Vol. (Bd.) VII 1942 No 5/6

Soil Research
Bodenkundliche Forschungen
Recherches sur le Sol

Organ of the International Society of Soil Science
Organ der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft
Organe de l'Association Internationale de la Science du Sol

The Supplements — Beiheft — Les Suppléments:
Official Communications
Offizielle Mitteilungen
Communications Officielles
are edited extra

Edited by the Executive Committee of the International Society of Soil Science — Herausgegeben vom Vorstand der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft — Publiés par la Présidence de l'Association Internationale de la Science du Sol — Editor in chief — Schriftleiter — Rédacteur en chef: F. Giesecke, Berlin — Assistant Editors — Mitarbeiter — Collaborateurs: E. M. Crowther, Harpenden; A. J. Demolon, Versailles

Bibliotheek
Staatsbosbeheer
UTRECHT

Manuscripts, books etc. and all reports concerning the editorship and the publication are to be adressed to Prof. Dr. F. Giesecke, Berlin-Dahlem, Lentzeallee 55—57
Manuskripte, Bücher usw. und alle die Redaktion und den Verlag betreffenden Mitteilungen sind zu richten an Prof. Dr. F. Giesecke, Berlin-Dahlem, Lentzeallee 55—57
Les manuscrits, les livres etc. et tous les communications concernant la rédaction et la publication sont à adresser au Prof. Dr. F. Giesecke, Berlin-Dahlem, Lentzeallee 55—57

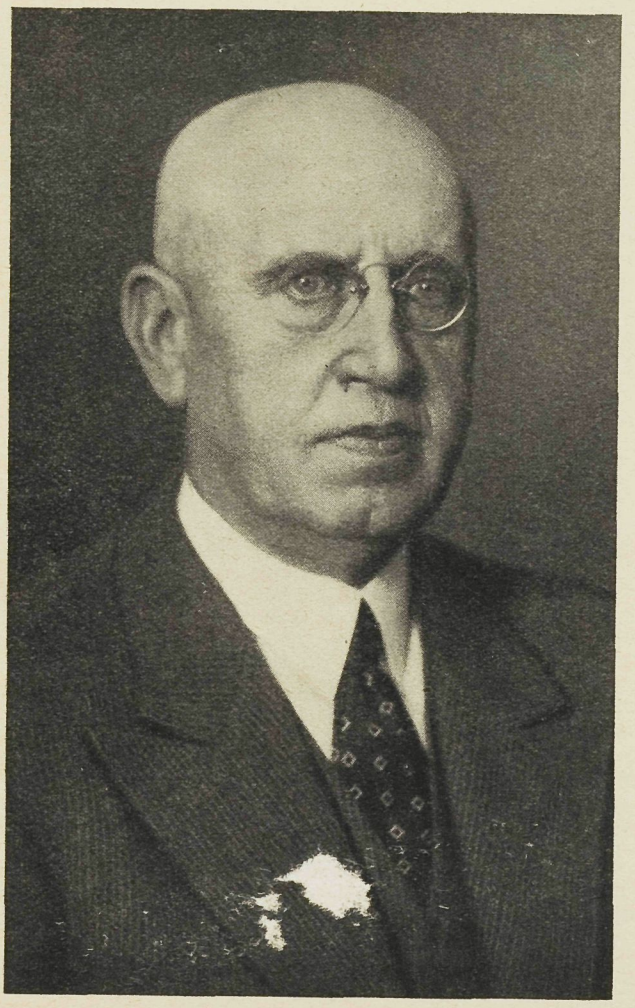
The Executive Committee; Der Vorstand; La Présidence
President; Präsident; Premier Président: Prof. Dr. F. Giesecke, Berlin
Acting President; Stellvertretender Präsident; Premier Président adjoint:
Dr. D. J. Hissink, Bussum
Vice-Presidents; Vizepräsidenten; Vice-Présidents:
Prof. Dr. A. A. Jarilov, Moscou; Dr. A. Demolon, Versailles
Representative of the International Institute of Agriculture in Rome; Vertreter des Internationalen Landwirtschafts-Instituts in Rom; Représentant de l'Institut International d'Agriculture à Rome: The General Secretary of the Institute
Honorary General Secretary; Ehrenamtlicher Generalsekretär;
Secrétaire Général Honoraire: Dr. D. J. Hissink, Bussum
Editor of the Review; Redakteur der Zeitschrift; Rédacteur de la publication périodique: Prof. Dr. F. Giesecke, Berlin
Members ex officio; Mitglieder ex officio; membres ex officio:
Prof. Dr. G. De Angelis d'Ossat, Roma; Sir E. John Russell, Harpenden

Inhalt — Contenu — Contents

S.

Giesecke, F., Nachruf für Prof. Schucht 179
Brüne, Nachruf für Prof. Tacke 181
Aario, L., Boden und Pflanzengesellschaften Nordfinnlands 182
Arany, A., Bildung und Einteilung der Szikböden 205
Hellmers, J. H., Die Bodentypen Afrikas 239
Jacob, A., Ist die Zusammensetzung der Tonfraktion des Bodens dynamisch oder statisch aufzufassen? 250

Bücher- und Zeitschriftenschau 262



Friedrich Wilhelm Schucht †

Soil Research — Bodenkundliche Forschungen
Recherches sur le Sol

Organ of the International Society of Soil Science
Organ der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft
Organe de l'Association Internationale de la Science du Sol

Vol./Bd. VII 1942 No 5/6

Friedrich Wilhelm Schucht †

Am 31. März 1941 entschlief nach kurzer schwerer Krankheit im 71. Lebensjahre

der Herausgeber unserer Zeitschrift

Professor Dr. Dr. h. c. Friedrich Wilhelm Schucht

o. Professor an der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin
Honorarprofessor an der Techn. Hochschule Berlin
und an der Forstlichen Hochschule Eberswalde
Präsident der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft
Vorsitzender der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft
Vertrauensmann im Forschungsdienst
Ehrenmitglied der Deutschen Geologischen Gesellschaft
Ehrenmitglied des Forschungsdienstes
Inhaber hoher und höchster Orden.

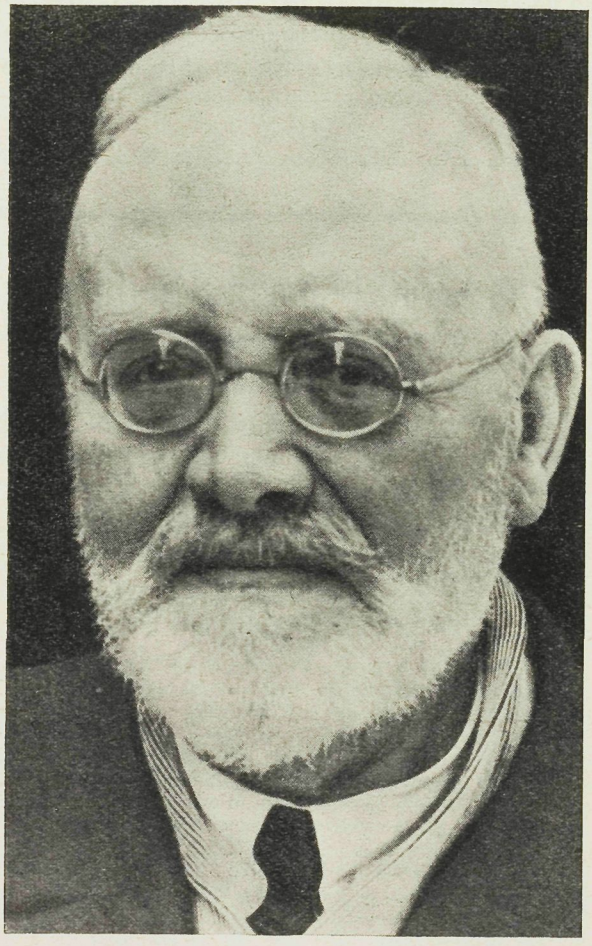
29 Jahre lang, fast von der Gründung des Zeitschriftenwesens der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft an, hatte Herr Professor Dr. Schucht die ehrenamtliche Schriftleitung unserer Zeitschrift innegehabt. Frühzeitig erkannte der Verstorbene, daß ein Zusammenschluß aller Bodenkundler der Welt — mehr vielleicht als auf anderen Wissenschaftsgebieten — zu einer Förderung der bodenkundlichen Wissenschaft und der bodenkundlichen Erkenntnisse führen mußte, und so finden wir Professor Schucht von den ersten internationalen Zusammenkünften der Bodenkundler an in führender Stellung tätig.

Als wesentliches Mittel zur Förderung der Zusammenarbeit aller Bodenkundler sah der Entschlafene die Schaffung eines internationalen bodenkundlichen Schrifttums an. Fast 30 Jahre hat Professor Schucht als Redakteur unserer Zeitschrift und ihrer Vorgänger die Entwicklung des internationalen Schrifttums gefördert. Mit viel Liebe und größter Arbeitsintensität hat Professor Schucht unsere Zeitschrift zu hohem Ansehen gebracht und damit der Bodenkunde als selbständiger Wissenschaft zum Durchbruch verholfen.

Für die Stetigkeit und Treue, die Schucht der internationalen Aufbauarbeit stets gewidmet hat, danken wir ihm über das Grab hinaus. Sein Name wird nicht nur stets in der Erinnerung derer bleiben, die ihn persönlich kannten, sondern er wird weiterleben in den Werken, die er für die Bodenkunde schlechthin geschaffen hat. Dazu gehört in erster Linie auch unsere Zeitschrift.

Wir werden sein Andenken durch erhöhten Einsatz für die bodenkundliche Wissenschaft ehren!

F. Giesecke.



B r u n o T a c k e †

Bruno Tacke †

Am 28. Oktober 1942 ist der frühere langjährige Leiter der Preußischen Moor-Versuchsstation in Bremen,

Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Dr. e. h.

Bruno Tacke,

heimgegangen. Wer den Verewigten noch vor einem Jahre sah, wie er, kaum gebeugt von der Last der Jahre, in erfreulicher Rüstigkeit und Frische die mannigfachen wohlverdienten Ehrungen zu seinem 80. Geburtstage entgegennehmen konnte, an erster Stelle die Verleihung der Goethemedaille für Kunst und Wissenschaft, hätte schwerlich gedacht, daß dieses für die deutsche Landeskultur so außerordentlich fruchtbare Forscherleben schon so bald zum Abschluß kommen würde. Mit dem Namen Bruno Tacke wird vor allem der neuzeitliche Aufschwung der deutschen Moor- und Heidekultur für alle Zeiten unlösbar verbunden bleiben. Aber auch andere wichtige Gebiete der deutschen Landwirtschaft haben aus seinen bahnbrechenden Arbeiten auf dem Gebiete der Bodenkunde den stärksten Nutzen gezogen. In Sonderheit gilt dies von den Böden der Fluß- und Seemarschen, deren wissenschaftliche Bearbeitung in Deutschland zum ersten Male von Tacke in grundlegender Weise in Angriff genommen wurde. Auch für die Arbeiten der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft hat der Heimgegangene reges Interesse bekundet und zeitweise in der Unterabteilung für Moorböden den Vorsitz geführt. Mit Tacke ist ein großer Forscher dahin gegangen, dessen Namen ohne Zweifel auch außerhalb der Grenzen des Großdeutschen Reiches stets mit Achtung genannt werden wird.

Brüne-Bremen.

Boden und Pflanzengesellschaften Nordfinnlands

von

L. Aario, Helsinki

Der Felsgrund. Ebenso wie die übrigen Teile des Landes ist auch Nordfinnland fast durchweg aus archaischen Gesteinen bestehender Felsgrund. Der Bau Nordfinnlands, den vor allem Dr. Mikkola (1939) eingehend dargelegt hat, ist in der karelischen Faltungsperiode zustande gekommen. In Südost- und Ostfinnland entstand damals ein nordwest-südöstlich gerichtetes Kettengebirge, das sich bis nach Lappland fortsetzt, dort eine wechselnde Richtung annehmend. Jüngere, während der kaledonischen Faltungsperiode gefaltete Gesteine sind in Enontekiö spärlich vertreten. Auf der Fischerhalbinsel (1940 an Sowjetrußland abgetreten) gibt es gleichzeitig nur schwach metamorphosierte und fast ungefaltete Schiefer. Auch in Nord-Pohjanmaa ist man bei Bohrungen unter der mächtigen Bodendecke auf paläozoische, ja, vielleicht sogar mesozoische Tonschiefer gestoßen, die nirgendswo an der Erdoberfläche zu sehen sind. Die Entdeckung dieser Schichten erregte eine Zeitlang schwache Hoffnungen, Erdöl aufzufinden, aber eine nähere Untersuchung erwies die Hoffnungen als verfehlt.

Die obengenannten Gebirge sind jedes zu seiner Zeit zu einer Fastebene eingeebnet worden. Gegenwärtig vorhanden sind nur noch die tiefsten Wurzel der Gebirge, die tief eingesunkenen kristallinen Schiefer (vorwiegend Quarzite, Grünsteine, Glimmerschiefer und Dolomite) sowie die während der Faltung oder später zwischen sie geschobenen oder sie durchbrechenden Intrusivgesteine. Diese sind hauptsächlich Gneisgranite oder Granite, die bisweilen mit den Quarziten und Schiefern migmatitische Mischgesteine bilden.

Die Hauptzüge im Bodenbau Nordfinnlands sind auf Abb. 1 zu erkennen. Diese zeigt, das in Lappland, wie auch anderswo in Finnland, die Granite und Gneisgranite vorherrschen. Es ist jedoch zu bemerken, daß der Anteil der basischen Gesteine größer als in Südfinnland ist. Sie sind teilweise zur Zeit der Faltungen zwischen die älteren Gesteine eingedrungene Eruptivgesteine, die sich danach meistens metamorphosiert haben. Von diesen genannt seien die Gabbros, Diabase, Grünsteine, Strahlstein-, Talk- und Chloritschiefer, Amphibolite, Olivin- und Ser-

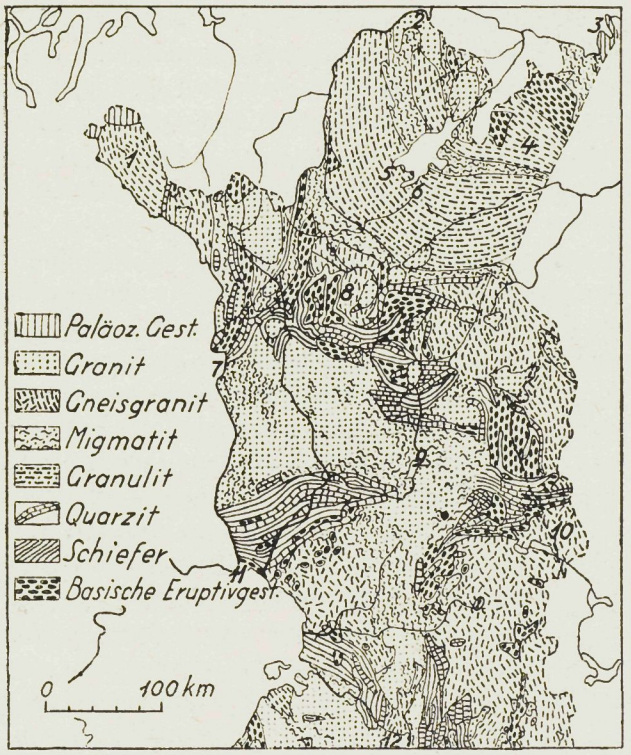


Abb. 1. Felsgrund in Nordfinnland.

1 = Enontekiö, 2 = Utsjoki, 3 = Kalastajasaarento, 4 = Petsamo, 5 = Inari, 6 = Ivalo, 7 = Kolari, 8 = Porkonen, 9 = Kemijärvi, 10 = Kuusamo, 11 = Alatornio, 12 = Oulujärvi.

pentingesteine. Von den ursprünglich sedimentogenen basischen Gesteinen seien die wirtschaftlich ziemlich bedeutsamen ausgedehnten Kalkstein- und Dolomitvorkommen von Alatornio, Kolari, Kuolajärvi und Kuusamo angeführt.

In dem in Nord-Pohjanmaa, Westlappland sowie von Kuusamo nach Nordwesten verlaufenden Schiefergebiet gibt es in reichlichem Maße schwach metamorphosierte Quarzite, neben denen Konglomerate, Dolomite, Glimmerschiefer und Grünsteine vorkommen. Zwischen und in diesen Schieferbildungen finden sich in weiter Erstreckung roter kalifeldspatreicher Granit, grauer, etwas vergneister Granit (Nordwestlappland) sowie Granitgneise besonders im östlichen Lappland. Das für Nordlappland kennzeichnende Gestein ist ein Granulit, der deutlich gestreift, gneisartig, granatreich und glimmerarm ist. Er bildet in Utsjoki und in Inari ein eigenes vom übrigen Felsgrund deutlich unterschiedenes

Gebiet. Die Bändergneise und Gneisgranite sind ebenfalls in Nordlappland reichlich vertreten. Geologisch gesondert ist das Fjeldgebiet von Petsamo, das hauptsächlich aus basischen Gesteinen aufgebaut ist (Väyrynen 1938). Sie sind teils basaltische Oberflächengesteine, teils tiefer erstarrte Gesteine, die sich später zu Serpentingesteinen metamorphosiert haben. Mit diesen sind die Nickelerzvorkommen von Petsamo verbunden.

Der allgemeine Bodenbau Lapplands ist vom Standpunkt der Erzforschung her aussichtsreich. Dort hat man denn auch wirklich in reichlichem Maße Erzvorkommen aufgefunden, aber hauptsächlich solche, deren Abbau sich wegen der Erzarmut, der geringen Größe des Vorkommens oder wegen langer Transportwege nicht gelohnt hat. Die Untersuchungen werden dadurch erschwert, daß der Felsboden größtenteils von losen Bodenarten bedeckt ist. In den Jahren der Unabhängigkeit Finnlands sind die Erzforschungen neu belebt worden, und besonders unter dem Leiter der Geologischen Kommission, Professor A. Laitakari, haben die Schürfarbeiten schnelle Fortschritte gemacht. So unterstehen auch augenblicklich mehrere Erzfunde einer näheren Untersuchung, und es ist wahrscheinlich, daß sich unter ihnen einige nutzbare finden. Von den lappischen Erzen ist bereits das reiche Nickelkupfererz von Petsamo angeführt worden. Zu nennen wären außerdem das ausgedehnte, aber ziemlich arme Magnetiterz von Pahtavaara in Porkonen, das am Vuolijoki gelegene Ilmenitmagnetitgebiet südlich vom Oulujärvi, das Eisenerz von Juvakaisenmaa in Kolari, der Kärväsvaara von Kemijärvi. Gold hat man vorwiegend im Kies des Ivalojoki gefunden. Es ist in Lappland ziemlich allgemein, aber in den untersuchten Fällen stets so spärlich, daß man an eine Großgewinnung nicht hat denken können. Ein Muttergestein, von dem der goldhaltige Kies herrühren könnte und das vielleicht für einen Grubenbetrieb ausreichende Mengen enthielte, hat man nicht angetroffen.

Die Bodenarten. In Nordfinnland sind wie auch anderswo in Fennoskandia die losen Bodenarten jung, am Ende der Eiszeit oder in der Nacheiszeit entstanden. Sie bedecken, wie oben bereits angeführt, Nordfinnland ziemlich einheitlich, so daß dort der Felsgrund viel seltener als in Südfinnland sichtbar ist. Dies liegt daran, daß das Gebiet, abgesehen von einigen Flußläufen sowie von den südlichsten und den allernördlichsten Gegenden, supraaquatisch ist, d. h. daß es nach dem Abschmelzen des Landeises nicht vom Meer oder einem Eissee bedeckt gewesen ist. Daher fehlen in diesen Gegenden die für das übrige Finnland so charakteristischen Anzeichen für die Bearbeitung durch die Küstenkräfte, u. a. die abgewaschenen Felsen.

Die wichtigste Bodenart ist die Moräne, die sich, die Ungleichförmigkeiten des Felsgrundes mildernd, als fast einheitliche Decke überall ausbreitet. Sie enthält im allgemeinen in weit reichlicherem Maße feines Material als die südfinnischen Moränen, was daran liegen mag, daß sie im supraaquatischen Gebiet keiner Auswaschung ausgesetzt gewesen ist. Wo der Boden von Wasser bedeckt gewesen ist, dort ist die Moräne durch die Auswaschung gröber und enthält in spärlicheren Mengen feine Bestandteile. Stellenweise scheinen auch Schmelzwasserströme in der Moräne Auswaschungsspuren hinterlassen zu haben. Ein für die supraaquatischen Gelände kennzeichnender Bodenartentyp ist die Ablationsmoräne, die bei dem Abschmelzen von „Toteis", d. h. einer vom zusammenhängenden Landeis abgelösten unbeweglichen Eismasse, aufgeschüttet worden ist. Derartige Moräne ist gewöhnlich steinig, von Schmelzwasserströmen ausgewaschen, und ihre Oberfläche ist unregelmäßig grubig. Obgleich die Ablationsmoränen in Lappland allgemeiner als anderswo in Finnland sind, ist auch dort der größte Teil des Moränenmaterials typische Grundmoräne.

Eine andere wichtige eiszeitliche Bodenart ist der glazifluviale Grus, dessen Material im Gegensatz zur Moräne schichtenweise sortiert ist und aus mehr oder weniger abgerundeten Steinen besteht. Feinste Korngrößen, besonders Ton, sind meistens kaum anzutreffen. Dagegen kommt in reichlichen Mengen Sand vor. Der glazifluviale Grus ist aus den von den Schmelzwasserströmen mitgebrachten Gesteinspartikeln entstanden, die einander bei der Verfrachtung die Kanten abgestoßen haben und dadurch abgerundet worden sind. Die Bestandteile haben sich an der Mündung der Schmelzwasserströme abgesetzt, und zwar infolge der Sortierung durch die Wassermassen in Schichten nach der Korngröße. Das feinste Material ist gesondert weiter weg verfrachtet worden zu Tonebenen, weswegen es nur spärlich im glazifluvialen Grus enthalten ist. Soweit der Schmelzwasserstrom am Gletscherrand in Wasser mündet, sind Sortierung und Schichtung sehr deutlich und die Tonbestandteile so gut wie fehlend, soweit wiederum die Schmelzwasserströme, vom Gletscher kommend, auf wasserfreies Land fließen, sind Sortierung und Schichtung schwach und die Tonmengen verhältnismäßig groß. Soweit die Steine nur schwach korrodiert sind, ähnelt derartiges Osmaterial in gewissem Maße der Moräne. Schwach sortiertes Osmaterial gibt es in Nordfinnland recht allgemein in den Gegenden, die während des Abschmelzens des Landeises nicht vom Meer erreicht worden sind. Nur in den Seen entstand als Delta typisches Osmaterial. Zu jener Zeit stand jedoch der Wasserspiegel vieler Seen viel höher als heute und lagen Seen an Stellen, wo sie gegenwärtig nicht mehr vorkommen, da das im

Abschmelzen begriffene Landeis die natürliche Abflußrinne des betreffenden Beckens verschloß. Dadurch hat auch oberhalb der ehemaligen marinen Grenzen typisches Osmaterial entstehen können. Solange das Landeis abschmilzt, zieht sich natürlich auch die Mündung des Schmelzwasserstroms mit dem Gletscherrand zurück, und dadurch kommt das Osmaterial dazu, zu langen, im großen ganzen in der Rückzugsrichtung des Gletscherrandes verlaufenden Zügen, den Osern, aufgeschüttet zu werden. In damals untermeerischen Gebieten, in denen ein derartiger Deltazug, ein Os, sich erheben konnte, soweit genügend Material bis zu dem damaligen Meeresspiegel vorhanden war, können die Oser sogar 50—70 m hoch sein, und ihr Verlauf ist verhältnismäßig wenig abhängig von der Topographie der Unterlage. In Nordfinnland dagegen, wo die Wasserbedeckung, soweit eine solche überhaupt vorkam, im allgemeinen flach war, sind auch die Oser niedrig geblieben. Die Schmelzwasserströme sind auch mehr dazu gekommen, niedrigere Stellen aufzusuchen, so daß auch die Oszüge dort in höherem Maße von der Topographie abhängig sind. An vielen Stellen ist in der Unterbringung des Osmaterials sogar die Tendenz zu erkennen, die Flußläufe und Flußlaufniederungen aufzusuchen, wie z. B. am Ivalojoki, Kemijoki, Tuntsajoki, Ounasjoki und Petsamonjoki. Wenn das Osmaterial in reichlichen Mengen vorgekommen ist hat es sich in flachem Wasser auf ausgedehnter Fläche absetzen müssen da es sich nicht weit über den Wasserspiegel hat aufschütten können. Dadurch sind statt eigentlicher Oser ausgedehnte Sandebenen entstanden.

Die wichtigsten Oszüge Nordfinnlands sind auf Abb. 2 zu sehen. Wegen der Schmalheit der Oser haben sie auf der Karte jedoch breiter gezeichnet werden müssen, als sie in deren Maßstab ausgefallen wären. Aus der Karte geht hervor, wie für die Oser von Mittellappland die nordwest-südöstliche Richtung und wiederum nördlich von der nordlappischen Wasserscheide die südwest-nordöstliche kennzeichnend ist. Nach Mikkola bedeutet dies, daß in jenen Gegenden in der Endphase des Gletscherrückzuges die Eisscheide gelegen hat.

Die drittwichtigste glazigene Bodenart ist der Lehm. Da die Entstehung der eiszeitlichen Bändertone im allgemeinen tiefes Wasser, nach Sauramo 20—40 m, voraussetzt, ist es natürlich, daß es in Nordfinnland, das hauptsächlich supraaquatisch ist, spärlich Lehm gibt. In der Hauptsache haben sie sich am Tornionjoki und am Kemijoki sowie in den Tälern des nördlichen Küstengebietes niedergelassen. Kleine, anscheinend in Eisseen abgesetzte Lehmvorkommen finden sich jedoch auch weiter im Inlande. Auch die Menge der Postglaziallehme ist hauptsächlich aus denselben Gründen gering. In einigen vereinzelten Fällen scheint sich

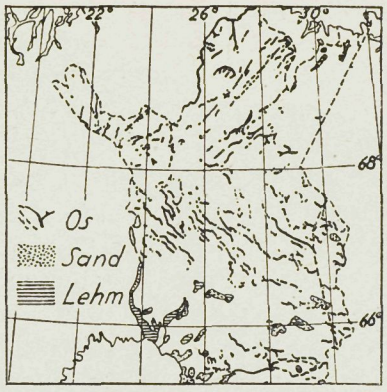


Abb. 2. Bodenarten in Nordfinnland
(Morän weiß.)

jedoch der Lehm auch in flachen Becken abgesetzt zu haben. So habe ich in salzlosem Wasser abgesetzten Ton nahe dem Eismeerufer angetroffen an Stellen, die nur zwei Meter tiefer liegen als die Schwelle, die das Becken von dem in das Eismeer abfallenden Hang trennt. Der Lehm hat also in höchstens zwei Meter tiefem Wasser entstehen können. Da der betreffende Lehm aus einer Zeit stammte, in der das Klima dort kühler als das gegenwärtige war, muß wohl die Entstehung eines derartigen Lehms auf der Schwäche des organischen Lebens beruhen. Jn einem seichten geschützen Becken setzt sich in wärmerem Klima Gyttja ab, die nur ganz spärliche Lehmbestandteile einschließt, da aber in einem kalten Klima das Gyttjamaterial fehlt, werden nur die Lehmbestandteile abgelagert. Derartige Lehmvorkommen sind jedoch stets geringmächtig und nehmen nur kleine Flächen ein.

Postglaziale minerogene Bodenarten sind auch die als Flußdeltas entstandenen Bodenschichten, die Lehm, Schluff, Sand und in gewissem Maße auch organogene Bestandteile einschließen. Während das Land sich hob, sind derartige Deltabildungen abgetrocknet, so daß am Unterlauf der größten Flüsse häufig sogar bedeutende in dieser Weise entstandene Bodenschichten auftreten. Mit Rücksicht auf das ganze Gebiet ist jedoch auch ihre Bedeutung gering.

Eine für Nordfinnland charakteristische „Bodenart“ ist das Geröll (Abb. 3), das vorwiegend auf den Hängen der Berge und ihren Sockelteilen anzutreffen ist. Es ist als Ergebnis der Verwitterung durch Frost entstanden an Stellen, wo der Felsgrund schon zuvor etwas zerspalten gewesen ist. Durch Solifluktion entstandene „Blockströme“ in geneigten Talmulden sind auch nicht selten.

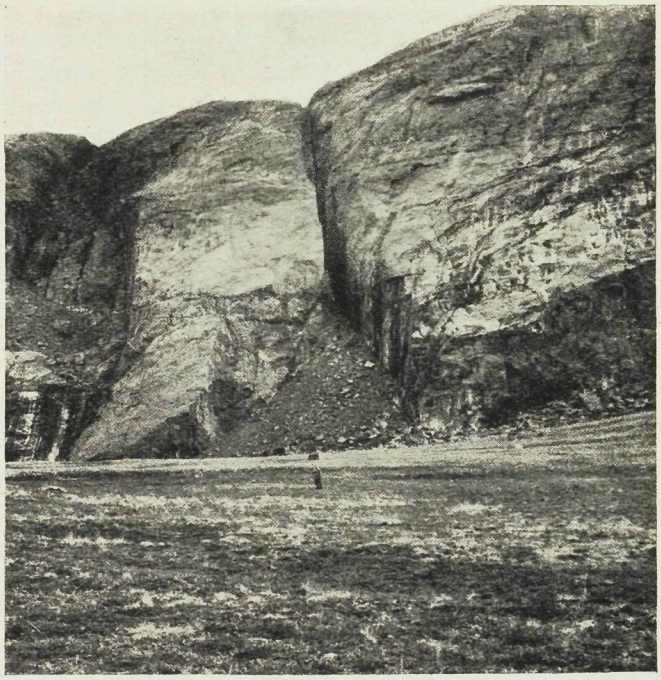


Abb. 3. Eine etwa 40 m hohe Geröllanhäufung am Fuße eines Berges an Peuravuono in Petsamo.

Die organogenen Bodenarten bedecken ungefähr die Hälfte vom Flächeninhalt Nordfinnlands. Am reichlichsten kommen die Torfböden südlich der Wasserscheide von Nordfinnland vor. Das weiter nördlich spärlichere Auftreten der Moore ist vorwiegend durch die Unebenheit des Geländes bedingt. Die verhältnismäßig schmalgründigen Senken bieten der Ausbreitung der Moore nicht dieselben Möglichkeiten wie die verhältnismäßig ebenen Gebiete von Süd- und Mittellappland. Wo das Gelände nördlich der genannten Wasserscheide eben ist, gibt es auch ausgedehnte Moore, was dafür zeugt, daß die Ursache zu dem spärlicheren Auftreten der Moore in den nördlichsten Gebieten nicht hauptsächlich klimatisch ist. Eine wichtige Ursache zu dem Moorreichtum Lapplands ist wahrscheinlich u. a. die Ungleichmäßigkeit der Landhebung. Da der Boden sich an den Küsten des Bottnischen Meeres mehr hebt als am Oberlauf der dort mündenden Flüsse, verlangsamt sich sowohl die Strömung des oberirdischen als auch die des Grundwassers, das ansteigt und dadurch Vermoorung verursacht. Nördlich der Wasserscheide hingegen hebt sich der Oberlauf der Flüsse mehr als ihre Mündung, so daß die Land-

hebung die Wasserströmung eher beschleunigt und dadurch die Vermoorungsmöglichkeiten vermindert.

Die Moore Lapplands (Auer 1923, 1927) sind im allgemeinen flach, nur selten sind sie tiefer als 3 m. Eine Ausnahme bildet jedoch das Gebiet von Petsamo, in dem sogar sehr oft diese Tiefe übertroffen wird, und in einem von mir untersuchten Moor hat selbst ein 7 m langer Bohrer nicht den Grund erreicht. Dieses raschere Höhenwachstum der Moore ist dort der durch das Eismeer verursachten Maritimität zuzuschreiben.

Der Seggentorf ist die wichtigste Torfart Nordfinnlands. Auch verhältnismäßig reine Seggentorfmoore sind allgemein anzutreffen, meist enthält dieser Torf jedoch auch in gewissem Maße andere Bestandteile, vorwiegend Braunmoos- oder *Sphagnum*-Torf. Dieser tritt auf den Mooren häufig als strangartige Bildungen auf der Oberfläche des Seggentorfes auf, bisweilen ist ein derartiger Strang durch das raschere Wachstum der Umgebung in Seggentorf eingebettet. Auch mit Rücksicht auf die vorherrschende Torfart bilden Petsamo und die nahe gelegenen Gegenden von Nordostlappland eine Ausnahme gegenüber dem übrigen Nordfinnland. Dort ist, ebenso wie auch in Südfinnland, der *Sphagnum*-Torf vorherrschend. Seggentorf findet sich in den Mooren hauptsächlich nur am Grunde oder mit dem *Sphagnum*-Torf vermischt. Die reinen Seggenmoore sind verhältnismäßig selten, wenn auch häufiger als in Südfinnland.

Der Braunmoostorf ist nach dem Seggentorf der wichtigste, soweit man von Petsamo absieht. Besonders in Kuusamo macht er häufig den Hauptteil des Torfes aus, und, mit Seggentorf vermischt, ist er auch anderswo ganz allgemein. Die Bedeutsamkeit dieser Torfart beruht vorwiegend auf der Häufigkeit der basischen Gesteine, u. a. von Karbonaten, im Felsgrund. Das geht daraus hervor, daß der Torf großenteils aus recht anspruchsvollen Braunmoosen zusammengesetzt ist. Auch die klimatischen Faktoren sind wirksam gewesen, und zwar durch Verhinderung des Wachstums von *Sphagnum*, dadurch zusammen mit dem lange stehenden Frühlingswasser, das auf das Weißmoos auch schlechter einwirkt, dem Braunmoos auch an verhältnismäßig oligotrophen Stellen zum Siege verhelfend. Dieser Ursache mag in Fällen, in denen die oligotrophen Arten, vorwiegend *Drepanocladus fluitans* und *D. exannulatus*, den Torf gebildet haben, der Vorrang zukommen.

Von verhältnismäßig geringer Bedeutung sind der Bruch- und Reisermoortorf. Ersterer ist meist mit Seggen untermischt, das Bruchtorfmaterial vertreten Weiden-, Birken- und Zwergbirkenreste sowie häufig auch der Kräuterreichtum.

Unter den limnischen Torfarten am wichtigsten ist der *Equisetum*-Torf, der jedoch gewöhnlich stark seggen-, dy- oder gyttjahaltig ist und

selten mächtige Schichten bildet. Der *Phragmites*-Torf ist selten, wenn auch noch in Petsamo anzutreffen.

Unter den limnischen Moorbodenarten am wichtigsten sind Fein- und Grobdetritusgyttja, die zu erkennen gibt, daß viele der nordfinnischen Moore durch das Verlanden eines Weihers oder Sees eingeleitet worden sind, obgleich sich solche Verwachsung nicht mehr in nennenswertem Maße vollzieht. Dy gibt es im allgemeinen nur in geringem Maße und meistens in unreiner Form. Mit Gyttja oder limnischen Torfarten vermischt, ist er jedoch allgemein anzutreffen.

Von den seltenen Moorbodenarten seien nur die Kalkgyttja und die Diatomeenerde angeführt. Erstere hat man im Kalkgebiet von Lappland in geringer Menge gefunden. Es ist unbestimmt, ob sie dort als organogen zu betrachten ist oder ob es sich um eine rein chemische Sedimentbildung handelt. Die Diatomeenerde ist in Lappland reichlicher als anderswo in Finnland, obgleich sie auch dort nicht allgemein ist. In Petsamo habe ich jedoch bei meinen Mooruntersuchungen über zehn Vorkommen von Diatomeenerde angetroffen. Die Ausdehnung der Vorkommen ist nicht bestimmt worden, aber nach der Topographie zu urteilen, ist ihr Umfang in den meisten Fällen unbedeutend. Die Bildung von Diatomeenerde scheint wenigstens schon vor 7000—8000 Jahren begonnen zu haben und setzt sich immer noch fort. Da die Gewässer Lapplands bekanntlich diatomeenarm sind, erscheint es sonderbar, daß es gerade dort am meisten Diatomeenvorkommen gibt. Die einzig mögliche Ursache dazu besteht meines Erachtens darin, daß die Spärlichkeit der Diatomeen durch ein Vielfaches dadurch kompensiert wird, daß die Auflösung des Kieselmaterials im Wasser in kühlem Klima sehr gering ist, so daß der Hauptteil der abgestorbenen Diatomeen erhalten bleibt. An Stellen, wo das Absetzen von sonstigem Schlamm, von minerogenem und organogenem, gering ist (vgl. S. 183), werden so die Diatomeen zu dem überwiegend vorherrschenden Bestandteil des Sediments.

Unter den organogenen Moorbodenarten wird der Torf wahrscheinlich in Zukunft eine hervorragende wirtschaftliche Bedeutung gewinnen. In Lappland gibt es große Moorgebiete, deren Torf genügend zersetzt ist, um als Brenntorf verwendet werden zu können, wenngleich seine Beschaffenheit in gewissem Maße verschlechtert wird durch den größeren Aschengehalt, der teils auf der Torfart (Seggen- und Braunmoostorf), teils darauf beruht, daß die Moore in Lappland als soligene Moore besonders im Frühling allgemein vom Wasser, das von den Mineralböden der Umgebung herabrinnt, bedeckt werden. Bisher ist die Nutzung der Moore in dieser Hinsicht durch die weiten Transportstrecken und die reichlichen Holzreserven verhindert worden. Viele der Braunmoore

Lapplands würden nach einer Entwässerung auch für den Landbau geeignet sein.

Der in Nordfinnland herrschende Bodentyp ist der Podsolboden (Aaltonen 1935 u. 1939). Er fehlt nur dort, wo eine ständige Wasserbedeckung vorhanden ist oder das Grundwasser ganz an der Bodenoberfläche steht oder die bedeckende Torfschicht die Wasserversickerung verhindert. Der Betrag der Podsolierung schwankt natürlich stark nach der Bodenart und dem Wassergehalt. So ist bei den besten Heidewaldtypen Nordfinnlands, die zugleich feuchter sind, der Podsolierungsgrad bedeutend stärker als in den trockenen Heidewäldern. Ferner ist zu beobachten, daß in jungem Gebiet, das erst spät aus dem Meere aufgestiegen ist, sowohl der A-Horizont als auch die Humusschicht dicker als in den älteren Gebieten sind, der Podsolierungsgrad dagegen aber schwächer ist. Im nördlichen Lappland ist nach Aaltonen der A-Horizont durchschnittlich dünner als in Mittellappland. In den alten Gebieten Nordfinnlands findet man dann und wann den B-Horizont zu festem Ortstein verhärtet, wie er in Südfinnland nur selten anzutreffen ist.

Die Entwicklung des Bodenprofils wird durch die lange winterliche Frostperiode und die niedrige Sommertemperatur verlangsamt. An nassen Stellen sind oft Wasser und dickflüssiger Tonbrei durch Gefrierphänomene von tieferen Schichten auf die Oberfläche herausgepreßt (Auftrieb, „Uhku"; u.a. Auer 1920 u. 1927), so daß die normale Bodenentwicklung unmöglich wird. Im nördlichen Lappland kann man auch oft durch die Frostwirkung entstandenen Polygonböden treffen.

Die Azidität des Bodens ist in Lappland durchschnittlich geringer als in Südfinnland. Besonders in Petsamo ist die durchschnittliche pH-Zahl verhältnismäßig hoch. Dies kann auf dem reichlicheren Auftreten der basischen Gesteine in Lappland beruhen, aber es ist doch wahrscheinlicher, daß die Ursache dazu in dem durch klimatische Bedingungen verlangsamten oder geschwächten Einfluß der auf die Herabsetzung des pH-Wertes hinwirkenden Faktoren zu suchen ist. Darauf deutet auch der Sachverhalt hin, daß weiter unten, wo die Bodenbildung schwach ist oder fehlt, der pH-Wert der südfinnischen und lappischen Sandböden durchschnittlich derselbe ist.

Die Vegetation. Ausgangspunkt der finnischen Forstwissenschaft ist der enge Zusammenhang zwischen den Standortsfaktoren und den Pflanzengesellschaften (Cajander 1926 u. a.). Man kann sagen, daß die Pflanzengesellschaft ein Ergebnis der klimatischen und edaphischen Faktoren ist. Auf gleichem Standboden und in gleichem Klima läßt sich, soweit die geographische Verbreitung der Arten nicht behindernd wirkt, eine Pflanzengesellschaft gleichen Typs nieder. Wird an irgendeiner

Stelle die Waldvegetation völlig zerstört, so wird nach vielen Zwischenstufen der Boden von derselben Siedlung wieder zurückerobert. Im allgemeinen dauert es jedoch lange, bis die langjährigen Arten, vor allem die Bäume, in der Siedlung eine stabile Stellung zu erlangen vermögen, also den Platz, der ihnen nach Standboden und Klima gebührt. Aus diesem Grunde ist es wichtig, daß auch in der Vegetation der unstabilen Zwischenstufen Züge wahrgenommen worden sind, die zu erkennen geben, welchem endgültigen Vegetationstyp die Entwicklung entgegenstrebt.

Die Typeneinteilung der Wälder ist somit eigentlich eine Einteilung der Standböden, obgleich diese weniger unmittelbar chemisch-physikalisch untersucht werden als unter mittelbarer Berücksichtigung dessen, welchen Einfluß sie auf die Vegetation, den Artenbestand, die Wuchsgeschwindigkeit der Bäume, ihre Größe, Dichte usw. ausüben. Um entscheiden zu können, zu welchem Typ eine Pflanzengesellschaft gehört, wird sogar häufig dieser selbst und ihrer physiognomischen Gesamtheit weniger Aufmerksamkeit zugewandt als den Wesenszügen, die man als kennzeichnend für den Typ erkannt hat. Zur Beleuchtung des Sachverhaltes seien einige Beispiele angeführt. Man hat eine Wiese ihres schlechten Ertrages wegen der Verwaldung überlassen. Die einheitliche Bodenvegetation besteht aus Gräsern und Kräutern. Die Anzahl der Arten ist gering, es handelt sich um oligotrophe Arten. Die Bonitierung lautet auf Gleichsetzung der Stelle mit den Kieferwäldern des *Calluna*-Typs, obgleich dort weder ein einziges Heidekraut noch eine Kiefernpflanze zu sehen ist. Oder man hat zwei verwaldete Brandflächen, die beide von ungefähr gleichem, mit Birke durchsetztem Erlenbestand eingenommen sind und von denen aber die eine in der Feld- und Bodenschicht u. a. Blaubeere, *Oxalis*, *Carex digitata*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, die andere dagegen *Calluna*, *Dechampsia flexuosa*, *Pleurozium Schreberi* usw. aufweist. Aus diesen ist ersichtlich, das erstere zum *Oxalis-Myrtillus*-Typ, der den besten Heidewaldtyp Finnlands darstellt und dessen natürliche Holzart die Fichte ist, und letztere zum *Calluna*-Typ gehört, der schwachwüchsig ist und auf dem nur die Kiefer recht gedeiht. Mit diesem Beispiel kommen wir auch schon dem Normalfall der Typenbestimmung nahe. Da die Arten der Feldschicht verhältnismäßig kurzlebig sind, entscheidet ihr Wettbewerb auch bald die für den Standort eigentümlichen Machtverhältnisse, so daß die Feldschicht eine verhältnismäßig rasch stabilisierte Zusammensetzung annimmt. Aus diesem Grunde ist denn auch die Feldschicht bei der Gruppierung der Waldtypen wichtiger als der Holzartenbestand. Daher sind die Typen nach der Feldschicht bezeichnet worden. Da es sich um Bonitätstypen handelt, ist es nicht unbedingt erforderlich, daß die benennende Art auch die vor-

herrschende wäre oder daß — im Extremfall — sie auf der Probefläche überhaupt vorkäme.

Infolge der Verschiedenheit des Klimas sind die nordfinnischen Wälder von den südfinnischen beträchtlich unterschieden (Kujala 1929). Die Dichte ist geringer, die Bäume sind kleiner und wachsen langsam. Flechten und Lebermoose sind reichlicher vertreten, viele in Südfinnland ausschließlich auf den Mooren auftretende Arten beziehen allgemein die Heiden. Besonders die Abundanz der Krähenbeere ist auffallend. Die Wälder Nordfinnlands bilden somit ihre eigene den südfinnischen parallel verlaufende Typenreihe.

Die Haine sind in Nordfinnland selten. Größtenteils gehören sie zu dem *Geranium*-Typ, für den ein großer Kräuterreichtum (*G. silvaticum*, *Phegopteris dryopteris*, *Trollius europeus*) kennzeichnend ist. Die Hauptholzart ist die Fichte.

Der *Dryopteris-Myrtillus*-Typ entspricht dem südfinnischen *Oxalis-Myrtillus*-Typ. Neben den Benennungsarten sind in der Feldschicht *Cornus suecica*, *Trientalis*, *Deschampsia flexuosa* allgemein. Die normale Holzart ist die Fichte. Die Moosdecke ist viel einheitlicher und reichlicher als bei ersterem und enthält vorwiegend *Hylocomium splendens*.

Dem südfinnischen *Myrtillus*-Typ entsprechen der *Hylocomium-Myrtillus*- und der *Ledum-Uliginosum*-Typ. Für ersteren kennzeichnend ist die dicke zusammenhängende Moosdecke (vorwiegend *H. splendens*), die bisweilen großenteils auch die Zwergstrauchvegetation verdrängt. Dieser Typ tritt vorwiegend auf den frischen Hängen der Vaara-Berge auf. In feuchteren Niederungen geht er in den *Ledum-Uliginosum*-Typ über. Bei beiden ist die Fichte im allgemeinen die vorherrschende Holzart, im übrigen treten aber auch Kiefer und Birke reichlich auf.

In den Wäldern des *Empetrum-Myrtillus*-Typs wächst allgemein die Kiefer als dominierende Holzart, die Moosdecke ist zusammenhängend und auch die Flechten sind von großer Bedeutung. Im *Calluna-Myrtillus-Cladina*-Typ verleiht die Renntierflechte schon dem Standboden einen charakteristischen grauen Farbton. Die Abundanz des Heidekrauts ist auch nicht annähernd so groß wie bei dem entsprechenden südfinnischen Typ, dem *Calluna*-Typ. Die Blaubeere wiederum erscheint hier wie auch allgemein anderswo in Lappland auf bedeutend schlechteren Standböden als im Süden. Auf den trockensten Heiden wachsen im allgemeinen Wälder vom *Cladina*-Typ. Die vorherrschende Holzart ist Kiefer, aber besonders nördlich der Kieferngrenze treten auch Birkenbestände vom *Cladina*-Typ auf.

In der Birkenregion wird auf den besseren Heidetypen *Cornus* häufig so allgemein und wächst auf bestimmten Typen so regelmäßig,

daß ein besonderer *Cornus-Myrtillus*-Typ unterschieden werden kann, der in seiner Bonität dem *Hylocomium-Myrtillus*-Typ entspricht.

Die Abb. 4—6 zeigen nach Ilvessalo die Verbreitung einiger der wichtigsten Waldtypen. Sie lassen deutlich erkennen, wie die eutropheren Typen sich auf Südfinnland konzentrieren, während dagegen Nordfinnland eine Zufluchtsstätte der oligotrophen Typen ist. Da dennoch im nördlichsten Lappland auch die üppigsten Haine gedeihen, hat man für die Spärlichkeit der eutrophen Vegetationstypen im allgemeinen den unfruchtbaren Boden verantwortlich gemacht. Es ist jedoch in Betracht zu ziehen, daß der Boden in seiner mineralischen Zusammensetzung sogar etwas „besser" als in Südfinnland ist und daß dort die pH-Zahl deutlich höher ausfällt. Die Unfruchtbarkeit des Bodens muß also auf der durch das kühle Klima verursachten schwachen Verwitterung beruhen. Zu dem unmittelbaren Einfluß des Klimas auf den Waldwuchs kommt also seine große mittelbare Wirkung durch den Boden hinzu.

Aus diesen Gründen ist der Hektarertrag der Wälder Lapplands bedeutend geringer als in Südfinnland. Besonders in den an der Waldgrenze gelegenen Gegenden ist die Entwicklung langsam, so daß auch kleine Hiebsmengen für die Bestände verhängnisvoll werden können. So haben sich denn auch durch die früher unvorsichtigen Abtriebe die Waldgrenzen an vielen Stellen bedeutend weiter südwärts verschoben, und in letzter Zeit hat man versucht, den Nadelhölzern durch Aufforstung die ihnen verlorengegangenen Gelände zurückzuerobern. Abgesehen von der unmittelbaren Waldgrenze ertragen jedoch die Wälder Nordfinnlands sogar einen recht bedeutenden Abtrieb, und wegen der weiten Ausdehnung der Waldflächen ist die Bedeutung der so gewonnenen Holzware außerordentlich groß für Finnland. Infolge des langsamen Wachstums ist das Holzmaterial dicht und haltbar, wodurch der Wert dieser nördlichen Wälder noch gesteigert wird. In gewissen Gegenden ist die Nutzung der Wälder dadurch stark beeinträchtigt gewesen, daß sie an in Rußland mündenden Flüssen gelegen sind, wodurch in vielen Fällen ihre Verwertung völlig verhindert gewesen ist.

Nach Norden zu wird der Waldwuchs allmählich schwächer, und nahe der Eismeerküste erreichen die Hölzer ihre Waldgrenze. Zuerst hören die Fichtenwälder auf (Abb. 7) und bald danach die Kiefernwälder. Einzelne Birkengebüsche sind noch am Ufer des Eismeeres anzutreffen. Die gegenwärtigen Waldgrenzen sind hauptsächlich Kulturgrenzen. Auf der Fischerhalbinsel haben die Fischer am Ende des letzten Jahrhunderts die Birkenbestände als Brennholz verbraucht, und auf dem offenen windigen Gelände haben diese sich nicht mehr zu verjüngen vermocht. Auch in den nördlichen Fjeldgebieten hat man mancherorts beobachtet,

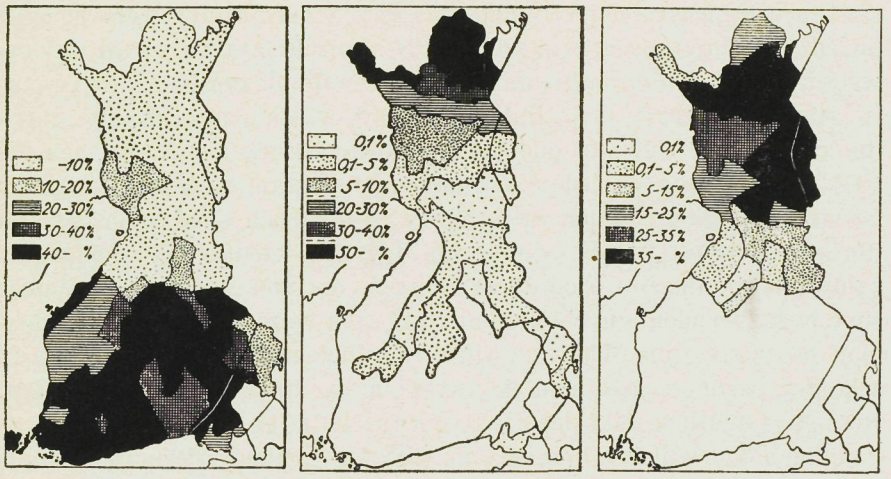


Abb. 4. Abb. 5. Abb. 6.

Abb. 4—6. Der Prozentanteil der verschiedenen Waldtypen vom Gesamtareal der Wälder. Abb. 4. Haine und Heidewälder vom *Myrtillus*-Typ. Abb. 5. *Empetrum-Myrtillus*-Typ. Abb. 6. *Cladina*-Typ.

daß durch den Hieb von Brennholz die Birkengrenze südwärts verschoben worden ist. Ebenso hat die Kiefer durch den Menschen leiden müssen. Der Rückzug des schirmenden Birkenwaldes hat auch die Kiefer gezwungen zurückzuweichen, und durch ungeschickte Hiebsführung

Abb. 7. Mischwald in Suonikylä nahe der Fichtengrenze. Die schmalen Fichtenwipfel charakteristisch.

sind auch Kiefernwälder vernichtet worden, deren Verjüngungsvermögen an ihrer Verbreitungsgrenze schwach ist. Die Fichte wiederum ist vorwiegend durch Waldbrände zum Rückzug veranlaßt worden. Ihre Grenze ist sehr unbestimmt, denn ihr nördliches Vorkommen wird auch durch die ausgedehnten oligotrophen Heidegebiete beschränkt, auf denen die Fichte nicht gedeiht. Diese scheint nicht imstande zu sein, an ihrer Nordgrenze reifen Samen auszubilden, wenngleich das Wachstum im übrigen noch gut ist. So gibt es nördlich der eigentlichen Waldgrenze zahlreiche vereinzelte Fichtenvorkommen, die von fehlerfreiem Wuchs sind, sich aber nicht zu Wäldern auszubreiten vermocht haben. Seitdem man heutzutage die Wälder an ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze zu schützen begonnen hat, sind sie unverkennbar im Vordringen begriffen. Besonders deutlich zeigt das die Kiefer (u. a. Blüthgen 1938).

Nach den Wäldern kommen als wichtigste Pflanzenformation Nordfinnlands die Moore, die etwa die Hälfte seines Flächeninhaltes einnehmen. Bei ihrer Gruppierung nach der Vegetation der Pflanzendecke hat man sich in Finnland der ökologisch-physiognomischen Einteilung in Reiser-, Bruch-, Weiß- und Braunmoore (Cajander 1913) bedient. Die Reisermoore sind mit Bäumen bestandene oligotrophe Moortypen, die eine reichliche Zwergstrauchvegetation aufweisen, und den Moosbestand in den Mooren machen hauptsächlich *Sphagnum*-Arten aus. Ihre Holzart ist die Kiefer, in Nordlappland häufig auch die Birke. Die Reisermoore entstehen vorwiegend auf dürftigen Böden, aber auch die Moore fruchtbarer Böden können sich mit zunehmender Mächtigkeit des Torflagers zu Reisermooren entwickeln. Die Brüche sind von Fichte und Laubhölzern bezogene Moore, auf denen die Zwergstrauchvegetation im allgemeinen spärlich ist und dagegen reichlich Gräser vorkommen, während der Moosbestand eutraphente oder mesotraphente Arten (*Polytrichum commune, Sphagnum Girgensohnii, S. squarrosum* u. a.) umfaßt. Bruchmoore entstehen dort, wo der Boden nährstoffreich und das Grundwasser schwach strömend ist. Die Weißmoore sind nasse, baumlose Moore, deren Zwergstrauchvegetation spärlich ist oder fehlt, die Pflanzendecke kommt meist durch Cyperaceae und Torfmoose zustande. Die Braunmoore sind weißmoorartige sumpfige Moore, deren Moosschicht aus eutraphenten Braunmoosen besteht. Sie entstehen auf fruchtbaren Böden, hauptsächlich in kalkreichen Gegenden.

Der häufigste Reisermoortyp Nordfinnlands ist das *Betula nana*-Moor, dessen Kleinstrauchbestand hauptsächlich aus großwüchsiger *B. nana* nebst ihren Begleitern *Ledum, Vaccinium uliginosum* und *Empetrum* besteht. Die typischen *Ledum*-, *V. uliginosum*- und *Chamaedaphne*-Reisermoore sind seltener. Die Moosschicht kommt durch *Sphag-*

num Russowii und *S. angustifolium* zustande, und mindestens in den nördlichsten Gegenden kommt auch *S. fuscum* auf diesem Moortyp eine beträchtliche Bedeutung zu. Neben den obengenannten in erster Linie mesotrophen Reisermooren gibt es auch allgemein oligotrophe *S. fuscum*-Reisermoore, die jedoch meist keine großen Flächen einnehmen. In ihnen machen den Hauptteil des Kleinstrauchbestandes *Empetrum* und *Calluna* aus, der Anteil letzterer nimmt jedoch nach Norden zu ab. Dagegen sind Blau- und Preißelbeere, die in Südfinnland die *S. fuscum*-Reisermoore meiden, im Norden auch auf diesem Typ sehr allgemein und häufig sogar reichlich vorhanden. Hier läßt sich also dasselbe erkennen, was wir hinsichtlich des Vorkommens der Blaubeere in den Wäldern bemerkt haben: Diese Arten wachsen im Norden auf bedeutend schwächeren Böden als im Süden. Auf den Reisermooren finden sich oft nasse Stellen, an denen gewöhnlich Cyperaceen wachsen. Soweit diese reichlich auftreten, werden die Moore als Wollgras- oder Seggenreisermoore bezeichnet. Die *Cyperaceae*-Partieen und die eigentlichen Reisermoorstrecken können mosaikartig scharf gegeneinander abgehoben sein, oder die Reisermooroberfläche ist durchweg so naß, daß neben den Zwergsträuchern Segge und Wollgras gedeihen. Derartige Moore sind zu den Weißmooren hinüberführende Formen.

Bei der Vermoorung der Heideböden entstehen zunächst die sogenannten anmoorigen Wälder, in denen der Torf geringmächtig ist und die Vegetation noch reichliche Spuren der ursprünglichen Waldvegetation umfaßt. Unter derartigen Typen der anmoorigen Wälder sind für Nordfinnland sehr kennzeichnend die „Rääseikkö"-Wälder, die durch Vermoorung von Fichtenwäldern entstanden sind und in denen kümmernde mit Bartflechte bewachsene Fichte weiterhin als vorherrschende Holzart auftritt. Solche Moore nehmen im allgemeinen ausgedehnte Flächen ein, der Landschaft einen trostlosen Ton verleihend.

Eigentliche Bruchmoore gibt es am reichlichsten in Kuusamo, wo das auf den Gehängen rinnende nährstoffreiche Wasser die Wuchsunterlage genügend eutroph macht. An den feuchtesten Stellen entstehen Braunmoore oder verhältnismäßig eutrophe Weißmoore, und dort, wo die Feuchtigkeit Baumwuchs gestattet, entwickeln sich Bruchmoore. Anderswo in Lappland sind die Bedingungen für das Entstehen eigentlicher Bruchmoore weniger geeignet, so daß diese dort auch seltener sind. Für Nordfinnland charakteristisch ist dagegen unter den Bruchmooren ein Sondertyp, die Weidebrüche, die an den Rändern der Überschwemmungsgebiete auftreten. Die Grauweiden *Salix lapponum*, *S. glauca* und *S. lanata* verleihen zusammen mit den grünen Arten *S. bicolor* und der strauchartigen *Betula nana* derartigen Gebieten ein buntes

Gepräge. Die Kräuter- und Gräservegetation ist auf derartigen Mooren sehr artenreich und reichlich. Diese Typen leiten zu den Überschwemmungsweiß- und -braunmooren über.

Die Weißmoore sind die wichtigste Typengruppe der nordfinnischen Moore. Großenteils sind sie Rimpi-Moore, denen eine Moosdecke fehlt. Das ist wohl teils darauf zurückzuführen, daß sie alljährlich überschwemmt werden, was die für die Weißmoore charakteristische oligotraphente *Sphagnum*-Decke nicht verträgt, und teils darauf, daß sie nach der starken Regetationswirkung im Winter sich im Laufe des kurzen Sommers nicht völlig zu erholen vermag. Derartige Rimpi-Weißmoore können bisweilen auch fast ohne höhere Pflanzendecke sein, vorherrschend sind in ihnen meist Seggen (*Carex limosa, C. rostrata, C. rotundata, C. gracilis, C. filiformis*) und Wollgras, neben denen in höherem oder geringerem Maße verschiedene Kräuter und Zwergsträucher, meist *Menyanthes, Comarum* und *Andromeda polifolia*, auftreten. Soweit die Verhältnisse das Zustandekommen einer Moosdecke gestatten, entstehen der Bonität nach den vorhergehenden ungefähr vergleichbare Großseggenweißmoore, die außer den obengenannten Seggen eine *Sphagnum recurva*-Decke aufweisen, oder oligotrophere *S. papillosum*-Weißmoore, in denen auch die Seggenvegetation schwächer und artenärmer als bei den vorhergehenden ist. Außer diesen werden noch die sogenannten kurzhalmigen Weißmoore unterschieden, die nach Paasio (1937) oligotrophe *S. balticum-S. angustifolium*-Moore sind. Kennzeichnend für sie ist gleichmäßiges schwachwüchsiges *Eriophorum vaginatum*. Im nördlichsten Lappland habe ich diesen Typ in eigenartiger Ausbildung nicht angetroffen, vielleicht sind jedoch die an ihn erinnernden schwachwüchsigen *Carex rotundata*-Weißmoore dieser Gruppe zuzuzählen.

Die obengenannten Weißmoortypen bilden in Nordfinnland ausgedehnte ebene oder flach abfallende Moorgebiete, die Aapa-Moore (Abb. 8). Oft treten in ihnen festere, *Sphagnum*-bedeckte Weißmoor- oder Reisermoorstränge auf, die sich rechtwinklig zur Gefällsrichtung des Moores angeordnet haben. Auf derartigen Strangweißmooren sind die Schlenken im allgemeinen noch weniger gangbar als auf den gewöhnlichen Aapa-Mooren, so daß das Gelände hauptsächlich nur längs den Strängen überquerbar ist.

Die Strangbildung entsteht nach Auer (1920) u. a. durch das im Frühjahr auf der Mooroberfläche strömende Schmelzwasser und durch die schmelzenden Schneemassen, die den Torf und die Pflanzenreste zu querliegenden Wällen anhäufen. Später, wenn derartige Erhöhungen sich mit einer Torfmoosdecke überzogen haben, wird durch ungleichmäßiges Gefrieren und Abschmelzen ihr Aufragen über die umgebende

Abb. 8. Ein Aapamoor mit dunklen Zwergbirkensträngen am Maajärvi in Petsamo. Im Vordergrund für die oberen Teile der subalpinen Stufe eigene strauchartige Kümmerbirken (*Betula tortuosa*). Zuvorderst eine Kiesgrube mit Osmaterial.

Moorfläche gesteigert. Auf den Mooren, die kein bestimmtes Gefälle haben, bilden sich die trockeneren und festeren Stellen zu einzelnen rundlichen oder unregelmäßigen Bülten heraus. Die Oberfläche der niedrigen Stränge und Bülten ist im allgemeinen *Sphagnum*-bedecktes Weißmoor, die höheren Bülten sind *Betula nana*-Moor oder häufig auch Heidemoor (*Empetrum-Calluna-Rubus chamaemorus-Sphagnum fuscum-Cladina*).

Auf den Braunmooren sind hauptsächlich dieselben Seggen wie auf den Weißmooren maßgebend, doch treten neben ihnen allgemein mehrere deutlich eutraphente Arten auf (*Molinia coerulea, Carex dioeca, C. capillaris, Eriopholium latifolium, Tofieldia borealis, Saxifraga hirculus, Potentilla tormentilla, Pinguicula vulgaris* usw.). Die Moosdecke ist im allgemeinen lückenhafter als in den eigentlichen Weißmooren, und eigentliche Rimpi-Braunmoore sind auch allgemein anzutreffen. Die Moosdecke besteht hauptsächlich aus *Drepanocladus intermedius, D. revolvens, D. vernicosus, Calliergon sarmentosum, C. giganteum, Paludella squarrosa, Scorpidium* sowie auf den trockeneren Stellen *Campthothecium trichoides, Sphagnum teres, S. Warnstorfii* und *S. plumulosum*. In den schlechtesten Braunmooren, die in ihrer Bonität den Großseggenweißmooren gleich-

kommen, kommt die Moosdecke durch *Drepanocladus fluitans* und *D. exannulatus* zustande. Auf den trockeneren Braunmooren und den Braunmoorbülten wachsen meist Zwergbirke, Birke, Wacholder und Weidenarten, von denen *Salix myrsinites* höchst charakteristisch ist. Mit der Verhäufigung der Büsche nimmt auch die Artenzahl zu, vorwiegend *Geranium silvaticum*, *Geum rivale*, *Filipendula ulmaria*, *Saussurea*, *Valeriana*, *Pyrolae* sowie mehrere *Gramineae* werden reichlich. Derartige Typen werden schon den braunmoorartigen Reisermooren zugezählt.

Die Verbreitung der verschiedenen Moortypen und ihre gegenseitige Gruppierung zu Komplextypen ist in den verschiedenen Teilen Finnlands verschieden. Auch die im Schichtenbau der Moore wahrzunehmenden Verschiedenheiten verfolgen ungefähr dieselben Grenzen. Ebenso tragen die Vermoorungsweisen für jedes Gebiet eigenartige gemeinsame Züge. Nach diesen werden in Finnland Gebiete verschiedener Moorkomplextypen unterschieden; vier solche Gebiete entfallen auf Nordfinnland. Der größte Teil ist Gebiet des Aapamoor-Komplextypus, für den ausgedehnte, ebene oder flach abfallende Weiß- und Braunmoore, oft mit Strangbildungen und an ihren Seiten Reiser- und Heidemoore kennzeichnend sind. Die hauptsächliche Vermoorungsweise ist die Versumpfung von Waldboden; Verlandung von Gewässern kommt gegenwärtig zum mindesten nicht in nennenswertem Maße vor. Die Moore sind Seggen- und Braunmoos-Torfmoore. Der Gehängemoor-Komplextypus tritt in Kuusamo auf. Bezeichnend für ihn sind die in die Täler sich abwärts erstreckenden Gehängemoorzüge, die hauptsächlich Braunmoore sind. An den steileren, schmäleren Stellen sind die Moore Brüche oder trockene, fast moosfreie *Carex-*, *Molinia-* oder *Scirpus austriacus*-Moore. Die Weiß- und die Reisermoore sind selten. Die Moore sind hauptsächlich Braunmoore, in den Oberflächenteilen bergen sie oft in reichlichen Mengen Seggentorf. Die Vermoorung wird durch das Berieseln mit Sickerwasser veranlaßt. Die Entstehung des Gehängemoor-Komplextypus ist durch die Topographie der Gegend von Kuusamo und den hohen Kalkgehalt ihres Felsgrundes verursacht worden. Der Hügelmoor-Komplextypus umfaßt die Gegenden von Enontekiö. Sein Gepräge erhält er durch die gewaltigen, 3—7 m hohen Riesenbülten (Abb. 9), die Palsa-Hügel, und die 1—3 m hohen, oft netzartig sich windenden Torfwälle, die Pounu-Bildungen. Jene sind moosfrei, diese weisen häufig eine ziemlich reichliche Moosdecke auf. Dieser Komplextypus ist seinem Auftreten nach arktisch-kontinental. Die Regelation ist von maßgebender Bedeutung für die Entstehung der Palsa- und Pounu-Bildungen. Zwischen den Riesenbülten ist der Torf geringmächtig, 0,5—1,5 m stark, bisweilen ist dort der Mineralboden unmittelbar zu sehen. Der *Sphagnum-*

Abb. 9. Eine 3 m hohe Riesenbülte (Palsa) in Enontekiö.

Moorkomplextypus der Eismeerküste umfaßt Petsamo und erstreckt sich wahrscheinlich an der Küste weit nach Rußland hinein. Ihn kennzeichnen die *Sphagnum*-Moore, die physiognomisch stark an die Kermi-Hochmoore von Nord-Satakunta erinnern, nur hat die Oberfläche keine Wölbung zustande gebracht. Die Moore sind also nicht ombrogen, gehören eigentlich aber auch nicht zu den soligenen, denn das aus der Umgebung zuströmende Wasser kann nur die Randteile der Moore beeinflussen. Auf dem durchweg im großen ganzen *Sphagnum*-bedeckten Moor erstrecken sich feste Reisermoorstränge. Den *S. fuscum*-Reisermooren komt eine weit größere Bedeutung als anderswo in Nordfinnland vor. Die Mächtigkeit des Torfes in den Mooren ist durchschnittlich ebenso groß wie in Südfinnland und also viel beträchtlicher als im allgemeinen in Lappland. Neben diesen für das Gebiet kennzeichnenden Mooren gibt es auch typische Aapa-Moore. Die Besonderheiten dieses Gebietes sind durch das arktisch-ozeanische Klima bedingt.

Torffreie oder torfarme Naturwiesen sind in Finnland sehr spärlich vertreten, denn in dem hiesigen Klima bewalden sich alle Stellen, an denen nur Holz zu wachsen vermag. Die wichtigsten ständigen Wiesentypen sind die Überschwemmungs- und die Meeresuferwiesen. Auf diesen verhindern die zeitweilige Wasserdecke und die von ihr mitgebrachten Schlammassen das Wachstum von Bäumen und Moosen, wodurch Vermoorung und Verwaldung verhindert werden. In vielen Fällen gestatten

die Verhältnisse eine Torfbildung, wobei die Überschwemmungswiese allmählich in Überschwemmungsweißmoor übergeht. Vorwiegend an den Ufern des Kemijoki und des Tornionjoki erstrecken sich allgemein üppige *Carex-Calamagrostis-Deschampsia*-Wiesen, die neben den vorherrschenden Arten eine artenreiche Kräutervegetation aufweisen (*Thalictrum, Filipendula ulmaria, Veronica longifolia* usw.). In höher gelegenen Zonen nehmen Artenreichtum und Üppigkeit ab, und die Wiese geht in Moor oder Wald über.

Die Wasservegetation ist in Nordfinnland in Anbetracht der Verhältnisse reichlich. Im Winter wird jedoch die Pflanzendecke durch den Einfluß des Eises sehr geschwächt, so daß das Verwachsen des Sees oder Weihers auch an recht seichten Stellen in einer Saumbildung zum Stillstand kommt. Die Gesellschaften der submersen Pflanzen können eine beträchtliche Üppigkeit erlangen. So bildet u. a. *Stratiotes aloides*, wenn auch selten, bis nach Mittellappland dichte unterseeische Wiesen. Die wichtigsten Wasserpflanzengesellschaften sind die *Equisetum-*, *Carex-*, *Hippuris-*, *Myriophyllum-*, *Potamogeton-* und *Sparganium-* sowie die Wassermoosbestände. Seltener sind die *Phragmites-* und *Scirpus lacustris*-Siedlungen. In Süd- und Mittellappland nehmen die Teich- und die Seerose eine bedeutende Stellung in der Wasservegetation ein, wenngleich sie weiter nördlich selten sind.

Eine für Lappland charakteristische Formation ist die Fjeldvegetation (Hustich 1937, Kalliola 1939), obgleich sie nur einen sehr geringen Teil des Gesamtflächeninhalts überzieht. In Südlappland reichen nur die Gipfel der höchsten Berge über die Waldgrenze (etwa 500 m) hinaus. Sie heißen Fjelde im Gegensatz zu den Vaara-Bergen, die waldbedeckte Berge oder größere Hügel sind. Auf den Fjelden von Petsamo liegt die Waldgrenze in nur 300 m Höhe, und am Ufer des Eismeeres erstreckt sich das unbewaldete Gebiet meist bis an das Meeresufer.

Da die Fjelde Finnlands im allgemeinen niedrig sind, besteht ihre Pflanzendecke hauptsächlich aus zwergstrauchreichen Fjeldheiden, deren wichtigste Arten *Betula nana, Empetrum, Arctostaphylos alpinus, Phyllodoce coerulea, Loiseleuria procumbens, Vaccinium vitis idaea, V. myrtillus* usw. sind. Grasartige Pflanzen, die diese Gebiete für eine Beweidung geeignet machen könnten, sind spärlich vorhanden (u. a. *Juncus trifidus, Deschampsia, Festuca, Carex rigida*). Dagegen bietet die reichliche und artenreiche Flechtendecke, die den Fjelden einen eigenartigen grauen Farbton verleiht, den Renntieren Beweidungsmöglichkeiten. Das allgemeine Grau des Fjeldhangs wird durch weit sichtbare, netzartig miteinander verknüpfte Streifen unterbrochen. Sie bestehen hauptsächlich aus Zwergbirken, die sich auf den im Hang verlaufenden feuchteren

Rinnen mehr über den Erdboden erheben als anderswo auf den Fjelden, wo sie sich ebenso wie die übrigen Zwergsträucher dicht an die Fjeldoberfläche schmiegt. In den tieferen Senken und an den Bächen bilden die Zwergbirken und die grauen Weidenarten Gebüsche, die durch den Artenreichtum ihrer Kräuter ausgezeichnet sind (u. a. *Viola biflora* und *Oxyria*). Auch auf andersartigen Standorten sind, hauptsächlich jedoch auf kalkreichem Standboden, kräuterreiche Fjeldpflanzengesellschaften anzutreffen. Von diesen seien nur die *Dryas*-Wiesen genannt. Auf den Schneeböden bildet sich eine eigenartige Vegetation, die auf einheitlicher Lebermoosunterlage in reichlichen Mengen *Salix herbacea* sowie allgemein auch *Saxifraga*-Arten, *Ranunculus nivalis* usw. umfaßt.

Auf der Tundra an der Küste des Eismeeres ist die Vegetation im großen ganzen der der Fjelde ähnlich. Doch fällt den Wiesen ein größerer Anteil zu, und auch die Moore sind umfangreicher.

Bezeichnend für die Vegetationstypen Lapplands ist der Artenreichtum, der die Anzahlen der entsprechenden südfinnischen Typen bei weitem übertrifft. Das mag nach Hustich großenteils auf der vom Sommer Lapplands gebotenen großen Lichtfülle beruhen, durch die in mancher Hinsicht die Kürze des Sommers ersetzt wird. Da die Sonne im Hochsommer auch nachts nicht untergeht, wird die für die Assimilation geeignete Zeit lang, wodurch eine rasche Entwicklung ermöglicht wird.

Aus demselben Grunde hat man, wenn auch in geringem Maße, den Getreidebau bis in die Nähe der Waldgrenzen ausdehnen können, wo die neuen raschwüchsigen Getreidesorten in den günstigsten Jahren ebenso große Erträge wie in Südfinnland gegeben haben. Mißwachsjahre sind allerdings häufig. In Lappland gibt es reichlich für die Bebauung geeignete Moore sowie Lehmböden und ehemalige Deltaschichten an den Flüssen, und weil auch viele supraaquatische, weniger steinige Moränenböden für den Landbau geeignet sind, hofft man, auch in Lappland für einen Teil der Hunderttausende von Finnen, die ihren heimatlichen Boden an Sowjetrußland abtreten mußten, Neuland für die Kultur erschließen zu können. Wegen der Unsicherheit des Getreidebaus hat der Ackerbau doch eine größere Bedeutung nur als Stütze der Viehzucht. Den wichtigsten Grund der Neusiedlung in Lappland bildet die Waldwirtschaft. In der Zukunft steht auch zu erwarten, daß der Bergbau sich beleben wird, sobald die Bodenschätze Lapplands klar erkannt sein werden.

Schrifttum

Aaltonen, V. T. 1935 u. 1939: Zur Stratigraphie des Podsolprofils I. u. II. Comm. Inst. forest. Fenniae 20 u. 27.

Aario, Leo 1940: Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo Lappland. Ann. Acad. Scient. Fenn. 54.

Auer, Väinö 1920: Über die Entstehung der Stränge auf Torfmooren. Acta forest. fenn. 12.

— 1923: Moorforschungen in den Vaaragebieten von Kuusamo und Kuolajärvi. Comm. ex Inst. Quaest Forest. Finl. 6.

— 1927: Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. Ibid. 12.

Blüthgen, Joachim:1938: Beiträge zur Pflanzengeographie von Nordlappland. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1938, 5/6.

Cajander, A. K. 1913: Studien über die Moore Finnlands. Fennia 35.

— 1926: The theory of forest types. Acta forest, fenn. 29.

Hustich, I. 1937: Pflanzengeographische Studien im Gebiet der niederen Fjelde im westlichen finnischen Lappland. I. Acta botanica fenn. 19.

Ilvessalo, Yrjö 1930: The forests of Suomi (Finland) described by areas of fertility. Comm. Inst. Quaest. Forest. Finl. 15.

Kalliola, Reino 1939: Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch-Lapplands. Ann. bot. Vanamo 13.

Mikkola, Erkki 1939: The general geological map of Finland. Muonio—Sodankylä—Tuntsajoki. Explanation to the map of rocks.

Paasio, Ilmari 1937: Untersuchungen über das Typensystem der Weißmoore Finnlands. Acta forest. fenn. 44.

Tanner, V. 1938: Die Oberflächengestaltung Finnlands. Finl. natur o. folk. 86.

Väyrynen, Heikki 1938: Petrologie des Nickelerzfeldes Kaulatunturi—Kammikivitunturi in Petsamo. Bull. Comm. Géol. Finl. 116.

Bildung und Einteilung der Szikböden

von

A. Arany

(Mitteilung aus dem Institut für Chemie und Bodenkunde der Königl. Ung. Landwirtschaftlichen Akademie, Debrecen, Ungarn. Vorstand: Prof. Dr.-Ing. A. Arany)

Durch die mit der Durchorganisierung bzw. durch die mit der Wirtschaftsplangestaltung verbundenen Maßnahmen haben die Szikböden von Ungarn eine größere Bedeutung erhalten als bisher. Ein großer Teil dieser Gebiete ist in dem heutigen Zustande für höhere landwirtschaftliche Kultur teilweise oder gänzlich ungeeignet. Nach dem Stand der bisherigen Forschungen scheint es klar zu sein, daß die planmäßige Bodenverbesserung ohne Kenntnis der Gesamtbeschaffenheit dieser Böden undurchführbar ist.

Ein Teil der in der Vergangenheit durchgeführten Verbesserungen der Szikböden hat deshalb nicht zum Erfolg geführt, weil die Entstehung des zu verbessernden Bodens sowie seine Eigenschaften und auch die physikalischen und chemischen Veränderungen, welche in ihm vorgehen, unbekannt oder im besten Falle nur zum Teil bekannt waren. Man hat den beobachteten Erscheinungen willkürliche Erklärungen gegeben und dabei außer Acht gelassen, daß sämtliche Bodeneigenschaften und die sich im Boden abspielenden Vorgänge im engsten Zusammenhange stehen. Diese Vorgänge geben vielfach auch Aufschluß über die Herkunft der Böden. Die Faktoren, welche die Szikböden gebildet haben und den Alkalizustand verursachen, drücken unauslöschbar das Gepräge auf den Boden.

Die aus irgendeiner Ursache stattfindende Alkalisierung ruft eine Verarmung des Bodens an aktivem, sogenanntem austauschbarem Kalk hervor. Der Kalkton geht in Natriumton über. Mit einer rohen Gleichung kann man das wie folgt ausdrücken:

$$\mathrm{Ad \cdot x\,Ca + y\,NaSm \rightleftharpoons Ad < \begin{matrix} \left(x - \frac{y}{2}\right) Ca \\ y Na \end{matrix} + \frac{y}{2} CaSm_2}$$

(Ad = Adsorbierender Humus-Zeolith-Bodenkomplex,
Sm = Einwertiger Säurerest).

Mit dieser Umwandlung gehen sämtliche günstige Eigenschaften der Böden verloren. Der Verszikungsvorgang hat in erster Linie einen chemischen Charakter und ist von verschiedenen kolloiden und biologischen Vorgängen begleitet. Es ist klar, daß die Gegenmaßnahmen, welche bei der Verbesserung dieser Böden angewendet werden, in erster Linie auch chemischer Natur sein müssen. Ohne Zweifel spielt die Erkennung der Verszikungsprozesse und der den Szikzustand erhaltenden Vorgänge eine sehr wichtige Rolle in Hinsicht auf die Verbesserung der Szikböden.

Mit der Herkunft der Szikböden (Alkaliböden, Natriumböden usw.) hat sich eine große Anzahl von Forschern aus verschiedenen Ländern beschäftigt. Die Bedingungen, unter denen die Bildung der salzigen Böden zustande kommt, sind heute überall bekannt.

Hauptsächlich die russischen Forscher haben über die dortigen ungeheuer großen Alkaligebiete tiefgehende Studien gemacht. So schreibt Vilensky: „...Es besteht kein Zweifel darüber, daß zwischen Salz- und Alkaliböden enge Zusammenhänge bestehen (1).“ Von diesen Zusammenhängen ausgehend, kann man in der Entwicklung der Szikböden verschiedene Stufen unterscheiden. Diese Stufen sind nach 'Sigmond (2) folgende:

1. Die Anhäufung der wasserlöslichen Alkalisalze im Boden.
2. Der Austausch des Kalziums gegen Natrium.
3. Die Auslaugung der aufgespeicherten Alkalisalze.
4. Der Eintausch von Wasserstoffionen — durch Wirkung des auslaugenden Wassers — gegen Natrium.

Die Bedeutung dieser vier Vorgänge erkennt jeder Forscher an, der sich mit dem ungarischen Szikproblem jemals beschäftigte.

Die im 1. und 2. Punkte erwähnten Vorgänge haben sich hauptsächlich im Laufe früherer geologischer Zeiten bei hohen Temperaturverhältnissen ereignet. Die Oberfläche des Bodens wurde durch kapillaren Salzaufstieg versalzt. In solchen Fällen ist es nicht unbedingt notwendig, daß das Muttergestein, aus welchem das Grundwasser Alkalisalze auslöst, ausgesprochen reich an wasserlöslichen Bestandteilen sei. Stebutt erwähnt (3), daß selbst die Anhäufung der Verwitterungsprodukte an Ort und Stelle zur Versalzung führen kann. Das hat auch Vilensky behauptet (4). Es scheint klar zu sein, daß neben den hohen Temperaturen auch die Bodenverhältnisse es sein mußten, welche die Anhäufung der Salze begünstigten, indem das Untergrundwasser keinen Abfluß hatte, der Untergrund selbst also gegen Wasser undurchlässig war und daneben die hydrologischen und meteorologi-

schen Verhältnisse für die zeitweise Anreicherung der Feuchtigkeit günstig lagen.

Als Ergebnis dieser Wirkungen stiegen die angehäuften Mengen der Alkalisalze mit der Bodenlösung empor, und als ein Teil des Lösungsmittels an der Oberfläche verdampfte und damit die Lösung eine höhere Konzentration erreichte, hat die Austauschreaktion begonnen, durch die ein geringerer oder größerer Teil des austauschbaren Kalkes gegen Natriumionen ausgetauscht wurde. Ging der Vorgang in einem alkalischen Medium vor sich, so schied sich das ausgetauschte Kalzium in unlöslicher Form von Kalkverbindungen (als Kalziumkarbonat oder Kalziumsilikat) aus. Damit wurde die Menge des im Boden vorhandenen Kalkes vergrößert. Erlaubt aber die Reaktion des Mediums die Existenz von Ca-Ionen in der Bodenlösung, dann werden in der dritten und vierten Periode der Verszikungsprozesse die in der Bodenlösung erscheinenden Ca-Ionen durch die Auslaugung vom Boden entfernt. Wenn die Verhältnisse im Boden ungünstig für die Auslaugung sind, dann reichern die Kalkverbindungen die oberen Schichten oder selbst die Oberfläche des Bodens an.

Der Verlauf des Austauschvorganges hängt von verschiedenen Faktoren ab, unter denen die Konzentration der wirkenden Salzlösung und die Möglichkeit der Auslaugung des Bodens an erster Stelle stehen. Je stärker der Austausch des Kalziums gegen Natrium stattfindet, desto stärker äußert sich das Verhalten des Bodens gegen das Wasser. Die Böden, welche reicher an Na-Ionen sind, zeigen bald eine Wasserundurchlässigkeit, wenn größere Mengen des Natriums aus der Bodenlösung ausgewaschen werden. Die Böden, welche mindere Mengen von Natriumionen aufgenommen haben, weisen eine bessere Wasserdurchlässigkeit auf. Die Durchlässigkeit des Bodens gegen Wasser hängt also in erster Linie von der Vollständigkeit der Austauschvorgänge ab. Selbstverständlich ist die Hauptbedingung der Auslaugung eines Bodens der notwendige Stand (Tiefe) des Grundwassers gegenüber der Oberfläche und die Durchlässigkeit des Bodenprofils selbst. Sind diese zwei Bedingungen nicht erfüllt, dann stehen wir den unter Punkt 1 und 2 erwähnten Stufen gegenüber. In solchen Fällen kann der Austausch von Ca-Ionen gegen Na auch vollständig sein, weil sich das Kalzium in unlöslicher Form ausscheidet und damit der Vorgang des Eindringens des Natriums erleichtert wird.

Wie bekannt, werden die im Boden vorhandenen Salze bei dem Vorgang der Auslaugung nach ihren Löslichkeitsverhältnissen entfernt. Es werden in erster Linie die löslichen Alkalisalze und löslichen Salze des Magnesiums, dann die Kalkverbindungen, die Karbonate, darauf-

folgend die Eisenverbindungen ausgelaugt. In der weiteren Phase, wenn die Bodenlösung keine Elektrolyte mehr enthält, beginnen die feinsten Bodenbestandteile, die Bodenkolloide, in dem Bodenprofile mit dem Wasser ihre Wanderung. In einer wechselnden Tiefe, wo die Menge der Elektrolyte zu ihrer Koagulation genügend hoch ist, scheiden sie wieder aus. Auf diesem Wege entstehen die sogenannten Auslaugungs- bzw. Anhäufungsschichten, welche in diesen Typen der Szikböden immer vorhanden sind. So ist es verständlich, daß die Anhäufungsschichten hauptsächlich die Stoffe enthalten, welche durch den Auslaugungsprozeß von oben nach unten gewaschen sind. Diese Anhäufungsschicht erschwert im allgemeinen nicht nur die von oben nach unten sich richtenden weiteren Auslaugungen, was sogar zur völligen Undurchlässigkeit führen kann, sondern sie verhält sich ebenso gegen die kapillar aufsteigenden Salzlösungen. Sonst spielen die kapillaren Salzaufstiege im ausgelaugten Szikboden, in welchem der Spiegel des Untergrundwassers genügend tief (3—4 m) liegt, kaum eine Rolle (5).

Die gefleckte Verszikung bringt — selbstverständlich — gefleckte Auslaugung zustande: In stark verszikten Böden kann die Auslaugung hingegen nicht vollständig sein, weil der Grundwasserspiegel nicht in der Nähe der Oberfläche liegt. In diesem Falle sichern die oberen Schichten eine vollkommene Sperre gegen das Wasser.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß den Böden für die Versalzung und die darauffolgende Auslaugung im Laufe der geologischen Zeiten genügend Gelegenheit gegeben war. Die Auslaugungsprozesse halten an vielen Orten noch heutzutage an. Die Herkunft der Salz- und Szikböden und ihr Einfluß auf die geologischen Prozesse stehen in engem Zusammenhang. Das ist die einstimmige Auffassung aller Forscher, welche sich mit der Genetik solcher Böden befaßt haben. Die Einteilung in die verschiedenen Entwicklungsstufen von den Salzböden bis zu den Szikböden beruht auch auf exakten Forschungen. Die Russen, ohne Ausnahme, sind ebenfalls dieser Ansicht (6), und die Arbeiten von Gedroiz haben diese Theorie am stärksten unterstützt.

Den obengenannten vier einander folgenden Entwicklungsstufen, bei welchen das Endergebnis zum Bodenabbau, zur Degradierung führt, fügt Vilensky einen fünften Vorgang hinzu: Es kommt vor, daß aus gewissen tektonischen Ursachen sich der Spiegel des Grundwassers hebt mit der Folgeerscheinung, daß die schon einmal ausgelaugten Szikböden durch kapillaren Salzaufstieg entweder an oder nahe der Oberfläche nochmals versalzt werden. Diesen Prozeß nennt Vilensky im Gegensatz zu dem Auslaugungs- (Degradations-) Prozeß, den Regradationsprozeß und weist darauf hin, daß nach russischen Beobachtungen

ein solcher Fall (d. h. der Aufstieg des Grundwassers) bei den mit dem Schwarzen-Meer-Wassersystem verbundenen Flächen vorliegt. Das gleiche geschah zweifellos auch im Donaubecken. Unsere Beobachtungen zeigen, daß in unserer Tiefebene in einigen Gegenden die Szikböden diesem Prozeß heutzutage noch unterliegen. Demzufolge ist also zwischen den Salz- und Szikböden folgender Zusammenhang zu finden:

Ssolontschak → Ssolonetz → Ssolodi Böden (Degradationsrichtung)

Ssolonetz, Ssolodi Böden → Regradierte Szik- (oder Salz-) Böden (Degradationsrichtung)

Hier sind die Bezeichnungen der Russen gebraucht. Der Aufstieg des Grundwassers kann auch an Böden auftreten, welche nie Szikböden waren. Infolgedessen werden solche Gebiete versalzt. So ist es verständlich, daß auch Salz- (Ssolontschak-) Böden aus neuerer Zeit stammen. Wie wir grundsätzlich sehen werden, sind die nach 'Sigmond in seinem Bodensystem genannten Haupt-Typenarten dieser Böden in der Ungarischen Tiefebene in gewissen Gegenden zu finden.

'Sigmonds Auslaugungs- bzw. Entwicklungstheorie wurde von einigen Bodenkundlern, die sich sonst mit dem Alkali- (Szik-) Problem nicht eindringlich beschäftigt haben, bestritten. Selbst Scherf schaltet bei Aufstellung seiner Theorie die im Boden vor sich gehenden chemischen, kolloidalen Erscheinungen aus. Weder Basenaustausch noch die aus chemischen Bodenuntersuchungen zu ziehenden Folgerungen erkennt er an. Seine Theorie ist ausgesprochen einseitig und hat eine rein geologische Einstellung. Das müssen wir aber über jeden Zweifel erhaben ansehen, daß bei geologischen Ablagerungen tiefwirkend chemische, physikalische und biologische Prozesse sich in unendlichen Zeiträumen und bestimmter Reihenfolge abwickeln müssen, bis ein Boden im engeren Sinne als dynamisches Material gestaltet wird. Wenn die bodenbildenden Umwandlungen nicht oder anders stattfinden, können die Bodentypen — welche den Charakter der bildenden Faktoren aufweisen — nicht entstehen. Scherf schreibt, wahrscheinlich aus seiner Ablehnung der Auslaugungstheorie heraus, solche Feststellungen den anderen Forschern zu, die mit der Auslaugungs- bzw. Entwicklungstheorie der Szikböden einverstanden sind, worüber sich als unrichtig nicht diskutieren läßt (7).

Dagegen muß man Scherf vollkommen Recht geben hinsichtlich der Wichtigkeit der Wasserführungsfähigkeit des Untergrundes für den Szikboden. Die Auslaugung der Böden erfolgt nur an solchen Orten, wo es die Untergrundverhältnisse erlauben. In den ersten Jahren dieses Jahrhunderts hat 'Sigmond in den Studien der berieselten Wiesen

von Békédcsaba darauf hinzugewiesen, in welchem Maße die Untergrundsverhältnisse auf die Ausgestaltung der Szikböden eine entscheidende Rolle haben. Scherfs Untersuchungen bekräftigen diese Tatsachen. So soll man auch Scherf recht geben, wenn er darlegt, daß bei den tonigen Szikböden der Tiefebene in dem Teile über der Theis die Bodenschichten aus zwei verschiedenen Zeitaltern stammen und aus verschiedenem Material entstanden sind: Der untere im Pleistozän-, der obere im Holozän-Zeitalter. Diese Feststellung ist insofern interessant, als Arany in 1924 nicht als Geologe, sondern als Bodenkundler bei einer Bodenaufnahme auf dem Hortobágy, inzwischen bei Horizontprüfungen dieselbe Bemerkung machte und in seiner Abhandlung (erschienen 1926) — ohne die Zeitalter der Schichten zu differenzieren — veröffentlichte (8). Er hat seine Folgerungen aus 75 Bohrungen (bis zu einer Tiefe von 150 cm), welche einen großen Teil des Hortobágy umfaßt, gezogen. Später sind auf der Wirtschaft der Landwirtschaftlichen Fachschule zu Karcag Horizontprüfungen durchgeführt worden, wobei die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen diese Begründung bestätigten (9). Die auf dem letzten Platze durchgeführten Prüfungen zeigen zweifellos, daß die Oberschicht der Szikböden schon aus einem Grundmaterial der Verwitterung zustande gekommen ist, welches viel Natrium enthält. Solche sind die Plagioklasfeldspate. Der Zerfall und die Auslaugung dieser — Na-reichen und Ca-armen — Verbindungen konnte in solchem Maße vor sich gehen, wie die Untergrundsverhältnisse zuließen, so daß in den alluvialen Schichten keine größere Menge von wasserlöslichen Salzen zurückgeblieben ist. Selbstverständlich haben die Auslaugungsvorgänge die Struktur des Bodens hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit zugrunde gerichtet. An Orten, wo die Verhältnisse die Auslaugung nicht begünstigten, wurde die Oberfläche vom Wasser angegriffen und erodiert. In diesen Fällen entstanden die sogenannten Bankbildungen (10). Ohne Auslaugung kann säulenartige Struktur nicht entstehen (11). Die Herkunft der letzteren und auch die anderen Vorgänge, welche schon heute klar vor uns stehen, kann man mit der Scherfschen Theorie nicht erklären.

Die Auffassung von 'Sigmond, nach welcher der aus den Deckschichten ausgelaugte Kalk durch die Bodenhorizonte wandert und im Untergrunde Kalkkonkretionen entstehen, ist in der Wirklichkeit kaum anzunehmen, trotzdem daß der Kalk — nach der Kalkung der Szikböden — in den Bodenhorizonten von oben nach unten wandert (12).

Bei der Mangelhaftigkeit der Theorien von 'Sigmond und Scherf müht sich Endrédy, helfend einzugreifen. Nach seinen Erfahrungen

in der Bodenkartierungsarbeit an Ort und Stelle und im Laboratorium hat er festgestellt, daß die Szikböden über der Theisgegend an höheren Rücken des Gebietes der Theis liegen. Diese Rücken waren — nach seiner Auffassung — in uralten Zeiten von Wäldern bedeckt. Durch Einwirkung der Wälder wurde der Boden versauert. Nach den klimatischen Veränderungen verschwanden die Wälder und an ihre Stelle trat Grasvegetation (Festuca und in den versauerten Gebieten Agrostis Assoziation). Zu dieser Veränderung waren das Trockenwerden des Klimas und auch die Senkung des Untergrundwasserstandes nötig. In dieser Epoche konnten die Pflanzen sich nur aus den tieferen Schichten mit Wasser versorgen. Auf diesem Wege erreichten die Bodensalze die Oberfläche. Diese Salze, hauptsächlich Natriumsalze, kamen unterwegs in den Schichten B und C mit $CaCO_3$ in Berührung, worauf eine Sodabildung stattfand. Die OH-Ionen von letzteren haben die H-Ionen des Bodens neutralisiert, und Na trat an die Stelle der letzteren. Mit diesem Vorgang wurden zwei tief einwirkende Veränderungen bewirkt: 1. der Boden wurde verszikt; 2. die entstandene Soda hat den Boden in der Tiefe, wo Schichten B und C sich berühren, peptisiert. Daher kommt es nach seiner Auffassung oft vor, daß der obere Teil der Schicht B noch ausgeprägt sauer ist, während der untere Teil von derselben Schicht stark alkalisch ist (13).

Obwohl die Theorie von Endrédy bei der Entstehung eines Teils der Szikböden annehmbar ist, scheint sie in manchen Beziehungen unnatürlich zu sein und eben darum kann sie nicht für alle Erscheinungen eine Erklärung geben. Es ist jedenfalls eine Tatsache, daß an einem Haupttyp der Szikböden, welche von 'Sigmond degradiert, von Arany sauer genannt wird, die Endrédysche Theorie dem Vorgang der Wahrheit sehr nahestehend beschreibt. Dabei soll man aber nicht vergessen, daß die Podsolierung der Ssolodisierung zwar ähnlich, aber nicht derselbe Prozeß ist (14).

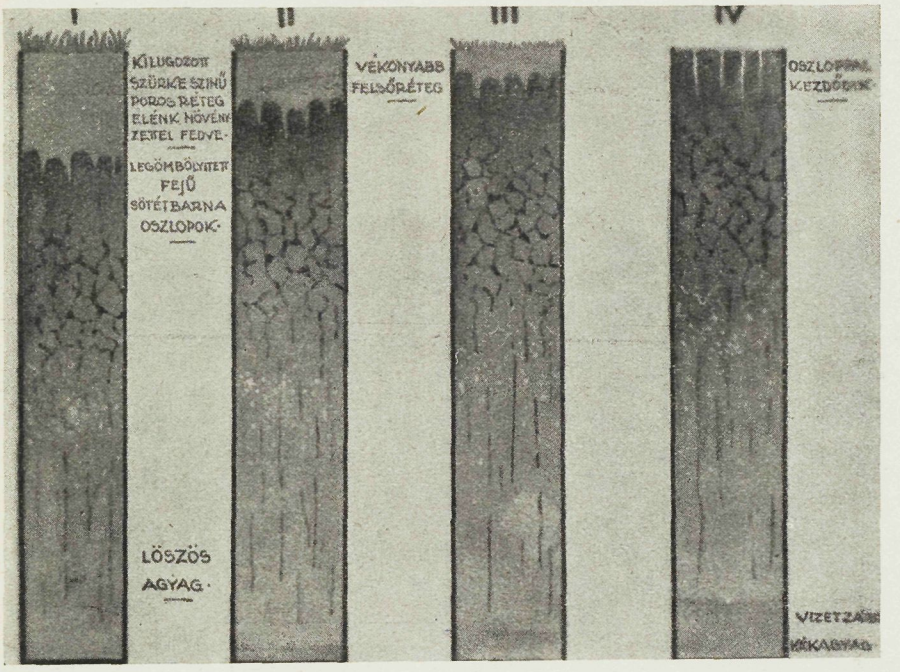
Damit kann man erklären, daß die Ssolodiprofile den Podsolen ähnlich sind.

Mit dieser Theorie kann man das Vorkommen der verschiedenen Haupttypen der Alkaliböden auch nicht genügend erklären, hauptsächlich in den Fällen, bei denen wir wissen, daß der kapillarische Salzaufstieg — wegen des Tiefstandes des Grundwassers — sozusagen ausgeschlossen ist und die peptisierte Schicht zwischen B und C die kapillarische Hebung der Salze entweder verzögert oder verhindert.

Durch die Kenntnis der erwähnten Theorien und auf Grund meiner eigenen Erfahrungen können wir die Herkunft der Szikböden und die sich in diesen abspielenden Vorgänge als teilweise durch geologische,

teilweise durch klimatische Faktoren beeinflußt auffassen. Der Boden als durch Naturfaktoren beeinflußte Naturbildung ist nicht beständig, sondern, der Stärke und Richtung der einwirkenden Faktoren entsprechend, veränderlich. Gemäß dieser Veränderung sind die heute Szikböden genannten Bildungen durch Entwicklungsgrade, und zwar teilweise durch Abbau (Degradierung), teilweise durch Aufbau (Regradierung) hindurchgegangen. Nach den Feststellungen der Geologen stand in den geologischen Zeiten (bei uns im Pleistozän) der Spiegel des Grundwassers wahrscheinlich sehr hoch in den Gebieten, wo man heute die Szikböden findet. Das in diesem Zeitalter herrschende Klima verdampfte die salzige Bodenlösung, nach der Oberfläche wandernd, und damit versalzte die konzentrierte Alkalisalzlösung die Deckschicht. Wie erwähnt wurde, ist es nach Stebutt nicht notwendig, daß das Material, welches als Salzquelle diente, selbst von Ursprung reich an Salzen war. Es wäre genügend, wenn bei der fortdauernden oder periodischen Verwitterung des Materials, die Auslaugung und Abtransportierung der Verwitterungsprodukte aufhört. Die Alkalisalze der Bodenlösung haben, nachdem sie in der Oberkrume eine größere Konzentration erreichten, die Ca-Ionen des adsorbierenden Bodenkomplexes mehr oder weniger gegen Na ausgetauscht. Das Ca, sofern die Reaktion des Mediums alkalisch war, schied sich in unlöslicher Form aus; wenn aber die Verhältnisse seine Existenz in der Bodenlösung zuließen, blieb es solange in dieser Form, als die Umstände das erlaubten. In der darauffolgenden Periode wurde das Klima feuchter und kühler und daneben sank der Spiegel des Grundwassers aus irgendwelcher Ursache. Von der Vielheit dieser Faktoren und auch von den Basenaustauschvorgängen abhängend, ging die Auslaugung fort. An Orten, wo das Grundwasser hoch blieb, fand keine Auslaugung statt. Dort, wo die physikalische Struktur des Bodens so schlecht wurde, daß nach der Entfernung der Alkaliionen aus der Bodenlösung der Boden seine Durchlässigkeit verlor, konnte eine größere Auslaugung nicht stattfinden, selbst dann nicht, wenn das Grundwasser in die Tiefe sank. In solchen Fällen wurde an manchen Stellen die Oberfläche des Bodens vom Wasser angegriffen und die typische Erosion der Szikböden, die sogenannte Bankbildung, trat auf. Diese letztere entsteht auch sonst an Szikböden, deren obere Schicht — Schicht A — mäßig wasserdurchlässig ist, Schicht B sich aber kompakt verhält.

An Orten, wo die chemische Zusammensetzung der Oberfläche wie die Beschaffenheit des Untergrundes und die Tiefe des Grundwassers die Austauschvorgänge begünstigten, fand eine Auslaugung statt. Natürlicherweise war die Auslaugung ebenso fleckig wie der Austausch



Übersetzung: I = (oben) ausgelaugte, graue, lockere mit stark Vegetation bedeckte Schicht. — Säulen mit abgerundeten Köpfen. — (unten) lößiger Ton.

II = Dünnere Schicht A.

IV = (oben) es beginnt mit den Säulen.
(unten) wasserundurchlässiger Ton.

(nach Prof. Arany)

des Kalziums in dem Salzboden gegen Natrium, demzufolge sich die Verszikung des Bodens vollzog. Während der Auslaugungsprozesse sind zunächst die löslichen Salze der Alkalien, dann die des Magnesiums, später die löslichen Verbindungen des Kalziums in die Tiefe oder durch das Bodenprofil ausgewaschen. Darauffolgend wurden die schwerlöslichen Kalkverbindungen und die des Aluminiums und Eisens mobilisiert, bis endlich die Bodenkolloide aufgelöst und bis zu einer Tiefe niedergewaschen wurden, in welche der Mangel an Elektrolyten ihr Wandern erlaubte. Je tiefer die Auslaugung einwirkt, desto salzarmer wird der Boden sein und desto geeigneter wird der Szikboden für landwirtschaftliche Zwecke. Unter diesen Vorgängen ist eine große Reihe der verschiedenen Szikböden entstanden. An dem einen Ende dieser Reihe stehen die unausgelaugten und an dem anderen Ende die vollständig ausgelaugten Szikböden.

Nach den neueren Feststellungen ist in den Szikböden der Theißgegend festzustellen, daß die Deckschicht und der Untergrund der Szikböden aus verschiedenen geologischen Zeiten und von verschiedenen Materialien herstammen. Die Deckschicht bestand wahrscheinlich aus den Zerfallprodukten von Gesteinen, welche arm an Kalk und verhältnismäßig reich an Natriumverbindungen waren. Nach dieser Ansicht hat das Urmaterial schon auf das Sediment seinen Charakter aufgedrückt. An diesem kalkarmen Sediment ging die Verwitterung vor sich, welche zur Versalzung führte. In diesem Falle war der Hochstand des Grundwassers nicht notwendig; dazu reichte der Mangel an Auswaschung der Verwitterungsprodukte aus. In der heißen Periode des damaligen Klimas hat die angesammelte Menge des Salzes die Basen ausgetauscht und unter den kühlen und feuchteren klimatischen Verhältnissen wurde die größere Menge des Salzes vom Boden ausgewaschen. Je ärmer das Sediment an Kalk war, desto schwerer vollzog sich nach seiner Verwitterung die Auslaugung — und umgekehrt. Es kamen auch Fälle vor, daß das Sediment reicher an Kalzium als an Natrium war. In diesem Falle wurde das adsorbierende Natrium gegen Kalk ausgetauscht. Es ging also ein umgekehrter Vorgang vor sich wie bei der Verszikung. Es kamen auch Fälle vor, wo bei der Auslaugung die Natriumionen des adsorbierenden Komplexes durch Wasserstoff-Ionen ersetzt wurden, worauf der Szikboden sauer wurde. Es ist bekannt, daß der Anspruch einer Grasvegetation gegenüber den Salzen der Böden viel größer ist als das der Bäume. Seit Kenntnis dieser Tatsache herrscht kein Zweifel darüber, daß an solchen, an Basen verarmten, dem Podsol ähnlichen Ssolodiböden sich ein Wald ansiedeln könnte. Dieser Wald ist aber durch klimatische Veränderungen verschwunden und hat seinen Platz der Grasdecke übergeben, wie wir das aus der Theorie von Endrédy gesehen haben.

Es ist einleuchtend, daß an Stellen, wo das Sediment reich an Natrium war, die Auslaugung auch dann sehr schwer vor sich gehen konnte, wenn das Grundwasser ziemlich tief stand, und daß anderseits an Stellen, wo die Kalkverbindungen die Menge des Natriums überwogen und die Verhältnisse des Untergrundes günstig waren, die Auslaugung ohne weiteres vor sich ging. Die Auslaugung hat alle guten Beschaffenheiten des Bodens zerstört. Diese Verschlechterung zeigt sich in erster Linie im Verhalten des Szikbodens gegen Wasser.

Wie aus der oben zitierten Arbeit von Vilensky ersichtlich ist, fand in neueren Zeiten ein ausgeprägter Aufstieg des Wassersystems des Schwarzen Meeres statt. Die Einwirkung dieser Erscheinung zeigt sich in der Ungarischen Tiefebene darin, daß in den früheren ausgelaugten

und in manchen Fällen sauer gewordenen Szikböden, welche ihre physikalische Struktur während der Auswaschung verloren, eine Versalzung eintrat. Diese Versalzung fand überall statt, wo das Untergrundwasser sonst nicht sehr tief absank. Die Anreicherung der Oberfläche des Bodens an Salzen hat eine tiefeindringende Wirkung auf das Bodenprofil ausgeübt, die ebenso augenscheinlich ist wie die Auslaugung selbst. Auf diesem Wege kamen die regradierten Szikböden zustande, welche in den ungarischen Szikproblemen ein sehr ernstes Problem sind und einen großen Teil der ungarischen Szikböden ausmachen. Die Auslaugungsvorgänge (die Degradation) ebenso wie die Salzanreicherungsprozesse (die Regradation) können als Ursache der Sodabildung gelten. Diese beiden Vorgänge sind allgemein bekannt. Der erstere verläuft nach der Hilgardschen Theorie und wird von Scherf „Sodafabrik" genannt, der zweite nach der Theorie von Gedroiz.

In dem Sinne der Hilgardschen Theorie bildet sich Soda in jedem Falle, wenn ein neutrales Alkalisalz mit $CaCO_3$ in Berührung kommt. Die Reaktion ist rein chemisch:

$$Na_2SO_4 + CaCO_3 \rightleftarrows CaSO_4 + Na_2CO_3$$
$$2\,NaCl + CaCO_3 \rightleftarrows CaCl_2 + Na_2CO_3.$$

Dieser Prozeß kann auch dann vor sich gehen, wenn die Alkalisalze von oben nach unten ausgewaschen werden. Nach meiner Auffassung liegt dieser Fall vor uns. Nämlich, der Vorgang fing sofort an, als die abgelaugten Salze die Pleistozänschicht erreichten. Mit einem kapillaren Salzaufstieg allein kann man die Sodabildung in den durch ausgeprägt morphologische Struktur charakterisierten Szikböden nicht erklären. Wenn die Salze von unten nach oben durch Kapillarität aufsteigen, dann ist es klar, daß sie die kalkreiche Pleistozänschicht durchwandern müssen. Zweifellos müßte während einer solchen Wanderung der Salze eine Sodabildung stattfinden. Warum findet sich dieser Vorgang dann aber nicht in einem tieferen Teil des Bodenprofils und warum findet er sich nur an der Berührung der alluvialen und Pleistozänschichten? Die Soda peptisiert die Bodenkolloide und zerstört damit die Struktur des Bodens. Diese Tatsache muß auch ein Beweis dafür sein, daß die Soda durch die Auslaugungsvorgänge entstand, sonst müßte der Boden in seinen tieferen Schichten sich so verhalten, wie bei der Berührung der erwähnten zwei Schichten. Aus dieser Feststellung folgt weiter, daß in den Szikprofilen, welche durch den ganzen Schnitt peptisiert, stark alkalisch und wasserundurchlässig sind, die Soda durch kapillarischen Aufstieg der Alkalisalze aus dem Grundwasser entstand. Leider haben wir auch eine sehr große Anzahl solcher Böden.

Die Soda kann aber auch nach der Gedroizschen Theorie entstanden sein. Nach dieser Theorie ist die Anwesenheit von wasserlöslichen Salzen zur Sodabildung im Boden nicht notwendig. Es genügt, wenn in dem adsorbierenden Bodenkomplex eine ausreichende Menge von austauschbarem Natrium vorhanden ist. In diesem Falle tritt das austauschbare Natrium im Verlauf der Austauschvorgänge mit dem im Boden vorhandenen $CaCO_3$ in eine chemische Reaktion, worauf eine Sodabildung stattfindet. Es ist verständlich, daß unter diesen Verhältnissen ein Eintausch von Ca-Ionen vor sich geht.

$$Ad \cdot\cdot x\,Na + CaCO_3 \rightleftarrows Ad \begin{matrix} \cdot\cdot\,(x-2)Na \\ \cdot\cdot\,Ca \end{matrix} + Na_2CO_3$$

(Ad = adsorbierender Bodenkomplex).

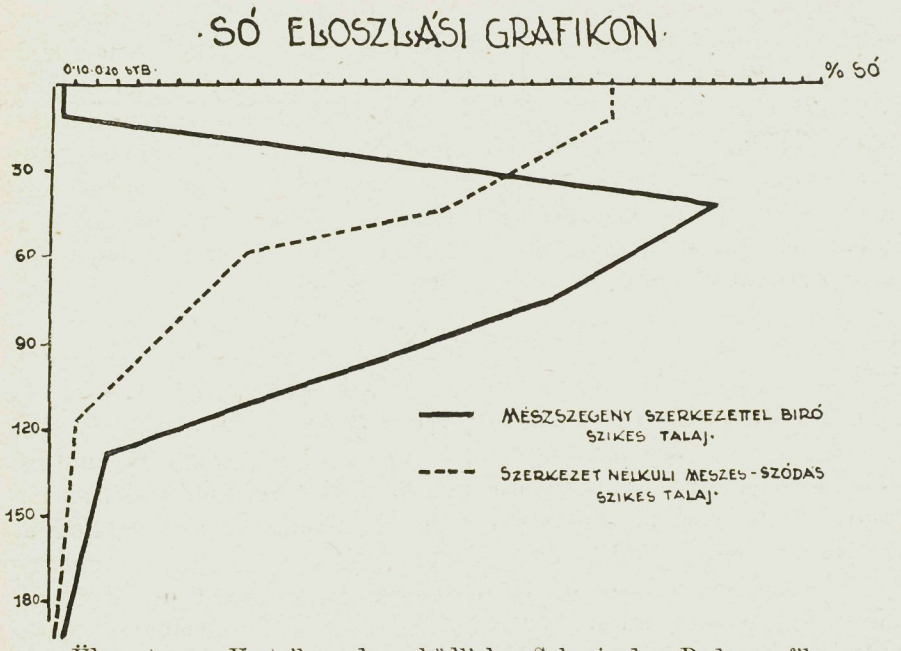
Die Entstehung der Soda auf diesem Wege ist hauptsächlich von den russischen Forschern bestätigt. Diese Entstehungsweise unterstützt auch die Auslaugungstheorie, weil zu dieser Reaktion eine schwache Hydrolyse des Bodenkomplexes und des Kalziumkarbonates notwendig ist, was bei der Auslaugung erfüllt wird.

So ist es selbstverständlich, hauptsächlich auf Grund der Hilgardschen Auffassung, daß die „Sodafabrik" in den ausgelaugten Szikböden der Tiszagegend immer an einer gewissen Stelle des Bodenprofils und in den Sodaböden, in denen keine Auslaugung vor sich gehen kann, immer an der Oberfläche oder in der Nähe der Oberfläche stattfindet.

di Gléria hat darauf aufmerksam gemacht, daß das im Boden vorhanden gewesene Kalziumkarbonat mit der Soda eine Adsorptionsverbindung zustande bringen kann (15). Damit wird die Soda vor der Auswaschung geschützt und anderseits kann das Kalziumkarbonat in der Anwesenheit von Soda nicht in Lösung erscheinen. Diese Tatsache hat eine ungeheure Wichtigkeit. Es kann nämlich geschehen, daß die transportierenden Kräfte ein kalk-soda-haltiges Sediment mitnehmen und ferne von der Herkunft der Soda sedimentieren. Damit kann der Boden ohne besondere erkennbare Ursachen veralkalisiert sein.

Der Regradationsvorgang, zuerst erwähnt von Vilensky, dauert heutzutage auch trotz der Tatsache an, daß das Klima in unserer Zeit sich in einer feuchteren Richtung ausgeprägt verschiebt (16). Diese zwei einander entgegenwirkenden Faktoren, also die Degradation und die Regradation, bringen eine charakteristische Verteilung der Salze im Bodenprofile hervor. Da, wo diese entgegengesetzten Vorgänge sich begegnen, liegt immer die Anhäufungsschicht der wasserlöslichen Alkalisalze.

Die Erscheinung ist sehr leicht verständlich. Die Auslaugung von oben nach unten, der kapillarische Aufstieg von unten nach oben be-



Übersetzung: Verteilung der schädlichen Salze in dem Bodenprofil.

——— = kalklose, strukturhabende Spitzböden.

..... = kalk- und sodahaltige Spitzböden ohne morphologische Struktur.

(links unten) Tiefe cm (rechts oben) Salzgehalt %

(nach Prof. Arany)

wegen alle Bestandteile, welche bei einem solchen Vorgang beweglich sind. In diesem Sinne ändert sich die Lage der Anhäufungsschicht je nach der Richtung der überwiegend wirkenden Kräfte. Unter nassen Verhältnissen, unter nasserem Klima beherrscht die Auslaugung, in warmen, trockenen Gebieten die kapillare Salzerhebung und damit die Salzanreicherung in den obersten Schichten die Vorgänge. In Gegenden, wo die Faktoren des kapillaren Aufstiegs fehlen, findet nur die Auslaugung und dort, wo diese letztere fehlt, die Anreicherung der oberen Schichten an Salzen statt. So ergibt sich, daß die Typen der Szikböden außer den chemischen Veränderungen, welche durch die Verszikungsprozesse hervorgerufen sind, immer von den Untergrundsverhältnissen abhängen. Zwischen vollständiger Auslaugung und vollständigem Aufhören der Auslaugung besteht eine unzählbare Reihe der Szikböden.

In den Profilen der strukturhabenden Szikböden ist die größere Menge der wasserlöslichen Salze im allgemeinen im untersten Teil von Schicht B zu finden. So kann man die Lage von Schicht B als einen

Leitfaden zur Beurteilung des Bodenprofils gebrauchen. Je tiefer der unterste Teil von Schicht B von der Oberfläche liegt, desto größer ist die Mächtigkeit von Schicht A bzw. desto stärker wirkt die Auslaugung und umgekehrt. Selbstverständlich übt die Mächtigkeit von Schicht A auch auf die landwirtschaftliche Nutzbarkeit des Bodens einen großen Einfluß aus. Für höhere landwirtschaftliche Kultur sind nur die Szikböden geeignet, welche eine Auslaugungsschicht von größerer Mächtigkeit enthalten. Ist die Dicke von Schicht A dünn, so hat der Szikboden nur einen geringen Wert.

Die mit der Auslaugung auftretenden Erscheinungen kann man am besten an den sogenannten Bankformationen studieren. An Orten, wo die Untergrundsverhältnisse des Bodens keine tiefere Auslaugung erlauben, zerstört das Wasser die Oberfläche des Bodens. Das Zerstören beginnt an den Rändern der Risse, wovon zuerst die Deckvegetation weggewaschen wird. Das Bankdach ist die primäre Oberfläche, welche mit mehr oder weniger starker ursprünglicher Vegetation bedeckt ist. Der Bankhang ist ebenso durch Abwaschung der primären Oberfläche, also durch Erosion, entstanden wie der untere Teil der Bank, den man daher eine sekundäre Oberfläche nennen kann. Diese letztere ist im allgemeinen vegetationslos oder mit sehr schwacher Vegetation von minderem Wert bedeckt. Wertvolle Vegetation kann an solcher Oberfläche nur nach längerer Zeit und nur dann gedeihen, wenn eine etwaige dünne Auslaugungsschicht sich an ihr bildet. Meistens wird sie dann nochmals mit natürlicher Vegetation bedeckt, wenn sie durch längere Zeiten und genügend oft mit Wasser überschichtet ist. Diese sekundäre Vegetation hat immer einen minderen Wert als die frühere an der originalen Schicht gewachsene und besteht an den besten Stellen aus Polygonum Assoziation und an den schlechteren Stellen aus Camphorosma Assoziation oder aus nichts. Wenn diese sekundäre Oberfläche vegetationslos steht, sieht sie so glatt wie Asphalt aus. Ihre physikalische Struktur ist im allgemeinen sehr schlecht und besteht aus dem abgewaschenen Kopf der Säulen, welche seitlich dicht aneinander zementiert sind. Die schädlichen wasserlöslichen Salze sind in den untersten Teilen der Säulen gelagert. Es ist klar, daß mit dem Zerstören der Oberfläche diese Salze schon näher zu ihr liegen. Die Qualität des Szikbodens ist mit dieser Tatsache schlechter geworden, was durch die verlorene Auslaugungsschicht und die zementähnliche physikalische Struktur des Bodens gesteigert wird.

So beginnt der Abbau des Szikbodens.
Bankbildung. — Charakteristische Risse.

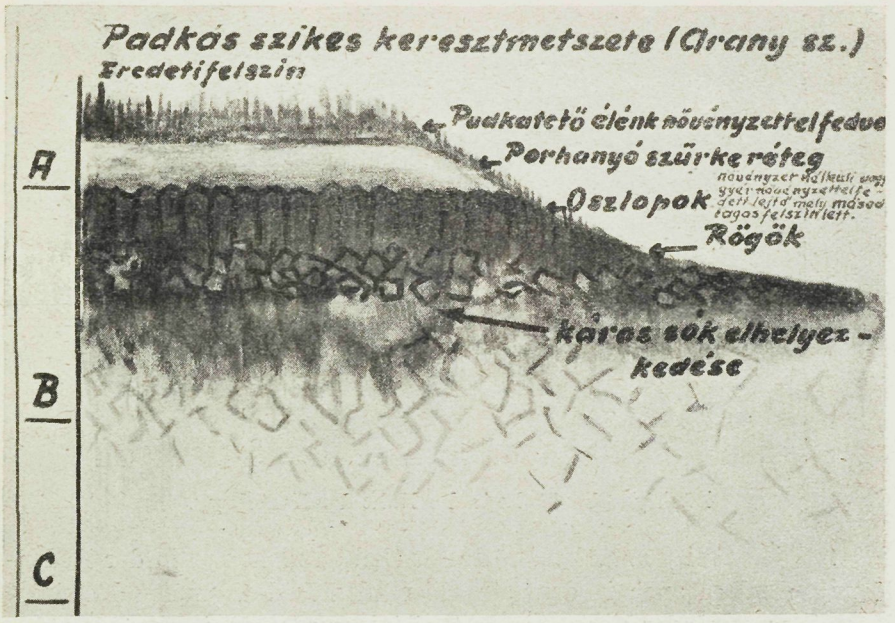
Bankbildung. — Charakteristische Risse.

Bankbildung. — Charakteristische Risse
(aber von minderem Wert von Alkaliboden).

An Hand der Auslaugungstheorie kann man den Unterschied zwischen den verschiedenen Haupttypen der Szikböden verstehen. 'Sigmond hat für den ungarischen Szikboden theoretisch fünf Haupttypen aufgestellt (17).

1. Haupttype: Alkalisalzige Böden.
2. Haupttype: Salzige Alkaliböden.
3. Haupttype: Ausgelaugte Alkaliböden.
4. Haupttype: Degradierte Alkaliböden.
5. Haupttype: Regradierte Alkaliböden.

1. In den Bodenlösungen der alkalisalzigen Böden spielen die Natronsalze die Hauptrolle ohne jedoch, daß eine nennenswerte Menge von Natrium in den adsorbierenden Bodenkomplex eintreten und gegen Kalzium austauschen würde. Besonders in der Nähe der Meere, in den trockenerdigen sandigen Salzböden, kommen solche Böden vor. In dem Falle, daß es gelingt, die Salze des Natriums aus der Bodenlösung durch Auswaschung zu entfernen, wird der Boden zu einem normalen Boden werden.



Übersetzung: Schema der Bankbildung an Szikboden (nach Prof. Arany)

Ursprüngliche Deckschicht

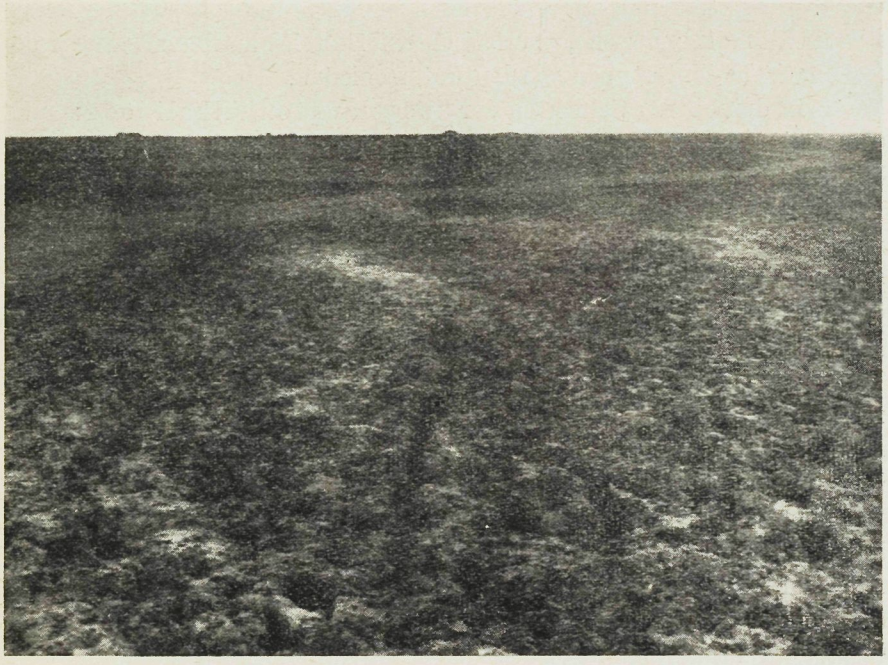
← Bankdach mit starker Grasvegetation bedeckt.
← lockere graue Auslaugungsschicht.
← Säulen, Hang, sekundäre Oberfläche ohne Vegetation.
← Schollen.

Bankbildung an der Hortobágy.

Bänkige Oberfläche in der Nähe der Hortobágy.

2. Die salzigen Alkaliböden enthalten nicht nur in der Bodenlösung, sondern auch in dem adsorbierenden Bodenkomplex Natriumionen in wechselnder Menge. In erster Linie werden die in dem Komplex befindlichen Natriumionen im Verhältnis zu den übrigen Basen die Bodeneigenschaften und die Verbesserungsmöglichkeiten des Bodens

Salzige-Alkali (-Szik-) Boden in der Nähe von Szeged.



„Weg“ an ausgelaugtem Alkaliboden an der Hortobágy.

Ausgelaugte (-säuerige-) Szikboden an der Hortobágy.

regeln. Ihr Salzgehalt ist 0,2 % oder mehr. Sulfatische, chloridische, sulfatisch-bikarbonatische, sulfatisch-chloridisch-bikarbonatische und karbonatische Untertypen werden unterschieden.

3. In den oberen Schichten der ausgelaugten Alkaliböden sind nur wenig oder sehr wenig Alkalisalze enthalten. Den überwiegenden Teil der Salze findet man in dem tiefer liegenden Teil des Profils. Der Salzgehalt der Krume ist weniger als 0,2 %. Sie besitzen eine entwickelte morphologische Struktur. Der pH-Wert ist in der Krume neutral oder zeigt sauere Reaktion. Der B-Horizont ist in jedem Falle neutral oder schwach alkalisch. Sie entsprechen den russischen Ssolonetzböden. Wir nennen sie ausgelaugte Szikböden.

4. Aus den oberen Schichten der degradierten Alkaliböden (russisch = Ssolodiböden) sind durch den Auslaugungseinfluß nicht nur die wasserlöslichen Salze, sondern auch teilweise die austauschbaren Natriumionen entfernt worden. Ihre Stelle wurde durch Wasserstoff eingenommen, weshalb solche Böden nicht nur in den Deckschichten (im A-Horizont), sondern auch in dem folgenden B-Horizont regelmäßig sauer sind. Die Säure ist in der Deckschicht stärker als im B-Horizont, der eventuell auch eine neutrale Reaktion aufweisen kann. Durch die Auslaugung haben sich in diesen Böden auch die Bodenkolloide bewegt, weshalb eine charakteristische Veränderung in den Horizonten zustande gekommen ist. Diese Haupttype der Szikböden nennt man säurige Szikböden.

5. Die regradierten Alkaliböden kommen aus ausgelaugten oder aber aus degradierten Alkaliböden auf solche Weise zustande, daß nach Entstehung der Haupttypen aus irgendwelcher Ursache der Stand des Grundwassers aufstieg. Aus diesem Grunde haben nachher die Salze aus dem Grundwasser der Oberfläche zugestrebt, wodurch sie die schon geformte Bodenstruktur vernichteten bzw. ihr eine eigenartige Erscheinung verliehen haben. Die Bodenschichten, welche durch die Folgen der Regradationsprozesse von den Salzen des Bodenwassers erreicht wurden, so daß diese Salze sich in ihnen anhäuften, haben in der Regel einen Salzgehalt von mehr als 0,2 %. Der pH-Wert ist in der Krume schwankend je nachdem, von welchem Haupttyp sie entstanden ist.

Dies sind die Haupttypen, die unter ungarischen Verhältnissen wahrscheinlich als 2—4 Haupttypen begrenzt zu finden und heute schon auf gehörige Weise durchforscht sind. Bezüglich des Vorkommens und der an Ort und Stelle zur Erkennung notwendigen Faktoren verweise ich auf die Veröffentlichung von Arany (18). Je nach den in der ungarischen Großebene vorkommenden Haupttypen unterscheiden wir vom Verbesserungsstandpunkte: a) kalk- und sodahaltige und

Regradierte Szikboden in der Nähe von Hajdudorog.

b) kalklose Szikböden. Diese Benennung bezieht sich darauf, ob sie bei der Prüfung an Ort und Stelle und in dem Laboratorium in den Deckschichten oder in den darunter liegenden Schichten kohlensauren Kalk eventuell auch Soda enthalten oder nicht.

a) In die Gruppe der kalk- und sodahaltigen Szikböden gehören die salzigen und regradierten Szikböden. Bei diesen ist die vollkommene Abwesenheit der Auslaugungsmöglichkeit charakteristisch, deren Ursache jedoch nicht immer die im Untergrunde außergewöhnliche Kompaktheit, sondern sehr oft der ständige hohe Stand des Grundwassers ist. Demzufolge werden die im Bodenwasser befindlichen Salze auf die in diese Gruppe gehörenden Szikböden einen starken Einfluß haben. Die Vorgänge sind solche, daß sie eher die Anhäufung der Basen im Boden als ihre Entfernung begünstigen. Die schädlichen Salze sind überwiegendenteils entweder in der Bodenoberschicht oder doch in ihrer Nähe zu finden. Zwischen diesen Salzen spielt die Soda als charakteristischer Bestandteil eine Rolle. Das Bodenprofil, meistens schon von der Oberfläche beginnend, enthält in der Regel kohlensauren Kalk. Diese Kalkionen können infolge der hochgradigen Bodenalkalität in der Bodenlösung nicht erscheinen. Die Soda entsteht in diesen Böden auf Basis der Hilgardschen Reaktion auf dem Wege der in der Richtung von unten nach oben verlaufenden Salzbewegung. Dieser Prozeß strebt danach, den Szikzustand im Boden zu erhalten.

Salzige Szikboden an schweren Ton in der Nähe von Püspökladány.

Die salzigen Szikböden sind morphologisch A—C-Böden, d. h. die Deckschicht liegt ohne Übergang auf C auf. Die Deckschicht hat eine schwankende Dicke und ist von einer mattgrauen Farbe bis dunkelgrauen Farbe; diese humusarme Schicht liegt auf einem hellgelben, grün- oder graugelben Untergrund. Dieser letztere ist der C-Horizont. Die Bindigkeit des Bodenprofils kann schwankend sein, es ist jedoch in den meisten Fällen sandig oder wenigstens zur Lockerheit neigend. Die Spuren des Wasserlaufs sind an dem Untergrunde in den meisten Fällen erkennbar. Eine ausgesprochene morphologische Struktur findet man in den meisten Fällen nicht. Sie entsprechen den russischen Ssolontschakböden.

Hier gebe ich die Daten der Profiluntersuchungen von zwei salzigen Szikböden nach Herke (19). Diese verstärken das oben Gesagte. Die Hauptmengen der schädlichen Salze sind an der Oberfläche zu finden. Das ganze Profil ist stark alkalisch und zeichnet sich durch seinen hohen Soda- bzw. kohlensauren Kalkgehalt aus.

Nr. der Bohrung	Deck-vegetation	Beschreiben des Gebietes	Tiefe cm	Kurze Beschreibung der Bodenprobe	pH	Ges. Salz %	Na_2CO_3	$CaCO_3$
47.	Lepidium cartilagineum. Camphorosma ovata, wenig Atropis limosa	Unterer Teil des Abhanges	0—12	Grauer Sand . . .	9,9	0,90	0,46	18,6
			12—25	Grauer Sand . . .	10,0	0,75	0,26	34,0
			25—37	Hellgrauer Sand .	9,9	0,64	0,18	27,8
			37—50	Hellgrauer Sand .	9,9	0,76	0,28	42,7
			50—62	Weißer Sand . . .	9,9	0,58	0,27	35,1
			62—75	Weißer Sand . . .	9,9	0,61	0,25	25,6
44.	Beinahe rein Bestand von Atropis limosa	Untere Terrasse mit mäßiger Steigung	0—10	Hellgrauer Sand .	10,0	0,82	0,27	22,7
			10—20	Hellgrauer Sand .	10,1	0,36	0,17	43,0
			20—30	Weißer Sand . . .	10,1	0,44	0,23	49,4
			30—40	Weißer Sand . . .	10,1	0,26	0,18	38,1

Diese zwei Beispiele stellen ausgesprochen schlechte salzige Szikböden von der Gegend Szeged dar. Die Szikböden der Haupttypen des Nyirség (Komitat Szabolcs) sind viel milder.

Die regradierten Szikböden zeigen demgegenüber eine begrenzte morphologische Struktur. Das ist auch verständlich, weil sie in den meisten Fällen aus Struktur habenden Szikböden entstanden sind. Da die ausgelaugten wie die sauren Szikböden in der Regel eine bestimmte morphologische Struktur aufweisen, ist selbstverständlich, daß von den regradierten Szikböden mehrere Variationen entstanden sind, je nachdem, ob die Regradierung in ausgelaugten oder aber in sauren Szikböden geschehen ist. Die gemeinsame charakteristische Eigenschaft aller regradierten Szikböden ist, daß in der Deckschicht die wasserlöslichen Salze nur in geringen Mengen oder überhaupt nicht enthalten sind. Die Bodenreaktion weicht in dieser salzlosen Schicht kaum von der Reaktion der ausgelaugten oder der Deckschicht der sauren Szikböden ab. Fast stets wird der Salzgehalt und auch die Alkalität in dem Untergrund stark steigen. Die Alkalität in der Bodenlösung rührt von der Soda her und von dem im Profil fein verteilt befindlichen kohlensauren Kalk. Der letztere ist in der Bodenlösung durch kapillaren Aufstieg entstanden, indem das Kalziumhydrokarbonat in der Form von kohlensaurem Kalk ausschied, nachdem es das Profil des Bodens durchsickert hatte. Vom verbesserungstechnischen Standpunkt aus sind diese Szikböden als am schwersten zu verbessern anzusehen, da sich in ihnen die schlechten physikalischen Eigenschaften der ausgelaugten Szikböden und die ungünstigen Eigenschaften der

Regradierte Szikboden von der Hortobág.

salzigen Szikböden vereinigen. Von den Struktur habenden Szikböden, deren morphologische, strukturelle Eigenschaften und Einordnung wir noch behandeln werden, unterscheiden sie sich dadurch, daß im B-Horizont nußgroße eckige Schollen brechen. Die Salzverteilung ist eine solche, daß die Sulfate (Na_2SO_4, $CaSO_4$ usw.) oben an den kohlensauren kalkreichen Schichten liegen (20). Das letztere macht, wenn wir annehmen, daß die Salzwanderung nach der Reihe geschah, eine von unten kommende kapillare Salzerhebung wahrscheinlich, obgleich das nicht in jedem Falle zu beweisen ist.

Einer der unten vorgestellten zwei Szikböden ist wahrscheinlich aus saurem, der andere aus ausgelaugtem Szikboden zustande gekommen, wenn wir die Einteilung von 'Sigmond für richtig halten. Die erste Bodenprofilprobe (K IV) stammt von Kónyapuszta (an der Hortobágy), die an der zweiten Stelle erwähnte Profilprobe (Bcs) wurde von einer der guten Parzellen der berieselten Wiese von Békéscsaba genommen. Die Daten dieser Profile nach meinen Untersuchungen sind folgende:

Zeichen der Bodenprobe	Tiefe cm	Kurze Beschreibung des Bodenprofils	pH	Bindigkeitswert	Wasserlösl. Salz %	Na_2CO_3 %	$CaCO_3$ %
K IV	0—6	Hellgraue lockere Schicht	7,78	47	0,070	—	—
	6—16	Graue, kompakte, eisenfleckige Säulen	7,46	42	0,115	—	—
	16—36	bald Schollen.	8,38	55	0,400	—	Spuren
	16—56	Braune, kompakte Polyedern . . .	8,42	56	0,640	—	2,35
	56—95	Kompakter gelbbrauner Ton . . .	8,85	59	0,494	Spuren	12,25
	95—125	Gelber Ton mit Kalkkonkretionen .	8,86	66	0,390	0,149	23,10
A	0—12	Dunkelschwarzer klebriger Ton . .	7,82	69	0,128	—	—
B	12—67	Kompakter, polyedriger braun. Ton	8,56	59	0,179	0,069	Spuren
Bcs C	67—100	Kompakter blau-gelber eiseniger Ton	8,91	73	0,247	0,291	3,53
D	Unten-100	Blau-gelber eiseniger-kalkiger Ton.	9,05	74	0,212	0,260	18,75

Der V-Wert wurde (nach Hissink) in der Oberkrume von K IV = 66 und von Bcs_1 A = 69 gefunden. Dies ist um so interessanter, weil die berieselte Wiese von Békéscsaba beinahe immer (wenigstens in dem überwiegenden Teil des Jahres) mit Wasser überflutet ist. Von dieser Tatsache ausgehend, hätte man eine größere Ungesättigtkeit von dieser Probe als in dem Falle von Kónyapuszta erwartet. Es ist aber wahrscheinlich, daß wegen der außerordentlichen Bindigkeit des Untergrundes die Auslaugung des Bodens sehr erschwert war. Anderseits findet eine schwache Regradation ständig statt und deshalb ist der Adsorptionskomplex des Bodens mit Basen gesättigt.

Die Verbesserung dieser Gruppe der Szikböden geschieht nur dann erfolgreich, wenn wir den störungsverursachenden Wasserstand des Untergrundes in die gehörige Tiefe senken und regeln können. In manchen Fällen ist es auch möglich, daß man durch irgendwelche natürliche Niederschläge, Beregnung oder Berieselung, die schädlichen Bestandteile durch entsprechende Maßnahmen von der Oberfläche entfernt.

Die Verbesserung der kalk- und sodahaltigen Szikböden geschieht in erster Linie mit Hilfe von solchem Material, das entweder selbst sauer ist oder bei der Zersetzung im Boden Säure abspaltet. Diese befreite oder entstandene Säure senkt die Bodenalkalität, zersetzt die Soda und den Kalk. Der in Lösung gekommene Kalk wird nachher die Aus-

tauschvorgänge vollenden; er treibt die Natriumionen aus dem Bodenkomplex und setzt sich an ihre Stelle. Solche in der Praxis bewährte Mittel sind: Schwefelstaub, welcher zu Schwefelsäure oxydiert, verschiedene gelöste und feste Säuren, die bei hydrolytischer Zersetzung Säure abgebenden Salze wie der mit Schwefelsäure aufgeschlossene Bauxit, Alaun, Eisenvitriol u. a. Diese Mittel wirken mit Hilfe der in ihnen befindlichen oder von ihnen abgegebenen Schwefelsäure.

Die kalk- und sodahaltigen Szikböden sind auch mit solchen Materialien verbesserbar, welche durch ihren hohen Gehalt an Ca-Ionen die Vollständigkeit der Verbesserung sichern. Ein solches Material ist u. a. der Gips, der in der Praxis in großem Umfange angewandt wird. Wenn die Salzkonzentration der Bodenlösung nicht hoch ist, gibt der Gips ein sehr gutes Ergebnis. In dem Falle, wenn man ihn an regradiertem Szikboden anwendet, findet eine Rückszikung statt. Es ist übrigens eine Tatsache, daß nicht nur der Gips, sondern alle Verbesserungsmittel ein solches Ergebnis haben müssen, wenn man sie an unter Regradationsvorgängen stehenden Böden anwendet. Es ist klar, daß in solchen Böden eine radikale Regelung der Wasserfrage erforderlich ist.

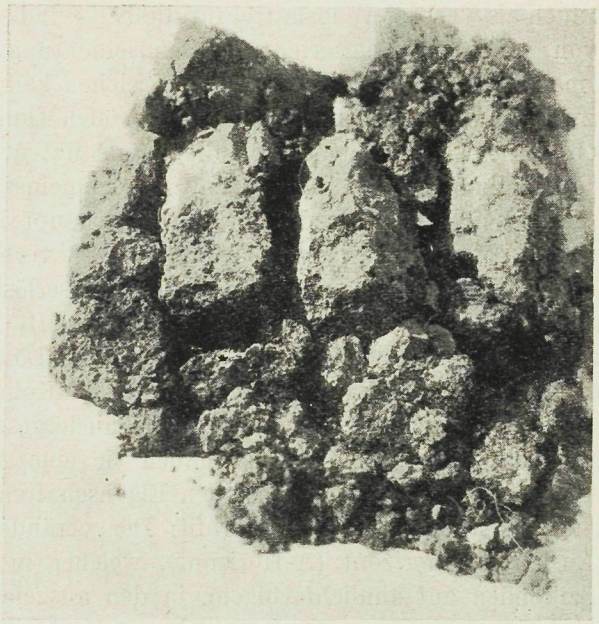
Auch noch heutzutage sind die Verbesserungsmöglichkeiten der regradierten Szikböden eine schwere Frage. Es kommt auch vor, daß die oberen, etliche Zentimeter tiefen Schichten der Szikböden nicht nur arm an Kalk, sondern geradezu von saurer Reaktion sind. Doch nur wenige Zentimeter tiefer finden wir neben den schlechten physikalischen Eigenschaften noch in großer Menge Anhäufungen der schädlichen wasserlöslichen Salze. Das an solchen Böden aufgewandte sauer wirkende Material übt naturgemäß keine große Wirkung aus und in vielen Fällen sehen wir, daß planmäßig kalkhaltiges und sauerwirkendes Material (z. B. Gips + Schwefelstaub, Gips und feste Schwefelsäure, „Acifer"-Präparate u. a.) zur gemeinsamen Wirkung verwendet wird. Es besteht doch kein leisester Zweifel, daß in solchen Böden die in ihnen vorhandene Kalkmenge, die in einem nicht wirkungsvollen Zustande ist, so groß ist, daß das dem Boden zugeführte Kalksalz im Verhältnis zu ihr sehr gering ist. Dagegen befindet sich das zugeführte Kalksalz in wirksamer Form und wenn es auch zu dem im Boden befindlichen in verhältnismäßig geringer Menge steht, wirken die Verbesserungsmaßnahmen in gesunder Richtung und werden in großem Maße gefördert. Auch noch bei schlechten Bodenverhältnissen ist das Ergebnis augenfällig, wenn wir für den Boden entsprechende Wasserversorgung und für die bestehenden Wasserabführungen Sorge tragen können. Wenn wir diese Bedingung nicht vollbringen, dann bleibt die Wirkung aus und es erfolgt keine Verbesserung.

Die Verbesserungsmöglichkeiten der regradierten Szikböden werden noch weiter besonderer, eingehender Studien bedürfen.

So wird auch als Verbesserungsmittel für die kalk- und sodahaltigen Szikböden von sandigem Charakter die Sandschichtung gebraucht, mit welcher man vielfach ein gutes Ergebnis erreichen kann.

b) Die zweite Gruppe der ungarischen Szikböden sind die kalklosen Szikböden, welche bekanntlich die ausgelaugten und sauren Haupttypen der Szikböden in sich schließen. Ihre gemeinsame Charakteristik ist, daß sie in den oberen Schichten überhaupt keinen Kalk enthalten, auch die Menge der wasserlöslichen Salze ist verhältnismäßig sehr gering oder überhaupt nicht vorhanden. Die wasserlöslichen Salze befinden sich regelmäßig im Grunde des Horizonts B_2 in größerer Menge. Der Untergrund kann kalkiger Ton, Mergel, Löß usw. sein. Nach der Auslaugung der Alkalisalze haben sich die Kolloide bewegt und in den tieferen Schichten des Bodenprofils niedergeschlagen, die dadurch schwer durchlässig sind, ferner haben sie eine Anhäufungsschicht zustande gebracht. Die gemeinsamen Eigenschaften der beiden Haupttypen zeigen sich in dem Bodenprofil: Der veränderlich dicke, mausgraue Auslaugungshorizont (A-Horizont), welcher in den Fällen der sauren Szikböden auf ähnlichfarbigem, in den ausgelaugten Szikböden aber auf einer dunkleren Säulenschicht (B-Horizont) ruht. Die abgerundeten köpfigen Säulen verzementieren sich an den Seitenplatten miteinander, ihr unterer Teil besteht aus großen, vieleckigen Figuren, aus den sog. Polyedern, mit stark zusammengepreßten Schollen, welche in Krümel (B_2-Horizont) übergehen. Der Übergang zu dem Untergrund ist kaum bemerkbar. Solche ausgelaugte Struktur habenden Szikböden werden von den Russen Ssolonetzböden genannt.

Während die hier beschriebene Struktur in den ausgelaugten Szikböden in mehr oder weniger entwickelten Formen zu finden ist, erfährt die Struktur der sauren Szikböden eine Veränderung (21). Im A-Horizont ist der durch die Pflanzenwurzeln durchbohrte A_1-Horizont sehr dünn ausgebildet und der fahlgraue, immer hellfarbige, oft von Eisentüpfchen durchsetzte A_2-Horizont erweitert. Durch die mehr oder weniger starken Auswaschungen gliedert sich auch der B-Horizont. Diese Gliederung besteht wesentlich darin, daß, während die Säulen B_1 mehr oder weniger auseinanderstürzen, der untere Teil der Säulen B_2 in der Regel verdichtet wird, wie es bei den Ssolonetzböden zu finden ist. Die Eisenflecken findet man im B-Horizont und auch noch manchmal im C-Horizont. Die Bodenreaktion ist im A-Horizont immer sauer, im B-Horizont regelmäßig schwach sauer bis neutral, im C-Horizont aber immer ausgesprochen alkalisch. Demgegenüber sind die oberen



Szikboden von säuliger Struktur (die Säulen ausgehoben) in der Nähe von Püspökladány.

Schichten der ausgelaugten Szikböden im A-Horizont immer schwach sauer oder neutraler Reaktion, im B-Horizont aber in den meisten Fällen schon basisch. Die Struktur habenden sauren Szikböden werden von den Russen in der Literatur Ssolodi oder Ssolotiböden genannt.

Als Beispiel bringe ich die von mir untersuchten zwei Bodenprofile. Das erste Beispiel ist ein ausgelaugtes Profil (K I), stammend von Kónyapuszta (an der Hortobágy). Das zweite HKe-Profil stammt von Keserü erdó an der Hortobágy und repräsentiert das Profil eines sauren Szikbodens.

Profil K I gliedert sich folgenderweise: 0—10 cm = A, 10—30 cm = säuliger B_1, 30—85 cm = polyedriger, bald krümeliger B_2, von ungefähr 85 cm ab = C.

Profil HKe gliedert sich wie folgt: 0—8 cm = A (die graue Farbe und die Eisenflecken sind charakteristisch auch an den Säulen zu finden). 8—15 cm = B, von 85 cm ab = C. Nach dem von dem sauren Szikboden vorher gesagten muß man das Profil als sauren Szikboden klassifizieren.

Zeichen der Bodenprobe	Tiefe cm	Kurze Beschreibung des Bodenprofils	pH	Bindigkeitswert	Ges. wasserlösl. Salz %	Na_2CO_3 %	$CaCO_3$ %
K. I.	0—5	Hellgraue, lockere, von Wurzeln durchbohrte Schicht	6,32	58	<0,03	—	—
	5—10	Grauer, kompakter Ton, der untere Teil ist säulig mit	6,84	52	<0,03	—	—
	10—30	dunkelbrauner-grauer Farbe . . .	7,32	44	0,06	—	—
	30—50	Kompakte braune Polyedern . . .	8,12	49	0,07	—	—
	50—85	Kompakter brauner Ton mit krümeliger Struktur	8,88	48	0,09	0,080	1,20
	85—100	Gelb-brauner kompakter Ton . .	9,02	48	0,141	0,212*)	4,35
	110—160	Gelber Ton mit Kalkkonkretionen .	9,12	54	0,289	0,126	8,25
	160—180	Gelber Ton mit Kalkkonkretionen .	8,60	62	0,192	0,106	2,50
HKe	0—8	Grauer, lockerer, eisenfleckiger Lehm	6,37	49	< 0,03	—	—
	8—45	Grau-braune Säulen	6,53	50	0,06	—	—
	45—85	Braune, kompakte Polyedern . . .	7,50	52	0,54	—	—
	85—150	Gelber, poröser Löß, mit Kalkkonkretionen	8,35	50	0,025	0,020	13,45

*) Die hohe Alkalität stammt auch von der Hydrolyse des Adsorptionskomplexes des Bodens.

Profil eines ausgelaugten Szikboden Kónyapuszta.

Profil eines säurigen Szikboden Kónyapuszta.

Die an dieser Stelle beschriebene Gruppe der Szikböden leidet selbstverständlich an Kalkmangel. Es ist klar, daß ihre Verbesserung durch eine richtige Anwendung von kalkhaltigen Mitteln erfolgen kann. Diese richtige Anwendung erfolgt durch Mergelung (Digózás), die ein gutes Ergebnis gibt, mit dem Unterschied, daß, während die ausgelaugten Szikböden nur mit einem möglichst hochwertigen Mergel zu behandeln sind, man bei den sauren Szikböden auch noch mit einer minderwertigen Gelberde wahrscheinlich ein gutes Verbesserungsergebnis erreichen kann. Die sauren Szikböden kann man mit Kalkung zweifellos erfolgreich verbessern. Zu diesem Zweck kann man zermahlenen, kohlensauren Kalkstein in Form von feinem Staube, Scheideschlamm u. a. verwenden. Die ausgelaugten Szikböden sind dagegen durch Anwendung von kohlensaurem Kalk nicht erfolgreich zu verbessern. Für diese ist also die sogenannte digózás (= Mergelung) die beste Methode zu ihrer Verbesserung. Ich möchte jedoch betonen, daß bei der Verbesserung der Ssolonetzböden neben vielen sonstigen Faktoren auch der Salzgehalt des Bodens eine Rolle spielt. So zeigt die Erfahrung, daß nur in dem Falle eine Verbesserung der ausgelaugten Szikböden für die landwirtschaftliche Ackerkultur zu erwarten ist,

wenn der Salzgehalt in der Deckschicht 0,2% nicht überschreitet. Falls er höher liegt, muß man entweder für eine Salzauswaschung sorgen oder aber die betreffende Fläche unter Wiesen- oder Weidekultur stellen.

Die systematische Zusammenfassung der Szikböden (nach 'Sigmond) mit ihren charakteristischen Eigenarten gebe ich auf Grund eigener Forschungen hierunter an:

Szikboden

1. Gruppe
Kalk- und sodaführende Szikböden

2. Haupttype:

Salziger Szikboden.

5. Haupttype:

Regradierter, von neuem salzig gewordener Szikboden.

Gemeinsame Eigenschaften:

Das Untergrundwasser ist ständig oder zeitweise auf hohem Stand. Die aus ihm stammenden schädlichen Salze lagern sich entweder an der Bodenoberschicht oder aber in ihrer Nähe. Die Auslaugung des Bodens hört auf und ist bei den gegebenen Verhältnissen auch unmöglich. Die im Boden vor sich gehenden Prozesse begünstigen die Anreicherung an Basen und schädlichen Bestandteilen. Das Bodenprofil ist reich an kohlensaurem Kalk und oft auch an Soda.

Abweichende Eigenschaften:

2. Haupttype:

a) Das Profil ist von der Oberfläche nach unten stark alkalisch. Kohlensaurer Kalk und Soda kommen eventuell schon in der Deckschicht vor.

b) Ausgesprochen morphologische Struktur ist meist nicht zu finden.

5. Haupttype:

a) Die obere, etliche Zentimeter dicke Schicht ist zuweilen nicht alkalisch, aber von da an abwärts zeigt das ganze Profil eine starke Alkalität. Die Deckschicht enthält nicht in jedem Falle kohlensauren Kalk und Soda, die unteren jedoch immer.

b) Ausgesprochen morphologische Struktur ist meistens zu finden.

2. Gruppe
Kalklose Szikböden

3. Haupttype:
Ausgelaugter Szikboden.

4. Haupttype:
Saurer (degradierter) Szikboden.

Gemeinsame Eigenschaften:

Das Grundwasser steht so tief, daß die von ihm stammenden schädlichen Salze weder auf die Bodenoberschicht noch auf die in ihrer Nähe befindlichen Schichten einen schädlichen Einfluß haben. In diesen Böden werden sich die löslichen und anhäufenden Bestandteile im Laufe der Auslaugung von der Oberfläche in die Tiefe entfernen und dort anhäufen oder sie werden sich durch die Grundwasserströmung entfernen. Die sich abspielenden Prozesse werden den Boden ständig an Alkalisalzen ärmer machen. Die schädlichen Salze sind unter der Oberfläche in schwankender Tiefe zu finden.

Die Oberschicht des Bodens oder die oberen Horizonte werden keinen kohlensauren Kalk oder lösliche, alkalisch reagierenden Salze enthalten.

Das Profil gliedert sich in „A"-, „B"- und „C"-Horizont und hat eine begrenzte morphologische Struktur.

Abweichende Eigenschaften:

3. Haupttype:

a) In der Deckschicht ist der Gehalt an wasserlöslichen Salzen nicht höher als 0,2 %. Die Reaktion ist schwach sauer, eventuell neutral oder schwach alkalisch. Im Untergrund finden wir immer kohlensauren Kalk und oft auch Soda.

b) Die oberen Glieder des Profils sind nicht geteilt.

4. Haupttype:

a) Die Deckschicht enthält in der Regel keine wasserlöslichen Salze, sie ist saurer oder neutraler Reaktion. Der B-Horizont ist sauer oder neutral. Der Untergrund enthält kohlensauren Kalk oder eventuell auch Soda.

b) Die oberen Glieder des Profils sind geteilt und in ihnen zeigen sich feine, sprossige Eisentupfen.

Schrifttum

1. Vilensky, D. G.: Saline and alkali soils of the Union of Socialists Soviet Republics. Reprinted from „Pedology", No. 4, 1930. — II-nd Intern. Congr. Soil Sci., Moscow-Leningrad 1930, p. 63.
2. 'Sigmond, E.: A szikképződés törvényeről a javitás szempontjából. — Mezőgazdasági Kutatások, 2 (1929), 272. old.
3. Stebutt, A.: Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde. — Verl. Gebr. Borntraeger Berlin 1930, S. 390.
4. Vilensky, D. G.: Die Salzböden, ihre Entstehung, Zusammensetzung und Melioration. — Moskau 1924. (Russisch in der Zeitschrift „Pedology".)
5. Stocker, O.: Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. II. Untersuchungen in der ungarischen Alkalisteppe. — Jahrbücher f. wissenschaftliche Botanik, 1933, Bd. LXXVIII, H. 5, S. 771.
6. Gedroiz, K. K.: Colloidal chemistry and questions of soil science. I. Colloidal matter in the soil solutions. Formation of soda in soil. Alkali, alkalines and salines. — Journ. of Exp. Agron., 1912, Vol. 13, p. 363—420. — II. Time of exchange reactions in soil colloidal function of soil. Saturation by various bases and color method for determining the amount of colloids in soils. — Journ. of Agron. Exp., 1914, Vol. 15, p. 181—216.
Gedroiz, K. K.: On the solodization of soils. — Works of the Nossovka Agric. Exp. Sta. Issue, 44, 1926.
Glinka, K. D.: On the problem of the origin of alkali soils. — The Russian Soil Sientist., 1921, No. 1—3.
Vilensky, D. G.: The origin of alkali soils. — „Pedology", 1924, No. 1—2.
Vilensky, D. G.: Alkali soils of the Ukraine. — 1927.
Vilensky, D. G.: On the origin of alkali soils. — Bull. I-st Conf. of Russian Botanists, Leningrad 1921.
Stebutt, A.: Ebenda.
7. Scherf, E.: Geologische und morphologische Verhältnisse des Pleistozäns und Holozäns der Großen Ungarischen Tiefebene und ihre Beziehungen zur Bodenbildung, insbesondere der Alkalibodenentstehung. (Sonderabdruck aus dem Jahresbericht der Kgl. Ung. Geologischen Anstalt über die Jahre 1925 bis 1928.) — Budapest 1935, S. 7—9 und 27.
8. Arany, S.: A hortobágyi ösi szikes legelőkön végzett talajfelvételek. — Kisérl. Közlem. XXIX (1926), 1. füzet. 8. oldal.
9. Arany, S.: A cukorgyári mészisza talajjavitó hatása. — Kisérl. Közlem., XXIX (1926), 2 füzet, 10. old.
10. Arany, S.: Az alföldi szikes talajok és javitási lehetőségeik. — „A Magyar Mérnök és Épitész Egylet Közlönyének Havifüzetei", 1938 ápril.-junius, 4—6 számok 21. old.
11. Dimo, N. A.: Principal charakteristics of the morphology, chemistry and geographic distribution of alkali and related soils in the chernozem steppe and semi-desert of European Russia. — Bull. of the 12. Conf. Russian Naturalists and Physicians. p. 626.
Vissotzky, G. N.: To the question on the causes of the withering of forest plantation on the steppe chernozems. Investigations of the Marioupol foresty. — Works of the Forest Exp. Stations in Russia, 1912, Issue 40, p. 62, Petersburg, I. plan.

Ellis, J. H. & Caldwell, O. G.: Magnesium clay „solonetz". — Transacts. IIIrd Int. Congr. of Soil Sci., Oxford, England, 1935, Vol. I, p. 349.

12. Arany, S.: A cukorgyári mészisza p talajjavitó hatása.—Kisérl. Közlem. XXIX, 1926, 2. füzet, 29 old.
13. Endrédy hat sein Manuskript zur Verfügung gestellt.
14. Stebutt, A.: Ebenda, S. 403.
15. di Gléria, J.: A szikes talajok keletkezése és javitása kolloidikai nézőpontból. — „A Magyar Sziksekk" c. F. M. kiadvány, 1934, 166, oldalán.
16. Stebutt, A.: Ebenda, S. 391—392.
17. Sigmond, E.: A magyar Alföld szikeseinek jellemzése és osztályozása.— „A Magyar Szikesek" c. F. M. kiadvány 3. oldalán, 1934.
18. Arany, S.: Az alföldi szikes talajok és javitási lehetőségeik. — A Magyar Mérnök és Épitész Egylet Közlönyének Havifüzetei, 1938, ápril.—jun. 4—6. sz.

    Arany, S.: A szikes talajok helyszinen történőfelismerése és elbirálása. — Tiszántuli Gasdák. — 1938, XVI. 13, 16 és 17. számaiban.
19. Herke, S.: A sziki mézpázsit, Atropis limosa, jelentősége a szódás talajok gyepesitésénél és az Atropis gyepek feljavitása. — Kisérl. Közl. XXXVI., 1933, 1—3 f.
20. Crowther, E. M.: Snils and fertilizizers. — Rpts. of the progress of applied Chemistry. — Vol. 15, 1930, p. 462.
21. Stebutt, A.: Ebenda, S. 403.

Die Bodentypen Afrikas

(mit 1 Karte)

von

Johann Heinrich Hellmers

Die Arbeit bezweckt, eine Übersicht über die verschiedenen Bodentypen Afrikas zu geben. Im Gegensatz zu Marbut, der 1923 eine Übersichtskarte der Bodenarten veröffentlichte, wurde mehr Gewicht auf die Herausarbeitung der Bodenserien im Sinne Pallmanns gelegt. Im 1. Teil wird an Hand der Karte auf die Verbreitung der Bodentypen in Afrika näher eingegangen, während der 2. Teil der Auseinandersetzung mit Marbuts Karte vorbehalten ist.

Die Hauptbodentypen wurden auf der der Arbeit beigefügten Karte farbig dargestellt. Außerdem wurden die verschiedenen Ausbildungsarten dieser Bodentypen in Abhängigkeit von dem Untergrund durch Buchstaben bezeichnet, deren Bedeutung aus der der Karte beigefügten Erklärung hervorgeht. Soweit es bei dem kleinen Maßstab der Karte möglich war, wurde dazu noch die spezielle Ausbildung der Böden durch Signaturen gekennzeichnet. Stark sandige Böden wurden durch Punktierung, steinige, wie die Hamadaböden, durch Strichelung, kiesige Serirböden durch Kreise usw. hervorgehoben. Außerdem wurden auch sie noch wieder durch Buchstaben bezeichnet.

I. Die Verbreitung der Böden in Afrika

Afrika, der Erdteil, der mit dem weitaus größten Teil seiner Fläche in den Tropen liegt, vereinigt in seinem Gebiet sämtliche Bodentypen der Tropen, von denen der ausgesprochenen Trockengebiete bis zu denen des feuchten Regenwaldes. Während am Kamerunberg die Regenhöhe bis zu 12 m ansteigt, beträgt sie in gewissen Teilen der Sahara nur wenige Millimeter; jahrelang fällt unter Umständen kein Regen und es läßt sich kaum ein größerer Gegensatz denken als der zwischen den pflanzenlosen Ödgebieten des Tanesruft oder der Namib und den dichten Regenwäldern des inneren Kongobeckens.

Unter den Temperaturverhältnissen Afrikas kann man nun annehmen, daß die Gebiete, deren Regenhöhe nicht über 250 mm ansteigt und in denen die Verdunstung stark überwiegt, von Wüstenböden bedeckt sind. Der Grenzwert von 250 mm gibt natürlich nur einen ungefähren

Anhalt. Auf die Entwicklung des Wüstenbodens hat neben der Regenhöhe natürlich auch die Zusammensetzung des Untergrundes größten Einfluß. Wüstenböden bedecken in Afrika in verschiedenster Ausbildung große Flächen. Die größten dieser Wüstengebiete sind im Norden die Sahara und im Süden die Namib-Kalahari. Die Wüstenböden der Sahara beginnen im Norden am Südabhang des Atlas und ziehen sich dann nach Osten längs der ganzen übrigen Küste des Mittelmeeres bis an die Alluvialböden des Niltales hin. Im Westen werden sie vom Atlantischen Ozean begrenzt und reichen hier nach Süden bis fast zum Senegal. Ihre Südgrenze verläuft dann ziemlich geradlinig nach Osten und geht etwas nördlich vom Nigerknie und vom Tschadsee vorbei. Weiterhin biegt sie nach Norden um das Hochland von Tibesti herum aus und verläuft dann in einem weiten Bogen durch Dar-Fur, bis sie bei Berber den Nil erreicht. Auch das Gebiet im Osten des Niltales bis zum Roten Meer wird noch von den Wüstenböden der Sahara eingenommen. Im Süden wird sie hier durch die Verbindungslinie Berber—Suakin begrenzt. In der Sahara wurden Gebiete, in denen besonders ausgebildete Wüstenböden in größeren Flecken auftreten, mit eigener Signatur bezeichnet. Zu diesen Gebieten gehören die der Sandwüstenböden an der Küste des Atlantischen Ozeans, die der Wüste Igidi und des Ed Djuf, die des Erg esch Schesch, des großen Westlichen und Östlichen Erg, der Tedjudjelt-Dünen, der Dünen von Eldeyen und des Erg Edeyen, des gewaltigen Sandfeldes der Libyschen Wüste und der der Sandgebiete nördlich vom Tschadsee zwischen Tibesti und Air. Kieswüstenböden (Serir) finden sich besonders westlich des Niltals. Steinwüstenböden (Hamada) bilden die Hamada Ait el Barka und el Khareisha, die Hamada Tinghert, die el Homra und die des Djebel Dahar und die Hamada auf dem libyschen Wüstenplateau. Typische Gebirgswüstenböden finden sich im Ahaggargebirge und im Etbai. An Fläche erheblich kleiner als die oben aufgezählten Bodentypen, aber auch erheblich zahlreicher als aus der Karte hervorgeht, sind die Salzböden. Sie füllen zahlreiche Senken aus, in deren Mitte noch häufig ein eintrocknender Salzsee, Sebkha, vorhanden ist. Auch die algerischen und tunesischen Schotts, wie der Schott Melghir und el Djerid, gehören hierher. Von Sebkhen seien genannt die Sebkhen Ass el Matti, Gara de la Sebkha, Idjil und Um ed Drus Telli.

Auch das Hochland der Schotts wird von Wüstenböden eingenommen, die von allen Seiten von den braunen Gebirgsböden des Atlas umgeben sind. Sie enthalten in ihren tieferen Senken verbreitet Salzböden, die die Salzseen der Schotts, besonders des Schott esch Schergi und des Schott el Hodna umgeben.

In Ostafrika muß noch ein kleineres Wüstengebiet erwähnt werden, nämlich am Roten Meer, südlich von Massaua, die Danakilwüste. Ihre Wüstenböden reichen nach Süden bis in die Landschaft Aussa und umschließen in Französisch-Somaliland den salzigen Assalsee.

Das zweite große Wüstengebiet Afrikas liegt im Süden des Erdteils. Es wird im Westen ebenfalls vom Atlantischen Ozean begrenzt und bildet als Namib die Küste Deutsch-Südwestafrikas. Nach Norden hin reichen diese Wüstenböden bis über Mossamedes hinaus; im Süden werden sie vom Oranje durchbrochen und reichen bis zur St.-Helena-Bucht. Nach Osten hin erreichen sie über das Kaokofeld noch die Etoscha-Pfanne und bedecken weiter südlich das Namaland, einen Teil des Karrubeckens und ebenfalls einen Teil der Kalahari. Auch in der Namib—Kalahari-Wüste finden sich dieselben Wüstenbodentypen wie in der Sahara, aber nicht in der gewaltigen Ausdehnung wie dort. Erwähnt sollen hier nur die Sandwüstenböden der Namib und das Sandfeld östlich der Bahn von Gibeon nach Keetmanshoop werden. Die Dünen der Namib beginnen mit einem schmalen Streifen im Süden, der sich nach Norden zu verbreitert. Sie enden am Südufer des Swakop.

Ähnlich wie im Norden die Wüstenböden des Hochlandes der Schotts im Atlas eingebettet sind, sind im Süden die Wüstenböden der Großen Karru im Kapgebirge von braunen Böden des Kapgebirges umschlossen.

Die Steppenböden bedecken Gebiete, deren Regenhöhe zwischen den ungefähren Grenzen von 250 und 750 mm schwankt und in denen die Verdunstung noch stark ist. Diese Gebiete haben eine lange Trockenzeit. An der Begrenzung der Steppenböden gegen die Wüstenböden herrschen rote bis kastanienbraune Farben, an der Grenze gegen die Savannenböden dunkle bis schwarze Farben vor. Die Böden umgeben in mehr oder weniger breiten Streifen die Wüstengebiete. Im Norden der Sahara bedecken sie Marokko bis an den Nordwestabhang des Atlas und ziehen weiterhin an seinem Nordabhang in schmalem Streifen an der Mittelmeerküste entlang bis nach Oran. Dann ziehen sie weiter unmittelbar hinter der Küstenkette mit kleinen Unterbrechungen bis zum Kap Bon. Weiterhin treten sie an der Mittelmeerküste nur noch in der Cyrenaika am Djebel Achdar auf.

Im Süden begrenzen die Steppenböden die Sahara in einem breiten Streifen. Sie beginnen an der Westküste im Gebiet des Senegal und Gambia und ziehen durch den Französischen Sudan und die Nigerkolonie zum Tschadsee hin. Weiter östlich verbreitert sich der Streifen und schließt noch das Hochland von Tibesti ein. Steppenböden bedecken dann auch den größten Teil des Englisch-Ägyptischen Sudan, erreichen zwischen Suakin und Massaua das Rote Meer und umschließen

das Hochland von Abessinien. Auch der größte Teil von Somaliland und der Kenyakolonie ist mit ihnen bedeckt. Hier und im mittleren Ostafrika erreichen sie den Viktoriasee und bilden die Böden der Massai- und Wembäresteppe.

Auch im Gebiete der Steppenböden finden sich Dünengebiete mit Sandböden, die hier allerdings festgelegt sind, z. B. südlich der Sahara in Tagant. Ein großes Dünengebiet, dessen Böden mitunter fast wüstenhaften Charakter annehmen, begleitet die Küste des Somalilandes von der Kenyakolonie bis fast zum Kap Guardafui.

Ebenso wie die Sahara ist auch die Namib—Kalahari-Wüste von einem breiten Streifen von Steppenböden umgeben. Dieser Streifen beginnt bereits an der Mündung des Kongo und zieht sich von hier zwischen der Küste und dem regenreicheren Küstengebirge nach Süden. Er umgibt dann in Angola das Kongolagebirge, zieht nördlich der Etoscha-Pfanne vorbei und bildet dann den nördlichen Teil der Kalahari. Weiterhin begleitet er in Transvaal und im Oranje-Freistaat die Ostgrenze der wüstenhaften Südkalahari und zieht dann im schmalen Streifen am Nordabhang des Kapgebirges entlang. Auch die trockene Ebene westlich der Roggeveldberge ist mit Steppenböden bedeckt, die von den Böden des Kapgebirges umschlossen werden. Von der nördlichen Kalahari her überdecken Steppenböden auch ganz Südrhodesien und den Südosten Nordrhodesiens. Sie erreichen dann das Südende des Nyassasees und bedecken noch das Plateau im Norden Mosambiks. Im Süden Mosambiks finden sich in der Nähe der Delagoabucht Steppenböden in geringerer Ausdehnung. Außerdem nehmen sie dann noch im trockenen Süden Madagaskars ein Gebiet ein, das nach Norden zu durch die Verbindungslinie zwischen Tullar und Port Dauphin begrenzt wird.

Besonders stark sandig sind die Steppenböden ausgebildet, wenn leicht zerfallende Sandsteine ihren Untergrund bilden. Dies ist im Norden Südwestafrikas und im südlichen Angola der Fall, wo Kalahari-Sandsteine den Untergrund bilden. Das Gebiet ist auf der Karte durch entsprechende Signatur herausgehoben.

Steigt die Regenhöhe über 750 mm an, bleibt aber noch unter 1500 mm und bleibt die Verdunstung nur in einer längeren Trockenzeit hoch, so werden die Steppenböden durch eisenerzhaltige und bauxitische Savannenböden[1]) ersetzt. Diese verkrusten in ihrer Oberkrume häufig und bilden dann Eisensteinkrusten oder sogenannte „Lateritkrusten".

[1]) Eingehend werden diese Bodenreihen in einer ausführlichen Arbeit behandelt werden, die in nächster Zeit im von Obst herausgegebenen Afrika-Werk als Bd. IV, Die Böden Afrikas, erscheint.

In Nordafrika beginnen sie im Westen am Gambia und ziehen sich dann durch Französisch-Guinea, Elfenbeinküste und Goldküste nach Togo und Dahome hin, deren Fläche größtenteils von ihnen bedeckt ist. Nigeria überziehen sie nur im Norden, abgesehen von seinem nördlichsten Teil, bedecken aber ganz Mittelkamerun und umziehen dann in weitem Bogen das innere Kongobecken, bis sie zwischen der Mündung des Kongo und Libreville wieder die Küste des Atlantischen Ozeans erreichen. Nach Süden hin erfüllen sie dann den größten Teil Angolas und bedecken weiter nach Osten noch große Teile Nordrhodesiens, des Nyassalandes und des mittleren Ostafrikas vom Viktoriasee bis zur Südgrenze. Wie die Steppenböden über den Kalaharisandsteinen, so werden sie in Angola über den Lubilash-Sandsteinen sehr sandig.

Ebenfalls ist Madagaskar von diesen Savannenböden zum größten Teil bedeckt. In Nordafrika, in Marokko, findet sich eine kleine Insel von Savannenböden im Sustal am Südabhang des Atlas.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit diesen eisenerzhaltigen und bauxitischen Böden haben die tropischen Gebirgsweideböden. Infolge des kühleren Höhenklimas steht bei ihnen nicht mehr die bauxitische Verwitterung so stark im Vordergrund, sondern wird durch die kaolinische zum Teil ersetzt. Böden dieser Art finden sich in allen höheren Gebirgen des tropischen Afrikas. In Französisch-Guinea ist das Hochland von Futa Djalon von ihnen bedeckt. In Mittelkamerun finden sie sich in Adamaua und südwestlich davon, außerdem im Mandaragebirge, in Angola in den Küstengebirgen, in den Gebirgen am Nyassasee und in denen westlich des Tanganyika- und des Kiwusees. Im mittleren Ostafrika treten sie in den Muhutu- und Utschungwebergen, im Ulugurugebirge, in den Ngurubergen und in Usambara auf. In großer Ausdehnung bedecken sie dann noch das Hochland von Abessinien in entsprechenden Höhenlagen.

Steigt die Regenhöhe im tropischen Afrika auf über 1500 mm an, ohne durch eine längere Trockenperiode unterbrochen zu werden, dann überwiegt die Regenmenge die Verdunstung stark, und es kommt zur Entstehung zunächst bauxitischer Böden, die infolge der starken Auswaschung der Oberkrume einen Bleichhorizont enthalten können. Auch Eisenerzanreicherungen können gelegentlich auftreten. Später tritt die tonige Verwitterung in den Vordergrund. Tonige und bauxitische Regenwaldböden ziehen sich an der Küste Westafrikas entlang von Französisch-Guinea bis zur Goldküste und bedecken ganz Liberia. An der Küste Togos und Dahomes werden sie infolge der dort geringeren Regenmenge von Savannenböden abgelöst. Nur der Südteil des Togogebirges ist von Regenwaldböden bedeckt. In Dahome setzen sie kurz vor der

Grenze Nigerias wieder ein, dringen in der Tiefebene Südnigerias weit in das Innere des Landes vor und bedecken anschließend das Küstenland Kameruns. Weiter nach Südosten hin steigen sie auf das hier verhältnismäßig niedrige Hochland hinauf und stehen über dieses mit den Regenwaldböden, die in riesiger Ausdehnung das Kongobecken bedecken, in Verbindung. Das Gebiet ist im Südwesten durch die das Kongobecken gegen den Ozean abschließenden Bergzüge begrenzt. Nach Süden reicht es bis zu einer Linie, die etwa von der Nordgrenze Angolas bis an die Bergländer nördlich des Merusees führt. Von hier biegt sie nach Norden um und folgt dem Westabhang der die ostafrikanische Seenkette im Westen begleitenden Berge vom Tanganyikasee bis zum Albertsee. Nach Norden hin liegt sie dann im großen und ganzen auf den den Ubangi im Norden begleitenden Höhenzügen.

Im Gebiet der Lubilash-Sandsteine treten im Gebiet der Regenwaldböden so leichte Sandböden auf, daß sich Steppen und sogar Dünen herausbilden können. Die gesamte Regenmenge verschwindet unmittelbar nach dem Regen im Untergrund. Verkieselungserscheinungen sind hier häufig. Auf der Karte sind diese Gebiete durch Punktierung gekennzeichnet.

Ein schmaler Streifen von tropischen Regenwaldböden begleitet auch die Ostküste Afrikas. Er beginnt im Norden am Kilimandscharo und in Usambara an den Ostabhängen der Gebirge und zieht sich an der Küste Ostafrikas und Mosambiks entlang bis zu dem Steppenbödengebiet an der Delagoabucht. Die Ostküste Madagaskars ist ebenfalls von Regenwaldböden begleitet.

Die Regenwaldböden Mosambiks gehen im Lebombogebirge und in Natal ganz allmählich in die braunen Waldböden der gemäßigten Zone über. Im allgemeinen überwiegen allerdings in diesen Regenwaldböden Natals noch tropische Züge, wie Bauxitanreicherung in der Oberkrume usw.

Auch die Hochveldböden des südöstlichen Transvaal, des östlichen Oranje-Freistaates und des Basutolandes müssen als Übergangsböden aufgefaßt werden. Sie stehen zwischen den tropischen Gebirgsweideböden, die oben beschrieben wurden, und den Steppenböden der gemäßigten Zone.

Von den klimatischen Verhältnissen sind die Alluvialböden weniger beeinflußt. Zu ihnen gehören zunächst die Flußalluvionen, z. B. die landwirtschaftlich so wichtigen Böden des Niltals, dann die Böden des Nigerdeltas bei Timbuktu, die Firkiböden am Tschadsee, die Böden des Suddgebietes u. a. im Englisch-Ägyptischen Sudan und die mächtigen Alluvialböden im Innern des Kongobeckens. Ebenfalls alluvialer Ent-

stehung sind die Deltaablagerungen der großen Flüsse, wie besonders die Deltaböden des Nil, des Niger und des Sambesi. Die Flußablagerungen sind stark wechselnder Zusammensetzung, kiesig, sandig, tonig und humushaltig, während bei den Deltaablagerungen die feineren Korngrößen vorherrschen. In den Mündungen der kleineren Flüsse Afrikas und an den Flachküsten finden sich häufig auch tonige, humusreiche Marschböden. Die tropischen Flachküsten Afrikas und die in ihnen liegenden Flußmündungen sind, soweit sie unter Salzwassereinfluß stehen, mit Mangrovewäldern bedeckt.

Zu den Alluvialböden rechnen auch die die Senken in abflußlosen Gebieten ausfüllenden Ablagerungen. Es seien hier nur die schwarzen Vleyböden Südafrikas genannt. Häufig sind diese Böden dann versalzen, wie die Schott- und Sebkhaböden Nordafrikas und die Böden der Salzpfannen Südafrikas.

Auch tropische Humus- und Torfböden sind aus Afrika nicht selten beschrieben, so aus dem Kongobecken, vom oberen Nil, aus Ostafrika, vom Sambesi und aus Südwestafrika. Häufig sind sie auch in den Gebirgen und auf den Flachküsten Madagaskars. Daß unter den ganz anderen klimatischen Verhältnissen der Hochgebirge ebenso wie im gemäßigten Klima Moore vorkommen, braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden.

Die Hochgebirgsböden Afrikas sind, wie die aller Hochgebirge, Steinböden, auf denen sich große Mengen Rohhumus anhäufen können. Auch die Podsolböden des gemäßigten Klimas finden sich unter den entsprechenden klimatischen Verhältnissen. Verbreitet sind diese Böden im Hochland von Abessinien, in den großen Vulkangebirgen der Kenyakolonie und im mittleren Ostafrika, in den Virungavulkanen, am Ruwenzori, im Grenzgebirge zwischen Natal und Basutoland, auf dem Kamerunberg und in den höchsten Ketten des Atlas.

Der Atlas und das Kapgebirge tragen sonst steinige Braunerden, die den braunen Waldböden der gemäßigten Zone im großen und ganzen entsprechen. Sie unterscheiden sich von ihnen nur durch die Bewachsung mit immergrünen Hartlaubbüschen und durch deren Einfluß auf das Bodenprofil. Auf Kalken im Untergrund treten im Atlasgebiet auch Mediterran-Roterden auf.

II. Die Bodenkarte Marbuts und die Bodentypen Afrikas

Im folgenden soll nun noch auf einige Punkte eingegangen werden, die die neue Karte der Bodentypen Afrikas von der Bodenkarte, die Marbut (Shantz u. Marbut, 1923) im Jahre 1923 veröffentlicht hat, unterscheiden. Diese Karte ist von deutschen und ausländischen Boden-

kundlern, die in Afrika gearbeitet haben, z. T. heftig kritisiert worden. Ich weise in diesem Zusammenhang nur auf die Arbeiten von Marchand und Vageler hin. Marchand (Marchand 1924) zeigte, daß ein großer Teil der Schwarzerden Marbuts keine Tschernoseme seien und Vageler kritisierte die Bodenkarte auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen an den Böden Ostafrikas und denen des Englisch-Ägyptischen Sudans. (Camargo u. Vageler 1937.) Es erscheint mir in Anbetracht dieser z. T. äußerst scharfen Kritik nützlich, meine Karte der Bodentypen Afrikas mit der Karte Marbuts in einigen Punkten näher zu vergleichen. Marbut hatte im Kartieren von Böden als Leiter der Bodenkartierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika eine große Erfahrung. Die dort angewandten Kartierungsmethoden eignen sich allerdings besser für praktische Zwecke als für wissenschaftliche Vergleiche verschiedener Bodenarten hinsichtlich ihrer Entstehung. Für seine Bodenkarte Afrikas benutzte Marbut daher nicht die amerikanischen Methoden, sondern lehnte sich eng an die in Rußland entwickelte Methode der klimatischen Bodenzonen an. Diese Theorie stößt aber nun bei der Erklärung tropischer Bodenprofile auf große Schwierigkeiten. Besonders durch die in den Tropen sehr großen Wirkungen der Erosion werden die Bodenprofile, die nach der Theorie entstehen sollten, immer wieder gestört, so daß schließlich Bodenprofile von verschiedenstem Alter und in den mannigfaltigsten Entwicklungsstadien vorhanden sind. Auch stellte sich bei näheren Untersuchungen in den Tropen heraus, daß manche Annahmen, die über den dortigen Verwitterungsvorgang in der Literatur zu finden sind, den Tatsachen nicht entsprechen. So wurde z.B. vielfach angenommen, daß sich der Prozeß der „Lateritisierung" und der der Podsolierung gegenseitig ausschlössen, was, wie auch Vageler betont, nur beschränkt richtig ist. Weiter war bei der Auswertung der Literatur die häufig nicht ausreichende Festlegung wissenschaftlicher Begriffe und die häufig unkorrekte oder sogar falsche Verwendung dieser Bezeichnungsweisen sehr hinderlich. Es sei nur daran erinnert, was alles unter „Laterit" verstanden wird, (s. Hellmers 1941).

In der Darstellung des Verbreitungsgebietes der Böden des Atlas und des Kapgebirges stimmen die neu entworfene und die Karte Marbuts natürlich so ziemlich überein. Man muß sich hier nur bewußt bleiben, daß es bei dem kleinen Maßstab der Karte unmöglich war, die hier auf engem Raum nebeneinander vorkommenden sehr verschiedenartigen Böden zu trennen. Es mußten also unter „Braunerden des Atlas und des Kapgebirges" die verschiedenartigsten Böden, von den Terra-rossa Böden auf Kalksteinen über die braunen Waldböden und Podsolböden bis zu den Stein- und Humusböden des Gebirges, zusammengefaßt

werden. Lediglich die Hochgebirgsböden sind auf der neuen Karte ausgeschieden.

Die Wüstenböden, von denen Marbut nur „braune Wüstenböden" und Wüstenböden im allgemeinen unterscheidet, sind auf der neuen Karte, soweit es bei ihrem kleinen Maßstab möglich war, im Sinne der Bodenserien Pallmanns mehr in Zusammenhang mit ihrem Untergrund weitgehender unterschieden. So konnten in der Sahara die Sandwüstenböden der Ergs und entsprechend in der Kalahari—Namib-Wüste einzelne größere Sandfelder ausgeschieden werden. Außerdem wurden noch unterschieden: Kieswüstenböden, Steinwüstenböden, Gebirgswüstenböden und Salzböden. Die ostafrikanischen Wüstengebiete mußten beträchtlich verkleinert werden, so daß hier nur noch die Danakilwüste bestehen blieb. Die Wüste am Rukwasee ist nach mündlicher Mitteilung von Behrend ebenfalls als Steppe zu betrachten.

Schwierig war die Trennung der verschiedenen Arten von Steppenböden. Marbut hat auf seiner Karte „kastanienbraune Böden", „leichtgefärbte Böden der Schwarzerdegruppe" und „Schwarzerden" unterschieden. Diese drei Bodenarten umziehen nach seiner Karte zonenförmig die Wüstengebiete, mit den kastanienbraunen Böden beginnend. Diese Zonen der Steppenböden sind vielleicht in großen Zügen vorhanden; nach neueren Untersuchungen kommen tatsächlich, aber in Abhängigkeit vom Untergrund und von der Lage, sämtliche drei Bodenarten im Steppengebiet überall nebeneinander vor. Höchstens sind in den Randgebieten der Wüste die kastanienbraunen Böden, in den Randgebieten der Steppe die Schwarzerden etwas bevorzugt. Noch größer wurde das Durcheinander in dieser Bodenzone dadurch, daß Marbut schwarze Böden, die einwandfrei humider Entstehung sind, wie die schwarzen „Turfböden" Südafrikas (Marchand 1924, Merve 1935) und ein großer Teil der „schwarzen Baumwollböden" Ostafrikas als Tschernoseme auffaßt. Zu den Steppenböden mußten auf der neuen Karte auch die Wüstenböden des Somalilandes gestellt werden. In diesen Gebieten liegen die Regenhöhen durchweg über 250, vielfach sogar über 500 mm, was für Wüsten doch wohl etwas hoch ist. Den Eindruck von Wüstenböden machen dementsprechend auch höchstens die der Dünen, die die Südostküste des Somalilandes begleiten.

Die Savannenböden der neuen Karte bedecken ungefähr dieselbe Fläche, die nach Marbut von „roten Lehmböden", „eisenhaltigen roten Lehmböden", „früher roten Lehmböden" und „roten Lateritlehmböden" eingenommen ist. Eine ähnliche Trennung auch auf der neuen Karte durchzuführen war unmöglich, da alle diese Bodenarten

je nach Lage, Untergrund und Alter des Profils überall im ganzen Gebiet eng miteinander verknüpft im Sinne der Bodenserien Pallmanns vorkommen. Etwas Ähnliches ist auch bereits auf der Karte von Marbut angedeutet, wenn er als Talböden des mittleren Kongo und seiner Nebenflüsse „rote Lehmböden" angibt, während die Höhen von „eisenhaltigen roten Lehmböden" bedeckt sind. Unter letzteren versteht er wohl sicher rote Lehmböden mit Eisenkonkretionen oder Eisenkrusten im Sinne von Koert (Koert 1916). Auf einer Karte in dem vorliegenden kleinen Maßstab sind aber diese Verhältnisse nicht mehr darzustellen, da die den Talboden bedeckenden Böden dann einen viel zu breiten Raum einnehmen würden. Außerdem wiederholt sich ja Ähnliches auch in jedem kleinen Tal, so daß man alle diese Böden wohl hier besser in der Bodenserie der Savannenböden zusammenfaßt. Diese Bodenserie umfaßt dann: 1. eisenerzhaltige und bauxitische rote Lehme, besonders auf Höhen; 2. rote Lehme in den Tälern; 3. durch unverwitterten und angewitterten Gesteinsschutt beeinflußte rote Lehme an den Bergabhängen; 4. durch Einfluß von saurem Humus veränderte „podsolierte" rote Lehme und 5. Übergangsböden einerseits zu den Steppen- und anderseits zu den Regenwaldböden. Die von Marbut als „früher roter Lehm" bezeichneten Böden entsprechen den durch sauren Humus gebleichten Böden.

Die „tropischen Prärieböden", die sich auf Marbuts Karte zwischen dem Schwarzerdegebiet und den lateritischen Böden vom Senegal aus nach Osten hinziehen, konnten auf der neuen Karte ihre Sonderstellung nicht behalten. Es handelt sich bei ihnen um Böden, die überwiegend bereits den Savannenböden angehören, auf denen aber Bäume wegen der häufigen Grasbrände nicht hochkommen können. Ihre Farbe ist meist rot. Konkretionen oder Krusten von Eisenerz sind häufig.

Auf der neuen Karte wurden dagegen die Gebirgsweideböden besonders dargestellt. Marbut rechnet sie mit zu den „eisenhaltigen roten Lehmen". Sie zeigen aber doch wegen ihres höheren Humusgehaltes bei größerer Regenmenge und kühlerem Klima so viel eigene Züge, daß sie herausgehoben werden mußten, zumal da sie, besonders in Abessinien, größere Flächen einnehmen.

Die tonigen und bauxitischen Regenwaldböden decken sich in ihrer Verbreitung in Westafrika ungefähr mit den „Lateriten" Marbuts. Im mittleren Ostafrika treten ähnliche Böden im Küstengebiet und in den regenreichen Gebirgen auf. Als „Laterit" konnte aber trotz der fast gleichen Verbreitung die Bodenserie der Regenwaldböden nicht bezeichnet werden, weil dieser Begriff einen bestimmten Bodenzustand bezeichnet, der sich in großer Verbreitung auch in den Savannengebieten findet.

Dieser Bodenzustand ist nach weit verbreiteter Ansicht leicht am Auftreten von Verhärtungen von Tonerde- und Eisenhydroxyd im Boden zu erkennen (Lacroix 1914), (s. aber auch Hellmers 1941). Es wurden daher auf der neuen Karte die „Laterite" Marbuts als Regenwaldböden bezeichnet, die nach ihren charakteristischen Mineralien als tonig, bauxitisch und eisenerzreich näher charakterisiert sind. Zur Serie der Regenwaldböden gehören die mit Wald bestandenen Alluvialböden der regenreichen Küstengebiete, die Regenwaldböden der Ebenen und die der Gebirgsabhänge. Ähnlich sind auch noch die Böden der Galeriewälder, die die Flüsse weit in das Gebiet der Savannen hineinbegleiten.

Auf der neuen Karte wurden für die auf Marbuts Karte als „Prärieböden von Transvaal" und „Natallehmböden" bezeichneten Böden die ihnen im Seriensystem entsprechenden Böden gesondert eingezeichnet.

Die Alluvialböden konnten weiter gegliedert werden. Wenn auch die beiden neuen Bodenarten der Karte grundsätzlich erhebliche Unterschiede aufweisen, können sie sich doch in einzelnen untergeordneten Bodentypen wieder recht ähnlich werden.

Der Vergleich der Karte Marbuts mit der neuen Karte zeigt, daß erstere, wie Marbut es auch schon selbst sagte, als Anregung für neue Versuche, eine Übersicht afrikanischer Bodenarten zu geben, wertvoll war. Er zeigt aber auch, daß die neue Karte doch manches in anderem Lichte darstellen mußte, entsprechend manchen seither geänderten Anschauungen.

Literatur

Behrend, F. u. Utescher, K.: Einige Bodentypen aus verschiedenen Klimagebieten des südlichen Afrikas. Zeitschr. f. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenkunde, Teil A, Bd. 26 H. 3/4, S. 175, Berlin 1932.

Camargo, de, Th. u. Vageler, P.: Probleme der tropischen und subtropischen Bodenkunde. Bodenkunde u. Pflanzenernähr., Bd. 4, S. 137, Berlin 1937.

Hellmers, J. H.: Der Begriff „Laterit". Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft Bd. 93, H. 7/8, 1941.

Koert, W.: Der Krusteneisenstein in den deutsch-afrikanischen Schutzgebieten, besonders in Togo und im Hinterland von Tanga. Beitr. z. geol. Erforschung d. deutsch. Schutzgebiete, H. 13, Berlin 1916.

Lacroix, A.: Les Latérites de la Guinée et les produits d'alteration qui leur sont associés. Nouv. Arch. Mus. d. hist. nat., Bd. 5, Série 5, S. 255, Paris 1913.

Marchand, B.: The origin of the black turf soils of the Transvaal. S. Afric. Journ. of Science, Bd. 21, S. 162, Johannesburg 1924.

Merve, C. R. van der: Morphology of the South African black clays. Transactions of the III. Internat. Congr. of Soil Science, Bd. 1, S. 301, Oxford 1935.

Shantz, H. L. u. Marbut, C. F.: The vegetation and soils of Africa. Amer. Geogr. Soc. New York 1923.

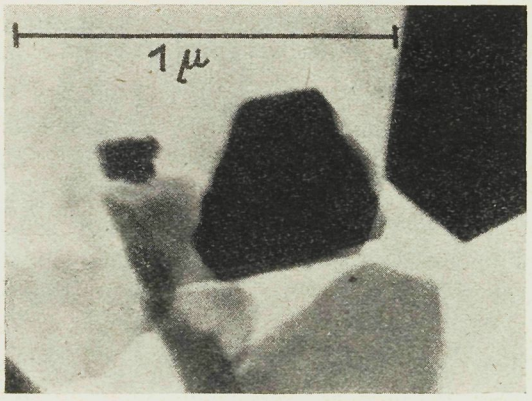


Abb. 1a.
Elektronenmikroskopisches Bild von Kaolinit
(Teilchengröße $< 0{,}6\ \mu$).

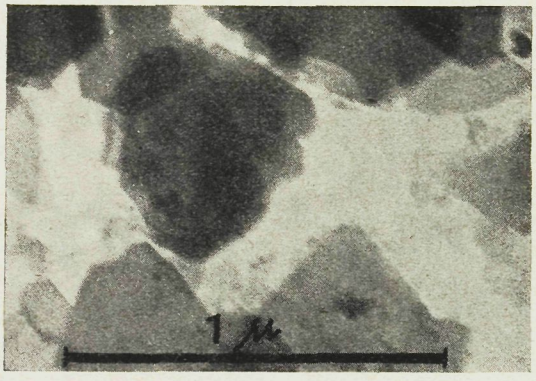


Abb. 1 b.
Elektronenmikroskopisches Bild von Kaolinit
(Teilchengröße $< 0{,}3\ \mu$).

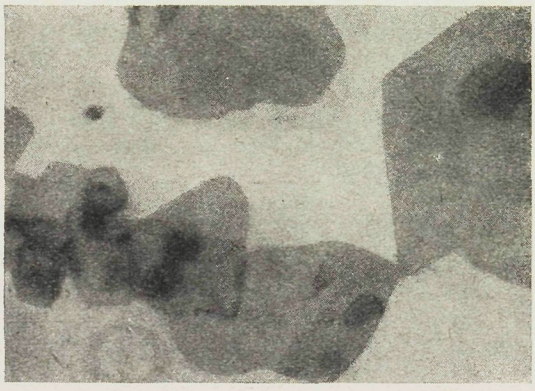


Abb. 2.
Elektronenmikroskopisches Bild von Sárospatit
(Teilchengröße $< 0{,}6\ \mu$).

Ist die Zusammensetzung der Tonfraktion des Bodens dynamisch oder statisch aufzufassen?

von

A. Jacob, Berlin

Die Fraktion $< 2\,\mu$, welche die Bodenkunde als Ton definiert, stellt ein Gemisch verschiedener Substanzen dar. Man hat versucht, die eigentliche Tonsubstanz von den nicht tonartigen Beimengungen in der Weise zu trennen, daß man Fraktionen von geringerer Teilchengröße als 2 μ absonderte. Es ist aber nicht möglich gewesen, durch eine Sortierung auf Grund der Teilchengröße zu einer einheitlichen Tonsubstanz zu gelangen; bei der Untersuchung selbst der feinsten Fraktionen ergab sich stets, daß diese noch aus verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt waren.

Auch mit chemischen Mitteln war man nicht in der Lage, die einzelnen Bestandteile der Tonfraktion voneinander zu trennen, ohne sie zu verändern. Da die chemische Analyse nur zur Strukturermittlung von reinen Verbindungen eingesetzt werden kann, muß sie bei der Untersuchung des Tones versagen, weil es sich hier um ein Gemisch handelt. Die sogenannte rationelle Analyse der Tone, die ihren Gehalt an Feldspat, Ton und Quarz bestimmen soll, ist eine konventionelle Methode, die wohl Bedeutung für keramische Zwecke hat, dagegen keinen Aufschluß über die tatsächliche Zusammensetzung des Tones aus bestimmten chemischen Verbindungen gibt. Man hat für die Charakterisierung der Tone die Bestimmung des Verhältnisses von $Al_2O_3 : SiO_2$ zugrunde zu legen versucht. Auch dieses Verfahren konnte aber deshalb keine zuverlässigen Angaben erlauben, weil das Verhältnis von $Al_2O_3 : SiO_2$ durch mechanische Beimengungen von Tonerde einerseits oder Quarz anderseits vollkommen willkürlich beeinflußt werden kann. Am wertvollsten für die Kennzeichnung der Tone erweist sich noch die Bestimmung des Kationenaustauschvermögens der Tone, da die verschiedenen Tonmineralien sich in dieser Hinsicht ziemlich deutlich unterscheiden.

Während der Weg der quantitativen Analyse für die Aufklärung der Struktur des Tones ungeeignet war, erwies sich als sehr fruchtbar der von Mattson eingeschlagene Weg der Synthese von Tonkomplexen,

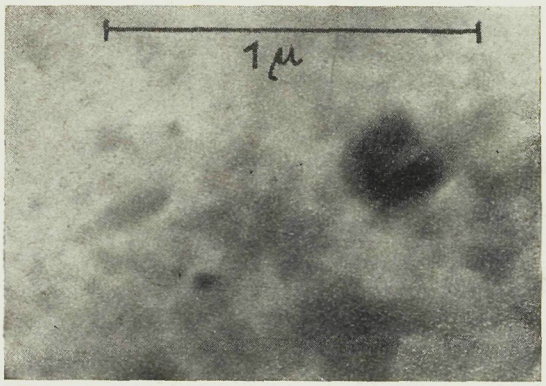


Abb. 3.
Elektronenmikroskopisches Bild von Montmorillonit
(Teilchengröße $< 0{,}6\ \mu$).

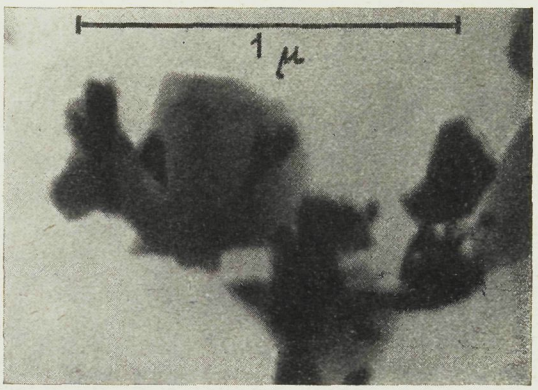


Abb. 4a.
Elektronenmikroskopisches Bild von Quarzsand
(Teilchengröße $< 0{,}6\ \mu$).

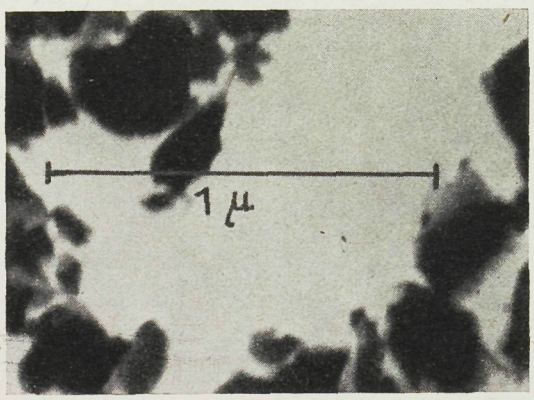


Abb. 4b.
Elektronenmikroskopisches Bild von Quarzsand
(Teilchengröße $< 0{,}3\ \mu$).

der zu einem näheren Verständnis ihrer Eigenschaften führte. Die Modellkörper, die Mattson unter verschiedenen Bildungsbedingungen durch gegenseitige Ausfällung der Sole von Tonerdehydrat und Kieselsäure herstellte, erlaubten es, gewisse Eigenschaften dieser Körper als Folge ihrer sauren oder basischen Aktivität zu erkennen, so daß man umgekehrt aus den beobachteten Eigenschaften der natürlichen Tonmineralien entsprechende Schlüsse auf ihre Zusammensetzung und Struktur ziehen konnte, selbst wenn man diese nicht direkt ermitteln konnte. Mattson vertrat damit eine dynamische Auffassung des Tonkomplexes; er bezeichnete es als sinnlos, nach einer Formel für einen Komplex zu suchen, dessen Intensität als chemischer Körper sich mit den herrschenden Bedingungen verändert.

Ein weiterer Schritt in der Erkenntnis des Aufbaues der Tonfraktion erfolgte durch Anwendung physikalischer Methoden, wie sie sich allgemein bei der Untersuchung von Gemischen bewährt haben, die man nicht ohne Veränderung ihrer Zusammensetzung in ihre Bestandteile trennen kann. Als besonders wertvoll in dieser Hinsicht erwies sich die röntgenspektrographische Untersuchung der Tonsubstanz. Diese konnte in den Böden verschiedene, durch ihr Röntgenspektrum gekennzeichnete Tonmineralien nachweisen, die auch in reiner Form vorkommen, so daß man an diesen Reinvorkommen die Zusammensetzung und das Verhalten der betreffenden Tonmineralien studieren kann. Mit der Feststellung der kristallinen Natur der Tonmineralien ergab sich nun wieder eine statische Auffassung der Zusammensetzung des Tones, da dieser sich als Gemisch aus wohldefinierten, kristallinen Mineralien erwies, was grundsätzlich etwas ganz anderes ist als der dynamische Zustand des Tones, der sich nach der Auffassung von Mattson ergibt. Allerdings kann man, wie dies auch Mattson tat, trotzdem den Standpunkt vertreten, daß die Bodenkolloide zwar Bestandteile enthalten, die eine Gitterstruktur aufweisen, daß diese Bestandteile aber sozusagen eingefrorene Tonsubstanz darstellen, die nicht an den charakteristischen Reaktionen des Tones teilnimmt, während das aktive Material außer den Ionen in den Oberflächenschichten dieser Kristalle im wesentlichen nichtkristalline Gele sind.

Um die Frage zu prüfen, ob das Austauschvermögen der Tonsubstanz, das für ihr Reaktionsvermögen besonders charakteristisch ist, von der Art der kristallinen Tonmineralien oder von einem Gehalt an amorphen Gelen abhängt, haben wir die T-Werte der Tonfraktionen einer Reihe von Böden, in denen bestimmte Tonmineralien nachgewiesen waren, nach mehrstündigem Behandeln mit konzentrierter Salzsäure nochmals bestimmt. Bei dem Behandeln mit Salzsäure gehen die amor-

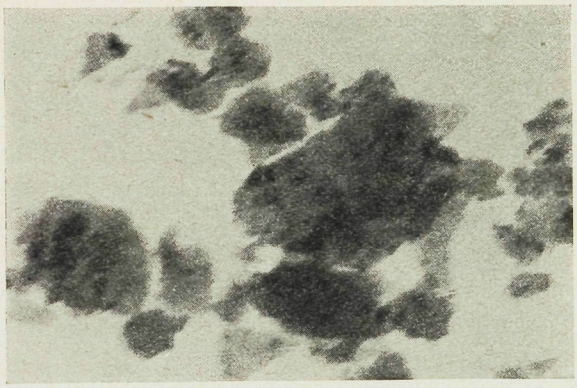


Abb. 5a.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Westafrika 1691
(Teilchengröße $< 0{,}3\ \mu$).

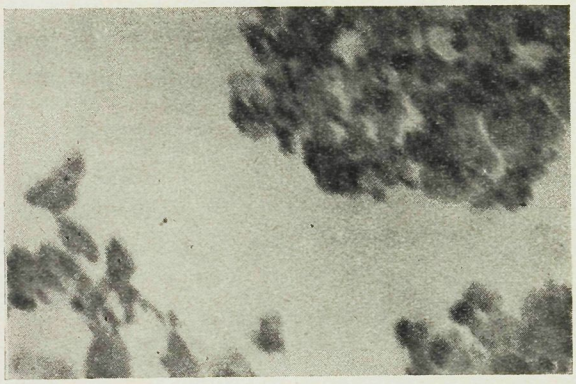


Abb. 5b.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Westafrika 1691
(Teilchengröße $< 0{,}1\ \mu$).

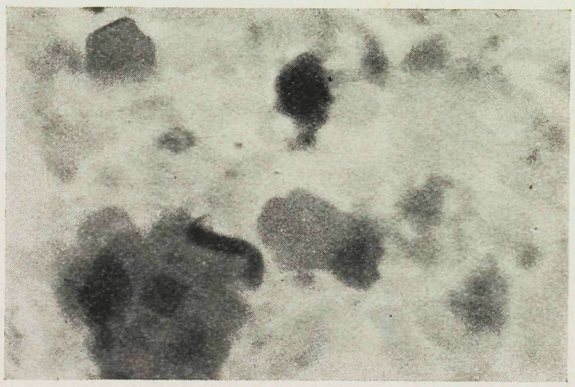


Abb. 6a.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Java 2069
(Teilchengröße $< 0{,}3\ \mu$).

phen Gele der Tonerde und Kieselsäure in Lösung, während die Kristallgitter der in den Böden enthaltenen Tonmineralien nur ganz wenig angegriffen werden. Wenn die Austauschbarkeit vorwiegend durch die gemengten Gele bedingt gewesen wäre, hätte sie nach dem Behandeln mit Salzsäure verschwunden sein müssen. Dies war nicht der Fall. Wenn wir den Rest der Tonsubstanz, der nach dem Behandeln mit Salzsäure verblieb, wieder auf die Ausgangsmenge bezogen, so berechneten sich T-Werte, die dem ursprünglichen, durch die Art des kristallinen Tonminerals bedingten T-Werte annähernd entsprachen. Es ist daraus zu folgern, daß für die Austauschfähigkeit der Tonfraktion in erster Linie die in ihr hauptsächlich enthaltenen kristallinen Tonmineralien maßgebend sind, nicht aber amorphe, gemengte Gele. Ob diese nicht auch noch am T-Wert beteiligt sind, geht aus diesen Versuchen noch nicht hervor, bewiesen ist aber, daß die kristallinen Tonmineralien jedenfalls von wesentlichem Einfluß auf die Austauschfähigkeit sind, da diese in erster Linie von der Art des hauptsächlich vorhandenen kristallinen Tonminerals abhängt.

Die Röntgenanalyse ermöglicht die Konstruktion eines Gesamtbildes der in dem untersuchten System vorhandenen Gitterstrukturen. Einzelheiten hinsichtlich der tatsächlichen Form der auftretenden Kriställchen können aber mit der Röntgenspektrographie nicht erkannt werden. Zur Vertiefung unserer Kenntnis des Aufbaus der Tonfraktion schien es dringend erwünscht, auch die einzelnen Kristalle näher zu studieren. Ein Weg zur direkten Beobachtung der einzelnen Kristalle bot sich in der Anwendung des Elektronenmikroskops, das die Vergrößerung so weit zu treiben gestattet, daß man auch die Gestalt der kleinsten Teilchen der Tonfraktion noch erkennen kann. Wir haben diesen Weg eingeschlagen und einerseits Reinvorkommen der verschiedenen Tonmineralien, anderseits auch die Tonfraktionen verschiedener Böden untersucht, um die in ihnen auftretenden Tonmineralien durch Vergleich mit den Bildern der reinen Mineralien zu identifizieren.

Im Kaolinit von Zettlitz (Abb. 1a, b) haben wir scharfrandige Kristallplättchen vor uns, die zum Teil sehr gut sechseckig begrenzt sind. Die Fraktion $< 0{,}3\ \mu$ enthält daneben durchsichtige, weniger tief gefärbte Plättchen. Nach früheren Untersuchungen von Eitel tritt der Kaolinit häufig in solchen durchsichtigen Plättchen auf, es liegt aber die Annahme näher, daß wir hier Beimengungen des glimmerartigen Tonminerals Sárospatit vor uns haben.

Der Sárospatit, wie Mägdefrau das im Ton von Sárospatak rein vorkommende glimmerartige Tonmineral genannt hat, zeigt deutlich

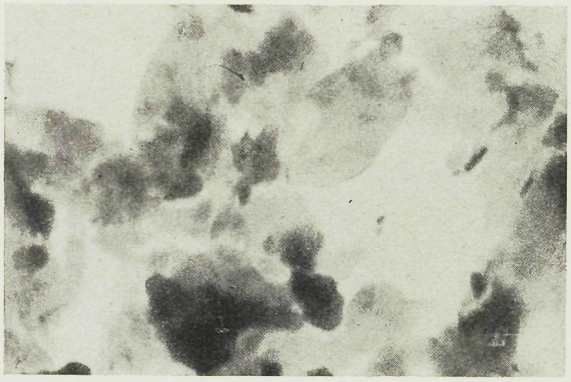


Abb. 6 b.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Java 2069
(Teilchengröße < 0,1 μ).

Abb. 7 a.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Argentinien 687
(Teilchengröße < 1.0 μ).

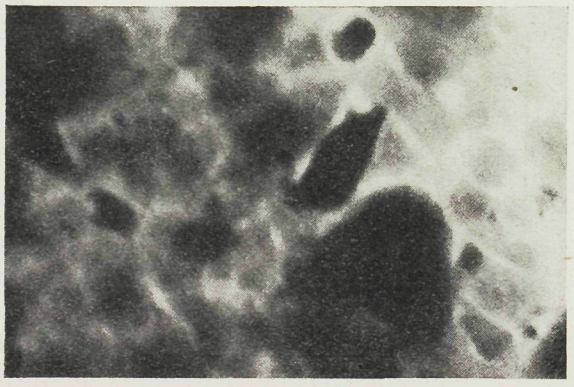


Abb. 7 b.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Argentinien 687
(Teilchengröße < 0,3 μ).

scharfrandige Kristallplättchen, die nicht so tief gefärbt sind wie die dunklen Plättchen des Kaolinits und seltener eine sechseckige Begrenzung aufweisen (Abb. 2).

Der Montmorillonit, der im Bentonit von Geisenheim ziemlich rein enthalten ist, ließ auf unseren Bildern keine Einzelheiten erkennen (Abb. 3). Die Einzelteilchen verschwimmen in unklaren, wolkigen Gebilden, an denen sich gelegentlich unscharfe Überdeckungen und Faltungen feststellen lassen. Dies kommt wohl daher, daß sich die Montmorillonitteilchen infolge ihrer geringen Dicke kaum von der Trägerfolie abheben. Ardenne, Endell und Hofmann ist es gelungen, auch die feinen Teilchen dieses Tonminerals als Kristalle zu erkennen, indem sie schwammige Schnellzentrifugate von Montmorilloniten herstellten und diese unter Verzicht auf die Folie in die Randzone der Bohrung des Objektträgers schmierten.

Bei der Untersuchung der Tonfraktion von Böden ist stets auch mit dem Auftreten von Quarz zu rechnen. Der Quarz zeigt unregelmäßig begrenzte eckige Teilchen, deren tiefe Schwärzung darauf hinweist, daß es sich um Körner handelt, die nach allen Richtungen gleichseitig ausgebildet sind (Abb. 4a, b).

Nachdem wir die charakteristischen Formen der verschiedenen Tonmineralien betrachtet hatten, gingen wir zur Untersuchung der Tonfraktionen von Böden über. In der Tonfraktion des Bodens Westafrika, Fraktion $< 0{,}3\ \mu$ (Abb. 5a), erkennen wir Kaolinitplättchen mit daraufsitzenden kleinen schwarzen Körnchen von etwa 40 $m\mu$ Durchmesser. Die tiefschwarze Farbe dieser Körnchen im Elektronenbilde zeigt ihr großes Adsorptionsvermögen für die Elektronenstrahlen an. Es handelt sich wahrscheinlich um Eisenverbindungen. In den Fraktionen $< 0{,}1\ \mu$ (Abb. 5b) enthält der Boden Westafrika kleinere Kaolinitplättchen, vermutlich auch glimmerartiges Tonmineral nebst den Körnchen der Eisenverbindungen. Das Bild des Bodens Java, Fraktion $< 0{,}3\ \mu$ (Abb. 6a), hat einen unscharfen, wolkigen Grundbelag. Es liegt hier also Montmorillonit vor. Daneben finden sich einzelne scharfrandige Kaolinitplättchen sowie kleine, tiefgefärbte Körnchen, die gelegentlich Durchmesser bis zu $0{,}1\ \mu$ zeigen und auf Eisenverbindungen hindeuten. In der Fraktion $< 0{,}1\ \mu$ erhöht sich die Zahl dieser Körnchen von Eisenverbindungen (Abb. 6b). Der Boden Argentinien (Abb. 7a,b) zeigt in seiner Fraktion $< 1{,}0\ \mu$ grobe Quarzkörner auf einem unscharfen Montmorillonit-Untergrund, in der Fraktion $< 0{,}3\ \mu$ kleinere Quarzkörner, die in die wolkige Grundmasse des Montmorillonits eingebettet sind. In der Fraktion $< 0{,}6\ \mu$ des Bodens Wieringermeer (Abb. 8a) finden wir Quarzkörner und Plättchen des glimmerartigen Tonminerals.

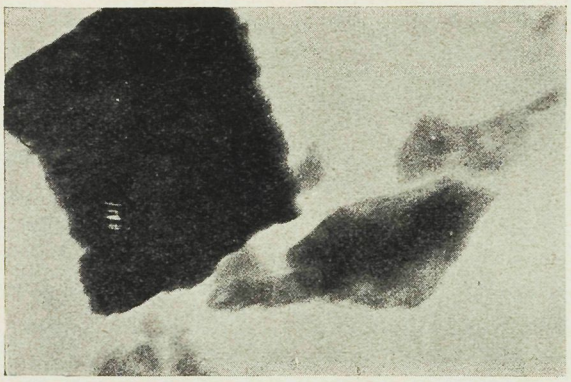


Abb. 8a.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Wieringermeer III
(Teilchengröße $< 0{,}6\ \mu$).

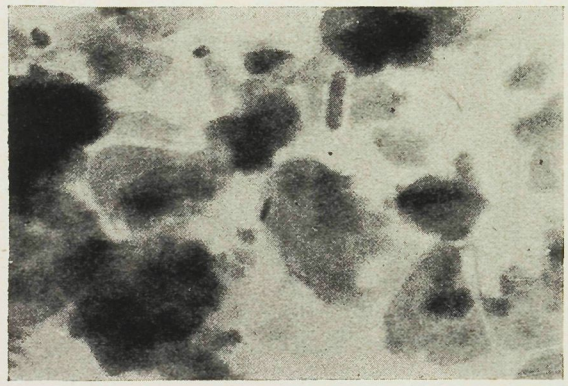


Abb. 8b.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Wieringermeer III
(Teilchengröße $< 0{,}3\ \mu$).

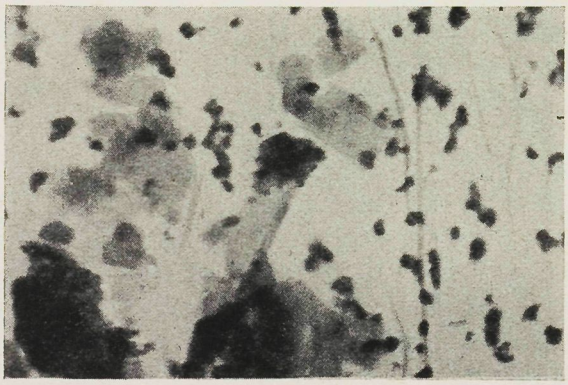


Abb. 8c.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Wieringermeer III
(Teilchengröße $< 0{,}1\ \mu$).

In der Fraktion < 0,3 μ wiederum Plättchen des glimmerartigen Tonminerals und vereinzelte Körnchen der Eisenverbindungen (Abb. 8b). In der Fraktion < 0,1 μ desselben Bodens kommen sehr viele Körnchen von Eisenverbindungen neben einzelnen Plättchen des glimmerartigen Tonminerals vor (Abb. 8c). Der Boden München (Abb. 9a, b) weist in seinen Fraktionen < 0,6 μ und < 0,3 μ Platten des glimmerartigen Tonminerals auf, die je nach der Teilchengröße der Fraktionen verschieden groß sind; daneben sehen wir Quarz und Eisenverbindungen. Die letzteren scheinen auch hier in der feineren Fraktion zuzunehmen. Aus den Bildern des Bodens Hannover (Abb. 10) lassen sich ähnliche Befunde ablesen wie bei Boden München.

Wenn wir die verschiedenen Tonmineralien, wie sie bei der Betrachtung ihrer Reinvorkommen sich zeigen, auch in den Tonfraktionen der Böden nachweisen konnten, so zeigte sich doch im allgemeinen bei der Untersuchung der Böden, daß die Formen der Tonmineralien meist nur wenig deutlich waren. Es liegt zunächst nahe, die Ursache dafür in einer Unvollkommenheit der elektronenmikroskopischen Untersuchung zu sehen. Dies ist aber nicht der Fall; der Grund dafür, daß man bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung in der Tonfraktion keine wohldefinierten, kristallisierten Mineralien, sondern Formen feststellt, die man nur unsicher der einen oder anderen Gruppe von Tonmineralien zuweisen kann, scheint uns vielmehr der zu sein, daß in den Böden die wohldefinierten Mineralien gegenüber Formen zurücktreten, die unter dem Einfluß der herrschenden Bedingungen zustande gekommene Übergänge von der einen zur anderen Art darstellen. Im Gegensatz zu den gröberen Fraktionen finden sich in der Tonfraktion nicht nur bestimmte voneinander deutlich verschiedene Mineralien, sondern es besteht offenbar die Möglichkeit der Umwandlung der einzelnen Mineralformen ineinander. Damit würde auch die Untersuchung der Böden mit dem Elektronenmikroskop zu einer dynamischen Auffassung der mineralogischen Zusammensetzung der Tonfraktion führen.

Dies veranlaßte uns, die Röntgenuntersuchung der Tonfraktion in der Weise zu wiederholen, daß wir nicht nur die Fraktionen < 2 μ, sondern auch die Fraktionen < 0,6 μ bzw. < 0,3 μ, die wir für die Untersuchungen im Elektronenmikroskop benutzt hatten, nochmals der Röntgenuntersuchung unterwarfen. Dabei stellte sich heraus, daß auch der Röntgenbefund dieser kleineren Fraktionen von denjenigen der Fraktionen < 2 μ verschieden war. Je feiner die Fraktion war, desto mehr war es möglich, neben dem Tonmineral, das bei der Untersuchung der Fraktion< 2 μ als vorherrschend erkannt war, auch noch andere

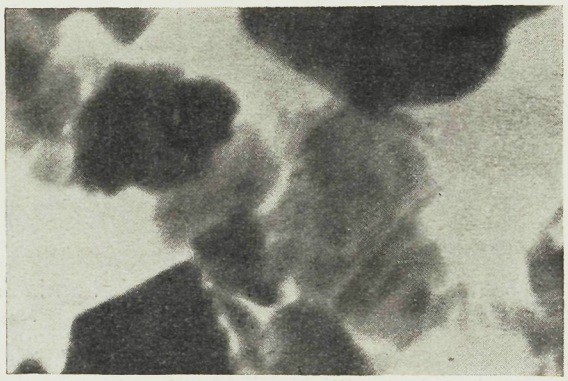


Abb. 9a.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens München 1331
(Teilchengröße < 0,6 μ).

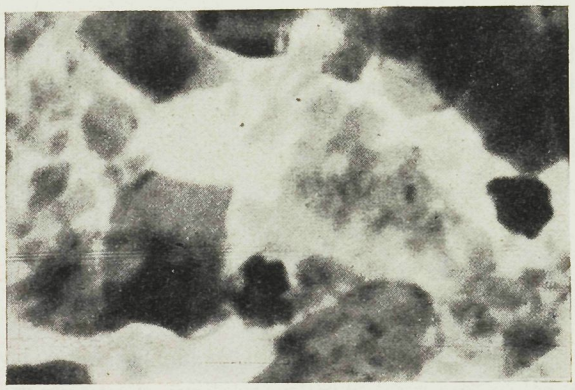


Abb. 9b.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens München 1331
(Teilchengröße < 0,3 μ).

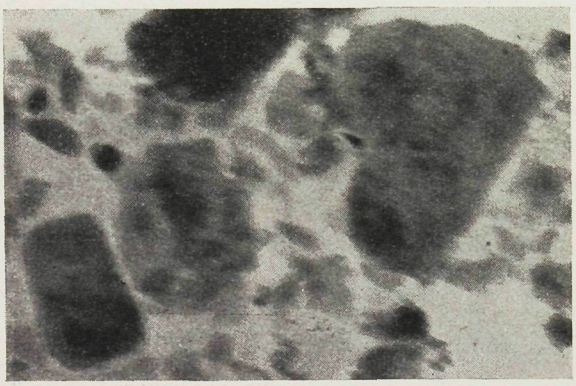


Abb. 10.
Elektronenmikroskopisches Bild des Bodens Hannover 1445
(Teilchengröße < 0,3 μ).

Tonmineralien nachzuweisen. Auch wiesen die Röntgenspektren der feineren Fraktionen in zunehmendem Maße Störungen der Gitter auf, so daß es immer schwieriger wurde zu entscheiden, welches Tonmineral vorlag.

Beim Kaolin von Zettlitz war in der Fraktion $< 0{,}3\ \mu$ neben Kaolinit auch Sárospatit in etwa gleicher Menge zu erkennen. Bei dem Boden Java 2069 waren zwar nicht alle Kaolinit-Interferenzen erkennbar, offenbar lag aber hier neben Montmorillonit auch Kaolinit vor. Das glimmerartige Tonmineral in den Böden Westafrika, Wieringermeer, München und Hannover zeigte in den feineren Fraktionen beträchtlich weniger Interferenzen als der reine Sárospatit. Bei der Fraktion $< 0{,}3\ \mu$ des Bodens Argentinien war eine sichere Unterscheidung zwischen Montmorillonit und glimmerartigem Tonmineral nicht möglich. Es handelt sich offenbar um ein Tonmineral mit sehr stark gestörter Kristallstruktur, dessen Silikatschichten nur noch sehr schwach zueinander orientiert sind. Bei so starker Störung verschwimmt aber auch der tatsächliche Unterschied zwischen den beiden Mineralien, der sich ja am deutlichsten in der innerkristallinen Quellung offenbart, die eine gute Ordnung der Silikatschichten zueinander voraussetzt. Selbst in der feinsten Fraktion zeigen die Tonmineralien aber noch deutliche Interferenzen, sind also noch kristallin. Wenn wir annehmen, daß die Tonmineralien wandlungsfähig sind, ist es nicht verwunderlich, daß gerade die feinsten Anteile der Tone solche besonders stark gestörten Kristalle aufweisen. Auch die röntgenspektrographischen Untersuchungen der Böden würden also — ebenso wie die Betrachtung der ineinander übergehenden Formen der Mineralien in den elektronenmikroskopischen Bildern — darauf hindeuten, daß man es bei den in den feinsten Fraktionen des Tones auftretenden kristallinen Tonmineralien nicht mehr mit starren Kristallgittern zu tun hat, sondern daß hier offenbar Übergangsformen auftreten, denen die Fähigkeit zur Umwandlung zukommt. Der Befund, daß die Tonfraktion aus kristallinen Mineralien besteht, welche Träger ihrer charakteristischen Eigenschaften sind, würde somit nicht in Widerspruch stehen zu einer dynamischen Auffassung ihrer Zusammensetzung als eines Gleichgewichts von Zerfall und Wiederaufbau von Tonmineralien in Abhängigkeit von den herrschenden Bedingungen. Im Hinblick auf ihre grundsätzliche Bedeutung für die Frage der Bodenbildung scheint uns diese Hypothese der Möglichkeit von Umbildungen der Tonmineralien unter dem Einfluß der im Boden herrschenden Bedingungen einer eingehenden Untersuchung wert zu sein.

Bücher- und Zeitschriftenschau — Revue de livres et des périodiques — Notices of books and periodicals

(Eingesandte Schriften — Traveaux communiqués — Papers received)

Bodenkunde und Pflanzenernährung. Herausgegeben von der Reichsarbeitsgemeinschaft „Landwirtschaftliche Chemie" im Forschungsdienst. Schriftwalter Professor Dr. F. Giesecke, Berlin-Dahlem. 23. Band. 1941. Heft 1/2. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin.

Inhalt (bodenkundlich): P. Schachtschabel, Die Bindung der Kationen und die Bestimmung der Sorptionsträger im Boden (S. 1—17). — W. Laatsch, Die Festlegung der Phosphorsäure an Tone (S. 17—31). — H. Kick, Basenzustand und Reaktionsverhältnisse von fünf wichtigen Ackerböden Württembergs in ihrer Beziehung zum Kalkbedarf (S. 31—63). — Jos. Lanik und Gustav Janicek, Eine einfache und bequeme Apparatur zur massenweisen Bestimmung des Kalkbedarfs der Böden nach der Methode Goy-Roos (S. 63—70). — R. Themlitz, Wirkung von Phosphorsäuredüngern auf drei verschiedenen, kalkhaltigen Bodenarten unter Berücksichtigung der SiO_2-Aufnahme durch Hafer (S. 71—82). — A. von Kuthy und J. Pecznik, Wirkt die Huminsäure als Hormon oder durch Permeabilitätserhöhung auf die Entwicklung der Pflanzenwurzeln? (S. 83—90). — G. Varallyay, Über neue Laboratoriumsmethoden zur Beurteilung der Düngerwirkung (S. 98—104). — M. Gärtner, Die graphische Auswertung der Gefäßversuche zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens nach dem Verfahren Mitscherlich (S. 105—114). — W. Lepper, Zur Rückgewinnung des Molybdäns aus den Abfällen der Phosphorsäure-Bestimmungen (S. 115—128).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 23. Band, 1941, Heft 3/4.

Inhalt (bodenkundlich): E. Volz, Nachprüfung der Möglichkeit von nichtbakterieller Stickstoffbindung aus Luftstickstoff durch Kopplung energieliefernder Reaktionen (S. 260—264).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 23. Band, 1941, Heft 5/6.

Inhalt (bodenkundlich): L. Pozdena und H. Bartram, Grünlandböden auf der Diluvialebene des deutschen Ostens (S. 265—281). — U. Springer, Der Einfluß der Säurevorbehandlung und der Beimengungen des Azetylbromids, besonders der Essigsäure, auf die Humuswerte (S. 281—313). — E. Nieschlag, Über die Wirkung der schwefelsauren Salze des Kupfers, des Mangans, des Magnesiums, des Eisens, des Aluminiums und des Kalks auf heidemoorkranken Böden (S. 350—356). — H. Niklas und O. Toursel, Die Ermittlung von Spurenelementen mittels Aspergillus niger (S. 357—360). — Fr. Brüne, Düngungsversuche mit Kalkmergel und Hüttenkalk (Hochofenschlacke) auf Hochmoorboden (S. 360—363).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 24. Band, 1941, Heft 1/2.

Inhalt (bodenkundlich): H. Süchting, Untersuchungen über die Ernährungsverhältnisse des Waldes. VI (S. 87—112).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 24. Band, 1941, Heft 3/4.

Inhalt (bodenkundlich): P. Köttgen und L. Jung, Über die Abhängigkeit der Nährstofflieferung von Phosphorsäure, Kalk und Kali von dem Wassergehalt, untersucht an humosen Böden (S. 129—150). — L. Pozdena, Über Methoden der physikalischen Bodenuntersuchung (S. 151—179). — W. Dix, Über die Bodengare. II (S. 180—206). — Kurt Helmich, Zur Kenntnis der Bodengare als kolloidchemischen Strukturzustands. III (S. 207—232). — H. Süchting, Untersuchungen über die Ernährungsverhältnisse des Waldes, VII. Nährstoffdynamik in den Horizonten einiger Podsolböden (S. 233—256). P. Köttgen und L. Jung, Zur Frage der nachschaffenden Kraft des Bodens (S. 257—265). — E. v. Boguslawski, Untersuchungen über den Einfluß des Feinerdegehaltes, der Pflanzenbestandsdichte und der Pflanzenart auf die Aufnahme und Verwertung des Bodenwassers (S. 265—303). — H. Niklas und O. Toursel, Ergebnisse aus dem Methodenvergleich zwischen dem Gefäßversuch von Mitscherlich, der Keimpflanzenmethode von Neubauer, der Laktat- und der Aspergillusmethode bezüglich der Phosphorsäureergebnisse von insgesamt 1264 Böden (S. 310—314). — O. Toursel, Die Bestimmung der Mg-Versorgung von Böden nach der Aspergillusmethode von Niklas (S. 315—320).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 24. Band, 1941, Heft 6.

Inhalt (bodenkundlich): P. Schachtschabel, Die Bestimmung des Kalibedarfs im Boden (S. 371—384).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 25. Band, 1941, Heft 1.

Inhalt (bodenkundlich): W. Jessen, Die Wirkung von Rohphosphat auf das Wachstum der Holzarten in sauren Waldböden (S. 31—34). — F. Giesecke und G. Michael, Über die Wirkung von Rohphosphat auf landwirtschaftlich genutzten Böden (S. 34—36). — P. Schachtschabel, Weitere Untersuchungen über die Bestimmung des Kalkbedarfs (S. 37—57). — P. Köttgen und L. Jung, Über den Einfluß des Ca- und K-Ions auf die Löslichkeit der Phosphorsäure, untersucht an einem Löß-Lehmboden der Wetterau (S. 58—64).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 25. Band, 1941, Heft 2/3.

Inhalt (bodenkundlich): W. Hoffmann, Vegetationsversuche mit Humus- und Sandböden, ein weiterer Beitrag zur Frage des Kupfermangels als Ursache der Urbarmachungskrankheit (S. 121—136). — Chr. Vassiliades, Die Zersetzung des Hexamethylentetramins in verschiedenen Lösungen und Böden unter besonderer Berücksichtigung ihres Aziditätsgrades (S. 150—163). — A. Hock, pH-Messungen in der Bodenkunde mit Hilfe der Antimon-Elektrode (S. 164—178). — A. Schönfeld und E. Dömötör, Über die Bestimmung des Düngerbedürfnisses von Böden im Laboratorium (S. 178—190). — A. Hock, Einfaches Gerät zur pH-Bestimmung (Pehaskop) (S. 190—192).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 25. Band, 1941, Heft 4.

Inhalt (bodenkundlich): R. v. Bracken, Beitrag zum Wasserhaushalt und Wasserverbrauch einiger Kulturpflanzen im natürlich gelagerten Boden (S. 193 bis 219). — H. Jacob, Zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit trockener Bodenproben (S. 240—250). — W. Rotter, Herstellung von Bodendünnschliffen nach dem Resinolverfahren (S. 251—254).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 25. Band, 1941, Heft 5/6.

Inhalt (bodenkundlich): U. Hofmann, A. Jacob und H. Loofmann, Untersuchung der Tonfraktion der Böden mit dem Elektronen-Mikroskop (S. 257—271). — R. Herrmann, Überprüfung der thermokinetischen Bodenuntersuchungsmethode von E. Reinau (S. 358—367). — Gunnar Enge, Prüfung der neuen Schnellmethode zur Bestimmung des Wassergehalts von Böden (S. 368—369). — R. Marks, Vergleichende Untersuchungen über die Bestimmungen des Kalkbedarfs im Boden (S. 369—384).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 26. Band, 1941, Heft 1/2.

Inhalt (bodenkundlich): F. Alten und H. Loofmann, Die Luftadsorption an Böden und Bodenbestandteilen und ihr Einfluß auf die Bestimmung des Porenvolumens und des spezifischen Gewichtes von Ackerböden mit dem Druck-Luftpyknometer (S. 1—13). — E. Morgenroth, Die Bedeutung der Bearbeitungstiefe für den Fruchtbarkeitszustand des Bodens im Lichte allgemeiner Erfahrungen und der Dahlemer Dauerversuche (S. 14—72). — M. Gärtner, Das Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren in graphischer Darstellung (S. 72—83). — F. Heinrich, Ein Beitrag zur Bestimmung der „minimalen Wasserkapazität" diluvialer Sandböden (S. 84—97). — R. Herrmann und P. Lederle, Bestimmung der laktatlöslichen Phosphorsäure in Böden mit „Photo-Rex" (S. 105 bis 124).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 26. Band, 1942, Heft 3.

Inhalt (bodenkundlich): S. Gericke und E. Pfarre, Bodenuntersuchung und Feldversuch (S. 180—194).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 26. Band, 1942, Heft 4/5.

Inhalt (bodenkundlich): U. Springer, Mehrjährige Beobachtungen über den Abbau und die Humifizierung organischer Stoffe im Boden. Von O. Siegel (S. 292—298). — F. A. Uhl, Eine neue Methode zur Humusbestimmung (Bestimmung der organischen Substanz) in Torf- und Bodenproben (S. 298—308). — H. Umberg, Kaligehalt und Kalidüngebedürftigkeit der Böden in den rheinischen Höhengebieten (S. 309—317).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 26. Band, 1942, Heft 6.

Inhalt (bodenkundlich): E. Heinze, Ein Beitrag zur chemischen Untersuchung des Bodens, besonders des Sorptionskomplexes (S. 331—362).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 27. Band, 1942, Heft 1/3.

Inhalt (bodenkundlich): F. Giesecke, Edwin Blanck (S. 1—15). — R. Melville, Eine Beobachtung über das Verhalten von Tonsubstanzen bei der Bildung von Eluvialhorizonten im Boden (S. 16—22). — F. Scheffer, Untersuchungen über Eigenschaften der Lignine und ligninähnlichen Stoffe, insbesondere der technischen Lignine, und ihre Bedeutung als humusbildende Stoffe (S. 23—61). — F. Giesecke und G. Michael, Untersuchungen über die Möglichkeit einer Anreicherung von Dauer- bzw. Erhaltungshumus auf leichtem Boden (S. 62—78). — R. Themlitz, Einfluß organischer Dünger auf die Humusstabilität und das Pufferungsvermögen von Böden (S. 78—99). — F. Alten und H. Loofmann, Untersuchungen über den Einfluß von chloridhaltigen Dünge-

mitteln auf die Löslichkeit der Phosphorsäure im Ackerboden und die Abhängigkeit der Kolloidschrumpfung des Bodens von der Düngung (S. 99—115).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 27. Band, 1942, Heft 4.

Inhalt (bodenkundlich): V. Morani und S. Campanile, Der Kalibedarf italienischer Böden (S. 213—220). — K. Schwerdt, Über die Beziehungen zwischen wurzellöslichem Kali nach Neubauer und pflanzenverfügbarem Kali in thüringischen Ackerböden (S. 221—246).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 27. Band, 1942, Heft 5.

Inhalt (bodenkundlich): H. Süchting, Zur Kennzeichnung der Gütebewertung von Waldböden. II. Magnesiareiche Verwitterungsböden aus Silur, Devon und Kulm des Harzes (S. 289—310).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 27. Band, 1942, Heft 6.

Inhalt (bodenkundlich): A. Hock, Elektrometrische Titrationen in der Bodenkunde mit Hilfe der Antimonelektrode.

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 28. Band, 1942, Heft 1/2.

Inhalt (bodenkundlich): E. A. Mitscherlich, Versuche über die Festlegung der Phosphorsäure im Boden (S. 76—80). — K. Scharrer und R. Schreiber, Über die Aufnahme der wurzellöslichen Phosphorsäure aus Kalzium-Glyzerinphosphat und Kalzium-Glukonphosphat (S. 81—93). — K. Scharrer und R. Schreiber, Über die Aufnahme der Phosphorsäure verschiedener Phosphorsäuredüngemittel durch Keimpflanzen auf alkalischen Böden (S. 93—105). — Zw. Staikoff, Über das Vorkommen von schwerlöslichen Magnesiumsalzen, die die Bestimmung des Austauschmagnesiums beeinträchtigen (S. 105—118).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 28. Band, 1942, Heft 3.

Inhalt (bodenkundlich): W. Rathje, Zur Kenntnis der Phosphate. VI. Mitteilung: Das Phosphat-Gleichgewicht im Boden (S. 129—159). — U. Springer, Einfluß der Ammonisierung auf die organische Substanz von Hochmoortorfen (S. 160—186). — F. A. Uhl, Über die Methode der hydrolytischen Azidität zur Bestimmung des Kalkbedarfs der Böden (S. 186—190).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 28. Band, 1942, Heft 4.

Inhalt (bodenkundlich): H. Riehm, Profilmäßige Nährstoffuntersuchung der Böden des „Ewigen Roggenbaues", Halle, mittels der Egnér-Methode. Ein Beitrag zur Beweglichkeit der Nährstoffe Phosphorsäure und Kali im Ackerboden (S. 234—245). — H. Riehm, Die Bestimmung des pflanzenaufnehmbaren Kalis nach Egnér bei Massenuntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung eines speziellen Flammenphotometers (S. 246—256).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 28. Band, 1942, Heft 5.

Inhalt (bodenkundlich): R. Herrmann und P. Lederle, Verfahren zur Bestimmung von Spurenelementen in Böden. II. Die Bestimmung von Chrom (S. 291—324). — F. A. Uhl, Eine neue Methode zur Humusbestimmung (Bestimmung der organischen Substanz) in Torf- und Bodenproben (S. 324).

Bodenkunde und Pflanzenernährung. 28. Band, 1942, Heft 6.

Inhalt (bodenkundlich): S. Eriksson, Untersuchungen über Quellungsüberschuß und Quellungsdefizit verschiedener Böden (S. 325—339). — H. Süchting, Untersuchungen über die Ernährungsverhältnisse des Waldes. VIII. Zur Methodik der Bestimmung der Nährstoffdynamik in Waldböden (S. 340—361).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. President: S. Osugi, Vice-President: S. Kasugai. Society of the Science of Soil and Manure, Nippon. c/o Imperial Agricultural Experiment Station Nishigaharamati, Takinogawa-ku Tokyo, Japan.

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XIV, Nr. 5, Mai 1940.

Inhalt: Matsuo Tokuoka und Suisen Dyo, Über die Wasserkultur der Pflanzen mittels Meereswassers (Vorbericht) (S. 267—278). — Goro Matsuki und Shin-ichi Katsutani, Some Chemical Investigations on the Draught. (II), (III) (S. 279—298). — Kiyosi Izumi, On the „Sirasu" in Miyazaki Prefecture (S. 299—303).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XIV, Nr. 6, Juni 1940.

Inhalt: Toyotaro Seki, On James Thorp's Classification of the Soils of China (Part. 2) (S. 327—334). — Matsuo Tokuoka und Shushin Gyo, Über den Einfluß des Mangans auf das Wachstum der Reispflanze (S. 335—344). — Rokuro Kawashima und Genichiro Suyama, On the Reaction and Lime Status of Japanese Pear Orchard Soil (S. 345—351).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XIV, Nr. 8, Aug. 1940.

Inhalt: Kazumi Kawamura und Tsuneo Inagaki, On the Soils of the Saipan, Tenian and Rata Islands, Mariana. Part. II. Chemical Analysis (S 469 bis 484). — Rokuro Kawashima, Masanao Nagata und Gen-ichiro Suyama, On the Inclosed and Reclaimed Marsh Soil on the Coast of Kyushu (S. 485—492). — Koki Yamauchi, On the Relations between the Soil Character and the Nitrogen Utilization of the Mulberry Trees (S. 493—502). — Hideo Misu, The Exchange Acidity and pH of Soils in Tyosen (II) (S. 503—520). — Teru Hirano, Studies in the Soil Sickness of the Tomatos (S. 521—530). — Takeo Nagata, Report on the Soil Survey of North Manchuria (I) (S. 531 bis 536).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XIV, Nr. 9, Sept. 1940.

Inhalt: Rokuro Kawashima, Masanao Nagata und Gen-ichiro Suyama, On the Enclosed and Reclaimed Marsh Soil on the Coast of Kyushu (III) (S. 547—554). — Hideo Misu, The Exchange Acidity and pH of Soils in Tyosen (III) (S. 555—566). Takeo Nagata, Report on the Soil Survey of North Manchuria (II) (S. 567—586). — Matsuo Tokuoka und Shushin Gyo, Über den Einfluß des Zinks auf das Wachstum von Weizen (S. 587—596).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XIV, Nr. 10, Okt. 1940.

Inhalt: Hideo Misu, The Exchange Acidity and pH of Soils in Tyosen (IV) (S. 607—621). — Matsuo Tokuoka und Shushin Gyo. Über den

Einfluß des Kupfers auf das Wachstum von Weizen (S. 622—630). — Takeo Nagata, Report on the Soil Survey of North Manchuria (III) (S. 631—648). — Hidehiko Oshima, On the Method of Identification of Fish Kinds used for the Fish Scarp. Report II (S. 649—664).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XIV, Nr. 11, Nov. 1940.

Inhalt: Sinobu Yamada, Soil Survey of Volcanogenous Soils (I) (S. 673—702). — Kinsaku Okawa und Ryosaburo Tanaka, The Relation between Silicic Acid and Sulphuric Acid on Plants (S. 703—718). — Shutaro Tesima, On the White Cyanamid (S. 719—722). — Show Ozawa und Yoshinori Tamura, The Influence of Continuous Application of Organic and Inorganic Manures upon the Yield, Root System of Mulberry Tree and Soil (I) (S. 723—734).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XIV, Nr. 12, Dez. 1940.

Inhalt: Sinobu Yamada, Soil Survey of Volcanogenous Soils (II) (S. 747—762). — Yuhu Kuno, Influence of the Drought upon the Chemical Composition of Rice Straws (S. 763—769). — Sadaji Furutani, On the Determination of the Soil Carbon by the Rapid Titration Methods (S. 770—776). — Masami Araki, On the Mode of Formation and Classification of Soils in Toyama Prefecture (I) (S. 777—788). — Mokuhei Kobayashi, On the Influence Caused by the Continuous Use of Manure upon the Buffer Capacity and Catalytic Action of Soil (S. 789—796).

Journal of the Science of Soil and Manure, Nippon. Vol. XV, Nr. 1, Jan. 1941.

Inhalt: Kametaro Konishi, Azuma Imanishi und Giichi Hasegawa, Effects of Phosphoric Acid and Calcium upon the Growth and Nodulation of Soybeans (S. 1—10). — Kinziro Yamanaka, Studies on the Soil Cohesion (S. 11—27). — Rokuro Kawashima, Masanao Nagata und Gen-ichiro Suyama, On the Forest Soil Type in the Northest Region of Honshue, Japan (S. 28—42). — Minoru Hanada, On the Special Manure of Saga Prefecture (I) (S. 43—50). — Shuij Morita, Studies on Citrus Garden Soil in Japan (III). On the Soils of Citrus Garden in Kanagawa Prefecture (S. 51 bis 62).

Harada, M. Untersuchung über die Verwitterung der Eruptivgesteine. III. Über eine photochemische Methode zur Bestimmung des Limonits und Hämatits und die chemische Zusammensetzung von den Verwitterungsprodukten der Basalte. Bulletin of the Agric. Chem. Society of Japan, Vol. 12, Nr. 16, 1936.

Harada, M. Untersuchung über die Verwitterung der Eruptivgesteine. IV. Weitere Untersuchungen über die photochemische Methode zur Bestimmung der freien Eisenoxyde. Bulletin of the Agric. Chem. Society of Japan, Vol. 13, Nr. 5, 1937, S. 383—391.

Harada, M. Untersuchungen über die Verwitterung der Eruptivgesteine. V. Zusammensetzung des Tons aus Basaltböden. Bull. of the Agric. Chem. Soc. of Japan, Vol. 14, Nr. 4, 1938, S. 450—458.

Harada, M. Über die Verwitterung der Eruptivgesteine. VI. Über den Verwitterungskomplex. Bull. of the Agric. Chem. Soc. of Japan, Vol. 16, Nr. 4, 1940, S. 311 bis 320.

Harada, M. Über die Verwitterung der Eruptivgesteine. VII. Eine neue Methode zur Bestimmung des freien Eisenoxyds. Bull. of the Chem. Soc. of Japan, Vol. 16. Nr. 6, 1940, S. 541—551.

Allgemeines — Généralités — General

R. Stazione Chimico — Agraria di Torino. Annuario, Volume XIV — Parte A und Parte B 1938—1940.

Gehlsen, C. A. Maßnahmen gegen Trockenheit und Erosion in Nordost-Brasilien. Intern. Landw. Rundschau. III. Agrartechnik, XXXII. Jahrg., Nr. 4 (April 1941). Rom. Intern. Landw. Institut. S. 121—135.

Bennett, H. H. Die Bodenerosion in den Vereinigten Staaten. Intern. Landw. Rundschau. III. Agrartechnik. XXXII. Jahrg., Nr. 6 (Juni 1941) Rom. Intern. Landw. Institut. S. 189—195.

Bennett, H. H. Das Programm der U. S. Soil Conservation Service. Intern. Landw. Rundschau. III. Agrartechnik, XXXII. Jahrg., Nr. 10 (Oktober 1941). Rom. Intern. Landw. Institut. S. 343—352.

Nichols, L. Forschungen über die Erhaltung des Bodens in den Vereinigten Staaten. Intern. Landw. Rundschau. III. Agrartechnik, XXXII. Jahrg., Nr. 11 (November 1941). Rom. Intern. Landw. Institut. S. 369—381.

Enlow, C. R. Mittel und Wege zur Erhaltung von Boden und Wasser in den Vereinigten Staaten. Intern. Landw. Rundschau. III. Agrartechnik, XXXII. Jahrg., Nr. 12 (Dezember 1941). Rom. Intern. Landw. Institut. S. 405—412.

Thomas, R. Die Bodenverarmung im Belgischen Kongo. Mittel und Wege zur Bodenerhaltung und -verbesserung. Intern. Landw. Rundschau. III. Agrartechnik, XXXIII. Jahrg., Nr. 4 (April 1942). Rom. Intern. Landw. Institut. S. 125 bis 158.

Recherches sur la fertilisation. Effectuées en 1939 par les Stations Agronomiques (XIII^{e} Rapport annual) Ministère de l'Agriculture.

Inhalt: Introduction (A. Demolon), S. 5. — Observations climatologiques effectuées à Versailles en 1939 (J. Morice et C. Poli), S. 6—11. — Observations en cases lysimétriques (A. Demolon et E. Bastisse), S. 12—21. — Action des engrais sur les propriétès des sols de limon (H. Burgevin, J. Sarazin und J. Chabannes), S. 21—23. — Expériences de lonque durée sur l'épuisement du sol par le culture sans engrais (J. Guérillot), S. 24—32. — La fertilisation en 1939 (Joret et Malterre), S. 33—34. — Fertilisation des petites terres (M. Lemoigne et H. Dupic), S. 34—37. — Fertilisation des limons de plateau (M. Lemoigne et H. Dupic), S. 38—41. — Influence de la profondeur du labour sur l'action des éléments fertilisants (J. Garola), S. 41—43. — La fumure dans les sols de boulbènes (M. Martin), S. 43—44. — Essais de fumure déséquilibrée (R. Chaminade et J. Boucher), S. 44—46. — Action des engrais dans la culture de l'avoine (M. J. Garola), S. 46—53. — Fumure de l'orge

(M. Marin), S. 53—55. — Fumure de la betterave (M. J. Garola), S. 55—58. — Fumure de lin (M. Jouis), S. 58—61. — Fumure des prairies (M. Guyon), S. 62—66. — Fumure de la vigne (M. Vinet), S. 66—75. — Essais de fumure en arboriculture fruitière (L. Moreau et E. Vinet), S. 75—84. — Recherches sur le diagnostic foliaire N P K de la Vigne (H. Lagatu et L. Maume), S. 84—86. — La fumure azotée, S. 87 bis 134, La fumure phosphatée, S. 135—143. — La fumure potassique, S. 143—154. — Rôle de quelques autres éléments dans la fertilisation. Observations sur la toxicité du bore (M. H. Burgevin), S. 155—156. — Produits magnésiens (M. Depardon), S. 156—157. — Action du soufre (Joret et Malterre), S. 157—158. —Action des oligoéléments (M. H. Burgevin, Boischot et Herviaux, Chaminade et J. Boucher, M. Depardon, J. Carola, J. Guérillot et R. Morel, M. Guyon, Joret et Malterre), S. 158—167.

Fehér, D. Untersuchungen über die ernährungsphysiologische Wirkung der kurzwelligen, durchdringenden Strahlung der Elemente. Mitt. d. Botanischen Institutes der kgl. ungar. Universität für technische und wirtschaftliche Wissenschaften Sopron (Ungarn), 1942.

Selle, W. Beiträge zur Mikrostratigraphie und Paläontologie der nordwestdeutschen Interglaziale. Sonderdruck aus dem Reichsbuch der Reichsstelle für Bodenforschung für 1939. Band 60, S. 197—231, 1941.

Forstliche Bodenkunde — Sols forestiers — Forest soils

Botvay, K. Über eine neue selbsttätige Sedimentationswaage. Erdészeti Kisérletek. A. M. Kir. Földmivelésügyi Miniszter Fenhatòsaga Alatt Allo. M. Kir. Erdészeti Kutatò Intezet Folyoirata. Sopron (Ungarn). XLII. 1940. S. 157—170.

Roth, G. Über die Aufforstungen der ungarischen Szikböden. Erdészeti Kisérletek. Sopron (Ungarn). XLII. 1940. S. 238—252.

Thurmann-Moe, P. Über die Beurteilung verschiedener mooriger und sumpfiger Waldböden zur Pflanzenproduktion. (Om bedømmelse av myr og vannsyk skogsmark til planteproduksjon.) Jordundersøkelsenes smaskrift Nr. 26. Saertrykk av meldinger fra Norges Landsbrukshøgskole 1941. (Johansen & Nielsen Boktrykkeri, Oslo, 1941.)

Thurmann-Moe, P. Über den Einfluß des Waldes auf die Wasservorräte des Bodens mit besonderen Untersuchungen über die entwässernde Fähigkeit desselben. Jordundersøkelsenes smaskrift Nr. 27. Saertrykk av Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 1941. (Johansen & Nielsens Boktrykkeri, Oslo, 1941.)

Landwirtschaft, Pflanzenernährung und Düngung — Agriculture, nutrition des plantes et fertilisation — Agricultural, plant nutrition and fertilization

Semb, G. Untersuchungen über den Gehalt an leichtlöslicher Phosphorsäure in den ungleichen Schichten einiger Bodenprofile. Undersøkelser over innholdet av lettoppløselig fosforsyre i ulike skikter i en del jordprofiler. Jorduntersøkelsenes smaskrift Nr. 25. Saertrykk av Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 1941. (Johansen & Nielsens Boktrykkeri, Oslo, 1941.)

The General Committee of the International Society of Soil Science
Das Generalkomitee der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft
Comité Général de l'Association Internationale de la Science du Sol

Honorary members; Ehrenmitglieder; Members d'honneur

Prof. Dr. L. Cayeux, Paris; Prof. Dr. E. A. Mitscherlich, Kutschlau über Schwiebus; Sir E. John Russell, Harpenden; Prof. Dr. S. Winogradsky, Brie-Comte-Robert

Members of the General Committee; Mitglieder des Generalkomitees; Membres du Comité général

Prof. Dr. K. Aso, Tokyo; Prof. K. A. Bondorff, Lyngby; Prof. D. H. Hesselman, Djursholm; Dr. A. G. McCall, Washington; Dr. Slaw. Miklaszewski, Varsovie; C. G. T. Morison, Oxford; Prof. J. A. Prescott, Adelaide; Prof. N. M. Tulaikov, Saratov

Presidents of the Commissions; Präsidenten der Kommissionen; Présidents des Commissions

First Commission: Prof. Dr. G. W. Robinson, Bangor
Second „ Prof. J. Hendrick, Aberdeen
Third „ Dr. H. G. Thornton, Harpenden
Fourth „ Prof. Dr. E. A. Mitscherlich, Kutschlau über Schwiebus
Fifth „ Prof. D. Vilensky, Moscow
Prof. Dr. H. Stremme, Danzig, Acting President
Subcommission for Europe: Prof. Dr. H. Stremme, Danzig
„ „ Mediterr. Region: Prof. E. H. del Villar, Madrid
„ „ Asia: Prof. Dr. B. Polynov, Moscow
„ „ British Africa: C. G. T. Morison, Oxford
„ „ Australia: Prof. J. A. Prescott, Adelaide
„ „ Alkali soils: Prof. Dr. W. P. Kelley, Riverside
„ „ Forest soils: Prof. Dr. G. Krauss, München
Sixth Commission: Baudirektor Otto Fauser, Stuttgart
Subcommission for peat soils: Prof. Dr. F. Brüne, Bremen
General Nomenclature Committee:
Président: Dr. D. J. Hissink, Bussum
Secretary: G. V. Jacks, Harpenden

Representative of the National Sections; Vertreter der nationalen Sektionen; Représentants des Sections Nationales

Argentine . . . Prof. Dr. J. Gollan, Santa Fé
Denmark . . . Prof. Dr. S. Tovborg Jensen, København
Dutch East India Dr. J. Th. White, Buitenzorg
Egypt . . . . . Dr. Mahfuz Rizk, Orman
Great Britain . Prof. Dr. N. M. Comber, Leeds
British Empire . Dr. E. M. Crowther, Harpenden
Finland . . . . Prof. Dr. B. Aarnio, Helsinki
France . . . . Prof. A. Oudin, Nancy
Germany . . . Prof. Dr. F. Giesecke, Berlin
Protectorate Bohemia and Moravia: Prof. Dr. V. Novák, Brno
Hungary . . . Prof. Dr. R. Ballenegger, Budapest
India . . . . . Prof. J. N. Mukherjee, Calcutta
Italy . . . . . Prof. Dr. U. Buli, Ferrara
Japan . . . . . Prof. Dr. K. Aso, Tokyo
Netherlands . . Prof. Dr. Ir. C. H. Edelman, Wageningen
Norway . . . . Prof. Dr. K. O. Björlykke, Aas
Poland . . . . Dr. Slaw Miklaszewski, Warszawa
Russia . . . . Prof. Dr. A. A. Jarilov, Moscow
South Africa . . Prof. Dr. I. de V. Malherbe, Stellenbosch
Spain . . . . . Prof. E. H. del Villar, Madrid
Sweden . . . . Dr. O. Tamm, Experimentalfältet
Switzerland . . Prof. Dr. H. Pallmann, Zürich
United States of America: Dr. A. G. McCall, Washington