

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	125 (1974)
Heft:	7
Artikel:	Zum Problem des Tannensterbens
Autor:	Leibundgut, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-766234

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: 22.02.2026

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

Zum Problem des Tannensterbens

Von *H. Leibundgut*

Oxf.: 181

(Aus dem Institut für Waldbau der ETH Zürich)

1. Allgemeines über das Tannensterben

In der waldbaulichen Literatur wird seit mehr als hundert Jahren immer wieder auf eine Erkrankung älterer Tannen hingewiesen, bei welcher die Kronen von unten nach oben fortschreitend lichter werden und schliesslich absterben. Für dieses «Tannensterben» werden verschiedene Ursachen angeführt: Trockenperioden, extreme Winterkälte, Luftverunreinigung, Verringerung der Widerstandskraft durch genetische Entartung, Befall durch Schadinsekten, unzweckmässige waldbauliche Behandlung usw. Mit Ausnahme der «genetischen Entartung» dürfte tatsächlich örtlich diese oder jene Ursache eine wesentliche Rolle spielen, aber die Erscheinung kaum allgemein erklären lassen. Vor allem trifft jedenfalls nicht zu, dass — wie oft angenommen wird — das «Tannensterben» erst in den letzten Jahrzehnten eingesetzt hat.

Aus zahlreichen Veröffentlichungen geht immerhin seit den 1920er Jahren hervor, dass das Absterben alter Tannen die Forstleute namentlich im Areal der natürlichen Buchenwälder zunehmend beschäftigt, wobei in erster Linie *waldbauliche Ursachen* erwähnt werden. *Karl Dannecker* (1) berichtet hierüber ausführlich. Immerhin werden gerade in neuerer Zeit auch Einwirkungen bestimmter Klimafaktoren als primäre Ursachen des Tannensterbens erwähnt, und in der Überzeugung von der «waldbaulichen Unschuld» wird daher von manchen Forstleuten resigniert das allmähliche Verschwinden dieser Baumart in weiten Gebieten ihrer einstigen Verbreitung gewissermassen als unabänderliche Tatsache hingenommen, um so mehr, als auch die übersetzten Rehwildbestände in vielen Waldungen die Nachzucht der Tanne ohne hohe Kosten für Einzäunungen verunmöglichen. Nutzniesserin dieser Lage ist die vermeintlich viel zuverlässigere Fichte. Schliesslich fand die da und dort unter dem Banner der sogenannten «Rationalisierung» vollzogene Wiedergeburt des Holzackerbaues darin eine willkommene Rechtfertigung.

Wenn die Tanne heute ausserhalb ihres Optimums von manchen Forstleuten stillschweigend aus der Liste der standortsheimischen Wirtschaftsbäumarten gestrichen wird, sind jedoch verschiedene gewichtige Einwände zu erheben: Vorerst darf rein wirtschaftlich nicht übersehen werden, dass die Tanne auf vielen Standorten der Hügel- und Bergstufe die weitaus grösste Massen- und Wertleistung aller einheimischen Baumarten zu erbringen ver-

mag. Selbst bei erheblich geringerer Höhenbonität als die Fichte übersteigt ihre Wertleistung auf Standorten, welche beiden Baumarten entsprechen, wenigstens um 20 bis 30 Prozent diejenige der Fichte. Wälder mit einem erheblichen Tannenanteil gehören deshalb nach Holz- und Geldertrag erfahrungsgemäss zu den ertragreichsten. Vor allem aber ist hervorzuheben, dass der Verlust der Linde eine biologische Verarmung vieler Wälder mit sich bringt, denn keine andere Baumart ist in gleichem Masse befähigt, zum Aufbau stufiger Bestände beizutragen und einen kleinflächigen, natürlichen Artenwechsel zu ermöglichen. Die Mischung Fichte—Tanne—Buche ist auf vielen Standorten der Berg- und Hügelstufe die weitaus ertragreichste, natürlichste und daher waldbaulich einfachste. Die Lösung des «Tannenrätsels» muss daher jeden Waldbauer, der das Glück hat, im Verbreitungsgebiet dieser drei Baumarten wirken zu dürfen, intensiv beschäftigen. Da auch unser Lehrwald zum grossen Teil geeignete Standorte für diese Mischung aufweist und in manchen Beständen die Linde die erwähnten Merkmale einer vorzeitigen Alterung zeigt, haben wir uns eingehender mit dieser Erscheinung befasst. Die dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse erlauben, gemeinsam mit Eindrücken aus dem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet der Linde, wenigstens einige begründete Mutmassungen über die Ursachen des Tannensterbens zu ziehen. Diese vermögen vielleicht Anregung zu weiteren, umfangreicher Untersuchungen und Beobachtungen zu bieten.

2. Das «Tannensterben» im Lehrwald Albisriederberg

Im Lehrwald Albisriederberg der ETH Zürich ist die Linde trotz vielerorts zusagenden Standorten nur schwach vertreten. Als Oberholz im ehemaligen Mittelwald finden wir vor allem sehr schöne und wertvolle Fichten, dagegen nur selten Linden, und in den grossenteils früher nach Saumhieben ausgeführten reinen Fichtenkulturen haben sich höchstens zufällig einzelne Linden angesamt. Die Anzahl der Linden reichte aber trotzdem aus, um Zuwachsvergleiche über längere Zeit durchzuführen. Interessant ist dabei ein Vergleich der Massenzuwachsprozente von Fichte und Linde. Bei den Wirtschaftsplanrevisionen 1950, 1962 und 1968 wurden daher die Zuwachsprozente der einzelnen Baumarten für die drei Betriebsteile des Albisriederbergs stärkeklassenweise nach der Kontrollmethode berechnet. Beim *Betriebsteil I* (Stadthang) handelt es sich um einen mässig geneigten bis steilen, durch mehrere Gräben gegliederten Nordhang in der Höhenlage 480 bis 700 m ü. M. Die Standorte entsprechen zur Hauptsache dem frischen Buchenmischwald und dem Traubeneichen-Buchen-Wald. Linde und Fichte sind hier hauptsächlich im ehemaligen Mittelwald als Oberholz vertreten. Der *Betriebsteil II* (Waldegg) umfasst ein wenig gegliedertes, leicht nach NW abfallendes Plateau in der Höhenlage von 590 bis 690 m. Standörtlich handelt es sich um frischen Buchenmischwald und Stieleichen-Hagebuchen-Wald. Der Mittelwald wurde hier schon im letzten Jahrhundert grossenteils direkt umgewandelt. Die Linde ist nur in einigen Altholzresten stärker ver-

treten, im übrigen in den reinen, gleichaltrigen Fichtenbeständen einzeln bis gruppenweise eingesprengt. Der *Betriebsteil III* (Üetliberg) umfasst den obersten Teil des Revieres von 690 bis 840 m ü. M. Der mässig geneigte Nordwesthang weist grossenteils Standorte des frischen Buchenmischwaldes und Stieleichen-Hagebuchen-Waldes, in Mulden des Ahorn-Eschen-Waldes auf. Fichte und Tannen sind hier im ehemaligen Mittelwald in den Bestandesschichten vorhanden. Im obersten Teil des Revieres stockt ein reiner, kritischer, etwa 100jähriger Fichtenbestand, hervorgegangen aus einer Weide-aufforstung. Die vorhandenen Tannen dürften sich seinerzeit in der Aufforstungsfläche natürlich angesamt haben oder bereits als Vorwuchs vorhanden gewesen sein.

Die Zuwachsuntersuchungen ergaben die folgenden Resultate:

Die *Fichte* zeigt in den letzten 18 Jahren allgemein in allen Stärkeklassen mit Ausnahme des Betriebsteiles III eher eine steigende Tendenz des Zuwachses, vor allem wohl als Folge der intensiven Durchforstung. Bei der *Tanne* dagegen sind die Zuwachsprozente von der Periode 1944 bis 1950 bis und mit der Periode 1956 bis 1962 allgemein erheblich zurückgegangen. Dieser Rückgang hielt zum Teil auch noch in der Periode 1962 bis 1968 an, verflacht sich nun aber offensichtlich. Es geht daraus hervor, dass sich seit dem Ende der Periode 1944 bis 1950 wenigstens vorübergehend bei der Tanne im Unterschied zur Fichte die Zuwachsverhältnisse ganz erheblich, das heisst im Mittel im Betriebsteil I um 33 Prozent, im Betriebsteil II um 27 Prozent und im Betriebsteil III sogar um 50 Prozent, verschlechtert haben. Es handelt sich somit nicht bloss um den im schweizerischen Mittelland allgemein festgestellten Leistungsrückgang der Tanne im starken Baumholz, sondern in sämtlichen Stärkeklassen, wie Tabelle 1 zeigt.

Tabelle 1. Prozentualer Rückgang der Zuwachsprozente der Tanne von der Wirtschaftsperiode 1944 bis 1950 zur Wirtschaftsperiode 1950 bis 1962

Stärkeklasse	Betriebsteil I	Betriebsteil II	Betriebsteil III
16 bis 24 cm	37 %	21 %	26 %
24 bis 36 cm	36 %	31 %	35 %
36 bis 52 cm	47 %	25 %	41 %
über 52 cm	55 %	33 %	53 %

Am stärksten ist der Rückgang somit im allgemeinen beim starken Baumholz. In diesem gehen auch alljährlich einzelne Tannen mit den bekannten Erscheinungen ein.

Es liegt nahe, diesen allgemeinen Zuwachsrückgang der Tanne mit der Witterung in Verbindung zu bringen. Aufschlussreich dürften daher vor allem die Abweichungen der jahreszeitlichen Niederschläge vom langjährigen Mittel sein. Diese sind für Fünfjahresperioden in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Abweichungen der jahreszeitlichen Niederschläge der Station Zürich vom langjährigen Mittelwert (in Millimetern)

Periode	Frühjahr (253 mm)	Sommer (410 mm)	Herbst (264 mm)	Winter (209 mm)
1933 bis 1938	+ 9	+ 7	+ 24	— 5
1939 bis 1944	+ 25	— 17	+ 48	— 27
1945 bis 1950	— 39	— 65	— 29	+ 3
1951 bis 1956	— 4	+ 21	— 16	+ 19
1957 bis 1962	— 28	— 16	— 56	+ 58
1963 bis 1968	+ 72	— 28	+ 3	+ 2

Auffallend ist das Manko der Niederschläge in den Vegetationsperioden, für die wir auch Zuwachsrückgänge festgestellt haben. Dieses Manko beträgt für die ganze Vegetationsperiode 1945 bis 1950 133 mm und 1957 bis 1962 100 mm.

Es liegt somit nahe, in unserem Revier den Zuwachsrückgang der Tanne auf die lange Folge trockener Vegetationsperioden zurückzuführen. Diese Vermutung wird auch durch die folgenden Untersuchungen bestärkt:

Forstingenieur *M. Kotar* aus Slowenien hat im Sommer 1970 im Lehrwald insgesamt 1097 Tannen nach folgenden *Vitalitätsgraden* taxiert:

Vitalitätsgrad 10: Vitale Tannen mit gesunden Kronen und intensiv grüner Nadelfarbe. Keine Wasserreiser.

Vitalitätsgrad 20: Tannen mit lichter, jedoch noch gesund erscheinender Krone. Geringe Wasserreiserbildung.

Vitalitätsgrad 30: Tannen mit kümmernder Krone, oft Mistelbefall und starke Wasserreiserbildung.

Die von Forstingenieur *M. Kotar* durchgeföhrte und von Forstingenieur *P. Jager* ergänzte statistische Auswertung ergab gesicherte Unterschiede zwischen den frischen und den trockenen Standorten, indem die durchschnittlichen Vitalitätsgrade hier wesentlich geringer waren. Die Annahme, wonach der Zuwachsrückgang mit der Wasserversorgung in Zusammenhang zu bringen sei, wird somit bestätigt. Beachtenswert ist ferner, dass zwischen den Tannen im ehemaligen Mittelwald und denjenigen im Hochwald kein statistisch gesicherter Unterschied besteht, wobei immerhin zu bemerken ist, dass die Tannen im Mittelwald durchschnittlich wesentlich älter sind als diejenigen im Hochwald.

Stark gesicherte Unterschiede ergaben sich im weitern zwischen den *Altersklassen* einerseits und den *Bestockungsgraden* anderseits: Bei den über 80jährigen Tannen ist die Vitalität wesentlich geringer als bei den 60- bis

80jährigen, und ebenso ist sie bei den Bestockungsgraden von 0,6 bis 0,8 kleiner als bei denjenigen über 0,8.

Die Durchschnittswerte sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3. Durchschnittliche Vitalitätswerte

Bestockungsgrade	0,6 bis 0,8	22,2
	0,9 bis 1,0	20,2
Alter	60 bis 80 Jahre	19,9
	über 80 Jahre	23,0
Standorte	Ahorn-Eschen-Wald	20,3
	Stieleichen-Hagebuchen-Wald	20,8
	Frischer Buchenmischwald	20,8
	Traubeneichen-Buchen-Wald	22,8

Im wesentlichen lassen sich aus diesen Untersuchungen die nachstehenden *Folgerungen* ziehen:

- Die Vitalität alter Tannen sinkt bei der Auflichtung früher dichtgeschlossener Bestände merklich ab.
- Bei über 80jährigen Tannen geht deren Vitalität stark zurück.
- Auf den dauernd gut wasserversorgten Standorten ist die Vitalität wesentlich grösser als auf den trockenen Standorten.

Wenn das Kümmern alter Tannen auf eine akute Schädigung zurückzuführen wäre, dürften vitale und kümmernende Bäume im obersten Kronenteil kaum anatomische und morphologische Unterschiede erkennen lassen, da ja die Nadeln zehn und mehr Jahre lebensfähig sind und die Nadelstruktur in den Knospenanlagen vorbestimmt ist. Zur Abklärung dieser Frage liessen wir durch den Laborantenlehrling *Albert Kuhn* Nadelquerschnitte und Nadelmessungen von alten Tannen verschiedener Vitalität ausführen.

Rein äusserlich unterschieden sich die Nadeln der kümmernenden Bäume von denjenigen der vitalen grossenteils durch eine matte, dunkle Färbung, hervorgerufen durch einen starken Überzug von *Russtaupilzen*. Das schwarze Myzel dieser Pilze ernährt sich bekanntlich vom «Honigtau», also zuckerhaltigen Blattlausausscheidungen. Ebenso zeigten die dünnen Zweige einen starken Überzug der Rinde von Russtau. Dadurch werden die Assimilation und Atmung der Nadeln beeinträchtigt und ein Lichtentzug bewirkt. Wir könnten daraus, was nicht weiter untersucht wurde, auf einen relativ starken Blattlausbefall der kümmernenden Tannen schliessen. Dieses liesse sich durch die Turgeszenzverhältnisse leicht erklären.

Deutliche Unterschiede zeigten sich im *Nadelquerschnitt*, indem das Verhältnis von grösster Nadelbreite zur grössten Nadeldicke folgende Werte erreichte:

Nadeln vitaler Bäume	2,11 bis 4,47
Nadeln von kümmernden Bäumen	3,72 bis 4,58

Eine statische Untersuchung wurde nicht durchgeführt, da dazu das Zahlenmaterial nicht ausreichte. Jedenfalls ist aber festzustellen, dass die Nadeln kümmernder Bäume verhältnismässig dünn sind.

Dies bestätigte sich bei den Untersuchungen über die *Blattanatomie*. Die Nadeln kümmernder Bäume zeigten auch im obersten, gutbelichteten Kronenteil mehr oder weniger den Typus der Schattennadel. Sie sind wie die Nadeln aus dem unteren Kronenteil vitaler Bäume anatomisch relativ wenig differenziert. Die zumeist gescheitelt angeordneten Nadeln der kümmernden Bäume weisen gewöhnlich nur 1 bis 2 Palisadenreihen auf, die Nadeln der vitalen Bäume dagegen 3 bis 4 Reihen. Bei diesen ist im weiteren die erheblich dickere Hypodermis in der Regel nicht unterbrochen, bei den kümmernden dagegen immer. Die Harzkanäle sind bei den vitalen Lichtnadeln etwa zur Hälfte randständig, bei den kümmernden dagegen mehrheitlich medial. Die Nadeln der absterbenden Bäume entsprechen wie diejenigen der Klebäste somit weitgehend der Jugendform.

Auffallenderweise fehlt den Nadeln kümmernder Bäume der sonst bei den Lichtnadeln der oberen Kronenpartien typische Insulations- und Transpirationsschutz (dickere Epidermis und Cuticula, Wachsschicht). Es ist daher zu erwarten, dass die kümmernden Bäume unter Wassermangel, Lufttrockenheit, starker Besonnung und Bewindung ganz besonders leiden.

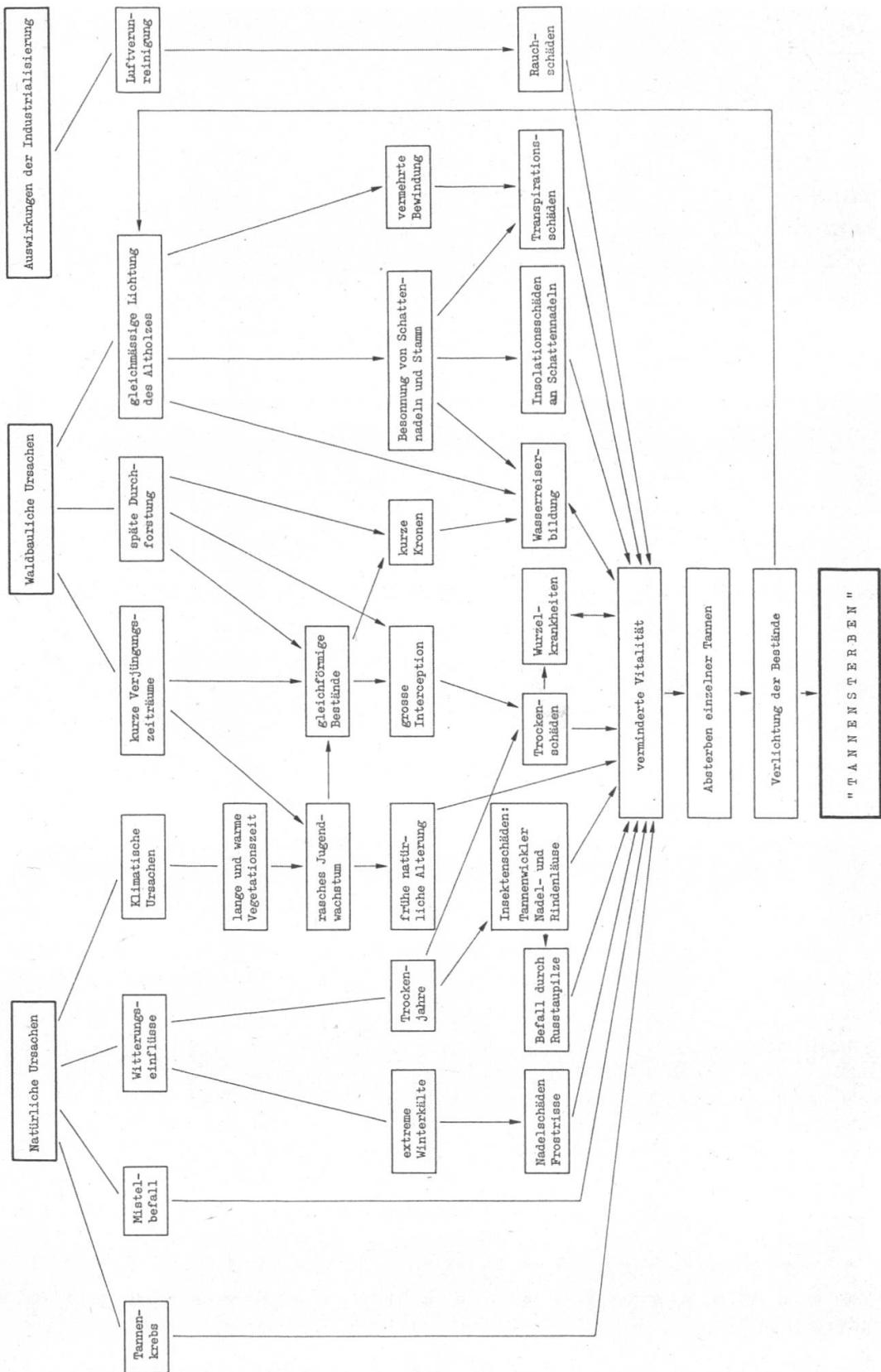
Alle diese Feststellungen lassen darauf schliessen, dass das Kümmer alter Tannen nicht auf einer unvermittelten, akuten Schädigung beruht, sondern auf einem *allmählichen* Vitalitätsschwund. Damit ist die Vermutung, dass das «Tannensterben» in unserem Fall mit den langen Trockenperioden in Zusammenhang steht, keineswegs widerlegt. Die Trockenperioden dürften aber kaum die einzige Ursache darstellen, sondern das Kümmer bloss ausgelöst oder beschleunigt haben. Denn die Auswirkungen der Trockenjahre zeigten sich bei *allen* Stärkeklassen, ohne dass deswegen bei den jüngeren Bäumen ein «Sterben» zu verzeichnen gewesen wäre.

3. Schlussbetrachtung

Es liegt nahe, das «Tannensterben» auf die komplexe Wirkung *zahlreicher* Ursachen zurückzuführen, was durch die nachstehende schematische Darstellung veranschaulicht wird.

Dass *natürliche Einflüsse* dabei eine wesentliche Rolle spielen, lässt sich schon aus den seit mehr als hundert Jahren von Zeit zu Zeit immer wieder

URSACHEN DES TANNENSTERBENS



vor allem in den unteren Randgebieten des Tannenvorkommens festgestellten Abgängen der Linde schliessen. Hier ist sie nicht nur relativ wenig konkurrenzkräftig, sondern auch offensichtlich empfindlich gegenüber Schadeflüssen irgendwelcher Art. Wie weit dabei wanderungsgeschichtlich bedingte Faktoren eine Rolle spielen, ist noch nicht abgeklärt. Nachdem irrtümlicherweise die Linde bis in die neueste Zeit von der Baumrassenforschung als wenig interessant vernachlässigt wurde, haben namentlich die Werke von *Hannes Mayer* (2) über tannenreiche Wälder und ausgezeichnete Arbeiten von *Friedrich Kral* (3) und *Enrique Marçet* (4) gezeigt, dass die Lösung des «Tannenrätsels» vor allem auch eine gründliche genetische und ökologische Erforschung dieser Baumart voraussetzt.

Ganz besonders aber möchten wir doch nach wie vor den *waldbaulichen Einflüssen* grosse Bedeutung für die Erscheinung des Tannensterbens beimessen. Große Tannenanteile in oft gleichförmigen Beständen finden wir von Natur aus, abgesehen von einigen Sonderstandorten, nur in den eigentlichen Tannenwäldern und in der oberen Bergstufe. Auf den eigentlichen Buchen- und Laubmischwaldstandorten ist die Linde dagegen eine Mischbaumart vom Charakter eines «Begleiters». Der gleichaltrige Tannen-Fichten-Bestand und der reine Tannenbestand sind hier etwas durchaus Naturwidriges. Wo die Linde nicht vorerst unter Schirm aufwächst und sich nicht allmählich in die Oberschicht hinaufarbeitet, sondern von Jugend an über volle Wachstumsfreiheit verfügt, altert sie erfahrungsgemäß früh, sogar früher als die Fichte. In dichten, geschlossenen Beständen bildet sie eine kurze, wenig lebens- und regenerationsfähige Krone. Bei der natürlichen, altersbedingten oder durch waldbauliche Eingriffe bewirkten Auflichtung der Altbestände geht die Vitalität solcher «Kümmerkronen» rasch zurück. Gestiegerte Transpiration, Befall von Nadel- und Rindenläusen oder Triebwicklern setzen die Vitalität weiter herab, so dass einige Dürrejahre oder Nadelsschädigungen durch extreme Winterkälte genügen, um das «Sterben» einzuleiten. Im ökologischen Grenzgebiet ist die Linde die «Mimose» unter den Waldbäumen. Starke, unvermittelte Eingriffe und ihrer Natur nicht entsprechende Bestandesstrukturen besiegen ihre Existenz. Hier muss die Linde in langen Verjüngungszeiträumen unter Schirm verjüngt und vorerst im Schatten und in Mischung erzogen werden. In stufig aufgebauten Beständen ist durch häufige, jedoch schwache Eingriffe für vitale, lange Kronen zu sorgen, welche bis zur Hiebreife beibehalten werden sollten. Die Linde ist somit keine Baumart für den Holzackerbau! Wenn wir diese auch außerhalb ihres Optimumgebietes hochproduktive Baumart nicht auf den Aussterbeetat setzen wollen, müssen wir ihr — abgesehen von der Lösung des Wildschadenproblems — ungleichförmige und dauernd stufige Mischbestände zuweisen. Ungeeignete Mischung, Dichtschluss, verspätete Durchforstung, grobe Eingriffe im Altbestand und kurze Verjüngungszeiträume dürften die Hauptursachen des Tannensterbens sein. Frühere waldbauliche Fehler sollten daher nicht

zum Verdikt über die Tanne führen, sondern zu einer Abkehr vom einfachen Schema der Gleichbehandlung aller Baumarten.

Résumé

Le problème du dépérissement du sapin blanc

La littérature sylvicole fait état depuis plus d'un siècle du dépérissement pré-maturé de vieux sapins. Il ne s'agit donc pas d'un phénomène occasionné pour la première fois durant ces dernières années par des effets climatiques ou des parasites. Une étude réalisée dans la forêt d'enseignement de l'Albisriederberg près de Zurich a cependant montré que les taux d'accroissement en volume du sapin ont fortement régressé dans toutes les classes de grosseur après les périodes de sécheresse des années quarante. Le dépérissement ne se manifesta toutefois que chez les sapins âgés. L'étude démontre que la vitalité des vieux sapins blancs diminue fortement lorsque des peuplements jusque-là très denses sont brusquement éclaircis, et que la vitalité est nettement plus élevée dans les stations bien approvisionnées en eau que dans les stations sèches. Des analyses d'aiguilles prélevées sur des sapins dépérisants d'une part et vitaux de l'autre ont mis en évidence de nettes différences morphologiques et anatomiques, permettant de déduire que le dépérissement n'est pas le résultat d'un dégât unique mais d'une lente diminution de vitalité. En plus des influences naturelles, le dépérissement est dû avant tout à un traitement non approprié du sapin. Celui-ci doit en effet être rajeuni lentement sous couvert, et être éduqué dans l'ombre et en mélange. L'auteur souligne particulièrement la production élevée — en volume et en valeur — du sapin et conseille un traitement convenant à cette essence.

Traduction: J.-F. Matter

Literatur

- (1) *Dannecker, Karl: Aus der hohen Schule des Weisstannenwaldes.* Sauerländer, Frankfurt am Main, 1955
- (2) *Mayer, Hannes: Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen.* BLV-Verlag, 1963
- Mayer, Hannes: Tannenreiche Wälder am Südabfall der mittleren Ostalpen.* BLV-Verlag, 1969
- (3) *Kral, Friedrich: Grundlagen zur Entstehung der Waldgesellschaften im Ostalpenraum.* In: *Vegetationsgeschichte der Alpen.* Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart 1972
- (4) *Marcket, Enrique: Versuche zur Dürreresistenz inneralpiner «Trockentannen» (*Abies alba* Mill.).* Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, Jg. 122, Nr. 3, 1971
- Marcket Enrique: Versuche zur Dürreresistenz inneralpiner «Trockentannen» (*Abies alba* Mill.). 2. Mitteilung.* Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, Jg. 123, Nr. 11, 1972