abbildung 24

Schadenentwicklung in den Untersuchungsgebieten Altdorf, Flims und Zofingen

Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Bäume, deren Zustand sich beim Vergleich der aktuellen Luftbilder mit jenen des Vorjahres entweder verbessert oder verschlechtert hat. An allen drei Standorten waren seit dem letzten Jahr deutliche Verschlechterungen, aber nur wenige Verbesserungen zu verzeichnen. Im relativ kurzen Untersuchungszeitraum von sechs Jahren zeichnen sich sehr unterschiedliche Entwicklungen ab.

liegt höher als in den beiden vorangegangenen Jahren. Verbesserungen gab es praktisch keine.

Ausser einigen Zwangsnutzungen fanden während des Beobachtungszeitraumes keine forstlichen Eingriffe statt.

Im Untersuchungsgebiet Uaul-Zuppau stockt ein schwacher bis mittlerer Baumholzbestand mit einzelnen Starkhölzern. Es dominieren die Nadelbäume mit einem Anteil von über 90 Prozent, bestehend aus vorwiegend Fichten und wenig Föhren, Weisstannen und Lärchen. Weniger als 10 Prozent sind Buchen. Der

Kronenschlussgrad ist räumig bis aufgelöst. An Stellen mit günstigem Lichteinfall bildet sich eine üppige Naturverjüngung.

In Zofingen zeigt sich ein ähnliches Bild wie letztes Jahr. Von den 570 untersuchten Bäumen haben sich 9,8 Prozent verschlechtert. Im Unterschied zum letzten Jahr, in dem keine Verbesserungen ausgewiesen werden konnten, haben sich in der Periode 1989/90 2,3 Prozent der Bäume verbessert. Die Resultate seit dem Untersuchungsjahr 1985/86 ergeben eine gewisse Konstanz im Anteil der sich verschlechternden Bäume.

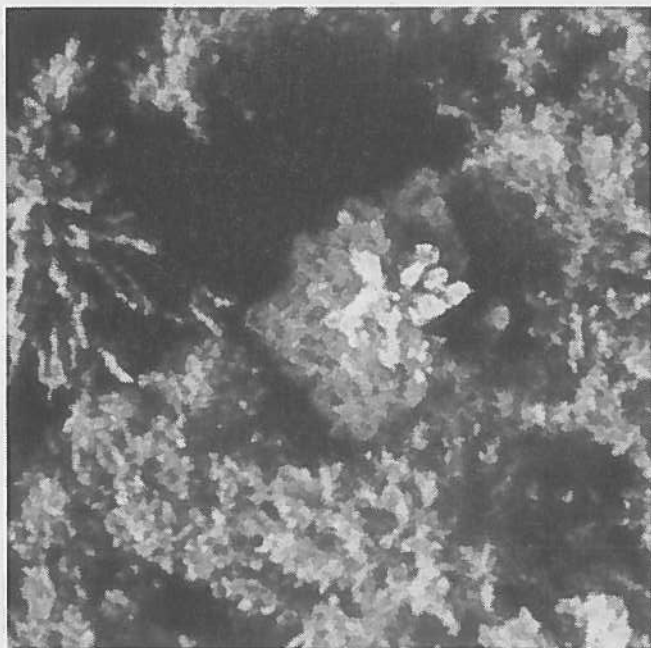


Abbildung 25

Deutlich sichtbare Veränderungen am Einzelbaum 1989: Weisstanne im Zofinger Steinbruchwald. Im Frühjahr wurden durch eine Insektenkalamität (Tannentriebwickler) die jüngeren Nadeljahrgänge im oberen Kronenbereich befallen.

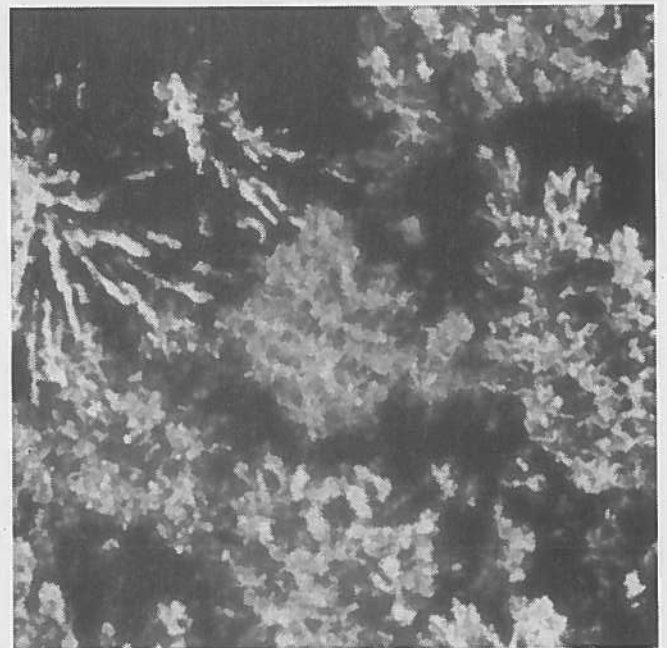


Abbildung 26

1990: Zusammenbruch der Insektenpopulation. Die geschädigten Nadeln sind abgefallen. Mit der neuen Triebbildung hat sich der Baum weitgehend erholt. Der typisch plattige Kronenaufbau bleibt jedoch vorläufig gestört.

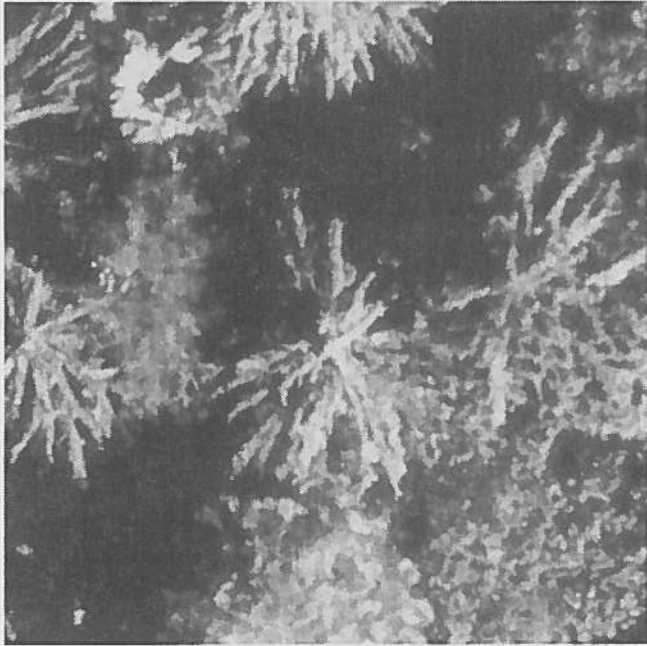


Abbildung 27
1989: Kronenverlichtung unbekannter Ursache an einer Fichte im Zofinger Steinbruchwald. Die Kronenstruktur und -textur und das bereits sichtbare Astgerippe weisen auf einen erheblichen Nadelverlust hin.

Der Anteil der genutzten Bäume beträgt in der Probefläche 6,1 Prozent und setzt sich aus Durchforstungen, Femelschlagweiterungen und vereinzelt Windwürfen zusammen.

Im Steinbruchwald steht ein mittleres bis starkes Baumholz mit einem Laubholzanteil von 80 Prozent

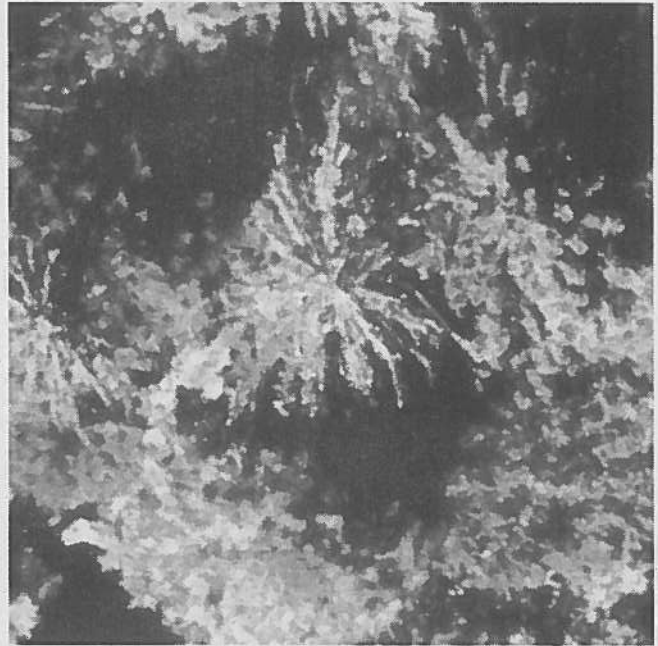


Abbildung 28
1990: Der Zustand der Fichte hat sich stark verschlechtert. Der Baum ist im Absterben und wirkt auf dem Luftbild bereits skelettartig. Nur noch an einzelnen Astpartien ist eine Restbenadelung sichtbar.

(vorwiegend Buchen, einzelne Eichen und Ahorne). Die restlichen 20 Prozent Nadelbäume sind vorwiegend Fichten, aber auch Weisstannen, Föhren, Lärchen und Douglasien. Der normal bis locker geschlossene Bestand wird durch einzelne Verjüngungsflächen allmählich abgelöst.

3. Die Sturmschäden von Februar 1990

Ein kräftiges Tiefdrucksystem über dem nördlichen Atlantik und Skandinavien hat am 27. Februar 1990 mit stürmischen Winden mehrere Staffeln feuchter Meeresluft gegen den Alpenraum gesteuert. Die damit verbundenen extrem starken Nordwest-Winde haben in weiten Teilen des Landes zu erheblichen Schäden im Wald geführt. Bis Ende August wurden die entsprechenden Sturmschäden auf 96 Prozent einer durchschnittlichen Jahresnutzung im Schweizer Wald beziffert. Die Diskussion in Fachkreisen wie in der Öffentlichkeit insgesamt, drehte sich sowohl um die Verhältnismässigkeit von Räumungsmassnahmen im Wald sowie um einen befürchteten Borkenkäferbefall.

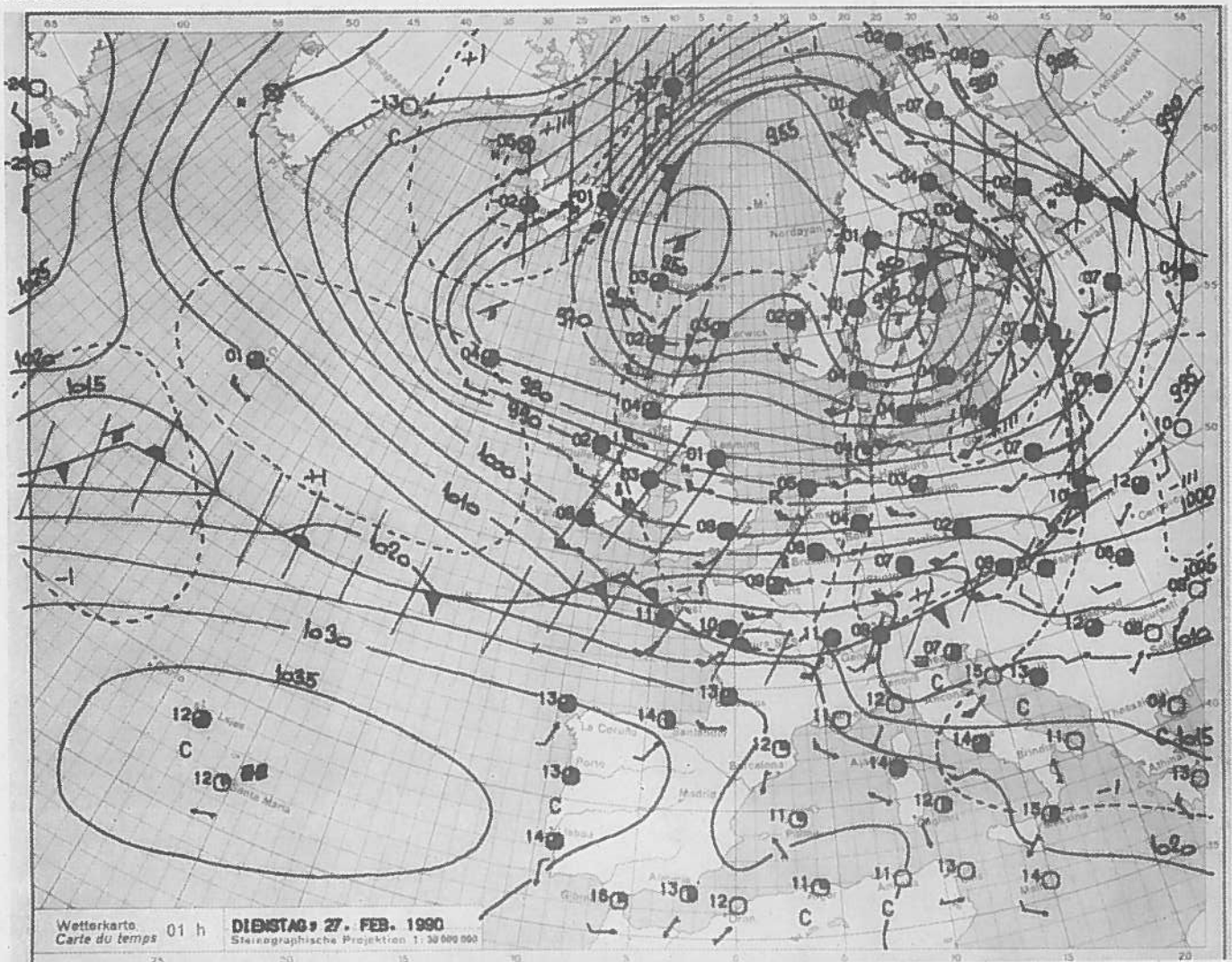


Abbildung 29

Das kräftige Tiefdrucksystem über dem nördlichen Atlantik und Skandinavien steuerte am 27. Februar 1990 mit stürmischen Winden mehrere Staffeln feuchter Meeresluft gegen den Alpenraum. In der Nacht und am Vormittag wurden extrem hohe Windgeschwindigkeiten gemessen.

Quelle: Schweizerische Meteorologische Anstalt, Witterungsbericht vom Februar 1990; täglicher Wetterbericht der SMA.

Schadholzmenge:
(in % des Vorrates)

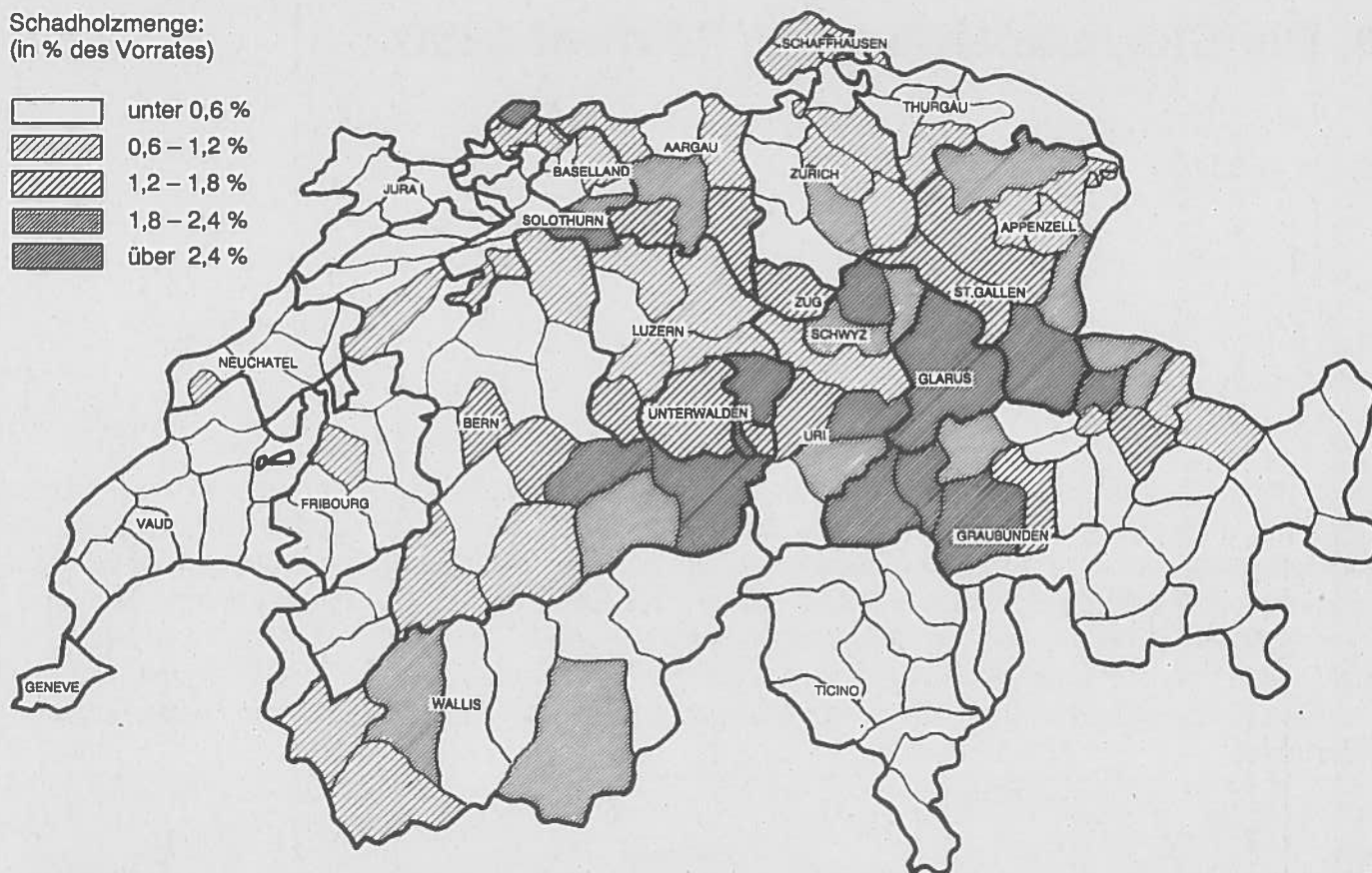
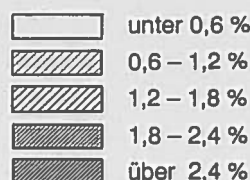


Abbildung 30

Schadenverteilung in der Schweiz

Die Karte zeigt die Auswirkungen der Februarstürme von 1990 auf den Wald. Die in den betroffenen Forstkreisen vom Sturm geworfene Holzmenge wird mit der Holzmenge der stehenden Bäume (stehender Holzvorrat) verglichen. Diese Sturmholz-mengen wurden von den kantonalen Forstdiensten geschätzt, die Vorratsangaben stammen aus dem Schweizerischen Landesforstinventar (LFI).

Während die Westschweiz, die Alpensüdseite und das Engadin durch die Februarstürme nur wenig bis gar nicht betroffen werden, zeichnen sich die Schadensschwerpunkte in den zentralen und östlichen Alpen- und Voralpentälern deutlich ab.

Zum Vergleich: Die durchschnittliche Jahresnutzung (Berechnungsgrundlage 1980–1985) in Prozent des Vorrates beträgt in den einzelnen Grossregionen: Jura 1,6%, Mittelland 2,1%, Voralpen 1,1%, Alpen 0,8%, Alpensüdseite 0,3%.

Quellen: LFI, Forststatistik. Karte: PBMD/WSL Birmensdorf, Franz Meier.

Die Witterung im Februar 1990

Der Monat Februar 1990 kann in mancherlei Hinsicht als ungewöhnlich bezeichnet werden. Mit positiven Temperaturabweichungen von 5 bis 7 Grad war dies auf der Alpennordseite und in weiten Teilen der Alpen der wärmste Februar seit Beginn der Messungen im Jahre 1864. Am 24. und 25. Februar stiegen die Temperaturen im Mittelland bis auf 18 Grad. Dabei wurden mancherorts die bisher gemessenen Höchstwerte für diesen Zeitraum übertroffen. Vom 10. bis 16. herrschte eine kräftige und vom 26. bis 28. Februar eine sehr kräftige zyklonale West-Nordwestlage mit orkanartigen Westwinden in fast allen Landesteilen. An verschiedenen Orten wurden neue Höchstwerte der Windgeschwindigkeit registriert: beispielsweise Grosser St. Bernhard 269 km/h, Weissfluhjoch 233 km/h, Glarus 169 km/h, Zürich 159 km/h.

Borkenkäferprobleme

Im Anschluss an die Sturmschäden des Winters 1990 ist sowohl in Fachkreisen wie auch in den Medien eine rege

Diskussion über die Räumungsmassnahmen im Wald geführt worden.

Waldeigentümer und Forstdienste wollten in erster Linie bevorstehenden Problemen wie Borkenkäferbefall, einem reduzierten Schutzvermögen von ehemaligem Schutzwald sowie der Holzentwertung vorbeugen. Manche Naturschützer hingegen fragten sich, ob die Gefahr einer Borkenkäfer-Epidemie nicht übertrieben werde. Sie möchten bei der Schadenbewältigung und bei der Wiederbewaldung die ökologischen Belange noch besser berücksichtigt sehen. Bei einer ganzheitlichen Betrachtungsweise müssen jedoch die einzelnen Teilaspekte sorgfältig untersucht und bewertet werden. Nur so kann ein Gesamturteil entstehen, das nicht nur auf subjektiven Meinungen beruht.

Von den ungefähr 100 Borkenkäferarten, die in der Schweiz vorkommen, neigen bei günstigen Brutbedingungen je nach Landesgegend zwei bis acht Arten zu örtlichen Übervermehrungen. So wurde zum Beispiel in den Jahren 1947 bis 1949 entlang des Jura-Südfusses lokal der grösste Teil der «erwachsenen» Weisstannen von Borkenkäfern abgetötet. Vom April 1985 bis März 1986 wurden in der Schweiz rund 285 000 m³ Fichten-

Zwangsnutzungsmenge:
(in % des Vorrates)

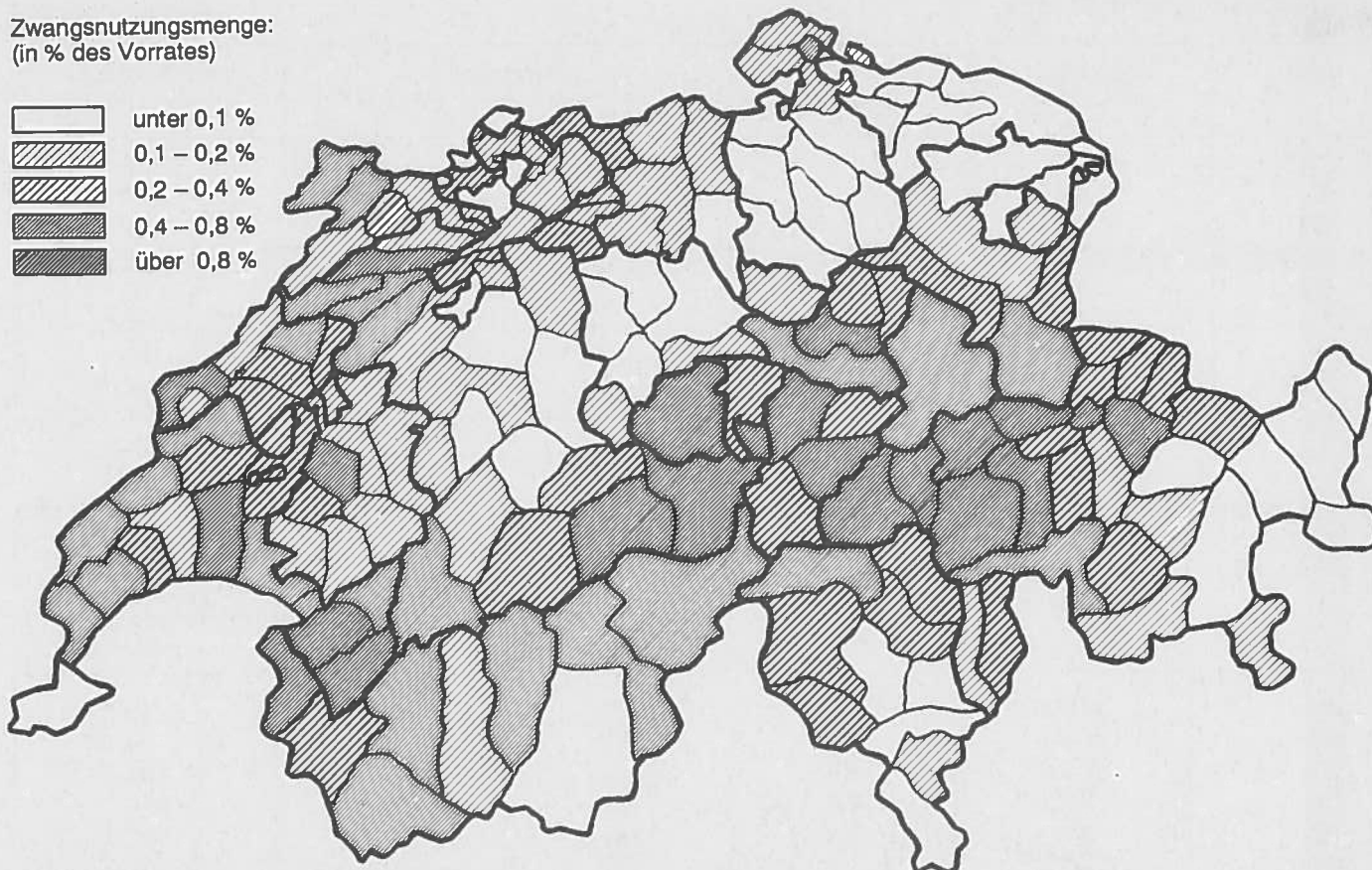
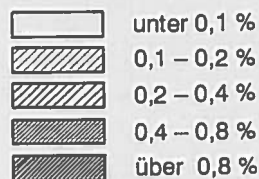


Abbildung 31

Zwangsnutzungen von Fichtenholz Infolge Borkenkäferbefalls in den Jahren 1984 bis 1989 (in Prozenten des Vorrats je Forstkreis)

Die Karte zeigt die räumliche Verteilung der Befallsintensität der Borkenkäferart «Buchdrucker» *Ips typographus* an Fichte. Auffallend ist, dass grössere Borkenkäferprobleme im natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte auftraten. Die Gebiete mit grösseren Borkenkäferproblemen in der Zentralschweiz und im Unterwallis waren in den achtziger Jahren auch von grösseren Windwürfen betroffen.

Karte: PBMD/WSL Birmensdorf, Franz Meier.

holz allein wegen Borkenkäferbefall geschlagen. Diese Zahl entspricht ungefähr jedem zehnten in der Schweiz normalerweise genutzten Nadelbaum.

Die unmittelbaren Voraussetzungen zur Übervermehrung von Borkenkäfern sind gegeben, wenn gleichzeitig langandauernd warmes und trockenes Sommerwetter mit dem Vorhandensein grosser Mengen Brutmaterial zusammentrifft. Diese Konstellation kommt, in menschlichen Zeiträumen gemessen, selten vor. So war sie zwischen den Epidemien von 1947 bis 1949 und 1983 bis 1986 höchstens lokal zu beobachten. Weil das Wetter nicht über Jahre zu prognostizieren ist, kann das Eintreffen dieser Konstellation nicht vorausgesehen werden.

Bei Sturmereignissen wird immer ein Teil der Baumwurzeln durch die Zugkräfte des Windes beschädigt. Bei schiefgedrückten Bäumen ist dies augenfällig, aber auch äusserlich intakt wirkende Bäume können oft Wurzelverletzungen aufweisen. Damit ist die Wasserzufuhr und das Harzungsvermögen beeinträchtigt; der Baum kann Borkenkäfer nicht mehr abwehren. Zudem sind Borkenkäfer mit ihrem hochentwickelten, auf verschiedene Duftstoffe ausgerichteten Sensorium in

der Lage, solche für sie geeigneten Bäume gezielt anzugehen und zu besiedeln. Die Käfer unterbrechen dabei mit ihren unter der Rinde liegenden Brutgängen den Saftstrom der Bäume, woran diese zugrunde gehen.

Anfänglich kleine Borkenkäferpopulationen finden in der Folge bei günstigem Brutwetter ideale Vermehrungsbedingungen vor. Erfahrungsgemäss besteht ein erhöhtes Risiko für stärkeren Borkenkäferbefall im vom Sturm geschädigten Wald noch während einer Dauer von ungefähr ein bis drei Jahren nach dem Sturmereignis. Lokale Übervermehrungen dauern in der Schweiz gemäss den Aufzeichnungen der Forstdienste meist ebenfalls zwischen ein bis drei Jahren. Sie finden ihr natürliches Ende durch ungünstiges Wetter, Nahrungsmangel und Parasitierung der Käfer, so etwa durch Schlupf- und Brackwespen, Pilz- und Nematodenbefall. Wird in diesem Zeitraum beispielsweise um eine kreisförmige Windwurffläche von einer Hektare ein Waldsaum von 23 m Breite (dies entspricht ungefähr einer Baumlänge) von Borkenkäfern abgetötet, so entspricht der Anfall an Käferholz ziemlich genau jener Holzmenge, die zuvor dem Sturm zum Opfer gefallen ist.

Die Sturmschäden in Europa

Stand August 1990

Land	Sturmholz (Mio m ³)	stehender Holzvorrat um 1980 (Mio m ³)	in Prozenten des stehenden Holzvorrates	in Prozenten der Jahresnutzung
BRD	64.2	1062	6.0	200
B	5.5	73	7.5	180
GB	6.0	203	3.0	150
CH	4.3	365	1.2	96
CS	11.3	923	1.2	60
F	15.0	1550	1.0	40
A	4.8	797	0.6	30
DDR	2.5	440	0.6	20

Die Sturmschäden in der Schweiz

Stand Oktober 1990

Kanton	LFI-Vorrat 1000 m ³	Windwurfholz in Prozenten des Vorrates	Windwurfholz 1000 m ³	Bisherige Nutzung = 100 % 1000 m ³	Verhältnis zwischen Windwurfholz und bisheriger Nutzung in Prozenten
ZH	21140	0,8	178	410	43
BE	66442	1,0	678	919	74
LU	18437	1,0	192	191	101
UR	4328	2,8	122	20	610
SZ	9478	2,8	263	138	191
OW	7083	1,9	132	50	264
NW	2400	3,2	76	30	253
GL	5179	4,9	256	44	582
ZG	2068	1,5	30	41	73
FR	16900	0,4	70	169	41
SO	10893	1,0	114	193	59
BS	126	0,8	1	9	11
BL	4939	0,6	28	76	37
SH	3750	1,0	36	75	48
AR	4264	1,2	50	44	114
AI	2567	1,0	25	27	93
SG	21505	2,8	597	261	229
GR	43461	1,5	634	339	187
AG	18110	1,4	256	399	64
TG	8093	0,5	44	138	32
Ti	17596	0,0	7	46	15
VD	29365	0,4	107	397	27
VS	24926	1,2	300	117	256
NE	9894	0,5	49	165	30
GE	591	0,0	0	2	0
JU	11718	0,3	35	177	20
Schweiz	365128	1,2	4280	4477	96

Bemerkungen:

Die Vorratsdaten stammen vom Schweizerischen Landesforstinventar (LFI).

Die Schätzfehler der LFI-Daten sind im SHO-Handbuch aufgeführt.

Die Daten «Windwurfholz» sind Angaben der Kantone entnommen.

Die «bisherige Nutzung» umfasst die durchschnittliche Nutzung der Jahre 1984 bis 1988.

Die Möglichkeiten des Menschen, den Verlauf einer Borkenkäferkatastrophe zu beeinflussen, sind gering. Die grösste Aussicht auf Erfolg bieten vorsorgliche Massnahmen. So können die Forstdienste dafür sorgen, dass das Angebot an Brutholz für Borkenkäfer reduziert wird, was mit dem Aufräumen des Windwurfholzes geschieht. Mit Lockstofffallen, Fangbäumen und Schlagen von befallenen Bäumen und nachfolgendem Vernichten der Eier, Larven, Puppen und Jungkäfer wird zudem versucht, einen Teil der Käferpopulation «abzuschöpfen». Mit dieser Massnahme sollen möglichst zahlreiche in ihrer Abwehrkraft reduzierte Bäume im verbleibenden Waldbestand so lange vor Befall geschützt werden, bis sie sich erholen haben. Dies ist dann sinnvoll, wenn das Brutbaum-Angebot grösser ist, als es von der lokalen Borkenkäferpopulation besiedelt werden kann. Bei einem solchen «Abschöpfen» von Insektenpopulationen müssen zahlreiche Faktoren berücksichtigt werden, damit ein verminderter Befall der noch stehenden und lebenden Bäume resultiert. Dabei ist wesentlich, in welcher Phase der Vermehrung und Entwicklung sich eine örtliche Insektenpopulation gerade befindet.

Inwiefern ganze Borkenkäferpopulationen über grössere Strecken fliegen können und Befallsschwerpunkte sich damit möglicherweise verlagern, ist seit vielen Jahren Gegenstand von Forschungsarbeiten. Heute

wird davon ausgegangen, dass Übervermehrungen grundsätzlich von lokalen Populationen ausgehen.

Das vorsorgliche Abtransportieren von Windwurfholz mit dem Ziel, Übervermehrungen von Borkenkäfern zu erschweren, ist **sicher dort sinnvoll und nötig, wo in den vergangenen Jahren ein starker Käferbefall beobachtet wurde und die Schutzfunktionen des Waldes im Vordergrund stehen.**

Offene Forschungsfragen

Die Bewältigung von schweren Sturmschäden im Wald lässt viele Forschungsfragen wieder aktuell werden. Gleichzeitig haben die Ereignisse neue Fragen aufgeworfen, dies vor allem auf dem Gebiet des Natur- und Landschaftsschutzes. Angesprochen sind ebenfalls die wissenschaftliche Untersuchung der Holzqualität bei unterschiedlicher Lagerhaltung, aber auch vergleichende Beobachtungen und Untersuchungen bei unterschiedlich behandelten Windwurfflächen.

Ein Handbuch für die Bewältigung von Waldschadenereignissen steht dem Forstdienst seit 1984 zur Verfügung. Obwohl dieses Handbuch viele wertvolle Anregungen zu liefern vermochte, sollten die neugewonnenen Erkenntnisse ergänzend eingebracht werden.

4. Waldschäden 1989 in Europa

Der Zustand der europäischen Wälder ist zwischen 1988 und 1989 gesamthaft stationär geblieben. Dies geht aus einem Synthesebericht der UNO-Wirtschaftskommission für Europa (ECE) hervor, der die Resultate der Waldschadeninventuren von 27 Ländern zusammenfasst.

Ein europäisches Netz von 26 000 Beobachtungsflächen

27 Länder aus West- und Osteuropa haben 1989 Waldschadeninventuren durchgeführt. Bei 22 Ländern handelt es sich um nationale, bei den übrigen fünf um regionale Erhebungen (siehe Abbildung 32 «Ergebnisse 1989 der Waldschadeninventuren in Europa»). Die Schweiz ist durch die 766 Stichproben der Sanasilva-Waldschadeninventur im europäischen Netz integriert. Die systematischen Beobachtungen in den betreffenden Ländern und Regionen decken einen grossen Teil der Waldfläche Europas ab, nämlich 65 Prozent der insgesamt 176 Millionen Hektaren (inklusive Wald in den westlichen Teilen der UdSSR). Nicht systematisch erfasst sind die Laubwälder Skandinaviens und die Maquiszonen des Mittelmeerraumes. Der Nadel- und Blattverlust von insgesamt 370 000 Bäumen auf 26 000 Beobachtungsflächen wurde taxiert. Aus der UdSSR sind zum ersten Mal Ergebnisse einer Inventur in den Regionen Weissrussland, Ukraine und Kaliningrad veröffentlicht worden.

Harmonisierung der Beobachtungsmethode

Eine ECE-Arbeitsgruppe ist 1985 mit der Aufgabe betraut worden, eine international einheitliche Beobachtungsbasis zu schaffen. Über die Anstrengungen und Schwierigkeiten um die Harmonisierung der Beobachtungsmethode informierte der Sanasilva-Waldschadenbericht 1989 ausführlich.

Inventurergebnisse 1989 in Europa

Die Abbildung 32 «Ergebnisse 1989 der Waldschadeninventuren in Europa» zeigt, welcher Anteil der Bäume in den 27 Ländern in den jeweiligen Schadstufen zu finden ist. Die Summe der Schadklassen 1 bis 4 umfasst sowohl schwache, mittlere und starke Nadel-/Blatt-

verluste sowie die abgestorbenen Bäume. In der Summe der Schadstufe 2 bis 4 sind die schwachen Schäden (Klasse 1, Warnstufe) nicht berücksichtigt.

Alle Länder, welche 1989 eine Waldschadeninventur durchführten, melden Waldschäden, welche mit Nadel-/Blattverlusten sowie Kronenverfärbungen diagnostiziert worden sind. Aus Platzgründen wird nur ein Teil der Ergebnisse der Beobachtungen, nämlich von 25 Laubbaum- und 34 Nadelbaumarten, kommentiert.

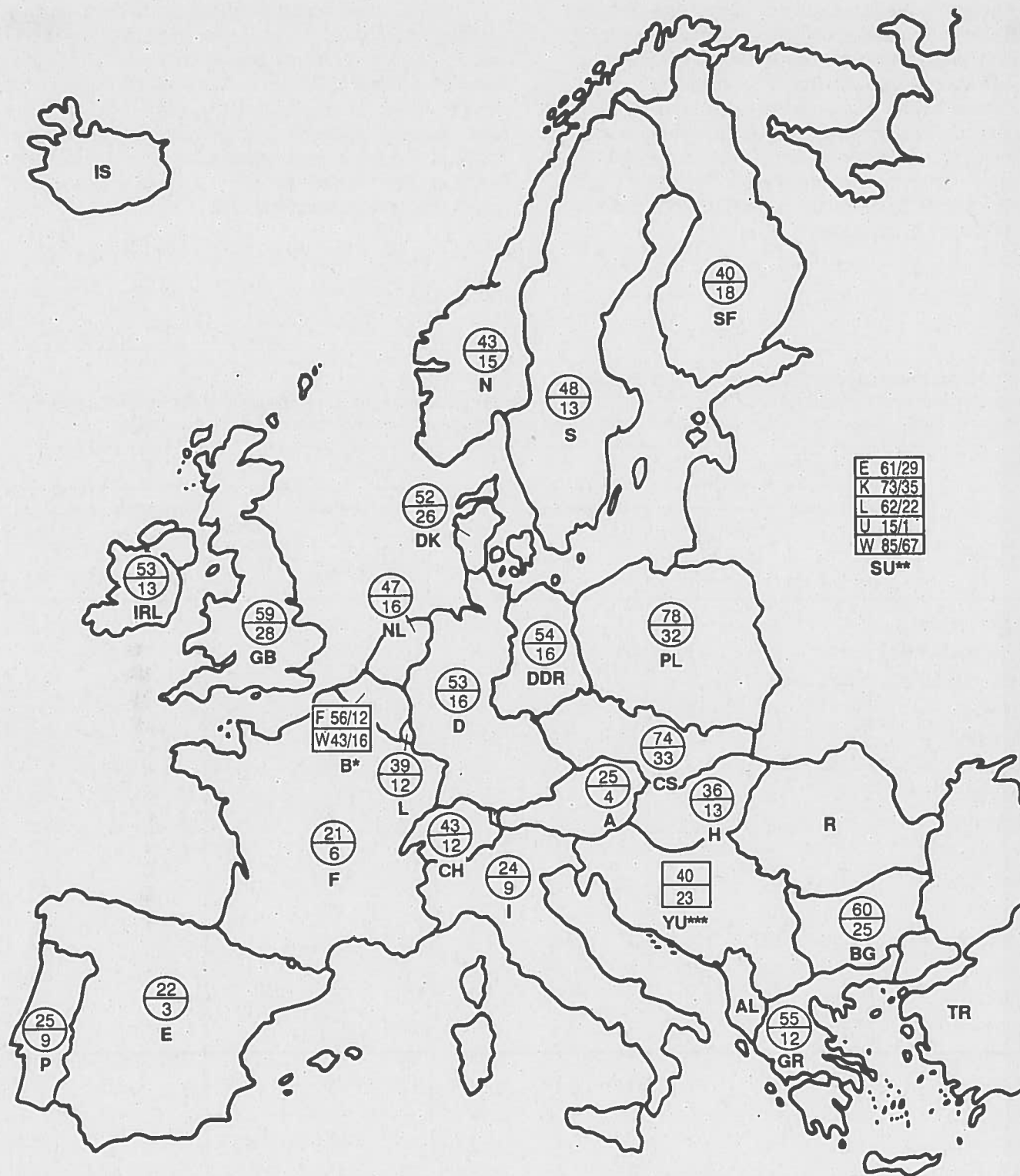
Der Gesundheitszustand der Wälder ist in den meisten Ländern seit 1988 stationär geblieben. Grössere Abweichungen, d.h. eine Veränderung um 10 Prozent geschädigter Bäume in den Schadstufen 2 bis 4, wurden in folgenden Fällen festgestellt:

Nadelbäume: Verschlechterung des Gesundheitszustandes in Bulgarien, Polen und allgemein in der UdSSR.

Laubbäume: Verbesserung des Gesundheitszustandes in Griechenland und Holland, hingegen Verschlechterung in Dänemark, Polen und Litauen.

Der Gesundheitszustand der Fichte ist gesamthaft stationär geblieben; in einigen Ländern wurden leichte Verbesserungen beobachtet. 15 Prozent der über 60 Jahre alten Fichten zeigte mittelstarke bis starke Schäden (Schadklasse 2 bis 4) in 14 von 20 Ländern. Deutliche Verbesserungen (Abweichung grösser als 5 Prozent) des Zustandes wurden in Luxemburg registriert, während in der Tschechoslowakei, in Polen und Litauen Verschlechterungen festgestellt wurden.

Der Zustand der Föhre hat sich in der Tschechoslowakei, in Frankreich, Spanien und Norwegen verbessert. Zahlreiche Länder meldeten hingegen Verschlechterungen: Bulgarien, Deutsche Demokratische Republik, Ungarn, Holland, Polen, Portugal, Schweiz und Litauen. In der Tschechoslowakei und in der Region Kaliningrad wurden bei mehr als 50 Prozent der Bäume mittelstarke und starke Nadelverluste festgestellt, in Dänemark und Weissrussland sogar bei mehr als 80 Prozent.



Nationale Inventuren

- (56/15) Anteil Bäume in den Schadstufen 1–4 (%)
 (15) Anteil Bäume in den Schadstufen 2–4 (%)

Regionale Inventuren

- (32/10) Anteil Bäume in den Schadstufen 1–4 (%)
 (10) Anteil Bäume in den Schadstufen 2–4 (%)

*B: Wallonien/Flandern

**SU: Estland/Kaliningrad/Litauen/Ukraine/Weissrussland

***YU: Slowenien

Abbildung 32

Ergebnisse 1989 der Waldschadeninventuren in Europa.

Anteile der Schadstufen 1 bis 4 (inklusive «Warnstufe») und 2 bis 4 (nur Stufen «mittelstark geschädigt» und «stark geschädigt oder abgestorben»), alle Baumarten (Ausnahmen: nur Nadelbäume in Irland, Norwegen, Schweden, Estland).

Der Gesundheitszustand der Tanne blieb weiterhin kritisch. In der Bundesrepublik Deutschland, in Holland, Polen und Jugoslawien wiesen mehr als die Hälfte der Bäume Nadelverluste von über 25 Prozent auf.

Bei der Buche wurden keine wesentlichen Veränderungen des Zustandes beobachtet. Hingegen wurden bei der Eiche verschiedene Tendenzen festgestellt: Erholungen in Griechenland, Holland und Grossbritannien, dagegen starke Blattverluste in der Tschechoslowakei und der Region Kaliningrad.

Im ECE-Synthesebericht 1987 wurde erwähnt, dass die Gefährdung älterer Bestände und höher gelegener Wälder grösser sei als diejenige von jungen Beständen oder von Wäldern in Tieflagen. Dies war 1989 immer noch der Fall: in der Bundesrepublik Deutschland waren mehrere Tausend Hektaren Gebirgswälder sehr stark geschädigt. Die Lage war ebenfalls prekär in den höheren Regionen der Tschechoslowakei, Polens und der Deutschen Demokratischen Republik.

Waldschadeninventuren 1988 und 1989 in Europa

Schadensituation und Schadenentwicklung 1988 und 1989 bei den Nadel- und Laubbaumarten, dargestellt für die Schadstufen 1 bis 4 (inkl. «Warnstufe») und 2 bis 4 (nur Stufen «mittelstark geschädigt» und «stark geschädigt und abgestorben»).

Land	Nadelbäume						Laubbäume					
	Schadstufen 1–4			Schadstufen 2–4			Schadstufen 1–4			Schadstufen 2–4		
	1988	1989	Entwicklung %	1988	1989	Entwicklung %	1988	1989	Entwicklung %	1988	1989	Entwicklung %
Belgien-Flandern	47	61	+14	11	15	+4	46	47	+1	10	8	–2
Belgien-Wallonien	35	52	+17	11	24	+13	–	33		–	9	
BR Deutschland	49	49	±	14	13	–1	59	62	+3	16	20	+4
Bulgarien	46	78	+32	8	33	+25	38	39	+1	9	16	+7
Dänemark	35	45	+10	21	24	+3	70	64	–6	14	30	+16
DDR	–	57		–	18		–	46		–	13	
Finnland	39	41	+2	17	19	+2	32	35	+3	8	13	+5
Frankreich	27	25	–2	9	7	–2	20	19	–1	5	5	±
Griechenland	51	42	–9	8	7	–1	80	69	–11	29	18	–11
Grossbritannien	59	64	+5	20	34	+14	67	53	–14	27	21	–6
Italien	–	23		–	9		–	25		–	10	
Italien Bozen	20	18	–2	5	4	–1	11	18	+7	3	10	+7
Irland	30	53	+23	5	13	+8	–	–		–	–	
Jugoslawien	46	66	+20	17	39	+22	10	16	+6	10	8	–2
Liechtenstein	58	–		23	–		32	–		5	–	
Luxemburg	32	25	–7	11	10	–1	49	44	–5	12	14	+2
Niederlande	39	47	+8	14	18	+4	63	49	–14	25	13	–12
Norwegen	50	43	–7	21	15	–6	–	–		–	–	
Österreich	28	21	–7	3	4	+1	48	36	–12	8	7	–1
Polen	58	82	+24	24	35	+12	21	55	+34	7	18	+11
Portugal	–	17		–	10		–	31		–	9	
Schweden	44	48	+4	12	13	+1	23	–		5	–	
Schweiz	48	47	–1	15	14	–1	33	32	–1	7	6	–1
Spanien	29	21	–8	7	4	–3	34	23	–11	7	3	–4
Tschechoslowakei	71	73	+2	27	32	+5	69	78	+9	29	37	+8
UdSSR Estland	52	61	+9	9	29	+20	–	–		–	–	
UdSSR Kaliningrad	–	89		–	43		–	67		–	32	
UdSSR Litauen	25	68	+43	3	24	+21	10	50	+40	1	16	+15
Ukraine	–	17		–	1		–	11		–	1	
Ungarn	26	36	+10	9	13	+4	21	37	+16	7	13	+6
Weissrussland	–	88		–	76		–	73		–	33	

Schadenursachen und Folgerungen

Die Wälder Europas wachsen unter sehr unterschiedlichen ökologischen Bedingungen. Auch der direkte oder indirekte Einfluss des Menschen durch unangepasste Bewirtschaftung, Waldbrände, Wild oder Luftverschmutzung hat ganz unterschiedliche Ausmasse. Die Erhebung der Nadel-/Blattverluste erlauben für sich allein keine definitiven Folgerungen über die Ursachen der beobachteten Schäden. Die Beobachtungen sind zu wenig intensiv und die Vielfältigkeit der Einflüsse auf das Ökosystem Wald zu ausgeprägt, um eine Ursachenanalyse allein aufgrund dieser Inventurergebnisse durchführen zu können. Doch kommt die für den ECE-

Synthesebericht 1989 zuständige Arbeitsgruppe zum Schluss, dass ohne die Luftverschmutzung die gegenwärtige Schädigung des Waldes nicht zu erklären ist.

Die Wissenschaftler sind sich einig, dass die Waldschäden nur ein Indikator unter vielen für den Zustand der Umwelt sind und deshalb in einen grösseren Zusammenhang gestellt werden müssen. Andere Phänomene wie die Zunahme des Kohlendioxidgehaltes und der Lufttemperatur (Treibhauseffekt), die Zerstörung der Ozonschicht, die Gefährdung der Trinkwasserreserven und die Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit lassen es aber gerechtfertigt erscheinen, die Luftverschmutzung möglichst rasch und wirksam zu vermindern.

