

Einige Hauptzüge
der
pflanzentopographischen Forschungs-
arbeit in Finnland.

Vortrag gehalten in der Jahresversammlung der
Finnischen Akademie der Wissenschaften
am 10. April 1922

von
A. K. CAJANDER

Helsinki 1923

Hochansehnliche Versammlung!

In Finnland ist die Pflanzengeographie seit langem beliebt. Die erste Lokalflorea von Finnland, »Catalogus plantarum tam in excultis quam in cultis locis prope Aboam superiore æstate nasci observatarum«, wurde vom zweiten Professor der Medizin an der Akademie Turku (Åbo) ELIAS TILLANDZ im Jahre 1673 veröffentlicht. Das ist ein Verzeichnis der in den Umgebungen der damaligen Hauptstadt Finnlands beobachteten wilden und kultivierten Gewächse. Eine vermehrte Auflage erschien zehn Jahre später. Aus dem folgenden Jahrhundert ist besonders der Name Forsskål zu erwähnen. PETRUS FORSSKÅL, 1732 in Helsinki (Helsingfors) geboren, der sich besonders durch seine kühnen Forderungen nach sozialer Freiheit bekannt gemacht hat — er kämpfte für ähnliche Ideen, wie sie in der französischen Revolution verwirklicht wurden und jetzt zum grossen Teil allgemein anerkannt sind, und seine Ansichten haben, wie Danielsson-Kalmari gezeigt hat, einen grossen mittelbaren Einfluss auf die Grundbestimmungen der Konstitution Schweden-Finnlands von 1789 gehabt — nahm 1761 als Botaniker an einer vom König Frederik V. von Dänemark ausgerüsteten Expedition nach Ägypten und Arabien teil, deren botanische Resultate neuerdings — von Carl Christensen (1918) — sehr günstig beurteilt worden sind. Forsskål, der auf dieser Reise, nur 31 1/2 Jahre alt, den Tod fand, begnügte sich nicht damit, floristische Pflanzenlisten über die besuchten Gebiete aufzustellen, sondern er hatte auch ein Verständnis für das, was wir jetzt Vegetation nennen, und zwar betrachtete er die Vegetation einer Gegend als von den klimatischen und edaphischen Verhältnissen eng abhängig und arbeitete Verzeichnisse von Pflanzenarten, welche zusammen an ähnlichen Standorten auftreten, aus. Er war somit ein Vorgänger der ökologischen Pflanzengeographie, vielleicht sogar der erste. Viel bekannter durch seine grosse Reise nach Nordamerika in den Jahren 1747—1751, aber viel weniger hervorragend war sein Zeitgenosse PEHR KALM, der auch in Finnland, als Professor der Ökonomie an der Akademie Turku, auf dem pflanzengeographischen Gebiet tätig war (Flora

Helsinki 1923

Druckerei der Finnischen Literatur-Gesellschaft

Fennica 1761, u. a.). Ferner ist ERIK LAXMAN, der vorzugsweise in Russland und Sibirien arbeitete, zu nennen.

In der ersten Zeit nach der Losreissung Finnlands von Schweden war die Forschung auf dem Gebiet der Pflanzengeographie in Finnland verhältnismässig schwach. LABS JOHAN PRYTZ publizierte jedoch 1819—1821 ein »Floræ fennicæ breviarium«, in welchem die damals aus Finnland bekannten Pflanzenarten, nach De Candolles System, bis zu den Umbellaten, insgesamt 277 Arten, verzeichnet sind. Von FREDRIK NYLANDER, geboren 1820 in Oulu (Uleåborg), Finnlands erstem »Speziesforscher« im modernen Sinn, der in den Jahren 1843—1846 sein »Spicilegium plantarum fennicarum« herausgab, wurden wichtige Beiträge zur Kenntnis der Flora Finnlands geliefert. Noch viel fruchtbarer war auf dem letzterwähnten Gebiet sein jüngerer Bruder WILLIAM NYLANDER, geboren in Oulu 1822. Im Jahre 1852 veröffentlichte dieser in den Notiser ur Sällskapetets pro Fauna et Flora Fennica förhandlingar drei wichtige Abhandlungen: »Conspectus Floræ Helsingforsiensis«, »Animadversiones circa distributionem plantarum in Fennia« und »Collectanea in Floram Karelicam.« Der genannte Conspectus ist eine Lokalflora, in den Animadversiones gibt Nylander u. a. eine Übersicht der Natur und der floristischen Verhältnisse Finnlands und berührt einige allgemeine pflanzengeographische Fragen in betreff der Verbreitung der Pflanzenarten in Finnland, und in der zuletzt genannten floristischen Abhandlung berührt er die pflanzengeographisch wichtige Ostgrenze von Finnland, welche allerdings schon früher von WIRZÉN (1837) erörtert worden war. Im Jahre 1859 veröffentlichte er zusammen mit dem im vorigen Jahr (1921) als Nestor der finnischen Botaniker verstorbenen Th. Sælan das bekannte »Herbarium Musei Fennici«, eine tabellarische Übersicht der Verbreitung der Pflanzenarten in den verschiedenen Provinzen Finnlands, eine Arbeit, von welcher eine neue Auflage über die Gefässpflanzen im Jahr 1889 von Th. Sælan, A. Osw. Kihlman (Kairamo) und Hj. Hjelt und über die Moose im Jahre 1894 von V. F. Brotherus und J. O. Bomansson herausgegeben wurde, und welche mehr als irgend etwas Anderes zur genauen floristischen Erforschung Finnlands angespornt hat. William Nylander hatte ausgezeichnete Voraussetzungen auf dem Gebiet der Pflanzengeographie, speziell der Floristik. Sein Interesse wurde jedoch immer mehr von der Lichenologie absorbiert, und besonders, nachdem er sich für immer in Paris niedergelassen hatte, widmete er bekanntlich seine Zeit und sein Interesse einzig und allein den Flechten.

Als der eigentliche Urheber der pflanzengeographischen und speziell der pflanzengeographischen Forschung in Finnland ist JOHAN PETER

NORRLIN, geboren 1842 in Hollola, zu betrachten. Norrlin war wesentlich Autodidakt, der sich vorzugsweise auf eigene Faust zum Pflanzengeographen ausbildete. In die Botanik wurde er von seinem einige Jahre älteren Jugendfreund, dem späteren Forstmeister F. SILÉN eingeführt, und auf den Exkursionen, welche er teils zusammen mit Silén, zum grössten Teil aber allein in seiner Heimatgegend, Südost-Tavastland, unternahm, wurden bei ihm, zum Teil schon als Gymnasiast, die Ideen geweckt, die er später in seinen Abhandlungen und in seinen Vorlesungen weiter entwickelte. Viele Anregungen erhielt er als Student von dem obenerwähnten, schon damals berühmten WILLIAM NYLANDER, seinem einzigen wirklichen Lehrer im Fache, unter dessen hervorragender Leitung, die er allerdings kaum zwei Jahre geniessen konnte, er sich besonders in die Flechtenkunde und in die Floristik weiter einarbeitete. Für seine pflanzengeographische Ausbildung war sein zweijähriger Aufenthalt als Studierender auf dem Forstinstitut Evo von durchgreifender Bedeutung. Zwar wurde dort kein Unterricht in der Pflanzengeographie gegeben, aber Norrlin wurde dort mit einer einförmigen, grosszügigen Natur vertraut, die geeignet war, sein Augenmerk noch mehr als bisher auf die Standorte und ihre Vegetation zu lenken, und die Vermessung des Staatsforstes Evo, welche als Übungsarbeit ausgeführt wurde und wobei ein recht instruktiver Block auf Norrlin kam, war noch mehr dazu angetan, seinen Blick für die Standorts- und Vegetationsverhältnisse zu schärfen. Etwa um diese Zeit dürfte er auch mit von POSTS Schriften bekannt geworden sein, die einen nicht ganz unerheblichen Einfluss auf seine Forschung ausgeübt haben. Einen nicht geringeren Einfluss, besonders auf seine allgemeinen pflanzengeographischen Anschauungen, haben besonders WAHLENBERG und ALPH. DE CANDOLLE gehabt.

Die Hauptarbeiten Norrlins, »Bidrag till sydöstra Tavastlands flora« und »Flora Kareliæ onegensis I« (als Dissertation betitelt: »Om Onega-Karelen Vegetation och Finlands jemte Skandinaviens naturhistoriska gräns i öster«) wurden schon in den Jahren 1870 und 1871 veröffentlicht. Sie sind einander beide ähnlich. Sie beginnen mit einer allgemeinen Übersicht der Naturverhältnisse der betreffenden Gebiete, dann folgt ein pflanzengeographischer Abschnitt, und die Abhandlung schliesst mit einem floristischen Teil ab. Was den pflanzengeographischen Abriss betrifft, der uns bei dieser Gelegenheit allein interessiert, ist er recht knapp, was seine Ursache vor allem in einem Charakterzug Norrlins hatte, welcher forderte, dass die zu veröffentlichenden Ergebnisse ein konzentrierter Extrakt aus einer grossen Anzahl gut gemachter Originalbeobachtungen sein sollten. Auf die äussere Form der Darstel-

lung hat der Umstand wesentlich eingewirkt, dass er diese auch für andere als Spezialisten verständlich machen wollte, denn der Hauptzweck dieser Abhandlungen, namentlich der letzteren, war, auf grund der pflanzen-topographischen Verhältnisse die Frage nach der pflanzen-geographischen Ostgrenze Finnlands zur Entscheidung zu bringen.

Auf seiner Exkursionen und Forschungsreisen sowohl in der engeren Heimat wie in Ostkarelien und Lappland hatte die grosse Regelmässigkeit, welche die Pflanzendecke unter mehr oder weniger unberührten Naturverhältnissen zeigt und welche sogar von den Kultureinflüssen keineswegs vollständig ausgemerzt werden konnte, einen starken Eindruck auf ihn gemacht. Die bestimmten und charakteristischen homogenen Pflanzengruppierungen — Pflanzenformationen, Pflanzengesellschaften — in denen die Pflanzen in der Natur auftreten und die sich mit umso grösserer Regelmässigkeit an einander entsprechen, den Stationen wiederholten, unter je ungestörteren Naturverhältnissen die Vegetation sich entwickelt hatte, und die standörtlichen Bedingungen dieser Gruppierungen bildeten den Gegenstand seiner Untersuchungen. So beschreibt er, in seiner späteren Abhandlung ein wenig ausführlicher als in seiner ersten, die Kiefernwälder, die Fichtenwälder, die Laub- und die gemischten Wälder, und zwar sind die Beschreibungen keine bloss floristischen Listen der von ihm in diesen Wäldern gefundenen Pflanzenarten, sondern es werden auch, wenngleich in aller Kürze, die charakteristischsten Varianten dieser Waldformationen angeführt: unter den Kiefernwäldern die heidekrautreichen und die preiselbeerreichen, welche in der ganzen südlichen Hälfte Finnlands die vorherrschenden Kiefernwaldpflanzenvereine sind, unter den Fichtenwäldern wiederum die heidelbeerreichen, unter welcher Form die Fichtenwälder bei uns im südlichen und mittleren Finnland am häufigsten auftreten, u. s. w. Neben den Wäldern wurde den Mooren besondere Aufmerksamkeit geschenkt, die nach der Zusammensetzung ihrer Vegetation in Braunmoore («gungflyn»), Weissmoore («flackmossar»), Reisermoore («myrar») und Bruchmoore («kärr») eingeteilt wurden, teilweise unter Anführung mehrerer Varianten. Auch die Entwicklung (die «Sukzesion» der neueren Autoren) der Moore, sowohl die Serie Braunmoor → braunmoorartiges Weissmoor → reisermoorartiges Weissmoor → Reisermoor als die direkte Entstehung von Reisermoor besonders aus den unteren Braunmooren (teils durch einen allmählichen Übergang, teils durch die Büldenbildung) sowie auch die Entstehung von Bruchmoor aus Braunmoor wird berücksichtigt. Mehr summarisch wurden die Vegetationsverhältnisse der Wiesen u. s. w. dargestellt. Den knappen Beschreibungen lag eine Menge sorgfältig, nach einer genau ausgearbeiteten

Methode gemachter Originalaufnahmen zugrunde. Eine eigentliche Systematik der so beschriebenen «Standortsvegetationen» strebte Norrlin nicht an, auch wäre wohl damals eine solche recht schwer aufzustellen gewesen, sondern den äusseren Rahmen seiner Vegetations-schilderungen bilden zum grossen Teil die leicht erfassbaren allgemeinen physisch-topographischen Einheiten¹⁾, welche umso geeigneter dazu zu sein schienen, als sich Norrlin durch eingehende Beobachtungen von einem recht strengen Abhängigkeitsverhältnis zwischen Vegetation und Standort, besonders in der von der menschlichen Kultur unberührten Natur, überzeugt hatte. Wie er sich die natürliche Klassifizierung der Pflanzenvereine, das natürliche System derselben, vorstellte, geht aus diesen Abhandlungen nicht hervor.

Im Jahre 1872 erschien das grosse Werk von GRISEBACH über die Vegetation der Erde, welches Norrlin sorgfältig studierte und das eine der wenigen ausländischen pflanzengeographischen Arbeiten war, welche auf seine Gedanken und seinen Unterricht einen nicht unerheblichen Einfluss ausgeübt haben. Etwa um diese Zeit dürfte er auch mit KERNERS Pflanzenleben der Donauländer vertraut geworden sein. Als erste sichtbare Einwirkung von Grisebach auf Norrlin bemerkt man in seinen im Jahre 1873 veröffentlichten Abhandlungen das Wort «Vegetationsformation», für welchen Begriff er früher nur ziemlich vage Termini (Standortsvegetation) angewandt hatte; die Einführung dieser neuen Benennung bedeutete für ihn ohne Zweifel jedoch auch eine schärfere Determination des Begriffes selbst. Im Jahre 1877 machte er eine ein Jahr dauernde Reise nach Mitteleuropa und dem Mediterrangebiet, wobei er u. a. den genannten, schon damals berühmten österreichischen Botaniker A. KERNER persönlich kennen lernte, mit dem er Gelegenheit zu einem vielseitigen Gedankenaustausch fand. So hoch aber Norrlin Kerner als Menschen und Gelehrten auch schätzen lernte, hinterliess dessen Forschung auf dem Gebiete der Pflanzengesellschaften, die Norrlin etwas oberflächlich vorkam, doch keine tieferen Spuren in der Forschungsarbeit Norrlins selbst; besonders von dieser Zeit an wurde jedoch, gerade durch die Unterrichtstätigkeit Norrlins, die Kernersche Arbeit bei uns bekannt und das Interesse für seine Ideen geweckt. Unter anderem scheint aus den Briefen Norrlins hervorzugehen, dass nunmehr die «Pflanzenformationen» bei ihm den Standorten gegenüber

¹⁾ «Diese — — Auffassung rührt — — — von dem Umstand her, dass der Verf., um ein deutliches und auch für andere als Spezialisten fassbares Bild von den Vegetationsverhältnissen am Orte geben zu können, genötigt gewesen ist, sich an die allgemeinen physisch-topographischen Einheiten zu halten, weil anderenfalls das Ziel verfehlt worden wäre» (Norrllins Brief an Hult im Mai 1881).

ein erhöhtes Interesse gewonnen hatten, was wohl teilweise auf Kerner zurückzuführen ist.

Norrllins Bedeutung liegt eigentlich weniger in seinen Schriften, die nicht zahlreich sind und alle, soweit sie die Pflanzentopographie betreffen, aus den Jahren 1870—73 stammen und eine nur unvollständige und zum Teil veraltete Vorstellung von seinen Ideen auf dem Gebiet der Pflanzentopographie geben, als vielmehr in seiner Tätigkeit als akademischer Lehrer. Von Anfang an suchte er junge Männer für die pflanzengeographische und speziell für die pflanzentopographische Forschung zu interessieren und ihnen in Vorlesungen und in privaten Gesprächen die nötige Anleitung sowohl bei der allgemeinen Anlage der Untersuchungen als bei der Aufnahme der zu untersuchenden Probestellen bzw. Spezialgebiete, über welche u. a. womöglich detaillierte Kartenskizzen entworfen werden sollten, zu geben. Schon in den 1870:er Jahren entstand so auf seine Anregung eine rege Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet, und eine nicht unansehnliche Zahl pflanzentopographischer Abhandlungen wurde veröffentlicht. Es mögen genannt werden: die Abhandlungen ED. A. VAINIOS über die Vegetationsverhältnisse von Osttivistland (1878) und der Grenzgegenden Nordfinlands und Ostkareliens (1878), HULTS über die Vegetation im südlichen Savo (1878), ELFVINGS über die Vegetation am Flusse Swir (1878), u. a. Das waren alles Erstlingsarbeiten der betr. Verfasser auf diesem Gebiet, und zwar tragen sie meistens in recht hohem Grade dasselbe Gepräge wie die Abhandlungen ihres Lehrmeisters, enthalten aber viel wertvolles Material zur Beleuchtung der pflanzentopographischen Verhältnisse Finnlands und eine Menge guter Originalbeobachtungen¹⁾.

Unter diesen ersten Schülern Norrllins ragte besonders HULT (geb. in Fiskars in Finnland) als Pflanzengeograph hervor, und Norrllin setzte auf ihn grosse Hoffnungen. Wie sich diese Hoffnungen bewährten, zeigte sich, als Hult im Jahr 1881 als Dissertation seinen in mehreren Hinsichten originellen Versuch einer analytischen Behandlung der Pflanzenformationen veröffentlichte. Hult gebührt das Verdienst, in

¹⁾ Hier sei erwähnt, dass der Direktor des Forstinstituts EVO A. G. BLOMQUIST, Lehrer und guter Freund Norrllins, im Jahre 1879 in einem Aufsätze (Eine neue Methode, den Holzwuchs und die Standortsvegetation bildlich darzustellen. *Bidr. t. känn. Finlands natur och folk* XXXI, 1879, S. 145—153 + 6 Taf.) eine Methode beschrieb, über die einzelnen Probestellen Pläne zu entwerfen, in welche jeder Baum, die etwaigen Gruppen der Untervegetation sowie auch einzelne bemerkenswertere Arten eingezeichnet werden, eine Methode, welche in der letzten Zeit u. a. in Nordamerika und in England in Anwendung gekommen ist. Bei uns hat sich besonders AALTONEN (in *Comm. ex inst. quaest. forest. Finlandiæ editæ* I) dieser Methode bedient.

dieser Abhandlung besonders klar hervorgehoben zu haben, dass die Determination, die Benennung und die Systematik der Pflanzengesellschaften und die der Standorte voneinander getrennt werden müssen. Obgleich nämlich Norrllin selbst kaum der Vorwurf gemacht werden kann, diese beiden Begriffskategorien verwechselt zu haben — wenn auch seine Darstellung der Vegetationsverhältnisse, zum grossen Teil auf physisch-geographischer Unterlage, sowie ferner der Umstand, dass für den Formationsbegriff keine präzise Benennung angewendet wurde, u. dgl. Umstände zeigen, dass die Distinktion dieser Begriffe bei ihm um die Jahre 1870—71 eigentlich noch nicht streng durchgeführt war — so ist die Auseinanderhaltung dieser Begriffe in den Arbeiten seiner Schüler keineswegs immer klar genug gewesen; eine andere Sache ist allerdings, dass es eine Menge von Fällen gibt, wo sich keine ausgesprochenen Pflanzengesellschaften ausbilden und wo die Vegetation der Standorte deshalb nur ziemlich summarisch angegeben werden muss (z. B. die der Geröllwälder u. dgl.). Auch ist die von Hult im Anschluss an Kerner in Anwendung gebrachte Einteilung der Vegetation in Höschichten geeignet, ein anschauliches Bild von der Struktur der Vegetation zu geben, besonders wenn es sich um Beschreibung der Pflanzengesellschaften von Gebieten mit wenig bekannter Vegetation handelt; die Verteilung der Vegetation auf Schichten wurde von Hult auch graphisch erläutert. Und speziell muss es als ein Verdienst angesehen werden, dass in dieser Abhandlung auf die Frage der »Morphologie« der Pflanzengesellschaften eingegangen wird. Andererseits aber ist diese Dissertation auch mit vielen Einseitigkeiten behaftet. In der starken Hervorhebung der Bedeutung der Pflanzengesellschaften als Gegenstand der Forschung lag vor allem eine viel zu starke Hintansetzung der Bedeutung der Erforschung der Standorte. So erfährt man aus seinen 76 »Standortsaufzeichnungen« (*ståndortsanteckningar*), ausser der Vegetationsaufnahme selbst, nur den geographischen Ort, den Aufnahmetag und den Namen des Standorts, aber nichts über die Ausdehnung des beschriebenen Vegetationsabschnittes, nichts über die nähere Lage, die Exposition, die Bodenverhältnisse u. s. w., mit anderen Worten, es wird den standörtlichen Verhältnissen keine Beachtung geschenkt. Aufgrund der genannten insgesamt nur 76 Vegetationsaufnahmen, also aufgrund eines äusserst knappen Materials, werden von Hult 45 »Formationen« aufgestellt, die aber nicht auf systematischen Arten, sondern auf sog. physiognomischen Pflanzenformen basieren, deren Hult eine grosse Anzahl (43) in dem Untersuchungsgebiet, dessen Flora jedoch recht artenarm ist, unterschied, und deren Wert auch als physiognomische Einheiten zum Teil recht diskutabel erscheint; man denke

z. B. an die Anthoxanthum-Form (*Festuca ovina* und *Anthoxanthum odoratum* umfassend), an die Eriophorum-Form (*Eriophorum angustifolium* und *Trichophorum alpinum*) u. a. — In jugendlichem Übermut unterzog ferner Hult in der formell fesselnden Einleitung seiner Abhandlung u. a. die Forschungstätigkeit seines Lehrers einer unzulänglich begründeten, man könnte fast sagen tendenziös einseitigen Kritik, die jedoch in vielen Kreisen gebilligt worden ist.

Die Einseitigkeiten, welche man in Hults Dissertation findet, kehren in seinen späteren Abhandlungen nicht in demselben Grade wieder. Wenn er auch noch, was ja ganz natürlich ist, in seiner zusammen mit Hjelt verfassten Abhandlung über die Vegetation und Flora im westlichen Teil von Kemi-Lappland und Nordösterbotten (1885), in welcher jedoch die Standortverhältnisse berücksichtigt werden, zum Teil mit seinen in der genannten Abhandlung aufgestellten physiognomischen Pflanzenformen operiert, ist dies nicht mehr der Fall in seiner neben der Dissertation unzweifelhaft bedeutsamsten Abhandlung, in derjenigen über die Vegetation von Blekinge (1885), in welcher er die Entwicklungsserien der dortigen Pflanzengesellschaften¹⁾ — die Sukzessionen, um einen modernen Ausdruck anzuwenden — eingehend beschreibt. Mögen auch spätere Untersuchungen gezeigt haben, dass er bei der Aufstellung seiner Sukzessionen vorsichtiger hätte zu Werke gehen sollen, und verhielt man sich schon in Anbetracht seiner impulsiven und phantasiereichen Forschungsart in Finnland diesen Sukzessionen gegenüber ziemlich reserviert, so wurde andererseits doch von Hult gerade durch diese Abhandlung ein ergiebiges, wenn auch keineswegs ganz neues Forschungsgebiet eröffnet.

In Finnland bedeutet Hults Auftreten kein Aufblühen der pflanzengeographischen Forschung. Seine eigene, anfangs vielversprechende Produktion (weitere Abhandlungen von 1886 und 1887) auf diesem Gebiet, erlosch bald fast vollständig (eine Abhandlung von 1898), und er widmete seine Kräfte immer mehr der allgemeinen Geographie, die seinem rührigen Geist ein weiteres Arbeitsfeld erschloss und mit der er sich vielseitig beschäftigte. Norrlins Gemüt war schon zu jener Zeit nervös affiziert und gegen Unannehmlichkeiten aussergewöhnlich empfindlich. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die unerwarteten Angriffe seines Schülers viel dazu beigetragen haben, dass er in den

¹⁾ Sie werden, obgleich sie nicht auf physiognomische Pflanzenformen basiert sind, doch wie früher »Formationen« genannt; unter diesen Formationen findet man aber auch viele solche, welche, wie die Birkenhügel (björkbackar), die Eichenhügel (ekbackar), die Hainhügel (lundbackar), die Haintälchen (lunddälder) u. s. w., nach den Standorten benannt sind.

folgenden Jahren auf dem Gebiete der eigentlichen Pflanzengeographie und speziell der Pflanzentopographie weniger tätig war und sich auf die *Hieracium*-Forschung konzentrierte. So kam es, dass die pflanzengeographische Forschungsarbeit bei uns für eine Zeit lang fast ganz erlosch, indem auch diejenigen, welche sich früher dafür interessiert hatten, sich auf andere Gebiete spezialisierten (VAINIO auf die Lichenologie, KAIRAMO (Kihlman) auf die Pflanzenbiologie, ELFVING auf die Algologie und die Physiologie, u. s. w.). Neue Kräfte wurden für das Gebiet nicht mehr gewonnen, bis Norrlin in den 1890:er Jahren durch seine energische Unterrichtstätigkeit ein Wiedererwachen des Interesses für diesen Forschungszweig herbeiführte, wodurch eine neue Ära der pflanzengeographischen Forschung in Finnland eingeleitet wurde.

Jenseits des Bottnischen Meerbusens hatte aber Hult interessierte Schüler gewonnen, vor allem R. SERNANDER. Unter Sernanders Führung entstand in Schweden eine Fülle wertvoller Forschungen, in denen die Hultschen Ideen, vor allem seine formations-entwicklungsgeschichtlichen mit der aufblühenden pflanzenpaläontologischen Forschung und einer Weiterentwicklung der Blyttschen Theorie von den abwechselnden trockneren und feuchteren Klimaperioden geschickt kombiniert wurden. In der letzten Zeit ist in v. Posts Vaterland neben einer grossen Anzahl ausgezeichnete Untersuchungen genannter Art eine imponierende Zahl von Abhandlungen über die Pflanzengesellschaften entstanden, die auf den von Sernander und seinen Schülern weiterentwickelten Ideen Hults fussen (TH. C. E. FRIES, SAMUELSSON, MELIN, DU RIETZ u. a.).

Inzwischen hatte PALMGREN (1915—1917), ein Schüler Norrlins, in Finnland eine grosse Arbeit über die Laubwiesen Ålands veröffentlicht, in deren theoretisch wichtigem dritten Teil¹⁾ er verschiedene neue bzw. wenig beachtete pflanzengeographische Fragen eingehend behandelt. Palmgren zeigt aufgrund sorgfältig ausgeführter Vegetationsaufnahmen, dass ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen Areal und Artenzahl sogar dermassen besteht, dass, wenn das Areal eines åländischen Laubwiesengebiets bekannt ist, man im voraus berechnen kann, wie gross die Zahl der dort anzutreffenden Pflanzenarten ist, wobei der wahrscheinliche Fehler kaum mehr als 10 Arten beträgt, ein recht auffälliges Ergebnis, zumal die Laubwiesenflora Ålands sehr artenreich ist und diese Pflanzen von sehr ungleicher Grösse sind (Bäume bis zu ganz kleinen Kräutern). Die Ursache zu diesem Abhängigkeitsverhältnis

¹⁾ Neuerdings auch in deutscher Sprache erschienen (Acta forest. fenn. 22., 1922).

nis liegt unzweifelhaft in der recht einheitlichen Konstitution der Laubwiesenvegetation des Gebietes. Dies geht denn auch aus Palmgrens Untersuchungen hervor. So zeigt Palmgren, dass die Zusammensetzung der Vegetation den Frequenzkategorien nach sehr regelmässig gebaut ist. Mag man nämlich die »Spezialgebiete« — Inseln, Halbinseln u. dgl. mit Laubwiesenvegetation — alle insgesamt oder distriktweise gruppiert zusammenfassen, so ist die Anzahl der häufigen, ziemlich häufigen u. s. w. (bestimmt durch die %-Zahl der spezialgebietsweisen Vorkommnisse im Verhältnis zur Gesamtzahl der Spezialgebiete der Gruppe) im grossen und ganzen konstant. Speziell wird hervorgehoben, dass der bei weitem grösste Prozentsatz auf die höchste Frequenzkategorie fällt, während sich das übrige Artenmaterial mehr oder weniger gleichmässig auf die sonstigen Frequenzkategorien verteilt. Die Sache wird auch graphisch erläutert, und zwar hat sich die »Konstitutionslinie«, welche den prozentischen Anteil der häufigen, häufigen + ziemlich häufigen u. s. w. angibt, als ein gutes Charakteristikum für das Wesen der Vegetation erwiesen. Palmgren betont ausdrücklich, dass, was er für seine äländischen Laubwiesengebiete, die eine Art Siedlungskomplexe darstellen, konstatiert hatte, auch für die einzelnen Pflanzenvereine wie auch für die Waldtypen Gültigkeit haben dürfte. In derselben Abhandlung beweist Palmgren des weiteren aufgrund eingehender Aufnahmen die grosse Rolle des Zufalls als pflanzengeographischer Faktor und entwickelt eine Methode, um die Pflanzeneinwanderungsrichtungen in Schärenhöfen und denselben vergleichbaren Fällen zu ermitteln. In einer speziellen, unlängst (1921) erschienenen wertvollen, die äländische Laubwiesenvegetation betreffenden Abhandlung Palmgrens wird die Rolle der Entfernung bei Pflanzenwanderungen statistisch bewiesen und erläutert.

Die sehr beachtenswerten und originellen Untersuchungen Palmgrens von 1915—1917 blieben, wie es scheint, nicht ohne Einfluss auf die obengenannte schwedische, die Pflanzenvereine behandelnde Forschungsarbeit. Indem man die höchste Frequenzkategorie Konstanten nannte, welchen Ausdruck die schweizerischen Pflanzengeographen auf Pflanzenarten angewendet hatten, die auf mehr als der Hälfte der Probestflächen vorkommen, wurden für die Pflanzenvereine, Assoziationen, sog. Konstitutionsgesetze aufgestellt, die mit den Schlussfolgerungen Palmgrens in wesentlichen Hinsichten übereinstimmen. Dabei wurde u. a. behauptet, dass ein für jede Assoziation kennzeichnender Zug das Vorkommen einer grösseren oder kleineren Anzahl von Arten, Konstanten, sei, welche auf sämtlichen Flächen von genügender Grösse auftreten. Bei einer genügend

grossen Anzahl gleichgrosser Flächen einer Assoziation finde man, dass diese Arten immer an Zahl die Anzahl in jedem anderen Konstanzgrade (Frequenzklasse bei Palmgren)¹⁾ bedeutend übersteigen.

¹⁾ Das Aufstellen von Konstanz- bzw. Frequenzklassen in den pflanzen-topographischen Beschreibungen ist eigentlich nicht neu. So wurden, um mich nur an die finnischen Verfasser zu halten, in den von NORRLIN gemachten Listen über die Zusammensetzung der, zwar teilweise sehr kollektiven, Pflanzengesellschaften, die Pflanzenarten — gesondert nach ihren »Grundformen«: Flechten, Moose, Gräser, Kräuter u. s. w. —, teils unter gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Reichlichkeit, ganz allgemein in folgende Frequenzklassen gruppiert: 1) häufige und ziemlich reichliche, 2) spärliche oder weniger zahlreiche, aber doch ziemlich häufige und 3) mehr oder weniger seltene, ausserdem oft 4) zufällige (der betr. Pflanzengesellschaft eigentlich fremde, aber gelegentlich in derselben auftretende Arten), eine Einteilung, welche, allerdings mit verschiedenen Modifikationen, bei uns recht viel in Gebrauch ist und welche YRJÖ ILVESSALO in seinen 1916—1919 ausgeführten, neuerdings veröffentlichten Untersuchungen (Y. Ilvessalo: Vegetationsstatistische Untersuchungen über Waldtypen, Acta forest. fenn. 20, 1922), unter Anwendung graphischer Zeichnungen, konsequent weiter ausgebildet hat. In meinen Beschreibungen der verschiedenen Pflanzengesellschaften der Vegetation des Lena-Thales (A. K. GAJANDER: Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. I. Die Alluvionen des unteren Lena-Thales. Acta soc. scient. fenn. XXXII, 1903 und Studien über die Vegetation der Urwaldes am Lena-Fluss, ebendort XXXII, 1904) werden die Pflanzenarten der verschiedenen »Assoziationen« bzw. »Assoziationsfazies«, welche dem Assoziationsbegriff der skandinavischen Forscher so ziemlich entsprechen dürften, zum grossen Teil aufgrund von tabellarischen Zusammenstellungen der Einzelaufnahmen, teils auch von unvollständiger gemachten Notizen über die betr. Assoziationen bzw. Fazies in 1) immer bzw. beinahe immer vorhandene, 2) sehr häufige, 3) häufige, 4) mehr oder weniger häufige und 5) mehr oder weniger seltene (die Gliederung wenig wechselnd je nach der Anzahl von Aufnahmen u. dgl.) gruppiert, wobei immer das Hauptgewicht auf die erste Frequenz- (Konstanz)-klasse gelegt wird. In meiner Abhandlung »Ueber Waldtypen« (Acta forest. fennica 1 und Fennia 28, 1909) habe ich die Zusammensetzung der Vegetation desgleichen in Tabellen, gesondert für die verschiedenen Altersstufen des Baumbestandes, dargestellt und auf dieser Grundlage festgestellt (S. 94), dass die Waldtypen — N. B. in jeder Alterstufe des Baumbestandes gesondert — »durch eine geringe Anzahl immer bzw. fast immer vorhandener Leitpflanzen [= »Konstanten«] gekennzeichnet« sind, wobei ausserdem in der Fussnote bemerkt wird, dass »es auch unter den mehr akzessorischen Pflanzen einige für die Waldtypen sehr charakteristische Leitpflanzen [gesellschaftstreue Arten der schweizerischen Pflanzengeographen] geben kann.« Zahlenmässig hat wohl BROCKMANN-JEROSCH (1907) als erster die Frequenzklassen definiert, indem er konstante Arten diejenigen nennt, welche wenigstens in der Hälfte der Aufnahmen, akzessorische diejenigen, welche wenigstens in einem Viertel derselben vorkommen, und »zufällige« die übrigen. Von BROCKMANN-JEROSCH unabhängig hat PALMGREN (1915—1917) die Frequenz- bzw. Konstanzkategorien nach Prozenten bestimmt. — Vgl. auch J. P. NORRLIN: Flora Kareliæ onegensis I, deutsche Ausg., S. 119 unten.

»Eine Assoziation ist eine Pflanzengesellschaft mit bestimmten Konstanten und bestimmter Physiognomie.« Die Assoziationen werden je nach ihrer Übereinstimmung in den in ihnen enthaltenen physiognomischen Grundformen zu »Formationen« gruppiert.¹⁾ Zurzeit scheint die schwedische pflanzensoziologische Forschung zum grossen Teil im Zeichen der Konstanz- bzw. Konstitutionsgesetze zu arbeiten.²⁾

Wir kehren zu den Forschungen in Finnland zurück.

Nach dem oben besprochenen mehrjährigen Hiatus auf dem Gebiete der pflanzentopographischen Forschung in Finnland wurde, wie schon oben hervorgehoben worden ist, infolge der energischen Lehrtätigkeit Norrlins in den 1890:er Jahren das Interesse für diesen Forschungszweig wieder sehr rege. Die Grundanschauungen waren bei Norrlin dieselben wie früher geblieben, auf zahlreichen Reisen, besonders in Finnland, aber auch in Nordrussland und in den skandinavischen Ländern, hatte er jedoch seinen Gesichtskreis bedeutend erweitert und vertieft und eine Menge wichtiger Vegetationsaufnahmen gemacht. Neben den älteren Verfassern nahm von den ausländischen vor allem WARMING einen ehrenvollen Platz in seinen Vorlesungen ein; von Spezialautoren seien P. E. MÜLLER und RAMANN genannt. Eine bedeutende und immer zunehmende Anzahl junger Botaniker widmete nunmehr ihre Studien der Pflanzentopographie. Es wurden wieder zahlreiche pflanzentopographische Abhandlungen über verschiedene Gebiete veröffentlicht; es mögen nur die Namen KIVIRIKKO (Stenroos 1894), LINNANIEMI (Axelsson 1902), KIVILINNA (Borg 1898) u. a. erwähnt werden. Auch diese Abhandlungen trugen, wie diejenigen der 1870:er Jahre, an die sie sich in mehrerer Hinsicht anschliessen, deutlich das Gepräge von Erstlingsarbeiten, enthielten aber doch eine Menge wertvoller Beob-

¹⁾ Das Grundformensystem (DU RIETZ 1921) scheint mir eigentlich nicht als rein physiognomisch angesehen werden zu können. Die Haupteinteilung in Gefässpflanzen, Moose, Flechten, Algen und Pilze ist ja eine wesentlich »systematische« Einteilung der Pflanzen, in welcher die physiognomischen Gesichtspunkte weniger in die Wagschale fallen (man erinnere sich z. B. an *Nitella*, *Chara* — *Najas*, kleine *Potamogetonen*; *Selaginella* — *Mnium* u. s. w.). Die darauf folgende Einteilung der Gefässpflanzen in die Holzpflanzen und die Kräuterpflanzen, sowie die nächst folgende in Bäume, Sträucher, Zwergsträucher, Lianen sowie Landkrautpflanzen und Wasserkrautpflanzen ist eine vorzugsweise ökologisch-biologische und auch in den Grundformen selbst: Falllaubebäume, Nadelbäume, Lorbeerbäume, Falllaubsträucher, Nadelsträucher, Lorbeersträucher u. s. w., ist neben dem physiognomischen ein wesentlich ökologisch-biologischer Zug enthalten, weshalb ihnen eine viel grössere als nur physiognomische Bedeutung zuzukommen scheint.

²⁾ Von den jüngeren finnischen Botanikern steht W. BRENNER der sog. Uppsalaer Schule am nächsten.

achtungen. Schon unter den ersten von ihnen befand sich allerdings eine recht selbständige Studie von dem leider zu früh verstorbenen BERGROTH (1894) über die Vegetation in dem Grenzgebiet zwischen dem äländischen Schärenhof und dem südwestlichen Finnland; in der Abhandlung wird die Vegetation sehr anschaulich beschrieben, beginnend mit den Felseninseln (Klippor) am äussersten Hochseerande. Diese Forschungsarbeit entwickelte sich unter Norrlins guter Leitung weiter. Statt allgemeiner Beschreibungen ('Monographien') verschiedener Gebiete wurden immer mehr verschiedene, mehr oder weniger natürliche, oft auf physisch-geographischer Grundlage abgegrenzte Gruppen von Pflanzengesellschaften untersucht. So unterwarf LEIVISKÄ in zwei Abhandlungen (1902 und 1908) die Vegetation der Küsten des nördlichen Teils des Bottnischen Meerbusen einer eingehenden Untersuchung, HÄYRÉN studierte denselben Gegenstand in der Gegend von Ekenäs in Westnyland (1902), ferner die Pflanzengesellschaften der Meeresfelsen derselben Gegend (1914) sowie die Vegetationsverhältnisse im Delta des Kumoelf (Kokemäenjoki, 1909), Redner unterwarf die Vegetation der überschwemmten Ufer der grösseren Flüsse in Nordfinnland (1909), Nordrussland (1905) und Ostsibirien (1903) einer vergleichenden Untersuchung, wobei u. a. auch die Fragen nach dem Verhalten der Vegetation und Flora zur Überschwemmung, zum Kalkgehalt des Bodens und zur ursprünglichen Pflanzendecke sowie nach der pflanzengeographischen Einteilung des nördlichen Eurasiens eingehend behandelt werden. PALMGREN gab eine gute Abhandlung über die Seedorfbestände (1912), u. s. w. Die Forschung richtete sich immer mehr auf bestimmte pflanzentopographische und allgemein-pflanzengeographische Fragen. So lieferte LINKOLA (1916, 1921) eine gründliche Untersuchung über den Einfluss der Kultur auf die Vegetation und Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee, in welcher er die für den »gewöhnlichen« Botaniker oft kaum bemerkbaren Veränderungen, feststellt, die die Kultur in ihren extensiveren und intensiveren Formen an den verschiedenen Pflanzengesellschaften hervorruft, in welcher er ferner eine genaue Analyse der reichen Flora jener Gegend in bezug auf das Verhalten der einzelnen Arten zur Kultur vornimmt, und wo er u. a. die Abhängigkeit der Anzahl der kulturholden bzw. kultursteten Pflanzenarten vom Alter und von der Grösse der Kulturorte zahlenmässig zeigt. Von den wichtigen statistischen Untersuchungen PALMGRENS über die Laubwiesenflora und -vegetation ist schon oben die Rede gewesen; seine sonstigen interessanten Ausführungen z. B. über die »Haselrunnen« (Runnor), über das Verhalten des Wacholders und der Fichte zur Laubwiesenvegetation, die Abhängigkeit dieser vom

Kalkgehalt des Bodens u. s. w., ferner seine übersichtlichen Darstellungen der Vegetation der Laubwiesen, u. a. seien hier nur in Kürze erwähnt. — Das von Norrlin angebaute Forschungsfeld erwies sich als sehr ergiebig.

Speziell sind die Vegetationsverhältnisse der Wälder studiert worden, was im engsten Anschluss an das Aufblühen der forstwissenschaftlichen Forschung geschehen ist. Die sehr komplizierten Verhältnisse der Wälder haben dazu gezwungen, die pflanzen-topographischen Begriffe und Betrachtungen weiter zu entwickeln.

Die Vegetation einer Fichtenwaldung ist bei verschiedenem Alter des Baumbestandes sehr verschieden: im Pflanzenalter anders als im Stangenholzalder und im Stangenholzalder anders als im Haubarkeitsalter. Eine Durchlichtung des Holzbestandes, ja sogar eine leise Durchforstung ruft grosse Veränderungen in der Vegetation hervor. Wenn der Wald zeitweise als Weide benutzt wird, unterliegt die Vegetation wieder neuen Umgestaltungen. Nach der üblichen Auffassung würde also ein Fichtenbestand während verschiedener Stadien seiner Entwicklung und unter dem Einfluss von verschiedenen äusseren Verhältnissen zu ganz verschiedenen Pflanzenvereinen zu zählen sein können. Andererseits ist die Bedeutung der Holzart für die übrige Vegetation, etwa gleich grosse Beschattung natürlich vorausgesetzt, in recht hohem Grade irrelevant; die Vegetation eines Kiefernbestandes unterscheidet sich ziemlich unbedeutend von derjenigen eines Birkenbestandes an demselben Standort, und vom naturwissenschaftlichen Standpunkt betrachtet hängt es ja ganz vom Zufall ab, welche Holzart vom Forstwart eingeführt wird oder welche Holzarten er aus einem gemischten Holzbestand aushaut. Ohne Zweifel sind alle solche Zustände der Vegetation, welche an derselben Station auftreten und die mehr oder weniger leicht ineinander übergeführt werden können, zu einem ganz engen Kreis zu vereinen. Die zahlreichen Zustände bzw. Modifikationen eines solchen Vegetationskreises, in diesem Fall Waldtyps, sind im allgemeinen unmittelbar oder mittelbar durch die menschliche Kultur hervorgerufen; sich selbst überlassen entwickeln sie sich alle gegen bestimmte Endzustände hin. Die Rekonstruktion dieser — relativen — Endzustände ist in kultivierten Gegenden zwar schwer durchzuführen; denselben nähert sich aber die Vegetation in den haubaren resp. angehend haubaren Waldbeständen. Man hat sich deshalb damit begnügt, die Waldtypen durch die Vegetation beim Haubarkeitsalter und annähernd normalem Geschlossenheitsgrad des Baumbestandes sowie, soweit möglich, bei derselben Holzart zu charakterisieren, und hat zu einem und demselben Waldtyp alle solche Waldungen gerechnet, deren Ve-

getation sich mit der eben genannten nur in mehr oder weniger vorübergehenden Hinsichten¹⁾ unterscheidet. Solche Waldtypen sind z. B. der Myrtillus-Typ (MT), der Calluna-Typ (CT) u. a., die jeder für sich — abgesehen von Untertypen — unter einer Menge ineinander überführbarer Zustände auftreten, wogegen die Überführung eines Waldtyps in den anderen im allgemeinen kaum tunlich ist (vgl. A. K. CAJANDER u. Y. ILVESSALO: Ueber Waldtypen II, Acta forest. fenn. 20. 1921. S. 18). Schon um eine gute Übersicht der Vegetationsverhältnisse der Wälder, besonders aber um eine tiefere Erkenntnis derselben zu gewinnen, ist die Aufstellung des Waldtypenbegriffs pflanzen-topographisch eine Notwendigkeit geworden.²⁾ Sie bezweckt das wesentlich Übereinstimmende von dem im Wesen Verschiedenen zu trennen, und zwar erscheint sie umso natürlicher, als die verschiedenen Zustände desselben Waldtyps durch alle Übergänge miteinander verbunden sind und, vor allem bei den dürftigeren Waldtypen, in vieler Hinsicht eine sehr grosse Übereinstimmung in der Art und Zusammensetzung der Vegetation zeigen.

Zugleich aber entstand auch der Gedanke, die Waldtypen forstlich zu verwerten. Schon in meiner ersten diesbezüglichen Untersuchung (Ueber Waldtypen, Acta forest. fenn. 1 und Fennia 28, 1909, S. 93—94), welche sich auf die Wälder Deutschlands, vor allem Süddeutschlands, bezog, wird Folgendes festgestellt:

»Die dominierenden Waldformen« zahlreicher untersuchter Staatsreviere lassen sich ungezwungen in eine ziemlich geringe Anzahl [vor allem] durch die Boden-[Unter]vegetation leicht zu charakterisierender Waldtypen (Haupt- und Subtypen) gruppieren.»

»Diese Waldtypen sind durch eine geringe Anzahl immer bzw. fast immer vorhandener Leitpflanzen [»Konstanten«] gekennzeichnet.»

¹⁾ *Bleibende* Unterschiede bedingen einen neuen Waldtyp, wenn die Unterschiede signifikant genug erscheinen, sonst einen Untertyp (vgl. A. K. CAJANDER und YRJÖ ILVESSALO: Ueber Waldtypen II, S. 17). So kann andauernde Anzucht der Fichte unter Umständen eine bleibende Veränderung hervorrufen, z. B. die Überführung gewisser Arten trockner Heiden Nordfinlands in den Dickmoostyp. Ähnliche Fälle scheinen auch in Mitteleuropa teilweise vorzukommen, wenn die Fichte Generationen hindurch auf früherem Hainwaldboden kultiviert wird (vgl. RUBNER in Silva Nr 12, 1922). Auch in dieser Beziehung reagieren jedoch die verschiedenen Waldtypen verschieden.

²⁾ »Auch in der Vegetationsdecke kommen [bildlich ausgedrückt] gewissermassen »genotypische« und »phänotypische« Variationen vor, die man auseinanderhalten muss. Das »Genotypische« ist durch den Standort bedingt, das »Phänotypische« durch in dieser Hinsicht nebensächlichere Ursachen. — — — Das »Phänotypische« kann auch hier oft viel augenfälliger sein als das »Genotypische«, deshalb aber nur mit den »phänotypischen« Begriffen zu operieren, hätte natürlich keinen Sinn.« (A. K. CAJANDER u. YRJÖ ILVESSALO: Ueber Waldtypen II. Acta forest. fenn. 20, S. 17—18.)

»Damit soll gewiss nicht geleugnet werden, dass es auch unter den mehr akzessorischen Pflanzen einige für den Waldtypus sehr charakteristische Leitpflanzen [gesellschaftstreue Arten] geben kann, dieselben sind aber praktisch von geringerem Wert.«)

»Die Waldtypen besitzen eine recht grosse sowohl horizontale als vertikale Verbreitung, denn ein grosser Teil derselben ist ja in allen genannten Forstämtern vertreten und der Unterschied in der absoluten Höhe der resp. Standorte [Stationen] beträgt bis 5—600 m.«)

»Die Waldtypen sind in ihrem Auftreten weder ausschliesslich durch die Bodenart, noch ausschliesslich durch die Exposition, Höhenlage, chemische Beschaffenheit des Bodens (kalkreich — kalkarm) u. s. w. bedingt. Man kann nämlich denselben Waldtypus auf den verschiedensten Bodenarten, Expositionen, u. s. w. antreffen. Die Waldtypen erscheinen vielmehr als Resultat der Gesamtwirkung aller Standortsfaktoren auf die Pflanzendecke, als Bildungen, die an biologisch gleichwertigen Standorten auftreten.«)

»Die Boden-[Unter]vegetation wird durch die bestandbildende Holzart [N. B. u. a. gleiche Beschattung vorausgesetzt] in ziemlich geringem Grade beeinflusst.«)

»Jedem Waldtypus scheint eine spezielle Wachstumsenergie zuzukommen, denn der Zuwachs derselben Holzart ist in den verschiedenen Waldtypen meistens sehr verschieden, innerhalb desselben Waldtypus scheint aber der Zuwachs keinen sehr grossen Schwankungen unterworfen zu sein.«)

»Innerhalb eines und desselben Waldtypus scheint dieselbe Verjüngungsmethode bei derselben Holzart *ceteris* (z. B. Witterung, Samenjahr u. s. w.) *paribus* zu gleichem Resultat zu führen. In betreff des Gelingens der künstlichen und natürlichen Verjüngung scheinen also die Bestände derselben Holzart innerhalb desselben Waldtypus als waldbaulich gleichwertig zu betrachten zu sein.«)

Ausserdem wurden Paralleluntersuchungen in den Kiefernwäldern unweit Brixen in Tirol vorgenommen — wobei konstatiert wurde, dass etwa oberhalb 1000 m Höhe (also in einem Klima, welches dem finnischen fast vollständig entspricht, vgl. A. K. CAJANDER: Zur Frage der gegenseitigen Beziehungen zwischen Klima, Boden und Vegetation, *Acta forest. fenn.* 21, 1921, S. 17) ein Waldtyp sehr dominiert, welcher mit dem finnischen *Vaccinium*-Typ wenigstens nahe verwandt, wenn nicht völlig identisch ist, und dass die Waldtypen auch sonst grosse Übereinstimmung mit den unsrigen besitzen — und ferner in den Wäldern des Reviers Evo-Vesijako in Finnland, durch welche Untersuchungen die oben angeführten Schlussfolgerungen bestätigt wurden.

Inbetreff des klimatisch und auch mit Hinsicht auf die allgemeinen Naturverhältnisse recht einheitlichen (ziemlich kalkarmes Gebiet) Reviers Evo-Vesijako wird konstatiert:

»dass die Waldtypen nicht ausschliesslich von der geologischen Art des Bodens abhängig sind, sondern dass das Auftreten derselben von verschiedenen Faktoren abhängt, unter denen [im genannten Revier] diejenigen, welche durch die geologische Natur des Bodens bedingt sind, die wichtigsten sind.«)

In Anbetracht der eminenten Bedeutung, welche den taxatorischen, vor allem den Waldzuwachsuntersuchungen für die Waldtypentheorie zukommt, schien es geboten, spezielle Untersuchungen in dieser Hinsicht auszuführen. Nachdem zahlreiche kleinere diesbezügliche Untersuchungen unternommen worden waren, wurde die Frage von YRJÖ ILVESSALO im Auftrag der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft und mit Unterstützung des Fonds des Kommerzienrats O. A. Malm einer allseitigen Prüfung unterzogen; es wurden für diesen Zweck 467 meist $\frac{1}{4}$ ha umfassende Probeflächen in 58 Kirchspielen der südlichen Hälfte Finnlands in reinen, möglichst homogenen, normal geschlossenen und normal entwickelten Waldbeständen von verschiedenen Waldtypen mit grösster Sorgfalt aufgenommen und das Material mathematisch-statistisch bearbeitet, um, wenn die Antwort auf die Frage positiv ausfallen würde, Ertragstafeln auf Grundlage von Waldtypen auszuarbeiten. Die Antwort fiel durchaus bejahend aus. Die Zuwachsverhältnisse — der Höhen-, Durchmesser-, Grundflächen-, Massen- u. s. w. Zuwachs — erwies sich für den Waldtyp, dieselbe Holzart vorausgesetzt, sehr übereinstimmend, wogegen zwischen den verschiedenen Waldtypen recht signifikante Unterschiede konstatiert wurden. Pflanzentopographisch war das Resultat nicht weniger wichtig als forstlich. Es wurde dadurch festgestellt, dass eine recht bemerkenswerte Korrelation zwischen der Vegetation und dem biologischen Wert des Standorts besteht: derselbe Waldtyp tritt an biologisch in grossen Zügen gleichwertigen Stationen auf, denn das Zuwachsvermögen des Holzbestandes muss ja doch als einer der empfindlichsten Massstäbe für diesen Wert betrachtet werden. Durch das Studium der Zuwachsverhältnisse bei den verschiedenen Waldtypen ist zugleich eine in engerem Sinn pflanzenbiologische Erforschung der Pflanzenvereine eingeleitet worden; Zuwachsuntersuchungen verschiedener Art können ja an jedem Pflanzenverein gemacht werden. Eine andere, sehr gründliche entwicklungsbiologische Untersuchung über die Baumbestände verschiedener Waldtypen ist eben im Gange. — Andererseits wurde aber auch gleichzeitig das eingehendere Studium der standörtlichen Bedingungen der verschie-

denen Waldtypen begonnen, indem VALMARI, der die chemischen Analysen der von Ilvessalo genommenen vielen Hundert Bodenproben ausführte, gezeigt hat, dass der »biologische Wert« der den verschiedenen Waldtypen entsprechenden Standorte unter ziemlich einheitlichen Klimaverhältnissen eng u. a. mit gewissen chemischen Eigenschaften der Waldböden zusammenhängt; es wurde nämlich gezeigt, dass in dem in Frage stehenden Gebiet eine Korrelation zwischen der Produktionskraft (dem Zuwachsvermögen) und dem »Elektrolytgehalt« der wässrigen Auszüge (Extrakte) der Bodenproben besteht, eine noch deutlichere Korrelation zwischen der Produktionskraft und dem Kalkgehalt des Bodens sowie besonders zwischen der Produktionskraft und dem Stickstoffgehalt, wobei es sich natürlich in erster Linie um die leichtlöslichen Stickstoffverbindungen handelt. Die Untersuchungen über diese und andere ähnliche Korrelationen (Wasserstoffionenkonzentration u. dgl.) müssen noch fortgesetzt und andererseits müssen auch vielerlei physiologische Untersuchungen in betreff der verschiedenen Waldtypen wie auch der Pflanzenvereine überhaupt eingeleitet werden.

An und für sich ist das Resultat über die Korrelation zwischen Vegetation und Standort ganz natürlich — und auch nicht neu. Ist doch durch unzählige pflanzenphysiologische Experimente vollauf festgestellt, dass das Gedeihen der Pflanzen von den äusseren Bedingungen — Wärme, Feuchtigkeit, Nahrung u. s. w. — abhängig ist, und zwar so, dass man sowohl eine maximale wie eine minimale Grenze und ein Optimum des Gedeihens mit Hinsicht auf jeden Faktor unterscheiden kann. Andererseits ist ja sicher festgestellt, dass in der freien Natur, überall wo der Vegetationsteppich geschlossen ist, ein erbitterter Kampf auf Leben und Tod zwischen den Pflanzenindividuen besteht, wobei das biologisch schwächere Individuum rettungslos unterliegt; infolge dieses Kampfes muss die Vegetation sich sehr regelmässig gestalten, und natürlich muss das Resultat des Kampfes an biologisch gleichwertigen Standorten in der Hauptsache dasselbe werden. Zwar spielt ja der Zufall, wie besonders PALMGREN überzeugend nachgewiesen hat, eine bedeutende Rolle, und wesentlich durch diesen Faktor wird die »fluktuierende Variabilität« der Zusammensetzung der Pflanzenvereine hervorgerufen, aber seine grösste Rolle spielt der Zufall dort, wo dieser Kampf infolge der Kultur gestört bzw. gehindert wird und wo deshalb allerlei mehr oder weniger kurzlebige kulturbeeinflusste Pflanzenvereine oder Modifikationen derselben entstehen, also innerhalb desselben Waldtyps, soweit Wälder in Betracht kommen. Zuletzt muss noch erwähnt werden, dass die einen Pflanzenarten die Existenz der anderen in mehrfacher Hinsicht, zwar ganz unbewusst, befördern können, was

alles zur Konsolidierung der Zusammensetzung der Pflanzenvereine beiträgt. So sagt der hervorragende deutsche Moorforscher C. A. WEBER in einer Abhandlung (Abh. Nat. Ver. Bremen XXV, 1920, S. 57):

»Bei den Grasfluren lehrt die Erfahrung, dass meist nach 10—20 Jahren und zuweilen noch früher, sich unter gleich bleibenden wirtschaftlichen Bedingungen derselbe Bestand tonangebender Arten auf demselben Boden, in derselben Feuchtigkeitlage immer wieder in derselben Artenmischung und Mengenzusammensetzung von selber herausbildet, die er in nachweislich Jahrhunderte alten, unter den gleichen Bedingungen stehenden Beständen aufweist. — — — Auf unseren Hochmooren kann sich, wenn sie sich selbst überlassen bleiben, binnen weniger Jahrzehnte derselbe Bleichmoosteppich mit seinen sparsam eingestreuten Stauden und Niedersträuchern entwickeln, wie der war, der bis vor 50 und mehr Jahren, bevor die Kultur eingriff, bestanden hatte, den Sphagnumtorf darunter aus seinen toten Resten hervorgehen liess und unter dem Einflusse einer Trockenlegung der Strauchheide wich.«

Zwar hat man sich ja auch, teilweise sogar mit Schärfe, gegen die Existenz einer solchen Korrelation ausgesprochen und sich dabei auf verschiedene Tatsachen gestützt. Diese Behauptungen, welche sich bis zu Hult und zum Teil noch weiter zurückverfolgen lassen, beruhen, soweit ich sehen kann, teils auf den von der Kultur bedingten bzw. stark beeinflussten Pflanzengruppierungen, in denen der gegenseitige Kampf zwischen den Pflanzenarten noch nicht die Gleichgewichtslage erreicht hat oder darin gestört worden ist, also, soweit es sich um die Wälder handelt, auf Variationen innerhalb desselben Waldtyps, teils auf Fällen, wo, infolge einer eingetretenen Veränderung des Standorts, die eine Pflanzengesellschaft in eine andere übergeht und wo die Veränderung der Vegetationsdecke nicht gleichen Schritt mit der Veränderung des Standorts gehalten hat, bzw. wo sie fleckenweise angefangen hat und von diesen fleckenweisen Zentren aus fortschreitet, oder auch auf mosaikartig kombinierten Pflanzensiedlungen, in denen jedoch wohl immer die fleckenweise abwechselnden Siedlungen nachweislich abweichende Standortbedingungen darbieten, wie in betreff der Moore u. a. deutlich aus den Untersuchungen TANTTUS (1915) und AUERS (1920) hervorgeht¹⁾,

¹⁾ Es ist selbstverständlich nicht angetan, in Fällen, wo man bei oberflächlicher Betrachtung in den Standortverhältnissen keinen Unterschied zwischen zwei oder mehreren Pflanzensiedlungen konstatieren kann, ganz einfach, ohne die Sache sei es bodenkundlich oder sonst gründlich zu untersuchen, zu behaupten, die Standortverhältnisse seien identisch. Auf der anderen Seite ist die »biologische Gleichwertigkeit« der Standorte (vgl. A. K. CAJANDER und YRJÖ ILVESSALO: Ueber Waldtypen II. Acta forest fenn. 20 und Fennia 42. 1921, S. 20—21 u. 75—76) viel verwickelter, als dass man sie durch einfache, auf Exkursionen auszuführende Feuchtigkeits-, Korngrößen- u. dgl. Messungen bestimmen könnte.

oder auch auf Miniatur-siedlungen, Siedlungsbruchstücken, welche nicht selten aus einem einzigen vegetativ »vermehrten« Individuum bestehen (vgl. z. B. PALMGREN: Hippophaës auf Åland, 1912), auf Fällen von platzweise füreinander vikariierenden, biologisch etwa gleich starken Siedlungen (z. B. *Scirpus lacustris* — *Phragmites*) u. dgl. Ferner hat man darauf hingewiesen, dass, wie u. a. Redner (in »Ueber Waldtypen« 1909) hervorgehoben hat, die Vegetationsdecke insoweit eine Diskontinuität zeigt, dass auch dort, wo sich die Standortverhältnisse ganz allmählich verändern, z. B. auf den überschwemmten Alluvionen grosser Flüsse, die Grenzen der verschiedenen Pflanzensiedlungen scharf markiert sind. Diese Tatsache, welche, wie ich früher gezeigt habe, wesentlich auf den gegenseitigen Kampf zwischen den Pflanzenarten zurückzuführen ist, zeigt allerdings, dass wir es hier nicht mit einer einfachen linearen Funktion zu tun haben; gerade das recht regelmässig gürtelweise Auftreten der Pflanzensiedlungen an diesen Ufern, welches sich überall unter entsprechenden Bedingungen wiederholt, beweist aber mit aller Deutlichkeit, dass ein sehr inniges Abhängigkeitsverhältnis zwischen Vegetation und Standort besteht. Die eben genannte Diskontinuität der Vegetationsdecke gibt ihrerseits einen gewissen Fingerzeig zur Erklärung, worauf es beruht, dass, wie oben angedeutet wurde, die Standortverhältnisse sich schon ziemlich viel verändern können, bevor sich der Vegetationsteppich, wenigstens die Artzusammensetzung desselben, deutlich verändert. — Wahr ist aber allerdings, dass während langer Perioden, durch Entstehung und besonders durch Einwanderung neuer Pflanzenarten in das Gebiet, die Zusammensetzung der Vegetationstypen an denselben Plätzen, sogar unter gleichbleibenden klimatischen und sonstigen Standortverhältnissen gewisse, teilweise sogar recht durchgreifende Veränderungen erleiden kann; solche Einwanderungen, welche in dieser Hinsicht wirklich von Belang wären, treten ja aber — von gewissen Kultureinwanderern abgesehen, die jedoch nur ausnahmsweise (*Elodea*) andere als mehr oder weniger ausgeprägte Kultur-Pflanzenvereine berühren — so spärlich ein, dass man sie praktisch ausser Acht lassen kann, soweit es sich um die jetzige Pflanzendecke, nicht aber um ihre meistens allmähliche Entwicklung in den »geologischen« Perioden handelt. Die oben entwickelte Regel von der Korrelation ist nun zwar natürlich auf die Verbreitungsareale der bezüglichen Pflanzenarten beschränkt, da aber diese in Gebieten mit ziemlich ungehinderter Verbreitungsmöglichkeit der Pflanzenarten gerade durch dieselben Faktoren beeinflusst sind wie das Auftreten der Pflanzenarten in den Pflanzengesellschaften, verraten die durch Verschiedenheit der Flora entstehenden vikariierenden Pflanzengesell-

schaften im allgemeinen schon auch andere standörtliche, besonders klimatische Bedingungen. — Die Einschränkungen, welche die Regel von der Korrelation zwischen Vegetation und Standort erleidet, darf man natürlich nicht unterschätzen — sie sind genau zu untersuchen —, man darf sie aber auch nicht überschätzen. Als Regel bleibt diese Korrelation nach dem, was wir zur Zeit wissen, bestehen.¹⁾ Die umfassendsten Einheiten der natürlichen Pflanzendecke der Erde (die Hauptformationen u. dgl.) sind vorzugsweise vom Klima abhängig, die beschränkteren (die Siedlungen, die Siedlungskomplexe u. dgl.) vorzugsweise von den »edaphischen« Verhältnissen, wenn auch in beiden Fällen, infolge jeweils nebensächlicherer Faktoren, Abweichungen in den Details konstatiert werden können.

Die obenerwähnten Vegetationsaufnahmen ILVESSALOS auf seinen Probeflächen bildeten natürlich — was die Normalität (bezw. Gleichheit der Geschlossenheit), Gleichaltrigkeit und »Reinheit« des

¹⁾ Besonders zeugen die eben genannten Untersuchungen Ilvessalos, welche möglichst objektiv ausgeführt worden sind, entschieden von einer solchen Korrelation, und andererseits stehen sie in Übereinstimmung mit den Erfahrungen, welche jeder, der vorurteilsfrei die Gestaltung der natürlichen Pflanzendecke der Erde unter verschiedenen äusseren Bedingungen beobachtet, in der Lage ist zu machen. Es ist doch kein Zufall, dass z. B. die regenreichsten warmen Gebiete der Erde regelmässig vom »tropischen Regenwald« eingenommen sind, ebensowenig wie es auf blosserem Zufall beruht, dass die trocknen sandigen Heideböden Nordfinlands mit Wald vom *Cladina*-Typ bewachsen sind, u. s. w. Die Regelmässigkeit der parallel mit den Veränderungen des Klimas oder des Bodens oder beider einhergehenden Veränderungen der natürlichen Pflanzendecke ist viel ausgeprägter, als dass man sie einfach verneinen könnte — falls man nicht ohne weiteres dem Glaubenssatz des Fehlens jeglicher Korrelation im oben entwickelten Sinn huldigen will. Aus dem Gesagten folgt nun allerdings keineswegs, dass man die Pflanzengesellschaften verschiedener Kategorien standörtlich definieren und systematisieren dürfte. Sowohl die auf die Vegetation als die auf die Standortverhältnisse bezüglichen Einheiten müssen beide für sich umgrenzt und in ein System gebracht werden. Von den beiden Ausgangspunkten, Vegetation einerseits und Standort andererseits, ausgehend muss der Grad der Korrelation — deren Koeffizient vorläufig in jedem betreffenden Spezialfall zwischen den äussersten Grenzwerten 0 und 1 variierend angenommen werden muss — von Fall zu Fall kritisch, objektiv, vorurteilsfrei untersucht werden. Bei solchen Untersuchungen darf auf keiner Seite von aprioristischen Prämissen ausgegangen werden; die Untersuchungen muss man gründlich genug ausführen — die gewöhnliche »Standortsaufzeichnungsmethode« (die Benennung »Standortsanteckning« dürfte von NORRLIN stammen, wie auch die Methode selbst, wenigstens in der Form, wie sie in Finnland in Gebrauch ist, wesentlich von ihm ausgebildet worden ist; vgl. A. K. CAJANDER: Gedächtnisrede über a. o. Professor emeritus Johan Petter Norrlin) genügt in kritischeren diesbezüglichen Fällen wohl nie dazu — und die Resultate müssen womöglich zahlenmässig, mathematisch-statistisch behandelt werden

Holzbestandes, die Grösse und Homogenität der Probestellen u. s. w. betrifft — ein vorzügliches Material für statistische Bearbeitung, u. a. auch für die Prüfung mehrerer der von PALMGREN entwickelten Ideen. In Erwartung der Veröffentlichung der weiteren Untersuchungen von Palmgren selbst wurden die Resultate erst neuerdings (1922) veröffentlicht, nachdem verschiedene, zum grossen Teil auf den Palmgrenschen Grundideen fussende Veröffentlichungen im Ausland eine weitere Verzögerung der Publikation weniger wünschenswert erwiesen hatten. Dabei wurden zwar gewisse Abweichungen von den Konstanz- bzw. Konstitutionsgesetzen konstatiert, obgleich die Palmgrenschen Schlussfolgerungen — Zunahme der Artenzahl bei zunehmender Fläche und bei zunehmender Ergiebigkeit des Bodens u. s. w. — auch soweit sie die Waldtypen berühren, im allgemeinen eine Bestätigung fanden.¹⁾ Wichtig sind

¹⁾ In Anbetracht des grossen Interesses, dessen die Bestrebungen der letzten Zeit, in die pflanzengeographische Forschung möglichst exakte Methoden einzuführen — wozu vor allem die Untersuchungen der schweizerischen Pflanzengeographen und diejenigen von PALMGREN in Finnland den nächsten Anstoss gegeben zu haben scheinen und welche Forschungsrichtung in Schweden eine glänzende Entwicklung durchgemacht hat — sich erfreut haben, Bestrebungen, welche unzweifelhaft mit grosser Befriedigung zu begrüssen sind, sei es gestattet, an dieser Stelle einige Bemerkungen über die statistische Behandlung der Pflanzengesellschaften zu machen.

Erstens sei daran erinnert (vgl. NORRLINS Kritik des pflanzengeographischen Systems von Schouw in seiner «Lectio præcursoria»), dass die Arten in ihrer jetzigen üblichen Abgrenzung eigentlich in sehr hohem Grade «konventionell» sind. Die meisten der Arten sind mehr oder weniger «polymorph», und die Ansichten darüber, welchen Umfang man einer jeden Art geben soll, können recht stark differieren, was sich bei statistischen Behandlungen umso unangenehmer fühlbar macht, eine je grössere Bedeutung den betr. Arten in der Statistik zukommt, vor allem je häufiger und je dominierender sie sind; soll man z. B. die «gemeine Birke» als eine Art, *Betula alba*, oder als zwei Arten, *Betula verrucosa* und *B. odorata* (um nur die nordeuropäischen Arten zu berücksichtigen) oder als ein Dutzend oder mehr Arten (KINDBERG, MORGENTHALER u. a.) betrachten? Auf solche Schwierigkeiten stösst man besonders, wenn man die Pflanzengesellschaften grösserer Gebiete, z. B. des ganzen nördlichen Eurasiens, vergleichend untersucht; dabei begegnet man, sogar unter den dominierenden Pflanzen, recht oft sog. vikariierenden Arten, in betreff welcher sehr schwer zu entscheiden ist, ob sie als eine und dieselbe Art oder als verschiedene Arten zu betrachten sind (z. B. *Picea excelsa* — *P. obovata*, *Alnus incana* — *A. hirsuta*, *Rumex auriculatus* — *R. hæmatinus* u. a.); nicht viel besser verhält es sich mit solchen «guten» Arten, welche sich ökologisch nur unbedeutend voneinander unterscheiden (z. B. *Larix sibirica* und *L. dahurica* coll.) wenn sie auch systematisch scharf verschieden sein können. Zu bemerken ist noch, dass die vikariierenden Arten oft einander räumlich ausschliessen. Solange man die Arten nicht mathematisch-statistisch verwertet, ist dieser Übelstand viel weniger fühlbar, man kann ja dann, je nach Umständen, kollektivere oder speziellere «Sippen»-Begriffe anwenden. — Ferner darf nicht vergessen werden, dass

die mathematisch-statistischen Ausführungen Ivessalos darüber, wie gross die einzelnen Probestellen sein müssen, damit sie eine befriedigende Vorstellung von der Artzusammensetzung des betreffenden Waldabschnittes geben können, und wieviele solcher Probestellen mindes-

die Individuen der verschiedenen Arten in bezug auf ihre Grössenverhältnisse u. dgl. nur bedingungsweise kommensurabel sind. In dieser Hinsicht mehr oder weniger gleichwertig sind ja zwar z. B. die Mehrzahl der Gräser unter sich und die der Kräuter unter sich und sogar die der Gräser und Kräuter, aber eine Summierung Bäume + Sträucher + Reiser + Kräuter + Flechten muss doch schon gewisse Bedenken erregen, wenn nicht etwa eine bestimmte Gruppe der Pflanzen — z. B. die Kräuter und die Gräser in den Laubwiesenstatistiken PALMGRENS — in der Artenzahl ganz dominiert, und die Bedenken nehmen nur zu, wenn man noch die Pilze und die Bakterien miteinbezieht und zwar um so mehr, je empfindlichere statistische Methoden man anwendet und je kleiner die betreffenden Probestellen sind. Nicht ohne Bedenken ist auch eine Summierung der gesellschaftlich und der vereinzelt auftretenden, der autotrophen und der parasitären, epiphytischen u. s. w. Pflanzen. Man muss sich deshalb, besonders wenn verwickeltere Verhältnisse vorliegen, hauptsächlich nur an die groben Züge halten, wie es z. B. in Ivessalos erwähnter Abhandlung geschehen ist, welche sich ausserdem auf eine sehr natürliche Gruppe von Pflanzengesellschaften bezieht und zum grossen Teil solche Fragen zum Gegenstand der Untersuchung hat, welche sich zu einer mathematischen Behandlung gut eignen.

Des weiteren ist daran zu erinnern, dass die Pflanzengesellschaften in betreff ihres inneren Baues untereinander verschieden sind. Es gibt Pflanzengesellschaften, welche an sehr spezielle Standorte gebunden sind und eine sehr beschränkte Verbreitung besitzen und deren Zusammensetzung deshalb recht konstant ist, z. B. die *Lysimachia vulgaris*-Wiesen der nordfinnischen Flussalluvionen, und wieder andere, deren Standortsweite und geographische Verbreitung viel ausgedehnter sind und die deswegen eine sehr grosse Variabilität zeigen, wie z. B. die *Trollius europæus*-Wiesen. Einige Pflanzengesellschaften sind dadurch ausgezeichnet, dass gewöhnlich eine gewisse Art über die anderen vollständig dominiert, z. B. die *Phalaris arundinacea*-Wiesen der nordeuropäischen Flussalluvionen, für andere dagegen ist charakteristisch, dass ihre massgebende Art fast nie einen so geschlossenen Grundbestand bildet, dass nicht eine reiche Fülle anderer Arten neben ihnen eine sehr hervortretende Stellung einnehmen würde, z. B. die *Chrysanthemum leucanthemum*-Wiesen, die *Thalictrum kemense*-Wiesen, die *Onobrychis arenaria*-Wiesen u. dgl. In einigen Fällen sind die Siedlungen praktisch genommen als «rein» zu betrachten (z. B. die *Scirpus lacustris*-Siedlungen vieler Seen und Flüsse), in anderen hinwieder als so gemischt, dass es unmöglich ist, von einer dominierenden Art zu sprechen, und solche gemischten Siedlungen stellen keineswegs bloss Übergangsformen dar, sondern sie können ein sehr selbständiges Auftreten zeigen, eine ausgeprägte Pflanzengesellschaft für sich bilden, z. B. die gemischten Gebüsche («die Association von Fruticeta mixta») der Alluvionen des unteren Lena-Tales. Gewisse Pflanzengesellschaften (z. B. Krustenflechtengesellschaften) bestehen aus einer einzigen Vegetationsschicht, andere aus sehr zahlreichen (z. B. die tropischen Regenwälder). Die Sache wird dadurch noch verwickelter, dass die Zusammensetzung der Vegetation, besonders in den Wäldern, je nach dem Alter des Hauptbestandes (des Baumbestandes) sowohl in betreff

tens notwendig sind, damit die Vegetationsanalyse des entsprechenden Waldpflanzenvereins als zuverlässig angesehen werden kann. Die Zahlen sind recht gross (8 Probeflächen von mindestens 40—50 m² Grösse für den Calluna-Typ mit Holzbestand mittleren Alters, wenn

der Konstantenverhältnisse (vgl. ILVESSALO 1922) als sonst sogar gewaltig, aber kontinuierlich, variiert. (Erwägungen der oben erwähnten Art sowie auch der Umstand, dass die von dem Verfasser gemachten Vegetationsaufnahmen seiner Ansicht nach nicht allen Anforderungen einer mathematisch-statistischen Behandlung entsprechen, hinderten ihn an einer solchen Bearbeitung derselben, wengleich die Originalaufnahmen eben deshalb in Tabellenform zusammengestellt wurden, damit die Konstitution bzw. die Konstanzverhältnisse der betr. Pflanzengesellschaften, um diese Ausdrücke anzuwenden, womöglich klar hervortreten sollten.)

Was speziell die sog. Konstanzgesetze anbelangt, müssen sie natürlich mit grosser Sachkenntnis angewendet werden. Wenn man z. B. den Versuch macht, nach den Regeln der aufgestellten Gesetze, durch Diagramme u. dgl., zu kontrollieren, ob ein gegebenes Aufnahmematerial einer homogenen Pflanzengesellschaft oder Pflanzengesellschaftsmischungen entstammt, ob es Fazies, Lokalvarianten u. dgl. enthält, so liegt ein *circulus vitiosus* bzw. eine *petitio principii* sehr nahe. Als Kriterium für die Homogenität der Gesellschaft können die Gesetze ausserdem in speziellen Fällen trügerisch sein. So kann man sich sehr gut den Fall vorstellen, dass demselben Siedlungskomplextyp angehörende Siedlungskomplexe, z. B. diejenigen des »Typus des Aapamoor-Komplexes« (vgl. A. K. CAJANDER, Studien über die Moore Finnlands, Acta forest. fenn. 2 und Fennia 35, 1913, S. 73—80) ein sehr typisches Konstitutionsdiagramm liefern, ganz wie die Laubwiesen bei PALMGREN, welche auch eine Art Siedlungskomplexe sind, wogegen eine Zusammenstellung von Aufnahmen, die zufällig extremere Glieder derselben homogenen Pflanzengesellschaft bilden (z. B. Aufnahmen, von denen ein Teil in irgendeiner ziemlich mageren Gegend, die anderen in einer fruchtbaren gemacht worden sind, oder Aufnahmen, die derselben Pflanzengesellschaft in verschiedenen »Regionen« sensu Norrlin in seiner »Lectio præcursoria« entstammen), recht wohl eine zwei bzw. mehrgipfelige Kurve liefern kann.

Ausserdem scheint mir — um einen mehr praktisch-pflanzengeographischen Gesichtspunkt zu berühren — wenn man die Konstanzgesetze strikte zur Richtschnur wählt, dass man Gefahr läuft, in der Zersplitterung der Pflanzengesellschaften teilweise zu weit gehen zu müssen. Es kann meines Erachtens nicht, solange wichtigere Probleme auf ihre Lösung warten, anzuraten sein, alle die geringsten z. B. Krustenflechtenvereine u. dgl. in allen Teilen der Erdoberfläche auszuscheiden und zu beschreiben — ihre Spezialbeschreibung scheint nur insoweit von Wichtigkeit zu sein, als man sie für die Lösung spezieller theoretischer Fragen braucht, ganz ebenso wie eine Zerlegung der Arten der systematischen Botanik in Elementararten vorzugsweise nur dann am Platze sein kann, wenn man dadurch theoretische Probleme zu lösen oder, bei den Kulturpflanzen u. dgl., der Praxis Dienste zu leisten bezweckt. Solche im Naturhaushalt geringwertige Pflanzengesellschaften muss man noch so lange vorzugsweise kollektiv behandeln, und dasselbe ist zum grossen Teil sogar mit manchen noch viel wichtigeren Pflanzengesellschaften der Fall. So kann es ja oft viel zweckmässiger sein, von Seggen-Rimpiweissmooren kollektiv zu sprechen als die verschiedenen Elementargesellschaften derselben — die *Carex limosa*-, die *Carex chordorrhiza*-, die *C. filiformis*-

die Probeflächen linienförmig, und 70—80 m², wenn sie quadratförmig sind, und 14—15 Probeflächen von 70—80 bzw. 150—170 m² Grösse vom Myrtillus-Typ; das Mindestmass nimmt also mit der Ergiebigkeit bzw. dem Artenreichtum des betr. Waldtyps zu); je heterogener das Probe-

u. a. Rimpiweissmoore (vgl. A. K. CAJANDER: Studien über die Moore Finnlands, S. 112—121) — gesondert aufzuzählen, und in vielen Fällen dürfte es kaum in Frage kommen, solche Elementar-Pflanzengesellschaften (Pflanzenvereine im engeren Sinn) auch nur zu beschreiben. Die eben genannten Elementargesellschaften bilden doch zusammen eine sehr natürliche Gruppe, mit welchem Kollektivbegriff man recht gut operieren kann. Nun kann es ja sehr wohl vorkommen, dass die extremen Glieder einer solchen Gruppe, trotzdem dass sie ganz eng »verwandt« und durch alle Übergänge miteinander verbunden sind, keine einzige gemeinsame Art aufzuweisen haben. Solche Kollektiv-Pflanzengesellschaftsbegriffe — welche nächst den Elementarassoziationen unzweifelhaft die ersten weiteren Etappen des jedenfalls als eines der Hauptziele der Forschung auf diesem Gebiet zu betrachtenden natürlichen Systems der Pflanzengesellschaften sind und von welchen man ausserdem oft genug Gebrauch machen muss, wenn man aus irgendeiner Ursache nicht in der Lage ist, die Pflanzendecke bis auf ihre elementarsten Einheiten zu analysieren — beiseitezulegen, weil sie den aufgestellten Konstanzgesetzen nicht gehorchen, wäre gewiss zu doktrinär. Andererseits kann es sehr wohl in Frage kommen, gewisse elementare Pflanzengesellschaften — wenn es sich um solche handelt, welche eine sehr grosse Rolle im Haushalt der Natur oder in der menschlichen Wirtschaft oder in beiden spielen — noch viel weiter zu zersplittern.

Unzweifelhaft wird es ebenso schwer sein, für die Bestimmung der Pflanzenvereinsbegriffe genaue Formeln ausfindig zu machen oder sogar sie überhaupt befriedigend zu definieren, wie die Arten der systematischen Botanik, trotzdem die tatsächliche Existenz der Pflanzengesellschaften verschiedener Natur und verschiedener Ordnung ebensowenig in Abrede gestellt werden kann wie die der Arten, und die Umgrenzung der Pflanzengesellschaften und ihre Abgrenzung gegeneinander ist gewiss noch mehr als die der Arten subjektiv bzw. konventionell. Die Einzwängung der Pflanzengesellschaftsbegriffe in irgendwelche starren Formeln wird leicht »Kunstprodukte« ergeben. Wie die Ausscheidung, Abgrenzung und Systematisierung der Arten zum nicht unerheblichen Teil auf dem sog. feinen Takt der geschulten Pflanzensystematiker beruhen muss, so muss auch die Aufstellung sowie die Ab- und Umgrenzung der Pflanzengesellschaften verschiedener Art und verschiedener Ordnung zum nicht geringen Teil dem geübten Takt bzw. Gefühl oder Blick der geschulten Pflanzengeographen vorbehalten bleiben. Die solcherart aufgestellten Pflanzengesellschaften können aber und müssen in jeder Richtung (vgl. z. B. A. K. CAJANDER und YRJÖ ILVESSALO: Ueber Waldtypen II, Acta forest. fenn. 60 und Fennia 43, 1921, 3. 23) im Detail analysiert werden, wodurch man immer sichrere Ausgangspunkte erzielen kann, um sie naturgemäss gegeneinander abzugrenzen, ihre »verwandtschaftlichen« Beziehungen richtig zu beurteilen und das Wesen der Vegetation zu verstehen. Wie kollektive bzw. wie spezielle Pflanzengesellschaftsbegriffe (Siedlung — Hauptformation; Siedlung — Pflanzenverein — Pflanzenvereinsordnungen u. s. w., vgl. A. K. CAJANDER: Zur Begriffsbestimmung in der Pflanzentopographie, Acta forest. fenn. 20, 1922) man in jedem einzelnen Fall benutzen kann, wird immer von verschiedenen praktischen Rücksichten abhängen.

flächenmaterial ist, wenn z. B. die Geschlossenheit des Holzbestandes von der normalen bald mehr, bald weniger abweicht, umso grössere und zahlreichere Probeflächen sind notwendig. Ausserdem wird gezeigt, dass die Zusammensetzung der Vegetation irgendeiner grösseren Waldsiedlung durch eine geringe Anzahl kleiner Stichproben nicht zuverlässig ermittelt werden kann, sondern dass, neben der Totalaufnahme nur eine systematische, linienweise Vegetationstaxierung (mit ziemlich engem Linienverband) dabei genügt¹⁾. In speziellem Hinblick auf die Waldtypen ist das schon berührte Resultat zu erwähnen, dass — wie schon früher PALMGREN, LINKOLA, LAKARI u. a. gezeigt hatten — sicher konstatiert wurde, dass eine Korrelation zwischen Ergiebigkeit des Waldtypes bzw. Produktionskraft des Standorts und der Artenzahl der Pflanzen (sonst gleiche Bedingungen selbstverständlich vorausgesetzt) besteht. Es scheint also eine dreifache Korrelation zu bestehen: 1) zwischen gewissen (chemischen u. a.) Eigenschaften des Standorts und der Produktionskraft desselben, ferner 2) zwischen dieser und der Zahl der Pflanzenarten und 3) zwischen den Eigenschaften des Standorts und der Zahl der Pflanzenarten. In welchen Grenzen diese Schlussfolgerungen im einzelnen richtig sind, muss natürlich fortgesetzten Forschungen vorbehalten bleiben.²⁾

Neben den Wäldern sind auch andere Gruppen der Pflanzengesellschaften zum Teil nach ähnlichen Gesichtspunkten untersucht worden. So hat TERÄSVUORI im Anschluss an die obengenannten Untersuchungen die Wiesen von Nord-Savo in pflanzengeographischer und landwirtschaftlicher Beziehung eingehend studiert.

Vor allem aber sind die Moore untersucht worden, wozu der Umstand die nächste Veranlassung gab, dass der Staat Entwässerungsarbeiten für forstliche Zwecke eingeleitet hatte und es notwendig erschien, durch wissenschaftliche Untersuchungen eine Grundlage für diese Meliorationsarbeit zu gewinnen. Es wurden die hauptsächlichsten Moortypen der südlichen Hälfte Finnlands und zum Teil auch diejenigen des nördlichen Finnlands beschrieben, und diese Arbeit wird immer weiter fortgesetzt (KUJALA, AUER u. a.). Da verschiedene Beobachtungen zeigten, dass die Veränderungen der Moortypen infolge der Entwässerung nicht regellos verlaufen, war das nächste Ziel, zu ermitteln, in welchem Waldtyp die verschiedenen Moortypen durch Entwässerung, ohne weitere

¹⁾ Dasselbe Resultat wird jedoch natürlich auch durch Aufnahme einer grossen Anzahl quadratischer Kleinprobeflächen erzielt, wenn diese in einem im voraus bestimmten regelmässigen, nicht allzu undichten Verband zueinander innerhalb der zu untersuchenden Gesamtfläche liegen.

²⁾ Wegen der Ausnahmen vgl. u. a. »Ueber Waldtypen« 1909. S. 173—175.

Melioration. übergehen, also die »Sukzessionen« von den nässesten offenen Mooren zu den normalen Waldtypen, bei deren Gliedern die Verschiedenheiten nur auf dem verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens beruhen. Dazu erbot sich in der Tat eine gute Gelegenheit, da man bei uns vor vielen Dezennien zahlreiche Moorentwässerungen, teils »um die Frostgefahr zu vermindern«, teils aus anderen Ursachen, vorgenommen hat. Viele von denselben sind so unvollständig ausgeführt worden, dass das Moor nur teilweise, hauptsächlich näher bei den Gräben, entwässert worden ist, während andere Teile noch in fast unverändertem Zustand verharren, und durch nähere Untersuchung der Zusammensetzung des Torfs ist der frühere Moortyp jedenfalls mit genügender Sicherheit zu ermitteln. Diese Frage wurde von TANTTU (1915) in der Hauptsache gelöst. — Prozesse des Trockner- und auch Feuchterwerdens kommen aber, wie vor allem LUKKALA gezeigt hat, ganz allgemein auf der Oberfläche der Moore vor, teils infolge des ungleichmässigen Höhenwachstums der Moore, teils dadurch, dass die Wassermengen des Moores einen neuen Abfluss gefunden haben oder auch dass das Moor von irgendeinem ein wenig höher gelegenen Moor vernässt wird. Diese Feuchtigkeitsschwankungen der Moore, wodurch waldbewachsene Moore in ganz offene übergeführt werden können und andererseits schöne Waldjungwüchse sich auf früher offenem Moor einfinden können, geben, wie die Untersuchungen desselben Verfassers und AUERS gezeigt haben, die natürlichste Erklärung zu den abwechselnden Stubbenschichten und Schichten ohne Stubben vieler Moore, welche also keine Klimaschwankungen voraussetzen brauchen — wenn es auch in der Natur der Sache liegt, dass trockenere Perioden die Bildung der Stubbenschichten und feuchtere Perioden die der stubbenlosen befördert haben müssen. Die Alternation der Schichten trockenerer und feuchterer Perioden in der Entwicklung jeder Moorpartie sind also zum nicht unerheblichen Teil durch Vorgänge zu erklären, die sich auch jetzt noch an der Oberfläche der Moore abspielen; neben lokalen Feuchtigkeitsschwankungen, deren Bedeutung u. a. G. ANDERSSON in Schweden und HOLMBOE in Norwegen hervorgehoben haben, kommen dabei auch, wie besonders der schwedische Moorforscher HAGLUND in zahlreichen Schriften gezeigt hat und auch bei uns (LUKKALA) sicher konstatiert worden ist, Moorbrände in Betracht. — Die Oberflächenmorphologie der Moore, vor allem die Bülden- und Strangbildungen, durch welche mosaikartig »kombinierte Moortypen« entstehen, sind besonders von TANTTU (1916) und AUER (1920) untersucht worden. — In nahem Zusammenhang mit den Prozessen des Feuchterwerdens der Moore steht die Versumpfung des Waldbodens, eine Erscheinung, die bei uns

besondere Aufmerksamkeit beansprucht. Diese Frage ist vor allem von BACKMAN untersucht worden, der im Jahre 1919 seine hauptsächlich im mittleren Österbotten ausgeführten genauen, jahrelangen Untersuchungen veröffentlicht hat. Besonders durch Feststellung der Umrisse aller ehemaligen zugewachsenen Seen grosser Mooregebiete ist er zu dem Resultat gekommen, dass die Versumpfung des Waldbodens eine ganz gewaltige gewesen ist — wenigstens 95 % des Moorareals im mittleren Österbotten ruht auf ehemaligem Waldboden — und kleinere Untersuchungen sowie zerstreute Beobachtungen in anderen moorreichen Gebieten haben gezeigt, dass das Verhältnis dort kein wesentlich anderes ist. Durch Untersuchungen über den Höhenzuwachs u. a. der Moore wird ferner festgestellt, dass die Versumpfung auch in der Jetztzeit mit furchtbarer Gewalt weiterschreitet. Die Entwässerung der Moore ist also nicht nur wichtig, um aus den Mooren neuen produktiven Waldboden gewinnen zu können, sondern es sind ausserdem Schutzentwässerungen notwendig, um den gesunden Waldboden vor Versumpfung zu bewahren.

Es wurde schon gezeigt, dass der Reichtum der Pflanzenarten — *ceteris paribus* — bei den ergiebigsten Waldtypen am grössten ist. Es liegt in der Natur der Sache, dass die ergiebigsten Waldtypen bei gleichem Klima den kräftigsten Boden fordern, eine Annahme, welche durch jederzeitige Beobachtung in der Natur bekräftigt wird und besonders auch durch VALMARIS oben angeführte Untersuchungen eine Bestätigung erhalten hat. Desgleichen gibt es ergiebigere und weniger ergiebige Wiesen-, Moor- u. a. Typen, die sich nach den Untersuchungen TANTUS über die durch Entwässerung hervorgerufenen regelmässigen Sukzessionen der Moore sowie in Anbetracht der Tatsache, dass die überwiegende Mehrzahl der »natürlichen« Wiesen den Wäldern oder Mooren ihre Existenz verdankt, ähnlich verhalten müssen. Auch ist es meistens nicht unmöglich, den ursprünglichen Typ der Äcker, wenigstens annäherungsweise (den Kollektivtyp) zu bestimmen. Durch statistische Untersuchung, die vorläufig am besten durch die bei uns übliche linienweise Taxierung vorsichgeht, kann man also, wenn man die Arealverhältnisse der ergiebigeren und weniger ergiebigen Waldtypen, desgleichen die der Wiesentypen, Moortypen u. s. w. berücksichtigt, in grossen Zügen die mittlere Fruchtbarkeit verschiedener Gebiete eines Landes annähernd beurteilen. Dabei können ausserdem verschiedene Kriterien in Anwendung kommen, besonders die Verbreitung und die Frequenz der anspruchsvolleren Pflanzenarten, wobei man sich jedoch natürlich erinnern muss, dass die verschiedenen Gegenden nicht gleichmässig untersucht worden sind. Durch Untersuchungen dieser

Art, an welchen sich besonders LUKKALA (1919) und LINKOLA (1922) beteiligt haben, ist festgestellt worden, dass die verschiedenen Gegenden Finnlands mit Hinsicht auf ihre Fruchtbarkeit untereinander sehr grosse Unterschiede aufweisen und dass die Kolonisation Finnlands von den ältesten Zeiten an bis in die Jetztzeit in sehr hohem Grade von diesen Verschiedenheiten abhängig gewesen sind, sowie auch dass diese Verschiedenheiten sogar noch für die Art und Intensität der jetzigen Landwirtschaft nicht ohne Bedeutung sind. Andererseits geben solche Untersuchungen natürlich wichtige Winke bei dem Ordnen der zukünftigen Kolonisation des Reiches. — Kombiniert mit stratigraphischen Moorstudien u. dgl. haben Untersuchungen dieser Art ergeben (HEIKINHEIMO, AUER), dass z. B. in Kuusamo eine sehr bemerkenswerte Verschlechterung der Bonitätsverhältnisse in postglazialer Zeit geschehen ist, ein Ergebnis, welches im vollen Einklang mit der von dem Redner schon 1914 hervorgehobenen Tatsache steht, dass die höheren Wasserscheidegebiete *ceteris paribus* die sterilsten Gegenden sind, was auch von LUKKALA und LINKOLA bekräftigt worden ist.

Wir sind so zu den jüngsten finnischen pflanzen-topographischen Arbeiten gekommen. Diese sind natürlich nicht mehr unter Norrlins Leitung ausgeführt worden. Seine für die pflanzen-topographische Forschungsarbeit Finnlands segensreiche Tätigkeit fand schon Anfang 1917 ihren Abschluss; sie ruhen aber alle, teils unmittelbarer, teils mittelbarer auf der sehr ergiebigen Grundlage, welche Norrlins pflanzen-topographische Forschung gebildet hat.