Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 110 (1959)

Heft: 3

Artikel: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern

Autor: Leibundgut, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765090

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: 13.07.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

110. Jahrgang | März 1959 | Nummer 3

Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern

Von *Hans Leibundgut*, Zürich Oxf. 228.81

(Aus dem Institut für Waldbau der Eidgenössischen Technischen Hochschule)

Vom Zweck der Urwaldforschung

Unser waldbauliches Wissen beruht großenteils auf praktischen Erfahrungen und Forschungen, welche in naturfremden und künstlichen Wirtschaftswäldern gewonnen und durchgeführt wurden. Problemstellung und Methodik der waldbaulichen und ertragskundlichen Forschung unterschieden sich lange Zeit nicht grundlegend von denjenigen des landwirtschaftlichen Pflanzenbaus. Nicht zu Unrecht wurde daher der Ausdruck «Holzackerbau» geprägt.

Erst in neuerer Zeit wird der Wald zunehmend als ein dynamisches Beziehungsgefüge organischer und anorganischer Art mit einer komplizierten und sich fortwährend wandelnden Raumgliederung aufgefaßt. Die frühere zergliedernde Betrachtungsweise, welche das Interesse hauptsächlich auf Einzelvorgänge richtete, wird mehr und mehr durch eine eigentliche Waldkunde ersetzt. Als nicht zweckgebundene Naturwissenschaft befaßt sich diese mit dem Wald als Ganzheit und entwickelt sich zunehmend zu einer selbständigen Wissenschaft mit eigenen Problemstellungen und eigenen Forschungsmethoden.

Wie die wissenschaftliche Bodenkunde vorerst die Entstehung, Eigenschaften und Dynamik natürlicher Böden zu erfassen versuchte, interessiert sich die Waldkunde vorerst vor allem für Wälder, welche von menschlichen Einflüssen unberührt geblieben sind und daher natürliche Gesetzmäßigkeiten ihrer Struktur und Dynamik am deutlichsten erkennen lassen. Die Urwaldforschung ist damit zu einem Hauptanliegen der waldbaulichen und ertragskundlichen Grundlagenforschung geworden.

Probleme der Urwaldforschung

Während sich frühere Urwalduntersuchungen weitgehend auf die Beschreibung der artenmäßigen Zusammensetzung, der Wuchsleistungen, der

Strukturen und der Verjüngungsvorgänge erstreckten, richtet sich heute das Hauptinteresse einerseits auf die Gesetzmäßigkeiten der art- und umweltbedingten Lebensabläufe der Einzelbäume und die Erscheinungen ihres Zusammenlebens, anderseits auf die Strukturwandlungen und Sukzessionen ganzer Wälder. Die rein beschreibende Methode, inbegriffen die zeichnerische und photographische Darstellung, vermögen daher einer neuzeitlichen Problemstellung in vielen Fällen nicht zu genügen, denn sobald aus der reinen Zustandserfassung heraus dynamische Vorgänge abzuleiten versucht werden, erhalten subjektive Auffassungen und Hypothesen einen zu breiten Spielraum. Wie auf allen Gebieten der waldbaulichen und waldkundlichen Forschung zeigt sich auch in der Urwaldforschung zunehmend die Notwendigkeit einer objektiven, zahlenmäßigen und statistisch auswertbaren Erfassung aller Zustände, Erscheinungen und Vorgänge. Wir haben daher bei Untersuchungen europäischer Tannen-Buchen-Urwälder Strukturanalysen nach Baumklassen und statistische Zuwachsanalysen mittels Bohrspänen durchgeführt. Das Vorgehen wird nachstehend beschrieben und an Beispielen dargestellt. Die Veröffentlichung des Zahlenmaterials und der wesentlichen Ergebnisse ist dagegen in einer späteren Arbeit vorgesehen.

Bild 1 (Tafel I, Vorderseite)

Mischbestand aus Fichte, Tanne und Buche (Föhre) in der Optimalphase. Igman (Bosnien). Photo Leibundgut 1560

Bild 2 (Tafel I, Rückseite links)

Buchenbestand in der Alterungsphase. Kukavica (Serbien). Photo Leibundgut 1394

Bild 3 (Tafel I, Rückseite rechts)

Mischbestand aus Tanne, Fichte und Buche in der Verjüngungsphase. Peručica (Bosnien). Photo Leibundgut 2120

Bild 4 (Tafel II, Vorderseite)

Mischbestand aus Fichte, Tanne und Buche in der Plenterphase. Dobroć (Slovakei). Photo Lamprecht 604

Bild 5 (Tafel II, Rückseite links)

Mischbestand aus Fichte, Tanne und Buche in der Zerfallsphase. Dobroć (Slovakei). Photo Lamprecht 621

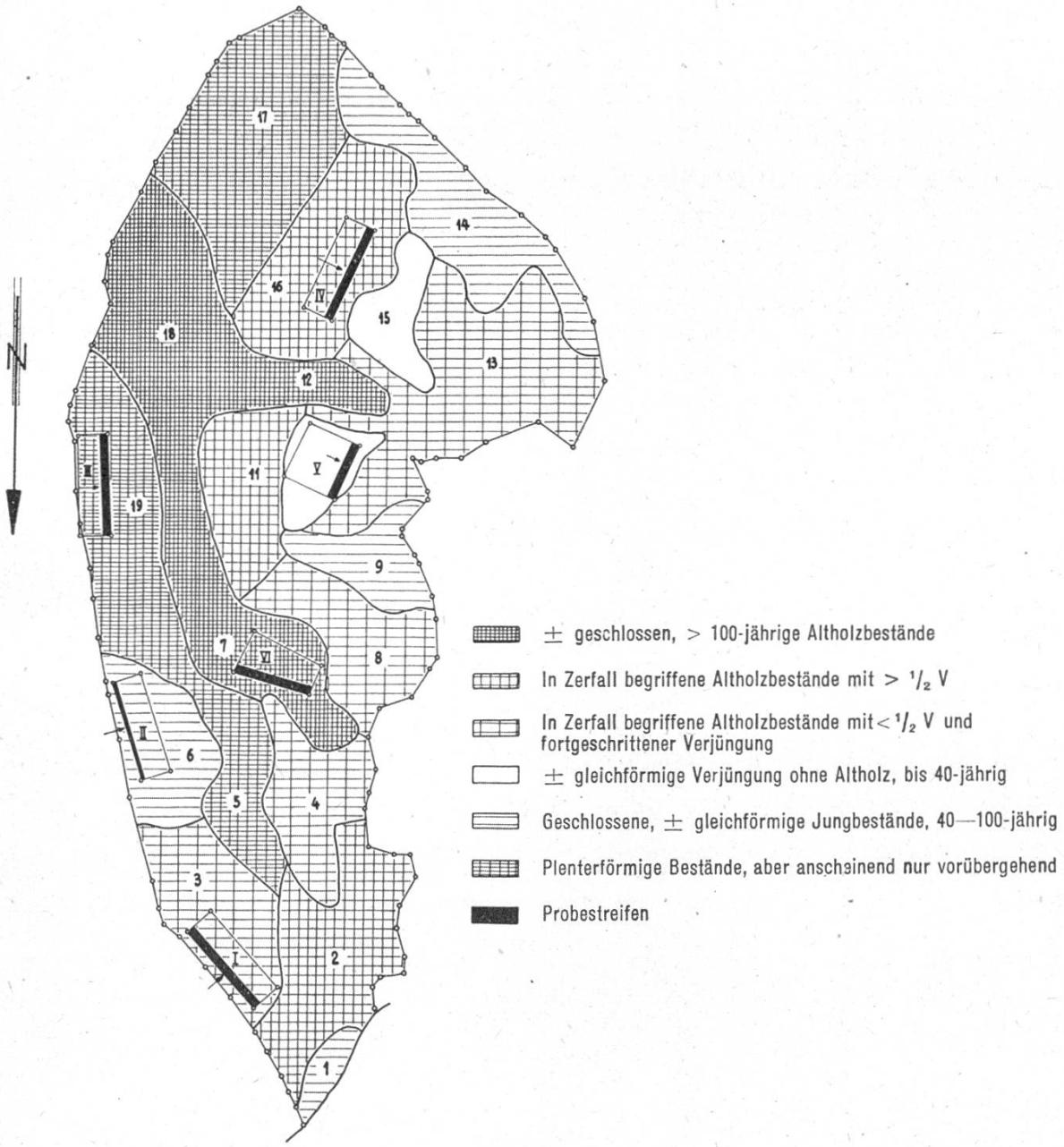
Bild 6 (Tafel II, Rückseite rechts)

Vorwald aus Aspe, Birke und Weide, entstanden nach Borkenkäferschäden, Windwurf und Brand. Peručica (Bosnien). Photo Leibundgut 2162

Zur Methodik der statistischen Urwaldanalyse

Die Methodik einer statistisch auswertbaren Urwaldanalyse hat insbesondere folgenden Anforderungen zu genügen:

- Typische Strukturformen müssen nach Baumartenmischung, Schichtung, Vorratsgliederung, Vitalität, Entwicklungstendenz und Kronenausbildung der Bäume zahlenmäßig vergleichbar erfaßt werden.
- Eine Zuwachsanalyse soll statistisch auswertbare Vergleiche verschiedener Strukturformen nach den für diese kennzeichnenden Kriterien erlauben.



Darstellung 1
Grundrißplan des Urwaldreservates Dobroć

– Die Analyse der gesetzmäßigen Zuwachsverläufe soll die gesicherte Aufstellung von Strukturfolgen und damit die Ableitung von Gesetzmäßigkeiten der natürlichen Dynamik des Urwaldes ermöglichen.

Bei unseren Untersuchungen in Tannen-Buchen-Urwäldern sind wir daher folgendermaßen vorgegangen:

1. *Die Ausscheidung und Darstellung der Strukturformen*

Bei der Begehung eines ausgedehnten, standörtlich einigermaßen einheitlichen Urwaldgebietes findet man eine auffallende Wiederholung bestimmter und daher typischer Bestandesbilder, wobei es immerhin an allen möglichen Uebergängen keineswegs fehlt. Sobald eine genügende Uebersicht besteht, werden von allen charakteristischen Strukturformen einer Waldgesellschaft einzelne typische Bestände ausgewählt, welche in jeder Hinsicht und vor allem in den wesentlich erscheinenden Merkmalen den «Typ» möglichst vollkommen verkörpern. In der Annahme, daß die verschiedenen Strukturformen in einem genetischen Zusammenhang stehen, haben wir diese «Typen» als «Phasen» bezeichnet. Unter Phase wird somit eine strukturell deutlich unterscheidbare Entwicklungsstufe innerhalb einer bestimmten Waldgesellschaft (Assoziation) verstanden. Als Stadium bezeichnen wir dagegen eine Entwicklungsstufe innerhalb einer Entwicklungsreihe verschiedener Gesellschaften (Sukzessionsserie). Zur Ermöglichung einer Gesamtübersicht wurde für größere Flächen ein Grundrißplan nach Phasen und evtl. Stadien erstellt (Darstellungen 1, 2).

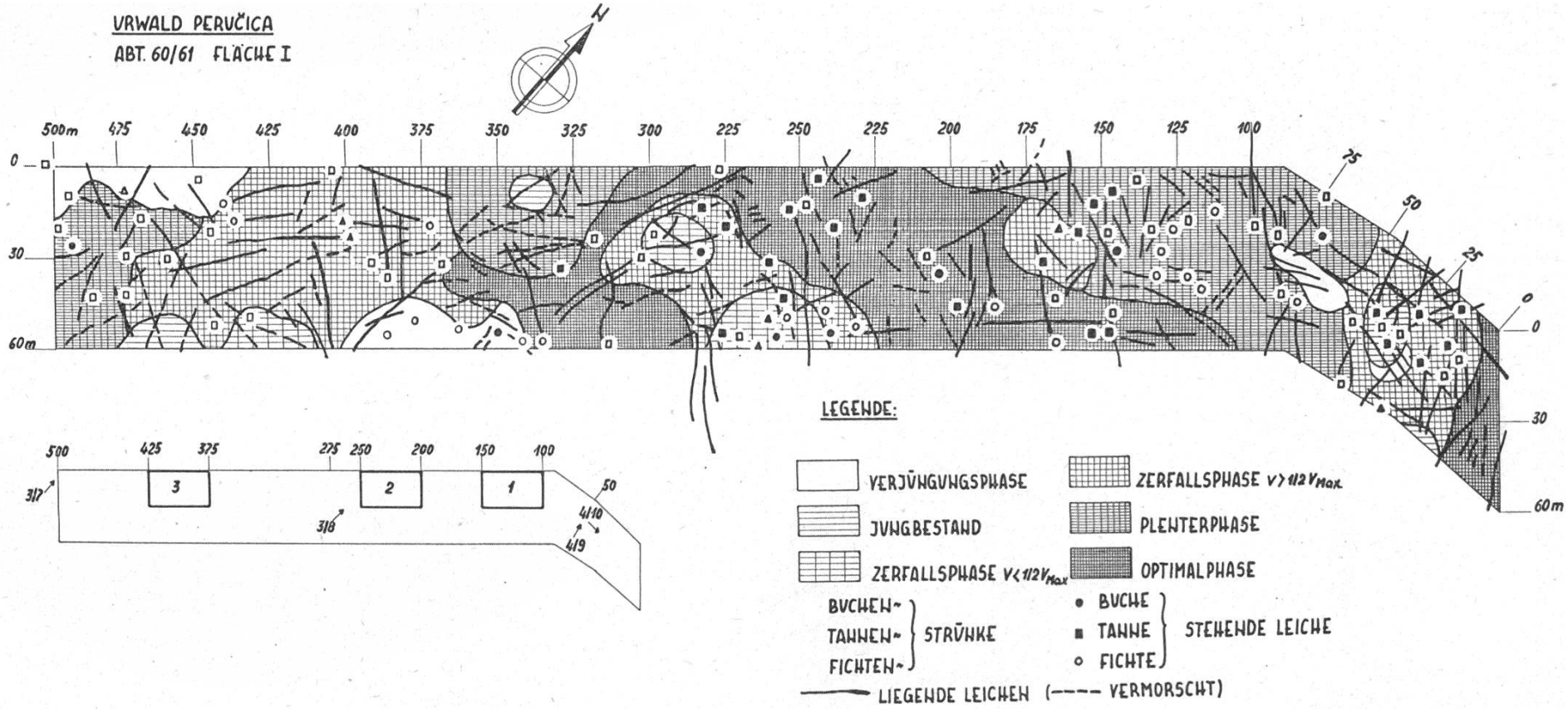
Zur bildlichen und statistischen Erfassung einzelner Phasen und Stadien wurden in den ausgeschiedenen und vermessenen Probeflächen von jedem Baum die Baumklasse nach der später beschriebenen Klassifikation angesprochen und die Höhe, der Kronensatz und Brusthöhendurchmesser bestimmt. Für einen je nach Bestandesdichte 5 m, 7,5 m oder 10 m breiten, abgesteckten Streifen wurde zudem mittels genauer Messungen ein Aufriß- und Grundrißprofil entworfen (Darstellungen 3–6). Dabei bewährte sich eine Arbeitsgruppe, bestehend aus

1 Zeichner (Forstingenieur),

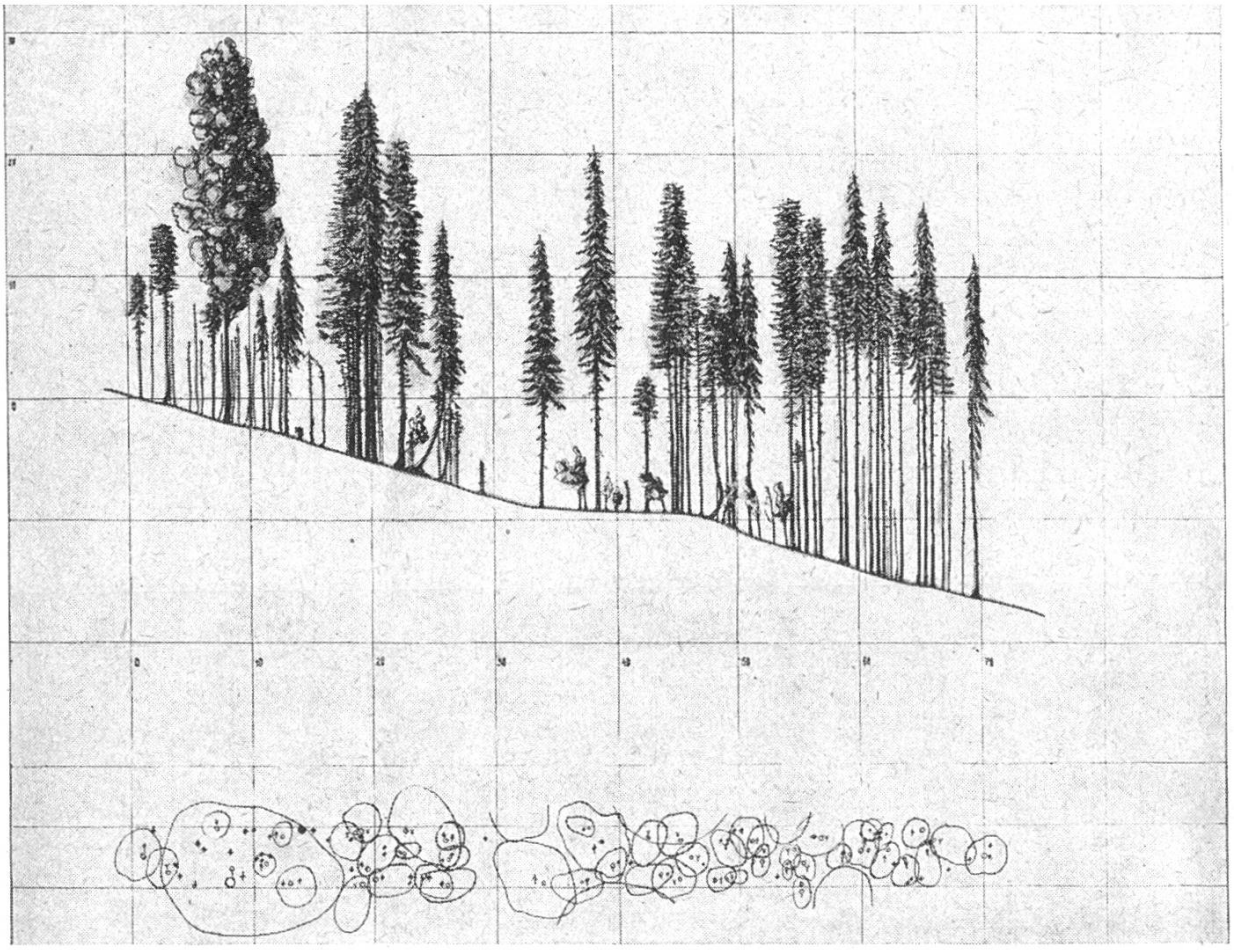
1 Taxator (Forstingenieur) zur Höhen- und Kronenansatzmessung, Ansprache der Baumklasse, Bestimmung der Kronenprojektion,

2 Meßgehilfen (Meßband- und Kluppenführer; Abstecken der Kronenprojektion).

Zur Aufnahme einer Probefläche von 1/4–1 ha und eines Probestreifens von 50–100 m Länge wurde mit geübten Leuten durchschnittlich ein Arbeitstag benötigt. Die zeichnerischen Aufnahmen wurden durch Photographien ergänzt. Jede Probefläche wurde außerdem in der üblichen Weise kurz beschrieben.



Darstellung 2



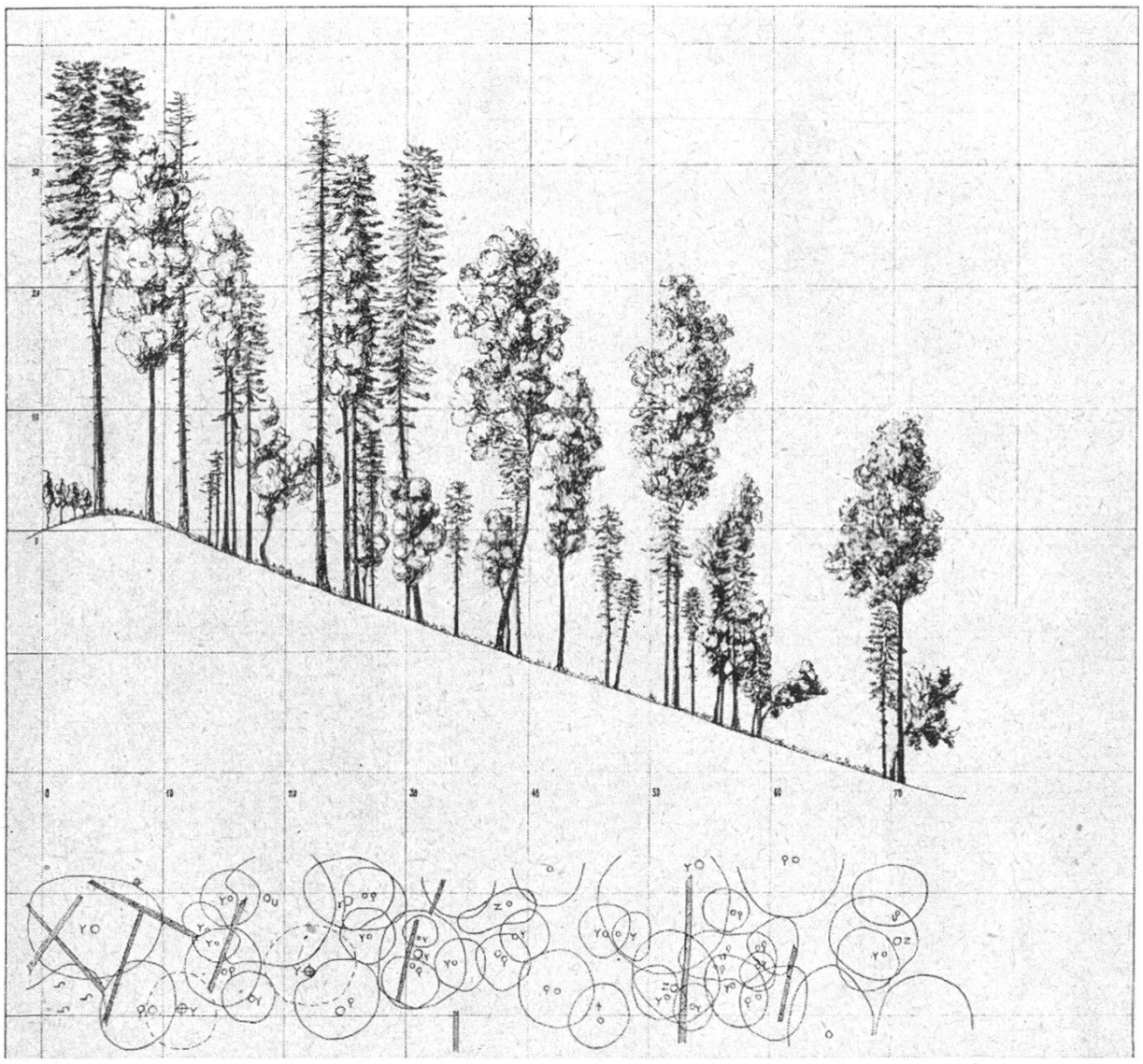
Darstellung 3

Urwaldreservat Dobroć
Beginn der Optimalphase

2. *Ansprache der Baumklassen*

Die Baumklassenbildung erfolgte nach der von der IUFRO zur Erprobung empfohlenen Klassifikation (1, 2). Nach einiger Uebung zeigte sich, daß in der Ansprache zwischen verschiedenen Taxatoren kaum mehr Unterschiede auftraten. Zur Erhöhung der Objektivität wurde die Baumklasse stets vor der Ausführung der erwähnten Messungen angesprochen. Die Klassifikation umfaßte folgende Merkmale:

– *Schichtzugehörigkeit:*	Oberschicht	100
	Mittelschicht	200
	Unterschicht	300
– *Vitalität:*	üppig entwickelt	10
	normal entwickelt	20
	kümmerlich entwickelt	30



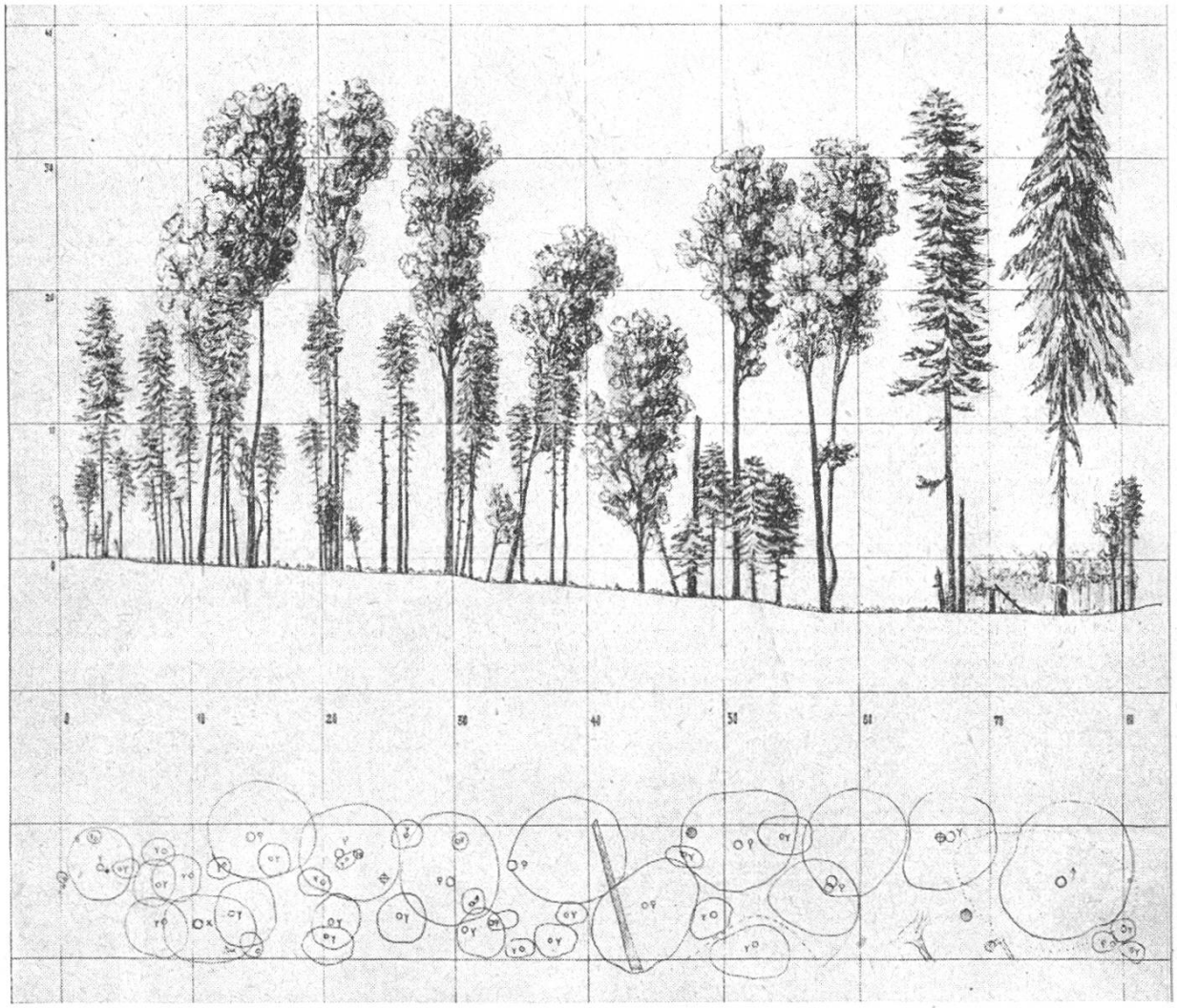
Darstellung 4

Urwaldreservat Dobroć

Plenterwaldphase

– *Entwicklungstendenz* (bezogen auf zugehörende Schicht):	vorwachsend	1
	mitwachsend	2
	zurückbleibend	3
– *Kronenlänge:*	lang ($>$ 1/2 H)	4
	mittel (1/2—1/4 H)	5
	kurz ($<$ 1/4 H)	6

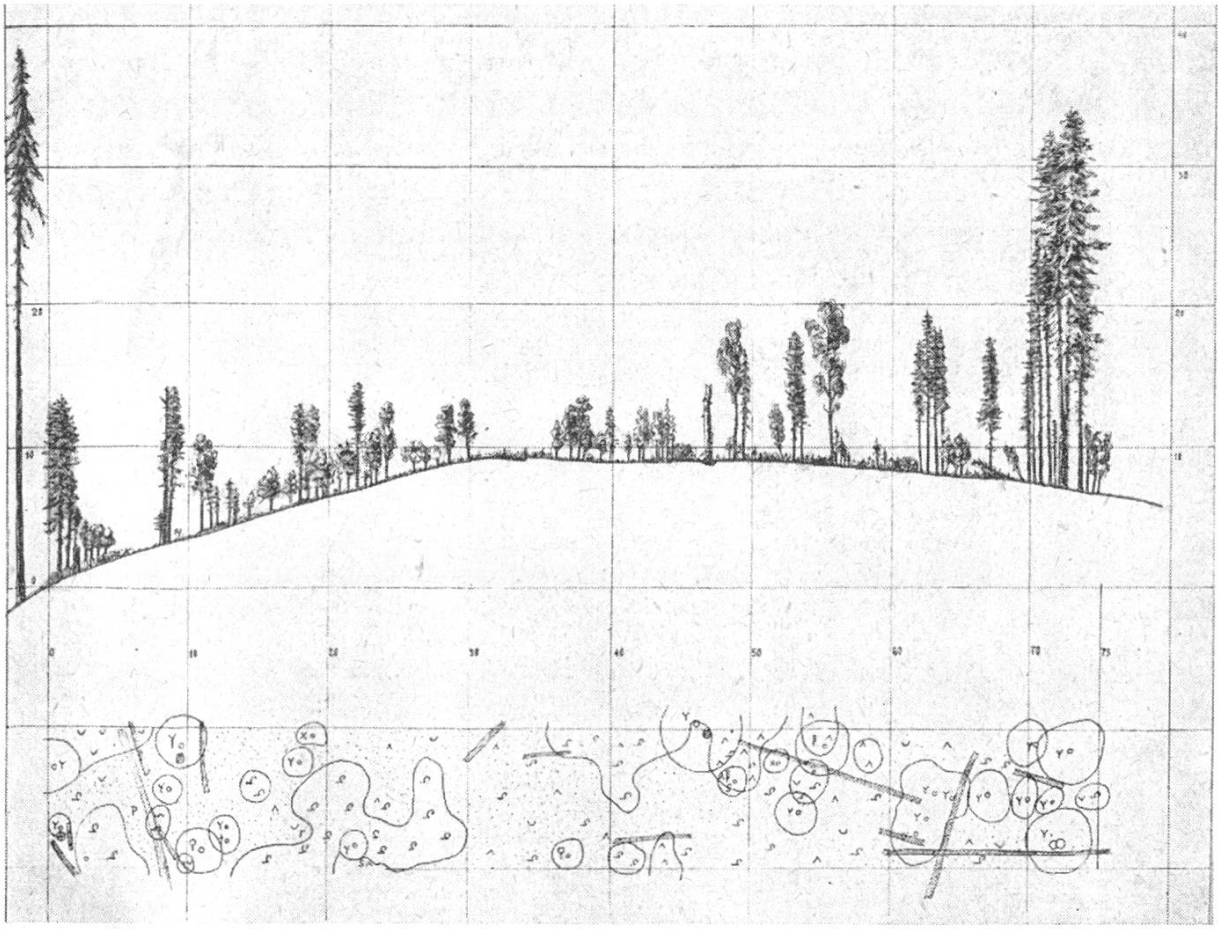
Wenn auch die dreiteilige Skala in manchen Fällen etwas grob erscheint, ergibt doch die Kombination der verschiedenen Kriterien eine sehr feine Charakterisierung, indem für Schichtzugehörigkeit, Vitalität und Entwicklungstendenz theoretisch 27 Kombinationsmöglichkeiten bestehen, von denen immerhin verschiedene praktisch nicht in Frage kommen.



Darstellung 5
Urwaldreservat Dobroć
Beginn der Zerfallsphase mit > 1/2 Vmax.

3. *Die Entnahme und Auswertung der Bohrspäne*

Innerhalb der Probestreifen wurde von sämtlichen Bäumen in der Richtung der Höhenlinien und stets auf der gleichen Seite ein Bohrspan entnommen. Die Anzahl der Bohrspäne wurde in den Probeflächen und nötigenfalls auch außerhalb dieser so weit ergänzt, daß aus allen Schichten, von allen Vitalitätsgraden und Entwicklungstendenzen eine genügend große Anzahl zur statistischen Auswertung zur Verfügung stand. Die Messung der Jahrringbreiten erfolgte auf eine Genauigkeit von 1/10 mm mit der Jahrringmeßmaschine von Eklund (3). Nach den einzelnen und kombinierten Kriterien konnten mit Hilfe der bekannten statistischen Verfahren Mittelwerte, Streuungen und Trends berechnet und verglichen werden (Darstellungen 7–12). Im Vergleich zu den Terrainarbeiten und den Bohrspanmessungen war die Rechnungsarbeit sehr zeitraubend.



Darstellung 6
Urwaldreservat Dobroć
Flächenweise Verjüngung nach Zerfall

Zeichenerklärung zu Darstellungen 3—6

Baumarten

- Fichte
- Tanne
- Buche
- Bergahorn
- Spitzahorn
- Esche
- Ulme
- Zitterpappel
- Birke

Jungwuchs

- Fichte
- Tanne
- Buche
- Buchengruppe

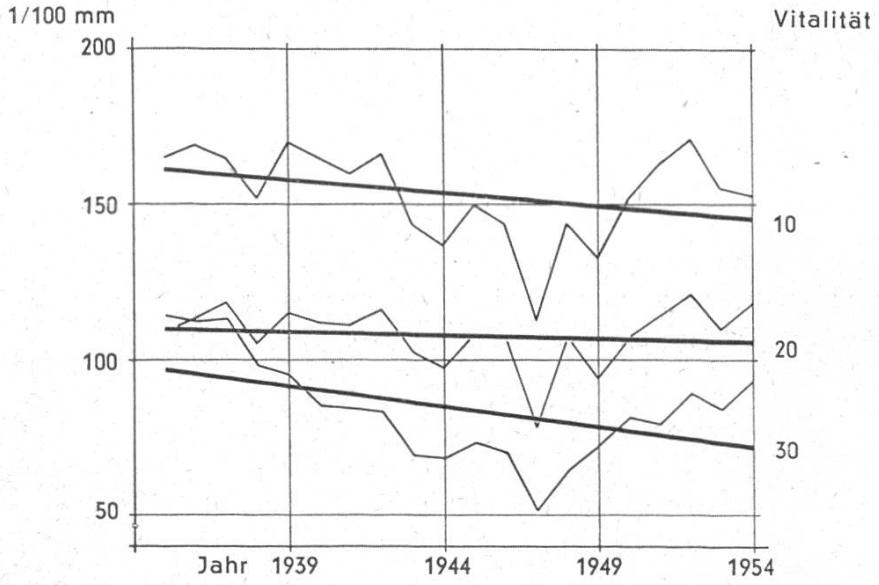
Tote Bäume

- stehender Baum
- Stumpf
- liegende Baumleiche

Ergebnisse

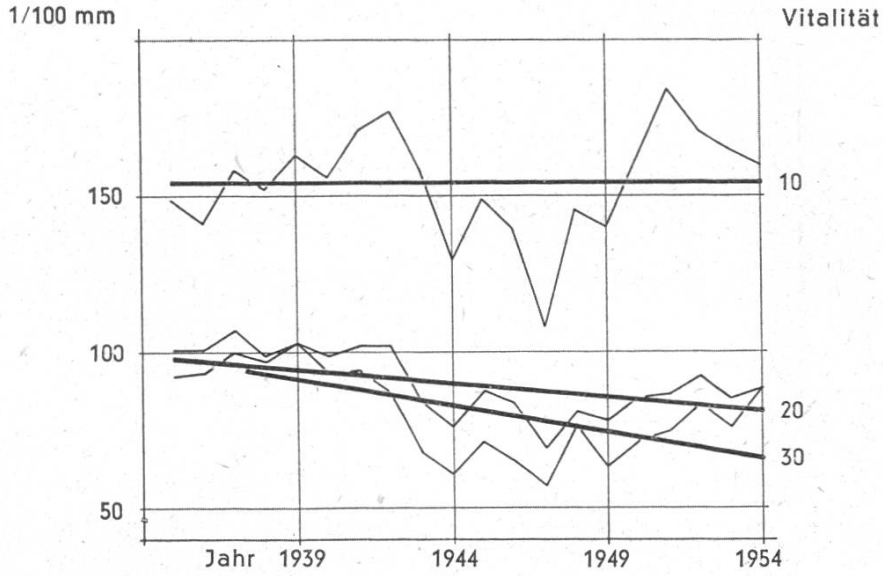
Die mathematisch-statistische Auswertung der Jahrringmessungen bestätigte vorerst (4), daß sich die anscheinend stark subjektiven Einflüssen unterliegende Ansprache der Vitalität und Entwicklungstendenz durch gesicherte Unterschiede im Stärkenwachstum als durchaus brauchbares

Klassifikationskriterium erweist (Darstellungen 7–12). Trotz des beträchtlichen Arbeitsaufwandes für die Aufnahmen im Gelände, die Bohrspanentnahmen und namentlich die zeitraubenden Rechnungsarbeiten hat sich daher die beschriebene Methode auch in diesen subjektiven Klassifikationskriterien bewährt. Ein Hauptvorteil der Klassifikation zeigte sich darin, daß verschiedene Aufnahmen verglichen, zusammengefaßt und nötigenfalls gesamthaft verarbeitet werden können.



Darstellung 7 Urwaldreservat Derborence

Jahrringbreite der Tanne verschiedener Vitalität in der Oberschicht



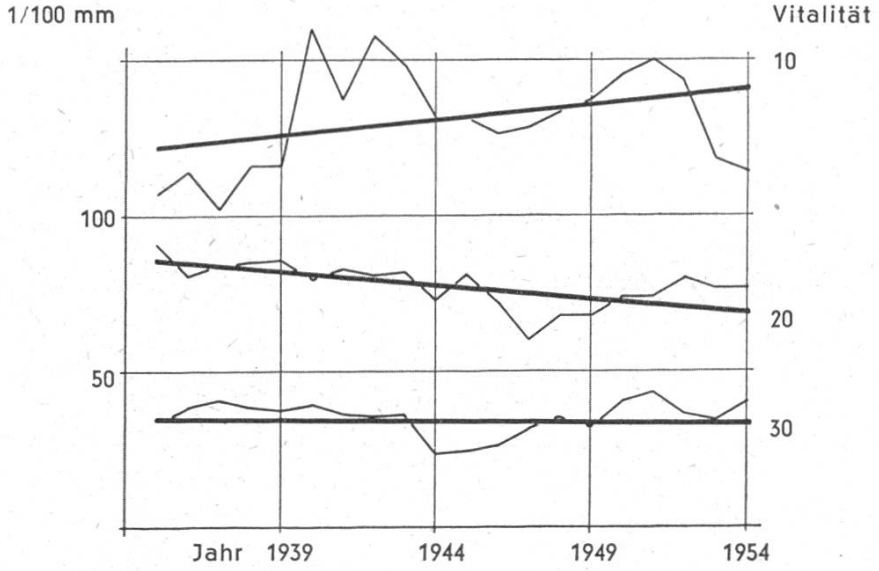
Darstellung 8 Urwaldreservat Derborence

Jahrringbreite der Tanne verschiedener Vitalität in der Mittelschicht

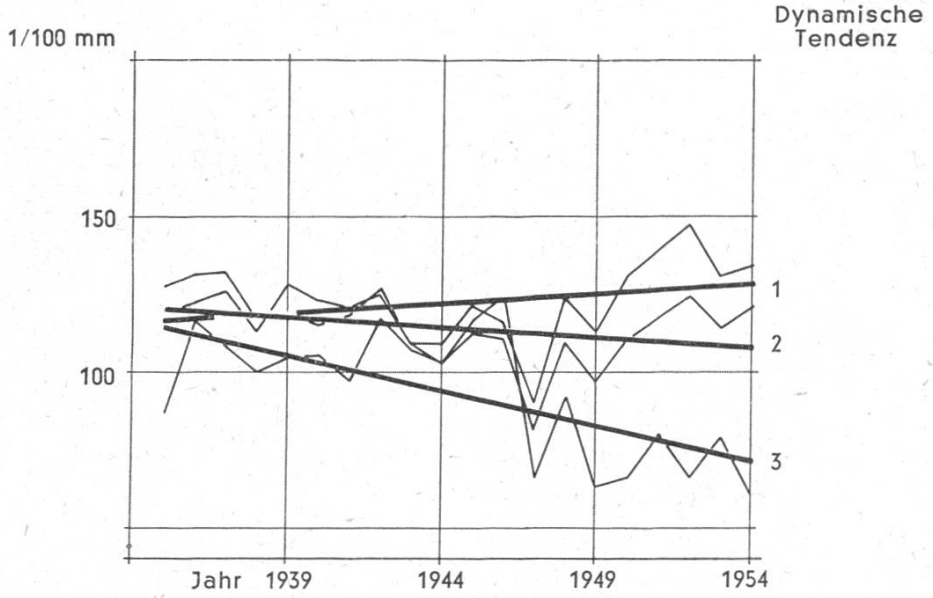
Durch diese Untersuchungen gelangte gut zum Ausdruck, daß sich im Urwald verschiedene, parallel verlaufende Vorgänge überlagern und im Strukturwandel äußern:

- der art- und umweltsbedingte Lebensablauf der Einzelbäume,
- die entstehungsgeschichtlich bedingte Sukzession,
- der Lebensablauf und Strukturwandel des ganzen Bestandes.

Für den Tannen-Buchen-Urwald ließen sich verschiedene Strukturformen (Phasen) unterscheiden, welche wir teilweise bereits früher be-



Darstellung 9 Urwaldreservat Derborence
Jahrringbreite der Tanne verschiedener Vitalität in der Unterschicht

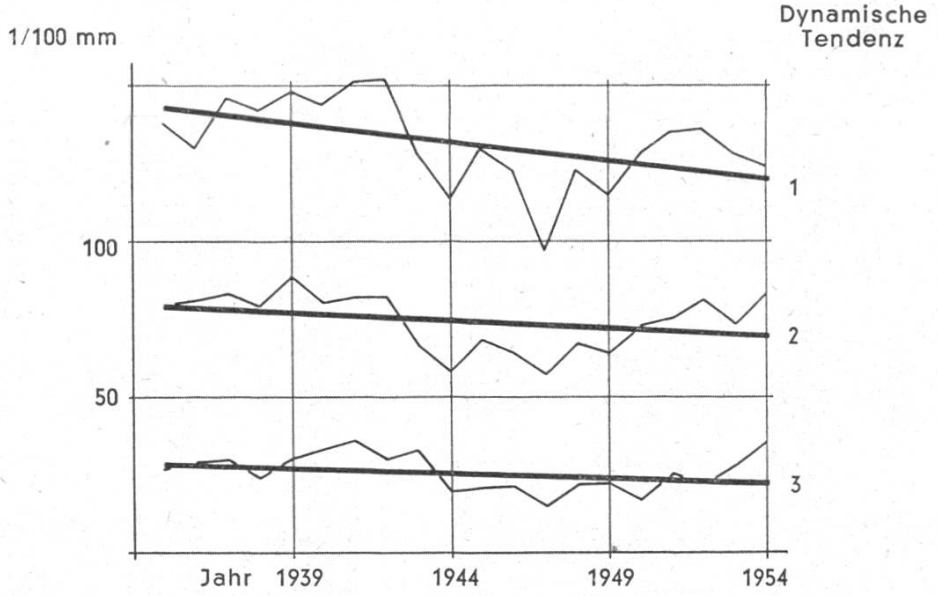


Darstellung 10 Urwaldreservat Derborence
Jahrringbreite der Tanne verschiedener dynamischer Tendenz in der Oberschicht

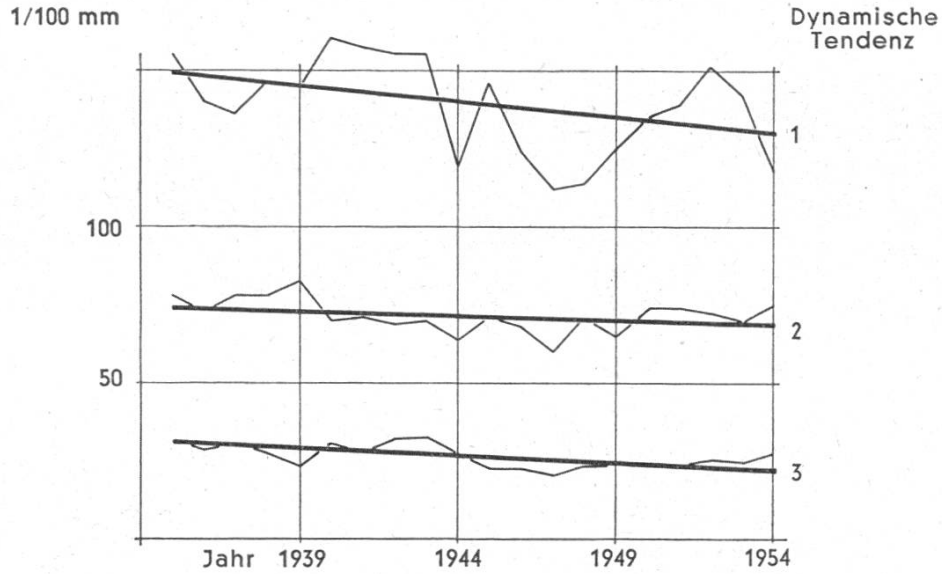
schrieben haben (5) und von Plochmann auch für andere Urwälder bestätigt wurden.

Die einzelnen Strukturformen, welche bestimmten Phasen im Lebensablauf und Stadien bei einem Gesellschaftswechsel entsprechen, wurden wie folgt ausgeschieden:

Die Optimalphase einer Gesellschaft (Bild 1) ist gekennzeichnet durch eine wenig veränderliche Struktur, hohen Vorrat, geringe soziologische Umsetzungen und das Fehlen eines eigentlichen Erneuerungsprozesses. Wir finden in der Optimalphase hauptsächlich zwei verschiedene Strukturformen, den Einschichtbestand und den Zweischichtbestand.



Darstellung 11 Urwaldreservat Derborence
Jahrringbreite der Tanne verschiedener dynamischer Tendenz in der Mittelschicht



Darstellung 12 Urwaldreservat Derborence
Jahrringbreite der Tanne verschiedener dynamischer Tendenz in der Unterschicht

In der Tschechoslowakei (Dobroc) und in Jugoslawien (Perucica) haben wir in der Optimalphase Vorräte von 800–1400 m³/ha festgestellt.

Die Alterungsphase einer Gesellschaft (Bild 2) ist dadurch gekennzeichnet, daß das Bestandesgefüge durch ein deutliches Nachlassen der Wuchspotenz, Krankheiten und klimatische Einflüsse gelockert wird. Vorrat und Zuwachs zeigen sinkende Tendenz. Je nach der Raschheit der Vorratsabnahme geht die Alterungsphase in eine der folgenden Phasen über:

Die Zerfallsphase (Bild 5), gekennzeichnet durch den raschen Zerfall des Bestandesgefüges, wobei Insekten, Wind und Feuer oft zur Entstehung von Kahlflächen führen. Auf diesen stellt sich ein *Vorwaldstadium* einer Waldsukzession ein mit Lichtbaumarten, vor allem Birken, Aspen und Weiden (Bild 6). Dieser folgen verschiedene *Uebergangswaldstadien* mit dem zweischichtigen Uebergangswald von der Form

$$\frac{\text{Lichtbaumarten}}{\text{Schattenbaumarten}}$$

und dem einschichtigen Uebergangswald von der Form

$$\frac{\text{Lichtbaumarten} + \text{Schattenbaumarten}}{(\text{Schattenbaumarten})}$$

Schließlich entsteht ein ± einschichtiger Schlußwald aus Schattenbaumarten in der Optimalphase.

Bei langsamer Auflösung der Optimalphase entsteht eine eigentliche Verjüngungsphase (Bild 3) mit gruppen- und horstweise verteilten Jungwüchsen im stark aufgelichteten Schlußwald, wobei dessen Arten, also Tanne, Buche und Fichte, vorherrschen und die Arten des Vorwaldes praktisch fehlen. Wenn sich der Verjüngungszeitraum weiter ausdehnt, entstehen lokal plenterwaldartige Bilder mit Altersunterschieden von 100 bis 300 Jahren. Diese Plenterwaldphase (Bild 4) nimmt im allgemeinen auf guten Standorten relativ kleine Flächen ein. Wie sich die Erneuerung auch vollzieht, besteht in allen Fällen eine Entwicklungstendenz zur Optimalphase einer Dauergesellschaft (Klimaxgesellschaft).

Die natürliche Folge verschiedener Phasen bzw. Stadien verläuft von Ort zu Ort und von Fall zu Fall verschieden. Immer und überall sind jedoch die Verjüngungszeiträume ausgedehnter als man anzunehmen geneigt ist. Selbst im gleichförmigen, 5–10 m hohen Buchen-Unterwuchs mit 2–6 cm Durchmesser in Brusthöhe fanden wir Altersunterschiede bis zu 60 Jahren. Im Urwald ist daher nicht das physikalische, sondern das stadienmäßige, energetische Alter von Wichtigkeit, welches in der Vitalität und Entwicklungstendenz trotz aller Schwierigkeiten der Ansprache einigermaßen erfaßt wird. Die reine Strukturanalyse muß nicht zuletzt aus diesem Grunde durch bestandessoziologische Untersuchungen und Zuwachsanalysen ergänzt werden.

Literatur

1. *Leibundgut, H.:* Observations essentielles pour l'exécution des essais d'éclaircie. IUFRO, 11me Congrès, Rome 1953. Firenze 1954.
2. *Leibundgut, H.:* Empfehlungen für die Baumklassenbildung und Methodik bei Versuchen über die Wirkung von Waldpflegemaßnahmen. IUFRO, Sekt. 23, 10. Mitteilung, 1956.
3. *Eklund, B.:* Skogsforskningsinstitutets ärsringsmätningsmaskiner; Kap. IV: Mikrotomen för snittning av borrspän, Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, Bd. 38, 1950.
4. *Leibundgut, H.:* Beispiel einer Bestandesanalyse nach neuen Baumklassen. IUFRO, Oxford 1956.
5. *Leibundgut, H.:* Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz. 2. Auflage. Bern, 1951.
6. *Plochmann, R.:* Bestockungsaufbau und Baumartenwandel nordischer Urwälder. Beih. Forstwiss. Cbl. 1956, H. 6.

Résumé

La recherche sur les conditions de milieu est décrite comme base fondamentale de la science forestière. A cet effet, une méthode purement descriptive s'avère insuffisante. A l'avenir, la structure et l'accroissement seront analysés d'après les méthodes statistiques modernes. L'auteur applique cette façon moderne de procéder à l'exemple des forêts vierges de sapin et de hêtre. (Trad.: *P. E. Vézina*)

Der nordische Urwald

Von *Risto Sarvas*, Helsinki Oxf. 228.81 (48)

In der Forstwissenschaft wird oft auf den Urwald Bezug genommen, insbesondere wenn die Gefahren diskutiert werden, welche die Bewirtschaftung des Kulturwaldes nach rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten mit sich bringen kann. Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat sich jedoch immer deutlicher herausgestellt, daß der Urwald ein recht vieldeutiger Begriff ist, der sich gar nicht so leicht exakt definieren läßt.

In der Regel wird unter Urwald ein großes Waldgebiet verstanden, worin der Einfluß des Menschen lange Zeiträume hindurch keine oder jedenfalls keine wesentliche Bedeutung gehabt hat. Aber schon in den drei Vorbedingungen selbst dieser Begriffsbestimmung ist viel Subjektives enthalten.

Welches Ausmaß kann als eine Art Mindestgröße des Urwaldes angesehen werden? Beispielsweise die Wirkung der durch Blitzschlag entstandenen Waldbrände, die in gewissen nordischen Urwaldarten eine außerordentlich wichtige Bedeutung besitzen, ist in den kleineren Urwaldreservaten, selbst wenn die Waldbrände dort sich frei austoben dürfen, so