

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 139 (1988)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Ergebnisse der Waldschadeninventur 1987  
**Autor:** Mahrer, Felix / Hägi, Karin / Stierlin, Hans Rudolf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766690>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

139. Jahrgang

Januar 1988

Nummer 1

## Ergebnisse der Waldschadeninventur 1987

Von *Felix Mahrer, Karin Hägi, Hans Rudolf Stierlin* Oxf.: 561.24:48:(494)  
(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

### Ziel der Waldschadeninventur

Ziel der Sanasilva-Waldschadeninventuren ist das repräsentative Erfassen der aktuellen Schadensituation und der Schadenentwicklung im Schweizer Wald. Im Vordergrund steht die Überwachung der Schadenentwicklung. Gemäss Zielsetzung ist das Gesamtergebnis über den Anteil geschädigter Bäume nach den Regionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite zu differenzieren. Inventurergebnisse für den Gesamtwald sind auch nach Schadstufen und Baumarten auszuweisen. Es ist *nicht* Ziel der Waldschadeninventur, über die Abschätzung des Gesundheitszustandes hinaus gleichzeitig Fragen der Ursachenforschung zu beantworten.

Der vorliegende Bericht hat in erster Linie den Zweck, den verantwortlichen politischen Behörden *eine* Entscheidungsgrundlage für Massnahmen auf dem Gebiet des Waldsterbens zur Verfügung zu stellen.

### Methode und Durchführung der Waldschadeninventur

#### *Inventurkonzept*

Die Waldschadeninventur beruht auf Probeflächen des Schweizerischen Landesforstinventars (LFI). Die Probeflächen liegen in einem Quadratverband von 4 km Seitenlänge (eine Probefläche je 16 Quadratkilometer). Die Auswahl der Probeflächen wie auch die Auswahl der zu beobachtenden Bäume berücksichtigen die Anforderungen, die an eine repräsentative Erhebung gestellt werden. Das systematische Stichprobennetz schliesst alle für die Aufnahmegruppen zugänglichen Waldprobeflächen ein. Alle Probeflächen sind im LFI, unabhängig von der Waldschadeninventur, eingemessen und im Gelände fixiert

worden. Die zu beobachtenden Bäume auf den Probeflächen werden nach dem Verfahren der Stichprobeninventuren mit ungleichen Wahrscheinlichkeiten ausgewählt. Die Auswahlwahrscheinlichkeit der Bäume ist abhängig vom Brusthöhendurchmesser (BHD) der Bäume. Jungwaldpflanzen ab 30 cm Höhe und bis zu 12 cm Brusthöhendurchmesser werden auf einer Kreisfläche von 28 m<sup>2</sup>, Bäume ab 12 cm BHD auf einer Kreisfläche von 200 m<sup>2</sup> und Bäume ab 36 cm BHD auf einer Kreisfläche von 500 m<sup>2</sup> erfasst. Diese drei verschiedenen Kreisflächen sind konzentrisch um das Probeflächenzentrum angeordnet. Die Hochrechnung berücksichtigt die ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten und erlaubt verzerrungsfreie Schätzungen, die für den gesamten Wald repräsentativ sind. Um die besten Voraussetzungen zur Erfassung der Schadenentwicklung zu geben, sind alle Bäume ab 12 cm BHD mit Koordinaten permanent festgehalten. Damit beziehen sich die von Jahr zu Jahr festgestellten Veränderungen auf Messungen und Beobachtungen an gleichen Bäumen wie im Vorjahr.

### *Der Merkmalskatalog*

Auf den Probeflächen und an den Einzelbäumen sind die gleichen Merkmale wie in der letztjährigen Inventur erhoben worden.

Der Benadelungs- oder Belaubungszustand der Baumkronen ist nach wie vor das wichtigste Merkmal zur Beurteilung des Vitalitäts- und Gesundheitszustandes der Bäume. Die Kronen der Bäume auf den Probeflächen werden mit dem Feldstecher genau beobachtet und der Nadel-/Blattverlust für jeden Baum nach 5-%-Klassen einzeln geschätzt. Bildserien als Vergleichsmassstab bilden objektive Grundlagen für diese Schätzung. Die gleichen Bildserien haben schon in der Waldschadeninventur 1986 Anwendung gefunden und sind inzwischen publiziert. (Bezugsquelle «Kronenbilder»: F. Flück-Wirth, Buchhandlung, 9053 Teufen.)

Neben dem Nadel-/Blattverlust werden verschiedene zusätzliche Merkmale erhoben. Besondere Bedeutung hat dabei das Erfassen aller Schäden mit erkennbarer, spezifischer Ursache am Einzelbaum.

### *Durchführung der Feldaufnahmen*

Für die Feldaufnahmen der Waldschadeninventur 1987 ist die Schweiz in 20 Aufnahmegebiete eingeteilt worden. Ein Aufnahmegebiet umfasst soviele Probeflächen, wie eine Aufnahmegruppe in zwei Wochen bearbeiten kann, das heisst zwischen 24 und 50 Probeflächen, je nach topografischen Verhältnissen.

In je einem einwöchigen Instruktionskurs sind die Aufnahmegruppen der Kantone und des Bundes in der Ansprache des Gesundheitszustandes von Waldbäumen geschult worden. Fünf Aufnahmegruppen haben die 703 zugäng-

lichen Probestflächen in der Zeit vom 6. Juli bis 28. August 1987 aufgenommen, wobei jede Gruppe vier Aufnahmegebiete bearbeitet hat. Die Schätzung der Nadel-/Blattverlustprozente ist auf Testparcours periodisch überprüft worden, und 11% aller Probestflächen sind von einer Kontrollgruppe unabhängig von der Erstaufnahme ein zweites Mal aufgenommen worden. Diese Kontrollaufnahmen geben wichtige Hinweise auf systematische Fehler in der Waldschadeninventur.

### *Grenzen der Interpretation der Inventurergebnisse*

Die in der Waldschadeninventur erfassten Probestflächen und beurteilten Einzelbäume können den Schweizer Wald nur bis zu einem gewissen Grad repräsentieren. Damit sind die Inventurergebnisse mit einem *zufälligen* Fehler, dem sogenannten Repräsentationsfehler, behaftet. Je grösser der Datenumfang ist, desto geringer wird der Repräsentationsfehler. Die Waldschadenerhebung ist eine grossflächige Überwachungsinventur, die über lokale Schadenssituationen wegen der geringen Probestflächenzahl keine Aussagen erlaubt. So können insbesondere auch keine gesicherten Ergebnisse für Kantone aus der landesweiten Inventur abgeleitet werden. Aus diesem Grund haben auch 1987 verschiedene Kantone (ZH, BE, FR, SH, SG, TG, NE) Waldschadeninventuren in einem verdichteten Probestflächennetz durchgeführt. Über eine gemeinsame Instruktion, die Probestflächen des Landesforstinventars und die gemeinsame Auswertung sind diese kantonalen Inventuren mit der landesweiten Inventur koordiniert.

Der zufällige Repräsentationsfehler kann aus den Inventurdaten berechnet werden und ist in diesem Bericht als Einzelwert oder als Fehlerrahmen den Inventurergebnissen beigelegt. Als Fehlermass ist der einfache Standardfehler angegeben. Der wahre Wert liegt mit etwa 68% Wahrscheinlichkeit im Bereich  $\pm$  einfacher Standardfehler. Im Bereich  $\pm$  doppelter Standardfehler liegt der wahre Wert mit etwa 95% Wahrscheinlichkeit.

Die *systematischen* Einflüsse in einer Stichprobeninventur können im Gegensatz zu den zufälligen Einflüssen verhängnisvoll sein, da sie oft unbemerkt bleiben und die Inventurergebnisse einseitig verfälschen. Folgende systematische Einflüsse können in der Waldschadeninventur von Bedeutung sein:

- Der Nadel-/Blattverlust als generelles Mass für den Gesundheitszustand der Bäume ist eine Schätzung. Die diesjährigen Kontrollaufnahmen an 820 Bäumen zeigen, dass diese Schätzungen systematische Unterschiede zwischen Erstaufnahme und Kontrollaufnahme aufweisen, was auch in den Inventuren 1985 und 1986 festgestellt worden ist. Die mittleren Abweichungen sind für die Aufnahmegruppen verschieden und liegen für vier der fünf Aufnahmegruppen zwischen 2,4% Nadel-/Blattverlust unter der Kontrollgruppe und 1,7% über der Kontrollgruppe. Bei der fünften Aufnahmegruppe



ist eine starke Überschätzung der Nadelverluste bei der Baumart Fichte festgestellt worden. Mit einer Modellfunktion (Regression) sind die Nadelverlustschätzungen der Fichten für diese Gruppen systematisch reduziert worden. Unter Berücksichtigung dieser Korrektur ergibt sich für alle Aufnahmegruppen eine systematische, mittlere Abweichung von plus 0,6% Nadel-/Blattverlust gegenüber der Kontrollgruppe.

- Mittlere systematische Abweichungen in der Nadel-/Blattverlustschätzung wirken sich auf die prozentualen Anteile aus. So bedeutet eine mittlere Überschätzung des Nadel-/Blattverlustes von 0,6%, dass der gewichtete Anteil geschädigter Bäume um rund 3% überschätzt wird. Damit bestätigt sich auch dieses Jahr, dass der Nadel-/Blattverlustschätzung Grenzen gesetzt sind, die auch mit einer sorgfältigen Instruktion der Aufnahmegruppen nicht überwunden werden können.
- Die jährliche Schadenentwicklung ist durch die Holznutzung beeinflusst. Die Waldeigentümer sind bestrebt, geschädigte Bäume rechtzeitig zu fällen, um Vitalität und Stabilität der Waldbestände zu erhalten und die Ausbreitung von Folgeschäden zu verhindern. An diesen Bäumen kann die Entwicklung der Nadel- und Blattverluste nicht mehr beobachtet werden. Aus diesem Grunde kann der Gesundheitszustand im Inventurergebnis besser ausfallen, als er tatsächlich ist. Auf ein Jahr bezogen ist dieser Einfluss gering, da der Anteil genutzter Bäume klein ist. Im Zeitraum zwischen Sommer 1986 und Sommer 1987 ist ein Stammzahlanteil von 1,6% genutzt worden.

### *Der Datenumfang*

Der Datenumfang der Waldschadeninventur 1987 ist in *Tabelle 1* zusammengestellt. Der Datenumfang ist ein wichtiger Faktor zur Berechnung der zufälligen Schätzfehler der Inventurergebnisse. Insbesondere für die Ergebnisse nach Baumarten ist die Datenbasis zum Teil klein, und die sich daraus ergebenden zufälligen Schätzfehler sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

### *Die Bildung von Schadstufen*

Die Aufnahmegruppen schätzen auf den Probeflächen den Nadel-/Blattverlust für jeden Baum nach 5-%-Klassen. In der Auswertung werden diese Klassen nach *Tabelle 2* zu vier Schadstufen zusammengefasst. Diese Schadstufenbildungen sind 1984 festgelegt und seither nicht verändert worden.

*Tabelle 1. Datenumfang der Waldschadeninventur 1987.*

Anzahl Probeflächen insgesamt	766
davon zugängliche Probeflächen	703
Anzahl beobachtete Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD)	
von mindestens 12 cm	8068
davon Nadelbäume	5183
davon Laubbäume	2885
Baumarten	
Fichte	3422
Tanne	911
Föhre	374
Lärche	351
übrige Nadelbäume	125
Buchen	1517
Ahorn	266
Esche	249
Eiche	125
übrige Laubbäume	728
Anzahl Probeflächen mit Jungwaldaufnahme	170
Anzahl Jungwaldbäume ab 30 cm Höhe bis 12 cm BHD	2631
davon Nadelbäume	1268
davon Laubbäume	1363

*Tabelle 2. Bildung von Schadstufen aus den 5-%-Klassen der Nadel-/Blattverlustschätzung.*

<i>Nadel-/ Blattverlust in Prozenten</i>	<i>Schadstufen</i>
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

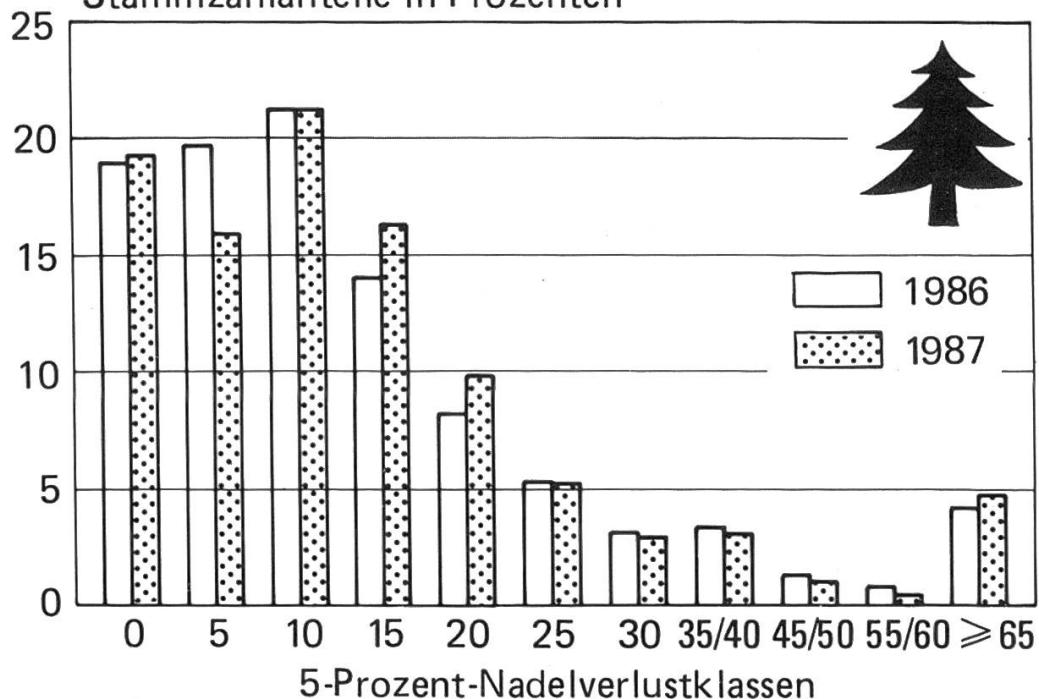
### *Die Gewichtung der Inventurdaten*

Die Inventurresultate werden für verschiedenste Auswerteeinheiten (zum Beispiel Regionen oder Baumarten) in prozentualen Anteilen ausgewiesen. Diese prozentualen Anteile werden aus Einzelbaumdaten errechnet und sind für Bäume ab 12 cm Brusthöhendurchmesser (BHD) immer gewichtet mit dem BHD des Einzelbaumes im Quadrat. Mit dieser Gewichtung wird erreicht, dass die Bäume angenähert entsprechend ihrer Fläche, die sie im Wald einnehmen (Kronenprojektion), in die Inventurresultate eingehen. Diese sinnvolle Gewichtung, die auch die Bedeutung der Bäume im Bestandesgefüge und damit

zum Beispiel die Stabilität der Bestände berücksichtigt, ist in Absprache mit den deutschen Inventurfachleuten 1984 eingeführt und aus Gründen der Vergleichbarkeit der Inventurergebnisse bis heute beibehalten worden.

## Nadelbäume

Stammzahlanteile in Prozenten



## Laubbäume

Stammzahlanteile in Prozenten

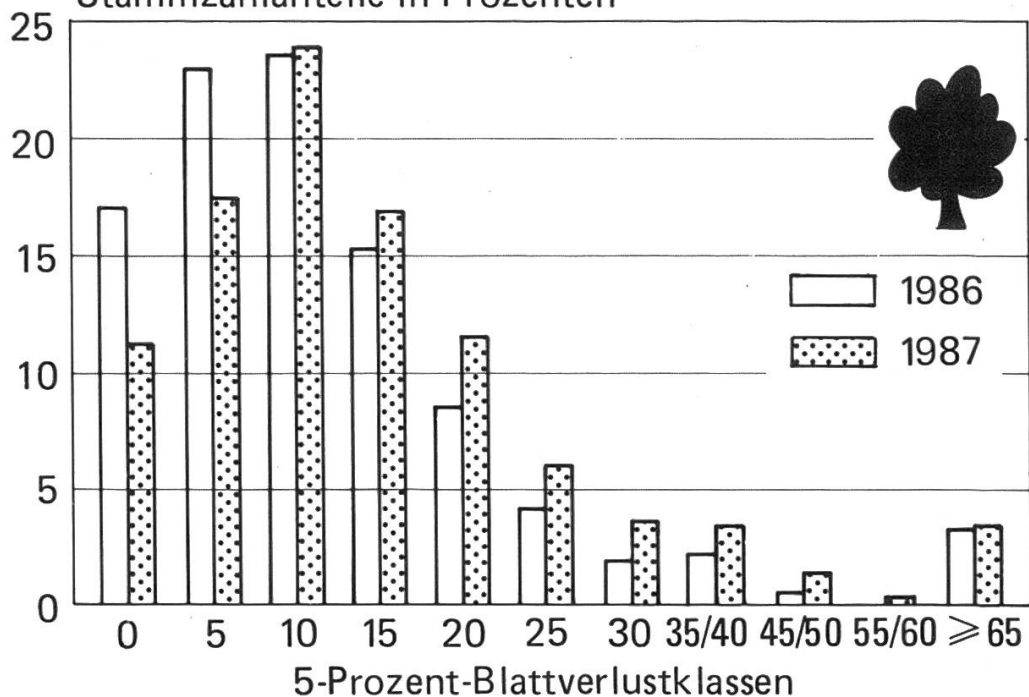


Abbildung 1. Ungewichtete Anteile der Nadelbäume und Laubbäume in den 5-%-Klassen der Nadel-/Blattverlustschätzungen 1986 und 1987.

Da die dickeren Bäume im Mittel grössere Nadel-/Blattverluste aufweisen als dünnere, wird durch diese Gewichtung ein grösserer Anteil an geschädigten Bäumen ausgewiesen als bei der Berechnung der prozentualen Stammzahlanteile ohne Gewichtung. Die Gewichtung wirkt sich aber nicht nennenswert auf die Inventurergebnisse über die *Schadenentwicklung*, das heisst auf die prozentuale Zu- oder Abnahme im Anteil geschädigter Bäume aus. So beträgt die Zunahme des Anteils geschädigter Bäume von 1986 bis 1987 sowohl für gewichtete wie für ungewichtete Anteile 6%.

Damit die Auswirkung der Gewichtung auf die Inventurergebnisse über die Schadenssituationen beurteilt werden kann, sind in *Abbildung 1* die ungewichteten Stammzahlanteile nach den im Feld erhobenen 5-%-Nadel-/Blattverlustklassen dargestellt (ab 35% Nadel-/Blattverlust zusammengefasste Klassen).

### **Schadensituation und Schadenentwicklung seit 1986 für Bäume ab 12 cm Brusthöhendurchmesser (BHD)**

Die Waldschadensituation 1987 und die Schadenentwicklung seit 1986 ist für Bäume ab 12 cm BHD und für die Jungwaldbäume getrennt erhoben worden. Für die Inventurergebnisse im Jungwald wird auf *Tabelle 6* verwiesen. Für Bäume ab 12 cm Brusthöhendurchmesser werden in der Auswertung aus den erhobenen 5-%-Nadel-/Blattverlustklassen verschiedene prozentuale Anteile errechnet. Für jede Anteilberechnung erfolgt, wie in den vorangegangenen Inventuren, eine Gewichtung des Nadel-/Blattverlustes des Einzelbaumes mit seinem Brusthöhendurchmesser im Quadrat.

In *Abbildung 2* sind die gewichteten Anteile der 5-%-Klassen (ab 35% Nadel-/Blattverlust zusammengefasste 5-%-Klassen) für 1986 und 1987 dargestellt (für ungewichtete Stammzahlanteile siehe *Abbildung 1*).

Bei den Nadel- und bei den Laubbäumen hat sich die Schadensituation 1987 gegenüber dem letzten Jahr verschlechtert. Die Nadelbäume zeigen hauptsächlich eine Zunahme im Bereich der schwach geschädigten Bäume mit 15% Nadelverlust; bei höheren Nadelverlusten sind keine wesentlichen Veränderungen festzustellen. Hingegen ist bei den Laubbäumen eine deutliche Verschlechterung bei den höheren Blattverlusten eingetreten.

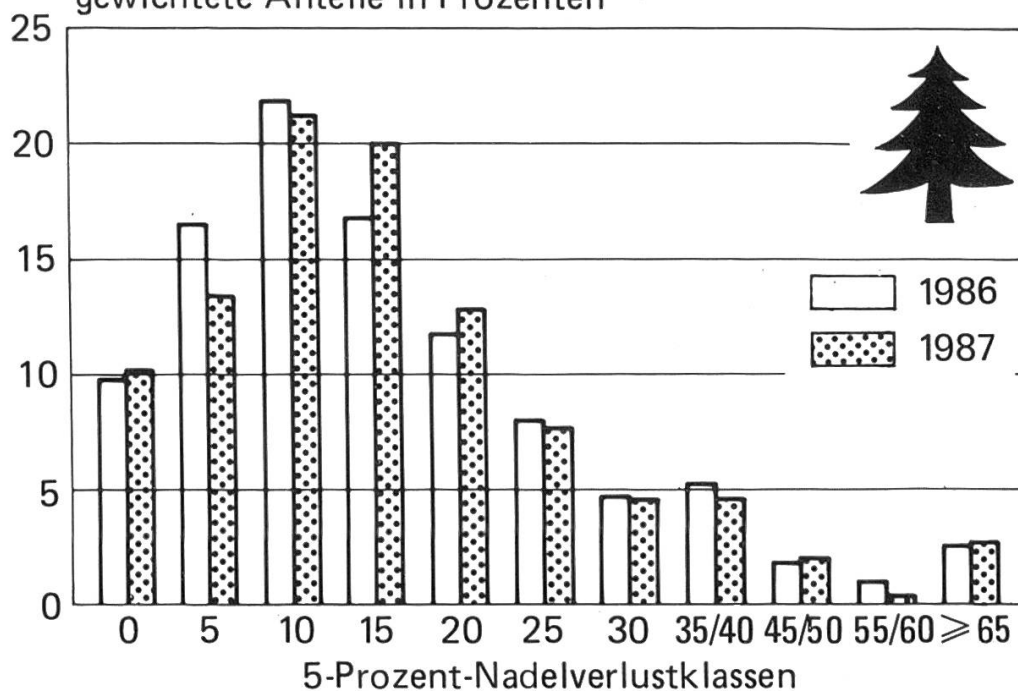
Markant ist bei den Laubbäumen vor allem die starke Zunahme im Bereich der mittleren und grossen Blattverluste zwischen 25% bis 60%.

Die 5-%-Nadel-/Blattverlustklassen werden für weitere Auswertungen gemäss *Tabelle 2* zu Schadstufen zusammengefasst. Die gewichteten Anteile für diese Schadstufen zeigt *Tabelle 3*.

Seit den letztjährigen Aufnahmen ergibt sich für alle beobachteten Bäume eine Zunahme im Anteil geschädigter Bäume von 50% auf 56%. Diese Zunahme ist vor allem auf den schlechteren Zustand der Laubbäume zurückzuführen. Der Anteil geschädigter Laubbäume hat von 45% auf 57% um 12% zugenom-

## Nadelbäume

gewichtete Anteile in Prozenten



## Laubbäume

gewichtete Anteile in Prozenten

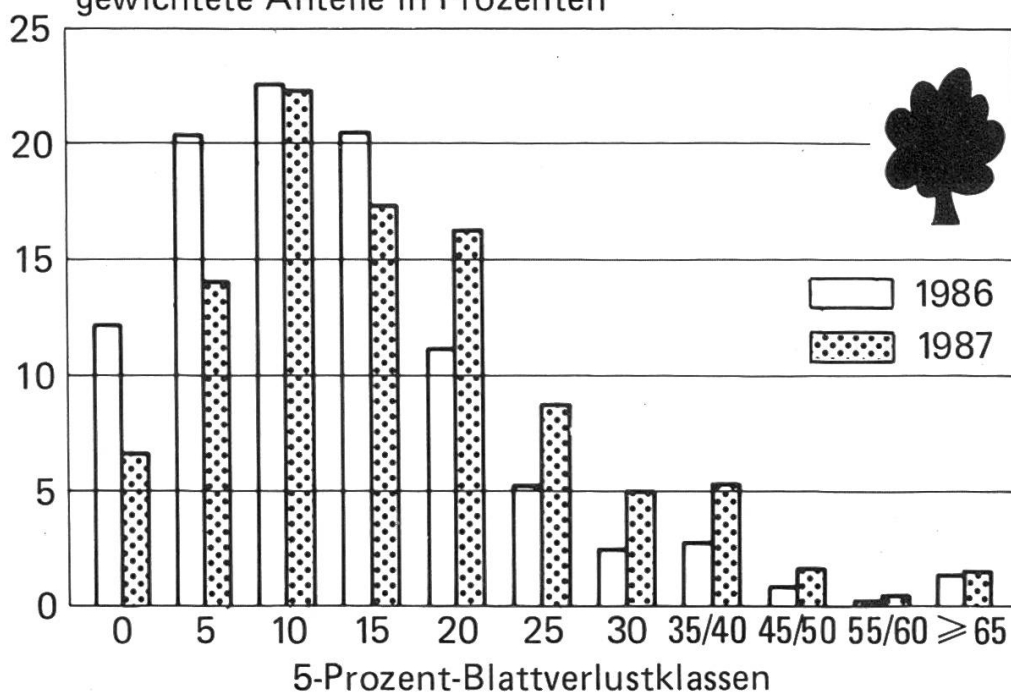


Abbildung 2. Gewichtete Anteile der Nadelbäume und Laubbäume in den 5%-Klassen der Nadel-/Blattverlustschätzungen 1986 und 1987.

men. Die grösste Zunahme von 6% ist bei den Laubbäumen in der Schadstufe «mittelstark geschädigt» eingetreten, während der Anteil im Bereich der schwach geschädigten Bäume um 5% zugenommen hat. Der Anteil stark ge-

*Tabelle 3. Gewichtete Schadstufenanteile 1986 und 1987 für Nadelbäume und Laubbäume (die Schätzfehler der Anteile 1987 liegen zwischen 1 und 2%).*

	<i>ohne Schäden</i>		<i>schwach geschädigt</i>		<i>mittelstark geschädigt</i>		<i>stark geschädigt oder abgestorben</i>	
	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>
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%

geschädigter oder abgestorbener Laubbäume hat von 1% auf 2% zugenommen. Bei den Nadelbäumen ist der Anteil geschädigter Bäume insgesamt von 52% auf 55% um 3% angestiegen. In der Schadstufe «schwach geschädigt» ist eine Zunahme um 5% auf 41% zu verzeichnen, hingegen ist im Bereich der mittelstarken Schädigung eine Abnahme um 2% von 13% auf 11% festzustellen. In der Stufe «stark geschädigt oder abgestorben» befindet sich unverändert ein Anteil von 3%. Die Schadstufenanteile der wichtigsten Baumarten zeigt *Abbildung 3*.

Der Anteil geschädigter Bäume hat ausser bei der Lärche bei allen Baumarten zugenommen. Die Schadenentwicklung der einzelnen Baumarten nach Schadstufen weist jedoch Unterschiede auf.

Bei der Fichte ist der Anteil geschädigter Bäume insgesamt um 2% angestiegen. In der Schadstufe «schwach geschädigt» zeigt sich eine Zunahme von 3%, hingegen hat der Anteil mittelstark geschädigter Fichten um 1% abgenommen. Die Tanne weist einen Anstieg im Anteil geschädigter Bäume von 8% auf 7% Zunahme entfallen auf die Schadstufe «schwach geschädigt», 1% Zunahme ist im Bereich der mittelstark geschädigten Tannen zu verzeichnen. Der Anteil an stark geschädigten oder abgestorbenen Fichten und Tannen ist mit 2% bzw. 4% seit 1986 konstant geblieben. Die Föhre ist nach wie vor die am stärksten geschädigte Baumart. Seit 1986 hat der Anteil schwach geschädigter Föhren um 4% zugenommen. Während der Anteil der mittelstark geschädigten Föhren um 2% abgenommen hat, ist bei den stark geschädigten eine Zunahme von 2% festzustellen. Die Nadelverluste der Lärchen haben gegenüber 1986 deutlich abgenommen. Eine Abnahme von 5% ist beim Anteil der schwach geschädigten und eine solche von 3% bei den stark geschädigten Lärchen eingetreten. Der Anteil in der Stufe «mittelstark geschädigt» ist unverändert. Die festgestellte Abnahme des Nadelverlustes liegt für alle Schadstufen über dem Standardfehler und kann nicht durch Zufälligkeit erklärt werden.

Die deutliche Verschlechterung des Gesundheitszustandes bei den Laubbäumen zeigt sich vor allem bei den Buchen und Ahornen. 1987 wurde nur noch ein Buchenanteil von 41% als gesund eingestuft. Der Anteil geschädigter Buchen hat seit 1986 um 11% zugenommen. Die Zunahme ist im Bereich der



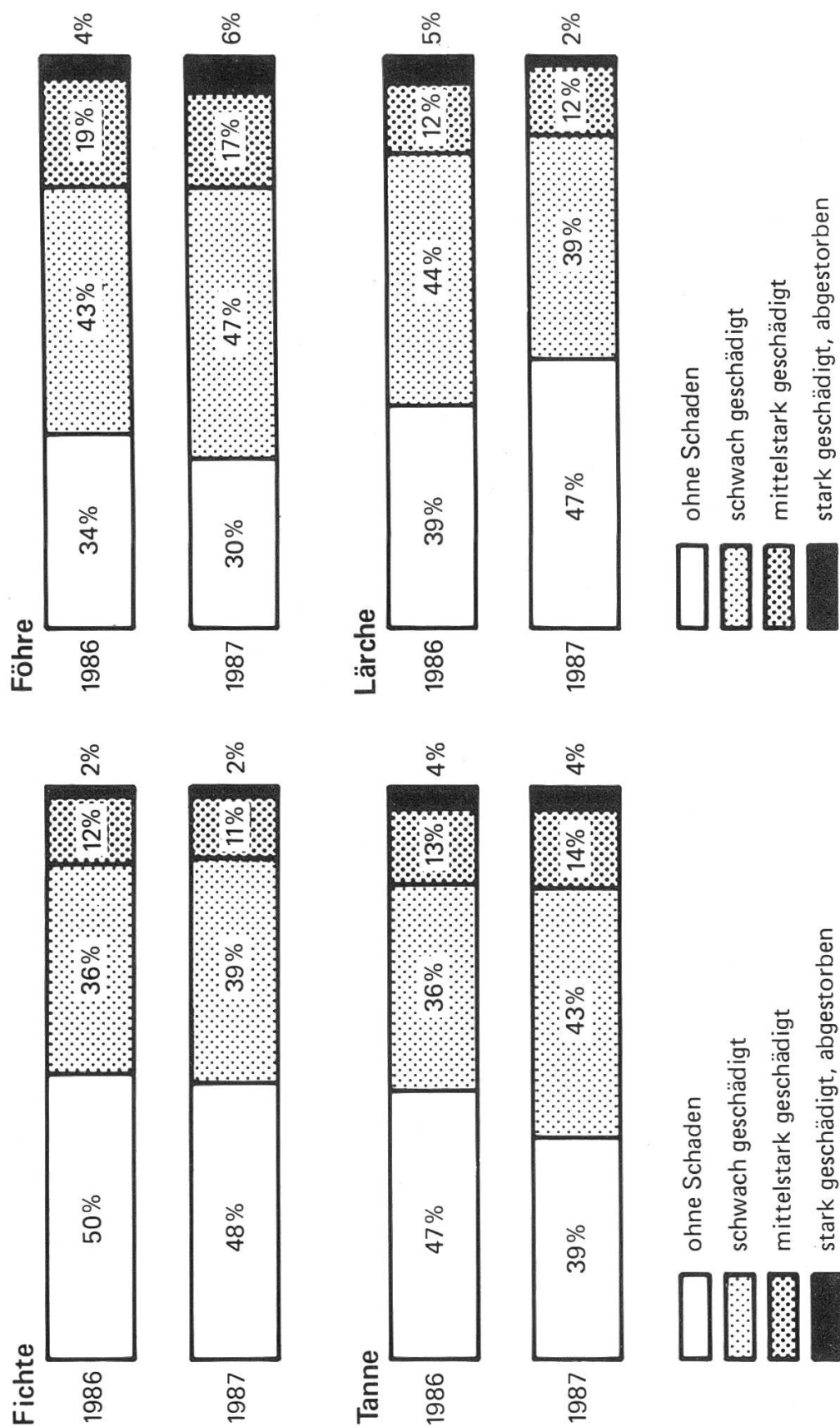


Abbildung 3.

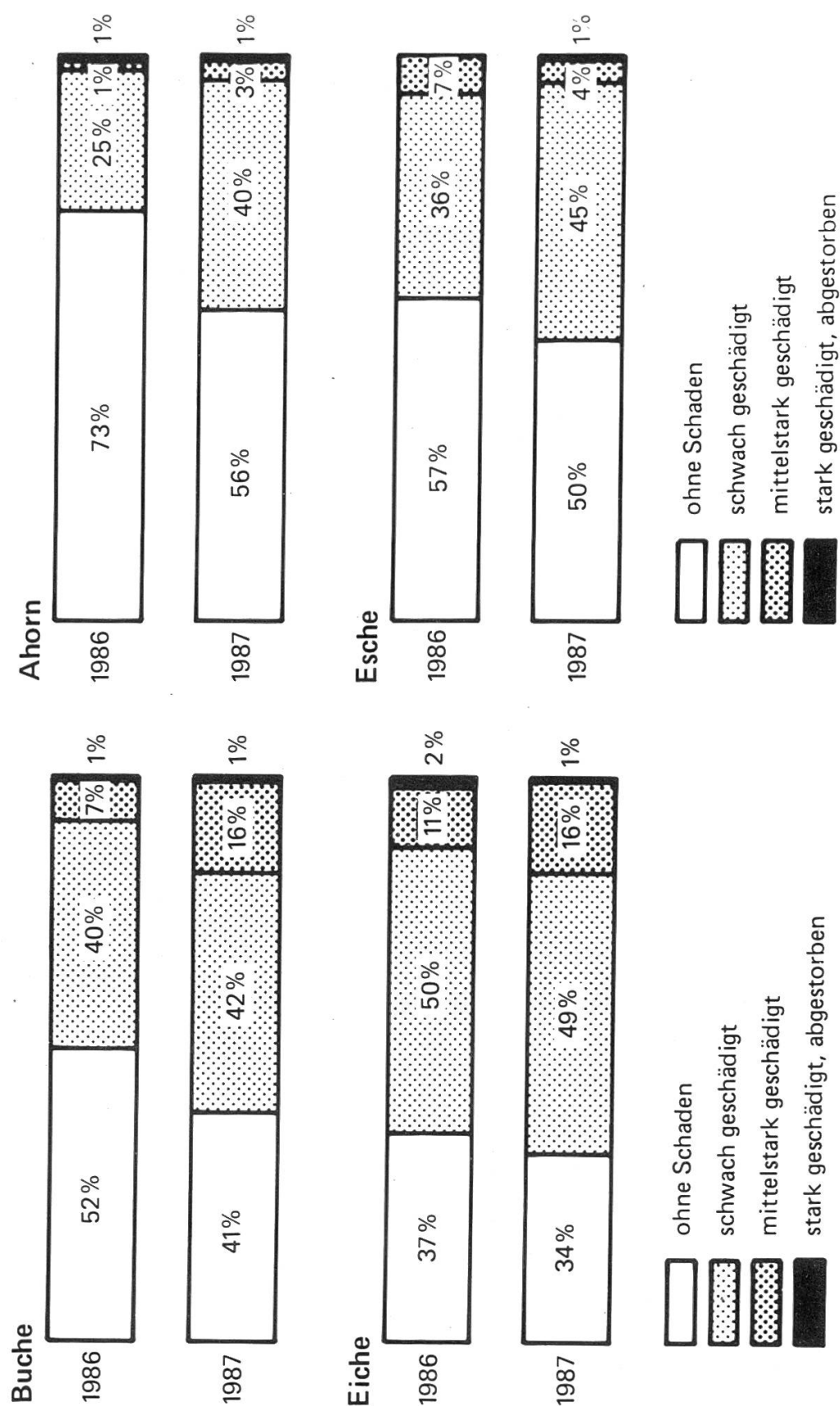
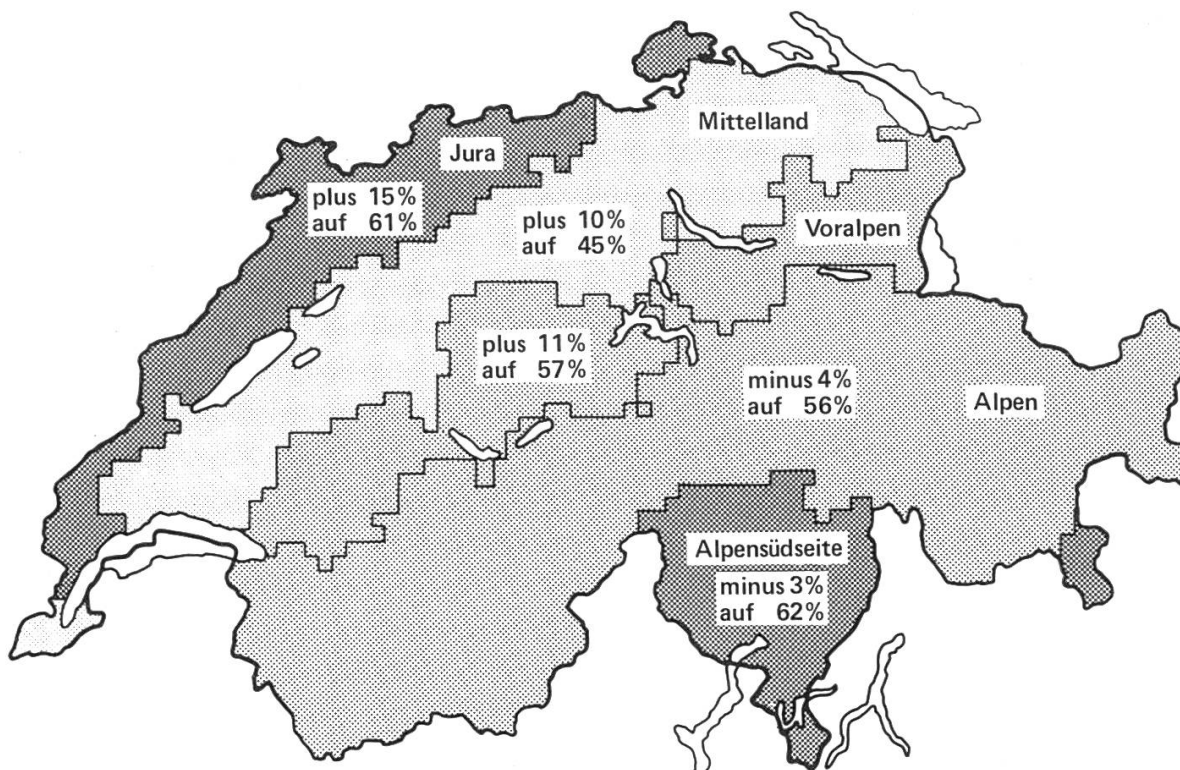


Abbildung 3. Gewichtete Schadstufenanteile 1986 und 1987 für die wichtigsten Nadelbäume und Laubbäume. Die Schätzfehler für die Anteile 1987 liegen bei Fichte und Tanne zwischen 1 und 3%, bei Föhre und Lärche zwischen 2 und 4%, bei der Buche zwischen 1 und 3%, bei der Eiche zwischen 1 und 7% und bei Ahorn und Esche zwischen 1 und 5%.

mittelstark geschädigten Buchen konzentriert (+ 9%). 16% der Buchen sind 1987 als mittelstark geschädigt eingestuft worden. Der Anteil geschädigter Eichen zeigt ebenfalls eine zunehmende Tendenz. Da nur 125 Eichen beobachtet worden sind und der Repräsentationsfehler entsprechend gross ist, können die Inventurergebnisse nur als Tendenz interpretiert werden. Die starke Zunahme von 17% im Anteil geschädigter Ahorne konzentriert sich auf den Bereich der schwach geschädigten Bäume (+ 15%). Der Anteil der mittelstark geschädigten Ahorne ist um 2% auf 3% angewachsen. Die Eschen sind 1987 zu 50% als geschädigt eingestuft worden. Ein starker Anstieg ist im Bereich der schwach geschädigten Eschen zu verzeichnen (+ 9%). Während in der Stufe «mittelstark geschädigt» eine Abnahme um 3% festgestellt worden ist, zeigt der Anteil stark geschädigter oder abgestorbener Eschen eine zunehmende Tendenz (+ 1%). Der Anteil im Bereich der stark geschädigten oder abgestorbenen Bäume liegt nach den Inventurergebnissen 1987 für alle aufgeführten Laubbaumarten bei 1%.

### Regionale Situation und Entwicklung der Waldschäden

Die Abgrenzung der Regionen, die Schadenentwicklung seit 1986 und die Schadensituation 1987 ist in *Abbildung 4* dargestellt.



*Abbildung 4.* Die Schadenentwicklung von 1986 bis 1987 und gewichteter Anteil geschädigter Bäume 1987 in den Regionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 2 und 4%).

Im Mittelland, in den Voralpen und im Jura hat der Anteil als «geschädigt» taxierter Bäume ungefähr gleich stark zugenommen wie von 1985 auf 1986 (10 bis 15% Zunahme). In der Alpenregion mit einem Anteil von 88% Nadelbäumen zeigt der Anteil geschädigter Bäume seit 1986 eine abnehmende Tendenz (Abnahme 4%). Auch in der Region Alpensüdseite zeigte sich mit einer Abnahme von 3% die gleiche Tendenz wie in der Alpenregion trotz des relativ geringen Anteils von 40% Nadelbäumen.

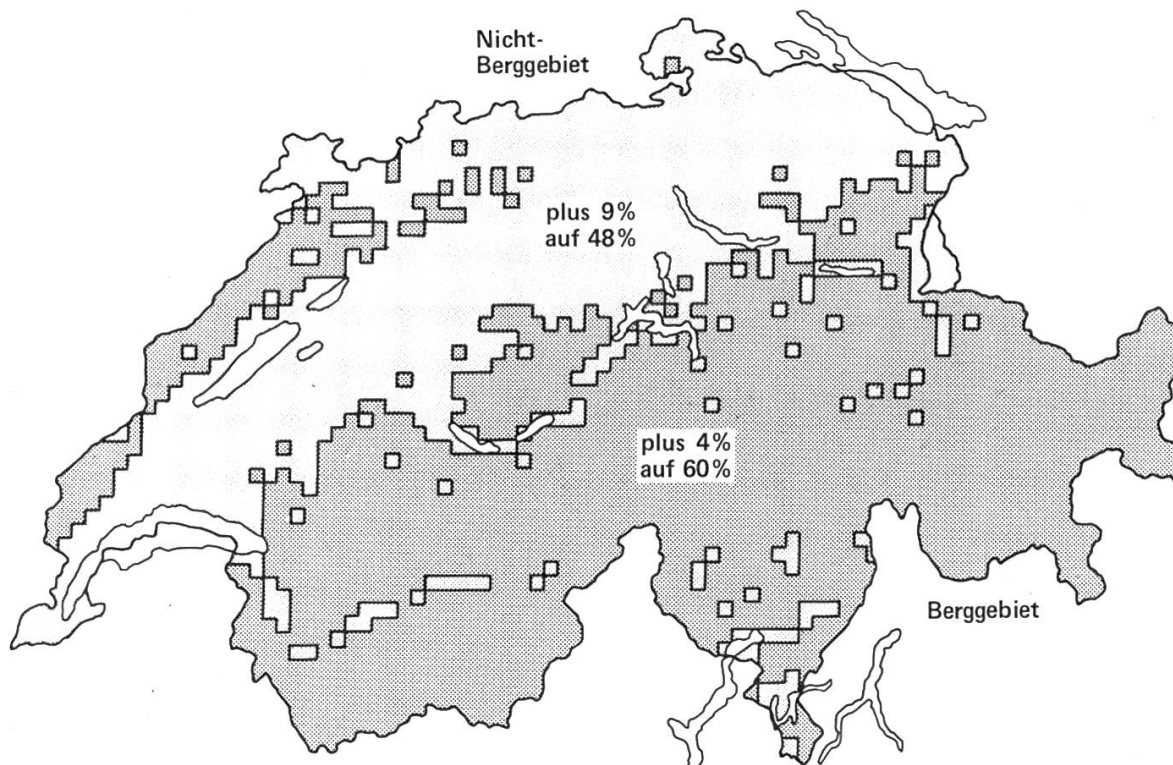


Abbildung 5. Die Schadenentwicklung von 1986 bis 1987 und gewichteter Anteil geschädigter Bäume 1987 im Berggebiet und im Nicht-Berggebiet (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 2%).

Tabelle 4. Gewichtete Schadstufenanteile 1986 und 1987 der Nadelbäume und Laubbäume im Berggebiet (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 3%).

	ohne Schäden		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%

Zur Region Berggebiet werden alle Probeflächen zusammengefasst, die höher als 900 m über Meer liegen oder steiler als 40% sind. Das so definierte «Berggebiet» nimmt 69% der gesamtschweizerischen Waldfläche ein.

Im Berggebiet haben die als geschädigt taxierten Bäume seit 1986 um 4% auf 60% zugenommen, im Nicht-Berggebiet um 9% auf 48% (*Abbildung 5*).

Im Berggebiet ist bei den Nadelbäumen seit 1986 keine Schadenentwicklung beobachtet worden. Der Anteil geschädigter Laubbäume ist hingegen um 15% auf 63% angestiegen. 10% der Schadenzunahme fallen in die Stufe «mittelstark geschädigt», 5% in die Stufe «schwach geschädigt» (*Tabelle 4*).

Im Nicht-Berggebiet hat der Anteil als «geschädigt» eingestufte Nadelbäume um 9% auf 46% zugenommen. Der grösste Anteil dieser Schadenzunahme entfällt auf die Stufe «schwach geschädigt» (+ 10%), 1% auf die Stufe «mittelstark geschädigt» (*Tabelle 5*).

*Tabelle 5.* Gewichtete Schadstufenanteile 1986 und 1987 der Nadelbäume und Laubbäume im Nicht-Berggebiet (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 3%).

	<i>ohne Schäden</i>		<i>schwach geschädigt</i>		<i>mittelstark geschädigt</i>		<i>stark geschädigt oder abgestorben</i>	
	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>
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%

### **Schäden mit erkennbarer, spezifischer Ursache**

In der Waldschadeninventur 1987 zeigen 32% der Bäume Schäden mit einer erkennbaren, spezifischen Schadenursache. Dieser Anteil hat sich gegenüber dem letztjährigen Inventurergebnis nicht verändert. Wie schon 1986 konnte auch 1987 kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Nadel-/Blattverlusten und Schäden mit erkennbarer, spezifischer Ursache festgestellt werden. Die Nadel-/Blattverluste können also kaum mit erkennbaren, spezifischen Ursachen erklärt werden.

Im Frühjahr 1987 sind im Schweizer Wald vor allem an Laubbäumen in der Höhenlage um 900 bis 1100 m grossflächig Spätfrostschäden aufgetreten. Die Taxatoren haben Nadel-/Blattverluste mit der Schadenursache «Frost» nicht in die Verlustschätzung einbezogen. Da die Schadenursache «Frost» aber nicht leicht zu erkennen ist, stellt sich trotzdem die Frage, ob diese Spätfrostschäden die deutliche Zunahme der Blattverluste bei den Laubbäumen seit 1986 erklären können. Eine Spezialauswertung für die Waldfläche in der Höhenlage zwischen

900 und 1100 m zeigt, dass die Blattverluste bei den Laubbäumen in dieser Zone seit 1986 etwas stärker zugenommen haben als im übrigen Wald. So zeigen die Laubbäume in der frostgefährdeten Höhenlage eine Zunahme im Anteil geschädigter Bäume von 15%, im gesamten Wald eine solche von 12%. Da in dieser kritischen Höhenlage nur 13% der gesamten Waldfläche der Schweiz liegen, kann angenommen werden, dass die Spätfrostschäden das Inventurergebnis für den gesamten Wald nicht wesentlich beeinflusst haben.

### Die Schadenentwicklung im Jungwald

Seit der Waldschadeninventur 1985 wird auch der Jungwald durch Taxation von Jungwaldpflanzen in die Erhebungen einbezogen. Eine Aufnahme erfolgt in allen Probeflächen, wo angenommen werden kann, dass die Jungwaldpflanzen für die Waldverjüngung von Bedeutung sind, das heisst in Beständen der Entwicklungsphase Jungwuchs oder Dickung oder in solchen mit ungleichem Altersaufbau (gemischte Entwicklungsphase). Durch ein repräsentatives Verfahren werden auf den Probeflächen Jungwaldpflanzen ab 30 cm Höhe bis 12 cm Brusthöhendurchmesser für die Taxation ausgewählt. Da die Bestandesverhältnisse im Jungwald selbst von Jahr zu Jahr stark ändern können, wird die Inventur zwar jedes Jahr auf der gleichen Fläche durchgeführt, die einzelnen Jungwaldpflanzen jedoch nicht permanent festgehalten. In der Auswertung werden die Jungwalddaten für die Anteilberechnungen aus methodischen Gründen nicht gewichtet; weil keine Messung der Brusthöhendurchmesser erfolgt, wird eine homogene Kronenprojektion angenommen.

Die Einteilung in Schadenkategorien erfolgt nach Jungwaldpflanzen ohne Schäden, Jungwaldpflanzen mit Schäden mit erkennbarer, spezifischer Schadenursache und solchen mit Schäden ohne erkennbare Ursache. Bei den Schäden ohne erkennbare Ursache wird unterschieden nach Nadel-/Blattverlust, Nadel- oder Blattnekrosen und anderen Schäden ohne erkennbare Ursache.

*Tabelle 6. Anteil geschädigter Nadelbäume und Laubbäume im Jungwald nach Schadenkategorien (die Schätzfehler für den Anteil 1987 liegen zwischen 1 und 5%).*

	<i>ohne Schäden</i>		<i>Schadenursache erkennbar</i>		<i>Schadenursache nicht erkennbar</i>	
	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%



Sowohl 1986 wie 1987 sind im Jungwald nur wenig Schäden mit nicht erkennbarer, spezifischer Ursache festgestellt worden (*Tabelle 6*). Der weit überwiegende Anteil der festgestellten Schäden hat erkennbare Ursachen wie Wildverbiss, Schneedruck, Frost, Insekten, Pilze, Steinschlag usw.

Schäden mit nicht erkennbarer Ursache wurden 1987 an 3% der Jungwaldpflanzen, 1986 an 2% beobachtet. Nadelbäume weisen am meisten Schäden mit nicht erkennbarer Ursache auf. 60% der Schäden mit nicht erkennbarer Ursache sind Nadelverluste, die restlichen 40% Nadelnekrosen oder andere Schäden mit nicht erkennbarer Ursache. Die Schadenssituation im Jungwald ist sowohl bei den Nadel- wie bei den Laubbäumen seit 1986 stationär. Von 1985 auf 1987 ist der Anteil der Jungwaldbäume mit nicht erkennbarer Schadenursache von 1% auf 3% leicht angestiegen.

### Die Schadenentwicklung seit 1985 am Einzelbaum

Die Waldschadeninventur 1987 ist für Bäume ab 12 cm Brusthöhendurchmesser an denselben Bäumen wie 1985 und 1986 durchgeführt worden. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die Entwicklung der Waldschäden seit 1985 am Einzelbaum zu verfolgen. Dabei interessiert vor allem die Frage, ob die Nadel-/Blattverluste am Einzelbaum stationär geblieben sind, zugenommen oder abgenommen haben. Die Schadenssituation wird als stationär bezeichnet, wenn die Veränderungen der Nadel-/Blattverluste den Wert von 5% nicht übersteigen. Diese Toleranz von 5% ist den Möglichkeiten der Nadel-/Blattverlustschätzung angepasst. Zunahmen oder Abnahmen müssen dementsprechend mindestens zwei 5-%-Klassen umfassen, das heisst mindestens plus bzw. minus 10%.

Für die Anteilberechnungen im Einzelbaumvergleich sind die Nadel-/Blattverluste nicht gewichtet worden (*Tabellen 7 und 8*).

*Tabelle 7.* Einzelbaumentwicklung der Nadel- und Blattverluste 1985 bis 1987 für Nadelbäume und Laubbäume (die Schätzfehler für die Stammzahlanteile liegen zwischen 1 und 2%).

	<i>Abnahme des Nadel-/ Blattverlustes</i>	<i>Nadel-/ Blattverlust unverändert</i>	<i>Zunahme des Nadel-/ Blattverlustes</i>
Nadelbäume	10%	61%	29%
Laubbäume	9%	53%	38%
alle Baumarten	10%	58%	32%

Im Vergleich der Inventurergebnisse 1985 und 1987 überwiegt der Anteil der Bäume mit einer Zunahme des Nadel-/Blattverlustes mit einem Verhältnis von 3,2 zu 1 deutlich gegenüber denjenigen mit einer Abnahme. Während bei

*Tabelle 8.* Einzelbaumentwicklung der Nadel-/Blattverluste 1986 bis 1987 für Nadelbäume und Laubbäume (die Schätzfehler für die Stammzahlanteile liegen zwischen 1 und 2%).

	<i>Abnahme des Nadel-/ Blattverlustes</i>	<i>Nadel-/ Blattverlust unverändert</i>	<i>Zunahme des Nadel-/ Blattverlustes</i>
Nadelbäume	18%	62%	20%
Laubbäume	14%	56%	30%
alle Baumarten	17%	59%	24%

den Laubbäumen rund 4mal mehr Bäume eine Zunahme als eine Abnahme des Blattverlustes zeigen, sind es beim Nadelholz rund 3mal mehr mit einer Zunahme des Nadelverlustes. 58% der Bäume zeigen seit 1985 keine Veränderung des Nadel-/Blattverlustes (*Tabelle 7*).

Der Vergleich der Inventurergebnisse 1986 und 1987 zeigt rund zweimal mehr Laubbäume mit einer Zunahme des Blattverlustes als solche mit einer Abnahme. Bei den Nadelbäumen halten sich die Anzahl Bäume mit einer Zunahme der Nadelverluste und diejenigen mit einer Abnahme die Waage (*Tabelle 8*).

### **Durchmesserzuwachs und Nadel-/Blattverlust**

Aus verschiedenen Untersuchungen, *Nagel et al.*, 1985, *Röhle*, 1986, *Schöpfer*, 1986, und anderen geht hervor, dass der jährliche Durchmesserzuwachs ebenso ein Mass für die Vitalität und den Gesundheitszustand der Bäume ist wie der Nadel- bzw. Blattverlust. Es stellt sich die Frage, ob dieser Zusammenhang zwischen der jährlichen Zuwachsleistung eines Baumes und seinem Nadel- bzw. Blattverlust auch mit den Daten der Waldschadeninventur nachgewiesen werden kann. Insbesondere ist die Frage von Bedeutung, ab welchem Nadel-/Blattverlust ein Zuwachsrückgang eintritt, weil daraus Rückschlüsse auf die Richtigkeit der Schadengrenze (siehe *Tabelle 2*) gezogen werden können.

In den Waldschadeninventuren ist der Brusthöhendurchmesser (BHD) an jedem Einzelbaum ab 12 cm seit 1985 gemessen worden. Die Inventurergebnisse zeigen den Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen BHD-Differenzen 1985 bis 1987 und den Schadstufen 1985 (*Abbildung 6*).

Ein Zusammenhang zwischen den Schadstufen und dem BHD-Zuwachs ist aus den Waldschadeninventurdaten für alle Bäume insgesamt, für die Nadelbäume, die Baumart Fichte und die Laubbäume insgesamt nachweisbar. Dieser Zusammenhang kann durch verschiedene andere Faktoren überlagert sein. Eine Modellrechnung, welche einige wichtige Faktoren (BHD, soziologische

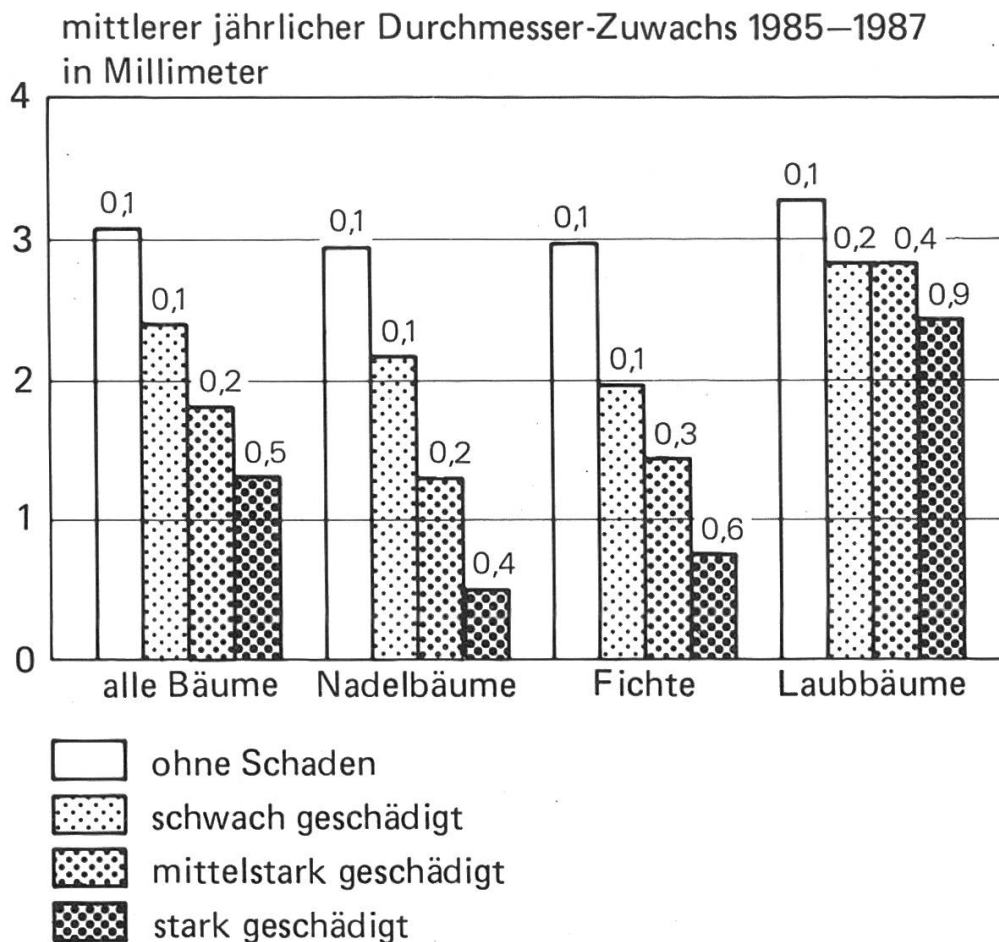


Abbildung 6. Jährlicher BHD-Zuwachs, bezogen auf die Periode 1985 bis 1987, nach Schadstufen 1985 (die Zahlen über den Balken geben den Standardfehler in mm an).

Stellung, Standort, Kronenausformung und Entwicklungsstufe) gleichzeitig berücksichtigt (multiple Regression), zeigt einen signifikanten Zusammenhang zwischen Nadel-/Blattverlust und dem jährlichen BHD-Zuwachs. Der Zuwachsrückgang ist am deutlichsten für die Fichte und die Nadelbäume insgesamt, am wenigsten deutlich für die Laubbäume insgesamt. Aber auch hier ist der Zusammenhang signifikant. Damit widersprechen sich die beiden Merkmale BHD-Zuwachs und Nadel-/Blattverlust aus den Waldschadeninventuren 1985 und 1987 nicht. Im Hinblick auf die Schadengrenze kann ausgesagt werden, dass zwischen den Bäumen, die als «ohne Schaden» eingestuft werden, und den «schwach geschädigten» ein Zuwachsrückgang aus den Waldschadeninventuren 1985 und 1987 nachgewiesen werden kann. Auf den Verlust an Holzzuwachs kann aus diesen Zusammenhängen nicht ohne weiteres geschlossen werden, da der Zuwachsverlust durch vermehrten Zuwachs an gesunden Bäumen kompensiert werden könnte.

## Die Schadenentwicklung seit 1983 im Überblick

Nach einer ersten Umfrage im Jahre 1983 wird die Waldschadensituation ab 1984, seit 1985 auch die jährliche Waldschadenentwicklung, auf der Grundlage von systematischen Stichprobeninventuren erhoben. Die Inventurergebnisse zur Waldschadensituation, seit 1984 ausgedrückt im gewichteten Anteil geschädigter Bäume, ist in *Abbildung 7* dargestellt. *Tabelle 9* zeigt die angewendeten Methoden im Überblick und gibt Auskunft über die Vergleichbarkeit der Inventurergebnisse.



*Abbildung 7.* Anteil geschädigter Bäume (ab 1984 gewichteter Anteil) nach den Ergebnissen der Waldschadeninventuren 1983 bis 1987.

Tabelle 9. Methoden und Vergleichbarkeit der Waldschadeninventuren 1983 bis 1987.

<i>Jahr</i>	<i>Erhebungsmethode</i>	<i>Datenumfang</i>	<i>Inventurergebnisse</i>	<i>Vergleichbarkeit</i>
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

## **Zusammenfassung**

Der Gesundheitszustand des Schweizer Waldes, beurteilt aufgrund der Nadel-/Blattverluste, hat sich seit 1986 wiederum verschlechtert. Nach der starken Zunahme der geschädigten Bäume im Vorjahr um 14% hat sich in diesem Jahr die Schadenentwicklung jedoch leicht abgeschwächt. Der Anteil der geschädigten Bäume mit BHD ab 12 cm ist seit 1986 um 6% von 50% auf 56% angestiegen. Besonders der Zustand der Laubbäume hat sich markant verschlechtert, so dass 1987 der Schädigungsgrad des Laubholzes leicht grösser ist als derjenige des Nadelholzes.

Der Anteil der geschädigten Nadelbäume ist um 3% angestiegen. Eine Zunahme ist hauptsächlich im Bereich der schwach geschädigten Bäume festzustellen, bei höheren Nadelverlusten konnte eine leichte Verbesserung beobachtet werden. Beim Laubholz mit einer Zunahme der geschädigten Bäume um 12% ist dagegen eine deutliche Verschlechterung im Bereich der mittleren und grossen Blattverluste eingetreten.

Die regionale Schadenentwicklung ist unterschiedlich verlaufen. Im Mittelland, den Voralpen und im Jura hat der Anteil der geschädigten Bäume wiederum um 10 bis 15% zugenommen, in den Alpen und auf der Alpensüdseite ist eine leichte Abnahme zu verzeichnen. Die Einzelbaumentwicklung von 1985 bis 1987 zeigt bei 10% der beobachteten Bäume eine Abnahme und bei 32% eine Zunahme des Nadel-/Blattverlustes. Der Vergleich von BHD-Zuwachs mit den Schadstufen zeigt einen signifikanten Zusammenhang: Bei Nadel- und Laubholz führt ein vermehrter Nadelverlust zu deutlichen Zuwachsvermindierungen.

Im Jungwald wurde 1987 an 3% aller Pflanzen ein Schaden mit nicht erkennbarer Ursache festgestellt.



## Résumé

### Résultats de l'inventaire 1987 des dégâts aux forêts

L'état sanitaire des forêts suisses, estimé à partir des taux de pertes d'aiguilles et de feuilles, s'est aggravé depuis 1986. Après la forte augmentation de 14% d'arbres malades enregistrée l'année dernière, cette progression a légèrement faibli cette année. Passant de 50% à 56%, la proportion d'arbres atteints, dont le diamètre à hauteur de poitrine dépasse 12 cm, a augmenté de 6%. L'état de santé des feuillus en particulier s'est manifestement aggravé si bien qu'en 1987, le niveau des dommages y est légèrement plus élevé que chez les résineux.

La proportion de résineux endommagés a augmenté de 3%. Une augmentation se remarque parmi les arbres légèrement atteints. Pour ce qui est des classes de fortes pertes d'aiguilles, une légère amélioration est observable. Chez les feuillus, dont la proportion d'arbres atteints est de 12% plus élevée, on dénote par contre une nette aggravation dans les classes de pertes moyennes et fortes de feuilles.

L'évolution des dégâts varie selon les régions. Dans les Alpes, les Préalpes et le Jura, la proportion des arbres atteints a une nouvelle fois augmenté de 10 à 15%; dans les Alpes et sur le versant Sud des Alpes, on note un léger recul. Quant à l'évolution de 1985 à 1987 observée arbre par arbre, on constate une amélioration chez 10% des arbres examinés et une aggravation chez 32% d'entre eux. Une relation significative ressort de la comparaison entre l'accroissement (diamètre mesuré à hauteur de poitrine) et la classe de dégâts: une augmentation de la perte de feuillage chez les résineux et les feuillus provoque de nettes diminutions de l'accroissement.

Parmi les jeunes peuplements examinés en 1987, 3% présentent un dommage dont la cause n'est pas identifiable.

Traduction: *M. Dousse*

### Literatur

- Nagel, J., Kramer, H., Saborowski, J.*, 1985: Beziehung zwischen unterschiedlichen Schadklassen und dem Holzzuwachs bei Fichte. *Allg. Forstz.* 40, 51/52: 1399—1401.  
*Röhle, H.*, 1986: Waldschaden und Zuwachsreaktion. *Forstwiss. Cbl.* 105, 2: 115—122.  
*Schöpfer, W.*, 1986: Zusammenhang zwischen Wuchsraum und Zuwachs in erkrankten Fichten- und Tannen-Beständen. *Forst- u. Holzw.* 41, 12: 315—319.