

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 132 (1981)  
**Heft:** 10  
  
**Artikel:** Zum Problem des Tannensterbens  
**Autor:** Leibundgut, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764448>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

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

## Zum Problem des Tannensterbens

Von *H. Leibundgut*, Zürich

Oxf.: 48: 174.7 Abies

### 1. Allgemeines zum Tannensterben

Die Weisstanne, neben der Fichte im Areal des montanen Bergwaldes unsere wirtschaftlich wichtigste Baumart, ist in den letzten Jahrhunderten vor allem im nördlichen Teil und an den unteren Höhengrenzen ihres Verbreitungsgebietes ständig zurückgegangen. Erste Berichte über diese Erscheinung gehen sogar bis auf das 16. Jahrhundert zurück.

Besonders grosse Abgänge wurden um die Mitte des letzten Jahrhunderts festgestellt, und in den letzten 40 Jahren wiederholten sich mehrmals deutliche depressive und regenerative Phasen des Tannensterbens, welche eine grosse Anzahl von Veröffentlichungen über dessen mutmassliche Ursachen bewirkten. *H. Meyer* (8) erwähnt bereits 1957 über 200 Publikationen, und *A. Wachter* (15) führt 1978 über 150 deutschsprachige Arbeiten an.

Vorerst war das jüngste Tannensterben hauptsächlich auf die nördlichen und westlichen Randgebiete des Areals beschränkt. Seit etwa zwanzig Jahren treten nun vermehrt auch Schäden im östlichen Verbreitungsgebiet auf, namentlich in Slowenien. Dies braucht aber nicht auf einer allmählichen Ausbreitung der Krankheit zu beruhen, sondern kann mit der verzögerten Auswirkung primärer Schadenursachen in den optimalen Wuchsgebieten der Tanne oder der ungleich starken Reaktion auf solche Ursachen zusammenhängen.

Über die *Ursachen* bestehen die verschiedensten Hypothesen. Als Hauptursachen werden namentlich erwähnt:

- Trockenheit
- Klimaveränderungen (zunehmende Kontinentalität)
- Extreme Winterkälte
- Pilzkrankheiten (Hallimasch, Wurzelschwamm, Russtaupilze als Folge von Lausbefall u. a.)
- Insekten (Rindenlaus, Trieblaus, Triebwickler, Borkenkäfer u. a.)
- Infektion durch Viren und Bakterien
- Immissionen, vor allem Schwefeldioxyd und Fluor

- Mangelwirkungen
- Wildschäden (Ursache des fehlenden Nachwuchses)
- Überalterung der Bestände
- für die Tanne ungeeignete Bestandesstrukturen

Oft wird auch auf Zusammenhänge des Tannensterbens und der Nasskernbildung hingewiesen. Dazu ist zu bemerken, dass auf Trockenstandorten (z. B. im Mittelwallis) auch gesunde Tannen regelmässig einen Nasskern aufweisen. Möglicherweise handelt es sich hier um eine Wasserreserve für Trockenzeiten. Von diesem gesunden Nasskern ist jedenfalls der bei kranken Tannen auftretende «pathologische Nasskern» zu unterscheiden. Dieser könnte vielmehr auf Störungen der anatomischen Grundlagen für die Wasserleitung beruhen.

Anfänglich wurde festgestellt, dass sich das Tannensterben weitgehend auf gleichförmige, gleichaltrige Kunstbestände am Rande des natürlichen Tannenareals beschränkte. In jüngerer Zeit sterben jedoch zunehmend auch in ungleichaltrigen, aus Naturverjüngung entstandenen Beständen und vereinzelt sogar in Plenterwäldern Tannen ohne erkenntliche Ursachen ab.

Bei den vielen Angaben über die Ursachen handelt es sich grossenteils um Hypothesen aufgrund örtlicher Beobachtungen. Die meisten Autoren sind sich aber darin einig, dass es sich nicht um eine einzige Ursache, sondern um sehr komplex wirkende Faktoren handeln muss. Diese Auffassung hat auch der Verfasser (3) im Jahre 1974 in der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen vertreten, wobei in einer schematischen Darstellung auf wahrscheinliche Zusammenhänge hingewiesen wurde.

Die das Tannensterben verursachende Komplexwirkung verschiedener Faktoren schliesst aber nicht aus, dass diese durch wenige Primärursachen ausgelöst wird. Dafür spricht vor allem der allgemein übereinstimmende *Krankheitsverlauf*:

Die Nadeln sterben vorzeitig ab, und es entsteht eine im unteren und inneren Kronenteil beginnende, mehr oder weniger rasch fortschreitende «Nadelschütte». Mit der Verlichtung der Krone werden in zunehmendem Masse Wasserreiser gebildet. Vorerst geht das Höhenwachstum stark zurück, später auch das Wachstum der Seitentriebe. Vor allem in den Sommermonaten werden die kranken Tannen schliesslich in kurzer Zeit dürr. Dieser Krankheitsverlauf ist allgemein gut bekannt. Dagegen wurden die morphologischen und anatomischen Veränderungen der Nadeln kaum untersucht, obwohl sich Krankheitserscheinungen bei Bäumen gewöhnlich auch in der Ausbildung der Blätter und Nadeln deutlich äussern. Die im folgenden dargestellten Untersuchungen befassen sich daher mit diesen Fragen.

## 2. Die Durchführung der Nadeluntersuchungen

Die Untersuchung ging von folgenden *Fragen* aus:

Wie unterscheiden sich relativ vitale und kümmernde Tannen hinsichtlich

- der Länge der Höhentriebe und der Seitentriebe?
- der Nadellänge?
- der Nadelbreite?
- der Nadeldicke?
- der Zahl der Spaltöffnungen?
- des Wassergehaltes der Nadeln?
- der Anatomie der Nadeln?
- des Gehaltes an Makronährstoffen der Nadeln?

Für die Untersuchung wurden die drei folgenden *Bestände* gewählt, in denen sich die erwähnten Krankheitserscheinungen besonders deutlich zeigten:

- Bestand I: 90- bis 100jähriger Fichten-Tannenbestand in der Abteilung Feldenmoos des Lehrwaldes Albisriederberg bei Zürich.
- Bestand II: 80- bis 90jähriger Fichten-Tannenbestand in der Abteilung Schwendenholz des Lehrwaldes Albisriederberg.
- Bestand III: etwa 100jähriger Fichten-Tannenbestand im Hochrütiwald der Gemeinde Schmiedrued.

Es handelt sich bei allen Beständen um gleichaltrige Kulturen. Bestand I stockt in 590 m ü. M. auf einer Moräne der letzten Eiszeit des Linthgletschers, Bestand II in 730 m ü. M. auf einer Moräne der vorletzten Eiszeit und Bestand III in 670 m ü. M. auf oberer Süsswassermolasse.

In jedem dieser Bestände wurden je 5 anscheinend noch gesunde und vitale, 5 kümmernde und 5 erkennbar kranke Bäume vor der Fällung ausgelesen. Unmittelbar nach der Fällung entnahm Förster Lüthy Zweigproben, und zwar im Bestand I am 6. Januar 1971, im Bestand II am 24. November 1971 und im Bestand III am 12. Dezember 1972.

Diese wurden jeweils zur Vermeidung von Wasserverlusten sofort in luftdicht verschliessbare Gläser gebracht, nur kurze Zeit im Kühlschrank aufbewahrt und sofort verarbeitet. Untersucht wurden von jeder Probe 50 zufällig ausgewählte Nadeln, für die Wassergehaltsbestimmung drei Teilproben von 100 Nadeln. Die Nadelanatomie wurde wegen des erforderlichen Zeitaufwandes nur bei je 5 zufällig ausgewählten Nadeln jeder Probe mikroskopisch untersucht.

Alle Messungen, Analysen und statistischen Auswertungen erfolgten durch die Technische Assistentin Frl. M. Mezger und deren Laborantenlehrtöchter und -lehrlinge. Wo keine Hinweise gemacht werden, sind die erwähnten Unterschiede zwischen den angegebenen Werten statistisch stark oder sehr stark gesichert.

### 3. Die Untersuchungsergebnisse

#### Die Trieb­längen

Bei den in der Abteilung Schwendenholz gefällten Tannen wurden zusätzlich zu den Nadeluntersuchungen die Längen der *Höhentriebe* der letzten 5 Jahre gemessen. Es ergaben sich dabei für die kümmernden und anscheinend noch vitalen Bäume die folgenden Mittelwerte:

*Länge der Höhentriebe in cm*

<i>Jahrestrieb</i>	<i>«Vitale» Bäume</i>	<i>Kümmernde Bäume</i>
1968	8,1	8,5
1969	8,0	8,2
1970	7,9	7,5
1971	6,1	5,3
1972	6,1	4,8

Die Unterschiede zwischen vitalen und kümmernden Bäumen sind in den Jahren 1968, 1969 und 1970 nicht gesichert. Dass sämtliche Bäume bereits 1968 nicht mehr eine normale Lebenskraft aufgewiesen haben, zeigt sich bei einem Vergleich mit den Ertragstafeln für Tannen gleicher Bonität, indem das Höhenwachstum unserer Probestämme nur etwa die Hälfte der Ertragstafelwerte erreicht. Die Erkrankung der Tannen muss also schon vor 1968 eingesetzt haben. Die «vitalen» und kümmernden Bäume unterscheiden sich nur durch eine ungleich starke Abnahme des Höhenwachstums. Bei den «vitalen» Bäumen beträgt der Rückgang des Höhenwachstums in vier Jahren 24 %, bei den kümmernden 41 %.

Die *Längen der Seitentriebe 1. Ordnung* wurden nur für die letzten zwei Jahre gemessen und zeigen bei allen Proben, also auch bei den «vitalen» Bäumen, eine starke Verkürzung. Besonders auffallend ist diese Erscheinung bei den Tannen im Feldenmoos. Die Messungen ergaben für die Äste aus dem oberen Kronendrittel folgende Mittelwerte:

*Länge der Seitentriebe und Klebast-Haupttriebe in cm*

	<i>Seitentriebe 1. Ordnung</i>		<i>Seitentriebe 2. Ordnung</i>		<i>Triebe 1. Ordnung der Klebäste*</i>	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970
«Vitale» Bäume	12,3	4,1	12,2	5,1	8,4	8,8
Kümmernde Bäume	3,3	2,7	3,6	3,3	7,6	7,8

\* nur bei einem Teil der vitalen Bäume vorhanden.

Die Unterschiede zwischen «vitalen» und kümmernden Bäumen sind bei den Längen der Seitentriebe noch ausgeprägter als bei den Höhentrieben. Auffallend ist im Unterschied zu den Seitentrieben die zwar statistisch nicht gesicherte Zunahme der Trieb­längen bei den Klebästen.

Die *Nadellängen* wurden bei der unteren Nadelzeile gemessen und sind bei den Zweigen des letzten Jahres allgemein kürzer als im Vorjahr, und zwar sowohl bei den «vitalen» wie bei den kümmernden Bäumen, wie die folgende Zusammenstellung der Messungen des Nadelmaterials aus dem Feldenmoos zeigt:

*Nadellängen in mm*

	<i>Oberes Kronendrittel</i>		<i>Mittleres Kronendrittel</i>		<i>Klebäste</i>	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970
«Vitale» Bäume	21,0	18,0	21,0	15,0	18,0	18,0
Kümmernde Bäume	18,0	15,0	17,0	12,0	18,0	19,0

Die Verkürzung ist im mittleren Kronenteil wesentlich grösser als im oberen. Bei den Klebästen sind die Nadellängen gleich geblieben und bei den kümmernden Bäumen sogar länger geworden.

Bei der *Nadelbreite* ergaben sich zwischen den untersuchten beiden letzten Jahrgängen keine gesicherten Unterschiede. Ebenso sind die Unterschiede zwischen kümmernden und «vitalen» Bäumen nicht gesichert.

Dagegen ergibt selbstverständlich das *Verhältnis Nadellänge : Nadelbreite*, wie die folgenden Mittelwerte zeigen, deutliche Unterschiede:

*Verhältnis Nadellänge : Nadelbreite*

	<i>Oberes Kronendrittel</i>		<i>Mittleres Kronendrittel</i>		<i>Klebäste</i>	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970
«Vitale» Bäume	9,3	8,7	9,7	8,9	9,4	8,9
Kümmernde Bäume	8,7	8,7	8,9	8,9	8,9	8,9

Die Unterschiede zwischen oberem und mittlerem Kronendrittel sind statistisch nicht gesichert, dagegen diejenigen zwischen «vitalen» und kümmernden Bäumen.

In der *Nadeldicke* besteht bei den Klebästen kein gesicherter Unterschied zwischen «vitalen» und kümmernden Bäumen. Die Zweige weisen dagegen bei «vitalen» Bäumen wesentlich dickere Nadeln auf als bei kümmernden.

*Nadeldicke in mm im Feldenmoos*

	<i>Oberes Kronendrittel</i>		<i>Mittleres Kronendrittel</i>	
	1969	1970	1969	1970
«Vitale» Bäume	0,81	0,59	0,78	0,61
Kümmernde Bäume	0,49	0,49	0,49	0,47

Kümmernde Bäume weisen somit verhältnismässig dünne Nadeln auf. Beachtenswert ist die rasche Abnahme der Nadeldicke bei den «vitalen» Bäumen.

Bei den Messungen des Nadelmaterials aus Schmiedrueck und dem Schwendenholz ergaben sich Unterschiede und Veränderungen im gleichen Sinne und in der gleichen Grössenordnung wie bei den Proben aus dem Feldenmoos.

Die *Zahl der Spaltöffnungen* wurde in der Nadelmitte auf einer Länge von 2 mm bestimmt. Die Nadeln der «vitalen» Bäume weisen allgemein eine grössere Stomatazahl auf als diejenigen der kümmernden. Ausserdem ist auffallend, dass sie allgemein deutlich abnimmt, während die Nadeln der Klebäste eine Zunahme der Anzahl Spaltöffnungen erkennen lassen.

*Anzahl Spaltöffnungen auf der Nadelunterseite pro 2 mm Nadellänge bei den Proben aus dem Feldenmoos*

	<i>Oberes Kronendrittel</i>		<i>Mittleres Kronendrittel</i>		<i>Klebäste</i>	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970
«Vitale» Bäume	312	293	334	324	241	274
Kümmernde Bäume	284	213	311	278	284	300

Die Unterschiede zwischen «vitalen» und kümmernden Bäumen sind statistisch durchwegs gesichert, diejenigen zwischen den beiden Nadeljahrgängen nur bei den kümmernden Bäumen und den Klebästen.

Da die Spaltöffnungen weitgehend die Transpiration regulieren, könnte die Abnahme ihrer Anzahl als Transpirationsschutz erklärt werden, wobei immerhin bekannt ist, dass die Intensität der Transpiration der Anzahl Spaltöffnungen nicht entsprechen muss. Auffallend ist, dass sich die Nadeln der Klebäste umgekehrt wie die Zweignadeln verhalten.

Der *Wassergehalt der frischen Nadeln* ergab bei den Proben aus den drei Beständen wiederum ähnliche Verhältniszahlen: Bei kümmernden Bäumen ist er allgemein kleiner als bei «vitalen». Bei den Nadeln der beiden letzten Jahrgänge und denjenigen aus dem mittleren und dem oberen Kronenteil ergaben sich dagegen keine gesicherten Unterschiede. Nachstehend sind die durchschnittlichen Ergebnisse der Proben 1969 und 1970 aus dem Feldenmoos angeführt:

*Wassergehalt der Nadeln der Proben aus dem Feldenmoos*

	<i>% des Frischgewichtes</i>		<i>% des Trockengewichtes</i>	
	<i>Oberes Kronendrittel</i>	<i>Mittleres Kronendrittel</i>	<i>Oberes Kronendrittel</i>	<i>Mittleres Kronendrittel</i>
«Vitale» Bäume	55,2	55,4	123,0	123,8
Kümmernde Bäume	53,4	52,0	114,4	108,4

Über Ergebnisse von Untersuchungen über die *Anatomie der Nadeln* hat der Verfasser bereits 1974 berichtet (3). Die erweiterten Untersuchungen bestätigten im wesentlichen die damals beschriebenen Ergebnisse: Die Na-

deln der kümmernden Bäume zeigen mehr oder weniger den Typus von Schattennadeln. Sie weisen gewöhnlich nur 1 bis 2 Palisadenreihen auf, die Nadeln der «vitalen» Bäume dagegen 3 bis 4 Reihen. Bei diesen ist im weitem die Hypodermis dicker. Die Harzkanäle sind bei den «vitalen» Lichtnadeln etwa zur Hälfte randständig, bei den Nadeln kümmernder Bäume dagegen mehrheitlich medial.

Deutliche Unterschiede ergaben sich im *Gehalt an Makronährstoffen* der einjährigen Nadeln. Der Gehalt an Calcium, Kalium und Phosphor ist bei den Nadeln der «vitalen» Bäume grösser als bei den kümmernden, der Stickstoffgehalt dagegen kleiner und der Magnesiumgehalt gleich gross. Die durchschnittlichen Werte liegen im Rahmen der Literaturangaben.

#### 4. Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen

Die untersuchten Nadelmerkmale lassen erkennen, dass es sich beim Tannensterben nicht um eine unvermittelt ausgelöste, sondern eine langsam verlaufende Krankheitserscheinung mit einem allmählichen Vitalitätsschwund handelt. Die Veränderungen in der Morphologie, Struktur und im Wassergehalt der Nadeln, wie wir sie als Folgen oder Ursachen der Vitalitätsabnahme festgestellt haben, erfolgen stets langsam, indem diese Merkmale grossenteils in den Knospenanlagen jahrelang vorausbestimmt sind. Auffallend ist, dass auch die Nadeln der anscheinend noch lebenskräftigen Bäume tendenzmässig, wenn auch abgeschwächt, zeitlich die gleichen Veränderungen erkennen lassen wie diejenigen der kümmernden Bäume. Es muss sich somit um Ursachen handeln, welche die Vitalität sämtlicher Tannen der betreffenden Bestände mehr oder weniger stark vermindert haben. Als besonders kennzeichnend erscheint dabei, dass die Zahl der Spaltöffnungen eine abnehmende Tendenz erkennen lässt und dass sie bei den Nadeln kümmernder Bäume geringer ist als bei den vitalen. Diese Erscheinung deutet auf gleiche Ursachen hin wie die festgestellten Veränderungen des Wassergehaltes der Nadeln: *Das Tannensterben muss in einem engen Zusammenhang stehen mit einer Störung der Wasserversorgung.*

Solche Störungen können sowohl auf klimatischen Einflüssen beruhen, vor allem auf extrem trockenen Vegetationsperioden, als auch auf pathologisch verursachten Erschwerungen der Wasseraufnahme und Wasserleitung.

Die wiederholt geäusserte Vermutung klimatischer Primärursachen des Tannensterbens wird dadurch gestärkt, dass es sich um eine in längeren Zeitabständen schon wiederholt aufgetretene Erscheinung handelt und dass die seit einigen Jahrzehnten festzustellende Zunahme der Erkrankung in die Periode einer deutlichen und für die Tanne ungünstigen Klimaschwankung fällt. Gegenüber den langjährigen Mittelwerten zeichnet sich im natürlichen Tannenareal seit mehreren Jahrzehnten eine Klimaveränderung ab. In der Vegetationszeit, namentlich im Frühjahr und Herbst, wurden in



der überwiegenden Mehrzahl der Monate gegenüber dem langjährigen Mittel beträchtlich höhere Temperaturen und niedrigere Niederschläge gemessen. Auch die Wintertemperaturen lagen grossenteils über dem langjährigen Mittel, während im Unterschied zur Vegetationszeit die Niederschläge dieses übersteigen.

Mehrere aussergewöhnliche Trockenperioden in der Vegetationszeit dürften sich ausserdem auch pathologisch äusserst ungünstig ausgewirkt haben, indem bei extremer Trockenheit viele Feinwurzeln absterben, Mykorrhiza-Verbindungen gestört werden und Wurzelinfektionen Vorschub geleistet wird. Namentlich bei der Fichte ist ja die starke Zunahme von Schäden durch den Wurzelschwamm und Hallimasch nach Trockenjahren längst bekannt. Dass solche Schäden auf normalerweise feuchten Lehm- und Tonböden besonders stark auftreten, hängt mit der starken hygroskopischen Bindung eines erheblichen Teils des Wassers auf solchen Böden zusammen.

Dass es sich beim Tannensterben auch um tiefgreifende Störungen der Stoffwechselforgänge handeln muss, zeigt sich in der mit der Vitalitätsabnahme verbundenen Veränderung des Gehaltes an Makronährstoffen. Eine nähere Untersuchung dieser Erscheinung dürfte zur Lösung des Tannenrätsels weiter beitragen.

Die Ergebnisse der Nadeluntersuchungen vermögen, wie zu erwarten war, die unmittelbaren Ursachen des Tannensterbens nicht abzuklären. Sie dürften aber die vom Verfasser in seiner früheren Arbeit (3) vertretene Auffassung stützen, wonach es sich um die komplexe Wirkung verschiedener Faktoren handelt, wobei einzelne eine auslösende oder ausschlaggebende Wirkung haben müssen. Hervorzuheben sind vor allem klimatische Einflüsse, in manchen Fällen zweifellos verstärkt durch für die Tanne ungeeignete Bestandesformen. Alle erfahrenen Waldbauer, welche sich zum Tannensterben geäussert haben, wie *Dengler, Graser, Köstler, Mayer, Röhrig, Rubner, Tschermak* u. a. und viele im Tannengebiet tätige Praktiker sind sich darin einig, dass bei der Tanne wie bei allen anderen Baumarten zweckmässigen Waldbauverfahren eine wesentliche Rolle für die Verminderung von Krankheitserscheinungen zukommt. Die Primärursachen des Tannensterbens und die dadurch ausgelösten Nebenursachen lassen sich zweifellos durch der Tanne entsprechende Waldbauverfahren nicht ausschalten, dort aber, wo sie wirklich standortsgemäss ist, erheblich vermindern. Es wäre verfehlt, schwarzseherisch manchenorts zukünftig auf diese wertvolle Baumart zu verzichten, wo sie sich seit altersher immer wieder bewährt hat.

Um so mehr, als es sich beim Tannensterben nicht um eine neue, unvermittelt aufgetretene Krankheit handelt, welche die Tanne schon wiederholt überstanden hat, ist zu erwarten, dass Klimaschwankungen in einer für sie günstigen Richtung ihre Vitalität wieder erhöhen können und dass sie bei geeigneter waldbaulicher Behandlung nach wie vor ihre Bedeutung vor allem im montanen Bergmischwald behalten kann.

## Résumé

### Sur le problème du dépérissement du sapin blanc

Au cours des siècles précédents, il fut fait mention à plusieurs reprises du retrait du sapin blanc. A cette occasion, l'on invoqua diverses causes, sans pourtant y apporter de preuves scientifiques. Un dépérissement caractéristique du sapin fait à nouveau apparition depuis une quarantaine d'années, avant tout dans la partie septentrionale et occidentale de son aire de répartition, et à sa limite altitudinale inférieure.

Vu que les symptômes pathologiques des arbres s'expriment souvent dans la conformation des feuilles et des aiguilles, l'auteur a examiné celles d'individus apparemment encore sains et d'individus chétifs sous divers points de vue. Il s'avéra que les sapins d'aspect relativement sain recelaient les mêmes modifications que les dépérissants, mais dans une mesure moindre:

- diminution de la longueur des pousses terminales et des rameaux latéraux,
- diminution de la longueur des aiguilles,
- diminution de l'épaisseur des aiguilles,
- diminution du nombre de stomates,
- diminution de la teneur en eau des aiguilles,
- modification de la teneur des aiguilles en macro-éléments.

Dans les aiguilles des branches gourmandes, ces différences et modifications n'apparaissent généralement pas.

Les recherches montrent qu'il ne s'agit pas, dans le cas du dépérissement du sapin, d'une maladie survenant brusquement, mais au contraire d'un mal progressant lentement, avec une réduction progressive de la vitalité, en relation probable avec la conjonction de diverses causes.

L'auteur attribue aux variations climatiques dans un sens défavorable au sapin et à des périodes sèches répétées un rôle important comme cause primaire, car les dernières décennies se distinguent par des températures considérablement plus élevées ainsi que par des précipitations réduites durant la période de végétation. Dans de nombreux cas, il se peut aussi que des structures de peuplement et des pratiques sylvicoles ne convenant au sapin aient augmenté la sensibilité à la maladie.

D'autant plus qu'il ne s'agit pas d'une nouvelle maladie, soudainement apparue, à laquelle le sapin a apparemment survécu plusieurs fois, l'on peut s'attendre à ce que des variations du climat dans un sens favorable puissent à nouveau renforcer sa vitalité. L'on peut s'attendre aussi à ce que le sapin conserve son importance au sein de la forêt mélangée de l'étage montagnard, et ceci par un traitement sylvicole approprié.

Traduction: *E. Zürcher*

### Literatur

(Umfassende Literaturangaben befinden sich in den Veröffentlichungen von Meyer [8] und Wachter [15])

- (1) *Brinar, M.*: Das Tannensterben und einige Begleiterscheinungen. Zbornik, 1970.
- (2) *Evers, F. H., König, E., Lipphardt, M., Mühlhäusser, G., Stummer, G., Berwig, W.*: Untersuchungen zur Tannenerkrankung. Allg. Forst-Ztsch., 1979.
- (3) *Leibundgut, H.*: Zum Problem des Tannensterbens. Schweiz. Ztsch. f. Forstw., 1974.
- (4) *Leibundgut, H.*: Zur Rassenfrage und Provenienzwahl bei der Weisstanne. Schweiz. Ztsch. f. Forstw., 1978.
- (5) *La Marca, O.*: Ricerche sperimentali su *Heterobasidion annosum* nelle abetine artificiali della Toscana. Annali Accademia Italiana di Scienze forestali. Firenze, 1979.
- (6) *Mayer, H.*: Zur waldbaulichen Bedeutung der Tanne im mitteleuropäischen Bergwald. Forst- u. Holzwirt, 1979.
- (7) *Mayer, H.*: Tannensymposium Wien 1980 (Vervielfältigung).
- (8) *Meyer, H.*: Beitrag zur Frage der Rückgängigkeitserscheinungen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) am Nordrand ihres Naturareals. Archiv f. Forstw., 1957.
- (9) *Meyer, P.*: Über das Weisstannensterben. Berner Wald, 1980.
- (10) *Minutillo, C.*: Das Tannensterben oder der materialistische Trend zum Kahlschlag. Allg. Forstzeitung, 1978.
- (11) *Rehfuss, K. E.*: Standort und Ernährungszustand von Tannenbeständen (*Abies alba* Mill.) in der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft. Forstw. Cbl., 1967.
- (12) *Schütt, P.*: Das Tannensterben. Forstw. Cbl., 1977.
- (13) *Schütt, P.*: Das Tannensterben — ein Umweltproblem? Holz-Zentralblatt, 1980.
- (14) *Taubert, F.*: Beiträge zur äusseren und inneren Morphologie der Licht- und Schattennadeln bei der Gattung *Abies*. Mitt. dtsh. dendrol. Ges., 1926.
- (15) *Wachter, A.*: Deutschsprachige Literatur zum Weisstannensterben (1830—1978). Ztsch. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 1978.
- (16) *Wentzel, K. F.*: Weisstanne = immissionsempfindlichste einheimische Baumart. Allg. Forst-Ztsch., 1980.