

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET  
(SOCIETY OF FORESTRY IN SUOMI — FORSTWISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT  
IN SUOMI — SOCIÉTÉ FORESTIÈRE DE SUOMI)

# SILVA FENNICA

15.

WESEN UND BEDEUTUNG  
DER WALDTYPEN

VON

A. K. CAJANDER

HELSINKI 1930

### **Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat:**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Sisältää Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin yleensä käsittää useampia tutkimuksia.

**SILVA FENNICA.** Sisältää Suomen metsätaloutta käsitteleviä kirjoitelmia ja pienehköjä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin. Kukin kirjoitus muodostaa yleensä oman niteen.

**COMMENTATIONES FORESTALES.** Sisältää muiden maiden kuin Suomen metsätaloutta ja siihen liittyviä aihepiirejä käsitteleviä tutkimuksia ja muita kirjoituksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin. Kukin nide sisältää yleensä vain yhden tutkimuksen.

### **Finska Forstsamfundets publikationsserier:**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Innehåller vetenskapliga undersökningar rörande skogshushållningen i Finland och dess grunder. Banden, vilka icke utkomma periodiskt, omfatta i allmänhet flere avhandlingar.

**SILVA FENNICA.** Omfattar uppsatser och mindre undersökningar rörande skogshushållningen i Finland. Utkommer icke periodiskt; varje uppsats som skilt band.

**COMMENTATIONES FORESTALES.** Innehåller undersökningar och andra uppsatser rörande skogshushållningen och i samband med denna stående frågor utom Finland. Utkommer icke periodiskt. I allmänhet ingår i varje band endast en avhandling.

# SILVA FENNICA

N:o 15 (1930)

## WESEN UND BEDEUTUNG DER WALDTYPEN

VON

A. K. CAJANDER

---

### Inhalt

	Seite
<i>Vorwort zur 2. Auflage</i> .....	2
<i>Vorwort zur 1. Auflage</i> .....	3
Einführung .....	5
Die Bedeutung einer natürlichen Klassifizierung der Waldstandorte und die bisherigen Verfahren der Standortklassifizierung .....	7
Das Wesen der Pflanzenvereine und der Waldtypen .....	21
Praktische und theoretische Bedeutung der Waldtypen .....	39
Anhang .....	64

## Vorwort zur 2. Auflage.

*Eine kurze und leichtfassliche Darstellung der Waldtypenlehre hat sich in mancher Beziehung als notwendig erwiesen. Diesen Zweck will die Veröffentlichung von Prof. C a j a n d e r »Wesen und Bedeutung der Waldtypen« erfüllen, die eine Reihe von Vorträgen wiedergibt, die i. J. 1926 an der Universität Tartu gehalten wurden. Sie ist ursprünglich in den Veröffentlichungen dieser Universität erschienen und hat darum ausserhalb Estlands nur verhältnismässig geringe Verbreitung gefunden. Ein Sonderabdruck dieser Arbeit ist ausserdem seit längerer Zeit vergriffen.*

*Um einem offenbaren Bedürfnis abzuhelpen, hat die Forstwissenschaftliche Gesellschaft in Suomi mit Erlaubnis des Verfassers einen neuen Abdruck besorgt, der jetzt als Nummer 15 der Reihe »Silva fennica« erscheint.*

*Da die Waldtypen in der letzten Zeit in der forstwirtschaftlichen Welt immer weitere Beachtung gefunden haben, dürfte die Veröffentlichung auch in nichtfinnischen Fachkreisen auf Interesse rechnen können. In den letzten Jahren haben eine Reihe von ausländischen Forstmännern Finnland besucht, um sich mit den Waldtypen vertraut zu machen und diese dann später auf die Verhältnisse in ihrer Heimat oder in den Kolonien anzuwenden. Aus diesem Grunde sind der Arbeit am Schluss (als Anhang) Anweisungen von Prof. C a j a n d e r über die Bestimmung der Waldtypen in Ländern, wo diese bisher noch keine Anwendung gefunden haben, beigelegt.*

## Vorwort.

Vorliegende Schrift enthält die drei Vorlesungen über Waldtypen, welche von dem Unterzeichneten am 25. und 26. September 1926 im geologischen Auditorium der Universität Tartu (Dorpat) auf Einladung der Universität gehalten wurden.

Das behandelte Thema ist wesentlich dasselbe wie in meiner Schrift »Metsätyypiteoria«, »The Theory of Forest Types«, welche in den Acta forestalia fennica 29 gedruckt ist.

Diese Waldtypentheorie hat ihren Ursprung in der bei den finnischen Forsteinrichtungsarbeiten schon von altersher gebräuchlichen Einteilung der Waldgelände in einige natürliche volkstümliche Kollektiveinheiten, sowie in einer weiter durchgeführten Zergliederung und Präzisierung dieser Einteilung auf der von Prof. Dr. J. P. NÖRBLIN ausgebildeten pflanzen-topographischen Grundlage.

Die hier entwickelten Ideen stammen aus der Zeit von 1904—1906, als der Unterzeichnete als Studierender am Forstinstitut Ewo bestrebt war, seine auf früherer botanischer Betätigung basierenden pflanzen-topographischen Kenntnisse für forstliche Zwecke zu verwerten. Die erste eingehendere Arbeit auf dieser Grundlage war die von dem Unterzeichneten 1909 veröffentlichte Schrift »Über Waldtypen« (Acta forestalia fennica 1 und Fennia 28), wozu das wichtigste Material auf Exkursionen in zahlreichen mitteleuropäischen Oberförstereien gesammelt worden war.

In dieser Schrift waren schon die Hauptideen der Waldtypentheorie enthalten, zum Teil mehr oder weniger eingehend behandelt, zum Teil nur als Zukunftsprogramm skizziert. Auf dieser Grundlage wurde in der folgenden Zeit in Suomi recht intensiv gearbeitet, wobei die 1909 entwickelten Ideen in der Hauptsache bestätigt wurden und neue wichtige Arbeitsaufgaben emportauchten.

Dass auch in Russland ähnliche Ideen entstanden waren, war dem Unterzeichneten unbekannt, und deshalb hat auch die ganze finnische Waldtypenforschung, welche von der Forschung der russischen Bestan-

destypen MOROSOFFS u. a. ganz unabhängig geschehen ist, einen wesentlich anderen Inhalt erhalten als diese. Dagegen waren mir die entsprechenden schwedischen forstlich-pflanzengeographischen Untersuchungen, soweit sie in den Schriften von LUNDSTRÖM, NILSSON u. a. enthalten waren, bekannt; die Waldtypentheorie, wie sie sich bei uns in Suomi ausgebildet hat, hat sich aber nur sehr wenig an diese schwedischen Vorgänger angelehnt.

Die Veröffentlichung dieser Theorie hat ihre Ursache in der Überzeugung gehabt, dass in der Wissenschaft nicht die blosse Detailforschung genügt, wie exakt und zielbewusst sie auch sein mag, auch nicht eine blosse streng durchdachte Zusammenfassung der Detailkenntnisse, -beobachtungen und -erfahrungen zu einem systematischen Ganzen. Jeder wirkliche Fortschritt der Wissenschaft setzt leitende Ideen voraus; das zeigt ja auch die Entwicklung der »grünen« Wissenschaft zur Genüge.

Möge die hier skizzierte Theorie an ihrem bescheidenen Teil zu der Weiterentwicklung und Weiterausbildung der forstwissenschaftlichen Tätigkeit und der Forstwirtschaft beitragen.

Helsinki, den 10. Oktober 1926.

A. K. CAJANDER.

### Hochverehrte Versammlung!

Zwei einander entgegengesetzte Strömungen sind im Kulturleben der Gegenwart zu beobachten: die Spezialisierung und — im Gegensatz zu ihr — die Verallgemeinerung und Synthetisierung.

Die Notwendigkeit der ersteren fließt unmittelbar aus der Beschränkung des Menschenlebens und des menschlichen Könnens her. Je mehr das menschliche Wissensquantum anwächst und je mehr sich die menschliche Tätigkeit entwickelt und vermannigfaltigt, um so unmöglicher wird es für den Einzelnen, jenes Wissen mit gründlicher Sachkenntnis zu beherrschen und diese Tätigkeit im einzelnen durchzuführen. Während die Gelehrten früher die Philosophie des Wissens ihrer Zeit ihrem ganzen Umfang nach beherrschten, versenken sich die Gelehrten der Gegenwart in Spezialfragen, die im Vergleich zur Gesamtheit des Wissens winzig klein erscheinen, freilich nicht darum, weil gerade die Aufhellung dieser kleinen Detailfragen das Ziel des Wissensdurstes der Forscher darstellte, sondern weil es ohne eine genaue Detailforschung im allgemeinen unmöglich ist, die menschliche Erkenntnis vorwärtszuführen. Der Forscher, welcher heute gediegene wissenschaftliche Forschungsarbeit auf verschiedenen Gebieten des Wissens zu leisten versucht, erkennt meistens sehr bald die Unausführbarkeit des Unternehmens: seine Arbeit gestaltet sich leicht oberflächlich, dilettantisch. Ebenso vermag in einem modernen Fabrikbetrieb der einzelne Arbeiter naturgemäss nur ein bestimmtes Detail zu besorgen; wollte er sich mit allen verschiedenen Arbeitsgebieten der Fabrik vertraut machen, so wäre er nicht imstande, auch nur eins von ihnen ordentlich zu bewältigen. In einer modernen Behörde kennt jeder Beamte hauptsächlich nur sein eigenes Detail von Grund aus. Arbeitsteilung und Spezialisierung sind die Forderung unserer Zeit.

Aber mit Spezialisierung allein gelangt man nicht zum Ziel. Es genügt nicht, dass es in einer Fabrik nur Spezialisten gibt, von denen jeder sein kleines Detail besorgt, sondern es ist ausserdem eine gemeinsame ordnende Leitung nötig, die die Detailarbeit der Spezialisten zu einem harmonischen,

zweckmässigen Ganzen gestaltet. Und der menschliche Geist findet in den blossen Detailerkennnissen, so tiefgehend sie auch sein mögen, allein keine Befriedigung. Der menschliche Geist strebt, in unseren Tagen ebenso wie in früheren Zeiten, nach weiteren Ausblicken. Er stellt als unabweislige Forderung die Zusammenfassung der Detailerkennnisse zu einem einheitlichen Ganzen auf, und vor allem wünscht er die leitenden Ideen in dieser Mannigfaltigkeit des Wissens zu ergründen. Und ebenso wie auf dem Gebiet praktischer Betätigung dadurch, dass die verschiedenen Tätigkeitsbereiche in vielfältiger Weise miteinander verflochten sind, eine neue Errungenschaft, eine neue Erfindung oder Entdeckung auf den verschiedensten Seiten umwälzend wirken kann — man denke z. B. nur an die Einführung der Elektrizität und der Motoren —, ebenso stehen die verschiedenen Gebiete des Wissens insofern in festen Beziehungen miteinander, als ein auf irgendeinem Spezialgebiet erzielttes Ergebnis die herrschenden Anschauungen auf den verschiedensten anderen Gebieten des Wissens entscheidend umwandeln kann; man erinnere sich beispielsweise der modernen Erblichkeitsforschungen.

Die Frage, die ich mir erlaubt habe zum Gegenstand dieser anspruchslosen Vorlesungen zu machen, ist allerdings keine solche umwälzende. Sie gehört zu den Detailfragen der Forstwissenschaft und der Forstwirtschaft, aber sie ist gleichwohl von der Art, dass ihre Lösung in ihren Anwendungen teilweise sogar verhältnismässig fernliegende Gebiete des Wissens und der praktischen Tätigkeit berührt, und darum habe ich es gewagt, sie, trotz ihrem Detailcharakter, in diesem geschätzten Kreise zur Behandlung vorzunehmen.

Wir gehen also zunächst zu einer Detailfrage der Forstwirtschaft über, die an sich kein besonders grosses Interesse ausserhalb des eigentlichen Fachkreises darbietet.

### **Die Bedeutung einer natürlichen Klassifizierung der Waldstandorte und die bisherigen Verfahren der Standortsklassifizierung.**

Die Wälder, sowohl in derjenigen Gestaltung, wie man ihnen unter natürlichen Verhältnissen begegnet, als wie sie bei geregelter Waldwirtschaft auftreten, sind unter sich sehr verschiedenartig. Schon früh entstand das Bedürfnis, sie in bezug auf ihre Produktion in gewisse Hauptklassen einzuteilen, und in derselben Masse, wie die Waldwirtschaft sich entwickelt hat, ist dies Bedürfnis nur grösser geworden. Die Produktionsklassen hat man, wie bekannt, Bonitäten genannt.

Diese Klassifizierung der Wälder ist zweifacher Art: entweder werden die Waldbestände selbst bonitiert oder auch bonitiert man die Standorte, an denen sie wachsen. Die ersteren Bonitäten nennt man bekanntlich *Bestandesbonitäten*, die letzteren *Standortsbonitäten*.

Wenn die Standorte in Bonitäten eingeteilt werden, beabsichtigt man, zu einer und derselben Klasse solche Standorte zusammenzuführen, die in bezug auf ihr Waldproduktionsvermögen mit einander wesentlich übereinstimmen, und diejenigen zu trennen, die in betreff ihres Produktionsvermögens unter sich in bedeutenderem Grade verschieden sind.

Wenn dagegen die Bestände bonitiert werden, wird auf die wirkliche Produktion des tatsächlich am Platze vorhandenen Waldbestandes Gewicht gelegt, welche Produktion je nach der Geschlossenheit und Lückigkeit des Bestandes, der waldbaulichen Behandlungsweise desselben u. s. w. innerhalb weiter Grenzen variiert und bedeutend geringer sein kann als die normale Produktion, d. h. die Produktion des normalgeschlossenen und auch sonst normal entwickelten Bestandes, welche letztgenannte als *Mass* für das Produktionsvermögen des betr. Standorts, also als *Mass* für die betr. Standortsbonität angesehen werden kann.

Die Bestimmung der Standortsbonität ist in der geregelten Waldwirtschaft unumgänglich notwendig, weil sie ja eine unbedingte Vorausset-

zung für alle forstwirtschaftlichen Produktions- und Rentabilitätsberechnungen ist, weil man nur, wenn man die Standortsbonität kennt, berechnen kann, welche Holzart an jeder Stelle, eine wie lange Umtriebszeit, welche waldbauliche Behandlung u. s. w., die rentabelste ist, Fragen, die von eminenter, nicht nur privatwirtschaftlicher, sondern auch volkswirtschaftlicher Bedeutung sind.

Dazu kommt aber noch die nicht weniger wichtige Bedeutung einer rationellen Standortsbonitierung für waldbauliche Zwecke und die Zwecke der Forststatistik.

In der Aufstellung und Unterscheidung von Standortsbonitäten ist man grösstenteils sehr schablonenmässig verfahren. So befürwortet H. COTTA in seiner klassischen »Systematischen Anleitung zur Taxation der Waldungen« (1804) das Unterscheiden von 100 Bonitäten, und zwar so, dass der absolut unfruchtbare Boden mit Null und der denkbar beste mit hundert bezeichnet werden soll. Cottas Zeitgenosse G. L. HARTIG rät in seiner ebenso klassischen »Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste« (1795) sich auf nur drei Bonitäten — gut, mittelmässig und schlecht — zu beschränken. Am häufigsten hat man wohl in Mittel-Europa 5 Bonitäten unterschieden; eine solche Einteilung wird auch in der neuesten Auflage (1923) der Forsteinrichtung JUDEICHS befürwortet.

Eine solche Bonitierung ist jedoch im höchsten Grade subjektiv. Sie basiert sich fast einzig und allein auf den sog. »Götterblick« des Taxators. Durch langjährige Übung und unter stetiger Beachtung der tatsächlich erzielten Hiebsergebnisse lernt der Taxator freilich die Bonitierung verhältnismässig konsequent durchführen. Aber zwischen den durch die Erfahrung befestigten Bonitierungsideen der verschiedenen Taxatoren können doch ganz wesentliche Unterschiede bestehen, und dem jungen, unerfahrenen Taxator gibt eine solche Methode, wo alles vom subjektiven Ermessen abhängt, keinen sicheren Anhaltspunkt.

Bei der Bonitierung der Standorte ist auch von einer anderen Grundlage ausgegangen worden. Man hat sich nämlich bemüht, die Standorte nach gewissen augenfälligeren Eigenschaften derselben zu natürlichen Gruppen zusammenzuführen. Als Beispiel hierfür sei erwähnt, dass der mehrjährige Direktor des ehemaligen finnischen Forstinstituts Dr. A. G. BLOMQVIST in seiner Arbeit »Tabeller framställande utvecklingen af jemnåriga och slutna skogsbestånd af tall, gran och björk« (Tafeln über die Entwicklung gleichaltriger normaler Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände, Helsinki 1872) Suomi von Süden nach Norden zuerst in 3 Zonen einteilte und in jeder derselben 3 Wuchsklassen unterschied, und zwar so,

dass die geringste Klasse trockene Sand- und Geröllböden umfasste, wo die Kiefer gewöhnlich bestandbildend auftritt und wo jedenfalls der Kiefer wegen ihrer Anspruchslosigkeit die erste Rangstufe unter den Holzarten zukommt; zu der mittleren Klasse wurden die frischen Böden zusammengefasst, wo neben der Kiefer auch die Fichte und die Birke gedeihen und welche auf den älteren finnischen Katasterkarten als Böden bezeichnet wurden, die sich für Brandkultur eignen; die ergiebigste Klasse umschloss die allerproduktivsten Waldböden und die für den Ackerbau tauglichen, deren Boden meistens lehm- oder tonartig ist.

In der praktischen Forstbetriebseinrichtung wurde bei uns folgende Einteilung der Waldstandorte sehr allgemein verwendet:

trockene Heide (kuiva kangas, torr mo),  
frische Heide (tuore kangas, frisk mo),  
niedrige Heide (alava kangas, lågmo),  
bruchartiger Waldboden (korventapainen maa, kärrartad mark),  
reisermoorartiger Waldboden (rämeentapainen maa, myrartad mark).

Ohne Zweifel können solche Klassifikationen unter ganz bestimmten Verhältnissen zu recht befriedigenden Resultaten führen. Besonders für die südliche Hälfte von Suomi ist diese Klassifikation recht natürlich, und sie ist deshalb viel verwendet worden. Scharf ist sie aber bei weitem nicht, denn z. B. die frische Heide umfasst Standorte, die in ihrer Produktionskraft unter sich recht verschieden sein können, und besonders die Niederungsheide ist ein sehr vager Begriff. Die Schwäche einer solchen, auf volkstümlichen Begriffen sich basierenden Bonitierung tritt noch deutlicher hervor, wenn man sie auf grössere Gebiete, z. B. auch auf Lappland oder Mittel-Europa anzuwenden versucht, aber der ihr zu Grunde liegende Gedanke, natürliche Standortsklassen zu erstreben, ist ohne Zweifel richtig<sup>1</sup>).

Nachdem LIEBIG die grundlegende Bedeutung der chemischen Zusammensetzung des Bodens für die Ernährung der Pflanzen und für ihre Exis-

<sup>1</sup> Den Verfahren von Th. und R. HARTIG liegt gewissermassen ein ähnlicher Gedanke zu Grunde:

TH. HARTIG: Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche im Hoch- und Pflanzwalde, im Mittel- und Niederwald-Betriebe, nebst Anleitung zu vergleichenden Ertragsforschungen. Berlin 1847.

R. HARTIG: Vergleichende Untersuchungen über den Wachstumsgang und Ertrag der Rotbuche und Eiche im Spessart, der Rotbuche im östlichen Wesergebirge, der Kiefer in Pommern und der Weisstanne im Schwarzwald. Stuttgart 1865.

R. HARTIG: Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft im Harze und im Wesergebirge. Stuttgart 1868.

tenz überhaupt dargelegt hatte, hoffte man mit Hilfe der chemischen Bodenanalyse die Frage nach der Bonität des Bodens — freilich vornehmlich des Ackerbodens — lösen zu können. Die Hoffnungen haben sich indessen nicht erfüllt. Das lag z.T. an der Unvollkommenheit der chemischen Analyse: es ist schwer, aus dem Boden die Pflanzennährstoffe genau unter solchen Bedingungen in Lösung zu bringen, wie sie in der Natur den lebenden Pflanzen zur Verfügung stehen. Teils war der Misserfolg dadurch bedingt, dass die Pflanzennährstoffe nicht die einzigen für das Pflanzenleben massgebenden Faktoren sind, sondern auch die physikalischen Eigenschaften des Bodens; so spielen z. B. die Feuchtigkeit, die Wärmeverhältnisse, die Durchlüftungsverhältnisse u. s. w. oft eine ebenso wichtige Rolle wie die chemischen Eigenschaften. Und zu guter letzt ist auch das Klima als wichtiger und vielseitig wirksamer Vegetationsfaktor mit in Betracht zu ziehen.

Völlig resultatlos waren die Bemühungen, die Güte des Standorts vermittelst chemischer Analyse zu bestimmen, indessen nicht. So konnte schon SCHÜTZE (1871)<sup>1</sup>, welcher 6 norddeutsche Waldböden verschiedener Bonität untersuchte, feststellen, dass die geschätzte Standortsbonität in bedeutendem Grade in der chemischen Zusammensetzung des Bodens zum Ausdruck kam. Die Bodenanalysen zeigten nämlich, dass in solchem Boden, welcher als Boden I. Bonität eingeschätzt wurde, alle  $P_2O_5$ , CaO,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  reichlicher vorhanden waren als im Boden V. Bonität, sowie ferner, dass der Phosphorsäuregehalt und der Kalkgehalt des Bodens ein fast gleichmässiges Steigen von der geringsten zu der besten Bonität zeigten. — Spätere Untersuchungen von FALCKENSTEIN<sup>2</sup> legten dar, dass auch der Humus- und namentlich der Stickstoffgehalt dabei eine entscheidende Rolle spielen.

Bei uns hat Y. ILVESSALO<sup>3</sup>, gestützt auf etwa 600 Bodenanalysen von VALMARI, welche sich auf Bodenproben auf solchen Probeflächen normaler Waldbestände der südlichen Hälfte Suomis beziehen, deren Zuwachs genau ermittelt worden war, den Korrelationskoeffizienten zwischen dem normalen Zuwachs der Waldbestände (Kiefernbestände mittleren Alters)

<sup>1</sup> W. SCHÜTZE: Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Ertragsfähigkeit des Waldbodens. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1871.

<sup>2</sup> K. VOGEL VON FALKENSTEIN: Untersuchungen von märkischen Dünensandböden mit Kiefernbestand. Intern. Mitt. f. Bodenkunde. 1912.

<sup>3</sup> Y. ILVESSALO: Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. Acta forest. fenn. 25.

und gewissen Eigenschaften des Bodens berechnet und dabei gefunden, dass der Korrelationskoeffizient folgender war:

für den Stickstoff .....	0.736 ± 0.056
» » Kalk .....	0.612 ± 0.069
» das Kali .....	0.214 ± 0.091
» die Phosphorsäure .....	keine Korrelation

Nach diesen Zahlen zu urteilen, müsste also die Produktionskraft der Waldstandorte Süd-Suomis vor allem in bestimmtem Verhältnis zu dem Kalk- und dem Stickstoffgehalt des Bodens stehen.

Solche Untersuchungen zeigen deutlich, dass die Eigenschaften des Bodens, in diesem Falle vor allem seine chemischen Eigenschaften, entschieden sein Produktionsvermögen beeinflussen, die einen, unter bestimmten Verhältnissen, mehr, die anderen weniger. Schon LIEBIG stellte ja seinerzeit das sog. Minimumgesetz auf, nach welchem das Produktionsvermögen auf demjenigen Nährstoff beruhen sollte, welchen der Boden verhältnismässig am wenigsten enthält. WOLLNY erweiterte das Gesetz auch auf die physikalischen Eigenschaften der Böden. Davon ausgehend, dass ein Vegetationsfaktor auch zu intensiv sein kann, hat VATER das Gesetz dahin formuliert, dass das Produktionsvermögen auf der verhältnismässig ungünstigsten Eigenschaft des Standorts beruhe oder also auf derjenigen Eigenschaft, welche in Plus- oder Minusrichtung relativ am weitesten vom harmonischen Optimum steht — um einen Ausdruck SCHIMPERS zu benutzen; man könnte somit am passendsten von einem Gesetz des harmonischen Optimums sprechen.

Aber wenn nun auch Gesetzmässigkeiten zwischen dem Produktionsvermögen des Standorts und seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften sich konstatieren lassen, ist es von da noch ein weiter Schritt zu einer Klassifikation der Standorte auf dieser Grundlage. Zwar kann man ja deutlich Korrelationen zwischen dem Produktionsvermögen und den Produktionsfaktoren nachweisen, aber besonders die neueren Untersuchungen — vor allem diejenigen der MITSCHERLICH'schen Schule — zeigen ja, dass die Vegetations- bzw. Produktionsfaktoren zusammenwirken, ja dass sogar der Minderbetrag des einen durch den Mehrbetrag des anderen sich kompensieren lässt, und so hat man es jeweils nicht mit einem einzigen bestimmten »Minimumfaktor« zu tun, sondern man ist gezwungen, die Gesamtwirkung der Standortfaktoren zu berücksichtigen, wenn auch einem gewissen oder einigen bestimmten Faktoren jeweils grössere Bedeutung als den anderen zukommen kann. Besonders ist zu



bemerken, dass die Standortsfaktoren in der Natur in weitem Masse unabhängig von einander variieren, und dadurch entstehen beinahe unzählige Relationen zwischen denselben. Beim Übergang in ein anderes Klima bekommen alle diese Relationen eine in bezug auf das Gedeihen der Bäume und überhaupt der Pflanzen veränderte Bedeutung. Und vor allem variieren ja diese mehr oder weniger von einander unabhängigen Wachstumsfaktoren, ihrem Intensitätsgrade nach, ununterbrochen zwischen gewissen Grenzwerten so, dass in ihren Gradbeträgen keine deutlicheren Schwellen zu konstatieren sind. Wenn man die Wachstumsfaktoren allein berücksichtigt, kann man also nicht zu irgendwelchen natürlichen Standortgruppen, irgendwelchen natürlichen Standortbonitäten gelangen.

Wäre es aber möglich, in irgendeiner anderen Weise zuerst die Standortbonitäten vorläufig, wenn auch nur in groben Zügen, natürlich zu umgrenzen, so wäre es wohl nicht unmöglich, diese Bonitäten auf Grund ihrer Produktionsfaktoren näher zu präzisieren. Als ein analoger Fall sei erwähnt, dass ja KÖPPE in seinem »Versuch einer Klassifikation der Klimate vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt« (1900) nach den Hauptzügen der Vegetation die Erde in eine grosse Anzahl Klimagebiete eingeteilt hat, die durch rein klimatische Daten definiert werden und deren entsprechende Gebiete in den verschiedenen Teilen der Erde zu gemeinsamen Klimatypen vereinigt worden sind. Es kann wohl nicht ausgeschlossen sein, dass ein entsprechender Weg auch bei der Aufstellung von Standortstypen, Standortbonitäten, sich ergeben würde.

Wenn es gilt, die Standorte zu klassifizieren, liegt es natürlich am nächsten, eine direkte Klassifikation anzustreben, d. h. eine Klassifikation auf Grund der Eigenschaften der Standorte bzw. der sog. Standortsfaktoren. Soweit die Klassifikation die Standorte mit Hinsicht auf ihr Produktionsvermögen zu klassifizieren bezweckt, ist es ebenso gut begründet, in der Produktion selbst ein Mittel für die Bonitäteneinteilung zu suchen. So ist man in der Tat verfahren, und zwar vor allem bei der Aufstellung von sog. Ertrags- bzw. Zuwachstafeln, d. h. Tafeln, die den Wachstumsverlauf und Ertrag reiner, normaler Bestände der verschiedenen Holzarten angeben. Da ja dieser Normalertrag je nach dem Standort verschieden ist, ist eine richtige Standortbonitätenbildung bei der Aufstellung der Ertragstafeln von sehr wesentlicher Bedeutung.

In mehrerer Hinsicht grundlegend für die Arbeit zur Aufstellung von Ertragstafeln ist das vorzugsweise von v. BAUR in den allgemeinen Ge-

brauch eingeführte sog. Streifenverfahren. Die Hauptzüge der Methode sind, mit BAUR's eigenen Worten wiedergegeben, folgende:

»In möglichst gleichmässiger Verteilung durch alle Alter und Bonitäten werden in einem Lande oder Waldgebiet, für welches Ertragstafeln entworfen werden sollen, eine genügende Anzahl normal bestockte . . . . . Probeflächen . . . . . ausgewählt. Bei Annahme von 5 Bonitäten werden für einzelne Waldgebiete oder Länder immerhin für eine Holzart mindestens 150 Versuchsflächen, mit besonderer Berücksichtigung der ersten und letzten Bonität, notwendig werden, um zuverlässige Ertragstafeln zu erhalten.« »Sind die Aufnahmen sämtlicher Versuchsflächen im Walde beendet . . . . ., so schreitet man zunächst zur Konstruktion der Holzmassenkurven für die ausgeschiedenen Standortklassen . . . . . Zu diesem Behufe wird auf einem Blatt Papier eine horizontal gezogene Linie (Abszisse Fig. 1) in so viel gleiche Teile geteilt, als die aufgenommenen ältesten Bestände Jahre zählen (etwa 120). Auf die einzelnen Teilungspunkte dieser Linien, welche Bestandesalter darstellen, werden Senkrechte (Ordinaten) errichtet, auf diese die in den einzelnen Versuchsflächen gefundenen mittleren Bestandesmassen pro Hektar . . . . . in einem passenden Massstabe aufgetragen und die Endpunkte der Ordinaten mit kleinen Punkten versehen . . . . . Die aufgetragenen Ordinatenpunkte (Massen) stehen natürlich im jugendlichen Alter näher bei einander und erweitern sich mit wachsendem Bestandesalter von links nach rechts aufsteigend, strahlenförmig immer mehr . . . . . Um nun bei Ausscheidung von fünf Bonitäten die fünf Ertragskurven zu erhalten, zieht man zunächst, vom Jahre Null ausgehend, durch die höchsten und ebenso durch die niedrigsten aufgetragenen Punkte, oder möglichst nahe an denselben vorüber, aus freier Hand je eine Linie. . . . . Die obere Linie soll eben die obere, die untere Linie die untere, mittlere Grenze der in verschiedenen Lebensaltern der normalen Bestände vorkommenden Massen ausdrücken . . . Man weiss nun, in welchen Grenzen sich die Erträge der Bestände von der Begründung bis zur Haubarkeit bewegen. Da es wünschenswert ist, dass die einzelnen Bonitäten gleich weit von einander abstehen, so teilt man jetzt auf der graphischen Darstellung die Fläche zwischen der unteren und oberen Grenzlinie der Länge nach in fünf gleiche Streifen . . . Alle Punkte, resp. Bestände, welche nun in den obersten Streifen fallen, werden als zur I., solche im zweiten Streifen als zur II. etc., . . . Bonität gehörig betrachtet . . . . . Man wird nun die mittleren Ertragskurven für die einzelnen Bonitäten finden, wenn man schliesslich m i t t e n durch die einzelnen Streifen der Länge nach die Linien definitiv auszieht.« —

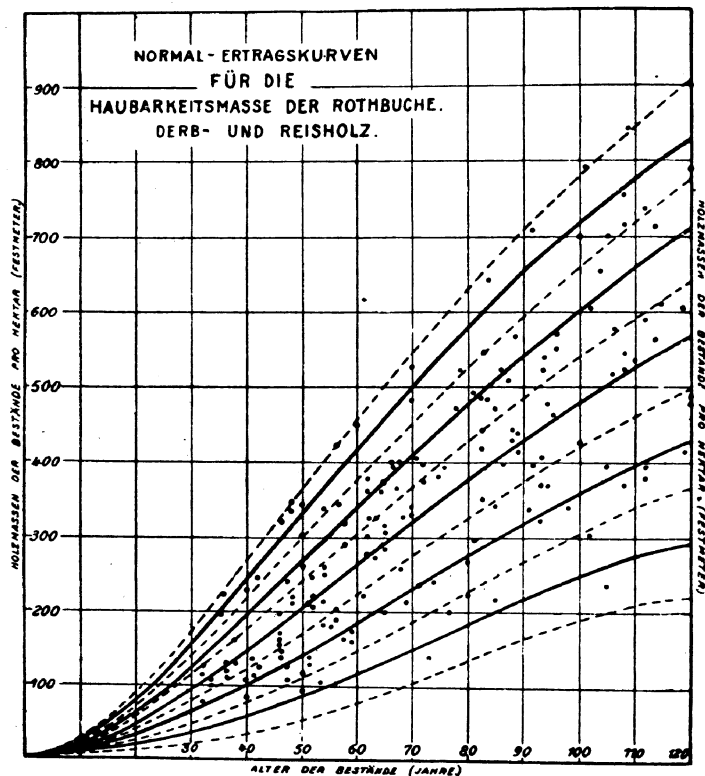


Fig. 1. Baur's Streifenverfahren.

Um nun »jeden beliebigen Bestand rasch, sicher und einfach in die richtige Bonität einreihen zu können«, stellte Baur die mittlere Höhe als Bonitätsweiser auf; diese Höhen wurden durch ein analoges graphisches Verfahren bestimmt.

Das Streifenverfahren löst also die Bonitätsfrage in verblüffend einfacher Weise. Schon eine oberflächliche Betrachtung muss ergeben, dass diese Methode vor einer wissenschaftlichen Kritik nicht bestehen kann und dass sie zu praktisch wenig befriedigenden Resultaten führen muss. Gegen die Methode kann angeführt werden<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen. Acta forest. fenn. I und Fennia 28. 1909. A. K. CAJANDER: Was wird mit den Waldtypen bezweckt? Acta forest. fenn. 25. 1923.

1. dass die gewonnenen Standortsbonitäten nur graphische Konstruktionen sind, die ganz willkürlich abgegrenzt werden — man kann ja nach freiem Ermessen 3, 5, 10 oder mehr Bonitäten bilden — und kein Gegenstück in der Natur selbst besitzen;

2. dass die Methode keine Gewähr dafür gibt, dass die Entwicklung auch nur eines einzigen Normalbestandes eine solche wäre, wie die gezeichneten Normalkurven angeben;

3. dass die Methode grundsätzlich sich fast nur auf die allerproduktionskräftigsten und die allerproduktionsschwächsten Bestände stützt, aber gerade solche den Grenzbönten angehörige Normalbestände sind am schwierigsten in genügender Anzahl zu finden; BAUR selbst gelang es für seine Buchenertragstafeln nicht mehr als 8 Probeflächen der letzten Bonität aufzubringen, und eine nähere Prüfung zeigt, dass auch diese 8 Probeflächen eine nur sehr geringe Anleitung beim Ziehen der unteren Grenzlinie haben geben können;

4. dass dieser Fehler allerdings vermieden werden könnte, wenn man die Normalkurven nicht auf die unsicheren Grenzkurven, sondern auf eine solche Mittelkurve stützte, bei deren Ziehen auf alle Punkte Bezug genommen würde, aber auch dieser Ausweg ist unanwendbar, da die der ganzen Methode zu Grunde liegende Voraussetzung, dass die Normalkurven der verschiedenen Bonitäten einen ähnlichen Verlauf hätten, nicht nur unbewiesen, sondern sogar nachweislich unrichtig ist<sup>1</sup>.

Der Methode haften weiter folgende grundsätzliche Mängel an:

1. Die Bonitierung wird getrennt für jedes Gebiet gemacht; ein anderes mit dem vorigen in betreff seiner Standortsbonitäten sogar in jeder Hinsicht übereinstimmendes Gebiet würde eine bedeutend abweichende Tafel ergeben, wenn dort zufälligerweise die normalen Bestände (deren es ja immer verhältnismässig wenig gibt) in etwas anderem Verhältnis vorhanden sind; die nach diesem Verfahren für die verschiedenen Länder aufgestellten Bonitäten entsprechen einander also nicht<sup>2</sup>.

2. Da die verschiedenen Holzarten sich auf die verschiedenen Standortsbonitäten ganz verschieden verteilen, für jede Holzart aber die Bonitäten getrennt in der dargelegten Weise gebildet werden, ist es klar, dass

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen 1909, S. 160—161.

<sup>2</sup> Sogar wenn zwei verschiedenen Personen die Aufgabe gegeben würde, unabhängig von einander Ertragstafeln für dieselbe Holzart in demselben Gebiet aufzustellen, wäre es wohl, im Hinblick auf die jedenfalls mehr oder weniger subjektive Wahl der Versuchsbestände, ausgeschlossen, dass ihre nach dem Streifenverfahren, streng in derselben Weise gebildeten Bonitäten einander entsprächen.

die so gebildeten Bonitäten der verschiedenen Holzarten einander nicht entsprechen können; so entspricht ja die Kiefernbonität III keineswegs der Fichtenbonität III, der Buchenbonität III oder der Eichenbonität gleichen Namens; mit anderen Worten: auf diese Weise wird keine allgemeine Standortsbonitierung, keine allgemeine Klassifikation der Standorte erreicht, und keine vergleichenden Rentabilitätsberechnungen über den Anbau verschiedener Holzarten werden möglich. Die Mängel eines solchen Bonitierungsverfahrens werden um so auffälliger, wenn die Zahl der Holzarten gross ist und sie dazu noch in weitem Masse gemischte Bestände bilden.

Gegen die Benutzung der Höhe als alleiniger Bonitätsweiser können desgleichen schwerwiegende Argumente angeführt werden. Wenn die Höhenkurven in derselben Weise wie die Massenkurven ermittelt werden, haften ihnen natürlich dieselben Fehler wie den Massenkurven an; und wenn beide in der angeführten Weise, unabhängig von einander, bestimmt werden, besteht keine Gewähr dafür, dass die Massen- und Höhenkurven der gleichnamigen Bonitäten einander entsprechen. Diesem Fehler kann man nun zwar dadurch entgehen, dass man die Höhenkurven als Mittelwerte der Höhen der den verschiedenen Bonitäten gezählten Versuchsbestände bestimmt, wobei die Höhe natürlich als Charakteristikum verwendbar ist — insoweit als die in angeführter Weise nach der Masse vorgenommene Standortsklassifikation als richtig betrachtet werden kann. Aber auch dann trifft dies nur in dem Falle zu, dass die Bestände alle in der gleichen Weise bewirtschaftet, vor allem wenn sie gleichaltrig, normalgeschlossen und alle unter sich in derselben Weise durchforstet worden sind. Für Bestände, die ungleich stark durchforstet worden sind, ist die Mittelhöhe kein zuverlässiger gemeinsamer Bonitätsweiser; je undichter, je ungleichaltriger und je abnormer die Bestände sind, um so unsicherer ist sogar die Oberhöhe als Bonitätsweiser — also in den allermeisten Beständen des gewöhnlichen Wirtschaftswaldes. Dazu kommt noch, dass die Zunahme der Höhe und die der Masse pro ha nachweislich nicht parallel verlaufen, sondern von einer bestimmten Gütestufe des Standortes an kann zwar die Masse noch zunehmen, während die Höhe unverändert bleibt<sup>1</sup>.

Als einer der Grundfehler der Baur'schen Methode wurde eben erwähnt, dass das Verfahren keine Gewähr dafür bietet, dass die Ent-

<sup>1</sup> Vgl. Y. ILVESSALO: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend. Acta forest. fenn. 15. 1920. (Diagramm Nr. 45.)

wicklung irgendeines normalen Waldbestandes eine solche wäre, wie die gezeichneten Normalkurven angeben. Dieser Fehler kann jedoch durch einige Hilfsverfahren umgangen werden.

Ein solches Hilfsverfahren ist erstens das sog. *Leitkurvenverfahren*. Für diese Methode ist charakteristisch, dass dieselben Probeflächen, als ständige Versuchsflächen, nach bestimmten, z.B. 5-jährigen, Intervallen von neuem aufgenommen werden. Wenn nun das Resultat der Aufnahmen als Punkte in ein Koordinatennetz eingetragen wird, wird natürlich jede Versuchsfläche nicht von nur einem Punkt, sondern von einer Reihe von Punkten vertreten, welche durch gerade Linien miteinander verbunden werden können. Man erhält dadurch kürzere oder längere Bruchlinienstücke, die entweder als solche benutzt werden oder unter deren Zuhilfenahme man spezielle Leitkurven zeichnet, welche eine Handhabe beim Ziehen der schliesslichen Normalkurven geben sollen. Der Verlauf dieser Kurven wird also nicht durch die eben erwähnten sehr unsicheren Grenzlinien bestimmt, und zwar wird der Verlauf derselben um so sicherer ermittelt, je häufiger dieselben Versuchsflächen von neuem aufgenommen werden, also je älter die Flächen sind. Es vergeht aber leicht ein Menschenalter, bis man auf diese Weise fertige Ertragstafeln erhält, und so lange können wir nicht warten.

Eine andere Methode, welche zwar schneller zum Ziel führt, aber bedeutend unsicherer ist, ist das sog. *Weiserverfahren*. Die Methode gründet sich auf die mehr oder weniger richtige Voraussetzung, dass die dominierenden Bäume des Bestandes auch im jüngeren Alter desselben zu der dominierenden Klasse gehört haben, dass zwar beim Älterwerden des Bestandes aus der dominierenden Klasse immerfort Bäume in die Klasse der beherrschten geraten, dass aber eine entgegengesetzte Entwicklung nur in beschränktem Masse stattfindet. Von dieser Voraussetzung ausgehend werden die Bäume auf jeder Probefläche vom stärksten her in entsprechende Gruppen eingeteilt, und der Mittelstamm oder die Mittelstämme der stärksten Klasse werden zu einer sog. Stammanalyse verwendet, mit anderen Worten: es werden die Wachstumsverhältnisse dieser Mittelstämme in verschiedenen Hinsichten aufs genaueste untersucht. Diejenigen Probebestände, deren analysierte Probestämme einen ähnlichen Wachstumsgang zeigen, werden als zu derselben Entwicklungsserie gehörig betrachtet. Auch auf diese Weise können Punktserien bzw. Bruchlinienstücke erhalten werden.

Ein ganz eigenartiges Verfahren, um zu entscheiden, welche Bestände

desselben Alters derselben Bonität zugezählt werden können, hat CAJANUS<sup>1</sup>, auf die mathematisch-statistischen Methoden gestützt, ausgearbeitet. Cajanus nahm zum Ausgangspunkt die sog. Stammverteilungsserien, welche man erhält, wenn man die Bäume nach dem Brusthöhdendurchmesser in äquidistante Klassen einteilt. Diejenigen Waldbestände gleichen Alters, deren Stammverteilungsserien miteinander übereinstimmen, werden zu derselben Bonität gerechnet, wobei die Übereinstimmung auf Grund der verschiedenen Charakteristika (Stammzahl, Mitteldurchmesser, Mittelwert, Dispersion, Asymmetrie u. a. der Serie) geprüft wird. Die Übereinstimmung wird als genügend betrachtet, wenn die Abweichung höchstens den dreifachen Betrag des mittleren Fehlers ausmacht.

Diese Hilfsverfahren, jedes für sich und besonders alle zusammen, geben natürlich eine ziemlich gute Anleitung beim Ziehen der Normalkurven, und ihr Verlauf wird so ohne Zweifel mit bedeutender Sicherheit bestimmt. Aber die Hauptsache, die Bonitätenbildung, bleibt ungelöst. Zwar erhält man mehr oder weniger sicher gezogene Wachstumskurven, solche erhält man aber in unbegrenzter Anzahl. Alle diese Hilfsverfahren setzen unbedingt voraus, dass die Bonitäten schon auf irgendeine andere Weise bestimmt worden sind. Dabei hat man sich wohl meistens direkt oder indirekt auf das Streifenverfahren gestützt<sup>2</sup>.

Diejenigen Methoden, welche die Bonitätenbildung auf die Produktion

<sup>1</sup> W. CAJANUS: Ueber die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Acta forest. fenn. 3. 1914.

<sup>2</sup> Dies ist der Fall z.B. mit dem Béschluss der deutschen forstlichen Versuchsanstalten zu Ulm 1888. Dort wurde, um Einheitlichkeit in der Umgrenzung der Bonitäten zu gewinnen, festgestellt, dass die Bonitäten der verschiedenen Holzarten bei 100-jährigem Alter mit folgenden Derbholzmassen ausgestattet werden sollten:

	I	II	III	IV	V
Kiefer	700 m <sup>3</sup>	550 m <sup>3</sup>	420 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>
Fichte und Tanne	1100 »	900 »	720 »	550 »	440 »
Buche	720 »	580 »	460 »	350 »	250 »

Da also von jeder Normalkurve 2 Punkte, nämlich der Nullpunkt und der Punkt für das 100-jährige Alter, im voraus bestimmt waren, so gestaltete sich das Ziehen der Normalkurven zu einer ziemlich einfachen, aber ganz unwissenschaftlichen Manipulation.

bzw. den Zuwachs der Waldbestände gründen, haben also die Bonitierungsfrage nicht zu lösen vermocht<sup>1</sup>.

Im Vorigen sind schon die Bestrebungen, natürliche Bonitäten zu bilden, berührt worden, solche, welche auf keinen graphischen bzw. mathematischen Konstruktionen fussen. Wenn rein graphisch- bzw. mathematisch-mechanische Bonitätenbildungsverfahren auch für forsttaxatorische Zwecke leidlich brauchbar wären, versagen sie auf dem anderen Hauptgebiet der Forstwirtschaft, dem des jedenfalls nicht weniger wichtigen Waldbaues gänzlich. Im Waldbau ist die Standortsklassifikation wenigstens ebenso notwendig wie in der Forsteinrichtung, wenngleich diese Frage vom waldbaulichen Standpunkt aus viel weniger ventilert worden ist. So wird ja schon die Wahl der anzubauenden Holzart von der Standortsgüte bestimmt. Keineswegs alle diejenigen Holzarten, welche sich auf dem besten Boden anbauen lassen, gedeihen ja an den geringeren Standorten. Und nicht genug damit. Auch dieselbe Holzart erfordert an den verschiedenen Standorten eine sehr verschiedene Pflege. So können ja nicht alle Kiefernbestände in derselben Weise bewirtschaftet werden, sondern die Pflege der Kiefernwälder der trocknen Heideböden muss in ganz anderer Weise geschehen als die der Kiefernwälder auf frischem, fruchtbarem Boden, und von beiden verschieden ist die Pflege der Moorkiefernwälder, um nur ein Beispiel anzuführen. Die Unterschiede beziehen sich sowohl auf die Bestandesverjüngung und Bestandesgründung als auf die Art der Erziehungshiebe, auf die Möglichkeit des Überhaltbetriebs und auf die des Unterbaus. Auch für den Waldbau ist also eine Klassifizierung der Standorte unumgänglich notwendig. Dabei sind natürlich graphisch oder mathematisch abgegrenzte Bonitäten völlig unbrauchbar. Es wäre sogar unsinnig, z.B. vom Waldbau der Kiefernwälder V. Bonität zu sprechen, denn diese Bonität umfasst biologisch ganz inkommensurable Dinge, z. B. trockene Heidekiefernwälder und Moorkiefernwälder, deren Waldbau äusserst wenig miteinander gemeinsam haben. Die Klassifikation der Standorte für waldbauliche Zwecke muss als Ziel aufstellen, möglichst natürliche, im Walde selbst unterscheidbare Bonitäten zu bilden; sie muss eine solche

<sup>1</sup> Betreffs zahlreicher unvollständiger Standortsklassifizierungsverfahren mag bei LÖNNROTH verglichen werden. E. LÖNNROTH: Die Waldtypen und die innere Bestandesentwicklung. Finland-Buch der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Bd. XXXVI, 1926.)

sein, wo biologisch nahverwandte Standorte zusammengeführt, biologisch verschiedene getrennt werden. Zu den Hauptforderungen des Waldbaus der Zukunft gehört, dass jedem Standort eine solche Waldpflege gewidmet wird, welche dort, mit Berücksichtigung der vom Standort dargebotenen natürlichen Bedingungen, wirtschaftlich am zweckmässigsten ist. Die Wälder müssen standortgerecht, sie dürfen nicht schablonenweise bewirtschaftet werden. Damit dieses möglich ist, muss aber erst eine natürliche Klassifikation der Standorte zustandegebracht werden. — In Anbetracht der Bedeutung einer naturgemässen Standortklassifikation sowohl für die Forsttaxation als besonders für den Waldbau ist ohne weiteres klar, dass eine solche Klassifikation eine unentbehrliche Grundlage für die ganze Forstbetriebseinrichtung bilden muss.

Dass die Klassifizierung der Standorte nach ihrer Produktion auch für die Forststatistik, wenigstens mittelbar, und dadurch auch für die Forstpolitik notwendig ist, bedarf bei dieser Gelegenheit kaum der Erwähnung. Selbstverständlich ist es nicht zweckmässig, für die Forsteinrichtung, für forsttaxatorische Zwecke, für den Waldbau und für die Forststatistik, für jeden dieser verschiedenen Zweige, spezielle Arten der Bonitäten aufzustellen; im Gegenteil, die Standortsklassen sollen nicht nur für die verschiedenen Holzarten, sondern auch für die verschiedenen Zweige der Forstwirtschaft gemeinsam sein. Je mehr die Forststatistik international wird, um so wichtiger ist nicht nur, dass die Bonitierung in allen Ländern nach einheitlichen Grundsätzen geschieht, sondern es wäre ungemün wünschenswert, dass wirklich gemeinsame Bonitäten und Bonitätsklassen in den verschiedenen Ländern eine identische Abgrenzung und Bezeichnung erhielten.

Speziell soll noch erwähnt werden, dass die genaue Feststellung der Standortbonität insbesondere auch für die forstwissenschaftliche Forschungsarbeit notwendig ist, gleichgültig, ob die Forschung sich mehr der Versuche oder vorwiegend der vergleichenden Untersuchungsmethode bedient, in welchem letzterem Falle die zahllosen Versuche, welche im Naturwalde oder im Wirtschaftswalde schon fertig vorliegen, einem kritischen Vergleich unterworfen werden. Wenn man nämlich die Wirkung eines Faktors oder eines Faktorenkomplexes auf den Wald oder die Bäume studieren will, ist es natürlich notwendig, dass alle

übrigen Faktoren bzw. Einflüsse gleich bzw. unverändert bleiben, denn sonst ist jeder Vergleich unmöglich. Es ist also vor allem notwendig, dass die Standorte aller betr. Versuchs- oder Vergleichsbestände unter sich gleichwertig sind. Es genügt durchaus nicht zu wissen, dass der Bestand auf Sandboden oder auf Lehmboden stockt, dass der Boden frisch, die Exposition nördlich, das Bodenrelief ein solches und solches ist u. s. w., sondern man muss Sicherheit darüber haben, dass die betr. Standorte auch als Gesamtheit betrachtet, biologisch gleichwertig sind, und der Gesamtcharakter des Standorts muss kurz und erschöpfend angegeben werden können.

Auf Grund des Angeführten kann man sagen,

dass eine natürliche, einheitliche, internationale Bonitierung der zur Waldwirtschaft benutzten Standorte in forsttaxatorischer Hinsicht wie überhaupt für Forsteinrichtungszwecke, für den Waldbau sowie für die Forststatistik und die auf diese sich basierende Forstpolitik sehr erwünscht ist;

dass eine exakte, objektive und natürliche Klassifikation der Standorte auch für alle solche forstwissenschaftlichen Untersuchungen notwendig ist, deren Resultate in irgendeiner Hinsicht vom Standort abhängen;

dass dieses Ziel aber mit den oben vorgeführten Verfahren nicht erreicht worden ist und wohl auch nicht erreicht werden kann.

### **Das Wesen der Pflanzenvereine und der Waldtypen.**

Die Vegetation, welche das Land bedeckt, welche wir in der Natur überall um uns sehen, ist ausserordentlich wechselnd. Viel braucht man sie aber nicht zu beobachten, um darin doch eine recht grosse Regelmässigkeit wahrzunehmen. Die nähere Betrachtung zeigt, dass die Pflanzen in der Natur im allgemeinen nicht als voneinander unabhängige Individuen auftreten, sondern dass sie beinahe überall in unserem Klima zu Einheiten bestimmter Art, zu Pflanzenvereinen, zusammengeschlossen sind, die ihre eigene, in gewissen Grenzen variierende Zusammensetzung der Vegetation besitzen, ihr spezifisches Auftreten zeigen und ihre spezifische Verbreitung haben und deren Abgrenzung gegeneinander mehr oder we-

niger deutlich ist. So sind ja unsere blumenreichen Wiesen zwar unter sich sehr verschiedenartig, aber bald gewöhnt sich das Auge, darin bestimmte Pflanzenvereine zu unterscheiden, die sich an entsprechenden Standorten mehr oder weniger regelmässig wiederholen; man findet bei uns z. B. *Agrostis canina*-Wiesen, *Aira caespitosa*-Wiesen, *Trollius europaeus*-Wiesen u. s. w. Die Moore treten desgleichen unter zahlreichen Formen auf, aber auch unter ihnen kann man verschiedene Pflanzenvereine unterscheiden, z. B. Rosmarinkraut- (*Ledum palustre*-) Kiefernreisermoore, Heidekraut- (*Calluna vulgaris*-) Kiefernreisermoore, Heidelbeerfichtenbruchmoore u. s. w., die sich unter bestimmten Bedingungen in wesentlich gleicher Gestaltung wiederholen. Man findet Flechtenkiefernwälder auf den sterilsten trocknen Heidegeländen, Heidekrautkiefernwälder, heidelbeerreiche Fichtenwälder und üppige kräuterreiche Wälder auf den besten Böden. Die Vegetation, welche das Land bedeckt, umfasst mit anderen Worten eine grosse, aber keineswegs unbegrenzte Anzahl Pflanzenvereine, welche sich gewissermassen wie die Felder des Schachbretts oder des Parkettbodens, aneinander schliessen mit dem Unterschied jedoch, dass u. a. diese Felder von sehr verschiedener Art und Grösse sind. Zusammen bilden diese mehr oder weniger ausgeprägten Felder die Pflanzendecke des Landes.

Es erhebt sich leicht die Frage: können diese Pflanzenvereine vielleicht ein Mittel darbieten, die in der vorigen Vorlesung behandelte Aufgabe zu lösen; wäre es möglich, auf Grund der Pflanzenvereine eine solche Klassifizierung der Standorte, wenn auch nur in groben Zügen herbeizuführen, welche die Waldwirtschaft notwendig braucht und welche auf waldbaulich-biologischer, bodenkundlicher und forsttaxatorischer Grundlage zu einer, praktischen und wissenschaftliche Zwecke befriedigenden, Standortsklassifizierungsmethode weiter entwickelt werden könnte, — falls die Klassifizierung vermittle der Pflanzenvereine als solche nicht schon den Zweck erfüllte. Im Folgenden wollen wir in diesem Sinn das Wesen der Pflanzenvereine einer näheren Betrachtung unterziehen.

Der von der menschlichen Kultur unberührte Urwald ist sehr regelmässig. So findet man z. B. in den Urwäldern<sup>1</sup> in Ost-Sibirien, am Lena-

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER und B. R. POPPIUS: Eine naturwissenschaftliche Reise im Lena-Thal. Fennia 19. 1903.

A. K. CAJANDER: Studien über die Vegetation des Urwaldes am Lena-Fluss. Acta soc. scient. fenn. 32. 1904.

Fluss, Kiefernwald auf mehr oder weniger trocknen, warmen Südhängen und Fichtenwald in frischen bzw. feuchten Tälern, während der übrige Waldboden hauptsächlich von der Lärche eingenommen wird. Auf den gewaltigen Alluvialländern<sup>1</sup> des Flusses bilden gewisse Sträucher, 2 Erlenarten, die Birke und die Fichte Gebüsch bzw. Wälder, deren Lage zu dem Frühjahrshochwasser recht genau bestimmt ist. Sehr regelmässig ist auch die Untervegetation dieser Wälder. So erscheinen diejenigen Lärchenwälder, welche man unter dem 67° n. Br. findet, in zwei Haupttypen: als *Ledum*-Wald und als *Myrtillus uliginosa*-Wald, die sich beide durch eine ziemlich bestimmte Zusammensetzung ihrer Vegetation auszeichnen und von denen der erstgenannte an frischen Standorten, der letztere dagegen an ein wenig feuchteren auftritt; für die trockneren Lärchenwälder ist jedoch die Preiselbeervegetation charakteristisch.

So gross ist die Regelmässigkeit in bewohnten Gegenden nicht. So findet man in Suomi, vor allem an solchen Orten, wo früher Brandwirtschaft getrieben wurde<sup>2</sup>, an Standorten ganz derselben Art bald die Kiefer, bald die Fichte, die Birke, die Espe oder die Grauerle bestandbildend, und beinahe noch häufiger sind die Bestände mehr oder weniger gemischt. Von der Regelmässigkeit des Urwaldes ist kaum mehr übrig geblieben, als dass an trockneren Böden hauptsächlich Kiefernwald dominiert, wogegen alle gewöhnlichen Holzarten auf den frischeren Böden auftreten und die sog. edlen Holzarten nur auf den allerbesten. Auch die Untervegetation variiert in bedeutendem Grade.

Es kann sich wohl kaum eine andere Ursache zu diesem Unterschied zwischen den Urwaldgegenden und den Kulturgegenden ergeben als der gegenseitige Kampf<sup>3</sup> zwischen den Holzarten und den Pflanzenarten überhaupt, welcher Kampf im Urwalde Jahrhunderte, beinahe Jahrtausende hindurch gewütet hat, aber in kultivierteren Gegenden infolge der Hiebe, Waldbrände, Brandwirtschaft u. a. öfters unterbrochen wird. Von der Kraft dieses Kampfes kann man sich eine gewisse Vorstellung bilden, wenn man sich vergegenwärtigt, dass z. B. die Kiefer in normalentwickelten

<sup>1</sup> A. K. CAJANDER: Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. 1. Die Alluvionen des unteren Lena-Thales. Acta soc. scient. fenn. 32. 1903.

<sup>2</sup> Vgl. OLLI HEIKINHEIMO: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta forest. fenn. 4. 1915.

<sup>3</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Der gegenseitige Kampf in der Pflanzenwelt. Schröter-Festschrift. Veröffentl. des Geobot. Institutes Rübél in Zürich. 3. H. 1925.

Beständen des trocknen Heidebodens (CT) in Süd-Suomi nach Y. ILVSSALO<sup>1</sup> bei 25-jährigem Alter einen Standraum von 0.60 m<sup>2</sup> beansprucht, bei 50-jährigem 1.99 m<sup>2</sup>, bei 75-jährigem Alter 3.81 m<sup>2</sup>, bei 100-jährigem 6.83 m<sup>2</sup>, bei 125-jährigem 11.05 m<sup>2</sup> und bei 150-jährigem 15.08 m<sup>2</sup>. Da aber der zur Verfügung stehende Raum unverändert bleibt, können nicht alle Kiefernpflanzen Platz finden, sondern die allermeisten müssen ausscheiden, schon lange bevor sie die Baumgrösse erreicht haben. Von der normalen Anzahl, 16.000 Stück pro ha bei 25 Jahren, ist bei 150-jährigem Alter des Kiefernbestandes nur noch die winzige Anzahl von 663 Stück übrig, und doch sind die allermeisten schon im Alter von 0—25 Jahren ihrem Untergang entgegengegangen. Dieser Kampf um den Raum — am nächsten um den Ernährungsraum im weitesten Sinne des Wortes — kommt überall in der Natur vor: innerhalb eines gegebenen Raumes kann unter bestimmten gegebenen Bedingungen nur eine bestimmte Höchstzahl von Individuen einer bestimmten Art — Pflanze, Tier, Mensch<sup>2</sup> — bleibend ihren Bedarf decken.

Wenn sich ein Brandkulturfeld oder auch eine Waldbrandfläche bewaldet, ist dort anfangs für die Baumpflanzen Raum genug, und die Zusammensetzung des sich einfindenden Pflanzenbestandes hängt in hohem Grade vom Zufall ab: von der Ergiebigkeit der Samenjahre der verschiedenen Holzarten, von den Witterungsverhältnissen während des frühesten Alters der Baumpflanzen u. s. w.<sup>3</sup> Nach wenigen Jahren ist aber das Feld mit jungen Bäumen vollbestockt, und dann fängt der Kampf zwischen denselben um den Raum an. In dem zuerst gebildeten, vielleicht gemischten Bestand ist während der ersten 25 Jahre wohl nichts Entschiedeneres geschehen, wenn auch die Fichtenpflanzen, weil langsamwüchsiger, meistens schwach unterständig geworden sind. Wenn man den Bestand nach 50 Jahren besucht, so findet man, dass die Grauerlen zum grossen Teil unterdrückt worden sind, während die Fichte die anderen Holzarten erreicht.

<sup>1</sup> Y. ILVSSALO: Ertragstabellen für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Acta forest. fenn. 15. 1920.

<sup>2</sup> Vgl. A. PENCK: Das Hauptproblem der physischen Anthropogeographie. Sitz. b. der preuss. Akad. der Wissensch. XXII, 1924.

A. PENCK: Die Bonitierung der Erdoberfläche. Verhandl. des XXI Deutschen Geographentages zu Breslau vom 2. bis 4. Juni 1925.

<sup>3</sup> Vgl. OLLI HEIKINHEIMO: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta forest. fenn. 4. 1914.

Wenn der Bestand 150-jährig geworden ist, sind die Grauerlen im allgemeinen schon zum grössten Teil verschwunden, und ein grosser Teil der Birken und Espen sind überaldrig geworden. Nach 300 Jahren sind auch die Espen und Birken verschwunden; es gibt nur alte Kiefern und Fichten nebst einem reichlichen Fichtennachwuchs, welcher die Stelle allmählich in Besitz nimmt, während sich die Kiefer wegen der Beschattung nicht hat verjüngen können. Bevor dieses Endstadium aber erreicht ist, ist der Kampf in den kultivierten Gegenden, wegen der Hiebe u. a., doch schon mehrmals gestört und unterbrochen worden, und infolgedessen wird die Regelmässigkeit des Urwaldes nie erreicht. Aber der Kampf macht sich auch dort, wenngleich oft schwächer und nicht selten unterbrochen geltend und als Folge davon kann man überall eine Entwicklung gegen das Endstadium, das Stadium des Urwaldes, hin konstatieren, und vielenorts in den ehemaligen Brandkulturgegenden Suomis, z. B. in gewissen Staatswäldern in Ost-Suomi, ist das Fichtenstadium sogar in der Hauptsache erreicht, wenn auch andere Holzarten noch zwischen den Fichten eingesprengt ihr Dasein fristen. — Je konsequenterer Pflege der Wald unterworfen ist, um so mehr wird seine natürliche Entwicklung gestört. Wenn man ihn auf natürlichem Wege verjüngt, begünstigt man nämlich eine gewisse oder auch mehrere bestimmte Holzarten, wenn man den Waldbestand durch Saat oder Pflanzung gründet, wird die Holzart noch entschiedener von dem Bewirtschafter bestimmt. Und auch bei den Durchforstungen wird der Holzart spezielle Aufmerksamkeit geschenkt.

Im Walde gibt es aber nicht nur Bäume, sondern man findet dort mehr oder weniger reichlich auch andere Gewächse, die Untervegetation des Waldes. Auch in der Untervegetation wird der Kampf zwischen den Pflanzenindividuen durch Massnahmen der Kultur gestört. Als Beispiel können wieder die Brandkulturfelder genommen werden. In den ersten Jahren, nachdem das Brandkulturfeld öde gelassen ist, nimmt die Zahl der Pflanzenarten rasch zu, und zwar erreicht sie nach LINKOLA<sup>1</sup> auf Brandkulturböden mittlerer Güte (MT) in etwa 7—8 Jahren ihr Maximum, insgesamt 105 Arten. Der Platz ist nun mit Pflanzen vollbesiedelt, der Kampf fängt an am intensivsten zu sein, und in dem Masse, wie der Kampf sich fortsetzt und intensiver wird, scheiden biologisch schwächere Arten immer mehr aus. Etwa nach 20—40 Jahren ist die Artenzahl auf etwa 70 gesunken

<sup>1</sup> K. LINKOLA: Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladoga-See 1. Acta soc. pro fauna et flora fenn. 45 1916.



ungefähr um das 70. Jahr etwa auf 40, und reduziert sich schliesslich bei einem Alter von 70 Jahren auf 30—40 Arten. Schon bevor der Holzbestand das Haubarkeitsalter erreicht hat, ist am Platze also nur eine ausgewählte Anzahl derjenigen Arten zurückgeblieben, welche, wenn der Kampf nicht bestände, dort hätten gedeihen können, und die ganze Vegetation ist immer regelmässiger geworden. Aber schon in der ersten Vegetation, welche sich auf dem Brandkulturfeld (oder der Brandfläche bzw. der Hiebsfläche) einfindet, kann man je nach dem Standort Unterschiede konstatieren. Zwar treten dort in buntem Gemisch alle diejenigen Pflanzenarten auf, deren Keime zufälligerweise dorthin gekommen sind, insoweit sie dort überhaupt gedeihen können. Aber gerade weil die verschiedenen Standortqualitäten den verschiedenen Pflanzenarten verschiedene Lebensbedingungen darbieten, erhält solch eine artenreich sich einfindende Vegetation nach der verschiedenen Art des Standorts schon von Anfang an eine in bedeutendem Grad verschiedene Zusammensetzung, so dass schon sie für die verschiedenen Standortqualitäten mehr oder weniger charakteristisch ist. Während des Fortgangs des Kampfes scheiden solche Arten immer mehr aus, welche an dem fraglichen Standort ihren Mitbewerbern biologisch unterlegen sind, wodurch die Vegetation immer regelmässiger und für die betr. Standortqualität immer charakteristischer wird. Dieser Kampf besteht nicht nur in der Untervegetation und nicht nur im Holzbestande, sondern er herrscht auch zwischen den verschiedenen Vegetationsschichten<sup>1</sup>. Als Folge davon macht sich eine nicht unbedeutende Regelmässigkeit der Vegetation, besonders in der Untervegetation, auch in den Wäldern der kultivierten Gegenden geltend, die nicht selten sogar derjenigen des Urwaldes kaum nachsteht. — *M u t a t i s m u t a n d i s* hat das Gesagte natürlich auch für die wiesenartigen Pflanzenvereine, Moore u. a. Gültigkeit.

Das Endresultat dieses überall in der Pflanzendecke herrschenden Kampfes hängt sowohl von den beteiligten Pflanzenarten als von der Art des Standorts ab. Vorausgesetzt, dass die beteiligten Pflanzenarten dieselben sind, muss das Resultat allein von der Beschaffenheit des Standorts abhängen, so dass in diesem Fall als Resultat des Kampfes an biologisch gleichwertigen Standorten derselbe Pflanzenverein entstehen muss. Die erstgenannte Bedingung ist freilich wohl nie voll erfüllt, denn die

<sup>1</sup> Eine Erscheinung dieses Kampfes ist, dass die Untervegetation auf den besten Waldböden im Stangenholzalder des Baumbestandes, infolge der Beschattung seitens dieses, sich auf ein Minimum reduzieren kann, um später allmählich zuzunehmen.

am Platze überhaupt möglichen Pflanzenarten sind so zahlreich, dass sich wohl nie Keime von ihnen allen einfinden können. Die herrschendsten Standortgewächse sind aber meistens überall so häufig und zahlreich verbreitet, dass von den am Leben gebliebenen Wurzel- und Stammteilen, aus Samen, Früchten, Sporen u. s. w., welche vom Wind oder in anderer Weise verschleppt worden sind, auf jeder Fläche im allgemeinen immer so viele Arten vom Stammbestand des Standorts sich einfinden, dass der entstehende Pflanzenverein, als Folge der mehr oder weniger spezialisierten Ansprüche der verschiedenen Pflanzenarten an den Standort, ferner als Folge des gegenseitigen Kampfes der Pflanzen und zuletzt als Folge der unbewussten gegenseitigen Begünstigung der Pflanzen seitens der anderen, ein im allgemeinen für den Standort charakteristisches Gepräge erhält. In betreff der Wälder kann man also vor allem in haubaren Beständen bestimmte charakteristische Pflanzenvereine unterscheiden. So findet man z. B. flechtenreiche Kiefernwälder, bei denen der Boden von einem weisen Renntierflechtenteppich mit gewissen bestimmten, eingesprengter Reisern, Kräutern und Gräsern bedeckt ist, heidekrautreiche, preisselbeerreiche u. s. w. Kiefernwälder. In allen diesen Untervegetationen gibt es eine Grundmasse von immer bzw. fast immer auftretenden Arten und von diesen eine meistens ununterbrochene Serie zu solchen, die in dem betr. Pflanzenverein nur sehr selten anzutreffen sind. Jede dieser, zu verschiedenen Frequenzstufen gehörenden Pflanzenarten kann mit verschiedener Reichlichkeit auftreten, wenn auch zwischen denjenigen Pflanzenvereinsindividuen (Siedlungen), die demselben Pflanzenverein<sup>1</sup> angehören, meistens eine recht grosse Übereinstimmung auch in der Reichlichkeit der Arten herrscht. Als zu demselben Pflanzenverein gehörig werden im allgemeinen alle diejenigen Pflanzensiedlungen bzw. Pflanzenvereinsindividuen betrachtet, deren Vegetation, den Arten nach, eine wesentlich übereinstimmende, charakteristische Zusammensetzung zeigt. Die entscheidendste Bedeutung für die Charakterisierung des Pflanzenvereins kommt 1. vor allem den in den verschiedenen Siedlungen immer oder fast immer und zugleich mehr oder weniger reichlich auftretenden Pflanzenarten zu; wichtig sind

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Zur Begriffsbestimmung im Gebiet der Pflanzentopographie. Acta forest. fenn. 20. 1922.



aber auch 2. weniger reichlich auftretende, aber dennoch fast immer vorhandene Arten. Andererseits sind für den Pflanzenverein 3. speziell charakteristisch solche Pflanzenarten, die nur oder beinahe nur im fraglichen Pflanzenverein anzutreffen sind, und zwar um so mehr, je häufiger und reichlicher sie dort auftreten. Zuletzt kann aber auch 4. das Fehlen gewisser Pflanzenarten oder Gruppen von solchen für den Pflanzenverein ebenso bezeichnend sein wie die Anwesenheit anderer.

Die Vegetation eines jeden Pflanzenvereins zeichnet sich ferner durch eine in grossen Zügen bestimmte ökologisch-biologische Struktur und eine davon bedingte äussere Physiognomie aus. So ist die allgemeine Struktur der Vegetation der trocknen Heidewälder ausgeprägt xerophil. In ihrer Art xerophil ist auch die Struktur der Vegetation der Kiefernreiser Moore. Diejenige der üppigsten Haine ist mehr oder weniger hygrophil u. s. w. Es dürfte am Platze sein, die Ursachen auch dieser Erscheinung mit einigen Worten zu berühren.

Zum Teil muss diese Struktur davon abhängen, dass jedes Pflanzenindividuum in recht weiten Grenzen anpassungsfähig ist; so ist ja die gewöhnliche Heidelbeere auf trockner Heide ihrer Struktur nach viel xerophiler als auf frischem fruchtbarem Boden. Die Tracht der gemeinen Kiefer ist an den verschiedenen Standorten eine sehr verschiedene. Bis zu einem gewissen Grad kann aber diese Erscheinung ohne Zweifel ihre Ursache auch in einer von der Verschiedenheit der Standorte hervorgerufenen Rassenbildung innerhalb der Arten haben<sup>1</sup>. Jede sog. Linnéische Art umfasst

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Metsänhoidon Perusteet I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet (Handbuch des Waldbaues 1. Grundzüge der Pflanzenbiologie und Pflanzengeographie). Das Kapitel über die Entstehung der Arten, S. 524—572, ferner S. 600 u. a. Porvoo 1916.

A. K. CAJANDER und Y. ILVESSALO: Ueber Waldtypen II. Acta forest. fenn. 20 und Fennia 43, 1921, S. 4.

A. K. CAJANDER: Einige Reflexionen über die Entstehung der Arten. Acta forest. fenn. 21, 1921.

G. THURESSON: The genotypical Response of the Plant Species to the habitat. Lund 1922.

A. K. CAJANDER: Der gegenseitige Kampf in der Pflanzenwelt. Schröter-Festschrift. Veröffentl. geobot. Inst. Rübel in Zürich 3. 1925.

A. K. CAJANDER: Zur Frage der allgemeinen Bedingungen der Kultur ausländischer Gewächse mit spezieller Rücksicht auf die Kultur der ausländischen Holzarten in Finnland. Finnland-Buch der Deutsch. Dendrol. Ges. 1926.

ja eine Anzahl, in vielen Fällen sogar eine ausserordentlich grosse Anzahl erblicher, aber (bei Fremdbestäubern) Mendelspaltungen unterworfenen, kleinster Formen, sog. Biotypen. Jeder dieser Biotypen, welche hauptsächlich durch Neukombination (Bastardierung), teilweise auch durch Verschwinden von Erbinheiten oder Genen (Verlustmutation), wohl auch durch Neubildung derselben, entstehen, stellen mehr oder weniger spezialisierte Anforderungen an den Standort. Zwischen diesen Biotypen herrscht natürlich der allgemeine Kampf ums Dasein, und infolgedessen scheiden an einer Art von Standorten gewisse Biotypen aus, an einer anderen andere. Die Population einer Pflanzenart kann dadurch an den verschiedenen Standorten — namentlich wo diese auf weiten Strecken homogen auftreten — eine mehr oder weniger verschiedene Biotypenzusammensetzung bekommen, sie kann sich in Standortrassen differenzieren, was natürlich auch in der ökologisch-biologischen Struktur der Art seinen Ausdruck finden muss. Ohne an dieser Stelle auf die Frage nach der Entstehung der gewöhnlichen Linnéischen Arten einzugehen, ist noch zu konstatieren, was schon oben hervorgehoben worden ist, dass an gewissen Standorten die einen, an anderen die anderen ihren Mitbewerbern überlegen sind, wodurch an jeder Stelle diejenigen übrig bleiben, welche sich im Kampf als biologisch kräftiger erweisen; solche können aber nur diejenigen sein, welche in ihren Lebensfunktionen und demgemäss ihrer Struktur nach am besten dem fraglichen Standort angepasst sind. Die allgemeine Struktur und die daran gebundene äussere Physiognomie der an den verschiedenen Standorten auftretenden Pflanzenvereine würde also davon abhängen, dass an jedem verschiedenen Standort im Kampf ums Dasein als Sieger im allgemeinen diejenigen Arten zurückbleiben, die infolge ihrer äusseren und inneren Struktur und im allgemeinen infolge ihrer spezialisierten biologischen Eigenschaften die besten Voraussetzungen dazu besitzen, ferner dass auch innerhalb dieser Arten, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, eine hauptsächlich nach denselben Prinzipien verlaufende Auslese der Biotypen bzw. Rassenbildung stattfindet, und zuletzt davon, dass jedes einzelne Individuum eine erhebliche Anpassungsfähigkeit besitzt.

Die einzelnen Pflanzenvereinsindividuen sind im allgemeinen mehr

oder weniger deutlich gegeneinander abgegrenzt<sup>1</sup>, so dass die kartographische Darstellung der Pflanzenvereine nunmehr in der Pflanzengeographie, wie bekannt, sehr häufig ist. Auch diese Begrenzung der Pflanzenvereine muss in dem gegenseitigen Kampf der Pflanzen ihre wesentliche Ursache haben. Das ist besonders an solchen Stellen festzustellen, wo die Pflanzendecke aufeinanderfolgende, mehr oder weniger reine Bestände umfasst, d. i. Bestände, wo hauptsächlich nur eine einzige Art dominiert. Dies ist u. a. häufig der Fall in den Überschwemmungsgebieten der Flüsse, wo die Vegetation sogar sehr reine Bestände darstellende schmale Gürtel umfassen kann. Nun ist es offenbar, dass der Standort sich vom Wasserrand nach oben nur ganz allmählich verändert, trotzdem die Grenzen zwischen den aufeinanderfolgenden Gürtel sehr deutlich ausgeprägt sein können. Dieser Widerspruch erhält seine natürlichste Erklärung darin, dass die massgebende Art eines jeden Gürtels derjenigen des benachbarten Gürtels bis zu derjenigen Grenze überlegen ist, von wo an der andere biologisch stärker erscheint. Nebeneinander können beide nur an solchen Stellen gleichwertig vorherrschen, wo die Bedingungen für beide in dem Verhältnis günstig sind, dass die eine die andere nicht unterdrücken kann; dieser Bedingung entspricht aber nur ein mehr oder weniger schmaler Grenzsaum. Wo die Bestände nicht so rein sind, sondern wo mehrere Arten vermischt, beinahe gleich dominierend auftreten, und wenn noch dazu die Vegetation in Höenschichten sich differenziert hat, wie es z. B. in den Wäldern gewöhnlich der Fall ist, wo die Moose und Flechten eine Schicht bilden, die Reiser, Kräuter und Gräser eine zweite, die Sträucher vielleicht eine dritte und die Bäume noch die ihrigen bilden, da fallen natürlich die Grenzen der verschiedenen Arten durchaus nicht streng zusammen, und infolgedessen ist die Abgrenzung solcher Vereine weniger ausgeprägt. Derselbe Kampf herrscht aber auch dort, und die Übergangszonen, wo das Ziehen der Grenze eine Sache des Ermessens ist, sind jedenfalls meistens verhältnismässig nicht sehr bedeutend.

Nach dem Angeführten kann man behaupten, dass die natürliche Pflanzendecke des Landes eine grosse Anzahl mehr oder weniger bleibender

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen. 1909, S. 9—10.

V. KUJALA: Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. II. Über die Begrenzung der Siedlungen. Comm. inst. quaest. forest. Finl. ed. 10.

Pflanzenvereine<sup>1</sup> umfasst, die sich dadurch auszeichnen:

dass die Vegetation der einzelnen Individuen dieser Vereine, d. h. der Pflanzensiedlungen eine — was die Häufigkeit und Reichlichkeit der Arten betrifft — in wesentlichen Hinsichten einheitlich und charakteristisch zusammengesetzt ist;

dass die Vegetation auch eine in grossen Zügen bestimmte ökologisch-biologische Struktur und eine damit zusammenhängende äussere Physiognomie hat;

ferner hat sich herausgestellt:

dass die Pflanzenvereine im allgemeinen an ziemlich bestimmten Standorten auftreten und infolgedessen eine bestimmte geographische Verbreitung besitzen; und

dass die Abgrenzung der Pflanzenvereinsindividuen gegeneinander im allgemeinen mehr oder weniger deutlich ist.

Um nun speziell zu den Waldpflanzenvereinen überzugehen, ist zu konstatieren, dass derselbe Waldbestand während seiner Individualentwicklung ganz verschiedene Pflanzenvereine repräsentieren kann.<sup>2</sup> So ist z. B. ein Fichtenbestand auf sehr gutem Boden während des Pflanzenalters am nächsten als eine Art Grasflur zu bezeichnen, denn der Boden wird dort von Kräutern und Gräsern so reichlich überdeckt, dass die Baumpflanzen in dieser Üppigkeit geradezu verschwinden; von Baumpflanzen ist kaum eine Spur zu sehen. Wenn der Fichtenbestand eines solchen fetten Bodens das Stangenholzalter erreicht hat und am dichtesten ist, ist er so schattig, dass der Boden unter den Bäumen fast jeder Vegetation beraubt ist; nur spärliche schattenertragende Pflanzenarten sind dort zu finden. Wenn solch ein Fichtenbestand bei höherem Alter sich auslichtet und der Schatten demzufolge abnimmt, wird die Untervegetation allmäh-

<sup>1</sup> Pflanzenvereine im engeren Sinn; vgl. A. K. CAJANDER: Zur Begriffsbestimmung im Gebiet der Pflanzentopographie. Acta forest. fenn. 20. 1922.

<sup>2</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen 1909, besonders S. 22—49.

C. H. BORNEBUSCH: Skovbundstudier IV. Det forstl. Forsøgsv. i Danmark, 8 H., 1925.

lich reichlicher, so dass sie uns in den älteren, haubaren Beständen oft als ein ununterbrochener dünnblättriger Pflanzenteppich entgegentritt. Unzweifelhaft gehören diese drei Pflanzenvereine, so verschiedenartig sie unter sich auch sind, im Wesen zusammen, sie repräsentieren ja nur verschiedene Entwicklungsstufen desselben Fichtenbestandes an demselben Standort, welcher letzterer während dieser ganzen Zeit in allem Wesentlichen unverändert geblieben ist. Auf weniger gutem Standort repräsentiert der Fichtenwald eine andere, aber ganz analoge Pflanzenvereinsserie, welche sich jedoch in jeder Stufe von der ersterwähnten unterscheidet, von welcher sie also im Wesen verschieden ist. Die eine Serie lässt sich in die andere nicht überführen, es sei denn, dass man den Standort selbst, entweder durch Düngung oder durch irgendeine andere, in die Lebensbedingungen der Pflanzen tief eingreifende Massnahme, von Grund aus verändert. — Die Zusammensetzung und auch sonst die Art der Vegetation dieser Normalserien erleidet durch allerlei zufällige Einflüsse mehr oder weniger durchgreifende Veränderungen, z. B. durch Durchhauungen, durch Windwurf oder Schneebruch, durch Benutzung als Weide u. s. w. Durch alle solche Einflüsse werden in jeder Normalserie entsprechende Veränderungen hervorgerufen, die betreffenden Zustände sind aber von der einen Serie zu der anderen deutlich verschieden.

Als Normalpflanzenverein einer solchen Normalserie kann derjenige Pflanzenverein angesehen werden, welchen der volljährige, normal geschlossene und auch sonst normal entwickelte Waldbestand mit seiner ganzen Vegetation darstellt. Als von diesem Normalbestand direkt oder indirekt hergeleitet können alle diejenigen Pflanzenvereine bzw. Varianten derselben angesehen werden, die 1. zu derselben Normalserie in oben angeführter Beziehung gehören, und ferner 2. diejenigen, welche von dem entsprechenden Pflanzenverein der Normalserie nur durch als zufällig bzw. temporär anzusehende Ursachen (Auslichtung, Weide u. s. w.) bedingt sind. Als Veränderungen temporärer Art sind weiter noch 3. diejenigen zu betrachten, die durch die jeweils

angebaute Holzart hervorgerufen werden. Wir gelangen in dieser Weise zum Waldtypenbegriff:

Zu ein und demselben Waldtyp werden alle Waldungen gerechnet, deren Vegetation sich im angehenden Haubarkeitsalter und bei annähernd normalem Geschlossenheitsgrad des Baumbestandes durch wesentlich gemeinsame Artzusammensetzung und denselben ökologisch-biologischen Charakter auszeichnet, sowie alle diejenigen, deren Vegetation sich von dem so definierten nur in solchen Hinsichten unterscheidet, die — z. B. infolge des verschiedenen Alters des Baumbestandes, der Durchhauung, Einführung einer anderen Holzart u. s. w. — nur als vorübergehend oder zufällig, jedenfalls nicht als bleibend zu betrachten sind. Bleibende Unterschiede bedingen einen neuen Waldtyp, wenn die Unterschiede signifikant genugs erscheinen, oder einen Untertyp, wenn die Unterschiede weniger wesentlich, aber doch von Bedeutung sind.<sup>1</sup>

Im Waldtyp, in obiger Weise erfasst, können also nur die primären Standortsfaktoren zum Ausdruck kommen, welche auch dann Gültigkeit besäßen, wenn der Standort von jeder Vegetation entblösst würde. Die sekundären Standortsfaktoren, vor allem die von dem Baumbestande (Alter, Geschlossenheit u. s. w. desselben) hervorgerufenen Veränderungen in dem lokalen Standortsklima (dem Klima des Waldbestandes selbst, einschl. dessen Lichtverhältnisse) und im Boden, welche Faktoren der Vegetation als Ganzem ihr nicht unwesentliches Gepräge verleihen und durch ihre Variationen oft sehr bedeutende Veränderungen in der Gesamtvegetation hervorrufen, kommen, weil zufälliger Art, im Wesen der Waldtypen nicht zum Ausdruck.

<sup>1</sup> A. K. CAJANDER und Y. ILVESSALO: Ueber Waldtypen II, S. 17.

A. K. CAJANDER: Zur Begriffsbestimmung im Gebiet der Pflanzentopographie. Acta forest. fenn. 20, 1922, S. 8—9.

A. K. CAJANDER: Über die Verteilung des fruchtbaren Bodens in Finnland und über den Einfluss dieser Verteilung auf die wirtschaftlichen Verhältnisse im Lande. Acta forest. fenn. 25, 1923, S. 5—6.

A. K. CAJANDER: Was wird mit den Waldtypen bezweckt? Acta forest. fenn. 25, 1923, S. 7—8.

Die Tatsache, dass der Waldtyp also wesentlich von den primären Standortsfaktoren bestimmt wird, scheint darauf hinzudeuten, dass es auf Grund der Waldtypen, auf indirektem Wege also, möglich wäre, eine von der zufällig dominierenden Holzart unabhängige natürliche, biologische Klassifizierung der Standorte herbeizuführen, eine Klassifizierung, welche sowohl die auf die Bodeneigenschaften als die auf den Baumbestand bezüglichen Bonitierungsverfahren zum Anfangspunkt nehmen und auf welchen sie selbständig weiter bauen können — falls die indirekte Bonitierung vermittelt der Waldtypen nicht schon als solche befriedigen würde.

Selbstverständlich bedeutet die Einführung der Waldtypen in diesem Sinn in die Forstwissenschaft und Waldwirtschaft an sich keine Vereinfachung der Waldstandortsbonitierung. Danach wird einstweilen nicht einmal gestrebt, sondern der Zweck der Waldtypen ist einzig und allein, die Waldstandortsklassifizierung auf eine exaktere, objektivere, sicherere, natürliche und allgemeine Grundlage zu bringen.

Die grösste Schwierigkeit — nachdem die Waldtypen des betreffenden Gebietes kritisch beschrieben worden sind — liegt in dem richtigen Erkennen der Waldtypen draussen im Walde. Solange es sich nur um den Normaltyp einer jeden Waldtypserie handelt, ist die Aufgabe natürlich ziemlich einfach. Die Schwierigkeiten treten einem entgegen, wenn man bei der Ausführung der praktischen Taxationsarbeit entscheiden soll, welchem Waldtyp die verschiedensten, von den Normaltypen abweichenden Waldbestände zuzuzählen sind. In der Praxis bietet die Unterscheidung und Bestimmung der Waldtypen meistens jedoch keine allzu grossen Schwierigkeiten. Man muss zu diesem Zweck erst die Waldtypen in ihrer normalen Form und vor allem in ihrer typischsten Ausgestaltung kennen lernen, und erst wenn genügende Sicherheit hierin erreicht ist, soll man durch vergleichende Beobachtungen sich daran gewöhnen, zu entscheiden, welche abweichenden Vegetationen zu einer jeden Normalserie gehören, wobei spezielle Aufmerksamkeit auf die umgebenden Bestände sowie auf alle solche Bestandesgrenzen zu richten ist, die von anderen Ursa-

chen als von Standortsverschiedenheiten hervorgerufen zu sein scheinen. Die Aufgabe wird dadurch ganz wesentlich erleichtert, dass bei allen weniger ergiebigen Waldtypen die Variationen innerhalb der Rahmen desselben Waldtyps jedenfalls nicht sehr bedeutend sind und auch der Einfluss der Holzart verhältnismässig gering ist<sup>1</sup>. Auf den fruchtbarsten, ergiebigen Böden sind die Schwierigkeiten zwar meistens bedeutend grösser, denn die Unterschiede der Vegetation je nach dem Alter, dem Geschlossenheitsgrad u. s. w. des Baumbestandes sind in dem Falle oft recht erheblich, aber mit genügender Übung lernt man auch dort die zu den verschiedenen Waldtypen gehörigen Waldbestände mit grosser Sicherheit bestimmen, besonders da ja Vergleichsmaterial — dichtere und lückigere Bestandespartien sowie ältere und jüngere wie überhaupt mit Hinsicht auf den Baumbestand verschiedenartige Waldbestände an demselben Standort meistens reichlich genug vorhanden sind. Auch in den äussersten Fällen ist die Bestimmung des Waldtyps — in einem Gebiet, dessen Waldtypen genügend erforscht und genau beschrieben sind — nicht schwieriger als für den Botaniker die Bestimmung der Spezies der Keimpflanzen oder von mangelhaft entwickelten, blütenlosen, ausgeblühten u. a. Individuen, welche auch eine gewisse Übung erfordert, welche aber, wenn die nötige Gewandheit einmal erreicht ist, sich ziemlich leicht mit grosser Sicherheit ausführen lässt.

Da die Waldtypen, besonders wenn weite Gebiete in Betracht gezogen werden sollen, recht zahlreich sind, ist es notwendig, sie in ein möglichst natürliches System zu bringen, so dass biologisch wirklich nahe verwandte auch im System einander nahe gestellt werden. Die Hauptprinzipien bei der Aufstellung des bisherigen Systems der Waldtypen sind diese gewesen: dass die Waldtypen immer nach ihrer Normalform (also nach demjenigen Pflanzenverein, welchen die haubaren normalgeschlossenen und normalentwickelten Waldbestände darstellen) gruppiert werden, und zwar so, dass nahe zueinander solche

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen 1909, z. B. 40—42, Nrs 1 und 2 (Buchenbestand und Fichtenbestand in Ullersdorf).

Y. ILVESSALO: Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Acta forest. fenn. 20, 1922.

gestellt werden, welche mit Hinsicht auf die Artzusammensetzung der Vegetation am meisten übereinstimmen, und dass bei der Bildung umfassenderer Gruppen Gewicht gelegt wird auf die Anspruchsvollheit bzw. Anspruchslosigkeit der Vegetation (besonders der Gehölzvegetation), den relativen Anteil solcher physiognomisch-ökologischer Gewächsguppen wie Flechten, Moose, Kräuter und Gräser, Reiser und Sträucher und dazu noch auf den allgemein ökologisch-biologischen Charakter der Vegetation. Wie jedem natürlichen System haftet selbstverständlich auch diesem recht viel Subjektives an<sup>1</sup>, alle künstlichen — d. h. ganz konsequent, aber nur nach einem oder einigen wenigen Gesichtspunkten durchgeführten — Systematisierungen der Waldtypen, wie meines Erachtens auch der Pflanzenvereine überhaupt würden jedoch ihren Zweck verfehlen, sie würden nur Kunstprodukte liefern.

Die Benennung der Waldtypen kann natürlich in verschiedener Weise geschehen. Man könnte sie einfach A, B, C, u. s. w. oder I, II, III u. s. w. nennen; solche Benennungen sind aber schwer ins Gedächtnis einzuprägen. Man hat deshalb die Waldtypen nach irgendeiner für dieselben mehr oder weniger charakteristischen Pflanzenart benannt, wobei ausserdem noch, aus dem lateinischen Namen dieser Pflanzenart hergeleitete verkürzte Bezeichnungen eingeführt worden sind, z. B. CT = Calluna-Typ (Heidekrauttyp), MT = Myrtillus-Typ (Heidelbeertyp) u. s. w. Das sind aber nur Benennungen für bestimmte Waldtypen, die durch die ganze Vegetation ihrer Normalformen und nicht etwa durch die nominierende Pflanzenart charakterisiert sind.

Das in Suomi gebräuchliche Waldtypensystem ist folgendes:<sup>2</sup>

### I. Die Klasse der Heidewälder.

Der Hauptcharakter der Vegetation mehr oder weniger xerophil.

Flechtenvegetation beinahe immer vorhanden, auf den trockensten Heiden als zusammenhängender Teppich. Die Moosvegetation beinahe

<sup>1</sup> Dasselbe ist natürlich der Fall auch bei der Abgrenzung der einzelnen Waldtypen bzw. Pflanzenvereine selbst.

<sup>2</sup> Ausser den hier angeführten gibt es, mehr oder weniger sporadisch, abweichende Typen, die meistens keine grosse Rolle spielen und die in den praktischen Arbeiten mit dem nächstliegenden Waldtyp vereinigt werden.

in umgekehrtem Verhältnis zur Flechtenvegetation. Kräuter und Gräser spärlich. Reiser meistens reichlich, die meisten deutlich xerophil. Sträucher sehr wenig (Wacholder, gewisse Weiden). Waldbildend erscheint im allgemeinen nur die Kiefer, seltener irgendeine andere Holzart.

Die Humusschicht dünn, auf den trockensten Heiden sehr unvollständig.

Flechtentyp (CIT). Hauptsächlich in Nord-Suomi.

Heidelbeerflechtentyp (MCIT). In Nord-Suomi.

Heidekrauttyp (CT). Am häufigsten in der Südhälfte Suomis.

Krähenbeer-Heidelbeertyp (EMT). In Nord-Suomi.

Preisselbeertyp (VT). Am häufigsten in der Südhälfte Suomis.

### II. Die Klasse der frischen moosreichen Wälder.

Der allgemeine Charakter der Vegetation mehr oder weniger mesophil.

Für die Waldtypen dieser Klasse ist im allgemeinen charakteristisch ein reichlicher bzw. ununterbrochener Moosteppich (*Hylocomium*-, *Dicranum*- u. a. Arten). Die Bedeutung der Flechten gering. Kräuter und Gräser mässig vorhanden, in den der folgenden Klasse sich nähernden Typen bedeutend reichlicher als in der vorigen Klasse. Die Reiservegetation ist ziemlich reichlich bzw. reichlich, meistens hauptsächlich Heidelbeere.

Waldbildend treten alle relativ anspruchslosen Holzarten (Fichte, Birke, Kiefer u. a.) auf, edlere Laubhölzer finden sich hauptsächlich nur in solchen Typen, die der folgenden Klasse nahestehen, desgleichen anspruchsvollere Sträucher.

Die Humusschicht gut entwickelt, im allgemeinen mehr oder weniger rohhumusartig.

Dickmoostyp (HMT). In Nord-Suomi.

Heidelbeertyp (MT). Am häufigsten in der Südhälfte Suomis.

Sauerklee-Heidelbeertyp (OMT). Hauptsächlich in der südlichen Hälfte Suomis.

Pyrolatyp (PyT). In Süd-Suomi.

### III. Klasse der Hainwälder.

Der allgemeine Charakter der Vegetation mehr oder weniger hygrophil.

Die Flechten ohne Bedeutung (ausgenommen als Epiphyten). Die Moosvegetation im allgemeinen knapp, aber artenreich. Reiser fehlen oder sind meistens sehr spärlich. Gräser und Kräuter reichlich und artenreich; reichlich dünnblättrige Arten. Sträucher können ziemlich reichlich sein.

Storchnabeltyp (GT). Vorzugsweise in Nord-Suomi.  
 Dryopteristyp (DT). Vorzugsweise in Nord-Suomi  
 Sauerklee-Majanthemumtyp (OMaT). Der häufigste Hainwaldtyp Süd-Suomis.

Farntyp (FT). Hauptsächlich in der Südhälfte Suomis.

Saniculatyp (ST). Auf den Ålands-Inseln.

Aconitumtyp (AT). Vorzugsweise in Ladoga-Karelrien.

Vaccinium-Rubus-Typ (VRT). Wie der vorige.

Lychnis-diurna-Typ (LT). Meeresuferhaine in der Südhälfte Suomis.

In Eesti finden sich mehrere wichtige noch nicht beschriebene, hierher gehörige Waldtypen, die für Suomi fremd sind.

#### IV. Die Klasse der Bruchmoorwälder.

Der allgemeine Charakter der Vegetation mehr oder weniger mesophil bis hygrophil.

Die Menge der Moosvegetation verschieden, variierend von spärlicher, aber artenreicher bis zu ununterbrochener, aber artenärmer; vertreten sind relativ anspruchsvolle Weissmoosarten (*Sphagnum strictum*, *Sph. squarrosum*, *Sph. Wulfi* u. a.) und gewisse Bärenmoosarten (vor allem *Polytrichum commune*) in verschiedenen Mengenverhältnissen sowie in den ergiebigeren Typen eine sogar grosse Anzahl verschiedener anderer Laubmoose (*Mnium*, *Hypnum*, *Dicranum* u. a.).

Der Wald wird von Fichte oder Laubhölzern gebildet, die Kiefer tritt sehr zurück.

Die Bruchmoorwälder treten auf solchem Moorboden auf, welcher ziemlich bzw. sehr nährstoffreich ist und wo sich das Wasser mehr oder weniger in Bewegung befindet.

Man kann von diesen Wäldern eigentlich zwei Unterklassen unterscheiden: eine anspruchsvollere, ergiebiger — in Eesti sehr verbreitete — welche den Hainwäldern entspricht und wo die Moose artenreicher, aber individuenärmer sind, die Gras- und Kräutervegetation bedeutend ist und die Laubhölzer (u. a. oft auch die Schwarzerle und sogar die Esche) wenigstens in bedeutendem Grade vermischt auftreten; und eine dürftigere, weniger anspruchsvolle — in Suomi sehr häufige — welche sich durch eine reichlichere, aber artenärmere Moosvegetation, spärlichere Gras- und Kräutervegetation sowie oft ziemlich

reichliche Heidelbeere auszeichnet und wo die Fichte am häufigsten bestandbildend auftritt.

Eine bedeutende Anzahl Waldtypen<sup>1</sup>.

#### V. Die Klasse der Reisermoorwälder.

Die Vegetation hat einen mehr oder weniger deutlich xerophilen Charakter.

Die Moosvegetation in den typischen Reisermoorwäldern ununterbrochen, aber in den nasseren unvollständiger. Sie besteht hauptsächlich aus wenig anspruchsvollen Weissmoosarten (*Sphagnum fuscum*, *Sph. recurvum*, *Sph. acutifolium* u. a.) nebst einigen anderen anspruchslosen Moosarten (*Aulacomium palustre*, *Polytrichum strictum* u. a.). Flechten, besonders Renntierflechten (ausserdem *Baeomyces ichmadophilus* u. a.) findet man in gewissen Typen einigermassen. Die Reiser sind gewöhnlich reichlich (*Ledum palustre*, *Cassandra calyculata*, *Myrtillus uliginosa*, *Calluna vulgaris*, *Betula nana* u. a. in einigen Typen, welche sich den Bruchmooren nähern, Heidelbeere verhältnismässig reichlich). Gräser und Kräuter spärlich (*Eriophorum vaginatum*, *Rubus chamaemorus*, *Drosera rotundifolia* u. a.).

Die Hauptholzart ist die Kiefer; in abweichenderen Typen findet man auch die Fichte und die Birke eingesprenkt und ausnahmsweise sogar vorherrschend.

Die Reisermoorwälder schliessen sich den Heidewäldern an. Man findet sie auf magerem bzw. sehr magerem Torfboden. Das Grundwasser ist ziemlich stagnierend.

#### Praktische und theoretische Bedeutung der Waldtypen.

Unsere Betrachtungen haben zu dem Ergebnis geführt, dass die taxatorischen Methoden als solche nicht ausreichen, um eine rationelle Waldstandortsklassifizierung herbeizuführen, und ferner, dass es auch auf rein klimatologisch-bodenkundlicher Basis unmöglich ist, ein brauchbares Klassifizierungsverfahren auszuarbeiten, dass

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Studien über die Moore Finnlands. Acta forest. fenn. 2 und Fennia 35, 1913.

aber, wenn es ein Mittel gäbe, durch welches die Standorte, wenn auch vorläufig nur in groben Zügen, klassifiziert werden könnten, es vielleicht möglich wäre, diese Bonitierung sowohl auf taxatorischer wie auf bodenkundlicher Grundlage zu verfeinern, ja vielleicht sogar zu einem rein taxatorisch-bodenkundlichen Verfahren auszubilden.

In der weiteren Folge wurde konstatiert, dass die Waldtypen ein solcher pflanzen-topographischer Begriff sind, in welchem grundsätzlich nur die primären Standortsfaktoren zum Ausdruck kommen und welcher gerade deswegen Voraussetzungen besitzen muss, ein Hilfsmittel in oben angeführter Beziehung darzubieten.

Wir wollen zuerst prüfen, inwieweit die Waldtypen sich in taxatorischer Hinsicht bewähren. Von den vielen, zu einstimmigen Ergebnissen führenden Untersuchungen will ich in dieser Beziehung nur zwei hervorheben, diejenigen von Y. ILVESSALO (1920) und diejenigen von LÖNNROTH (1925).

Die erstgenannte Untersuchung<sup>1</sup> wurde im Auftrag der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft Finnlands ausgeführt, und zwar hatte sie einen doppelten Zweck. Der Hauptzweck der Untersuchung war, zeitgemässe Normalertragstafeln für die drei Hauptholzarten der südlichen Hälfte Suomis, für die Kiefer, die Fichte und die Birke, zu erzielen. Für diesen Zweck sollten hinreichend viele Probeflächen in normalentwickelten, jüngeren und älteren reinen Kiefern-, Fichten- und Birkenbeständen genommen und in diesen alle diejenigen Werte bestimmt werden, welche für Ertragstafeln notwendig sind. Ausserdem sollte aber eine vollständige Vegetationsaufnahme gemacht werden. Das ganze Probeflächenmaterial sollte demgemäss nicht nur nach der Holzart, sondern ausserdem nach dem Waldtyp eingeteilt werden, so dass also in betreff jeder Holzart die Probeflächen jedes Waldtyps als von jedem anderen Waldtyp getrennte Gruppe behandelt wurden. Es sollte demgemäss, und das war die zweite

<sup>1</sup> Y. ILVESSALO: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fusend. Acta forest. fenn. 15. 1920.

Y. ILVESSALO: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Ebenda.

Aufgabe, ermittelt werden, ob die verschiedenen Beträge — Stammzahlen pro ha, mittlere Durchmesser, mittlere Grundflächen, Holzmassen pro ha, Mittelhöhen, Oberhöhen u. s. w. — eines jeden Waldtyps (natürlich getrennt für jede Holzart) regelmässige Serien bilden und ob also die Waldtypen als Bonitierungsgrundlage bei der Ausarbeitung der Ertragstafeln sich bewähren würden, eine Aufgabe, welche im Hinblick auf die Frage der Standortsbonitierung um so wichtiger war, als, wenn einmal die Waldtypen als Bonitierungsgrundlage für die Ertragstafeln ihren Zweck erfüllten, sie um so mehr im praktischen Betrieb die nötige Sicherheit bei der Bonitierung gewährleisten mussten. — Ausserdem sollten jeder Probefläche Bodenproben für Bodenanalysen entnommen werden.

Die Probeflächen wurden in den aufeinanderfolgenden Sommern 1916, 1917 und 1918 genommen, und zwar in einer Anzahl von 467, zerstreut über die ganze südliche Hälfte Suomis; das Material verteilte sich auf die verschiedenen Waldtypen und Holzarten, wie folgt:

	AT	OMaT	OMT	MT	VT	CT	CIT
Kiefer	—	1	15	65	77	70	13
Fichte	4	3	50	27	—	—	—
Birke	3	29	44	38	5	—	—
Espe	—	—	5	2	—	—	—
Grauerle	2	7	1	—	—	—	—

Vergleichshalber wurden 3 Probeflächen in gemischten Beständen und 3 im Dickmoostyp genommen. Für folgende Waldtypen und Holzarten erwies sich das Material als reichlich genug:

	OMaT	OMT	MT	VT	CT	CIT
Kiefer	—	+	+	+	+	+
Fichte	—	+	+	—	—	—
Birke	+	+	+	+	—	—

Die übrigen Probeflächen wurden nur als Vergleichsmaterial angewendet.

Die Untersuchung zeigte, dass alle Wachstumsverhältnisse, nämlich die Abnahme der Stammzahl pro ha, die Zunahme des Mitteldurchmessers und der mittleren Grundfläche, der Holzmasse pro ha, der Höhe u. s. w., getrennt für jede Holzart und jeden Waldtyp, bei zunehmendem Alter sehr schöne Serien bilden. Das Material wurde durchgehend mathematisch-statistisch behandelt. Der Kontrolle halber war auf jeder Probefläche der Mittelstamm der herrschenden Baumklasse stammanalytisch

untersucht worden. Ilvessalos Untersuchungen, die im höchsten Grade objektiv gemacht worden sind, haben die Brauchbarkeit der Waldtypen in taxatorischer Hinsicht für die südliche Hälfte unseres Landes vollständig bewiesen.

Nach den Ertragstafeln Ilvessalos seien nur folgende Zahlen angeführt, welche die Holzmasse — Schaftholzmasse mit Rinde in m<sup>3</sup> pro ha — normalentwickelter Kiefernbestände bei verschiedenem Alter angeben:

	OMT	MT	VT	CT	CIT
10 J.	19	13	10	7	—
20 J.	70	60	44	24	3
30 J.	140	135	87	47	10
40 J.	208	200	134	75	17
50 J.	279	260	177	104	31
60 J.	344	313	219	128	46
70 J.	405	363	262	153	62
80 J.	458	407	299	178	80
90 J.	500	443	328	203	98
100 J.	535	472	351	222	114
110 J.	560	492	366	240	132
120 J.	576	503	375	254	148
130 J.	?	?	382	266	164
140 J.	?	?	?	275	180
150 J.	?	?	?	282	195

Wenigstens 28 cm in der Brusthöhe (1.3 m) messende Bäume gibt es nach den Ertragstafeln in den normalen Kiefernbeständen der fraglichen Waldtypen in folgenden Anzahl:

	OMT	MT	VT	CT
50 J.	15	—	—	—
60 J.	63	21	—	—
70 J.	145	63	12	—
80 J.	229	132	43	—
90 J.	287	200	86	—
100 J.	319	248	130	6
110 J.	348	273	158	17
120 J.	375	292	178	37

Die Untersuchung LÖNNROTHS<sup>1</sup> hatte einen anderen Zweck. Sie ging darauf aus, die Entwicklung naturnormaler Kiefernbestände zu ermitteln unter Bezugnahme auf die mit dem Älterwerden des Bestandes geschehende Differenzierung der Baumindividuen in Entwicklungsklassen und der Entwicklung dieser Baumklassen im besonderen. Eine solche Untersuchung stellt natürlich ausserordentlich grosse Anforderungen an die Normalität der zu untersuchenden Bestände. Lönnroths Probeflächenmaterial ist auch viel geringer als dasjenige von Ilvessalo, im ganzen 30 Probeflächen umfassend, je 10 von jedem der drei für die Kiefer wichtigsten Waldtypen CT, VT und MT, gleichmässig auf die verschiedenen Altersstufen verteilt. Die Untersuchungen Lönnroths bilden in betreff der Brauchbarkeit der Waldtypen eine glänzende Bestätigung der Ergebnisse Ilvessalos. Weil die Probebestände, was die Bestandesnormalität betrifft, im Hinblick auf den eigentlichen Zweck der Untersuchung — die innere Struktur und Entwicklung der Bestände zu ermitteln — sehr sorgfältig ausgewählt werden mussten, zeigen die Lönnroth'schen Zahlenreihen, getrennt für jeden Waldtyp, eine ungewöhnlich grosse Regelmässigkeit, wobei sie, in den Hinsichten, in welchen sie mit Ilvessalos Zahlen direkt vergleichbar sind, mit denen des letztgenannten Forschers in allem Wesentlichen übereinstimmen. Von den zahlreichen Diagrammen Lönnroths, die das Gesagte beleuchten, seien nur die Fig. 2—4 hier angeführt.

Wir haben also hier zwei unabhängig voneinander gemachte, sehr gewissenschaftliche Untersuchungen, die beide eindeutig gezeigt haben, dass die Waldtypen in taxatorischer Betrachtung, wenigstens für die südliche Hälfte Suomis, die Anforderungen erfüllen, welche an sie gestellt worden sind, m.a.W. dass sie ein Mittel darbieten, die Waldstandorte für taxatorische Zwecke zu bonitieren und zwar auch in der Hinsicht, dass dabei für alle Holzarten gemeinsame oder, mit anderen Worten, von der Holzart unabhängige Bonitäten gewonnen werden. —

Da die Wachstumsverhältnisse, besonders wenn sie so exakt und vielseitig studiert werden, wie es in den Untersuchungen Ilvessalos und Lönnroths geschehen ist, als eines der empfindlichsten oder wohl als das aller-

<sup>1</sup> E. LÖNNROTH: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Acta forest. fenn. 31. 1925.



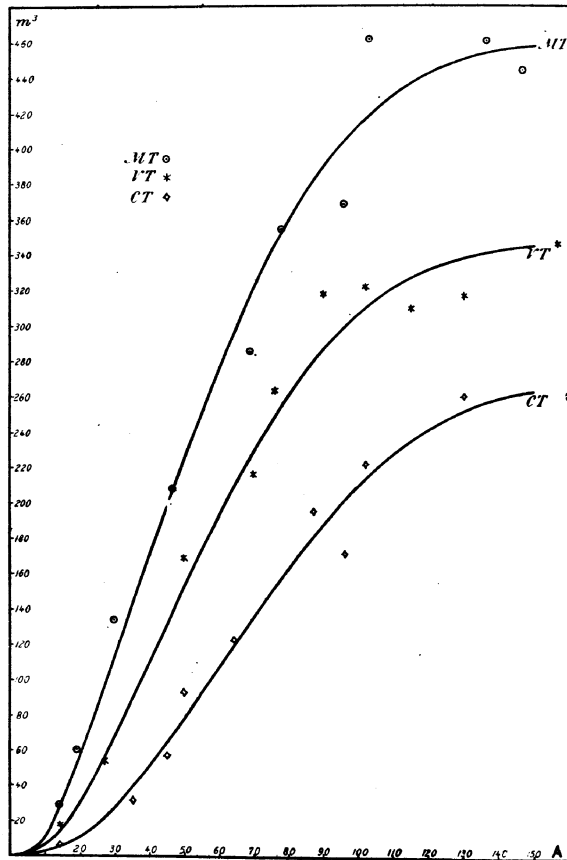


Fig. 2. Holzmasse pro ha.

empfindlichste Mass für den biologischen Wert des Standorts anzusehen sind, so haben diese Untersuchungen zugleich auch den Beweis dafür geliefert, dass man mit Hilfe der Waldtypen die Waldstandorte in Klassen gleichen biologischen Wertes gruppieren kann.

Von anderen Untersuchungen, welche den biologischen Wert der auf Grund der Waldtypen charakterisierten Standorte beleuchten, sei erwähnt, dass nach Y. ILVESSALO<sup>1</sup> die Anzahl der Gefässpflanzen in

<sup>1</sup> Y. ILVESSALO: Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Acta forest. fenn. 20. 1922.

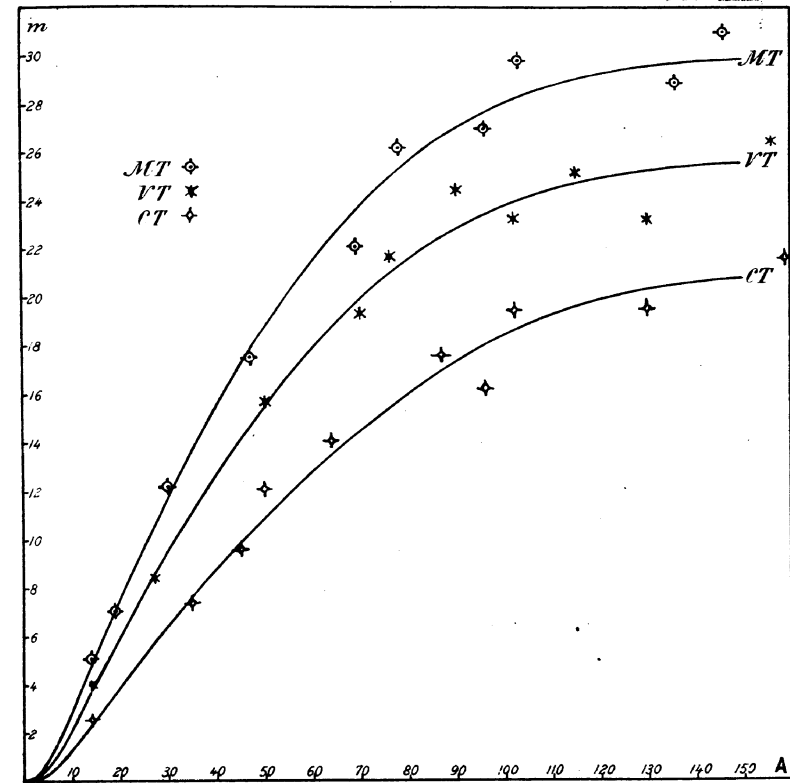


Fig. 3. Oberhöhe.

normalen Waldbeständen mittleren Alters in der Südhälfte Somis folgende ist: ÇIT 9, CT 28, VT 58, MT 86, OMT 105 und OMaT 107. Auch in diesen Zahlen spiegelt sich also der biologische Wert der durch die verschiedenen Waldtypen charakterisierten Standorte wieder.

Der biologische Wert der Standorte wird von den Standortsfaktoren, d. h. von den Eigenschaften des Klimas und des Bodens als Gesamtheit betrachtet, bestimmt. Wenn das betreffende Gebiet klimatisch ziemlich einheitlich ist, was für die Südhälfte unseres Landes im grossen ganzen zutrifft, so ist man berechtigt anzunehmen, dass der biologische Wert des Standorts wesentlich von den Eigenschaften des Bodens diktiert wird. Um zu prüfen, welche Eigenschaften des Bodens dabei in

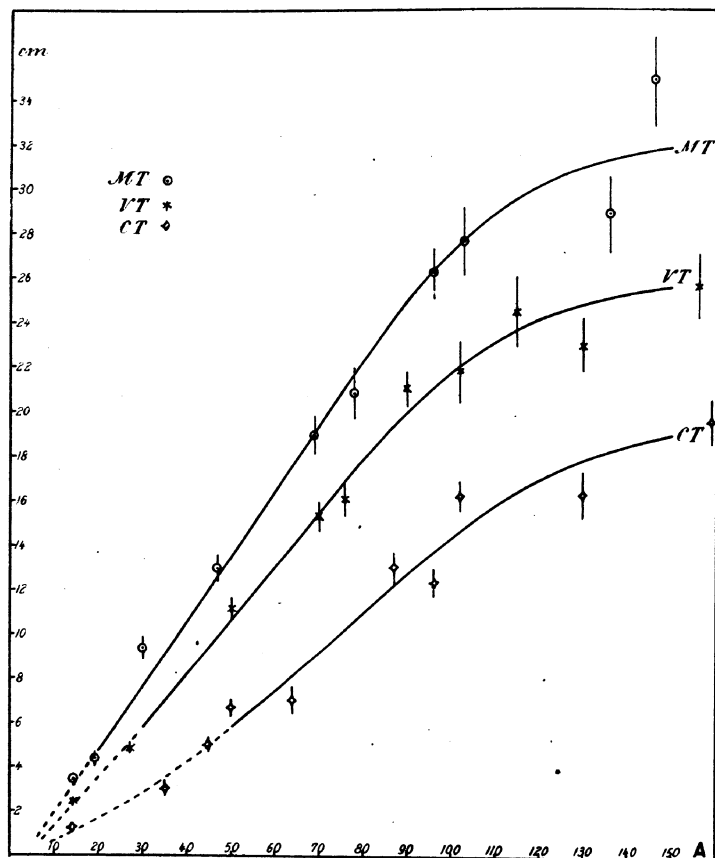


Fig. 4. Durchmesser.

Betracht kommen, wurden auf den Probeflächen Ilvessalos die schon erwähnten Bodenproben genommen. Diese Bodenproben, insgesamt etwa 600, wurden von VALMARI<sup>1</sup> analysiert, wobei der Glühverlust, der Gesamtelektrolytgehalt, der Stickstoffgehalt sowie der Gehalt an salzsäurelöslicher Phosphorsäure, an Kali und Kalk bestimmt wurden. Die Resultate gehen aus folgenden Zahlen hervor, die Mittelwerte (in kg) für die 20 cm dicke oberste Bodenschicht angeben:

<sup>1</sup> J. VALMARI: Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Acta forest. fenn. 20. 1921.

	Pro Ar			Pro ha		
	Glühverlust	Gesamtelektrolytmenge	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
AT	1,894	578	4,500	284	840	4,012
OMaT	1,771	781	4,760	250	642	1,760
OMT	1,448	794	3,315	492	486	1,478
MT	1,237	497	2,428	910	446	1,257
VT	1,029	271	1,726	1,479	449	996
CT	1,085	418	1,547	1,080	429	680
CIT	601	220	860	1,471	531	464

Aus diesen Zahlen ergibt sich somit ein recht bedeutender Parallelismus zwischen der Ergiebigkeit der Waldtypen und den Eigenschaften des Bodens, und zwar macht sich auch die verschiedene Bedeutung dieser Bodeneigenschaften bemerkbar. Eine Korrelation ist besonders in betreff des Stickstoffs und des Kalkes zu konstatieren. Folgende nach VALMARI angeführten Zahlen (MT = 100) sind in der Beziehung noch instruktiver:

	Laufend-jährlicher Zuwachs in 75-jährigem Kiefernbestand	Zuwachs in 60-jährigem Birkenbestand	CaO-Gehalt in der 20 cm dicken obersten Bodenschicht	N-Gehalt
OMaT	—	185	140	223
OMT	115	117	117	137
MT	100	100	100	100
VT	83	83	79	71
CT	52	—	54	64
CIT	27	—	36	34

Um das Mass der Korrelation zwischen dem Ertrag und den Bodeneigenschaften noch exakter zu erläutern, hat Y. ILVESSALO<sup>1</sup> die betr. Korrelationskoeffizienten berechnet und dabei gefunden:

für den Glühverlust	r = 0.435 ± 0.078
» » Gesamtelektrolytgehalt	r = 0.407 ± 0.081
» » Stickstoffgehalt	r = 0.736 ± 0.056
» » Phosphorsäuregehalt	keine Korrelation
» » Kaligehalt	r = 0.214 ± 0.091
» » Kalkgehalt	r = 0.612 ± 0.069

<sup>1</sup> Y. ILVESSALO: Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. Acta forest. fenn. 25. 1923.

In diesen Zahlen wird der Stickstoff als Gesamtstickstoff angegeben. In biologischer Hinsicht ist es aber sehr wichtig, eine Vorstellung von der Menge des assimilierbaren Stickstoffs zu erhalten. Neuerdings hat AALTONEN<sup>1</sup> die Menge des Ammoniak- und des Nitratstickstoffs in den Böden verschiedener Waldtypen ermittelt und dabei gefunden, dass sich die Waldtypen auch in dieser Hinsicht deutlich voneinander unterscheiden. Je ergiebiger der Waldtyp ist, um so reichlicher enthält der Boden Ammoniakstickstoff und Nitratstickstoff wie auch Gesamtstickstoff.

Der Humus der verschiedenen Waldtypen enthält nach AALTONEN Gesamtstickstoff:

CT	VT	MT	OMT	OMaT
1.495 %	1.666 %	1.796 %	2.234 %	2.795 %

Der Ammoniakstickstoff und der Nitratstickstoff wurden bestimmt gleich, nach der Entnahme der Proben und nach 2-monatlicher Aufbewahrung. Der Anteil des mobilisierten Stickstoffs (Ammoniak- und Nitratstickstoffs) am Gesamtstickstoff war:

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
Nach sofortiger Bestimmung	0.220 %	0.335 %	0.383 %	0.484 %	0.551 %
Nach 2-monatlicher Aufbewahrung	1.074 »	1.207 »	1.819 »	2.868 »	4.425 »

Schon früher hatte AALTONEN<sup>2</sup> die Wasserstoffionenkonzentration von etwa 800 Humusproben untersucht und für P<sub>h</sub> folgende Zahlen als Mittelwerte für die Südhälfte Suomis gefunden:

OMaT	(5.0) <sup>3</sup>
OMT	5.2
MT	4.8
VT	4.6
CT	4.2
CIT	3.6

<sup>1</sup> V. T. AALTONEN: Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen in den Waldböden. Comm. inst. quaest. forest. Finl. 10. 1926.

<sup>2</sup> V. T. AALTONEN: Über den Aziditätsgrad (Ph) des Waldbodens. Comm. inst. quaest. forest. Finl. 9. 1925.

<sup>3</sup> Material unzureichend (nur 5 Proben).

Solche Zahlen, wie die hier angeführten zeigen unzweifelhaft, dass innerhalb klimatisch mehr oder weniger einheitlicher Gebiete gewisse Eigenschaften des Bodens, als Durchschnittswerte parallel mit der auf Grund der Waldtypen bestimmten Standortsgüte variieren, woraus man berechtigt sein dürfte den Schluss zu ziehen, dass innerhalb eines klimatisch einheitlichen Gebiets gewisse Eigenschaften des Bodens die Standortsgüte bestimmen. Im Einzelnen variieren zwar die Zahlenwerte für die verschiedenen Eigenschaften bedeutend, was nur das früher Gesagte bestätigt, dass die Eigenschaften des Bodens in weitem Masse unabhängig voneinander wechseln, und dass im Einzelfall bald die eine, bald die andere sich so weit vom harmonischen Optimum befindet, dass sie, trotz der teilweisen Vertretbarkeit der Faktoren durcheinander, die Standortsgüte wesentlich beeinflussen. Wenn es gilt zu untersuchen, in welchem Verhältnis die verschiedenen Eigenschaften des Bodens für die Standortsgüte bestimmend sind, muss man unter solchen Verhältnissen selbstverständlich mit Mittel- und Korrelationswerten operieren. — Die angeführten Zahlen zeigen einerseits, dass die Verteilung der Pflanzenvereine in der Natur sehr entscheidend von den Standortsverhältnissen bestimmt wird, was man in den letzten Dezennien unter den Pflanzengeographen teilweise in Zweifel hat ziehen wollen, und andererseits, dass die biologische Standortsbonitierung auf Grund der Waldtypen eine sehr feste Grundlage hat. Est ist gewiss nicht undenkbar, dass man auf diesem Weg zuletzt zu einer Standortsbonitierung gelangen kann, die sich auf rein klimatische und bodenkundliche Faktoren gründet. Nicht weniger wichtig aber ist, dass man auf diesem Weg Klarheit über die Frage gewinnen dürfte, von welchen Faktoren der Betrag des Produktionsvermögens unter verschiedenen Verhältnissen diktiert wird. Dadurch wird nämlich eine reelle Grundlage gegeben für Massnahmen zur Verbesserung der Produktionskraft der Waldböden.

Der Waldbau, die Pflege der Wälder, muss sich auf die Biologie

der Wälder stützen.<sup>1</sup> Jeder normale Waldbestand mit seiner ganzen belebten Welt bildet ein harmonisches Ganzes, welches sich in mehr oder weniger labiler Gleichgewichtslage befindet, deren Art und Natur wesentlich vom Standort abhängt. Dieser bestimmt das Wachstum und den Entwicklungsgang sowohl der Bäume als des Bestandes und seiner Baumentwicklungsklassen, und allem Anschein nach nicht nur, was die oberirdischen, sondern auch was die unterirdischen Teile (die Wurzeln) betrifft. Der Standort bestimmt nicht nur die Anzahl der im Walde vorkommenden Pflanzenarten, sondern wesentlich auch die Artzusammensetzung dieser Vegetation, zum bedeutenden Teil auch die Frequenz und die Reichlichkeit der Arten. Die Natur des Standorts, zusammen mit der Baum- und übrigen Vegetation, beeinflusst in entschiedener Weise das Gedeihen der im Boden lebenden Mikroorganismenwelt sowie die Humusbildung, die Verwitterungs- und die Auswaschungsprozesse des Bodens. Der Baumbestand wirkt in bedeutendem Masse auf das innere Klima des Waldbestandes, besonders auf die Beleuchtungs-, aber auch auf die Wärme-, Feuchtigkeits- u. a. Verhältnisse ein und beeinflusst dadurch sowie durch seine Wurzelkonkurrenz kräftig die Lebensbedingungen der Untervegetation und die mikrobiologischen Prozesse im Boden. Der im Walde herrschende Kampf aller gegen alle und andererseits die dort sehr häufige unbewusste Begünstigung einer Pflanzenart durch andere, aus welchen allen die eben erwähnte Gleichgewichtslage resultiert, ist also eine äusserst verwickelte, von der Art und Natur des Standorts abhängige Erscheinung. Diese Gleichgewichtslage ist aber sehr labil, so dass auch geringe Störungen oder Veränderungen in ihren Bedingungen, z. B. die Durchlichtung des Waldbestandes, Veränderungen in beinahe allen angeführten Beziehungen hervorrufen — analoge, aber unter sich verschiedenartige in den verschiedenen Standortsklassen, den verschiedenen Waldtypen.

Der Wald, gleichviel ob durch Saat oder Pflanzung gegründet oder Naturwald, wächst und entwickelt sich ohne Zutun des Menschen. Die Pflege des Wirtschafters besteht wesentlich darin, dass er seine Entwick-

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Die forstwissenschaftliche Forschungsarbeit in Finnland. In: Vorträge über Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Finnland. Gehalten auf der Exkursionsreise der estnischen Forstmänner nach Finnland. Helsinki. 1925.

A. K. CAJANDER: Some Aspects of Forest Research Work. World Forestry Congress 1926. *Silva fennica* 4, 1927.

A. K. CAJANDER: The scientific foundation of forestry as exemplified chiefly by forest research work in Finland. Vortrag internat. botan. Kongress in Ithaca N. Y. *Silva fennica* 4, 1927.

lung in die für die Wirtschaft günstige Richtung lenkt. Dies ist aber mit Erfolg nur dann möglich, wenn der Wirtschaftler das Leben des Waldes allseitig kennt und versteht. Der rationelle Waldbau muss also auf der allseitigen Kenntnis des Lebens, der Biologie des Waldes fassen, und da diese Biologie des Waldes sich an Standorten verschiedener Art sehr verschieden gestaltet, ist es klar, dass die Pflege des Waldes nicht schablonenmässig betrieben werden kann, sondern sich den verschiedenen, von den verschiedenen Standorten dargebotenen Bedingungen für das Leben des Waldes, für seine Verjüngung, sein Wachstum und seine Entwicklung anschmiegen muss.

Um einigermaßen zu beleuchten, wie die durch die Waldtypen charakterisierten Standortsklassen verschiedene waldbauliche Pflege erheischen, mögen folgende ganz allgemeine erläuternde Beobachtungen, die sich auf mitteleuropäische Waldverhältnisse beziehen, angeführt werden.<sup>1</sup>

Die Verjüngung des Waldes durch Kahlschlag mit nachfolgender künstlicher Bestandesbegründung ist in allen Hainwaldtypen, besonders in den ergiebigsten<sup>2</sup>, mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. Sobald der Waldbestand kahlabgetrieben worden ist, überzieht sich die Schlagfläche mit einem hohen, dichten Unkrautwuchs, in welchem die jungen gepflanzten Baumanfänge in den ersten Jahren ihres Lebens fast ganz verschwinden. Trotzdem das Unkraut gemäht, gesichelt oder in anderer Weise jährlich weggeräumt wird, geht ein grosser Teil der Baumpflanzen zu Grunde. In der Klasse der frischen Wälder ist die Verjüngung durch Kahlschlag viel leichter durchzuführen, besondere Schutzmassnahmen gegen den Unkrautwuchs sind entweder nicht oder jedenfalls nur in den den Hainwäldern sich nähernden Typen notwendig. Noch weniger sind sie im allgemeinen in den Heidewäldern vonnöten.

Die gruppen- und horstweise Verjüngung gelingt desgleichen in den verschiedenen Typen sehr verschieden. Sie gelingt sogar bei den ergiebigsten Waldtypen ausgezeichnet, wenn die zu verjüngende Holzart wenigstens ebenso stark schattenertragend ist als die betreffenden Unkräuter, für die also die Verjüngungslöcher so dunkel gemacht werden kön-

<sup>1</sup> Nach A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen 1909.

<sup>2</sup> Ich habe dabei hauptsächlich die auf frischem, nicht die auf mehr oder weniger feuchtem Boden auftretenden vor Augen.

nen, dass das Unkraut dort nicht die Vorherrschaft erringt. Solche Holzarten sind die Edeltanne und die Buche, wogegen die gruppenweise Verjüngung der Fichte sehr erschwert ist. Beim OMaT- und OMT-Typ aber geht schon die gruppenweise Naturverjüngung der Fichte gut und noch besser beim MT-Typ

Die Schwarzwälder femelschlagsweise Verjüngung gelingt bei den Haintypen um so besser, je vorherrschender die Buche und besonders die Edeltanne ist, in welchem Falle sehr dunkel gehauen, m. a. W. sehr langsam verjüngt werden kann, bei den Waldtypen der Klasse der frischen Wälder (OMT, MT u. a.) beinahe um so besser, je vorherrschender die Fichte ist.

Aus den nordischen Verhältnissen wären leicht analoge Beispiele anzuführen, und zwar nicht nur in betreff der Verjüngung der Bestände, sondern auch was die Erziehungshiebe, den Unterbau, den Überhaltbetrieb, die Aufästung u. s. w. betrifft. — Im Hinblick auf alles dies ist es ganz natürlich, dass die Anwendung der Waldtypen in der praktischen Forstwirtschaft Suomis immer mehr Fuss fasst. In den Forsteinrichtungsarbeiten der Staatswälder wurden sie schon 1914 von der damaligen Forstdirektion in Anwendung genommen, und u. a. basiert sich die Waldbesteuerung nach dem Gesetze von 1922 desgleichen wesentlich auf die Waldtypen. Zu erwähnen ist, dass sich z. B. die Bewirtschaftung der fürstlich Schwarzenbergschen Wälder in der Čechoslovakei schon lange konsequent nach den Standortverhältnissen richtet.

Die Moore werden nunmehr, besonders in den nordischen Ländern, in grossem Masstab für waldwirtschaftliche Zwecke entwässert. Auf den Mooren können zahlreiche Moortypen unterschieden werden. Es entsteht die Frage: wie verhalten sich diese Moortypen bei der Entwässerung?

Da der Waldtyp nicht durch die Bodenart (Sand, Lehm u. s. w.) als solche bestimmt wird, sondern auf derselben Bodenart sogar die verschiedensten Waldtypen auftreten können und andererseits derselbe Waldtyp auf sehr verschiedenen Bodenarten auftreten kann, und der Waldtyp als gemeinsames Resultat von dem biologischen Gesamtwert des Standorts, der Gesamtwirkung aller primären Klima- und Bodenfaktoren auf die Vegetation, erscheint, kann man a priori annehmen, dass, wenn ein Moor entwässert wird und dasselbe auch in bezug auf die Feuchtigkeitsverhältnisse den Charakter des gewöhnlichen Waldbodens annimmt, auf demselben auch derjenige Waldtyp oder diejenigen Waldtypen zur Herrschaft gelangen, welche dem biologischen Gesamtwert des Standorts entsprechen.

Dass dies in der Tat der Fall ist, haben die Untersuchungen von TANTTU<sup>1</sup> gezeigt.

Aus den Untersuchungen Tanttus ergibt sich, dass aus sehr nassem offenem Moor je nach Mass und Dauer der Entwässerung ein etwas trockneres offenes Moor, ein bewaldetes Moor oder bei vollständiger Entwässerung ein bestimmter, für den normalen Waldboden charakteristischer Waldtyp entsteht, und zwar sind diese Sukzessionen sehr regelmässig und von der Tiefe der Torfschicht kaum abhängig. Die Reisermoore geben trockne Heidewälder, die Bruchmoore der dürftigeren Unterklasse frische moorreiche Wälder und die der ergiebigeren Unterklasse Hainwälder. Die Untersuchungen MULTAMÄKIS<sup>2</sup> zeigen, dass die Wachstumsverhältnisse der Waldtypen auf Moorboden mit denjenigen der entsprechenden gewöhnlichen Waldböden wenigstens im grossen ganzen übereinstimmen. Der Umstand, dass sich der Moortyp durch die Entwässerung wenigstens in grossen Zügen in einen bestimmten Waldtyp verwandelt, der das für den betr. Waldtyp überhaupt charakteristische Produktionsvermögen besitzt, ist natürlich in praktischer Hinsicht von eminent grosser Bedeutung, weil dadurch die Berechnung der Rentabilität der Entwässerung und der Aufforstung der verschiedenartigen Moore ermöglicht wird.

Auf den Wiesen können verschiedene Wiesentypen unterschieden werden, und da die Wiesen unserer Gegenden in der Hauptsache entweder frühere Moore oder frühere Wälder darstellen, aus denen sie gerodet worden sind, so kann es in Frage kommen, auch ihre entsprechenden Moor- oder Waldtypen, wenigstens kollektiv genommen, zu bestimmen, und wenn man die Moore auf ihre entsprechenden Waldtypen reduziert, kann eine gemeinsame Bonitieringsskala für Wälder, Moore und Wiesen erreicht werden. Wie LUKKALA<sup>3</sup> und LINKOLA<sup>4</sup> gezeigt haben, können ausserdem, wenngleich nur mit grosser Vorsicht und vorzugsweise nur dort, wo die

<sup>1</sup> A. TANTTU: Über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore. Acta forest. fenn. 5, 1915.

<sup>2</sup> S. E. MULTAMÄKI: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. Acta forest. fenn. 27.

<sup>3</sup> O. J. LUKKALA: Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals hauptsächlich in den Landschaften Savo (Sawolaks) und Karjala (Karelilien). Acta forest. fenn. 10, 1919.

<sup>4</sup> K. LINKOLA: Zur Kenntnis der Verteilung der landwirtschaftlichen Siedlungen auf die Böden verschiedener Waldtypen in Finnland. Acta forest. fenn. 22, 1922.

Äcker im Verhältnis zu den Wäldern weniger umfassend sind, und hauptsächlich unter Anwendung von Kollektivtypen, auch die Äcker in dasselbe Bonitierungschema eingereiht werden. Diese Sache ist allerdings noch detaillierter Untersuchungen bedürftig. Es ist aber offenbar, dass die Möglichkeit einer einheitlichen, objektiven Bonitierung aller gewachsenen Böden, sowohl in praktischer wie in wissenschaftlicher Beziehung, von grosser Bedeutung wäre.

Nachdem ich in der Lage gewesen bin, die Bedeutung der Waldtypen für die Forstwirtschaft sowohl in praktischer als wissenschaftlicher Beziehung<sup>1</sup> darzulegen, möchte ich im Folgenden zu einigen Fragen allgemeiner Art übergehen.

Die Standorte sind nicht ewig unveränderlich. Ihr jetziger Zustand ist nur im relativen Sinn stabil. Es sind zahlreiche Fälle bekannt, wo der zur Waldwirtschaft verwendete Boden sich in betreff seiner Produktionskraft wesentlich verändert hat.

Die gewöhnlichste hierher gehörige Erscheinung ist die Versumpfung des Waldbodens, welche in den nordischen Ländern sehr intensiv gewesen ist. Nach der von Y. ILVESSALO<sup>2</sup> durchgeführten linienweisen Waldtaxierung nehmen die Moore 35.7 % von der Gesamtfläche Suomis ein, und alle diese Moore sind nach der letzten Eiszeit, also binnen etwa 10,000 Jahre, entstanden.<sup>3</sup> Nach den sorgfältigen Untersuchungen von BACKMAN<sup>3</sup> sind wenigstens 95 % der Moorfläche Mittelostrobottniens durch Versumpfung von Wäldern entstanden, und seine Untersuchungen auf der karelischen Landenge haben zu etwa ähnlichen Resultaten geführt. Als feststehend muss angesehen werden, dass der weitaus überwiegende Teil des finnischen Moorareals versumpften Waldboden darstellt.

Viele Tatsachen sprechen dafür, dass in den nordischen Ländern, abgesehen davon, dass gewaltige Flächen des Waldbodens versumpft sind,

<sup>1</sup> Über etwaige Ausnahmen vgl. z. B. A. CAJANDER: Über Waldtypen 1909, S. 173—175.

<sup>2</sup> Y. ILVESSALO: The Forests of Finland. The Forest Resources and the Condition of the Forests. Comm. inst. quaest. forest. Finl. 9, 1924.

Y. ILVESSALO: Die Waldvorräte Finnlands auf Grund der Taxierung aller Wälder des Reiches. Vortr. ü. d. Waldwirtschaft u. Forstwissenschaft in Finnland. Helsinki 1925.

<sup>3</sup> A. L. BACKMAN: Moor-Untersuchungen im mittleren Österbotten. Acta forest. fenn. 12, 1919.

auch eine Verarmung der Böden stattgefunden hat, nicht nur dadurch hervorgerufen, dass das Regenwasser und das Schneeschmelzwasser, beim Einsickern in den Boden, gelöste Stoffe und fein suspendierte Bodenpartikelchen mit sich schleppen, sondern auch dadurch, dass das Wasser, oberflächlich fliessend, solche Stoffe auf niedriger gelegene Gelände, in die Binnengewässer und in das Meer transportiert, Prozesse, denen die Verwitterungserscheinungen, wodurch neue Pflanzennährstoffe gebildet werden, bei uns nicht das Gleichgewicht zu halten vermögen. So haben die Untersuchungen von AUER<sup>1</sup> in Kuusamo und Kuolajärvi gezeigt, dass die dortigen Moore in ihren untersten Schichten viel häufiger Reste von nährstoffreicherem Untergrund zeugender Moortypen (Braunmoor u. dgl.) einschliessen als diejenigen Moore, welche bei der Versumpfung des Waldbodens jener Gegenden in unseren Tagen entstehen. Hiermit steht in Übereinstimmung, dass in bergigen Gegenden die oberen Teile der Berge und Hügel im allgemeinen dürrtiger sind als die unteren Teile der Hänge und die Täler. Im grossen Masstab begegnet man derselben Erscheinung in der grosszügigen Differenzierung zwischen den grossen Wasserscheidegebieten Suomis, die fast durchgehend steril sind, und den näher bei den grossen Gewässern gelegenen Gegenden.

Viele Umstände können diese langsam verlaufenden Prozesse beschleunigen. Die gewöhnliche Waldnutzung, wobei nur Stammholz entnommen wird, dürfte dabei weniger besagen, da ja das Stammholz verhältnismässig wenig Aschenbestandteile enthält. Grössere Bedeutung kommt den Waldbränden zu, und noch intensiver wirkt die Brandwirtschaft, wobei ja im allgemeinen so viele Ernten nacheinander genommen werden, wie der Boden nur erlaubt, und besonders wenn dazu noch, wie es häufig der Fall gewesen ist, das Brandfeld, ohne irgendwelche Düngung, später als Weide benutzt wird. So scheinen die Untersuchungen von MULTAMÄKI<sup>2</sup> zu zeigen, dass die im östlichen Suomi in alten Brandkulturgegenden nicht seltenen Zwischenstufen zwischen dem MT- und dem VT-Typ zum grossen Teil solchen Boden darstellen, welcher ursprünglich MT-Typ war, sich durch Brandwirtschaft und Weide aber in die Richtung gegen den VT-Typ verändert hat. Nach PALMGRENS<sup>3</sup> Untersuchungen auf den Ålands-

<sup>1</sup> V. Auer: Moorforschungen in den Vaaragebieten von Kuusamo und Kuolajärvi. Comm. inst. quaest. forest. Finl. 6, 1922.

<sup>2</sup> S. E. Multamäki: Untersuchungen über den Zustand der Wälder in Savo und Karjala. Acta forest. fenn. 9, 1919.

<sup>3</sup> A. PALMGREN: Studier öfver löfängsområdena på Åland. Ett bidrag till känne-

Inseln gehen die dortigen Laubholzhaine (ST) durch Weidenutzung in Fichtenwälder über, wobei auch der Waldtyp eine Verschlechterung erfährt. Die Streunutzung hat eine bedeutende Verschlechterung der Waldböden vielenorts in Mittel-Europa herbeigeführt; dieser Prozess ist jedoch im Lichte der Waldtypen bis jetzt nicht näher untersucht worden.

Allgemein wird angenommen, und mitteleuropäische Untersuchungen scheinen es zu bekräftigen, dass die Fichte, vorzugsweise dadurch, dass sie die Bildung von saurem Humus begünstigt, wenigstens unter bestimmten Bedingungen, zur Verschlechterung der Waldböden beitrage. Es wäre sehr interessant, durch typische Fälle im Detail zu untersuchen, ob man in den Waldtypenverhältnisse Belege für eine solche Ansicht gewinnen könnte, ob und in wie weit z. B. die rohhumusführenden heidelbeerreichen Fichtenwälder Mittel-Europas auf früherem Hainwaldboden stocken. Es scheint sehr wahrscheinlich, dass der sog. Dickmoostyp Nord-Finnlands ein solches, von Fichtenbestockung unter ganz speziellen klimatischen Verhältnissen hervorgerufenes Degenerationsprodukt darstellt; wenigstens deuten nicht wenige Tatsachen in diese Richtung.

Andererseits ist hervorzuheben, dass durch den Entwicklungsgang, den ich schon die Ehre hatte zu erwähnen, die niedriger gelegenen Gelände, die Täler der Gewässer u. dgl. auf Kosten der höher gelegenen Gelände fruchtbarer geworden sind. Als ein sehr wichtiger diesbezüglicher Faktor ist auch die negative Küstenverschiebung am Bottnischen und Finnischen Meerbusen zu nennen, wodurch immerfort solcher Boden blossgelegt wird, welcher nicht nur nicht ausgewaschen, sondern sogar angereichert worden ist, eine Erscheinung, deren pflanzengeographische Bedeutung besonders PALMGREN<sup>1</sup> betont hat. — Sehr herrschend ist die Ansicht, dass die Laubhölzer, vor allem die sog. edlen Laubhölzer, den Boden verbessern. Es wäre sehr wichtig, durch eingehende vergleichende Untersuchungen im

domen om vegetationen och floran på torr och på frisk kalkhaltig grund. I. Vegetationen. Acta Soc. pro fauna et flora fennica. 42, 1915.

A. PALMGREN: Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Eine pflanzengeographische Studie aus dem Gebiete Ålands. Acta forest. fenn. 22, 1922.

<sup>1</sup> A. PALMGREN: Hippophaës rhamnoides auf Åland. Acta soc. fauna et flora fenn. 36, 1912.

A. PALMGREN: Hafstornet (Hippophaës rhamnoides), dess utbredning, biologi och uppträda på Åland. Acta forest. fenn. 7, 1917. (Vortrag gehalten 22. II. 1913.)

A. PALMGREN: Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter, sowie der Zufall und die säkuläre Landhebung als pflanzengeographische Faktoren. Acta bot. fenn. 1 und Fennia 46.

Lichte der Waldtypen genau festzustellen, in wie weit eine solche Verbesserung wirklich zustande gekommen ist. Es liegt nahe, dass man die Bedeutung der Buche und der anderen sog. bodenverbessernden Bäume zum Teil übertrieben hat, ganz wie in betreff der sog. Dauerwaldwirtschaft von AALTONEN (1923)<sup>1</sup> und, durch Spezialuntersuchungen, von WIEDEMANN (1925)<sup>2</sup> dargelegt worden ist.

Mit dem Gesagten hat keineswegs die Bedeutung verringert werden sollen, welche waldbauliche Massnahmen für die Erhaltung und Verbesserung der Produktionskraft des Bodens haben können. Im Gegenteil ist es ungemein wichtig, darüber Klarheit zu gewinnen, mit welchen Massnahmen, sei es bodenkundlicher, sei es rein waldbaulicher Art, man den Waldboden vorübergehend oder, noch besser, dauernd verbessern könnte, es ist aber ebenso wichtig festzustellen, ob und in welchen Grenzen die landläufigen Ansichten über die bodenverschlechternde oder -verbessernde Wirkung jeder forstlichen Massnahme, getrennt für jede Standortsklasse, richtig sind, und sie auf das richtige Mass zu reduzieren. Nicht weniger wichtig ist es, darüber Klarheit zu gewinnen, in wie grossem Massstab die oben angedeuteten natürlichen Prozesse der Bodenverarmung und örtlicher Bodenverbesserung stattgefunden haben und immer noch fortdauern, und in welchem Mass man diese Prozesse durch wirtschaftliche Eingriffe beeinflussen kann. Das sind Fragen von eminenter Bedeutung, deren Lösung kaum möglich ist ohne exakte, kritische und detaillierte, wohl vorzugsweise vergleichende Untersuchungen, die die Standortsgüteverhältnisse zum Objekt haben. Mir scheint, dass die Bezugnahme auf die Waldtypenverhältnisse, wobei natürlich auch die charakteristischen Auswaschungserscheinungen des Bodens bei den verschiedenen Waldtypen nicht unberücksichtigt bleiben dürfen<sup>3</sup>, diese Fragen ein bedeutendes Stück ihrer Lösung näher führen könnten. —

<sup>1</sup> V. T. AALTONEN: Über neuere Betriebsarten in Deutschland. Acta forest. fenn. 25, 1923.

<sup>2</sup> E. WIEDEMANN: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. Braunschweig 1925.

<sup>3</sup> Vgl. z.B. O. TAMM: Markstudier i nordsvenska barrskogsområdet. Medd. stat. skogsförs. anst. 17. Stockholm 1920.

Die Waldtypen können natürlich als Grundlage bei der Waldvermessung bzw. Waldkartierung und bei verschiedenen statistischen Erhebungen benutzt werden. In grösstem Massstab wurde von denselben Gebrauch gemacht bei der linienweisen Waldtaxierung, welche in den Jahren 1922—1924 über ganz Suomi mit Linienintervallen von 26 km durchgeführt wurde, wobei auf jeder Bestandesfigur, welche von der Linie passiert wurde, insgesamt etwa 100,000, u. a. auch der Waldtyp notiert wurde. Dadurch hat man eine sehr brauchbare Statistik über unsere Waldstandortsklassen erhalten, eine um so vielseitiger brauchbare, als die Ertrags tafeln für unsere Hauptholzarten dieselben Waldtypen als Bonitäten benutzen, welche bei der linienweisen Taxierung zur Anwendung kamen; auch wurde eine Statistik über die Moore und Wiesen u. a. erzielt. Dieser Umstand hat nicht nur in forstwissenschaftlicher und forstpolitischer Hinsicht Bedeutung, sondern dadurch hat man auch einen guten Einblick in die Fruchtbarkeitsverhältnisse des Landes gewonnen. Wenn man nämlich speziell ausrechnet, wieviel Prozent von der ganzen Waldfläche die Hainwaldtypen, wieviel diese und die hainartigen Typen (OMT, PyT), ferner diese und der Myrtillus-Typ in den verschiedenen natürlichen Gebieten des Reiches einnehmen, so gewinnt man eine recht gute Kenntnis von den Fruchtbarkeitsverhältnissen der verschiedenen Teile desselben.

Zur Kontrolle kann eine andere rein floristische Methode angewendet werden. Durch die Untersuchungen, Beobachtungen und Pflanzensammlungen der Botaniker und botanisch interessierter Personen ist die Verbreitung und das Auftreten der Pflanzenarten in Suomi im grossen ganzen recht gut bekannt.<sup>1</sup> Wenn man speziell die anspruchsvolleren Pflanzenarten auswählt und ihre Fundorte durch Pünktchen auf der Karte einträgt, so häufen sich diese Punkte natürlich am reichlichsten in solchen Gegenden, die am reichlichsten günstige Standorte für diese Gewächse, d. h. in Gegenden die gute Böden darbieten, und zwar im grossen ganzen in denselben Gegenden, wo die anspruchsvolleren bzw. ergiebigeren Wald-, Moor- u. a. Typen am reichlichsten vertreten sind.

Man kann in Suomi verschiedene, durch den Reichtum an Hainwäldern und hainartigen Wäldern sowie durch reichlicheres Vorkommen edler Laubhölzer und überhaupt anspruchsvollere Pflanzenarten ausgezeichnete

<sup>1</sup> Vgl. besonders das verdienstvolle Werk Hj. HJELTS: *Conspectus florae fennicae*. Acta Soc. fauna et flora fenn. V. 1888—1895, XXI 1902, XXX 1906, XXXV 1911, XLI 1919 und LI 1923.

sog. Hainzentren unterscheiden<sup>1</sup>, deren Fruchtbarkeit das Mittel bedeutend übertrifft, und von diesen allerlei Übergänge zu Gegenden, die in dieser Hinsicht das Gegenteil repräsentieren. Als solche Hainzentren sind besonders zu erwähnen: das Hainzentrum der Ålands-Inseln und der Küste von Südwest-Suomi, das Hainzentrum von Lohja, das Zentrum von Pirkkala (Tyrvää—Ikaalinen—Längelmäki—Vanaja), das Zentrum von Hollola (die Umgebungen des Vesijärvi, des südlichen Teils des Päijänne und des Oberlaufs des Kymi-Flusses), das Zentrum des Vuoksi-Flusses (mit den Umgebungen von Viipuri), das Zentrum von Sortavala (bis Ruskeala im Norden) und das etwas weniger ausgeprägte Zentrum von Kuopio. Ausserhalb dieser Zentren gibt es hainartige Gegenden ganz häufig an der Südküste des Landes und zum Teil auch an der Küste des Bottnischen Meerbusens, in der Gegend von Lemi—Mikkeli u. s. w. und zuguterletzt noch in Kuusamo und Kuolajärvi in Nord-Suomi sowie in Petsamo, im äussersten Lappland. Gegen diese kontrastieren vor allem die äusserst sterilen Gegenden nicht nur im Hauptteil von Nord-Suomi, sondern auch weite Gebiete auf den schon erwähnten Hauptwassererscheiden Suomenselkä, Maanselkä, Karjalanselkä u. s. w. — Die ungleiche Verteilung des fruchtbaren Bodens hat gewaltig auf die Kolonisation des Landes und auf die landwirtschaftlichen Verhältnisse eingewirkt. Ihr Einfluss machte sich fühlbar schon in der Zeit, als noch die Jagd und die Fischerei die Hauptrolle im Haushalt der Bewohner spielten, denn sowohl Wild als Fische sind—wo sie nicht durch Raubfang dezimiert worden sind—am zahlreichsten in den fruchtbarsten Gegenden; die Bedeutung dieser Verteilung nahm zu in dem Mass, wie die Viehzucht und der Ackerbau an Bedeutung gewannen. In der Tat findet man die ältesten Wohnplätze der Karelrier hauptsächlich in den fruchtbaren Hainzentren von Sortavala und um den Vuoksi-Fluss, diejenigen der Tawasten in den Zentren von Pirkkala und Hollola, und die schwedischen Bevölkerung fand sich

<sup>1</sup> A. K. CAJANDER: *Viljavan maa-alaan jakaantumien Suomessa* (Die Verteilung des fruchtbaren Bodens in Finnland). Metsätaloud. Aikakausk. 1916 und Metsänhoidon Perusteet I. 1916.

O. J. LUKKALA: *Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals hauptsächlich in den Landschaften Savo (Sawolaks) und Karjala (Karelilien)*. Acta forest. fenn. 9, 1919.



hauptsächlich im südwestlichen Hainzentrum. Von den fruchtbarsten Gegenden aus verbreitete sich die Besiedlung über die nächst fruchtbaren. So wurde die Kuopio-Gegend früher dauernd kolonisiert als die südlicher von dort gelegenen, ärmeren Gegenden von Pieksämäki u. s. w. Am spärlichsten sind jetzt noch besiedelt Nord-Suomi und die grossen Wasserscheiden in der südlichen Hälfte des Landes, welche eben deshalb zum grossen Teil dem Staat zugefallen sind. Ihnen schliessen sich solche Gegenden an, wo der Besitz der Aktiengesellschaften stark hervortritt (Ilomantsi, Rautavaara u. a.). Dagegen liegen die Staatsdomänen (alte Landgüter des Staates), die alten Herrngüter u. dgl. in den fruchtbarsten Gegenden.

Der Einfluss der verschiedenen Fruchtbarkeitsverhältnisse hat sich aber nicht nur in der Entwicklung der Bodenbesitzverhältnisse des Reichs geltend gemacht, sondern ihre Einwirkung kann man sehr gut überall noch in unseren Tagen wahrnehmen.<sup>1</sup> Die Hainwaldzentren, welche als erste bebaut wurden, sind, *ceteris paribus* — in betreff der Zentren des Wuoksi-Flusses und von Sortavala ist daran zu erinnern, dass diese Gegenden 1721—1812 zu Russland gehörten und dass die russischen Belehnungen, welche sich über bedeutende Teile dieser Gebiete erstreckten, erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vom finnischen Staat abgelöst wurden — auch jetzt noch die besten Ackerbaugegenden Finnlands, wogegen die Landwirtschaft in den als karg konstatierten Gebieten auf viel anspruchsloserer Stufe steht. Wie speziell LINKOLA hervorgehoben hat, ist dieser Einfluss nicht nur auf die Landwirtschaft beschränkt, sondern er macht sich auch in den Vermögensverhältnissen geltend: die Bevölkerung der fruchtbaren Gegenden ist unter sonst gleichen Bedingungen durchgehends wohlhabender, und das allgemeine Kulturniveau steht am höchsten. Auch hat dies keineswegs nur für Suomi Gültigkeit, sondern es werden von LINKOLA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vgl. K. LINKOLA: Zur Kenntnis der Verteilung der landwirtschaftlichen Siedlungen auf die Böden verschiedener Waldtypen in Finnland. Acta forest. fenn. 22, 1922.

K. LINKOLA: Maan viljavuussuhteista Suomen eri osissa kasvimaantieteellisten havaintojen valossa. (Über die Fruchtbarkeitsverhältnisse des Bodens in den verschiedenen Teilen Finnlands im Lichte der pflanzengeographischen Untersuchungen). Turun Suomal. Yliopiston vuosikirja 1923.

<sup>2</sup> K. LINKOLA: Waldtypenstudien in den Schweizer Alpen. Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel in Zürich, 1, 1924.

ganz ähnliche Beobachtungen auch aus den Gebirgen der Schweiz vorgeführt.

Hier eröffnet sich ohne Zweifel ein ausserordentlich ergiebiges Forschungsfeld, welches ermöglicht, aus einem wichtigen, aber bisher sehr wenig beachteten Gesichtspunkt die Entwicklung der Kolonisation, der Bodenkultur und sogar der geistigen Kultur zu ihrer jetzigen Stufe in den verschiedenen Gebieten des Nordens und analoger Länder, zu verfolgen und zu verstehen, und welche bei der künftigen Tätigkeit auf diesen Gebieten praktisch wichtige Fingerzeige geben kann. Die konstatierte ungleiche Verteilung der fruchtbaren Böden hat andererseits die Forschungsaufgabe aufgestellt: welche Ursachen in den allgemeinen Naturverhältnissen diese Verschiedenheiten hervorgerufen haben, auch dies eine der grundlegendsten Fragen unserer geographischen Forschung, welchen bis in die letzten Jahre beinahe keine Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. —

In demselben Masse, wie die forstwissenschaftliche Forschungsarbeit fortschreitet und die Forstwirtschaft sich in jeder Hinsicht entwickelt, wird auch auf forstlichem Gebiet die Spezialisierung und Differenzierung immer mehr verwirklicht. Was speziell den Waldbau betrifft, bedeutet u. a. die in der nächsten Zukunft ohne Zweifel immer notwendiger werdende Berücksichtigung der natürlichen Standortsklassen eine immer weiter fortschreitende Spezialisierung. Auf waldbaulichem Gebiet, wie auch sonst überall, ist die Spezialisierung eine Bedingung des Fortschrittes.

Aber auch den Forstmann kann natürlich die blosse Spezialisierung nicht befriedigen. Er muss aus dem Labyrinth der Detailkenntnisse in die freie Luft gelangen, wo er einen Überblick über das forstliche Gesamtwissen erhalten und besonders, wo er einen Einblick darin gewinnen kann, was wesentlich und was weniger wesentlich ist. Auch er will aus der Mannigfaltigkeit des Wissens allgemeine Gesetzmässigkeiten herleiten. Und rein praktisch ist es für ihn ausserordentlich wichtig zu wissen, in wieweit die in den andern Ländern auf waldbaulichem Gebiet gewonnenen Ergebnisse auf die von

ihm verwalteten Wälder anwendbar sind. Dies lenkt den Gedanken auf die Frage von der Internationalität des Waldbaus. Ist ein internationaler Waldbau möglich und in welchen Grenzen?

Die verschiedenen Teile unserer Erde sind ja unter sich sehr verschieden. Die Pflanzengeographen teilen die Erdoberfläche in vom Klima bestimmte Hauptpflanzenformationen ein: in Wald, Grasflur, Moos- und Flechtengefilz (Tundra u. dgl.) und Wüste. Das Waldgebiet seinerseits zerfällt z. B. in tropische Regenwaldgebiete, Gebiete der Savannenwälder, der Hartlaubwälder, der sommergrünen Hainwälder und der Nadelwälder der kühlen Klimate. In allen diesen ist der Vegetationsteppich mosaikartig aus einer grossen Anzahl Pflanzenvereine zusammengesetzt, deren Verteilung wesentlich vom Klima und Boden zusammen bestimmt wird. Jede der genannten natürlichen Waldhauptformationen besteht aus einer Anzahl Waldformationen mit charakteristischen Waldtypen, deren Verbreitungsgrenzen allerdings bei weitem nicht genau mit den Grenzen der genannten Formationen zusammenfallen.

Nach dem, was ich im Vorigen die Ehre gehabt habe anzuführen, müssen die Waldtypen bzw. die natürlichen Standortklassen einen Grund für die Beurteilung dessen darbieten, in welchem Mass der Waldbau<sup>1</sup> international gemacht werden kann und in wie weit man zu internationalen Errungenschaften solche waldbauliche Methoden verallgemeinern darf, welche lokal entstanden sind und weiter lokal entstehen und dort zu guten Resultaten führen. In dem Masse, wie die betreffenden Waldtypen identisch sind, muss man allem Anschein nach berechtigt sein anzunehmen, dass dieselbe Behandlung des Waldes zu demselben Resultat führt; wenn es sich aber um vikarierende oder sonst nahe verwandte Waldtypen handelt, muss um so grössere Möglichkeit bestehen, dass man mit Erfolg dieselben Methoden anwenden kann, je mehr die fraglichen Waldtypen miteinander übereinstimmen. Schon durch diesen Umstand werden andererseits der Anwendung gemeinsamer waldbaulicher Methoden geographische Grenzen gesetzt. Zugleich muss man sich aber immer bewusst sein, dass die Absatzverhältnisse für die betr. Waldprodukte dem Waldbau stets ein lokales Gepräge aufdrücken, indem sie in sehr entschiedener Weise bestimmen, welche von den biologisch möglichen waldbaulichen Methoden wirtschaftlich am vorteilhaftesten sind.

<sup>1</sup> Dasselbe gilt gewissermassen auch von der Forsteinrichtung.

Das Gesagte hat natürlich seine Gültigkeit nicht nur für die Waldwirtschaft, sondern die Differenzierung der wirtschaftlichen Tätigkeit auf geographischer Grundlage betrifft den Pflanzenbau überhaupt sowie indirekt auch diejenigen Wirtschaftszweige, welche sich auf den Pflanzenanbau basieren oder von ihm abhängig sind. Während in Süd-Suomi — um ein Beispiel anzuführen — der Ackerbau in der Landwirtschaft dominiert, sind in Nord-Suomi, wo auch die Waldtypenverhältnisse von den süd-finnischen wesentlich abweichen, wie auch in entsprechender Lage in den Gebirgen weiter südlich, der Wiesenbau und die Weide wichtiger. Im Gebiete der mitteleuropäischen Hainwälder, wo der als Acker anbaufähige Boden verhältnismässig noch viel grösser ist als in Süd-Suomi, ist der Weizenbau die Hauptsache des Getreidebaus. In noch milderer Lage mit ihren charakteristischen Waldtypen kommt Ackerbau kombiniert mit Holzzucht (Maulbeerbäumchen, Obstbäume u. a.) und eventuell mit Weinbau vor.

Die allgemeinen Naturverhältnisse und das von ihnen abhängige Wirtschaftsleben drücken, wie schon angedeutet wurde, auch der geistigen Kultur ihren Stempel auf. Ganz wie es nicht auf Zufall beruht, dass die orientalische Kultur in den waldarmen, mehr oder weniger grasflur- bzw. wüstenartigen Gegenden des Tragantklimas entstand und sich dort entwickelte, die griechisch-römische Kultur in den durch immergrüne Hartlaubwälder und -gebüsche charakterisierten Gegenden des Olivenklimas der Mediterranländer und die westeuropäische in dem durch hainartige sommergrüne Laubwälder charakterisierten Gebiet des Eichenklimas, so wird ohne Zweifel das Wirtschaftsleben und mit ihr auch die geistige Kultur, trotz entgegenwirkender Strömungen, gemäss den natürlichen Verschiedenheiten ihrer Voraussetzungen, immer viele Sonderzüge behalten, welche vielleicht noch verschärft werden in dem Masse, wie der wirtschaftliche Wettbewerb bei der Annäherung an die potentielle Volksdichte (ПЕНОК) die Völker zwingt, ihre Erwerbsmöglichkeiten aufs äusserste zu steigern. Die Naturverhältnisse einer jeden Gegend verleihen der wirtschaftlichen Tätigkeit einen bestimmten Rahmen, und das wirtschaftliche wie kulturelle Niveau jedes Volkes hängt in entschiedenem Grade davon ab, wie gut das Volk die natürlichen Voraussetzungen seines Landes kennt und wie effektiv es versteht und fähig ist, sie auszunützen.

### Anhang.

Die Aufstellung und Beschreibung der Waldtypen eines gegebenen Gebiets muss einem pflanzengeographisch geschulten Forstmann oder einem forstlich hinreichend geschulten Pflanzengeographen mit praktischem Blick anvertraut werden.

Bei der Unterscheidung von Waldtypen ist es notwendig, die unberührten Naturwälder oder wenigstens die naturwaldähnlichen normalentwickelten haubaren bzw. angehend haubaren Waldbestände zum Ausgangspunkt zu nehmen.

Bevor man zur Beschreibung der Waldtypen schreitet, muss man durch Wanderungen in den Naturwäldern oder naturwaldähnlichen Wäldern Klarheit darüber gewinnen, welche Waldpflanzenvereine die dominierenden bzw. häufigst wiederkehrenden des Gebiets sind, und erst nach einer solchen vorläufigen Durchmusterung der Waldbestände darf man zum Beschreiben typischer derartiger Waldpflanzenvereine übergehen.

Die botanische Beschreibung der Musterbestände soll möglichst vielseitig sein, so dass sie sowohl die Gehölz- als die Untervegetation und — zumal in den tropischen und subtropischen Gebieten — ausserdem wenigstens die wichtigsten Epiphyten und Lianen umfasst. Wenigstens allgemeine Angaben über das Gedeihen der verschiedenen Gewächse, vor allem der Holzgewächse sind sehr wichtig (z. B. Höhen- und Altersangaben). Es ist natürlich um so besser, je vielseitiger und eingehender die Vegetationsanalysen der zu beschreibenden Musterbestände sind, aber je umständlicher man in dieser Beziehung ist, um so mehr Zeit nehmen selbstverständlich die Aufnahmen in Anspruch, und deswegen ist man gezwungen, sich vorerst mit einer mehr orientierenden Beschreibung zu begnügen. Jedenfalls ist es dringend notwendig, alle betr. Vegetationsaufnahmen streng nach demselben Schema auszuführen, und die Probeflächen für die Vegetationsaufnahmen darf man nicht zu klein nehmen (vgl. Y. ILVES-SALO: Vegetationsstatistische Untersuchungen. Acta forest. fenn. 20). Es ist wohl am angemessensten, für die Vegetationsaufnahmen gedruckte Formulare zu benutzen. Als Skala für die Reichlichkeit der Arten der

Untervegetation würde ich die Norrlinsche Skala (vgl. Gedächtnisrede für J. P. NORRLIN: Acta forest. fenn. 23, S. 46) empfehlen.

Aber wenn auch die Beschreibungen der Musterbestände bzw. der Vegetationsprobeflächen möglichst nach demselben Schema auszuführen sind, so darf man bei der Aufstellung und Umgrenzung der Waldpflanzenvereine selbst keineswegs allzu schablonenweise vorgehen, sondern man muss sehr genau begründen, welche Merkmale (Eigenschaften) für einen jeden Waldpflanzenverein charakteristisch sind, und muss jeden Waldpflanzenverein nach seinen charakteristischsten Eigenschaften charakterisieren. Dabei muss speziell auch dem allgemeinen Gedeihen der Gehölzvegetation und ihrer verschiedenen Holzarten Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Nachdem die Waldpflanzenvereine der Naturwälder bzw. der haubaren Wälder des Gebiets beschrieben worden sind, muss die Vegetation allerlei durchhauener Waldbestände, der Kahlflächen, Waldbrandflächen, Jungwuchsflächen, Stangenholzbestände u. s. w. beschrieben werden — auch die der dichtesten Stangenholzbestände, wo die übrige Vegetation oft sehr rudimentär, aber deswegen nicht weniger charakteristisch ist. Und immer soll man genau feststellen (vgl. Theory of Forest Types, S. 28—29), zu welchem Waldpflanzenverein der Naturwälder bzw. der normalentwickelten haubaren Wirtschaftswälder jeder dieser abweichenden Vegetationszustände gehört. Auf diese Weise erhält man eine allseitige Kenntnis über den Variationskreis eines jeden Waldtyps (vgl. Wesen und Bedeutung der Waldtypen, S. 31—32).

Es ist selbstverständlich erwünscht, dass allmählich alle Waldtypen des Gebiets, auch die seltenen und unbedeutenden, die eigentlich nur theoretisches Interesse darbieten, beschrieben werden, vor allem ist es aber wichtig, die forstlich bedeutungsvollen, dominierenden Waldtypen zu definieren, denn die seltenen bzw. mehr oder weniger zufälligen muss man jedenfalls in der praktischen Waldabschätzung und Forstbetriebseinrichtung mit solchen wichtigeren Waldtypen zusammenführen, mit welchen sie am meisten übereinstimmen.

Nachdem eine orientierende Aufstellung der Waldtypen des Gebiets erzielt worden ist, müssen eingehendere, möglichst allseitige Detailuntersuchungen folgen, und zwar 1) noch eingehendere Vegetationsanalysen des ganzen Variationskreises eines jeden Waldtyps, 2) möglichst vielseitige pflanzenbiologische (bzw. pflanzenökologische) Untersuchungen betreffs eines jeden wichtigeren Waldtyps (vgl. Congress reports, Silva Fennica 4, S. 31—32 und 84—88), wobei auch 3) den bodenbiologischen Unter-

suchungen spezielle Aufmerksamkeit zu schenken ist, und 4) forsttaxatorische Untersuchungen aller Art (vgl. ILVESSALO, LÖNNROTH u. a.).

Durch diese letzterwähnten Untersuchungen (1—4) werden natürlich die zuerst mehr oder weniger provisorisch aufgestellten Waldtypen genauer fixiert und wohl zum Teil auch das ganze System derselben einigermaßen revidiert werden, so dass man zuletzt zu einem Waldtypensystem gelangt, welches sowohl in naturwissenschaftlicher wie in praktischer Hinsicht die höchsten Ansprüche erfüllt. Dabei kann es leicht vorkommen, dass man aus praktischen Rücksichten floristisch disjunkte, aber ökologisch doch einander sehr nahe stehende Typen zusammenführen wird und auch umgekehrt. Das Endziel muss ja doch sein, ein *forstliches* und kein bloss pflanzensoziologisches Waldtypensystem zu erhalten.

### **Publications of the Society of Forestry in Suomi:**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Contains scientific treatises dealing with forestry in Suomi (Finland) and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, generally contain several treatises.

**SILVA FENNICA.** Contains essays and short investigations in the subject of forestry in Suomi. Published at irregular intervals. Each essay appears as a separate volume.

**COMMENTATIONES FORESTALES.** Contains investigations and other essays regarding forestry and other spheres connected with it in other countries than Suomi. Published at irregular intervals. Each volume generally contains only one treatise.

### **Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Suomi:**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Enthalten wissenschaftliche Untersuchungen über die finnische Waldwirtschaft und ihre Grundlagen. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen in Bänden, von denen jeder im allgemeinen mehrere Untersuchungen enthält.

**SILVA FENNICA.** Diese Veröffentlichungsreihe enthält Aufsätze und kleinere Untersuchungen zur Waldwirtschaft Suomis (Finnlands). Sie erscheint in unregelmässigen Abständen. Jeder Aufsatz erscheint als besonderer Band.

**COMMENTATIONES FORESTALES.** Enthalten Untersuchungen und Beiträge zur Waldwirtschaft und damit zusammenhängenden Fragen für andere Länder als Suomi. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen. Jeder Band enthält im allgemeinen nur eine Untersuchung.

### **Publications de la Société forestière de Suomi:**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Contient des études scientifiques sur l'économie forestière en Suomi (Finlande) et sur ses bases. Parait à intervalles irréguliers en volumes dont chacun contient en général plusieurs études.

**SILVA FENNICA.** Contient des articles et de petites études sur l'économie forestière de Suomi. Parait à intervalles irréguliers. Chaque article constitue habituellement un volume.

**COMMENTATIONES FORESTALES.** Contient des études et des articles sur l'économie forestière et les branches connexes dans les pays autres que Suomi. Parait à intervalles irréguliers. En général, chaque volume ne contient qu'une étude.

SUOMAL. KIRJALL. SEURAN KIRJAP. OY.