

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 117 (1966)

**Heft:** 11

  

**Artikel:** Erfassung der als Folge von Immissionen eingetretenen Zuwachsverluste

**Autor:** Pollanschütz, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766366>

### **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:** 02.05.2026

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

## **Erfassung der als Folge von Immissionen eingetretenen Zuwachsverluste<sup>1</sup>**

Von J. Pollanschütz, Wien

Oxf. 425.1

Bei den Untersuchungen in einem Immissionsgebiet ist es letztlich von ausschlaggebender Bedeutung, ob die zu verschiedenen Zeiten innerhalb einzelner lokaler Bereiche registrierten Schadstoffkonzentrationen ausgereicht haben, daß sie einerseits für das Absterben von Einzelstämmen oder ganzen Flächen verantwortlich gemacht werden können und andererseits auch ausgereicht haben, um die Zuwachsleistung der lebenden Einzelstämme und somit der im Einflußbereich verbliebenen Bestände zu vermindern.

An die Rauchschadendiagnose, nämlich die Frage, ob die festgestellten Immissionen als Ursache für an den Waldbeständen entstandene Schäden anzusehen sind, schließt sich im Falle der Bejahung im Zuge einer Rauchschadenfeststellung unmittelbar die Frage nach der genauen Ausdehnung und möglichen Zonierung des Schadengebietes an. *Ihr folgt die kardinale Frage nach der Höhe des innerhalb der ausgeschiedenen Zonen bzw. Bestände entstandenen wirtschaftlichen Schadens.*

Unser Blick richtet sich in der Regel also vornehmlich auf den Produktionsausfall oder Ertragsrückgang, den der Waldbesitzer durch Fremdverschulden erlitten hat, und weniger auf die weiteren dadurch ausgelösten betriebswirtschaftlichen Folgen, wie Betriebsbehinderungen, Bewirtschaftungsmehrkosten verschiedener Art.

Keinerlei Berücksichtigung finden bei solchen rein forstwirtschaftlichen Rauchschadenuntersuchungen die ebenfalls eingetretenen Beeinträchtigungen der Schutz- aber auch Wohlfahrtsfunktionen des Waldes. Im öffentlichen bzw. allgemeinen Interesse sollten diese Schäden, obzwar nicht meßbar, jedoch teils gutachtlich bewertbar, teils nur hinsichtlich ihres ideellen Wertes abschätzbar, nicht ganz aus dem Auge verloren werden.

Nach diesem zusammenfassenden ganz groben Überblick über die möglichen Schäden und Schadenkomponenten wollen wir uns dem durch Immissionseinfluß entstandenen Produktionsausfall an Holzmasse zuwenden.

Hinsichtlich Intensität der Schädigungen und der in Abhängigkeit von der Zeit angerichteten Schäden kann man bei der Bemessung des Produk-

<sup>1</sup> Gekürzte Wiedergabe eines Vortrages, welcher im November 1965 anlässlich des Symposiums «Rauchschäden in Österreich» gehalten wurde.

tionsausfalles, grob gesprochen, drei Schadenkategorien unterscheiden, welche gleichzeitig als generelle Richtschnur für eine Ausscheidung nach Schadenzonen in jedem konkreten Falle gelten können.

Die erste Kategorie bilden jene Schäden, bei welchen es innerhalb kurzer Frist infolge sehr hoher Immissionskonzentrationen mitunter flächenmäßig deutlich abgegrenzt zum Absterben aller oder des größten Teils der Bäume eines Bestandes kommt. Hinsichtlich Feststellung des entstandenen langfristigen Produktionsausfalles, ausgedrückt in Festmetern pro Jahr und Hektar, ergeben sich bei dieser Gruppe von akuten und starken chronischen Schäden in der Regel keine unüberwindlichen technischen Schwierigkeiten. Die Fragen der mengenmäßigen Schadenfeststellung treten gegenüber der nachfolgenden Schadenbewertung in den Hintergrund, bei welcher — ausgehend von den quantitativen Werten — vor allem qualitative Momente zu beachten sind. Etwas anders verhält es sich mit den folgenden Gruppen.

Die zweite Kategorie bilden jene chronischen Schäden an Waldbeständen, welche durch erheblich verminderte Zuwachsleistung der Einzelbäume gekennzeichnet sind, zu welcher im Laufe der Zeit ein beachtlicher weiterer Produktionsausfall durch das sukzessive Absterben von Einzelbäumen, ihrer individuellen und teils bedingten Widerstandskraft entsprechend, hinzukommt. Im Hinblick auf die Bewertung sind schon bei der quantitativen Erfassung dieser Komponente des gesamten Produktionsausfalles die im Vordergrund stehenden qualitativen Aspekte zu beachten.

Die dritte Kategorie bildet die Gruppe von leichten chronischen Schäden, welche nur durch in unterschiedlichem Maße verminderte quantitative Zuwachsleistung der Einzelbäume bestimmter Bestände gekennzeichnet ist. Der Ausfall von Einzelbäumen, also von Zuwachsträgern bzw. Produktionsgliedern ist bei dieser Kategorie innerhalb des Bemessungszeitraumes so gering, daß er kaum ins Gewicht fällt.

Welcher der drei Hauptkategorien ein Bestand, eine Gruppe von Beständen, eine Zone zum Zeitpunkt der Erhebung dem Zustand entsprechend zuzuordnen ist, hängt zwar ursächlich, aber nicht nur alleine von der Konzentration und der Dauer der Immissionen, sondern auch von einer Vielfalt anderer einflußnehmender Faktoren und deren Wechselwirkungen ab.

Im Rahmen dieses Referates wollen wir uns nun aber nicht dem Zusammenspiel aller erfaßbaren Faktoren widmen, welche die Intensität, aber auch die Geschwindigkeit des Fortschreitens der Schädigungen bewirken, sondern der möglichst objektiven Feststellung der infolge von toxischen Immissionen unter den verschiedensten Umständen eingetretenen Ausfälle in der Holzmassenproduktion, und hiebei vor allem der verminderten vornehmlich quantitativen Zuwachsleistung der Einzelbäume und der daraus resultierenden verminderten Holzmassenproduktion der Bestände unser Augenmerk zuwenden.

Wir können uns, da wir vor allem die Schadenkomponente der *verminderten Zuwachsleistung* im Auge behalten wollen, grob gesprochen, auf die zweite und dritte der vorhin erwähnten Schadenkategorien beschränken.

Im Normalfall leistet ein annähernd gleichaltriger Bestand innerhalb einer bestimmten Zeitspanne einen Zuwachs an Holzvolumen, der sich aus der Differenz des Vorrates am Ende der in Frage stehenden Periode, minus Vorrat am Anfang, plus der während dieser Periode planmäßig erfolgten Nutzungen ergibt. (Wobei wir eine Wirtschaftseinheit, eine Betriebsklasse oder einen Forstbetrieb als Ganzheit im Auge behalten.) Die entsprechende Formel lautet:

$$Z = (V_E - V_A + N).$$

Ergibt sich jedoch während dieser zu untersuchenden Zeitperiode infolge eines schädigenden Einflusses eine verminderte Zuwachsleistung für die Gesamtheit der Einzelbäume eines Bestandes ( $Z - ZV$ ), also ein Zuwachsverlust im eigentlichen Sinne von der Größe  $- ZV$  – und außerdem ein außerplanmäßig notwendig gewordener Mehreinschlag an abgestorbenen Stämmen mit der Gesamtsumme  $- ME$  –, so ergeben diese beiden Größen zusammengenommen den gesuchten gesamten quantitativen Produktionsausfall, also die Differenz  $- D$  – zwischen dem tatsächlichen «Ist-Vorrat» und dem «Soll-Vorrat», welcher sich bei ungeschmälertem Zuwachs  $- Z$  – sowie normaler Nutzung  $- N$  – am Ende der Periode ergeben hätte.

$$(V_{E(soll)} - V_{E(ist)}) = D = (ZV + ME)$$

Dies entspricht der Formulierung, wie sie 1964 von Enderlein verwendet wurde. Diese läßt sich in nachstehender formelmäßiger Beschreibung zusammenfassen:

$$\begin{aligned} V_{E(ist)} &= \left[ V_A + (Z - ZV) - (N + ME) \right] = \\ &= \left[ (V_A + Z - N) - (ZV + ME) \right] = \\ &= \left( V_{E(soll)} - D \right) \end{aligned}$$

Die als Produktionsausfall bezeichnete Differenz  $- D$  – umfaßt demnach zwei grundlegend verschiedene Komponenten. Während mit dem Zuwachsverlust  $- ZV$  – ein *quantitativer* und erst in sekundärer Hinsicht ein *qualitativer* Verlust erfaßt wird, stehen bei der Komponente Mehreinschlag  $- ME$  – *qualitative Verluste* im Vordergrund, welche hinsichtlich der Bewertung nicht zuletzt als erzwungener vorzeitiger Kapitalabbau im Rahmen der Wirtschaftseinheit, also im Rahmen des Forstbetriebes, zu betrachten sind.

Die beiden Komponenten  $- ZV$  – und  $- ME$  – werden nicht nur gesondert ermittelt, sondern sind demnach mit Rücksicht auf die nachfolgende Bewertung getrennt und nicht etwa der «Einfachheit» halber als die Differenz  $- D$  – zwischen «Ist»- und «Soll»-Vorrat zu verbuchen.

Die mengenmäßige Feststellung der Größe — ME —, also des außerplanmäßigen notwendigen Mehreinschlages der infolge Immissionseinwirkung abgestorbenen Stämme, wird am zweckvollsten und wohl auch fehlerfreiesten bestandesweise an Ort und Stelle als Schlagabmaß im Zuge der jeweiligen Kalamitätsnutzung bestimmt. Hiemit ist nicht gesagt, daß es nicht auch andere Ermittlungsmöglichkeiten gibt.

Für die Ermittlung des Zuwachsverlustes — ZV — im engeren Sinne, bzw. der verminderten Zuwachsleistung (Z — ZV), ist es notwendig, eine ziemlich umfangreiche ertragskundliche Stichprobennahme und eine eingehende jahrringchronologische Untersuchung anzustellen.

Der jährliche oder der periodische Zuwachs eines Bestandes *im engeren Sinne* resultiert, der vorausgegangenen Formulierung entsprechend, aus der Summe des jährlichen oder periodischen Volumen- bzw. Massenzuwachses der am Ende des Untersuchungszeitraumes vorhandenen Einzelstämme:  $Z = \sum z_v$ . Ein etwa durch Bestockungsrückgang eingetretener Zuwachsverlust bleibt hierbei unberücksichtigt.

Den Volumenzuwachs des Einzelstammes, der sich jährlich als Zuwachsmantel in der Regel am ganzen Stamm anlegt, können wir als Differenz des Volumens am Ende einer Vegetationsperiode minus Volumen am Anfang der Vegetationsperiode beschreiben:

$$z_v = v_2 - v_1$$

In analoger Weise gilt diese Formel für mehrere Jahre, also für eine bestimmte Periode.

Das Volumen des Einzelstammes ergibt sich nach der allgemeinen Formel:

$$v = g \cdot h \cdot f = g \cdot (hf),$$

wobei  $g$  = Kreisfläche mit Rinde (Grundfläche),  $h$  = Baumhöhe und  $f$  = Formfaktor bzw.  $(hf)$  = Formhöhe bedeutet.

Die Zuwachsformel können wir demnach auch anders schreiben

$$z_v = (g_2 \cdot h_2 \cdot f_2 - g_1 \cdot h_1 \cdot f_1) \text{ oder } z_v = g_2 \cdot (hf)_2 - g_1 \cdot (hf)_1.$$

Nachdem  $g_1 = g_2 - z_g$

$$h_1 = h_2 - z_h$$

$$f_1 = f_2 - z_f \text{ bzw.}$$

$$(hf)_1 = (hf)_2 - z_{hf}$$

ist, können wir der allgemeinen Zuwachsgleichung folgende Gestalt geben:

$$z_v = \left[ g_2 \cdot h_2 \cdot f_2 - (g_2 - z_g) \cdot (h_2 - z_h) \cdot (f_2 - z_f) \right] \text{ oder}$$

$$z_v = \left[ g_2 \cdot (hf)_2 - (g_2 - z_g) \cdot (hf_2 - z_{hf}) \right]$$

Die Größe « $g_2$ » (Grundfläche mit oder ohne Rinde am Ende der Periode) erhalten wir durch die Kluppiierung und Rindenmessung, « $h_2$ » durch die

Höhenmessung, «f<sub>2</sub>» oder «(hf)<sub>2</sub>» indirekt über die gemessenen oberen Durchmesser mit Hilfe einer für das betreffende Gebiet geltenden oder allgemeinen Formfunktion, oder im zweiten Falle einer Formhöhenfunktion (Pollanschütz, 1965).

Von den drei Zuwachswerten ist der bei weitem bedeutungsvollste und gewichtigste der Grundflächenzuwachs — z<sub>g</sub> — ohne Rinde, welchen wir auf Grund der Zuwachsbohrungen aus dem Radialzuwachs — z<sub>r</sub> — berechnen können:

$$\begin{aligned} z_g &= g_2 - g_1 & g_2 &= r_2^2 \cdot \pi \\ g_1 &= r_1^2 \cdot \pi & r_1 &= r_2 - z_r \\ z_g &= \pi \cdot (2r_2 \cdot z_r - z_r^2) \text{ oder} \\ z_g &= \pi \cdot (d_2 \cdot z_r - z_r^2) \end{aligned}$$

(Um zu den analogen Werten mit Rinde zu gelangen, müssen wir die Werte ohne Rinde mit den entsprechenden Rindenfaktoren multiplizieren. Die Rindenfaktoren ermittelt man am zweckvollsten mit Hilfe einer einfachen Gleichung, etwa in Abhängigkeit vom Durchmesser, zum Beispiel:

$$Rf = a + b \cdot d.)$$

Auf methodische Unterschiede zwischen Radialzuwachs- und Durchmesserzuwachsbestimmung sowie auf die zu beachtenden möglichen Meßfehler hinzuweisen, erspare ich mir an dieser Stelle (siehe diesbezüglich Siostrzonek, 1958; Abetz, 1960; Pollanschütz, 1963).

Bezüglich der Ermittlungsmöglichkeiten der Komponenten z<sub>h</sub>, z<sub>f</sub> bzw. z<sub>hf</sub> wird auf den bereits erwähnten Vortrag verwiesen, welcher vom Verein zur Förderung der Forstlichen Forschung (Anschrift: Forstliche Bundesversuchsanstalt, 1131 Wien) zusammen mit den übrigen im Rahmen des Symposiums «Rauchschäden in Österreich» gehaltenen Vorträgen in einem Sonderband publiziert wurde.

An dieser Stelle wollen wir lediglich der Komponente — z<sub>r</sub> — dem Radialzuwachs bzw. den Jahrringbreiten weiteres Augenmerk widmen.

Tragen wir die jährweise mit Hilfe eines Jahrringmeßgerätes gemessenen Breiten der Jahrringe nebeneinander auf und verbinden diese Punkte, so entsteht eine gebrochene Linie, welche wir als Jahrringdiagramm bezeichnen können. Vergleichen wir nun die Jahrringdiagramme der Einzelbäume oder die Mittelwertdiagramme ganz bestimmter Stammgruppierungen einzelner Bestände miteinander, so fallen sofort spezifische Gesetzmäßigkeiten in den Bildern dieser Diagramme auf. Es zeichnen sich charakteristische Jahre oder Gruppen von Jahren mit relativ niedriger oder relativ hoher Zuwachsleistung ab, die in erster Linie durch klimatische Einflüsse hervorgerufen wird. Derartige Abweichungen tragen meist einen periodischen Charakter.

Im übrigen erkennt man eine allgemeine, zeitbedingte Tendenz in der Bildung der Jahrringbreiten, welche den Alterstrend bzw. die durchschnittlich zu erwartende Jahrringbreitenbildung in Abhängigkeit vom Alter er-

kennen läßt. Im allgemeinen (gleichaltrig erwachsene Bestände) läßt sich dieser Trend sowohl bei Einzelbäumen als auch bei Beständen über die verschiedenen Altersphasen hinweg nach der verallgemeinerten *Zuwachskurve von Hugershoff* (Prodan, 1961)

$$y = a \cdot t^m \cdot e^{-kt}$$

beschreiben. (Hiebei bedeutet  $y$  etwa die Jahrringbreite oder den jährlichen Radialzuwachs,  $t$  = Zeit bzw. Alter,  $e$  = Basis des natürlichen Logarithmus;  $a$ ,  $m$  und  $k$  sind Koeffizienten, welche nach logarithmischer Umformung der Gleichung im Zuge einer Regressionsanalyse ermittelt werden können.) Bei Stämmen eines unter normalem Dichtschluß erwachsenen Bestandes ist demnach in den ersten Jahren der Entwicklung eine mehr oder minder steil ansteigende Zuwachskurve zu erwarten, welche je nach Bonität früher oder später kulminiert und dann, zuerst rasch, mit zunehmendem Alter aber langsamer, abfällt. Abgesehen von Alter und Bonität spielt bei Einzelbäumen das Nachbarschaftsverhältnis, grob gesprochen *etwa* die Abhängigkeit zu den nächststehenden fünf Nachbarstämmen, also der Standraum und die Veränderungen desselben, eine entscheidende Rolle in bezug auf die allgemeine Tendenz und bestimmter einseitiger Abweichungen in der Bildung der Jahrringbreiten ganzer Gruppen von Jahren.

Derartige einseitige positive Abweichungen der Jahrringbreiten von einer durchschnittlichen Jahrringbreitenkurve bezeichnen wir — der Bestandesbehandlung oder den Ursachen, auf die sie zurückgehen, entsprechend — als Durchforstungs- und Lichtungseffekte. Ganz ähnlich verhält es sich, nebenbei bemerkt, mit Düngungseffekten.

Negative Abweichungen ganz bestimmter Jahrringe können etwa mit Samenjahren in Beziehung gebracht werden, denn starke Fruktifikation bzw. die Samenbildung zieht zweifellos verminderte Holzproduktion nach sich.

Negative Abweichungen einzelner oder kleiner Gruppen von Jahren können aber auch von einem starken Insektenbefall, welchem ein großer Teil der Assimilationsorgane zum Opfer gefallen sind, herrühren. Nicht zuletzt sind negative Abweichungen bestimmter Größe nun aber auch auf Immissionseinwirkungen zurückzuführen, womit die Liste der für uns *wesentlichsten* Einflußfaktoren aufgezählt ist.

Gelingt es uns, bei der Auslegung der Probeflächen Bestände mit annähernd gleichem, allgemeinem Wachstumsverlauf bzw. Zuwachsverlauf derselben Altersphase im eigentlichen Untersuchungsgebiet als auch außerhalb, nämlich in den Vergleichsgebieten, zu finden, dann können wir die Quotienten, gebildet aus dem periodischen Zuwachs nach dem kritischen Zeitpunkt (sprich: Beginn einer Immissionseinwirkung), dividiert durch den periodischen Zuwachs vor diesem Zeitpunkt, gegeneinander in Vergleich stellen.

Finden wir etwa bei zwei gleich alten, standortsentsprechenden und vor dem kritischen Zeitpunkt in ihrer Bestandesbehandlung gleichwertigen Beständen, daß im Falle des nicht geschädigten Bestandes der mittlere Durchmesserzuwachs (oder die mittlere Jahrringbreite) im Untersuchungszeitraum im Durchschnitt 0,91 bzw. 91 Prozent des Zuwachses der vorausgegangenen Periode beträgt, im Falle des geschädigten Bestandes die analogen Zahlen aber nur 0,70 bzw. 70 Prozent betragen, dann bedeutet das nicht etwa 21 Prozent Zuwachsverlust, sondern daß die Stämme des geschädigten Bestandes im Durchschnitt nur

$$\frac{0,70}{0,91} \cdot 100 = 77 \text{ Prozent}$$

an Durchmesserzuwachs geleistet haben (bzw. die mittleren Jahrringbreiten des geschädigten Bestandes im Durchschnitt nur 77 Prozent des ungeschädigten erreicht haben); somit also tatsächlich um 23 Prozent weniger als der Vergleichsbestand. Da wir einen beinahe identischen Zuwachsverlauf — gleichen Trend — vor dem kritischen Zeitpunkt festgestellt hatten, hätten wir auch nach diesem Zeitpunkt im Normalfalle für beide Bestände annähernd gleiche Jahrringbreiten erwarten können. In Wirklichkeit betrug die durchschnittliche Jahrringbreite beim geschädigten Bestand nur 77 Prozent des ungeschädigten Bestandes. Die oben beschriebene Berechnungsweise entspricht dem Verfahren, wie es Abetz (1964) bei der Auswertung von Düngungsversuchen angewendet hat.

Eine Vielzahl analoger Vergleiche dieser Art ergeben dann die Möglichkeit, für ein Gebiet, eine Zone den durchschnittlichen Zuwachsverlust inklusive des Stichprobenfehlers anzugeben.

In dieser vereinfacht beschriebenen Weise verfahren wir, wenn der Zeitraum der Schädigung relativ lang ist. In solchen Fällen empfiehlt es sich, überdies den Untersuchungszeitraum in mehrere Perioden zu zerlegen und diese einzeln ins Verhältnis zur Vergleichsperiode vor Eintritt der Schädigung zu setzen und diese Verhältnisse in vorgenannter Weise zur Ermittlung des entstandenen Zuwachsverlustes zu verwenden.

Bei kurzen Untersuchungszeiträumen können wir die Bedingung der Vergleichbarkeit hinsichtlich Alter und Standort dadurch umgehen, daß wir aus den Jahrringbreiten vor Eintritt der Schädigung mit Hilfe einer Ausgleichsfunktion die durchschnittlichen Jahrringbreiten berechnen, also einen Abschnitt der Zuwachskurve rechnerisch definieren und diese Kurve in den Untersuchungszeitraum hinein verlängern bzw. extrapolieren.

Welche Art der Zuwachskurve man als zweckvollste Ausgleichskurve betrachten kann, hängt vor allem von der Altersphase ab, für welche der Trend der «ungestörten» Zuwachsentwicklung zu berechnen ist. Für die Beschreibung an- oder absteigender Jahrringbreitenentwicklung eignen sich unter anderem folgende Kurvengleichungen:

$$y = a + \frac{b}{x} \quad (\text{Näslund, 1942}) \quad y = \frac{x}{a + b \cdot x};$$

$$y = a \cdot x^b;$$

$$y = a \cdot b^x.$$

Sind in der Ausgleichskurve der Jahrringbreiten-Entwicklung Wendepunkte zu erwarten, dann kann beispielsweise die Gleichung

$$y = a \cdot b^x \cdot x^c$$

von Vorteil sein. (Gleichwertig der verallgemeinerten Zuwachskurve von Hegershoff. Diese Gleichung entspricht den bereits 1886 von E. L. Koller gemachten Vorschlägen!)

Fällt in den Ausgleichszeitraum der Kulminationspunkt der Jahrringbreitenentwicklung mit anschließendem gleichmäßigem Abfall der Jahrringbreiten, dann eignet sich etwa die Gleichung

$$y = a + \frac{b}{x} + c \cdot x$$

als Ausgleichskurve. Die beiden letztgenannten Gleichungen können überdies auch bei einfachem Verlauf des Alterstrends – nur ansteigend oder nur abfallend – meist als geeignete Ausgleichskurve gelten, somit für die Beschreibung von Abschnitten einer Zuwachs- bzw. Jahrringbreitenkurve.

Wir berechnen nun überdies jahrweise oder für Perioden die Verhältnisse «gemessene Jahrringbreiten zu berechneten Jahrringbreiten». Diese relativen Jahrringbreiten, Vinš (1961, 1962, 1963) bezeichnete sie wie Näslund (1942) als *Jahrringindices* – I –, sind nun weitestgehend unabhängig von Alter und Standort, daher von Baum zu Baum und in weiterem Sinne von Bestand zu Bestand, direkt miteinander vergleichbar.

Setzen wir analog der vorausbeschriebenen Arbeitsweise nun diese Jahrringindices geschädigter Bestände ins Verhältnis zu den Indices gesunder Bestände, bilden wir also sogenannte *relative Indices* – RI –, dann haben wir damit das gesuchte Maß für die eingetretene Minderleistung am Radialzuwachs oder Durchmesserzuwachs gefunden.

Im Krebsgang sind wir somit bei jener der wesentlichsten Schlüsselzahlen, den relativen Jahrringindices – RI –, angelangt, die wir für die vorher geschilderte Volumenzuwachs- und Volumenzuwachsverlustberechnung benötigen.

Dividieren wir den an geschädigten Stämmen festgestellten Radialzuwachs  $z_r$  oder den Durchmesserzuwachs  $z_d$  durch den zugehörigen relativen Index – RI –, dann erhalten wir – auf diese Weise berechnet – eine brauchbare Schätzung für den Radial- oder Durchmesserzuwachs ohne Rinde, welchen wir bei normaler Entwicklung, also ohne schädigenden Einfluß, zu erwarten gehabt hätten. Sind uns diese Zahlen bekannt, können wir die «tatsächlich» ermittelten und die geschätzten, «erwarteten» Werte in die

früher genannten Formeln einsetzen und in weiterer Folge die Kreisflächen- und Massenzuwachsverluste ohne Rinde (sowie unter Verwendung geeigneter Rindenfaktoren —  $R_f$  — auch mit Rinde) berechnen.

## Résumé

### Mesure des pertes d'accroissement dues à des émissions toxiques

La constatation de dommages causés à des peuplements forestiers par des émissions toxiques est suivie normalement d'une estimation aussi exacte que possible de l'étendue de ces dégâts et surtout de l'ampleur des pertes économiques qu'elles ont provoquées. Dans son exposé, l'auteur analyse uniquement la perte ou la diminution de production, sans tenir compte des autres inconvénients que ces dommages occasionnent à la gestion des forêts.

L'auteur distingue trois catégories de dommages d'après leur intensité et la durée d'action des émissions.

La première catégorie comprend les dégâts qui très rapidement, en raison des fortes concentrations des émissions toxiques, entraînent la mort de tous ou de la plus grande partie des arbres d'un peuplement. Dans ce cas, le problème de la perte de production est secondaire.

La deuxième catégorie est constituée par ces dommages chroniques causés aux peuplements forestiers qui se caractérisent par une très forte diminution de l'accroissement à laquelle s'ajoute avec le temps la mort successive des arbres. Lors de l'estimation de ces dégâts, il faut tenir compte, dès le début, de cette perte totale de production.

La troisième catégorie est formée par les faibles dommages chroniques qui provoquent une diminution quantitative variable de l'accroissement des différents arbres d'un peuplement. La mort éventuelle de quelques éléments n'y joue pratiquement aucun rôle.

L'auteur cherche à déterminer d'une façon aussi objective que possible cette diminution quantitative de l'accroissement des différents arbres et la perte de production des peuplements qui en résulte, telles qu'elles se manifestent dans les deux dernières catégories de dommages.

Partant de la formule de l'accroissement en volume d'une tige

$$z_v = (g_2 \cdot h_2 \cdot f_2) - (g_1 \cdot h_1 \cdot f_1),$$

l'auteur montre que la valeur d'accroissement de loin la plus importante est l'accroissement de la surface terrière ( $z_g$ ) qu'il est possible de déterminer à partir de l'accroissement sur le rayon ( $z_r$ ) obtenu à l'aide de sondages à la tarière. C'est cette composante  $z_r$ , respectivement la largeur des cernes annuels, qui permet de déterminer l'effet des émissions nocives. En reportant les largeurs annuelles des cernes mesurées à l'aide d'une machine dans un système de coordonnées, on obtient les diagrammes des cernes de différents arbres ou, en les groupant, les diagrammes moyens de différents peuplements. L'étude de ces diagrammes montre des années ou des groupes d'années caractérisés par un accroissement relativement faible ou

relativement fort. Ces variations sont dues en premier lieu à des facteurs climatiques. De plus, on reconnaît dans ces diagrammes une tendance générale donnée par l'évolution de la largeur des cernes en fonction de l'âge. Dans des peuplements réguliers, cette tendance peut être fixée sous la forme d'une courbe d'accroissement qui est plus ou moins raide dans les premières années de développement, culmine plus ou moins tôt suivant la fertilité de la station et, avec l'âge, retombe d'abord rapidement puis d'une façon plus atténuée.

Une courbe des largeurs des cernes peut s'écarter de cette courbe moyenne d'accroissement donnant la tendance générale. L'auteur qualifie de variations positives celles qui sont dues à des effets de situation des arbres considérés ou à des éclaircies. Les variations négatives peuvent être provoquées par des années à graines qui entraînent une diminution de la production ligneuse, par des attaques d'insectes et par des émissions nocives. S'il est possible de trouver, lors de la détermination des échantillons, des peuplements de même âge ayant à peu près le même accroissement aussi bien dans la zone touchée par les émissions qu'en dehors, il est alors possible de faire le rapport des accroissements périodiques avant et après le début des émissions et de les comparer. Le rapport en pour-cent de l'accroissement relatif déterminé, durant la période des émissions, dans la zone touchée et de l'accroissement relatif déterminé dans la zone témoin donne la perte d'accroissement. Cette méthode est applicable aux peuplements ayant été soumis à des émissions de longue durée.

Dans les cas où la durée des émissions fut très brève, l'exigence de comparabilité de l'âge et de la station peut être éludée par le calcul des largeurs moyennes des cernes probables sur la base des largeurs mesurées avant le début des émissions, c'est-à-dire en déterminant par calcul une fraction de la courbe d'accroissement et en l'extrapolant dans la période considérée. Le choix du type de la courbe d'accroissement utilisé pour ce calcul dépend de l'âge du peuplement étudié. En faisant le rapport « largeur des cernes mesurés à largeur des cernes calculés », on obtient une valeur relative qualifiée d'« indice de cernes ». Si, comme dans le cas des longues périodes d'émissions, on rapporte les « indices de cernes » des peuplements endommagés aux « indices de cernes » des peuplements sains, on obtient un « indice relatif » qui est la valeur cherchée de cette perte d'accroissement radial ou en diamètre.

Ainsi, dans les peuplements soumis longtemps ou brièvement à des émissions nocives, il est possible de calculer les pertes d'accroissement en volume à partir des accroissements sur le rayon réellement mesurés et de ceux qui, déterminés par calcul, auraient pu être produits sans les émissions.

*Farron*

*Literaturverzeichnis*

- Abetz, P.*: Die Genauigkeit der Radialzuwachs- und Jahrringbreitenmessung mit der Eklundschen Jahrringmeßmaschine. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 131, 4, 74–80, 1960
- Abetz, P., Merkel, O., und Schairer, E.*: Düngungsversuche in Fichtenbeständen Südbadens. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 135, 10, 247–262, 1964
- Enderlein, H.*: Beispiel einer Ermittlung und Bewertung von Zuwachsverlusten an rauchgeschädigten Kiefern, dargestellt anhand einer 1959 wiederholt durchgeführten Inventur im Emissionsgebiet des Kunstfaserwerkes «Wilhelm Pieck», Schwarza. Archiv f. Forstw., Bd. 13, H. 2, 1964
- Koller, E. L.*: Analytische Untersuchungen über die Zuwachskurven. Österr. Vierteljahresschrift f. Forstwesen, Bd. IV, S. 32–51 und 132–140, 1886
- Näslund, M.*: Den gamla norrlandska granskogens reaktionsförmaga efter genomhuggning. Medd. Stat. skogsförsöksanst., H. 33, 1, 1942
- Pollanschütz, J.*: Zuwachsmessungen und Bohrkernanalysen – Meßmethoden und Genauigkeit. Informationsdienst der Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Wien, 71. und 72. Folge, 1963
- Pollanschütz, J.*: Eine neue Methode der Formzahl- und Massenbestimmung stehender Stämme. Neue Form- bzw. Kubierungsfunktionen und ihre Anwendung. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Wien, 68. Heft, 1965
- Prodan, M.*: Forstliche Biometrie. BLV Verlagsgesellschaft München, Bonn, Wien, 1961
- Siostrzonek, E.*: Radialzuwachs und Flächenzuwachs. Forstwiss. Centralblatt, 77, S. 237–253, 1958
- Vinš, B.*: Struktura a Vyoj Přirozených Porostů s Jedlí (Příspěvek k metodice vyzkumu pralesu). Práce byzkumnych ústavu lesnických, ČSSR, svazek 23, 1961
- Vinš, B.*: Verwendung der Jahrringanalysen zum Nachweis von Rauchschäden. Ústav Vědeckotechnických Informací MZLV, Ročník 8 (XXXV), Číslo 4, 1962
- Vinš, B.*: Pokles Tloušťkového Přírůstu Lesních Porostů v Oblastech Poškozených Kouřovými Exhalacemi. Práce vyzkumnych ústavu lesnických, ČSSR, svazek 26, 1963