

Die geographischen Gebiete der Moore Feuerlands

von

VÄINÖ AUER

Über die Moore Feuerlands machte BONARELLI schon im Jahre 1916 einige vorläufige Angaben. Danach untersuchte CALDENIUS einige Moore, über die GUINAZU 1929 ein einziges vollständiges Profil veröffentlichte. Die hauptsächlichsten Forschungen aber leistete die erste finnische Expedition in den Jahren 1928/1929. Über diese Untersuchungen erschienen viele, vorwiegend torfgeologische Veröffentlichungen (AUER 1933, 1941, 1946). Später wurden sie durch geologische Schriften der finnisch-argentinischen Expeditionen ergänzt (AUER 1950, 1953, 1956, 1958, 1959). ROIVAINENS Untersuchung über die gegenwärtige Flora und Vegetation erschien 1955. So ist ein Material zusammengekommen, auf dessen Grundlage es möglich geworden ist, sowohl über die stratigraphischen als auch über die pflanzengeographischen Typen der Moore regionale Schlüsse zu ziehen.

Feuerland ist in mancher Hinsicht ein dankbares Gebiet für regionale Untersuchungen von Mooren. Auf verhältnismäßig engem Raume sind dort extreme klimatische Zonen anzutreffen. Im Außenarchipel beträgt die jährliche Niederschlagsmenge 2000—3000 mm und mehr (KNOCHE und BORZAKOW 1947), während sich dagegen im nördlichen Teil der Hauptinsel eine Zone trockenen Klimas erstreckt, in der die Niederschlagsmenge kaum 250—300 mm ausmacht. Da das Gebiet an sich rauh ist, indem die Temperatur das ganze Jahr über niedrig bleibt, haben gute Möglichkeiten für das Aufkommen von Mooren bestanden.

Infolge der Niederschlagsmenge ist die Vegetation so verteilt, daß die trockensten Gegenden von *Festuca*-Steppe und die der reichlichsten Niederschlagsmenge von immergrünen *Nothofagus betuloides*-Wäldern bezogen sind, während die dazwischen gelegenen Flächen hauptsächlich sommergrüne *Nothofagus pumilio*- und *N. antarctica*-Wälder tragen. Das Klima hat somit die Großräume der Vegetation diktiert, und die örtlichen Faktoren haben sich ausgewirkt in der Buntheit, die für die Eigenschaften der Moore in den Übergangsbereichen Feuerlands kennzeichnend ist. In dieser Hinsicht sind besonders die Moränenböden wichtig, denn auf ihren Flächen suchen Wälder und Moore sich zu sammeln (Abb. 1).

Einige der wichtigsten Ergebnisse der finnischen Feuerlandexpedition waren das Aufdecken der Tephra-Chronologie und ihre Anwendung auf mancherlei wissenschaftliche Disziplinen (AUER 1933 und 1950). In den Schichten der Moore und Humusböden Feuerlands und Südpatagoniens erscheinen in der Postglazialzeit drei von Eruptionen hinterlassene Tephra-Schichten, die in der Altersfolge mit I, II und III beziffert

wurden. Jede von ihnen bezeichnet in den Lagerfolgen einen synchronen Horizont, so daß sie zusammen mit dem Pollenverfahren das Gerüst ausmachten, auf das alle Schlußfolgerungen über die Vorgänge der verschiedenen Zeiten projiziert wurden. Später bestätigten C₁₄-Bestimmungen die schon ursprünglich auf das Pollenverfahren gegründete Chronologie, so daß danach die Tephra-Schichten auch als absolute zeitliche Anhaltspunkte gelten konnten. So erhielt Tephra I den Wert 9000, Tephra II etwa 4480 und Tephra III etwa 2240 Jahre. Aus praktischen Gründen ist dann die Anfangsphase der Postglazialzeit Feuerlands und Patagoniens von Tephra I an gerechnet worden. Die finnische Feuerland-Expedition fand außerdem Bimsstein-Feinsand am Grunde der am Fuße des Gebirges der Hauptinsel gelegenen Moore, im Ton der Eisseen. Sie erhielten die Nummer 0. Später fand man im Profil von La Misión, am Atlantik, ganze vier verschiedene 0-Tephra-Schichten, von denen sich die ältesten als der älteren Dryaszeit angehörig erwiesen (AUER 1958, 1959). Bei Erforschung des Eisrückzuges ließen sich gerade die als recht wichtig erkennen (AUER 1933—1961).

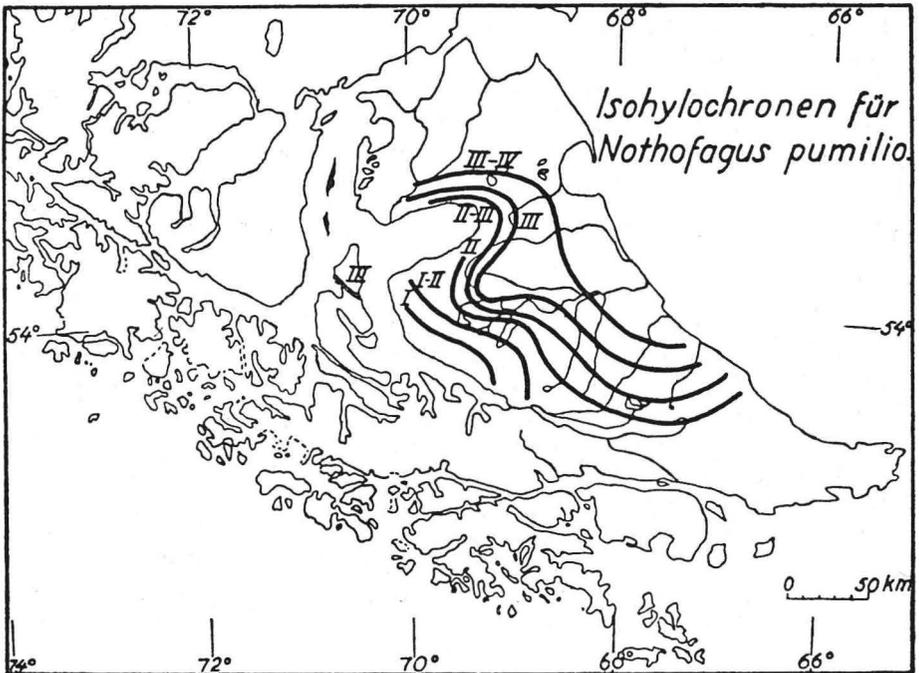


Abb. 2. Die Isohysochronen der Vorwärtsbewegung des Waldes.

Als so nun sichere synchrone Horizonte gewonnen worden waren, konnten Linien, sog. Isohylochronen (Abb. 2), gezeichnet werden, die die summarischen Ränder beim Vordringen des Waldes in jeder post-

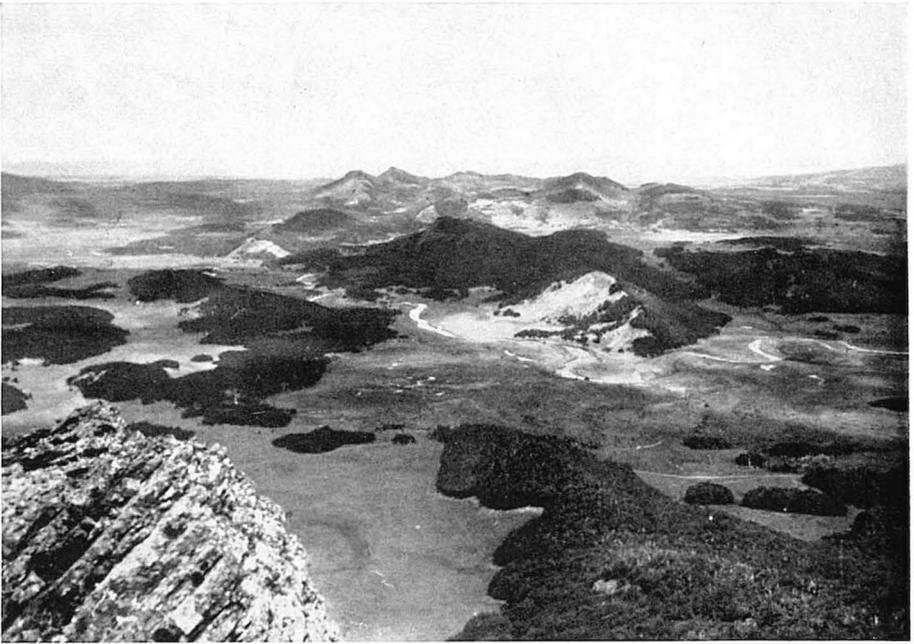


Abb. 1. Feuerländische Parklandschaft. Auf dem Bilde dringt von links her die Steppe vor, und der zurückweichende Wald wehrt sich in einzelnen Gehölzen. Vicuña.
Foto: V. AUER



Abb. 5. Auf der Übergangsfläche zwischen Regenwald und sommergrünem Wald gelegenes Moor, dessen rezente Pflanzendecke sowie Schichten recht regellos sind. Die *Sphagnum*-Flecken sind aktiv. Monte Buckland. Photo: V. AUER.

glazialen Tephra-Schicht festlegen. Desgleichen wurde der Rückzug des Waldes festgestellt, der nach Tephra III begann und sich noch heute fortsetzt.

Die Untersuchungen ROIVAINENS legte die Pflanzendecke der Moore dar, und er stellte auch auf deren Grundlage eine räumliche Gliederung auf (1954, S. 13), aus der die reinen Moortypengebiete wie auch die zwischen ihnen gelegenen Übergangsgebiete hervorgehen. Da aus der Stratigraphie der Moore die Klimaschwankungen der Postglazialzeit ersichtlich sind und da sich in der gegenwärtigen Pflanzendecke der Moore die heutigen klimatischen Verhältnisse empfindlich spiegeln, ist es klar, daß deren gegenseitiger Vergleich eine dankbare Grundlage für die Auslegung der paläogeographischen Entwicklung abgibt (Abb. 3).

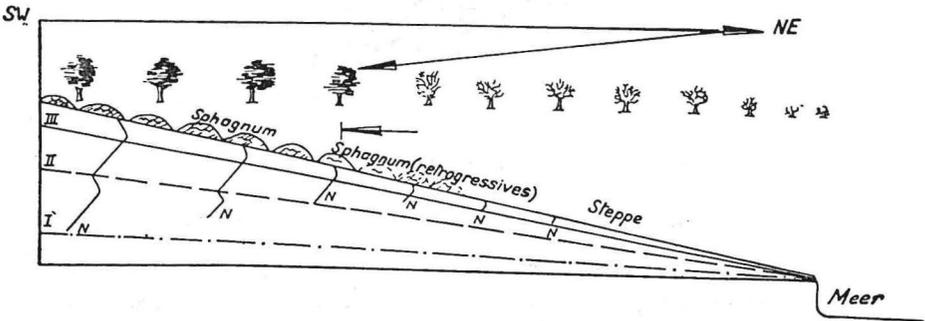


Abb. 3. Schematische Darstellung des zwischen der Cordillera Fueguina und dem Atlantik gelegenen Gebietes in bezug auf die Verhältnisse der Torfmächtigkeit, auf Vordringen und Zurückweichen des Waldes, auf Grund der I., II. und III. Eruption bestimmt.

Die reinen stratigraphischen Typen Feuerlands verteilen sich recht deutlich nach den heutigen makroklimatischen Räumen (Abb. 4). So erscheinen auf den trockensten Steppenflächen hauptsächlich aus *Carex*- und Wiesentorf bestehende Moore sowie um Quellen, die dort von größter Bedeutung sind, *Bryales*-Torfmoore. Die letzteren suchen außerdem auch Flußläufe auf. Im Bereich von *Nothofagus pumilio* und überhaupt sommergrünem Wald erstrecken sich gewaltige, hauptsächlich terrainbedeckende (OSVALD 1925) sowie auch ombrogene *Sphagnum*-Hochmoore (v. BÜLOW 1929, SJÖRS 1948) ¹. Die Gegenden mit *Nothofagus betuloides*-Wald sind vorwiegend durch Polstertorfmoore gekennzeichnet. Der Rahmen dieser Dreiteilung schließt eine zahlreiche Menge von Übergangsflächen ein, die bei der Erklärung der Klimaschwankungen von sehr großer Bedeutung sind.

1) Rein morphologisch könnten der Hochmoorgruppe auch diejenigen Moore angeschlossen werden, deren Oberfläche um soviel höher als ihre Umgebung liegt, daß die Wölbung deutlich wahrzunehmen ist. Zu dieser Großgruppe gehörten dann u. a. die Polstermoore des Regengebietes.

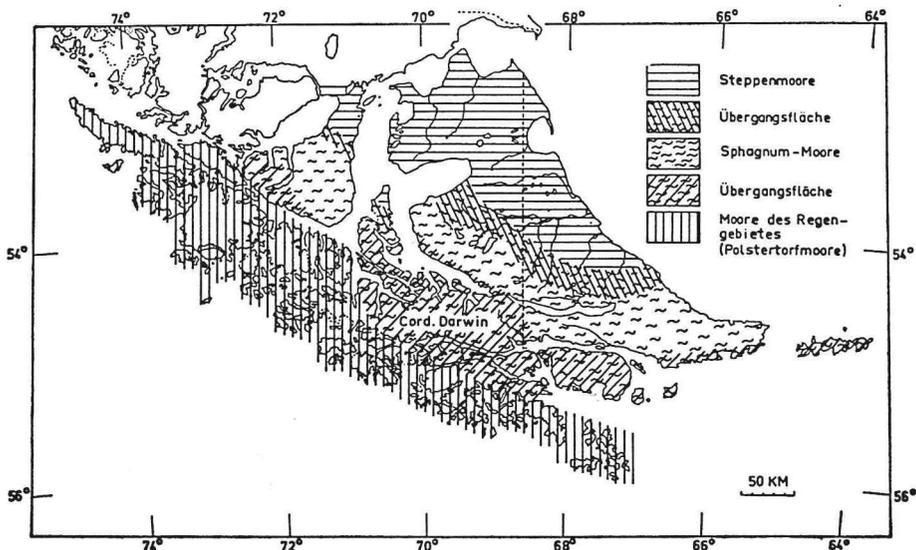


Abb. 4. Die stratigraphischen Hauptgebiete der Moore.

So liegt zwischen den Mooren des Regengebietes und denen des Gebietes sommergrünen Waldes eine weit ausgedehnte Übergangsfläche, in der nach ROIVAINEN die Vegetation besonders abwechslungsreich ist (Abb. 5). In ihnen sind die Torfschichten so regellos, daß es oft unmöglich ist, Profile zu zeichnen, in denen die Schichten deutlich genug dargestellt werden könnten. In diesem Areal wachsen sowohl *N. betuloides* als auch *N. pumilio*, diese ist von unverkennbar stärkerer Vitalität, während jene etwas schwächer ist. Dies geht auch daraus hervor, daß sich auf kahlgebrannten oder -geschlagenen Flächen wie auch auf dem von zurückweichenden Gletschern hinterlassenen „Neuland“ entweder *N. pumilio* oder *N. antarctica* ansiedelt, aber auch Moose, wie *Sphagnum magellanicum* und *Sph. fimbriatum*. Sowohl die Gegend reichlichen Niederschlages als auch die eben genannte Übergangsfläche sind hauptsächlich Vorkommensbereich „junger Moore“, denn die Gletscher haben sich erst in der Postglazialzeit von dort zurückgezogen.

Zwischen dem sommergrünen Wald und der Steppe liegen viele Übergangsflächen (Abb. 6), unter denen z. B. folgende unterschieden werden könnten: im steppenwärtigen Teil des *N. pumilio*-Waldes liegt *N. antarctica* - *N. pumilio*-Übergangsgelände. Dort ist erstere von starker Vitalität und letztere offenbar in Abschwächung begriffen, so daß in den *N. antarctica*-Wäldern nur als Inseln Relikte des zurückweichenden *N. pumilio*-Waldes vorkommen. Den Torf bilden hauptsächlich *Carex*, *Bryales* und *Marsippospermum*. Die *Sphagnum*-Moore sind dünn- torfig, oder *Sphagnum* tritt nur in Flecken auf *Carex*-*Bryales*- und *Marsippospermum*-Mooren auf. Von hier aus gegen die Steppe ließe sich eine

Übergangsfläche unterscheiden, in der die Steppe und *N. antarctica* um die Vorherrschaft kämpfen. *N. antarctica* erscheint dort hauptsächlich als Galeriewälder an Flußläufen und an windgeschützten Stellen auf den Hängen der Moränen. Die Moore sind flach, abtrocknend, hauptsächlich *Carex-Bryales*- und Wiesentorfmoore. *Sphagnum* wächst hier und da und breitet sich auf die abtrocknenden *Bryales*- und *Carex*-

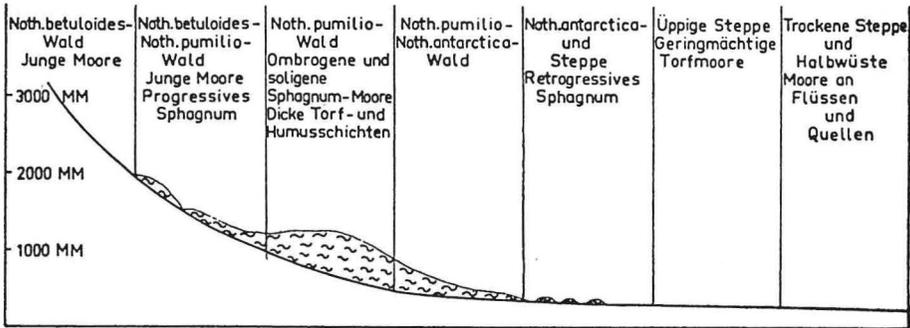


Abb. 6. Schematische Darstellung des gegenseitigen Verhältnisses von Zonen und Niederschlagsmenge. Auf der Kurve für die Niederschlagsmenge sind die relative Dicke des *Sphagnum*-Torfes, sein Vordringen in das Regengebiet und sein retrogressives Auftreten am Rande von Steppe und Wald angegeben.

Moore aus, unter Bildung von Bülden und Matten, die, nachdem sie eine Zeitlang gewachsen sind, durch den Wind destruiert werden. Diese sog. retrogressive Entwicklung ist in Kanada (LEWIS & DOWDING 1926) und Eurasien festgestellt worden.

Auch in der Steppe können eine in der Nähe des Waldes erscheinende üppige Steppe, in der die Wiesentorfmoore im Abtrocknen begriffen sind, sowie eine trockene, in der die Moore sich in Salzseen wandeln, unterschieden werden. In ihnen sind die feuchten Perioden als dünne Süßwasserschichten zu sehen, die trockenen dagegen als dünne Salzsichten. In dieser Zone sind auch die kleinen klimatischen Schwankungen als dünne Salz- und Süßwasserschichten zu erkennen.

Auch die Zuwachsgeschwindigkeit des Torfes ist für jedes Gebiet bezeichnend. In den Mooren der Regenwälder bestimmen den Betrag des Zuwachses die Polsterpflanzen, deren Dicke ziemlich schnell zunimmt. Die größte Zuwachsgeschwindigkeit des Torfes zeigt sich da, wo die *Sphagnum*-Moore ombrogene und soligene sind. Am langsamsten ist der Torfzuwachs in den Mooren der Steppe gewesen. Aus den Profilen geht des weiteren hervor, daß die ältesten Moore in den am frühesten vom Inlandeise befreiten Moränenböden entstanden sind. Dort hat Verlandung von Seen und Vermoorung trockenen Bodens schon in präborealer Zeit eingesetzt. Im Einflußbereich der eustatischen Bewegung des Meeresufers haben sich schon zu Beginn der älteren Dryaszeit Moore gebildet (AUER 1959).

Im Lichte der Tephra-Chronologie ist auch der Einfluß der klimatischen Verhältnisse der Postglazialzeit zu erkennen. Bei Tephra I zeigt das Vermooren einen Stillstand und sind die Seen entweder abgetrocknet oder schnell verlandet. Dies entspricht der Borealzeit. In der darauffolgenden atlantischen Zeit ist das Vermooren sehr intensiv gewesen, zugleich haben die Wälder mit ihrem schnellen Vordringen auf die Steppe begonnen. Um dieselbe Zeit hat auch der Meeresspiegel von dem tiefen Stand der Borealzeit zu steigen angefangen, eine Transgression, die der Echineis-Ancylus-Phase Fennoskandiens entspricht. Ihre Tone bedecken die in der Borealzeit entstandenen Ufersümpfe. Die frühere atlantische Zeit war kühl und feucht, nachdem aber die Transgression in 9—10 m Höhe ihr Maximum erreicht hatte, begann die allmähliche Erwärmung im Verlaufe der jüngeren atlantischen Zeit, bei langsamen Sinken des Meeresspiegels. In der dem Litorina entsprechenden Zeit stand das Klima in seinem Optimum, aber schon in der Zeit zwischen Tephra II und III herrschte ein Abtrocknen, das der Subborealzeit entspricht. Damals trat im Vordringen der Wälder ein Verlangsamten, ja sogar ein Stillstand ein, und der Torfzuwachs der Moore war sehr träge.

Nach Tephra III, als die feuchtkühle subatlantische Zeit einsetzte, ging *Nothofagus pumilio* stark auf die Steppe zu vor, desgleichen erreichten auch die übrigen Bäume in ihrer Ausbreitungsbewegung ihr Maximum, das in der Mitte dieser Zeit abbricht. Aus den Moorprofilen geht hervor, daß nach Tephra III praktisch alle *Sphagnum*-Hochmoore entstanden sind. Ein intensives Abtrocknen begann in der Mitte der Zeit, als sich das eigentümliche Steilerwerden im Randhang der *Sphagnum*-Hochmoore vollzog, die *Sphagnum*-Decke sich progressiv gegen das Gebiet der Regenwälder auszubreiten begann und sich retrogressiv auf der Steppe bewegte (Abb. 6).

Die Pollendiagramme geben einen Fingerzeig für die Deutung der sogenannten feuchten und trockenen Zeiten. Die edaphischen Verhältnisse sind in den feuchten Perioden sehr günstig, da die Niederschläge gleichmäßig verteilt sind. Dann haben die Spurenelemente als Katalysatoren wirken können, und der Kreislauf der Elemente hat sich normal zu vollziehen vermocht. Die trockenen Perioden dagegen sind so auszulegen, daß die Niederschlagsmenge sich in langen Zeiten der Dürre, die mit kurzen Platzregenzeiten abgewechselt haben, ungleichmäßig verteilt hat. Der Kreislauf der Elemente im Boden ist dann gestört. Dies läßt sich erkennen in der Pollenzusammensetzung der zuunterst in den Polstermooren der Regenwälder vertretenen Borealzeit, einem Spektrum, das überhaupt keinen Baumpollen enthält. Da es undenkbar ist, daß der Wald dort ganz verschwunden gewesen wäre, ist die einzige Erklärung, daß die Vitalität des Waldes sehr schwach gewesen ist.

Die letzte subatlantische Periode ist nicht ununterbrochen kühl-feucht gewesen, sondern durch große Schwankungen gekennzeichnet. Damals haben sich bei den Mooren manche oberflächenmorphologische Züge herausgebildet, die für die rezenten Moore bezeichnend sind. Außer dem steilen Randhang der *Sphagnum*-Hochmoore (GRANLUND 1932)

haben sich auch „Kermis“ und Stränge (AARIO 1933) in ganz derselben Weise gebildet wie in Sibirien (mehrere russische Forscher, u. a. KATZ 1932), dem nördlichen Fennoskandien und auch Nordamerika. Bekannte Erscheinungen sind u. a. die *Sphagnum*-Bemoosung der „Aapamoore“ wie auch die Herausgestaltung von „Palsas“ und „Pounus“ (RUUHIJÄRVI 1960) sowie das Abtrocknen wasserreicher Hangmoore (HAVAS 1961). Die trockenen kurzen Zeitspannen im Verlaufe dieser Periode haben Stillstandkomplexe in Form von Flechten u. a. bewirkt. Da außerdem in der Temperatur große Schwankungen eingetreten sind, ist es klar, daß Gefriererscheinungen, Wind und Wasserlauf eine starke mechanische Wirkung auf die Entstehung dieser oberflächenmorphologischen Gebilde ausgeübt haben.

In diesem Zusammenhang ist anzuführen, daß die genannten stratigraphischen Erscheinungen wie auch die Gegebenheiten der Flora und Vegetation ebenfalls in Nordpatagonien anzutreffen sind.

Besonders richtet sich die Aufmerksamkeit auf die Beobachtungen der früheren Botaniker und Geographen (SKOTTSBERG 1916, BERNINGER 1929 u. a.). So erwähnt BERNINGER in seinem schon klassisch gewordenen Werk „Wald und offenes Land in Süd-Chile seit der spanischen Eroberung“ in manchen Zusammenhängen Beobachtungen, die die letzte trockene Phase kennzeichnen.

Er erklärt, daß im „kontinentalen Sommerwald“ die immergrünen Pflanzen im Schwinden begriffen seien (l. c., S. 36). Desgleichen befänden sich *Nothofagus obliqua* und *N. procera* im Zustand des Zugrundegehens (l. c., S. 38). Ebenso habe *Nothofagus Dombeyi* vor den Lorbeerblättrigen, wie *Aextoxicum*, *Laurelia* und *Eucryphia*, zu weichen (l. c., S. 49). Auch *Araucaria* sei stellenweise schwach.

BERNINGER nennt besonders schwach den sommergrünen Wald, der die vom Menschen kahlgeschlagenen Flächen nicht zurückzuerobern vermocht habe. Die trockenen Zeiten bedrängten die chilenische Längsenke alljährlich so sehr, daß sich für sie ein Gegenstück nicht einmal in der Subborealzeit Europas fände. In diese Wälder habe sich das trockene Steppengras ausgebreitet, das sommers verdorre (l. c., S. 120).

Eine ausführliche Untersuchung über den Einfluß dieser Erscheinung auf die Wälder Patagoniens hat ERKKI KALELA (1939) im Zusammenhang mit der zweiten finnischen Patagonien-Expedition ausgeführt.

Literatur

- AARIO, L., 1933: Pohjoissatakuntalaisen kermikeidastyypin luonne ja levinneisyys. Deutsches Referat: Die Verbreitung der Kermihochmoore von N-Satakunta und darauf einwirkende Faktoren. Fennia 59. Helsinki.
- AUER, V., 1933: Verschiebungen der Wald- und Steppengebiete Feuerlands in post-glazialer Zeit. Acta Geographica 5, No 2. Helsinki.
- , 1941: Der Torf und Torfschichten als historische Urkunden Feuerlands und Patagoniens. Geol. Rundschau 32, H. 4—5. Bonn.
- , 1946: The Pleistocene and Post-Glacial Period in Fuegopatagonia. Preliminary Informations. „Sitzungsberichte“. Academia Scientiarum Fennica. Helsinki.

- , 1950 Las capas volcánicas como base de la cronología postglacial de Fuego-patagonia. *Revista de invest. Agric. T. III, No 2. Buenos Aires.*
- , 1953: Nuevos aspectos de la sequía en la Patagonia. *IDIA. Buenos Aires.*
- , 1956: The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part I: The Ice and Interglacial Ages. *Ann. Acad. Sci. Fenn., Series A, III, 45. Helsinki.*
- , 1957: Über die eustatische Bewegung des Meeresspiegels in Feuerland-Patagonien. *Stuttgarter Geographische Studien. HERMANN LAUTENSACH-Festschrift. 69. Stuttgart.*
- , 1958: The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part II: The History of the Flora and Vegetation. *Ann. Acad. Sci. Fenn. Series A, III, 50. Helsinki.*
- , 1959: The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part III: Shoreline Displacements. *Ibid., 60. Helsinki.*
- , 1961: Die vulkanischen Schichten von Feuerland und Patagonien und das Zurückweichen der letzten Vergletscherung. *Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel. Schmieder-Festschrift. Band XX. Kiel.*
- BERNINGER, O., 1929: Wald und offenes Land in Süd-Chile seit der spanischen Eroberung. *Stuttgart.*
- BONARELLI, G., 1917: Tierra del Fuego y sus turberas. *Anal. Minist. Agricult., Secc. Geol. XII, 3. Buenos Aires.*
- V. BÜLOW, K., 1929: Allgemeine Moorgeologie. *Handbuch der Moorkunde. I. Verlag von Gebrüder BORNTAEGER. Berlin.*
- GRANLUND, E., 1932: De svenska högmossarnas geologi. *Sveriges Geol. Undersökning. Årsbok 26. Stockholm.*
- GUINAZU, R., 1934: Los depósitos de turba de Tierra del Fuego. *Dirección de Minas y Geología. No 103. Buenos Aires.*
- HAVAS, P., 1961: Vegetation und Ökologie der ostfinnischen Hangmoore. *Ann. Bot. Soc. „Vanamo“. T. 31, No 2. Helsinki.*
- KALELA, E., 1941: Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldern Ostpatagoniens. *Ann. Acad. Sci. Fenn. Series A, IV, No 2. Helsinki.*
- KATZ, N.: Zur Kenntnis der Moore des Fernen Ostens. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. L, H. 6.*
- KNOCHE, W. y BORZACOV, V., 1947: Clima de la República Argentina. *Precipitaciones. Geographía de la República Argentina. Gaea, VI. Buenos Aires.*
- LEWIS, F. and DOWDING, E. S., 1926: The vegetation and retrogressive changes of peat areas („muskegs“) in central Alberta. *The Journal of Ecology. Vol. XIV, No 2. Cambridge.*
- OSVALD, H., 1925: Die Hochmoortypen Europas. *Veröff. d. Geobotanisch. Inst. Rübel, H. 3. Festschrift CARL SCHRÖTER. Zürich.*
- ROIIVAINEN, H., 1954: Studien über die Moore Feuerlands. *Ann. Bot. Soc. „Vanamo“. T. 28, No 2. Helsinki.*
- RUUHJÄRVI, R., 1960: Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. *Ann. Bot. Soc. „Vanamo“. T. 31, No 1. Helsinki.*
- SJÖRS, H., 1948: Myrvegetation i Bergslagen. *Acta Phytogeographica Suecica, 21. Uppsala.*
- SKOTTSBERG, C., 1916: Botanische Ergebnisse der schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907—1909. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd. 56, No 5. Stockholm.*