

Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, Bern  
Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf

# **Sanasilva- Waldschadenbericht 1987**

Bern und Birmensdorf, November 1987

---

Bezugsquelle:  
Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen,  
Bibliothek, 8903 Birmensdorf

Fachliche Verantwortung:

---

Ergebnisse der Waldschadeninventur 1987	Felix Mahrer, EAFV
Entwicklung der Waldschäden in Zofingen, Altdorf und Flims	Bernhard Oester, EAFV
Jahrringanalysen Waldschäden durch die Trockenheit 1985	Otto U. Bräker, EAFV Richard Volz, BFL
Waldschäden durch Frost, Insekten und Pilze Blick über die Grenze	Erwin Jansen, EAFV Bruno Stadler, BFL
Untersuchung der Holzqualität	Jürgen Sell, EMPA
Die genetische Vielfalt	Ernst Fürst, BFL

---

Redaktion	Programmleitung Sanasilva
Satzherstellung (Manuskript)	Margrith Heeb
Satzherstellung (Tabellen) und Gestaltung	Kurt Rauber
Grafiken und Deckblatt	Mirek Sebek Doris Pichler

Deckblatt

Die vier Schadstufen bei der Fichte: stark geschädigt oder abgestorben (oben links), mittelstark geschädigt (oben rechts), schwach geschädigt (unten links), ohne Schaden (unten rechts).

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>2. Die Ergebnisse der Waldschadeninventur 1987</b>	<b>7</b>
- Schadensituation und Schadenentwicklung für alle Bäume ab 12 cm Durchmesser	7
- Die einzelnen Baumarten	10
- Regionale Verteilung der Schäden und Situation im Berggebiet	12
- Die Schadenentwicklung am Einzelbaum seit 1985	14
- Die Schadenentwicklung im Jungwald	15
- Durchmesserzuwachs und Nadel-/Blattverlust	16
- Die Schadenentwicklung seit 1983 im Ueberblick	17
<b>3. Entwicklung der Waldschäden in Zofingen, Altdorf     und Flims</b>	<b>19</b>
<b>4. Jahrringanalysen</b>	<b>21</b>
<b>5. Untersuchung der Holzqualität</b>	<b>25</b>
<b>6. Waldschäden durch Frost, Insekten und Pilze</b>	<b>28</b>
<b>7. Die genetische Vielfalt</b>	<b>31</b>



# 1. Zusammenfassung

## Die Schadenentwicklung seit 1986

Der Gesundheitszustand des Schweizer Waldes hat sich gegenüber dem Vorjahr weiter verschlechtert.

Der Anteil geschädigter Bäume hat innert Jahresfrist von 50 auf 56 Prozent zugenommen. Massgeblich zu diesem ungünstigen Ergebnis hat die Verschlechterung um 12 Prozent bei den Laubbäumen (gegenüber 3 Prozent bei den Nadelbäumen) beigetragen. Die Schäden haben in den Regionen Jura (plus 15 Prozent geschädigte Bäume), Mittelland (plus 10 Prozent) und Voralpen (plus 11 Prozent) stark zugenommen. Dagegen konnte in den Alpen (minus 4 Prozent) und auf der Alpensüdseite (minus 3 Prozent) eine geringe Verbesserung festgestellt werden. Trotzdem ist der Anteil geschädigter Bäume im Berggebiet mit 60 Prozent immer noch deutlich grösser als im Nicht-Berggebiet (48 Prozent).

Die Verschlechterung sowohl bei den Nadelbäumen als auch bei den Laubbäumen ist gegenüber dem Vorjahr (1985/86) etwas weniger ausgeprägt: damals betrug die Zunahme bei den Laubbäumen 16 Prozent, bei den Nadelbäumen 13 Prozent.

Auch die Untersuchungen anhand von Infrarot-Luftbildern in den Wäldern von Zofingen (AG), Altdorf (UR) und Flims (GR) zeigen eine ähnliche Tendenz zur Verschlechterung, weisen aber auch deutlich auf regionale Unterschiede bei der Entwicklung des Gesundheitszustandes hin.

## Weitere Untersuchungen

Die jährlichen Durchmesser-Messungen an den Probestämmen der Waldschadeninventur zeigen, dass Bäume mit Nadel- oder Blattverlust je nach Schädigungsgrad eine verminderte Zuwachsleistung im Vergleich zu Bäumen ohne Schäden aufweisen. Diese Zuwachsreduktion ist am deutlichsten bei den geschädigten Fichten und allgemein bei Nadelbäumen.

In dieselbe Richtung weisen Jahrringanalysen an rund 900 Fichten und Tannen. Die Resultate dieser Untersuchung unterstützen die Hypothese des Wirksamwerdens eines zusätzlichen Stressfaktors in den letzten 20 bis 30 Jahren. Nach dem heutigen Wissen in der Waldschadenforschung muss - trotz sehr komplexen Wirkungsbeziehungen - nach wie vor angenommen werden, dass dieser zusätzliche Stressfaktor durch Luftschadstoffe bedingt ist.

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. Ueber die Presse soll aber auch eine breitere Oeffentlichkeit Kenntnisse über den Zustand unserer Wälder erhalten.

Wie jedes Jahr seit 1984 stehen die Informationen über den Gesundheitszustand des Waldes und dessen Entwicklung im Vordergrund. Zusätzlich wurden aber auch Beiträge über weitere Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Gesundheitszustand des Waldes sowie über die Auswirkungen der Waldschäden aufgenommen.

Entgegen den Befürchtungen, dass das Waldsterben zu einer Verschlechterung der Holzqualität führen könnte, zeigen die Untersuchungen der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA), dass die massgebenden technologischen Eigenschaften des Holzes geschädigter Fichten und Tannen nicht nachteilig beeinflusst werden.

Der Phytosanitäre Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD) hat auch in diesem Jahr verschiedene durch Frost, Insekten oder Pilze verursachte Schä-

den im Schweizer Wald beobachtet. Diese führten an verschiedenen Orten zu vorzeitigen Nutzungen.

Forstgenetiker schliessen negative Einflüsse auf die Erbanlagen der Waldbäume durch die Einwirkung von Luftschadstoffen nicht aus. Es sind deshalb Vorbereitungsarbeiten im Gang, welche die Erhaltung von ursprünglichen Wäldern sowie die Lagerung und Produktion von Saatgut gewährleisten sollen.

## 2. Die Ergebnisse der Waldschadeninventur 1987

### Zunahme der Waldschäden - deutliche Verschlechterung bei den Laubbäumen

Der Anteil der geschädigten Bäume ist innert Jahresfrist von 50 auf 56 Prozent gestiegen. Die Hauptlast tragen die Laubbäume mit einer Zunahme von 12 Prozent und hier wiederum die 'mittelstark geschädigten' Bäume. Geringere Veränderungen dagegen bei den Nadelbäumen, wo "nur" 3 Prozent mehr geschädigte Bäume gezählt wurden als letztes Jahr. Im Mittelland ist der Anteil geschädigter Bäume - trotz einer Verschlechterung um 10 Prozent - nach wie vor am geringsten (45 Prozent). Im Jura und in den Voralpen hat sich der Gesundheitszustand der Bäume stark verschlechtert und sich jenem der Alpen und Alpensüdseite angeglichen (56 bis 62 Prozent geschädigte Bäume).

Gesamthaft gesehen hat sich seit 1985 der Zustand eines Drittels aller Bäume verschlechtert. Anzeichen der Erholung wurden dagegen nur an jedem zehnten Baum beobachtet.

Anhand von Durchmesser-Messungen wurde festgestellt, dass an geschädigten Bäumen weniger Holz wächst: bei starkem Blatt- oder Nadelverlust kann die Wuchsleistung um 25 bis 80 Prozent reduziert sein.

#### Schadensituation und Schadenentwicklung für alle Bäume ab 12 cm Durchmesser

Vor allem bei den Laubbäumen aber auch bei den Nadelbäumen hat sich die Schadensituation gegenüber dem Vorjahr verschlechtert (Grafik "Nadel-/Blattverluste nach 5-Prozent-Klassen"). Die Nadelbäume zeigen hauptsächlich eine Zunahme im Bereich der schwach geschädigten Bäume mit 15 Prozent Nadelverlust. Bei höheren Nadelverlusten sind keine wesentlichen Veränderungen festzustellen.

Bei Laubbäumen sind es dagegen vor allem die Klassen mit mittleren und hohen Blattverlusten, bei welchen die Schäden markant zugenommen haben. Bedenklich ist, dass alle Klassen ab 20 Prozent Blattverlust und darüber ihre Anteile vergrößert, manche gar verdoppelt haben.

Die Auswertung nach Schadstufen (Tab. "Schadstufenanteile 1986 und 1987") zeigt zunächst, dass der Anteil geschädigter Bäume wieder merklich zugenommen hat (von 50 auf 56 Prozent). Diese Verschlechterung des Gesundheitszustandes ist vor allem bei Laubbäumen zustande gekommen. Während

#### Ziele der Waldschadeninventur

Die Sanasilva-Waldschadeninventur erfasst die aktuelle Schadensituation sowie die Schadenentwicklung im Schweizer Wald. Sie ist vor allem ein Instrument zur Überwachung des Gesundheitszustandes unserer Wälder. Die Inventurergebnisse geben Aufschluss über die Situation in den Landesteilen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite. Das Gesamtergebnis wird zudem nach Schadstufen und Baumarten aufgegliedert.

Es ist nicht das Ziel der Waldschadeninventur über die Erfassung des Gesundheitszustandes hinaus, gleichzeitig Forschungsthemen - wie zum Beispiel die Frage nach den Ursachen der Waldschäden - zu bearbeiten.

### Wie wird die Waldschadeninventur durchgeführt?

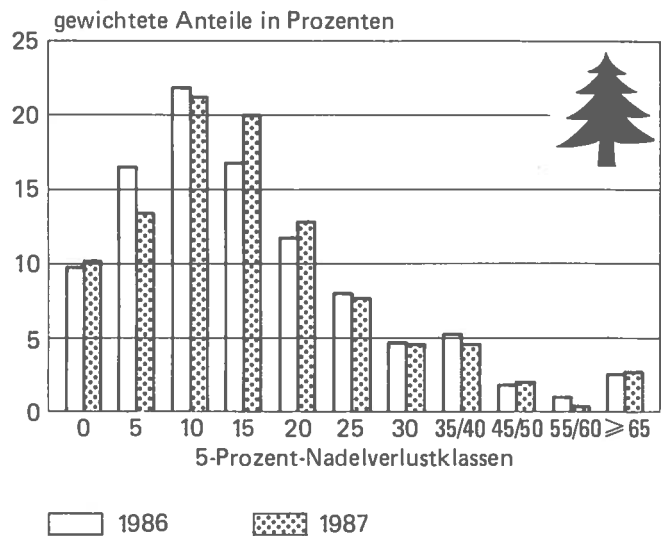
Die Waldschadeninventur ist eine **Stichprobenerhebung**. Sie wird auf dem Netz des Landesforstinventars (LFI, 1 km x 1 km) durchgeführt, wobei aber nur jede sechzehnte Probefläche (4 km x 4 km) berücksichtigt wird. Die 703 Probeflächen wurden von 5 Aufnahmegruppen in der Zeit vom 6. Juli bis 28. August aufgenommen. Dabei sind insgesamt über 8000 Bäume taxiert worden.

Eine Probefläche ist kreisförmig und misst 5 a (500 m<sup>2</sup>). Von den auf der Probefläche taxierten Bäumen wird der Standort eingemessen und der Durchmesser (auf einer Brusthöhe von 1,30 m) erhoben, so dass die Schadenentwicklung am Einzelbaum verfolgt werden kann.

Wichtigstes Merkmal zur Beurteilung des Gesundheitszustandes ist der **Benadelungsbeziehungsweise Belaubungszustand**. Die speziell ausgebildeten Zweierteams schätzen den Nadel-/Blattverlust nach 5-Prozent-Klassen anhand von Fotoserien, die ihnen als Vergleichsmassstab dienen. Beobachtet wird jeder Baum einzeln mit Hilfe eines Feldstechers.

Neben dem Nadel-/Blattverlust werden verschiedene **zusätzliche Merkmale** erhoben, welche den Bestandaufbau und die Wuchsbedingungen am Ort der Stichprobe beschreiben. Besondere Bedeutung hat dabei das Erfassen aller Schäden mit spezifischen, sichtbaren Ursachen - zum Beispiel Wildverbiss, Insekten- oder Pilzschäden, Schneedruck, Blitzschlag, Schäden durch Holzhauerei und anderes mehr (vgl. Kasten "Schäden mit anderen, bekannten Ursachen"). **Fehlende Belaubung oder Benadelung, die auf solche erkennbare, spezifische Ursachen zurückzuführen ist, wird nicht zu den geschätzten Nadel-/Blattverlusten hinzugerechnet.**

### Nadelbäume



### Nadel-/Blattverluste nach 5-Prozent-Klassen.

Gewichtete Anteile der Nadel- und Laubbäume der Waldschadeninventuren 1986 und 1987.

der Anteil der Laubbäume ohne Schäden um 12 Prozent gesunken ist, haben alle andern Stufen zugenommen - 'schwach geschädigt' um 5, 'mittelstark geschädigt' um 6, 'stark geschädigt' um 1 Prozent (Umschreibung der Schadstufen siehe Kasten "Wie sind die Schadstufen definiert?").

Geringer sind dagegen die entsprechenden Werte bei den **Nadelbäumen** mit 3 Prozent weniger Bäumen ohne Schäden. Markant verändert hat sich nur der Anteil 'schwach geschädigter' Bäume, welcher um 5 Prozent gestiegen ist.

### Farbfotos als Hilfsmittel zur Normierung des Schätzvorganges

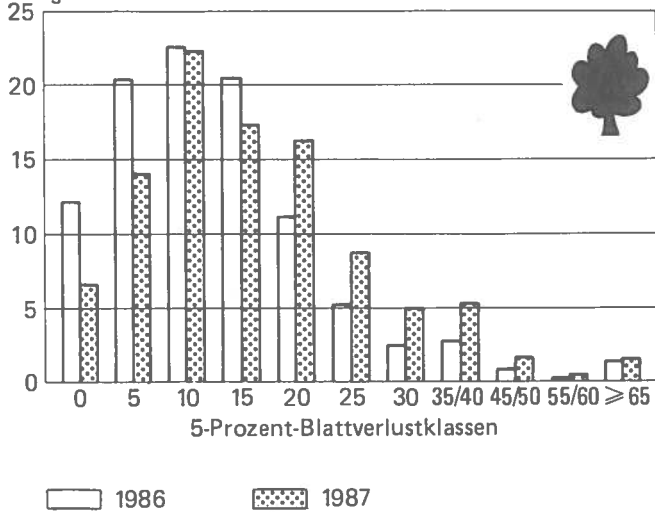
Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Ermittlung von Nadel- oder Blattverlusten ist eine **Fotoserie von Kronenbildern**, welche schon 1986 angewendet und inzwischen publiziert worden ist ("Sanasilva Kronenbilder"; Bezugsquelle: F. Flück-Wirth, Buchhandlung, 9053 Teufen). Die Abbildungen werden bei der Arbeit im Feld regelmässig benützt und sollen verhindern, dass der Schätzer bei der Ansprache nach oben oder unten "abweicht".

In der Sammlung enthalten sind Abbildungen von 6 Nadelbäumen (Fichte, Tanne, Waldföhre, Lärche, Arve, Bergföhre) und 8 Laubbäumen (Buche, Eiche, Esche, Bergahorn, Linde, Bergulme, Birke, Edelkastanie). Von jeder Baumart belegen jeweils 4 Farbfotos die unterschiedlichen Blatt- oder Nadelverluststufen von 'ohne Schaden' bis 'stark geschädigt.' Bei der Fichte werden zudem drei Wuchstypen (Kammtyp, Bürstentyp, Plattentyp), bei Tanne und Lärche ein Normaltyp und ein Gebirgstyp unterschieden.



## Laubbäume

gewichtete Anteile in Prozenten



Schadstufenanteile 1986 und 1987 für Nadel- und Laubbäume  
(die Schätzfehler der Anteile 1987 liegen zwischen 1 und 2 Prozent)

	ohne Schaden		schwach geschädigt		mittelstark geschädigt		stark geschädigt oder abgestorben	
	1986	1987	1986	1987	1986	1987	1986	1987
Nadelbäume	48%	45%	36%	41%	13%	11%	3%	3%
Laubbäume	55%	43%	37%	42%	7%	13%	1%	2%
alle Baumarten	50%	44%	37%	41%	11%	12%	2%	3%

### Wie sind die Schadstufen definiert?

Die Aufnahmeteams schätzen den Nadel- oder Blattverlust der Probebäume von 5 zu 5 Prozent. Die 5-Prozent-Klassen werden gemäss nachstehender Tabelle zu **Schadstufen** zusammengefasst.

#### Bildung von Schadstufen aus den 5-Prozent-Klassen der Nadel-/Blattverlustschätzung

Nadel-/Blattverlust in Prozenten	Schadstufen
0 / 5 / 10	ohne Schaden
15 / 20 / 25	schwach geschädigt
30 / 35 / 40 / 45 / 50 / 55 / 60	mittelstark geschädigt
65 und mehr Prozent	stark geschädigt oder abgestorben

### Die gemessenen Bäume sind repräsentativ für den ganzen Wald

Junge Bäume stehen im Wald um ein Vielfaches dichter als alte. Um zu einer repräsentativen Anzahl Probepflanzen zu kommen, können deshalb die **Stichprobenflächen in jungen Beständen reduziert** werden. Jungwaldbäume ab 30 cm Höhe und solche bis zu 12 cm Brusthöhendurchmesser werden auf einem Kreis von 3 m Radius aufgenommen; Bäume ab 12 cm Durchmesser auf einer Kreisfläche von 200 m<sup>2</sup> und solche ab 36 cm auf einer Kreisfläche von 500 m<sup>2</sup>. Diese drei verschiedenen grossen Kreisflächen sind konzentrisch um das Probeflächenzentrum angeordnet.

In den Auswertungen werden die ungleichen Wahrscheinlichkeiten, in eine Stichprobe zu fallen, berücksichtigt. Die Schätzungen sind deshalb verzerrungsfrei und repräsentativ für den ganzen Wald.

Im Rahmen der Waldschadeninventur 1987 ergab sich in Anwendung dieser Auswahlkriterien folgender Datenumfang:

Anzahl Probeflächen insgesamt ..... 766  
davon zugänglich ..... 703  
und aufgenommen ..... 703

Anzahl beobachtete Bäume  
ab 12 cm Durchmesser insgesamt .... 8 068  
davon Nadelbäume ..... 5 183  
davon Laubbäume ..... 2 885

Anzahl je Baumart  
Fichte ..... 3 422  
Tanne ..... 911  
Föhre ..... 374  
Lärche ..... 351  
übrige Nadelbäume ..... 125  
  
Buche ..... 1 517  
Ahorn ..... 266  
Esche ..... 249  
Eiche ..... 125  
übrige Laubbäume ..... 728

Anzahl Probeflächen  
mit Jungwaldaufnahme ..... 170

Anzahl Jungwaldbäume ab 30 cm  
Höhe und solche bis 12 cm Stamm-  
durchmesser insgesamt ..... 2 631  
davon Nadelbäume ..... 1 268  
davon Laubbäume ..... 1 363

**Die einzelnen Baumarten: Ahorn drastisch schlechter; markant stärkere Schäden bei Tanne, Buche und Esche; Lärche deutlich erholt**

Der Anteil geschädigter Bäume hat ausser bei der Lärche bei allen Baumarten zugenommen. Bei Fichte, Föhre und Eiche liegt die Zunahme allerdings im Rahmen des Schätzfehlers: sie ist statistisch nicht gesichert. Die Schadenentwicklung der einzelnen Baumarten nach Schadstufen weist einige Unterschiede auf:

Bei der **Fichte** ist der Anteil geschädigter Bäume insgesamt um 2 Prozent gestiegen. Alle Veränderungen liegen im Bereich der Schätzfehler, so auch die Zunahme um 3 Prozent in der Schadstufe 'schwach geschädigt'.

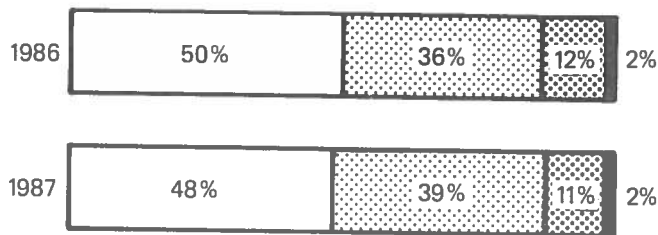
Die **Tanne** weist einen markanten Anstieg im Anteil geschädigter Bäume von 8 Prozent auf, wovon 7 Prozent auf die Schadstufe 'schwach geschädigt' entfallen.

Die **Föhre** ist nach wie vor die am stärksten geschädigte Baumart. In der diesjährigen Inventur wurden nur noch 30 Prozent als Bäume ohne Schaden eingestuft (0 bis 10 Prozent Nadelverlust): 4 Prozent weniger als vor Jahresfrist. Alle Veränderungen liegen aber im Rahmen der Schätzfehler.

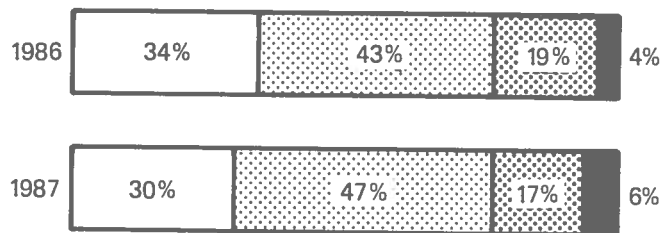
Die Nadelverluste der **Lärche** haben seit 1986 deutlich abgenommen: der Anteil der Bäume 'ohne Schaden' hat um 8 Prozent zugenommen und ungefähr den gleichen Stand wie bei der Fichte erreicht. Die deutlichste Abnahme ist bei der Stufe der 'schwach geschädigten' eingetreten.



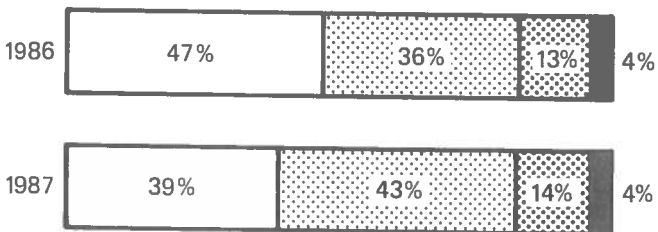
**Fichte**



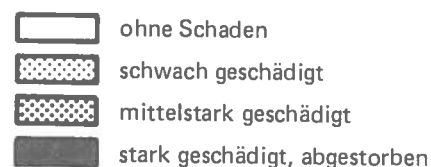
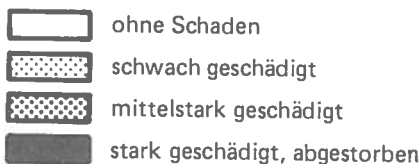
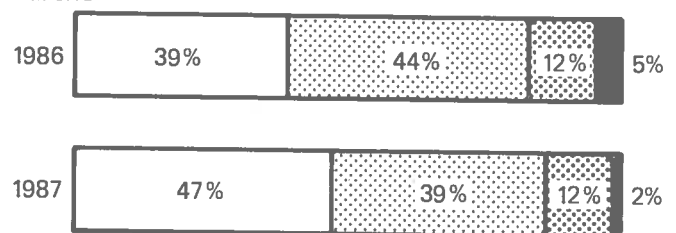
**Föhre**



**Tanne**



**Lärche**



**Vergleich der Schadstufenanteile 1986 und 1987 für Fichte und Tanne.**

(Für 1987: die Schätzfehler liegen zwischen 1 und 3 Prozent.)

**Vergleich der Schadstufenanteile 1986 und 1987 für Föhre und Lärche.**

(Für 1987: die Schätzfehler liegen zwischen 2 und 4 Prozent.)

Die deutliche Verschlechterung des Gesundheitszustandes bei den Laubbäumen zeigt sich vor allem bei der Buche und dem Ahorn. Nach den diesjährigen Inventurergebnissen müssen nahezu 60 Prozent der **Buchen** als geschädigt bezeichnet werden. Statistisch gesichert ist die Zunahme des Anteils geschädigter Bäume um 11 Prozent und desjenigen der 'mittelstark geschädigten' (30 bis 60 Prozent Laubverlust) um 9 Prozent.

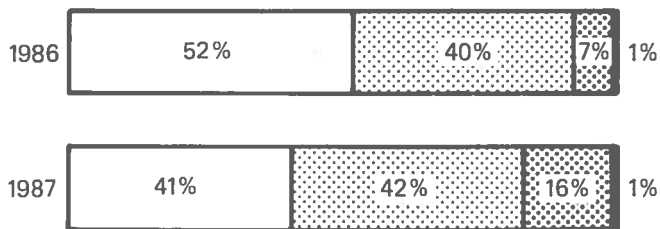
Der Anteil geschädigter **Eichen** zeigt ebenfalls eine zunehmende Tendenz. Es wurden allerdings nur 125 Eichen beobachtet, so dass der Schätzfehler grösser ist als die ermittelte Veränderung.

Die starke Zunahme im Anteil geschädigter **Ahorne** um 17 Prozent beschränkt sich im wesentlichen auf die Schadstufe 'schwach geschädigt'. In geringerem Masse zugenommen haben aber auch die 'mittelstark geschädigten' Bäume. Zusammen mit der Esche ist der Ahorn nach wie vor die am wenigsten geschädigte Baumart.

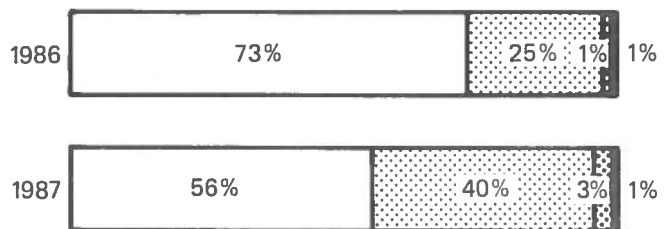
Die **Eschen** sind zur Hälfte als geschädigt taxiert worden: 7 Prozent mehr als 1986. Die stärkste Zunahme erfolgte bei den 'schwach geschädigten' Bäumen.



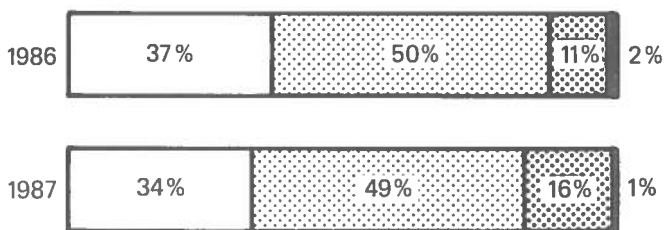
#### Buche



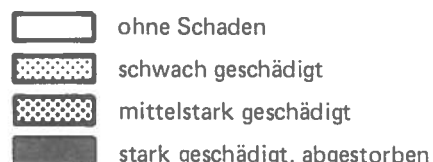
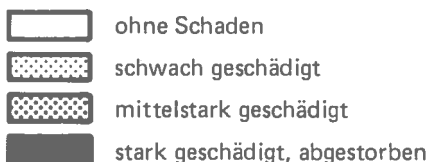
#### Ahorn



#### Eiche



#### Esche



#### Vergleich der Schadstufenanteile 1986 und 1987 für Buche und Eiche.

(Für 1987: die Schätzfehler liegen bei der Buche zwischen 1 und 3 Prozent, bei der Eiche zwischen 1 und 7 Prozent.)

#### Vergleich der Schadstufenanteile 1986 und 1987 für Ahorn und Esche.

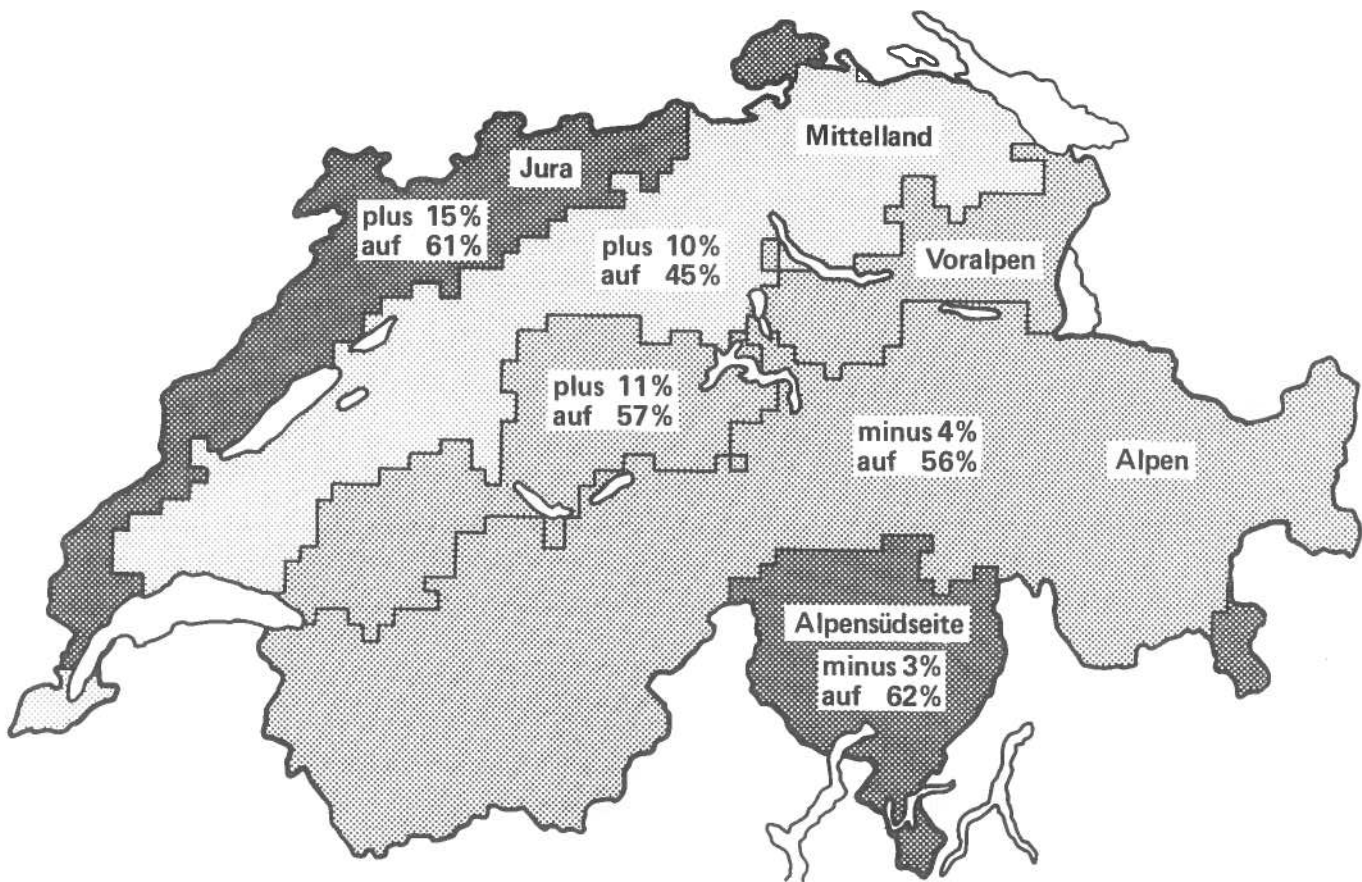
(Für 1987: die Schätzfehler liegen zwischen 1 und 5 Prozent.)

## Regionale Verteilung der Schäden und Situation im Berggebiet: hohe Schädigungsrate in allen Gebirgs- genden

Die regionale Verteilung der Waldschäden und ihre Entwicklung (Abb. "Schadenentwicklung und Anteil geschädigter Bäume nach Regionen") zeigt gegenüber 1986 erhebliche Veränderungen. Die Anteile geschädigter Bäume sind vor allem im Jura, im Mittelland und in den Voralpen stark gestiegen (10 bis 15 Prozent). Die gebirgigen Landesteile Jura, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite weisen 1987 alle etwa ähnliche Anteile geschädigter Bäume auf (56 bis 62 Prozent). Dazwischen zieht sich das Mittelland quer durch die Schweiz als einzige Region mit einem Anteil geschädigter Bäume von weniger als 50 Prozent (genau 45 Prozent).

In den Alpenregionen mit einem Anteil von 88 Prozent Nadelbäumen zeigt der Anteil geschädigter Bäume seit der Inventur 1986 eine abnehmende Tendenz (minus 4 Prozent). Gleiches gilt für die Alpensüdseite (minus 3 Prozent), obwohl hier der Nadelbaumanteil lediglich 40 Prozent beträgt. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der Schätzfehler für die Zahlen der Alpen und Alpensüdseite 2 Prozent beziehungsweise 4 Prozent beträgt.

Zur Ermittlung der Schadenentwicklung im Berggebiet werden Probeflächen, die höher als 900 m ü.M. liegen oder steiler als 40 Prozent sind, zu einer Region 'Berggebiet' zusammengefasst; die übrigen bilden das Nicht-Berggebiet. Von der gesamtschweizerischen Waldfläche fallen 69 Prozent in das so definierte Berggebiet.



### Schadenentwicklung und Anteil geschädigter Bäume nach Regionen.

Entwicklung 1986–1987 und Stand 1987 in den Regionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 2 und 4 Prozent).

Im Berggebiet haben die als geschädigt taxierten Bäume um 4 Prozent zugenommen. Gleichzeitig ist der Anteil geschädigter Nadelbäume gleich geblieben, so dass die gesamte Zunahme durch die Verschlechterung des Gesundheitszustandes bei den Laubbäumen (plus 15 Prozent) zustande gekommen ist. Im Gegensatz zu 1985 und 1986 ist die Situation bei den Laubbäumen heute schlechter als bei den Nadelbäumen: der Anteil der Laubbäume 'ohne Schaden' ist innerhalb zweier Jahren von 63 auf 37 Prozent gesunken!

Im Nicht-Berggebiet ist die Verschlechterung des Gesundheitszustandes zwar stärker als im Berggebiet (9 Prozent mehr geschädigte Bäume), der Zustand (48 Prozent) ist aber nach wie vor besser als in den Gebirgsgegenden (60 Prozent geschädigte Bäume). Laub- und Nadelbäume haben zu gleichen Teilen zur Entwicklung beigetragen. Bei den Laubbäumen ist allerdings die Schadstufe 'mittelstark geschädigt' stärker angestiegen (Abb. "Schadenentwicklung und Anteil geschädigter Bäume im Berggebiet und Nicht-Berggebiet"; Tab. "Schadstufenanteile der Nadel- und Laubbäume im Berggebiet und Nicht-Berggebiet").

#### Schadstufenanteile 1986 und 1987 der Nadel- und Laubbäume im Berggebiet

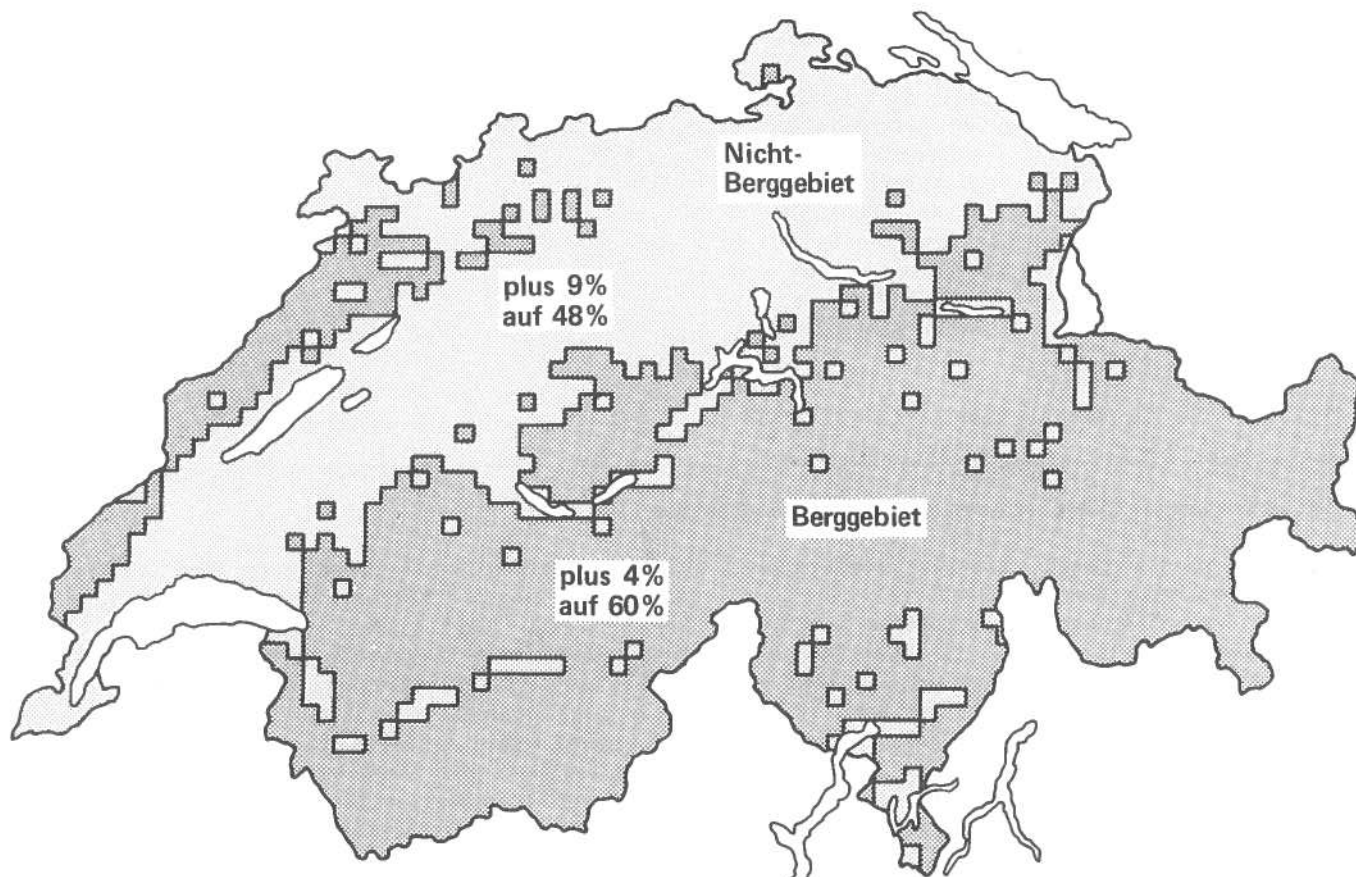
(die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 3 Prozent)

	ohne Schaden		schwach geschädigt		mittelstark geschädigt		stark geschädigt oder abgestorben	
	1986	1987	1986	1987	1986	1987	1986	1987
Nadelbäume	42%	42%	40%	42%	15%	13%	3%	3%
Laubbäume	52%	37%	39%	44%	7%	17%	2%	2%
alle Baumarten	44%	40%	39%	43%	14%	14%	3%	3%

#### Schadstufenanteile 1986 und 1987 der Nadel- und Laubbäume im Nicht-Berggebiet

(die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 3 Prozent)

	ohne Schaden		schwach geschädigt		mittelstark geschädigt		stark geschädigt oder abgestorben	
	1986	1987	1986	1987	1986	1987	1986	1987
Nadelbäume	63%	54%	29%	37%	6%	7%	2%	2%
Laubbäume	59%	49%	35%	41%	5%	9%	1%	1%
alle Baumarten	61%	52%	32%	39%	6%	8%	1%	1%



#### Schadenentwicklung und Anteil geschädigter Bäume im Berggebiet und im Nicht-Berggebiet.

Entwicklung 1986–1987 und Stand 1987 (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 2 Prozent).

### Schäden mit anderen, bekannten Ursachen

Nadel-/Blattverluste, die klar erkennbar durch andere Ursachen wie zum Beispiel Schädlinge, Lichtmangel und Peitschenwirkung (Wind) entstanden sind, wurden nicht als solche aufgenommen. Sie erscheinen somit nicht in der Berechnung der Blatt- und Nadelverluste.

In der Waldschadeninventur 1987 zeigten 32 Prozent der Bäume **Schäden mit einer erkennbaren, spezifischen Schadenursache** - zum Beispiel Insekten- oder Pilzbefall, Schneedruck- und Sturmschäden, Schäden durch Steinschlag oder Holzhauerei und so weiter. Dieser Anteil hat sich gegenüber 1986 nicht verändert. Wie schon letztes Jahr konnte auch bei der vorliegenden Inventur nicht festgestellt werden, dass an Bäumen mit erkennbaren, spezifischen Schäden grössere Nadel- oder Blattverluste vorhanden sind. Der beeinträchtigte Gesundheitszustand des Schweizer Waldes kann also kaum mit anderen, bekannten Ursachen erklärt werden.

Im Frühjahr 1987 sind im Schweizer Wald vor allem an Laubbäumen in Höhenlagen um 900 bis 1100 m grossflächig **Spätfrostschäden** aufgetreten (vgl. Bericht "Waldschäden durch Frost, Insekten und Pilze"). Die Aufnahmeequipes haben Nadel- und Blattverluste mit der Schadenursache "Frost" nicht in die Verlustschätzung einbezogen. Frostschäden sind aber nicht leicht zu erkennen, so dass sich die Frage stellt, ob diese Spätfrostschäden die deutliche Zunahme der Blattverluste bei Laubbäumen seit 1986 erklären könnten.

Eine Spezialauswertung zeigt, dass in der fraglichen Zone eine Zunahme der geschädigten Laubbäume von 15 Prozent, im gesamten Wald eine solche von 12 Prozent registriert wurde. Die Waldfläche in diesen kritischen Höhenlagen macht aber nur 13 Prozent der gesamten Waldfläche aus. Es kann deshalb angenommen werden, dass die Spätfrostschäden der Laubbäume das Inventurergebnis über den gesamten Wald nicht wesentlich beeinflusst haben.

**Die Schadenentwicklung am Einzelbaum seit 1985: von 10 Bäumen sind 6 stationär, 3 schlechter und einer besser**

Die Nadel- und Blattverluste wurden 1987 an den gleichen Bäumen geschätzt wie schon 1986 und 1985. Damit besteht die Möglichkeit, die **Entwicklung am Einzelbaum** aufzuzeigen. In die Tabelle "Entwicklung der Nadel- und Blattverluste am Einzelbaum" wurden Veränderungen dann aufgenommen, wenn sich der Blatt- oder Nadelverlust von Jahr zu Jahr um mindestens 10 Prozent verbessert oder verschlechtert hatte (Anteilsberechnung mit ungewichteten Baumdaten).

**Seit 1985** weisen 6 von 10 Bäumen einen stationären Gesundheitszustand auf, 3 haben Blatt- oder Nadelverluste erlitten und bei einem Baum hat sich die Belaubung oder Benadelung verbessert.

### Entwicklung der Nadel- und Blattverluste am Einzelbaum 1985-1987, ungewichtete Baumdaten

(die Schätzfehler liegen zwischen 1 und 2 Prozent)

	verbessert (Abnahme des Nadel-/Blatt- verlustes)	stationär (Nadel-/Blatt- verlust unverändert)	verschlechtert (Zunahme des Nadel-/Blatt- verlustes)
Nadelbäume	10%	61%	29%
Laubbäume	9%	53%	38%
alle Baumarten	10%	58%	32%

### Die Grenzen der Interpretation der Inventurergebnisse

Die Waldschadenerhebung ist als **grossflächige Ueberwachungsinventur** konzipiert: die erfassten Probeflächen und Einzelbäume vermögen den Schweizer Wald nur bis zu einem gewissen Grad zu repräsentieren. Ueber lokale Schadensituationen können wegen der geringen Stichproben-Dichte keine Aussagen gemacht werden. So ist es zwar möglich, etwas über den Waldzustand in den Grossregionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite auszusagen; für die einzelnen Kantone dürfen jedoch keine Ergebnisse abgeleitet werden, da diese statistisch nicht abgesichert sind.

Aus diesem Grund haben auch 1987 verschiedene Kantone (Zürich, Bern, Freiburg, Schaffhausen, St. Gallen, Thurgau, Neuenburg) **Waldschadeninventuren mit einem verdichteten Probeflächennetz** durchgeführt. Ueber eine gemeinsame Instruktion, die Daten des Landesforstinventars (LFI) und die gemeinsame Auswertung sind diese kantonalen Inventuren mit der landesweiten Inventur koordiniert.

Lokale Waldschäden können zudem mit **Infrarot-Luftbildern** oder weiter verdichteten Stichprobennetzen festgestellt werden (siehe Beitrag "Entwicklung der Waldschäden in Flims, Altdorf und Zofingen").

**Die Schadenentwicklung im Jungwald: Nadelbäume stärker geschädigt als Laubbäume; Entwicklung seit 1986 stationär**

Seit Beginn der systematischen Waldschadeninventur (1985) wird auch der Jungwald in die Erhebung miteinbezogen. Eine Aufnahme erfolgt auf jenen Probeflächen, auf denen Jungwaldpflanzen mit Zukunftschancen den Hauptbestand bilden sowie in Beständen mit gemischtem Altersaufbau. Taxiert werden alle Bäumchen ab einer Höhe von 30 cm und bis zu einem Stammdurchmesser von 12 cm.

Die Bewertung erfolgt nach folgenden Kategorien:

- 'ohne Schaden'
- 'mit Schäden mit erkennbarer, spezifischer Schadenursache'
- 'mit Schäden ohne erkennbare Ursache'

Die Schäden ohne erkennbare Ursache werden unterschieden nach:

- 'Nadel-/Blattverlust'
- 'Nadel- oder Blattnekrosen' (abgestorbene Blatt- oder Nadelteile)
- 'andere Schäden ohne erkennbare Ursache'

Der weit überwiegende Anteil der festgestellten Schäden hat bekannte Ursachen wie Wildverbiss, Schneedruck, Frost, Insekten, Pilze, Steinschlag und so weiter. Schäden ohne erkennbare, spezifische Ursachen wurden insgesamt wenige festgestellt. Seit 1985 ist ihr Anteil von 1 auf 3 Prozent gestiegen (seit 1986 von 2 auf 3 Prozent). Stärker betroffen sind die Nadelbäume, wo an jedem 16. Bäumchen Schäden unbekannter Ursache registriert wurden: in 60 Prozent der Fälle Nadelverluste, in 40 Prozent Nadelnekrosen (Tab. "Schäden im Jungwald").

**Schäden im Jungwald 1986 und 1987, ungewichtete Baumdaten**

Anteil geschädigter Nadel- und Laubhölzer nach Schadenkategorien (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 5 Prozent)

	ohne Schaden		Schadenursache erkennbar		Schadenursache nicht erkennbar	
	1986	1987	1986	1987	1986	1987
Nadelbäume	59%	60%	35%	34%	6%	6%
Laubbäume	49%	51%	51%	48%	0%	1%
alle Baumarten	52%	54%	46%	43%	2%	3%

**Zufällige und systematische Einflüsse auf die Inventur**

Die Ergebnisse der Waldschadeninventur sind mit einem zufälligen Fehler behaftet, der berechnet werden kann: je einheitlicher die Messdaten und je grösser der Datenumfang (d.h. Anzahl Probeflächen und beobachtete Bäume), desto geringer der zufällige Fehler. Die Tabellen in diesem Bericht enthalten jeweils Angaben über die Grösse der Schätzfehler. Die Angabe zum Beispiel, dass 1987 noch 44 Prozent der Bäume nicht geschädigt sind, ist mit einem Schätzfehler von 1 Prozent behaftet. Dies bedeutet: der Anteil der gesunden Bäume liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 68 Prozent zwischen 43 und 45 Prozent.

Es können aber auch systematische Fehler auf die Inventurergebnisse einwirken:

- Trotz sorgfältiger Instruktion kann es vorkommen, dass einzelne Aufnahmeteams die Nadel-/Blattverluste zu hoch oder zu tief einschätzen. Um dies festzustellen, wurden Kontroll- das heisst Zweitaufnahmen, an 820 Bäumen durchgeführt. Vier der fünf Arbeitsgruppen lagen mit ihren Schätzungen nicht mehr als 2,5 Prozent über oder unter der Kontrollgruppe. Die fünfte Arbeitsgruppe hat die Nadelverluste bei der Fichte überschätzt. Die Schätzwerte dieser Gruppe wurden bei dieser Baumart der Kontrollgruppe angeglichen. Nach dieser Korrektur lag die mittlere Abweichung aller Gruppen 0,6 Prozent über der Kontrollgruppe.
- Der Forstdienst ist bestrebt, geschädigte Bäume rechtzeitig zu fällen, um die Ausbreitung von Folgeschäden (Insekten- oder Pilzbefall) zu verhindern. An diesen Bäumen kann die Entwicklung der Nadel- oder Blattverluste nicht mehr beobachtet werden. Aus diesem Grund kann der Gesundheitszustand im Inventurergebnis besser ausfallen als er tatsächlich ist. Der Anteil der genutzten Bäume ist jedoch gering (1,6 Prozent der 1986 erfassten Bäume), so dass dieser systematische Fehler nicht stark ins Gewicht fällt.

## Durchmesserzuwachs und Nadel-/Blattverlust: reduziertes Wachstum an geschädigten Bäumen nachgewiesen

Nadeln und Blätter sind in sehr direkter Weise am Wachstum der Bäume beteiligt: in ihnen wird aus natürlichen Elementen wie Luft, Wasser und Nährstoffen pflanzliche Substanz produziert. Verminderte Nadel- oder Blattmasse kann deshalb auch ein reduziertes Wachstum der Pflanze zur Folge haben. Wenn weniger Holz produziert wird, muss angenommen werden, dass die gesamten Lebensvorgänge des betroffenen Baumes reduziert sind, dass er - neben Stammholz - auch weniger Feinwurzeln bilden könnte (wichtig für die Wasser- und Nahrungsaufnahme) und

dass **Vitalität und Gesundheit** in Frage gestellt sind.

Aufgrund der jährlichen Durchmesser-Messungen an den Probestämmen ab 12 cm Durchmesser können diese **verminderten Zuwachseleistungen** geschädigter Bäume **nachgewiesen** werden (Grafik "Durchmesserzuwachs nach Schadstufen"). Die Tatsache, dass Bäume mit Nadel-/Blattverlusten schmalere Jahrringe anlegen, ist für alle Bäume insgesamt, für das Nadelholz, die Baumart Fichte und für das Laubholz statistisch gesichert. Dieser Zusammenhang kann

### Wie werden die Einzelbaumdaten gewichtet?

Aus der Gesamtheit der Baumdaten werden verschiedene prozentuale Anteile (z.B. Anteil geschädigte Bäume nach Regionen oder Schadstufenanteile der Baumarten) ermittelt. Bei der Berechnung dieser Anteile werden die Bäume jeweils mit dem **Quadrat des Durchmessers gewichtet**. Dicke Bäume fallen also stärker ins Gewicht als dünne. Diese Gewichtung ist sinnvoll, weil dicke Bäume mehr Fläche einnehmen und für das Bestandesgefüge und die Stabilität der Wälder von grösserer Bedeutung sind.

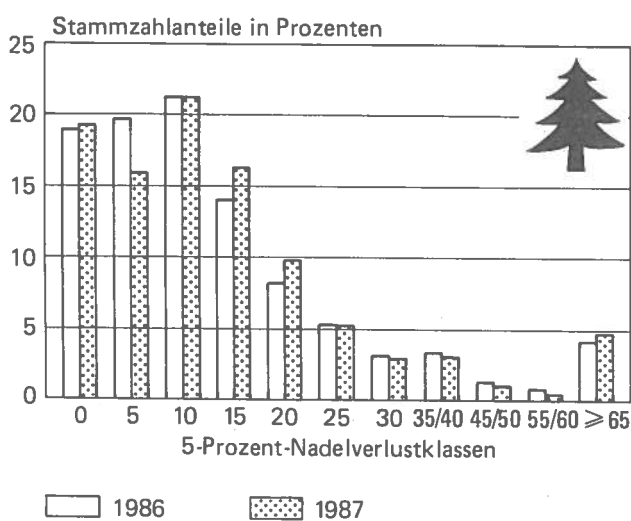
Alle Ergebnisse der Waldschadeninventur 1987 sind mit **gewichteten** Anteilen berech-

net und dargestellt mit Ausnahme der "Schadenentwicklung am Einzelbaum" und der "Schadenentwicklung im Jungwald".

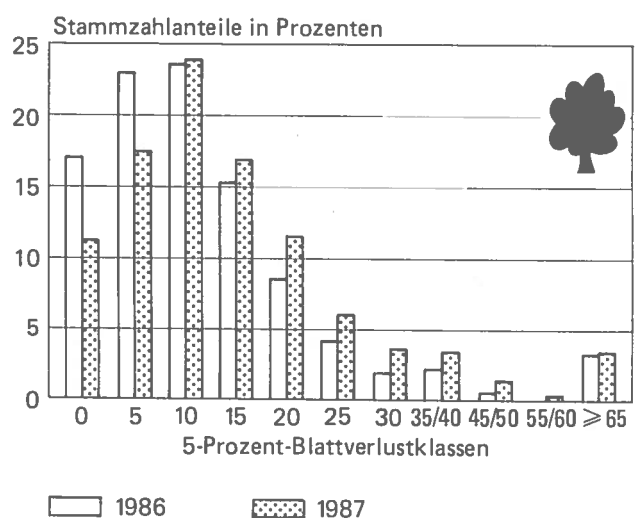
Auf die **Schadenentwicklung** wirkt sich die Gewichtung der Bäume nicht nennenswert aus. So beträgt die Zunahme des Anteils geschädigter Bäume von 1986 bis 1987 sowohl für ungewichtete wie für gewichtete Anteile 6 Prozent.

Dieser Berechnungsmodus wurde 1984 in Absprache mit ausländischen Inventurfachleuten aus Gründen der internationalen Vergleichbarkeit eingeführt.

### Nadelbäume



### Laubbäume



### Nadel-/Blattverluste nach 5-Prozent-Klassen.

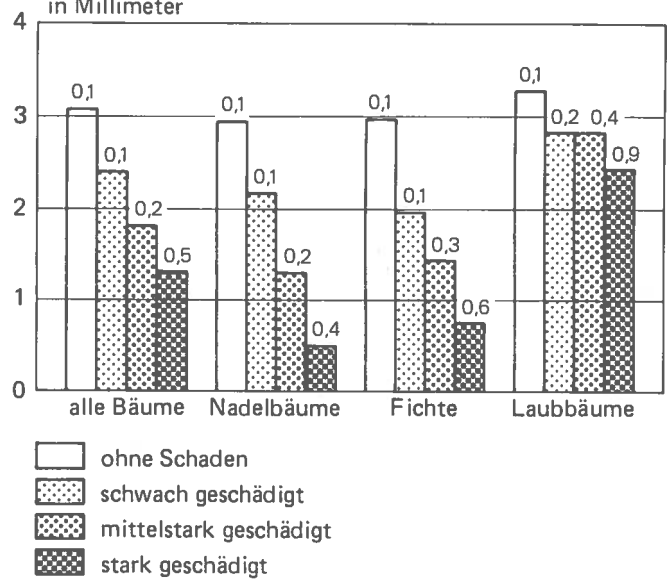
Ungewichtete Anteile der Nadel- und Laubbäume der Waldschadeninventuren 1986 und 1987.



durch verschiedene Faktoren - Standort, Kronenform, Alter, Stellung im Bestand, Durchmesser - überlagert sein. Eine Modellrechnung zeigt, dass der Zusammenhang 'je mehr Nadel-/Blattverlust, desto geringer der Zuwachs' auch nach Ausschaltung dieser störenden Faktoren nachgewiesen ist.

Reduzierter Zuwachs ist am deutlichsten bei geschädigten Fichten und Nadelbäumen insgesamt nachgewiesen; weniger deutlich dagegen bei den Laubbäumen.

mittlerer jährlicher Durchmesser-Zuwachs 1985–1987 in Millimeter



**Durchmesserzuwachs nach Schadstufen 1985–1987.**  
(Die Zahlen über den Balken geben den Standardfehler in Millimeter an.)

### Die Schadenentwicklung seit 1983 im Ueberblick

1983 wurde der Stand der Waldschäden erstmals mittels einer Umfrage bei den Revierförstern erhoben. Seit 1984 wird die Waldschadensituation und ihre Entwicklung mit systematischen Stichprobeninventuren erfasst: 1984/85 nur im öffentlichen und erschlossenen Wald, ab 1985 auf dem landesweiten Netz des Landesforstinventars (LFI). Es wurden also 1985 gleichzeitig zwei Inventuren durchgeführt.

Die Entwicklung der Waldschadensituation ist in der Grafik "Anteil geschädigter Bäume nach den Waldschadenerhebungen 1983 bis 1987" dargestellt. In der Tabelle "Methoden und Vergleichbarkeit der Waldschadeninventuren 1983 bis 1987" werden die verschiedenen Aufnahmewerke einander gegenübergestellt.



**Anteil geschädigter Bäume nach den Waldschadenerhebungen 1983–1987.**  
(Ab 1984 gewichtete Anteile.)

## Methoden und Vergleichbarkeit der Waldschadeninventuren 1983 bis 1987

Jahr	Erhebungsmethode	Datenumfang	Inventurergebnisse	Vergleichbarkeit
1983	Umfrage bei den Revierförstern	1429 Fragebogen	14% der Bäume kränkelnd, krank, absterbend oder tot	einmalige Umfrage; nicht vergleichbar mit den Waldschadeninventuren 1984 bis 1987
1984	Traktinventur im öffentlichen und erschlossenen Wald (=48% der Waldfläche der Schweiz)	371 Trakte, 26 927 Bäume	34% aller Bäume geschädigt	vergleichbar mit der Traktinventur 1985
1985	Wiederholung der Traktinventur von 1984 im öffentlichen und erschlossenen Wald	361 Trakte, 25 467 Bäume	34% aller Bäume geschädigt	vergleichbar mit der Traktinventur 1984
1985	LFI-Einzelstichproben; erste Inventur im gesamten Schweizer Wald	766 Probeflächen, 8065 Bäume; davon: 5211 Nadelbäume, 2854 Laubbäume	36% aller Bäume geschädigt	vergleichbar mit der Waldschadeninventur 1986
1986	LFI-Einzelstichproben; zweite Inventur im gesamten Schweizer Wald; erste Aussage über Entwicklung im gesamten Wald	766 Probeflächen, 8059 Bäume; davon: 5179 Nadelbäume, 2880 Laubbäume	50% aller Bäume geschädigt	vergleichbar mit der Waldschadeninventur 1985
1987	LFI-Einzelstichproben; dritte Inventur im gesamten Schweizer Wald	766 Probeflächen, 8068 Bäume; davon: 5183 Nadelbäume, 2885 Laubbäume	56% aller Bäume geschädigt	vergleichbar mit den Waldschadeninventuren 1985 und 1986

### Publikationen

Eine ausführlichere Darstellung der Resultate der Waldschadeninventur 1987 wird in der Januarnummer der Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen erscheinen (Autor: F. Mahrer).

E. Müller und Fotodienst EAFV: "Sanasilva Kronenbilder": Herausgeber Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf; Bezugsquelle: F. Flück-Wirth, Buchhandlung, 9053 Teufen.

### 3. Entwicklung der Waldschäden in Zofingen, Altdorf und Flims

#### Einzelbaumweise Beurteilung anhand von Infrarot-Luftbildern im Massstab 1:3000

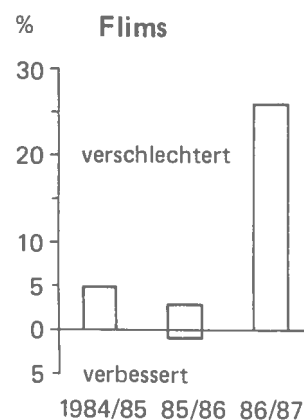
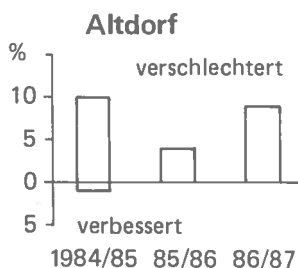
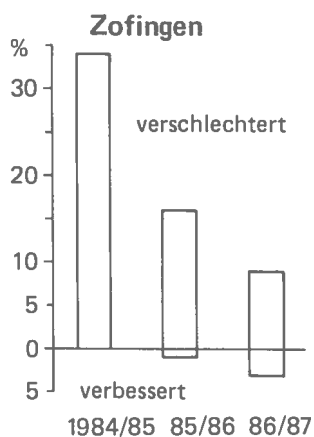
Der Gesundheitszustand der untersuchten Wälder hat sich weiter verschlechtert. In den drei untersuchten Waldgebieten haben sich durchschnittlich 14 Prozent der Bäume verschlechtert, 4 Prozent wurden gefällt oder sind vom Sturm geworfen worden und nur 1 Prozent hat sich verbessert. Die Entwicklung 1986-1987 zeigt - wie schon in den Vorjahren - grosse lokale Unterschiede.

Die wichtigsten Ergebnisse 1984-1987 sind in der Grafik "Schadenentwicklung in Waldgebieten bei Zofingen, Altdorf und Flims" dargestellt.

Gesamthaft ist wie bei der terrestrischen Waldschadeninventur eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes festzustellen. Auffällig sind aber die lokalen Unterschiede in der Entwicklung der drei Untersuchungsgebiete.

In Altdorf haben sich im vergangenen Jahr von 480 beurteilten Bäumen 9 Prozent verschlechtert und weniger als 1 Prozent (2 Bäume) verbessert.

Anders die Entwicklung in Zofingen, wo nach der massiven Verschlechterung von 1984 auf 1985 (34 Prozent) im laufenden Jahr sich "nur" noch 9 Prozent der Bäume verschlechtert haben. Zusätzlich wurden allerdings im letzten Winter 6 Prozent der untersuchten Bäume zwangsweise gefällt. Erfreulicherweise konnten sich 3 Prozent der Bäume - vor allem Buchen - erholen: die vorzeitige Herbstverfärbung war im Vergleich zum Vorjahr weniger stark fortgeschritten und wurde im Luftbild als Verbesserung beurteilt.



#### Schadenentwicklung in Waldgebieten bei Zofingen, Altdorf und Flims.

Prozentualer Anteil der Bäume, die sich seit 1984 verbessert oder verschlechtert haben.

## Methodisches zu den Infrarot-Luftbildauswertungen

Anhand von Infrarot-Luftbildern im Masstab 1:3000 ist der Gesundheitszustand von über 1000 Einzelbäumen beurteilt worden. Durch Vergleich der aktuellen Luftbilder mit denen des Vorjahres wurde ermittelt, ob der Zustand eines Baumes gleich geblieben ist, sich verschlechtert oder verbessert hat. Festzustellen ist auch, welche Bäume in der Zwischenzeit gefällt oder vom Sturm geworfen worden sind. Die Testgebiete Zofingen, Altdorf und Flims wurden 1987 zum vierten Mal befliegen, so dass bereits 3 Jahre Entwicklung überblickt werden können.

Als 'verschlechtert' werden jene Bäume bezeichnet, deren Nadel- beziehungsweise Blattmasse abgenommen hat. Im Luftbild äussert sich dies zuerst als farbliche Veränderung: die Intensität der Rottöne nimmt ab, Grautöne nehmen zu. Die Färbung der Nadelhölzer wird meistens fleckig, sogenannte marmoriert. Mit zunehmendem Blatt- oder Nadelverlust sieht man tiefer in die Krone hinein, das Astgerippe wird deutlicher sichtbar und verändert die

Struktur und Textur des Bildes. Auch eine verfrühte Laubverfärbung lässt sich feststellen und wird als Verschlechterung des Gesundheitszustandes interpretiert.

Als 'Verbesserung' wird analog eine klar erkennbare, positive Veränderung von Textur, Struktur oder Farbe des abgebildeten Baumes angesehen.

Die Auswertungen erfolgten an einem analytischen Auswertegerät (BC 2S der Firma Wild). Mit diesem Gerät ist es möglich, gleichzeitig zwei Luftbildpaare zu orientieren, miteinander zu vergleichen und zu beurteilen, ob ein Baum sein Aussehen innerhalb eines Jahres verändert hat.

Sechzig Prozent der taxierten Bäume wurden von einem zweiten Interpreten beurteilt. Dieser hat im Mittel 2 Prozent weniger Bäume als verschlechtert angesprochen. In einem dritten Durchgang wurden die Differenzen bereinigt und die so erhaltenen Werte für die Berechnungen verwendet.

In Flims hat ein Sturm am 1. Juli 1987 7 Prozent der untersuchten Bäume geworfen - interessanterweise sowohl gesunde als auch leicht, mittel oder stark geschädigte. Besorgniserregend ist die Tatsache, dass sich - neben den Windwürfen - ein Viertel aller Bäume verschlechtert hat. Diese Zunahme übertrifft bei weitem die Resultate der zwei Vorjahre, in denen sich nur 5 beziehungsweise 3 Prozent der Bäume verschlechtert haben.

### Publikation

Schwarzenbach, F.H., Oester, B. et al., 1986: Flächenhafte Waldschadenerfassung mit Infrarot-Luftbildern 1:9000, 76 Seiten, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Bericht 285.

## 4. Jahrringanalysen

### Bäume mit verlichteten Kronen leisten weniger

Eine breit angelegte Untersuchung an Fichten und Tannen zeigt, dass Bäume mit verlichteten Kronen eine verminderte Wuchsleistung aufweisen. Schon bei einem geschätzten Nadelverlust von 15 bis 25 Prozent wurden bei Fichten langfristige Wachstumsreduktionen von durchschnittlich 13 Prozent, bei der Tanne gar von 24 Prozent gemessen.

Aus den Jahrringen kann deutlich der Einfluss der Witterung herausgelesen werden: vor allem Sommer-Trockenheit, aber auch Spätfröste, lösen kurzfristige Wachstumsrückgänge aus. Bei der Fichte sind in der Zeit vor 1966, bei der Weisstanne vor 1956 an den untersuchten Bäumen keine längerwährenden Wachstumseinbussen festgestellt worden. In der Zeit danach wirkten sommertrockene Jahre jedoch zunehmend als Auslöser für länger andauernde Wachstumsstörungen. Die Mehrheit der betroffenen Bäume jeden Alters konnte sich nicht mehr vollständig erholen.

Die Resultate unterstützen die Hypothese des Wirksamwerdens eines zusätzlichen Stressfaktors in den letzten 20 bis 30 Jahren. Dem Hauptziel der Studie entsprechend - die Feststellung von allfälligen Wachstumseinbrüchen bei Waldbäumen - konnte die Ursache der beobachteten Nadelverluste und langfristigen Wachstumsrückgängen nicht eindeutig ermittelt werden.

Das äussere Erscheinungsbild eines Baumes gilt dem Förster als zuverlässiger Massstab für die Beurteilung von Gesundheit und Wuchskraft. Aber auch das Innere eines lebenden Baumes kann analysiert werden - allerdings mit viel grösserem Aufwand (siehe Kasten "Jahrringanalysen anhand von Bohrkernen"). Die Produktionskraft kann anhand des jährlichen Holzzuwachses, das heisst der Bildung von verschiedenen breiten Jahrringen, direkt festgestellt werden. Im Zuge der Sanasilva-Untersuchungen 1984 wurde deshalb auf jeder Stichprobenfläche je einem Nadelbaum ein Bohrkern entnommen und zugleich sein Nadelverlust ermittelt. Damit war es möglich, den Zusammenhang von äusserem Indikator (Nadelverlust) und innerem Zustand (Jahrringbreiten, Holzzuwachs) herzustellen.

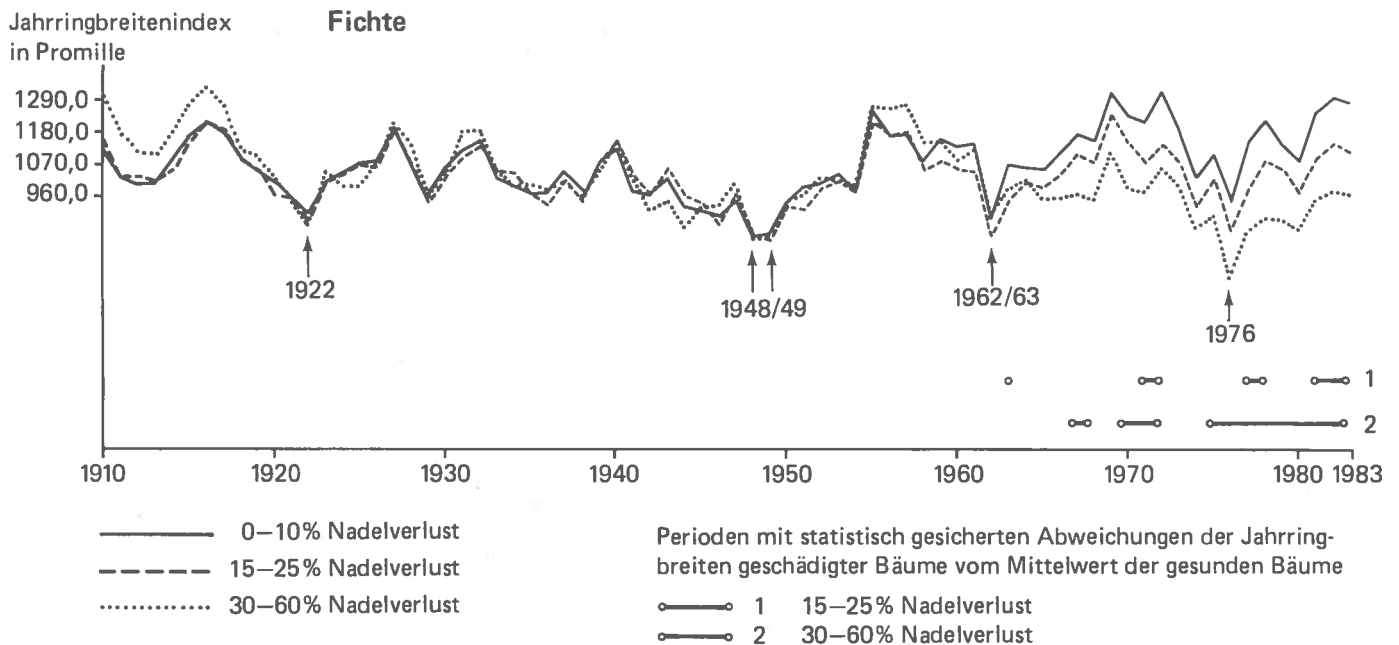
Die rund 900 ausgewerteten Bäume gehören alle der oberen Kronenschicht des Waldes an: sie sind herrschend oder mitherrschend. Das Alter variiert zwischen 25 und 250 Jahren, wobei 40 Prozent der Fichten und 30 Prozent der Tannen über 120 Jahre alt sind. Gut 60 Prozent der Bäume wurden als gesund bezeichnet, knapp ein Drittel wies Nadelverluste von 15 bis 25 Prozent auf und 8 Prozent hat-

ten bereits 30 bis 60 Prozent ihrer Nadelmasse verloren.

Die Daten wurden in der Folge so bearbeitet, dass die Einflüsse des Kronenzustandes (Nadelverlust, Umwelteinflüsse) und der Witterung zum Ausdruck kommen. Zu diesem Zweck konnten die vielfältigen Beeinflussungen durch Alter, Höhenlage, Bodengüte und Stellung im Bestandesgefüge mit statistischen Methoden weitgehend eliminiert werden.

Deutlich zeigt die Zuwachsentwicklung den Einfluss der Witterung (Grafik "Zeitdiagramme (1910-1983) der mittleren Jahrringbreiten von Fichte und Tanne"). Durch Sommer-Trockenheit bedingte Zuwachseinbrüche zeigen sich markant bei beiden Holzarten in den Jahren 1922, 1948/49, 1962/63 und 1976. Bei der Tanne ist zudem das Spätfrostjahr 1956 (Frost zu Beginn der Vegetationsperiode) feststellbar. Ein schädigender Einfluss der Trockenheit von 1983 ist im Jahrring des gleichen Jahres nicht feststellbar. Das Folgejahr 1984 konnte nicht ausgewertet werden, da das Wachstum zum Zeitpunkt der Bohrkernentnahme noch nicht abgeschlossen war.

Im schweizerischen Mittel wurde im Zeitpunkt 1983/84 deutlich und statistisch gesichert festge-



**Zeitdiagramme (1910–1983) der mittleren Jahringbreiten von Fichten in den verschiedenen Nadelverlustklassen.**

stellt, dass der Zuwachs der untersuchten Nadelbäume desto kleiner ist, je grösser ihr Nadelverlust eingeschätzt wurde (siehe auch Bericht "Durchmesserzuwachs und Nadel-/Blattverlust" im Kapitel "Ergebnisse der Waldschadeninventur"). Für die einzelnen Nadelverlustklassen wurden die folgenden mittleren Zuwachswerte für 1983 (in Prozent der gesunden Bäume) ermittelt (Tab. "Zusammenhang von Nadelverlust 1984 und mittlerem Zuwachs 1983").

Anhand des Zeitdiagramms lässt sich der Zeitpunkt des Eintritts der Zuwachsreduktionen gut er-

mitteln (Tab. "Durchschnittliche Zeitpunkte des Eintretens von Zuwachsreduktionen").

Die Zuwachsreduktionen können bei Einzelbäumen allerdings von diesen Mittelwerten stark abweichen. Trotzdem weisen junge wie alte Bäume im Mittel analoge Erscheinungen auf. Die Diagramme belegen auch eine gewisse Erholung nach den Einbrüchen der "Auslöserjahre", die Zuwachsleistung der Bäume mit Nadelverlusten bleibt jedoch - auch nach Jahren - markant hinter den gesunden zurück. Ähnliche Ergebnisse haben Untersuchungen in Baden-Württemberg und in den Vogesen erbracht.

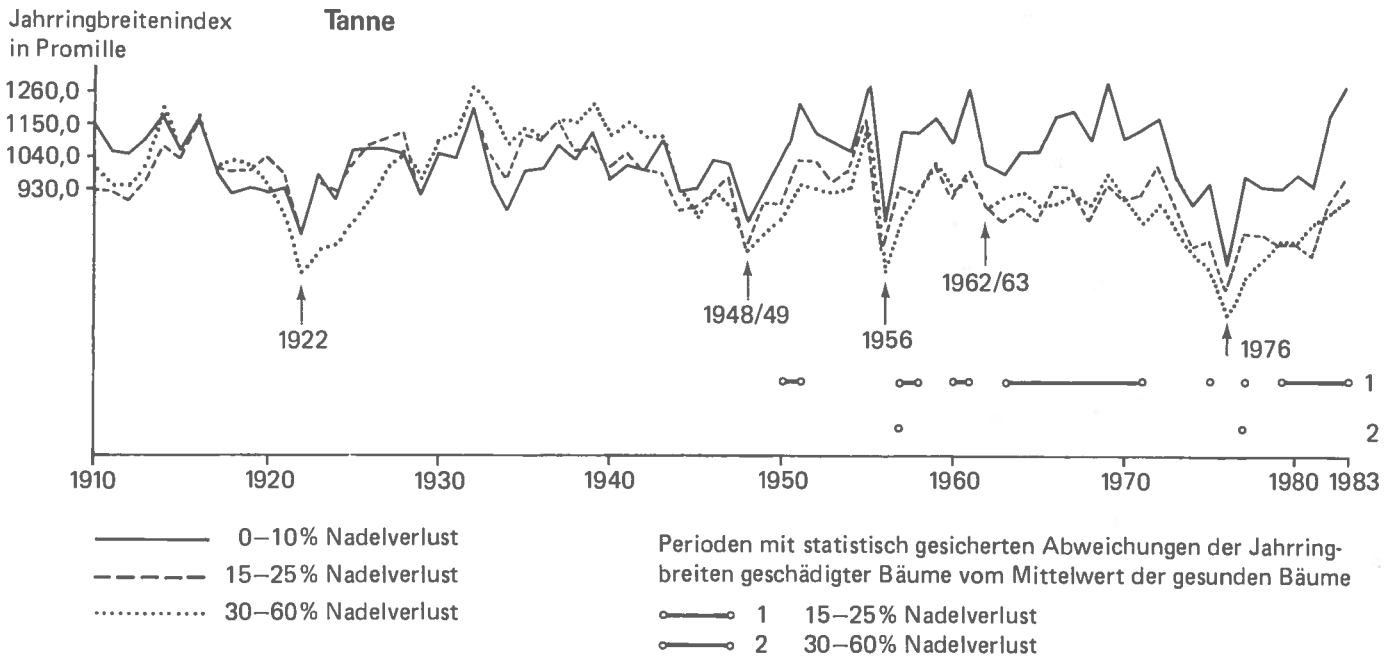
#### Bohrkernauswertungen und Kronenbildansprache

Im Rahmen der Sanasilva-Waldschadenaufnahmen liegt das Schwergewicht auf der jährlich wiederholten Taxation der Blatt- beziehungsweise Nadelverluste von über 8000 Waldbäumen. Die Resultate der Kronenansprache können schon drei Monate nach Beendigung der Aufnahmen publiziert werden. Der Arbeitsaufwand pro Baum ist vergleichsweise gering; das Resultat beschränkt sich aber auf eine Darstellung des momentanen Zustandes und dessen Veränderung gegenüber dem Vorjahr. Um eine Entwicklung der Waldschäden verfolgen zu können, müssen die Aufnahmen periodisch wiederholt werden.

Bohrkernanalysen sind dagegen äusserst arbeitsaufwendig; in der vorliegenden Untersuchung sind die Resultate erst drei Jahre nach

Abschluss der Bohrkernentnahmen verfügbar. Dafür geben die Bohrkernkerne für eine Periode, die bis zu 100 Jahren zurückreicht, exakte Auskunft über die Wuchsleistung der untersuchten Bäume.

Der besondere Wert der beiden Aufnahmewerke liegt in der Möglichkeit der Vernetzung der Daten. Der Zustand der Baumkronen kann mit der Wuchsleistung - einem wichtigen Indikator für die Interpretation von Gesundheit und Vitalität des Einzelbaumes - verglichen werden. Es ergibt sich auch die einzigartige Chance, das zu tun, was dem Förster bei der Kronenansprache verwehrt ist: der Blick zurück in die Vergangenheit der heute gesunden oder geschädigten Bäume.



**Zeitdiagramme (1910–1983) der mittleren Jahringbreiten von Tannen in den verschiedenen Nadelverlustklassen.**

**Zusammenhang von Nadelverlust 1984 und mittlerem Zuwachs 1983**

(in Prozent des entsprechenden Zuwachses von gesunden Bäumen)

Nadelverlust	relativer Zuwachs in Prozent (in Klammer Standardfehler)	
	Fichte	Tanne
0–10%	100% (6%)	100% (8%)
15–25%	87% (5%)	76% (11%)
30–60%	76% (9%)	71% (29%)

**Durchschnittliche Zeitpunkte des Eintretens von Zuwachsreduktionen für Fichte und Tanne verschiedener Schadstufen**

Nadelverlust	Fichte	Tanne
15–25%	ab 1970	ab 1956
30–60%	ab 1966	ab 1956

Die beobachteten Zuwachsreduktionen widerspiegeln einerseits die Resultate der Kronenansprache: Bäume mit verlichteten Kronen sind entsprechend der festgestellten Nadelverluste in ihrem Wachstum beeinträchtigt. Andererseits kann aus den Zeitreihen herausgelesen werden, dass spätestens seit Mitte der 50er Jahre ein **neuer Stressfaktor**, der über die witterungsbedingten Wachstumsschwankungen hinausgeht, wirksam sein muss. Der Anlage der Untersuchung entsprechend, kann über die Ursachen der beobachteten Waldschäden nichts Beweiskräftiges

**Jahringanalysen anhand von Bohrkerne**

Bohrkerne werden mit einem Hohlbohrer (5 mm Durchmesser) auf einer Stammhöhe von 1,3 m herausgebohrt. Das handliche Spezialinstrument kann bis zur Baummitte vorgetrieben werden. Nach Entnahme des Bohrkerne wird das entstandene Loch, um Fäulnis und Pilzbefall zu vermeiden, mit einem Schutzmittel ausgespritzt und anschliessend mit einem Baumwachspfropfen verschlossen.

Die Bohrkerne werden für die Auswertung aufgeleimt und zwecks besserer Sichtbarmachung der Jahrringe angeschliffen. Die Datierung der Jahrringe erfolgt mit Hilfe von Weiserjahren: bekannte, charakteristische Folgen breiter oder schmaler Jahrringe (z.B. die Jahre 1974 bis 1977: Folge von engem - breiterem - sehr engem - engem Jahrring; siehe Zeitdiagramm Fichte). Mit einer Messanlage werden die Jahrringbreiten ausgemessen und die Messwerte anschliessend auf einer Zeitachse aufgetragen. Die Werte der einzelnen Bäume können mit den durchschnittlich zu erwartenden verglichen werden: die Datierung lässt sich so überprüfen und allenfalls korrigieren.

ausgesagt werden. Aufgrund des heutigen Kenntnisstandes wird vermutet, dass mit grösster Wahrscheinlichkeit die festgestellten Nadelverluste und Wachstumsreduktionen in Zusammenhang mit der Luftverschmutzung stehen.

Bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse ist vorderhand zu berücksichtigen, dass die ermittelten durchschnittlichen Zuwachsreduktionen für Einzelbäume gelten. Sie dürfen nicht direkt zu Zuwachsverlusten von ganzen Beständen oder Waldteilen hochgerechnet werden.

#### Publikationen

F. Kienast, H. Flühler, F.H. Schweingruber: "Jahrringanalysen an Föhren (*Pinus silvestris*) auf immissionsgefährdeten Waldbeständen des Mittelwallis (Saxon, Schweiz)", S. 415-431. Mitteilungen der EAFV, Bd. 57, Heft 4, 1981.

F.H. Schweingruber: "Der Jahrring". Verlag Paul Haupt, Frauenfeld, 1983.

#### Waldschäden durch die Trockenheit 1985?

Die Ergebnisse der Waldschadeninventur 1986 hatten eine deutliche Zunahme des Anteils geschädigter Bäume innerhalb der Periode 1985/1986 gezeigt. Die Vermutung lag nahe, diese Entwicklung in Zusammenhang mit der Trockenheit von Juli bis Oktober 1985 zu bringen. Zur Klärung dieser Frage, insbesondere zur Schätzung des Ausmasses dieser Trockenheit aus klimatologischer Sicht, wurde vom BFL nachträglich eine Studie in Auftrag gegeben. Die Experten kommen zum Schluss, dass 1985 ein ausgeprägtes, aber nicht extremes Trockenjahr war.

Die eigentliche Trockenperiode 1985 begann Mitte September und dauerte je nach Region 46 bis 52 Tage. Ähnlich lange oder noch längere niederschlagsarme Perioden hat es aber schon früher gegeben: zum Beispiel eine von 72 Tagen im Frühjahr 1946 in Davos oder eine 57 Tage dauernde im Herbst 1920 in Zürich.

Schon in den Monaten Juli und August regnete es an vielen Orten in unterdurchschnittlichem Masse. Deshalb trat in der zweiten Hälfte der Wuchsperiode eine zunehmende Verknappung des verfügbaren Wassers ein. In der Zeit vom 1. September bis 31. Oktober regnete es in Sion und Neuenburg in unserem Jahrhundert noch nie so wenig. Demgegenüber wurden in Zürich und Davos schon zweimal gleiche oder tiefere Werte registriert.

Regionale Unterschiede beim Ausmass der Trockenheit sind in der Vergangenheit belegt und bestätigen sich auch 1985 deutlich: wäh-

rend in Zürich im August nur 75 Prozent der normalen Regenmenge fiel, waren es in Davos 160 Prozent.

Jahre, in denen Trockenschäden beobachtet wurden, waren vor allem jene mit trockenem Frühling und Sommer: 1911, 1921, 1947, 1949 und 1976.

In diesen Jahren ist vermehrt Dürholz und auch verfrühter Blattfall beobachtet worden. Die Auswirkungen waren jeweils an Pflanzungen und Jungwüchsen sowie auf flachgründigen und sonnenexponierten Standorten am deutlichsten.

Es ist wahrscheinlich, dass auch als Folge der Trockenheit von 1985 ein vermindertes Wachstum festzustellen sein wird. Dies darf aber nicht einfach einer Schädigung gleichgesetzt werden (vgl. Einfluss der Witterung in den Jahren vor 1950, "Zeitdiagramme (1910-1983) der mittleren Jahrringbreiten"). Es erscheint unwahrscheinlich, dass die Verschlechterung des Waldzustandes in der Schweiz allein auf die Trockenheit zurückgeführt werden könnte.

#### Publikation

(R. Volz, R. Rickli, 1987: "Zum Ausmass der Trockenheit von Juli bis Oktober 1985 aus klimatologischer Sicht", Studie Meteotest, 36 Seiten, Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz.)



## 5. Untersuchung der Holzqualität

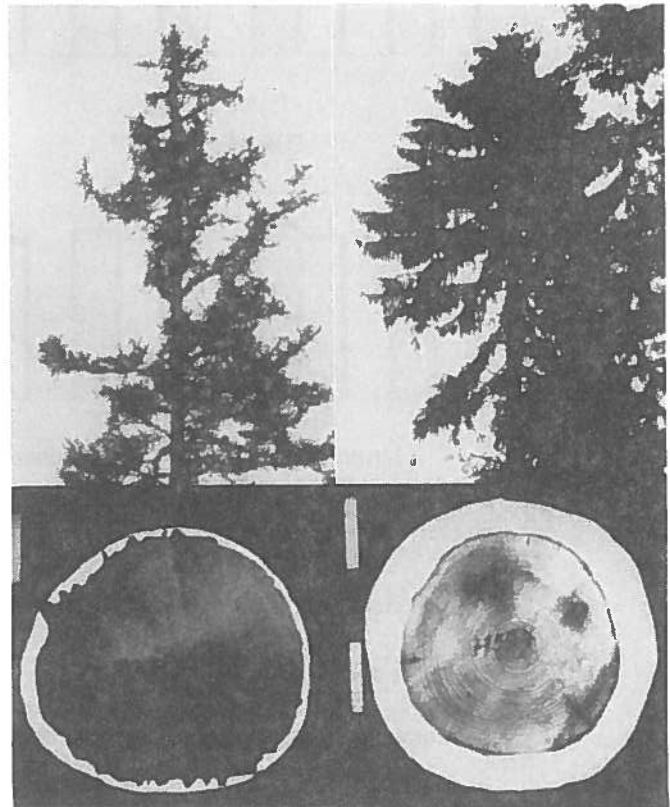
### Geschädigte Bäume schneiden gut ab

Die bis heute vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind für Förster und Holzverarbeitende beruhigend: die technologischen Eigenschaften des Holzes geschädigter Bäume sind offensichtlich gleich gut wie diejenigen von gesunden Bäumen. Die Dichte und die untersuchten Festigkeitseigenschaften des Splintholzes (äussere wasserführende Stammteile) von geschädigten Fichten oder Tannen sind sogar etwas höher als bei Bäumen ohne Schäden. Stark reduziert - um 30 bis 40 Prozent - ist dagegen der Anteil des wasserführenden Splintholzes: ein Hinweis auf die prekäre Wasserversorgung der verlichteten Baumkronen.

Nachteilige Folgen für die Verwendung des Holzes konnten jedoch nicht nachgewiesen werden. Ähnliche Resultate haben Untersuchungen in der Bundesrepublik Deutschland für die Holzarten Föhre und Buche erbracht.

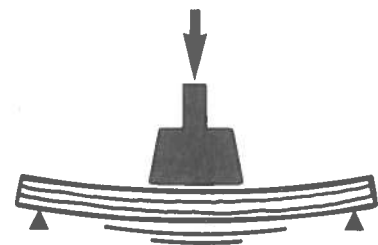
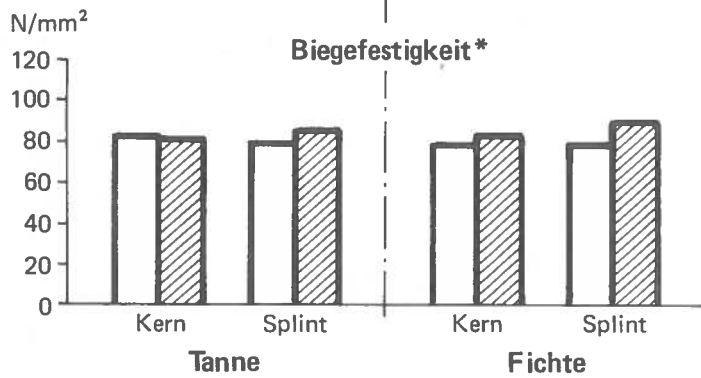
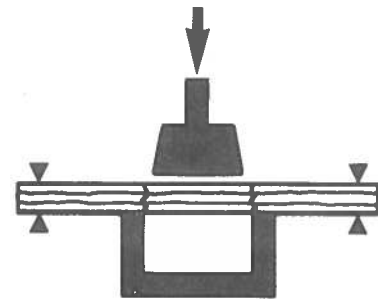
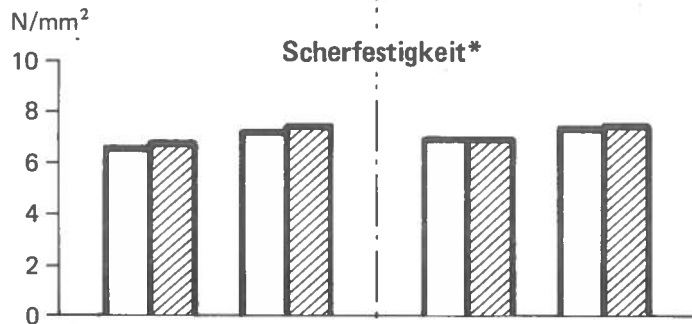
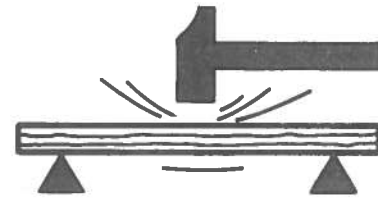
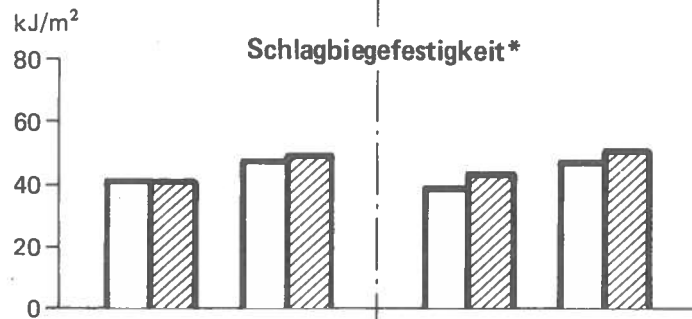
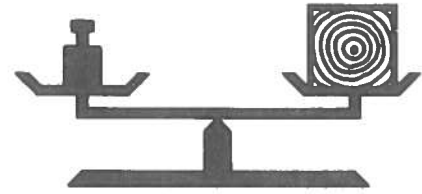
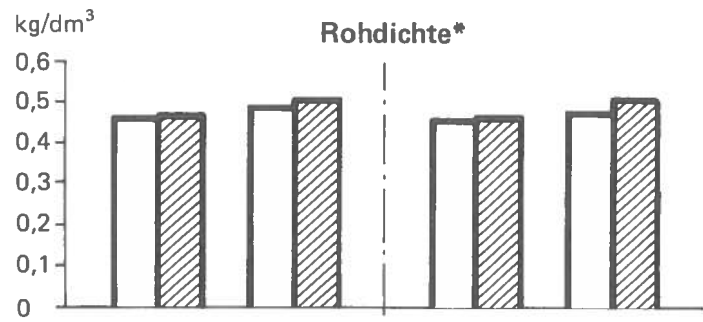
Von je 80 geschädigten und gesunden Bäumen aus den vier Hauptregionen des Landes (Alpen, Voralpen, Mittelland, Jura) wurden rund 25'000 Proben entnommen und im Rahmen des Sanasilvaprojekts 'Holzqualität' von der EMPA (Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt) auf ihre technologischen Eigenschaften hin untersucht und verglichen (siehe Kasten "Die Untersuchungen des Sanasilvaprojekts 'Holzqualität'"). Als geschädigt galten Bäume mit einem Nadelverlust von mehr als 10 Prozent. Nicht miteinbezogen wurden erkennbar kranke (Bakterien-, Pilz- oder Schädlingsbefall) oder verletzte (Bruchholz, Steinschlagschäden und anderes mehr) Stämme.

Deutliche Unterschiede traten bei der Bestimmung der durchschnittlichen Splintholzbreite und damit indirekt bei der Beurteilung der Wasserversorgung der Probestämme zutage. Sowohl für Fichte als auch für Tanne wurden im Mittel um 30 bis 40 Prozent schmälere Splintholzbreiten bei den geschädigten Bäumen gemessen. Statt einem wasserführenden Mantel von 4 bis 4,5 cm Breite sind bei Bäumen mit aufgelichteten Kronen nur 2,5 bis 3 cm festgestellt worden (Abb. "Zusammenhang Splintholzanteil und Nadelverlust"). Besonders geringe Splintholzanteile fanden sich bei geschädigten Fichten der alpinen und voralpinen Standorte. Der Wassergehalt des Splintholzes war dagegen über alle Proben hinweg nur geringfügig verschieden.



#### Zusammenhang Splintholzanteil und Nadelverlust.

Linke Bildhälfte: Baum mit hohem Nadelverlust und deutlich reduziertem Splintholzanteil; rechte Bildhälfte: ungeschädigter Nadelbaum mit normal ausgebildetem Splintholzanteil (die helle Randfläche im Stammquerschnitt entspricht dem wasserführenden Splintholz).



\* keine statistisch gesicherte Unterschiede zwischen „gesund“ und „krank“



Bäume ohne Nadelverlust („gesund“)



Bäume mit Nadelverlust von mehr als 10 Prozent („krank“)

Darstellung der Ergebnisse von Vergleichsprüfungen von Rohdichte und Festigkeiten gesunder und geschädigter Bäume.

Hinweise auf deutliche **Auswirkungen** der geringeren Splintbreiten kranker Bäume auf die **Holzqualität** ergaben sich dagegen nicht. Lediglich die Eindringtiefe bei der technischen Imprägnierung von waldfischem Rundholz (z.B. für Masten) dürfte entsprechend der reduzierten Splintbreite geringer sein.

Schwerpunkt der Untersuchung war die Ermittlung der **Holzfestigkeiten**, welche in der Praxis über die Qualität von Bauholz entscheidet. Die Laboruntersuchungen haben gezeigt, dass sich das Holz geschädigter Bäume nur geringfügig von ungeschädigtem unterscheidet (siehe "Darstellung der Ergebnisse von Vergleichsprüfungen"). Diese geringfügig höheren Festigkeiten werden paradoxerweise direkt durch die geringere Vitalität (reduziertes Wachstum, höherer Anteil an dichterem Spätholz) hervorgerufen, dürfen aber nicht überbewertet werden, weil sie nicht überall und meist nur mit ungenügender statistischer Sicherheit nachgewiesen werden können.

Weitere **verarbeitungstechnische Eigenschaften** wurden soweit untersucht, als sie sich quantitativ einigermaßen befriedigend erfassen lassen. Weder bei der Verleimbarkeit noch bei der Untersuchung der Eignung für Oberflächenbehandlung oder beim Widerstand gegen Abwitterung konnten dem Holz von geschädigten Bäumen nachteilige Eigenschaften nachgewiesen werden.

### Die Untersuchungen des Sanasilvaprojekts 'Holzqualität'

Die Proben wurden bei den insgesamt 160 Bäumen jeweils im Stamm- und Wipfelbereich entnommen. Zur Ermittlung der Eigenschaften und Kenngrößen mussten rund 25'000 Einzelproben ausgeformt werden.

Besonders aufwendig war die Herstellung der Probekörper für die Festigkeitsprüfungen: Da diese mechanisch-technologischen Eigenschaften des Holzes stark vom Faserverlauf abhängen, wurde durch Aufspalten des Holzes versucht, einen möglichst parallelen Verlauf der Fasern zu den massgeblichen Längsflächen der Proben zu erhalten.

Nach mehrheitlich normierten Verfahren wurden dann an den Holzproben die folgenden Kriterien untersucht:

- **Gefügemerkmale** wie Dichteverteilung, Jahrringbreite, Anteil und Wassergehalt des Splintholzes
- **physikalische Eigenschaften:** Rohdichte, Schwinden und Quellen des Holzes, Wasseraufnahmevermögen
- **mechanisch-technologische Eigenschaften:** Biegefestigkeit, Biegeelastizität, Scherfestigkeit, Schlagbiegefestigkeit
- **verarbeitungs- und anwendungstechnische Eigenschaften:** Verleimbarkeit, Verhalten bei Oberflächenbehandlung, Verwitterungsverhalten

### Publikationen

Die Untersuchungsergebnisse werden von der EMPA laufend in den hauseigenen **Forschungs- und Arbeitsberichten** publiziert. Bisher erschienen ist der Teilbericht über 'Wassergehalt und Splintanteil'; auf Ende Jahr ist derjenige über die 'Festigkeiten' und im Frühjahr 1988 der letzte über die 'Verarbeitungstechnischen Eigenschaften' zu erwarten.

## 6. Waldschäden durch Frost, Insekten und Pilze

### Wachsamkeit ist nötig

Beim PBMD, dem Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienst für Waldkrankheiten und Forstschädlinge, sind 1987 auffällige Waldschäden registriert worden: grossflächige Winterfrostschäden an immergrünen Nadelbäumen; verschiedenartige Blattschäden und Spätfrostschäden an Buchen. Die am stärksten geschädigten Nadelbäume sind vorzeitig unter die Säge gekommen. Ob noch weitere Zwangsnutzungen nötig sein werden, ist zur Zeit noch nicht absehbar.

Trotz der feuchten Frühjahrswitterung waren auch weiterhin Zwangsnutzungen wegen Borkenkäferbefall nötig, während die gleiche Niederschlagsperiode das Wachstum von Blattbräunepilzen an Laubbäumen und Grauschimmel an jungen Nadelholztrieben gefördert hat.

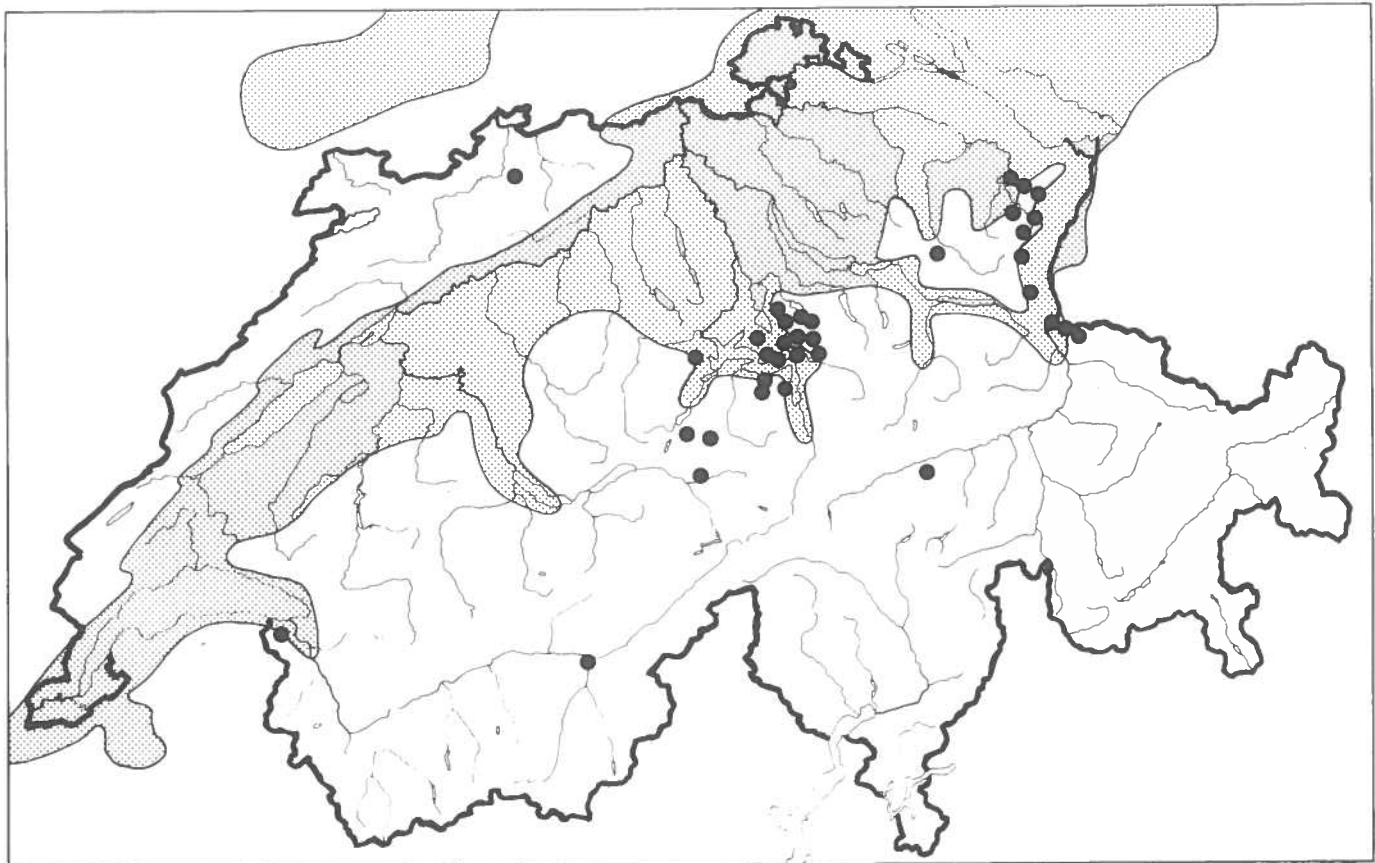
Die Früherkennung und Ueberwachung von Schadorganismen ist heute, wo die Waldbäume unter grossräumig wirksamen Schädigungsfaktoren leiden, besonders wichtig: es geht darum, eine epidemische Ausbreitung von Schädlingen jeglicher Art nach Möglichkeit zu verhindern.

Im Frühjahr 1987 sind in der Schweiz und im benachbarten Ausland (Oesterreich, Fürstentum Liechtenstein, Süddeutschland, Frankreich) an immergrünen Nadelbäumen auffallende **Verrötungen** mit nachfolgendem Nadelfall festgestellt worden. Betroffen waren vor allem Weisstannen und Eiben aber auch Fichten, Douglasien und Föhren. In einem Zwischenbericht eines Expertenteams der EAFV ("Untersuchungen über Waldschäden in der Schweiz im Frühjahr 1987") werden diese Verfärbungen als **Winterfrostschäden** interpretiert, welche in erster Linie durch den ungewöhnlichen Witterungsverlauf mit häufigem Frostwechsel (Gefrieren und Tauen) und grossen Temperatursprüngen an den Nebel- und Inversionsobergrenzen verursacht wurden. Das Ausmass dieser Erscheinung - rund 1000 Hektaren Waldfläche sind davon betroffen - ist ausserhalb der allgemeinen Erfahrung (siehe Uebersichtskarte "Winterfrostschäden an immergrünen Nadelbäumen"). Der PBMD beobachtet deshalb in Zusammenarbeit mit den Forstdiensten der Kantone Schwyz, Nidwalden und Graubünden sowie des Fürstentums Liechtenstein, etwa 100 geschädigte Bäume. An ihnen soll der weitere Schadenverlauf und die Reaktion der Bäume festgehalten werden.

#### PBMD: Beobachtungs- und Meldestelle für Waldkrankheiten und Forstschädlinge

Die Abwehr zusätzlicher Belastungen für das aus dem Gleichgewicht geratene Oekosystem Wald ist von grosser Wichtigkeit. Ein Beitrag dazu, den die Forstwirtschaft in eigener Regie leisten kann, ist die **Früherkennung und Ueberwachung von Krankheiten und Schädlingen**. Zu diesem Zweck wurde - unterstützt mit Sanasilva-Mitteln - an der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen in Birmensdorf eine Dienstleistungsstelle, der Phytosanitäre Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD), geschaffen.

Der PBMD registriert nicht nur die forstlichen Schadorganismen, sondern informiert auch über deren Auftreten und Bekämpfung. Dazu gehört auch die Weiterbildung und Beratung der kantonalen Forstdienste.



Nebeldecke



Schadenmeldungen durch kantonale Forstdienste, Stand Juni 1987

### Winterfrostschäden an immergrünen Nadelbäumen.

Nadelrötungen wurden gehäuft an der Obergrenze der Nebelbedeckung beobachtet.  
(Kartengrundlage: Klimaatlas der Schweiz, Blatt 2.6, typische Inversionslage.)

### Blick über die Grenze

Um das Einschleppen von Schadorganismen durch den Import von forstlichen Produkten (lebende Pflanzen, Holz und Holzprodukte) zu verhindern, wurde 1987 der **Forstliche Pflanzenschutzdienst an der Grenze** (FPG) geschaffen. Diese Dienststelle des Bundesamtes für Forstwesen und Landschaftsschutz (BFL) beschäftigt sich auch mit Schädlingen und Krankheiten im benachbarten Ausland.

Während das **Eichensterben** in Frankreich, Deutschland und Osteuropa im Abklingen ist, verursacht die **Ulmenwelke** (*Ceratocystis ulmi*) in Mittel- und Südeuropa weiterhin beträchtliche Schäden. Auch in der Schweiz sind absterbende Ulmen leider eine Alltagserscheinung geworden.

Grosse Schäden an verschiedenen Föhrenarten in Italien und Frankreich hat ein neu

aufretender Schädling, die **Föhrenschildlaus** (*Matsucoccus feyeandi*), verursacht.

Ein Uebergreifen von Südeuropa in unsere Breitengrade ist beim **Bärenspinner** (*Hyphantria cunea*) und beim **Platanenkrebs** (*Ceratocystis fimbriata*) zu befürchten. Der Bärenspinner, ein weisser Schmetterling, befällt verschiedene Laubbäume und kann bei Massenaufreten Kahlfrass verursachen. 1986 wurde er im Raum um Mailand beobachtet. Der Platanenkrebs - ein Welkepilz, der nicht mit dem im Frühjahr 1987 häufigen Blattbräunepilz verwechselt werden darf - ist bisher in der Schweiz nur lokal (Südtessin) in Erscheinung getreten. Es besteht aber die Gefahr, dass bald auch die Platanen der übrigen Schweiz befallen werden könnten.

Auch an der Buche sind übermässige Schäden aufgetreten. In weiten Teilen ihres Verbreitungsgebietes sind die Buchenblätter von **verschiedenen Schädlingen** (Gemeine Buchenzierlaus, Blattbräunepilz, Buchenspringrüssler) braun verfärbt, eingerollt oder durchlöchert worden. Besonders ausgeprägte Schäden traten in einem oft deutlich sichtbaren Band auf einer Höhe zwischen ungefähr 900 und 1200 m ü.M. auf, wo die jungen Buchenblätter durch die **Spätfröste** (siehe Kasten "Schäden mit anderen, bekannten Ursachen" im Kapitel "Die Ergebnisse der Waldschadeninventur 1987") von anfangs Mai vorgängig geschädigt worden waren. Die stärker betroffenen Bäume haben Ersatzblätter gebildet - in unterschiedlichem Ausmass (bisher gesunde Bäume mehr als die ohnehin geschädigten). Diese Ersatzblätter sind durchgehend kleiner.

Aufgrund von Meldungen, Anfragen und eigenen Beobachtungen des PBMD sowie der Fachspezialisten an der EAFV sind im vergangenen sowie im laufenden Jahr eine Reihe von **Forstschädlingen und Waldkrankheiten** registriert worden, welche besonders augenfällig waren (Zusammenstellung im Kasten). Eine systematische Uebersicht über das Auftreten von forstlich bedeutsamen Schadorganismen und die verursachten Schäden werden erst die Borkenkäfer- und Schädlingsumfragen bis zum Jahresende geben. Allerdings zeichnet sich bereits heute ab, dass verschiedene Borkenkäferarten auch in Zukunft Zwangsnutzungen verursachen werden. Dies trifft vor allem für Gebirgsregionen zu.

#### Publikationen

Kaufmann, E., Maksymov, J.K., Bucher, J., 1985: Revierumfrage Borkenkäfer 1984, 11 Seiten, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.

Gruppe von Sachbearbeitern der EAFV, 1987: Untersuchungen über Waldschäden in der Schweiz im Frühjahr 1987 (Zwischenbericht), 25 Seiten, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.

Meier, F., Jansen, E., 1987: Ergebnisse der Revierumfrage Borkenkäfer 1986 (in Vorbereitung). Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.

1986/87 sind die folgenden Schädlinge und Krankheiten besonders auffällig in Erscheinung getreten:

- **Buchdrucker** (*Ips typographus*): bedeutendster Fichtenborkenkäfer; verursacht in einzelnen Gebirgsregionen weiterhin grosse Zwangsnutzungen
- **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus*): Fichtenborkenkäfer; Befall steigt in vielen Gebieten der Schweiz gegenüber 1985 wieder an
- **Linierter Nutzholzborkenkäfer** (*Trypodendron lineatum*): bedeutende Schäden an geschlagenem Holz
- **Krummzähniger Weisstannenborkenkäfer** (*Pityokteines curvidens*): weiterhin häufig im Mittelland und im Jura
- **Grosser und kleiner Waldgärtner** (*Blastophagus* sp.): Föhrenborkenkäfer; Schäden vor allem in den Kantonen Wallis und Graubünden
- **Schwarzer Nutzholzborkenkäfer** (*Xylosandrus germanus*): 1986 erstmals Schäden in der Nordwestschweiz; 1987 Ausbreitung im Mittelland
- **Gemeine Buchenzierlaus** (*Phyllaphis fagi*): starker Blattbefall in grossen Teilen des Buchenverbreitungsgebietes der Schweiz
- **Blattbräunepilze** (*Apiognomonia* sp.): starkes und häufiges Auftreten an Buchen, Linden und Platanen wegen der feuchten Frühjahrswitterung
- **Grauschimmel** (*Botrytis cinerea*): an jungen Nadelholztrieben in weiten Teilen der Schweiz; verbreitet wegen der feuchten Frühjahrswitterung
- **Fichtennadelrost** (*Chrysomyxa rhododendri*): 1987 starker Befall an Fichten im Verbreitungsgebiet der Alpenrose
- **Marssonina-Krankheit** der Pappel (*Marssonina* sp.): häufiges Auftreten von Blattflecken und verfrühtem Blattfall

## 7. Die genetische Vielfalt

### Wichtig für den Wald - bedroht durch den Menschen

Genetische Vielfalt ist für den Fortbestand jeder Gemeinschaft von Lebewesen wichtig, so auch für das Ökosystem Wald. Eine Population kann nur dann auf sich ändernde Umweltbedingungen reagieren und überleben, wenn sie eine genügend breite genetische Basis besitzt. Individuen mit "ungeeigneter" Erbinformation fallen zwar der Selektion zum Opfer; aber die Wahrscheinlichkeit, dass "geeignetes" Erbgut vorhanden ist und der Art das Überleben ermöglicht, ist in der Vielfalt grösser.

Die Forstgenetiker befürchten eine starke, die Mannigfaltigkeit der Erbanlagen vermindernde Einwirkung der Luftschadstoffe auf die Baumarten. Die Anpassungsfähigkeit der Wälder würde dadurch verringert. Der genetischen Verarmung der Waldbäume kann mit Gen-Reservaten, Saatgut-Aufstockungen und Samenplantagen begegnet werden.

Die Gesamtheit der Erbinformationen einer Art ist einem dauernden dynamischen Prozess unterworfen; sie ändert sich laufend durch Ausscheiden (Selektion) und Neubildung (Mutation). Die wohl markanteste Einbusse an genetischer Vielfalt haben die Wälder Europas in den letzten Eiszeiten erlebt. Sowohl während der Eiszeit selbst als auch auf der nachfolgenden Rückwanderung aus den Refugien, waren die Baumarten einer rigorosen Selektion durch Klima und Konkurrenzkampf ausgesetzt. Einzelne Baumarten wie Douglasie und Mammutbaum verschwanden aus den Wäldern Europas und wurden erst in neuerer Zeit wieder aus Nordamerika eingeführt.

Die genetische Vielfalt ist aber auch durch den Menschen beeinflusst worden. Die vielfältige Waldnutzung mit Rodungen, Weide, Jagd, Laub-, Streu- und Holzentnahme aber auch die Förderung wirtschaftlich wichtiger Baumarten hat das Ökosystem Wald verändert.

In jüngster Zeit ist die Lebensgemeinschaft Wald ernsthaft gefährdet. Die Belastung von Luft, Wasser und Boden hat nach dem 2. Weltkrieg so stark zugenommen, dass von Fachleuten eine Verringerung der genetischen Vielfalt der Baumbestände und ihrer Anpassungsfähigkeit befürchtet wird. Experimentell konnte nachgewiesen werden, dass die Pollenkeimung von Waldbäumen durch Schwefeldioxid bei Kon-

zentrationen, wie sie heute örtlich in der Schweiz auftreten, behindert wird. Damit ist auch die Verjüngungskraft der Wälder beeinträchtigt. Andererseits wurde in den letzten Jahren eine ungewöhnlich häufige Samenbildung bei Waldbäumen beobachtet. Dieses Phänomen müsste noch erforscht werden, vor allem auch, wie es um die Qualität der Samen steht.

Bevor Schäden mit unabsehbaren Folgen entstehen, müssen Erhaltungsmaßnahmen vorbereitet und in die Wege geleitet werden. Als Glücksfall könnte sich erweisen, dass in der Schweiz die Naturverjüngung (Walderneuerung durch natürlich aufkommende Jungpflanzen) eine lange Tradition hat. Diese hat dazu beigetragen, dass die genetische Vielfalt noch relativ gross ist und auch weiterhin leicht erhalten werden kann, sofern die Umweltbedingungen ein Wachsen und Fruchten zulassen. Trotzdem wird in Zukunft auch künstliche Waldverjüngung notwendig sein, zum Beispiel wenn es gilt, standortswidrige Reinbestände zu ersetzen oder Schadflächen (Windwurf, Insektenbefall) zu bepflanzen.

Für die Erhaltung des genetischen Reservoirs sind deshalb in der Schweiz zweierlei Massnahmen sinnvoll: Erhaltung von ursprünglichen Wäldern sowie Lagerung und Produktion von Saatgut. Es geht also im ersten Fall darum, geeignete Wälder

### Auch das Ausland plant Erhaltungsmassnahmen

In ganz Europa wird der genetischen Vielfalt der Wälder grosse Bedeutung beigemessen; in verschiedenen Ländern sind Erhaltungsmassnahmen geplant oder in Ausführung begriffen. In der Bundesrepublik Deutschland zum Beispiel hat eine Expertenkommission ein umfassendes Konzept zur Erhaltung der forstlichen Gen-Ressourcen (vorhandenes Erbgut in einem bestimmten Gebiet) entworfen. Darin sind unter anderem folgende Massnahmen vorgesehen:

- Erhaltung von ausgewählten Beständen
- Naturverjüngung
- Saatgut- und Pollenlagerung
- Samenplantagen
- vegetative Vermehrung über Stecklinge und Gewebekulturen

mit möglichst an Ort und Stelle entstandenen Baumbeständen in ihrer natürlichen Umgebung zu erhalten und nach strengen Kriterien der Waldverjüngung zu bewirtschaften. Zur Abklärung der Frage, welche Wälder als **Gen-Reservate** erhalten werden sollen, wird zur Zeit von einer Arbeitsgruppe der Kantonsoberrösterkonferenz ein Konzept erarbeitet.

Zur Sicherung der künstlichen Verjüngung könnten die bestehenden **Saatgutlager** der öffentlichen und privaten Forstbaumschulen relativ leicht **aufgestockt** werden. Probleme, die von der For-

schung noch gelöst werden müssen, ergeben sich allerdings bei einigen Nadel- und den meisten Laubbaumarten, da sich deren Früchte und Samen nur wenige Jahre aufbewahren lassen. **Samenplantagen**, das heisst Pflanzungen ausgewählter Bäume zur Produktion von Saatgut, könnten die Versorgung erleichtern.

**Langfristig** drängen sich noch weitere Massnahmen auf: die Förderung der Forschung und Ausbildung in den Bereichen Forstgenetik, Samenerte, Saatgutlagerung und Pflanzennachzucht muss intensiviert werden. Eine vertiefte, interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Förstern, Genetikern, Biologen, Agronomen und andern Forschern ist anzustreben auch über die Landesgrenze hinaus. Damit in einem späteren Zeitpunkt die Grundlagen und das Fachpersonal für technisch und finanziell aufwendigere Erhaltungsmassnahmen vorhanden sind, müssen langfristige Vorkehren bereits heute geplant werden.

### Publikation

Erhaltung des Erbgutes unserer Waldbäume, Tagungsbericht aus dem Sanasilva-Teilprogramm "Weiterbildung der Forstpraxis", 1985; Institut für Wald- und Holzforschung, Fachbereich Waldbau, ETH Zürich, 84 Seiten.