

8468/  
2



# COMPTES RENDUS

DE LA PREMIÈRE CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
AGROGÉOLOGIQUE

AVEC DEUX CARTES ET PLUSIEURS ILLUSTRATIONS  
DANS LE TEXTE

PUBLIÉ

PAR L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DU ROYAUME  
DE HONGRIE

PLACÉ SOUS LE MINISTÈRE ROYAL HONGROIS  
DE L'AGRICULTURE



BUDAPEST

IMPRIMERIE ARMAND FRITZ, NAP-UTCA 13

1909



# COMPTON'S INDEX

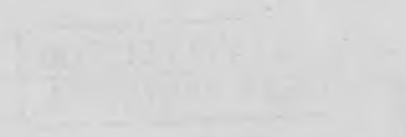
AN ALPHABETIC LIST OF THE NAMES OF THE  
AUTHORS OF THE WORKS INDEXED

AND THE NAMES OF THE PUBLISHERS  
OF THE WORKS INDEXED

1894

THE LISTING OF THE NAMES OF THE  
AUTHORS OF THE WORKS INDEXED

AND THE NAMES OF THE PUBLISHERS  
OF THE WORKS INDEXED



1894

THE LISTING OF THE NAMES OF THE  
AUTHORS OF THE WORKS INDEXED

PREMIÈRE PARTIE.

*ERSTER THEIL.*





## Avant-propos.

Dans le domaine des sciences la moitié du travail sera perdue ou du moins restera inutile pour le progrès général, si ceux qui cultivent cette science dans les divers pays ne parviennent pas à s'entendre sur les méthodes et procédés des recherches, sur les dénominations et les définitions scientifiques, enfin sur tous les moyens d'expression, qui font que les résultats obtenus en divers temps et lieux puissent être coordonnés et comparés entre-eux. Il y a longtemps que cela a été reconnu pour les sciences naturelles, et pour mener à bien l'oeuvre d'unification les congrès internationaux ont été inaugurés.

Or, si d'autres sciences se sont trouvées bien de cette mesure, il est évident, qu'aucune n'en éprouve le besoin aussi profondément que la jeune science de la terre arable, la pédologie ou — si on aime mieux — la géologie agricole. Plus que partout ailleurs il y règne une disparité d'idées, de méthodes, de procédés, une divergence de vue sur le chemin à prendre et sur le but à atteindre, un chaos dans l'usage des termes scientifiques, des mesures, des figurés, des noms et des classifications : divergence qui se manifeste non seulement de pays à pays, de langue à langue, mais aussi entre les oeuvres d'un même pays et dans la littérature d'une même langue.

Il en résulte cette chose déplorable, que la plus grande partie des travaux pédologiques, qui se font sans cesse dans presque tous les pays cultivés, ne dépasse guère la circonscription de leur lieu de naissance, et qu'une vue d'ensemble sur ces travaux, si nécessaire au développement des idées et au progrès de la science, devient de jour en jour plus difficile à gagner.

Si l'on se demande, d'où vient cette confusion, ce Babel scientifique, nous croyons en trouver la cause dans l'origine de notre science, ou bien, plus loin encore, dans la nature même de son

objet, du sol. Car on remarquera d'abord que le sol, provenant de la désagrégation des roches compactes, se rattache par son origine aux masses qui font l'objet des études géologiques et minéralogiques. Mais, en second lieu, les débris des roches ne deviennent sol ou terre arable que par l'action mécanique et chimique des agents atmosphériques, et en outre faut-il que la vie organique, ne fut-ce que dans ses formes primitives, se mêle à cette action, pour que ce mélange devienne en vérité une terre productive.

Voilà donc déjà quatre ou cinq branches des sciences naturelles, qui ont un intérêt à l'étude du sol, chacune partant de son point-de-vue spécial mais ne pouvant se passer du concours de toutes les autres. Cela suffirait déjà pour faire naître une certaine divergence dans la méthode, la terminologie, la classification pédologique. Mais ce n'est pas tout.

Malgré cette concurrence multiple d'intérêts scientifiques jamais le sol, par lui-même, n'aurait pu devenir l'objet d'une science spéciale, si, en même temps que d'être un produit quasi secondaire et assez peu intéressant du jeu des forces naturelles, — il n'était aussi la base de l'industrie agricole, c'est-à-dire l'un des fondements de l'existence du genre humain.

Et de fait, c'est cet énorme intérêt pratique, qui le premier a attiré l'attention de la science sur ce produit de désagrégation jusqu'à développer une science à part, la science du sol, la pédologie. La raison d'être de celle-ci n'est donc pas purement scientifique, mais repose en grande partie sur le besoin de connaître à fond, c'est-à-dire scientifiquement, cette terre, dont les produits nous donnent la nourriture, de la connaître à-fin de mieux pouvoir la cultiver, d'en tirer un rendement plus abondant.

Dès lors voici encore un nouveau point de départ vers l'étude de cette même terre ; et nous ne serons pas étonnés de voir, que de ce côté-ci le classement des sols porte tout d'abord sur telles de leurs qualités, qui intéressent surtout l'agriculture : tenacité perméabilité, aptitude à certaines cultures, fertilité ect. Sur ce chemin les questions, que les sciences naturelles ont abordées de préférence, les questions d'origine, de constitution minéralogique et chimique, de relation avec le sous-sol et avec les conditions climatiques ect. ne se rencontrent que plus tard, lorsqu'une étude plus approfondie aura conduit à reconnaître le lien intime, qui existe entre les qualités agronomiques du sol et les conditions de sa formation et de son milieu. C'est précisément le point de rencontre, vers lequel la

science du sol marche et qu'elle est près d'atteindre de nos jours. Mais aussi c'est là que la difficulté commence. Car chaque ouvrier, qui se rend vers ce point pour contribuer sa part à l'avancement d'une pédologie à la fois scientifique et pratique, y apporte ses propres vues, ses intérêts, sa façon d'agir et son langage à lui. Et cependant il faut s'entendre, sans quoi l'ouvrage commun ne marchera pas.

Ce n'est pas la diversité des langues vivantes, qui empêche l'entendement : cette difficulté se rencontre dans la pratique de chaque science, mais partout on a su la surmonter. L'obstacle à l'unification de la terminologie et des méthodes consiste chez nous plutôt dans la diversité des points de départ, et la confusion n'a été créée que par le manque de contact entre les diverses sciences, qui ont approché la question du sol.

En Hongrie, pays éminemment agricole, l'étude des sols a aussi eu différents points de départ. Car, si d'un côté les sciences agronomiques, cultivées surtout par les écoles supérieures d'agriculture, ont toujours senti la nécessité de s'occuper du sol comme base naturelle de toute production agricole, et si les savants attachés à ces instituts (tels que l'école supérieure d'agriculture de Magyar-Óvár, l'école forestière de Selmeç et d'autres) n'ont pas manqué depuis longtemps d'examiner les qualités chimiques et physiques des terres qui leurs servaient de base pour leurs expériences de culture : d'autre part les levés systématiques des sous-sols c'est à-dire de la configuration géologique du pays, confiés depuis 1879 à un institut spécial, ont, dans un pays où les basses-terres dominant par leur étendue, nécessairement conduit à l'idée de dresser des cartes agro-géologiques. Aussi y a-t-il eu, bien avant cette date, des géologues (Wolf, Szabó) qui ont fait ici l'étude des sols et ont dressé quelques cartes pédologiques ; mais ce ne fut qu'en 1902, que, à l'exemple de la Prusse, l'institut géologique de Hongrie créa une section d'agrogéologie, dont l'oeuvre principale jusqu'à présent consiste en des levées pédologiques dans les plaines du pays.

Cependant l'exemple prussien, bon à suivre pour la première organisation du travail, se montra par la suite insuffisant, à cause de la diversité des conditions naturelles des deux pays. Située au seuil de l'Orient et dans la zone intermédiaire du nord et du sud de l'Europe, la Hongrie participe un peu de toutes les conditions géologiques et climatiques des divers pays environnants. Il s'en

suit, que son sol, produit de ces conditions, ne saurait être bien étudié, qu'en prenant connaissance des travaux de nos voisins des deux côtés. Nos agrogéologues tournèrent alors leurs regards vers la Roumanie et la Russie, cherchèrent à nouer des relations personnelles avec leurs confrères de ces pays, y firent en commun des voyages d'étude et tachèrent, même au prix d'apprendre les langues étrangères, de gagner une connaissance plus intime de leurs travaux. C'est de ce contact que naquit la première idée d'un assemblément international des pédologues. On se rencontrerait à Budapest, à mi-chemin de l'Occident à l'Orient, on discuterait sur les questions générales relatives à la connaissance du sol, on tâcherait de s'accorder sur les dénominations, sur les méthodes de recherche, sur la manière des levées agrogéologiques; ensuite on irait sur les terrains et examinant ensemble les sols on trouverait peut-être moyen de s'entendre sur les points essentiels. En tout cas ce serait à tenter, ne fût-ce que pour faire un premier pas vers un but désirable.

Cette tentative a donc été faite.

L'invitation, que le directeur de l'institut royal géologique de Hongrie a adressé à tous ceux qui ont un intérêt à l'étude du sol, a été acceptée et suivie par beaucoup de savants avec un empressement, dont nous leur savons un gré infini.

Voici donc le résultat de la première conférence internationale qui du 14. au 24. avril 1909 a siégé e Hongrie.

Ce volume contient les procès-verbaux des séances, les comptes-rendus des excursions et les communications que les participants à la conférence ont soumis à la discussion. Le lecteur sera donc en état de juger par lui-même de la valeur de ce premier pas, qui heureusement doit être bientôt suivi d'un deuxième.

L'invitation avait été adressée à tous les pays de l'Europe et même, quoique malheureusement trop tard, à plusieurs pays d'outre-mer, et comme dix nations au moins ont envoyé leurs représentants à Budapest, on ne peut qualifier cette assemblée que du nom d'internationale. Si pourtant, et dans les communications et dans les discussions, une seule langue, l'allemande, a prévalu, c'est que non seulement elle est la langue étrangère la plus répandue en Hongrie, mais aussi qu'il se trouvait, que tous les participants, sans exception, étaient en état de s'en servir, ce qu'ils ont eu l'amabilité de faire par égard pour la majorité. C'est pour cette raison que nous avons cru devoir publier ici les comptes-rendus en langue allemande. Quant aux communications, que nos confrères russes,

roumains, norvégiens et hongrois ont présentées aussi en allemand. pour se faire comprendre de tout le monde, nous les rendons ici naturellement sous cette forme, tandis qu'un ou deux articles, présentés ici en français et en anglais, comme ils nous ont été offerts, serviront a documenter la caractère international de cette publication.

*B. de Inkey,*  
secrétaire de comité agrogéologique  
international.

---

## **Préliminaires et ouverture de la première conférence internationale d'agrogéologie.**

### *Vorbereitung und Eröffnung der ersten internationalen agrogeologischen Konferenz.*

---

#### **Letter of invitation of the Royal Hungarian Geological Institute.**

Sir,

Some members of the Hungarian Geological Institute have made several tours in Roumania and Russia, studying there, in conjunction with their colleagues of the said Countries the soils from an agrogeological point of view. During their tours they became aware, that to render the results of agrogeological researches, made hitherto in different countries, in general more comprehensible, a systematical comparison of the soils, and a chemical analysis of the same would be imperative. In fact the classification and the nomenclature of the soils is very different not only in the different countries but even in the same land.

Moreover the methods of investigation in the open as well as in laboratories are extremely different in every country.

Therefore the results and the cartographical reproductions can be compared with each other only with the greatest difficulty if at all.

In short, the international agreements that have long ago been made in other branches of Geology are still entirely wanting in Agrogeology. This unfortunate circumstance to a certain extent justifies the distrust of the public at large in the agrogeologists work, although the latter strives to be serviceable to Agriculture.

With a view to removing all these difficulties, or at least to trying to unite the results of agrogeological investigations, the Director of the Hungarian Geological Institute takes the liberty to propose a Conference of Agrogeologists in Budapest

between the 14-th and 24-th of April 1909. We ask the Geological Surveyors and our colleagues in general to favour us with answers to our invitation and to kindly attend the conference.

We think that Hungary is the most appropriate country in Europe for the purpose of such a conference, because all species of soils are to be found here.

The meetings are to be followed by excursions to the great plains of the Alföld and the surrounding hills.

Agrogeologist colleagues have proposed the following subjects for discussion :

1. General discussion concerning Agrogeology.

Genesis of the soils, characteristic qualities of the different species of soils.

The connection of Agrogeology with the other branches of Geology and natural sciences.

2. Comparison of the different soils of every country, established upon the chemical analysis and verbal description of specimens.

3. Projects of a general classification of the soils.

4. Methods of investigation in the open and in laboratories.

5. Proposals.

If our Colleagues desire to propose any other subject, we ask them to oblige us by sending in before the end of March, together with a declaration of their intention to take part in the Conference a short extract of any papers they may wish to present to the Conference and to hand in the complete text of the same on their arrival in Budapest.

Everything sent in (agrogeological pamphlets, maps, drawings, specimens of soils, other materials for the museum etc.) should be addressed to the Director of the Hungarian Geological Institute Budapest, VII., Stefánia-út 14.

The Hungarian Geological Institute established by Royal Decree on June 18. 1869. will this year celebrate the fortieth anniversary of its foundation.

Instead of the festivities usual on such occasions, we desire to celebrate our jubilee by doing useful work with the aid and coöperation of our foreign Colleagues.

I have the honour to be, Sir,

yours very respectfully,

Budapest, February 6, 1909.

Prof. Dr. *L. de Lóczy*,  
Director of the Hung. Geol. Institute.

## Lettre d'invitation de l'institut royal géologique de Hongrie.

Monsieur.

Quelques membres de l'Institut géologique royal hongrois ont fait à plusieurs reprises des voyages d'études agrogéologiques avec des confrères de Roumanie et de Russie dans leurs pays respectifs. On a reconnu pendant ces voyages que, pour la compréhension générale des résultats des études agrogéologiques qui ont été faites jusque ici dans les différents pays, une conférence fondée sur l'analyse des échantillons du sol serait d'une grande nécessité. Pendant ces voyages d'études on a trouvé que la classification, la nomenclature des espèces de sols est différente non seulement dans différents pays, mais aussi dans un même pays.

En outre les méthodes de travail sur le terrain et dans les laboratoires sont très différentes dans chaque pays. Les résultats des recherches et les reproductions cartographiques du sol sont difficilement, quelquefois même pas du tout comparables entre eux.

En un mot : les accords internationaux qui existent depuis longtemps dans tout le reste de la géologie manquent encore entièrement dans l'agrogéologie.

Cette circonstance pourrait malheureusement justifier la méfiance du public contre le service agrogéologique fort coûteux, qui a cependant pour but presque exclusif de servir les intérêts de l'agriculture.

En vue d'aplanir toutes ces difficultés ou du moins pour faciliter l'unification des travaux agrogéologiques la direction de l'Institut géologique hongrois prend la liberté de proposer la réunion d'une *Conférence agrogéologique à Budapest du 14. au 24. avril 1909*. Nous prions les Instituts géologiques et nos confrères de bien vouloir nous faire l'honneur de répondre à notre invitation et de se faire représenter à la conférence. Nous croyons que la Hongrie est le pays de l'Europe le plus propre à une réunion de ce genre parce qu'on y trouve toutes les espèces de sol. La conférence sera suivie d'excursions dans la grande plaine de l'Alföld et sur les collines environnantes.

Plusieurs de nos confrères agrogéologues ont proposé pour la conférence les thèses suivantes :

1. Discussions générales sur l'agrogéologie :  
genèse du sol, qualités caractéristiques des différents types du sol.



Les rapports de l'agrogéologie avec les autres parties de la géologie et avec les sciences naturelles,

2. Revue comparée des différents types de sol de chaque pays, fondée sur les échantillons rapportés, leur analyse chimique, ainsi qu'une description verbale. La nomenclature générale.

3. Projets d'une classification générale des sols.

4. Méthodes de recherche sur le terrain et dans les laboratoires.

5. Propositions.

En cas que nos confrères auraient d'autres thèses à nous proposer, nous les prions de bien vouloir nous les envoyer avant la fin du mois de Mars en même temps que leur inscription, ainsi qu'un abrégé de leur conférence et de nous remettre le texte complet de celle-ci à leur arrivée à Budapest.

Messieurs les participants sont prié de diriger leurs échantillons de sols et autres matériaux destinés à être conservés dans les musées, à l'adresse suivante: Direction de l'Institut géologique hongrois Budapest, VII., Stefánia-út 14.

L'Institut géologique hongrois a été fondé par décret royal le 18. juin 1869. Cette année sera donc son quarantième anniversaire.

Au lieu de le célébrer par des fêtes jubilaires, nous désirons le commémorer par des travaux utiles exécutés en collaboration avec nos confrères étrangers.

Veuillez, Monsieur agréer l'assurance de ma considération distinguée.

Budapest le 6. fevr. 1909.

Prof. Dr. *L. de Lóczy*  
Directeur de l'Institut géologique.

## **Einladungsschreiben der kön. ungarischen geologischen Reichsanstalt.**

Hochgeehrter Herr!

Einige Mitglieder der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt haben wiederholt agrogéologische Studienreisen gemeinsam mit einheimischen Kollegen in Rumänien und Rußland ausgeführt.

Man hat während dieser Reisen erfahren, daß zum allgemeinen Verständnis der bisherigen Ergebnisse der agrogéologischen Studien

verschiedener Länder eine auf Bodenproben gegründete Besprechung von großer Notwendigkeit wäre.

Während der erwähnten Studienreisen hat man wahrgenommen, daß die Klassifikation und Nomenklatur der verschiedenen Bodenarten nicht nur regional, sondern oft in ein und demselben Lande beträchtlich abweicht. Außerdem sind die Arbeitsmethoden im Felde wie im Laboratorium sehr verschieden; die Resultate der Untersuchungen und die kartographischen Darstellungen sind demzufolge schwer, ja in manchen Fällen überhaupt nicht vergleichbar. Mit einem Worte: die Vereinbarungen, welche für alle übrigen Gebiete der Geologie seit langem vorhanden sind, fehlen derzeit in der Agrogeologie durchwegs.

Bei dieser Sachlage ist es nicht ausgeschlossen, daß sich von seiten der Land- und Forstwirte sowie sonstiger Praktiker allmählich ein Mißtrauen gegenüber den mit grossen staatlichen Opfern unterstützten agrogeologischen Aufnahmen einstellt. Diese Aufnahmen sollen ja fast ausschließlich dem Ackerbaue dienlich sein.

Um alle diese Übelstände zu beheben oder wenigstens den Versuch zu fruchtbringenden allgemeinen Vereinbarungen in der Agrogeologie anzubahnen, erlaubt sich die Direktion der kgl. ungar. geologischen Reichsanstalt eine *Agrogeologische Konferenz* für den Zeitpunkt vom 14. bis ca. 24. April 1909 in Budapest vorzuschlagen.

Wir ersuchen die geologischen Institute und die geologischen Kommissionen, sowie die Fachgenossen, sich an dieser Konferenz gütigst beteiligen und unserer diesbezüglichen höflichen Einladung Folge leisten zu wollen.

Wir glauben, daß sich Ungarn in ganz Europa zu einer agrogeologischen Versammlung am besten eignet, denn hier sind die Bodenarten der westlichen wie der östlichen Region in grosser Verbreitung zu finden.

Die Konferenz soll mit Exkursionen in mehrere Teile des großen Tieflandes (Alföld) sowie in die umgebenden Hügelländer verbunden sein.

Einige unserer aus- und inländischen Kollegen haben die folgenden Thesen für diese Konferenz vorgeschlagen:

# 1. Allgemeine agrogeologische Besprechungen:

Genesis des Bodens.

Charakteristische Eigenschaften der Bodentypen.

Die Beziehungen der Agrogeologie zu den übrigen Teilen der Geologie und anderen Naturwissenschaften.

Praktische Anforderungen an die Agrogeologie.

2. Vergleich der Bodentypen einzelner Länder auf Grund der mitgebrachten Proben und deren chemischen Analysen.

Aufstellung einer allgemeinen Nomenklatur.

3. Versuch einer Klassifikation der Bodenarten.

4. Untersuchungsmethoden im Felde und im Laboratorium.

5. Eventuelle Vorschläge.

Im Falle unsere verehrten Kollegen noch andere Thesen vorzuschlagen hätten, würden wir dringend bitten, dieselben bis zum 20. März l. J. uns zukommen lassen zu wollen. Ebenso bitten wir bis zum 20. März oder gleichzeitig mit der Anmeldung zur Teilnahme einen kurzen Auszug des geplanten Vortrages einzusenden, damit derselbe vor der Konferenz verteilt werden könne.

Den vollständigen Text der Vorträge bitten wir während der Konferenz behufs baldiger Veröffentlichung druckreif abzuliefern. Eventuelle Sendungen von Büchern, Karten, Zeichnungen, Bodenproben, Materialien zur Aufbewahrung derselben in den Museen, bitten wir an die Adresse: Földtani Intézet Budapest, VII., Stefánia-út 14, Ungarn, zu richten.

Die kgl. ungar. Geologische Reichsanstalt ist durch allerhöchstes Dekret am 18. Juni 1869 gegründet worden. Die Anstalt trat demnach in das 40-te Jahr ihres Bestandes.

Diese Gelegenheit wollen wir nicht mit prunkhaften Jubiläumsfeierlichkeiten, sondern mit nützlichen Arbeiten im Kreise unserer engeren Fachgenossen zelebrieren.

In vorzüglichster Hochachtung

Budapest, am 6. Februar 1909.

Prof. L. v. Lóczy,  
Direktor der kgl. ungar. Geologischen  
Reichsanstalt.

## PROGRAMM

der durch die kgl. ungar. Geologische Reichsanstalt vom 14. bis 24. April 1909  
veranstalteten

### **internationalen agrogeologischen Konferenz.**

14. April: *10 Uhr vormittags*. Feierliche Eröffnung der Konferenz in Anwesenheit Sr. Exzellenz des kgl. ungar. Ackerbau-ministers Herrn Dr. Ignaz v. Darányi, wirklichen geheimen Rates, im Sitzungssaale der Ungar. Akademie der Wissenschaften.

Gegenstand: Wahl der Sektionspräsidenten und Schriftführer.

*3 Uhr nachmittags*. Sitzung im Vortragssaale der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt.

Gegenstand: Boden und Bodenarten im allgemeinen.

Vortragende: die Herren K. D. Glinka, K. O. Björ-lykke und F. Cornu.

15. April: *9 Uhr vormittags*. Sitzung im Sitzungssaale der Ungari-schen Akademie der Wissenschaften.

Gegenstand: Boden und Bodenarten im allgemeinen.

Vortragende: die Herren E. v. Cholnoky und P. Treitz.

*3 Uhr nachmittags*. Sitzung im Vortragssaale der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt.

Gegenstand: Bodenuntersuchungen im Felde.

Vortragende: die Herren G. M. Murgoci und H. Horusitzky.

Besichtigung des Museums der kgl. ung. Geologischen Reichsanstalt.

16. April: *9 Uhr vormittags*. Sitzung im Sitzungssaale der Ungari-schen Akademie der Wissenschaften.

Gegenstand: Kartierung. Die diesbezüglichen Besprechungen werden eingeleitet von den Herren E. Timkó und W. Güll.

*1 Uhr 50 Minuten, oder 2 Uhr 15 Minuten nachmittags*  
Ausflug nach Gödöllő. Besichtigung des Waldbodens.  
Führer: Herr E. Timkó. Rückreise nach Budapest um  
7 Uhr 8 Minuten oder 7 Uhr 51 Minuten abends.

17. April: *9 Uhr vormittags*. Sitzung im Sitzungssaale der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Gegenstand: Bodenanalysen und andere Arbeiten im Laboratorium:

a) Physikalische Bodenuntersuchungen.

Vortragender: Herr A. Atterberg.

Die diesbezüglichen Besprechungen werden eingeleitet von Herrn G. v. László.

b) Chemische Bodenanalysen.

Vortragende: die Herren Stoklassa und A. v. Sigmund.

Die diesbezüglichen Besprechungen werden eingeleitet durch Herrn K. Emszt.

*Nachmittag*. Ausflug nach Budafok. — Besichtigung des kgl. ungar. Lehrkurses für Kellerwirtschaft.

### **Studienausflug.**

(Die sämtlichen Kosten des Ausfluges betragen ca. Kronen 80.—)

18. April: *7 Uhr 10 Minuten morgens* Abfahrt mit Schnellzug nach Kelebia. Ankunft 10 Uhr 3 Minuten. Besichtigung des dortigen Flugsandes.

Führer: Herr P. Treitz.

*Nachmittag*. Abfahrt von Kelebia nach Szabadka um 12 Uhr 19 Minuten. Ankunft in Szabadka 12 Uhr 32 Minuten. Diner im Hotel „Bárány.“ Um 3 Uhr Ausflug nach Palics.

*Abends*. Abfahrt von Palics nach Szeged 7 Uhr 5 Minuten. Souper und Übernachtung in Szeged.\*

19. April: *Vormittags*. Ausflug nach Szeged—Fehértó. Abfahrt 7 Uhr morgens, Gabelfrüstück um 11 Uhr in Szeged.

*Nachmittag* 1 Uhr Abfahrt nach Mezőhegyes. Übernachtung in Mezőhegyes.

20. April: *Vormittag*. Ausflug in Mezőhegyes. Diner im Kasino.

*Nachmittags* 5 Uhr 50 Minuten Abfahrt nach Arad. Ankunft dortselbst 7 Uhr 55 Minuten abends. Übernachtung in Arad.

21. April: Ausflug nach Aradhegyalja. Übernachtung in Arad.  
 22. April: *Morgens* 7 Uhr Abfahrt nach Kisjenő. Mittagmahl in Kisjenő. Ankunft in Budapest 10 Uhr abends.  
 23. April: *Vormittag*: Schlußsitzung im Sitzungssaale der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Gegenstand: Angewandte Agrogeologie.

Vortragende: die Herren T. K o p e c k ý und D. v. D i c e n t y.

Die diesbezüglichen Besprechungen werden eingeleitet von Herrn P. T r e i t z.

Propositionen.

*Nachmittag*: Besichtigung der Museen in Budapest  
*Abends* im wissenschaftlichen Theater „Urania“ Vortrag des Herrn A u r e l S t e i n; arrangiert durch die Ungarische Geographische Gesellschaft.

Nachher Bankett zu Ehren der Gäste im Országos Kaszino.

24. April: Besichtigung der Museen und wissenschaftlichen Institute von Budapest.

### **Zweitägiger Ausflug in die Umgebung des Balatonsees.**

(Spesen ca 50 Kronen.)

25. April: Abfahrt von Budapest (Südbahnhof) morgens 8 Uhr. Ankunft in Siófok 10 Uhr 9 Minuten v. M. Von hier nach Bábony—Megyer und retour. Mittagmahl in Siófok. Von hier nach Boglár. Übernachten in Boglár.  
 26. April: Boglár—Fonyód—Badacsony—Tapolcza; von hier Rückkehr nach Budapest.

# Liste des noms des participants.

## *Namensliste der Teilnehmer an der ersten internationalen agrogeologischen Konferenz.*

D'Andrumont, R. Prof.	Liège.
Becker, V. Katehet	Arad.
Bencze, G. Oberforstrat	Selmecbánya.
Björlykke, K. Prof.	Aas (Norwegen).
Brück, J. Bibliothekar	Budapest.
Cholnoky, E. Dr. Prof.	Kolozsvár.
Cornu, F. Dr. Dozent	Leoben.
Déchy, M. Dr. Gutsbesitzer	Budapest.
Dicenty, D. Weinbauinspektor	"
Emszt, K. Dr. Geolog-Chemiker	"
Fekete, J. Schiedsrichter	Arad.
Feszler, K.	"
Finger, B. Geolog	Budapest.
Gáspár, J. Chefchemiker	"
Glinka, K. D. Prof.	Nov.-Alexandria.
Gorjanović—Kramberger, K. Dr. Prof., Hofrat	Zagreb.
Güll, W. Geolog	Budapest.
Gyárfás, J. Chemiker	"
Halaváts, Gy. Chefgeolog, Oderbergrat	"
Hibsch, J. Dr. Prof.	Tetschen.
Horusitzky, H. Sektionsgeolog	Budapest.
Horváth, B. Dr. Chemiker	"
Inkey, B. Gutsbesitzer	Tarokháza.
Istvánffy, J. Dr. Prof.	Budapest.
Kadić, O. Dr. Geolog	"
Kalecsinszky, A. Dr. Chefchemiker	"
Kalivoda, A. Oberforstmeister	Szabadka.
Kerpely, K. Direktor	Debreczen.
Koch, A. Dr. Prof.	Budapest.
Koch, F. Prof.	Zagreb.
Koehne, W. Dr. Geolog	München.
Kopecký, J. Oberingenieur	Prag.
Kormos, Th. Dr. Geolog	Budapest.
Kossmat, Fr. Dr. Dozent	Wien.
Kovács, V. Schulinspektor	Arad.
Láng, M. Direktor	"
László, G. Dr. Geolog	Budapest.
Lázár, V. Bergingenieur	"
Leplae, E. Dr. Prof.	Louvain.
Liffa, A. Dr. Geolog	Budapest.
Lóczy, L. Dr. Direktor	"
Lőrenthey, E. Dr. Prof.	"
Marczelly, K. Prof.	Arad.

Maros, E. Geolog	Budapest.
Mauritz, B. Dr. Dozent	"
Miczynski, K. Dr. Prof.	Dublany.
Miklaszewski, S. Prof.	Varsó.
Munteanu-Murgoci, G. Dr. Dozent	Bukarest.
Mrazec, L. Dr. Direktor	"
Nagy, K. Prof.	Arad.
Nuricsán, J. Dr. Prof.	M.-Óvár.
Obicsán, L. Landw. Praktikant	Budapest.
Oebbecke, K. Dr. Prof.	München.
Pachta, O.	Arad.
Paikert, A. Kustos	Budapest.
Pál, M. Prof.	Arad.
Papp, K. Dr. Sektionsgeolog	Budapest.
Pitter, Th. Kartograph	"
Posewitz, Th. Dr. Chefgeolog	"
Ramann, E. Dr. Prof.	München.
Rázsó, E. Prof.	M.-Óvár.
Róna, S. Vizedirektor	Budapest.
Roth, L. Chefgeolog, Oberbergrat	"
Rozlozsnik, P. Geolog	"
Saárossy-Kapeller, F. Direktor	"
Sandor, F. Prof.	Zagreb.
Schafarzik, F. Dr. Prof.	Budapest.
Schmidt, N.	"
Schucht, Fr. Dr. Bezirksgeolog	Berlin.
Semsey, A. Ehrendirektor	Budapest.
Sigmond, A. Dr. Prof.	"
Szádeczky, J. Dr. Prof.	Kolozsvár.
Széll, L. Dr. Prof.	Debreczen.
Szontagh, Th. Dr. Vizedirektor	Budapest.
Szóts, A. Weinbauinspektor,	"
Timkó, E. Sektionsgeolog	"
Tipka, A. em. Gymnasialprofessor	Szabadka.
Treitz, P. Chefgeolog	Budapest.
Uhlig, V. Dr. Prof. Hofrat	Wien.
Ujj, H. Oberingenieur	Kisjenő.
Vogl, V. Dr.	Budapest.
Waagen, L. Dr.	Wien.
Wagner, J. Prof.	Arad.
Wahnschafte, F. Dr. Prof., Geh. Bergrat	Berlin.
Weinberger	Arad.
Wessely, E. Chemiker	Budapest.
Zöhls, A. Dr. Chemiker	"
Zubor, Gy. Rechtsanwalt	Arad.
Durch eingesendete Arbeiten haben sich betheiligt:	
Atterberg A. Prof.	Kalmar, (Schweden).
Hilgard E. W. Prof.	Berkeley, (Californien).



## Séance d'ouverture.

### Eröffnungssitzung.

am 14. April 1909, vormittags 10 $\frac{1}{4}$  Uhr im Vortragssaale der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Bei der Eröffnungssitzung erschienen die Teilnehmer an der ersten internationalen agrogeologischen Konferenz nahezu vollzählig; ausserdem sehr zahlreiche Fachleute der verschiedenen Wissenszweige. Die kgl. ungar. Regierung war durch Se. Exzellenz Herrn GÉZA v. JOSIPOVICH, Minister für die Königreiche Kroatien, Slavonien und Dalmatien, das kgl. ungar. Ackerbauministerium durch Herrn Ministerialrat KOLOMAN v. FORSTER vertreten.

Die ausländischen Regierungen, sowie die auswärtigen und heimatlichen Anstalten und Gesellschaften waren folgendermaßen vertreten:

### Belgien.

Das Ministerium des Innern und für Landwirtschaft: E. Leplae.  
L'Institut Agronomique de l'Université (Louvain): E. Leplae.  
La société de géologie de Belgique: R. d'Andrimont.

### Deutschland.

Kgl. Preuß. Geologische Landesanstalt (Berlin): F. Wahnschaffe,  
Fr. Schucht.  
Kgl. Bayr. Ludwig-Maximilians-Universität (München): F. Ramann.  
Kgl. Bayr. Technische Hochschule (München): K. Oebbeke.  
Geognostische Landesuntersuchung (München): W. Koehne.

### Italien.

Società Geografica Italiana (Roma): L. v. Lóczy.

### Norwegen.

Norges Landbrukshøiskole (Aas St.); K. O. Bjørlykke.

### Österreich.

K. k. Geologische Reichsanstalt (Wien): F. Kossmat.  
K. k. Hochschule für Bodenkultur (Wien): F. Kossmat.  
Landwirtschaftliche Akademie (Dublany): K. Mieczynski.  
Akademie der Wissenschaften (Krakau): K. Mieczynski.

Landeskulturrat für das Königreich Böhmen (Prag): J. K o p e c k ý.  
 Kgl. Böhm. Landwirtschaftliche Akademie (Tetschen-Liebwerda):  
 J. H i b s c h.  
 K. k. Montanistische Hochschule (Leoben): F. C o r n u.

### Rumänien.

Institutul Geologic al României (București): L. M r a z e c, G. M u n -  
 t e a n u - M u r g o c i.

### Russland.

Comité Géologique de la Russie (Novaja-Alexandria): K. D. G l i n k a.  
 Centralne Towarzystwo Rolnicze (Warszawa): S. d. M i k l a s z e w s k i.

### Ungarn.

Magy. kir. József-Műegyetem (Budapest): A. v. 'S i g m o n d.  
 Ferenc-József-Tudományegyetem (Kolozsvár): E. v. C h o l n o k y.  
 Magy. kir. Gazdasági Akadémia (Magyaróvár): J. N u r i c s á n,  
 E. R á z s ó.  
 Magy. kir. Gazdasági Akadémia (Debrecen): L. v. S z é l l.  
 M. kir. Bányászati és Erdészeti Főiskola (Selmecbánya): G. B e n c z e.  
 Orsz. m. kir. Meteorologiai és Földmágnassági Intézet (Budapest):  
 S. R ó n a.  
 M. kir. Közp. Szőlészeti Kísérleti Állomás és Ampelologiai Intézet  
 (Budapest): J. v. I s t v á n f f y.  
 Orsz. m. kir. Chemiai Intézet és Vegykísérleti Állomás (Budapest):  
 T h. v. K o s s u t á n y.  
 M. kir. Mezőgazdasági Múzeum (Budapest): F r. v. S a á r o s s y -  
 K a p e l l e r.  
 Magyarhoni Földtani Társulat (Budapest): A. K o c h, F r. S c h a -  
 f a r z i k, I. L ő r e n t h e y.  
 Országos Magyar Gazdasági Egyesület (Budapest): A. C s e r h á t i.  
 Magyar Földrajzi Társaság (Budapest): M. v. D é c h y.  
**Kroatien:** Kralj. Sveučilište Franje Josipa I (Zagreb): K. G o r -  
 j a n o v i ć - K r a m b e r g e r.  
 Šumarska Akademije (Zagreb): F r. Š a n d o r.  
 Narodni Muzej (Zagreb): F. K o c h.

Herr L. v. Lóczy, Direktor der. kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt eröffnet die erste internationale agrogeologische Konferenz mit folgender Ansprache :

„Nagyméltóságú Minister Úr !

Mélyen tisztelt Uraim !

Van szerencsém a magy. kir. Földtani Intézet 40 éves fennállása alkalmából egybehívott nemzetközi agrogeologiai értekezletet ezennel megnyitni.

Monsieur le Ministre,

Messieurs.

En ouvrant la conférence agrogéologique convoquée à l'occasion du quarantième anniversaire de la fondation de l'Institut Géologique royal hongrois, j'ai l'honneur de vous saluer le plus cordialement et de vous remercier chaleureusement de ce que vous ayez bien voulu répondre à notre invitation et apparaître en si grand nombre à cette assemblée.

/ J'ai le profond regret de vous annoncer que Monsieur le Ministre d'agriculture Ignace de Darányi, étant occupé en ce temps par les conférences ministerielles à Vienne, est empêché d'assister à la séance d'ouverture de notre conférence. Cependant son excellence Monsieur le Ministre roy. de la Croatie, Slavonie et Dalmatie Géza de Josipovich a l'obligeance de le remplacer.

J'ai donc l'honneur de saluer Son Excellence avec le sentiment de notre sinère dévouement. Voici le télégramme de Monsieur le Ministre de Darányi arrivé ce soir :

„Élénk sajnálatomra bécsi utam miatt nemzetközi agrogeologiai értekezlet megnyitásán meg nem jelenhetvén képviselőtemre Josipovich Géza minister urat kértem fel és voltam szerencsés megnyerni; szivemből üdvözlöm az egybegyűlt tudósokat azon hű óhajom kapcsán, hogy a napról-napra fontosabbá váló agrogeologiai tudomány fejlődésére a jelen értekezlet egy újabb kiindulási pontul szolgáljon, és hogy külföldi vendégeink hazánk földjén jól érezzék magukat. Darányi Ignác m. kir. földművelésügyi miniszter.“

„A mon vif regret mon départ pour Vienne m'empêche d'être présent à l'ouverture de la conférence internationale d'agro-géologie: cependant j'ai prié Monsieur le Ministre Géza de Josipovich de vouloir me remplacer et je me sens heureux d'avoir

reçu son agrément. Felicitant cordialement les savants réunis je souhaite sincèrement que la conférence actuelle donne de nouvelles impulsions au développement de la science agrogéologique qui gagne en importance de jour en jour.

C'est mon désir que nos hôtes étrangers se sentent à l'aise sur les terrains de notre patrie

*Ignace de Darányi*

roy. hongr. ministre d'agriculture.

Je vous engage Messieurs, de me permettre d'adresser à son Excellence les remerciements de la Conférence par le télégramme suivant :

Son Excellence Monsieur le Ministre Ignace de Darányi,

Wien Bankgasse.

Au nom de la conférence agrogéologique qui vient d'être ouverte j'adresse à Votre Excellence l'expression de notre profond respect, de nos sentiments dévoués et de nos remerciements chaleureux pour les salutations bienveillantes, avec lesquelles vous avez honoré l'assemblée.

Lóczy, Président.

L'Institut Géologique des Royaumes de la Couronne de St.-Étienne a été organisé par décret royal en 1869. mais n'obtint sa demeure définitive qu'en 1899. Son Excellence le Ministre de l'agriculture, Monsieur *Ignac de Darányi*, sous le patronage duquel notre Institut se trouve depuis presque 12 ans, a créé l'Institut, comme vous le verrez à-présent, avec l'aide de notre grand mécène Monsieur *André de Semsey* directeur honoraire, et du temps du précédant directeur monsieur *Jean de Böckh*, qui vient de se retirer du service l'année dernière.

La section agrogéologique de notre Institut fut établie en 1892. et Monsieur *Béla de Inkey*, qui en a établi la première organisation, resta plus de 5 ans le chef de la section. C'est avec une vive joie que je le vois parmis les membres de la conférence et que je puis le remercier de son activité dans l'organisation de celle-ci.

Le but de la conférence — d'établir l'unification dans la branche agronomique de notre discipline — est bien connu de vous tous, messieurs, et c'est ma conviction assurée, que vous acheverez un travail utile et rendrez à l'agrogéologie, si importante pour l'agriculture, des services remarquables et bienfaisants.

Messieurs, soyez les bienvenu en Hongrie et dans la ville de Budapest.

Je me permets de vous faire savoir que plusieurs gouvernements de l'Europe ont daigné envoyer leurs délégués à la conférence, et que quelques Sociétés géologiques, géographiques et d'agriculture nous ont honoré de leur concours, et nous ont adressé leur félicitations à l'occasion de notre quarantième anniversaire et de la conférence.

Sodann wird die Liste der Delegierten verlesen.

Herr K. Oebbeke begrüßt im Namen der Kgl. Bayr. Technischen Hochschule die kgl. ungar. Geologische Reichsanstalt mit folgenden Worten:

„Exzellenz, hochansehnliche Versammlung!

Der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt zum 40-jährigen Jubiläum die aufrichtigsten und wärmsten Glückwünsche darzubringen ist mir von der K. Techn. Hochschule in München der ehrenvolle Auftrag geworden. Ich erfülle diesen umso lieber, als ich seit Jahren zur geolog. Reichsanstalt in persönlichen Beziehungen stehe und sowohl mit dem um die Anstalt hochverdienten früheren Director v. Böckh als mit ihrem jetzigen Leiter von Lóczy und mit Geologen derselben bei geologischen Congressen und Excursionen in Rußland, Frankreich und Rumänien zusammengetroffen bin und gelegentlich geologischer Reisen in Ungarn stets von ihr in liebenswürdigster Weise unterstützt wurde!

Zur Feier des 40-jährigen Geburtstages ist von der Kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt der erste internationale agrogeologische Congreß einberufen. Ich beglückwünsche Sie herzlichst zu diesem Unternehmen, beweist sie doch dadurch, daß der practischen Geologie auch auf diesem Gebiete das richtige Interesse entgegengebracht wird und im Namen meiner Hochschule, an der die landwirtschaftliche Abteilung einen integrierenden Bestandteil bildet und an der bei uns die Kulturingenieure ausgebildet werden, welche letztere, wie die Landwirte sich mit agrogeologischen Forschungen befassen sollen, danke ich für die uns gewordene Einladung!

Ich spreche mit diesem Danke zugleich die Hoffnung aus, daß der Congreß erfüllt, was ihre Veranstalterin, die k. ungar. geolog. Reichsanstalt von ihm erwartet und daß so wiederum ein Kulturschritt vorwärts getan wird auf dem Gebiet gemeinschaftlicher Arbeit zum Wohle Ihres schönen Vaterlandes und zum

Wohle der Staaten, welche an diesem Kongreß teilnehmen oder sich die Errungenschaften derselben zu Nutze machen.“

Ferner begrüßten die Kgl. ungar. Geologische Reichsanstalt anlässlich ihres 40-jährigen Bestandes die Herren F. Kossmat Wien, E. Lep lae Lovain, W. Koeh ne München und A. Koch Budapest, gleichzeitig die Begrüßungsschreiben überreichend.

Herr L. v. Lóczy schließt die Eröffnungssitzung mit folgenden Worten :

„En remerciant avec une vive reconnaissance tous ceux qui nous ont honorés avec tant d'obligeance, je me permets de vous faire la proposition que la séance soit levée pendant 20 minutes, pour qu'on puisse conférer sur l'ordre du jour et sur les souhaits et désirs que messieurs nos confrères pourraient vouloir émettre à l'occasion de notre première réunion.“

Auf Vorschlag des Vorsitzenden wurde mit Rücksicht darauf, daß die deutsche Sprache bei den Teilnehmern allgemeiner ist, worauf schon bei Abfaßung des Programmes Rücksicht genommen wurde, diese als Amtssprache der Konferenz gewählt.

Als Exekutivkomitee wurden entsendet die Herren Th. v. Szon tagh, Präsident, und W. Güll, Sekretär.

Zu Schriftführern der Fachsitzungen werden gewählt die Herren W. Güll und E. Maros.

Schluß der Sitzug 11<sup>h</sup>.

## Séances scientifiques.

### Fachsitzungen.

#### Erste Fachsitzung

am 14. April 1909, vormittags 11<sup>h</sup> im Vortragssaale der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Vorsitzende: die Herren E. Ramann und F. Kossmat.

Herr K. D. Glinka hält seinen Vortrag: „*Die Bodenzonen und Bodentypen des europäischen und asiatischen Russlands.*“

Herr G. Murgoci hält seinen Vortrag: „*Die Bodenzonen Rumäniens.*“

Herr F. Cornu weist auf die „Geographie“ und Phänologie des Ackerbodens als Grundbedingungen der klimatischen Bodenzonen“ hin. Das Absorptionsvermögen der Böden ist im Winter und Sommer wesentlich verschieden. Das Ausfrieren der Tone, welches höhere Plastizität bewirkt, wurde früher rein mechanisch erklärt. Doch ist es dieselbe Erscheinung, als das Gefrieren von Pflanzen. In beiden Fällen handelt es sich um Umgestaltung von Kolloidverbindungen. Wenn man ein Kolloid unter 0° bringt, friert das chemisch gebundene Wasser aus. In den Ackerboden spielen ferner Absorptionswirkungen eine Rolle. *Wir haben hier einen Übergang zwischen Oberflächen- und chemischer Energie.* Ein ausgezeichnetes Beispiel hiefür ist das Thaumasit  $\text{CaSiO}_3 + \text{CaSO}_4 + \text{CaCO}_3 + 18 \text{ aq.}$  Dieser wurde früher nicht richtig gedeutet, resp. von den Chemikern nicht anerkannt. Herrn Cornu ist es gelungen denselben synthetisch herzustellen. Seine Zusammensetzung ist dadurch bedingt, daß gewisse kolloide Verbindungen oft genau molekulare Mengen anderer Verbindungen absorbieren. Solcher Natur sind die s. g. Bodenzeolithe, die diesen Namen eigentlich mit Unrecht führen, da die Zeolithe kristallin, die s. g. Bodenzeolithe dagegen amorph sind; sie sind Homoisochemite kolloidaler Natur und diese spielen im Ackerboden eine wichtige Rolle.

Herr E. Ramann richtet an die beiden Vortragenden die Frage, wie sie sich der deutschen Braunerde gegenüber stellen, jener in ganz Mittel- und W.-Europa weitverbreiteten, humiden, mittelstark ausgewaschenen Bodenart, in welcher die Sulfate und Karbonate größtenteils ausgewaschen, die Eisenoxydhydrate dagegen noch enthalten sind. Sie paßt nicht in die Zone des Podsol und nicht in die des Tschernosjoms. Herr Ramann schließt sich der Hilgard'schen Einteilung in humide und aride Gegenden an. Humide Regionen sind jene, wo die Niederschläge größer sind als die Verdunstung, das Wasser fließt durch den Boden ab, wäscht ihn aus. In ariden Regionen sammeln sich die Verwitterungsprodukte im Boden an. Es kommt daher lediglich auf das Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung, nicht aber auf das Maß der ersteren an. Jede Verwitterung wird durch Wasser hervorgerufen, Humussäuren und Kohlensäure haben nur einen sekundären Einfluß auf den Verlauf der Verwitterung. So bilden aus Orthoklas durch Wasser gespalten, sich Alkalisilikat und Tonerdesilikat. Das Alkalisilikat wird durch das Tonerdesilikat absorbiert. Wenn man angegriffene Silikate der Elektrolyse unterwirft, geht das ganze K<sup>+</sup> schnell an die Kathode bis zur Erschöpfung, wohingegen dasselbe durch dünne HCl nicht extrahiert werden kann. Daß hierbei Kolloide entstehen, ist selbstverständlich. Verbindungen der Humussäure und Kohlensäure sind kolloidal. Auch die Pflanzendecke wirkt auf den Boden ein, organische Stoffe wirken reduzierend; es entstehen komplexe Verbindungen des Eisens und der Tonerde. Bei Elektrolyse nach vorhergegangener Behandlung mit Humussäuren geht viel Eisen nach der Kathode. Grundlegend ist die Wirkung des Wassers, Humus- und Kohlensäure wirken sekundär, die hierbei entstehenden löslichen Salze wirken gegenseitig aufeinander. Die Bodenarten trennen sich gut und scharf von einander, Übergänge sind selten; die Grenzen können oft bis 1 m. genau gezogen werden. So sind bei Granada rote Böden neben kaolinischen vorhanden; auch in Mitteleuropa sind die Bodenarten scharf getrennt, so auch der Braunboden oder in N.-Deutschland die verwitterten Schwarzerden; es gibt hier keine unmittelbaren Übergänge. Früher oder später müssen die Umstände der Verwitterung genau festgestellt werden.

Herr G. M. Murgoci: Die Braunerde ist in Rumänien sehr verbreitet und als charakterische Zone anerkannt. Sie unterscheidet sich sowohl vom russischen Waldboden, den Podsol, als auch vom degradierten Tschernosjom und trägt alle Merkmale des von Herrn



Ramann aus dem Gebiete des Atlantischen Ozeans beschriebenen Bodens an sich; sie ist bis 150 cm. gleichförmig, enthält 3—5% Humus usw. Dieser Boden findet sich in Rumänien namentlich in der Walachei und in der Oltgegend, wo ein dem mediterranen ähnliches Klima herrscht. Seine Eigenschaften betreffend repräsentiert er sich als ein Übergang von der Terra rossa des mediterranen Gebietes zum Podsol des kontinentalen Klimas. Er kommt in Ungarn im gewesenen Banat vor, fehlt dagegen in Zentralrußland. Dokutschajeff hat ihn in seiner letzten Arbeit über die Boden Bessarabiens, also aus SE-Rußland, nahe zu Rumänien, beschrieben, in welcher er ihn geradezu als „Braunerde des Eichenwaldes“ bezeichnet hat. Auf der von Herrn G. M. Murgoci vorgelegten Karte ist diese Bodenart durch eine besondere Farbe ausgeschieden.

Herr K. D. Glinka glaubt, daß Braunerden in Rußland nicht existieren, diese sind in W.-Europa und in Asien, z. B. in Japan verbreitet.

Herr F. Wahnschaffe führt Folgendes aus: Im nord-deutschen Flachlande sind vorzugsweise drei Gebiete mit echten Schwarzerden bekannt, die sich meist scharf von ihrer Umgebung abgrenzen lassen. In diesen drei Gebieten sind die Bodenarten, aus denen diese Schwarzerden hervorgegangen sind, verschieden. In der Magdeburger Börde ist die Schwarzerde aus dem Löß hervorgegangen, bei Mewe an der Weichsel findet sich ein humifizierter sandiger Geschiebelehm und bei Hohensalza (Posen) sind es Sande, lehmige Sande und Geschiebelehme, die einen Gehalt an mildem Humus an der Oberfläche zeigen. Herr Wahnschaffe hält jetzt auf Grund neuerer Studien die Hauptmasse des Magdeburger Lösses für ein äolisches Product und nimmt mit Sauer und Potonié an, daß die Humusbildung sich unter einem trockenen Klima aus Steppengräsern gebildet hat.

Herr P. Treitz erwähnt, daß die Braunerden Rumäniens sich auch in Ungarn fortsetzen und namentlich am Fuße der Vorgebirge, das große Alföld umgebend, sehr verbreitet sind. Am E-Rand ist der Gürtel sehr schmal, gegen N und W nimmt er an Breite zu. Die Verbreitung hängt mit klimatischen Faktoren zusammen und besonders weite Verbreitung zeigen die braunen Böden im Lee der Alpen. Diese Landstrecken waren vor etwa 100 Jahren mit Laubwald bestanden; nach Abforstung derselben wurden die braunen Waldböden zu Steppenböden. Unsere ca 50 cm. tiefe Humusschicht, welche auf Flugsand liegt, hat sich in einer Zeit von ca 800 Jahren

gebildet, wie sich dies bei Gelegenheit der Aufgrabung von Avarengräbern zeigte. In unserem ariden Klima kann sich auf Flugsand- und Lößflächen eine Tschernosjomschicht in verhältnismäßig kurzer Zeit bilden.

Herr E. R a m a n n erklärt, daß auf den Braunerden tatsächlich gemischter Wald steht. Vegetation und Bodenart gehen immer Hand in Hand, die Beziehung ist eine außerordentlich innige. Jede herrschende Pflanzenformation verändert den Boden. Die Pflanzen sorgen für ihr bestes Bestehen gegenüber der Konkurrenz anderer Pflanzen. Ein Teil der Pflanzenbiologie ist in Zusammenhang mit der Bodenbildung.

Schluß der Sitzung 1 $\frac{1}{4}$ h.

## Zweite Fachsitzung.

am 14. April 1909, 4<sup>h</sup> im Vortragssaale der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt.

Vorsitzende: die Herren K. O e b b e k e und G. M. M u r g o c i

Vorsitzender Herr K. O e b b e k e unterbreitet die von den Herren G. A. K o c h Wien und P. O t o c k i St.-Petersburg eingelangten Begrüßungstelegramme.

Herr K. O. B j ö r l y k k e hält seinen Vortrag: „*Die Bodenverhältnisse in Norwegen.*“

Herr F. C o r n u hält seinen Vortrag: „*Die heutige Verwitterungslehre im Lichte der Kolloidchemie.*“

Herr E. R a m a n n: bemerkt, daß in ariden Zonen viele Salze im Boden vorhanden sind, in den humiden wenige. Deshalb der große Unterschied zwischen den bröckeligen Böden der ariden Zonen und den überwiegend tonigen Böden der humiden Zonen.

Wenn ein Gestein längere Zeit in einem Moor versenkt war, wird seine Oberfläche ausgebleicht. Diese Veränderung kann jedoch bei einer Bauschanalyse nicht nachgewiesen werden.

Herr F. C o r n u: Durch die Untersuchung von eisernen Hutbildungen der Erzlagerstätten vom kolloidchemischen Gesichtspunkte aus ist er zu dem überraschenden Resultate gelangt, daß die Gelbildungen an ein und demselben Erzlagerstättentypus verschieden sind, je nach dem Klima. Diese Unterschiede treten schon an den

italienischen Erzlagerstätten hervor. Eiserne Hüte sind Schauplätze der normalen Verwitterung, wie der Ackerboden. Auch der Ackerboden ist je nach den klimatischen Zonen, wie dies dem Bodenkundigen ja schon teilweise bekannt ist, chemisch verschieden zusammengesetzt.

Herr Cornu verweist auf die Bildung des Tons in unsern Breiten und auf den Laterit der Tropen. Die roten Böden von Südeuropa stellen Zwischenglieder dar. Auch die Humusstoffe des Bodens zeigen in den Tropen eine andere Zusammensetzung als bei uns. Alles dies sind notwendige Folgen der variablen physikalisch-chemischen Bedingungen, welche wir als Klima bezeichnen. Herr Cornu nennt die sich ergebende neue Wissenschaft Gelgeographie; sie ist die wahre Grundlage der Tier- und Pflanzengeographie, die von Humboldt begründet worden ist. Die Gelgeographie ist ein Grenzgebiet folgender Wissenschaften: Klimatologie, chemische Geologie, Mineralogie, Lagerstättenlehre und Bodenkunde.

Ein zweites Gebiet, das sich uns eröffnet, ist eine Phänologie des Mineralreiches. Hierher gehört eine ganz alltägliche Erscheinung: der Schnee. Aber noch zahlreiche andere Mineralbildungen sind in periodischer Weise vom Klima abhängig: So bildet sich basisches Eisensulfat, (Ihleit) nach Beobachtungen Görgy's und Cornus in den eisernen Hüten der Eisenlagerstätten der Insel Elba nur im Sommer, im Winter wird er vernichtet. Der Lansfordit ( $\text{Mg CO}_3 + 5 \text{ aq}$ ) bildet sich nach Leitmeier und Cornu in unseren Klimaten nur im Winter, u. s. f. Wir müssen annehmen, daß auch der Ackerboden phänologische Erscheinungen zeigt; diese werden umso ausgeprägter sein, je größer die Temperaturschwankungen in den Jahreszeiten sind.

Ein Beispiel hiefür ist das sogenannte Ausfrieren des Tons, ein Verfahren, das angewendet wird, um die Plastizität des Tones zu erhöhen. Bekanntlich gefriert das von Kolloiden adsorbierte Wasser (z. B. Erfrieren der Pflanzen) aus. Diese Erscheinung muß auch für den Ackerboden gelten.

Herr P. Treitz: In Basaltklüften bilden sich in klimatisch nahestehenden Gebieten, deren Niederschlagsdifferenz ca 100 mm. beträgt, daher kaum in Betracht kommen kann, zweierlei Verwitterungsprodukte. Einesteils in ariden Gebieten weiße kreideartige Substanz so feinkörnig, daß es mikroskopisch nicht nachgewiesen werden kann, ob sie kristallinisch oder kolloidal sei; 92% dieser Substanz, welche in Wasser suspendiert eine milchig weiße Flüssig-

keit darstellt, besteht aus kohlensaurem Kalk. -- Andererseits in humiden Gebieten werden die Spalten und Risse durch eine weiße Substanz ausgefüllt, die gar keinen kohlensauren Kalk enthält. In Gebieten, wo die Verdunstung gering, das Sättigungsdefizit klein ist, sickert alles Niederschlagwasser durch den Boden, fließt im Untergrundwasser ab, laugt den bei der Verwitterung der Kalkfeldspate entstandenen kohlensauren Kalk aus und das Produkt der Verwitterung ist ein kalkloses Aluminiumsilikat.

Herr G. M. Murgoci: Es ist leicht zu erschen, welche grosse Bedeutung die Frage der Kolloide in der Bodenkunde gewinnt. Allein nach den wenigen Kenntnissen, die man bis heute in der Chemie und Mineralogie darüber besitzt, ist eine genaue Bestimmung der Kolloide in den Böden kaum möglich. Die Vermutung des Herrn Cornu, dass bei der Verwitterung, solange die klimatischen Bedingungen dieselben sind, sich immer die gleichen Gele bilden, kann innerhalb gewisser Grenzen richtig sein, aber kaum als allgemein gelten. Wenn auch das Klima der hauptsächlichste Factor bei der Bodenbildung ist, so muß man doch auch die Rolle des Muttergesteines gelten lassen.

Herr F. Cornu ersucht sämtliche Bodenkundige, die sich mit Kolloidchemie befassen, im Namen Ostwalds ihre diesbezüglichen Publikationen der „Kolloidzeitschrift“ zusenden zu wollen, eventuell Besprechungen älterer Arbeiten von diesem Gesichtspunkte aus.

Herr W. Koehne: Es ist wünschenswert, bei geologischen Karten wenigstens in den Erläuterungen Mitteilungen darüber zu machen, seit welcher geologischen Periode die Gesteine des Gebietes der Verwitterung ausgesetzt sind.

Herr K. Oebbecke würde auf die interessanten Ausführungen des Herrn Dr. Cornu gern manches erwidern, muß aber bei der Kürze der Zeit darauf verzichten und sich darauf beschränken, seiner Freude Ausdruck zu geben, daß Herr Dr. Cornu in so eingehender Weise die Verdienste des Altmeisters Breithaupt wieder zu Geltung gebracht hat. Breithaupts Arbeiten, besonders seine Paragenesis sind auch noch heutigen Tages für jeden Mineralogen eine Fundgrube, er verweist nur auf seine Darstellung der Specksteinbildung. Bezüglich der Angaben des Herrn Dr. Cornu betreff Brauneisen und Kaolin muss Herr Oebbecke darauf hinweisen, daß nicht alle Mineralogen der Ansicht sind, die seitens des Herrn Dr. Cornu ihnen zugeschrieben wird. Übrigens wünscht er, daß die Ansichten, welche von Herrn Dr. Cornu uns heute in so verlockender Weise

vorgetragen worden sind, von ihm bei seinen weiteren Studien bewiesen werden und die von ihm gehegten Hoffnungen in Erfüllung gehen.

Schluß der Sitzung 5 $\frac{1}{2}$  h.

### Dritte Fachsitzung

am 15. April 1909, Vormittags 9<sup>h</sup> im Vortragssaale der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt.

Vorsitzende: die Herren F. Wahnschaffe und E. Leplae.

Vorsitzender Herr F. Wahnschaffe bringt der Konferenz den unerwartet erfolgten Tod des Prof. Alexander Cserháti, Delegierten des Ungarischen Landwirtschaftlichen Vereins zur Kenntnis und fordert die Anwesenden auf, zum Zeichen ihres Beileides sich von den Sitzen zu erheben.

Nachdem dies geschehen, beantragt Vorsitzender an den gewesenen Direktor der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt Herrn Johann v. Böckh ein Begrüßungstelegramm zu richten, was von allgemeiner Zustimmung begleitet, auch erfolgt.

Vorsitzender legt das Begrüßungsschreiben der Geological Society of America vor.

Herr P. Treitz hält seinen Vortrag: „Was ist Verwitterung?“

Herr F. Cornu: Die Agrogeologen schreiben die Verwitterung ausschließlich der hydrolytischen Wirkung zu. Wohl spielt diese bei der Bodenverwitterung die Hauptrolle, anderseits wurde von Mineralogen die Wirkung der Kohlensäure übertrieben, jedoch wenn keine Kohlensäure wäre, wäre keine Verwitterung. Die Kohlensäure leitet die Verwitterung ein, sie gibt den Anstoß, dann kann die hydrolytische Wirkung einsetzen. Feiner Staub von Feldspat wird von destilliertem Wasser nicht angegriffen, erst nach vorhergegangener Anätzung mit einer beliebigen Säure.

Man sollte bei jedem Gestein die rein anorganische Verwitterung studieren; frische Gesteine in gepulvertem Zustand müßten unter verschiedenen Klimaten jahrelang den natürlichen Einflüssen ausgesetzt und von Zeit zu Zeit analysiert werden. Dies würde eine wichtige Versuchsreihe ergeben.

Sämtliche an der Oberfläche entstandenen unlöslichen Produkte sind kolloidal, die löslichen teils kolloidal, teils kristallin. Herr Treitz ließ es dahingestellt, ob der Ackerboden als ein mechanisches oder chemisches Gemenge zu betrachten sei. Nach Herrn Cornus

Standpunkt ist der Ackerboden *ein mechanisches Gemenge von Absorptionsverbindungen* mit ultramikroskopischen Gelgemengen und den Rückständen der mechanischen Verwitterung. Er ist ein Gelgemenge, welches selektive Absorptionsaffinität bekundet und der Grad der Absorptionsaffinität ist das, was heute Reihenfolge genannt wird. Verschiedene Tonerdehydrogele verhalten sich gegen Anilinfarben ganz ähnlich, wie die histologischen Objekte. Nach histologischer Methode müßten die Haupthydrogele der Bodentypen bestimmt werden, in ähnlicher Weise wie Herr Cornu binnen drei Wochen den Laterit ins Reine gebracht hat. Diese Methoden müssen für den Boden ausgearbeitet werden. Herr Cornu erklärt sich bereit diese Untersuchungen an den Hauptbodenarten durchzuführen und ersucht um Zusendung von Bodenproben samt Analysen.

Vorsitzender Herr F. Wahnschaffe verkündet diesen Antrag als einstimmigen Beschluß der Konferenz.

Herr P. Treitz bemerkt, daß im normalen Boden unter 50 cm. kein Sauerstoff mehr vorhanden ist, sondern nur  $H_2CO_3$  und Nitrogen. Weder organische, noch anorganische Verwitterung ist ohne Kohlensäure denkbar. Er hat die Kohlensäure nicht besonders hervorgehoben, weil er ihre Mitwirkung als selbstverständlich betrachtete. Der Verlauf der Verwitterung und die Natur der Verwitterungsprodukte ist hauptsächlich von dem jährlichen Dampfgehalte der Luft abhängig. Eine Differenz von 100 mm. in der Menge des jährlichen Niederschlags übt keinen großen Einfluß auf die Pflanzendecke und auf die Verwitterungsprozesse aus, ausgenommen die Grenzwerte der Vegetationstypen in trockenen Gebieten. So ist z. B. in gemäßigten Zonen bei großem Sättigungsdefizit 600 mm. der Grenzwert der Waldvegetation.

Herr G. M. Murgoci bemerkt, daß der von Herrn Treitz betonte Dampfgehalt der Luft tatsächlich von großer Wichtigkeit ist, bisher aber nicht gebührend beachtet wurde. Derselbe wird zuerst von Prof. Meger in München erwähnt, welcher den Zusammenhang des Waldbestandes der verschiedenen Regionen mit dem jeweiligen Dampfgehalt der Luft nachgewiesen hat. Unter 50—100 Graden der Feuchtigkeit gibt es keinen Wald. Er zeigt, wie bei auf- und absteigendem Winde die Luft bei demselben Wassergehalt gesättigt oder ungesättigt sein kann. Die Anwendung dieser Theorie ist in Rumänien nicht gelungen. Herr Murgoci ersucht Herrn Treitz die diesbezüglichen Untersuchungsmethoden vortragen zu wollen. Der Annahme Herrn Treitz' gegenüber, daß eine atmosphärische Nie-

erschlagsmenge von 100 mm. auf die Bodenbildung von keinem Einfluß sei, führt Herr G. M. Murgoci als Beispiel die fruchtbare Bodenzone der Walachei und die Steppe des nahen Baragan an, zwischen welchen die Niederschlagsmenge betreffend gerade dieser Unterschied besteht. Wenn man die Regenkarte Rumäniens mit der Bodenkarte zusammenhält, wird man erkennen, daß schon ein Unterschied von 100 mm. Regenmenge einen Unterschied der Bodenbeschaffenheit bedingen kann. Andererseits hat die Bodenart Einfluß auf die Luftfeuchtigkeit und Regenmenge. In einem Tale mit einer sandigen und einer tonigen Lehne kann auf einer Strecke von 2—3 km. ein Unterschied von 50 mm. in der Niederschlagsmenge nachgewiesen werden, was hauptsächlich auf die austrocknende Wirkung des heißen Sandes zurückzuführen ist. — Wir haben sehrvielerlei Böden. Wenn eine 200 mm. betragende Niederschlagsdifferenz auf die Bodenbildung oder Umgestaltung nicht von Einfluß wäre, so müßten die Bodentypen auf einen noch engeren Kreis beschränkt sein, als sie es heute sind. Jedenfalls ist aber die Art und Weise, wie die Differenz entsteht, in welcher Jahreszeit, ferner die Lage und mechanische Zusammensetzung des Bodens von Einfluß.

Vorsitzender Herr Wahnschaffe bemerkt, daß die Entstehung der *Hochmoore* nicht von der höheren oder tieferen Lage des Gebietes abhängig ist, sondern von dem Auftreten *reichlicher Niederschläge* und dem Vorhandensein eines *nährstoffarmen Bodens* und *Bodenwassers*. Vielfach entwickeln sich die Hochmoore, indem zuerst bei Vorhandensein reichlicher Nährstoffe ein Flachmoor entsteht und dieses allmählich in ein Zwischenmoor umgewandelt wird. Dieses wird bei immerwährender Erhöhung des Bodens durch den Eintritt der Torfmoore in ein Hochmoor übergeführt und dadurch die Waldvegetation des Zwischenmoors zum Erliegen gebracht. Die noch in Fortbildung begriffenen Hochmoore leben ausschließlich vom Regenwasser und der geringen Menge Staub, der ihnen durch die Winde zugeführt wird.

Vorsitzender Herr F. Wahnschaffe veranlaßt dann die abermalige Verlesung der Treitz'schen Propositionen, die von der Konferenz angenommen werden und deren Durchführung einer später zu ernennenden Kommission überantwortet werden wird.

Herr G. M. Murgoci glaubt, daß jeder sich den Propositionen anschließt, und betont, daß Orohydrographie, Klima und Vegetation bei diesen Beobachtungen genau berücksichtigt werden

müssen und daß dieselben hauptsächlich mit den weitverbreiteten Hauptbodenarten in Zusammenhang gebracht werden sollen.

Jede Anstalt hat ihre speziellen Methoden zur Bodenanalyse und bei neuen Analysen muß darauf Bedacht genommen werden, Anschluß an die älteren Arbeiten zu gewinnen. Die Kommission möge die Proben nach den alten Methoden untersuchen lassen. Es wäre nachteilig, wenn Jahre vergehen würden bis zur Publication der Resultate, weshalb er darauf aufmerksam macht, daß Herr Prof. Ramann vor zwei Jahren die Gründung einer bodenkundlichen Zeitschrift vorgeschlagen hat; eine solche Zeitschrift, die zumindest dreimonatlich erscheinen müßte, wäre von großem Nutzen.

Herr E. v. Cholnoky hält seinen Vortrag: „*Über die für Klimazonen bezeichnenden Bodenarten.*“

Herr B. v. Inkey meint, die v. Cholnoky'sche Einteilung sei für die Übersicht großer Zonen der richtige Ausgangspunkt. Es fragt sich aber, ob wir hierdurch ein praktisches Prinzip der Bodeneinteilung gewonnen haben. Für das Detail ist sie keinesfalls genügend, sonst müßte man einfach sagen: Ungarn—Savannaboden. Bei der Benennung der Böden wäre das Material in erster Reihe zu berücksichtigen. Zum Gebrauch für die Detailarbeit wäre eine kombinierte Nomenklatur ratsam.

Herr E. Ramann meint, eine Einteilung nach Pflanzenregionen sei äußerst zweifelhaft. Er definiert den Boden immer so, daß der Boden die oberste Verwitterungsschicht der Erdoberfläche ist. Für den Boden darf niemals die Pflanze die Hauptsache werden, sie wandelt ihn nur um, wenn er schon vorhanden ist. Seine Klassifizierung ist daher nur auf genetischer Grundlage denkbar.

Herr G. M. Murgoci: Der Boden ist nicht nur ein Gestein, sondern sozusagen eine geologische Formation mit seiner Stratigraphie von Muttergestein, Untergrund, Oberboden. Diese letztere Schicht zeigt insbesondere den Einfluß der klimatischen Verhältnisse, unter denen sich der Boden gebildet oder verändert hat. Unter den bodenbildenden Faktoren ist auch das Zeitalter zu berücksichtigen, denn z. B. die Böden jüngerer und älterer Terrassen sind tatsächlich verschieden und Böden, welche sich auf alten Römerwällen oder auf Kurganen gebildet haben, zeigen deutliche Unterschiede vom Bodencharakter der Region. Was die Vegetation anbelangt, ist dieselbe ebenso abhängig vom Klima wie der Boden selbst; beide sind Funktionen des Klimas, die Vegetation ist also nicht zur Grundlage einer Bodenklassifikation geeignet. Bei einer Klassifikation



tion sollen folgende Bodenbildende Faktoren in Betracht gezogen werden. 1. Klima. 2. Muttergestein, 3. Zeitalter, erst in letzter Reihe 4. die Vegetation.

Herr F. Cornu akzeptiert bezüglich der Bodenklassifikation vollständig die von Herrn Murgoci gegebenen Grundlagen:

1. Die klimatischen Faktoren.
2. Die geologischen Faktoren (Stratigraphie, Petrographie).
3. Die Zeit.
4. Einfluß der Vegetation und des Tierlebens.

Diese Faktoren werden in ausgezeichneter Weise geeignet sein als Grundlage einer Bodenklassifikation zu dienen. Petrographisch sind besonders die Serpentinböden zu untersuchen u. z. sowohl in den Tropen wie in den gemäßigten Zonen. Diese müssen von vorn herein von den übrigen Gesteinen getrennt werden. Es ist hierbei das Altern der Kolloide vor Augen zu halten, welches stets mit der Bildung kristalliner Substanz verbunden ist.

Für die Bodenanalyse hält Herr Cornu folgende Untersuchungen als grundlegend für besonders wichtig:

1. Die konventionelle Feststellung einer bestimmten Temperatur des Laboratoriumes und jedesmalige Angabe des mittleren Luftdruckes.
2. Das Studium der Absorptionsverhältnisse an den bisher bekannten wichtigsten Gelen des Ackerbodens (Kieselgel, Ton, Humus-säure, Eisen- und Manganhydroxyde).
3. Die Ausarbeitung der histologischen Methode bei der Bestimmung der Ackerbodengele.
4. Die jedesmalige Bestimmung des biochemisch sehr wichtigen Elementes Vanadium.

## Vierte Fachsitzung

am 16. April 1909 vormittags 9<sup>h</sup> im Vortragssaale der kgl. ungar.  
Geologischen Reichsanstalt.

Vorsitzende: die Herren K. D. Glinka und F. Cornu.

Vorsitzender Herr K. D. Glinka verliest das Danketelegramm  
Johann v. Böckhs.

Herr E. Leplae hält seinen Vortrag: „Über die speziellen Anforderungen der intensiven Landwirtschaft in betreff der Bodenuntersuchung.“

Herr B. v. Inkey gibt seiner Freude und Genugtuung über Herrn Leplaes Vortrag Ausdruck, der die agronomische Seite der Frage beleuchtet. Auch in Ungarn giebt es intensive und extensive Landwirtschaft, obzwar nicht in so extremen Maße, wie in Belgien. In beiden Fällen müssen die Untersuchungsmethoden so angelegt sein, daß die Landwirtschaft daraus Nutzen ziehen könne. Die erste und wichtigste Anweisung zur praktischen Landwirtschaft geben die Kulturversuche im Freien und die in Töpfen sowie die damit verbundenen Analysen. Um die Resultate anwenden zu können, dazu ist es notwendig die Wirkung der Kunstdüngung zu erforschen. Die Resultate der verschiedenen Methoden müssen so ausgedrückt werden, daß sie dem Landwirt zugänglich seien.

Herr F. Cornu möchte darauf aufmerksam machen, daß die Düngung in zweifacher Weise auf die Kolloide einwirkt; 1. erhöht der Dünger die Plastizität. Ein Beispiel hierfür ist die chinesische Faulmethode. Magere Tone werden mit Jauche begossen, jahrelang stehen gelassen und hierdurch zur Porzellanfabrikation vorbereitet. Diese Jahrhunderte alte Methode wird heutzutage allgemein in der Porzellanindustrie angewendet. Hierbei werden Kristalloide in Kolloide umgewandelt. Auf diese Weise kann man z. B. Feldspat plastisch machen. 2. Verändert die Düngung das Absorptionsvermögen der Böden; die Plastizität erhöht die Absorptionfähigkeit, die für den Boden von großer Wichtigkeit ist. Die diesbezüglichen Versuche müßten an analysierten Böden von möglichst einfacher Zusammensetzung, z. B. Kalkmergel, Humusboden usw. vorgenommen werden.

Herr Fr. Schucht hält seinen Vortrag: „*Die Methoden der Bodenanalyse an der Kgl. Preussischen Geologischen Landesanstalt.*“

Herr F. Wahnschaffe hat sich mit Bodenanalyse viel beschäftigt und kann aus seinen Erfahrungen sagen, daß die Bodenuntersuchungen einen doppelten Zweck haben. Bei den Landesaufnahmen im Maßstab 1:25000 will man eine Übersicht gewinnen; es werden allgemeine *Bodentypen* auf Grund mechanischer und chemischer Eigenschaften festgestellt. Ganz anders muß der Boden eines Grundstückes oder Ackergutes behandelt werden, wo es sich um die ganz genaue Bestimmung des augenblicklichen Nährzustandes handelt. Solche Spezialaufnahmen können auf besonderen Auftrag und auf Kosten des Auftraggebers bewerkstelligt werden. Jedoch auch die Landesaufnahme giebt für die Landwirtschaft ganz wertvolle Resultate.

Herr L. v. Széll betont die besondere Wichtigkeit der Durchführung der Analysen nach einem internationalen System. Zur Feststellung des Düngerbedürfnisses eines Bodens sind die Analysen noch immer nicht genügend genau. Überall wird anders gearbeitet und der größte Feind ist eben die ungleiche Ausführung. Es ist z. B. überaus wichtig, bei Herstellung von Auszügen die Temperatur streng einzuhalten. Abweichende Resultate werden schon durch die Temperaturdifferenz hervorgerufen, welche im Laboratorium in den Frühstunden, bez. nach anhaltender Arbeitszeit herrscht. Außerdem ist die Probeentnahme überaus wichtig. Die Wahrscheinlichkeitslehre zeigt, daß vermengte Durchschnittsproben, welche selbst von vielen Stellen entnommen sind, noch immer große Abweichungen zeigen. Es müssen daher auch bei kleinen Parzellen viele Bodenproben mit großer Sorgfalt gesammelt werden. In Anbetracht dessen, daß Düngungsversuche zumindest ein Jahr dauern und übrigens auch von der Witterung abhängen, müßten derartige Versuche jahrelang fortgesetzt werden, um ein Resultat zu erzielen.

Herr E. Leplac begrüßt den Vorschlag einer einheitlichen Analyse. Es ist sicher, daß die intensive Landwirtschaft aus der Agrogeologie bloß auf Grund sehr gewissenhafter Analysen Nutzen ziehen kann; umsomehr als die chemischen Analysen in kurzer Zeit durchführbar sind, physiologische Versuche hingegen jahrelang andauern können. Man müßte sich über ein einheitliches analytisches Verfahren einigen, denn je nach der Art und Konzentration der Säure, der Temperatur, bei welcher man extrahiert, der Zeitdauer der Einwirkung und der eventuellen Wiederholung der Extraktion erzielt man verschiedene Resultate. Gegenwärtig ist es unmöglich zwei in verschiedenen Ländern gemachte Bodenanalysen mit einander zu vergleichen, selbst wenn sie ein und denselben Boden zum Gegenstand haben. Jeder Analytiker wendet so zu sagen eine nur ihm eigentümliche Methode an. Selbst wenn die Analysen in den grossen Zügen übereinstimmen, weichen sie im Detail doch von einander ab; so dass die Ergebnisse — besonders vom Standpunkt des Düngerbedürfnisses aus — doch nicht zu gebrauchen sind. Es kann ein Boden chemisch an Nährstoffen reich, landwirtschaftlich aber arm an solchen sein. Man müßte Methoden fixieren und einheitlich ausgestalten, welche — selbst wenn sie nicht die besten wären — mehr Gewißheit bieten könnten als die bisherigen. Dies wäre Aufgabe einer internationalen Kommission.

Herr F. Wahnschaffe bemerkt, daß die Kgl. Preussische

geologische Landesanstalt etwas möglichst Dauerndes schaffen will; deshalb werden durch dieselbe *alle* Nährstoffe, die auf Jahre hinaus wirken, bestimmt. Es ist für die Forst- und Landwirtschaft wichtig, das disponible Nährstoffkapital der *natürlichen* Böden zu ermitteln und nicht das, was der Mensch daraus machen kann. Die norddeutschen Flachlandböden sind unter dem dort herrschenden humiden Klima 1·5—2, ja sogar 3—5 m tief entkalkt; hier hat also die Kalkfrage große Bedeutung. — Die geologische Kartierung allein gibt schon wichtige Fingerzeige, für die Landwirtschaft, bez. für die Düngerfrage, nur wird sie nicht genügend gewürdigt. Herr Wahnschaffe hat z. B. in der Gegend von Berlin einen Landwirt angetroffen, der seinen Moormergel mit Mergel düngte, trotzdem ja der Boden gar nicht kalkbedürftig war, sondern Phosphor benötigte. Hätte dieser Landwirt die geologische Karte berücksichtigt, so hätte er diesen Fehler gewiß nicht begangen.

Herr J. Hibsch: Eine internationale agrogeologische Kommission ist zu begrüßen. Die Landwirtschaft erwartet praktische Ratschläge. Deshalb muß die internationale Kommission einfache, einheitliche Methoden für die physikalische und chemische Untersuchung ausarbeiten. Zweitens muß die Aufmerksamkeit auf die Düngstoffe ausgedehnt werden. Daher ist eine andere als die bisherige Methode notwendig. Es genügt z. B. nicht, wie bisher, den Gehalt von Kieselsäure und Tonerde festzustellen, denn im Boden kommt z. B. dreierlei Kieselsäure vor: 1. Quarz, der bei der Absorption keine Rolle spielt, 2. an *Al* gebundene Kieselsäure, also Ton, der schon in Rechnung kommt und 3. kolloidale Kieselsäure, die imstande ist, Nährstoffe zu binden. Die drei Kieselsäuren müssen und können auch auseinander gehalten werden, doch Kaolinit und kolloidale Aluminiumsilikate *chemisch* von einander zu trennen, dazu fehlen noch die Methoden.

Herr F. Cornu hat schon darauf hingewiesen, daß hier die petrographischen Methoden versagen müssen, es müssen histologische Methoden herangezogen werden. Blätteriger kristalliner Kaolin absorbiert sehr gering, kolloider dagegen sehr bedeutend: deshalb kann Gelton von Kaolinit durch Tinktion unterschieden werden. Kolloidaler Ton färbt sich 6—20-mal so stark, als der kristalline. Ein weitere Trennungsmethode ist die Quellmethode. Bei Quellung durch Kupferoxydammonium färbt sich Kaolinit blau, kolloider Kaolin quillt zwar, färbt sich jedoch nicht. Auch die Schrumpfung ist kennzeichnend und die anomale Doppelbrechung, welche hierbei entsteht. Ver-

witterte Gesteine dürfen nicht in Kanadabalsam eingebettet werden, weil dies hohe Temperaturen bedingt. So ist es erklärlich, daß in Rosenbusch' Werken das Brauneisen, welches überall vorhanden ist, nicht einmal erwähnt wird.

Herr J. Hibsch dankt Herrn Cornu für seine Aufklärungen, meint aber, daß die von ihm angegebenen Methoden für den Bodenkundigen nicht erschöpfend sind. Die Färbungsmethode ist nur bei feinen, einfachen Stoffen durchführbar und auch hier mehr qualitativer Natur, obschon gerade die quantitative Bestimmung wichtig wäre. Die Methoden müßten dem ganzen Gemenge angepaßt werden. Wir müssen den Bestand des Bodens an kolloidalen Substanzen festlegen, und zweitens das physikalische Absorptionsvermögen in *quantitativer* Richtung bestimmen können.

Herr F. Wahnschaffe richtet an Herrn Cornu, der sich anbötig gemacht hat Bodentypen auf ihre Kolloidbestandteile zu prüfen, die Frage, ob es nicht angezeigt wäre, gerade mit Rücksicht auf diese, ihm frisch entnommene Proben einzusenden.

Herr F. Cornu fände dies wünschenswert. Es wurde hier schon betont, daß die Temperatur bei der Analyse sehr wichtig ist, ebenso auch der Luftdruck. Tschermak bemühte sich mit der Analyse der Kieselsäure, doch wurden überall verschiedene Resultate gefunden, was nicht auf Arbeitsfehler, sondern auf die Verschiedenheit des Klimas zurückzuführen ist. Eben deshalb entstehen ja unter verschiedenen Klimaten verschiedene Böden. Was die Bestimmung in Gemengen anbelangt, ist das Absorptionsvermögen der Kolloide selektiv. Die meisten Kolloide sind basophil; mit basischer Anilinfarbe färben sich die verschiedenen Kolloide verschieden rot und es kann ihre Menge wie in der Petrographie auf Grund des mikroskopischen Bildes abgeschätzt werden.

Herr E. Hibsch bemerkt, daß im Boden noch organische Kolloide, Humusstoffe vorkommen; die Färbungsmethode sich aber nur für geformte Kolloide eignet, nicht aber für Lösungen.

Herr F. Cornu erwidert, daß durch schwache Schrumpfungsmittel, z. B. Alkohol, die gallertartigen Lösungen sofort geformt werden. Für das Humussäuregel wäre Kupferoxydammonium anzuwenden, wie bei Dopplerit. — Dopplerit wurde früher als ein Kalkhumussalz betrachtet, ist jedoch ein Humussäuregel, welches Kalksalze absorbiert hat.

Herr G. M. Murgoci erhofft für Agrogeologie und Bodenkunde im Allgemeinen gute Resultate, wenn Proben nach fest vor-

geschriebenen Methoden gesammelt werden würden. Es wäre vielleicht nicht überflüssig die Bodenentnahme kommissionell durchzuführen.

Herr L. v. Lóczy ersucht die Konferenz diese vorwiegend chemische Diskussion zu unterbrechen, da dieses Thema für den morgigen Tag angesetzt ist.

Herr H. Horusitzky hält seinen Vortrag: „Über die agrogeologischen Arbeiten im Felde.“

Herr K. D. Glinka: Die Agrogeologie oder besser die Pedologie ist eine selbstständige naturhistorische Wissenschaft, die der Erforschung der Bodeneigenschaften gewidmet ist.

Der Boden ist ein Verwitterungsprodukt der jetzigen Erdoberfläche, welches sich an der Stelle seiner Entstehung (in situ) befindet.

Die Ackerkrume ist kein pedogologischer Begriff und soll nur im agronomischen Sinne benützt werden. Oberboden kann man die obere Humusschicht des Bodens nennen, Untergrund ist das Gestein, welches unter dem Boden liegt, ganz abgesehen davon, ob der Boden aus diesem Gesteine entstanden ist oder nicht. Das Gestein, aus dem der Boden abstammt, ist Muttergestein zu nennen.

Die rationelle Bodenklassifikation soll auf den genetischen Prinzipien aufgebaut sein. Die beste Klassifikation wäre die chemische (nach den Typen der chemischen Verwitterung), bisher sind jedoch die chemischen Reagentien noch zu ungenügend studiert, mit Hilfe deren die einzelnen Bodentypen gebildet wurden.

Die geologische und petrographische Klassifikationen geben uns kaum eine Vorstellung über den Boden, als naturhistorischen Körper.

Beim jetzigen Zustande der Wissenschaft könnten wir uns mit den klimatologischen Klassifikationen begnügen.

Für die nördliche Halbkugel (gemäßigte Zone) ist in Rußland die Nomenklatur schon mehr oder weniger ausgearbeitet, wie aus meinem Vortrage zu ersehen ist. Was die Buchstabenbezeichnung betrifft, wäre es wünschenswert, daß die Buchstaben *A* und *B* für die Humusschichten des Bodens benützt würden und der Buchstabe *C* für den Untergrund. Man kann mit dem Buchstaben *A* die Eluvialschichten des Bodenprofils und mit dem Buchstaben *B* die Illuvialschichten desselben bezeichnen. Unter den Illuvialschichten verstehen die russischen Forscher solche Teile des Bodenprofils, wo sich die ausgelaugten Verbindungen anhäufen. Die deutlich morphologisch abgesonderten Teile einer und derselben Schicht können mit *A*<sub>1</sub>, *A*<sub>2</sub>, *A*<sub>3</sub>, *B*<sub>1</sub>, *B*<sub>2</sub> u. s. w. bezeichnet werden.

Für den Pedologen ist es im Felde am wichtigsten, sorgfältig die morphologischen Merkmale des Bodenprofils zu studieren. Der Bau des Bodens ist sozusagen ein Spiegel des bodenbildenden Prozesses. Nur dann kann man diesen Prozeß vollkommen auffassen und erklären, wenn das Bodenprofil gut studiert ist, einzelne Schichten desselben klar abgesondert sind und die Bodenmuster aus den charakteristischen Teilen dieser Schichten genommen sind.

Geologische, hydrologische, meteorologische und botanische Beobachtungen sind sehr wichtig, aber es wäre besser, wenn der Pedolog zusammen mit dem Botaniker arbeiten könnte. Die ökonomischen Daten sollten den betreffenden Spezialisten übertragen werden, wie dies in Rußland immer gemacht wird.

Die Bodenproben, welche für die chemischen und physikalischen Untersuchungen bestimmt sind, sollen aus allen Schichten des Bodenprofils, inklusive der Schicht C, entnommen werden. Für die Packung der Bodenmuster ist am besten dichtes Papier zu benutzen, weil durch Stoffsäcke die feinsten Teile des Bodens durch- und so verloren gehen.

Herr G. M. Murgoci faßt den Boden als geologische Formation auf und bringt für ihn die Methoden der praktischen Geologie in Anwendung. Auf Grund der Hilgardschen Prinzipien berücksichtigt er namentlich folgende Punkte: 1. Morphologischer Charakter der Gegend. 2. Hydrographische Verhältnisse (Verlauf alter Flüsse). 3. Bestimmung des Bodentypus. Hierbei zeigte es sich als zweckdienlich Proben von festgestellten Bodentypen mitzuführen. Ein Vergleich mit denselben und leicht durchführbare Analysen ermöglichen die Identifizierung. 4. Lokalunterschiede. Wie der Geolog die Fazies feststellt, so werden innerhalb den Bodentypen Untergruppen ausgeschieden. 5. Stratigraphie der Böden, nach russischer Methode festgestellt. 6. Vegetation, hierzu Anlegung von Herbarien. Alldies ist in Herrn Murgocis diesbezüglicher Arbeit ausführlich beschrieben. — Bezüglich der Probeentnahme bemerkt Herr Murgoci, daß es weder aus wissenschaftlichen, noch aus praktischen Rücksichten zweckdienlich ist, die Bodenproben der Ackersohle zu entnehmen. Die Böden müssen so genommen werden, wie sie sind, und zur Bestimmung von Typen sind womöglich jungfräuliche Böden einzusammeln.

Auf Herrn Hrusitzkys die Kartierung betreffenden Propositionen reflektierend, würde Herr Murgoci die Entsendung einer Kommission als zweckdienlich erachten.

Herr J. Kopecký legt der Konferenz seinen im Sinne R a m a n n s konstruierten Apparat zur Bodenentnahme, sowie sein Feldlaboratorium samt zerlegbarer Wage, all derer Beschreibung im Drucke erschienen ist, vor und bespricht deren Anwendung.

Schluß der Sitzung 12 $\frac{1}{4}$  h.

### Fünfte Fachsitzung

am 17. April 1909, vormittags 9<sup>h</sup> im Vortragsaale der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt.

Vorsitzende: die Herren L. Mrazec und J. Kopecký.

Herr E. Timkó hält seinen Vortrag: „*Was ist auf der agrogeologischen Übersichts- und Spezialkarte darzustellen?*“

Herr W. Güll hält seinen Vortrag: „*Über die Darstellungsmethoden agrogeologischer Übersichts- und Spezialkarten*“.

Herr E. Leplae bespricht die Frage, was auf agrogeologischen Karten zum Ausdruck gebracht werden soll. In dieser Frage ist man noch weit von jeder Übereinstimmung. Die agronomischen Karten, die bisher in den verschiedenen Ländern Europas ausgeführt worden sind, weichen darin beträchtlich von einander ab. In Frankreich und besonders auch in Belgien hat man diesbezüglich eine ganze Anzahl von Vorschlägen, die aber unter einander gar nicht übereinstimmen. Eine Entscheidung soll hier nur nach reiflicher Überlegung getroffen werden, sonst könnte sie leicht Arbeiten veranlassen, deren Nützlichkeit mindestens zweifelhaft wäre. So hat man vor kurzem in Belgien die Anfertigung synthetischer agronomischer Karten, wie sie Hazard (Möckern) zeichnet, befürwortet; allein derlei Karten hätten für uns gar keinen praktischen Wert. Die Vorsicht gebietet uns also vorläufig, uns an die Herausgabe von agrogeologische Übersichtskarten zu halten und auch in Bezug auf die analytischen Methoden keine Beschlüsse zu fassen. Eine Abstimmung der Konferenz in dieser Frage wäre ein zweischneidiges Schwert, das ebenso schädlich wie nützlich sein könnte. Um in einer so heiklen Frage Stellung zu nehmen fehlt es uns zur Stunde noch an genügenden Beweisstücken. Die Annahme einer einheitlichen Methode der Analysen seitens der internationalen Konferenz muss der Zukunft überlassen werden. Gegenwärtig haben wir uns auf die Frage der Übersichtskarten zu beschränken. Es giebt deren schon in manchen Ländern, beispielsweise in Belgien, • ihr wissenschaftlicher, ja selbst landwirtschaftlicher Nutzen ist unbestreitbar.



Herr K. D. Glinka: Auf den Bodenkarten muß man zuerst die Grenzen der Verbreitung der einzelnen Bodentypen verzeichnen. Für jeden Bodentypus nimmt man eine besondere Farbe, die mehr oder weniger an die Farbe des Bodentypus erinnert. Den Grad der Entwicklung des bodenbildenden Prozess kann man mit Schraffierung und die mechanische Baschaffenheit mit Punktierung bezeichnen. Es ist wünschenswerth den pedologischen Karten Bodenprofilzeichnungen beizulegen.

Herr F. Wahnschaffe bemerkt, es sei unmöglich in gleicher Weise zu kartieren, da die Maßstäbe verschieden und die Ausbildung der Bodenarten sehr mannigfaltig seien. Es kann hier nur davon die Rede sein, in *grossen Zügen* Übereinstimmung zu erzielen. In Preußen wurde im Flachland die geologische Aufnahme 1:25000 mit den agronomischen Aufnahmen kombiniert. Eine gute geologische Karte ist übrigens auch eine agronomische Karte, denn aus den eingezeichneten Gesteinen kann man gleichzeitig auf die Verwitterungsböden schließen. Anders ist es bei der agrogeologischen Karte. Hier bezeichnen die Vollfarben das geologische Zeitalter. Schraffen u. dgl. die Bodenart. Kleine Abweichungen in den Kartierungen sind nicht schädlich und können auch nicht vermieden werden, da die Details von den Bodenverhältnissen, vom Zweck der Karte und vom Maßstab abhängig sind.

Herr G. M. Murgoci unterscheidet Übersichts- und Spezialkarten. Karten im Maßstab 1:25000 sind für alle praktischen Zwecke hinreichend. Außer diesen sollten internationale Übersichtskarten hergestellt werden und zwar auf Grund der Bodenzonen. Spezialkarten sind für eine andere Gegend höchstens von Interesse, jedoch noch nicht von Nutzen. Es ist fraglich, ob sie überhaupt gedruckt werden oder nur in den Instituten als Manuskripte aufbewahrt werden sollen. Übersichtskarten im Maßstab 1:500.000 wären genügend.

Herr J. Hibsch führt aus, daß die geologische und agronomische Kartierung kostspielig und zeitraubend ist. Jeder Staat muß erwägen, was er beabsichtigt und was erreicht werden muß. Der praktische Landwirth will aus der Karte Nutzen ziehen, deshalb kann der Maßstab nicht groß genug sein. Der Landwirt muß die Grenzen seines Gutes auffinden können, was *zumindest* einen Maßstab 1:25000 erfordert. Aus Karten 1:500000 kann gar nichts entnommen werden. Der Maßstab 1:75000 kann für geologische Karten noch ausreichen, aber für agronomische ist 1:25000 das Minimum. Oft wird die Arbeit dadurch erschwert, daß die topo-

graphischen Kartenunterlagen fehlen. Die Übersichtskarten sind wissenschaftlich interessant, haben aber keinen praktischen Wert. — Die Verwitterungskruste geht aus dem Untergrund hervor, es muß daher die agronomische Karte eine geologische Unterlage haben. Bodenprofile neben der Karte und den Erläuterungen sollen so viele als möglich angeführt werden. Aus den hier vorgelegten Karten ist auch in agronomischer Hinsicht viel zu entnehmen, doch sind diese schon voll mit topographischen Schraffen, bevor noch der Geologe zu zeichnen begonnen hat. Die Karte wird unleserlich und der Agronom, besonders der Praktiker, kann sich darin nicht zurechtfinden. Es wären Karten erwünscht, wo die Wege, Flüsse und Isohypsen eingezeichnet sind, aber keine Schraffen, also eine möglichst durchsichtige topographische Grundlage.

Herr K. G o r j a n o v i ć - K r a m b e r g e r würde es als zweckmäßig erachten, die Meliorationszwecke vor Augen zu halten und zu diesem Behufe die Bohrpunkte in vorhinein, zuhause in der Katastralkarte zu fixieren und dann auf die Karte 1:25000 zu übertragen. Die geologischen Momente könnten durch Umgrenzung mittels Punkten, Linien, Stricheln usw. in der Farbenskala internationalen geologischen Karte dargestellt, der Untergrund durch Farben, der Oberboden durch Zeichen und Schraffen veranschaulicht werden.

Herr G. M. M u r g o c i bemerkt, daß die preußischen agrogeologischen Karten sehr schön, ihre Ausdrucksweise vollendet ist, sie jedoch so schwer verständlich sind, daß sie selbst den Lehrern der landwirtschaftlichen Schulen erklärt werden müssen. Bei den Spezialaufnahmen sollten agronomische Monographien geschaffen werden, in welchen alles, selbst praktische Winke und statistische Angaben herangezogen werden müßten. Solche sind jedoch nur für größere Güter und kleinere Rayons durchführbar; doch nützt eine solche Karte jemandem, der 300 km. weiter wohnt, gar nichts mehr. Die Karten von Holland, Amerika und Ungarn sind gut für Agrogeologen, nicht aber für Landwirte. Auf Karten 1:500000 kann die Topographie und Geologie der Ebenen und Hügelländer, wo ja die Agrikultur hauptsächlich betrieben wird, genügendermaßen veranschaulicht werden. Es sollten die Bodenzonen und die Vegetationszonen, selbst die Arten der Wälder, eingezeichnet werden.

Herr F. W a h n s c h a f f e erwähnt, daß hierüber in Preußen viel und eingehend verhandelt wurde. Man kann den Maßstab nie groß genug wählen. Die probeweise gemachten Aufnahmen 1:100000 erwiesen

sich als ganz unbrauchbar für die Landwirtschaft. In den Moränengebieten Deutschlands ist oft auf einer Strecke von 100 m. der schwerste Lehm und der reinste Sand nebeneinander anzutreffen. Für größere gleichmäßige Gebiete können Punkte für Bohrungen voraus bestimmt werden, doch im Moränengebiet ist dies unmöglich. Jedes einzelne Bohrloch muß geologisch beurteilt werden, wie dies auch daraus hervorgeht, daß die, durch an der preussischen geologischen Landesanstalt angestellt gewesenen Kulturtechniker bewerkstelligte Bohrungen gerade wegen Mangel an geologischen Kenntnissen unbrauchbar waren.

Herr K. Gorjanović-Kramberger meinte nur, daß die Katastralkarte deshalb die Grundlage der Aufnahmen sein sollte, damit sich die Landwirte bei der Melioration darauf stützen können.

Herr J. Kopecký hält seinen Vortrag: „*Die agronomischen Kartierungsarbeiten in Böhmen*“.

Herr E. Raman möchte die agrogeologischen Karten in zwei Typen einteilen: der eine Typus ist der preußische, der andere der französische, welch letzterer tiefer auf den praktischen Nutzen eingeht. Den Karten gegenüber stellen wir zwei Anforderungen, die sich nicht ausgleichen lassen. Eine klare geologische Grundlage ist unerläßlich. Der Maßstab ist auch von der technischen Vollkommenheit der Karten abhängig. Es ist schade, daß die geologische Karte nicht ins praktische Leben eingedrungen ist, wie sie es verdiente. In der Zukunft wird sich wohl eine Reihe von Ertragskarten entwickeln, auf welchen verzeichnet sein wird der Haupttypus des Bodens und was darauf wachsen kann. Doch das gehört in die Hände der Landwirte. Das Größenverhältnis 1:25000 ist bei komplizierten Verhältnissen nicht genügend; oft müssen Aufnahmen 1:5000 gemacht werden, doch können solche Lokalstudien natürlich nicht publiziert werden. Übersichtskarten 1:500000 kann jeder Staat erschwingen. Hier in dieser Konferenz kann festgestellt werden, daß solche Karten für jedes Land dringend notwendig sind und erst später auf die Spezialkarten zu übergehen sei.

Herr L. Paikert empfiehlt als Landwirt die amerikanischen Karten der Geological Survey: 1:62000. Diese sind sehr verständlich, wenige Farben und Localbenennungen sind gebräuchlich, die der Durchschnittslandwirt sofort versteht. Die amerikanischen Karten berücksichtigen auch das Grundwasser.

Herr K. Miczynski bespricht und legt die erste agronomische Karte aus dem Gebiete des N.-galizischen Hügellandes vor, welche auf geologischer Grundlage gemacht worden ist. Es sind

dort zwei Hauptformationen vorhanden: lößartiger, ungeschichteter Lehm und diluvialer Grobsand. Der Sand ist mit Gelb, Schwemmland mit braunen Schraffen auf gelbem Grund veranschaulicht. Verschieden dichte Schraffen bedeuten dünnere und dickere Lagen der Oberschicht. Die Skala ist darnach zu wählen ob das Terrain gleichmäßig ist oder nicht.

Herr F. Wahnschaffe erwähnt, daß auch vorgeschlagen wurde, die geologische Grundlage ganz wegzulassen und nur die Bodensorten zu bezeichnen. Diese Auffassung geht aus der Unkenntnis der Geologie hervor. Schon z. B. das Wort Glazialgebiet gibt praktische Fingerzeige betreffs der zu erwartenden Bodenarten. Man darf nicht zu den breiteren Volksschichten hinabsteigen, sondern muß sie zu sich erheben. Wenn auch vieles jetzt noch kompliziert erscheint, so werden Zeiten kommen, wo die geologischen Karten Gemeingut werden.

Herr E. Leplac behandelt die Frage der agrogeologischen Karten ausschließlich vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkte. In landwirtschaftlich extensiv bearbeiteten Gebieten, wo wenig oder gar keine Düngung stattfindet, hängt die Fruchtbarkeit des Bodens hauptsächlich von seiner natürlichen Zusammensetzung und dem Klima ab. Die agrogeologischen Aufnahmen bringen die Maxima der Nutzbarmachung zur Darstellung und die üblichen physikalischen und chemischen Analysen geben wertvolle Resultate zur Ausnützung des Bodens. Jedoch in solchen Gegenden, wo äußerst intensive Bewirtschaftung stattfindet (z. B. in Belgien wo ein Hektar von 5—15 Tausend Frank wert ist), sind die Bodenarten ganz und gar unähnlich ihrem ursprünglich natürlichen Zustande. Man sieht z. B. Sandböden, die ursprünglich sehr arm waren, jedes Jahr aber so stark gedüngt werden, daß sie ebenso schöne Erträge liefern, wie die reichsten Schlamm- und Tonbodenarten. Diese letzteren bekommen übrigens dieselbe Düngung wie die ärmsten Boden. Der Landwirt geht ganz in der Weise vor, als wie wenn der Boden der Pflanze nichts anderes bieten könnte, als die Stütze und das Wasser. Vor jeder Kultur bringt er tatsächlich alle befruchtenden Stoffe in den Boden, deren die Pflanze bedürfen wird. Die Bedingungen dieser intensiven Kultur sind daher weit verschieden von jenen der extensiven und bedürfen ganz eigener Untersuchungsmethoden, da der Landwirt hier den Stalldüngerbedarf einer jeden Parzelle bereits genau kennt und auch Mineralkünger seit Jahren angewendet. Es ist daher wünschenswert, daß die chemische Analyse in der Weise

vervollständigt werde, daß sie rasche und billige Verfahren bieten könne zur Erkenntnis des Bedarfes an der mineralischen Düngemittel. Auf solchem Wege sind neuerdings sehr ermunternde Resultate von König-Münster erzielt worden: indem die Böden unter Dampfdruck extrahiert worden sind, ist die Assimilierbarkeit der chemischen Bodenelementen exakter festgestellt worden, als sie es vorher war.

Herr Leplae überreicht der Konferenz eine Publikation über Bodenanalysen und Agrologie, welche in Aussicht auf das Erscheinen einer agrogeologischen Karte Belgiens vom dortigen Ministerium herausgegeben wurde.

Herr B. v. Inkey wirft die Frage auf: Was ist Übersichts- und was Spezialkarte. In Ungarn gilt 1:75000 gewissermaßen schon als Übersichtskarte; hier wurden Karten 1:200000 und 1:500000 als solche erwähnt. Die Konferenz sollte sich über das Minimum bez. Maximum des Maßstabes dieser Karten einigen. — Die geologische Karte bietet immer die erste und sicherste Grundlage für eine Bodenkartierung; sie muß jedoch zuerst zu einer lithologischen Karte umgearbeitet werden, ohne das geologische Bild zu obliterieren. Dieses Kartenbild könnte man eine Untergrundskarte nennen, und gerade so wie die Natur den Oberboden aus der Gesteinsgrundlage schafft, muß der Pedologe das Bild der Bodenarten auf die litho-geologische Unterlage auftragen und diese — so weit es möglich ist — durchschimmern lassen.

Herr G. M. Murgoci beruft sich auf die Karte des Baragan, welche sich in seiner rumänisch erschiene Publikation „Raport asupra cercetărilor agrogeologice din 1906“ befindet. Derartige Übersichtskarten auf klimatologischer Grundlage geben nationalökonomisch wichtige Anhaltspunkte. Er möchte folgendes berücksichtigt sehen: Orographie Hydrographie, Bodenzonen im Zusammenhang mit Wald und Kultur. Freilich kommt hierbei viel in den Text und in die Tabellen.

Herr L. v. Lóczy betrachtet die Agrogeologie als einen speziellen Zweig der Geologie. Agrogeologische Aufnahmen können nicht anders bewertet werden, als die montangeologischen. Die von Herrn Paikert erwähnten hydrographischen Verhältnisse, welche in die amerikanischen Karten eingetragen sind, stehen ja eigentlich auch mit der Geologie in Zusammenhang (Londoner und Pariser Grundwasserkarten). Er will agrogeologische und geologische Aufnahmen nicht getrennt wissen. Geologische Institute sind nie zu

rein wissenschaftlichen Zwecken gegründet worden, sondern zum allgemeinen Wohle; hier dürfen keine rein theoretischen Wissenschaften betrieben, keine ausschließlich theoretische Neurungen eingeführt werden. Das ist Aufgabe der Universitäten, Akademien, Gesellschaften und Amateure. — Es muß 1. jedes Land möglichst den praktischen Anforderungen entsprechend dargestellt, Schichtenfolge, Bergorte, Steinbrüche, Sandgruben, selbst der Verlauf der Erzgänge in großen Zügen berücksichtigt werden; 2. muß die Karte dem Einzelnen dienlich sein, sie muß daher publiziert werden. Der Maßstab ist einstweilen gleichgültig. In Asien ist ja 1:500000 noch Spezialkarte. In Europa spricht man von Aufnahmen im Katastralmaßstab, doch werden solche nur auf spezielle Wünsche angefertigt. Einstweilen sollten alle Länder Übersichtskarten in beliebigen Maßstäben verfertigen und sind vielleicht nicht einmal die hydrographischen Verhältnisse zu berücksichtigen, weil das an vielen Stellen sehr schwer ist.

Herr P. Treitz bemerkt, daß über den verschiedensten Bildungen derselbe Oberboden lagern kann, wie z. B. bei Pécs gelber Lehm über Jura, Kreide-Sandsteine und verschiedenste Mergel. Jedenfalls kommt es darauf an, sich den gegebenen Verhältnissen anzupassen. Es gibt kein allgemeines Rezept für wissenschaftliche Arbeiten.

Vorsitzender Herr L. Mrazec resumiert die Diskussion, die namentlich drei Punkte berührt hat: Zweck, Maßstab und Zeichen. Er bemerkt seinerseits, daß die geologischen Anstalten die Aufgabe haben: ein Inventar des Bodens auf wissenschaftlicher Basis herzustellen. Es gibt mehrere Anstalten, wo die Agrogeologie einfach Geologie des Flachlandes ist. Die agrogeologischen Aufnahmen sind von der reinen Geologie nicht zu trennen. Mit Spezialdisziplinen, wie agronomische Chemie usw. befaßt sich z. B. die rumänische geologische Anstalt nur insofern, um sich mit den anderen Wissenschaften verständigen zu können. Weitere Ausführung dieser Probleme steht den agronomischen Anstalten zu. Diese bestimmen was angebaut werden muß, um die größte Rentabilität zu erzielen. Den Maßstab betreffend stimmt Herr Mrazec der Übersichtskarte bei, um ein allgemeines Bild zu geben. Bei agrogeologischen Karten hat dies noch größere Wichtigkeit. Die geologischen Anstalten sind verpflichtet dem eigenen Staate über das Vorhandene Rechenschaft zu geben und dies ist durch Übersichtskarten erreichbar. Als Maßstab eignet sich für Rumänien 1:500,000 am besten. Jedes Land möge den

seinen Verhältnissen entsprechenden Maßstab wählen. Die zu entsendende Kommission wird den Maßstab feststellen, der für die Übersichtskarte Europas geeignet erscheinen wird. Die Zeichen für die Haupttypen der Bodenarten sind so weit wie möglich einheitlich festzustellen. Doch ist eine derartige Übereinkunft wohl nur für Übersichtskarten erreichbar, während sie sich für Spezialkarten weder aufstellen noch decretieren lässt. Die geplante Übersichtsbodenkarte von Europa wird das einheitliche Verfahren am sichersten einführen.

Schluß der Sitzung 12 $\frac{3}{4}$ <sup>h</sup>

### Sechste Fachsitzung

am 17. April 1909, nachmittags 2 $\frac{1}{2}$ <sup>h</sup> im Vortragssaale der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt.

Vorsitzende: die Herren J. Hibsch und K. O. Björlykke.

Herr K. Emszt hält seinen Vortrag: „*Methoden der chemischen Bodenanalyse*“.

Herr A. v. Sigmond hält seinen Vortrag: „*Über die Bedeutung der chemischen Bodenanalyse im Gebiete agrageologischer Forschungen und der Bodenkartierung*“.

Herr L. v. Széll führt aus, daß für den Landwirt das Interesse hat, was er aus dem Boden herausbringen kann. Nach den Bodenbestandteilen fragt er nicht. Der zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses bisher eingeschlagene Weg ist nicht entsprechend. Bisher hat man den Feinboden zur Analyse genommen. Da bei gleicher geologischer Lage und Zusammensetzung jener Boden fruchtbarer ist, bei dem der Oberflächeninhalt der Bodenpartikel größer ist, da ferner die kolloiden Bestandteile, die bei der Aufnahme der Nährstoffe eine so wichtige Rolle spielen, an der Oberfläche der einzelnen Partikel haften, so wird es sich ergeben, daß wir nicht die größeren, sondern die kleineren Teilchen, jedoch nicht abgeschlümmt, sondern gesiebt untersucht werden müssen. Solche Analysen, mit Kulturversuchen kontrolliert, zeigten eine gute Übereinstimmung. Als Lösungsmittel empfiehlt sich 2%-ige Zitronensäure percursorartig, bei einer Temperatur, welche der mittleren Jahrestemperatur entspricht. Was sich hiebei löst, wird eingedampft, mit Salz- und Salpetersäure gelöst und in gewohnter Weise oxydiert. Verschiedene Siebprodukte nach dieser Methode untersucht liefern je nach dem

Feinheitsgrad verschiedene Mengenverhältnisse von *K*, Phosphor, *Ca* und *N*. Ernährungsversuche wurden an Sandböden mit Weinkultur durchgeführt. In einem Falle ergab die Analyse der Pflanze ein Minimum an *K* und *P*; der Boden war arm an  $\text{CaCO}_3$ . Es wurde *K* in Form von Asche und wenig Superphosphat gegeben, nach 2 Jahren wenig *K* und viel *P*, wodurch ein großartiger Erfolg erzielt wurde (180 hl Wein auf 1 ha Sandboden). Es ist eine längst bekannte Tatsache, daß bei Mangel an  $\text{CaCO}_3$  kein Resultat erzielt wird, wenn die Nährstoffe auch in Fülle vorhanden sind. Schon Böttcher und Kerner machten die Beobachtung, daß Knochenmehl viel schlechter wirkt, wenn kein  $\text{CaCO}_3$  im Boden vorhanden ist.

Herr K. D. Glinka: Alle Methoden der mechanischen Analyse sind mehr oder weniger ungenau und daher wäre es am besten solche Methoden zu wählen, welche weniger Zeit fordern.

Was die Skala der zu trennenden Bodenteile betrifft, wäre es wünschenswert auf die Skala von Atterberg aufmerksam zu machen.

Die chemischen Analysen sollen so organisiert sein, daß sie am deutlichsten den Charakter des bodenbildenden Prozesses erklären. Sehr wichtige Resultate geben die Wasserauszüge, welche für jeden Bodentypus die charakteristischen Merkmale zeigen. Im Wasserauszug muß man die Azidität oder Alkalizität der Böden, die Summe der organischen und Mineralstoffe, die leichtlöslichen Salze, wie Sulfate, Chloride u. s. w., den Grad der Löslichkeit und Oxydierung der Humusstoffe bestimmen. Solche Auszüge haben auch eine praktische Bedeutung. Für die russischen braunen Halbwüstenböden hat man gezeigt (Skalow. Kossowitsch), daß die Alkalizität von 0.05%, als 2 ( $\text{HCO}_3$ ) bestimmt, und das Vorhandensein von 0.01% Cl schon giftig für den Weizen ist.

Für wissenschaftliche Zwecke muß man Analysen aus allen Bodenschichten haben.

Es wäre sehr wünschenswert die Methoden der trockenen Trennung der Feinerde des Bodens zu bearbeiten. Die chemische Untersuchung der Feinerde wird, wie es scheint, mehr scharfe und bestimmte Daten über die speziellen Eigenschaften jedes Bodentypuses geben, denn zwischen den Feinteilchen des Bodens sind die sekundären Verbindungen, die durch den bodenbildenden Prozeß entstanden sind, am meisten konzentriert.



Die mikroskopische Untersuchung der Böden ist sehr wichtig, aber bis jetzt können wir mit mehr oder weniger Sicherheit nur verhältnismäßig grobe Teile des Bodens mikroskopisch untersuchen. Die Feinerde unterliegt noch nicht der exakten mikroskopischen Untersuchung. Vielleicht wird uns die ausgearbeitete Methode der Ultramikroskopie die Möglichkeit geben, die Feinerde des Bodens zu studieren.

Die Methoden der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften des Bodens sind sehr ungenau. In den meisten Fällen sind die physikalischen Untersuchungen nicht für die Böden, wie sie sich in der Natur vorfinden, festgestellt worden, sondern für Bodempulver, was nicht ein und dasselbe ist.

Es wäre wünschenswert besondere Versuchsstationen in der Natur für jede Bodenzone zu haben, um das Verhalten der verschiedenen Böden zu Luft, Wärme und Wasser und überhaupt das Leben des Bodens zu beobachten. Die meteorologischen Beobachtungen der Bodenwärme sind für den Pedologen ungenügend, denn diejenige Tiefe, wo der Meteorolog seine Thermometer stellt, sind für den Pedologen mehr oder weniger zufällig.

Herr F. Cornu schlägt vor, man möge zunächst über die Temperatur beraten und sich über eine ganz genaue Temperatur einigen, wobei auch der Luftdruck anzugeben ist. Die Ausdrucksweise der Zusammensetzung der Auszüge, wie sie v. Th an vorgeschlagen hat, ist für Mineralwasser und überhaupt für dissoziierte Kristalloide sehr wohl anwendbar, nicht aber für Kolloide. Wir wissen, daß die Nährstoffe an verschiedene Gele gebunden sind, es muß daher das Selektivvermögen der einzelnen Gele: Opal-, Tonerdesilikat-, Humussäure-, Eisenhydrat-, Manganhydratgel, untersucht werden. Bei der Feststellung des Absorptionsvermögens ist auch die Feinheit der Teilchen von großer Wichtigkeit und deshalb zu berücksichtigen, da je kleiner die Teilchen sind, umso größer der Oberflächeninhalt und mit ihm die Absorptionsfähigkeit ist. 1 mm<sup>3</sup> kolloidale Goldlösung hat einen Oberflächeninhalt von 50 km<sup>2</sup>; bei den ionisierten ist dies noch viel bedeutender. Man muß also 1. die Temperatur feststellen, mit Angabe des Luftdruckes, 2. den wasserlöslichen Auszug bestimmen, 3. die selektive Absorption für die verschiedenen kolloidalen Stoffe und die Absorption für die Teilchengröße.

Herr F. Schuch t meldet, daß Arbeiten von den Herren A. Atterberg-Kalmar und E. Hilgard-Berkeley eingelangt

sind, die der Konferenz während der Alfvödexkursion vorgelegt werden sollen.

Herr W. Koehne betont, daß auch mit der mineralogisch-mikroskopischen Bodenanalyse sehr häufig praktische Resultate erzielt werden können, da sie insbesondere den Landwirt davor zu bewahren vermag, die Resultate eines Versuchsfeldes auf ganz anders geartete Böden übertragen zu wollen.

Herr F. Cornu wiederholt die Notwendigkeit der Untersuchung der verschiedenen Kolloide und ersucht die Fachgenossen auch in dieser Richtung arbeiten zu wollen, woraus er neue Methoden und reiche Resultate erhofft.

Herr P. Treitz sieht den größten Mangel darin, daß der Boden bisher nicht so beschrieben und bezeichnet werden kann, daß jeder Bodenkundige ihn nach der Beschreibung erkennen und mit den seinigen vergleichen könnte. In erster Reihe wären die Bodentypen, wenn auch nicht für den Landwirt, so doch wenigstens für den Fachmann klar und einheitlich zu charakterisieren. Jeder Bodentypus müßte einen so klaren Begriff darstellen, wie z. B. der Granit in der Petrographie.

Herr G. M. Murgoci entgegnet, daß einige Klassifikationen schon bestehen. Sibirzews Ausführungen, die Herr Glinka übernommen hat, bestimmen bereits gewisse Typen. Die Charakterisierung muß möglichst vielseitig sein und darf sich nicht bloß auf den Oberboden beschränken, wie das gestern auch Herr Glinka hervorgehoben hat.

Herr F. Cornu betont, daß die Untersuchung bei jedem Gestein von frischem Zustand bis zur vollständigen Verwitterung, bis zum Oberboden verfolgt werden müßte.

Herr A. v. 'Sigmund sagt nicht, daß Ione im Boden vorhanden sind, sondern daß die Bestandteile als Metalle und Säurereste besser vergleichbar sind wie als Oxyde und Säureanhydride.— Der Entsendung einer Kommission schließt auch er sich an.

Herr F. Cornu meint, daß neben der neuen auch die alte Ausdrucksweise angewendet werden sollte.

Herr A. v. 'Sigmund erklärt sich damit einverstanden, und hat die alte Ausdrucksweise nur wegen Zeit- und Raumersparniß nicht in den Tabellen aufgenommen und auch nicht näher besprochen.

Vorsitzender Herr J. Hibsch berichtet, daß ein Vorschlag an ihn gelangt sei, der die Aufschiebung der weiteren Diskussionen auf die Schlußsitzung am 23. d. M., eventuell auf einen geeigneten

Zeitpunkt der Alföldexkursion beantragt, welcher Vorschlag einstimmig angenommen wird.

Schluß der Sitzung 5 $\frac{1}{2}$  h.

## Siebente Fachsitzung

am 21. April 1909 abends 6<sup>h</sup> im Rathaussaale der kgl. Freistadt Arad.

Vorsitzende: die Herren K. Gorjanović-Kramberger und E. Leplae.

Herr H. Újj hält seinen Vortrag: „*Die Bodenbeschaffenheit des Köröser Inundationsgebietes.*“

Herr D. v. Dicenty hält seinen Vortrag: „*Ampelologische Kartierung.*“

Herr P. Treitz hält seinen Vortrag: „*Der physiologische Kalkgehalt der Böden.*“

Herr G. M. Murgoci führt aus, daß die rumänische Übersichtskarte schöne Resultate gibt. Rumänien ist ein Weizenland; die Weizen sind von Prof. Dr. Zaharia genau analysiert worden (6000—7000 Analysen während 6 Jahren). Aus diesen Analysen hat Zaharia die folgende empirische Formel für die Güte des Weizens festgestellt: spezifisches Gewicht + 2  $\times$  Glutengehalt, und auf Grund dieser Formel eine spezielle Weizenkarte hergestellt, die mit der Bodenkarte übereinstimmt. Der beste Weizen wächst in der östlichen Moldau und in der Wallachei auf Tschernosjom und kastanienbraunem Boden, ein schwächerer auf Waldboden und der schlechteste auf Podsol, so daß der Weizenbestand mit den Bodenzonen schön übereinstimmt. Ein weiteres Beispiel ist die Weinkultur, welche in Rumänien in die Zone der Braun- und Roterde fällt. Die berühmten ungarischen Weine wachsen ebenfalls auf roter oder brauner Erde, welche bei Tokaj, Pécs usw. Nyirok genannt wird. Es ist dem Sprecher unbekannt ob auch in Frankreich usw. die Weinkultur an ähnliche Bodenarten gebunden ist. Auch der Tabak ist in Rumänien auf gewisse Bodenregionen beschränkt. Dr. Popovici hat viele Analysen ausgeführt, um die für den Tabakbau geeigneten Bodenarten festzustellen; alle diese weisen auf die rötliche Braunerde der Eichenwaldregion.

Herr B. v. Inkey bemerkt, daß gerade heute solche Vorträge gehalten wurden, in welchem spezielle Anforderungen von praktischen Gesichtspunkten an die Karte gestellt wurden. Wir haben

heute Karten gesehen, welche gewissen Zwecken gerecht werden, doch erscheint die Aufgabe der Agrogeologie auf diese Art noch nicht gelöst. Herr von Inkey spricht als Wunsch aus, die Anwesenden wollen dahin wirken, daß nach einheitlichem Verfahren vor allem eine Übersichtskarte mit geologischer Grundlage hergestellt werden möge. Es handelt sich hierbei ja nur um eine Umgestaltung der in den meisten Ländern schon vorhandenen geologischen Übersichtskarten. Der hierbei zu wählende Maßstab ist von vielen Umständen abhängig; in Ungarn scheint 1:200,000 am geeignetsten zu sein, im allgemeinen wäre der Maßstab zwischen 1:100,000—1:500,000 zu wählen. Gleichzeitig sollten innerhalb der grösseren homogenen Gebiete ganz detaillirte Aufnahmen einzelner Güter im Katastralmaßstab 1:10,000 hergestellt und der praktischen Verwertung zugeführt werden. Bei diesen Spezialuntersuchungen treffen die Arbeitsfelder verschiedener Wissenschaften zusammen, so daß derartige kleinere Gebiete zur Errichtung von Versuchsstationen besonders geeignet wären, welche die klimatologischen, meteorologischen, botanischen usw. Verhältnisse mit in Betracht ziehen müßten, denn eine rein geologische Betrachtung reicht nicht hin.

*Vorsitzender* Herr Gorjanović-Kramberger unterbricht die Diskussion, da von der heutigen Tagesordnung abweichend auf das Gebiet der Kartierung übergangen wurde.

Herr Fritz Schucht unterbreitet die Abhandlung Herrn Albert Atterbergs betitelt: „*Die Bestandteile der Mineralböden; die Analyse, Klassifikation und Haupteigenschaften der tonartigen Böden*“, sowie die Abhandlung Herrn E. W. Hilgards: „*Methoden der chemischen Bodenanalysen*“.

Aus einem von Professor E. W. Hilgard an Professor v. Lócy gerichteten Schreiben entnehmen wir die Ansicht des erfahrenen Bodenforschers über die Frage der Klassifizierung, und können nicht umhin dieselbe hier in des Schreibers eigenen Worten folgen zu lassen.

„There are so many points of view from which soils can and must be considered, that to put them on any procrustean bed upon which they are to be forcibly arranged, will only end in failure so far as any international agreement is concerned. Take, for instance, the late classification given by Ramann in his excellent book on soils. It would be quite impossible for me to put under his classes or under the thirteen made by Sibirtzeff, a very large proportion of the soils e. g. of California. The peculiar conditions of every diffe-

rent region will largely impress themselves upon the observer and will incline him to adopt the classification of that region.

I have had such wide experience of soil investigation, both in the regions of abundant rainfall and in the arid zones, that the best conclusion, I have come to in regard to the general classification is the enumeration of the different points of view from which soils can be considered, as shown in chapter. I of my book. The old genetic classification into residual or sedentary, colluvial and alluvial soils is indispensable; but under each of these three natural divisions nearly every one of the soil classes mentioned by Ramann and Sibirtzeff will be found included. The practical farmer will always subdivide his lands into heavy and light ones, or into clay, loam and sandy soils, and under *each* of these, again, most of the soil classes mentioned by investigators will be found. Our United States Soil Survey, or rather its head, Whitney, has made a procrustean bed upon which soils of certain and sometimes uncertain physical composition are arranged under many hundreds of local names, about the most absurd, impractical classification yet invented. Then again, locally certain distinctions which are not of general importance become very vital, often practically based simply upon the color of the land, such as black, red, gray or white, all of which in particular districts means enormous differences in cultural value. Again, under the extremely natural and necessary subdivision of arid and humid soils, every imaginable soil of chemical and physical composition are necessarily subsumed. Curiously enough the two fundamental important and worldwide subdivisions of soils into arid and humid have been until recently entirely disregarded, and even such a good observer as Wohltmann mentions the arid class of soils as sub-tropical, whereas from the chemical standpoint at least, these two classes stand as exactly opposite and divergent products of soil formation. For, while the arid soil have been exempt from or only slightly subject to leaching by water, the tropical soils on the contrary are being subjected in the highest degree to continuous leaching processes and as a result their plant food content is usually so small that in the arid region we would not attempt to cultivate them at all.

Considering all these things and points of view. I think that an intelligent diversification rather than a uniform classification is what your conference should determine upon. A verbal description of soils in order to be satisfactory should always be accompanied

by a full description of their mode of occurrence, and especially of all their natural vegetation which they especially tend to promote; and of course, their cultural qualities and adaptation to crops. Neither the physical, nor the chemical, nor the genetic, nor any other *single* standpoint will suffice for the proper definition of so complex a material as the soil, which instead of being an inert mass is really and embraces within itself *a chemico-physical and biological laboratory in constant activity*. In such a matter as this, surely it is necessary that the broadest view and at the same time the most detailed investigation of each single point of view should be included in the definition. It is for these reasons that I have in the volume in question abstained from even attempting any tabular soil classification.

Greatly regretting my inability to be present at your interesting conference, but hoping that what I have written may serve in a measure as a basis for fruitful discussion, I am,

Most respectfully yours  
E. W. Hilgard.

Herr F. Wahnschaffe schlägt folgende Resolution vor:

„Die erste internationale agrogeologische Konferenz beauftragt den Herrn Direktor Professor L. v. Lóczy an die in Frage kommenden Minister der verschiedenen Staaten, denen die geologisch-agronomische Kartenaufnahme unterstellt ist, nachstehendes Schreiben zu richten:

Ew. Exzellenz beehre ich mich im Auftrage der ersten agrogeologischen Konferenz, die auf Einladung der königlich ungarischen Geologischen Reichsanstalt in Budapest im April d. J. getagt hat, den Bericht dieser Verhandlungen zu übersenden.

In Anbetracht der großen Wichtigkeit dieser Beratungen, die eine internationale Vereinbarung der Methoden der geologisch-agronomischen Kartierung, sowie der Untersuchung des Bodens im Felde und im Laboratorium bezweckten und dadurch den Interessen der praktischen Landwirtschaft dienen, bittet die Konferenz Ew. Exzellenz, diese Bestrebungen dadurch zu fördern, daß Ew. Exzellenz die Mittel für die Entsendung von Vertretern zu einer vorläufig im nächsten Jahre 1910 in Stockholm im Anschluß an den internationalen Geologenkongreß in Aussicht genomme zweite agrogeologische Konferenz gütigst bereitstellen wollen“.

Herr F. Wahnschaffe betont, daß er hiermit die An-

gelegenheit der Agrogeologie nicht ständig an den Geologenkongreß binden, sondern für diesmal bloß die Gelegenheit benützen möchte, wie es z. B. die Glaziologen, Petrographen usw. getan haben, da am Geologenkongreß viele Fachleute versammelt sein werden und es erwünscht sei, die angeregten Fragen baldmöglichst weiter zu verhandeln.

Herr E. Ramann beantragt die Betonung dessen, daß die agrogeologischen Konferenzen in Zukunft nicht alljährlich, sondern alle 4—5 Jahre je nach Bedarf stattfinden werden.

Herr G. M. Murgoci wünscht die nominelle Bestimmung der zu entsendeten Fachleute.

Herr L. v. Lóczy findet es prekär den Regierungen die Personen sozusagen vorzuschreiben; es können höchstens Einladungen erfolgen.

Herr L. Mrazec schließt sich der Ansicht Herrn v. Lóczy an.

Herr P. Treitz meint, daß es doch angezeigt wäre, den Regierungen die Namen jener bekannt zu geben, die sich mit Agrogeologie befassen und in die von der jetzt tagenden Konferenz zu entsendenden internationalen Kommission gewählt wurden.

Herr F. Wahnschaffe findet, daß vielleicht vorgeschlagen werden könnte, wer zu entsenden sei.

*Vorsitzender* Herr K. Gorjanović-Kramberger proponiert die Abstimmung hierüber auf die Schlußsitzung zu verschieben und die endgültige Stilisierung des Vorschlages den Herren v. Lóczy, Ramann und Wahnschaffe zu überlassen.

Herr B. Inkey wiederholt seine vorher getane Proposition, wonach vor allem Übersichtskarten mit Zusammenziehung der homogenen Boden in Distrikte herzustellen und in jedem Distrikt ein kleineres typisches Gebiet ganz detailliert aufgenommen und mit Versuchstationen versehen werden sollte.

Herr L. Mrazec glaubt, daß es sich schon in der vorhergehenden Fachsitzung gezeigt habe, daß diesbezüglich die Konferenzmitglieder übereinstimmender Meinung sind.

Herr L. v. Lóczy bemerkt, daß in Ungarn und Rumänien der Staat einzelnen verlässlichen Besitzern ein Gut überläßt zum Zwecke einer Bauernmusterwirtschaft. Diese Grundstücke wären besonders geeignet zur Ausführung der durch Herrn v. Inkey vorgeschlagenen Detailaufnahmen. Auf diesen eventuell auch mehrere hundert Joch umfassenden Bauernmusterwirtschaften könnten auch die Versuchstationen mit Heranziehung der verwandten Wissens-

zweige etabliert werden, was auch den Regierungen willkommen sein und die ganze Angelegenheit der Agrogeologie in richtige Bahnen lenken dürfte.

Herr G. M. Murgoci bemerkt, daß in Rumänien bereits dreierlei Karten nach seinen Methoden angefertigt wurden Übersichtskarten, Spezialkarten und ganz detailirte Studien, und daß auf einzelnen typischen Bodengebieten Staatsdomänen errichtet werden. Auch Herr Murgoci sieht hierin die günstigste Lösung der Anfertigung von Übersichtskarten und Monographien.

Herr L. v. Lóczy konstatiert die völlige Übereinstimmung; der Unterschied ist nur der, daß in Rumänien Staatsdomänen, in Ungarn dagegen Privatbesitze als Grundlage der Detailforschung dienen würden.

*Vorsitzender* Herr K. Gorjanović-Kramberger beantragt die Beschlußfassung für die Schlußsitzung zu belassen und sagt der Stadt Arad für die freundliche Aufnahme der Konferenz wärmsten Dank.

Schluß der Sitzung 8 $\frac{1}{2}$  h.

## Schlusssitzung

am 23. April 1909 vormittags 9<sup>h</sup> im Vortragssaale der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt.

*Vorsitzende:* die Herren L. v. Lóczy, K. Miklaszevsky und Fr. Schucht.

Von seiten des kgl. ungar. Ackerbauministeriums erschien Herr Ministerialrat Koloman v. Forster.

*Vorsitzender* Herr L. v. Lóczy eröffnet die Schlußsitzung mit folgenden Worten:

Messieurs.

Comme nous sommes arrivés à la fin de notre session permettez-moi, qu'avant la clôture définitive de la première conférence internationale d'agrogéologie je vous adresse encore quelques mots en allemand, langue qui pendant ces dix jours nous a servi de moyen principal d'entretien.

Meine Herren!

Am Ende unserer Tagungen angelangt, glaube ich mit Freude und Genugtuung konstatieren zu können, daß die erste internationale agrogeologische Konferenz gelungen ist.





**Bulgarien :**

4. G. Bontschew . . . . . *Sofia.*

**Dänemark :**

5. V. Madsen . . . . . *Kopenhagen.*  
 6. S. Müller . . . . . „  
 7. K. Rørdam . . . . . „

**Deutschland \*) :**

8. E. Ramann . . . . . *München.*  
 9. F. Wahnschaffe. . . . . *Berlin.*

**England :**

10. A. D. Hall . . . . . *Harpenden.*  
 11. J. A. Voelcker . . . . . *London.*

**Finnland :**

12. A. Rindell . . . . . *Helsingfors.*  
 13. J. J. Sederholm . . . . . „

**Frankreich :**

14. A. Carnot . . . . . *Paris.*  
 15. A. Delage . . . . . *Montpellier.*  
 16. C. V. Garola . . . . . *Chartres.*  
 17. L. Gentil . . . . . *Paris.*  
 18. N. Lagatu . . . . . *Montpellier.*  
 19. M. A. Pagnoul . . . . . *Arras.*

**Holland :**

20. I. van Baren . . . . . *Wageningen.*  
 21. J. F. van Bemmelen . . . . . *Delft.*

**Italien :**

22. N. Appiani . . . . . *Perugia.*  
 23. P. E. Vinassa de Regny . . . . . „

**Japan :**

24. K. Inouye . . . . . *Tokyo.*

**Mexico :**

25. J. G. Aguilera . . . . . *Mexico.*

**Neu-Zeeland :**

26. J. M. Bell . . . . . *Wellington.*

---

\*) Die Ergänzung der Liste der deutschen Commissionsmitglieder wurde von den Herren Wahnschaffe und Ramann übernommen.

**Norwegen :**

27. K. O. Björlykke . . . . . *Aas.*  
 28. H. H. Reusch . . . . . *Kristiania.*

**Oesterreich :**

29. F. Cornu . . . . . *Leoben.*  
 30. J. Hibschi . . . . . *Tetschen-Liebwerda.*  
 31. J. Kopecky . . . . . *Prag.*  
 32. Fr. Kossmat . . . . . *Wien.*  
 33. K. Miczynski . . . . . *Dublany.*  
 34. A. Rosival . . . . . *Wien.*  
 35. J. Stoklasa . . . . . *Prag.*

**Portugal :**

36. P. Choffat . . . . . *Lissabon.*

**Rumänien :**

37. L. Mrazec . . . . . *Bukarest.*  
 38. G. M. Murgoci . . . . . „  
 39. N. Zaharia . . . . . „

**Russland :**

40. K. D. Glinka . . . . . *Novaja-Alexandria.*  
 41. P. Kossovits . . . . . *St. Petersburg.*  
 42. A. Kurilov . . . . . *Jekaterinoslav.*  
 43. A. J. Nabokich . . . . . *Odessa.*  
 44. P. V. Ototzkij . . . . . *St. Petersburg.*  
 45. N. K. Vyssockij . . . . . „

**Ungarn :**

46. K. Emszt . . . . . *Budapest.*  
 47. B. v. Inkey . . . . . *Taródháza.*  
 48. A. v. 'Sigmond . . . . . *Budapest.*  
 49. P. Treitz . . . . . „

**Für Kroatien und Slavonien :**

50. C. Gorjanović-Kramberger . . . . . *Zagreb.*  
 51. F. Šandor . . . . . *Zagreb.*

**Serbien :**

52. Radovanović . . . . . *Belgrad.*

**Schweden :**

53. I. G. Anderson . . . . . *Stockholm.*  
 54. A. Atterberg . . . . . *Kalmar.*

**Schweiz :**

55. J. Früh . . . . . *Zürich.*

### Vereinigte Staaten v. Amerika:

56. E. W. Hilgard . . . . . *Berkeley. (Cal.)*  
 57. F. A. Jaggar . . . . . *Boston (Mass.)*  
 58. R. Loughridge . . . . . *Berkeley. (Cal.)*  
 59. N. Whitney . . . . . *Washington.*

Herr F. Wahnschaffe verliest seinen endgiltig formulierten Vorschlag:

„Die erste internationale agrogeologische Konfererenz beauftragt den Herrn Direktor Professor L. v. Lóczy an die in Frage kommenden Minister der verschiedenen Staaten, denen die geologisch-agronomische Kartenaufnahme unterstellt ist, nachstehendes Schreiben zu richten:

Ew. Exzellenz beehre ich mich im Auftrage der ersten agrogeologischen Konferenz, die auf Einladung der königlich ungarischen Geologischen Reichsanstalt in Budapest im April d. J. getagt hat, den Bericht dieser Verhandlungen zu übersenden.

In Anbetracht der großen Wichtigkeit dieser Beratungen, die eine internationale Vereinbarung der Methoden der geologisch-agronomischen Kartierung, sowie der Untersuchung des Bodens im Felde und im Laboratorium bezweckten und dadurch den Interessen der praktischen Land- und Forstwirtschaft und dem Weinbau dienen, bittet die Konferenz Ew. Exzellenz, diese Bestrebungen dadurch zu fördern, daß Ew. Exzellenz die Mittel für die Entsendung von Vertretern zu einer vorläufig im nächsten Jahre 1910 in Stockholm im Anschluß an den internationalen Geologenkongreß in Aussicht genommene zweite agrogeologische Konferenz gütigst bereitstellen wollen.

Diese Konferenzen sollen dann in Zukunft alle 4--5 Jahre je nach Bedarf stattfinden. Von der ersten Konferenz ist eine aus folgenden Herren bestehende Kommission erwählt worden und wir sprechen den Wunsch aus, Ew. Exzellenz wolle bei der Entsendung diese Herren berücksichtigen.“

Die Konferenz nimmt diesen Vorschlag als Resolution an.

Herr P. Treitz verliest das Arbeitsprogramm der internationalen agrogeologischen Kommission wie folgt:

„Die internationale Konferenz erachtet es für notwendig, daß alle Arbeiten die von allgemeinem Interesse für die Bodenkunde sind, in einer Reihe von zwanglosen Publikationen zusammengefaßt erscheinen sollen. Die Ausgabe dieser ausgewählten schon geschriebenen, und in der Zukunft zu erscheinenden Arbeiten

könnten als „*Memoiren des Agrogeologischen Komitees*“ erfolgen. Die Herausgabe einer Sammlung von wichtigen bodenkundlichen Werken hat für die Wissenschaft im allgemeinen, für die Land- und Forstwirtschaft, sowie für den Weinbau im besonderen große Bedeutung und praktischen Wert. In Anbetracht der großen praktischen Bedeutung hoffen wir, daß kein Staat, in welchem Land- oder Forstwirtschaft eine wichtige Rolle spielen, sich vor der Beisteuer zur Ermöglichung dieser Publikationen verschließen wird.

Wenn jeder Staat vorläufig 500 M zuzahlt, so sind das, 18 Staaten gerechnet 9000 M, womit die Herausgabe im ersten Jahre gesichert ist.

Zur Zeit sind viele Arbeiten in solchen Sprachen publiziert, welche wenig zugänglich sind (russisch, schwedisch, norwegisch, rumänisch u. s. w.). Alle diese sollen übersetzt und in drei Sprachen deutsch, englisch, französisch veröffentlicht werden.

Von den 9000 M wären zu zahlen: Übersetzung, Honorare, Drucksorten u. s. w.

Zur Leitung der Ausgabe der Memoiren soll ein Schriftleiter gewählt werden, der Fachmann, doch kein Staatsbeamter ist, seine ganze Zeit dieser Frage aus Liebe zur Sache widmen kann und welcher auch der englischen, deutschen und französischen Sprache mächtig ist.

Wir denken Herrn Béla v. Inkey als Schriftleiter vorschlagen zu können.

Alle Arbeiten sollen von einem engeren Komitee ausgewählt werden, in welchem jede Spezialfrage durch einen Spezialisten vertreten ist.

Den ersten Band der Memoiren sollen die *Berichte der I. internationalen agrogeologischen Konferenz bilden.*

2. Die Konferenz erachtet es für notwendig, daß bei dem *internationalen Geologenkongresse zu Stockholm eine agrogeologische Sektion gebildet werde.*

Für das Jahr 1909/1910 werden folgende Fragen als die wichtigsten zur Bearbeitung vorgeschlagen und das Resultat der Arbeiten der Abteilung des Kongresses unterbreitet:

a) Vereinigung über die Darstellung einer internationalen agrogeologischen Übersichtskarte.

b) Klassifikation und Nomenklatur der Bodenarten.

c) Methoden zur Bestimmung der Bodentypen für die Übersichtskarte.

d) Methoden zur Bestimmung der kolloidalen Stoffe im Boden.

e) Biologie des Bodens.

f) Hydrologie des Bodens.

Als von allgemeinem Interesse sind besonders die Arbeiten der russischen Agrogeologen in Betracht zu ziehen“.

Allgemeine Zustimmung.

Herr F. Wahnschaffe ersucht Herrn Direktor L. v. Lóczy mit dem Exekutivkomitee der XI. Session des internationalen Geologenkongresses behufs Aufstellung einer agrogeologischen Sektion in Verbindung zu treten.

Herr B. v. Inkey dankt für das ihm entgegengebrachte Vertrauen und erklärte sich bereit dem ehrenden Auftrag Folge zu leisten.

Herr R. d'Andrimont: Es soll erforscht werden, wie das Wasser im kapillären, superfiziellen und Dampfzustande durch die verschiedenen Bodentypen (als Oberkrume und Untergrund) zirkuliert. Diese Frage wäre speziell von dem Gesichtspunkte aus zu behandeln, auf welche Weise das Wasser als Träger der gelösten festen und gasartigen Pflanzennährstoffe fungiert. Zu diesem Zwecke müssen über das Verhältnis des Niederschlages zur wieder verdunstenden, abfließenden, beziehungsweise einsickernden Wassermenge Beobachtungen gemacht werden.

Die Faktoren, welche diese Verhältnisse beeinflussen und besonders zu erörtern sind, wären die nachstehenden:

a) Physische (Volum und Form der Bodenbestandteile) und mineralogische Eigenschaften der Oberkrume und des Untergrundes.

b) Verhältnis der präexistierenden Wassermenge in der Oberkrume, bez. im Untergrund.

c) Hygrometrischer Zustand der Atmosphäre und der in den Poren der Oberkrume und des Untergrundes enthaltenen Bodenluft.

d) Temperatur der Atmosphäre, der Oberkrume und des Untergrundes.

e) Herrschende Winde.

f) Neigung des Bodens.

g) Vegetation.

Es wäre eine Gesetzmäßigkeit festzustellen hinsichtlich der oberflächlich und kapillär abfließenden Wassermenge; im besonderen die verschiedene Zirkulationsgeschwindigkeit des Wassers im

kapillären, oberflächlichen und gasförmigen Zustände, im Zusammenhange mit obigen (a—g) Faktoren.

Solche Untersuchungen wären durchzuführen, um zu ermitteln:

1. Wie und in welchen Verhältnissen das Wasser in der Oberkrume und im Untergrund vorhanden ist; wie und in welchem Verhältnisse das Wasser der Atmosphäre zurückerstattet wird (I-te, s. g. Periode des Austausches = période des échanges).

2. Wie rasch das Wasser, nach völliger Absorption im Untergrunde, dem ersten freien Niveau zugeführt wird (II-te, s. g. Periode des Durchsickerns = période de descente).

3. Auf welche Weise das Wasser in den freien wasserführenden Niveaus zirkuliert. (III-te, s. g. Periode der kapillären Zirkulation = période de circulation capillaire).

4. Unter welchen Verhältnissen das Wasser eines freien Niveaus zur Pflanzenernährung beiträgt, (wobei die drei Perioden nicht mehr von einander zu trennen sind).

Aus den Untersuchungen über die Zirkulation des Wassers wäre abzuleiten, wie und in welchen Regionen der Oberkrume und des Untergrundes Lösungen und abermalige Niederschläge stattfinden.

Vorsitzender Herr L. v. Lóczy begrüßt den interessanten Vorschlag. Diese Frage wurde derart zusammenfassend bisher noch nicht behandelt, obzwar sich in dieser Richtung schon J. Kopecký befaßt hat.

Herr P. Treitz bemerkt, daß sich J. Újj schon 1901, also vor Kopecký mit dieser Frage u. z. auf Grund der Katasteraufnahmen beschäftigt hat.

Herr E. Leplae schließt sich dem d'Andrimont'schen Vorschlag an.

(Sr. Exzellenz der kgl. ungar. Ackerbauminister Herr Ignaz v. Darányi beehrt die Schlußsitzung mit seinem Erscheinen.)

Vorsitzender Herr L. v. Lóczy erinnert daran, daß für den Geologen das Wasser immer von hohem Interesse war. Es ist sehr logisch, daß auch die Agrogeologie das Wasser in allen seinen Erscheinungsformen berücksichtige.

Herrn R. d'Andrimont's Vorschlag wird angenommen.

Herr B. v. Inkey erinnert daran, daß er schon in der in Arad abgehaltenen Sitzung die agrogeologische Kartierung betreffend einen Wunsch geäußert hat, den er jetzt auf allgemeines Verlangen der

Teilnehmer in der Form eines Vorschlages der Konferenz von neuem vorlegt :

„Die in Budapest tagende erste internationale agrogeologische Konferenz hält es für wünschenswert, daß die agrogeologische Kartierung in erster Linie auf Grund der vorhandenen geologischen Karten übersichtsweise durchgeführt und in kleinerem Maßstabe (etwa 1,200.000) herausgegeben werde. Auf den durch diese Untersuchungen als mehr oder weniger homogen zusammengesetzt erkannten Gebieten sollen geeignete Gutskomplexe, welche typische Bodenentwicklung zeigen, ausgesucht und eingehend in großem Maßstab kartiert werden. Diese Spezialaufnahmen sollten die bei der Bodenuntersuchung beteiligten sämtlichen Wissenszweige vereinigen, damit die Resultate der Bodenuntersuchung, durch wissenschaftlich geleitete Kulturversuche kontrolliert und betätigt, der ökonomischen Praxis des betreffenden homogenen Distriktes zu Nutzen gemacht werden können.“

Herr B. v. Inkey glaubt, daß diese Anschauung, die aus der Natur der Bodenuntersuchung hervorgeht, von vielen Seiten Anklang gefunden habe. Die Bodenuntersuchung ist keine einheitliche Wissenschaft, sie liegt an der Grenze vieler Wissenschaften und kann ohne Mitwirkung derselben keine Resultate erzielen. Ein sehr günstiges Terrain für diese Mitwirkung der verwandten Wissenschaften würden die proponierten Musterwirtschaften als ökonomische Einheiten bieten. Dies setzt vor allem eine Übersicht als notwendigen Ausgangspunkt voraus und in jedem homogenen Distrikt könnte dann mit Leichtigkeit eine geeignete typische Stelle auserkoren werden. Staatsdomänen, landwirtschaftliche Lehranstalten und auch intelligente Grundbesitzer könnten dann diese Musterwirtschaften leiten, wodurch alle Länder mit einem Netz von Versuchsstationen überdeckt wären. — Die Übersichtskarte müßte baldmöglichst im Anschluß an die in den meisten Ländern schon vorhandenen geologischen Übersichtskarten fertiggestellt werden, was dann zur agrogeologischen Übersichtskarte von Europa führen könnte. Hierbei wäre es möglich, eventuell auch die klimatischen, Vegetations- usw. Verhältnisse zu berücksichtigen.

Herr F. Wahnschaffe befürwortet Herrn B. v. Inkeys Vorschlag auf das lebhafteste. Die preussischen Staatsdomänen sind zum größten Teil in dieser Weise bereits detailliert im Maßstab 1:10,000 aufgenommen, wobei die Kosten zur Hälfte vom Ministerium zur Hälfte vom Pächter gedeckt wurden. Auch die Großgrund-



besitzer wurden aufgefordert ihre Besitze detailliert aufnehmen zu lassen, was zur Folge hatte, daß ein großer Teil derselben dies auf eigene Kosten bewerkstelligen ließ. Diese Karten haben sich als Grundlage der rationellen Landwirtschaft sehr gut bewährt, denn die Karten 1:25,000 reichen, trotzdem sie sehr gut sind, zur speziellen Bewirtschaftung nicht hin.

Herr E. Ramann erklärt sich als großen Freund des v. Inkeyschen Antrages, schlägt jedoch eine mäßige Abänderung vor. Er ist der Ansicht, daß der Vorschlag in Deutschland der Reichskanzlei, in den anderen Staaten den betreffenden Ministerien unterbreitet werden sollte. In der vollsten Übereinstimmung mit der v. Inkeyschen Proposition schlägt er folgende Formel vor:

„Die agrogeologische Konferenz erklärt hiermit: Die Mindestforderungen, welche für die Bodenkartierung zunächst zu erfüllen sind, sind: 1. schleunige Herstellung von Übersichtskarten unter Berücksichtigung der zonalen Bodentypen; 2. Bearbeitung typischer Bodenarten in Monographien unter Benützung aller Hilfsmittel der Wissenschaft“.

Herr G. M. Murgoci schließt sich der Formel Herrn Ramanns an. Die Bodentypen müssen zonal veranschaulicht werden. Wir können nur dann Schlüsse ziehen, wenn die Nomenklatur einheitlich ist, wenn alle Forscher unter demselben Namen dasselbe verstehen. Der Maßstab wird sich in jedem Lande nach Bedarf richten; 1:200,000 ist in manchen Ländern entsprechend, in Rumänien dagegen wäre 1:4 oder 500,000 geeignet. Für wichtig aus seinen Erfahrungen und nicht zwecklos erachtet Herr Murgoci die Herstellung von kleinen klimatischen Karten im Anschluß an die agrogeologische Übersichtskarte, denn die von den meteorologischen Instituten veröffentlichten klimatischen Karten enthalten nicht immer alldas, was der Agrogeolog benötigt. Ferner sollten auch kleine pflanzen- und tiergeographische Karten gefertigt werden. So wäre der Zusammenhang zwischen Boden, Klima und Pflanzenwelt festzustellen.

Herr R. d'Andrion ist der Meinung, daß in den einzelnen Ländern auf sämtlichen Wissensgebieten alles Einschlägige gesammelt und Herrn v. Inkey als Schriftführer eingesendet werden sollte. Für jedes Fach wäre ein Fachmann zu bestimmen, dem dann Herr v. Inkey jedes eingelaufene, sein Fach betreffende Referat schicken müßte.

Herr E. Ramann glaubt, wenn wir eine Bodenübersichtskarte machen, so ist dies genug, wir dürfen uns nicht zu

viel auf den Hals laden. Wir sollten uns vorläufig mit den ursprünglichen Vorschlägen begnügen. Später werden ja auch andere Karten hergestellt werden müssen, doch so erwünscht dies auch als Endzweck ist, so übereilt wäre es, alldies als erste Forderung aufzustellen.

Herr K. Oebbeke meint, daß die Vorschläge der Herren v. Inkey und Ramann sehr gut vereinigt werden können. Er erinnert übrigens daran, daß in den erwähnten Richtungen spezielle Institute arbeiten, die in unseren Arbeitskreis leicht miteinbezogen werden könnten.

Herr F. Wahnschaffe schlägt vor, die besprochene Proposition in der v. Inkeyschen Formulierung mit Hinzufügung der Ramannschen Zusammenfassung als Beschluß anzunehmen; also folgendermaßen:

„Die in Budapest tagende erste internationale agrogeologische Konferenz hält es für wünschenswert, daß die agrogeologische Kartierung in erster Linie auf Grund der vorhandenen geologischen Karten übersichtsweise durchgeführt und in kleinerem Maßstabe (etwa 1:200,000) herausgegeben werde. Auf den durch diese Untersuchungen als mehr oder weniger homogen zusammengesetzt erkannten Gebieten sollen geeignete Gutskomplexe, welche typische Bodenentwicklung zeigen, ausgesucht und eingehend in großem Maßstab kartiert werden. Diese Spezialaufnahmen sollten die bei der Bodenuntersuchung beteiligten sämtlichen Wissenszweige vereinigen, damit die Resultate der Bodenuntersuchung, durch wissenschaftlich geleitete Kulturversuche kontrolliert und bestätigt, der ökonomischen Praxis des betreffenden homogenen Distriktes zu Nutzen gemacht werden können. Also, die Mindestforderungen, welche für die Bodenkartierung *zunächst* zu erfüllen sind, sind:

1. schleunige Herstellung von Übersichtskarten unter Berücksichtigung der zonalen Bodentypen;
2. Bearbeitung typischer Bodenarten in Monographien unter Benützung aller Hilfsmittel der Wissenschaft“.

Der Vorschlag wird in dieser Form einstimmig zum Beschluß erhoben.

Herr L. Mrazec spricht Sr. Exzellenz dem Herrn kgl. ungar. Ackerbauminister Ignaz v. Darányi als Protektor dieses wissenschaftlichen Unternehmens aufrichtigen Dank aus. Jedes Unterfangen trägt schon bei dem ersten Schritt den Siegel seiner Zukunft an sich. Das Gelingen dieser ersten Zusammenkunft ist nach seiner

Exzellenz dem Anreger und Leiter derselben, Herrn Direktor L. v. Lóczy zu verdanken. Den wissenschaftlichen Korporationen, den administrativen und kommunalen Behörden sagt Herr Mrazec für ihre Unterstützung, den Konferenzmitgliedern für ihr Erscheinen und Mitwirken Dank.

Nachdem Herr Mrazec an der Eröffnungssitzung teilzunehmen verhindert war, ergreift er jetzt die Gelegenheit, als Direktor der jüngsten Schwesteranstalt der Welt der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt anlässlich ihres 40-jährigen Bestehens auf das wärmste zu begrüßen. Die freundschaftlichen Beziehungen dieser beiden Institute sind umso inniger, als ja ihre beiderseitigen Wirkungskreise sich an der gemeinschaftlichen Landesgrenze berühren. In der Geologie können die politischen Grenzen nicht auch wissenschaftliche Grenzen sein und mit dem Wunsche, daß auf diesem Grenzgebiete die beiden Institute gemeinschaftlich mit vereinten Kräften zusammenwirken werden, ruft er: Földtani Intézet vivat, crescat, floreat!

Herr L. v. Lóczy dankt Sr. Exzellenz dem Herrn Minister v. Darányi für sein Erscheinen und den Mitgliedern für ihre Mitwirkung.

Sr. Exzellenz Herr Ackerbauminister Ignaz v. Darányi gibt seiner Freude über das Gelingen der ersten internationalen agrogeologischen Konferenz Ausdruck und wünscht den weiteren Arbeiten viel Erfolg.

Schluss der Sitzung 11<sup>h</sup>.



## Excursion scientifiques.

### *Studienausflüge.*

#### 1. Exkursion

nach *Hidegkút* bei Budapest und Besuche am 15. April 1909.

Vormittags 11<sup>h</sup> begaben sich die Konferenzmitglieder in das kgl. ungar. Landwirtschaftliche Museum, wo sie vom Direktor Herrn F. v. Saárossy-Kapeller und Kustos Herrn A. Paikert empfangen und geführt wurden.

Nachmittags machte die Gesellschaft nach dem in nächster Nähe von Budapest, jenseits der Donau gelegenen *Hidegkút* einen Ausflug, wo ein kleines Lößbecken Gegenstand des Studiums war. Es kommt hier typischer Löß vor, dessen obere Partie eisenschüssig ist. Die Herren E. Ramann und G. Murgoci rechnen diesen Boden zur Classe der Braunerden. Nach Herrn K. D. Glinkas Erfahrungen ist diese obere eisenhaltige Schicht nicht das Produkt einer Waldvegetation, sondern hat sich unter einer Grassteppe gebildet, gleichwie die Grassteppen des europäischen Rußlands einen solchen Boden besitzen. Zwischen dem Löße und dem rothen Lehm besteht kein genetischer Unterschied; der petrographische Unterschied wird durch die Verschiedenheit der einstigen Vegetation bedingt. — Im *Hüvösvölgy* fanden die Teilnehmer Waldböden aufgeschlossen, deren Entstehung und Umwandlung durch die Herren E. Ramann, K. D. Glinka, F. Wahnschaffe und L. v. Lóczy besprochen wurde.

Auf dem Rückwege besuchten die Mitglieder der Konferenz die kgl. ungar. Versuchsstation für Weinkultur und Ampelologische Anstalt, wo sie vom Direktor Herrn J. v. Istvánffy und Chefchemiker Herrn J. Gáspár empfangen und in die einzelnen Abteilungen geführt wurden.

## 2. Exkursion

nach *Gödöllő* am 16. April 1909.

Die Teilnehmer an der I. agrogeologischen Konferenz machten am 26. April nachmittags einen Ausflug nach *Gödöllő*, um das Budapest zunächst gelegene Steppenwaldgebiet der dortigen Krongüter und dessen Boden zu studieren. Auf der Eisenbahnstation *Gödöllő* wurden die Gäste durch kgl. Rat Herrn E. Nick, Direktor der Krongüter, und Herrn Gutsinspektor J. Dezsényi empfangen.

Das besichtigte Gebiet ist der Wald zwischen Farkasút—Gudrahegy, dessen Bodenverhältnisse im tiefen Einschnitte der Strasse *Gödöllő*—Babati gut aufgeschlossen sind. Die geologischen Verhältnisse dieses Gebietes wurden vom Sektionsgeologen Herrn E. Timkó auf Grund seiner Detailaufnahme erläutert. Den Kern des hier vorhandenen Hügelzuges bilden pontische Schichten: gelber und bläulicher Ton, Tonmergel, Mergelsand, Sand und Sandstein. Diese Schichtengruppe bedeckt diluvialer Sand, als Rest eines alten Flugsandes. Dieser Sand nimmt mit der Höhe an Mächtigkeit allmählich ab und ist nur an den Hügellehnen, namentlich aber in den Tälern von beträchtlicher Mächtigkeit.

Auf diesem Sande hat einst eine Waldvegetation Fuß gefaßt, unter deren Einwirkung die Bodenoberfläche durch die Niederschläge ausgelaugt wurde und ein hellgrauer, kalkloser, etwas lehmiger Sandboden entstanden ist, unter dessen 50—60 cm mächtiger Schicht ein stark eisenschüssiger Sand in einer Mächtigkeit von 20—30 cm lagert. Dieser Oberboden mit seinem charakteristischen eisenoxydhydrathaltigen Untergrund ist eine äquivalente Bildung des Podsol Rußlands und Deutschlands. Diese Bodenbildung, welche in der Umgebung von Budapest am besten auf dem Gebiete der *Gödöllő*er Krongüter studiert werden kann, ist jedoch keineswegs typisch, was schon daraus hervorgeht, daß auf typischem Podsolgebieten die jährliche Niederschlagsmenge über 700 mm beträgt. Auch der sich hier stellenweise zeigende Kalkgehalt bedeutet eine Abweichung vom Typus. Die Ursache des auf solchen Gebieten örtlich auftretenden, manchmal sogar beträchtlicheren Kalkgehaltes ist darin zu suchen, daß der Waldbestand stellenweise zugrunde ging oder abgeholzt wurde, wodurch das Grundwasser abnahm und sich als weitere Folge unter dem hier herrschenden Klima im Boden Kalk ansammelte, der sich aus den tieferen Lagen auch an

die Oberfläche gezogen hat. Der Kalk kann somit — wie dies Herr K. D. Glinka ausführte — im Boden wandern. Auch die im Untergrund des hiesigen podsolartigen Sandes befindliche Ortsteinbildung ist nicht typisch. Unter dem Podsol Rußlands und dem Bleichsand Deutschlands enthält die Ortsteinbildung nach Herrn E. Rammann mehr Humus, hier dagegen mehr Eisen; sie ist erdig und kann treffender als „Orterde“, denn als „Ortstein“ angesprochen werden.

### 3. Exkursion

in das ungarische große *Alföld* vom 18—22. April 1909.

Fast sämtliche Konferenzmitglieder versammelten sich am 18. April morgens am Budapester Zentralbahnhof, um mit dem 7<sup>10</sup> abgehenden Zimonyer Schnellzuge die in das große Alföld geführte Exkursion anzutreten.

Die erste Station derselben war das zur Stadt Szabadka gehörende Kelebia genannte Flugsandgebiet, wo heute Wein- und Obstkultur betrieben und einzelne Partien durch die Stadt ausforstet werden.

Die Ankommenden wurden hier von seiten der Stadt durch die Herren M. v. Szalay, Oberstadthauptmann, A. Kalivoda städtischer Oberforstmeister und A. Tipka em. Obergymnasialprofessor empfangen und begleitet.

Es entspann sich hier folgende Diskussion:

Herr P. Treitz: Hier in der Umgebung finden wir zweierlei Sande die sowohl ihrem geologischen Ursprunge nach, wie auch ihrer Zusammensetzung zufolge, sich von einander unterscheiden. Die Oberfläche bedeckt ein rötlich gefärbter Flugsand, der in den ständig feuchten Mulden humos wird, durch den beigemengten Humus dunkelgraue oder schwarze Farbe erhält. Der Flugsand besteht bis zu 90—95% aus 0·1—0·5 mm großen abgerundeten Mineralkörnern. Die Färbung wird durch eine Kruste hervorgerufen, welche sich unter dem Einflusse der ehemaligen Waldvegetation (Steppenwald) entwickelte. Unter der  $\frac{1}{3}$ —10 m mächtigen Flugsanddecke liegen südöstlich gerichtete Vordünenzüge, Begleiter diluvialer Wasserrinnen. Sie beginnen ca 70 Km entfernt von hier im diluvialen Donautale und ziehen sich bis zum Lössgebiet des Plateaus von Telecska. Das Material der Verdünen ist ein sehr feiner Sand, viel feinkörniger als die Flugsanddecke. Die obere Lage der Vordünen ist sehr dicht gelagert, die Poren mit einem tonigen Ma-

terial erfüllt, das weder Kalk noch Eisenoxid enthält. Vermöge ihrer Struktur bietet sie den Pflanzenwurzeln ein Hindernis und erschwert die Zirkulation des Wassers. Die Fruchtbarkeit der Sande hängt im allgemeinen von der Zusammensetzung der Kruste ab, welche die Körner umgibt. Je brauner die Kruste, desto fruchtbarer der Sand; vorausgesetzt, daß das Grundwasser nicht tiefer als ca 5–6 m liegt. Auf den braunlichen Sande zeigen die Pflanzen ein üppiges Wachstum. Hingegen zeigt die Vegetation auf dem weißen Sande im Laufe des Sommers Chlorose, die auf Stickstoffhunger zurückzuführen ist und durch Eisen, in der Form von Sulfat oder gebrannten Ton, behoben werden kann. Diese Sande, welche mikroskopisch vom Flugsand gut zu unterscheiden sind, verschwinden bei Palics, wo das Grundwasser in zwei Seen hervortritt, die Reste aller Flußbette sein dürften. Außerdem geht das Grundwasser in unzähligen Quellen am Rande des Lößplateaus von Telecska in die Tisza.

Das erste Untergrundwasser fließt in den Mulden der Vordünen unterhalb der Flugsanddecke in südöstlicher Richtung ab. Wo sich der ursprüngliche Boden an der Oberfläche befindet, dort tritt das Wasser hervor, wo die Oberfläche mit Flugsand bedeckt ist, dort nicht. Das Wasser, welches an den mit Büten bestandenen Stellen bei Szabadka an die Oberfläche tritt, würde sich zur Wasserversorgung der Stadt eignen. Der Flugsand ist nur dann fruchtbar, wenn das Untergrundwasser nicht zu tief liegt. Durch Entwässerung wird das Niveau des Grundwassers gesenkt, wodurch der Sand für Land- und Forstwirtschaft weniger geeignet wird. Derzeit sind drei Kanäle durch den Sandrücken des Gebietes zwischen der Donau und Tisza gezogen, infolgedessen das Grundwasser so tief gesunken ist, daß die Brunnen nicht genug Wasser liefern und stellenweise alle Bäume infolge Wassermangel während des Sommers kronendürr werden. Wo die Vordünen nur 2–3 m tief unter dem Flugsande liegen und die Oberfläche derselben durch Senkung des Grundwasserspiegels ausgetrocknet ist, müssen die Baumwurzeln sich 6–8 m weit verbreiten, bis sie durch die trockene Humusschicht — eine Art Ortstein — in die Tiefe dringen können. Die Akazien gehen auf solchen Stellen 6–8 Jahre prächtig, dann bleiben sie stehen. Im folgendem Jahre bringen sie Wurzeltriebe, während der Stamm vertrocknet. Durch Kronendürre schützt sich der Baum gegen übermäßige Verdunstung. Wo im Frühjahr viel, im Sommer wenig Wasser vorhanden ist, kann nur eine Strauchvegetation bestehen.



Herr K. Gorjanović-Kramberger: Bei Zagreb (Velika Gorica) ist gerade das Gegenteil zu beobachten. Dort steigt das Grundwasser hoch und es werden die Bäume auf künstliche Erdpiramyden gepflanzt, damit ihre Wurzeln nicht zu tief gehen, was Kronendürre zur Folge hätte.

Herr G. M. Murgoci: Zu viel und zu wenig Wasser kann dieselben krankhaften Erscheinungen zur Folge haben. Das Gebiet hier ist klimatologisch eine Waldregion im Steppengebiet, was mit seiner unterwegs gewonnenen Information übereinstimmt, nach welcher das hiesige Gelände wiederholt aufgeforstet und abgeholzt wurde. Im Baragan hat sich der Wald auch den Vordünen entlang fortgepflanzt. Der Sand hier ist ein Skelettboden (nach Sibiritzev).

Herr P. Treitz: Nachdem Vegetation hier ist, so ist es doch ein Boden!

Herr G. M. Murgoci: Hier sind zweierlei Böden: der Sand = ein Skelettboden, und der humus- und wasserreiche Boden, welchen wir in Rumänien „lacovisti“ = Sumpfboden nennen. Es gab hier bewaldete Dünen neben Sümpfen mit reicher Wasservegetation. Auf der Karte würde Herr Murgoci die ersteren mit der Farbe für Skelettböden, die letzteren mit dem Zeichen für Sumpf darstellen. Auch den gefundenen kleinen prähistorischen Fleck würde er berücksichtigen.

Herr K. D. Glinka: Es ist hier kein Skelettboden, weil bodenbildende Prozesse tätig sind: Die Entstehung einer Kalkkruste ist schon ein bodenbildender Prozeß. Nur dort, wo gar keine bodenbildende Prozesse tätig sind, kann von einem Skelett die Rede sein. Es sind hier Anzeichen vorhanden, die auf Steppe und sandige Halbwüste hinweisen. Die Vertiefungen haben entschieden Podsolcharakter, sie sind ausgelaugt, besitzen keine Kalkkruste, enthalten jedoch Eisen.

Herr Th. Kormos: Für einen Steppencharakter spricht auch die heutige Gastropodenfauna, indem hier ausschließlich Arten vorkommen, welche größte Dürre beanspruchen und für eine Steppenlandschaft charakteristisch sind, wie z. B. *Striatella striata* Müll. und *Chondrula tridens* Müll.

Herr K. D. Glinka: Der Ortstein zwingt die Baumwurzeln, sich 6—7 m. horizontal zu verbreiten, wie es Herr Treitz für diese Gegend erwähnt hat.

Herr A. Tipka: Die Geschichte beweist, daß hier nie ein Wald existierte; die Römer haben diese Gegend gerade deshalb vermieden.

Herr F. Wahnschaffe kann hier keinen Wald annehmen und auch keinen Podsol. Im Untergrund befindet sich kein Ortstein, sondern eine Humusschicht, die sich bis zur Tisza erstreckt. Es müßte erforscht werden, was für eine Flora auf dieser Humusschicht bestanden hat. Stoller hat aus in Stockholm angestellten ersten Versuchen eine Methode ausgebildet, durch welche die Flora in ganz unglaublich schlechten Resten genau nachgewiesen werden kann. Es wäre ratsam diese Methode auch hier anzuwenden.

Herr E. Ramanns Ansicht nach haben wir es hier mit dem Flugsand eines ariden Klimas zu tun.

Herr L. v. Lóczy: Diese Landschaft erinnert an den trockensten Teil der Gobiwüste. Es ist das eine Ebene mit einem unbedeutenden Fluß, von welchem rechts und links sich 6—7 m. hohe ganz horizontale Terrassen erheben. Unten lagert blauer Sand, auf den Terrassen Flugsand in langgestreckten Hügelzügen; dazwischen breiten sich Sümpfe aus, gerade so wie hier. Die Schnecken sind sowohl auf dem Trockenen wie in den Sümpfen dieselben wie hier. Nun ist dies nicht beständig, denn der Sumpf kann in kurzer Zeit, vielleicht innerhalb 100 Jahren, mit Flugsand bedeckt werden und es leben dann Landschnecken über den Sumpfformen, ohne daß im Klima eine Veränderung erfolgt wäre.

Herr G. M. Murgoci urteilte nach dem ersten Eindruck. Wo kein Waldklima ist, dort kann kein Wald bestehen; hier aber wurden *Populus nigra*, *P. candidens* und Eichen mit Erfolg gepflanzt.

Herr A. Kalivoda: Eichen- und Eschenwälder standen nur den Flüssen entlang, wie dies seit 1720 bekannt ist.

Herr E. Ramann sieht hier typischen Flugsand mit feuchten Niederungen und Salz. Was den Wald anbelangt, so kann dieser auf Steppenhoden erst durch menschliche Kunst ersprießen. Der Mensch muß die jungen Wälder gegen die Konkurrenz der Steppenpflanzen schützen, u. z. jahrelang; später schützt sich der Wald entweder selbst oder geht zugrunde. Die Steppenaufforstung ist nicht so einfach daß man sagen könnte, hier kann kein Wald gewesen sein. Nur Weißdorn und Birne kämpfen sich in der Steppe selbst durch.

Herr A. Kalivoda: Hier kann sogar die Akazie nicht ohne Bodenbearbeitung bestehen, es muß jahrelang eingegriffen werden.

Herr K. D. Glinka: Herr Treitz hat kleine Profile hergestellt, welche deutlich zweierlei Klima andeuten; Im Dnjepergebiet gibt es ganz ähnliche Dünen; Photographien von hier und dort könnten nicht unterschieden werden. Die Dünen verlaufen, künstlichen Däm-

men ähnliche, ganz gerade, ihre Oberfläche ist verkittet, sandstein-ähnlich (Hardpan), wodurch die Vegetation gehindert wird. Es ist dies wahrscheinlich Podsol, da im Untergrund eine Humusschicht vorhanden ist. Darüber lagert gelber lößartiger Sand mit einer Eisenkruste, die nur durch einen Waldbestand erklärt werden kann; darunter aber befindet sich schwarzer Steppeboden. Wir haben hier also dreierlei Bildungen: die der Steppe, der Halbwüste und des Waldes übereinander.

Herr L. v. Lóczy sieht dies ohne Fossilien nicht erwiesen. Auch glaubt er nicht an mehrere Glazialperioden, sondern nur an eine einzige mit Fluktuation des Klimas.

Herr G. M. Murgoci: Es ist unbegreiflich, daß auf den hiesigen ausgelaugten Sandboden, in welchem das Grundwasser bis 2 m. unter der Oberfläche emporsteigt, und die jährliche Niederschlagsmenge 600 mm. übersteigt, kein Wald bestanden haben sollte.

Herr A. Kalivoda: Dem ist wohl so, doch ist diese Niederschlagsmenge zeitlich sehr ungleichmäßig verteilt. So hat am 8. August 1908 der Niederschlag, während einer Nacht, 117 mm. erreicht.

Der Diskussion machte das Herannahen des Personenzuges ein Ende, mit welchem sich die Teilnehmer an der Exkursion nach *Szabadka* begaben, wo sie am Bahnhof von den Herren K. Biró, Bürgermeister, L. Dembitz, Vizebürgermeister und Gy. Váli städt. Ingenieur erwartet wurden.

Nachmittag ging es an den *Palics-See*, wo man den ein hydrokarbonatisches Wasser gebenden artesischen Brunnen besichtigte, dann die beiden nebeneinander liegenden Seen besuchte, deren Wässer im Frühjahr mittels eines Abflußkanales in Verbindung stehen und doch eine wesentlich verschiedene Zusammensetzung zeigten.

Herr P. Treitz: Vor uns liegen zwei typische Vertreter der echten Salzteiche arider Regionen. Der westliche grössere, der eigentliche Palicssee ist ein dauernder See, d. h. er trocknet nie ein. Im vorigen Jahrhundert ist er nur einmal eingetrocknet. Der östliche kleine Salzteich hingegen trocknet jeden Sommer ein, der Teichgrund überzieht sich dann mit einer weißen Salzkruste von ausgewitterten Alkalikarbonaten, neben wenig Kochsalz. Das Wasser des letzteren ist ein rein alkalisches Wasser, enthält: Soda, Kochsalz und humussaure Verbindungen. Schwefelsaure Salze sind nur in Spuren vorhanden. Das Wasser des ständigen Sees, des Palics

hingegen enthält größtenteils schwefelsaure Salze, neben Kochsalz, Soda und humussauren Verbindungen. Außer den genannten Verbindungen befindet sich noch Eisen in gelöstem Zustande im Seewasser, trotzdem, daß dieses alkalische Reaction besitzt und Schwefelwasserstoff enthält. Die Ausfällung des Eisens wird durch die humussauren Verbindungen verlangsamt, doch nicht ganz verhindert, denn am Grunde der Salzseen und Teichen findet sich immer eine 20—130 cm mächtige Schichte von schwarzen fettigem Schlamm vor, welcher größtenteils aus Sulfiden besteht. Es ist dies ein inniges Gemenge von Tierleichen, Resten von Wasserpflanzen mit den aus dem Seewasser ausgefällten Sulfiden. Der Seeschlamm bildet die Quelle, woraus das Seewasser seinen schwefelsauren Salzgehalt erhält. Jedes Seewasser, welches über solchen schwarzen Schlamm steht, enthält größtenteils schwefelsaure Salze. Wenn ein Salzteich eintrocknet, so erfahren die Sulfide allmählich eine Oxydation, der schwarze fettig anzufühlende Schlamm wird rostig-grau, erhält eine holzaschenähnliche Konsistenz. Der Unterschied im Salzgehalte beider Seewasser beruht eben auf den Oxydationsprozess, welchen der schwarze Bodenschlamm bei der Austrocknung erfährt. Am Grunde der regelmäßig eintrocknenden wird der jährlich sich abscheidende Schlamm im Laufe des Spätsommers oxydirt, die bei der Oxydation entstehenden Salze, meist schwefelsaure Verbindungen, werden durch die Sommerregen durch die bis 140 cm tiefe Risse und Spalten, die sich auf dem Teichgrund nach Verdampfen des Wassers bilden, in den Untergrund gelaugt, werden da kapillär von den trockenen mergeligen porösen Boden festgehalten. Die trockenen Winde saugen das salzgeschwängerte Bodenwasser wieder empor und auf der Oberfläche wittert nach dem Verdunsten des Wassers das Salz aus. Doch dies ist kein schwefelsaures Salz mehr, sondern ein Gemenge von einfach und doppelt kohlensaurem Natron mit geringe Mengen von Kochsalz. Während dem Aufstieg der Salzlösung durch den mergeligen Teichgrund erfahren die schwefelsauren Salze und Chloride eine Umsetzung durch den kohlensauren Kalk des Teichgrundes; es entstehen kohlensaures Natron, dann Calciumchlorid und Gips, welch letzteres Salz im Untergrund bleibt, während Soda auswittert. Jeder Sommerregen verursacht solche Umsetzungen der Bodensalze. Diesen Umsetzungen verdankt das Wasser der periodisch eintrocknenden Salzteichen seinen rein kohlensauren Salzgehalt. Der Sodagehalt der ständigen Salzseen stammt aus dem ausgewitterten Salze, welches die Ufer des Sees im Som-

mer bedecken. Das Seeufer hat mergeligen Boden, die schwefelsauren Salze und Chloride der Alkalien setzen sich während des Aufstieges in kohlensaure um und blühen als solche an der Bodenfläche aus. Der Regen wäscht dieses Salz in den See, so erhält dessen Wasser auch alkalische Reaktion. Ganz dieselben Erscheinungen sind in den Salzseen die im Innern Rumäniens, sowie in jenen, die auf dem nördlichen und westlichen Gestade des Schwarzen Meeres liegen, zu beobachten.

Herr F. Wahnschaffe bemerkte hier, daß dies ein typischer, ungeschichteter, äolischer Löß mit humoser Decke sei, welcher sich unter aridem Klima gebildet hat. Seine Oberfläche ist nicht wesentlich ausgelaugt. Unter humidem Klima, z. B. auf der Lüneburger Haide, bildet sich an der Oberfläche saurer Humusboden, darunter durch Auslaugung Bleichsand, noch weiter unten humoser Ortstein. Davon ist hier keine Rede.

Herr Th. Kormos ist auf Grund der hier eingeschlossenen Molluskenfauna der Ansicht, daß es angesichts der in der Lößwand vorkommenden sehr zahlreichen Clausilien, die bekanntlich sehr viel Feuchtigkeit beanspruchen, ausgeschlossen sei, daß hier zur Zeit der Ablagerung des Lößes ein Steppenklima geherrscht hätte; es dürfte hier eher eine Savanne gewesen sein. Zu jener Zeit mußten in der Umgebung des Palics-Sees unbedingt größere Laubwäldungen existiert haben, in welchen die Clausilien, Hyalinien und andere feuchtigkeitsbedürftige Arten ihre Lebensbildungen gefunden hatten.

Nach Herrn K. D. Glinka hat der Boden hier etwas Salzgehalt. Vom Standpunkte des Bodenkundigen ist es ein kastanienfarbiger Boden mit körniger Struktur.

Während man vom Aufschluß in die Badekolonie zurückgekehrt den Zug erwartete, der die Gesellschaft nach Szeged bringen sollte, wurde vom Löß ausgehend, über Wesen und Begriff des Bodens und dessen Definition gesprochen.

Herr E. Ramann: Boden ist die oberste Verwitterungsschicht der Erde ohne Rücksicht, ob sie einige Hundertstel mm. oder Hunderte von m. mächtig ist und ohne Rücksicht, ob Pflanzen darauf wachsen.

Herr F. Wahnschaffe: Boden ist, worauf Pflanzen wachsen.

Herr L. v. Széll: Man muß von der Terminologie der Bauern ausgehen.

Herr F. Schucht: Der Bauer wird auch in der Wüste sagen: Das ist ein „Boden“ auf dem nichts wächst.

Herr G. M. Murgoci und Herr P. Treitz: Löß ist für dieses Gebiet kein Boden, sondern ein Gestein.

Herr L. v. Lóczy: In China wächst auf Löß der beste Weizen.

Herr L. v. Széll: Auch in Ungarn ist Löß der beste Weizenboden.

Herr P. Treitz: In Ungarn wächst auf Löß kein Weizen, sondern nur auf dessen Verwitterungsschichte, auf dem Vályog.

Dieser Gedankenaustausch setzte sich auch während der Eisenbahnfahrt nach *Szeged* fort, wo man um 8<sup>h</sup> Abends ankam. Zum Empfang der Gäste waren am Bahnhof die Herren G. v. Lázár, kgl. Rat und Bürgermeister der Stadt Szeged, S. v. Somogyi Oberstadthauptmann, M. Turoczi, städtischer Anwalt, mehrere Stadträte, L. Völgyesi, Stadtköonom und A. v. Csernovics, Oberingenieur, erschienen.

Am nächsten Morgen, also am 19. April, begab sich die die Gesellschaft zu Wagen in den *Öthalom* benannten Teil der Gemarkung Szegeds.

Es entwickelte sich hier folgende Diskussion:

Herr P. Treitz: Dies ist eine Stelle, wo sandiger Löß und Flugsand aneinander stoßen. Früher, als das Grundwasser noch nicht durch Kanäle abgeleitet war, sind in jedem Frühjahr von den Höhen mit einem Gefälle von 1 m pro km solche Wassermengen gekommen, welche instande waren Mühlen zu treiben. Der Teich, welcher sich hier ausgebreitet hatte, war zu jener Zeit ein vorzüglicher Fischteich; jetzt kommen höchstens Wildwasser von unten herauf. In dieser Gegend sind viele Vordünen zerstreut, welche aus alten Wasserläufen ausgeweht wurden.

Herr L. v. Lóczy betrachtet die von hier 2 km NW-wärts, am geraden SE-Rande des Fehértó in NE—SW-Richtung dahinziehenden wallförmige Düne als Vordüne des Sees; nachdem aber das Seewasser mit dem stagnierenden Flußwasser der Tisza identisch ist, besteht zwischen dieser und den übrigen Dünen kein petrographischer Unterschied.

Herr P. Treitz: Ablagerungen von Flußläufen und Salzseen können chemisch gut unterschieden werden, obzwar geologisch zwischen den beiden kein Unterschied herrscht. Auch die in Rede stehende Düne ist eine Flußdüne, denn wenn sie einem See entstammen würde, wäre ihre chemische Beschaffenheit eine andere. Es waren hier keine Salzseen außer dem Fehértó. Ein Gehalt an

kohlensaurem Natrium hebt die Permeabilität des Bodens ganz auf. Bei seinen in langen Glasröhren angestellten Versuchen haben maximum 0'6% desselben den Boden so verstopft, daß das Wasser binnen 18 Monaten nicht durchsickern konnte. Der See hatte keinen natürlichen Abfluß, trocknete aber durch Verdunstung jedes Jahr ein.

Bei dem Lößaufschlusse erklärt Herr Th. Kormos: Die Lößdecke des Öthalom ist ein von der Erosion verschont gebliebener diluvialer Rest, dessen Alter auf Grund der Schneckenfauna außer Zweifel steht.

Herr H. Horusitzky ist derselben Ansicht. Die Tisza ist der jüngste Fluß Ungarns, der seine erodierende Tätigkeit nach der Ablagerung des Lösses begonnen und dabei diesen Fleck verschont hat.

Herr K. D. Glinka und Murgoci bezeichnet den hiesigen Oberboden als kastanienfarbigen Boden, gerade so wie den am Ufer des Palics-Sees.

In unmittelbarer Nähe des Lößaufschlusses befindet sich eine Sandgrube, durch welche der Flugsand aufgeschlossen wurde, auf dem der Löß lagert.

Hier erklärt Herr v. Lóczy: Oben sahen wir äolischen Löß, hier, darunter, ist Flugsand voll Planorben. Nach der mineralogischen Zusammensetzung entstammt dieser dem alten Marosflusse, kommt also von E, aus dem Arader Gebirge und wurde erst sekundär zu Dünen umgelagert, u. z. während eines Steppenklimas. Der Sand wurde durch das Wasser weit transportiert, der Wind transportierte ihn nur mehr über kleine Strecken. Die Schichtung wird oft durch den Windschliff herauspräpariert, wie das auch hier sehr gut zu sehen ist. Der Sand ist nicht so scharf, wie typischer Flußsand, wurde also unbedingt etwas geweht.

Herr P. Treitz: Dies ist eine im Diluvium aus dem Marosfluß direkt herausgewehrte Vordüne, wie überhaupt alle Vordünen dieser Gegend.

Herr Th. Kormos: Daß dieser Sand dem Wasser entstammt, ist zweifellos, denn er führt Wasserschnecken (Planorbis, Bithynia). Daß er nicht weit geweht wurde, beweisen die Schneckengehäuse, welche gar nicht abgerieben sind.

Von der Sandgrube aus begab man sich auf das W-lich vom *Fehértó* gelegene Salzbodengebiet, wo die Bodenschichten in einer durch die Stadt anlässlich der Alföldexkursion im vorhinein ausgehobenen Grube sichtbar waren.

Herr P. Treitz bemerkt, daß wir es hier mit einem jungfräulichen Boden zutun haben.

Herr K. D. Glinka: In Rußland nennt man diese Bildung krusten-säulenförmigen Salzboden. Auf der Oberfläche befindet sich eine dünne, etwas geschichtete Kruste, welche sich unter den Fingern leicht zerdrücken läßt. Der darunter folgende säulenförmig abgesonderte Teil ist viel dichter und läßt sich nicht zerdrücken. Die Schicht *A* beträgt 0·5 cm; die humusreiche dunklere ( $A_1$ ) und humusarme helle Schicht ( $A_2$ ), in welche sich dieser Komplex bei größerer Mächtigkeit gliedert, kann bei der hier sichtbaren Seichtgründigkeit nicht unterschieden werden. Der Schichtkomplex *B* gliedert sich in einen 5 cm dicken säulenförmig abgesonderten Teil ( $B_1$ ) und einen 20 cm mächtigen Teil mit polygonaler Absonderung ( $B_2$ ). Der obere Teil des Schichtkomplexes *C* beträgt 20 cm ( $C_1$ ) und ist reich an  $CaCO_3$ , der untere Teil ( $C_2$ ) führt Gips.

Die Schicht *A* ist reich an Kieselsäure (Quarz), die Schicht *B* mit Aluminium und Sesquioxiden bereichert.

Es ist dies ganz der nordmandschurische Typus. In Rußland hat das Drainagesystem den Salzgehalt herabgesetzt. Es ist hier dasselbe Klima wie dort, mit dem Unterschiede, daß die übrigen gleichen Niederschlagsmengen verschiedenen Meeren entstammen.

Herr P. Treitz: Der Boden hier enthält nach K. v. Muraközy Wasserglas. Mit Wasser wird er — wie alle Sodaböden — zu Brei; gegrabene wie natürliche Wassergräben werden so durch den Brei ausgefüllt. Der Sodagehalt ebnet den Boden. Diese Salzböden sind an trockenen und nassen Stellen verschieden. Man sieht hier 4—5 Schritte breite, langgestreckte humide Streifen, welche durch ihre Grasvegetation ins Auge fallen. Diese Jahrzehnte hindurch unverändert bleibenden Streifen entsprechen wahrscheinlich versandeten Gräben, wo sich im Boden noch immer etwas Wasser bewegt. An den trockenen Stellen ist der Boden hart, trocken und fast kahl. Zerstreut sieht man die s. g. „Padka“, einige m<sup>2</sup> große Flecken, welche sich ca 20 cm über ihre Umgebung erheben und mit Euphorbien und Moosarten bewachsen sind. Aus diesen „Padka“ hat das Wasser die Soda, gleichzeitig aber auch den größten Teil Nährstoffe ausgelaugt, so daß ihr Boden überaus mager ist. Euphor-



bia deutet auf mageren Boden, *Festuca ovina* auf einen bedeutend geringeren Sodagehalt, denn diese Graminaeenart geht nach Herrn Glinka auf reinem Sodaboden zugrunde.

Herr E. Rázsó: Die charakteristischen Pflanzen der Sodaboden sind von den Graminaeen *Festuca ovina*, *pseudovina*, *Hordeum Gossianum*, einige *Poa*-arten (*P. angustifolia*, *P. bulbosa*, *P. palustris*), *Bromus mollis*, *Alopecurus geniculatus* die hauptsächlich auf den „Padka“ wachsen, und von den Dikotylen *Trifolium angulatum*, *Tr. repens*, *Medicago lupulina*, *Lotus corniculatus*, und als Unkräuter: *Euphorbia Gerardiana*, *Statice Gmelini*, *Poligonum aviculare*, *Potentilla anserina*, *Chamomilla matricaria*, *Artemisia monogyna*. Die „Padka“ sind nicht beständig, sie werden mit der Zeit abgeschwemmt.

Der dritte Punkt, den die Konferenzmitglieder besuchten, liegt auf dem Gebiete des einstigen Fehértó. An der hier ausgegrabenen Grube erklärte Herr P. Treitz, daß an dieser Stelle der Seegrund nicht mehr nachgewiesen werden könne.

Das durch die Grube aufgeschlossene Profil erläuterte

Herr K. D. Glinka folgendermaßen: Es existieren Übergänge zwischen krusten-säulenförmigen Salzboden und Podsol-säulenförmigen Salzboden. Dieser Boden hier gehört dem letzteren Typus an. Der Oberboden ist aber kein Podsol, sondern nur podsolartig, indem das Eisen ausgelaugt, und die Kieselsäure relativ angehäuft ist. In Rußland fand man z. B. bei ähnlichen Boden in der Schicht A 78%  $SiO_2$ , in der Schicht B 65%  $SiO_2$ . Die Einwirkung des Wassers ist wechselnd, im Frühjahr gehen die Salze nach unten, im Sommer ziehen sie sich an die Oberfläche.

Herr G. M. Murgoci wirft die Frage auf, ob die Auslaugung der oberen Schicht nicht eventuell dem alkalischen Wasser zuzuschreiben sei.

Herr K. D. Glinka meint, daß die Auslaugung durch Humus-säure bewirkt wurde.

Herr G. M. Murgoci: Bei der Auslaugung durch Humus-säure entsteht Ortstein, hier ist keiner vorhanden und eben deshalb kann man an alkalisches Wasser denken.

Herr P. Treitz weist in dem in der Grube angesammelten Grundwasser mit  $BaCl_2$  das Fehlen von Sulfaten und mit  $AgNO_3$  das reichliche Vorhandensein von Chloriden nach. Das Grundwasser reagiert auf Lakmus alkalisch.

Herr F. Schafarik: Die Struktur des Oberbodens ist 1—2 cm

unter der Oberfläche oft wabenförmig, was sich dadurch erklärt, daß die durch rasche Austrocknung erhärtete oberflächliche Kruste die aus dem unteren noch breiartigen Boden aufsteigenden Blasen zurückhält.

Herr L. v. Lóczy: In der Oberfläche dieses Bodens bringt die durch Austrocknung bedingte Kontraktion ähnliche hexagonale Formen hervor, wie beim Basalt die durch Abkühlung hervorgerufene Kontraktion.

Herr P. Treitz: Die wabenförmige Struktur der oberen 1--2 cm mächtigen Schichte verdankt ihren Ursprung dem Umstande, daß hier aus dem Untergrunde Natriumhydrokarbonat-hältiges Wasser durch die Winde zur Oberfläche gesaugt werden. Durch die Verdunstung wird die Lösung konzentriert; unterhalb der Oberfläche ganz eingedickt. Der Boden erhitzt sich im Sommer bis auf 54 C°, bei dieser Temperatur verliert das Salz einen Teil seiner Kohlensäure, welche aus der Lösung entweichend als Blasen in der nassen breigen Masse bleibt und ihr nach vollständiger Eintrocknung diese wabenförmige Struktur verleiht.

In die Stadt zurückgekehrt, stellte während des Diners Herr K. Gorjanović-Kramberger das Ersuchen an die Konferenzmitglieder, die Frage: „Was ist Boden“, die bereits wiederholt, namentlich auch gestern in Palics aufgetaucht ist, schriftlich beantworten, d. i. eine Definition des Begriffes „Boden“ zu Papier bringen und Herrn G. v. László übergeben zu wollen. Herr K. Gorjanović-Kramberger gedenkt die so abgegebenen Definitionen während der Exkursion gelegentlich — wenn möglich morgen — zu verlesen, woraus sich jedenfalls ein Überblick über die Ansichten ergeben wird.

Am Nachmittag reisten die Teilnehmer nach Mezöhegyes, wo sie durch das Beamtenkorps der Staatsdomäne, mit Gutsdirektor Herrn L. v. Jankovich und Rittmeister Herrn Gy. v. Szirmai, Gestütskommandanten an der Spitze, empfangen wurden. Man besichtigte hier das chemische Laboratorium, den Bestand an Zuchtieren, sowie unter Führung Herrn B. v. Inkeys, der diese Staatsdomäne in den Jahren 1892—5 agrogeologisch aufgenommen und seine Untersuchungen in der Arbeit: „Mezöhegyes und Umgebung von agronom-geologischem Gesichtspunkte“ niedergelegt hat, die hier vorkommenden Bodenarten, unter welchen ein krümmeliger,

humusreicher, aus Löß hervorgegangener Lehm Boden überwiegt, den Herr K. D. Glinka mit dem kastanienfarbigen Boden Rußlands identifizierte. In zwei künstlichen Aufschlüssen überzeugte sich die Gesellschaft davon, daß hier im Untergrunde eine umgewandelte Lößart vorhanden ist.

Diese Besichtigungen wurden auch am nächsten Tag, also am 20. April fortgesetzt und auch das kleine Sodagebiet der Domäne aufgesucht, dessen Untergrund ebenfalls von Löß gebildet wird, der aber durch die Grundwasser vollständig umgewandelt wurde.

Herr L. v. Lóczy: Dieser Untergrund ist ein Lößlehm, der nicht auf trockenes Gebiet, sondern auf Wasser herabgefallen ist, was durch das Vorkommen von Wasserschnecken bewiesen wird. Es ist dies Horusitzkys Sumpflöß.

Herr P. Treitz betrachtet ihn als durch Salze metamorphisierten typischen Löß.

Herr K. D. Glinka bezeichnet ihn als nassen, strukturlosen Salzboden.

Herr A. v. Sigmund führte hier die Arbeitsweise vor, deren er sich bei der Aufnahme der Szikböden im Felde bedient. Die Bodenprobe wird zunächst mit Wasser zu einem Brei verrührt und sodann die elektrische Leitungsfähigkeit, bez. der Widerstand im amerikanischen Apparat bestimmt. Der Apparat stellt eine Wheatstonsche Brücke mit wechselnden Strom, für praktische Handhabung einfach angepaßt, dar. Aus dem Widerstand wird nach einer empirischen Tabelle der Gesamtgehalt wasserlöslichen Salze abgelesen. Der Inhalt der Ebonitzelle, welche die Bodenprobe enthält, wird sodann zur weiteren Prüfung ausgewaschen, auf 500 cm<sup>3</sup> ergänzt, durchgemischt, durch eine Chamberlainkerze gepreßt und die Karbonate und Chloride bestimmt. Die normalen Karbonate werden mit Phenolphthalein-Indikator und  $\frac{1}{20}$  norm.  $KHSO_4$ -Lösung bestimmt und als  $Na_2CO_3$  berechnet. Sodann wird mit Methylorange-Indikator dieselbe Lösung weitertitriert und die Bikarbonate aus der Differenz berechnet. Die Chloride werden mit  $\frac{1}{10}$  norm.  $AgNO_3$ -Lösung und Kaliumchromatlösung titriert und als  $NaCl$  berechnet. Der Rest wird für  $Na_2SO_4$  angenommen. (Siehe auch seinen diesbezüglichen Artikel!)

Während des Diners meldete Herr K. Gorjanović-Kramberger, daß die Antworten auf die von ihm gestern in Szeged in konkreter Form aufgestellte Frage: „*Was ist Boden?*“ eingelaufen sind und ersucht Herrn W. Güll dieselben zu verlesen.

Die Definitionen sind folgende:

Björlykke K.: „Bodenkunde oder Agrogeologie ist die Lehre vom Boden in ihrer Beziehung zu der Vegetation. Boden allein ist in diesem Sinne nicht zu definieren“.

Emszt K.: „Boden ist die oberste Verwitterungsschicht der Erdrinde“.

Glinka K. D.: „Der Boden ist ein Verwitterungsprodukt der Erdoberfläche, welches chemisch-biologisch an *Ort und Stelle* gebildet ist“.

Gorjanović-Kramberger, K.: „Unter Boden verstehe ich jenen oberflächlichen und verwitterten Teil der Erdkruste, welcher sich als Wohnstätte der Pflanzenwelt eignet“.

Güll, W.: „Boden ist die oberste Verwitterungsschicht der Erdrinde“.

Koehne, W.: Unter Boden verstehe ich diejenigen Gesteine, welche von der Pflanzenwelt ausgenutzt werden“.

v. László, G.: „Boden ist die oberste Verwitterungskruste der Erde.“

Leplae, E.: „Ein Boden ist eine oberflächliche Schicht, auf welcher eine nützliche Vegetation gedeihen kann“.

Liffa, A.: „Boden ist jene Verwitterung der Erdoberfläche, welche die Bedingungen besitzt der Entstehung einer Flora“.

v. Lóczy, L.: „Ich unterscheide theoretisch:

Untergrund (soussol),

Grund (sol),

Boden (terre).

Untergrund ist das ursprüngliche Muttergestein;

Grund dessen Oberfläche im allgemeinen;

Boden der agrikulturell bearbeitete oder betrachtete Grund.

Die Bodenkunde ist die wissenschaftliche und agronomische Erforschungsarbeit des so definierten Bodens“.

Miczynski, K.: „Der Boden ist die obere lockere, zum Pflanzenwuchs geeignete Schicht eines beliebigen Gesteins (im weitesten Sinne des Wortes)“.

Miklaszewski, S.: „Boden ist ein Gestein, welches durch die Wirkung der Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre

auf die Lithosphäre hervorgegangen ist und die Möglichkeit für das Pflanzenwachstum bietet“.

Mrazec, L.: „Böden sind geologische Bildungen, welche das Produkt der oberflächlichen Verwitterung der Erdkruste sind“.

Murgoéi, G. M.: „Der Boden ist eine geologisch-natürliche Bildung, welche auf Kosten der Gesteine der Oberfläche unter den physikalischen und chemischen Verwitterungsprozessen entsteht“.

Oebbeke, K.: „Unter Boden hat man diejenige Gesteinszone (natürliche oder künstliche) zu verstehen, welche für den Pflanzenwuchs (natürlichen oder künstlichen) in Betracht kommt und unter dem Einfluß der Pflanze Veränderungen erleidet“.

Rázsó, E.: „Boden ist die obere Schicht der Erde, welche sich zum Bau von Kulturpflanzen eignet“.

Schuch, F.: „Boden ist das für die Vegetation in Betracht kommende Gestein der Erdoberfläche“.

v. Sigmond, A.: „Der Boden ist jene geologisch jüngste und äußerste Kruste der Erdkugel, welche, als Ergebnis der verschiedenen bodenbildenden Faktoren, sich noch immer in einer steten Umbildung befindet und für die Pflanzenwelt jenen Wachstumsfaktor vertritt, welcher den Pflanzen die notwendige physikalische Stütze gibt, die Temperatur- und Wasserverhältnisse, wie auch die ganze Stoffaufnahme regelt“.

v. Széll, L.: Die Definition des Begriffes Boden gestaltet sich nach dem Ziele auf zweierlei Art.

Betrachten wir diesen als einen rein geologischen Begriff, so ist Boden jene mehr oder weniger gekörnte Schicht der verschiedensten Mineralien und Gesteinmassen, welche durch teilweise oder gründliche Verwitterung aus diesen entstanden ist, aber auch organische Bestandteile enthalten kann.

Boden im Sinne der allgemeinen Redensart und speziell der landwirtschaftlichen Beziehung ist jede teilweise oder größtenteils verwitterte Schicht der Erdoberfläche, welche zum Wachstum von Phanerogamen geeignet ist“.

Timkó, E.: „Boden ist die oberste Verwitterungskruste der Erdrinde“.

Treitz, P.: „Die oberste Verwitterungsschicht ist kein einheitliches Gebilde, kann, infolgedessen nicht mit einem Namen bezeichnet werden“.

In jeder Sprache hat der Volksmund Namen, die genau die Natur und die Beschaffenheit der Verwitterungsprodukte bezeichnen.

Ich glaube, daß es angezeigt wäre, diese speziellen Benennungen aufzusuchen und beizubehalten.

Da ich der deutschen Sprache nicht in dem Maße mächtig bin, daß ich diese Bezeichnungen aufsuchen könnte, will ich daher die Bezeichnungen in ungarischer Sprache anführen und die Namen übersetzen.

Ein jedes Produkt der Verwitterung, welches lose- weich, durch keinen sekundären Prozeß verfertigt ist, würde ich „*föld*“ = *Erde* benennen.

Jene Produkte der Verwitterung, deren jedes und *allerkleinstes Teilchen* auch stickstoffhaltige organische Verbindungen enthält, würde ich „*talaj*“ = *Boden* nennen.

Endlich jene Verwitterungsprodukte, die so viel stickstoffhaltige organische Verbindungen enthalten, welche diese zur Pflanzenproduktion geeignet machen, würde ich „*termőtalaj*“ = *Kultur(?)boden* nennen“.

F. Wahnschaffe: „Boden ist die oberè lockere Schicht unserer Erdkruste, soweit dieselbe der Pflanzenwelt Nahrung und Standort zu bieten vermag“.

Herr E. R a m a n n gab keinen Zettel ab, da seine Definition des Bodens aus seinem Buche bekannt ist und er auch heute keine Veranlassung dazu sieht, daran etwas zu ändern.

Nachmittag fuhren die Teilnehmer an der Alföldkursion nach Arad, wo sie in Vertretung des fernweilenden Bürgermeister Herrn L. v. Varjassy durch den Stadtrat Herrn R. L ő c s, ferner den Herrn L. Virág, städt. Obergeringenieur, und im Namen des Arader Ingenieur- und Architektenvereins durch dessen Vizepräsidenten Herrn Obergeringenieur L. Schor empfangen wurden. Noch am selben Nachmittag besichtigte man den Bau der neuen Brücke, wo Maros-schotter und darunter gelber Lehm aufgeschlossen war. In den Gruben der am jenseitigen Ufer der Maros gelegenen Ziegelei sah man einen dem Löß aquivalenten diluvialen gelblichroten Ton, von welchem L. v. L ő c z y bemerkt, daß er den Löß vertritt und je mehr man sich der Hegyalja nähert, umso mehr in ganz roten Ton übergeht.

Am 21. April machte die Gesellschaft von Arad aus einen Ausflug in die Arad-Hegyalja. Man fuhr per Eisenbahn bis zur Station Muszka-Magyarád, von wo man — von der Ortschaft Muszka ausgehend — eine Fußtour über die Berge bis Világos machte.

Bei *Muszka* wurde Granit und dessen Verwitterungsformen studiert und es entspann sich im Muszkaer Granitsteinbruche folgende kleine Diskussion über Kaolinisierung, die hier schön zu sehen ist.

Herr E. R a m a n n : Kaolin, dieses kolloidale Aluminiumsilikat, welches später kristallinisch wird, kann sich auf zweierlei Art bilden. Das Wesen des Prozesses ist Enteisung, welche durch Thermalquellen, an der Oberfläche aber auch durch humussäurehaltige Wasser hervorgerufen wird. Was wir hier sehen, ist kein Lehm, nachdem kein Eisen darin vorhanden ist.

Herr L. M r a z e c schließt sich der Theorie Weinschenks an und anerkennt nur die Thermalwirkung. Auch dort, wo das einstige Vorhandensein von Thermalquellen nicht durch eine unverkennbare Quellspalte bewiesen wird, wie hier, weisen doch radioaktiver Baryt und Amphibolschnüre auf Thermalwirkung hin.

Herr E. R a m a n n : Auf diese Art lassen sich die auf km<sup>2</sup> sich erstrecken den Kaolinlager Deutschlands nicht erklären. Kaolinisierung ist chemisch eine Erschöpfung an löslichen Stoffen einschließlich Eisen, eine Auslaugung, ganz ähnlich dem podsolbildenden Prozeß. Die Tone der Podsolzonen sind kaolinisch. Tonerdesilikat ist eine schwache Säure, ähnlich der Kieselsäure SiO<sub>2</sub>; sie ist in Kolloidform aktiv, in kristallinen Zustände inaktiv, gerade so wie SiO<sub>2</sub>. Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Kristallisierung eine überaus lange Zeit erfordert.

Herr L. M r a z e c kennt den Nordural, wo „braune Wasser“, schwarze Flüsse voll Humus vorkommen, und doch ist dort kein Kaolin. Hieraus folgt, daß der Faktor Zeit sehr groß sein muß; die Einwirkung mußte zumindest im Jungtertiär beginnen.

Die herrschende Bodenart des ganzen Gebietes ist roter Lehm, in welchem die Elemente des Granits wahrnehmbar sind. Nahe zur Waldregion, ober den Weingärten, kommen darin viele Kalktrümmer vor, entsprechend dem hier beginnenden Kalksteine. Bezüglich des roten Lehmes gingen die Ansichten etwas auseinander, insofern Herr E. R a m a n n denselben als eine mit dem Löß äquivalente Bildung, einen Waldboden, bezeichnete, der mit dem Granit in keinem wesentlichen Zusammenhang steht, während ein Teil der Gesellschaft der Ansicht war, daß der rote Lehm ein direktes Verwitterungsprodukt des Granits ist, dem sich allerdings eine große Menge äolischen Staubes beigemengt hat. Die darin vorkommenden kon-

kretonischen Kalktrümmer betrachtet Herr L. v. Lóczy als unter der Wirkung des einstigen Steppenklimas entstanden, dessen Spuren er an der Grenze des Diluvium und der pontischen Stufe an zahlreichen Punkten Ungarns beobachtet hat.

Herr G. Murgoci macht hier die Bemerkung, dass in dieser Region ein gleichmäßig brauner Waldboden die verschiedensten Gesteinsformationen, als wie: Granit, Kalkstein, Tonschiefer, krystallinische Schiefer usw. bedeckt. Diese Bildung müsste man nicht als Lehm sondern als „rötliche Braunerde“ bezeichnen. Nur auf Kalkstein wird die Braunerde manchmal zu echter Terra rossa, andersmal zu Redzina, d. i. humusreicher schwarzer Waldboden, aber verschieden von Tschernosjon.

Der über der Granitzone im Waldgebiet bei *Világos* folgende Kalkstein ist unbestimmten Alters, vielleicht triadisch, sein Oberboden typischer brauner Waldboden.

Von *Világos* fuhr man per Eisenbahn nach *Györök*, wo die Gesellschaft im Hause der Herren Großgrundbesitzer M. Masznyik hon. Oberarzt des Komitates Temes, Direktor des Krankenhauses in Lipa und B. Koncz gastlich aufgenommen wurde.

Von hier ging es ebenfalls per Eisenbahn zurück nach Arad. Unterwegs machte man in *Paulis* Halt, wo man in einem Wegeinschnitt der über der Ortschaft gelegenen Weingärten eine dem Löß äquivalente Bildung besichtigte. Dieselbe ist aus äolischem Staub entstanden, zeichnet sich durch das vollständige Fehlen einer Schichtung und durch eingelagerte rote Lagen aus. Es ist dies die Zweiteilung des Lösses, wie sie auch in den Komitaten Tolna und Baranya anzutreffen ist und wie sie die Konferenzmitglieder auch in Hidegkút gesehen haben. Während aber in Hidegkút Steppeboden vorhanden ist, kommt hier Waldboden vor. — An der tieferen Berglehne lagert mit Gehängeschutt vermengter abgeschwemmter Löß.

Nach Arad zurückgekehrt wurde abends im Rathause die siebente Fachsitzung abgehalten und am nächsten Morgen kehrten die Teilnehmer an der Alföldexkursion nach Budapest zurück, wo sie Mittags 1<sup>15</sup> anlangten.

#### 4. Exkursion

an den *Balatonsee*, vom 24—27. April 1909.

Nach Schluß der Sitzungen der I. internationalen agrogeologischen Konferenz wurde eine Exkursion an den Balatonsee arrangiert, an dem sich die Mehrzahl der Konferenzmitglieder beteiligte.



Die Teilnehmer an diesem Ausfluge versammelten sich am 24. April morgens am Budapester Südbahnhof, um nach *Siófok* zu reisen. Hier wurden sie von Herrn E. Cséplő, Sekretär des Balaton-Vereins empfangen, in dessen Gesellschaft das Profil des Sióbettes besichtigt wurde. Es lagern hier zuunterst pontische Schichten und darüber als Resultat der alten Balatonströmungen Schotter und Sand. Von hier begab man sich auf die mit Wein bebauten Hügeln der Umgebung von Siófok, wo eine genetisch dem Löß äquivalente, dem äußeren Habitus nach jedoch nicht typische Lößart vorkommt.

Herr G. Murgoci erklärt, dass man sich hier auf kastanienfarbigen Boden befinde, der den klimatischen und biologischen verhältnissen entspreche.

Nachmittags fuhr die Gesellschaft auf einem kleinen Sonderdampfer der Balatonsee-Fischerei-A.-G. auf dem völlig glatten See nach *Balatonföldvár* wo die Gesellschaft nach einem Spaziergang durch den Park zu dem hohen, aus mit Löß bedeckten pontischen Schichten bestehenden Steilufer gelangten. Die Umwandlung, welche der Löß hier an der Oberfläche erlitten hat, der zufolge eine rote Färbung entstanden ist, weist auf einstigen Waldbestand hin, während die im Löß vorhandenen kleinen Schotter auf Steppencharakter deuten. Diese Schotter konnten nur gelegentlich der heftigen Steppenregen in den Löß gelangt sein. An der vom Balatonsee abgewendeten Lehne des Lúctető genannten Hügels sind die pontischen Schichten leichter zugänglich und an der Grenze dieser und des Pleistozän nimmt ein Schotterband Platz, in welchem die Wadisuren der einstigen Wüste zu erkennen sind.

Aus der Beschaffenheit des Bodens und des Untergrundes schliesst Herr G. Murgoci, dass der Wald hier in der letzten Zeit vorgedrungen sei; es sei dies ein degradirter kastanienfarbiger Boden.

An das Ufer des Sees zurückgekehrt, setzen die Ausflügler ihre Schifffahrt bis *Boglár* fort, wo man abends landete.

Am nächsten Morgen, also am 25. April besichtigte man zuerst das große Moor, das sich über 94 km<sup>2</sup> in einer einstigen Bucht des Sees erstreckt. — Das Torflager ist durchschnittlich 1 m stark und besteht rein aus Rohr- u. Schilftorf, welcher zu Streuzwecken an zahlreichen Stellen ausgebeutet wird. Die Entwässerung des Moores ist projektiert, an die sich große Hoffnungen der Moorkultur knüpfen.

Sodann studierte die Gesellschaft den klassischen Aufschluß des Kopaszhegy, wo der die pontischen Schichten durchsetzende

Krater des eruptiven Basalttuffs, der durch die Eruption verursachte nachträgliche Einsturz und infolgedessen entstandene kleinere Verwerfungen der pontischen Schichten, sowie der auffallend schmale Kontakt im pontischen Ton seltenschön sichtbar sind. Besonderes Interesse erweckte die in der oberen Partie des Tuffs erfolgte Kaolinisierung.

Den Kopaszhegy bedeckt ein humoser toniger Sand, betreffs welchen die Gesellschaft feststellte, daß er wohl Spuren einer Tschernosjombildung an sich trägt, jedoch vom typischen Tschernosjom sehr entfernt steht. Hieraus entwickelte sich sodann ein lebhafter Gedankenaustausch über Tschernosjom und Rendsina.

Bei leichtem Wellenschlag brachte nun der kleine Dampfer die Teilnehmer an der Exkursion an das jenseitige Ufer des Sees, nach *Badacsonytomaj*, wo sie im Namen des Balaton-Kulturvereins von den Herren A. Hoffmann, Ingenieur, und J. Elter, Grundbesitzer, empfangen wurden. Nachmittags unternahm man eine Besteigung des Badacsony, wo man den frischen Basalt, sowie die Verwitterungsform desselben und den ihn bedeckenden Waldboden besichtigte. Herr D. v. Dienty erklärte, daß an der ihres vorzüglichen Weines halber berühmten S-Lehne des Badacsony sehr wenig eigentlicher Basaltboden vorhanden ist, wie dies vielfach angenommen und diesem irrtümlich die Qualität des Badacsonyer Weines zugeschrieben wird. Die Weingärten stehen hier hauptsächlich auf Löß, in welchen die Verwitterungsprodukte des Basalts von oben hineingeschwemmt werden und als Dünger dienen. Der Hauptfaktor ist hier jedoch das Klima.

Vom Gipfel des Badacsony zurückgekehrt, erwartete die Ausflügler unter Führung des Herrn Ingenieurs Nagy von der Bauunternehmung der ihrer Vollendung entgegenschreitenden Balatonsee-Eisenbahn zur Verfügung gestellter Schotterzug, auf welchem sie ihre Reise gegen Balatonfüred fortsetzten. Auf diesem Wege sah man zwischen Badacsonytomaj und *Révfülöp* Permsandstein und sein Verwitterungsprodukt, vom *Szepezder* Hotter bis zur Gemarkung der Ortschaft *Balatonudvari* in langem Zuge sarmatischen Kalkstein und dessen Verwitterungsschichten, außerdem überall auch alte Ablagerungen des Sees und vor *Balatonfüred* die Verwitterungsprodukte der hier vorkommenden Triasbildung.

In Balatonfüred kam die Gesellschaft abends an.

Am nächsten Tag (26. April) wurde frühmorgens aufgebrochen, um unter Führung Herrn L. v. Lóczy's die in besonderer Voll-

kommenheit auftretende triadische Schichtenreihe der Berge *Öreg*-, *Tamás*-, *Sándor*- und *Lászlóhegy*, sowie deren Verwitterungsformen in Augenschein zu nehmen. Der Boden ist hier teils Waldboden, teils ein Verwitterungsprodukt der am Fuße der Berge sich ausbreitenden Sedimente, ein kalkiger Lehm Boden. Nach Angabe der hiesigen Weingrundbesitzer ist in letzterem die Anpflanzung von Reben sozusagen unmöglich, da im Untergrund eine kompakte, zusammenhängende Bildung der pontischen Schichtengruppe vorhanden ist. Wahrscheinlich würde aber bei gehörigem Rigolen und richtiger Auswahl der Rebensorten die Anpflanzung auch hier mit Erfolg durchführbar sein. Im Gegensatz hierzu sind die Verwitterungsprodukte der Triasbildungen und der als Derivat der Perm- und unteren Werfener roten Sandsteine auftretende, von den ungarischen Geologen „mocsár“ benannte rote Ton vorzügliche Weinboden.

Auf dieser Fußtour gelangte man mittags nach *Csopak*, wo die Ausflügler im Hause Herrn L. v. Lóczy gastlich aufgenommen wurden. Nachmittag besichtigte man hier den großen Eisenbahneinschnitt, der Perm- und Triasschichten aufschließt. Von hier wurde die Gesellschaft wieder durch einen Schotterzug weiterbefördert. Auf dieser Strecke bekamen die Teilnehmer zwischen *Alsóörs* und *Almádi* Phyllit und roten Sandstein, samt Verwitterungsprodukten, ebenfalls bei Almádi von roten Tonschichten unterbrochenen Löß, auf der *Veszprémer* Flügelbahn aber roten Ton, aus Triasschichten hervorgegangenen Boden und viel umgelagerten Tallöß zu sehen.

In *Veszprém* wurde übernachtet und nächsten Morgen (27. April) die Rückreise über Székesfehérvár nach Budapest angetreten, wo die Gesellschaft vormittags 10<sup>h</sup> anlangte.

---



DEUXIÈME PARTIE.

*ZWEITER THEIL.*



# 1. Die Bodenzonen und Bodentypen des europäischen und asiatischen Russlands.

Von Prof. K. Glinka, Novaja-Alexandria.

(Mit einer Karte.)

Das europäische und asiatische Rußland stellt einen sehr großen Streifen Land dar, wo die Bodenzonen sich auf riesige Strecken ausdehnen, sich regelmäßig von NW nach SO abwechselnd in voller Übereinstimmung mit den klimatischen und Vegetationszonen. Diese Zonen sind im Gebiete Rußlands soweit ununterbrochen, wie weit es hier ausgedehnte ebene Flächen giebt. Jedes Eindringen der Bergketten bringt auch eine wesentliche Veränderung der Bodendecke mit sich und wirkt störend und unterbrechend auf diese oder jene Bodenzone. Und diese störende Wirkung üben nicht nur solche Berge aus, wie zum Beispiel der Kaukasus, das Altai- und Ssajan-Gebirge, sondern auch der Ural.

In Rußland überhaupt können gegenwärtig folgende Bodenzonen gekennzeichnet werden:

1. Die Tundren-Zone, welche dem waldlosen polaren Gebiet des europäischen und asiatischen Rußlands entspricht.
2. Die *Podzol-Zone* (Bleichsand u. s. ähn.) die mit dem Gebiete der Nadel- und Laubwälder zusammenfällt.
3. Die Schwarzerdenzone (Tschernosiomzone) der Grassteppe entsprechend.
4. Die Zone der kastanienfarbigen Böden, welche die ersten Merkmale der Halbwüste aufweist.
5. Die Zone der *braunen* schichtenartig-säulenförmigen Böden (nördliche Halbwüste).
6. Die Zone der *grauen* und *weisslichen* Halbwüstenböden (südliche Halbwüste).

Diese Hauptzonen sind mit einander durch allmälige Übergänge verbunden, die sozusagen besondere Unterzonen bilden. Solche Übergänge sind uns bekannt zwischen der Podzolzone und der Schwarzerdenzone, wo, wie wir später sehen werden, sich allerlei Arten von degradierten Tschernosiome und Waldböden befinden.

Zwischen der Tschernosiomzone und der Zone der kastanienfarbigen Böden sind die braunen, schokoladenfarbigen Schwarzerden.

Den Übergang zwischen der Podzolzone und der Tundrenzone kennen wir bis jetzt noch nicht. Selbst die Tundrenzone ist bis jetzt noch am wenigsten erforscht. Nach einigen Daten kann man behaupten, daß die Böden der trockenen Teile der Tundren eine gewisse Analogie mit den trockenen torfartigen Böden der Gebirgsketten haben, welche auf der Höhe von 9000 Fuß in Transkaukasien konstatiert wurden und auch im Sommer dieses Jahres auf den Altaibergen gefunden worden sind.

Wenn wir die Bodenzonen Podzol-, Tschernosiom-, kastanienfarbige und so weiter nennen, so kennzeichnen wir hiermit den am deutlichsten und verbreitetsten Bodentypus. Neben diesem, welchen der verstorbene Prof. Ssibirzew *Zonaltypus* nannte, findet man in jeder Zone stellenweise auch andere Böden, welche einzelne Flächen und Inseln der Bodendecke bilden. Diese nach der Terminologie von Prof. Ssibirzew *intrazonalen* Böden verdanken ihre Entstehung einem speziellen, örtlichen Faktor, der über den gemeinen zonalen bodenbildenden Faktoren überhand genommen hat.

Indem wir zuerst die Podzolzone behandeln, müssen wir darauf aufmerksam machen, daß hier der Zonaltypus der Bodenbildung der Podzoltypus ist, welcher das ganze nördliche und den größten Teil des mittleren Rußlands umfaßt. Wie in jedem anderen Typus der Bodenbildung, so auch im Podzoltypus gibt es Böden, in welchen derselbe Typus der Bodenbildung nicht mit derselben Kraft ausgeprägt ist, was selbstverständlich in der Morphologie und der chemischen Beschaffenheit des Bodens seinen Ausdruck findet.

In der Podzolzone können wir nicht nur typische Podzole finden, sondern auch Böden, die stark, schwach oder nur kaum von demselben bodenbildenden Prozeß angegriffen sind.

Bei dem typischen Podzol bemerkt man in der oberen Schicht (A) eine gut wahrnehmbare weißliche Färbung und fast keine Struktur. Die Schicht (B) ist im trockenen Zustande oft ganz weiß und bei Ton- oder Lehm Böden dieses Typus hat sie eine *plattenförmige* Struktur und sehr gut ausgeprägte Porosität. In den typischen Podzolen findet man dichte Ortsteinkonkretionen in der Form von abgerundeten Körnern, oder zusammenge kitteten unregelmäßigen Stücken, oder endlich in kompakten Bänken. Die erste Form der Neubildungen ist mehr charakteristisch für die tonigen und lehmigen Podzole, die zweite- für lehmig-sandige und die letzte für sandige.



In den Böden, welche weniger durch den Podzolprozeß angegriffen sind, verschwinden mehr oder weniger diese scharf morphologischen Merkmale. Die Podzolschicht (B) verändert allmählich ihre helle weiße Farbe, wird grauweißlich, sogar gelblich-weiß, zerfällt in einzelne Fleken, Taschen und Bänder und verliert ihre Plattenstruktur. Endlich kann die Podzolschicht ganz unsichtbar werden für das Auge und kommt nicht in den oberen Teil des Bodenprofils, zum Vorschein, sondern in den unteren, in dem Falle, wenn den sandigen, schwach *podzolierten* Böden als Unterlage mehr oder weniger undurchlässige Tone dienen. Solche Böden nannten die russischen Pedologen Rasenböden. Dabei verwandeln sich die Ortsteinbildungen in einzelne braune oder rotbraune Fleken und Bänder und verschwinden endlich ganz.

Die chemischen Merkmale der Podzolböden äußern sich in der sauren Reaktion der Wasserauszüge, besonders für die Schicht (B) und im Überhandnehmen in denselben der organischen Stoffe im Verhältniß zu den Mineralstoffen. In Fällen, wo der Podzolprozeß sehr scharf ausgeprägt ist, sind die oberen Schichten der Podzolböden arm an Basen und Sesquioxiden (besonders Eisenoxyd) und an Kieselsäure.

Bei Entwicklung des Podzoltypus auf Granit, Gneiß und ähnlichen krystallinischen Muttergesteinen entstehen höchst wahrscheinlich keine Tone im chemischen Sinne, sondern lehmige Sande und Sandböden. Solche Erscheinungen habe ich in Wolhynien und Gouvern. Kiew beobachtet und ein russischer Pedolog konstatierte analoge Erscheinungen im Amurgebiete. Vielleicht verneint Herr Prof. Weinschenk die Möglichkeit der Bildung von Kaolinit durch Verwitterungsprozesse deßhalb weil er den Verwitterungsprozeß von Granit und ähnlichen Gesteinarten nur in der Podzolzone zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die Podzolzone, welche sich auf enorme Flächen in der Ebene des europäischen Rußlands erstreckt, umfaßt auch kolossale Flächen in den Gouvernemen Tobolsk, Tomsk, Enisseisk, Irkutsk, Jakutsk und Transbaikalien. Das Amur- und Primorskaja Gebiet gehören noch ganz dieser Zone an. An den Grenzen der mehr-südlicheren Bodenzonen Rußlands kommen die Podzolböden auf den Gebirgsketten vor. So ist zum Beispiel der Ural an den Grenzen der Tschernosiomzone in höheren Lagen mit Podzolböden bedeckt. Beim Aufsteigen in dem Altai-, Sajangebirge und in den Gebirgsketten der Normandschurei gehen die Schwarzerden allmäh-

lich in die Podzolböden über. Unter gleichen Bedingungen, aber noch höher finden wir die Podzolböden in den Bergen Transkaukasiens, an deren Fuße die typische Halbwüste liegt. In Europa finden wir diese Böden auf den Höhen der Pyrenäen auch in derselben Lage, wie im Kaukasus.

Alle mehr oder weniger niedrigen Stellen in der Podzolzone sind von Halbmoor-(Wiesen-) und Moorböden eingenommen, welche nach manchen Merkmalen sehr nahe zu den Podzolböden stehen und mit ihnen durch Übergangsformen verbunden sind, aber auch ganz eigene Merkmale haben. Die Merkmale, welche den Moorböden und Podzolböden gemein sind, sind Podzolflecken, Podsolbänder, Ortsteinflecken und Ortsteinkonkretionen. Der Unterschied von den Podzolböden besteht in der mächtigen Entwicklung der Humusschicht, in unvollständiger Zersetzung, oft Verkohlung der organischen Stoffe, in den Reduktionsprozessen, welche die Bildung von Pyrit, Markasit, Siderit, Vivianit hervorrufen, im Vorhandensein der löslichen Salze, wie Sulfate, Oxalate und manchmal auch Chloride.

Die Moor- und Halbmoorböden sind in der ganzen Podzolzone des europäischen und asiatischen Rußland zerstreut, in dem Amur- und Primorskaja Gebiet sind dieselben nicht selten vorherrschend im Vergleich zu den Podzolböden, was im Zusammenhange mit den Mussonen des Stillen Ozeans steht, welche den Küstengebieten des Asiatischen Rußlands sehr grosse Mengen von Sommerniederschlägen bringen.

In dem Übergangsgebiet, oder in der Unterzone, welche die Podzol mit der Tschernosiomzone verbindet, herrscht auch wesentlich der Podzolbildende Prozeß vor, nur ist er viel schwächer entwickelt. Es ist das Gebiet der prähistorischen Steppe, welche jetzt vom Wald eingenommen ist und wo die ehemaligen bodenbildenden Bedingungen ganz verändert sind. In Deutschland entsprechen diesem Gebiete die Umgebungen von Hannover, Hildesheim, Magdeburg (Magdeburger Börde). Die Fortsetzung dieser Unterzone kann man auch in Ungarn finden.

Für diese Unterzone sind die sogenannten Waldböden und die *degradierten* Tschernosiome charakteristisch. Der Waldboden ist wesentlich auch ein Podzolboden, nur mächtiger und etwas mit Humus bereichert, mit einer eigenartigen *nussförmigen* Struktur der Schicht B) in den mehr bindigen tonigen oder lehmigen Bodenarten.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Diese Struktur ist nur im mehr oder weniger trocknen Zustande des Bodens zu beobachten.

Auf der Grenze zwischen den typischen Podzol- und Waldböden stehen einige Übergangsarten, bei denen die Schicht B) in zwei Teile zerfällt. Der obere Teil hat, wie ein Podzolboden, schicht- oder plattenartige Struktur, der untere, wie ein Waldboden — rußförmige.

Die chemischen Merkmale des Waldbodens sind eigentlich dieselben, wie die des Podzolbodens, nur geschwächt.

Der grösste Teil der Waldböden des europäischen und asiatischen Rußlands ist durch die allmähliche Degradation der früheren Schwarzerden entstanden, In demselben kann man oft Anhäufungen von kohlensaurem Kalk in tiefere Bodenschichten eingewaschen, vorfinden. Wenig veränderte Abarten der gewesenen Tschernosiome sind die degradierten Tschernosiome, bei welchen die Kalkcarbonate nicht tief hineingewaschen sind, bei denen die Podzolmerkmale und rußartige Struktur der Schicht B) nur angedeutet ist, und bei welchen die Schicht A) zuweilen sich fast gar nicht von derjenigen der typischen Tschernosiome unterscheidet.

Das beschriebene Übergangsgebiet umfaßt Süd-Polen (Gouvern. Kielce, Lublin, Radom) und zieht sich durch Wolhynien, Gouvern. Kiew, Tschernigow in die Gouvern. Orel, Tula, Nijni-Nowgorod, Kazan und Perm. Jenseits des Ural umfaßt die Zone grosse Flächen in den Gouvern. Tobolsk und Tomsk. In den Grenzen des letztgenannten Gouvernements liegt in dieser Zone die grosse sibirische Eisenbahnlinie, welche weiter die Gouvern. Jenisseisk, Irkutsk und teilweise das Transbaikalgebiet noch immer in derselben Unterzone durchkreuzt. Die Unterzone zieht sich noch weiter bis in die Nordmandschurei.

In der westsibirischen Niederung trifft man im Gebiete dieser Unterzone ziemlich oft Salzböden, die im europäischen Rußland verhältnismässig selten sind. Das öftere Vorkommen der letzteren Böden in Sibirien muß mit der Salzhaltigkeit der hiesigen Muttergesteine im Zusammenhange stehen. Die Salzböden dieser Zone im europäischen Rußland (Polen, Gouvern. Tschernigow) erinnern manchmal die Halbmoorböden (Wiesenböden) der nördlicheren Zone und bilden sozusagen die Übergangsbodenart von den Halbmoorböden der Podzolzone zu den sogenannten „nassen“ oder „strukturlosen“ Salzböden der Tschernosiomzone.

Die Zone der prähistorischen Steppe senkt sich mit dem nördlichen Teile der Tschernosiomzone zusammen ganz bemerkbar nach Süden, sowol in seinen westlichen Grenzen auf dem europäisch-

asiatischen Festlande im Südwestrußland und in Westeuropa, als auch in seinen östlichen Grenzen, in der Nordmandschurei. Dieser Umstand fällt mit der Zunahme der Niederschlagsmenge, wie gegen Westen, so auch gegen Osten (näher zum Stillen Ozean) zusammen: die Tschernosiomzone sucht sozusagen die wärmeren Breiten, wo das Wasser mehr verdunsten kann.

Die Tschernoziomzone, welche eine enorme Fläche in der Breite im europäischen Rußland einnimmt, ist noch genügend breit und groß in Westsibirien, aber sobald sie nach Ostsibirien übergeht, schmälert sie sich und zerfällt in einzelne Inseln und Streifen, verdrängt durch Nebengebirge und Gebirgsketten. Die Tschernosiomböden dieser Inseln tragen nicht selten die Spuren der Degradation.

Als Vertreter der Tschernosiomzone gilt der typische Tschernosiom, in jungfräulicher Gestalt ein mehr oder weniger mächtiger Boden mit körniger Struktur der oberen Humusschichten, mit schwarzen Flecken in dem Untergrunde, welche die verlassenen Höhlen der Nagethiere, wie zum Beispiel *Arctomys bobac*, *Spermophilus guttatus*, *Spalax typhlus* u. s. w. sind.

Bei den Tschernosiomböden brausen gewöhnlich die Schichten, die gleich unter den Humusschichten liegen, mit Salzsäure auf.

Als Untergrund der rußischen Tschernosiome dienen Löß, lößartige Lehme, Geschiebeton, verschiedene marine Ablagerungen, wie zum Beispiel jurassische Tone, Granit, Gneiß und sogar Basaltlaven (im Kaukasus).

Die Wasserauszüge der Tschernosiomböden zeigen eine schwach alkalische Reaktion, welche höchst wahrscheinlich vom Kalkcarbonate herrührt (Sacharow). Unter den Mineralstoffen in den Wasserauszügen steht auf der ersten Stelle auch Kalk.

In der Tschernosiomzone findet man stellenweise die degradierten Tschernosiome, Waldböden, allerlei Salzböden und endlich *podzol-salzige* Böden. Aus der Gruppe der Salzböden sind besonders interessant die sogenannten *säulenförmigen* Salzböden. Ihre Morphologie ist recht charakteristisch. Die oberste Schicht (A) hat eine deutliche Plattenstruktur (schichtenartige Structur), die Farbe ist in den oberen Teilen ( $A_1$ ) grau oder tiefgrau, in den unteren ( $A_2$ ) nicht selten weißlich. Diese Schicht ist verhältnißmäßig locker und zerfällt leicht beim Zerreiben. Die nächste Schicht (B) zeigt in oberen Teilen ( $B_1$ ) eine säulenförmige Structur, die einzelne Säulen haben abgerundete Gipfel, welche mit grauem Staub beschüttet sind. Die Spaltflächen der Säulen sind glänzend. Die unteren Teile derselben

Schicht zeigen schon Fleken von Kalkkarbonat und zerfallen in unregelmässige vielkantige Einzelheiten. Unmittelbar unter den Humusschichten findet man große Anhäufungen von Kalkkarbonaten.

Die Wasserauszüge der Humusschichten sind stark gelbbraun und manchmal sogar dunkelbraun gefärbt, besonders von den oberen Teilen der Schicht (B). In den Humusschichten der säulenförmigen Salzböden kann man bestimmbare Menge von Soda (oder Natriumhumat) und nur Spuren von Chlor konstatieren. Es ist bekannt, daß in Gegenwart von NaCl Soda keine gefärbten Wasserauszüge giebt.

Die A-Schicht der säulenförmigen Salzböden ist reicher an Kieselsäure und ärmer an Sesquioxiden, als die B-Schicht.

Von den beschriebenen Salzböden giebt es Übergänge zu den strukturlosen Salzböden, welche sehr reich an Salzen sind. Bei den letztern Salzböden erscheinen oft auf der Oberfläche Ausscheidungen von Salzen, zwischen denen die Chloride und Sulfate vorherrschend sind.

Die strukturlosen Salzböden findet man gewöhnlich in Einsenkungen, während die säulenförmigen auf weniger niedrigen Stellen vorkommen.

Bei den *podzol-salzigen* Böden ist die obere hellgraue oder weißlich graue A-Schicht mehr oder weniger von dem Podzolprozeß angegriffen, besonders in den unteren Teilen ( $A_2$ ). Diese Schicht enthält zuweilen kleine Ortseinkonkretionen und hat deutlich saure Reaktion. Die B-Schicht unterscheidet sich durch ihre dunkle Farbe und zerfällt im trocknen Zustande in glänzende scharfkantige Klümpchen, im feuchten dagegen giebt sie eine zehr zähe Masse. Die tieferen Schichten des Bodens brausen mit Salzsäure auf. Zwischen diesen Böden und den säulenförmigen Salzböden existiert eine gewisse Analogie, was wir noch später sehen werden.

In den südlichen Teilen der Tschernosiomzone nimmt der Tschernosiom eine braune schokoladenähnliche Färbung an, verliert die körnige Struktur, vermindert die Mächtigkeit seiner Humusschichten und erhält eine flekige Färbung der Schicht B. Das Aufbrausen mit Salzsäure findet höher zur Oberfläche statt in Vergleich zu den nördlichen schwarzen Tschernosiome. Solche braune Tschernosiome, die wir im europäischen Rußland finden, kommen auch in West- und Ostsibirien vor. Längs der sibirischen Eisenbahn kann man dieselben in den Transbaikalgebiet beobachten, wo sie teils lehmig, teils sandig sind. Die Fleken der ostsibirischen

braunen Tschernosiome sind zuweilen auch deutlich degradiert. Längs dem Schilka-Fluß ziehen sich die Flecken des südlichen Tschernosiom bis nach Strietensk. Aus Transbaikalien gehen die braunen Tschernosiome in die Mandschurei über.

Zwischen der Tschernosiomsteppe und der typischen Halbwüste mit den braunen oder rötlich-braunen Böden liegt im europäischen und asiatischen Rußland die Zone der *kastanienfarbigen* Böden. Hier finden wir noch die Böden, bei denen keine Verdichtung der Schicht (B) zu beobachten ist. Das sind die typischen kastanienfarbigen Böden. Aber die Mehrzahl der Böden dieser Zone hat mehr oder weniger deutliche Verdichtung der letztgenannten Schicht und dabei gut entwickelte plattenförmige (schichtenförmige) Struktur der Schicht (A). Von den Böden mit schwach verdichteter Schicht (B) gehen wir hier allmählich zu den Böden über, die schon stark verdichtete Schicht (B) mit der typischen säulenförmigen Struktur ihrer oberen Teile ( $B_1$ ) haben. Die letzten Varietäten werden, wie in der Tschernosiomzone, säulenförmige Salzböden genannt. Die Verdichtung der Schicht (B) ist mit dem Vorhandensein der Alkaliumate verbunden. Bei den typischen Vertretern der säulenförmigen Salzböden sind die unteren Teile der Schicht (A) grau oder weißlich grau. Die oberen Teile derselben Schicht sind dunkler, aber auch mit einer graulichen Nuance. Solche Nuance haben die  $A_1$ -Schichten aller mehr oder weniger salziger Böden der kastanienfarbigen Gruppe.

In der Bodendecke dieser Zone können wir also außer den typischen kastanienfarbigen Böden auch schwachsalzige, salzige und säulenförmige Salzböden unterscheiden. Von dem letztgenannten Bodentypus bemerkt man hier allmähliche Übergänge zu den *podzol-salzigen* Böden.

Außer den beschriebenen Bodenarten der kastanienfarbigen Zone existieren hier auch sogenannte *nasse* oder strukturlose Salzböden mit Salzausscheidungen auf der Oberfläche. Diese Böden haben hier schon viel größere Verbreitung als in der Tschernosiomzone.

Die Wasserauszüge der kastanienfarbigen Böden zeigen mehr oder weniger deutliche alkalische Reaktion, die für die Schicht (A) gewöhnlich etwas schwächer ist, als für die Schicht (B). Am deutlichsten ist diese Reaktion für die Schicht (B) der säulenförmigen Salzböden bemerkbar. Die Schicht (A) dieser Böden ist arm an Sequioxyden und an Kieselsäure bereichert, die Schicht (B) dagegen

verhältnismäßig arm an Kieselsäure und mit Sequioxyden bereichert, wie wir es schon bei den säulenförmigen Salzböden der Tchernomzone beobachtet haben.

Die kastanienfarbige Zone umfaßt im europäischen Rußland Teile der Gouvernements Ssamara und Saratow, des Gebietes der donischen Kosaken und zieht sich durch den nördlichen Teil des Gouvern. Taurien bis in den Süden Bessarabiens. Nach Osten vom Gouvern. Ssamara finden wir diese Zone im Gouvern. Orenburg und dem Gebiete der Ural Kosaken, in den Gebieten Turgaj, Axmolinsk, Ssemipalatinsk, Gouvern. Tomsk, Enisseisk und in Transbaikalien.

Die nördliche Halbwüstenzone des europäischen und asiatischen Rußlands wird durch die braune oder rötlich-braune Farbe ihrer Böden gekennzeichnet. Hier zeigen schon alle Böden eine Verdichtung der B-Schicht, obgleich die Verdichtung und die mit derselben verbundene Menge von Alkalihumaten zuweilen nicht groß ist. Am schwächsten ist die Verdichtung in den typischen *braunen Halbwüstenböden* bemerkbar, aber auch hier ist sie ganz deutlich. Bei diesen Böden ist die A-Schicht locker, hat gut ausgeprägte Plattenstruktur und etwas grauliche Nuance. Die B-Schicht ist gewöhnlich mehr oder weniger scharf von der A-Schicht abgegrenzt, hat deutliche braune Farbe und ist durch senkrechte Risse geteilt, welche ihr eine undeutliche säulenförmige Struktur verleihen. Die C-Schicht ist reich an Kalkkarbonaten und Gips.

Der Wasserauszug der Humusschichten des beschriebenen Bodentypus ist schwach gelb gefärbt, zeigt eine alkalische Reaktion, enthält sehr kleine Mengen von Schwefelsäure und noch weniger Chlor.

Die säulenförmigen Salzböden sind in der braunen Halbwüstenzone viel mehr verbreitet, als in der kastanienfarbigen Zone. Bei diesen Böden ist die A-Schicht viel mehr grau, als bei den braunen Halbwüstenböden, besonders in ihrem unteren Teile ( $A_2$ ). Sie hat eine gut und sogar scharf ausgeprägte Schichtenstruktur, besitzt Porosität und ist auch scharf von der Schicht (B) abgetrennt. Die letzte Schicht zerfällt in ihren oberen Teilen ganz deutlich in säulenförmige Stücke, wie auch bei den säulenförmigen Salzböden der Tschernomzone und der Zone der kastanienfarbigen Böden. Zwischen den braunen Halbwüstenböden und den säulenförmigen Salzböden giebt es eine ganze Reihe von Übergängen.

Selbst unter den säulenförmigen Salzböden kann man zwei

Arten unterscheiden: erstens, die *tief säulenförmigen* Salzböden mit ziemlich mächtig entwickelter A-Schicht, zweitens die *krustensäulenförmigen* Salzböden, bei welchen die A-Schicht nur eine Kruste von 3—4 cm. Mächtigkeit hat. Einige Varietäten der letztgenannten Böden verlieren die deutliche säulenförmige Struktur der B-Schicht und können *krustenartige* Salzböden genannt werden. Die Salzböden mit Kruste sind reicher an löslichen Salzen (Chloride, Sulfate), als die tief-säulenförmigen Salzböden, wobei die Salze sich näher zur Oberfläche befinden.<sup>1)</sup>

Die Wasserauszüge der tief-säulenförmigen Salzböden haben deutlichere alkalische Reaktion, besonders für die B-Schicht, als diejenigen der braunen Halbwüstenböden. Die Mineralstoffe herrschen über den organischen Stoffen vor, obgleich die Mengen von Chlor und Schwefelsäure in den oberflächlichen Schichten noch nicht groß sind. Die chemische Zusammensetzung der A- und B-Schicht ist sehr verschieden: die erste (A) ist reicher an Kieselsäure und ärmer an Sesquioxiden, als die zweite (B). Die A-Schicht ist überhaupt in chemischer Beziehung nach dem Typus der Podzolböden ausgelaugt.

Die nassen oder strukturlosen Salzböden sind manchmal so reich an Salzen, daß die Oberfläche des Bodens wie von Schnee bedeckt scheint.<sup>2)</sup>

In den tiefsten Teilen der breiten Niederungen der Halbwüste liegen noch die *podzol-salzigen* Böden, die im allgemeinen denselben Bau haben, wie die säulenförmigen Salzböden, nur einige Merkmale sind hier schärfer, die anderen schwächer ausgeprägt. Die A-Schicht ist hier grau, in unteren Teilen sogar weißlich-grau und so scharf von dem Podzolprozeß angegriffen, daß man schon in den oberen Teilen derselben die Ortsteinkonkretionen beobachten kann und der Wasserauszug eine schwach saure Reaktion zeigt. Die B-Schicht ist bei diesen Böden dicht und zäh, im trockenen Zustande braun-zimmtfarbig und zerfällt in große scharfkantige parallelepipedale Einzelheiten. Die C-Schicht braust auf.

In den weniger tieferen Teilen derselben Niederungen der Halbwüste erscheinen oft dunkelfarbige Böden, welche ihren Habi-

---

<sup>1)</sup> Die Salzböden mit Kruste (nicht Salzkruste) existieren auch in der Zone der kastanienfarbigen Böden.

<sup>2)</sup> Unter den nassen Salzböden kann man solche Varietäten unterscheiden, bei denen die oberen Schichten durch die auskristallisierten Salze locker und weich geworden sind.



tus nach teilweise an die Tschernosiome, teilweise an die kastanienfarbigen Böden erinnern. Solche dunkelfarbige Böden kann man auch in der kastanienfarbigen Zone beobachten, wo dieselben näher zum Tschernosiom stehen (Tschernosiom-ähnliche Böden).

In der Halbwüstenzone überhaupt, wo die Niederschläge selten fallen (200—300 mm. im Jahr) ist jeder Tropfen wichtig. Die geringste Reliefveränderung hat Wirkung auf die Menge des aufgefangenen Wassers und dadurch auf den Charakter des Bodens.<sup>1)</sup>

Die Bodenkomplexe der Halbwüste im europäischen Rußland sind besonders scharf im Kaspischen Gebiet (Gouvern. Astrachan) und den südlicheren Teile der Gouvern. Ssaradow und Ssamara ausgeprägt; man kann sie aber auch viel westlicher, wie zum Beispiel in der Krym, beobachten. Nach Osten von den Gouvern. Ssaradow und Ssamara geht die Zone der braunen Halbwüste in das Gouvern. Orenburg und in das Gebiet der Ural-Kosaken über, von wo sie sich in die Turgaj-, Akmolinsk-, und Ssemipalatinsk-Gebiete zieht. Jenseits vom Irtysch wird sie durch Vorgebirge des Altai durchbrochen und erscheint stellenweise wieder in Transbaikalien, von wo sie in die Mongolei und Mandschurei übergeht.<sup>2)</sup>

Die Zone der südlichen Halbwüste ist bis jetzt noch ungenügend erforscht, aber soweit dieselbe uns in Transkaukasien und Turkestan bekannt ist, beobachten wir hier in den Böden eine gewisse Analogie mit denen der nördlichen Halbwüste, nur ist hier die Bodenfärbung nicht eine braune, sondern eine graue und weißlich-graue.<sup>3)</sup>

Die grauen Halbwüstenböden des Transkaukasiens zeigen nicht selten eine gut ausgeprägte Schichtenstruktur der oberen Schicht (A) und die säulenförmige Struktur der Schicht (B), aber in Turkestan, wo die grauen Böden sich auf dem Löß formieren, sind diese Strukturmerkmale nicht so deutlich. Wir wollen hier ein typisches Profil aus dem Syr-Darja-Gebiete beschreiben. Die Schicht (A) ist

<sup>1)</sup> Der Buntheit der Bodendecke der Halbwüste entspricht auch die Buntheit der Pflanzendecke. Bestimmte Komplexe von Pflanzenarten charakterisieren hier mehr, als in irgend einer anderen Bodenzone bestimmte Bodentypen.

<sup>2)</sup> Es scheint, daß im südlicheren Teile des Gouvern. Jenisseisk die braunen Halbwüstenböden auch existieren.

<sup>3)</sup> Man muß bemerken, daß alle beschriebene Farbennuancen nur dann beobachtet werden können, wenn die Muttergesteine nicht lebhaft gefärbt sind, im letzten Falle verleihen sie auch den Böden ihre Farbe, wie es in den Halbwüsten des asiatischen Rußlands beobachtet wird.

grau, schichtenartig bis zur Tiefe von 5—13 cm und teilt sich in linsen-, schüppchen- und erbsenförmige Einzelheiten; sie ist ziemlich gut von der tieferen B-Schicht abgesondert, welche eine dunklere Farbe hat, mehr dicht ist, etwas klumpig und manchmal mit schwach ausgeprägten vertikalen Absonderungen. In der Tiefe von 5—7 cm. ist die Tätigkeit der Regenwürmer bemerkbar. Die Böden brausen von der Oberfläche an auf und in der Tiefe von 55—60 cm. steigert sich der Gehalt des Kalkkarbonates. Überhaupt in den Grenzen von 50—130 cm. bemerkt man eine dichte klumpige Schicht mit Konkretionen und Fleken von Kalkkarbonat. Unter derselben Schicht befinden sich sehr oft Adern von Gips.

Zwischen den grauen Böden, welche die Ebenen der südlichen Halbwüste einnehmen, kommen zerstreut allerlei Salzböden vor. Die nassen Salzböden enthalten hier manchmal ganz deutliche Mengen von Nitraten.

So ist die allgemeine und kurze Charakteristik der Bodenzonen des ebenen Rußlands.

Was die Gebirgsgebiete betrifft, so ist unter ihnen am meisten interessant der Kaukasus. Die Böden der Gebirgsketten des Turkestan sind, wie es scheint, nicht weniger interessant, aber sie werden erst jetzt von uns erforscht und die Erforschung ist noch nicht beendet.

Der Kaukasus hat dank seiner klimatischen Verschiedenheiten eine höchst bunte Bodendecke. Hier kann man nicht nur alle Bodentypen beobachten, welche in den Ebenen des europäischen und asiatischen Rußlands vorkommen, sondern auch noch solche Böden, die dort fehlen.

Die Regelmäßigkeit, mit welcher sich die Bodenzonen der Ebene Rußlands in horizontaler Richtung abwechseln, beobachtet man hier in vertikaler Richtung.

Die ebene Flächen Tsanskaukasiens, die ein trockenes Klima haben, sind mit grauen und braunen Halbwüstenböden bedeckt, wobei die ersteren mehr die östlichen und südlichen Teile, die letzteren die westlichen einnehmen.

Wenn man aus diesen ebenen, obgleich auch manchmal hochgelegenen Halbwüsten in die höheren Gebiete, wie zum Beispiel aus den Umgegenden von Eriwan zu den Ufern des Goktschasee aufsteigt, kommt man allmählich in die Tschernosiomssteppe, welche noch höher, in den Vorgebirgen des Berges Ali-Bek degradiert wird und auf den Hängen dieses Berges in die Podzolzone übergeht.

Noch höher kommen die Alpenwiesen mit den dunkelfarbigten Bergwiesenböden, welche keine volle Analogen in der Ebene Rußlands haben. Der Gipfel des Berges Ali-Bek ist mit leichten und trockenen Torfböden bedeckt.

An der Küste des Schwarzen Meeres, in der Nähe von Batum, in Kaukasus existieren auch Roterden von lateritischem Typus.

Die Gebirge des Kaukasus haben gewissermaßen Einfluß auf die Verteilung der Böden Vorkaukasiens: im Zusammenhange mit der Zunahme der Feuchtigkeit, je näher zu den Bergen geht die Halbwüstenzone des süd-östlichen Rußlands wieder in die Tschernosiomzone über.

---

Die Daten, welche hier über den Böden des asiatischen Rußlands zitiert waren, sind größtenteils durch die Arbeiten des vorigen Sommer erhalten worden. Die Bodenuntersuchungen im asiatischen Rußland unternahm die russische Übersiedelungsverwaltung, welche mir die Leitung der Untersuchungen anvertraut hat.

Meine Mitarbeiter waren die Herren L. Abutjkow, A. Bessonow, M. Kolokolow, Th. Lewtschenko, A. Lewizkij, S. Neustrujew, A. Penkow, B. Polynow, L. Prassolow, N. Prochorow, A. Rajzin, W. Smirnow, A. Stasiewitsch, G. Tumin und M. Filatow.

---

## I. Die Podzolzone

## Wasserauszüge (Sacharow)

Typus des Bodens und Ort oder Entnahme des Bodenmusters	Bezeichnung der Bodenschichte	Tiefe in der die Schichten lagern, in cm.	Färbung des Wasserauszuges	in 100 Teilen des trocknen Stoffes							
				Trockener Rest	Glührückstand (Mineralstoffe)	Glühverlust	Acidität als NaHo	Cl	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO
Podzol-Lehm-boden aus dem Gouvernement Ssmolensk	A	0-22	braunlich	0.0842	0.0283	0.0559	0.0029	—	0.0031	0.0020	0.0104
	B	25-50	ohne Farbe	0.0326	0.0119	0.0207	0.0012	—	0.0018	0.0025	0.0061
	C	50	„	0.0282	0.0088	0.0194	0.0014	—	0.0012	0.0024	0.0035

## Bauschanalysen (Georgiewskij)

	Bezeichnung der Bodenschichte	Wasser bei 100°C.	Humus	Glühverlust	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Alkalien durch Subtraction
Podzol aus d. Gouvern. Nowgorod.	A	1.22%	2.8%	5.86%	81.02%	7.03%	1.84%	1.17%	0.38%	0.085	2.61
	B	0.24	0.3	0.9	90.68	4.79	0.67	0.79	0.24	0.059	1.87
	C	0.97	—	2.4	84.5	7.21	1.62	1.03	0.34	Sp.	2.90

## II. Die Tschernosiomzone

## Durchschnittsgehalt des Wasserauszuges aus Tschernosiome (Sacharow)

	Bezeichnung der Bodenschichte	Tiefe in der die Schichten lagern in cm.	Färbung des Wasserauszuges	in 100 Teilen des trocknen Stoffes enthalten							
				Trockener Rest	Glührückstand (Mineralstoffe)	Glühverlust	Akalkinität als 2 (HCO <sub>3</sub> )	Cl	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO
	A	10-25	Weingelb	0.0734	0.0366	0.0368	0.0196	0.0062	0.0030	0.0047	0.0160
	B	30-80	ohne Farbe	0.0640	0.0288	0.0362	0.0241	0.0061	0.0017	0.0039	0.0144
	C	90-150	„	0.0644	0.0386	0.0258	0.0388	0.0039	0.0024	0.0031	0.0146

# **Humus, Glühverlust und Kohlensäure in den Tschernosiomböden d. Gouvern. Ssaraton (Dimo)**

Die Schichte	Tiefe der Entnahme der Probe	Humus	Glühverlust	CO <sub>2</sub>
A	0—10 cm.	11.21%	20.46%	0.096
	15—20 „	11.20	20.14	0.102
	20—25 „	7.89	16.81	0.054
	30—35 „	7.30	15.41	0.065
	40—45 „	6.62	15.58	0.076
B	50—55 „	4.92	13.35	0.087
	58—60 „	4.55	12.24	0.072
	60—63 „	3.53	11.31	0.076
	65—69 „	2.90	11.42	3.760
	75—80 „	2.50	11.09	6.440
C	85—90 „	1.81	9.61	7.592
	95—100 „	1.59	8.89	7.11
	105—110 „	1.53	9.14	8.15
	115—120 „	1.32	8.99	8.55
	125—130 „	1.09	8.58	8.84

# Die Wasserauszüge aus d. säulenförmigen Salzboden d. Gouvern. Ssaraton (Dimo)

Bezeichnung der Schichte und Tiefe der Entnahme d. Prob.	Trockener Rest	Glühverlust	Glührückstand (Mineralstoffe)	Cl	CO <sub>2</sub>	SO <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Farbung d. Wasserauszeuges
A <sub>1</sub> 1—4 cm.	0.0912	0.0369	0.0542	0.0017	0.0041	0.0170	0.0062	0.0046	0.0043	0.0067	0.0040	0.0036	0.0154	weingelb
A <sub>2</sub> 4—7 "	0.1235	0.0617	0.0618	0.0008	0.0065	0.0195	0.0056	0.0073	0.0054	0.0049	0.0016	0.0053	0.0300	braungelb
B <sub>1</sub> 7—13 "	0.3668	0.1574	0.2094	0.0024	0.0026	0.0531	0.0073	0.0043	0.0049	0.0056	0.0052	0.0071	0.0740	tiffbraun
B <sub>2</sub> 15—22 "	0.6458	0.1932	0.4526	0.0013	0.0067	0.2362	0.0084	0.0036	0.0021	0.0073	0.0063	0.0021	0.2010	roch dunkler
B <sub>3</sub> 29—35 "	2.8085	0.2284	2.5801	0.0004	0.0067	0.5459	0.0009	0.0011	0.0009	0.3104	0.1184	0.0166	0.7235	weingelb
B <sub>4</sub> 42—50 "	1.0478	0.0582	0.9896	0.0006	0.0353	0.5275	0.0012	0.0003	0.0015	0.0059	0.0195	0.0131	0.4078	} schwach gelb, fast ohne Farbe
C 55—60 "	0.8540	0.0316	0.8224	0.0009	0.0341	0.4307	0.0026	—	Sp.	0.0057	0.0042	0.0626	0.3056	
C 75—80 "	0.5408	0.0180	0.5228	0.0009	0.0494	0.2359	0.0026	0.0009	0.0013	0.0035	0.0017	0.0134	0.2256	
C 125—130 "	0.1754	0.0170	0.1594	Sp.	0.0523	0.0180	0.0016	0.0007	0.0008	0.0010	0.0006	0.0042	0.0840	

## Humus und Glühverlust der Schichten des säulenförmigen Salzboden aus d. Gouvern. Ssaratow (Dimo).

Schichten	Tiefe	Humus	Glühverlust
A <sub>1</sub>	1—4 cm.	11.09	18.47
A <sub>2</sub>	4—7 „	6.12	11.84
B <sub>1</sub>	7—13 „	6.33	16.20
B <sub>2</sub>	29—35 „	3.54	13.11
B <sub>3</sub>	42—50 „	2.91	11.83
C	55—60 „	2.17	8.67
C	65—70 „	1.93	8.59
C	75—80 „	1.03	7.52

### III. Die Kastanienfarbige Zone

**Die Wasserauszüge aus den kastanienfarbigen, schwachsalzig-kastanienfarbigen und säulenförmigen Salzböden.**

(Tumin und Lewtschenko).

Analitiker M. Prik und Th. Lewtschenko.

	Schichten	Tiefe der Entnahme d. Prob.	Trockener Rest	Glühverlust	Glührückstand (Mineralstoffe)	SO <sub>3</sub>	Cl	Alkalinität als 2(HCO <sub>3</sub> ) oder in ccm. HCl	Farbe des Wasserauszuges
Kastanienfarbiger Boden aus d. Akmolinsk'sch. gebiete . . . . .	A	1-5 cm	0.0758	0.0249	0.0309	0.0046	0.0029	0.0190	} schwach } weingelb
	B <sub>1</sub>	20-25 „	0.0742	0.0294	0.0448	0.0081	0.0029	0.0202	
Schwachsalzig kastanien farb. Boden aus d. Turgaj-gebiete . . . . .	A	0-15 „	0.0800	0.0347	0.0453	0.0043	0.0008	11 cm HCl	} schwach } weingelb } weingelb } Fast ohne Farbe
	B <sub>1</sub>	30-41 „	0.1038	0.0361	0.0677	0.0043	0.0008	16.19 „	
	C	90-125 „	1.3240	0.1532	1.1708	0.6130	0.0844	10.16 „	
Tief säulenförmiger Salzböden aus d. Turgaj-gebiete . . . . .	A	0-10 „	0.0378	0.0167	0.0211	0.0083	0.0072	2.7 „	} sch.-gelblich } Tief weingel. } sch.-gelblich
	B <sub>1</sub>	10-22 „	0.1582	0.0556	0.1038	0.0167	0.0112	15.3 „	
	B <sub>2</sub>	50-65 „	0.6249	0.0520	0.5729	0.1349	0.1800	8.20 „	

**Die Bauschanalyse des säulenförmigen Salzboden auf d. Kaolintone aus d. Turgaj-Gebiete (Lewtschenko).**

Analitiker Golen und Dumanski.

Schichten	Glühverlust	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summa
A <sub>1</sub>	6.61	81.87	8.89	1.46	0.25	0.23	0.18	0.10	0.04	Sp.	99.61
A <sub>2</sub>	9.02	82.19	5.00	2.30	0.15	0.81	0.04	0.07	0.23	Sp.	99.81
B <sub>1</sub>	9.08	68.96	13.10	4.52	0.65	2.61	0.05	0.04	0.13	Sp.	99.14
B <sub>2</sub>	11.58	61.66	12.47	4.54	5.47	3.20	0.13	0.08	0.32	Sp.	99.65

#### IV. Die braune Halbwüstenzone.

Die Wasserauszüge aus d. braunen Halbwüstenböden, tiefsäulenförmigen Salzboden und krustenartig. Salzböden. (Stasiewitsch).

Aknomolinsk'sches Gebiet.

Analitiker M. Prik.

	Schichten	Tiefe d. Entnahme d. Proben	Trockner Rest	Glühverlust	Glührückstand (Mineralstoffe)	SO <sub>3</sub>	Cl	Alkalinität als 2 (HCO <sub>3</sub> )	Farbe des Wasser- auszuges
Brauner Halbwüsten- Boden	A <sup>1</sup>	0—2 cm.	0.0508	0.0198	0.0310	0.0042	} Spur.	0.0138	Schwach gelblich
	B <sub>1</sub>	7—12 "	0.0516	0.0258	0.0260	0.0040		0.0195	"
	B <sub>2</sub>	15—21 "	0.0410	0.0240	0.0170	0.0033		0.0157	Fast ohne Farbe
Tief-säulenförmiger Salzboden	A <sub>1</sub>	0—3 "	0.0418	0.0140	0.0278	0.0212	} Sp.	0.0243	Schwach gelblich
	A <sub>2</sub>	5—10 "	0.0682	0.0346	0.0336	0.0264		0.0257	Etwas dunkler
	B <sub>1</sub>	10—18 "	0.1746	0.0506	0.1240	0.0270		0.0698	Noch dunkler
	B <sub>2</sub>	25—32 "	0.4506	0.0586	0.3920	0.0347		0.0940	Schwach weingelblich
	C	53—57 "	0.5706	0.00418	0.5288	0.0646		0.0320	Fast ohne Farba
Krustenartiger Salz- boden	A <sub>1</sub>	—	0.1480	0.0502	0.0978	0.0184	0.0174	0.0590	Schwach gelblich
	A <sub>2</sub>	—	0.4980	0.0572	0.4408	0.0152	0.2664	0.0333	Schw. gelb. mit Opaleszenz
	B <sub>1</sub>	—	1.0640	0.1580	0.9064	0.0614	0.5280	0.0352	Gelb. durchsichtig



# Bauschanalyse d. braunen Halbwüstenböden und braun. tief-säulenförmigen Salzböden. (Stasiewitsch).

Akmolinsz'sches Gebiet

Analitiker M. Prik.

	Schichten	Tiefe der Entnahme d. proben	Wasser bei 100—105°C.	Glühverlust	N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Summa
Brauner Halbwüsten Boden	A <sub>1</sub>	0—3 cm.	1.71	3.75	0.06	71.94	12.73	4.78	1.32	1.02	2.45	1.37	0.09	99.50
	A <sub>2</sub>	3—6 "	2.18	4.35	0.22	71.39	11.95	5.42	1.63	1.03	1.87	1.65	0.09	99.60
	B <sub>1</sub>	17—24 "	2.47	3.02	0.04	71.81	12.34	5.46	1.73	1.03	2.16	1.34	0.07	99.00
Tief-säulenförmiger Salzboden	A <sub>1</sub>	0—3 "	1.78	4.00	0.084	71.63	12.21	5.00	1.24	1.53	1.90	1.84	0.10	99.33
	B <sub>1</sub>	13—22 "	5.08	5.06	0.08	65.16	15.73	6.11	1.20	2.09	2.39	1.31	0.05	99.18
	C	65—70 "	1.77	11.33	0.01	57.24	8.39	5.32	12.52	2.01	1.73	1.12	0.04	99.71

## Die Vertheilung d. Humus und Glühverlustes in d. braunen Halbwüstenboden und tief-säulenförmigen Salzboden (Stasiewitsch).

Akmolinsk'sches Gebiet.

Analitiker Dolenko

### Brauner Halbwüstenboden.

	Hygroc. Wasser	Humus	Glühverlust
A <sub>1</sub> (1—5 cm.)	2.34%	4.22%	5.02%
B <sub>2</sub> (8—13 " )	2.19	1.12	2.34
A <sub>2</sub> (19—27 " )	3.18	1.34	3.12
B <sub>1</sub> (42—50 " )	3.38	1.54	3.95

### Tief-säulenförmiger Salzboden.

	Hygroc. Wasser	Humus	Glühverlust
A <sub>1</sub> (0—3 cm.)	1.78%	2.51%	—
A <sub>2</sub> (3—7 " )	1.72	1.54	2.90%
A <sub>3</sub> (8—12 " )	1.58	1.00	2.58
B <sub>1</sub>	5.08	1.47	—
B <sub>2</sub> (39—46 " )	3.46	1.66	4.62



## 2. Die Bodenverhältnisse in Norwegen.

Von Dr. K. O. Björlykke, Christiania.

Norwegen hat ungefähr dieselbe Grösse wie das Ungarische Reich (Norwegen 321,477 Km.<sup>2</sup>, Ungarn 325,325 Km.<sup>2</sup>), hat aber durchschnittlich nur ca. 7 Einwohner per Km.<sup>2</sup> (Norwegen hat 23 Mill., Ungarn ca. 20 Mill. Einwohner). Dies kommt daher, daß Norwegen zum wesentlichen Teil ein Gebirgsland ist. Ungefähr ein Drittel der Oberfläche des Landes liegt über der Korngrenze (600 m), und der nördliche Teil liegt in der kalten Zone. Aber es ist weder die Höhe über dem Meere noch die Lage gegen Norden, die bewirkt, daß das Land so dünn bevölkert ist. Der wesentlichste Grund ist das spärliche Auftreten von losen Erdschichten und der grössere Reichtum an unfruchtbaren Klippen.

Wir rechnen, daß über 70% der Oberfläche Norwegens aus kahlen Felsen, unbebautem Land, Moor, Binnenseen, Schnee und Eis bestehen (kahle Felsen 59,2%, unbebautes Land, Weiden 7,6%, Moor 3,7%, Binnenseen 3,8%, Schnee und Eis 1,6%); 21% sind mit Wald bewachsen und nur ca 3% der Oberfläche des Landes sind bebaut.<sup>1)</sup>

Natürlich haben wir noch einige unbebaute, aber bebaubare Strecken; diese machen jedoch schwerlich ein so grosses Areal aus, wie das schon bebaute, so daß sich kaum mehr als 5—6% der Oberfläche Norwegens zum Behauen eignen.

Von dem festen Felsenboden betragen in Norwegen Grundgebirge und Granit 44%, Gabbro, Syenit und Porphyry 5%, Sparagmitformation (präkambrisch) ca 5%, Phyllitformation (umgewandeltes Silur) 30%, Sandstein und Konglomerat (Devon) 2%, und Silur im Kristiniagebiet 0,6%. Der Rest ist von grösseren Massen loser Erdschichten bedeckt (6,8%) oder besteht aus Binnenseen (3,8%), Schnee und Eis (1,6%).

---

<sup>1)</sup> Nach Amuns Hellans: Forbunden i Norge. Kristiania 1893.

Die losen Erdschichten haben ihr spezielles Interesse sowohl in geologischer, petrographischer, als auch in agronomischer Beziehung. Hiernach lassen sie sich auch klassifizieren.

### **Die geologische Klassifikation der norwegischen Bodenarten.**

Alle losen Ablagerungen in Norwegen gehören der Quartärzeit an; sie lassen sich in die *glacialen* und die *postglacialen* Bildungen einteilen.

Zu den glacialen Ablagerungen gehören die *Moränenbodenarten* sowie einige Reste aus früheren Eiszeiten, die sich jedoch nur an einer einzelnen Stelle in Norwegen finden, nämlich auf dem Vorland von Jöderen am südwestlichen Küstenrande. Im übrigen gehört das Moränenmaterial in Norwegen zu den Ablagerungen der letzten Eiszeit.

Es sind in Nordeuropa mehrere Eiszeiten gewesen; man rechnet gern drei. Die mittlere von diesen wird als *die grosse Eiszeit* bezeichnet.

Das Inlandseis aus dem skandinavischen Hochland verbreitete sich alsdann über Dänemark, Norddeutschland und westwärts ganz bis Ostengland.

Im Skagerrak folgte der Eisstrom einem Talwege im Meeresboden, der sogenannten „Norwegischen Rinne“, die um die Westküste Norwegens biegt. Diese Eisbewegung hat marine Tonschichten mit Meeresmuscheln einer verhältnismäßig milden Fauna (*Cyprina islandica* etc.) vom Meeresboden aufgewühlt und einen Teil dieses Materials auf den niedrigen Küstenrand von Jöderen zurückgelassen. Hier haben die losen Massen stellenweise eine Mächtigkeit von mehr als 100 m, ebenso wie die entsprechenden Bildungen in Dänemark und Norddeutschland.

Aber an allen anderen Stellen in Norwegen haben die losen Ablagerungen eine verhältnismäßig geringe Mächtigkeit, und der feste Felsenboden tritt häufig hervor.

Über den größten Teil des Landes ziehen Vertiefungen und Unebenheiten des Felsenbodens, nur an manchen Stellen ist auch dieser selbst auf grössere Strecken von Moränenmaterial bedeckt, das während der letzten Eiszeit abgesetzt und zurückgelassen worden. Das Eis hat bei seinem Rückzug einige Pausen gemacht und Randmoränen hinterlassen, so daß sich sein Weg verfolgen läßt; aber da es während dieser Schmelzperiode teils stille gestanden und

teils sich zurückgezogen hat, so bestehen seine zurückgelassenen Moränenmassen, besonders in den zentralen Teilen des Landes, zum wesentlichen Teil aus den Bergarten, die in festem Felsen anstehen. Man kann daher an den meisten Stellen die Moränenböden nach der Formation des Untergrunds oder richtiger nach der Formation oder den Bergarten, die den Hauptbestandteil dieser Moränen bilden, einteilen. Hiernach könnte man unterscheiden:

1. Grundgebirgsmoränen.
2. Sparagmitmoränen.
3. Phyllitmoränen.
4. Silurmoränen.
5. Sandsteinmoränen.
6. Gabbromoränen.
7. Jüngere Granit- und Syenitmoränen. Ferner müssen hinzugefügt werden:

8. Gemischte Moränen.

Zunächst kommen in Betracht die *fluvioglazialen* Bildungen, die teils als Sand- und Kiesrücken in der Richtung der Gletscherbewegung auftreten (äsar oder norwegisch: egge) teils als Sand- und Kiesflächen (Sandr und Terrassen), aber diese Bildungen spielen doch in Norwegen wegen der stark kupierten Oberfläche des Landes eine kleinere Rolle.

Die Oberfläche Norwegens ist von Tälern und Fjorden durchfurcht. Längs den Seiten der Täler treten Moränenböden auf, aber auf der Sohle der Täler kommen ausgewaschene Sand- und Kieschichten (Flußsand und Flußkies) vor, und an einzelnen Stellen, wo zur Zeit der Stromschwellung Überschwemmungen eintreten, können feinere Bodenarten zur Absetzung gelangen, eine Art Aueboden (Norwegisch: Kleimjord).

In der spätglazialen Zeit lag Norwegen tiefer, d. h. das Meer ging höher hinauf als in der Gegenwart. Die Höhe, die das Meer damals erreichte (die marine Grenze), liegt im südöstlichen Teil des Landes ca 220 m, an der Westküste 10—100 m und im nördlichen Norwegen ca 50—150 m über dem jetzigen Meeresniveau. Die Hebung des Landes erfolgte teils in der spätglazialen und teils in der postglazialen Zeit; sie war am bedeutendsten in den zentralen und südöstlichen Teilen und am geringsten in dem peripherischen Küstenstrich.

Der flachere Teil des Landes, besonders um den Kristianiafjord und den Trondhjemeffjord, war während dieser Zeit, da das

Land tiefer lag als jetzt, von marinen Ton- und Sandschichten bedeckt. Der marine Ton aus der spätglazialen Zeit enthält Reste einer arktischen Faune; er ist zuweilen reich an gröberen Sand-Kiespartikeln und Steinen (mariner Moränenton, vor der Eiskante abgesetzt) oder an dünnen Sandschichten (Scheibenton), die, wie man annimmt, von der wechselnden Schlammführung zu den verschiedenen Jahreszeiten herrühren; oft kann jedoch dieser Ton auch wie ein steifer und feiner Meereston entwickelt sein.

Der postglaziale Ton wurde abgesetzt, nachdem das Land etwas gestiegen war (ungefähr  $\frac{2}{3}$  der ganzen Steigung); er bildet gern einen feinen und steifen Meereston, ausgenommen in der Nähe der Flußmündungen, wo er oft mit Sand vermischt ist.

Während der Steigung des Landes hoben sich auch die früheren Flußdeltas, und diese bilden jetzt Terrassen, besonders am Ende der Fjorde, wo ein Fluß ausmündet, aber auch auf dem flacheren südöstlichen Teil des Landes, wo die alten Delta jetzt größere Sand- und Kiesflächen bilden können, z. B. südlich von den größeren Binnenseen: Mjösen, Randsfjord, Spirillen, etc.

Von Interesse sind einige feinere Sandbodenarten (Moboden), die teils von Moränen ausgewaschen oder in Süßwassern abgesetzt sind (Kvabb und Koppjard), teils im Meer in seichtem Wasser abgelagert wurden (Romeriksmjele).

Ein nicht unbedeutender Teil der Oberfläche Norwegens ist von Mooren und Morästen bedeckt, teils Hochmoore, die die größte Verbreitung in dem südöstlichen Teil des Landes haben, und teils Niedrungsmoore, die im Küstenstrich allgemein sind.

Längs der steilen Fjord- und Tallehnen können Rutschböden (n. Skredjard) oder Tallusbildungen auftreten, aber diese sind von geringerer ökonomischer Bedeutung, da sie sich im allgemeinen nicht zur Kultur eignen.

Eigentliche Verwitterungsböden (Primitivböden) sind in Norwegen nicht allgemein, aber sie können doch an einzelnen Stellen vorkommen, wo der Felsenboden aus weicheren Bergarten besteht.

Flugsand kommt an einigen wenigen Stellen vor (z. B. Jöderen und bei Pöros), aber er hat keine größere Verbreitung.

### **Die petrographische Einteilung der norwegischen Bodenarten.**

Die Eigenschaften der Bodenarten sind zum wesentlichen Teil von der Art der Bodenbestandteile und von ihrer Korngröße (Textur) abhängig.

Die Art der Bestandteile läßt sich teils aus dem geologischen Ursprung der Bodenart herleiten, teils läßt sie sich durch makroskopische oder mikroskopische Untersuchungen bestimmen. Die Korngröße oder Textur der Bodenarten läßt sich durch mechanische Bodenanalysen bestimmen.

Man hat leider noch kein anerkanntes internationales System für die mechanischen Analysen; vorläufig haben wir uns in Norwegen an das von Dr. F. Wahnschaffe (Anl. z. wissensch. Bodenunters.) errichtete gehalten, obwohl dies sicherlich, besonders für die feinsten Grade, kein vollständiges System ist.

Man sollte soweit kommen, daß an die verschiedenen Größengrade auch bestimmte physische Eigenschaften geknüpft würden, besonders in ihrem Verhältnis zu Wasser. Dr. Albert Atterberg in Kalmar hat bekanntlich einige derartige Untersuchungen ausgeführt und ein eigenes System darauf basiert.

Die Boden pflegen, wie bekannt, aus einer Mischung von verschiedenen Korngrößen oder, wenn man will, aus den verschiedenen Bodenbestandteilen: Steinen, Kies, Sand und Ton zu bestehen. Nach diesen Bestandteilen benennt man dann die großen Hauptgruppen: Steinhöden, Kieshöden, Sandhöden und Tonhöden. Zu welcher dieser Gruppen eine Bodenart gerechnet werden soll, mag zuweilen schwer genug zu entscheiden sein. Wir haben die Regel aufgestellt, daß der Bodenbestandteil, der in größter Menge auftritt, der Bodenart ihren Hauptnamen gibt, während die andern auftretenden Bodenbestandteile als Adjektive hinzugefügt werden, die mit den Bezeichnungen „stark“ und „schwach“ variiert werden, z. B. stark sandhaltiger Tonboden — oder: schwach tonhaltiger Sandboden.<sup>1)</sup>

Ferner haben wir zwischen Sandhöden und Tonhöden eine neue Bodenartgruppe einschieben müssen, die wir *Moböden* benannt haben.

Zu dieser Gruppe rechnen wir die Bodenarten, deren Hauptbestandteil aus Staubsand besteht (Staub 0.05—0.01 mm). Ton ist schwer zu definieren, aber wir haben vorläufig die Bestandteile dazu gerechnet, die weniger als 0.01 mm sind.

Von mehr typisch norwegischen Bodenarten kann ich als Beispiel einige nennen, die von der Bevölkerung bestimmte Lokalnamen erhalten haben:

---

<sup>1)</sup> Cfr. G. De Geer: Vorschlag zur Einteilung klastischer Erdarten und Gesteine. Förh. vir Nordiska Naturf. — mötet i Helsingfors 1902.

*Svartjord* ist aus verwittertem kambrischem Alaunschiefer entstanden (Hedemarken).

*Esjajord* ist aus verwittertem Phyllit entstanden (Hardanger).

*Fläljord* besteht aus Sandkörnern und Humuspartikeln, von der Oberfläche weggespült und von kleinen Bächen und Flutwasser abgesetzt (Österdalen).

*Mjele* (Romerike), *Kvabb* (Österdalen) und *Koppjord* (Solör) bestehen alle hauptsächlich aus Staubsand und gehören also zur Gruppe der Moböden.

*Blaulums* ist ein bläulicher, weicher und zäher Meereston (Smaalenene).

*Skurveler* und *Kvitler* sind grauliche, mehr verwitterte Tonsorten. *Pipler* zeichnet sich, wenn er gefriert, dadurch aus, daß strahlenförmige Eiskrystalle gebildet werden.

*Mjöller* ist ein hellgrauer, etwas sandhaltiger Ton (Höland).

*Knoppeler* ist ein in scharfrandige Stückchen zerbröckelnder Meereston (Nedenäs).

Von Moorböden oder Humusböden haben wir auch viele Typen, z. B.:

*Foorjord* ein mit Schlamm gemischter Grastorf.

*Rekjemyr* oder Myrdynd, meistens aus angeschwemmten Pflanzenteilen entstanden.

*Orejord* oder Oredynd, entstanden aus Überresten der Schwarzerde (*Alnus glutinosa*).

*Kaletorv*, meistens aus Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) entstanden.

*Flakatorv*, besonders aus *Phragmites communis* entstanden.

Diese verschiedenen Bodenartentypen und viele andere, die hier nicht genannt sind, sind noch nicht genügend untersucht. Die agrogeologischen Bodenartenuntersuchungen haben in Norwegen kaum erst ihren Anfang genommen. Der Staat hat sich dieser Untersuchungen nicht direkt angenommen. Der Impuls ist von der landwirtschaftlichen Hochschule Norwegens ausgegangen, und „Die königliche Gesellschaft für Norwegens Wohl“ hat den Anfang gemacht, indem sie im vorigen Jahr einen aus 3 Mitgliedern bestehenden Bodenausschuß einsetzte. Dieser Ausschuß, dessen Vorsitzender ich zur Zeit bin, wird versuchen, durch Zusammenarbeiten mit andern Institutionen auf dem Gebiete der Landwirtschaft und Geologie das Studium der Bodenarten in unserem Lande zu fördern.

Es gilt dann zunächst, in weiterer Entwicklung der besondern Bodenkunde, eine Beschreibung der norwegischen Bodenarten



ihrer Eigenschaften, ihres Vorkommens und ihrer Verbreitung zu geben. Im Zusammenhang hiermit ist auch ihre Behandlung bei Kultur und ihre Verwendung für spezielle Pflanzensorten zu behandeln.

Wir kommen hierdurch zu der dritten Klassifikation der Bodenarten, nämlich nach ihrer agronomischen Verwendung.

### **Die agronomische Klassifikation der norwegischen Bodenarten.**

Diese geht darauf aus, mit Hilfe der Eigenschaften der Bodenarten sowie der Lage und des Klimas des Ortes zu bestimmen, für welche Kulturpflanzen sich die Bodenarten an den verschiedenen Orten am besten eignen.

Man muß bei dieser Einteilung sowohl die Bodenart, die Lage, das Klima, als auch die Forderungen der Pflanzen berücksichtigen. Sie muß also *örtlicher* Natur sein und läßt sich nicht auf größere Gebiete oder bei Übersichtskartierung anwenden; aber sie kommt für kleinere Gebiete oder für einzelne Güter dem endlichen Ziel, *der agronomischen Verwendung der Bodenarten*, am nächsten.

Auch diese Art von Unternehmung und Klassifikation ist in Norwegen noch nicht weiter entwickelt. Man begnügt sich in der Praxis gern damit, die steifen und schweren sowie die leichten und scharfen Bodenarten zu unterscheiden, erstere besonders für Weizen und Klee, letztere besonders für Roggen und Kartoffeln passend. Von speziellen agronomischen Bodentypen sind ausgeschieden worden: 1. Kartoffelboden, 2. Roggenboden, 3. Haferboden, 4. Gerstenboden oder Kleeboden, 5. leichter Weizenboden, 6. schwerer Weizenboden, 7. Wiesenboden.<sup>1)</sup>

Aber hier liegt der künftigen Forschung noch ein weites Feld offen, indem viele Dinge, die man jetzt nur annähernd kennt, näher erforscht und verstanden werden können.

Für die Waldbäume und die wilde Vegetation ist es nicht schwer eine genaue Verbindung zwischen den Bodenarten und den speziellen Pflanzensorten nachzuweisen. Bei den Ackerböden verhält es sich dagegen so, daß sich Mängel der Bodenart wenigstens teilweise durch eine bessere Behandlung, durch Bodenverbesserungsmittel und durch Düngen aufheben lassen. Aber die Düngungsfrage selbst ist noch wenig erörtert. Es versteht sich ja von selbst, daß

---

<sup>1)</sup> Cfr. J. Hazard: Die geologisch-agronomische Kartierung etc. Berlin 1900.

die verschiedenen Bodenarten nicht dieselben Düngersorten oder dieselben Düngermengen brauchen -- daß im Gegenteil die Düngung in gewissem Grade von dem stofflichen Inhalt der Boden abhängig sein muß, den es gilt so gut wie möglich auszunützen. Hier gilt es den Dünger zu finden, der sich am besten lohnt für die bestimmte Bodenart und für die bestimmte Pflanzensorte. Dies muß das Ziel sein, so daß man mit der Zeit so weit kommen kann, daß man sowohl eine bestimmte Düngung als auch einen bestimmten Samenwechsel für jede Bodenart innerhalb eines begrenzten Gebietes, wo die klimatischen Verhältnisse einigermaßen gleichartig sind, aufstellen kann. Um dies Ziel zu erreichen, wird es notwendig sein, die agrogeologischen Untersuchungen der Bodenarten mit systematischen Düngungs- und Pflanzenversuchen in Verbindung zu setzen; aber die Voraussetzung hierfür ist, daß man im voraus die speziellen Bodenarten kennt -- ihre geologische Entstehung, ihre petrographischen Eigenschaften und die wichtigsten biologischen Faktoren.

Es wird ein langes Laken zu bleichen sein, wie ein norwegisches Sprichwort sagt, aber die Wissenschaft arbeitet immer mit langen Zielen.

### 3. Die heutige Verwitterungslehre im Lichte der Kolloidchemie.

Von Dr. F. Cornu, Leoben.

Seit ich mich mit der Anwendung der Resultate der Kolloidchemie auf die Mineralogie, Lagerstättenlehre und chemische Geologie befasse, habe ich die Verachtung Weinschenks gegen die jetzt herrschenden Dogmen der Verwitterungslehre teilen gelernt. *Unter den Namen Verwitterung werden heute die heterogensten Vorgänge zusammengefasst.* Es hat zwar schon vorher nicht an Stimmen gefehlt, welche z. B. die Zeolithisierung nicht als Verwitterung angesprochen haben, doch haben sie bisher wenig Widerhall in der Wissenschaft gefunden, und noch immer fristen die hypothetischen „Bodenzeolithe“ in den Lehrbüchern der Bodenkunde — und leider nicht bloß in diesen — ihr Dasein. Aber trotzdem ist es gerade die Bodenkunde, von welcher der zünftige Mineraloge und Petrograph lernen könnte.

Daß die Raseneisenerzbildung eine Gebildung ist, wissen die Pedologen schon längst.<sup>1)</sup> Nur in den mineralogischen Lehrbüchern figurirt das Rasenerz noch immer als eine Varietät des kristallinen Brauneisenerzes. Daß der Erdboden neben den unangreifbaren Rückständen der mechanischen Verwitterung der Gesteine aus Kolloiden besteht (Tonerdekieselsäuregele, Kieselsäuregel, Eisenhydroxydgele, kolloidale Humusstoffe), denen sich noch leichtlösliche Kristalloide, welche von den Kolloiden festgehalten werden, zugesellen, ist eine allgemein bekannte Tatsache, aus der der Geologe etwas hätte lernen sollen. Die eisernen Hüte der Erzlagerstätten sind Schauplätze der normalen Verwitterung wie der Ackerboden, nur daß hier an Stelle der Atmosphärrillen und der Humussäuren noch starke Elke-

---

<sup>1)</sup> Ramann, Bodenkunde, p. 46.

F. Senft, Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildung. Leipzig, 1862.

trolyte eingewirkt haben. Und auch hier haben wir demgemäß ganz ähnliche Verhältnisse, Bildung von Gelen neben leicht löslichen Kristalloiden.

Bei der normalen Verwitterung der Gesteine können wir von vornherein zwei Fälle unterscheiden, die ich an Beispielen erläutern will. Denken wir uns einen kahlen Felsen, z. B. Granit, der im Windschatten liegt, der Einwirkung der Atmosphärrillen ausgesetzt, so wird das Gestein ein bestimmtes Verwitterungsprodukt liefern (atmosphärische Verwitterung). Denken wir uns andererseits die Verwitterung desselben Gesteines unter gleichzeitiger Einwirkung der Vegetationsdecke, so wird ein anderes Verwitterungsprodukt resultieren (organische Verwitterung). Diese beiden Produkte unterscheiden sich von einander in ihren Eigenschaften, wie insbesondere die Untersuchungen von R a m a n n ergeben haben. Durch die hochwichtigen Arbeiten von S t r e m m e hat sich übrigens gezeigt, daß sich bei dem Einflusse von  $\text{CO}_2$  auf die Gesteinssilicate eine Substanz bildet, welche analoge chemische Zusammensetzung hat, wie die Produkte der organischen Verwitterung, wenn auch nicht die gleichen Eigenschaften.

Bei thermalen Einwirkungen entsteht hingegen ein kristalloider Körper von ziemlich ähnlicher Zusammensetzung ( $\text{H}_4 \text{ Al}_2 \text{ Si}_2 \text{ O}_9$ ), der in der Mineralogie als Kaolinit (Nakrit) bezeichnet wird. Wir finden diese Substanz oft in hübsch entwickelten Kriställchen als primäre Bildung auf den Erzgängen verschiedenster Art vor. W e i n s c h e n k, der die thermale Entstehung des Kristalloids Kaolinit betont, bekämpft die unter den Geologen herrschende Anschauung, daß *Kaolin* durch Verwitterung entstand, indem er auf die Sterilität der thermalen Kaolinitbildungen hinweist. Diese Sterilität erklärt sich aber aus dem relativ geringen Absorptionsvermögen des Kristalloides für andere Stoffe. Die bei der Verwitterung durch Humussäuren entstandenen Weißerden, die auf ihre Kolloidnatur zu prüfen wären, scheinen gleichfalls ein geringes Absorptionsvermögen zu besitzen.

Es darf nicht als ausgeschlossen betrachtet werden, daß sich ein durch Verwitterung entstandenes Kolloid Kaolin im Laufe der Zeit in das Kristalloid umwandelt, und ich möchte hier darauf hinweisen, daß nicht allein chemische Analysen bei dem Problem der Kaolinbildung zu Rate gezogen werden müssen, wie dies S t r e m m e mit Recht betont hat, sondern daß auch eine gründliche mikroskopische Untersuchung kaolinartiger Substanzen von wohlbekannter

Provenienz und bekanntem geologischem Alter vorgenommen werden muß, bevor die definitive Entscheidung fällt.

Die Verwirrung ist größtenteils dadurch entstanden, daß das Wort Kaolin für drei verschiedene Begriffe gebraucht wird: für den Kaolinit des Mineralogen (Kristalloid) für das Kaolin des Pedologen und für die Produkte der atmosphärischen Verwitterung. Auch in den mineralogischen Lehrbüchern finden sich die Gelformen mit dem Kristalloid vereinigt. Johnston und Blake waren durch die Vereinigung aller dieser von den Mineralogen der naturhistorischen Schule scharf getrennten Körper an der eingerissenen Verwirrung schuld.

Die Verwitterungsvorgänge müssen zunächst scharf geschieden werden in *Oberflächenverwitterung* und *säkuläre Verwitterung*. Denken wir uns einen Basaltblock in unseren Klimaten den Einflüssen der Atmosphärien ausgesetzt ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{O}$ ), so entsteht eine Verwitterungsrinde von grauer Färbung, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung aus Gelen zusammengesetzt erweist. Wir finden Tonerde-Kieselsäuregele, Eisenhydroxydgele gemengt mit Magnesia- und Eisensilikatgelen, welche letztere auf den Olivin zurückzuführen sind. Die nebenbei gebildeten Kristalloide, z. B.  $\text{CaCO}_3$ , werden durch das Regenwasser fortgeführt. Diesen Vorgang bezeichne ich als Oberflächenverwitterung. Denken wir uns das atmosphärische Wasser, welches seinen Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt größtenteils bereits in der obersten Schicht abgegeben hat, den Kapillaren entlang in das Gestein sickernd, so werden durch diesen Jahrhunderte lang dauernden Prozeß Produkte gebildet werden, welche eine analoge Zusammensetzung haben, wie die in der Verwitterungsrinde gebildeten Gele. Diese Körper sind Kristalloide. Der Geologe erfährt hier dasselbe, was der Chemiker aus seinem Versuch im Laboratorium lernt: überall dort, wo konstante Verhältnisse herrschen, konstanter Druck, konstante Temperatur u. s. w., dort entstehen Kristalloide; überall dort, wo diese Verhältnisse rasch wechseln, entstehen Gele. Daher also Kristalloidbildungen in der Tiefe, Bildung an der Oberfläche mit ihren Witterungsschwankungen.

Ein gutes Beispiel für das eben Angeführte bietet die wohlbekannte Serpentinisierung der Olivinausscheidlinge in den Basalten. Ich habe oft genug Gelegenheit gehabt zu beobachten, daß die Olivine an den Regenseiten der Basaltkuppen des böhmischen Mittelgebirges serpentinisiert waren, während der Basalt an den geschütz-

ten Stellen den Olivin in unverändertem Zustand enthielt. Die sekundäre Verwitterung ist von der größten Bedeutung für gewisse Gesteinsfacies, So ist z. B. der Melaphyrhabitus nichts anderes als das Produkt der säkulären Verwitterung. Die Serpentinisierung der Peridotite jedoch ist ein Prozess, der mit Verwitterung im gewöhnlichen Sinne nichts zu tun hat. Die Magnesitgänge im Serpentin, typische Erzeugnisse der Verwitterung, sind nicht, wie man bisher glaubte, Nebenprodukte der Serpentinisierung, sondern wie aus Beobachtungen Redlichs hervorgeht, Verwitterungsprodukte des Serpentin selbst oder auch Verwitterungsprodukte des Peridotits. Sie werden in beiden Fällen von anderen Gelen begleitet (Gymnit, Dermatin, Opal). Der sogenannte Serpentinmagnesit selbst ist ein Gel, wie schon Breithaupt gewußt hat.

*Oxydationszonen und Zementationszonen der Erzlagerstätten.*

Die eisernen Hüte der Erzlagerstätten sind Schauplätze der normalen Verwitterung wie der Ackerboden; sind sie nur ein spezieller Fall. Es ist Krusch's großes Verdienst, für diese Auffassung den Boden verbreitet zu haben. Denn er hat darauf hingewiesen, daß man bei Beschreibung einer jeden Erzlagerstätte scharf scheiden müsse zwischen Mineralen der Oxydationszone, der Zementationszone und den primären Erzen. Der Vorgang in der Oxydationszone entspricht der Oberflächenverwitterung, der in der Zementationszone der säkulären Verwitterung. Und auch hier im Erzgang werden am Tage (neben leicht löslichen Kristalloiden) Gele gebildet, so vor allem Eisenhydroxydgel, in der Tiefe, unter konstanteren Verhältnissen die Kristalloide gleicher oder ähnlicher Zusammensetzung. Nur ist der ganze Vorgang hier viel komplizierter, weil nicht nur die Atmosphärrillen an der Umwandlung der Minerale arbeiten, sondern auch starke Elektrolyte eine Rolle spielen, vor allem freie Schwefelsäure. Sie entsteht bekanntlich neben Eisensulfat aus dem Eisensulfid der Erzlagerstätte.

*Die Oberflächenverwitterung eine senile Erscheinung, die Zersetzungsvorgänge pathologische Erscheinungen.*

Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß man die heterogensten Vorgänge unter dem Namen Verwitterung zusammengefaßt hat. Gute Beispiele hierfür liefert das sonst so verdienstvolle Buch von Justus Roth, der unter der Bezeichnung „komplizierte Verwitterung“ alle möglichen Metamorphosen der Minerale zusammengefaßt hat. Wir müssen zunächst versuchen, alle die Prozesse, welche nicht hieher gehören, aus dem Umfange des Begriffes Verwitterung

auszuschliessen. Es ist dies in glücklicher Weise von Weinschenk angebahnt worden. Wir wollen die Oberflächen- und die säkuläre Verwitterung mit dem Greisenalter eines Gesteines vergleichen, die Zersetzungserscheinungen mit unheilbaren Krankheiten. Den Ausdruck „pathologische Fazies“ hat, wenn ich mich nicht irre, bereits Rosenbusch bei der Propylitisierung verwendet.

Zu den pathologischen Vorgängen gehören :

1. Die *Kaolonisierung* sensu strictissimo, d. h. die Entstehung des Kristalloides Kaolinit in thermal zersetzten Gesteinen. Rösler ist darin viel zu weit gegangen, daß er allen Kaolinlagern diese Entstehungsweise zuspricht. Der von ihm geführte interessante Nachweis seltener accessorischer Gemengteile, die thermale Entstehung beweisen sollen, ist zu erklären aus den Untersuchungsmethoden (Schlammprozeß) die ganz dazu angetan sind, seltene Gemengteile von Gesteinen zu entdecken, die man in einem Dünnschliff sonst nur durch Zufall beobachten kann.

2. Die *Grünsteinbildung*. Die Propylitisierung ist ein thermaler Vorgang. Im Diabashabitus liegt der Keim zur Grünschieferbildung. Es ist bezeichnend, daß man Gesteine vom Charakter des Diabases auch in jungen gefalteten Gebirgen vorfindet, z. B. im Apennin, während gleichaltrige Gesteine in ungefalteten Gebieten Basaltcharakter tragen. Hierauf hat bereits Rosenbusch hingewiesen. Dölter ist der Ansicht, daß bei der Propylitisierung Solfataren-Thätigkeit eine Rolle gespielt hat. Wir hätten hier also einen analogen Vorgang, wie die Alaunstein-Bildung bei sauren Eruptivgesteinen.

Hierher gehört wahrscheinlich auch die bekannte sekundäre Bildung von Chlorit in den Graniten. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß hier säkuläre Verwitterung vorliegt.

3. *Saussuritisierung und Serpentinisierung*. Dies scheinen zwei analoge Prozesse zu sein, die verglichen werden können mit der Bildung von Diabas aus Trappbasalt. Die Saussuritisierung ergreift die Produkte der magnesiareichen Gabbromagmen und der Peridotite. Die Epidotisierung scheint auch hieher zu gehören.

4. Die *Talkbildung*. Wie schon Weinschenk<sup>1)</sup> nachgewiesen hat, und wie von Redlich und mir an mehreren obersteirischen Talklagerstätten gezeigt wurde<sup>2)</sup> entsteht der Talk epigenetisch,

<sup>1)</sup> Weinschenk E.: Das Talkvorkommen bei Mautern in Steiermark. Zeitschr. f. prakt. Geologie; VIII. Jahrg. 1900, S. 41.

<sup>2)</sup> K. A. Redlich und F. Cornu: Zur Genesis der alpinen Talklagerstätten. Zeitschr. f. pr. Geologie, XVI. Jahrg. 1908, S. 145.

u. zw. dann, wenn magnesiareiche Lösungen in Phyllit eindringen. Wahrscheinlich sind es Magnesia-Bicarbonate; Sulfate sind wohl ausgeschlossen, da man sonst eine größere Zahl von Sulfiden finden müßte. Hiebei ist der Rumpfit als diejenige Substanz zu betrachten, in der sich die Tonerde anreichert. In dem neugebildeten Talk lassen sich, wie im Rumpfit, noch viele akzessorische Bestandteile des ursprünglichen Phyllits nachweisen.

Da im obersteierischen Karbonzug mit den Phylliten gewöhnlich Kalkbänke wechsellagern, so wirken die magnesiareichen Lösungen auch auf diese ein; daher spielt sich gleichzeitig mit der Talkbildung als Parallelvorgang die Umwandlung des Kalkes in Dolomit und Magnesit ab.

5. Die *Serizitisierung*. Diese ist der der Kaolinbildung (im weitesten Sinne) entsprechende Prozeß, wenn schwache dynamische Vorgänge hinzutreten, z. B.:

- a) säkuläre Verwitterung + dynamischer Vorgang,
- b) thermale Zersetzung + dynamischer Vorgang.

Hierher gehört die Serizitisierung des Nebengesteines von Erzgängen.

6. Die *Zeolithisierung*. Daß die Zeolithe nicht normale Verwitterungsprodukte der Feldspathe und Feldspathvertreter in den Gesteinen darstellen, wie man vielfach früher angenommen hat, sondern Produkte der postvulkanischen Phasen, darüber kann nach den Studien von Dölter, Daubrée, Bunsen, Pelikan, Weinschenk, Knop, Hirsch und mir kein Zweifel mehr bestehen.

Vor allem sprechen folgende Momente gegen die Annahme, die Zeolithe seien Verwitterungsprodukte:

a) Wo man die Entstehung der Zeolithe direkt beobachten konnte, stellen sie thermale Bildungen dar. So hat man Chabasit, Phillipsit, Natrolith und Apophyllit in den Ziegeln von Mauern der Thermen von Plombières in den Vogesen nachgewiesen, wo sich diese Minerale durch jahrhundertelange Einwirkung auf das noch aus der Römerzeit stammende Mauerwerk gebildet haben.

b) Die Darstellung der Zeolithe gelang stets nur bei höherer Temperatur. So erwähne ich hier den klassischen Versuch von Wöhler, der schon 1848 gepulverten Apophyllit aus Wasser in geschlossener Röhre bei 180° umkristallisieren ließ. Dölter hat diese Versuche bei Chabasit, Heulandit, Natrolith und Skolezit bei 120° bis 160° wiederholt und diese Minerale bei 130° bis 190° auch synthetisch aus ihren Elementen erhalten.

c) Das Muttergestein in der Nähe der Zeolithmandeln erweist



sich häufig völlig frisch, namentlich die Feldspathe sind ganz intakt, wie ich u. a. in meiner Mitteilung über den Zeophyllit von Radzein dargetan habe.

d) Verwittert ein zeolithführendes Gestein unter Einwirkung der Atmosphärilien, so sind die Feldspathe noch ganz frisch, wenn sich die Zeolithe bereits in eine tonige Masse umgewandelt haben. Darauf haben Lemberg und ich hingewiesen.

e) Bei petrographischen Untersuchungen an Gesteinen des böhmischen Mittelgebirges durch Pelikan und Hirsch hat sich ergeben, daß Analcim aus dem Magma als letztes Erstarrungsproduct auskristallisiren kann.

f) Einige Zeolithe besitzen einen hohen Fluorgehalt (Zeophyllit, Apophyllit), der dem betreffenden Gestein ganz fehlt. Die Erklärung des Fluorgehaltes durch die Verwitterungshypothese ist unmöglich.

g) Ein weiterer Beweis liegt in der Konstanz der Zeolitsukzessionen. So beobachten wir z. B. auf den böhmischen Zeolithstufen stets dieselbe Reihenfolge: Analcim als die älteste Bildung, dann Natrolith, dann Apophyllit und endlich Chabasit (wenn dieser überhaupt vorhanden ist). Diese beständige Reihenfolge in der Auskristallisation hat man auf die verschiedenste Weise zu erklären versucht, Boricky dadurch, daß die ältesten Zeolithe (Analcim, Natrolith) ihre Entstehung dem leichtest verwitterbaren Gesteinsmaterial verdanken, dem Nephelin, die jüngeren den widerstandsfähigeren Feldspathen; Schrauf erklärt sie durch die Löslichkeitsverhältnisse, Brögger durch den verschiedenen Gehalt an Kalk und Natron. Ich habe bei der Untersuchung zahlreicher Zeolitsukzessionen aus dem böhmischen Mittelgebirge, aus Tirol, Island und den Faröern die Beobachtung gemacht, daß die Sukzession in erster Linie durch den Wassergehalt bedingt erscheint. Die ältesten Zeolithe, die sich bei den höchsten Temperaturen bildeten, sind die wasserärmsten, die bei niedriger Temperatur gebildeten, sind immer wasserreicher. Mit dieser Beobachtung stimmt es überein, daß Döltner aus der gleichen Lösung bei höherer Temperatur Analcim, bei niedriger Natrolith erhalten hat.

Von „Bodenzeolithen“ zu reden ist unstatthaft, da man unter der so wohlcharakterisierten Gruppe der Zeolithe seit jeher nur kristallisierte Körper verstanden hat.

### **Gelgeographie.**

Wenn, wie wir gehört haben, die typischen Produkte der Verwitterung Gele sind, so folgt daraus zunächst rein deductiv, daß

Änderungen in Verwitterungsvorgängen auch Änderungen in der Gelbildung zur Folge haben müssen, mit anderen Worten, daß in anderen Klimaten andere Gele auftreten müssen. Und tatsächlich bestätigt dies die Erfahrung: während der Feldspath bei uns zu Ton verwittert, also im wesentlichen in Tonerdekieselsäuregel, verwittert er bekanntlich in den Tropen zu dem roten Laterit, der fast nur aus Tonerdegel besteht. Die eisernen Hüte der Erzlagerstätten in den Tropen weisen andere Gele auf als die in den gemäßigten und kalten Ländern und sind auch ungleich mächtiger.

Ich zweifle nicht daran, daß, wenn diese Verhältnisse zum Gegenstande eingehender Studien gemacht werden, sich eine Einteilung der Erde in Gelprovinzen ergeben wird, ein Analogon zu den Tier- und Pflanzenprovinzen. Und mehr als ein Analogon. Es liegt, wie leicht einzusehen ist, ein sehr enger kausaler Zusammenhang vor: die Verbreitung der einzelnen Gele ist ebenso wie die Verbreitung der Pflanzen- und Tierspezies bedingt durch die klimatischen Verhältnisse, und zwar nicht nur durch die geographische Breite, sondern auch durch die absolute Höhe, die Luftfeuchtigkeit und die Winde. Somit finden die Gel-, die Pflanzen- und die Tierprovinzen ihre gemeinsame Grundlage in den klimatischen Provinzen. Andererseits aber hängt ja die Verbreitung einer Pflanzenspezies nicht nur vom Klima ab, sondern auch von dem Boden, der ihr, vermöge seiner Absorptionsfähigkeit die gelösten Nahrungsstoffe zuführt, also von den jeweiligen Gelen. Und da selbstverständlich die Tierwelt ihrerseits wieder abhängig ist von ihrer vegetabilischen Nahrung, so haben wir ein doppeltes Abhängigkeitsverhältnis, einerseits ist die Verbreitung der Gele, der Pflanzen- und der Tierarten direkt durch das Klima bedingt, andererseits erscheint die Verbreitung der Tiere als eine Funktion der Verbreitung der Pflanzen, diese als eine Funktion der Verbreitung der Gele, diese als eine Funktion des Klimas.

Auf diese Weise lernen wir in den Gelen denjenigen Teil des Mineralreiches kennen, der sich ebenso den klimatischen Zonen anschmiegt, wie die organische Welt. Wie eine Kruste umgiebt das Reich der Gele rings den Erdkörper. Was unter dieser Kruste liegt, die Hauptmasse der Gesteine ist allen schwankenden Einflüssen der Atmosphäre entrückt und bleibt daher kristalloid.

## 4. Was ist Verwitterung?

Von P. Treitz, Budapest.

Verwitterung ist jener Prozeß, der durch die Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die Mineralkörner entsteht:

Dieser chemische Prozeß ist im allgemeinen ein Lösungsprozeß, bei welchem die Mineralkörner des Bodens von der Bodenfeuchtigkeit angeätzt und dem so angegriffenen Teil des Kornes Basen entzogen werden. Oft geht die freigewordene Kieselsäure selbst mit in Lösung, unter gewissen Umständen hingegen treten an Stelle der gelösten Basen andere aus der Bodenfeuchtigkeit ein.

Die Lösung beginnt auf der Oberfläche der Körner, dieselben werden nur mehr oder weniger angeätzt, während das Innere des Kornes unverändert bleibt.

Da bei dem Lösungsprozeße hauptsächlich Silikate in Frage kommen und kohlensaure Salze nur eine unterordnete Rolle spielen, so kann von einer vollständigen Lösung nur in den seltensten Fällen, bei rein aus Kalk bestehendem Gestein, die Rede sein; im allgemeinen werden nur etliche Basen gelöst und es treten andere ein, die in der Bodenfeuchtigkeit in grösserer Menge vorhanden waren.

Mit dem Lösungsprozeße verlaufen gleichzeitig Wechselersetzungen, vermöge welcher einzelne Basen aus den angeätzten Silikatkörnern heraustreten und durch andere aus der Bodenfeuchtigkeit ersetzt werden.

Die Wechselwirkung der Basen wird durch zwei Gesetze geregelt:

1. Die *Massenwirkung*, die sich geltend macht, wenn in der Bodenfeuchtigkeit eine Verbindung im Vergleiche zu den übrigen in Überfluß enthalten ist.

2. Die *Reihenfolge der Basen*, die bei der Absorption der wasserhältigen kieselsauren Verbindungen (der sogenannten Bodenzeolithe), gesetzmäßig auftritt und durch Versuche festgestellt ist.

Beide Gesetze treten je nach dem verschiedenen Gehalte an Basen der Bodenfeuchtigkeit in Wirkung und regeln die Prozesse der

Umsetzung, bestimmen die chemische Beschaffenheit des Rückstandes an der Oberfläche des Mineralkornes, welches durch die Bodenfeuchtigkeit angeätzt wurde.

Wie ich schon erwähnt habe, *bleibt während dem Lösungsprozesse das Innere des Mineralkornes unverändert*, der Kern im Dünnschliffe eines solchen angeätzten Kornes zeigt sich tadellos durchsichtig, nur die Oberfläche wird verändert. Es bildet sich hier eine *Kruste* von neuentstandenen Silikaten. Da die Bodenfeuchtigkeit auf alle Mineralkörner gleichmäßig einwirkt und die so entstehende Kruste als Resultat der Wirkung, die Summe der Lösungsprodukte enthält, kommt die Zusammensetzung der einzelnen Individuen gar nicht zur Geltung. Daraus folgt, daß *die chemische Zusammensetzung der sich bildenden Kruste von jenem des Kornes gänzlich verschieden ist, sie wird von diesem letzteren nur wenig beeinflusst und ihre Beschaffenheit wird nur einzig und allein durch die Natur der Bodenfeuchtigkeit bestimmt*.

Die Mächtigkeit der Kruste nimmt im Laufe des Verwitterungsprozesses fortwährend zu und wenn eine gewisse Dicke erreicht ist, springt sie ab. Die Ablösung der Kruste erfolgt nach jemaliger Austrocknung, durch plötzliche Änderung der Oberflächenspannung, durch Frost, Insolation, rasch eintretenden Temperaturwechsel u. s. w.

Ähnliche Vorgänge finden wir bei der Rostbildung an Eisenstücken im Boden. Es bildet sich auf deren Oberfläche in verhältnismässig kurzer Zeit eine starke Kruste, die beim wiederholten Eintrocknen des Bodens abspringt. Anfangs ist noch ein Kern von unverändertem Eisenmetall vorhanden, doch mit der Zeit wird auch dieser aufgelöst, wie dies die archeologischen Funde beweisen.

*Die sich allmählich ablösende Kruste sammelt sich im Boden an und bildet den tonigen Teil d. h. die Argillite des Bodens.* In diesem Vorgange läßt sich der ganze Verwitterungsprozeß zusammenfassen.

In einer Klasse der Böden sammeln sich die abgelösten Teile der Krusten, kurz die Verwitterungsprodukte an; in vielen anderen hingegen werden sie durch die atmosphärischen Niederschläge ausgelaugt. Durch diese beiden einander entgegengesetzte Prozesse der Bodenbildung werden Bodenarten gebildet, die in ihrer Zusammensetzung zu einander im Gegensatze stehen. Es bilden sich Böden, die an Basen und Salzen reich sind, und solche, die nur minimale Mengen von Basen enthalten.

Die geographische Verbreitung der in diese Hauptklassen gehörenden Bodenarten beweist, daß ihre Entstehung mit gewissen

klimatischen Bedingungen in engem Zusammenhange steht, daß die Auslaugung der Verwitterungsprodukte aus der Verwitterungsschichte an ein feuchtes kaltes Klima, während die Ansammlung der Basen an ein trockenes und warmes Klima gebunden ist.

Um das Verhältniß zu studieren, in welchem das Klima zur Bodenbildung steht, müssen wir erstens die Veränderungen untersuchen, welche die Natur des wirkenden Hauptagens, nämlich die der Bodenfeuchtigkeit, durch den Einfluß der verschiedenen klimatischen Faktoren erleidet; zweitens die Zusammensetzung der Verwitterungsprodukte, d. h. der abgelösten Krusten betrachten, welche unter die Einwirkung der einzelnen verschieden gestalteten Bodenfeuchtigkeiten auf die Mineralkörner des Bodens entstanden sind.

### 1. Die Bodenfeuchtigkeit.

Aus dem bisher Erläuterten geht hervor, daß die Beschaffenheit des Bodens durch die Natur jener Feuchtigkeit bedingt wird, von welcher die oberen Schichten des Bodens während dessen Entstehung durchdrungen sind.

Die chemische Zusammensetzung der Bodenfeuchtigkeit wird direkt und unmittelbar durch die Art jener chemischen Prozesse bedingt, welche die Zersetzung der auf oder in dem Boden angesammelten organische Reste bewirken.

Die Art der die Zersetzung bewirkenden chemischen Prozesse variirt je nach der Art der Pflanzendecke.

Die Pflanzendecke paßt sich den klimatischen Verhältnissen an.

Aus all diesem folgt, daß die Natur des Bodens mittelbar, — und zwar als Folge der Wirkung der Pflanzendecke, — durch die klimatischen Faktoren bedingt wird.

*Das Klima bedingt die Pflanzendecke, die Pflanzen wandeln den Boden, ihren Standort, um.*

Über das Wesen der Pflanzendecken, die unter den einzelnen Klimazonen herrschen, gibt uns die Pflanzengeographie<sup>1)</sup> Aufschluß. Sie lehrt uns, „die Gliederung der Pflanzendecke der Erde ist von drei Faktoren beherrscht: Wärme, Hydrometeore (mit Einschluß des Windes) und Boden. Wärme liefert die Flora, klimatische Feuchtigkeit die Vegetation, der Boden sortirt und nuanciert in der Regel das von den beiden klimatischen Faktoren gelieferte Material und

---

<sup>1)</sup> Dr. A. W. Schimper: Pflanzengeographie. Jena, 1908. Seite 174.

fügt einige Details aus Eigenem hinzu“. — „Die klimatischen Formationen lassen sich auf drei Haupttypen zurückführen: „*Gehölz*, „*Grasflur* und „*Wüste*“.

In allen Typen sammeln sich die Reste der abgestorbenen Pflanzen auf oder in dem Boden an und fallen hier der Zersetzung anheim.

In den Gebieten mit verschiedenen Pflanzendecken ist auch die Intensität der Zersetzung sehr verschieden. Erstens unterliegt sie der Wirkung von klimatischen Faktoren; zweitens wird sie in allen Klimazonen durch die orographische Lage des Ortes beeinflusst.

In kalten Zonen mit feuchter Atmosphäre ist die Vegetation üppig, während die Zersetzung der organischen Reste sehr langsam von statten geht. Die Folge ist eine Anhäufung der organischen Substanzen.

In warmen Zonen mit trockener Luft, hält die Zersetzung der abgestorbenen Pflanzenresten so ziemlich mit dem üppigen Wachstum der Vegetation Schritt, hier werden alle Reste zersetzt, eine Ansammlung von organischen Stoffen findet nur in geringem Maße statt.

Die orographische Situation regelt in allen Zonen die Menge der organischen Stoffe im Boden.

Um nun die Zusammensetzung der Bodenfeuchtigkeit in den einzelnen Vegetationstypen untersuchen zu können, müssen wir erst die Faktoren genauer betrachten, welche die Verschiedenheit der Bodenfeuchtigkeit bedingen.

Erstens finden wir, daß sie der Hauptsache nach dieselben sind, welche die Änderung der Pflanzendecke bewirken, nämlich die klimatischen Faktoren. Doch stellt sie der Grad ihrer Wirksamkeit in eine andere Reihenfolge.

*Die klimatischen Faktoren bedingen die qualitative Beschaffenheit der Bodenfeuchtigkeit.*

Zweitens kommt als gleichwertiger wirksamer Faktor die orographische Lage des Ortes hinzu, indem dieser letztere die Quantität der Feuchtigkeit im Boden in allen Zonen gleichmäßig regelt.

Die klimatischen Faktoren sind:

1. Temperatur.
2. Dampfgehalt der Atmosphäre.

Von der Temperatur ist, wie allgemein bekannt, die Vegetation abhängig, ferner regelt sie das Maß der Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit. Bei gleicher Luftfeuchtigkeit ist die Verdunstung bei höherer Temperatur viel größer, als bei niedriger.

Die Menge des jährlichen Niederschlages allein gibt den Dampfgehalt der Atmosphäre nicht an, da in warmen Gegenden auch mit viel Niederschlag Trockenheit der Luft verbunden sein kann. Da die Menge des Niederschlages nur eine Funktion des Dampfgehaltes darstellt, so gibt uns die Menge des Niederschlages kein so vollständiges Bild von den klimatischen Verhältnissen eines Ortes, als die Angabe des jährlichen Dampfgehaltes. Aus diesem Grunde muß bei unseren Erörterungen als Hauptfaktor der jährliche Dampfgehalt, respective die Summe des Sättigungsdeficites, angegeben werden, während die Menge des Niederschlages nur als Ergänzung dieser in Betracht kommt.

Auch Schimper betont schon, bei der Besprechung des Einflusses des Klimas auf die Vegetation, die Wichtigkeit der klimatischen Feuchtigkeit für die Änderung der Pflanzendecken, doch geht er nicht in eine detaillirte Erörterung dieses Faktors ein.

Während meinen Studienreisen, die ich in Westeuropa, sowie in den Waldgebieten und Grasfluren Rußlands und Rumäniens ausführte, kam ich zur Überzeugung, daß diese von Schimper betonte klimatische Feuchtigkeit die Ursache ist, dass sich nahe liegende Gebiete mit anscheinend ähnlichen klimatischen Verhältnissen, in Waldgebiete und Grasfluren sondern.

Aus den meteorologischen Tabellen ist der Dampfgehalt der Atmosphäre nicht direkt ablesbar. Nach vielfachen Versuchen ist es mir gelungen, durch Addition von Monatsmittelwerthen der Maximalsättigungsdeficite eine Zahlenreihe zu finden, mittelst welcher wir den jährlichen Dampfgehalt der einzelnen Klimazonen mit einander vergleichen können. *Wenn wir nämlich die Maximalsättigungsdeficite, die sich bei Ablesung der 2 Uhr Nachmittagstemperatur ergeben, ausrechnen, daraus die Monatsmittelwerthe ziehen, diese addieren, so ergeben sich Zahlenwerthe, die direkt als Mass der Verdunstung verwendet werden können.* Sie geben somit die Bedingungen an, die in großen Zügen auch die Natur des an diesen Stellen gebildeten Bodens bestimmen.

Es ist nicht möglich hier des weiteren auf diesen Gegenstand einzugehen. Es sei nur kurz erwähnt, daß die Summen der Maximalsättigungsdeficite wenn auch nur für ein Jahr berechnet (1902) schon Zahlen ergeben, die direkt das Maß der Ansammlung der Verwitterungsprodukte, oder die Größe der Auslaugung derselben andeuten.

Zum Vergleiche seien hier einige Beispiele angeführt: In Hel-

goland, als den Ort mit feuchtester Atmosphäre in den tiefliegenden Gebieten Deutschlands ergibt die Berechnung die Zahl: 19. Den Beginn der Schwarzerdebildung bezeichnet die Zahl: 30. (Breslau.) Die Zahlen 40—50, deuten auf die Ansammlung von so grossen Mengen von Salzen im Boden, daß diese schon an geeigneten Stellen zur Auswitterung gelangen. Die Seen und Teiche von Gebieten mit so großem Sättigungsdeficit sind durchwegs salzhaltig. Diese Zahlen ergeben sich aus den Berechnungen der Sättigungsdeficite von den nördlichen Teilen des großen ungarischen Tieflandes. Gegen Süden wächst die Zahl allmählig. Die Ausscheidung der Salze (Mirabilit) am Grunde von Salzseen zeigen die Zahlen: 80—90 an. Die Menge des jährlichen Niederschlags liegt auf der ganzen Linie zwischen 400—600 Mm.

*Diese Zahlen teilen die Gebiete mit gleichgrossen Niederschlagsmengen in humide und aride Zonen.*

In den humiden Zonen fördert auch der täglich sich bildende Tau in großem Maße die Auslaugung der Verwitterungsproducte. Bei ständig feuchter Atmosphäre bildet sich während der allabendlichen Abkühlung auf der Oberfläche, wie in den obersten Lagen des Bodens, täglich großer Tau. Diese Feuchtigkeit sinkt in den kühlen Nachtstunden in den Boden ein und gelangt in das Untergrundwasser. Wenn nun des Tages die Luft auch noch so feucht ist, daß keine große Verdunstung stattfindet, so bewirkt der Tau selbst einen Teil des Auslaugungsprozesses. In diesen Zonen dauert die Auslaugung auch in den Tagen, wenn keine Niederschläge fallen, fort.

Die ariden Zonen stehen in betreff der Bodenauslaugung in vollem Gegensatze zu den humiden, da in diesen selbst die Niederschläge nur geringe Auslaugung bewirken können. Denn in diesen Zonen gibt es lange Reihen von Tagen (im großen Tieflande Ungarns z. B. 20—40), wo gar kein Tau fällt, während bei Tag die oberen Bodenschichten ganz austrocknen. Die während des Tages verdunstende Bodenfeuchtigkeit wird, da der Tau fehlt, in den oberen Bodenschichten nicht ersetzt. Das Grundwasser liegt zu tief, als daß es in tonigen Böden die verdunstete Feuchtigkeit durch Aufstieg in den Kapillarröhren des Tonbodens ersetzen könnte. Der Boden verliert seine Feuchtigkeit, nimmt an Volumen ab, es entstehen in ihm 1—2½ m. tiefe Risse und Spalten. Die entstandenen Öffnungen fördern und erleichtern die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit auch aus größeren Tiefen, bewirken die Konzentration der



Bodenlösungen und endlich die Abscheidung der Salze aus denselben. Die Zusammensetzung der Bodenfeuchtigkeit sowie die Höhe der herrschenden Temperatur bestimmen die Reihenfolge der sich abscheidenden Salze. (Siehe Seite 147.) Die tiefen Risse und Spalten, nicht daß sie der Auslaugung dienlich wären, bewirken hingegen die Anhäufung der in größeren Tiefen verteilten Salze, in den obersten Schichten des Bodens. In ariden Zonen fallen im Sommer große Regenmengen in kurzer Zeit. Mengen von 80—120 mm in 24 Stunden sind nicht selten. Das Regenwasser sammelt sich in den Bodenspalten an, wird von dem trockenen Boden aufgesaugt und wenn es in den nächsten Tagen zur Verdunstung gelangt, werden die aufgelösten Salze in den obersten Bodenschichten, so wie an den Wänden der Spalten angehäuft und scheiden sich hier ab. Die kristallisationsfähigen füllen in Form von feinen Kristalnadeln, alle kapillaren Hohlräume und Spalten aus, die Kolloide hingegen bilden einen glänzenden, an Gelatine erinnernden Überzug auf den Wänden der Risse und Röhren des Bodens.

Auch die Art des Zersetzungsprozesses der organischen Substanzen wird zwar indirekt, aber doch durch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft beeinflusst.

Die Luftfeuchtigkeit ermöglicht oder verhindert, je nach ihrer Menge, die Entstehung acolischer Bodenarten, d. h. von diesem Faktor hängt der Staubfall ab. In ariden Zonen trocknet die Bodenoberfläche vollständig aus, jeder Wind wirbelt große Mengen feinen Staubes auf. In trockener Luft bleiben die Staubkörner lange Zeit schwebend und werden auf große Entfernungen fortgeführt; in feuchter Luft schlägt sich sogleich Tau auf die schwebenden Körner nieder, was ihr rasches Niederfallen veranlaßt.

Der Staubfall wieder beeinflusst die Form der Zersetzung von Pflanzenresten im Boden. Die Wirkung des Staubes auf die Zersetzung äußert sich darin, daß mit ihm Basen zu den in Zersetzung begriffenen organischen Resten gelangen. Die Basen neutralisieren die bei der Zersetzung entstehenden organischen Säuren, machen hiermit die Pflanzenreste für weitere Zersetzung fähig, indem diese sich auf solcher Weise zu einem geeigneten Nährboden für die die Zersetzung bewirkenden Bakterien gestalten; eine Ansammlung von organischen Stoffen im Boden wird somit verhindert.

Feuchte Atmosphäre enthält keinen Staub, infolge dessen ist in humiden Gebieten der Staubfall so gering, daß dieser keinen merklichen Einfluß auf die Zersetzungs Vorgänge ausüben kann. Die

bei den Zersetzungsprozessen entstehenden organischen Säuren bleiben in der Bodenfeuchtigkeit gelöst, verhindern die kräftige Entwicklung der Bakterien und bilden so mittelbar die Ursache zur Ansammlung von verwesenden organischen Stoffen.

Neben den klimatischen Faktoren übt, wie ich schon oben betont habe, die orographische Lage des Ortes einen bedeutenden Einfluß auf die Bodenbildung aus, indem sie die Quantität der Feuchtigkeit im Boden in allen Zonen gleichmäßig regelt. In tiefen Lagen sammelt sich die Bodenfeuchtigkeit an, bildet hier auch in ariden Zonen ständig feuchte Stellen oder auch Teiche; ebenso begünstigt eine hohe Lage in allen Zonen die Auslaugung.

In Mulden und Vertiefungen werden die Verwitterungsprodukte zusammengeführt, sammeln sich an solchen Stellen in ariden wie in humiden Gebieten an. Mit der Zeit bilden sich dann hier je nach der Natur und Zusammensetzung der Bodenfeuchtigkeiten sehr verschieden gestaltete Ausscheidungen und Niederschläge. Diese aus der Bodenfeuchtigkeit sich ausscheidende Gebilde kennzeichnen am sichersten die Salze, die in ihr enthalten waren, sowie auch das Verhältnis, in welchem die einzelnen Salze in der Lösung zu einander standen. In den Waldgebieten scheidet sich im Untergrund aus der Bodenlösung Ortstein und Orterde ab. Es sind dies Gebilde von 30—50 cm Mächtigkeit.

Der Ortstein bildet sich bei Eintritt der trockenen Jahreszeit, wenn die oberen Bodenschichten ihr überflüssiges Wasser verlieren, und zum Ersatz der verdunsteten Menge die Feuchtigkeit sich aus größeren Tiefen aufwärts bewegt. Die Abscheidung geschieht in allen Gebieten in derselben Tiefe, 40—50 cm. unter der Oberfläche. Es ist dies die Schicht, bis zu welcher der Oxygengehalt der Luft im Sommer hinunterreicht. Die Bildung des Ortsteines ist mit diesem Umstande in enger Verbindung, er verdankt seine Entstehung der oxydierenden Wirkung der Bodenluft im Sommer, welche diese auf die aus größerer Tiefe aufsteigenden Bodenlösung ausübt. Die Niederschläge, die in der feuchten Jahreszeit in den Boden gelangen, verlieren ihren Sauerstoffgehalt schon in der oberen 10—20 cm. Humusschichte, die den Boden des Waldes bedeckt. Während sie durch die Humusschichte durchsickern, waschen sie alle löslichen Salze aus dieser aus und führen sie in tiefere Schichten hinab. Fließen die durchsickernden Niederschläge ab, so entsteht kein Ortstein, oder nur solche Gebilde, in welchen die ausgeschiedenen Stoffe die Körner des Bodens mit einer dünnen Kruste umgeben

und der betreffenden Schichte, wo die Ausscheidung vor sich ging, eine rötlichbraune Färbung verleihen. Wenn hingegen die Feuchtigkeit sich über einer undurchlässigen Bodenschichte ansammelt und dort stagniert, bei eintretender trockenen Jahreszeit sich von hier aus zur Oberfläche bewegt, scheiden sich aus ihr in jener Schichte bis wohin entweder durch Diffusion, oder aber durch Vermittelung der Sommerregen die ersten Spuren von Sauerstoff hinabgelangen, alle jene Verbindungen aus, die durch Einwirkung von Sauerstoff in eine unlösliche Form umgewandelt werden. Die Mächtigkeit der so entstehenden Gebilde, sowie die Struktur und Festigkeit derselben, hängt von der orographischen Lage und von den Untergrundverhältnissen ab. Die Zusammensetzung des entstandenen Ortsteines hingegen wird durch die klimatischen bodenbildenden Faktoren bestimmt.

So enthalten die Ortsteine der humiden Gebiete viel organische Verbindungen, bis 17%. Mit der Abnahme der Luftfeuchtigkeit, oder was dasselbe bedeutet, je längere Zeit die unteren Bodenschichten trocken, oder nur mäßig feucht bleiben, desto mehr wird von den abgeschiedenen organischen Stoffen des Ortsteines oxydiert. Die Ortsteine der Gebiete mit größerem Sättigungsdefizite enthalten 1—3% organische Stoffe. Die Oxydation wird in ariden Gebieten durch den Kalkgehalt beschleunigt, welches Element mit ansteigender Trockenheit in immer größeren Mengen in der Bodenfeuchtigkeit enthalten ist. Die ortsteinähnlichen Gebilde arider Gebiete enthalten immer viel kohlensauren Kalk, während in den Ortsteinen humider Gebiete Kalk nur in Spuren zu finden ist.

Die echten Ortsteine, oder die ortsteinähnlichen Gebilde arider Regionen, welche letztere nach E. Ramann zum Unterschiede von den Ortsteinen „*Orterde*“ benannt werden sollen, beweisen, daß die Bodenfeuchtigkeit in humiden Zonen viel organische Säuren und wenig Basen enthalten; in ariden Gebieten hingegen in ihnen der Basengehalt jenen an organischen Stoffen überwiegt.

Die Abscheidungen aus der Bodenfeuchtigkeit in den klimatisch trockenen Gebieten der Grasfluren, sind durchwegs unorganische Salze. Diese teilen sich je nach der orographischen Lage in Gruppen. Auf drainierten Landstrichen scheiden sich die schwerlöslichen Kalksalze, kohlensaurer Kalk, dann mit zunehmenden Sättigungsdefizit auch der schwefelsaure Kalk ab. Die leichtlöslichen Alkalisalze sammeln sich in Mulden und in Vertiefungen an, und blühen an geeigneten Stellen auf der Erdoberfläche aus.

Auch die Region der Grasfluren teilt sich nach dem Feuchtigkeitsgrad der Luft in Zonen. Viel Feuchtigkeit verhindert die Oxydation der organischen Stoffe, wenig Feuchtigkeit begünstigt dieselbe.

Die hart an das Waldgebiet grenzenden Zonen haben einen schwarzen humosen Boden mit bis 13% Humusgehalt. Mit abnehmender Luftfeuchtigkeit vermindert sich der Humusgehalt des Bodens. Die Farbe des Bodens wird heller, braun, hellbraun endlich bräunlich-gelb. Den Farben entsprechen 6, 3, 1% Humusgehalt.

Selbstredend ist mit wachsendem Sättigungsdefizit eine Verminderung der Niederschlagsmenge verbunden. Könnte der Tau auch als Niederschlag in Rechnung gezogen werden, so käme die Abnahme der Menge der meteorischen Niederschläge unvergleichlich besser zum Ausdruck.

Die Absätze und Ausscheidungen, welche in den Mulden und Vertiefungen, an ständig feuchten Stellen, wie am Grunde von Seen und Teichen entstehen, weisen auch klar auf die Zusammensetzung der Bodenfeuchtigkeit der betreffenden Region hin.

In humiden Zonen der Waldregion enthält das Wasser der Seen und Teiche größtenteils organische Verbindungen. Außer Eisen sind andere Basen nur in Spuren nachweisbar. Die Absätze am Grunde der stehenden Gewässer sind kaolinähnliche Tone; nur in solchen Teichen, deren Wasser nicht abfließt und in denen eine reiche Fauna lebt, entsteht am Grunde ein grünlich-, oder bläulich-grauer Absatz der viel Sulfide und geringe Mengen von Phosphorsalzen enthält. Der Schwefel und Phosphor stammen aus den Körpern der abgestorbenen Tiere, die unter Wasser der Fäulniß unterworfen sind. Mit der Zeit bilden sich eisenhaltige Absätze, darin Konkretionen, die Markasit und Pyrit enthalten. Die Flora dieser Gewässer bezeugt auch deren Armut an Basen und saure Reaktion; es bilden sich Hochmoore aus Sphagnumarten sowie mächtige Lager von Torf, deren Aschengehalt naturgemäß auch äußerst niedrig ist.

In den ariden Gebieten ist das Wasser der Teiche und der Seen reich an Basen, insbesondere an Kalk, es enthält im Verhältnis zu den Basen nur wenig organische Verbindungen. Die Absätze dieser Gewässer sind alle kalkhaltig: Mergel, Seekreide. Am Grunde von abflußlosen Seen lagert sich eine mächtige Schichte von schwarzen Schlamm ab, welcher fast ausschließlich aus Sulfiden besteht,

in diesen sind neben Eisen die alkalischen Erden und Alkalien in ähnlichem Verhältnis vorhanden. Torf bildet sich nur in geringer Menge und nur aus den Blatt- und Wurzelresten von Schilf und Wassergräsern, sein Aschengehalt ist hoch. Mit zunehmender klimatischer Trockenheit wird das Wasser der Seen eine immer konzentriertere Salzlösung, aus welcher dann am Grunde des Wassers das Salz in mächtigen Schichten auskristallisiert. In diesen Regionen kann keine Torfbildung mehr stattfinden.

In Folgendem habe ich versucht die Gebiete von Mitteleuropa nach ihren klimatischen Bedingungen, soweit diese auf die Natur der Bodenfeuchtigkeit umgestaltend einwirken, in Gruppen zu fassen.

In der gemässigten Zone können auf obige Betrachtungen basierend vier Hauptzonen unterschieden werden, in denen die Bodenfeuchtigkeiten für die Zonen charakteristisch und ähnlich, doch in den einzelnen Zonen von einander sehr verschiedenen sind.

### *1. Hauptzone: Niederschlag: 450—800 Mm.*

a) *Ozeanisches Klima*, feuchte Atmosphäre; Summe des jährlichen Sättigungsdefizites 19—30; kein Staubfall.

Vegetation der Pflanzen üppig, Intensität der Zersetzungsprozesse gering. Es erfolgt eine Anhäufung der organischen Stoffe, verbunden mit einer größtmöglichen Auslaugung der Basen.

*Die Bodenfeuchtigkeit ist äusserst arm an Basen und reagiert sauer.*

Der orographischen Lage nach unterscheiden wir:

In Höhenlagen: *Echten Wald; Haide; Landes* in Frankreich.

In Tiefenlagen: *Hochmoore*; Ansammlung von *Rohhumus* und *Torf*.

Der Torf ist Moostorf, bildet mächtige Lager. Das Wasser dieser Moore ist sehr rein, arm an Basen und enthält hauptsächlich Humussäuren gelöst. Der Aschengehalt des Humuses in Wald und Heide, sowie jener des Torfes ist sehr niedrig.

b) *Kontinentales Klima*. Trockene Atmosphäre, Summe des jährlichen Sättigungsdefizites 30—50. Beginn des Staubfalles.

Vegetation der Pflanzen üppig. Verlauf der Zersetzungsprozesse sehr energisch. Es erfolgt eine Anhäufung der organischen Reste, aber in viel geringerer Menge als in einer feuchten Atmosphäre. Die Auslaugung des Bodens nimmt mit der zunehmenden Trockenheit ab, die Anhäufung der Basen hingegen zu.

*Die Bodenfeuchtigkeit ist reich an Basen, insbesondere an Kalk; sie reagiert sauer.*

Der orographischen Lage nach können unterschieden werden: In Höhenlagen: *Steppenwälder* und *Grasfluren*, die aber keine echten Steppen sind, sondern nasse Wiesen. In diese Region gehören nach Professor K. Glinka die Parklandschaften des Amurgebietes, die Savannen u. s. w.

In Tiefenlagen: *Sauere Wiesen*, *Wiesenmoore* mit *Torf*.

Torflager wenig mächtig. Der Aschengehalt des Humuses und des Torfes ist hoch, er wird durch jene Mineralsubstanzen beträchtlich erhöht, welche mittelst des immerwährenden Staubfalles auf den Boden gelangen. Das Wasser der Moore enthält viel Kalksalze, wird demzufolge der Vegetation der Moore ungünstig, der Torf bildet sich aus den Resten von Gräsern und Schilf. Am Boden des Wassers entsteht immer ein kalkhaltiger Absatz: Kalkmergel, Seekreide, Wiesenkalk.

## *II. Zone. Niederschlag 450—300 mm.*

*Halbwüsten-Klima.* Ständig trockene Luft. Summe des jährlichen Sättigungsdeficit 50—90. Sehr intensiver Staubfall.

Vegetation im Frühjahr üppig, aber von kurzer Dauer. Verlauf der Zersetzungsprozesse sehr energisch. Ansammlung von organischen Substanzen findet nicht statt, hingegen werden die Basen im Boden angehäuft. Die Zersetzung der organischen Stoffe wird durch den in grosser Menge fallenden Staub sehr beschleunigt. Torf kann sich nicht bilden.

Die Bodenfeuchtigkeit stellt eine salzige, alkalisch-humose Lösung dar.

Der orographischen Lage nach können unterschieden werden: In Höhenlagen: *Grasfluren*, u. zw. *tröckene Steppen*, *salzige Steppen*, *Alkaliböden*, *Szék böden*. Baumwuchs kommt nur in Form von Auen, ausschliesslich an den Ufern und in den Inundationsgebieten von Flüssen vor.

In Tiefenlagen: *Salzige Sümpfe*, in diesen ist die Vegetation *Bülte* (*Zsombék*) und *Rohr*. *Torf fehlt*. Dazwischen *Salzseen* und *Salzlachen*, kohlensaure, schwefelsaure und humussaure Salze enthaltend. In den Salzseen, die nie austrocknen, sind die schwefelsauren Salze überwiegend, während in den jährlich austrocknenden Salzlachen einfach und doppelt kohlensaures Natron, Trona, Urao, vorherrscht. Die Gründe, welche die Sonderung der Salze bewirken, habe ich in meinem Aufsätze „Die Alkaliböden des Großen-Tief-

landes Ungarns“ (Földtani Közlöny 1908) ausführlich erläutert, sowie bei der Diskussion an den Salzseen von Palics (I. Teil, Seite 75.) angedeutet.

### **III. Zone. Niederschlag weniger als 300 mm.**

**Wüsten-Klima:** Die Luft ist während des ganzen Jahres trocken, Summe des jährlichen Sättigungsdeficiten über 90.

Während des ganzen Jahres ist der Staubfall gleichmäßig intensiv. Vegetation ist nur in Tiefenlagen und an den Ufern von Flüssen dauernd; während der Boden in Höhenlagen nur kurze Zeit mit Pflanzen bedeckt ist, im größten Teile des Jahres kahl bleibt. Berg und Tal werden mit Staubschichten überdeckt; *doch bleibt der niederfallende Staub nur über tonigen Boden sitzen; aus den in diesen Regionen leichtbeweglichen Sandboden wird er bald wieder herausgeweht. Flugsandgebiete arider Regionen sind nie mit Löss überdeckt.*

Organische Stoffe sind nur in geringen Mengen enthalten, die Basen werden hingegen in großen Mengen angehäuft. Die Bodenfeuchtigkeit ist eine mehr oder weniger konzentrierte Salzlösung; enthält größtenteils Mineralsalze.

Der orographischen Lage entsprechend finden sich vor:

In Höhenlagen: *Salzböden* mit sehr wenig organischen Verbindungen.

In Tiefenlagen: *Salzseen*, rein Mineralsalze enthaltend.

## **2. Die Kruste.**

Im vorigen Kapitel haben wir die Natur des wirkenden Agens der Bodenbildung, d. h. jene der Bodenfeuchtigkeit besprochen.

Betrachten wir nun im Folgenden die Produkte, welche durch die Einwirkung der verschiedenen zusammengesetzten Bodenfeuchtigkeiten, welche diese auf die Mineralsplitter des Bodens ausüben, entstehen.

Die mineralogischen Bodenuntersuchungen haben gezeigt, daß die Mineralien des Bodens auf der ganzen Erdoberfläche, fast überall dieselben sind, nur das Verhältniß der einzelnen Mineralarten im Gemenge wechselt.

Im allgemeinen können zwei Gruppen unterschieden werden.

I-te Gruppe, in denen die Silikatkörner vorherrschen. II-te Gruppe, in welchen die Mineralien des Bodens fast ausschliesslich aus Kalk- oder Magnesiumkarbonat, oder aus einem Gemenge der beiden bestehen.

Die Verbreitung dieser beiden Gruppen ist von den klimatischen Verhältnissen ganz unabhängig, beide kommen in allen Klimazonen gleichmässig vor.

Die lösende Wirkung der Bodenfeuchtigkeiten der verschiedenen Klimazonen, welche sie auf die Mineralsplitter des Bodens ausüben, bringt Produkte hervor, die sich nach der Zusammensetzung der Bodenfeuchtigkeiten in Klassen sondern.

Zwar können die Verwitterungsprodukte der beiden oben erwähnten Gruppen in allen Klimazonen unterschieden werden, doch ist der Unterschied nur in humiden Zonen scharf, in ariden Zonen hingegen kaum bemerkbar.

Je trockener die Luft und je größer der Staubfall, desto mehr wird der Unterschied verwischt; immer intensiver kommt die Zusammensetzung der Bodenfeuchtigkeit bei der Bodenbildung zum Ausdruck.

### *Die Entstehungsbedingungen der Verwitterungsprodukte.*

Durch die fortwährend andauernde lösende Wirkung, welche die Bodenfeuchtigkeiten auf die Mineralsplitter ausüben, werden diese ohne Ausnahme angeätzt, und bis zu einem gewissen Grade aufgelöst.

Das Endprodukt dieser andauernden Einwirkung ist ein *neues Silikal*, welches sich anfangs in der Bodenfeuchtigkeit in Lösung befindet und sich bei Konzentration derselben über dem Grade der Löslichkeit der Gemengtheile, auf der Oberfläche der Mineralsplitter abscheidet.

Sind organische Reste im Boden enthalten, so bekommen diese ebenfalls eine dünne Hülle, welche aus der abgeschiedenen kiesel-sauerer Verbindung besteht.

Lebende, wie abgestorbene Wurzeln, Reste von Blättern und Stengeln, alle werden mit einer feinen Haut überzogen.

Betrachten wir nun die Bedingungen, unter welchen das neue Silikal gebildet wurde. In dem Bodenbildungsprozesse sind zwei Phasen zu unterscheiden:

1. *Die der Lösung und*
2. *Die der Abscheidung.*

Die Intensität dieser beiden nebeneinander verlaufenden Bildungsphasen bedingen die Unterschiede, die sich in den Produkten verschiedener Klimazonen bemerkbar machen.



In den humiden Zonen ist die Intensität der Lösung unvergleichlich größer, als jene der Abscheidung. Es wird nur ein Teil der gelösten Stoffe abgeschieden der größte Teil geht mit der durchsickernden Bodenfeuchtigkeit ab.

In ariden Gebieten ändert sich das Verhältniß beider Bildungsphasen, indem der Prozess der Abscheidung jenem der Lösung nahe kommt, und in Wüstengebieten verlaufen sie mit gleicher Intensität. In diesem letzteren Falle scheiden sich auch die leichtlöslichen Chloride ab, so daß das neuentstandene Mineral neben sehr viel Basen auch Salze enthält.

Die Auslaugung nimmt mit der wachsenden Trockenheit der Atmosphäre ab, die Konzentration der Bodenlösung zu; hiemit wird deren chemische Wirkung, welche sie auf die Urmineralkörner ausübt, — sowie die Quantität der aus der Lösung sich abscheidenden neuen Verbindungen — unvergleichlich größer.

Was die Zusammensetzung dieses neuentstandenen Produktes anbetrifft so ist diese noch sehr wenig bekannt. Da es bisher keine Methoden gibt, mittelst welcher dieser Bestandtheil von den übrigen separirt werden kann, sind noch keine Analysen dieses Bodenelementes gemacht worden.

Alle Bodenanalysen, auch jene der allerfeinsten tonigen Teilen, beziehen sich auf ein Gemenge, bestehend aus ausserordentlich feinen Mineralsplittern, mit dem neugebildeten Silikat. Sie ergeben nur Daten über den Gang der Bodenbildungsprozesse, nicht aber über den Bau der bei diesen Prozessen entstehenden Produkte.

Die Untersuchungen, die ich in dieser Richtung ausführte, haben viele Eigenschaften dieser Silikatverbindungen klargelegt. Meine Studien sind noch im Anfangsstadium, und bedürfen einer weiteren Arbeit, bis sie endgültig feste Resultate liefern. Doch sind schon die bis jetzt erlangten Resultate so interessant und für die wissenschaftliche, wie praktische Bodenkunde von solcher Wichtigkeit, daß ich mich gezwungen fühle, sie jetzt schon zu veröffentlichen.

Wie ich schon mehrmals betont habe, erfolgt die Abscheidung der Verwitterungsprodukte aus einer Lösung bei deren Konzentration; demzufolge enthält das ausgeschiedene und festgewordene Produkt gebundenes Wasser. Der Wassergehalt wechselt je nach der Qualität des entstandenen Produktes. Im allgemeinen sind die Produkte sehr hygroskopisch, können sehr schwer ausgetrocknet werden. Da die Abscheidung des neuen Silikates aus einer Lösung erfolgt, die immer humussaure Salze enthält, so können in den fest-

gewordenen Produkten ausnahmslos auch humussaure Verbindungen nachgewiesen werden.

Die auf diese Weise entstandenen Produkte bilden ein Gemenge von folgenden Bestandteilen:

Der größte Teil besteht aus kiesel-sauren Verbindungen; diesen sind humussaure Salze in verschiedenem Verhältniß beigemischt; endlich enthalten sie noch eine Reihe von anorganischen Salzen.

Die Menge der einzelnen Bestandteile der Mischung wechselt je nach den klimatischen Bedingungen.

Die Bestandteile des abgeschiedenen Verwitterungsproduktes zeigen eine sehr verschiedene Adhäsion zu einander.

In manchen Böden erscheinen sie als lose Gemengteile einer Mischung, in vielen anderen hingegen verhalten sie sich als Elemente einer Verbindung. Ihr diesbezügliches Verhalten ist ebenfalls mit den klimatischen Bedingungen verbunden.

Ein Boden, der aus einem ariden Gebiete stammt, wo nur 450 mm. Niederschlag fällt, z. B. ein Schwarzboden, giebt alle Basen, die die Humussäuren gebunden hatten, an schwache organische Säuren ab so, daß nach der Extraction der Basen, die gesamten organischen Verbindungen in verdünnten Laugen in Lösung gehen. Es bleibt ein heller Rückstand zurück, der ausschließlich aus Silikaten besteht.

Einer Roterde — Terra rossa — hingegen, welche sich, in einem Gebiet mit 2000 mm. jährlichen Niederschlag gebildet hat, können die gesamten humussauerer Verbindungen erst dann entzogen werden, wenn zuvor die Kieselsäure, die die Basen mit den Humussäuren zusammenbindet, mit Fluorsäure aufgeschlossen und die Basen mit Salzsäure extrahiert wurden.

Diese Beispiele beweisen zur Genüge, daß die Beschaffenheit des Rückstandes der Verwitterungsprodukte naturgemäß von den klimatischen Bedingungen geregelt und beeinflußt werden müsse. Wäre dies nicht der Fall, wäre die Widerstandsfähigkeit der Verbindungen gegen Auslaugung in allen Zonen eine gleiche, so würde in Regionen mit großen Niederschlagsmengen der Boden in kurzer Zeit soweit ausgelaugt, von allen Basen und Pflanzennährstoffen dermaßen entblößt werden, daß keine Pflanze mehr auf ihm gedeihen könnte.

Ihr diesbezügliches Verhalten, sowie die Zusammensetzung der Hauptbestandteile, reiht die Verwitterungsprodukte in die Gruppe der Kolloide.

Das abgeschiedene Produkt besteht teils aus kristallisierbaren Verbindungen, wie die humussauren und kieselsauren Verbindungen des Kalium und Magnesium, teils aus solchen, die niemals kristallinische Form annehmen, wie die wasserglasähnlichen Silikate des Kalium, des Natrium und des Ammonium, sowie die humussauren Alkalien.

Das neue Produkt ist also ein Gemenge von Kristalloiden und Kolloiden.

Die Kolloide verhindern, wenn sie in größerer Menge in einer Lösung enthalten sind, auch die Kristallisation von Kristalloiden; hiedurch geschieht ihre Abscheidung in Form eines Kolloidgeмесes.

Die Form der Abscheidung, ob als Kristalloid, oder als Kolloid, hängt von dem Mengenverhältnis der verschiedenen Basen ab, die in der Bodenfeuchtigkeit enthalten waren.

Die einzelne Basen stehen mit den klimatischen Bedingungen im Zusammenhange, folglich ist die Form der Abscheidungen auch an Klimazonen gebunden.

In den humiden Zonen sehen wir Produkte sich abscheiden, die hauptsächlich mit *Kieselsäure* und *Humussäure* Salze bilden. Mit zunehmender klimatischer Trockenheit nimmt die *Kohlensäure* überhand. Dann folgen der Reihe nach: *Schwefelsäure*, *Salzsäure*, und bei vollständigem Mangel an Auslaugung, wird zuletzt die *Salpetersäure* auch angehäuft.

Die Basen, welche mit den angeführten Säuren Salze bilden, werden in den einzelnen Klimazonen auch in verschiedener Menge angehäuft.

In den humiden Zonen bilden das *Aluminium* und das *Eisen*, letzteres als *Oxydulverbindung*, den Hauptbestandteil des abgeschiedenen Produktes. Mit zunehmender klimatischer Trockenheit sammeln sich erst *Kalk* mit *Eisenoxyd*, an Kohlensäure gebunden, dann *Kalium*-, zuletzt *Natrium*- und *Magnesia*-Verbindungen an.

Diejenige Verbindung, die in größter Menge in dem Verwitterungsprodukte vorhanden ist, bedingt die Form desselben. Besteht der größte Teil derselben aus Kolloiden, so werden die kristallisierbaren Verbindungen auch als Kolloide abgeschieden. Die in großer Menge vorhandenen Kolloide verhindern die Kristallisation der Kristalloide, und das ganze Gemenge scheidet sich als Kolloid ab.

Nur die Kalksalze sind gröstenteils Kristalloide. Wenn in den Gemischen die Kalksalze dominieren, so kann das Produkt allmählich

eine kristallinische Form annehmen, in solchen Fällen schließen die Kolloide die Kristallode ein.

*Die Form des Verwitterungsproduktes bedingt die Struktur des Bodens, welchem es beigemengt ist.*

Die kalkarmen und kalklosen Böden der humiden Regionen sind bindig. Die Böden der ariden Regionen, in welchen die Kalksalze vorherrschen, haben die beste Struktur.

Endlich wenn neben Kalk auch Alkalien sich ansammeln, so daß diese in großer Menge vorhanden sind, so wird der kalkige Boden auch bindig, da die Kolloidverbindungen der Alkalien die Kristallisation der Kalksalze verhindern, und das ganze Gemisch scheidet sich in Kolloidform ab.

Die Böden der trockensten Regionen sind eben aus diesem Grunde größtenteils bindig.

In diesem Kapitel haben wir das Material, aus welchem die Verwitterungsprodukte gebildet werden, in zwei Gruppen geteilt, nämlich in ein kalkhaltiges und ein kalkloses. Es wäre zu erwarten, daß die Verwitterungsprodukte in allen Klimazonen eine dem Muttergestein entsprechende Zusammensetzung aufweisen.

Die Untersuchungen und Bodenaufnahmen, die in den verschiedenen Klimazonen ausgeführt worden sind, haben diese Voraussetzung nicht bestätigt, sondern gezeigt, daß in den humiden Regionen die beiden Gruppen verschiedene Verwitterungsprodukte liefern, in ariden Regionen hingegen werden die Unterschiede durch den fallenden Staub verwischt.

In ariden Gebieten bilden sich aus kalklosen Gesteinen, Granit, Basalt, Andesit u. s. w. ebenso kalkige Böden, wie aus Löß oder irgend einem Mergel. Hier wird der Kalk als kohlensaurer Kalk in jedem Falle angehäuft, gleichviel ob er aus den Feldspäten, oder aus anderen Kalksilikaten, oder aber aus dem kohlensauren Kalk enthaltenden Gestein herausgelöst wurde.

Bei zunehmender Trockenheit unter Halbwüsten- oder Wüstenklima wird der Kalk durch die hier in größerer Menge angehäuften stärkeren Säuren gebunden und kommt als Gips zur Abscheidung.

In den humiden Gebieten Mitteleuropas, sowie an den Grenzgebieten von Wald und Grasflur, findet sich auf Kalkgesteinen eine Bodenart, die am besten den kalkigen Charakter des Muttergesteines zur Schau trägt. Es ist dies ein Boden, in welchem der gesammte Humus an Kalk gebunden ist. In Rußland und Polen ist

diese Bodenart sehr verbreitet und genau untersucht worden. Sie wird dort mit dem Namen „*Rendzina*“ bezeichnet und in mehrere Unterabteilungen geteilt. Ihr Humusgehalt ist sehr verschieden, kann 10% erreichen, der Boden ist fruchtbar. Ich habe den Boden unter ähnlichen klimatischen Bedingungen in Rumänien und Ungarn auch vorgefunden.

### *Die Wirkung der Verwitterungsprodukte auf die Bodenarten.*

Die Untersuchungen haben bewiesen, daß die Verwitterungsprodukte, d. h. jene Verbindungen, die bei der Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die Mineralkörner entstehen, durchwegs Gemenge von wasserhaltigen kolloidalen und kristalloiden Silikaten bilden, welche humussaure Salze in chemischer Verbindung (?) oder als mechanisches Gemisch (?) in verschiedener Menge enthalten.

*Der Verwitterungsboden ist also ein Gemisch von neu entstandenen Silikaten, mit Splittern von noch unveränderten Urmineralien.*

In den einzelnen Klimazonen ist das Verhältniß der Urmineralsplitter zu den Verwitterungsprodukten ein verschiedenes. Böden mit intensiver Auslaugung enthalten wenig Verwitterungsprodukte. In Böden wo die Intensität der Abscheidung jener der Lösung gleichkommt, sind deren viele.

In humiden Zonen ist die größere oder geringere Fruchtbarkeit des Bodens mit dessen physikalischen Bau in engem Zusammenhange. Je mehr Feinboden in ihm enthalten ist, desto fruchtbarer ist derselbe.

In ariden Zonen hingegen übt die physikalische Beschaffenheit des Bodens keinen großen Einfluß auf seine Ertragsfähigkeit, diese hängt hier einzig und allein von der qualitativen Beschaffenheit der Verwitterungsprodukte ab.

Die Böden humider Klimazonen sind arm an Basen, da in Folge der intensiv wirkenden Auslaugung nur jene Verbindungen im Boden bleiben können, die von demselben durch seine Absorptionskraft zurückgehalten werden.

*Aus diesem Grunde kann in humiden Klimazonen die mechanische Bodenanalyse als Massstab für die Fruchtbarkeit des Bodens gelten.*

Denn je mehr Feinboden, oder je mehr tonige Teile, Argillite im Boden enthalten sind, desto größere Mengen Verwitterungspro-

produkte entstehen in denselben, und desto größer ist seine Absorption, vermittelt welcher er, trotz der Auslaugung, doch viel Basen und Nährstoffe im Boden festhält.

In sandigen Böden sind die Körner größer; die Gesamtoberfläche, an welcher die Bodenfeuchtigkeit ihre Wirkung ausüben kann, unvergleichlich kleiner. Die Menge der entstandenen Verwitterungsprodukte ist im Verhältniß zu den tonigen Böden sehr gering; die Absorptionskraft, welche die Auslaugung hindern würde, äußerst schwach; infolge dessen werden die Basen ausgewaschen. Der Grad der Auslaugung kann eine solche Höhe erreichen, daß der Sandboden sich für die Saat als fast unfruchtbar, als Kulturland wertlos erweist. (Bleichsand.)

*Aus diesen Gründen sind die tonigen Böden in den humiden Gebieten viel fruchtbarer, als die sandigen. Auf die Fruchtbarkeit der Böden kann somit aus deren mechanischer Zusammensetzung gefolgert werden.*

Die Wirkung der größeren Auslaugung ist an den Böden humider Zonen im Allgemeinen zu beobachten. Die Böden humider Klimazonen sind arm an Basen, infolge dessen arm auch an Nährstoffen, jene der ariden Klimazonen hingegen unvergleichlich reicher somit auch fruchtbarer.

Doch dieser große Unterschied im Reichtum an Nährstoffen, den auch die chemische Analyse des Feinbodens anzeigt, wird im Haushalte der Natur durch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft und des Bodens ausgeglichen. Die Fruchtbarkeit der reichen Böden arider Klimazonen wird durch den Wassermangel begrenzt. Die Armut der Böden humider Klimazonen hingegen kann in der Landwirtschaft nicht zum Ausdruck gelangen, da die während des ganzen Jahres andauernde gleichmäßige Feuchtigkeit, zwar in verdünnter Form, doch diejenige Quantität von Nährstoffen den Pflanzen zukommen läßt, welche für eine ganze Ernte notwendig ist.

Die in humiden Gebieten einheimischen Pflanzen verdunsten während ihres Wachstumes unvergleichlich mehr Wasser, als jene der ariden. Dies bezeugt schon zur Genüge der anatomische Bau ein und derselben Gattung, wenn sie in verschiedenen Klimazonen wachsen. Die Pflanze paßt sich, wie bekannt, den klimatischen Verhältnissen ihres Standortes an.

Daß dem so ist, beweisen die Erfahrungen, welche die Landwirte bei Anbau von englischem Getreide, insbesondere von Weizen, im großen Tiefland Ungarns gesammelt haben. In England leben

die Pflanzen in ständig feuchter Luft und müssen dabei viel Wasser verdunsten. Die Spaltöffnungen der Blätter sind groß und in großer Zahl vorhanden. Im großen Tieflande Ungarns ist die Luft in der ersten Hälfte der Vegetationszeit sehr feucht, in der zweiten hingegen äußerst trocken. Die importierten Getreidearten gehen sehr schön an, bei Eintritt der trockenen Periode aber tritt Stillstand im Wachstum ein. Die Pflanzen leben, aber entwickeln sich nicht weiter. Die Stengel, die Blätter sind normal, die Ähren groß, aber der Samen bleibt klein, verkümmert, die Pflanze trocknet ein bevor sie vollständig entwickelt wäre.

Von den großen Mengen von Nährstoffen, die im Boden arider Regionen angehäuft sind, geben uns die künstlich bewässerten Landstriche ein klares Bild; die Bewässerung erweckt in ihnen eine staunenswerte Fruchtbarkeit.

Neben dem Mengenverhältnis der Verwitterungsprodukte ist auch deren Zusammensetzung in den verschiedenen Klimazonen, großen Veränderungen unterworfen. Bei der Untersuchung von Bodenproben aus verschiedenen Klimazonen und nach Vergleichung der Resultate der Analysen zeigten sich folgende Gesetzmäßigkeiten:

In der Zusammensetzung der Verwitterungsprodukte ist das Verhältnis der Basen zu den Säuren innerhalb der einzelnen Klimazonen sehr geringen Schwankungen unterworfen. Mit der Änderung der klimatischen Bedingungen ändert sich das Verhältnis, die Änderung zeigt Gesetzmäßigkeit.

Der Säuregehalt (Kieselsäure und Humus-säure) nimmt mit der Luftfeuchtigkeit ab, der Gehalt an Basen mit steigender Trockenheit zu. Die Waldböden sind überall ausgelaugte graue Bodenarten; und doch enthalten sie in ariden Regionen 10—20-mal so viel Basen, wie in den humiden.

Die Säuren wie die Basen halten bei ihrer Abscheidung aus den Bodenlösungen eine den klimatischen Bedingungen entsprechende Reihenfolge ein. Mit der Abnahme der Intensität der Auslaugung scheiden sich immer größere Mengen leichter löslicher Verbindungen ab.

Die Säuren wie die Basen, die mit zunehmender klimatischer

Trockenheit sich in sehr wechselndem Verhältnisse abscheiden, üben auf die physikalische wie chemische Eigenschaften des Bodens einen verschiedenen Einfluß aus.

In den humiden Zonen ist die Zusammensetzung der Böden von den Mineralen abhängig, aus welchen sie entstanden sind.

In ariden Zonen übt die Natur der Mineralien nur wenig Einfluß auf die Beschaffenheit der entstandenen Böden aus. Der Charakter des Bodens wird durch die klimatischen Faktoren und durch die orographische Lage bedingt.

Die gesetzmäßige Anhäufung der einzelnen Elemente im Boden der verschiedenen Klimazonen und deren Einfluß auf die Bodeneigenschaften tritt noch klarer hervor, wenn wir die Böden jener Abteilungen einzeln durchgehen, welche wir den gleichförmig zusammengesetzten Bodenfeuchtigkeiten entsprechend aufstellten. Diese Einteilung stimmt auch für die in diesen Zonen herrschenden Bodenarten, wie wir es im Folgenden sehen werden.

Die Niederschlagsmengen der Ebenen und Hügelländer des vom Rhein bis zum Ural sich erstreckenden Teiles von Mittel-Europa variieren zwischen 200—800 mm.

Dieses Gebiet gliedert sich in mehrere Zonen, die klimatisch von einander verschieden sind und doch gleichgroße Niederschlagsmengen besitzen.

Eine genauere Analyse der klimatischen Bedingungen erwies, daß diese Zonen sich nur in Betreff der atmosphärischen Feuchtigkeit unterscheiden. Dieser Unterschied gelangt in den Angaben der jährlichen Niederschlagsmenge nicht zum Ausdruck, doch übt er auf die Böden einen so großen Einfluß aus, daß diese in allen Charaktereigenschaften sehr von einander abweichen.

Das Gebiet kann in folgende Zonen geteilt werden.

### *1. Zone mit 450—800 mm. Niederschlag.*

*a) Humide Region, ozeanisches Klima,* ständig feuchte Atmosphäre. Summe des jährlichen Sättigungsdefizites 19—30. Kein Staubfall.

Die *humide Region*, mit so wenig Niederschlag, reicht von der Nordsee bis an die Karpaten; in Rußland erstreckt sich diese Zone bis an den 50. und 49. Breitengrad; in Rumänien auf die südlichen Ausläufer der Karpaten.

Die Vegetation ist in Höhenlagen *Gehölz* und *Heide*, in Tieflagen *Hochmoor*.

In diesen Gebieten ist der Prozeß der Bodenbildung viel



schwächer als in jenen mit trockener Atmosphäre. Der Lösungsprozeß ist viel intensiver als die Abscheidung. Da durch Staubbfall die Verwitterungsschichte nicht vermehrt wird und auf diese Weise keine neue Basen in die Verwitterungsschichte hineingelangen, so wird diese außerordentlich ausgelaugt.

Tatsächlich finden wir in diesen Gebieten als herrschende Bodenart den ausgelaugten *grauen Waldboden*, den Podsol der Russen. Die obere Lage dieser Bodenart ist grau und enthält äußerst wenig Basen; in 40—50 cm Tiefe hingegen finden wir den *Ortstein* oder die *Orterde*. Es ist dies eine Konzentration der aus den Schichten ausgelaugten Basen und zwar hauptsächlich von Eisen und Aluminium.

Wird der Wald ausgerodet und der Boden bearbeitet, so ändert sich allmähig die Bewegung der Bodenfeuchtigkeit. Es gelangt eine viel größere Menge davon zur Verdunstung, als in der Zeit, als der Boden noch mit Waldbäumen bestanden war. Die Folge der vermehrten Verdunstung ist das Verschwinden des Ortsteines und die Braunfärbung der oberen Schichte. Mit Eintritt der trockenen Jahreszeit, und insbesondere nach Abmähen der Frucht, beginnt das Wasser, welches in der nassen Jahreszeit in den Boden eingedrungen war, in erhöhtem Maße sich gegen die Oberfläche zu ziehen. Während der Bewegung durch die Ortstein- oder Orterdeschicht löst das kohlenensäurehaltige Wasser viel Eisen aus der genannten Schichte auf und lagert dasselbe nach seinem Verdunsten auf der Oberfläche der Mineralkörner des Bodens ab. Auch die noch unzersetzten Reste der Pflanzen, die kleinsten wie die größten, werden davon durchdrungen; sogar die humussauen Verbindungen absorbieren beträchtliche Mengen. Es entsteht auf diese Weise der *braune Waldboden*.

Der *braune Waldboden*, der *Nyirok*, die *Terra-rossa*, der *Laterit* verdanken ihre Entstehung ein und demselben Bildungsprozesse, die Unterschiede werden nur durch die klimatischen Faktoren hervorgerufen, die Bildung geschieht auf dieselbe Art und Weise.

In sandigen Böden ist die Wirkung des Auslaugungsprozesses noch viel größer, es werden allmähig die Basen dermaßen aus dem Boden ausgewaschen, daß dieser zur Ernährung von höheren Pflanzen unfähig wird, es können nur solche Arten gedeihen, zu deren Lebensbedingung eine saure Bodenfeuchtigkeit gehört. Es sind dies die *Heidepflanzen*; der Boden, auf welchen sie gedeihen, ist

der *Bleichsand*. Diese Bodenart ist das Produkt der größtmöglichen Auslaugung.

In Tiefenlagen, in stehenden Gewässern entwickelt sich das *Hochmoor*, an ständig feuchten Stellen ein saurer schwarzer *Wiesenboden*.

Durch Abholzung und ständige Bearbeitung wird aus dem *braunen Waldboden* nach langen Reihen von Jahren ein *Schwarzboden*, der ähnliche Zusammensetzung zeigt mit den Böden der natürlichen Grasfluren. Ich hoffe mit meinen bodenphysiologischen Untersuchungen auch in diesen Böden den ehemaligen Waldboden leicht feststellen zu können. Diese Böden müssen dann in die Klasse der *künstlichen Grasfluren* gereiht werden, obwohl ihr Aussehen, sowie ihr Humusgehalt mit jenen der Böden der echten Grasfluren vollkommen übereinstimmt.

In den humiden Regionen macht sich die mineralogische Beschaffenheit der Muttergesteine im chemischen Bau der aus ihnen entstandenen Böden geltend.

Erstens können die Böden, die aus Silikatgesteinen entstanden sind, von jenen unterschieden werden, denen ein kalkiges Material als Muttergestein gedient hat. Dann zweitens können auch an solchen Stellen, die der Erosion ausgesetzt waren, so daß die ursprüngliche ausgelaugte Schichte weggewaschen wurde und ein mit Trümmern des Grundgesteines vermengter Boden zur Oberfläche kam, die Urminerale einen bedeutenden Einfluß auf die Fruchtbarkeit des entstandenen Bodens ausüben. Die Bodenarten selbst können mittelst mineralogischer Analyse von einander unterschieden werden. Ein Gestein das viel kalihaltige Mineralien als Hauptbestandteil besitzt, z. B. Granit, Porfyr, Trachyt, Gneiß, wird einen viel fruchtbareren Boden liefern, als ein anderes Gestein, das kein Kali enthält; z. B. Sandstein, Quarzitschiefer u. s. w. Doch diese Bodenarten kommen nur in gebirgigem Terrain und an Berglehnen vor.

Die kalkigen Gesteine geben einen *humosen Kalkboden*, der in Polen und Rußland große Gebiete einnimmt und genau beschrieben ist. Diese Gruppe wird mit dem Namen „*Rendzina*“ benannt. Die Gruppe zerfällt in mehrere Unterabteilungen.

In Deutschland ist diese Bodenart auch auf breiten Strecken zu finden, doch ist sie noch nicht als eine spezielle Gruppe beschrieben worden.

b) *Aride Region. Kontinentales Klima*, Summe des jährlichen Sättigungsdefizites 30—50. Beginn des Staubfalles.

Die aride Region erstreckt sich auf die Tiefländer und Mulden, die sich südlich von dem nordböhmischen Randgebirge und den Karpaten erstrecken, in Rußland auf das Gebiet, welches südlich vom 50-en Breitengrad liegt und westlich bis Cernowitz reicht. In Rumänien umfaßt diese Region die Ebenen und Hügelländer, die zwischen der Donau und den Karpaten liegen.

Die Vegetation dieser Region ist zweierlei: *Steppenwald* und *Grasflur*. Beide Pflanzenformationen werden in diesem Gebiete durch die Menge des Niederschlages bedingt. *Während in den humiden Regionen überall Wald gedeihen kann, ganz unabhängig von der Menge des Niederschlages, also auch in Zonen wo der Jahresdurchschnitt nur 450 mm. beträgt* (Norddeutschland. Polen); *bildet in den ariden Regionen 500 mm. minimaler Jahresdurchschnitt die Grenze der Waldvegetation.* Diese Zahl wurde auch durch Berechnung<sup>1)</sup> aus jener Wassermenge festgesetzt, die ein Eichenwald während eines Jahres durch sein Laub verdunstet.

Die Berechnung und die auf klimatische Beobachtungen gestützte pflanzengeographische Annahme haben in diesen Regionen übereinstimmende Resultate ergeben.

Demgemäß zerfallen auch die einzelnen Becken: das Böhmisches Becken, wie das Mährische Becken, das Kleine und Große Alföld (Tiefland) Ungarns in zwei Vegetationstypen, in Grasfluren und in Steppenwald. Die Mitte des Beckens nimmt die Grasflur ein, sie wird von einem Steppenwaldgürtel umgeben, diese letzteren übergehen mit zunehmender Höhe der Gebirge in echte Wälder.

In der Bukovina, in Rußland und in Rumänien bildet ebenfalls ein Steppenwaldgürtel den Übergang zwischen der Grasflur und dem echten Wald.

Im Innern des Großen Alföldes in Ungarn, u. zwar im Süden desselben, finden sich Landstriche, die schon in die Zone der Halbwüsten gereiht werden müssen.

Der Boden des Steppenwälder, obzwar er dem Augenscheine nach ein echter Waldboden ist, unterscheidet sich der chemischen Beschaffenheit nach sehr wesentlich von den Waldböden der humiden Regionen.

Da hier die Luft viel trockener und die Summe des jährlichen Sättigungsdeficitcs viel größer ist, so kann in dieser Region keine

---

<sup>1)</sup> Dr. W. A. Schimper: Pflanzengeographie. 1908.

Anhäufung von organischen Stoffen stattfinden. Im Untergrunde finden wir an Stelle des *Ortsteines* nur *Orterde*, in welcher nur bis 4% organische Stoffe enthalten sind. Im Waldboden selbst werden die Basen in großer Menge angehäuft, das Verhältnis der Basen zu den Säuren ist 40 zu 60. — Dem entsprechend sind diese Böden auch fruchtbar.

Mit zunehmender Trockenheit, was die Vergrößerung des Sättigungsdeficit von 30–50 anzeigt, wächst auch die Menge des Staubes, welcher sich jährlich auf der Bodenoberfläche ablagert. Mit anwachsender Staubablagerung wird als Folge der Unterschied, den die mineralogische Zusammensetzung des Muttergesteines auf den aus ihr entstandenen Boden ausübt, immer mehr verwischt. In Gebieten, die in den trockensten Strichen dieser Region liegen, kann ein Unterschied zwischen den Böden verschiedenen Ursprunges erst nach einer sehr genauen mineralogischen Untersuchung festgestellt werden.

Nach Abforstung des Waldes, wird die Orterde, die sich unter diesen Steppenwäldern gebildet hat, durch die sich gegen die Oberfläche bewegend Bodenfeuchtigkeit aufgelöst und nach deren Verdunsten in den obersten Schichten abgelagert. Durch diesen Bodenbildungsprozeß entsteht ein brauner eisenschüssiger Tonboden, der eine, den *braunen Waldböden* der humiden Regionen analoge Bildung ist und sich von diesen durch die von klimatischen Faktoren bedingten Eigenschaften unterscheidet. Er ist viel toniger, oft ein echter Tonboden, von braun-roter Farbe und sehr fruchtbar, enthält 8–10% Eisen als Oxyd. In Ungarn bedeckt er die südlichen und westlichen Lehnen der Ausläufer der Karpaten, wird hier „*Nyirok*“ genannt. Dem Augenscheine nach ist der rote Ton, der Nyirok, gleichviel ob er Kalkstein, Granit, Basalt oder Löß bedeckt, ein und derselbe Boden, doch durch eine mineralogische Analyse des Schlämmrückstandes kann meistens das Muttergestein ermittelt werden. In der Fruchtbarkeit ist selten ein Unterschied zu entdecken.

Eine ähnliche Bodenart fand ich unter gleichen klimatischen Bedingungen an den südlichen Abhängen der Gebirge in der Krim, und an den Berglehnen der Karpaten in Rumänien.

Die Böden von Weinanlagen dieser Region gehören in eine ganz andere Bodenklasse, da bei der Anpflanzung des Weines der Boden 60–70 cm tief gewendet — rigolirt wird, wobei hiedurch oft das Muttergestein zur Oberfläche kommt.

Der Boden der Grasfluren dieser Region, der sogenannte *Schwarz-*

**boden**, der *Tschernosjom* der Russen, bildet eine ganze eigene Bodenart, die von den Waldböden in allen seinen Eigenschaften absticht.

Die Grasflur hat ein sehr verzweigtes Wurzelgewebe, dessen **größter** Teil im Winter abstirbt. Nur die dicken Hauptwurzeln überwintern, die Nebenwurzeln sterben ab und werden durch die Bodenbakterien zersetzt. Aus diesem Teil der Pflanze entsteht der Humusgehalt der Grasfluren. In den Landstrichen mit kleinen Sättigungsdefizit kann dieser Humusgehalt bis 13% anwachsen.

Das Grundwasser der ariden Region ist immer kalkhaltig. Da ein Teil dieses, der äusserst trockenen Luft zufolge, während des Sommers, auf der Oberfläche verdunstet, so wird der Kalkgehalt des Bodenwassers in der ganzen oberen Bodenschichte gleichmässig abgelagert. Der Untergrund wird kalkig und was das Wichtigste ist, *die Humussäuren, die bei der Zersetzung der Wurzeln im Boden entstehen, werden durch den Kalk gebunden*. In jungfräulichen Grasfluren, wo die Pflanzen im Winter auf den Boden verbleiben, hier vermodern, entsteht aus den Blatt- und Stengelresten auch Humus. Die freien Humussäuren werden durch die Niederschläge des Winters und Frühjahres in den Boden eingewaschen und durch den im Sommer und Herbst sich ausscheidenden Kalk neutralisiert.

Die Grasfluren haben demzufolge einen *milden Humus*, dieser gibt an destilliertes Wasser keine organische Verbindungen ab. Das ist der wichtigste Unterschied zwischen den Böden der *Grasfluren* und jenem der *nassen Wiesen*. Die Letzteren enthalten viele in Wasser lösliche organische Verbindungen, reagieren wenn auch in sehr geringem Grade, doch nachweisbar *sauer*.

Die Fruchtbarkeit der Grasfluren ist allbekannt, braucht also nicht besonders hervorgehoben zu werden.

## II. Zone mit 500—300 mm. Niederschlag.

*Halbwüstenklima*. Ständig trockene Luft. Summe des jährlichen Sättigungsdefizites 50—90. Sehr intensiver Staubfall.

Diese Zone bildet einen Gürtel um das nördliche und westliche Gestade des Schwarzen Meeres. Dann finden sich inselartige Gebiete in den Ebenen Rumäniens und Ungarns, die in diese Zone gehören.

Die Vegetation ist durchwegs Grasflur, die Vertiefungen sind nur mit Salzpflanzen bedeckt.

Die Halbwüstenregionen Ungarns bezeugen ihren Wüstencharakter durch Salzseen, Salzauswitterungen, sowie Salzpflanzen, welche die tiefer liegenden Landstriche bedecken.

Die Verdunstung ist hier so groß, daß die stehenden Gewässer allmählich zu Salseen und Salzteichen werden. In dieser Zone kann auf Höhenlagen kein Wald mehr zur vollen Entwicklung gelangen, der einzige Baum der hier gedeiht, ist die aus aridem Lande importirte Akacie. Schmale Waldstreifen, mehr Auen als Wald, sind nur in den Inundationsgebieten der Flüsse zu finden, wo das Grundwasser ständig in mäßiger Tiefe verbleibt.

Die hohe Niederschlagsmenge 500—600 mm. mildert jedoch den Wüstencharakter und bedingt seine hochberühmte Fruchtbarkeit.

Der Boden dieser Zone ist auch ein Grasflurenboden, doch enthält er nicht so viel Humus als jener unter den Grasfluren in feuchteren Zonen. Die größere Trockenheit des Bodens, die auch viel länger andauert, erleichtert die Oxydation der Pflanzenreste; diese Böden enthalten 6—3% Humus, und ihr Humus enthält 10—20% Stickstoff. Der hohe Stickstoffgehalt ist das Resultat der Verwesung von Pflanzenresten in einer sehr sauerstoffreichen Bodenluft und einem sehr nährstoffreichen Nährboden. - - Die Farbe des Bodens ist *chokoladebraun*, in trockenen Landstrichen *kastanienbraun*.

In den Niederungen finden wir Salzböden, welche sehr große Mengen (bis 1·8%) wasserlösliche Kalisilikate enthalten. Außer diesen sind viel humussaure Alkalisalze, (auch wasserlöslich) dann Kochsalz, Glaubersalz, Soda und Gips vorhanden. Im Untergrund wurden öfters Salze des Magnesiums gefunden.

Das Merkmal aller dieser Böden ist sein Kochsalzgehalt, in jeder Bodenprobe kann dieses Salz nachgewiesen werden.

Das Muttergestein der Böden in dieser Zone ist durchwegs Löß, respective Flugstaub, welcher in verschiedener Mächtigkeit Ebenen wie Hügelländer überdeckt. Je nach der orographischen Lage bildete sich aber aus der Flugstaubdecke ein sehr verschiedenes Gestein. In trockeneren Lagen entstand aus ihr Löß, in feuchten Niederungen ein grau gelber heller Ton, in welchen die Entstehung nur durch die mineralogische Untersuchung des Schlämmrückstandes bestimmt werden kann.

Die zweite Hauptbodenart dieser Zone ist der Flugsand. Da die Verdunstung eine sehr große ist, so werden die Basen, die bei der Verwitterung der Mineralien, wie bei der Oxydation der Pflan-

zenreste entstehen, von der verdampfenden Bodenfeuchtigkeit unterhalb der Oberfläche angehäuft, und sammeln sich in den Mulden der Flugsanddünen in so großer Menge, daß sie dort in Form von Salzen ausblühen.

Die Accumulation der Basen hat auch eine Anhäufung von Pflanzennährstoffen zur Folge. Diesem Umstande verdanken die Flugsandgebiete dieser Zonen ihre hohe Fruchtbarkeit. *In den Zonen des Halbwüstenklimas, (auch schon in den trockeneren Teilen der vorher besprochenen Zone) übt die mechanische Zusammensetzung des Bodens keinen grossen Einfluss auf die Ertragsfähigkeit desselben aus.*

Ein Boden, der 70% Sand enthält, kann denselben Ertrag geben wie ein toniger Grasflurenboden.

*In diesen Zonen kann aus der mechanischen Bodenanalyse kein Schluss auf die Ertragsfähigkeit des Bodens gezogen werden.*

### *III. Zone der Wüsten des gemässigten Gürtels.*

Niederschlag weniger als 300 mm, Sättigungsdefizit mehr als 90.

Diese Zone umgibt als breiter Streifen den Kaspischen See, und steht mit den unendlichen Wüsten von Mittelasien in Verbindung.

Die Vegetationszeit ist von sehr kurzer Dauer, die Flora besteht aus Grasarten und Salzpflanzen. Der Boden besteht aus Flugsand und salzigen Tonboden, dem Takir.

Die Anhäufung der Basen ist eine viel intensivere. Alle stehenden Gewässer sind sehr konzentrierte Salzteiche und Salzseen, auf deren Grund das Salz in dicken Lagen auskristallisiert. Die Flüsse haben alle nur während des Frühjahres Wasser, sind im Sommer und Herbst trockene Wasserrinnen. Infolgedessen können Bäume auch an den Ufern der Wasserrinnen nicht bestehen.

Der ausgetrocknete Grund der Flußbetten wird durch den Wind bewegt und es bilden sich aus den gröberen Körnern der aufgewirbelten Staubmassen hohe Vordünenzüge, aus dem feineren Material die Flugstaubdecke, die durch die Humussalze und den kohlensäuren Kalk entweder zu Löss oder zu Takir verfestigt wird. Die Flugsandgebiete dieser Zone sind unfruchtbar, weil in ihnen das Grundwasser tiefer liegt, als daß die Pflanzen dasselbe mit ihren Wurzeln erreichen könnten. Nur wenige Pflanzen, die sich an diese klimatischen Bedingungen angepaßt haben, können hier ihr Dasein fristen.

Im Sinne der in meinem Vortrage erörterten Erscheinungen lassen sich die Prozesse der Bodenbildung, sowie die aus diesen abgeleiteten Schlüsse in fünf Sätze zusammenfassen.

1. Die Verwitterung wird durch die Bodenfeuchtigkeit bewirkt, wobei deren gesamte Bestandteile, absorbierte Gase, wie gelöste Salze energisch mitwirken.

2. Die Beschaffenheit der Bodenfeuchtigkeit ist mit den klimatischen Faktoren und mit der Art der Pflanzendecke in innigem Zusammenhange.

3. Das Resultat der Wirkung, welche die Bodenfeuchtigkeit auf die Mineralkörner ausübt, die entstandene *Kruste* oder kurz: die *Verwitterungsprodukte*, sind in Klimazonen mit gleichen klimatischen Bedingungen auf der ganzen Welt von gleicher Zusammensetzung.

4. Der Boden, seine Eigenschaften und seine Entstehung, werden durch die Beschaffenheit der *Verwitterungsprodukte* scharf charakterisirt und gekennzeichnet.

5. Die Analyse der von den Urmineralen des Bodens getrennten Verwitterungsprodukte geben Aufschluss einestheils über die agrogeologische Entstehung, anderseits über den landwirtschaftlichen Wert des Bodens.

\* \* \*

Und nun am Ende meines Vortrages angelangt, können wir uns fragen, welches war das Ziel des Vortrages und was ist das Resultat desselben?

Der Zweck meiner Arbeit, meine Herren, war einzig und allein einen Weg zu finden, auf welchem wir zur sicheren Charakteristik und genauen Beschreibung der Bodenarten gelangen könnten. Da ich diesen nun gefunden zu haben glaube, so hielt ich es für meine Pflicht diesen der Konferenz vorzulegen.

Als Resultat meines Vortrages hoffe ich annehmen zu dürfen, daß es mir — wenn ich auch nicht imstande war Sie alle, meine hochverehrte Herren, von der Richtigkeit meiner Anschauung zu überzeugen — doch geglückt ist, die Aufmerksamkeit eines jeden auf diese so interessanten Tatsachen des Zusammenhanges zwischen Bodenbildung und Klima einerseits, und der Übereinstimmung der Klimazonen mit Bodenzonen anderseits, gelenkt zu haben.

Auf diesen Grundlagen fußend denke ich mir die zwei Hauptabschnitte der Bodenkunde u. zw. die *Agrologie*, das heißt die Lehre der Entstehung und der Umwandlung des Bodens, und die



**Agrographie**, das heißt die Beschreibung der Verbreitung der Bodenarten in allen Klimazonen, ausbauen zu können.

Wenn wir die Bodentypen aller Klimazonen der Welt bestimmt und festgestellt, die Grenzen ihrer Verbreitung aufgezeichnet haben, dann erst dürfen wir an die Ausarbeitung des praktischen Teiles, an die der allgemeinen land- und forstwirtschaftlichen Bodenkunde gehen; dann erst werden die zahllosen Bodenanalysen einen allgemeinen Wert haben. Nur wenn die Bodenkunde einen jeden belehrt hat, welche Gegenden, welche Zonen der Welt in Klima und Boden mit den *seinem* identisch sind, wird der Landwirt oder Forstman aus den unendlich vielen Versuchen, die heute in den verschiedenen Ländern ausgeführt werden, praktischen Nutzen ziehen können.

Die Richtigkeit meiner Schlüsse ist noch nicht unumstößlich festgestellt, sie muss erst durch viele Untersuchungen bewiesen werden. Doch diese große Arbeit kann ein einzelner Forscher nicht zu Ende führen, wir müssen alle mitwirken. Darum stelle ich an alle meine Berufsgenossen die dringende Bitte, sich an dieser Arbeit zu beteiligen, und unterbreite der hochverehrten Konferenz folgenden Antrag:

1. Aus allen Klimazonen sollen die typischen Bodenarten eingesammelt werden.

Bei der Probenahme sind zu bezeichnen:

- a) Ursprung.
- b) Orographische Lage.
- c) Vegetation.
- d) Klima.
- e) Das Bodenprofil (womöglich in Farben).

2. Aus allen Typen werden Muster an alle jene Herren gesandt, die sich anbieten an der gemeinsamen analytischen Arbeit Teil zu nehmen.\*)

3. Alle Typen sollen nach ein und derselben gemeinsam festzusetzenden Methode analysiert werden.

4. Die Resultate der Analysen sollen an den Herrn Schriftleiter gesandt werden. Er wird die eingesandten Daten ordnen, zusammenstellen und der nächsten Konferenz unterbreiten.

---

\*) Die Versendung übernimmt der Herr Schriftleiter des internationalen Bodenkommiteés, an ihn sollen die Bodentypen eingesandt werden.



## 5. Über die für Klimazonen bezeichnenden Bodenarten.

Von Dr. E. von Chelnoky Kolozsvár.

(Mit einer Karte.)

Das Material der fruchtbaren Erden hat vornehmlich dreifachen Ursprung, u. z. 1. die Verwitterung und Zertrümmerung der Gesteine des Untergrundes, woraus das entsteht, was man einen Residualboden oder einen grundständigen Boden nennen kann; 2. die Anschwemmungen aus fließenden oder stehenden Gewässer; 3. die subaerische Auftragung.

Die Degradation der Gesteine hängt in erster Linie von ihrer Beschaffenheit, in zweiter Linie aber von den klimatischen Verhältnissen ab. Ein und dasselbe Gestein wird in der Wüste ganz anders zersetzt, als unter einer Waldbedeckung. In der Wüste fällt das Hauptgewicht auf die einfache Zertrümmerung und Verstaubung, während in den feuchten Klimaten die chemische Zersetzung der Gesteine, die eigentliche Verwitterung die Überhand gewinnt.

Bei genügenden Niederschlägen und auf geneigtem Terrain setzt sich der Detritus der Gesteine sofort in Bewegung und zwar, wie Davis das schön erläutert hat, in ganz derselben Weise wie das Wasser, wenn auch weit langsamer. Auf steilen Gehängen ist sein Fortschritt rascher. Auf einigen Schuttkegeln wird seine Bewegung gehemmt, so wie die des Wassers in Seen, und im Meere gelangt er ganz zur Ruhe. An gewissen Stellen ist der Gesteinschutt nur zeitweilig in Bewegung, in anderen Talgründen sehen wir ihn in fortwährender Bewegung.

Dieses bewegliche Trümmerwerk, mag es nun von ständigen Gewässern fortgetragen oder, den Torrenten gleich, nur zeitweilig durch Regengüsse mitgeschwemmt werden, können wir jedenfalls als ein Wassersediment ansprechen und unter dem Sammelnamen der Colluvialböden zusammenfassen. Auf die Bildung dieser Bodenart hat das Klima insofern grossen Einfluß, als die Natur der Wasserläufe, die sein Material zusammenschwemmen, größtenteils auch vom Klima abhängig ist, ferner noch aus dem Gesichtspunkte,

daß die Veränderungen, denen die Gesteinstrümmer unterwegs unterliegen, so namentlich ihre Verwitterung, sich vorzüglich nach dem Klima richtet. Das Geschiebe der Uadis in den Wüsten ist von ganz anderer Beschaffenheit als die Anschwemmungen der langsam fließenden Gewässer der Waldregionen.

Ungeheure Gebiete werden von den subaerischen Ablagerungen bedeckt, die wieder zweierlei Art sind. Ebenso wie das fließende Wasser, befördert auch der Luftstrom den Gesteinsdetritus auf zweierlei Weise: entweder schiebt er ihn in einem Bette vorwärts, oder er befördert ihn frei schwebend. In beiden Fällen kann man auch von Lösung sprechen.

Der in einem Bette fortgerollte Detritus ist der Flugsand, das schwebend beförderte Material ist der Staub, welcher sich an windgeschützten Stellen, die den Flußdeltas entsprechen, in Gestalt von Löß oder ähnlicher Bildungen ablagert. Was dann weiter aus dieser Ablagerung wird, das hängt wieder vom Klima ab. In der Wüste giebt es nichts, was den abgelagerten Staub bände, daher bildet sich dort aus ihm kein Boden. In den Grassteppen häuft sich der Staub unverändert an und wird zu Löß. Wo aber die Feuchtigkeit größer ist, da erleidet der gefallene Staub noch weitere Umwandlungen und es entstehen aus ihm andere Bodenarten.

Mit einem Worte, das Klima hat einen ungemein grossen Einfluß auf die Bildung der Böden in jeder der angegebenen Weisen.

Ausserdem wissen wir aber, daß die oberste Bodenschicht, für die Landwirtschaft gerade der wichtigste Teil, — die im Gegensatz zur Bodensohle und zum Untergrund, Oberboden genannte Schicht, welche unter der Vegetationsdecke gewisse Veränderungen erfahren hat und sich besonders durch ihren Humusgehalt auszeichnet, — je nach den Klimaten verschieden geartet ist. Denn die Vegetation kann als eine Funktion des Klima angesehen werden, und die Veränderung des Oberboden ist wieder von der Vegetation abhängig.

Mit Berücksichtigung des Gesagten kann man getrost behaupten, daß einer der Hauptfaktoren der Bodenbildung das Klima sei. Auch das Gestein des Untergrundes ist ein solcher Faktor, allein nicht immer. Die Wirkung des Klima aber äussert sich, mit geringen Ausnahmen, bei allen Bodenarten, sei es unmittelbar oder auf Umwegen. Aus diesem Grunde würde ich den Versuch einer Klassifikation der Bodenarten nach den Klimazonen für gerechtfertigt halten. Hierbei könnten die klimatischen Verhältnisse das Ein-

teilungsprincip für die Hauptklassen liefern und erst innerhalb dieser Hauptklassen würden die Unterabteilungen nach der Entstehungsart aufgestellt werden. Auf alle Fälle ist es nötig irgend ein genetisches Princip zu suchen; denn nur ein solches kann zu einer naturgemässen Classification führen dort, wo man es mit so vielen Übergängen, so vielen Modifikationen zu tun hat. Der Hauptfaktor der Bodenbildung ist aber das Klima, an zweiter Stelle folgt der Ursprung des bodenbildenden Materiales, und schließlich ist die Metamorphose zu berücksichtigen, welche dieses erleidet.

Es mag sein, daß für den Landwirt eine Eintheilung der Böden, in der ihr Verhalten zu den darauf gezogenen Culturpflanzen zum Ausdruck käme, wichtiger erschiene. Eine solche Klassifikation wäre aber mit überaus grossen Schwierigkeiten verbunden. Denn wir wissen, daß man hierbei weder von der mineralogischen noch auch von der chemischen Zusammensetzung der Böden ausgehen könnte, da ja die Pflanze ihre Nahrung eben dem in fortwährender Umwandlung begriffenen Boden entnimmt und wir daher den letzteren, der Pflanze gegenüber, als ein in seinem Bestande Veränderliches, in Umsetzung Begriffenes, man möchte fast sagen, als ein Lebendiges betrachten müssen. So sind z. B. die Colloidalzustände der Bodenbestandteile durch die gewöhnlichen chemischen Methoden kaum nachzuweisen; und doch erinnert das Verhalten der Stoffe in diesem Zustande gerade sehr an das Verhalten der Enzyme, was uns schon den Problemen der Stoffe in den lebenden Organismen nahe führt. Auf diesem Gebiete reichen unsere heutigen Untersuchungsmittel nicht aus und werden uns zu keiner absolut gültigen Einteilung führen.

Von grosser Wichtigkeit ist jedoch die genetische Klassifikation vom wissenschaftlichem Standpunkte aus. Bei dieser aber müssen wir in erster Linie das Klima berücksichtigen, denn es äussert hier seine Wirkung bei jedem Schritte, wie denn z. B. meines Dafürhaltens der Colloidalzustand auch vom Klima, wenngleich nicht unmittelbar, abhängig ist.

Zunächst muß man also die Klimate selbst in einer brauchbaren Einteilung bringen. Man darf dabei nicht nur einen oder den anderen der vielen Faktoren, die das Klima bedingen, voranstellen, sondern muß das gesammte Bild der klimatischen Verhältnisse, wie es eben für die Vegetation bestimmend ist, auffassen. Das Gesamtbild der Vegetation wird unser bester Wegweiser sein, in ihm kommen die für uns wichtigen Eigentümlichkeiten der Klimate am besten

zum Ausdruck; nicht also ob die Vegetation selbst derjenige Faktor wäre, welcher bei der Bodenbildung die Hauptrolle spielt, allein sicher ist es, daß sich in der Vegetation das Klima am deutlichsten abspiegelt. Wollte ich einen Vergleich heranziehen, so könnte ich sagen, daß ebenso wie es sehr zweckmässig ist, die Menschen nach ihrer Hautfarbe zu klassifizieren, obschon derselben keinerlei anthropologische oder anatomische Wichtigkeit zukommt, ebenso es für die Klassifikation der Klimazonen zweckmässig erscheint sich auf die Vegetationstypen zu stützen. Eine solche Klassifikation läßt sich aber dann auch auf die Faktoren der Klimabildung zurückführen. Unter der letzteren steht die Niederschlagsmenge obenan, ist aber, wie ich neuerdings betonen will, nicht der alleinige Faktor, sondern nur der wichtigste, denn ausser ihm haben die jährliche Schwankung der Niederschläge, ihre Periodicität, die Zahl der Tage mit Niederschlägen im Verhältniß zur ganzen Menge, die Feuchtigkeit der Luft, die Wärmemenge, die Verdunstung, die vorherrschende Windrichtung, die Stärke der Winde u. s. w. Einfluß auf das Klima in Bezug auf die Bodenbeschaffenheit.

Bei der gleichen Menge von Niederschlägen ist die Wirkung, welche diese auf die Bodenbildung ausübt, nach der Temperatur verschieden. Bei hoher Durchschnittstemperatur bedarf es viel grösserer Regenmengen um der Gegend dasselbe Aussehen zu schaffen, also den Boden und die Vegetation zu beeinflussen, wie es geringere Niederschläge in kühleren Gegenden erzeugen. Sehr grossen, ja entscheidenden Einfluß hat aber die Temperatur in den Regionen wo ihr Mittelwert so gering wird, daß er allein das Aussehen der Gegend bedingt, gleichgültig wie groß die Niederschlagsmenge sei. Diese Gebiete tiefster Temperatur müssen denn auch als besondere Klimazonen von den übrigen getrennt betrachtet werden. Sie beschränken sich übrigens auf die höchsten Teile der Hochgebirge und auf die Zonen hoher geographischer Breite, und fallen z. B. im nördlichen Asien mit den Gebieten der Tundren zusammen.

Anderswo ist der Einfluß der Temperatur auf die Vegetation und die Bodenbildung ein viel geringerer. In Bezug auf die Flora spielt sie freilich die entscheidende Rolle, aber in Bezug auf die allgemeine Vegetationsdecke ist sie nicht maßgebend. Wüsten entstehen sowol in den kälteren Klimazonen als in den Tropen. Dichter Wald bedeckt Sibiriens kalte Regionen ebenso wie die Ebenen des Amazonas.

Wollen wir also die klimatologischen Ursachen eines Land-

schaftsbildes erforschen, so müssen wir vor allem den Niederschlag in Betracht ziehen. Diese Betrachtung wird uns vorerst nur zur allgemeinen Orientierung dienen, aber mit ihrer Hilfe werden wir dann zu einer genaueren Definition der Klimaarten gelangen, die wir sodann am einfachsten und besten durch ihre Vegetation charakterisieren können.

Vorerst empfiehlt es sich jene Gebiet auszuschneiden, in denen der Niederschlag so gering ist, daß sich keine Vegetationsdecke bilden kann, wo also das organische Leben fehlt. Diese sind die Wüsten. Der Erfahrung nach sind es jene Regionen der Erde, deren jährliche Niederschlagsmenge 200 mm. nicht übersteigt; in diesen Gegenden herrscht die Wüste mit allen ihren Merkmalen; es fehlt die Vegetationsdecke, die Gesteinrümpfer können das Meer nicht erreichen, die Verwitterung ist null oder doch minimal. Solche Gebiete entbehren der Quellen und Flüsse, und sind für die Ansiedlung der Menschen ungeeignet.

Wo, in der gemäßigten Zone, der jährliche Niederschlag die Höhe von 200 mm. übertrifft, dort werden sich gewisse Pflanzenfamilien massenhaft ansiedeln. In der Regel sind solche Gebiete entweder mit einer Grasvegetation oder mit dornigen Kräutern und Gebüsch, die keine große Feuchtigkeit beanspruchen, bedeckt. Wir nennen sie im Allgemeinen Steppen. Das ungarische Wort Puszta möchte ich dafür nicht anwenden, denn es ist zweideutig und die ungarische Tiefebene (der es entnommen ist) entspricht auch, wie wir sogleich sehen werden, den obigen Begriffen nicht. Es ist für die menschliche Kultur von großer Bedeutung zu wissen, daß die Steppengebiete nur durch künstliche Bewässerung zum Anbau der den Menschen unmittelbar zur Nahrung dienenden Pflanzen geeignet gemacht werden können. Auf den Steppen giebt es also nur Bewässerungsfeldbau und daneben nomadisierende Weidewirtschaft. In diesem Sinne können die Steppen als eine besondere Klimaregion von den übrigen abgetrennt werden.

Hält sich die jährliche Regenmenge in einer Gegend der gemäßigten Zone zwischen 400 und 600 mm., so erscheinen auch schon Bäume, besonders dort, wo oberflächliche Wasserläufe den Feuchtigkeitsmangel ersetzen, der in den atmosphärischen Niederschlägen oft genug verderblich eintritt. Solche Gebiete können wir unter dem Sammelnamen Savannen zusammenfassen, mit der Bemerkung, daß sowol die südamerikanischen Llanos, als die nordamerikanischen Prairien hierher zu rechnen sind. Kleine Baumgrup-

pen und Galeriewälder längs der Wasserläufe charakterisieren die Savannen, deren Grasvegetation oft von erstaunlicher Üppigkeit ist. Unser Alföld (die Tiefebene Ungarns) ist ein derartiges Gebiet, welches der Natur überlassen, gleich einer ostafrikanischen Savanne, zerstreute Bäume, und längs der Flüsse Tisza und Duna eigentliche Galeriewälder von Weidengestrüpp und Eichen zeigen würde. Im Vergleich mit der Eintönigkeit der Steppe wäre dieses Landschaftsbild schon abwechslungsreicher und ist es auch heutzutage, wo neben Inundationsgebieten mit mannshohen Graswuchs baumlose, sodahaltige Niederungen oder Sandgebiete mit hohen Dünen oder auch mit dolinenartigen Vertiefungen besäeten Lößplateaus vorkommen. Hier ist der Ackerbau auch ohne Bewässerung möglich, allein die Ernte ist nicht ganz sicher und oft durch die Dürre wahren Katastrophen ausgesetzt.

Übersteigt nun aber die jährliche Regenmenge auch die Höhe von 600 mm., so entstehen schon geschlossene Wälder. Diese Art von Vegetation übt aber einen ganz anderen Einfluß auf den Boden und bewirkt in ihm eine gründliche Umwandlung. Gleichgiltig ob zwischen den Wendekreisen oder in den gemäßigten Himmelsstrichen, überall nützt der geschlossene Wald den Boden vollständig aus, und namentlich ist hier die subaerische Bodenbildung ausgeschlossen.

Wir haben demnach vier Haupttypen unterschieden: die Wüste, die Steppe, die Savanne und die Waldregion. Sie lassen sich in jeder Hinsicht charakteristisch sondern. Erstens unterscheiden sie sich in ihrer Bedeckung mit Vegetation. Zweitens ist die Lebensweise des Menschen für jeden Typus scharf bestimmt. In der Wüste giebt es nur in den Oasen etwas Bodenkultur, ohne Nomadenleben. Auf der Steppe kann ebenfalls nur mit Hilfe von künstlicher Bewässerung Akerbau getrieben werden, daneben ist aber die Nomadenviehzucht möglich, jedoch eben nur nomadenhaft, da die Weiden nicht genug ergiebig sind. In der Savanne ist der Viehzüchter nicht mehr auf das Nomadisieren angewiesen und der Akerbau bedarf keiner künstlichen Bewässerung, obschon sein Ertragnis ohne solche nicht immer sicher ist. In der Waldregion aber ist die Feldwirtschaft auch ohne Bewässerung immer gesichert, und kann sich hier die dichteste Bevölkerung ansiedeln.

Auch der Hydrographie nach unterscheiden sich die vier Klimatypen. Die größeren Flußläufe haben in jeder Region ihren besonderen Charakter. In der Wüste giebt es nur Wadis (der Nil kommt



aus Savannen und Wäldern). Die Wadi zu kennzeichnen ist wohl nicht nötig, da wir sie aus Walter's Beschreibung gut kennen. Es sei genug den riesigen Igharghar oder den noch größeren Tafasaset zu nennen. In den Steppen haben die Flüsse den Charakter von Torrenten; sie führen zwar im Allgemeinen beständig Wasser, doch giebt es trockenere Steppen, in denen zu gewissen Jahreszeiten ganze Flußsysteme austrocknen, wie z. B. die Creeks in Australien. Es ließe sich kaum ein besserer Typus von Steppenflüssen nennen als der Hoang-ho, der zwar auf seinem langen Laufe verschieden geartete Gebiete durchfließt, dessen Sammelgebiet aber doch im Ganzen den Charakter der Steppe trägt. Der Unterschied zwischen dem ungemein rasch anwachsenden Hochwasser und dem ebenso schnell eintretenden tiefsten Stand, ist ein ungeheuer großer, und die eben dadurch bedingte fast unglaublich große Menge seiner Sinkstoffe stempelt ihn eben zum Steppenfluß. Es ist ein riesiger Gebirgsbach, ebenso wie alle die übrigen Flüsse des turanischen Tieflandes.

In den Savannen sind die Wasserläufe schon viel ruhiger, doch ist der Unterschied zwischen ihren tiefsten und höchsten Wasserstand noch immer so bedeutend, daß ihre Benutzbarkeit für den Menschen recht beschränkt ist. Infolge des Zusammentreffens aller dieser Umstände weisen dann auch die Bodenarten in diesen vier Klimatypen große Verschiedenheiten auf.

Natürlich stellen die oben erwähnten Zahlen nur durchschnittliche Niederschlagsmengen dar, und beziehen sich auch nur auf die gemäßigte Zone. In der heißen Zone bedarf es viel größerer Regenmengen um dieselbe Art von Vegetationsdecken zu erzeugen, wie in den gemäßigten Himmelsstrichen. In den Llanos von Südamerika kann sich kein geschlossener Wald bilden, obwol die Regenmenge fast 1000 mm. erreicht; denn infolge der hohen Temperatur benötigt die Vegetation viel mehr Wasser und ist die Verdunstung auch viel größer. Ausserdem ist die Periodicität der Regen zu berücksichtigen: ist diese sehr stark ausgeprägt, so ist eine weit größere Regenmenge erforderlich, als bei mehr gleichmäßiger Verteilung der Niederschläge. In den Tropengegenden ist aber die Periodität des Regens viel prägnanter, als in den gemäßigten Zonen. Auch dieser Umstand trägt dazu bei die Grenzzahlen der Niederschläge, die für die einzelnen Landschaftstypen als bezeichnend aufgestellt wurden, viel höher hinauf zu rücken.

Nun wollen wir die Bodenarten der bisher besprochenen Landschaftstypen einzeln betrachten.

## I. Wüsten.

In den Wüsten besteht der Residualboden, d. h. der an Ort und Stelle aus dem anstehenden Gestein an dessen Oberfläche daraus gebildete Boden nur aus frischen Gesteinsbrocken, an denen, abgesehen von einer schwarzen Rinde, keine Spur von Verwitterung zu erkennen ist. Durch die grellen Schwankungen der Temperatur, durch Frost und Wind zerfällt das feste Gestein in Bruchstücke, welche in reicher Menge, aber vollkommen frisch die Unterlage bedecken. Solche Residualböden sind es, die als Hammada und als Scherrir bezeichnet werden. Von fruchtbarem Boden kann hier natürlich nicht die Rede sein. Der Kolluvialboden ist auch nichts anderes: das frische Trümmerwerk häuft sich in riesigen Schuttkegeln an, worauf höchstens der Flugsand eine ebenso trostlose Abwechslung bildet.

Der Flugsand ist die einzige subaerische Anhäufung. Ich bemerke nur, daß ich hier den Ausdruck „subaerisch“ in engerem Sinne als gewöhnlich verstehe und es für zweckmäßig halte nur jene Anhäufung subaerisch zu nennen, die durch die Arbeit der Winde entsteht. Die Düne ist die Sandbank des Windes, sowie der Löß, wie schon gesagt, das Delta des Luftstromes darstellt. Flugsand und Flugstaub sind also die einzig wahren subaerischen Anschwemmungen. In der Wüste bleibt der Staub nicht liegen, da ihn hier nichts bindet, weshalb auch die Körner des Flugsandes hier sehr rein sind und zwischen ihnen keine Spur von Staub zu finden ist.

Wo aber die auch in der Wüste manchmal fallenden Regengüsse nicht rasch abfließen können, wo ihr Wasser stellenweise in Vertiefungen stagniert, dort sammeln sich darin sowohl der feine Gesteinstaub als die Salze, worunter man im chemischen Sinne allerlei lösliche Verbindungen, so z. B. auch kohlen sauren Kalk und Magnesia, Gyps u. s. w. zu verstehen hat. So entsteht in den Vertiefungen des Wüstenbodens der Salzton, der wenn er austrocknet und zerspaltet, aussieht, als wäre er der Boden eines großen versiegten Sees, wo doch der Ort nur höchst selten durch Regengüsse unter Wasser gesetzt worden ist. Man könnte solche Gebiete Tonwüsten nennen.

Wo sich die atmosphärischen Niederschläge großer Gebiete ansammeln, besonders an den Rändern der Wüste, wo auch die aus feuchteren Gebieten kommenden Wässer dazutreten können, dort

entstehen große Salzsümpfe, in denen salziger Ton und vielleicht auch etwas Torf abgelagert wird.

Von den Kolluvialböden der Wüste habe ich bereits gesprochen; ich möchte nur noch erwähnen, daß das Material, welches sich an den Mündungen der Wadi ansammelt, zum größten Teil aus groben Gesteinstrümmern besteht, die oft unübersehbare Flächen bedecken.

## II. Steppen.

Die Residualböden der Steppen weisen schon Verwitterung auf. Am Rande der mongolischen Wüsten, in einem echten Steppenlande sind die Gesteinsbrocken, welche die Oberfläche der schwarzen Basaltfelsen bedecken, nicht mehr frischer Basalt, sondern lassen deutliche Spuren der Verwitterung erkennen.

Hier, in den Steppen wird der angewehrte Staub durch die Grasvegetation festgehalten, und da dieselbe nicht verfault sondern zu trockenem Staub zerfällt, verwest, bewirkt sie an den Staubkörnern keine Veränderung, so daß sich dieselbe in unverändert frischem Zustand anhäufen können und die Masse von zahllosen Poren und Röhrchen nach den verwitterten Pflanzenhalmen und Blättchen durchzogen erscheint. Dieser fahlgelbe Boden, der die Steppe vor Allem kennzeichnet, ist der Löß. Es ist ein ungemein reicher und fruchtbarer Boden, wenn ihm die für den Pflanzenwuchs unentbehrliche Feuchtigkeit nicht fehlt. Das Klima unserer Tiefebene war zur Diluvialzeit eben durch die Bildung der mächtigen Lößablagerungen gekennzeichnet. Heutzutage ist aber das Klima Ungarns schon feuchter, daher der Löß, mit genügender Feuchtigkeit versehen, seine hohe Fruchtbarkeit zur Geltung bringen kann. In der Gegenwart bildet sich in der ungarischen Tiefebene kein wahrer Löß mehr, sondern eine braune und rötliche lößartige Erde, die nicht mehr wahrer Steppenboden ist.

Wo die Inundationswässer stagnieren, wird auch gröberes Material abgeladen und entsteht dort jener eigentümliche, braungelbe, etwas sandige Lehm, dessen Struktur noch an Löß mahnt, aber doch viel kompakter, schwerer und mit Salzen geschwängert ist. Derartigen Boden in den Pampas von Südamerika hat S. Roth<sup>1)</sup> schön beschrieben; er erwähnt die feine Röhrenstruktur desselben und weist auch die Wirkung der Überschwemmungswässer nach. Zu derselben Klasse von Böden gehört, meiner Erfahrung nach

<sup>1)</sup> Beob. über Entstehung und Alter der Pampasformation in Argentinien. \* 1888.

Richthofens Seelöß, den ich nördlich von Peking, bei Huai-lai-hsien zu untersuchen Gelegenheit hatte.

Endlich hat ihn auch Walter vom turanischen Tieflande ausführlich beschrieben und für ihn die eingeborene Bezeichnung, den Namen Takir in Anwendung gebracht. Er entsteht in den Inundationsgebieten der Flüsse, in den nur ausnahmsweise von starken Regengüssen überschwemmten Niederungen. Er scheint identisch zu sein mit dem, was Horusitzky nicht ganz passend Sumpflöß nennt. Ich sage: nicht ganz passend, weil sich in Sümpfen niemals eine auch nur annähernd ähnliche Bodenart bildet.

Infolge ihrer bedeutenden Hydrograden führen die Steppenflüsse in ihrem mittleren Laufe viel größere Geschiebe als die ruhigeren Wässer der Waldregionen und der Savannen. Es würde uns zu weit führen, wollten wir hier alle Wirkungen der großen Hydrograden erörtern; ich möchte nur bemerken, daß bei solchen Flüssen, im mittleren Abschnitte ihres Laufes, das Geschiebe in schnellerer Bewegung ist und daher in größerer Form in den Unterlauf gelangt. Große Schuttkegel bezeichnen den Austritt solcher Flüsse in der Ebene. Es ist eine allgemeine Erscheinung an den innerasiatischen Steppenflüssen und überhaupt an den Flüssen, die aus einer Steppe in eine Wüstenebene gelangen. Es genügt als Beispiel an Ost-Turkestan, an das Richthofengebirge und den Hoangho zu erinnern. An solchen Stellen kann der Wind aus dem groben Material der Schuttkegel noch viel Sand ausblasen und an den daraus gebildeten Dünen kann man die Gestaltungen studieren, die ich in einer früheren Arbeit<sup>1)</sup> als Formen des halbgebundenen Sandes bezeichnet habe.

### III. Savannen.

Zu den am schwersten definierbaren Gebieten gehören die Savannen, obwohl sie durch ihre Bodenart gut charakterisiert sind. Dazu gehören die mit hohem Graswuchs bedeckten Gegenden von Ost-Afrika, auf denen wir vereinzelt stehende Bäume, hier und dort kleinere Haine und längs der Flüsse sogenannte Galleriewälder, nirgends aber geschlossene Waldungen antreffen. Für die Entstehung der letzteren ist der Niederschlag zu gering, besonders da er oben-drein streng an gewisse Perioden gebunden ist. Ebenso sind die

---

<sup>1)</sup> Cholnoky: Die Bewegungsgesetze des Flugsandes. Földtani Közlöny, B. XXXII. p. 106. u. f.

nordamerikanischen Prairiegebiete hierher zu rechnen: in diesen fehlen im Allgemeinen die Bäume, hoher Graswuchs bedeckt alles, nur dort, wo sich schwererer, gebundener Boden bilden konnte, wachsen sofort Bäume, da sie für ihre Wurzeln einen festeren Halt finden. Sonst wird der Baumwuchs, wie man sagt, durch das außerordentlich lockere Gefüge des Bodens verhindert, da der Wind die Bäume sofort umstürzen würde. Dieser lockere, feine Prairieboden gleicht dem Löß, ist aber dichter, rötlicher und schwerer zu bearbeiten. Gegenwärtig trägt dieser Boden ausgezeichnete Saatzfelder. Er ist dem russischen Tschernosem verwandt, der ja auch dem Löß ähnlich, jedoch bei viel reichlicherer Vegetation und größerer Feuchtigkeit entstanden ist.

Ferner gehören zu den Savannen die Llanos von Süd-Amerika, deren Bodenart, ebenso wie der der ost-afrikanischen Savannen, ein Laterit ist. Auch in Süd-Asien giebt es Savannengebiete, in denen ebenfalls Laterit die verbreitete Bodenart ist.

Der Laterit ist, wie Lóczy bewiesen hat, ein subaerisch gebildeter Boden, der Entstehung nach also dem Löß verwandt, aber aus Flugstaub gebildet, welcher auf eine viel reichlichere Vegetationsdecke fiel und dem entsprechend metamorphisiert wurde. Man kann deshalb den Laterit als den subaerisch gebildeten Boden der Savannen in den heißen Regionen auffassen, indeß der Savannenboden der gemäßigten Zonen Prairieboden, Tschernosem oder der sich in der ungarischen Tiefebene noch heute bildende braune lehmige Löß ist.

In dieser subaerischen Bildungsweise liegt der Hauptunterschied der Bodenarten der Savannen von denen anderer Gebiete. Denn die anderen Bodenarten sind eher nur Übergangsstadien. Die Flußanschwellungen sprechen für ruhigere Wasserläufe. In den Residualböden spielt die Verwitterung eine große Rolle. In mangelhaft drainierten Gebieten entstehen in der heißen Zone Lehm Böden, in den gemäßigten Zonen Szikböden (Soda-b.). Bei reichlicherem Niederschlag würden sich die Szikböden in gut drainierte Gebiete mit konstantem Abfluß verwandeln und würde dann auch die reichlichere Auslaugung genügen, um das übermäßige Ansammeln der Salze durch die Vegetation im Boden zu verhindern.

Demnach ist es wohl gerechtfertigt, vom Standpunkte der Bodenkunde aus, die Savannen als besondere Klimazonen auszuscheiden.

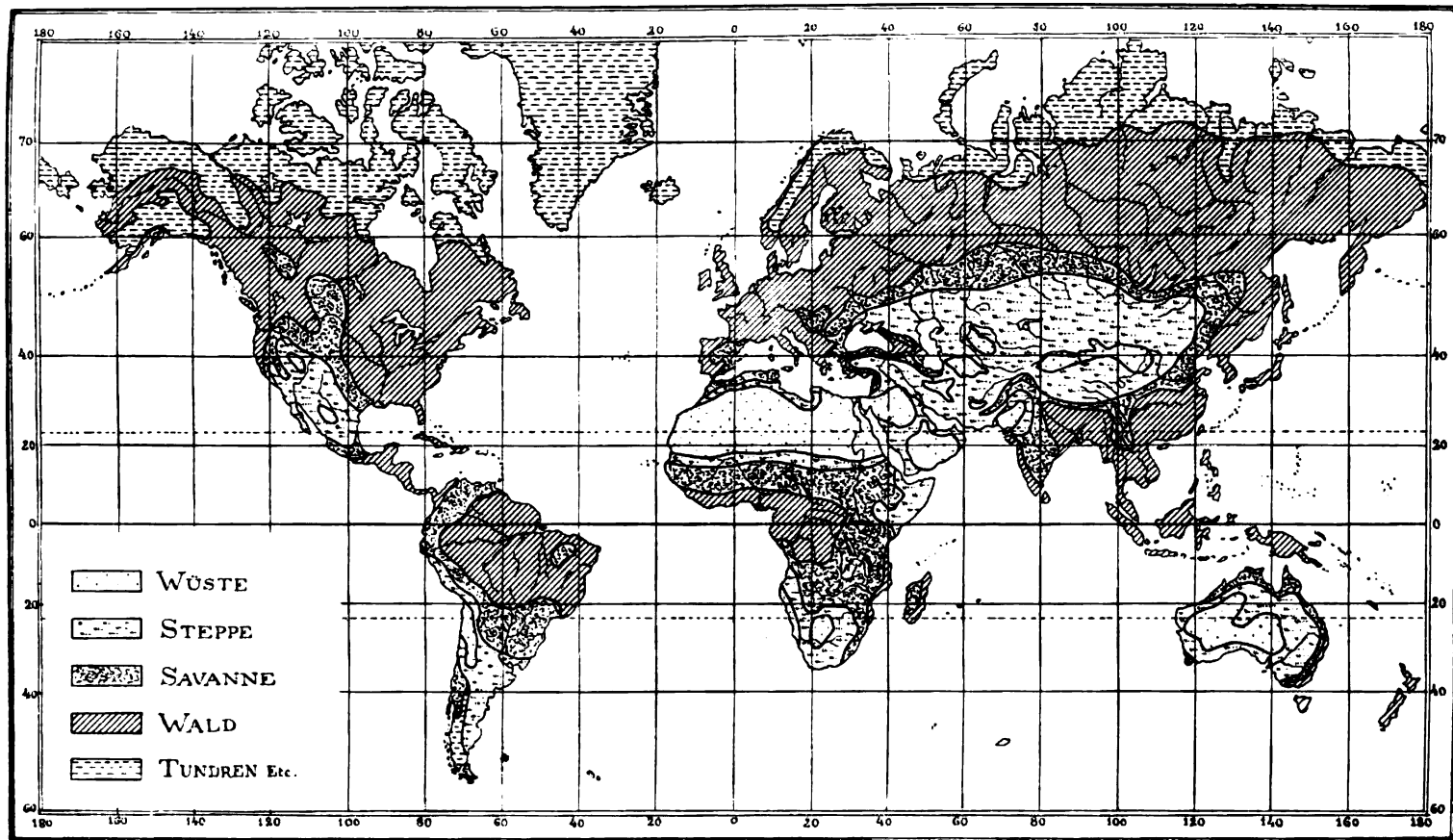
#### IV. Waldregionen.

Im Walde giebt es keine subaerische Bodenbildung der Jetztzeit. Die reichliche Vegetation versetzt und absorbiert den Flugstaub vollkommen, und was davon nicht in ihr Bereich kommt, wird von den Regenwässern fortgeschlemmt und lagert sich in Sümpfen und Seen oder je nach der Terrainbildung, als Flußanschwemmung ab. Die Terra rossa ist ein solches zusammengeschwemmtes, teils subaerisch, teils durch Verwitterung entstandenes Material. Gleichviel ob in der heißen oder in der gemäßigten Zone, überall ist das Schicksal des subaerisch und des kolluvial gebildeten Materiales dasselbe. In der heißen Zone bildet sich im Walde weit mehr Residualboden als im gemäßigten Klima, und dringt die Verwitterung weit tiefer in das Gestein ein. Nie werde ich den Anblick vergessen, den mir der Granit bei Hong-Kong bot, als gerade bei meiner Durchreise oben auf dem Berge große Erdarbeiten ausgeführt wurden. Der Granit ist dort bis auf ungewöhnliche Tiefe hinab so verwittert, daß das anstehende Gestein mit der Schaufel bearbeitet werden konnte. Dieselbe Erscheinung fand ich an den abradierten Uferändern, die sich am Fuße des Liau-hsi-Gebirges, längs dem Ufer der Petschili-Bucht hinziehen. Wenngleich diese schon in der subtropischen Region liegt, ist doch die Wirkung der Verwitterung auch hier eine außerordentliche. Ich bin der Meinung, daß man in den heißen Zonen manchmal den Laterit mit derartig stark verwitterten Graniten verwechselt hat.

\*                      \*

Auf Grund des Gesagten versuche ich es, die Haupteinteilung der Bodenarten in folgender Tabelle zu veranschaulichen. Ich gebe die Einteilung durchaus nicht als eine vollkommene und vollständige Klassifikation, und will damit nur zeigen, daß eine solche Einteilung nicht nur möglich, sondern auch nützlich ist, weil man mit ihrer Hilfe das Gesamtbild der Böden sehr kurz kennzeichnen kann. Speziellen agronomischen Zwecken und detaillierten agrogeologischen Kartierungen dürfte meine Klassifikation überhaupt nicht entsprechen; sie mag aber immerhin einer genaueren Einteilung zugrunde gelegt werden, die dann auch für praktische Zwecke verwendbar gemacht werden kann.

Klimatypen	Jährlicher Niederschlag in der gemäßigten Zone	Residualböden	Subaerische Böden	Böden der mangelhaft drainierten Gebiete	Sumpfböden	Charakter der Flussläufe	Ablagerungen im unteren Flusslauf
Wüste	weniger als 200 mm.	Schutt	Flugsand	Salzton	Salzton	Wadi	Gesteinschutt
Steppe	200—400 mm.	Kleinerer verwitterter Schutt	Löss (Flugsand)	Takir Seelöss	Sor und Khak	Torrente	Gerölle
Savanne	400 – 600 mm.	Verwitterter Gesteinschutt	Laterit Tschernosem Brauner Löss	Roter Ton Sodaboden Szék	Torf	Flüsse mit rel. grossen Hydrograden	Sand
Wald	über 600 mm.	Überwiegende Verwitterung	—	Lehm	Torf	Flüsse mit kleinen Hydrograden	Schlamm
Sehr kalte Region	beständig gefrorener Boden	—	—	Tundra	Tundra	Flüsse mit kleinen Hydrograden u. mit vielem Eise	—



Klimazonen der Erde.



## **6. Les exigences spéciaux de l'agriculture intensive en matière d'analyses de terres.**

Par **Edmond Leplae**, Louvain.

Le Ministre de l'Intérieur et de l'Agriculture de Belgique, Monsieur Franz Schollaert, a délégué en même temps que moi à cette conférence un de nos meilleurs géologues, M. le Professeur Stainier, de l'Université de Gand. Je regrette vivement que M. Stainier ait été empêché d'accepter la mission qui lui était offerte: il aurait pu prendre une part active aux discussions et excursions d'ordre spécialement géologique qui sont prévus dans le programme de nos travaux.

Je vous demande, pour ma part, l'autorisation de me placer au point de vue de l'application agricole et exclusivement pratique de l'agrogéologie: votre lettre d'invitation m'y encourage, car elle constate que les services agrogéologiques ont pour but principal de favoriser l'agriculture.

Ils ont certainement aussi un but scientifique général, et je tiens à rendre hommage à la façon dont les membres de l'Institut géologique de Hongrie ont compris le double caractère, à la fois scientifique et pratique, de la mission qui leur fut confiée.

Limitons nous, pour le moment, à des considérations purement utilitaires.

Au point de vue strictement pratique, l'origine, la nature et la classification géologique et minéralogique d'un terrain n'ont pas toujours l'importance qui leur est reconnue au point de vue scientifique.

Pour la pratique, la question se pose seulement de savoir quelle est la valeur agricole de cette terre, et comment l'agriculteur pourra en tirer le meilleur parti possible.

Jusqu' à quel point les procédés actuels d'étude du sol ont-ils élucidé cette question?

Permettez-moi de retracer les études qui ont été faites en Belgique en vue de la rédaction d'une carte agronomique de notre

pays. Nous croyons avoir utilisé jusqu'ici les méthodes qui semblaient les plus recommandables, et la somme de nos travaux agrolologiques est loin d'être insignifiante, étant donné l'étendue restreinte de notre territoire.

L'idée de la carte agronomique, émise autrefois, fut reprise en 1888, époque à laquelle notre agriculture sortant d'une crise intense, transformait ses procédés et abordait l'emploi intensif des engrais chimiques. L'analyse du sol par voie chimique ou physiologique apparaissait comme un moyen de déterminer la nature et la quantité de chacun des éléments fertilisants principaux, azote, acide phosphorique, potasse et chaux, qu'il fallait enfouir dans le sol, pour obtenir des récoltes abondantes et rémunératrices. Grâce à l'initiative d'un de nos agronomes les plus actifs, M. Proost, professeur à l' Université de Louvain, Directeur général de l'Agriculture, le gouvernement intervint et nomma, par arrêté royal du 18 Juillet 1890, *une Commission gouvernementale chargée de rechercher les moyens d'arriver à la confection d'une carte agronomique de la Belgique.*<sup>1)</sup>

Cette Commission publia en 1891, après neuf séances un rapport détaillé sur ce que devait être à son avis, la carte agronomique du pays.<sup>2)</sup> Elle y annexait un projet de budget, prévoyant une dépense annuelle de 61.000 Frs. pendant 20 ans environ, soit une dépense totale de 1,220.000 Francs. La Commission affirmait que ces dépenses paraîtraient minimes, en comparaison de l'importance considérable et du but essentiellement utilitaire de la carte agronomique, celle-ci devant être le véritable couronnement de tout ce que le Gouvernement avait fait jusqu' alors en faveur de l'agriculture.

Malgré cette appréciation flatteuse, la carte agronomique ne vis pas le jour, soit qu'il y eût des obstacles financiers, soit que des doutes aient été émis quant à l'utilité pratique du travail tel que l'avait conçu la Commission de 1890. La station agronomique de l'Etat exécuta cependant, pendant la décade suivante, environ 300 analyses de terres belges, d'après la méthode analytique choisie

---

<sup>1)</sup> Cette commission avait comme président M. E. Dumont, membre de la Chambre et comme membres M. Petermaan, Lancaster, Vanderbroek, Malaise, Mourlon, Houzeau de Lehaie, Proost, Stainier et Rutot, secrétaire.

<sup>2)</sup> Voir dans le Bulletin du ministère de l'agriculture (1901) le rapport sur les procès-verbaux des réunions consultatives touchant la Carte agricole de la Belgique.

par son directeur M. Petermann. Sauf ces analyses les vœux de la Commission restèrent sans effet.

Nous avons lieu de nous féliciter aujourd'hui de cet échec, qui évita une dépense totalement improductive ; la carte prévue par la Commission n'eut présenté aucun intérêt sérieux pour l'agriculture.

Il fallait sortir de la voie où l'on s'était engagé et faire triompher des projets plus pratiques. Afin d'y parvenir par la persuasion, M. Proost forma (1901) une Commission consultative pour rechercher les moyens de rassembler avec plus de méthode les renseignements à mentionner dans la carte agronomique. Les délibérations de cette nouvelle Commission ne firent guère progresser la question.

En Décembre 1902, une nouvelle Commission consultative, réunie par M. Proost, préconisa la formation d'un comité exécutif, comprenant un spécialiste pour chacune des sciences mises en jeu : météorologie, géologie, hydrologie, botanique, analyse chimique, physique et physiologique, et statistique. La Commission de 1902 se distingue très favorablement des précédentes en ce qu'elle met au premier rang les études qui sont les plus importantes au point de vue pratique ; *elle proclame notamment la nécessité de préciser par des essais de culture l'assimilabilité relative des éléments révélés par l'analyse*. C'était là, et c'est encore aujourd'hui la question la plus urgente à résoudre.

En Octobre 1904, M. Proost convoque d'autres réunions, auxquelles il invite un grand nombre de spécialistes et dans lesquelles il engage à creuser plus à fond le détail des méthodes à mettre en oeuvre pour dresser une carte agronomique. Un comité d'études est constitué.

Enfin, tout récemment, une Commission pour l'étude des sols, a été nommée par le Ministre de l'Agriculture.

J'ai l'honneur de déposer sur votre bureau un certain nombre d'exemplaires des procès-verbaux de nos Commissions agrologiques belges.

J'insiste spécialement sur deux séries de travaux qui présentent une importance spéciale.

D'abord les *analyses physiques et physico-chimiques* de sols de la Belgique, exécutés à la Station agronomique de l'Etat. Ces analyses sont très complètes et bien que leur utilité au point de vue agricole soient nulle, elles constituent des documents scientifiques intéressants.

Nous reconnaissons une utilité pratique infiniment supérieure aux résultats des *cultures en pots* exécutées sur un grand nombre de sols de l'est de la Belgique par notre agronome M. Constant Schreiber, aujourd'hui professeur de l'Institut de Gembloux. Ces cultures ont été inaugurées en Belgique par M. Proost puis appliquées par M. Vanderyst, Smets, Petermann et Schreiber, mais ce dernier leur donna seul une extension considérable et les appliqua méthodiquement. Les résultats qu'il a obtenus sont jusqu'ici les seules indications pratiques que des recherches de laboratoire aient fournies à notre agriculture.

Celle-ci n'a toutefois pas attendu l'intervention des savants pour étudier ses terrains à tous les points de vue, et la perfection de ses méthodes culturales, renommées à l'étranger, ressortira des détails que je vais me permettre de vous donner.

Ces détails vous montreront clairement aussi les difficultés spéciales que nous rencontrons en Belgique, comme dans les pays voisins, à agriculture intensive, difficultés dont la science ne nous a pas, jusqu'ici, apporté la solution.

Constatons d'abord que les conditions de l'exploitation du sol diffèrent du tout au tout, selon qu'il s'agit d'agriculture extensive ou d'agriculture intensive.

L'agriculture extensive agit comme on nous l'a décrit hier : elle utilise le sol à l'état de nature, et attend ses récoltes de la fertilité naturelle du terrain. J'ai écouté avec un très vif intérêt les explications de MM. Glinka et Murgoci sur leurs recherches agrologiques et je suis convaincu que les études faites d'après le système russe indiquent très exactement, pour l'agriculture extensive de l'est de l'Europe et de la Sibérie, la valeur respective des terres.

J'ai été frappé, d'autre part, de l'étendue énorme qu'occupe dans ces pays, chacun des types de sols. Elle contraste fortement avec le peu de surface et l'extrême diversité de nos terres agricoles belges. On ne saurait méconnaître qu'entre les conditions agrologiques de la Belgique et celles de la Russie par exemple, il y a un abîme. Chez nous les conditions du climat exercent une action ordinairement moins sensible que celle de la nature même du sol, et sous un climat sensiblement uniforme nous possédons une grande variété de terrains.

Il faut remarquer, du reste, que nous sommes favorisés exceptionnellement au point de vue de ce facteur si important, l'humidité : chaque année nous apporte environ 700 mm. d'eau, et chaque

mois de l'année reçoit environ la même quantité de pluie (de 40 à 70 millim.) de sorte que la végétation ne manque jamais d'eau. Ce que nous appelons des sécheresses ne sont que des périodes où il pleut un peu moins que d'ordinaire, et leur action n'est jamais bien néfaste. On n'a pas d'idée, chez nous comme ici, d'une réduction du total de la récolte à la moitié ou au tiers du chiffre normal: quand nous semons, nous sommes certains de récolter, et d'obtenir assez de pluie pour assurer chaque année l'efficacité de nos fumures.

Je sais qu'il en est tout autrement dans les régions arides et que notre agriculture ne leur est pas applicable. J'ai pu constater moi-même en Tunisie que de fortes fumures aux engrais chimiques pouvaient rester absolument sans effet par suite du défaut de l'humidité nécessaire à l'action des substances fertilisantes.

Je me garde donc bien de parler pour l'agriculture en général et je tiens à stipuler d'une façon très précise que je me place uniquement au point de vue de l'agriculture très intensive, telle qu'elle est pratiquée en Belgique par exemple.

Je constate qu'à ce point de vue spécial, les connaissances agrologiques sont encore très insuffisantes qu'elles sont loin de répondre aux exigences de la pratique agricole et qu'il en est ainsi, tout spécialement des analyses de terre.

L'agrologie a donc encore devant elle d'un vaste champ d'études; elle doit accomplir de grands progrès et combiner des méthodes nouvelles, beaucoup plus perfectionnées que les anciennes, si elle veut rendre des services sérieux à notre agriculture intensive.

Je vais, Messieurs, vous en fournir la preuve par un court exposé de la façon dont notre sol belge est occupé et cultivé. Vous verrez que bien des indications qui sont fort utiles ici ne le sont plus chez nous et que les méthodes appropriées à nos besoins spéciaux sont encore à trouver.

Notre pays est très petit: 3 millions d'hectares, alors que la Hongrie et Croatie en comptent environ dix fois plus. Par contre notre population atteint 7 millions d'habitants, contre 18 millions pour votre royaume. Nous avons donc par hectare, environ quatre fois autant d'habitants que vous.

Cette densité de la population donne à notre terrain agricole une valeur très élevée, et entraîne le morcellement général de la propriété. Notre sol est divisé en très petites parcelles, ayant le

plus souvent  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{3}$  d'hectare, rarement 4 à 5, très rarement 10 à 12 hectares. La terre n'est ordinairement pas la propriété de l'agriculteur, mais est louée par lui.

Une concurrence ardente règne dans tout notre pays pour la location et l'achat des terres. On paye par hectare en location 100, 150, 200 et 250 Frs. et même 300 Frs. pour de petites fermes; les sols se vendent à 5 ou 6 mille francs par hectare s'ils sont de bonne qualité; les meilleurs prairies atteignent 10.000 et parfois jusqu'à 14 et 15.000 Frs. par hectare. Les terres sont si recherchées qu'il se présente parfois une douzaine d'amateurs et plus lorsqu'une ferme de grandeur moyenne doit être mise en location.

Vous en concluez peut-être nos terres belges doivent être d'une bien grande fertilité naturelle pour qu'on se les dispute ainsi à prix d'or. Or c'est le contraire qui est vrai: nos terres sont plutôt pauvres, et leur fertilité naturelle est presque nulle en comparaison de ces riches tchermosomes qui couvrent vos belles plaines du sud de la Roumanie et du sud de la Russie.

Nos terres sont pauvres et cependant très recherchées. C'est que pour nos paysans l'étendue compense dans une certaine mesure la qualité: il cultive en effet dans la plupart des cas, comme si le sol lui-même n'était qu'un support inerte, incapable de céder quoique ce soit à la plante, mais constituant simplement un réservoir qui recevra des engrais et de l'eau de pluie et les cédera petit à petit à petit aux plantes, au fur et à mesure de leurs besoins.

Voilà la différence capitale qui sépare notre agriculture de la vôtre: au lieu de compter sur le pouvoir producteur naturel du sol, nous ne comptons que sur les engrais que nous enfouissons nous-mêmes dans le sol.

Tout cultivateur belge, avant de semer ou planter, donne à la terre toute la fumure dont la plante a besoin pour livrer une récolte abondante.

On arrive ainsi à faire produire à des terres qui par nature sont très pauvres, des récoltes aussi abondantes que celles des terrains qui à l'état naturel étaient très fertiles.

Je vous apporte ici, à l'appui de mon affirmation deux sols caractéristiques. L'un est un sable fin des Flandres, terre originairement d'une extrême pauvreté: il reçoit des fumures presque annuelles et livre des récoltes magnifiques, comme vous n'en obtenez pas de plus belles dans vos admirables terres noires.

L'autre est un sol de propriétés tout opposées : une argile d'alluvion venant de notre zone poldérienne et qui révèle à l'analyse une richesse chimique exceptionnelle. Cette terre dose en effet, par 1000 kg. de terre fine :

*Soluble dans Acide chlorhydrique* (de densité 1.18. à froid.)

Acide phosphorique	... ..	2.19	kilogr.
Potasse	... ..	1.77	"
Chaux	... ..	75.87	"
Magnésie	... ..	5.72	"

*Insoluble dans l'Acide Chlorhydrique mais soluble dans l'acide fluorhydrique :*

Acide phosphorique	... ..	0.67	kilogr.
Potasse	... ..	18.60	"
Chaux	... ..	4.35	"
Magnésie	... ..	8.78	"
Azote total :	... ..	2.23	kilogr.
Matières organiques & volatiles	48.23		"

Cette terre est, de très loin, la plus riche qui ait été analysée en Belgique jusqu'ici ; c'est de toutes nos terres celle qui à l'état naturel, possède la plus haute richesse.

Et cependant elle est aujourd'hui cultivée, comme nos terres les plus pauvres, au moyen de fumures répétées au fumier de ferme et aux engrais chimiques, et jamais il ne viendrait à l'esprit de nos cultivateurs de se confier à la fertilité naturelle du sol et d'interrompre les fumures.

En résumé, dans les terres naturellement riches, comme dans les terres naturellement pauvres, nous donnons à chaque plante la fumure complète qui lui est nécessaire pour produire une récolte élevée. Tout au plus constatons nous qu'une terre pauvre demande un peu plus d'engrais qu'une terre riche, et encore, quand nous disons qu'une terre est pauvre, nous songeons surtout à sa dessiccation trop facile.

Voici un exemple d'une rotation de fumure et de rendement telles qu'on les a appliquées dans une terre sablonneuse belge. (Ces chiffres sont empruntés à une de nos petites fermes des Flandres.)

Année	Culture	Fumure par joch cadastr. <sup>1)</sup>				Rendement par joch cad.		
		Fumier de fer- me. Kg.	Purin Hect	Nitrate de sou- de. Kg.	Engrais chim. comp. Kg.	Grain	Paille	Racines
1890	Seigle	—	170	85	—	1852	3420	—
1891	"	11400	170	57	—	1710	3135	—
—	Navets	—	—	114	—	—	—	11970
1892	Chicorée	17100	170	—	570	—	—	15390
1893	Lin	—	—	—	228	Vendu 363 couronnes		
1894	Seigle	17100	—	85	—	1824	3192	—
—	Navets	—	—	114	—	—	—	11400
1895	Pommes deterre	17100	—	57	342	—	—	11000
1896	Seigle	11400	57	45	—	1767	3477	—
—	Navets	—	—	130	—	—	—	11970
1897	Avoine	12540	—	—	342	1624	3250	—

On remarquera que ces terres reçoivent du fumier au moins tous les deux ans; qu'on leur donne en plus des engrais chimiques phosphatés et potassiques; que la rotation comprend des plantes très variées et enfin que la terre porte deux récoltes en un an tous les trois ans environ.<sup>2)</sup>

Il n'est pas étonnant dans ces conditions, que la richesse naturelle du sol en humus et en matières minérale n'ait plus guère d'influence.

Du reste, cette composition chimique et physique naturelle a été tellement transformée par la culture et les fumures répétées depuis des siècles, qu'elle a, peut on dire, été complètement transformée dans la majorité des cas

<sup>1)</sup> Ces calculs sont faits pour la contenance de 57 ares par joch cadastral.

<sup>2)</sup> Voici les chiffres par hectare.

	Fumier	Purin	Nitrate	Engrais composé	grain	paille	racine
1890 Seigle	—	300	150	—	3250	6000	—
1891 Seigle	20000	300	100	—	3000	5500	—
Navets	—	—	200	—	—	—	21000
1892 Chicor.	30000	300	—	1000	—	—	27000
1893 Lin	—	—	—	400	vendu	637	Fr. —
1894 Seigle	20000	—	150	—	3200	5600	—
Navets	—	—	200	—	—	—	20000
1895 Pommes	30000	100	100	500	—	—	19300
1896 Seigle	20000	100	80	—	3100	6100	—
Navets	—	—	230	—	—	—	21000
1897 Avoine	22000	—	—	600	2850	5700	—



Les cultivateurs, payant leur sol très cher, l'étudient avec très grand soin. Grâce aux milliers de conférences qui sont données chaque année, même dans les plus petits villages du pays, tous les cultivateurs de la génération actuelle connaissent les engrais chimiques principaux et savent s'en servir convenablement. Ils savent aussi approximativement quelle fumure ils doivent employer dans leur terrain pour obtenir de bonnes récoltes. Enfin ils connaissent parfaitement les propriétés physiques de chacune de leurs parcelles et savent comment chacune d'elles doit être labourée, à quelles plantes elle convient le mieux, etc.

Voilà la situation en Belgique. Elle vous explique pourquoi les analyses de terre telles qu'elles sont faites actuellement ne sauraient satisfaire à nos exigences spéciales.

Il faudrait que les analyses puissent nous dire avec une réelle précision quelle est la fumure nécessaire à chaque parcelle. En effet, quel qu'expérimentés que soient nos agriculteurs dans l'emploi des engrais chimiques (nous en employons par hectare beaucoup plus que n'importe quel pays du monde) ils doivent en pratique suivre des formules empiriques et il arrive souvent que tel élément soit employé en excès, tel autre en défaut.

L'analyse rendra un service incalculable à notre agriculture le jour où elle pourra lui dire exactement combien de chaque engrais il doit employer dans une parcelle donnée pour une plante donnée.

Il faut pour cela que l'analyse ne se contente pas de doser la quantité de potasse, acide phosphorique, etc. soluble dans un dissolvant énergique : cette méthode ne donne aucun résultat pratique, et c'est pour cela que les belles analyses de terre faites en Belgique n'ont été d'aucune utilité quelconque pour notre agriculture. Les plantes sont loin de dissoudre les éléments du sol aussi énergiquement que les acides et dissolvent du reste d'une façon toute différente.

Il faudrait donc que l'analyse soit capable de doser la *quantité de matière assimilable* contenue dans le sol.

Elle n'y est pas arrivée jusqu'ici, mais on peut espérer qu'elle y arrivera. C'est à des spécialistes comme vous, Messieurs, que ce problème doit être soumis, car vous et vos confrères êtes les personnes les plus qualifiées pour en chercher la solution.

Je serais heureux de voir quelques membres de la Conférence internationale s'intéresser à ces recherches, dont le but est si éminemment pratique. Je crois, à ce propos, devoir attirer votre atten-

tion toute spéciale sur les résultats obtenus récemment en Allemagne par König, en attaquant les terres par l'eau chaude sous pression et en analysant parallèlement les plantes cultivées dans ces mêmes terres. Il s'est rapproché dans ses analyses, beaucoup plus qu'on ne l'avait fait avant lui, des quantités réellement absorbées par les plantes.

Il y a là une précieuse indication.

Nous avons en dehors de l'analyse chimique, un autre moyen d'apprécier les besoins de nos sols en matière de fumure : les champs d'expériences et les cultures en pots.

Ces procédés ont le grand avantage de permettre des conclusions immédiatement appréciables et applicables en pratique. Malheureusement il sont longs et encombrants, et ne peuvent être exécutés en très grand nombre. On ne saurait songer à les utiliser pour chaque exploitation ou parcelle. Enfin, ils ne livrent leurs résultats qu'après un temps assez long, plusieurs mois.

Un procédé chimique aurait l'avantage de donner des indications immédiates, à peu de frais. Un cultivateur qui voudrait savoir par exemple, si telle de ses parcelles manque de chaux pour telle culture, serait renseigné en quelques jours.

Comme *conclusion générale* je crois pouvoir constater que, dans les terres exploitées très intensément, comme en Belgique par exemple, la détermination exacte et rapide de la fumure nécessaire à une culture donnée est le desideratum le plus important, et qu'il paraît souhaitable que cette détermination puisse se faire par voie chimique.

J'ai tenu à vous exposer ces idées au moment où vous allez aborder la question si importante des analyses de terre. On peut dire sans exagération que les analyses chimiques exécutées jusqu'ici ont produit fort peu de chose au point de vue de l'agriculture intensive. Je crois que la situation est meilleure pour ce qui regarde l'agriculture extensive, mais j'observe cependant que les spécialistes sont loin d'employer les mêmes méthodes d'analyse.

Il y a certainement lieu pour nous d'être fort circonspect dans nos décisions relatives aux méthodes d'analyse des terres et spécialement quant à l'adoption d'une méthode unique qui, employée par la Commission agrogéologique internationale, devrait évidemment constituer un progrès sérieux sur ce qui a été fait jusqu'ici.

J'ajoute, à titre de renseignement, que nous avons déjà réalisé depuis des années en Belgique, des cartes sommaires agrogéologiques.

Nous avons en effet la carte géologique de Dumont, au 1/160.000, publié en deux feuilles, donnant l'une la géologie proprement dite, le sous sol géologique; l'autre la couche superficielle; c'est une carte du sol.

Une carte à petite échelle a été dressée en 1880 par Malaise, et donne les régions agricoles de la Belgique représentées par leurs sols dominants.

Enfin une carte agrologique sommaire qui n'a pas été publiée, a été dressée dernièrement par M. le géologue Hallet, à l'échelle du 1/160.000

Des cartes agronomique partielles, basées sur des principes divers ont été dressée pour certaines régions de la Belgique. Les plus intéressantes sont basées sur les cultures en pots de M. le prof. Schreiber.

---



## 7. Die Methoden der Bodonanalysen der Kgl. Geologischen Preussischen Landesanstalt.

Von Dr. F. Schucht, Berlin.

Meine Herren, wenn ich ihnen heute über die Methoden der Bodenanalyse, wie sie im Laboratorium für Bodenkunde der Preuß. Geol. Landesanstalt zur Aufführung gelangen und in Wahnschaffes „Wissenschaftlicher Bodenuntersuchung“ ausführlich beschrieben sind, berichte, so möchte ich schon vorweg ausdrücklich bemerken, daß ich weit davon entfernt bin, Ihnen unsere Methoden als die vollkommensten hinzustellen. Meine Absicht ist in erster Linie die, durch meinen Vortrag eine Diskussion herbeizuführen, aus der ein jeder Anregung mitnimmt und die vor allem einer *Kommission, die über internationale Methoden beraten* soll, Anhaltspunkte bietet. Daß solche internationale Methoden im Interesse der Bodenkunde vereinbart werden müssen, darüber hoffe ich, werden wir so ziemlich einig sein. Ich werde in möglichster Kürze berichten und mich hierbei auf die wichtigsten, für unsere Beratungen in erster Linie in Frage kommenden Punkte beschränken.

Was zunächst die *Entnahme der Bodenproben* anbelangt, so muß von ihr verlangt werden, daß sie mit der größten Sorgfalt ausgeführt wird. Es werden von uns niemals gemischte Durchschnittsproben einer Ackerfläche, sondern nur charakteristische Einzelproben ausgewählt, und zwar in der Regel aus typischen Bodenprofilen, die man sich durch eine Probegrube oder durch Bohrer verschafft. Die Anzahl der Bodenproben und die Tiefe der Entnahme wird sich nach der Beschaffenheit des Bodenprofils und dem Zweck der Untersuchung richten. Die Ackerkrume wird genau bis zu ihrer untern Grenze ausgehoben, gleichmäßig gemischt und von Wurzelrückständen möglichst befreit. In entsprechender Weise verfährt man bei der Probeentnahme des flachen und tiefen Untergrundes.

Abgesehen von der *Feststellung der allgemeinen Beschaffenheit des Bodens*, wie sie die geologisch-agronomische Untersuchung

eines Geländes mit sich bringt, ist es wünschenswert, bei der Probeentnahme über die in den letzten Jahren stattgehabten Düngungen und Meliorationen, über Ernteerträge und Fruchtfolge, amtliche Bonitierungen und andere Fragen Ermittlungen anzustellen.

Die Menge der zu entnehmenden Proben beträgt in der Regel 2—3 kg. Die Proben werden im Sommer an der Luft, im Winter in mäßig geheizten Räumen langsam getrocknet und der so gewonnene, als „lufttrocken“ bezeichnete Boden zur Analyse verwandt.

Bei der *mechanischen Bodenanalyse* werden die Böden durch Sieben und Schlämmen in Kiese, Sande und tonhaltige Teile zerlegt. Zu diesem Zwecke werden ungefähr 1000 g lufttrockenen Gesamtbodens durch das Zweimillimeter-Sieb von den Kiesen befreit und von dem Durchgesehen 25 oder 50 gr abzüglich des Gewichts der auf sie entfallenden Kiese nach dem Schö n'e'schen Verfahren in vier Körnungsgrade der Sande (Korngröße 2—0.05 mm) und zwei der tonhaltigen Teile, in Staub und Feinstes (Korngröße 0.05—0.01 mm) zerlegt. Vor der Schlämmung werden die Böden längere Zeit gekocht und mittelst Gummireibers solange vorsichtig zerrieben, bis sich die tonhaltigen Teile vollständig losgelöst haben. Das Schö n'sche Schlämmverfahren hat sich vorzüglich bewährt, so daß es für eingehende wissenschaftliche Bodenanalysen durchaus zu empfehlen ist. Denn die mechanische Mengung des Bodens ist auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens von größtem Einfluß. Wir können dem Vorschlage Mitscherlichs, der die Bestimmung der *Benetzungswärme* des Bodens an die Stelle der mechanischen Analyse setzen will, nicht beipflichten, abgesehen davon, daß jene Bestimmungen sehr schwierig sind.

Der durch das Zweimillimeter-Rundlochsieb hindurchgegangene, gut durchmischte Boden wird nach dem Vorgange von Lauffer und Wahnschaffe als *Feinboden* bezeichnet und *bildet das Ausgangsmaterial nicht nur für die Schlämmanalyse*, sondern auch für *alle chemischen und physikalischen Untersuchungen*, die nicht mit den Schlämmprodukten auszuführen sind.

Die Bestimmung der Bodenkonstituenten Kalk, Humus, Ton und Sand ist folgende. Der Gehalt an Calcium (bezw. Magnesium) Karbonat erfolgt in der Regel nach den Methoden von Scheibler (volumetrisch) und Finkener (gewichtsanalytisch). Da das Magnesium-Karbonat meist in nur geringer Menge neben dem Calcium-

**Karbonat** auftritt, berechnet man die gefundene Kohlensäure auf die äquivalente Menge Calcium-Karbonat. Die Scheibler'sche Methode findet besonders dann Anwendung, wenn es sich um die Bestimmung des Gehalts an kohlensaurem Kalk bei Mergeln, Kalcken etc. handelt. Will man die Karbonate der beiden Basen getrennt bestimmen, so ist ein Auskochen mit Ammoniumnitrat (nach Lauffer und Wahnschaffe) oder mit Essigsäure (nach Bode) erforderlich. Es werden hierdurch die Karbonate in Nitate bzw. Acetate überführt und nunmehr bestimmt.

Die *Humusbestimmung* erfolgt nach der Methode von Klop, die eine annähernde, für die meisten Fälle genügende Genauigkeit bietet. Man nimmt 2—8 gr des feinzerriebenen Feinbodens, schließt mit konz. Schwefelsäure 48 Stunden in der Kälte auf, fängt die im Finkener'schen Apparat durch Kaliumchormat entwickelte Kohlensäure im Kaliapparat auf, und berechnet auf Humus mit dem Koeffizient 0.471.

Zur *Tonbestimmung* nimmt man bei solchen Böden, die nur geringe Mengen gröberen Materials enthalten (z. B. Tone, Löße, Mergelsande etc.) den ursprünglichen Boden, bei Böden gröberer Körnung das bei der Stromgeschwindigkeit 0,2 mm abgeschlämmte Material. 1 g des Bodens wird mit verdünnter Schwefelsäure (1:3) im zugeschmolzenen Glasrohr bei 220° C und sechsständiger Einwirkung aufgeschlossen und die gefundene Tonerde auf wasserhaltigen Ton berechnet. Wir haben bisher diese Methode der Tonbestimmung, die gewiß keine vollkommene ist, beibehalten. Wir werden aber in Zukunft bestrebt sein, auch den „kolloidalen Ton“ zu bestimmen.

Die *Bestimmung des Sandgehaltes* erfolgt durch die mechanische Analyse. Eine petrographische Untersuchung der gröberen Gemengteile des Sandes ist in vielen Fällen erforderlich.

Die *Ermittelung der Elementarzusammensetzung des Bodens* durch die Bauschanalyse, wie sie sich in vielen Fällen namentlich bei den Böden des Untergrundes empfiehlt, geschieht durch Inangriffnahme zweier Proben, von denen die eine mit doppelkohlensaurem Natron Kali zur Bestimmung von Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd, Kalkerde und Magnesia, die zweite mit Flußsäure zur Bestimmung von Kali und Natron behandelt werden.

Die *Bestimmung der Pflanzennährstoffe* geschieht in der Weise, daß etwa 25—50 g des lufttrockenen Feinbodens eine Stunde lang mit kochender konz. Salzsäure behandelt werden. In dieser Nähr-

stofflösung werden Tonerde, Eisenoxyd, Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron, Schwefelsäure und Phosphorsäure nach bekannten Methoden bestimmt. Diese Nährstoffbestimmung gibt uns Auskunft über das *gesamte* in Boden enthaltene Nährstoffkapital, sowohl das unmittelbar verfügbare, als auch das der Menge nach meist weitaus überwiegende, noch nicht aufgeschlossene, das erst nach und nach durch Verwitterung oder durch zweckentsprechende Behandlung des Bodens nutzbar gemacht werden kann.

Die Bestimmung der Pflanzennährstoffe erstreckt sich in erster Linie auf die Ackerkrumen, und zwar auf deren Gehalt an Kalkerde, Magnesia, Kali, Phosphorsäure und Schwefelsäure. Die Bestimmung der anderen Substanzen kommt erst in zweiter Linie.

Will man eine Bestimmung der unmittelbar zur Verfügung stehenden Pflanzennährstoffe ausführen, so geschieht dies beim leichtlöslichen Kali am besten durch Bodenauszug mit Kalkwasser (nach Rümpler), bei Phosphorsäure durch Auszug mit Citronen- oder Essigsäure.

Der Gehalt an *Stickstoff* wird bestimmt, indem 2—10 g des gepulverten Feinbodens nach der bekannten Methode von Kjeldahl mit Schwefelsäure aufgeschlossen werden. In der Regel wird sich — von Moorböden abgesehen — die Bestimmung des Stickstoffs auf die Ackerkrumen beschränken.

Das *hygroskopische Wasser* wird bei 105° C bestimmt; bei der Bestimmung des *Glühverlustes* kommen Kohlensäure, Stickstoff, Humus und hygroskopisches Wasser in Abrechnung.

Die Bestimmung *der pflanzenschädlichen Stoffe* des Bodens (sauer reagierende Humussäuren, zu große Mengen Kochsalz, freie Schwefelsäure, schwefelsaures Eisenoxydul, Schwefelkies) geschieht nach bekannten Methoden. In der Regel genügt eine qualitative Bestimmung.

Zum Schluß seien noch die wichtigsten Untersuchungen der Böden in Bezug auf ihre Eigenschaften physikalischer und chemischer Natur kurz erwähnt; es sind dies die *Stickstoff-Absorption* (nur bei Ackerkrumen), und die *Wasserkapazität*. Die Bestimmung der Stickstoff-Absorption geschieht nach der Knop'schen Methode. 50 gr. des Feinbodens werden mit dem Gummireiber vorsichtig zerdrückt und mit 110 ccm. Salmiaklösung nach der Vorschrift von Knop behandelt. Die Wasserkapazität wird am besten nach der Methode von E. Wolff mit dem Wahnschaffe'schen Glaszylinder ausgeführt.

---



## 8. Über die agrogeologischen Arbeiten im Felde.

Von H. Horusitzky, Budapest.

Nachdem mir die Aufgabe zufiel, die agrogeologischen Arbeiten im Terrain zu besprechen, sei es mir gestattet als Einleitung der diesbezüglichen Erörterungen in kurzen Worten alles das zusammenzufassen, worauf die Agrogeologen bei diesen Arbeiten bisher bedacht waren, und auch in Zukunft ein besonderes Augenmerk zu richten haben werden. Obzwar die agrogeologischen Wissenschaften die Kinderschuhe noch nicht abgelegt haben, so liegt doch eine Bürgschaft für ihre richtige und sichere Entwicklung in der Tatsache, dass diese Wissenschaften in neuester Zeit ganz richtig auf geologische und petrographische Grundlagen gelegt worden sind. Nur in jenem Abschnitte der Petrographie, welcher sich mit dem jüngsten Gestein, d. h. mit dem Oberboden beschäftigt, sind noch einige Zweifel vorhanden, doch können wir zuversichtlich hoffen, dass auch die Ergebnisse der diesbezüglichen Forschungen sich demnächst sozusagen auskristallisieren, — die Meinungsverschiedenheiten ausgeglichen werden und die Bodenkunde als selbständige Wissenschaft zum Wohle der Landwirte gedeihen wird.

Der Gegenstand meiner Vorlesung zerfällt in zwei Teile und zwar wollen wir jene Beobachtungen getrennt besprechen, welche einerseits bei den agrogeologischen Detailaufnahmen, anderseits bei den geplanten übersichtlichen Aufnahmen geboten erscheinen.

Wir wollen zuerst die Detailarbeiten näher betrachten.

Bevor ich meine Erörterungen beginne, bitte ich es mir nicht übel nehmen zu wollen, dass ich auch die elementaren Verrichtungen der Aufnahmestechnik in den Rahmen meiner Vorlesung aufgenommen habe, doch glaube ich dieselben nicht ausser acht lassen zu dürfen, wenn davon die Rede ist, eine zusammenfassende Vorstellung von der Tätigkeit des Agrogeologen zu gewinnen. Eine solche Vorstellung erscheint mir jedoch umso wichtiger, als ja die internationale Feststellung des Wesens der Agrogeologie lediglich den Zweck unseres I. internat. agrogeol. Kongresses bildet. Übrigens werde ich bestrebt sein das ganze so kurz wie möglich vorzutragen.

Was verstehen wir unter Detailarbeiten? Das ist, glaube ich, die erste Frage, die beantwortet werden muss. Der Begriff selbst kann sehr verschieden aufgefasst werden, und ist immer davon abhängig, wer die Resultate verwerten will, — und zu welchem Zwecke.

Der aufnehmende Geolog versteht unter Detailarbeiten jene Beobachtungen, bei denen alles, was mit dem Boden im Zusammenhange steht, berücksichtigt wird, und deren Resultate auf den Kartenblättern im Maßstabe 1 : 25,000 zum Ausdruck gebracht werden.

Die Herstellung der Kartenblätter im genannten Maßstabe erfordert ein detailliertes Begehen des Terrains, doch ist es selbstverständlich, dass hierbei sehr viel von der Person des aufnehmenden Geologen und von der Beschaffenheit der Gegend abhängt.

Unmittelbar vor Beginn der Detailaufnahmen ist es ratsam das Arbeitsgebiet per Wagen zu durchziehen, um sich ein übersichtliches Bild der Gegend zu verschaffen. Alsdann beginnt die Detailarbeit, welche ausschließlich zu Fuß verrichtet werden muss. Der Wagen ist höchstens dazu zu gebrauchen, um vom Quartier das weit gelegene Arbeitsterrain, oder nach verrichtetem Tagewerk das Quartier schneller und ohne Mühe zu erreichen.

Bei der Arbeit im Felde muß der Agrogeolog folgendes berücksichtigen :

1. *Die orographischen und hydrographischen Verhältnisse der Gegend*, das heißt ihre Höhenlage über dem Meeresspiegel, und ob das Terrain hügelig, wellig, oder eben ist, ferner in welcher Himmelsrichtung und unter welchem Winkel sich die Abhänge der Berg und Hügellehnen neigen.

Auch ist es sehr wichtig zu beobachten, wann und in welchem Maße die Bäche und Flüsse, welche das Land durchkreuzen, anzuschwellen, eventuell wann und aus welchen Gründen sich Überschwemmungen einzustellen pflegen.

Das Studium der Quellen ist nicht minder wichtig. Die beständig unter Wasser liegenden Landstrecken sind ebenfalls beachtenswert, und es handelt sich hier hauptsächlich darum, zu erforschen, von wo das Wasser her stammt und zwischen welchen Grenzen sein Spiegel Schwankungen zeigt. Dasselbe gilt auch die zeitweise vom Wasser bedeckten Stellen betreffend. Diese Studien im Verbande mit der Prüfung der Brunnen, und die eventuell zu bewerkstellenden Bohrungen ermöglichen dem Agrogeologen sich über den Stand und die Schwankungen des Grundwassers zu orientieren, was ja eigentlich eine seiner wichtigsten Aufgaben bildet.

Gelegentlich der Überschwemmungen ist es sehr interessant zu beobachten wieviel, und was für Stoffe das trübe Wasser mit sich führt, und an welchen Stellen des überschwemmten Gebietes dieselben abgelagert werden. Es gibt viele Überschwemmungen, die zwar einerseits großen Schaden verursachen, anderseits aber vielleicht noch größeren Nutzen bedeuten. Es sei mir gestattet diesbezüglich eine von mir selbst am 12. Juli 1903 gelegentlich des Hochwassers der Vág, in der Nähe der Eisenbahnbrücke zwischen Tornócz und Vágsellye angestellte Beobachtung zu erwähnen. Die Vág führte zu jener Zeit an ihrer Oberfläche in jedem Liter ihres trüben Wassers 1.44 g. Schlammpartikel, was in der Wassermenge, welche in 1 Sekunde den Querschnitt des Flussbettes passiert, 2,448.000 g., in 1 Tage einer Schlammmenge von 211,507.200 kg. entspricht. Wenn wir nun annehmen, daß einem m<sup>3</sup> Schlamm auf Grund seines spezifischen Gewichtes 1360 kg. entsprechen, so würde die von der Vág an einem Tage transportierte Schlammmenge ein Volum von 155.520 m<sup>3</sup> erreichen. Wenngleich also das Hochwasser hier und da große Verheerungen anrichtet, so kann anderseits der in so ungeheurer Menge mitgeführte Schlamm, wenn derselbe fruchtbar ist und an geeigneten Stellen abgelagert wird, einen Nutzen im Werte von vielen tausend Kronen bedeuten. Solche Angaben sind nicht nur in hydrographischer Hinsicht interessant, sondern besitzen auch vom Standpunkte der Geologie, der Bodenkunde und der Landwirtschaft eine hervorragende Wichtigkeit.

2. *Die tektonischen Verhältnisse der Gegend.* So wenig auch dieselben scheinbar mit der Bodenkunde zu tun haben, so sind sie doch insofern für den Agrogeologen beachtenswert, als die Tektonik des Gebietes im innigsten Zusammenhange mit den bisher schon besprochenen hydrographischen und mit anderen, später zu erörternden Verhältnissen der Gegend steht, mit jenen Verhältnissen, welche bei der Beurteilung des Bodens die unmittelbaren Behelfe des Agrogeologen bilden.

3. *Die stratigraphischen Verhältnisse der Gegend,* deren Kenntnis eine vielseitige Wichtigkeit besitzt, was wohl niemand bezweifeln wird. Obzwar die stratigraphischen Verhältnisse zusammen mit den tektonischen nur eine mittelbare Rolle bei der Arbeit des Agrogeologen spielen, so ist deren Kenntnis doch schon einfach deshalb unerlässlich, weil man ohne solche Kenntnisse keine agrogeologische Karte verfertigen kann.

4. *Die paläontologischen Verhältnisse.* Die Kenntnis derselben

ist bei der Bestimmung des geol. Alters der einzelnen Schichten und zum Verständnis der Geologie der Gegend im allgemeinen unentbehrlich, spielt also auch bei den agrogeologischen Aufnahmen eine wichtige Rolle.

5. *Die petrographischen Verhältnisse.* Schon das Studium der geol. und stratigraph. Verhältnisse der Gegend ist selbstredend mit petrographischen Erwägungen verknüpft, doch kommt hierbei der obere Boden einstweilen noch nicht in Betracht. Bei den agrogeologischen Aufnahmen sowohl als bei den gewöhnlichen geol. Aufnahmen ist es Pflicht des betreffenden Geologen das Gestein jeder einzelnen Schicht genau zu beschreiben und von der erreichbaren grössten Tiefe angefangen ein klares Bild der Schichtenfolge zusammen zu stellen. Ein besonderes Augenmerk ist auf den unmittelbaren Untergrund zu richten, das heisst auf das Muttergestein des Bodens, und ist dasselbe wenigstens bis zu einer Tiefe von 2 m. genau zu durchprüfen, besonders wenn der Untergrund aus verschiedenen Schichten aufgebaut ist.

Dies ist die wichtigste Aufgabe der Agrogeologie. Vom Untergrund, respektive vom Muttergestein ist die Fruchtbarkeit des Bodens in erster Linie abhängig. Sehr oft, u. zwar bei den anstehenden Boden ist der obere Boden einfach das Zersetzungsprodukt des unteren.

Die Beschaffenheit des Bodens wird also meistens vom darunter befindlichen Gestein bestimmt.

Es ist nicht zu leugnen, dass auch das Klima einen Einfluss auf die Entstehung des Bodens ausübt, dass jedoch die Beschaffenheit des Bodens in erster Linie, — oder gar ausschliesslich vom Klima abhängig wäre, und dass hierauf die Klassifikation der Boden zu gründen wäre, — sehe sich keinesfalls erwiesen.

Was nun die Auslaugung des Bodens betrifft, so erfolgt dieselbe — mit wenigen Ausnahmen — in grösserem oder kleinerem Masse überall wo es überhaupt regnet, doch wird dieselbe nach meiner Auffassung nicht so sehr von der Menge, als vielmehr von der Verteilung der Niederschläge beeinflusst. Die Auslaugung des Bodens ist ferner von der Lage, der Bindigkeit und von der Bedeckung des Bodens, hauptsächlich jedoch davon abhängig, ob der Untergrund wasserdurchlässig ist, oder nicht.

Nachdem also die Fruchtbarkeit des Bodens in handgreiflicher Weise mit der Beschaffenheit des Untergrundes in Zusammenhange steht und da der Untergrund für lange Zeiten unverändert bleibt, während der Oberboden sich schon in Jahresfrist gänzlich um-

gestalten kann, so muss meiner Ansicht nach das gründliche Studium des Untergrundes respektive der Muttergesteine der Böden als eine der wichtigsten Aufgaben des Agrogeologen betrachtet werden.

6. *Die Beschaffenheit des Oberbodens der Gegend.* Die Feststellung derselben bildet den eigentlichen Zweck der agrogeologischen Arbeiten. Zur Untersuchung sowohl des oberen, als auch des unteren Bodens ist in erster Linie ein Handbohrer notwendig. Der beste Handbohrer besitzt einen durchbohrten viereckigen Kopf und hat den Vorteil, dass man ihn mittelst eines durchgesteckten kurzen Stockes in den Boden hineindrücken kann, wobei man sich schon in gewisser Hinsicht über die Konsistenz des Bodens orientieren kann, wohingegen ein Bohrer, dessen Kopf nicht durchbohrt ist, nur mittels Hammers in den Boden hineingetrieben werden kann, wobei die genannten Beobachtungen wegfallen.

Das Bohren erfolgt abschnittsweise. Zuerst wird der 1 m. lange Bohrer in eine Tiefe von ca 10—20 cm. hineingedrückt, wodurch die Beschaffenheit der Ackerkrume festgestellt werden kann. Behufs Untersuchung des Bodens an der Grenze, wo die vom Pfluge gelockerte Ackerkrume in den ungestörten Boden übergeht, wird das abschnittsweise Bohren fortgesetzt, wobei dann die Mächtigkeit der einzelnen Schichten bestimmt wird.

So oft Proben aus dem Bohrloche heraufbefördert werden, muss folgendes beobachtet und notiert werden: Erstens die Farbe des Bodens (braun, schwarz, rot, hell u. s. w.). Zweitens ob die Probe mit Salzsäure braust und wenn ja, in welchem Masse und wie lange andauernd. Drittens ob die Partikelchen, in welche der Boden zerfällt, rund oder eckig sind. Viertens ob die Bodenprobe in feuchtem Zustande zusammenhält oder zerfällt. Endlich fünftens nimmt man die Probe zwischen die Finger und beobachtet, ob der Boden klebrig ist, ferner in welchem Verhältnisse sich feinere und gröbere Partikelchen am Aufbau desselben beteiligen. Hierzu bedienen wir uns auch einer Lupe.

Auf Grund seiner vorhandenen Erfahrungen und des aus den genannten Beobachtungen gewonnenen Gesamteindrucks bezeichnet nun der Agrogeolog den betreffenden Boden mit einem der gebräuchlichen Namen, der freilich später, wenn die gesammelten Proben im Laboratorium einer physikalischen und chemischen Prüfung unterzogen worden sind, oft umgeändert werden muss. So sprechen wir dann über Ton, Lehm, Sand, Kies oder Schutt, oder

über schlammigen, lehmigen, sandigen, kieseligen oder schuttigen Boden. Ferner muß festgestellt werden, ob der Boden humos, kalkig, eisenhaltig oder sodareich ist. Auch ist es wünschenswert zu erfahren, ob der Boden an Phosphor, Kalisalzen und Nitrogen reich oder arm ist. Es ist heutzutage eigentlich noch immer jene uralte Einteilung der Böden gebräuchlich, die wir bei den Bauern antreffen, und welche sich seit langer Zeit am besten bewährt hat.

Als erste haben sich Thaer, Schubler und Novacky mit dieser Bodeneinteilung beschäftigt.

Schließlich muß noch erwähnt werden, dass es viel zweckmässiger ist, falls es die Zeit und andere Umstände gestatten, anstatt der Bohrung ein größeres Loch graben zu lassen, weil uns hier die Schichtenfolge unzweifelhaft viel klarer vor Augen tritt. Aus demselben Grunde müssen die Wasserrisse und anderen Aufschlüsse, welche sich im Arbeitsgebiet befinden, ebenfalls eingehend studiert werden.

*7. Flora und Fauna der Gegend.* Insofern der Agrogeolog über botanische Kenntnisse verfügt, ist es sehr lohnend auch die Pflanzen zu berücksichtigen, welche auf den verschiedenen Bodenarten gedeihen. Hier in Ungarn haben z. B. die sodareichen Böden ihre eigene Flora, und man kann nach W. Güll aus der Anwesenheit einzelner Pflanzen darauf schließen, bis zu welchem Stadium dieser Prozeß vorgeschritten ist. Aus gleichen Gründen ist auch die Fauna der Gegend zu beobachten.

*8. Die landwirtschaftlichen Verhältnisse.* Der Agrogeolog muß auch den landwirtschaftlichen, Forst- und Weingarten-Anlagen eine besondere Aufmerksamkeit schenken und es ist behufs Gewinnung einer klaren Übersicht über diese Verhältnisse für den Agrogeologen sehr ratsam mit den praktischen Landwirten einen regen Meinungsaustausch zu unterhalten.

In Ungarn sind diesbezügliche Spezialarbeiten für die Zwecke der Landwirtschaft und des Weinbaues schon durchgeführt und deren Resultate publiziert worden.

*9. Die meteorologischen Verhältnisse.* Soweit möglich, muss der Agrogeolog auch die meteorologischen Verhältnisse der Gegend beobachten, die diesbezüglichen Daten sammeln und in seinen Arbeitsbericht aufnehmen.

Aus dem bisher Gesagten folgt ohne weiteres, daß der Agrogeolog unbedingt schon draussen im Felde die Arbeit des Kartierens zu beginnen hat, und er darf das Arbeitsgebiet nicht ver-

lassen, bevor er nicht den Verlauf der Grenzen zwischen den verschiedenen Bodenarten seines Terrains aufgefunden, und in seine Karte eingezeichnet hat.

Mit der eigentlichen Aufnahme gleichzeitig, eventuell später, erfolgt nun das Einsammeln der Bodenproben. Dies ist außerordentlich wichtig, einesteils um die Typen im Laboratorium eingehender untersuchen zu können, anderseits auch um die Proben als Belegstücke des Aufnahmeberichtes aufzubewahren. Es wäre also sehr zweckmäßig und nützlich bei der jetzigen Gelegenheit ein einheitliches Verfahren betreffs Einsammlung der Bodenproben festzustellen.

In erster Linie muß immer vor Augen gehalten werden, zu welchen Zwecken die Probe dienen soll. Wenn dieselbe für physikalische Untersuchung bestimmt ist, so muß sie derart genommen werden, daß sie bis zu ihrer Untersuchung ihren ursprünglichen, natürlichen Zustand beibehält. Besonders das Verhalten des Bodens gegenüber Luft und Wasser kann nur an Ort und Stelle, auf Grund achtsam gesammelter Proben beobachtet und festgestellt werden. Sehr geeignet zur Entnahme solcher Proben erwies sich der Kopecky'sche Zylinderbohrer.

Chemisch untersucht kann entweder dieselbe Probe werden oder kann man zu diesem Zwecke von derselben Stelle ein hinreichendes Bodenquantum in Säckchen mitnehmen.

Nun handelt es sich darum, von wo Proben des Oberbodens entnommen werden sollen. Der Oberboden kann in drei Horizonte eingeteilt werden.

1. Der obere Teil ist vom Pfluge durchwühlt, mit Dünger vermengt, das ist die eigentliche Ackerkrume.

2. Darunter folgt eine ähnliche, jedoch vom Pfluge verschonte Bodenzone, welche von Dünger ziemlich frei ist und Ackersohle genannt wird.

3. Weiter unten geht zuletzt der Ackerboden in den Untergrund über und wird deshalb Übergangsboden genannt.

Die Proben des Oberbodens sind meiner Ansicht nach immer aus der zweiten Zone, der Ackersohle, zu entnehmen, und ich glaube nicht weiter darauf eingehen zu müssen, warum ich dies für äusserst wichtig erachte.

Jede Probe ist nur von je einer Stelle zu sammeln und man darf nie verschiedenen Stellen entnommene Proben vermischen und als Durchschnittsmuster aufbewahren. Es hängt lediglich vom Terrain

ab, von wie vielen Stellen gesammelt werden muss. Es ist wünschenswert von jeder in der Karte verzeichneten Bodensorte je ein Muster zu besitzen, um sich eventuell später auf dieselben berufen zu können.

Der aufnehmende Agrogeolog muss darnach trachten, wenigstens bis zu einer Tiefe von 2 m vollständige Profile des Bodens zu erzielen. Aus jeder Schicht muss je eine Probe entnommen werden, aus welchen dann in den Sammlungen die Profile zusammengesetzt werden können.

Wenn es die Beschaffenheit des Bodens erlaubt, sind Handstücke in Form kleiner Ziegeln aus demselben zu formatisieren und sorgfältig in Papier gepackt nach Hause zu nehmen.

Ungemein lehrreiche Serien können aus verschiedenen Verwitterungsstadien eines und desselben Gesteines zusammengestellt werden. Je mehr Zwischenglieder der Sammler zwischen dem frischen und dem völlig zersetzten Gestein einschalten kann, umso vollständiger und wertvoller ist die Kollektion.

Im Museum der Kgl. ung. Geol. Reichsanstalt sind bis jetzt schon ca. 60 solche Serien zur Schau gestellt.

Im zweiten Teile unserer Besprechungen wollen wir uns nun mit den übersichtlichen Aufnahmen befassen.

Zum Unterschied gegenüber den Detailaufnahmen können als übersichtliche jene Aufnahmen bezeichnet werden, deren Resultate auf Kartenblättern im Maßstabe von 1:200,000 veranschaulicht werden. Schon der kleinere Maßstab der Blätter bedingt ohne weiteres eine übersichtliche Kartierung.

Die agrogeologischen Detailarbeiten bilden gewissermaßen eine interne Angelegenheit der einzelnen Länder, können daher kaum nach einem einheitlichen Schema durchgeführt werden.

Es wäre allerdings sehr wünschenswert und nützlich, wenn die einschlägigen Arbeiten wenigstens in großen Zügen miteinander übereinstimmen würden, doch ist eine solche Übereinstimmung meiner Ansicht nach bis ins kleinste Detail nicht durchführbar. Die Details der Arbeit werden von den meteorologischen, topographischen und landwirtschaftlichen Verhältnissen, ferner von der Intelligenzstufe der Landwirte der einzelnen Länder stark beeinflusst, müssen daher untereinander gewisse Abweichungen zeigen.

Ganz anders verhält sich die Sache die übersichtlichen Aufnahmen betreffend. Diese sind sehr wohl nach einem internationalen Schema auf Grund eines einheitlichen Schlüssels durchführbar. Die



**Feststellung** eines solchen gemeinsamen Zeichenschlüssels ist sogar von ganz eminenter Wichtigkeit. Deshalb nehme ich mir die Freiheit meinen hochgeschätzten Zuhörern einige diesbezügliche Propositionen vorzulegen, und ich bitte dieselben einer eingehenden Diskussion unterziehen zu wollen.

1. Agrogeologische Übersichtskarten im Maßstabe 1:200,000 sind in jedem Lande zu verfertigen.

2. Die übersichtlichen Aufnahmen der einzelnen Länder sind nach einheitlichem Schema, die Kartenblätter auf Grund des internationalen Zeichenschlüssels auszuführen.

3. Bei den übersichtlichen Aufnahmen wäre mit Berücksichtigung des im ersten Teile meiner Besprechung Gesagten hauptsächlich folgendes zu beachten:

a) Die Beschaffenheit des Untergrundes respektive des Muttergesteines, und es wäre ein und dasselbe Gestein ohne Rücksicht auf das geologische Zeitalter mit derselben Farbe zu bezeichnen.

b) Die ähnlichen Gesteine verschiedener geologischer Zeitalter könnten mit Hilfe gewisser Buchstaben auseinandergehalten werden.

c) Die verschiedenen Arten des oberen Bodens könnten soweit dies nötig erscheint, durch Schraffen und Punktierungen unterschieden werden.

Eine die Kartierung betreffende Diskussion wird übrigens durch meine Kollegen I. Timkó und W. Güll eingeleitet werden. Ich danke meinen hochgeschätzten Zuhörern für die mir gespendete Aufmerksamkeit.

---



## 9. Was ist auf der agrogeologischen Übersichts- und Spezialkarte darzustellen?

Von **E. Timkó**, Budapest.

Wie bei den geologischen Aufnahmen, so ist auch bei den Bodenuntersuchungen die Kartierung ein unerlässliches Moment. Wenn wir in Felde die einzelnen Bodenarten erkannt, die Beschaffenheit des Oberbodens und Untergrundes festgestellt, das Muttergestein bestimmt haben, aus welchem der Boden sich an Ort und Stelle gebildet hat oder wie er sich als Anschwemmung absetze, wenn wir also die oro- und hydrographischen, geologischen, petrographischen, bodenkundlichen Verhältnisse eines Landes oder eines Teiles desselben erkannt haben, die wir noch mit meteorologischen und botanischen Beobachtungen ergänzen, so erwächst die Frage: was und wieviel wir von alldiesen Beobachtungen, die *wir* unter der Bezeichnung agrogeologische Untersuchungen zusammenfassen, in der als sozusagen Grundlage der Aufnahmen dienenden Karte zum Ausdruck zu bringen haben.

In den verschiedenen Ländern herrschen diesbezüglich die verschiedensten Anschauungen und eben deshalb wäre es überaus erwünscht, wenn auch in dieser Frage eine gewisse einheitliche Auffassung angebahnt werden könnte. Denn der Zweck ist ja überall ein und derselbe, nämlich *der*, ein der Natur entsprechendes Bild eines gewissen Gebietes zu liefern, welches all das in möglichst einfacher und klarer Form umfaßt, was aus den genannten Beobachtungen als Resultat hervorgeht. Die Karte sei ein klarer Spiegel der wissenschaftlichen Bodenuntersuchung und ein Wegweiser für die moderne Landwirtschaft.

In der Anstrengung dieser Ziele können je nach dem Grade der Benützung der gemachten Beobachtungen zwei Arten der agrogeologischen Kartierung unterschieden werden: die übersichtliche und die detaillierte Kartierung.

Übersichtskarten bezwecken die schematische Darstellung der Bodenverhältnisse größerer Gebiete, z. B. von Weltteilen, Ländern

oder ein geographisches Ganzes bildenden Landesteilen. Solche sind K. Glinkas „Bodenkarte der ganzen Welt“, erschienen 1908; ferner die 1861 begonnene und 1866 herausgegebene Bodenkarte betitelt: „Der Boden Oesterreichs dargestellt in Gruppen von landwirtschaftlich gleichvertigen Gesteinen und Ablagerungen.“ von Joseph Lorenz. In dieser Richtung machte namentlich Rußland beispiellos dastehende Fortschritte. Schon 1838 wurden dort die diesbezüglichen Arbeiten in Angriff genommen als deren Ergebnis 1851 die Bodenübersichtskarte Rußland von Weselowski herausgegeben wurde. Von diesem Zeitpunkt an erschienen dort in unterbrochener Folge Karten einzelner größerer Gebiete oder Gouvernements und 1891 erschien wieder eine von Sibirtsew, Tanfiljew und Terchmin bearbeitete übersichtliche Bodenkarte Rußlands im gleichen Maßstabe wie die geologische Übersichtskarte. Eine solche Übersichtskarte ist auch die des rumänischen Baragan von Murgoci und eine ähnliche besitzt auch Belgien. — Diese Übersichtskarten sind im Verhältnis zur Größe des Gebietes in sehr kleinem Maßstabe gehalten und bezwecken bloß eine Orientierung über die herrschenden Verhältnisse.

In viel weiterem Rahmen bewegen sich die Detailaufnahmen und Kartierungen, die in den verschiedenen Ländern und so auch in Ungarn von Jahr zu Jahr systematisch durchgeführt werden. Wenn wir die bodenkundlichen Karten der verschiedenen Länder betrachten, so macht sich ganz augenfällig der Umstand bemerkbar, daß sie nach den verschiedensten Prinzipien hergestellt werden. Die Erklärung hierfür erblicke ich darin, daß die bodenkundlichen Aufnahmen in den verschiedenen Ländern innerhalb der verschiedensten Institutionen ausgeführt werden. So stehen sie in Westeuropa und auch in Ungarn, wo sie innerhalb geologischer Institutionen organisiert sind, mit den geologischen Aufnahmen in innigstem Zusammenhang und bilden sozusagen einen ergänzenden Teil derselben. Hier werden die eigentlichen agrogeologischen Karten hergestellt, denn da die kartierenden Fachleute in erster Reihe Geologen sind, bewerkstellen sie im Grunde genommen mit den geologischen Aufnahmen zusammen auch die Bogenkartierung. Der größte Teil der so entstehenden Karten kommt als agrogeologische Spezialkarte in Umlauf. Auf diesen agrogeologischen Speziakarten ist die Oro- und Hydrographie des Gebietes durch die topographische Grundlage wiedergegeben, auf welche nun der Geolog, auf Grund seiner bei den Begehungen und Bohrungen gemachten Beobachtungen, die geologischen Verhältnisse, bez. die zur Versinn-

lichung derselben dienenden Farben und Zeichen, die Petrographie der einzelnen Schichten und schließlich das Endprodukt der Verwitterung, welche die Bildungen der verschiedenen geologischen Epochen erlitten haben: den Boden, einträgt. In den den Karten beigefügten Profilen bringt er das Verhältnis zwischen Oberboden und Untergrund den charakteristischsten Vorkommen des Gebietes entsprechend zum Ausdruck.

Dies wäre das, was unsere Karten umfassen.

Auf einzelnen Blättern wird außerdem auch der Kalkgehalt der einzelnen Bodenarten zum Ausdruck gebracht, auf anderen wieder, so z. B. in der Bodenübersichtskarte Polens von Miklaszewski, unter den meteorologischen Verhältnissen die Verteilung von Niederschlag und Temperatur.

Es fragt sich nun, ob auf einem Blatte alldies zweckmäßig zum Ausdruck gebracht werden kann, ob nicht durch die Eintragung aller unserer, mit den Bodenverhältnissen zweifellos innig zusammenhängender Beobachtungen in die Karte deren Übersichtlichkeit leidet.

Es wäre also höchst wünschenswert zu fixieren, was bez. wieviel von den gemachten Beobachtungen auf eine Übersichts- und wieviel auf eine Spezialkarte einzutragen und was davon in den die Karte ergänzenden erläuternden Text aufzunehmen sei.

Wenn es gelingen würde in dieser Frage auch nur in den Hauptzügen ein Übereinkommen zu treffen, so würde dies in der einheitlichen Ausgestaltung der agrogeologischen Arbeiten einen gewaltigen Schritt nach vorwärts bedeuten.

Ich ersuche Sie, meine Herren, diesbezüglich ihre Meinungen und Aussichten äußern zu wollen.

---



## 10. Über die Darstellungsmethoden agrogeologischer Übersichts- und Spezialkarten.

Von W. Güll, Budapest.

Von nicht geringerer Wichtigkeit als das *Was* ist bei der agrogeologischen Kartierung das *Wie*. Es entstehen hier gerade in der durch meinen Kollegen Herrn Emerich Timkó betonten Hinsicht Schwierigkeiten, die nicht immer zu lösen sind.

Ich werde mir erlauben als Einleitung zur diesbezüglichen Diskussion die auf Ungarn bezüglichen Karten vorzulegen und die Art und Weise, wie die bei den agrogeologischen Aufnahmen gemachten Observationen veranschaulicht sind, in knapper Kürze zu skizzieren.

Was in erster Reihe die *Übersichtskarten* betrifft, so haben wir als älteste die von Joseph v. Szabó über die Komitate Békés und Csanád aus dem Jahre 1858, welches Jahr zugleich den Zeitpunkt des ersten Schrittes auf dem Gebiete der Agrogeologie in Ungarn fixiert. Es sind in der Karte I. gute Schwarzerde, II. Soda-böden, III. Torf- und Humusboden, IV. Sand, V. Bindiger Ton, VI. Schlamm-boden, jeder durch eine besondere Farbe und mit schwarzen römischen Zahlen bezeichnet, ausgeschieden. Wir haben also eine einfache Bodenkarte vor uns. Maßstab 1 Fuß = 8000 Wiener Klafter. Die auf der Karte sichtbaren schwarzen Sterne geben Hügel (Kumanar-, Türkenhügel) an, welche J. v. Szabó als geologische Gebilde deutet, deren manche dann später zu historischen Denkmälern wurden.

Eine zweite Übersichtskarte ist die der Tokajhegyalja, ebenfalls von J. v. Szabó aus dem Jahre 1865, im Maßstabe 1:57 600. Es ist dies eine geologische Karte, die Farben drücken die Geologie des Gebietes aus, auf welchen die Weingärten durch Punktierung, die Waldungen durch Ringel veranschaulicht sind.

Eine weitere Übersichtskarte ist die von Joseph Lorenz aus dem Jahre 1866: „Der Boden Österreichs, dargestellt in Gruppen von landwirtschaftlich gleichwertigen Gesteinen und Ablagerungen“. Es sind hier 8 Gruppen aufgestellt, deren jede durch Farben,

die Untergruppen aber durch in derselben Farbe ausgeführten Zeichen ausgedrückt sind. Die ersten 5 Gruppen sind rein petrographischer, die 3 letzten aber auch geologischer Natur und nur das letzte Glied, der Schwarzboden (Tschernosjom) ist der einzige Oberboden, welcher besonders ausgeschieden wurde. Es ist dies also vorwiegend eine petrographische Karte.

Ferner ist zu nennen J. v. Szabó's geologische Karte des Komitats Heves (1868), in welcher innerhalb des Alluvium Bodenarten, wie: Schwarzsand, Sandboden, durch Farbenabstufungen und Buchstaben zum Ausdruck gebracht sind. Maßstab 1" : 4000 Wiener Klafter.

Schließlich besitzen wir aus neuerer Zeit, 1896, eine agrogeologische Übersichtskarte des Gebietes zwischen Donau und Tisza (Fajsz—Szeged) im Maßstabe 1 : 200 000. Diese ist in derselben Manier hergestellt, wie das vom selben Autor aufgenommene und hergestellte Spezialblatt Szeged—Kistelek, welches ich später vorzulegen die Ehre haben werde.

Auf die *Spezialkarten* übergehend werde ich die Ehre haben der hochgeehrten Konferenz zuerst jene vorzulegen, die bei Spezialstudien aufgenommen wurden. Wir haben deren zwar mehr, ich möchte mich hier jedoch lediglich nur auf jene beschränken, welche von den bei der systematischen agrogeologischen Aufnahme des ungarischen Reiches hergestellten Blättern in der Ausführung abweichen.

Eine derartige Spezialkarte ist die von Pusztaszentlőrinc; aufgenommen durch Béla v. Inkey im Jahre 1891. Maßstab 1 : 25000. Hier ist das geologische Alter und die petrographische Ausbildung durch Farben versinnbildlicht. Rote Buchstabensymbole — Brüche — geben die Art, die daneben stehenden Zahlen die Mächtigkeit des Oberbodens und Untergrundes an. Die Bodenprofile sind bis 2 m Tiefe in den Farben der Karte ausgeführt und außerdem mit Schraffen und Zeichen für Oberboden und Untergrund versehen. Diese Bodenprofile beziehen sich auf bestimmte Bohrpunkte. Eine Oleate veranschaulicht die Höhenverhältnisse des Gebietes, die fetten Zahlen sind Höhenkoten, die übrigen bezeichnen die Punkte der Handbohrungen.

Eine weitere agrogeologische Detailkarte ist die der Umgebung von Debrecen von Béla v. Inkey 1897. Maßstab 1 : 144000. Es ist dies eine Bodenkarte, die jedoch auch das geologische Alter angibt, denn es wird unterschieden: bindiger Ton (Diluvium), Flugsand und



humoses Alluvium. Neu sind hier die Längsprofile, in welchen Oberboden und Untergrund ebenfalls mit Schraffen versehen sind.

Ferner ist zu erwähnen die Bodenkarte von Mezöhegyes, aufgenommen durch Béla von Inkey in den Jahren 1892—95, die, wie auch der Titel andeutet, rein Bodenkarte ist und die Oberböden z. T. samt ihrem Untergrund durch Farben zum Ausdruck bringt.

Die Karte von Muzsla und Béla im Maßstab 1:25000 und die von Szentgyörgyhalma und Kismuzsla 1:72000, beide aufgenommen durch Heinrich Horusitzky im Jahre 1896 sind petrographische Bodenkarten. Auf beiden sind die Oberböden durch Farben, der Untergrund durch Schraffen und Zeichen veranschaulicht und der Geologie wurde nur auf der ersteren insofern Rechnung getragen, als das Diluvium durch hellbraune, das Alluvium aber durch blaue punktierte Linien begrenzt wird. Die Bodenprofile beziehen sich auf fixe Punkte; als Bohrkarte ist eine Oleate beigefügt.

Es erübrigt nun noch die bei den systematischen Aufnahmen hergestellten Blätter der „agrogeologischen Spezialkarte der Länder der ungarischen Krone“ im Maßstab 1:75000 kurz zu besprechen. Wir besitzen bisher deren drei.

Das zuerst erschienene ist Magyar-Szölgyén—Párkány-Nána, aufgenommen durch H. Horusitzky, B. v. Inkey und E. Timkó. Auf diesen sind die Oberböden durch Farben, der Untergrund durch Schraffen und Zeichen veranschaulicht; die Buchstaben haben keine tiefere Bedeutung, sie dienen lediglich zum leichteren Vergleich des betreffenden Blatteiles mit dem Farbenschlüssel. Die Farben sind so gewählt, dass sie zugleich das geologische Alter der Bildung, auf welcher der durch sie ausgedrückte Oberboden lagert, angeben. So lagern z. B. die mit Grün bezeichneten Oberböden auf Tertiärbildungen. Die petrographische Beschaffenheit des Untergrundes angehenden Zeichen sind in einer Farbennuance des geologischen Alters ausgeführt, und dort, wo unter einem Oberboden überall derselbe Untergrund lagert, weggelassen. Die Mächtigkeit des Oberbodens in Decimetern geben braune Zahlen an; rote Bruchzahlen bezeichnen den Kalkgehalt (der Zähler des Oberbodens, der Nenner des Untergrundes) in Prozenten an. Sodaböden sind durch schräge, rote Schraffen, eisenhaltige Bodenarten durch kleine Pyramiden angedeutet. Sonstige Zeichen sind:  $\times$  = Fossilienfundort,  $\infty$  = Lignitauflage,  $\rho$  = Thermalquelle,  $\odot$  = Tiefbohrung. Im geologischen Profil sind die das Grundwasser führenden Schichten durch schräge, blaue Schraffen hervorgehoben. Die Bodenprofile sind in derselben Manier

wie die Karte hergestellt; sie beziehen sich auf typische Vorkommen, jedoch nicht auf einen gewissen Punkt. Rechts unten ist die Zahl der auf den vier Blättern 1:25000 der Sektion bewerkstelligten Handbohrungen durch braune arabische, die der Bodenprobenahme durch rote römische Zahlen angegeben.

Das zweite Blatt ist Szeged—Kistelek, von Peter Treitz. Hier deutet die Farbe das geologische Alter und zugleich die Petrographie des Untergrundes an, z. B. gelb: Diluvium, zugleich Löss. Der Oberboden wird durch in der Farbe der betreffenden geologischen Bildung gehaltene Schraffen ausgedrückt, die in der Zeichenklärung schwarz ausgeführt sind. Hier sehen wir auch schräge, blaue Schraffen zur Bezeichnung des Humus, was sich jedoch nur auf die Bodenprofile bezieht. Ferner zwei Zeichen in Rot für den tieferen Untergrund der Bodenprofile, und weitere drei, sowohl auf die Karte als auf die Bodenprofile bezügliche für fruchtbare und unfruchtbare Sodastrecken und Wiesenkalk. Die Buchstabenskala — bodenkundlich-petrographische Symbole — bezieht sich nur auf die Bodenprofile. Auch hier ist ein geologisches Profil vorhanden und über jedem Bodenprofile bis zu 2 m befindet sich ein Quadrat mit der Gesamtbezeichnung zum leichteren Aufsuchen in der Karte. Auch dies sind typische Profile und nicht an einen Punkt gebunden, die auch das Maximum und Minimum der Mächtigkeit angeben; daher die schräge Begrenzung.

Das dritte Spezialblatt ist Érsekujvár—Komárom, aufgenommen durch H. Horusitzky, G. v. László und E. Timkó. Bei der Ausführung desselben wurde die Geologie durch Farben und Buchstabensymbole, der Oberboden durch in einer indifferenten grauen Farbe gehaltene Schraffen und Zeichen, die Petrographie des Untergrundes durch Buchstaben versinnbildlicht. Es bedeuten z. B. die gelben Farbtöne und die Buchstaben 2<sub>1</sub> und 2<sub>2</sub> Diluvium (unteres und oberes), die daneben stehenden kleinen Buchstaben m = Ton, h (cursiv) = sandiger Ton, l = Löß, h = Sand u. s. w. Unter der Karte sehen wir wieder ein geologisches Profil und über den Bodenprofilen ebenfalls die Gesamtbezeichnung, wie sie in der Karte vorkommt. Die schräge Begrenzung deutet auch hier Maximum und Minimum der Mächtigkeit an. Die Zeichen des Oberbodens befinden sich in den Profilen auf weisser Grundlage, der Untergrund ist in der ihm zukommenden geologischen Farbe gehalten und mit seinem Buchstabensymbol versehen. Zu bemerken ist noch, daß an wasserständigen, sumpfigen Stellen die Bezeichnung des Oberbodens in

Blau gehalten, das Wasser — im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Blättern, wo es durch blaue Farbe veranschaulicht wurde — weiß belassen, bez. in der topographischen Grundlage schwarz schraffiert ist, und daß die fruchtbaren Sodaböden mit gestrichelter, die unfruchtbaren mit ganzer roter Linie umgrenzt sind.

Auf allen drei Blättern ist die Tendenz zum Weglassen der Schraffen und Zeichen, wo es zulässig ist, vorhanden. Bei typischen Vorkommen, wie Löß im Untergrund und Vályogoberboden und ähnlichen, bleiben die Schraffen weg.

Die Hauptschwierigkeit bei der Herstellung agrogeologischer Karten besteht darin, daß in denselben *drei* Momente: das geologische Alter, die von bodenkundlichem Gesichtspunkte ganz besonders wichtige petrographische Beschaffenheit des Untergrundes und der Oberboden zum Ausdruck gebracht werden sollen, zu welchem Behufe jedoch nur *zwei* Mittel zu Gebote stehen: Farbentöne und Schraffen bez. Zeichen. Bei uns handelte es sich nun in erster Reihe um die Herstellung einer geologischen Karte, in welcher auch die agronomischen Momente Platz finden mußten, also der Oberboden und die Petrographie des Untergrundes. Dies hätte durch Abstufungen der Farbentöne und durch Schraffen erfolgen können. In ersterem Falle hätte — die Schraffen für den Oberboden reserviert — die Petrographie des Untergrundes durch die Farbennuancen ausgedrückt werden können. Doch stieß dies namentlich bei den Tertiärbildungen auf unüberwindliche Hindernisse. Denn innerhalb diesen sind im Generalfarbenschema unserer Anstalt, welches sich an das der Wiener k. k. geologischen Reichsanstalt unmittelbar anschliesst, schon zur Ausdrückung des geologischen Alters 13 grüne Farbentöne notwendig. Innerhalb diesen zur Versinnbildlichung der Petrographie des Untergrundes noch weitere Farbenabstufungen in Anwendung zu bringen, wäre direkt illusorisch, denn man könnte diese — namentlich auf schraffirter topographischer Grundlage — überhaupt nicht mehr von einander unterscheiden. Es bliebe also nichts anderes übrig, als die Petrographie des Untergrundes sowohl, wie auch den Oberboden durch Schraffen auszudrücken. Hiedurch entstehen jedoch kombinierte Schraffen und durch diese wird die Leserlichkeit der Karte nachteilig beeinflusst. Eines von den drei Momenten mußte also in den Hintergrund treten und sich mit der Buchstabenbezeichnung begnügen. Und dies war, nachdem unsere Karte — wie gesagt — eine geologische sein sollte, die Petrographie des Untergrundes.

Aus diesen Erwägungen ging das zuletzt vorgelegte Blatt Érsekújvár—Komárom hervor.

Wenn irgendwo auf dem Felde unserer Spezialwissenschaft, so sind es die Karten, diese Träger und Verbinder der Ergebnisse unserer Beobachtungen, die nebst der einheitlichen Nomenklatur — die ja ein Grundbedingniß der einhelligen Kartierung ist — ein international einheitliches Verfahren in der Ausdrucksweise zum gegenseitigen Verständniß als eine direkte Notwendigkeit erfordern. Ich ersuche Sie daher, meine Herren, über die wichtige Frage: *auf welche Weise ist das als notwendig Befundene in der agrogeologischen Karte zu veranschaulichen*, ihre Ansichten äußern zu wollen; u. zw. sowohl in betreff der Art und Weise der Darstellung, mitinbegriffen auch die Bodenprofile, als auch bezüglich des Maßstabes bei agrogeologischen Übersichtskarten und Spezialkarten.

---

## 11. Die agronomischen Kartierungsarbeiten in Böhmen.

Von Josef Kopecky, Prag.

Die ersten Anfänge der bodenkundlichen Forschungen reichen in Böhmen viele Jahre zurück. Die Meliorationsarbeiten, die in großem Maßstabe hier zu Lande betrieben wurden, bewogen die kulturtechnischen Fachleute dazu, vor einer jeden solchen Arbeit den Boden auf seine physikalische Beschaffenheit prüfen zu lassen. Denn unter „Melioration“ im technischen Sinne ist nicht bloß eine Abführung des Grundwassers zu verstehen, sondern es soll durch Arbeiten dieser Art auch eine dauernde Verbesserung des Bodens hauptsächlich in physikalischer Richtung bezweckt werden. Wollen wir die ungünstigen Verhältnisse eines Bodens verbessern, d. h. meliorieren, so müssen wir logisch zuerst die ungünstigen Eigenschaften desselben kennen, um rationell Abhilfe schaffen zu können.

Diesen Forderungen Genüge zu leisten, wurde beim kulturtechnischen Bureau des Landeskulturrates ein pedologisches Laboratorium geschaffen, welches dazu bestimmt war diesbezügliche Bodenuntersuchungen vorzunehmen und zwar sollten diese Untersuchungen nicht bloß im Laboratorium selbst, sondern auch am Felde geschehen.

Die Arbeiten im Laboratorium beschränkten sich anfangs bloß auf die Ausführung der *mechanischen Analysen*, denn aus den Daten derselben hat man nicht nur auf die *Bauart* des Bodens, sondern auch auf die allgemeine *physikalische Beschaffenheit* desselben geschlossen. Große Anforderungen in Bezug auf die Ausführung mechanischer Analysen waren die Ursache, daß von mir ein Schlammapparat konstruiert wurde, der, aus drei zylindrischen Gefäßen bestehend, die Trennung in 4 Konsortimente auf einmal bewerkstelligt. Ich bemerke, dass nach meinen Erfahrungen in un-

serem Lande, wo wir die mechanische Analyse soviel praktisch benützt und erprobt haben, die eingeführte Trennung in 4 Kategorien, wie es schon Schöne vorgeschlagen hat, nämlich in

Kategorie I, das sind die feinsten Teile unter 0·01 mm,

Kategorie II, Staub von 0·01—0·05 mm,

Kategorie III, Staubsand von 0·05—0·1 mm und

Kategorie IV, Sand von über 0·1 mm (0·1—2·0 mm) sich als ganz gut brauchbar erwiesen hat und dies nicht nur für die physikalische Klassifikation, sondern auch für die Beurteilung der Bauart des Bodens.

Ich finde es als unzweckmässig auf verschiedene vorgeschlagene Änderungen einzugehen.

Natürlich konnte man sich im Laufe der Zeit nicht damit begnügen aus den Daten der mechanischen Analyse indirekt auf die physikalischen Eigenschaften zu schließen und die große Wichtigkeit der Angaben über den Gehalt an *Luft* und *Wasser* im Boden war die Ursache, daß wir auch in dieser Richtung getrachtet haben die Methoden obiger Bestimmungen für den praktischen Bedarf der direkten Untersuchung am Felde anzupassen und brauchbar zu machen.

Es wurde zu diesem Zwecke von mir ein Probeentnahmeapparat konstruiert, mit Hilfe dessen es möglich ist eine Erdprobe von bestimmten Volumen (in unserem Falle 70 cm<sup>3</sup>) dem Boden zu entnehmen. Mit dieser Probe nun werden direkt an Ort und Stelle mit den Sondierungsarbeiten zugleich die Bestimmungen des *Porenvolumens*, der *Luft-* und *Wasserkapazität*, sowie die des *spezifischen Gewichtes* vorgenommen.

Damit nun alle diese Arbeiten in der Nähe des Untersuchungsobjektes geschehen können, wurde ein „pedologisches Feldlaboratorium“ zusammengestellt.

Dasselbe besteht aus zwei Teilen, welche getrennt verpackt sind. Der eine Teil besteht aus dem erwähnten *Probeentnahmeapparate* und einer *zusammenlegbaren Wage*, während im zweiten Teil alle jene Laboratoriumsgegenstände untergebracht und zusammengelegt sind, mit deren Hilfe es ermöglicht wird die Probe so vorzubereiten, wie es die Bestimmungen erheischen.

Die Hauptsache dabei ist der zusammenlegbare *Trockenschrank*, in dem man die Probe nach erfolgter Sättigung mit Wasser bei einer Temperatur von 100° C zu trocknen vermag.

Zur weiteren Durchführung ist natürlich ein Exsiccator nö-

tig, in welchem man die erhitzte Probe vor der Wägung erkalten läßt.

Ist dies alles geschehen, kann man leicht die *Wasserkapazität* dem Volumen nach ermitteln, da eine Probe von 70 cm<sup>3</sup> verwendet ward.

Bei dieser Bestimmung der Wasserkapazität habe ich eine Änderung der ganzen in meiner Publikation über „die physikalischen Eigenschaften des Bodens“ angedeuteten Manipulationen eingeführt. Es werden nämlich aus jeder Stelle der Probeentnahme immer zugleich zwei Proben zu je 70 cm<sup>3</sup> genommen und mit Wasser gesättigt. Nun kommt die eine Probe auf ungeleimtes Papier zu stehen, wogegen die andere auf sie aufgesetzt wird, und zwar anfangs so, daß bei ihr das Sieb belassen wird. Dies geschieht aus dem Grunde, um ein Aneinanderhaften beider Proben tunlichst zu vermeiden. Nach etwa zwei Stunden kann man ohne Schaden das Sieb entfernen und es kommt so die obere Erdprobe mit der darunter befindlichen in direkte Berührung. Dadurch gibt sie das überschüssige Wasser, das sie vermöge der wasserhaltenden Kraft nicht mehr zu binden vermag, an die untere Probe ab. Das ganze geschieht unter einer Glasglocke, um eine Austrocknung zu verhindern. Erst nach 24 Stunden erfolgt die Wägung der oberen Probe, bei welcher eigentlich die Wasserkapazität ermittelt wird.

Die weiteren Bestimmungen des *Volumengewichtes* und des *spezifischen Gewichtes* und die daraus resultierende Bestimmung des *Porenvolumens* brauche ich wohl näher nicht zu beschreiben.

Nur auf die große Wichtigkeit der Berechnung der *Luftkapazität* muß separat hingewiesen werden, da nach meiner Meinung die Angabe über die Luftmenge im Boden die Hauptrolle unter allen physikalischen Eigenschaften spielt.

Ohne eine angemessene Menge Luft im Boden ist eine gedeihliche Entwicklung der landwirtschaftlichen Gewächse nicht möglich, und auch die *bakteriologische* Tätigkeit wird durch einen solchen Mangel in nachteiligem Maße herabgemindert. Man ist daher imstande auf Grund der Daten über den Luftgehalt auf die günstige oder ungünstige Wirkung der Bakterien im Boden einen Schluß zu ziehen.

Mit Hilfe des angeführten Apparates und der übrigen Einrichtung kann man sich über alle diese Fragen direkt in der Nähe des Untersuchungsobjektes Klarheit verschaffen. Von Bedeutung ist ferner auch, daß man imstande ist die physikalische Beschaffenheit eines Bodens in verschiedenen Stadien der Bearbeitung desselben

feststellen zu können, was in Bezug auf Beurteilung der Bewirtschaftung von großer Wichtigkeit ist.

Die Bedeutung dieser Untersuchungen in physikalischer Hinsicht war die Ursache, daß wir in unserem Lande, wo wir eben so verschiedenartige, meist aber schwere, wenig durchlüftete Böden antreffen, auf diese Erforschung ein sehr großes Gewicht legen und bei den vorgenommenen *kartographischen* Aufnahmen die Untersuchungen direkt am Felde ausführen.

Was die eigentlichen Dispositionen dieser Aufnahmen betrifft, waren wir durch die Verhältnisse unserer landwirtschaftlichen Kultur genötigt einen Kartenmaßstab zu diesem Zwecke zu wählen, der es einem jeden Landwirt ermöglicht, die Stelle, wo sein Grundstück liegt, zu finden, so daß er wirklich daraus ersehen kann, wie sein Boden beschaffen ist.

Es wurden daher topographische Karten im Maßstabe 1:25,000 gewählt, denn bei ihnen ist eine genügend detaillierte Eintragung verschiedener vorgefundener Bodentypen gestattet.

Nach unserem Dafürhalten muß dieser Maßstab für agronomische Zwecke beibehalten werden, obzwar nebenher eine pedologische Übersichtskarte des ganzen Landes von vornherein sehr erwünscht wäre.

Was die Ausführung der pedologischen oder agrogeologischen Aufnahmen selbst betrifft, so gehen wir in Böhmen so vor, daß ein Bodentypus genau an Ort und Stelle begrenzt und diese Lage in die Karte eingetragen wird. Nachher wird nicht nur die Ackerkrume, sondern auch der Untergrund mechanisch, physikalisch und chemisch untersucht in Bezug auf seinen agronomischen Wert, d. h. man will aus den gefundenen Daten schließen, inwieweit er für die landwirtschaftliche Produktion geeignet erscheint.

Die ganze Erforschung der Lagerungsverhältnisse muß natürlich auf geologischer Grundlage basieren, es soll jedoch die rein geologische Aufnahme vorangehen und unserem Dafürhalten nach die agronomische Aufnahme getrennt durchgeführt werden, um zu Resultaten zu gelangen, die unsere landwirtschaftlichen Kreise von diesen agrogeologischen, oder wie wir es in Böhmen bezeichnet haben, agronomisch-pedologischen Arbeiten erwarten.

Es wurde bereits angeführt, wie wir die Erforschung der Böden zu diesen Zwecken in physikalischer Richtung ausführen und es bleibt noch zu erwähnen, wie wir die chemische Untersuchung eingeleitet haben.



Nach vielen und gründlichen Untersuchungen haben wir uns entschlossen, die Nährstoffe in einem Extrakte mit 10%-iger Salzsäure zu bestimmen. Die weiteren Vorgänge bei diesen Arbeiten zu beschreiben, würde zu weit führen, denn nach meiner Meinung muß zuerst die Einigung in der Richtung erfolgen, daß die Mittel zur Gewinnung von Bodenextrakten zum Zwecke der chemischen Analyse gemeinschaftlich und endgültig bestimmt werden.

Im Bodenextrakte werden auf analytischem Wege nach gangbaren chemischen Methoden die Pflanzennährstoffe ermittelt und deren Menge bestimmt.

Dies ist das Bild, das die Ansichten und Erfahrungen veranschaulicht, die wir in unserem Lande auf Grund der bereits vorgenommenen Arbeiten gewonnen haben, und so haben wir denn auch mit Rücksicht auf die große Wichtigkeit dieser Arbeiten die internationale Konferenz, die über die Vornahme der Untersuchungen zu beraten hatte, begrüßt und sind der Einladung auch nachgekommen.



## 12. Methoden der chemischen Bodenanalyse.

Von Dr. K. Emszt, Budapest.

Die erste und Hauptgrundlage einer agrogeologischen Bodenklassifikation ist der Ursprung des Bodens. Hierbei kommt der Feststellung der chemischen Zusammensetzung des Bodens eine wichtige Rolle zu. Leider gibt es bisher keine einheitliche Methode zur Bestimmung der chemischen Konstitution der Böden, denn jeder Forscher griff zu einer solchen Untersuchungsmethode, die den Zwecken seiner Spezialforschungen am besten entsprach, und auf diese Weise wurde ein Vergleich der auf verschiedene Art gewonnenen Versuchsergebnisse zur Unmöglichkeit.

Die agrogeologische Aufnahmesektion der königlich ungarischen geologischen Reichsanstalt bewerkstelligt in zwei Richtungen chemische Bodenuntersuchungen.

Erstens werden einzelne Hauptbodenbestandteile durch den Geologen teils im Felde, teils im Laboratorium bestimmt. So vor allem der Kalkgehalt, über dessen Vorhandensein oder Fehlen er sich durch Betüpfung mit diluierter Salzsäure orientiert. Zeigt sich hierbei ein stärkeres Aufbrausen, so erfolgt die quantitative Bestimmung des Kalziumkarbonats im Scheiblerschen Kalzimeter, und wird dasselbe aus dem Volum des entweichenden Kohlendioxyds mit Berücksichtigung der Temperatur und des Barometerstandes berechnet.

Bei Salzböden bestimmt der Geolog, zum Teil ebenfalls im Felde, in der durch Auslaugung gewonnenen Lösung mittelst ein zehntel normaler Schwefelsäure den Sodagehalt.

Ferner bestimmt er im Laboratorium noch den Humus durch Oxydation mit Chromsäure und das Eisen durch Titration mit Kaliumpermanganat.

Zweitens werden vollständige Bodenanalysen durch den Chemiker der agrogeologischen Aufnahmesektion durchgeführt.

Ich war hierbei bestrebt, dieselben möglichst einheitlich durchzuführen und unterzog daher die Böden einer eingehenden chemischen Untersuchung, die im Prinzip mit der Methode der amerika-

nischen Kollegen übereinstimmt. Denn auch ich gehe von dem Standpunkt aus, daß nur die vollkommene Kenntnis der mineralischen Zusammensetzung richtige Resultate ergeben kann. Dieses Verfahren ist von zweifachem Nutzen begleitet, da die Untersuchung nicht nur bei den agrogeologischen Arbeiten mit Erfolg angewendet werden kann, sondern ihre Ergebnisse auch für die Landwirtschaft von Nutzen sind, weil aus ihnen auch der Reichtum des Bodens an Pflanzennährstoffen hervorgeht.

Ich möchte mich hier nur auf die Skizzierung des Ganges der Bodenanalyse beschränken, auf die Besprechung der chemischen Ausscheidung der einzelnen Bestandteile einzugehen wäre wohl überflüssig.

Die Untersuchung geht von dem lufttrockenen Rohboden aus, dessen Feuchtigkeit durch Erwärmung im Trockenschrank bei 105°C bis zum konstanten Gewicht bestimmt wird.

Zur weiteren Untersuchung werden 10 g des Bodens mit 22-prozentiger Salzsäure über dem Wasserbade digeriert, die so gewonnene Lösung abfiltriert und zuerst die chemische Zusammensetzung dieser letzteren ermittelt. Zu diesem Behufe wird die Lösung in einer Platinschale bis zur Trockne eingedampft, um so die in Salzsäure lösliche Kieselsäure in unlösliche Form zu überführen. Der gewonnene trockene Rückstand wird abermals in Salzsäure gelöst, abfiltriert und der am Filter verbliebene Teil, die Kieselsäure, gewogen. Die Lösung aber wird auf 500 cm<sup>3</sup> ergänzt und diese bildet den Ausgangspunkt der weiteren Untersuchungen. In 100 cm<sup>3</sup> derselben bestimmen wir nach Ausscheidung des Eisens mittelst Ammonia die Schwefelsäure mit Bariumchlorid.

Neuere 100 cm<sup>3</sup> werden zur Bestimmung von Eisen, Aluminium, eventuell Mangan, Kalzium und Magnesium benützt. Die Lösung wird mit Ammonia versetzt, wobei das Eisen und Aluminium ausfällt. Wenn im Filtrat Mangan vorhanden ist, so wird dasselbe durch Oxydation mit Wasserstoffhyperoxyd als Manganoxyd abgeschieden. In der vom Mangan abfiltrierten Lösung wird das Kalzium mit Ammoniumoxalat, im Filtrat aber nach Zusatz überschüssiger Ammonia das Magnesium mit Natriumhydrophosphat bestimmt. Der Gesamtniederschlag des Eisens und Aluminiums wird in Salzsäure gelöst, das Eisen mit Natriumhydroxyd, in der Lösung aber das Aluminium nach Aussäuerung mit Salzsäure mittelst Ammonia ausgefällt.

Die dritten 100 cm<sup>3</sup> dienen zur Bestimmung der Alkalimetalle.

Die salzsaure Lösung wird mit Ammonia neutralisiert und mit überschüssigen Bariumhydroxyd versetzt. Nach Abfiltrieren der Lösung wird der überflüssige Baryt mit Ammoniumkarbonat entfernt, wieder filtriert und die Lösung in einer Platinschale bis zur Trockne eingedampft, die angehäuften Ammoniumsalze aber durch vorsichtiges Erhitzen entfernt. Zur gänzlichen Entfernung des Kalzium und Magnesium wiederholen wir das Verfahren so lange, bis die Lösung mit Baryt keine Trübung mehr zeigt. Schließlich erhalten wir in der Lösung die reinen Alkalimetallchloride, die in gewogener Platinschale bis zur Trockne eingedampft werden. Auf diese Art ergibt sich die Gesamtmenge der Alkalimetalle, aus welcher wir das Kalium mittelst Platinchlorid abscheiden.

Der vierte Teil der Lösung wird zur Bestimmung der Phosphorsäure mit Ammoniummolybdat verwendet.

Wenn im Boden eine grössere Phosphorsäuremenge enthalten ist, so kann sie bei Bestimmung des Fe, Al, Mn, Ca und Mg wesentliche Fehler verursachen. In diesem Falle ist der Gang der Analyse ein anderer, da vorerst die Phosphorsäure entfernt und erst dann die Bestimmung der Metallbestandteile in Angriff genommen wird.

Nachdem so die in Salzsäure löslichen Bodenbestandteile bestimmt wurden, wenden wir uns der Analyse des unlöslichen Teiles zu, und zwar in der Weise, daß wir ihn mit einer 9—10-fachen Menge von Kalium-Natriumkarbonat durch erst vorsichtiges, später stärkeres Erhitzen im Platintiegel über dem Gebläse aufschließen. Nachdem das Brausen der geschmolzenen Masse aufgehört hat, wird die Salzmasse aus dem Platintiegel herausgeweicht und dann in mit einem Uhrglas bedeckten Becherglase allmählich mit so viel Salzsäure versetzt, bis die Flüssigkeit sauer ist. Nun wird die Lösung in einer Platinschale über dem Wasserbade bis zur Trockne eingedampft und der Rückstand im Luftbade bei 105°C vollkommen ausgetrocknet. In der so ausgetrockneten Salzmasse ist das  $\text{SiO}_2$ , ferner die Chloride des Fe, Al, Mn, Cu und Mg enthalten, deren Trennung in derselben Weise erfolgt, wie bei der salzsauren Lösung.

Die Bestimmung der Alkalien geschieht im unlöslichen Rückstand mittelst Fluorwasserstoff, indem ca 1 g des Materials an einem luftigen Orte in der Platinschale mit Fluorhydrogen übergossen und über dem Wasserbade bis zur Trockne eingedampft wird, wobei das Silizium als gasförmiges Siliziumfluorid entweicht, die übrigen Metalle aber als Fluoride zurückbleiben, die mit Schwefelsäure zersetzt werden. Die auf diese Art gewonnenen Alkalime-

tallsulfate sind leicht wasserlöslich und können durch das Barytverfahren von den Sulfaten der übrigen Metalle leicht gereinigt werden. Das weitere Verfahren ist dann dasselbe wie bei der salzsauren Lösung.

Es erübrigen nun noch die Bestimmungen, welche am ursprünglichen Boden durchgeführt werden müssen. So die Bestimmung der Kohlensäure. Zu diesem Behufe wird eine gewogene Menge des Bodens in einem geeigneten Apparat, zum Beispiel im Geißlerschen Kohlensäurebestimmungsapparat, zersetzt und der Apparat vor und nach dem Experiment gewogen; aus der Differenz berechnet sich die Quantität der Kohlensäure. In anderer Weise wird der Boden in einem Apparat zersetzt, aus welchem die auf geeignete Art getrocknete Kohlensäure in ein mit Kalilauge gefülltes gewogenes Absorptionsgefäß geleitet werden kann, dessen Gewichtszunahme der Kohlensäurequantität entspricht. Dieses Verfahren beansprucht zwar mehr Zeit, ist jedoch genauer.

Die Humusbestimmung erfolgt im Brennofen, wo durch Verbrennung der organischen Substanzen des Bodens im Sauerstoffstrome Kohlendioxyd entsteht, das in Absorptionsröhren aufgefangen wird, aus deren Gewichtszunahme der Humusgehalt berechnet werden kann. Bei diesem Verfahren ist jedoch die vorherige Bestimmung der Karbonate unbedingt notwendig, um bei der Berechnung von dem Gesamtkohlendioxyd das in der Form von Karbonaten vorhandene abziehen zu können.

Das in der organischen Substanz enthaltene Nitrogen wird nach der Kjehldahlschen Methode bestimmt.

Die auf diese Weise gewonnenen Resultate zusammengestellt, erhalten wir die Quantität der gesammten mineralischen Bestandteile des Bodens.

Diese Zusammenstellung der analytischen Ergebnisse eignet sich bereits zum Vergleiche, da jede Bodenart ihre charakteristischen Eigenschaften besitzt, trotzdem hier die prozentuale Quantität der Bestandteile zwischen viel weiteren Grenzen schwankt, als bei den frischen Gesteinen, da wir es ja hier mit fortwährend sich ändernden und verwitternden Materialien zu tun haben.

Karl v. Than hat noch 1864 beantragt, daß die chemische Konstitution der Mineralwasser von der alten dualistischen Auffassung abweichend, durch die Quantität der Metallbestandteile und der Säurereste ausgedrückt werde, bei dem Vergleiche der einzelnen Analysen aber die aus den Versuchsdaten berechneten Äquivalentprocente maßgebend seien.

Dieses Prinzip wurde durch Alexius v. Sigmond für die Böden in Anwendung gebracht und er entdeckte, indem er die Zusammensetzung der salzsauren Lösung einzelner sodaalkalischer Böden auf diese Weise zusammenstellte, eine eigenartige Gesetzmäßigkeit. Ich rechnete damals auch die Resultate meiner Bodenanalysen auf diese Weise um und meine weiteren Untersuchungen bewegen sich in dieser Richtung, doch glaube ich nach den bisherigen Erfahrungen, daß eine derartige Analyse und Berechnung der salzsauren Bodenlösung nicht in jedem Falle zum richtigen oder dem erwarteten Ergebnis führt. Die Ursache hierfür dürfte darin liegen, daß nach den bisherigen Erfahrungen die Salzsäure wohl das Maximum der mineralischen Pflanzennährstoffe aus dem Boden löst, daß hierbei jedoch zahlreiche für den Boden charakteristische Bestandteile, welche sich noch nicht auf einer solchen Verwitterungsstufe befinden, um durch die Salzsäure zersetzt zu werden, im Skeletteil ungelöst bleiben. Meine Resultate erheischen noch eine sehr ausgiebige Ergänzung, denn um über diese Frage eine endgültige Meinung abgeben zu können, dazu bedarf es der Untersuchung noch zahlreicher Bodentypen und des Vergleiches der erhaltenen Resultate, eine Arbeit, welche auch bei erhöhter Arbeitskraft jahrelange, unausgesetzte Forschungen beansprucht.

Als meine Untersuchungen der salzsauren Lösung des Gesamtbodens nicht immer zu dem gewünschten Ergebnis führten, versuchte ich parallel damit die aus der chemischen Untersuchung des tonigen Bodenteiles gewonnenen Resultate statt nach der alten dualistischen, nach der beantragten neuen Methode in Äquivalentprozenten miteinander zu vergleichen. Und wenn man aus meinen bisherigen Ergebnissen schließen darf, so kann ich sagen, daß diese Methode zu vergleichbaren Resultaten führt. Freilich ist auch in dieser Richtung die Untersuchung des tonigen Teiles von recht zahlreichen Bodenarten noch notwendig. Immerhin ist aber aus der nach diesen drei Methoden bewerkstelligten Zusammenstellung der analytischen Ergebnisse einer jeden einzelnen Bodenart das richtige Resultat zu erhoffen.





### 13. Über die Bedeutung der chemischen Bodenuntersuchungen im Gebiete der agrogeologischen Forschungen und der Bodenkartierung.

Von Dr. **Alexius** von **'Sigmond**, Budapest.

(Mit 3 Figuren.)

Die chemische Bodenanalyse wird heute noch in den agrogeologischen Fachkreisen vielfach unterschätzt, und hört man nicht selten die Meinung auszusprechen, daß die Rolle der chemischen Analyse bei der Bodenkartierung nur sehr bescheiden sein kann.

Suchen wir nach den wirklichen Gründen, welche die Geringschätzung der chemischen Bodenuntersuchungen verursachen, so finden wir, daß einer der Hauptfehler darin liegt, daß es bis jetzt an einem fachgenossenschaftlichen Zusammenarbeiten der Agrogeologen und der Bodenchemiker gefehlt hat.

Die gegenwärtige Zusammenkunft scheint die erste wissenschaftliche Bewegung zu sein, welche die Fachgenossen der Agrogeologie und der ihr verwandten Wissenschaften zu gemeinschaftlicher Arbeit zusammenbringt. Das ist der richtige Weg, um die gegenseitigen Mißverständnisse auszugleichen und in harmonischem Zusammenwirken die Bedeutung und die fruchtbringende Wirkung der Agrogeologie wie auch der Bodenchemie und aller agronomischer Wissenschaften zur allgemeinen Geltung zu bringen.

Wir Chemiker, die mit der Erforschung der chemischen Eigenschaften wie auch der pflanzenphysiologischen Wirkungen des Bodens beschäftigt sind, werden gerne die Forschungsweise und die wissenschaftlichen Hilfsmittel hier zur Sprache bringen, mit welchen wir die Arbeit unserer agrogeologischen Arbeitsgenossen unterstützen können. Allein wir sind auch fest überzeugt, daß wir seitens der Agrogeologen in allen Richtungen Unterstützung finden werden, wo die chemische Arbeit mit agrogeologischen Forschungen zu ergänzen ist.

Meine Absicht ist diesmal, die gegenseitigen Anknüpfungspunkte, Forschungsgebiete und Methoden darzulegen und gleich-

zeitig einen praktischen Weg zu weisen, auf dem wir unsere Ziele in der Zukunft fördern könnten.

Der Kulturboden ist das Ergebnis vieler verschiedener, zusammen- oder nacheinander wirkender Faktoren. Die chemische Beschaffenheit des Bodens ist folglich das Ergebnis der gemeinschaftlichen Wirkungen der verschiedenen bodenbildenden Faktoren. — Da aber ein Teil dieser Faktoren ihre Wirkungen auf dem Boden auch heute noch geltend macht, so ist auch die nähere chemische Beschaffenheit des Bodens nicht ein Unveränderliches. Die Physik lehrt uns, daß wenn wir das Gesamt-Ergebnis vieler Kraftwirkungen, d. i. die geleistete Arbeit kennen, wir noch nicht im Stande sind aus der geleisteten Arbeit stets die näher nicht bekannten Kräfte zu bestimmen. So ist es auch mit der chemischen Zusammensetzung des Bodens. Aus der chemischen Bodenbeschaffenheit selbst können wir nur bedingt auf die bodenbildenden Faktoren schließen. Nur wenn der Agrogeolog uns zu Hilfe kommend, die bodenbildenden Kräfte näher erforscht und deren Leistungsfähigkeit beleuchtet, dann wird *die chemische Analyse des Bodens als Mass der Leistungen der bodenbildenden Faktoren* zur vollen Geltung kommen können. Ich möchte diesen Satz mit einigen Erfahrungen bekräftigen.

Als ich im Jahre 1901 meine Forschungen im Gebiete der ungarischen Szikländer begonnen habe, galt als allgemein angenommen, daß wo jetzt unsere Szikböden vorkommen, dort früher seichte Wasserbecken und Überschwemmungen geherrscht hatten, und die in den Gewässern gelösten Salze sich nach dem Verdampfen des Wassers im Boden derartig angereichert haben, daß die Böden nun unfruchtbar geworden sind. Im Einklang mit dieser Theorie galt es auch, daß wir die mit Salz am meisten geschwängerten Böden in den tiefsten Becken unseres Tieflandes zu suchen haben. Diese Vermutung hat sich im Großen und Ganzen bei den agrogeologischen Aufnahmen bestätigt, was aus den agrogeologischen Karten, welche die Verbreitung unserer Szikböden bezeichnen, leicht bewiesen werden kann. Allein diese allgemeine Regel ist, wenn wir unsere Szikböden näher kennen lernen, nicht immer gültig. So habe ich zum Beispiel in Békés-Csaba und in noch anderen ähnlichen Szikländereien Erfahrungen gemacht, welche der oben erwähnten allgemeinen Regel geradezu widersprechen. Der Befund wird am besten an dem beigegeführten Bodenprofil des Versuchfeldes in Békés-Csaba veranschaulicht. Das vorliegende Bodenprofil (Fig. 1) gibt

die Höhenverhältnisse der Bodenoberfläche und Bodenschichten über den Meeresspiegel an, und Fig. 2. ist ein Diagramm, welches die Gesamtmenge der wasserlöslichen Salze, so wie auch die Menge

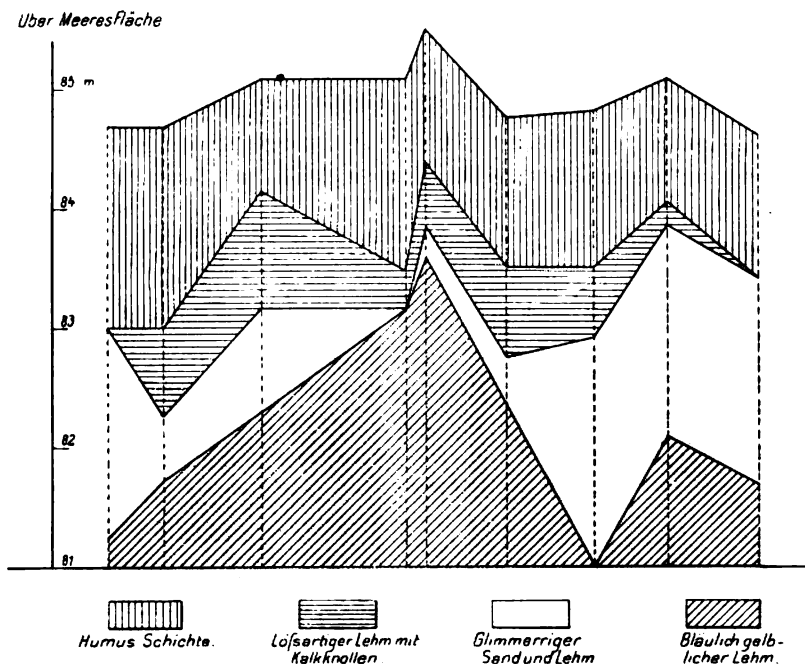


Fig. 1. Bodenprofil der Wiese bei Békéscsaba.

der Soda im Boden graphisch darstellt. Das Diagramm wurde aus dem durchschnittlichen Salzgehalt der Bodenschichten von 0—30 cm. und 60—90 cm. Bodentiefe konstruiert. Das Bodenprofil ent-

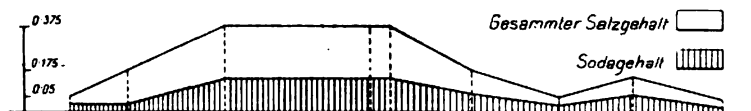


Fig. 2. Salzgehalt im Bodenprofil.

spricht einer mehrmals gebrochenen senkrechten Fläche, deren lineare Richtung in der Bodenkarte der Fig. 3. angezeigt ist.

Wenn wir nun die Orographie des Szikbodens mit dem Diagramm des Salzgebietes vergleichen, so sehen wir, daß im Gegensatz mit der oben erwähnten Theorie der Salzgehalt im Boden gerade

an den höher liegenden Stellen angehäuft ist, und in den tiefsten Stellen des Beckens oft ein Minimalgehalt von den Salzen zu finden ist. Wenn auch diese Tatsache der früheren Theorie widerspricht, so bestätigt sie doch nur die Erfahrungen der Landwirte dieser Ländereien. Es ist dort unter den Praktikern wohlbekannt, daß die unfruchtbarsten Flächen der Szikböden in diesen Gegenden sich gerade an den höherliegenden Bodenflächen verbreiten. Den Grund dieser Erscheinung finden wir in der mechanischen Zusammensetzung der tiefern Bodenschichten, welche im Bodenprofil angegeben sind.

Die obere humose Bodenschicht ist ein ziemlich strenger Boden, aber wenn der Sodagehalt nicht zu hoch ist, wird das Wasser langsam durchsickern können. Nach meinen Erfahrungen kann aber

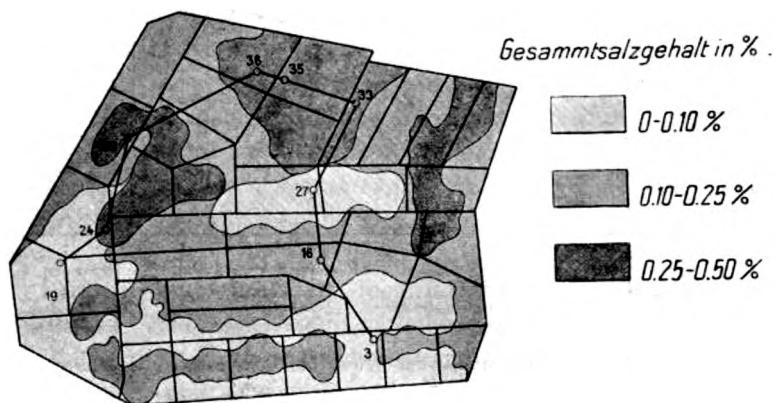


Fig. 3. Gesamter Salzgehalt der Wiese bei Békés-Csaba.  
(Mit der Profillinie Fig. 1 und 2.)

eine 1%-ige Sodalösung diese Bodenschicht vollkommen undurchlässig machen. Der Wasserkapazität des Bodens gemäß entspricht dieser Salzgehalt einem Sodagehalte von etwa 0.2% im Boden.

Unter dieser oberen Bodenschicht folgt eine ziemlich plastische, hellbraune bis gelbe Lehmschicht mit stetig abnehmendem Humusgehalt. Dann finden wir eine mit dünneren Lehmschichten öfters wechsellagernde glimmerreiche Sandschicht, welche gewöhnlich wasserführend ist. Das scheint also die natürliche wasserführende Schicht des oberen Bodens zu sein. Das Wasser dieser Sandschicht ist reich an löslichen Salzen, wie das die chemische Zusammensetzung in Tabelle No. 1 angiebt. Die Wasserprobe wurde aus der genannten Bodenschicht der Parzelle No. 12 des Versuchsfeldes in Békés-Csaba aus einer Bodentiefe von 210—240 cm. genommen.

Tabelle No. 1.

**Zusammensetzung des in der 210 240 cm. tiefen Bodenschicht des Békés-Csabaer Versuchsfeldes, Parcell No. 12, gefundenen Untergrundwassers.**

	Im liter mg.	Aequivalent %
Na	2048·32	75·3
K	44·00	0·9
$\frac{1}{2}$ Cu	76·76	3·2
$\frac{1}{2}$ Mg	295·99	20·6
Cl	2214·00	52·9
$\frac{1}{2}$ SO <sub>4</sub>	2474·81	43·6
HCO <sub>3</sub>	252·16	3·5
CO <sub>2</sub>	547·30	9·9
	7953·37	

Wo diese wasserführende Bodenschicht ziemlich mächtig und tief im Untergrund sich verbreitet, dort wurden die wasserlöslichen Salze aus den oberen Bodenschichten ausgelaugt und im Untergrunde angesammelt. Diese wasserführende Bodenschicht ist dann von einer wasserdichten bläulichgrauen oder gelben Tonschicht unterlagert. Der grosse Unterschied in der mechanischen Beschaffenheit der wasserführenden, respektive der wasserdichten Bodenschichten ist in Tabelle No. 2 veranschaulicht.

Tabelle No. 2.

**Mechanische Zusammensetzung der wasserdurchlassenden resp. zurückhaltenden Untergrundschichten zu Békés-Csaba.**

	Parc. 19	Park 27	Parc. 16 P.	35, 38, 39	Parc 35	Parc. 38
Tiefe der Schicht	180 bis 365 cm	180 bis 365 cm	180 bis 210 cm	210 bis 290 cm	180 bis 210 cm	190 bis 220 cm
Feiner Sand	48·7 %	40·8 %	57·0 %	21·8 %	16·6 %	25·7 %
Schlamm	45·4 "	51·7 "	36·6 "	41·7 "	45·6 "	34·8 "
Kolloidaler Ton	5·9 "	7·5 "	6·4 "	36·5 "	37·8 "	39·5 "
	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0

Der Unterschied in der physikalischen Beschaffenheit dieser Bodenschichten ist so groß, daß wir die Erscheinungen ohne weiteres erklären können. Das oben erwähnte Bodenprofil zeigt aber, daß die Salze in der oberen Bodenschicht sich dort angehäuften, wo diese wasserdichte Tonschicht sehr nahe zur Bodenoberfläche kommt. Wo hingegen der Salzgehalt in den oberen Schichten abnimmt, dort finden wir, daß die wasserführende Sandschicht der Oberfläche nahe liegt und ziemlich tief hinunterreicht. Daraus scheint hervorzugehen, daß bei dieser Art von Szikböden nicht die

Höhenverhältnisse der Bodenoberfläche, sondern die physikalische Beschaffenheit und Tiefe des Untergrundes die Salzmenngen im Boden bedingen. Damit werden auch die scheinbaren Widersprüche zwischen den praktischen Erfahrungen und den theoretischen Betrachtungen gelöst.

Dabei ist aber auch eine andere Frage zu beantworten. Wie kommt es denn, daß in der gleichen klimatischen Bodenzone die sehr fruchtbaren Weizenböden mit den unfruchtbaren und salzgeschwängerten Szikböden benachbart vorkommen?

Die Anhäufung der wasserlöslichen Salze der Alkaliböden, zu denen auch unsere Szikböden zu rechnen sind, wird ja nach Hilgard durch die Wirkung der ariden oder semiariden klimatischen Verhältnisse hervorgebracht. Es war eben die chemische Beschaffenheit der ariden und humiden Böden, welche Hilgard in seiner wohlbekannten Abhandlung „The influence of climate on the soil etc.“ zu der Schlußfolgerung leitete, daß in Folge langdauernder Dürre und ungenügender Niederschläge das Wassers in den Bodenkapillaren zur Oberfläche steigt, und indem es dort verdunstet, die in der Bodenfeuchtigkeit gelöst gewesenen Salze hinterläßt. Die Durchschnittswerte aus Hilgards's Abhandlung habe ich in Tabelle No. 3 in einer neuen, mehr charakteristischen Weise angeführt, auf welche Angaben ich in Folgendem zurückkommen werde.

Tabelle No. 3.

### Durchschnittliche chemische Zusammensetzung der amerikanischen humiden und ariden Bodenarten.

	Humide Böden			Aride Böden		
	%	mg	aequ. %	%	mg.	aequ. %
NaI	0.067	2.91	0.82	0.196	8.52	1.19
KI	0.178	4.56	1.28	0.605	15.50	2.17
CaII	0.077	3.86	1.08	0.973	48.77	6.82
MgII	0.131	10.94	3.07	0.846	70.68	9.88
FeIII	2.192	78.43	22.05	3.027	108.30	15.14
MnIII	0.096	3.49	0.98	0.042	1.50	0.21
AlIII	2.289	251.54	70.72	4.203	461.87	64.59
SO <sub>4</sub> II	0.062	1.29	0.36	0.049	1.02	0.14
PO <sub>4</sub> II	0.152	4.81	1.35	0.156	4.93	0.69
CO <sub>3</sub> II	—	—	—	1.792	59.89	8.37
SiO <sub>2</sub> II	6.456	281.17	79.05	11.136	485.04	67.83
OmII	0.546	68.46	19.24	1.311	164.29	22.97
Glühverl.	3.644			4.945		
Unlöslich	84.031			70.565		
	99.921			99.846		

In dieser Tabelle wird klar angezeigt, daß die löslichen Bodenkonstituenten in den ariden Böden nicht nur verhältnismäßig, sondern auch in absoluten Mengen die betreffenden Werte der humiden Böden weit übertreffen, wogegen der unlösliche schwer verwitterbare Bodenanteil in den humiden Böden sich mehr anhäuft. Als Maßeinheit für die löslichen Bodenbestandteile gelten hier Miligrammaequivalente. Aus Tabelle No. 3 scheint unzweifelhaft hervorzugehen, daß in den ariden Böden, wo die Bodenauslaugung sehr mangelhaft zur Geltung kommen konnte, die Gesamtmenge der löslichen Bestandteile noch einmal so groß ist, als in den humiden Böden. Das bedeutet aber, daß in den ariden Böden noch einmal so viel lösliche Säure resp. Metallradikale im Boden zurückgeblieben sind, als in den humiden Böden.

Ein sehr charakteristisches Bild wird uns durch die prozentuellen Verhältniszahlen der Aequivalente dargeboten. Diese Werte geben in absolut vergleichbarer Weise die gleichwertigen Mengen der positiven resp. negativen löslichen Bestandteile an. Es scheint aus diesen Werten hervorzugehen, daß je schwerer lösliche Verbindungen die einzelnen Bestandteile bilden, umso größere Mengen derselben in den humiden Böden, wo die Bodenauslaugung energischer zur Geltung kommt, zu finden sind. Umgekehrt finden wir in den ariden Böden jene Radikale verhältnismäßig angehäuft, welche leichter lösliche Verbindungen eingehen können.

Es werden nun durch die chemische Analyse nicht nur diese charakteristischen Unterschiede der zwei großen Bodentypen gekennzeichnet, sondern mit der chemischen Analyse können wir auch *das Mass der Wirkungen bewerten, in wie weit nämlich die auslaugende Wirkung der klimatischen Verhältnisse in einem gegebenen Falle zur Geltung kommt.*

Wenn wir z. B. die chemische Beschaffenheit des guten Weizenbodens von Cservenák mit derjenigen des benachbarten Szikbodens in Békés-Csaba vergleichen, so kommen wir nach den Angaben der Tabelle No 4 zu folgenden charakteristischen Schlußfolgerungen :

Tabelle No. 4.

Boden zu Békés-Csaba				Boden von Cservenák.			
	%	mg. aequ.	aequ. %		%	mg. aequ.	aequ. %
NaI	0.411	11.76	2.05	0.147	6.39	1.99	
KI	0.616	15.78	2.76	0.364	9.32	2.90	
CaII	1.621	81.25	14.19	0.621	31.13	9.71	
MgII	0.760	63.49	11.09	0.432	36.09	11.26	
FeIII	2.941	105.22	18.38	2.100	75.13	23.44	
AlIII	2.684	294.94	51.53	1.478	162.42	50.60	
SO <sub>4</sub> II	0.164	3.42	0.60	0.086	1.79	0.56	
PO <sub>4</sub> III	0.138	2.91	0.51	—	—	—	
CO <sub>3</sub> II	1.812	60.56	10.58	—	—	—	
OmII	—	—	—	0.442	55.34	17.27	
SiO <sub>4</sub>	11.607	505.55	88.31	6.046	263.35	82.17	
SiO <sub>2</sub>	2.035			—			
Glühverl.	4.410			4.890			
Unlöslich	64.048			80.543			
Feuchtigk.	6.590			2.130			
	99.837			99.279			

Aus dieser Tabelle ist zu erkennen, daß

1. ungeachtet der in beiden Fällen, ganz gleichen klimatischen Verhältnisse die Bodenauslaugung in dem guten Weizenboden viel energischer zur Wirkung kommt als in den Szikböden. Diese Erscheinung tritt in dem erheblichen Unterschiede der Summe der Miligrammaequivalente stark hervor.

2. Der Weizenboden würde nach den relativen Werten der Aequivalentprocente eher den ariden Böden zuzurechnen sein. Das wird am meisten durch die relativ hohen Werte der Mg-II und Ca-II Aequivalente zum Ausdruck gebracht. Die chemische Zusammensetzung des Weizenbodens scheint zu beweisen, daß, obwohl die Bodenauslaugung in diesem Falle zur Entfernung der wasserlöslichen Salze genügt hatte, sie doch nicht so energisch war, daß sie den humiden Böden entsprechend, auch die minderlöslichen Ca- und Mg-Verbindungen, auslaugen konnte.

Der genannte Weizenboden unterliegt hier denselben klimatischen Faktoren wie der Szikboden, folglich liegt die Vermutung nahe, daß die Zusammensetzung des guten Weizenbodens *das Mass der Bodenauslaugung vertritt*, welches den klimatischen Faktoren in dieser Bodenzone zuzuschreiben wäre und daß die *Minderauslaugung in den Szikböden von anderen Faktoren herbeigeführt wurde*. Ich habe schon oben diesen Faktor in der ungünstigen physikalischen Beschaffenheit des Untergrundes für die Szikböden in Békés-Csaba zur Genüge aufgeklärt. Es bleibt mir noch zu be-



weisen, daß der Untergrund des guten Weizenbodens von Cservenák, im Gegensatz zu den Szikböden, für die Bodenauslaugung günstig beschaffen ist. Das will ich zuerst mit den Angaben der Tabelle No 5, welche die mechanische Zusammensetzung der Oberkrume und der typischen Untergrundschrift darstellt, beweisen.

Tabelle No. 5.

**Mechanische Zusammensetzung des Bodens von Cservenák.**

Bodenschicht :	0—30 cm	230—270 cm
Größter Sand ... ..	1·86	21·41
Grober Sand ... ..	23·33	11·99
Mittelfeiner Sand ... ..	25·11	26·56 •
Feiner Sand ... ..	17·06	10·49
Feinster Sand ... ..	5·88	8·14
Staub ... ..	2·44	4·71
Summe der Skelett-Teile ...	75·68	85·30
Schlamm ... ..	19·31	10·70
Kolloidaler Ton ... ..	5·01	6·00
	100·00	100·00

Die mechanische Analyse beweist nun, daß die Bodenbeschaffenheit der Wasserbewegungen nach unten günstig war, und die chemische Beschaffenheit bestätigt, daß die Jahres-Niederschläge zur Auslaugung der wasserlöslichen Bodensalze genügt hatten.

Einige physikalische Versuche, welche die aus der mechanischen Bodenanalyse gezogenen Schlußfolgerungen direkt zu bestätigen vermögen, seien hier noch mitgeteilt.

Tabelle No. 6.

**A) Wasserdurchlässigkeit des Untergrunds des Bodens von Cservenák, 230—270 cm Bodentiefe.**

1. Eine Wassersäule von 100 mm Höhe dem Boden aufgesetzt, verschwand in 5 St. 20 Minuten.

2. Die entsprechende Bodensäule wurde inzwischen bis 320 mm befeuchtet.

3. Nach 16 Tagen war die Befeuchtung bis 565 mm tief vorgeschritten.

**B) Wasserdurchlässigkeit der Tonschicht in Békés-Csaba.**

1. 100 mm Wasser konnte während ein halbes Jahr nicht in die Bodenschicht eindringen.

2. Nach 6 Tagen wurde die Bodenschicht nicht tiefer als 25 mm durchfeuchtet und blieb bis ein halbes Jahr unverändert so.

Nach meinen Erfahrungen scheint es auch wahrscheinlich,

daß die wasserdichte Bodenschicht, welche in Békés-Csaba unter den Szikböden oft schon in einer Tiefe von 180 cm auftaucht, auch unter den guten Weizenböden der Umgebungen von Békés-Csaba in einer Tiefe von etwa 10—15 m vorkommen kann. Denn in den tiefen Brunnen, welche ihr Wasser teils der 10—15 m tiefen Bodenschicht entnehmen, wie es dort z. B. in der Wirtschaft von Cservenák der Fall ist, enthält das Wasser ähnliche Salzbestandteile, wie das von dem Untergrund des Szikboden genommene Wasser in Tabelle No. 1 Die chemische Beschaffenheit des Brunnenwassers von Cservenák habe ich in Tabelle No. 7 zusammengefasst.

Tabelle No. 7.

**Zusammensetzung der Brunnenwassers von Cservenák.**

	Im liter mg.	aequivalent %
Na	528.90	58.5
K	70.32	4.6
$\frac{1}{2}$ Ca	92.57	11.8
$\frac{1}{2}$ Mg	119.75	25.1
Cl	105.10	7.6
$\frac{1}{2}$ SO <sub>4</sub>	908.29	48.2
NO <sub>3</sub>	45.52	1.9
$\frac{1}{2}$ CO <sub>3</sub>	63.78	5.4
HCO <sub>3</sub>	881.70	36.9
	2815.93	

Mit den bisherigen Auseinandersetzungen wollte ich zunächst meine vorangeschickte Meinung klarlegen, daß *die chemische Beschaffenheit eines Bodens als ein Massstab für die Wirkungen der bodenbildenden Faktoren angesehen werden kann.* Allein es erhellt aus den hier gesagten auch genügend, *dass die chemische Bodenanalyse zur Förderung der agrogeologischen Kenntnisse nicht minder geschätzt werden dürfe, als die chemische Untersuchung der Gesteine im Gebiete der petrografischen Forschungen.*

Die Aufgabe der Agrogeologie beschränkt sich nicht nur auf die Beschreibung der Verbreitung der verschiedenen Bodentypen; sie hat auch die Aufgabe zu lösen, die verschiedenen Bodentypen auf streng naturwissenschaftlicher Basis zu charakterisieren. Eine unerlässliche und wertvolle Basis dafür wird in der chemischen Beschaffenheit des Bodens geboten. Ich möchte diesen Satz nur an zwei verwandten Bodentypen, welche ich näher kennen gelernt, nachweisen. Es sind das die beiden Haupttypen der ungarischen Szikböden. Den einen Haupttypus finden wir unter den strengen

Szikkböden der Tiszagegend, den anderen unter den Sodaböden, welche im Tieflande zwischen der Donau und der Tisza vorkommen. Schon die äußeren Kennzeichen sind verschieden. Die schlechtesten der strengen Szikkböden finden wir zumeist an den höher liegenden Partien der Szikländereien, wogegen die salzreichsten Sodaböden stets die tiefsten Becken beherrschen. Wenn wir in der trockenen Jahreszeit den strengen Szikkboden in die Hand nehmen und anfühlen, so scheint er vollkommen trocken. Der Sodaboden hingegen scheint auch in der dünnen Zeit etwas feucht und alkalisch ätzend. Ferner wird letzterer rasch durchnetzt, wogegen die strengen Szikkböden der Wasseraufnahme hartnäckig Widerstand leisten. Endlich besteht die weisse Salzkruste der Sodaböden hauptsächlich aus Karbonaten und Chlorid des Natriums; die weissen resp. braunen Krusten an der Oberfläche der strengen Szikkböden hingegen enthalten nur minimale Mengen wasserlöslicher Salze, und bestehen in der Hauptmasse aus feinem glimmerreichen Schlamm und Ton. Noch viel charakteristischer tritt uns die Verschiedenheit beim Vergleich der chemischen Analyse beider Bodentypen entgegen. Nachdem die chemische Zusammensetzung des strengen Szikkbodens von Békés-Csaba in Tabelle No. 4 schon dargelegt wurde, haben wir hier nur die entsprechenden Angaben der Sodaböden, deren zwei Gattungen in Tabelle No. 8 angeführt sind, mit den vorerwähnten zu vergleichen. Die Tabelle No. 8 enthält die chemischen Werte eines sandigen, resp. tonigen Sodabodens.

Tabelle No. 8.

	Sandiger Sodaboden				Tonreicher Sodaboden		
	‰	mg. aequ.	aequ. ‰		‰	mg. aequ.	aequ. ‰
NaI	0.221	9.61	1.75		0.016	0.69	0.06
KI	0.517	13.24	2.41		1.248	31.96	2.82
CaII	5.321	226.72	48.43		7.821	302.03	34.62
MgII	1.523	127.23	23.10	100	2.181	128.20	16.09
FeIII	1.050	56.36	10.23		3.350	179.83	15.88
AlIII	0.706	77.58	14.08		3.146	345.72	30.53
ClI	0.080	2.26	0.41		0.037	1.05	0.09
SO <sub>4</sub> II	0.024	0.50	0.09		0.150	3.13	0.28
CO <sub>3</sub> II	9.834	328.62	59.67	100	12.741	425.76	37.60
SiO <sub>2</sub> II	3.508	152.80	27.74		4.193	182.64	16.13
OII m	0.531	66.56	12.09		4.148	519.85	45.90
Chem. geb.							
Wasser	0.895				4.744		
Humus	0.368				1.060		
Unlöslich	75.441				53.700		
Feuchtigk.	0.942				3.290		
	101.051				101.826		

Nach der Summe der Miligrammaequivalente können wir beide Böden in dieselbe Gruppe, nämlich in die Zone der ariden Böden, einreihen. Wenn wir aber die hohen prozentische Werte der  $\text{Ca}^{\text{II}}$ ,  $\text{Mg}^{\text{II}}$  und  $\text{CO}_3^{\text{II}}$  äquivalente mit denen der Szikböden in Békés-Csaba in welchen die Al und  $\text{SiO}_4$  umsomehr vorherrschen, vergleichen, so finden wir einen sehr charakteristischen und nicht verkennbaren Unterschied, welcher allein genügt die beiden Bodentypen von einander zu unterscheiden und chemisch wohl zu charakterisieren.

Der Unterschied in der chemischen Beschaffenheit beider Bodentypen ist so groß und unverkennbar, daß wir die Nothwendigkeit der chemischen Bodenanalyse zur richtigen Charakterisierung der Bodentypen anzuerkennen gezwungen sind. Natürlich genügen zu dieser chemischen Charakterisierung nicht die üblichen unvollkommenen Bodenanalysen, welche nur einzelne Bodenbestandteile bestimmen, sondern wir haben mindestens die vollständige chemische Zusammensetzung des in starken Säuren löslichen Bodenanteils zu bestimmen. An der Hand dieser Analysen können wir auch solche charakteristische Merkmale der Bodengattungen erforschen, welche in anderer Weise unserer Kenntniß ganz entgehen. So habe ich zum Beispiel unter den strengen Szikböden des Tisza-Beckens zwei Untergattungen des Haupttypus von Békés-Csaba aufgefunden, deren chemische Beschaffenheit in der Tabelle No. 9 angegeben ist.

Tabelle No. 9.

Szikboden von der Ősi-Pusztá.				Szikboden von Pusztá Décs.			
	%	mg. aequ.	aequ. %		%	mg. aequ.	aequ. %
NaI	0.205	8.92	1.6	0.249	10.83	1.74	
KI	0.760	19.46	3.40	0.844	21.62	3.44	
CaII	0.232	11.63	2.03	0.450	22.55	3.62	
MgII	0.035	2.92	0.51	0.424	35.42	5.69	
FeIII	1.908	68.26	11.93	0.457	16.35	2.62	
AlIII	4.193	460.77	80.57	4.697	516.15	82.86	
$\text{SO}_4^{\text{II}}$	0.070	1.46	0.25	0.150	3.13	0.50	
$\text{PO}_4^{\text{III}}$	0.123	3.89	0.68	—	—	—	
$\text{SiO}_4^{\text{II}}$	13.609	566.61	99.07	6.569	286.53	46.00	
$\text{OH}^{\text{m}}$	—	—	—	2.659	333.26	53.50	
$\text{SiO}_2$	16.698			—			
Glück verl.	7.601			6.120			
Unlös.	50.140			73.792			
Feucht.	4.032			4.290			
	99.006			100.711			

Wenn wir nach dieser Tabelle die Angaben des Bodens von Ósi mit denen von Békés-Csaba (Tabelle No. 4) vergleichen, so wird uns der große Überschuß an  $\text{SiO}_2$  nicht entgehen. Nachdem der Quarz in konz. Salzsäure unlöslich ist, so müssen wir vermuten, daß der Kieselsäureüberschuß in diesem Boden wahrscheinlich von sauren Silikaten herrührt.

Umgekehrt finden wir im Boden von Puszta-Décs einen erheblichen Überschuß an positiven Bestandteilen. Es scheint, daß in diesem Falle entweder basische Silikate oder freie Hydroxyde, eventuell auch Aluminate vorherrschen. Das Maß des basischen Charakters wird durch die Werte des Oxydrestes (Ox) gekennzeichnet. In gewöhnlichen Bodenarten finden wir stets einen geringen Oxydüberschuß im Boden, doch scheint der große Überschuß im Boden nur mehr Ausnahme zu sein. Es wäre nun die Aufgabe agrogeologischer Forschungen zu erklären, wie diese charakteristischen chemischen Merkmale des Bodens mit ihrem Ursprung zusammenhängen. Ich begnüge mich hier mit der Bekanntmachung dieser Erscheinungen, welche vielleicht mit den charakteristischen Eigenschaften dieser verschiedenen Bodengattungen in engem Zusammenhang stehen.

Es ist der ausgleichenden Wirkung des Wassermangels zuzuschreiben, daß diese Unterschiede unter den Szikböden nicht gehörig zur Geltung kommen können. Allein ein Landwirt, welcher aus vieljähriger Praxis beide Szikbodenarten, die in Puszta-Décs und die in Békés-Csaba, gut kennt, kann diese auch gut unterscheiden. Der Szikboden in Békés-Csaba ist nicht nur schwer zu bearbeiten, sondern enthält auch pflanzenschädliche Bodensalze, welche nur mittelst Bewässerung ausgelaugt werden können. Der Boden ist demzufolge für unsere Kulturpflanzen sehr oft unfruchtbar.

Nicht so der Szikboden in Puszta-Décs, Szarvas und Csabacsüd. Hier gelingt es manchmal, daß bei günstiger Witterung guter Weizen geerntet wird. Der Erfolg hängt von dem Gelingen der Aussaat ab. War die Witterung bei der Aussaat und beim Sprießen der Pflanzen günstig, so ist auch die Ernte gesichert. Diese Szikböden werden besonders in der Umgebung von Szarvas dadurch verbessert, daß man mit dem gelben mergelartigen Lehm des Untergrundes die Szikflächen bis auf 1—2 cm. hoch bedeckt und den Boden gleichzeitig mit mangelhaft verrottetem Stalldünger oder mit gutem Humusboden reichlich düngt.

Der chemische Charakter des Bodens ist nicht nur für die Szikböden, d. i. Alkaliböden, sondern auch für die Kenntniß aller

anderen Bodenarten wichtig.. Diesbezüglich möchte ich hier nur auf zwei Erscheinungen hinweisen. Die eine wurde von den amerikanischen Agronomen, die andere von mir selbst beobachtet und erforscht.

In gewissen Gegenden der Vereinigten Staaten Nordamerikas finden wir in großer Ausbreitung Böden glacialem Ursprunges, welche ganz ausgesprochen sauren Charakter besitzen. Die saure Reaktion dieser Böden ist wohl nicht so stark, als es bei den Böden der Hochmoore gewöhnlich der Fall ist, doch sind diese schwach-sauren Böden für die Kalkung dankbar, und die Phosphorsäure des Knochenmehls kommt zur beachtenswerten Geltung. Es wäre recht interessant zu erforschen, wie der saure Charakter dieser Bodenarten durch die chemische Beschaffenheit des Bodens erklärt werden könne.

Unsere normale Bodenarten reagieren auf Lakmuspapier neutral. Wenn wir aber mit überschüssiger, ganz verdünnter Salpetersäure die Böden aufkochen und dann die Menge der Salpetersäure, welche durch den Boden neutralisiert wurde, bestimmen, so finden wir, daß selbst die Böden, welche gar kein  $\text{CaCO}_3$  enthalten, dennoch einen basischen Charakter besitzen. Ich habe schon früher erwähnt, daß in den normalen Böden bei der vollständigen Analyse gewöhnlich ein geringer Oxydüberschuß zu finden ist. Ich will damit nicht gleich sagen, daß ein enger Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen bestehen müsse, dennoch scheint es mir nicht unmöglich, daß der basische Charakter dieser Bodenarten teils diesem Oxydüberschuß zuzuschreiben sei. Meine weitere Erfahrungen, haben sodann bewiesen, daß dieser basische Charakter durch die Menge des im Boden vorkommenden  $\text{CaCO}_3$ -es wesentlich erhöht wird.

Allerdings ist es sehr interessant, daß der basische Charakter dieser Bodenarten sich auch in den praktischen Erscheinungen, den oben erwähnten amerikanischen sauren Bodenarten gegenüber in entgegengesetzter Richtung geltend macht. *Meine Erfahrungen haben bewiesen, dass der basische Charakter der Böden auf die Assimilierbarkeit der Bodenphosphorsäure eine eigenartige Wirkung auszuüben vermag.* Diese Erscheinung kann wieder aus der chemischen Natur dieser Bodenarten erklärt werden.

Meine auf die assimilierbare Bodenphosphorsäure bezüglichen Untersuchungen haben klar gezeigt, daß mit dem Wachsen des basischen Charakters, die Assimilierbarkeit der leicht löslichen Bodenphosphorsäure abnimmt. Mit anderen Worten, wenn wir in zwei Böden dieselbe Menge leicht löslicher Phosphorsäure vermuthen, so

werden unsere Kulturpflanzen diesen assimilierbaren Phosphorsäure-Vorrat um so mehr auszunützen imstande sein, je schwächer der basische Charakter des Bodens ist. Meine diesbezügliche Erfahrungen habe ich in ungarischer so wie auch in verschiedenen ausländischen Sprachen schon ausführlich veröffentlicht.<sup>1)</sup> Hier begnüge ich mich damit, die Wichtigkeit des basischen Charakters der Bodenarten auf die Pflanzen-Nahrung nochmals zu betonen.

Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, daß die chemische Charakterisierung der Bodenarten nicht nur aus allgemeinen wissenschaftlichen, sondern auch aus rein praktischen Gründen nothwendig und nützlich erscheint.

Es wäre nun die Frage zu beantworten, welche chemischen Bodenuntersuchungsmethoden bei den Bodenaufnahmen zu benützen sind und sich schon heute als anwendbar bewähren. Um diese Frage richtig zu beantworten, will ich zuerst die Art der Bodenaufnahmen nach den zu lösenden Aufgaben in drei Gruppen einteilen.

1. Bodenaufnahmen von allgemein orientierendem Charakter, deren Aufgabe die Kartierung der Hauptbodentypen einer agrogeologisch noch unbekannten Gegend ist;

2. Ausführliche agrogeologische Bodenkartierung, wo eine ausführliche Charakterisierung der Bodentypen und Variationen wie auch ihre Verbreitung näher beschrieben werden soll;

3. Die spezielle Beschreibung der Bodenarten einer Wirtschaft. Letztere Art der speziellen Bodenkartierung hat mehr nur einen Privatcharakter und kann, nach meiner Meinung, nicht zu den agrogeologischen Aufnahmen, welche einem allgemeinen Interesse dienen sollen, zugerechnet werden. Eben deshalb will ich diese rein praktische Bodenaufnahmen nicht als agrogeologisch, sondern als rein landwirtschaftliche Bodenkartierung bezeichnen und sie hier überhaupt nicht näher erörtern, denn den verschiedenen örtlichen Verhältnissen entsprechend wird hier eine allgemeine Forschungsweise kaum zum Ziele führen können.

---

<sup>1)</sup> Über die Bedeutung der chem. Bodenanalyse. Zschr. f. landw. Versuchswesen in Oesterreich 1907, S. 581—603.

Chem. Method for the determination of the available phosphoric acid in soils. Journ. of the Americ. Chem. Soc. 1907 S 929.

Methode chimique pour déterminer la réserve dite assimilable de l'acide phosphorique dans la terre arable. Annales de la Science agronomique française et étrangère 3. 1 II

Da die Ziele der Bodenaufnahmen verschieden sind, müssen folglich auch die Methoden die zum Ziele führen, verschieden, sein. Deshalb werden wir andere chemische Methoden benützen, wenn wir nur allgemein orientierende Bodenaufnahmen bezwecken, als bei detaillierten Aufnahmen.

Bei der allgemeinen, d. i. grundlegenden Bodenkartierung, können wir den chemischen Bodenuntersuchungen nur wenig Zeit widmen, und wir müssen uns auf solche Methoden beschränken, welche im Felde selbst rasch durchführbar sind. Auch können wir uns nur für jene Bodeneigenschaften interessieren, welche gewissermaßen beständigen Charakter besitzen.

Diesem Grundgedanken entsprechen folgende chemische Methoden, die bei diesen allgemeinen agrogeologischen Arbeiten möglichst zu benützen wären:

1. Die Reaktion des Bodens auf befeuchtetem Lakmuspapier. Je nachdem der Boden sauer, neutral oder alkalisch ist, werden wir ihn in drei Hauptgruppen einteilen können. In die Gruppe der sauer reagierenden Böden werden die Hochmoore und die den amerikanischen glacialen Böden ähnliche Bodenarten gehören. Die Niederungsmoore, die meisten normalen Bodenarten und auch die Alkaliböden, welche keine Soda enthalten, werden alle der grossen Gruppe der neutralen Böden zugerechnet. Zu den alkalisch reagierenden Bodenarten werden nur die wahren Sodaböden und andere sodahaltige Salzböden zu rechnen sein.

2. Wenn wir den  $\text{CaCO}_3$ -gehalt des Bodens, mit einem Kalzimeter quantitativ bestimmen, so erhalten wir eine weitere Grundlage zur Beurteilung neutraler resp. alkalischer Bodenarten. Vom Kalkgehalte werden wir nicht nur auf die Assimilierbarkeit der Bodenphosphate und auch des Bodenstickstoffes, sondern gewissermaßen auch auf die Düngungsverhältnisse und hauptsächlich auf die physikalischen Bodenverhältnisse Schlüsse ziehen können. Hier sei bemerkt, daß die Methode von Szilágyi und Treitz zur Bestimmung des aktiven Kalkes im Boden sich für diese Art von Untersuchungen recht geeignet erweist.

3. Im Falle der Alkaliböden ist es unbedingt nothwendig zu wissen, wie viel Salze im Boden vorkommen können und welche Art von Salz vorwiegt. Mit Hilfe chemischer und physikalischer Methoden sind wir heute in der Lage, diese Bestimmungen an Ort und Stelle auszuführen. Wir können mit genügender Exaktheit folgende Werte im Boden bestimmen:



1. Die Gesamtmenge der wasserlöslichen Salze mittelst der elektrischen Leistungsfähigkeit des Bodens.
2. Die Menge der alkalisch reagierenden Carbonate, z. B. kohlensaueres Natrium.
3. Die Gesamtmenge der in Wasser gelösten Carbonate.
4. Die Menge der Chloride mittelst einfacher Titrimethoden, und endlich aus der Differenz können wir
5. auch die Menge der Sulfate berechnen.

Natürlich wäre es bei einer Bodenkartirung in großem Maaßstab unmöglich, die exakte Verbreitung der verschiedenen Bodensalze bestimmen zu wollen, wir müssen uns damit begnügen, in typischen Vorkommnissen die Grenzwerte und die ungefähren Mittelwerte herauszufinden. Auch für die detaillierten agrogeologischen Karten ist eine ausführlichere Aufnahme, wie zum Beispiel die in Tafel 2 angegebene, kaum ausführbar.

Im Gebiete der ausführlicheren Bodenkartirung gewinnt die chemische Bodenanalyse stets mehr Grund und Boden. Wir haben in diesem Falle nicht nur die oben erwähnten an Ort und Stelle ausführbaren Methoden viel häufiger zu benützen, sondern ist auch die Aushilfe des chemischen Laboratoriums unumgänglich.

Nach dem vorher gesagten wäre es sehr nothwendig zu allererst *die allgemeine chemische Beschaffenheit der wichtigeren Bodentypen zu erforschen*. Hier ist der Chemiker ein nothwendiger Mitarbeiter des Agrogeologen. Ich möchte aber auch gleichzeitig bemerken, daß wir Chemiker selbst noch heute nicht dazu bereit sind, diese Aufgabe vollkommen zu lösen. Es fehlt an einheitlich geprüften und angenommenen Methoden. Ich könnte sagen, daß, so viel Bodenchemiker es gibt, so viel verschiedene und eigenartige analytische Methoden bei den Bodenuntersuchungen angewendet werden. Nach meinen eigenen Erfahrungen scheint die von den amerikanischen Bodenchemikern auch officiell angenommene Methode am zweckentsprechendsten; obzwar einzelne Detailfragen auch hier noch weiterer Prüfung bedürfen. So z. B. bezwecken wir mit der Bestimmung der löslichen Kieselsäure die Menge der schon wenigstens einmal verwitterten Silikate zu bemessen. Es fehlt aber an genügenden autenthischen wissenschaftlichen Beweisen, und es sind auch einige Erfahrungen bekannt geworden, aus welchen wir darauf schließen müssen, daß diese Bestimmung nur ziemlich annähernden Charakter haben könne. Es wäre auch dringend wünschenswert eine quantitative Methode zur Bestimmung des Orto-, Meta-Trikiesel-

säureradikals zu erforschen. In ähnlicher Weise läßt die Kenntniß des organischen Bodenanteils noch viel zu wünschen übrig. Das was wir unter Humus im Boden verstehen, ist etwas sehr Unbestimmtes und zur chemischen Charakterisierung des Bodens ungeeignet. Um in dieser und ähnlichen Fragen möglichst bald zum Ziele zu kommen, fehlt es heute an einheitlicher Mithilfe der Fachkreise.

Das Düngerbedürfniß des Bodens zu bestimmen gehört, wie schon gesagt, gar nicht zu der Aufgabe der agrogeologischen Aufnahmen. Allein es liegt auf der Hand, daß agrogeologische Aufnahmen dazu beitragen werden, daß wir in der Zukunft die landwirtschaftlich so wichtige Frage, das Düngerbedürfniß des Bodens, viel leichter und schneller beantworten werden können.

*Thoms* hat seiner Zeit an den livländischen und kurländischen Bodenarten nachgewiesen, daß in dem Falle, wo die Böden zu einem Typus, einer Bodenzone und einerlei Wirtschaftsweise gehören, die chemische Bodenanalyse nützliche Auskünfte in erwählter Richtung geben könne. *Wohllmann* hat dann bewiesen, daß die Gezetzmäßigkeit, welche *Thoms* zuerst aufgestellt hat, den Bodenarten verschiedenen Charakters und Vorkommens nicht entspreche. Nach meinen eigenen Erfahrungen scheint es mir auch unbedingt notwendig, daß wir, *bevor wir zur allgemeinen Lösung dieser Frage kommen, zu allererst die verschiedenen Bodentypen und deren Variationen kennen lernen*. Nur dann können wir unsere chemischen Methoden den verschiedenen Bodentypen gehörig anpassen und ausarbeiten. Um diese Arbeit möglichst bald zum Ziele zu führen tritt die Notwendigkeit des Zusammenwirkens der Fachgenossen abermals in den Vordergrund.

Wenn ich nun hier einerseits angedeutet habe, welche chemischen Methoden bei den ausführlichen agrogeologischen Aufnahmen den Aufgaben des chemischen Laboratoriums zugerechnet werden müssten, habe ich gleichzeitig auch klar gethan, daß unsere chemischen Methoden selbst auch noch weiterer Prüfung und einer mehr einheitlichen Behandlung bedürfen.

Allein nicht nur die chemische Bodenanalyse leidet an dieser Krankheit. Im Gebiete der mechanischen Bodenanalyse finden wir eine ähnliche Unsicherheit und Disharmonie. Wo sind zum Beispiel die richtigen Grenzwerte festgestellt, nach denen wir die Ton- und Lehm-, resp. Sandböden von einander unterscheiden können? Sodann bin ich fest überzeugt, daß die meisten Bodeneigenschaften physikalischer Natur nicht nur von den relativen Mengen der me-

chanischen Bodenbestandteile, sondern auch von der chemischen Beschaffenheit der Bodens bedingt werden. Folglich fehlt es in diesem Gebiete der Agronomie an Sicherheit und Einheitlichkeit.

Wenn wir also in der Zukunft die wissenschaftliche und praktische Leistungsfähigkeit der agrogeologischen Aufnahmen, oder im weiteren Sinne, die mehr intensive Ausbildung der wissenschaftlichen und praktischen Agronomie fördern wollen, so scheint mir zu diesem Zwecke ein internationales korporatives Zusammenwirken aller agronomischen Fachkreise dringend notwendig.

Schließlich erlaube ich mir vorzuschlagen, daß alle Fachkreise der Agronomie, d. i. Agrogeologen, Mineralogen, Meteorologen, Bodenchemiker und Bodenbakteriologen, sodann die Fachmänner der Pflanzenbaukunde sich zur Bildung eines internationalen Ausschusses vereinigen. Ist das jetzt nicht möglich, so mögen wir hier nur einen vorbereitenden Ausschuß bilden. Die Aufgabe des internationalen agronomischen Ausschusses könnte vorläufig in folgenden Punkten festgesetzt werden :

1. Von den bisher bekannten Bodenuntersuchungsmethoden werden die am meisten entsprechenden, zu endgültiger Auswahl vergleichenden Prüfungen unterworfen.

2. In solchen Fällen, wo noch überhaupt keine annehmbare Methoden vorliegen, sollen die Mitglieder des Ausschusses dahin wirken, daß diese Lücke sobald als möglich ausgefüllt werde.

3. Wenn dann der internationale agronomische Ausschuß zu endgültigen einheitlichen Methoden gekommen ist, so wird die weitere Aufgabe darin bestehen, diesen einheitlichen Methoden möglichst überall in der Fachwissenschaft und in der Praxis das Feld zu erobern.

Der Nutzen dieser internationalen gemeinsamen Arbeit würde nicht nur darin bestehen, daß wir in Zukunft den agronomischen Forschungen mehr Harmonie sichern würden, sondern auch darin, daß durch die zeitweise wiederholten Zusammenkünfte die Entwicklung der Agronomie gefördert und ihre praktische Bedeutung sich stets mehr und mehr Anerkennung erwerben würde.



## **14. Die Bodenbeschaffenheit des Köröser Inundationsgebietes.**

Von **H. Ujj**, Chefingenieur, Kisjenő.

(Auszugsweise mitgeteilt.)

Wie entscheidend die Berücksichtigung der physikalischen Bodeneigenschaften in Fragen des praktischen Lebens eingreifen kann, zeigen die Untersuchungen die ich im Inundationsgebiet der Körösflüsse durchführen ließ.

Die Eindämmung der Flüsse und in Verbindung damit die Regulierung der Binnenwässer wird im ungarischen Tieflande größtenteils durch Genossenschaften der daran interessierten Gutsbesitzer bewerkstelligt. Die Kostenbeiträge werden im Verhältnis des Nutzens, der jedem Beteiligten daraus erwächst, von diesen aufgebracht. Eine solche Genossenschaft ist es auch, welche eine Fläche von 136.000 Katastral-Joch zwischen den Flüssen Schwarze und Weiße Körös, im Komitate Arad, vor Flußüberschwemmungen und Wildwasser zu schützen unternommen hat. Der überwiegende Teil dieses Gebietes besteht aus einem sehr bindigen, undurchlässigen Székboden, allein in der Nähe der Flußläufe zeigen sich lockere, durchlässige Bodenarten, die ihren Ursprung dem größeren Absatz der Überschwemmungswässer verdanken. Zwischen beiden Extremen kann man noch eine dritte Klasse von halbdurchlässigen Bodenarten unterscheiden.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß es besonders die undurchlässigen Böden sind, welche durch übermäßige Nässe am meisten leiden, wonach also die Regulierung der Binnenwässer, die Verhinderung von Überschwemmungen und die Tieferlegung des Grundwasserstandes diesen Böden verhältnismäßig am meisten zum Vorteil gereichen. Langjährige statistische Ausweise haben erwiesen, daß die durch übermäßige Nässe hervorgerufenen Ertragsverluste bei den drei Bodenklassen zu einander im Verhältnis von 2·5 : 1·7 : 1 stehen.

Nachdem nun zuerst durch 60 Bodenbohrungen auf 2 m Tiefe die Bodenschichten untersucht wurden und dadurch die Umgränzungen der genannten drei Klassen von Bodenarten festgestellt werden konnte, ließ der Vortragende an charakteristischen Stellen jeder Bodenart runde Schachte von 1·8 m Tiefe und 30 cm lichter Weite ausheben und konstatierte an dem in seiner natürlichen Schichtfolge belassenen Bodenmaterial die Wasserkapazität jedes dieser Bodenprofile durch Aufgießen des der Regenmenge (im Monat April 1897) täglich entsprechende Wasserquantumes, wobei es sich zeigte — was ja theoretisch vorauszusetzen war — daß die Wasserkapazität im umgekehrten Verhältnis zur Durchlässigkeit stand, u. z. bei den drei angenommenen Klassen fast genau in demselben Verhältnisse in welchen ihre Ertragsfähigkeit durch übermäßige Nässe herabgedrückt wird, nämlich im Verhältnis von nahezu 2·5 : 2 : 1.

Es erhellt hieraus, daß der Grund der Mißernten bei überhohen Grundwasserstand und zu reichlichen Niederschlägen hauptsächlich, wenn nicht allein in der vollen Sättigung des Bodens mit Wasser und dadurch bewirkter Verdrängung der Bodenluft liegt. In den Verhältniszahlen der Wasserkapazität aber wurde ein Schlüssel zur gerechten Verteilung der Kosten auf die Bodenflächen gefunden, der dem empirisch aus den Ernteergebnissen gefolgerten Verhältnis ganz entspricht.

Ferner wurden in vielen Brunnen Pegel angebracht, um durch Vergleich der Grundwasserschwankungen mit den Niederschlagsmengen kontrollierende Schlüsse auf die experimentell festgestellten Durchlässigkeitsgrade der Böden, sowie auf die Geschwindigkeit der Bewegung des Wassers im Boden zu gewinnen. Da aber diese Beobachtungsreihe noch nicht genügend durchgeführt ist, hat sie der Vortragende nur zur ferneren Beachtung empfohlen.

---

## 15. Methoden der Untersuchung sodahaltiger (Szik-) Böden im Felde.

Am 20. April 1909 im freien Felde von Mezöhegyes vortragen und demonstriert von Dr. **Alexius v. Sigmond**, Budapest.

(Mit 3 Figuren.)

Bei den Aufnahmen der Szikböden ist es unumgänglich notwendig solche Untersuchungsmethoden zu benützen, welche im freien Felde leicht auszuführen sind. Zu diesem Zwecke hat Vortragender die Methoden der amerikanischen Fachgenossen ausprobiert und mit befriedigendem Erfolg benützt.

1. *Zur Bestimmung der Gesamtmenge der Bodensalze* wurde stets die elektrische Leitungsfähigkeit resp. der Widerstand der salzführenden Bodenproben festgestellt. Der Grundgedanke liegt darin, daß die Leitung des elektrischen Stromes durch den Boden hauptsächlich von den folgenden Faktoren bestimmt wird 1. Wassergehalt 2. Temperatur 3. Salzgehalt des Bodens. Wenn wir nun die zwei ersteren Faktoren ausgleichen oder näher bestimmen und auf einheitliche Basis berechnen, so steht die Leitungsfähigkeit mit dem Salzgehalte in geradem Verhältnis, d. i. je reicher der Boden an wasserlöslichen Salzen ist, umsomehr wächst auch die elektrische Leitungsfähigkeit. Folglich kann man in diesem Falle aus der Leitungsfähigkeit den Salzgehalt des Bodens bestimmen. Streng genommen wäre diese Regel nur dann gültig, wenn die Konzentration der verschiedenen Salze in der Bodenprobe stets dieselbe wäre, d. i. wenn in jeder Bodenprobe nicht nur gleiche Wassermengen vorhanden wären, sondern auch die relativen Mengen der einzelnen Salzbestandteile stets konstant bleiben würden. Wenn aber auch diese Vorbedingungen in der Wirklichkeit nie vorkommen, so sind die in der Praxis vorkommenden Abweichungen so gering, daß man für praktische Zwecke aus der Leitungsfähigkeit resp. aus den elektrischen Widerstandswerten die Gesamtmenge der wasserlöslichen

Bodensalze ziemlich annähernd bestimmen kann. Um die Ungleichheiten der Qualität und der Menge der Bodensalze möglichst auszuschalten, wird man sich vorher die notwendige empirische Tabelle für den Bodentypus feststellen.

Wie üblich, wird hier stets der elektrische Widerstand bestimmt. Dazu dient eine Wheatston'sche Brücke mit wechselnden Inductionsstrom nach Kohlrausch für Elektrolyte bestimmt, und im Bureau of Soils (Washington D. C.) des Agriculture Department der Vereinigten Staaten, für die Bodenaufnahmen im freien Felde angepaßt. Abbildung 1 zeigt die äussere Ansicht des Apparates.

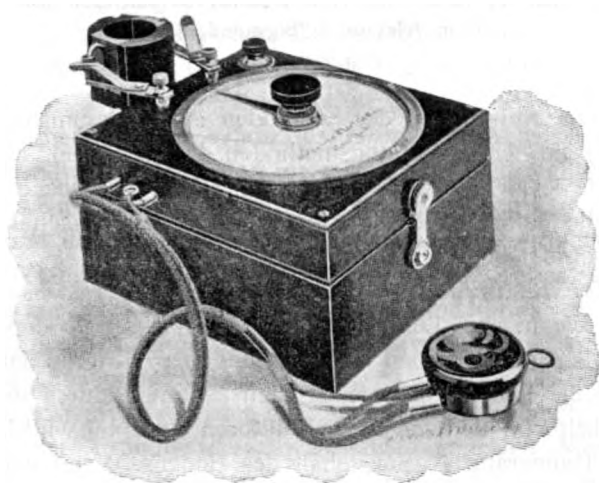


Fig. 1. Äußere Ansicht der für Bodenaufnahmen im freien Felde angepaßten Wheatston'schen Brücke.

Abbildung 2 die Verbindungen der elektrischen Stromleitungen und der Wheatston'schen Brücke.

Die Bodenprobe wird zunächst zerbröckelt, gut durchgemischt, sodann in einem Porzelmörser mit ca 200 cm destilliertem Wasser zu einem gleichmäßigen Brei durchgearbeitet. Um die richtige Konsistenz des Breies festzustellen, benützt Vortragender ein der Fadenprobe in der Zuckerindustrie ähnliches Verfahren, indem er den Mörserstiel aus dem Brei emporhebt und die Consistenz und Kleberigkeit der Probe beurtheilt. Das braucht allerdings eine gewisse Vorübung. Auch wird die richtige Konsistenz bei strengen Szikböden etwas anderes als bei sandigen Sodaböden beurteilt.



Der Bodenbrei wird sodann mit einem Spaten in die Ebonitzelle des Instruments fest eingepackt, wobei mittelst öfterem Anklopfen die sich bildenden Luftblasen ausgetrieben werden. Mit dem Spatel wird sodann der Überschuß knapp abgestreift und die Ebonitzelle äußerlich noch sorgfältig abgeputzt.

Die die Bodenprobe enthaltende Ebonitzelle wird nun in die Wheatston'sche Brücke eingeschaltet und der Widerstand abgemessen. Es kommt selten vor, daß das Klappern in der Telefonmuschel

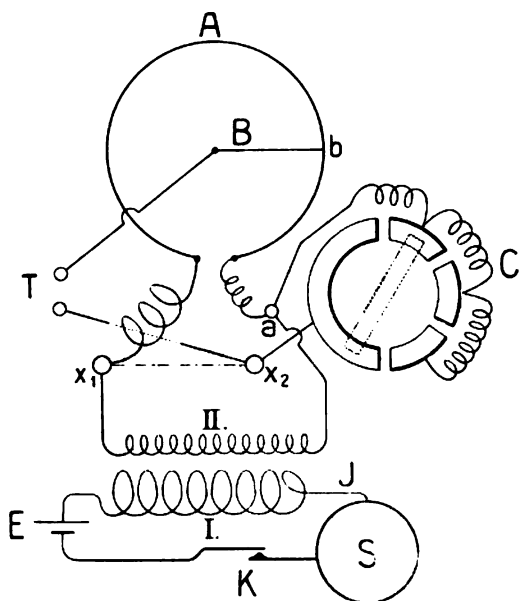


Fig. 2. Schema der für Bodenaufnahmen im freien Felde angepaßter Wheatston'sche Brücke.

$x_1, x_2, a, b$  sind die Punkte der Brücke, zwischen  $x_1, x_2$  wird die Ebonitzelle eingeschaltet ( $C, x_2-a$ ) ist der Vergleichswiderstand  $A, (x_1-b-a)$  der Meßdraht,  $B$  der darüber gleitende Contact. Zwischen  $x_1, b$  wird bei  $T$  der Telephone eingeschaltet, zwischen  $x_1, a$  ist  $I$  der Induktor,  $I$  ist dessen primäre,  $II$  die secundäre Spule,  $E$  = Element,  $S$  = Interruptor,  $K$  = Taster.

ganz aufhört. Man bestimmt nun an der Widerstandscala zwei Punkte in entgegengesetzter Richtung, wo eben die Intensität des Stromgeräusches gleich stark zu empfinden ist, und nimmt die Mitte zwischen den zwei Punkten als die richtige, dem Widerstand der

Bodenprobe entsprechende Angabe an. Der abgelesene Widerstand wird sodann auf die Normaltemperatur ( $60^{\circ}\text{F} = 15^{\circ}\text{C}$ ) reduziert, indem man die Temperatur in der Zelle bestimmt und mit Benützung der Temperaturtabelle den auf  $60^{\circ}\text{F}$  bezogenen Wert berechnet. Die Benützungsweise der Reductionstabelle wird am besten an einem Beispiel erläutert. Wenn man z. B.  $2\cdot585$  Ohm bei  $50\cdot5^{\circ}\text{F}$  ( $10\cdot5^{\circ}\text{C}$ ) abliest, so suchen wir in der Tabelle die abgelesene Temperatur und in der entsprechenden Linie finden wir die reduzierten Werte für

$2\cdot000$ Ohm	$1\cdot748$ Ohm
$500$ „	$437$ „
$80$ „	$70$ „
$5$ „	$4$ „

$$2\cdot585 \text{ Ohm bei } 50\cdot5^{\circ}\text{F} = 2\cdot259 \text{ Ohm bei } 60^{\circ}\text{F}$$

Aus den reduzierten Werten des elektrischen Widerstandes wird der Gesamtsalzgehalt des Bodens aus einer empirischen Tabelle mit annähernden Grenzwerten abgelesen. Für die strengen Szikböden hat Vortragender folgende empirische Tabelle festgestellt :

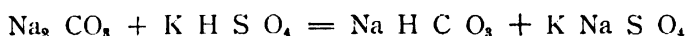
Elektr. Widerstand	Bodensalzmenge
Ohm ( $60^{\circ}\text{F}$ )	$\%$
$24\cdot0$	$2\cdot0$
$55\cdot0$	$1\cdot0$
$81\cdot5$	$0\cdot5$
$97\cdot5$	$0\cdot4$
$123\cdot0$	$0\cdot3$
$157\cdot0$	$0\cdot2$
$239\cdot5$	$0\cdot15$
$349\cdot5$	$0\cdot10$
$574\cdot5$	$0\cdot05$
$674\cdot5$	$0\cdot03$

Wie aus dieser Tabelle klar hervorgeht, ist die Bestimmung umso genauer, je geringer die Salzmenge im Boden ist. Aus den bisher gewonnenen Erfahrungen kann man die Szikböden nach ihren Gesamtsalzgehalt in folgende vier Klassen einreihen.

I. Klasse mit nicht mehr als	$0\cdot1 \%$	Gesamtsalzgehalt
II. „ „ „ „ „	$0\cdot1 - 0\cdot25\%$	„
III. „ „ „ „ „	$0\cdot25 - 0\cdot50\%$	„
IV. „ „ „ „ „	über $0\cdot50\%$	„

Da auf Böden, welche über 0.50% Gesamtsalzgehalt haben, eine landwirtschaftlich nützliche Flora nicht gedeiht, so können wir alle höheren Werte in eine Klasse einreihen. Dann kommen aber auch, was die praktische Bedeutung anbetrifft, die Ungenauigkeiten bei der Bestimmung zu salzreiche Böden nicht mehr zur Geltung.

Die Wirkung der wasserlöslichen Bodensalze auf die verschiedenen Pflanzen hängt nicht nur von der Gesamtmenge, sondern auch von der Qualität der Salze ab. Zur Bestimmung der einzelnen Salzmenngen werden titrimetrische Methoden angewendet. Zur Bestimmung der Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) wird eine  $\frac{1}{10}$  n. Lösung von  $\text{KH SO}_4$  und ein Phenolphthalein Indikator benützt. Die hier sich abspielende chemische Reaktion ist folgende:



$\text{Na}_2\text{CO}_3$  reagiert auf Phenolphthalein stark alkalisch, die Produkte der Reaktion aber beide neutral. Begnügt man sich einfach mit der Bestimmung von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  und dem Gesamtsalzgehalt, so wird der Inhalt der Ebonitzelle verlustlos in eine Porzelschale gespült und gleich titriert. Die rote Färbung mit Phenolphthalein ist so intensiv, daß man auch ohne vorherigem Filtrieren arbeiten kann. Die Ebonitzelle hat einen Inhalt von etwa 50 Ccm, welcher nach Bestimmungen des Vortragenden für die strengen Szikböden mit genügender Annäherung 45 g. trockener Bodenprobe entspricht. Die Werte der Titration werden sonach 45 g. trockenem Boden entsprechen und bequemlichkeitshalber werden die der  $\frac{1}{10}$  Normallösung entsprechenden Mengen  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  gleich für 100 g Boden in einer Tabelle zusammengefaßt.

Für die schädliche Wirkung der Soda im Boden hat Vortragender folgende Klassen aufgestellt:

I. Klasse mit nicht mehr als	0.05%	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
II.   "   "   "   "   "	0.05—0.10%	"
III.   "   "   "   "   "	0.10—0.20%	"
IV.   "   "   mehr   "	0.20%	"

Die beiden Klassifizierungen werden sodann zu einer vereinbarten Klasseneinteilung benützt, nach welcher die einzelnen Klassen wie folgt eingereiht werden:

		Gesamtsalzgehalt	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Gehalt
I. Klasse		I. Klasse	I. Klasse
II. A. "		II. "	I. "
		{ II. "	II. "
II. B. "		{ III. "	I. "
		{ III. "	II. "
III. A. "		{ II. "	III. "
		{ IV. "	I. "
		{ III. "	III. "
III. B. "		{ IV. "	II. "
		{ II. "	IV. "
		{ IV. "	III. "
IV. "		{ IV. "	IV. "
		{ III. "	IV. "

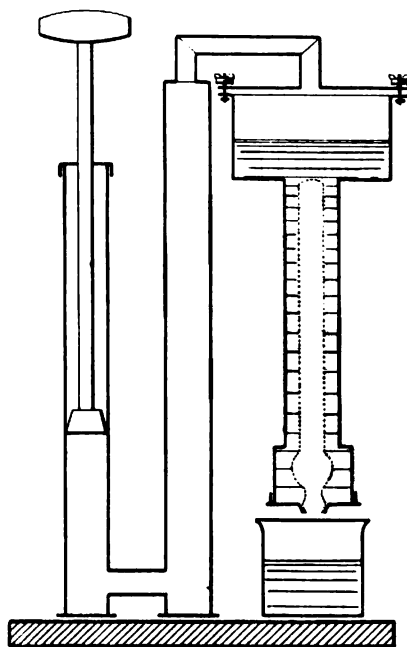


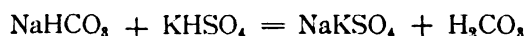
Fig. 3. Apparat zur Filtrierung der Bodenlösung.

Diese Klassifizierung der Szikböden nach dem Salzgehalte hat die praktische Bedeutung, daß wir nach dieser im Vorhinein beurteilen können, was für Pflanzen angebaut werden können oder wie weit die Salze noch auszulaugen sind.

Wo das NaCl in beträchtlicher Menge vorkommt, muß man natürlich auch dessen Menge bestimmen. Dazu wird die bekannte titrimetrische Methode mit  $\frac{1}{10}$  n Silbernitratlösung und Kaliumchromatlösung als Indikator benützt. Allein hier ist das Filtrieren der Bodenlösung nothwendig. Dazu kann man sich der Pasteur-Chamberlain Filtrierkerze mit Vorteil bedienen. Die Amerikaner haben sich dazu einen Filtrierapparat konstruirt, welcher die Bodenlösung unter Druck durch den Tonfilter preßt und die Arbeit sehr beschleunigt. Fig. 3 giebt die Konstruktion des amerikanischen Filtrierapparates an.

Die filtrierte Lösung wird zu 250 oder 500 cm ergänzt und je 100 resp. 200 cm<sup>3</sup> zur Bestimmung von Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> resp. NaCl benützt.

Wenn man noch die Hydrocarbonate bestimmen will, so kann man die Lösung welche zur Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Bestimmung gedient, mit Methylorange-Indikator versetzen und mit der  $\frac{1}{10}$  n KHSO<sub>4</sub>-Lösung weiter titrieren bis die Methylorange-Farbe auf Säure reagiert. Die hier ablaufende Reaktion kann durch folgender Gleichung widergegeben werden:



Endlich wird der Rest für Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> angenommen.

Somit kann man nicht nur die Gesamtmenge der wasserlöslichen Bodensalze, sondern auch die Menge der einzelnen wichtigsten Bodensalze annähernd bestimmen.

**Tabelle zur Reduction des gefundenen Bodenwiderstandes auf die einheitliche Temperatur 60°F=15.55°C**

F	C	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
32.0	0.0	625	1.250	1.875	2.500	3.125	3.750	4.375	5.000	5.625
5	3	632	1.265	1.897	2.530	3.163	3.795	4.425	5.059	5.691
33.0	5	640	1.280	1.920	2.560	3.200	3.840	4.480	5.120	5.760
5	8	647	1.290	1.941	2.588	3.235	3.883	4.530	5.177	5.824
34.0	1.1	653	1.306	1.959	2.612	3.265	3.918	4.571	5.224	5.877
5	4	660	1.320	1.980	2.640	3.300	3.960	4.620	5.280	5.940
35.0	7	668	1.336	2.004	2.672	3.340	4.008	4.676	5.344	6.012
5	9	675	1.350	2.025	2.700	3.375	4.050	4.725	5.400	6.075
36.0	2.2	683	1.366	2.049	2.732	3.415	4.098	4.781	5.464	6.147
5	5	690	1.380	2.070	2.760	3.450	4.140	4.830	5.520	6.210
37.0	8	698	1.396	2.094	2.792	3.490	4.188	4.886	5.584	6.282
5	3.0	704	1.408	2.112	2.816	3.520	4.224	4.928	5.632	6.336
38.0	3	711	1.422	2.133	2.844	3.555	4.266	4.977	5.688	6.399
5	6	717	1.434	2.151	2.868	3.585	4.302	5.019	5.736	6.453
39.0	9	723	1.446	2.169	2.892	3.615	4.338	5.061	5.784	6.507

F	C	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
5	4.2	729	1.458	2.187	2.916	3.645	4.374	5.103	5.832	6.561
40.0	4	735	1.470	2.205	2.940	3.675	4.410	5.145	5.880	6.616
5	7	742	1.484	2.226	2.968	3.710	4.452	5.194	5.936	6.678
41.0	5.0	750	1.500	2.250	3.000	3.750	4.500	5.250	6.000	6.750
5	3	757	1.514	2.271	3.028	3.785	4.542	5.299	6.056	6.813
42.0	5	763	1.526	2.289	3.052	3.815	4.578	5.341	6.104	6.867
5	8	770	1.540	2.310	3.080	3.850	4.620	5.390	6.160	6.930
43.0	6.1	776	1.552	2.328	3.104	3.880	4.656	5.432	6.208	6.984
5	4	782	1.564	2.346	3.128	3.910	4.692	5.474	6.256	7.038
44.0	7	788	1.576	2.364	3.152	3.940	4.728	5.516	6.304	7.092
5	9	794	1.588	2.382	3.176	3.970	4.764	5.558	6.352	7.146
45.0	7.2	800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	7.200
5	5	807	1.614	2.421	3.228	4.035	4.842	5.649	6.455	7.263
46.0	8	814	1.628	2.442	3.256	4.070	4.884	5.698	6.512	7.326
5	8.0	821	1.642	2.463	3.264	4.105	4.926	5.747	6.568	7.389
47.0	3	828	1.656	2.484	3.312	4.140	4.968	5.796	6.624	7.452
5	6	835	1.670	2.505	3.340	4.175	5.010	5.845	6.680	7.515
48.0	9	843	1.686	2.529	3.372	4.215	5.058	5.901	6.744	7.587
5	9.2	850	1.700	2.550	3.400	4.250	5.100	5.950	6.800	7.650
49.0	4	856	1.712	2.568	3.424	4.280	5.136	5.992	6.848	7.704
6	7	862	1.724	2.586	3.448	4.310	5.172	6.034	6.896	7.758
50.0	10.0	867	1.734	2.601	3.468	4.335	5.202	6.069	6.936	7.803
5	3	874	1.748	2.622	3.496	4.370	5.244	6.118	6.992	7.866
51.0	5	881	1.762	2.643	3.524	4.405	5.286	6.167	7.048	7.929
5	8	887	1.774	2.661	3.548	4.435	5.322	6.209	7.096	7.983
52.0	11.1	893	1.786	2.679	3.572	4.465	5.358	6.251	7.144	8.037
5	4	900	1.800	2.700	3.600	4.500	5.400	6.300	7.200	8.100
53.0	7	906	1.812	2.718	3.624	4.530	5.436	6.342	7.248	8.154
5	9	912	1.824	2.736	3.648	4.560	5.472	6.384	7.296	8.208
54.0	12.2	917	1.834	2.751	3.668	4.585	5.502	6.419	7.336	8.253
5	5	925	1.850	2.775	3.700	4.625	5.550	6.475	7.400	8.325
55.0	8	933	1.866	2.799	3.732	4.665	5.598	6.531	7.464	8.397
5	13.0	940	1.880	2.820	3.760	4.700	5.640	6.580	7.526	8.460
56.0	3	947	1.894	2.841	3.780	4.735	5.682	6.629	7.576	8.523
5	6	954	1.908	2.862	3.816	4.770	5.724	6.678	7.632	8.586
57.0	9	961	1.922	2.883	3.844	4.805	5.766	6.727	7.688	8.649
5	14.2	968	1.936	2.904	3.872	4.839	5.807	6.775	7.743	8.711
58.0	4	974	1.948	2.922	3.896	4.870	5.844	6.818	7.792	8.766
5	7	981	1.961	2.942	3.923	4.903	5.884	6.864	7.845	8.826
59.0	15.0	987	1.974	2.962	3.949	4.936	5.923	6.910	7.898	8.885
5	3	994	1.988	2.982	3.976	4.971	5.965	6.959	7.953	8.947
60.0	5	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
5	8	1.006	2.013	3.019	4.026	5.032	6.039	7.045	8.052	9.059
61.0	16.1	1.013	2.026	3.039	4.052	5.065	6.078	7.091	8.104	9.117
5	4	1.020	2.040	3.060	4.080	5.100	6.120	7.140	8.160	9.180
62.0	7	1.027	2.054	3.081	4.108	5.135	6.162	7.189	8.216	9.243
5	9	1.033	2.067	3.100	4.134	5.167	6.201	7.234	8.268	9.302
63.0	17.2	1.040	2.080	3.120	4.160	5.200	6.240	7.280	8.320	9.360
5	5	1.047	2.094	3.141	4.188	5.235	6.282	7.329	8.376	9.423
64.0	8	1.054	2.108	3.162	4.216	5.270	6.324	7.378	8.432	9.486
5	18.0	1.060	2.121	3.181	4.242	5.302	6.363	7.423	8.484	9.545
65.0	3	1.067	2.134	3.201	4.268	5.335	6.402	7.469	8.536	9.603
5	6	1.074	2.148	3.222	4.296	5.370	6.444	7.518	8.592	9.666
66.0	18.9	1.081	2.162	3.243	4.324	5.405	6.486	7.567	8.648	9.729

F	C	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
5	19.2	1.088	2.176	3.264	4.352	5.440	6.528	7.616	8.704	9.792
67.0	4	1.095	2.190	3.285	4.380	5.475	6.570	7.665	8.760	9.855
5	7	1.102	2.205	3.307	4.410	5.512	6.615	7.717	8.820	9.922
68.0	20.0	1.110	2.220	3.330	4.440	5.550	6.660	7.770	8.880	9.990
5	3	1.117	2.235	3.352	4.470	5.587	6.705	7.823	8.940	10.058
69.0	5	1.125	2.250	3.375	4.500	5.625	6.750	7.875	8.000	10.125
5	8	1.133	2.265	3.398	4.530	5.663	6.795	7.928	8.060	10.193
70.0	21.1	1.140	2.280	3.420	4.560	5.700	6.840	7.980	9.120	10.260
5	4	1.147	2.295	3.442	4.590	5.737	6.885	8.032	9.180	10.327
71.0	7	1.155	2.310	3.465	4.620	5.775	6.930	8.085	9.240	10.395
5	9	1.162	2.325	3.487	4.650	5.812	6.975	8.137	9.300	10.462
72.0	22.2	1.170	2.340	3.510	4.680	5.850	7.028	8.190	9.360	10.530
5	5	1.177	2.355	3.532	4.710	5.887	7.065	8.242	9.420	10.597
73.0	8	1.185	2.370	3.555	4.740	5.925	7.110	8.295	9.480	10.665
5	23.0	1.193	2.386	3.579	4.772	5.965	7.158	8.351	9.544	10.737
74.0	3	1.201	2.402	3.603	4.804	6.005	7.206	8.407	9.608	10.809
5	6	1.208	2.416	3.624	4.832	6.040	7.248	8.456	9.664	10.872
75.0	9	1.215	2.430	3.645	4.860	6.075	7.290	8.505	9.720	10.935
5	24.2	1.222	2.445	3.667	4.890	6.112	7.335	8.557	9.780	11.002
76.0	4	1.230	2.460	3.690	4.920	6.158	7.380	8.610	9.840	11.070
5	7	1.237	2.475	3.712	4.950	6.187	7.425	8.662	9.900	11.137
77.0	25.0	1.245	2.490	3.735	4.980	6.225	7.470	8.715	9.960	11.205
5	3	1.253	2.506	3.759	5.012	6.265	7.518	8.771	10.024	11.277
78.0	5	1.261	2.522	3.783	5.044	6.305	7.566	8.827	10.088	11.349
5	8	1.269	2.538	3.807	5.076	6.345	7.614	8.883	10.152	11.421
79.0	26.1	1.277	2.554	3.831	5.108	6.385	7.662	8.939	10.216	11.493
5	4	1.285	2.576	3.856	5.142	6.427	7.713	8.998	10.284	11.569
80.0	7	1.294	2.598	3.882	5.176	6.470	7.754	9.058	10.352	11.646
5	9	1.302	2.609	3.906	5.208	6.510	7.812	9.114	10.416	11.718
81.0	27.2	1.310	2.620	3.930	5.240	6.550	7.860	9.170	10.480	11.790
5	5	1.318	2.637	3.955	5.270	6.592	7.911	9.229	10.546	11.866
82.0	8	1.327	2.654	3.981	5.308	6.635	7.962	9.289	10.616	11.943
5	28.0	1.335	2.670	4.005	5.340	6.675	8.010	9.345	10.680	12.015
83.0	3	1.343	2.686	4.029	5.372	6.715	8.058	9.401	10.744	12.087
5	6	1.351	2.702	4.053	5.404	6.755	8.106	9.457	10.808	12.159
84.0	9	1.359	2.718	4.077	5.436	6.795	8.154	9.513	10.872	12.231
5	29.2	1.367	2.735	4.102	5.470	6.837	8.205	9.572	10.940	12.307
85.0	4	1.376	2.752	4.128	5.504	6.880	8.256	9.632	11.008	12.384
5	7	1.385	2.769	4.153	5.538	6.922	8.307	9.691	11.076	12.460
86.0	30.0	1.393	2.786	4.179	5.572	6.965	8.358	9.751	11.144	12.537
5	3	1.401	2.802	4.203	5.604	7.005	8.406	9.807	11.208	12.609
87.0	5	1.409	2.818	4.227	5.636	7.045	8.454	9.863	11.272	12.681
5	8	1.418	2.836	4.254	5.672	7.090	8.508	9.931	11.344	12.762
88.0	31.1	1.427	2.854	4.281	5.708	7.135	8.562	9.989	11.416	12.843
5	4	1.435	2.870	4.305	5.740	7.175	8.610	10.040	11.480	12.915
89.0	7	1.443	2.886	4.329	5.772	7.215	8.658	10.091	11.544	12.987
5	9	1.451	2.903	4.354	5.806	7.257	8.709	10.155	11.612	13.063
90.0	32.2	1.460	2.920	4.380	5.840	7.300	8.760	10.220	11.680	13.140
5	5	1.468	2.937	4.405	5.874	7.342	8.811	10.279	11.748	13.216
91.0	8	1.477	2.954	4.431	5.908	7.385	8.862	10.339	11.816	13.293
5	33.0	1.486	2.972	4.458	5.944	7.430	8.916	10.402	11.888	13.374
92.0	3	1.495	2.990	4.485	5.980	7.475	8.970	10.465	11.960	13.455
5	6	1.504	3.008	4.512	6.016	7.520	9.024	10.528	12.032	13.536
93.0	9	1.513	3.026	4.539	6.052	7.565	9.078	10.591	12.104	13.617

F	C	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
5	34.2	1.522	3.035	4.567	6.090	7.612	9.135	10.657	12.180	13.702
94.0	4	1.532	3.064	4.596	6.128	7.660	9.192	10.724	12.256	13.788
5	7	1.541	3.083	4.624	6.166	7.707	9.249	10.790	12.332	13.873
95.0	35.0	1.551	3.102	4.653	6.204	7.755	9.306	10.857	12.408	13.959
5	3	1.560	3.121	4.681	6.242	7.802	9.363	10.923	12.484	14.040
96.0	5	1.570	3.140	4.710	6.280	7.850	9.420	10.990	12.560	14.130
5	8	1.580	3.160	4.740	6.320	7.900	9.480	11.060	12.640	14.220
97.0	36.1	1.590	3.180	4.770	6.360	7.950	9.540	11.130	12.720	14.310
5	4	1.600	3.201	4.801	6.402	8.002	9.603	11.203	12.804	14.404
98.0	7	1.611	3.222	4.833	6.444	8.055	9.666	11.277	12.888	14.499
5	9	1.620	3.240	4.860	6.480	8.100	9.720	11.277	12.960	14.580
99.0	37.2	1.629	3.258	4.887	6.516	8.145	9.774	11.403	13.032	14.661

---



## 16. Die ampelogeologische Kartierung.

Von D. v. Dicity, Budapest.

Nach der im großen Maßstabe rasch durchgeführten Vertilgung der Reblaus in Ungarn ergab sich, infolge der Naturverhältnisse des Landes, alsbald die Notwendigkeit, bei der Feststellung der Werte, welche die natürlichen Faktoren für den Weinbau haben, einheitlich, nach gewissen Direktiven vorzugehen, um bei der Rekonstruktion der Weingärten auf Erfolg rechnen zu können.

Ungarns Böden konnten nämlich die Bedingungen, welche von den neueren Rebenpflanzungsarten, insbesondere von den Veredlungen auf amerikanischen Unterlagen zu ihrem gesunden Gedeihen erfordert werden, im Allgemeinen nicht bieten, so daß die mühevollen und intensive Arbeit der neuen Pflanzungen in einigen Gegenden während der Zeit der ersten Versuche nur mit geringem Erfolg gekrönt wurde.

Der bedeutende und allgemeine Rückfall der neuen Anpflanzungen (besonders in den Kalk- und Dolomitgebieten) erforderte weitläufige, zielbewußte Untersuchungen, die, bei der großen Wichtigkeit der Weinkultur für Ungarn, das Einschreiten und die Unterstützung des Staates notwendig machten.

Die Aufgabe, deren Ziel die Rekonstruktion der verwüsteten Weingärten auf möglichst sicherer Grundlage war, bestand demnach zunächst in der allgemeinen Erforschung der beiden Grundbedingungen des Anbaues, d. i. des Bodens und des Klimas.

Was die meteorologischen Verhältnisse betrifft, so läßt das Klima in den für den Weinbau in Betracht kommenden Gegenden Ungarns kaum etwas zu wünschen übrig. In keinem der nach den neueren Methoden rekonstruierten Weingebiete stößt man auf das Hinderniß, daß die Trauben der neuen Anpflanzungen infolge des Mangels an der nötigen jährlichen Sonnenwärme nicht zur Reife kommen könnten.

Anders verhält er sich mit den Bodenverhältnissen.

Die Böden sämtlicher Weingegenden Ungarns bestehen aus

den Verwitterungsprodukten von etwa 20 Gesteinsarten; aber die Böden, die aus diesen zwanzigerlei Grundlagen hervorgehen weisen, vom Standpunkte der Weinkultur betrachtet, eine noch viel größere Mannigfaltigkeit auf. Es dürfte kaum fehlgegangen sein, wenn man behauptet, daß 50 % des Bodenmaterials der dreimalhunderttausend Hektar umfaßenden Weinbauareale aus Verwitterungsprodukten von Kalkstein, Dolomit, Mergel, Löß, kalkigen Ton und kalkigen Sandstein besteht, woraus erhellt, daß die bodenkundliche Durchforschung dieser Gegenden eben im Interesse der verbreitetsten Erneuerungsmethode, nämlich der Veredlung auf amerikanischen Unterlagen, notwendig wurde. Zum Ziel führende Methoden ausfindig zu machen und die beim Anbau zu befolgenden Grundsätze festzustellen, hieß in jenen Gegenden die Existenzbedingungen der Bevölkerung sichern, die auf den Weinbau angewiesen ist.

So steckte sich denn der jüngste Zweig der Geologie, die Agrogeologie, im Dienste der so überaus wichtigen Weinkultur, unbedingt praktische Zwecke zum Ziel, und so entstand, nun schon seit 10 Jahren, in Ungarn die spezielle Bodenkunde des Weinbaues, oder sagen wir kurz: die *Ampelogeologie*.

Mit Rücksicht auf die angedeuteten Verhältnisse wurde im Jahre 1899 von Seite des kön. ung. Ackerbauministeriums die Bodenuntersuchung und Kartierung in den bedeutendsten Weingegenden, welche kritische Bodenverhältnisse aufweisen, angeordnet.

Diese Aufnahmen wurden in den ersten Jahren von den Agrogeologen der kön. ung. geologischen Reichsanstalt, streng auf geologischer Grundlage, jedoch nach wenig einheitlichen Methoden durchgeführt. Die Karten wurden im Maßstab von 1:25000 angefertigt. Die denselben beigegebenen Erläuterungen ließen aber die praktischen Erfordernisse ziemlich außer Acht und machten es dem Praktiker schwer, wenn nicht unmöglich, die geologischen Angaben der Karten zu Direktiven seiner Aufgabe zu verwerten. Diese Karten beschränkten sich nämlich hauptsächlich auf die präzise Ausscheidung der Formationen nach ihrem geologischen Alter, wenngleich sie auch die oberflächliche Schicht, den Boden, bezeichnen und eventuell Schichtenprofile desselben geben.

Eine nach dieser Methode verfertigte Karte müßte natürlich, falls sie brauchbar werden sollte, noch durch eingehende und genaue Beschreibungen ergänzt werden, da die rein geologische, auf der Zeitfolge fußende Darstellung unmittelbar keinerlei Anhaltspunkt von praktischer Bedeutung geben kann. Meiner Ansicht nach ist aber die

Ausscheidung nach geologischen Systemen für die unmittelbar praktischen Ziele, welche sich die Ampelogeologie vorzustecken hat, überhaupt von keinerlei Bedeutung. Hier muß man sich von vorn herein auf eine andere Basis stellen, und um den richtigen Weg einzuschlagen, halte ich es für das zweckmäßigste, hierbei zunächst *von den Vegetationsverhältnissen des Weinstockes auszugehen*, zu untersuchen, welche Anforderungen derselbe bei den neuen Anpflanzungsmethoden an den Boden stellt, welche Eigenschaften des letzteren dabei in Betracht kommen, um dann diese, soweit es tunlich ist, auf der Karte zum Ausdruck zu bringen.

Es giebt zwei neue Methoden, die bei der Anpflanzung der zu erneuernden Weinkulturen zu europäischer Bedeutung gelangt sind, u. z.

1. Die Anpflanzung von *Vitis vinifera* in Verbindung mit dem Kulturalverfahren mittelst Kohlendisulfid,
2. die Anpflanzung von Veredlungen auf Unterlagen von amerikanischen Vitisarten.

Die Möglichkeit der praktischen Durchführung der Anpflanzung in Verbindung mit Kulturalverfahren wird einerseits durch die Witterung, genauer durch die periodische Verteilung und Menge der Niederschläge, sowie durch die Umstände der mechanischen Durchführbarkeit des Verfahrens, anderseits aber durch die physikalische Zusammensetzung des Bodens, als Kriterium der erfolgreichen Anwendbarkeit des Verfahrens, bestimmt.

Bei Veredlungen auf amerikanischen Unterlagen sind aber, nebst der nötigen jährlichen Wärmemenge, je nach den Bodenbedürfnissen der verschiedenen amerikanischen Vitisarten, die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens entscheidend.

Bei der ampelogeologischen Aufnahme einer Gegend muß die, detaillirte Untersuchung immer von den Bodenverhältnissen ausgehen, allein immer mit Rücksicht auf die Vegetationsbedingungen des Weinstockes. Auf welcher Grundlage muß also eine solche Aufnahme, die sozusagen die kurzgefaßte Darstellung des Bodens auf der Karte sein soll, der praktischen Brauchbarkeit entsprechend verfertigt werden?

Sowohl bei der auf eigenem Fuß stehenden *Vitis vinifera*, als auch bei den auf amerikanische Unterlagen gepfropften *Vinifera*-stöcken, gliedert sich der Boden, in dem sich die unterirdischen Vegetationsorgane entwickeln, bei entsprechend intensiver Bearbeitung, der Anordnung des Wurzelsystems nach in drei Teile.

Von der Oberfläche des Bodens an gerechnet bis zu einer Tiefe von etwa 20—25 cm. befinden sich unter normalen Verhältnissen keine Wurzeln.

Von 25 cm. bis 40—50 cm. treibt der Stock den größten Teil seiner Wurzeln.

Von 50 cm. an abwärts sind nur sehr wenig Wurzeln vorhanden und unter 80 cm. fehlen dieselben gewöhnlich ganz.

Gerade auf Grund dieser Erscheinung, die mir die Erfahrung meiner durch 8 Jahre fortgesetzten Weinbodenaufnahmen bekräftigt hat, kann die Kulturschicht des Weinstockes in Ungarn nicht über 1 m. mächtig angenommen werden. Natürlich will damit nicht gesagt sein, daß der Weinstock unbedingt eine Erdschicht von 80—100 cm. benötigt. Es kann ja überall beobachtet werden, daß über schwer verwitternden und zerfallenden Gesteinen auch schon eine Bodenschicht von 40—45 cm. Mächtigkeit genügt.

Auf Grund reicher Erfahrungen ist es nunmehr erwiesen, daß die Wirkung der drei, durch das Wurzelwerk des Weinstockes bezeichneten Schichten auf die Vegetation nicht gleichwertig ist. Die Hauptrolle fällt natürlich der den größten Teil der Wurzeln umgebenden Erdschicht zu. Es ist dies keine Hypothese mehr, sondern eine dermaßen erwiesene Tatsache, daß die überwiegende Bedeutung der die Wurzelzone einschließenden Erdschicht bei den Anpflanzungen als Grundlage der präventiven Schutzmaßregeln tatsächlich angenommen werden konnte. Diesbezüglich, sowie betreffs der Rolle der drei Bodenschichten überhaupt, kann man bei den ungarischen Weinanpflanzungen, besonders bei den Veredlungen, auf Schritt und Tritt Beispiele antreffen.

Die 1 m. mächtige Vegetationsschicht wird in vielen Fällen nicht durch eine gänzlich homogene Bodenart gebildet, sondern umfaßt oft auch 3 physikalisch und chemisch verschiedene Schichten. Sehr oft kommt es sogar vor, daß Bodenarten übereinander lagern, die auf die Veredlungen entgegengesetzte Wirkungen ausüben können. z. B. können über roten Ton mit sehr geringem Kalkgehalt (was für die amerikanischen Vitisarten günstig ist) kalkreiche (also denselben schädliche) Schichten liegen.

Aus allen diesem geht unzweifelhaft hervor, daß:

1. vom Standpunkte der Weinanpflanzung aus die Kenntnis der oberflächlichen Bodenschicht allein nicht genügt;

2. daß in der 1 m. mächtigen Vegetationsschicht die Qualität der in der Wurzelzone befindlichen Bodenschicht ausschlaggebend

ist, daß also gerade die Kenntnis der tiefern Schichten von Wichtigkeit ist.

Die Ausscheidung der oberflächlichen Bodenschicht auf den Bodenkarten ist nicht bloß ungenügend, sondern führt sogar, wenn man sich bei Weinanpflanzungen ausschließlich nach derselben richtet (wie schon oft geschehen) leicht zu den größten Enttäuschungen. Es genügt auf das oben erwähnte Beispiel hinzuweisen, nach welchem sich unter einer 10—20 cm. mächtigen Decke von kalkfreien roten Ton oft eine 30—40% Kalk enthaltende (für amerikanische Vitisarten sehr schädliche) Bodenschicht befindet, um zu begreifen, daß die Kenntnis der ganzen Vegetationsschicht unerlässlich ist.

Wie müssen nun die Bodenarten dieser Vegetationsschicht zum Ausdruck gebracht werden? und wie soll eine Karte von allgemeinem Wert, die diese Schichtung darstellen soll, beschaffen sein?

Bis auf eine Tiefe von 1 m. läßt sich die Bodenschichtung mit Hilfe des von den Agrogeologen gebrauchten Bodenbohrers leicht und rasch feststellen. Jedoch können die Ergebnisse solcher Bohrungen hinsichtlich der Weinstockpflanzungen nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Es ist nämlich bekannt, daß besonders auf unebenem Terrain die Schichtung des Bodens auf ein und demselben Grundgestein auf Schritt und Tritt wechselt. Bei ganz einförmigen Oberboden und auf dem gleichen Gesteinsgrund kann die Bodenschichtung sehr verschieden sein. Ein gutes Beispiel bieten die auf der Oberfläche der Kalksteine aus der Verwitterung derselben hervorgehenden kalkarmen oder ganz kalkfreien roten Tone. Einmal ist dieser rote Ton 10 cm., ein andermal 50 cm. mächtig, und dabei liegt derselbe auf dem kalkreichen ursprünglichen Verwitterungsprodukt des Kalkgesteines. In letzterem Falle gedeiht vielleicht auch die empfindlichste amerikanische Vitis, die *Riparia Gloire de Montpellier*, während im ersteren Falle vielleicht auch die den Kalk am besten vertragenden Sorten zugrunde gehen würden. Es muß also bekannt sein, wie die Tiefe der verschiedenen wirkenden Schichten wechselt. Unzweifelhaft kann dieses festgestellt werden, doch entspricht eine so eingehende Arbeit den praktischen Erfordernissen kaum, da sie viel zu viel Zeit und Mühe in Anspruch nehmen würde. Die Aufnahme eines nur einige km<sup>2</sup> großen Weingebietes würde, auf solche Weise durchgeführt, Jahrzehnte lang dauern, ihr praktischer Wert ist also gleich Null.

Bei der allgemeinen Darstellung der Schichtung auf der Karte

kann man sich also verständigerweise nicht auf diese schrittweisen Änderungen der Schichtung entstrecken wollen.

Die verschiedenen Böden stehen aber mit ihrem Grundgestein in engem stofflichen Zusammenhang. Es ist zwar bekannt, daß man aus der mineralogischen Zusammensetzung, ja sogar aus der chemischen Analyse eines Gesteines nicht ohneweiters auf das an seiner Oberfläche entstandene Verwitterungsprodukt schließen kann, da die hauptsächlich chemische Umwandlung vielfach von den äusseren Umständen abhängig ist. Ob auf einem reinen Kalkstein kalkiger oder ganz kalkfreier Boden entsteht, hängt z. B. ganz von diesen Umständen ab. Während nun für die meisten landwirtschaftlichen Pflanzen die oberste Bodenschicht die größte Bedeutung hat, ist für das Fortkommen der Rebe die tiefere Schicht maßgebend. Diese aber steht, wofern die ganze Bodenbildung aus einem einheitlichen Prozeß hervorgegangen ist, d. i. wenn der ganze Boden aus dem Grundgestein stammt, mit dem Grundgestein immer noch in mineralogischer und chemischer Beziehung.

Betrachten wir nämlich den an Ort und Stelle über seinem Grundgestein gebildeten Boden, so können wir darin im Allgemeinen zwei Teile unterscheiden. Der an der Oberfläche liegende Teil weist deutliche Spuren der Einwirkung der Atmosphärien sowie des Pflanzen- und Tierlebens auf (z. B. die färbende Wirkung des Humus und der Eisenverbindungen, Verlieren des Kalkgehaltes usw.) Diese äusseren Einwirkungen dringen nur bis zu einer gewissen Tiefe hinab; darunter aber folgt jene Erdschicht, welche von äusseren Einwirkungen mehr oder weniger geschützt ist, weshalb sie dem Grundgestein in chemischer Beziehung viel ähnlicher bleibt. Die Ähnlichkeit wird umso größer, je mehr man sich dem Grundgesteine nähert, auf dessen Oberfläche man eine kaum verwittrte Schicht antrifft. Diese Unterscheidung der transformierten Schicht von der intakten läßt sich überall, selbst bei nur 10–20 cm. Bodenschichten, machen.

Da die intakte Schicht mit dem Muttergesteine in chemischer Beziehung nahe verwandt ist, und da diese Verwitterung der gleichartigen Gesteine nahezu das gleiche Produkt liefert, kann hinsichtlich der Praxis mit Recht behauptet werden, daß die intakte Schicht über Gesteinen von gleicher Zusammensetzung in ihren Haupteigenschaften, soweit diese für die Weinkultur in Betracht kommen, überall dieselbe ist.

Hieraus folgt nun, daß die Schichtenfolge eines Bodens über

ein- und demselben Gesteine bei übereinstimmenden Verwitterungsvorgang gleichmässig ist, sowie daß jedes Gestein innerhalb gewisser Regionen seinen eigenen ursprünglichen Bodentypus besitzt, welcher sich nur in seiner oberen Schicht unter Einwirkung lokaler Faktoren mehr oder weniger verändert und von dem ursprünglichen Verwitterungsprodukte abweicht. Die Veränderung der oberflächlichen Schicht reicht, wie bemerkt, nur bis zu einer gewissen Grenze; das ursprüngliche Verwitterungsprodukt kann also, wie sehr sich auch der Oberboden verändert haben mag, in einiger Tiefe immer angetroffen werden. Zwischen beiden Teilen der Bodenschichtung giebt es stufenweise Übergänge. Daher kann man durch präzise Bezeichnung der Oberfläche und des Grundgesteines die Schichtung ziemlich wahrheitsgetreu ausdrücken. Wenn z. B. bekannt ist, daß die oberflächliche Schicht aus kalkfreiem roten Ton besteht, das Grundgestein aber ein Kalkstein ist, so ist schon von vornhinein in einer gewissen Tiefe das intakte (nicht entkalkte) Verwitterungsprodukt des Kalksteines zu erwarten. In diesem Falle wird man also auch mit einer kalkreicheren Schicht zu rechnen haben.

Meiner Ansicht nach darf sich die ampelogeologische Kartierung nur auf die lithologische Unterscheidung stützen. Es können zwar Ausnahmefälle vorkommen, wo die allgemeine Regel nicht zu stimmen scheint; es kann z. B. vorkommen, daß sich über einem kalkfreien Gestein eine oberflächliche Schicht mit Kalkgehalt befindet. In solchen Fällen hat man es jedoch mit einer engbegrenzten lokalen Anreicherung zu tun, deren Abstammung aus der Gesteinsbezeichnung der Umgebung sofort zu erkennen ist, wie dies weiter unten noch besprochen wird.

Im Allgemeinen aber bewährt sich die Regel vortrefflich. Der über vulkanischen, kalkfreien Gesteinen lagernde, aus denselben hervorgegangene Boden ist meist kalkfrei oder enthält doch nur so viel Kalk, daß diese geringe Menge bei der Weinkultur nicht in Berücksichtigung kommt. Ebenso befindet sich über kalkigen Gesteinen, sei die oberflächliche entkalkte Schicht auch noch so tief, immer eine kalkige Bodenschicht. Wenigstens traf ich bei meinen, nun schon acht Jahre hindurch fortgesetzten Untersuchungen auf keinen einzigen Fall, in welchem dieser Übergang vom ursprünglichen Gestein zum Oberboden nicht mindestens in seinen Hauptzügen nachzuweisen gewesen wäre.

Dieses allgemeine Schema der Schichtung des Bodens erfordert es, daß die Aufnahme einer Gegend sowie auch die Ver-

gleichung von Aufnahmen mehrerer Gegenden auf petrographischer Grundlage erfolge. Die annähernde Ähnlichkeit der auf gleichen Gesteinen auflagernden und aus diesen hervorgegangenen Böden gestattet aber praktische Folgerungen. Die mineralogische Beschaffenheit der Grundgesteine ist demnach der Ausgangspunkt der ampelogeologischen Kartierung. Es muß also bei dieser sowohl die oberflächliche Bodenschicht angegeben als auch der substanzielle Charakter des Grundgesteines mit dessen petrographischen Namen ausgedrückt werden.

Welchen Nutzen bringt nun eine so verfertigte Karte der Weinanpflanzung?

Es ist erwiesen, daß die amerikanischen Vitissorten gegen den Kalkgehalt des Bodens, freilich in verschiedenem Maße je nach den Sorten, empfindlich sind. Bei der Rekonstruierung mittelst amerikanischen Unterlagen ist also die Frage des Kalkgehaltes von Bedeutung.

Liefert nun die auf petrographischer Grundlage verfertigte Karte disbezüglich Anhaltspunkte? Jawohl!

Es ist schon aus dem Vorgehenden ersichtlich, daß der Boden über einem kalkfreien Gestein im Allgemeinen frei von Kalziumkarbonat, der Boden eines kalkigen Gesteines, wenigstens in seinem tieferen Teile, immer kalkhältig ist. Auf einem Gebiete, wo die Karte nur kalkfreie Gesteine verzeichnet, ist also der Kalkgehalt im Boden nicht zu befürchten. Ein vortreffliches Beispiel hierfür liefern die Gegenden von Tokaj-Hegyalja und Arad-Ménés in denen kalkige Gesteine gänzlich fehlen und wo die Erneuerung der Weingärten auf der gegen Kalk sehr empfindlichen Unterlagsorte: *Riparia portalis* ohne Anstand erfolgen konnte. Auf Kalkstein- und Dolomitgebieten war hingegen die Rekonstruktion eben infolge des Kalkgehaltes im Untergrunde, auch wenn die Oberfläche kalkfrei war, eine sehr langwierige und mühevollen Arbeit; so in der Gegend von Pécs und längs des Palatonsees. Die Bezeichnung des Gesteinmaterials ist also tatsächlich von praktischer Bedeutung.

Ebenso gestaltet sich die Frage hinsichtlich der Möglichkeit der mit Kulturalverfahren verbundenen Anlage. Das Kulturalverfahren kann weder auf allzu strengem Ton, noch auf allzu losem Sand, weder auf sehr steinigem, noch auf allzu seichtem Boden durchgeführt werden. Auch hier ist die Bezeichnung der Oberfläche und des Grundgesteines ausschlaggebend. Wenn z. B. die Oberfläche als Lehm, das Grundgestein aber als Löß bezeichnet wird,



so geht daraus hervor, daß dem Kulturalverfahren nichts im Wege steht. Wenn aber die Oberfläche sowohl als das Grundgestein aus Ton besteht, so ist etwa eine allzu große Bindigkeit zu befürchten. Ebenso ist bei sehr steinigem Boden vorauszusehen, daß die Gesteinstrümmer und die Seichtheit des Bodens die Anwendung des Kohlendisulfids nicht zulassen werden.

Die Einzeichnung der oberflächlichen Schichte und des Grundgesteines auf der Karte ist also auch für das Kulturalverfahren von praktischem Wert.

Nachdem wir nun als Grundlage der ampelogeologischen Kartierung die Bezeichnung des Oberbodens und des Untergrundes erkannt haben, soll noch untersucht werden, wie dieselbe auf der Karte einfach und klar zum Ausdruck gebracht werden kann.

Vor Allem muß bestimmt werden, worauf man beim Kartieren aufmerksam sein soll.

Bei der Verwendung von Kohlendisulfid ist, wie wir gesehen haben, die Bindigkeit, die Tiefe des Bodens und etwa der Steinschutt zu berücksichtigen, wogegen die chemische Zusammensetzung belanglos ist. Es ist z. B. ganz einerlei, ob der bei der amerikanischen Kultur so wichtige Kalkgehalt 10 oder 40% beträgt. Ebenso ist es ganz gleichgültig, ob die Gesteinstrümmer, welche dem Kulturverfahren im Wege stehen, von Kalkstein, hartem Sandstein oder irgend einem vulkanischem Gestein herrühren. Daher ist die petrographische Bezeichnung vom Standpunkte des Kulturalverfahrens vollkommen überflüssig, da es dem praktischen Zwecke vollkommen genügt, wenn das Vorhandensein von Felsen einfach angedeutet wird. Hingegen ist bei den erdigen Grundgesteinen, z. B. bei Sand, Ton oder Löß auch die Bezeichnung des Materials wichtig. Während nämlich z. B. der Löß für die Anwendung des Kohlendisulfids geradezu ideale Eigenschaften besitzt, sind viele bindige Tone diesem Verfahren ungünstig.

Für die Veredlungen auf amerikanischen Unterlagen ist aber die petrographische Unterscheidung von großer Wichtigkeit. Wegen den positiven und negativen Ansprüchen, welche die amerikanischen Vitisarten an den chemischen Charakter ihres Bodens stellen, z. B. in Bezug auf den möglichst geringen Gehalt an kohlensaurem Kalk, ist die Bezeichnung des Gesteinsmaterials unvermeidlich.

Das Grundgestein muß also in solcher Weise bezeichnet werden, daß daraus auf die chemische Zusammensetzung desselben mindestens im großen Ganzen, sichere Schlüsse gezogen werden können.

Es genügt also beispielsweise nicht ein Gestein einfach als Sandstein zu bezeichnen, es muß auch hervorgehoben werden, ob dieser ein kalkiger oder ein kalkfreier Sandstein ist.

Eine Unterscheidung der eruptiven Gesteine nach ihrer geologischen Stellung ist nicht nötig; hingegen ist es zweckdienlicher, dieselben nach ihrer vorwaltenden mineralogischen Zusammensetzung zu unterscheiden. Will man aber gründlicher vorgehen, so mag man von Fall zu Fall anmerken, ob das Gestein kalkhaltig oder kalkfrei ist, obzwar die feldspatreichen Silikatgesteine ursprünglich niemals kohleisuren Kalk enthalten und der Kalkgehalt überhaupt immer gering ist, so daß das ursprüngliche Verwitterungsprodukt derselben unmöglich als kalkreich betrachtet werden kann. Bei solchen Gesteinen ist also die Bezeichnung „kalkfrei“ überflüssig, ebenso wie es andererseits überflüssig wäre einen Kalkstein noch näher als kalkreich zu bezeichnen. Bei jenen Gesteinen aber, die sowohl kalkhaltig als kalkfrei sein können, muß dieser Unterschied stets hervorgehoben werden.

Die Bezeichnung der Struktur des Gesteines, ob dicht, erdig, porös, tuffartig u. s. w., ist zwar nicht unumgänglich nötig, doch gibt sie oft Gelegenheit zu genaueren Folgerungen. Es kann z. B., nach den Erfahrungen in Ungarn, gesagt werden, daß die porösen, locker gefügten Kalksteine unter gleichen Umständen einen viel kalkreicheren Boden liefern als dichte Kalksteine. Dafür spricht auch die Praxis, der gemäß es hier auf dichten kristallinen Kalken manche ausgezeichnete Riparia-Kulturen gibt, wogegen die Kulturen auf porösem Kalk nur kümmerlich gedeihen oder wohl auch ganz eingehen. Die Bezeichnung der Gesteinsstruktur kann uns demnach auch praktische Winke geben.

Ebenso ist es bei Tiefengesteinen, z. B. Granit, von Wichtigkeit zu wissen, ob das Gestein fest oder mürbe ist. Bei Kovaszincz, im Hegyes-Drocsa-Gebirge, kann der Wein auch im Granitgrus angepflanzt werden, da die Verwitterung des Gesteines außerordentlich schnell vor sich geht.

Schließlich ist es gut, auch die Farbe des Gesteines zu bezeichnen; denn auch diese hat oft Bezug auf chemische Eigenschaften, die in der Praxis berücksichtigt werden sollen, wie wir weiterhin sehen werden.

Die Gesteine werden also auf der Karte bezeichnet:

1. nach dem Kalkgehalt,
2. nach der allgemeinen mineralogischen Zusammensetzung,

3. nach der Struktur,

4. nach der Farbe.

So können z. B. roter, dichter Sandstein und blätteriger erdiger, grünlichgelber kalkiger Sandschiefer, oder dichter schwarzer Andesit und poröser grauer Andesittuff neben einander vorkommen.

Eine derartige Bezeichnung der Gesteine läßt innerhalb einer Region bis zu einem gewissen Grade auch Schlüsse auf die chemische Beschaffenheit der Böden zu. In Ungarn läßt sich überall feststellen, daß die Böden, welche aus an Alkalisilikaten und Phosphorsäure reichen Gesteinen entstehen, immer mehr Pflanzennährsalze enthalten, als die Verwitterungsprodukte anderer Gesteine. Natürlich gilt dies nur für kleine Gebiete, sozusagen für selbstständige meteorologische Zonen, während in entfernteren Gebieten, die eine andere Vergangenheit und Gegenwart haben, allenfalls auch der Kalkstein einen so reichen Boden gibt, als der phosphorreiche Basalt oder der kalireiche Trachyt.

Diesbezügliche Beispiele sind in mehreren Weingegenden Ungarns anzutreffen. So gedeiht der Wein in dem an und für sich armen, aus einem Gemenge von pontischem Sand mit Löß bestehenden Boden auf den Abhängen der Berge Badacsony und Szentgyörgy prächtig, weil von den aus Basalt aufgebauten Berggipfeln viele wichtige Nährsubstanzen durch die Niederschläge hineingewaschen werden. Umso mehr dürfen wir erwarten, daß ein Gebiet, wo die Bildung der Nährstoffe aus dem Grundgestein beständig vor sich geht, daran auch reicher ist.

Gewiß ist also die Bezeichnung der mineralogischen Zusammensetzung des Gesteines eines kleineren Gebietes bei Vergleichung mit den Böden anderer Gebiete von praktischer Wichtigkeit. Deshalb muß auch bei der Kartierung auf die chemische Zusammensetzung Rücksicht genommen werden und ebenso der Unterschied zwischen Gesteinen ein und derselben Gruppe beachtet werden.

Aus eigener Erfahrung ist mir bekannt, daß es viele Gesteine gibt, die ihrem Material nach beurteilt verschiedene Böden liefern müßten und dennoch Verwitterungsprodukte geben, welche den gleichen Charakter besitzen, soweit dieser nämlich für die Kulturen durch Veredlung in Betracht kommt. Der leichte Tonboden des reinen Kalksteines, des reinen Dolomits, des kalkigen gelben Tones, des Mergels und sogar des Lößes kann in chemischer Beziehung, mit Bezug auf die Ansprüche der amerikanischen Unterlagen, vollkommen gleichwertig sein. Und doch ist die petrogra-

phische Verschiedenheit dieser Gesteine auffällig. Nun schiene es einigermaßen gerechtfertigt, die Unterscheidungen auf der Karte den Erfordernissen der Pfropfkultur anzupassen, sonach in unserem Beispiele, die kalkigen Gesteine einer Gegend alle unter einer einzigen Bezeichnung zusammen zu fassen. Allein bei genauerer Untersuchung erkennt man doch, daß dieselben Gesteine, je nach den Umständen der Verwitterung auch sehr verschiedenartige Böden liefern können, daß aus kalkigen Gesteinen ebensogut kalkhaltige wie kalkfreie Böden hervorgehen können. Es mag hierbei nur auf die schon erwähnte Verschiedenheit der Verwitterung poröser und kompakter Kalke hingewiesen werden. Die Unterscheidung der Gesteine nach der Struktur, der Farbe und der mineralogischen Zusammensetzung ist also bei der ampelogeologischen Kartierung als praktisch beizubehalten.

Betreffs der Bezeichnung der auf der Karte auszuschheidenden obersten Bodenschichte muß Folgendes erwähnt werden.

Welche Ziele die Klassifizierung der Böden auch immer anstrebt, die Hauptsache muß die scharfe Hervorhebung der Übereinstimmungen und der Unterschiede zwischen den Bodenarten sein.

Bei der Ausscheidung der einzelnen Bodenpartien auf der Karte ist man auf die makroskopische Methode angewiesen, d. i. man kann nur nach groben Merkmalen vorgehen. Die praktische Klassifizierung muß sich deshalb auf die grobe Unterscheidung stützen. Die Charaktermerkmale, die zur Unterscheidung dienen, müssen aber so klar und bestimmt sein, daß ihr Erkennen nicht von der Feinheit der Sinne der einzelnen Forscher abhängig sei, sondern daß sie sowohl im Felde als in den Sammlungen von Jedermann sofort erkannt werden können.

Bei der Bodenuntersuchung im Felde zum Zwecke der Kartierung kann man sich von drei Merkmalen sofort überzeugen; es sind dies: die Färbung, die mechanische Zusammensetzung und der Gehalt an kohlensauren Salzen. Was letzteren betrifft, so besteht die größte Menge der kohlensauren Salze im Boden, mit Ausnahme von einigen speziellen Bodenarten, aus kohlensaurem Kalk, und deutet die Reaction auf Kohlensäure (mittelt Salzsäure), wo nicht außergewöhnliche Mengen von kohlensauren Alkalien im Boden vorkommen, immer auf Kalk, teilweise wohl auch auf Magnesia.

Der Gehalt an kohlensaurem Kalk ist für die amerikanischen Unterlagen von entscheidender Wichtigkeit, seine Ermittlung und Bezeichnung auf der Karte ist daher unumgänglich notwendig.

Auch die Unterscheidung nach der Farbe des Bodens ist nötig.

Meiner Erfahrung nach können sämtliche Farbenabstufungen der Böden auf fünf Grundfarben zurückgeführt werden. Es sind dies: schwarz, rot, gelb, weiß und grau. Welche Bedeutung haben nun diese Farben?

Wie bekannt rührt die dunkle Färbung des Bodens zum größten Teil von Humus und Eisenverbindungen her. Je nach der Menge und Art des Humus erscheint der Boden braun oder schwarz gefärbt, während Eisen ihm gelbe oder rote Färbungen verleiht. Alle schwarzen oder roten Böden sind reich an Humus oder Eisen. Auch die graue Färbung entsteht durch gewisse Eisenverbindungen (wahrscheinlich Eisenoxydul). Alle jene Mineralien hingegen, die in feinen Körnchen zerteilt hellgelb oder hellgrau, allenfalls weiß oder ganz farblos sind, lassen den Boden in weißer Farbe erscheinen. Hierher gehören sämtliche Alkali-Aluminiumsilikate, der Quarz und der Kalkstein. Auch die verschiedenen Kalium-, Natrium-, Calcium- und Magnesiumsalze verleihen dem Boden eine helle Schattierung oder weiße Färbung.

Unter den hellfärbenden bodenbildenden Mineralien kommt dem Quarz, dem Kalkstein, allenfalls dem Calcit und den Feldspaten die bedeutendste Rolle zu. Die weißen oder hellen Böden enthalten also notwendigerweise viel Quarz, kohlen sauren Kalk oder Alkalisilikate, wobei ihr Gehalt an Humus und an Eisen gering ist. Bei dunklen Böden hingegen kann man auf einen bedeutenden Humus- und Eisengehalt, bei geringem Kalkgehalt, schließen.

Mit der Färbung des Bodens steht also die chemische Zusammensetzung desselben, mindestens sofern sie auf den Weinbau Einfluß hat, in einer gewissen Beziehung.

Wenn die Oberfläche auf der Karte als schwarzer oder roter Boden bezeichnet ist, so kann derselbe kaum reich an Kalk sein. Es kommen wohl Ausnahmefälle vor, so z. B. bei Tihany, wo der schwarze, aus Basalttuff hervorgegangene Boden mit ziemlich viel Kalk durchsetzt ist, der aus dem bei der Eruption durchbrochenen Süßwasserkalk her stammt.

Bei ganz hellen oder weißen Böden können wohl Zweifel aufsteigen, ob der Boden reich an Quarz oder Feldspat, oder aber sehr kalkig sei. Diesen Zweifel kann man aber mit Hilfe der Salzsäureprobe auf Schritt und Tritt lösen.

Bei der Bezeichnung der Oberfläche, ebenso wie bei den

Grundgesteinen muß hinzugefügt werden, ob der Boden kalkig ist oder nicht.

Über die Menge des Feldspates gibt die Beziehung des Grundgesteines zum Oberboden einigen Aufschluß. Wenn die Oberfläche z. B. als hellgelber kalkfreier sandreicher Boden bezeichnet wurde, das Grundgestein aber ein weißer poröser Rhyolith ist, so ist es sicher, daß in dem Boden, nebst dem vorherrschenden Quarz auch die Feldspatgruppe eine Rolle spielt. Oder im Gegenteil: wenn sich unter der kalkfreien Oberfläche Löß befindet, so erhellt hieraus, daß der kohlen saure Kalk des Oberbodens ausgelaugt worden ist, daß die tieferen Schichten kalkreicher sein müssen und daß dieser Boden an Nährstoffen nicht reich sein kann.

Die Bezeichnung der Farbe des Oberbodens ist also nicht zu vernachlässigen und die Abscheidung zweier, verschieden gefärbter Bodenarten auf ein und demselben Gestein ist ganz berechtigt.

Mit Hinsicht auf beide Anpflanzungsmethoden kommt der Bindigkeit des Bodens große Wichtigkeit zu.

Die Bindigkeit hängt aber, wie bekannt, mit der mechanischen Zusammensetzung, der Korngröße der Bodenpartikel zusammen. Da aber auch andere Faktoren, namentlich gewisse chemische Eigenschaften auf den Bindigkeitsgrad der Böden Einfluß haben, so wäre es kaum zweckmäßig hier allzuviel Abstufungen unterscheiden zu wollen. Ich konnte beobachten, daß demselben Boden von zwei Beobachtern auch im Felde, oft verschiedene Bindigkeit zugesprochen wurde. Wenn man die Brauchbarkeit der Karte anstrebt, wenn man also trachtet beim Leser durch die Zeichen der Karte dieselbe Vorstellung von Boden zu erwecken, die man davon im Felde gewonnen hat, so darf man nicht zu feine Distinktionen machen. Hinsichtlich des Weinbaues ist auch die grobe Unterscheidung vollkommen genügend. Es darf also nicht eine ganze Reihe von Klassen der bindigen und losen Böden aufgestellt werden, sondern man muß sich begnügen, zwischen dem bindigen Ton und dem losesten Flugsand nur einige Haupttypen einzuschalten. Es werden also auf der Karte der schwere Ton, der leichte Ton, der Lehm, der gebundene Sand, und der lose Flugsand ausgeschieden. Diese Bodenarten lassen sich auch in den Sammlungen, im trockenen Zustand unterscheiden und den Unterschied fühlt sogar der Laie heraus; weiter eingehende Unterscheidungen können aber, wenn in der Sammlung einmal die Etiquetten durcheinander geworfen sind, auch vom Fachmann nicht wieder hergestellt werden.

Hinsichtlich der Weinanpflanzungsmethoden ist die Kenntniß der Bindigkeit nötig. Die Ausscheidung der Haupttypen stößt aber weder im Felde noch in der Sammlung auf irgendwelche Schwierigkeit.

Das Gesagte zusammenfassend, zeigt es sich, daß sich die erste Ausscheidung auf der Karte auf das Grundgestein bezieht: jedes einzelne Gestein von selbstständigen Typus erhält auf der Karte eine besondere Farbe. Jedes Gestein des aufgenommenen Gebietes kann aber eine oder mehrere Bodenarten hervorbringen, welche sich wieder 1. nach dem Kalkgehalt, 2. nach der Farbe, 3. nach der mechanischen Beschaffenheit unterscheiden. Jedes Gestein wird also mit so vielerlei Schraffirung versehen, als es selbstständige Bodenarten besitzt. Es kommt vor, z. B. beim Gips und Salzton in Siebenbürgen, daß ein und dasselbe Gestein eine große Menge von Bodenarten trägt; und doch benötigt man dabei für diese Klassifikation noch immer viel weniger Farben als für andere Klassifikationen.

Bei der Eigentümlichkeit der ampelogeologischen Aufnahmen und in Betracht dessen, daß eine internationale Vereinbarung für diese Aufnahmen nicht zu erhoffen ist, muß die Oberfläche von Gebieten, wo nur wenig Gesteinstypen vorkommen, im Interesse der Übersichtlichkeit nicht mit Schraffirungen, sondern jede Bodenart eines jeden Gesteines mit einer besonderen Farbe bezeichnet werden.

Schließlich sei mir noch gestattet zu erwähnen, daß solche, auf der hier besprochenen Grundlage verfertigten Karten nebst den entsprechenden Beschreibungen schon seit Jahren zum Gebrauch für die kgl. ung. Weinbauinspektoren herausgegeben werden, und wir haben die freudige Überzeugung gewonnen, daß diese Karten bei Anpflanzungen von Weingärten und bei der Feststellung der zu befolgenden Grundsätze von Nutzen waren, daß sich also das ganze Verfahren bewährt hat.





## 17. Die Bestimmung des physiologisch wirkenden Kalkgehaltes in Weinböden.

Von P. Treitz, Budapest.

Die angewandte Agrogeologie, oder die Bodenkunde auf geologisch-mineralogischen Grundlagen hat in Ungarn schon praktische Erfolge zu verzeichnen.

Erstens gelang es mir die Frage der Entstehung der Alkaliböden in Ungarn zu lösen, sowie eine erfolgreiche Methode zur Urbarmachung dieser meistens unfruchtbaren Landstriche auszuarbeiten.

Zweitens habe ich unter der Leitung unseres hochverdienten Meisters, Direktor J. Szilágyi die Frage der Bestimmung des physiologisch wirkenden Teiles des Gesamtkalkgehaltes in kalkigen Weinböden gelöst. Diese letztere Frage habe ich zum Gegenstand meines Vortrages gewählt.

Bevor ich zur Besprechung der Methode übergehe, möchte ich einen kleinen geschichtlichen Rückblick auf die Kalkbestimmungen werfen und die Gründe, die die Kalkbestimmung in Weinböden als notwendig erscheinen lassen, auseinandersetzen.

Als die Phylloxera die Weinanlagen in Frankreich verwüstet hatte, war man bestrebt, solche Weinreben anzupflanzen, welche den Angriffen der Phylloxera widersteht. Die Phylloxera wurde durch Reben aus Amerika eingeführt, wo sie einheimisch ist, auf der Rebe lebt, ohne dieser einen erheblichen Schaden zu verursachen. Auf diese Erfahrung wurde die Rekonstruktion der verwüsteten Weinanlagen mit amerikanischen Rebensorten gegründet. Doch da sich der Wein dieser Reben als minderwertig, ja als unbrauchbar erwies, so wurde die amerikanische Rebe später als Veredlungsunterlage verwendet, indem diese wilde Rebe mit europäischen Rebenpfröplingen veredelt wurde.

Die in der ersten Zeit importirte Rebe war jedoch eine Sorte, die aus Wäldern stammte, also in ganz kalkfreien Böden gedieh. Die Weinböden Frankreichs hingegen waren meist kalkig, so daß

diese ersten importirten Reben durch die Wirkung des Kalkgehaltes an Chlorose erkrankten und teilweise eingingen. Nun wurden andere Rebensorten aus Amerika importirt, die auf kalkigem Boden wuchsen. Mit den neu importirten und den früher eingebrachten wurden Hybride erzeugt, so daß eine ganze Reihe von Unterlagsorten entstanden, deren jede einzelne eine verschiedene Menge von Kalk im Boden ertrug, ohne zu erkranken.

Durch Versuche wurde die Menge des Kalkes im Boden bestimmt, welche eine jede Sorte erträgt, ohne zu erkranken. So entstand die *Kalkskala der amerikanischen Rebensorten*.

Bei der Verbreitung der amerikanischen Rebensorten als Unterlage für Veredlungen zeigte es sich bald, daß die empirisch aufgestellte Kalkskala für viele Gebiete nicht paßt, und nur in manchen Gebieten dieselbe Giltigkeit hat, wie in ihrem Geburtsorte. Durch die geologisch-petrographische Aufnahmen der Weinböden wurde der Ursprung der Böden aufgedeckt und die Erfahrung gemacht, daß die Böden, deren Muttergestein eine verschiedene petrographische Beschaffenheit aufwies, sich den amerikanischen Rebensorten gegenüber verschieden verhielten. In einzelnen Böden ertrugen die Reben viel mehr, in anderen viel weniger Kalk, als die Normalskala angab.

Zur Erklärung dieser Erscheinung wurde eine große Zahl von Versuchen und Untersuchungen ausgeführt und Apparate konstruirt. Unter diesen ist der Apparat von Hondaille der wichtigste, der den Grad der Löslichkeit des Kalkes aufzeichnet und die „*vitesse d'attaque*“ angibt. Verdünnte Säuren verdrängen aus einem Boden in abgemessener Zeit verschiedene Mengen von Kohlensäure. Die Menge, die sich in der Secunde aus dem Bodenteil entwickelt, wird automatisch in einer Curve aufgezeichnet. Je steiler die Curve, desto größer ist die „*vitesse d'attaque*“, umso löslicher ist der Kalk im Boden.

Diese Untersuchungen hatten großen Wert, und dienten zur Orientierung über die Beschaffenheit des Kalkes im Boden. Doch eine direkte praktische Folgerung, eine Auswahl der Rebensorten auf Grund dieser Kalkbestimmung, ließ sich nicht erreichen.

In Ungarn wurde die Rekonstruktion der verwüsteten Weinärten vom Staate aus in jeder Weise unterstützt; Unterlagssorten wurden aus Frankreich importirt, auf Staatsgütern vermehrt und so weiter. So wurde auch in Verbindung mit der Rekonstruktion die Kalkbestimmung allgemein angewendet.

Die meisten Weingebiete Ungarns haben einen Boden, in welchem die gewöhnlichen Rebensorten gedeihen konnten. Nur die Umgebung von Pécs ist das einzige Gebiet, welches fast ausschließlich auf Verwitterungsböden von Kalksteinen angelegt war. Das Muttergestein ist hier kristallinischer Kalk, Dolomit, Mergeln in den verschiedensten Zusammensetzungen, dann Korallenkalk, Kalksandstein, Kalksand, Löß u. s. w.

Diese Böden enthalten soviel Kalk, daß die ersten Anpflanzungen fast alle an Chlorose erkrankten. Die Gutsbesitzer von Pécs machten viele Studienreisen in Frankreich, brachten teils in Form von Samen, teils als Reben die meisten Sorten mit und vermehrten dieselben in ihren Anlagen. In diesem Weingebiete sind von der ersten Zeit an bereits alle Rebensorten zu finden gewesen, welche in Frankreich durch Hybridation erzeugt worden, die intelligenten Weingutsbesitzer machten selbst eine ganze Reihe Hybriden von amerikanischen Rebensorten.

Im Jahre 1898 kam Herr J. Szilágyi, als Direktor der Winzerschule der Freistadt Pécs, in dieses Kalkgebiet in der Zeit, als dessen Rekonstruktion am intensivsten betrieben wurde und mußte als Fachmann der großen Arbeit mit Rat und Tat beistehen.

Die Auswahl der geeigneten Rebensorten wurde, auf die in Frankreich gemachten Erfahrungen gestützt, ausgeführt. J. Szilágyi nahm bei seinen Ratschlägen die in Frankreich festgesetzte Kalkskala zur Richtschnur und bestimmte auf Grund dieser die für die in Frage stehenden Anlagen geeigneten Unterlagen.

Allein die auf obiger Grundlage getroffene Auswahl erwies sich in vielen Fällen als gänzlich falsch. Oft gingen die Anpflanzungen bei geringem Kalkgehalte ein, viele andere hingegen, die gegen seinen Rat mit Unterlagen von geringer Widerstandsfähigkeit angelegt worden sind, gedeihen trotz des hohen Kalkgehaltes des Bodens ganz vortrefflich.

Die Mißerfolge zwangen ihn zu einer eingehenderen Bodenuntersuchung. Er nahm die Schlämmanalyse und das Mikroskop zu Hilfe. Die Analysen der Schlämmrückstände, sowie jene der unter dem Mikroskope gesonderten Bestandteile bewiesen klar, daß der kalkreiche Boden je nach der Art des ihm beigemengten Kalkes eine verschiedene physiologische Wirkung auf die Pflanzen ausübt. Besonders interessant und wichtig waren die Daten, die er bei der Analyse jener Bodengruppen erhielt, die er unter dem Mikroskope abgesondert hat.

Er führte seine Bodenuntersuchungen derart aus, daß er alle Körner, die nicht aus Kalk bestanden, unter dem Mikroskope einzeln ausschied und den Kalkgehalt des rückständigen Feinbodens bestimmte. Der Kalkgehalt in den auf dieser Weise präparierten Bodenproben stieg oder nahm ab, je nachdem derselbe als Sand, als Staubkorn oder als Bestandteil des Feinbodens enthalten war.

*Die Daten der Analysen aber näherten sich immer mehr jenen, auf welche der Stand der Vegetation der einzelnen Anlagen hinwies; d. h. welche den Kalkgehalt des Bodens betreffend mit der Normalskala im Einklange standen.*

Es zeigte sich, daß in jenen Böden, die 50% Kalk enthielten, in welchen aber der Kalk als Kalksand beigemengt war, auch solche Reben gut gedeihen, die einen geringen Widerstand gegen Kalk zeigten. Die Analyse des Feinbodens bewies jedoch, daß in solchen Fällen dieser nur 10—15% Kalk enthielt.

In jenen Böden, in welchen auch die widerstandsfähigeren Unterlagssorten an Chlorose eingingen, trotzdem der Kalkgehalt des Gesamtbodens nur 20—30% betrug (also viel weniger, als die durch die empirische Kalkskala für diese Rebensorten als Maximum festgesetzte Menge), enthielt der Feinboden 50—60% Kalk, der Kalkgehalt des Gesamtbodens wurde durch den beigemengten Quarzsand herabgedrückt.

Als nun J. Szilágyi die Böden von älteren Anlagen untersuchte, die Resultate der Analysen mit dem Stand der Vegetation verglich, ergab sich nach jahrelang andauernden Beobachtungen, Versuchen und Bodenanalysen folgender Erfahrungssatz:

*Der physiologisch wirksame Teil des Kalkes im Boden ist in den tonigen Teilen, in den Argilliten enthalten. Jener Teil des Kalkgehaltes, der dem Boden in Form von Bruchstücken, von Kalkkristallen, als Sandkorn oder Staubkorn beigemengt ist, übt auf die amerikanischen Reben keine Wirkung aus.*

*Nicht die Quantität des Kalkes im Gesamtboden, sondern die Qualität des Feinbodens ist für die physiologische Wirkung des Kalkes massgebend.*

Nachdem die Richtigkeit dieser Regel durch eine große Zahl von Analysen für das ganze Weingebiet von Pécs schon nachgewiesen worden war, wurde mir die Aufgabe zuteil, dort Bodenaufnahmen zu machen und das ganze Gebiet agrogeologisch zu kartieren. Direktor Szilágyi machte mich mit seinen Untersuchungen bekannt und erklärte mir seine einfache Methode zur Bestimmung

des Kalkgehaltes im Feinboden. Seine erste Methode war die folgende :

Eine Handvoll Boden wurde in eine Porzellanschale gegeben, in dieser mit Wasser gut durchgeknetet, dann in ein hohes Glas gefüllt, mit Wasser aufgerührt und absitzen gelassen.

Sobald das Wasser im Glase sich über den Bodensatz geklärt hatte, wurde es abgegoßen, der Rückstand eingetrocknet. Während des Klärungsprozesses hat sich schon der Boden je nach Korngröße abgesondert. Die unterste Lage bildet der Grobsand, dann folgt Feinsand und Staub, die Deckschichte bildet der tonige Teil.

Nach dem Eintrocknen wurde die Deckschichte mit einem rechtwinkelig gebogenem Blechstreifen abgehoben, resp. abgekratzt und nur diese zur Analyse verwendet.

Diese sehr primitive Methode ergab die schönsten Resultate.

Die Methode selbst erschien mir als gänzlich falsch, da sie die *Quantität* des Kalkes im Boden unberücksichtigt ließ und nur die *Qualität* des Feinbodens bestimmte, auf dessen *qualitative Zusammensetzung* sie die physiologische Wirkung des dem Boden beigemengten Kalkes gründete.

In der Bodenkunde war bis jetzt der qualitativen Beschaffenheit der einzelnen Bodenbestandteilen keine oder nur geringe Wichtigkeit zugemessen worden, immer wurde nur die Quantität angegeben. Ich konnte nicht glauben, daß ein Mann der Praxis, der in der Bodenkunde kein Spezialist war, in einer so wichtigen Frage, die mit den Grundregeln der Bodenanalyse im Gegensatze stand, recht haben könnte. Habe ich doch immer nur das gehört und gelesen, daß ausschließlich die Menge der Stoffe im Boden, der Prozentgehalt der Nährstoffe im Verhältniß zu dem Gesamthoden in jeder Frage das Ausschlaggebende ist.

Um es kurz zu fassen, erwähne ich nur, daß ich mich ein ganzes Jahr lang abquälte, um nach altgewohnter Methode ein Resultat zu erzielen. Ich schlämmte die Böden in den Schöne'schen und Ort'schen Schlämmtrichtern und bestimmte den Kalkgehalt jedes einzelnen Bestandtheiles, brachte sie alle in Rechnung und zwar je nach ihrer Korngröße und ihrem verschiedenen Wirkungsgrad. Doch das Resultat der kompliziertesten Rechnungen war ein sehr ungenügendes, und stimmte mit den praktischen Erfahrungen nur selten überein, während der nach der Szilágyi'schen Methode bestimmte Kalkgehalt in jedem Falle mit der Vegetation der Anlagen im Einklange stand.

Es blieb mir nichts anderes übrig, als mich der Szilágyi'schen Auffassung anzuschließen, seine Methode und die erlangten Resultate anzunehmen und in der nächsten Wintersaison durch eingehende Untersuchungen im Laboratorium für ein solches Verhalten des Kalkgehaltes eine Erklärung zu finden.

In dem nächsten Jahre 1902 unternahmen wir eingehende Untersuchungen mit den Herren D. Dicenti und A. Szöts, die mir damals als Praktikanten zugeteilt waren. Viele hunderte von Bodenproben aus älteren Anlagen stammend, wurden untersucht, der Kalkgehalt des Feinbodens bestimmt und mit der Vegetation der verschiedenen Unterlagssorten verglichen.

Die Resultate der Untersuchungen bestätigten ohne Ausnahme die Richtigkeit der von H. J. Szilágyi ermittelten Regel, daß der physiologisch wirkende Teil des Kalkgehaltes im Boden in dem Feinboden, in den tonigen Teilen enthalten ist; der Kalksand, Kalkstaub aber keine Wirkung auf die Pflanzen ausübt.

Seit dieser Zeit haben wir, Herr D. Dicenti, Herr A. Szöts und ich in den verschiedensten Gegenden Ungarns Bodenaufnahmen ausgeführt und überall eine Bestätigung der Szilágyi'schen Regel gefunden. Die Originalmethode Szilágyi's habe ich später in folgender Weise umgearbeitet:

100—300 gr. Boden (von steinigem und sandigem mehr, von tonigem weniger) werden in einer Schale mit Wasser durchgeknetet, in ein Glas gebracht und mit Wasser aufgerührt. *Das Glas muss so hoch sein, dass in denselben über dem sandigen Absatz noch eine 10 cm hohe Wassersäule stehen kann.*

Ist das Glas vollgefüllt und aufgerührt, so überläßt man die trübe Flüssigkeit *genau 30 Minuten der Ruhe*. Nach dreißig Minuten wird die trübe Flüssigkeit abgehebert, durch ein Glassyphon abgezogen und eingedampft. Der in dem trockenen Rückstand enthaltene Kalk ist der physiologisch wirkende Teil des gesamten Kalkgehaltes.

Nun will ich noch einen kurzen Bericht über die Arbeiten erstatten, die ich im Laboratorium ausführte, um eine Erklärung zu finden, warum der Kalksand keine chlorosierende Wirkung auf die amerikanischen Rebensorten ausübt.

In erster Reihe untersuchte ich die Formen, welche der kohlen-saure Kalk bei seiner Abscheidung aus Lösungen annimmt.

## Die Formen des kohlensauren Kalkes.

In der Literatur finden sich viele Werke, die über die Kristallformen des kohlensauren Kalkes handeln. Alle stimmen darin überein, daß der Kalk in der Natur nur als kristallinisches Gebilde bekannt ist. Gelangt der kohlensaure Kalk in einer Temperatur unter  $30^{\circ}$  C zur Kristallisation so entstehen aus ihm Rhomboeder; während sich in einer Temperatur über  $30^{\circ}$  C Arragonit bildet. Von amorphem Kalk macht nur Dr. Erdmann<sup>1)</sup> in seiner anorganischen Chemie Erwähnung. Heinrich Vater<sup>2)</sup> fand während seiner jahrelang gepflogenen Untersuchungen, daß neben den Rhomboedern auch andere Kristallformen entstehen, nämlich Kristallite, tellerförmige oder rosettenähnliche Gebilde mit einem dunkeln Mittelteil. Ihre Größe variiert sehr, sie können ebenso groß werden, wie die Rhomboeder, oder sind so klein, daß die einzelnen Körnchen unter dem Mikroskope nicht mehr beobachtet werden können.

Meine Untersuchungen ergaben folgende Resultate: Im Boden finden sich zweierlei Arten von kohlensaurem Kalk vor:

1. Splitter von den Kristallen der kristallinischen Kalkgesteinen.
2. Abscheidung aus der kalkhaltigen Bodenlösung.

1. Die erste Art von kohlensaurem Kalk gelangt in den Boden bei dem physikalischen Zerfalle des Gesteines, die Korngröße dieses Bodenbestandteiles ist großen Schwankungen unterworfen. Je nach der grobkörnigen oder feinkörnigen Struktur des Muttergesteins sind die Kalkkörner bald dem Sande, bald dem Staube des Bodens beigemengt. Als Minimum kann ich nach meiner Erfahrung  $\frac{8}{1000}$  mm angeben. Dies war das kleinste Rhomboeder, welches ich in einem Boden von Pécs fand, welch letzterer durch den Zerfall von dünnplattigen Mergelschiefen (Werfener Schichten) entstanden ist. Diese Kalkkristalle gehören in die Gruppe der Urminerale des Bodens.

2. Die Bildung der zweiten Art kohlensauren Kalkes im Boden verläuft in folgender Weise. Die kleinsten Kristallsplitter im Boden werden allmählig von der Bodenfeuchtigkeit aufgelöst und scheiden sich wieder ab. Die Abscheidung geschieht auf zweierlei Art:

a) Wenn die Bodenfeuchtigkeit über den Grad der Löslichkeit des kohlensauren Kalkes gesättigt wird, oder

---

<sup>1)</sup> Dr. H. Erdmann: Lehrbuch der anorg. Chemie. 1902.

<sup>2)</sup> Heinrich Vater: Zeitschrift für Krist. und Mineralogie. Bd. 21—30.

b) wenn andere Salze sich in der Lösung befinden, welche die Abscheidung des kohlensauren Kalkes bewirken.

c) Endlich entsteht bei der Oxydation von humussaurem Kalk auch kohlensaurer Kalk. Nach der Oxydation der organischen Stoffe bildet sich Kalkhydrat, aus diesem, indem es die Kohlensäure aus der Bodenluft bindet, kohlensaurer Kalk.

Bei allen drei Arten von Kalkbildungen können sehr verschiedene Formen entstehen. Die Form des entstandenen Kalkes wird von dem Zeitraume, während welcher die Abscheidung geschieht und von dem Kohlensäuregehalt des Mediums, in welchem die Abscheidung geschah, bedingt.

Aus den vielen Versuchen, die ich zum Zwecke der Untersuchung der Kalkformen in den Abscheidungen ausführte, habe ich die Überzeugung gewonnen, daß

Der kohlensaure Kalk im innersten Stadium seiner Verfestigung eine weiche amorphe Masse bildet, die je nach den Bedingungen, welche bei der Eintrocknung der Lösung obwalten, verschiedene Formen annehmen kann. Die weiche Masse kann sich entweder zu einem äußerst feinen, formlosen weißen Pulver, oder zu kleinen Scheibchen und Rosetten, zu sogenannten Kristalliten umwandeln, oder in kleinen Rhomboedern auskristallisieren. Bei sehr rascher Eintrocknung der Kalklösung bildet sich zuerst eine Trübe, die sich in ein formloses Pulver umwandelt, dessen einzelne Individuen unter dem Mikroskope nicht zu unterscheiden sind; es bildet größere oder kleinere Klümpchen, an denen gar keine Kristallform zu erkennen ist.

Bei langsamem Eintrocknen und in Gegenwart von Kohlensäure bilden sich inmitten der milchigen Flüssigkeit zuerst kleine Scheibchen, tellerförmige Gebilde, mit einer dunklen Masse im Centrum; dann (zuletzt) kleine Rhomboeder.

Steht der Ausscheidung eine genügend lange Zeit zur Verfügung, so werden die Scheibchen auch aufgelöst und zu Rhomboeder umkristallisiert. Die erste Form der Verfestigung ist das weiche Tröpfchen, und zwar so klein, daß die einzelnen Individuen in der Trübe unter dem Mikroskope nicht zu sehen sind; die letzte Form ist das Rhomboeder.

Alle Kalkabscheidungen nehmen zuletzt diese Formen an, wenn genügende Zeit und freie Kohlensäure zur Umkristallisation vorhanden sind.

Geschieht die Fällung des kohlensauren Kalkes in einem Me-



dium, welches die Kristallisation verzögert, z. B. eine kohlenensäurefreie Lösung von Chlorkalcium, so kann aus der Trübe allmählig eine Emulsion werden, in welcher der kohlen saure Kalk als größere und kleinere Kugeln sich ausscheidet; diese Kugeln sind weich und elastisch.

Unter dem Mikroskope sieht man die Trübe — die sich im ersten Augenblick der Abscheidung bildet -- sich in Tröpfchen absondern. Um einige Tröpfchen bildet sich ein freier Hof, die im Centrum stehenden vergrößern sich auf Kosten der sie umgebenden. Es entstehen auf diese Weise größere weiche Kugeln aus kohlen saurem Kalk. Das ganze bekommt das Aussehen einer Ölemulsion in Wasser. Die Kugeln sind elastisch, lassen sich ganz flach drücken; sobald der Druck aufhört, nehmen sie wieder die ursprüngliche Kugelform an. Diese Kugelformen zeigen zwischen gekreuzten Nikolen das schwarze Kreuz.

Trocknet nun die Emulsion in einem Medium ein, das keine freie Kohlensäure enthält, so entstehen lauter Kristallite, bei sehr raschem Eintrocknen aber eine weiße Kruste, an welcher keine kristallinische Form ersichtlich ist. Enthält hingegen das Medium, in welchem die Kugeln schweben, nur Spuren von freier Kohlensäure, so erscheinen bald kleine Rhomboeder am Boden der Lösung, diese vergrößern sich auf Kosten der Kugelformen und entstandenen Scheibchen, endlich verschwinden diese ganz und der gesamte kohlen saure Kalkgehalt hat sich in Form kleiner Rhomboeder ausgeschieden.

Noch eine Form des kohlen sauren Kalkes ist in den Böden zu finden und zwar meistens in Böden, die aus kalkigem Gestein entstanden sind. In den Rissen und Spalten des Bodens, sowie in den Hohlräumen des Gesteins, finden sich lange Kristallnadeln angehäuft.

Das Ganze bildet ein Gewebe von haarfeinen Kristallen und hat das Aussehen von Asbestlagen oder von Watte. Diese Form von Kalkkristallen bildet sich nur in humiden Regionen, unmittelbar unter der humosen Schichte.

In ariden Regionen kommt eine ähnliche Form der Kalkkristalle vor, aber in viel feinerer Ausbildung.

An den Winden sehr ausgesetzten Seiten einzelner Berglehnen, sowie in den trockensten Gebieten der Ebenen Ungarns findet man im Untergrunde eine Schichte, die wie von Schimmelpilzen durchzogen erscheint. Unter dem Mikroskope erweisen sich diese feinen

Fäden als Kristallnadeln von kohlensaurem Kalk. Auch alle Kapillarröhren sind von solchen Kalkkristallen erfüllt. Alle die angeführten Kalkformen, außer diesen letzteren fadenförmigen, lassen sich leicht künstlich herstellen; die amorphe Art, indem man Kalkoxyd löscht und hierauf Kohlensäure in die Emulsion einleitet, dann filtriert und trocknet. Der humussaure Kalk liefert durch Verbrennen auch einen amorphen kohlensauren Kalk.

Die weiche Kugelform erhält man, wenn man in ganz ausgekochtem destilliertem Wasser separat Kalkchlorid und Soda löst, dann in die Kalklösung von der Sodalösung nur soviel zugießt, daß noch unverändertes Chlorkalzium in Lösung bleibt, nach dem Vermischen der beiden Lösungen rasch filtriert, den Niederschlag noch feucht unter das Mikroskop bringt und in verdünnter Chlorkalzium-Lösung untersucht.

Das wichtigste Moment ist bei allen diesen Formen, daß das Medium, in welcher die Abscheidung geschieht, keine freie Kohlensäure enthält, sonst bilden sich sogleich Rhomboeder. In einer kohlensäurefreien Chlorkalziumlösung bleiben diese weichen Kugeln aus Kalkkarbonat lange Zeit unverändert.

Aus diesen Untersuchungen über die Formen des sich aus Lösungen abscheidenden Kalkes habe ich, den Boden betreffend, folgende wichtige Schlüsse erhalten:

1. Kalkkristalle bilden sich nur in Hohlräumen und Spalten des Bodens. Es sind dies nur Ausnahmefälle.

2. Der gesamte Kalk, der aus der Bodenfeuchtigkeit ausfällt wird, oder durch Eintrocknung der Bodenfeuchtigkeit fest wird, scheidet sich als formlose Masse auf der Oberfläche der Bodenkörner ab, bildet auf diesen eine Kruste.

3. Die abgelösten Teilchen der dünnen Kalkkruste sind so winzig klein, daß sie mit Wasser aufgeschlämmt, sich weder durch den dichtesten Filter auffangen lassen, noch durch Centrifugalkraft zum Absetzen gebracht werden können.

Die Kristallisation wird meistens durch verschiedene Verbindungen verhindert, die in der Bodenfeuchtigkeit mitgelöst waren. Für die Löslichkeit des Kalkes im Boden ist der Umstand von größter Wichtigkeit, daß der abgeschiedene Kalk die Körner des Bodens, auch die allerfeinsten, als äußerst dünne Kruste umgibt; auf diese Weise wird die Oberfläche des Kalkes in sehr großem Maße vergrößert, folglich dessen Löslichkeit erhöht.

## Die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes in kohlensäurehaltigem Wasser.

Die zweite Versuchsreihe hatte zum Ziele die Differenz, die in der Löslichkeit der verschiedenen Kalkformen sich zu erkennen gibt, zu erklären. Meine diesbezüglichen Versuche haben folgende Resultate ergeben:

1. Die Löslichkeit wächst mit der Abnahme der Korngröße, d. h. mit der Zunahme der Oberfläche.

2. Bei ganz gleichen Korngrößen löst sich aus dem Kalk jüngeren Ursprunges, welcher sich aus Lösungen abgeschieden hat, in derselben Zeit zehnmal so viel, wie aus den Urmineralen; z. B. einem aus Marmor künstlich dargestellten Kalkpulver.

Der Rahmen dieses Vortrages gestattet es nicht, alle die Lösungsversuche aufzuzählen, welche ich ausgeführt habe. Ich muß mich damit begnügen, nur die angewandten Methoden bekannt zu machen und die Endresultate anzugeben.

Natürlicher Kalk, weißer Marmor, sowie auch künstlich erzielter Kalkniederschlag wurden gepulvert; das Pulver, teils durch Schlämmen in absolutem Alkohol, teils durch einen Windstrom in Gruppen aus gleich großen Körnern bestehend, gesondert.

Die Korngröße der zu den Versuchen verwendeten Pulver variierte zwischen 0·01—0·0005 mm. Bei der Separation mittelst des Windstromes ließen sich Gruppen ausscheiden, deren Körnergröße sehr geringen Schwankungen unterworfen war, z. B. 0·002—0·004 oder 0·001—0·0009 mm. u. s. w.

Die Pulver von verschiedener Korngröße wurden in große Flaschen getan (5—10 gr. auf 1000 Wasser) und nun wurde Kohlensäure durchgeleitet.

Die Zeit der Durchleitung dauerte von 6 bis 144 Stunden.

Doch diese Art der Lösung konnte keine guten Resultate liefern, da die feinen Körner sich während des Lösungsprozesses in fortwährender Bewegung befanden, die grobkörnigeren Muster hingegen am Boden festlagen. Deßhalb zeigte sich ein großer Unterschied: aus dem feinkörnigen Kalkpulver hatten sich nach 18 Stunden schon 0·990 gr. gelöst, wohingegen 144 Stunden notwendig waren, um aus den gröberen Körnern dieselbe Menge auflösen zu können.

In der zweiten Versuchsreihe verwandte ich ein birnförmiges Gefäß, welches unten in eine scharfe Spitze zulief. In diese Spitze

reichte das ebenfalls zugespitzte Rohr hinab, durch welches die Kohlensäure eingeleitet wurde. Die aufsteigenden Kohlensäureblasen bewegten nun fortwährend die Körner des zu lösenden Kalkes. Der Apparat war so einstellbar, daß 10 Liter Kohlensäure in beliebig langer Zeit durch das Wasser streichen konnte, also in 10, 20 bis 120 Minuten.

So ergaben sich sehr interessante Resultate. Aus dem frisch gefällten und getrockneten Kalk lösten 10 Liter Kohlensäure in 20 Minuten eine ebenso große Menge, wie aus einem gepulverten Marmor von derselben Korngröße in 120 Minuten u. s. w.

Diese Versuche bestätigten aufs Neue, daß der neue Kalk viel leichter löslich ist, als der Urkalk. Eine viel geringere Menge neuen Kalkes kann eine ebenso starke chlorosierende Wirkung ausüben, als eine große Menge von Urkalksplittern.

Doch alle diese Versuche dienten nur zur Orientierung über den Grad der Löslichkeit der einzelnen Kalkformen, die im Boden vorhanden sind. Sie konnten aber keine genaue Aufklärung über den Lösungsprozeß selbst liefern, der im Boden verläuft, da ich nicht imstande war auch nur annähernd dieselben Verhältnisse herzustellen, die im Boden herrschen. Erstens konnte ich aus den künstlichen Kalkgesteinen kein so feines Pulver herstellen, daß es der Feinheit des im Boden befindlichen gleich käme, und eine ebenso große Oberfläche der lösenden Wirkung des kohlensäurehaltigen Wassers aussetze, wie im Boden. Die Oberfläche, die dieser Kalk der lösenden Wirkung der Bodenfeuchtigkeit bietet, welcher als dünne Kruste die feinsten Bodenteilchen — also Körner von 0.006 mm Durchmesser — überzieht, ist so immens groß, daß wir nicht im Stande sind diese im Laboratorium auch nur annähernd nachzubilden.

Die Oberfläche, den die kleinsten künstlich hergestellten Körner dem lösenden Agens bieten, bleibt immer nur ein sehr kleiner Bruchteil dessen, welcher sich in der Natur im Boden vorfindet.

Zweitens ist die lösende Flüssigkeit nie reines kohlensäurehaltiges Wasser, sondern eine Salzlösung. Sie enthält sehr verschiedenartige Stoffe. Wir wissen weiter, daß die Salze der Alkalien die Lösung des Kalkes erleichtern. Die Löslichkeit kann durch diese Salze bis zu 5 gr. per 1000 Wasser gesteigert werden, wogegen ich bei meinen Versuchen nie mehr als 1 gr. per 1000 Wasser auflösen konnte. In der Natur kommen harte Brunnenwässer vor, die bis zu 3 gr. kohlensauren Kalk per 1000 Wasser enthalten.

Die Löslichkeit des Kalkes im Boden wird durch viele Nebenumstände beeinflußt, deren Ermittlung bis heute nicht gelungen ist. Es müssen hier Prozesse verlaufen, die verschieden von jenen sind, mit welchen uns die allgemeine Chemie bekannt macht. Vielleicht bleibt in der Bodenfeuchtigkeit der Kalk in weichem Zustande und übt in solcher Gestalt eine pflanzenphysiologische Wirkung auf die Reben aus. In solcher Form kann seine Verteilung im Bodenwasser eine so feine sein, daß er selbst durch Membrane durchdringt.

Es können Verbindungen mit in Lösung gehen, die als Verzögerer die Kristallisation des Kalkes verhindern. Auf diese Weise kann eine größere Menge Kalkes in der Bodenfeuchtigkeit in beweglicher Form enthalten sein und in solcher Gestalt eine intensive pflanzenphysiologische Wirkung ausüben. Doch dies sind Fragen, deren Lösung wir von der Kolloidchemie erhoffen müssen.

Ein dritter vielleicht ebenso wichtiger Umstand als die verschiedene Löslichkeit des Kalkes ist die bekannte Tatsache, daß im Boden reine Salze nicht vorkommen können. Alle Salze, die in amorpher oder in Kristallform aus der Bodenlösung ausscheiden, sind meistens zweifach, oder vielfach zusammengesetzte Salze. Dementsprechend fand ich ohne Ausnahme in jedem Wasserauszug, den ich aus den tonigen Teilen eines kalkigen Bodens mittelst kohlensäurehaltigem Wasser herstellte, ohne Ausnahme *viel Eisenoxydul*. Auf diesen Erfahrungen fußend könnte ich behaupten, daß *der Kalk, der in den tonigen Teilen enthalten ist, kein reiner kohlensaurer Kalk, sondern Ankerit ist, d. h. Eisenoxydul und Kalk an Kohlensäure gebunden*.

Die Menge des beigemengten Eisens ist sehr verschieden, erreicht oft ein Drittel des Kalkes.

Nun wissen wir von der pflanzenphysiologischen Wirkung des kohlensauren Eisenoxyduls sehr wenig, ich glaube aber, daß dieser nie fehlende Bestandteil des kohlensauren Kalkes im Boden eine wichtige Rolle bei der Chlorosiskrankheit der Pflanzen spielt.

Wir wollen hoffen, daß die pflanzenphysiologischen Studien die Lösung dieser so wichtigen Frage bald in Angriff nehmen werden.

Ist es mir nun zwar nicht gelungen die Wirksamkeit des in den tonigen Teilen enthaltenen Kalkes dem pflanzenphysiologisch neutralen Verhalten der Kalkkörner im Sand und Staubteile des Bodens gegenüber vollständig zu erklären, so haben meine Unter-

suchungen doch zur Glaubwürdigkeit der Szilágyi'schen Regel viel beigetragen.

Meine Versuche haben in erster Linie die Verschiedenheit, die in Form und Löslichkeit der zweierlei Kalkarten herrscht, aufgedeckt und bewiesen, daß bei der Szilágyi-Treitz'schen Schlämmanalyse alle Urkalkkörner, also der neutrale Teil des Kalkes, aus der Kalkbestimmung ausgeschlossen wird.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Bei gleicher Korngröße ist die Löslichkeit der Urkalkkörner eine viel geringere, als die des in jüngster Zeit bei der Abscheidung aus der Bodenfeuchtigkeit gebildeten Kalkes.

2. Die Körner des Urkalkes sind immer so groß, daß sie sich aus einer Wassersäule von 100 mm in 30 Minuten absetzen, also bei der Analyse nach der Szilágyi'schen Methode ausgeschieden werden.

3. Der Teil des Kalkes im Boden, welcher bei dem Verwitterungsprozeße gelöst und aus der Lösung neu abgeschieden wird, bildet eine Kruste um die Körner des Bodens. Sogar die allerfeinsten Tonteilchen, die viel kleiner als 0.001 mm, und unter dem Mikroskope nicht mehr sichtbar sind, werden mit einer Kalkkruste überzogen. Dieser so außerordentlich fein verteilte Kalk bietet der lösenden Wirkung des Bodenwasser seine ungemein große Oberfläche.

4. Die Verteilung des in den tonigen Teilen enthaltenen Kalkes ist so groß, daß wenn der Boden mit Wasser aufgeschlämmt wird, die einzelnen Körner durch die Poren des Filters oder der Tonzelle durchlaufen.

5. Neben dem Kalk ist auch in allen Fällen kohlensaures Eisenoxydul in dem tonigen Teile des Bodens nachweisbar.

Zum Schluß wären noch die kalkigen Bodenarten aufzuzählen, die in den Weingebieten Ungarns den Boden bilden.

Zu bemerken ist, daß in jenen Zonen, wo Wein wächst, keine Verwitterungsdecke ohne Flugstaubbeimischung vorkommt. Die besten Weingebiete liegen in den ariden Zonen. Hier sammelt sich unter der Verwitterungsschichte überall Kalk an, einerlei, ob das Muttergestein kohlen-sauren Kalk enthielt oder nicht.

In diesen Zonen sammelt sich der Kalkgehalt, der im Kalkfeldspat oder in anderen Kalksilikaten enthalten war, nach der Verwitterung der Silikate als amorphes feines Kalkmehl im Untergrunde an.

Basalt, Basaltstuf, Trachyt, Andesit, Granit, Diorit können unter ariden Bedingungen einen sehr kalkigen Boden geben. So finden wir kalkige Flecken im Tokajer Gebirge in den Verwitterungsschichten von Trachyt, im Arader Weingebirge auf Granit und Diorit, am Balaton-See und Umgebung im Basalt-Boden u. s. w. Dieser Kalk ist äusserst feinkörnig und leichtlöslich.

Der Verwitterungsboden von Kalkgesteinen kann in zwei Gruppen geteilt werden, in einen kalkfreien und einen kalkhaltigen.

Die Vegetation der Gebirge und Hügelländer war vor der Anpflanzung des Weines, durchwegs Wald. Aus dem Waldboden wird aber aller Kalk ausgelaugt. Infolge dessen haben alle jene Gebiete, wo die Gesteine noch ihre ursprüngliche Verwitterungsschichte tragen einen kalkfreien Boden. Dieser Boden ist eine Abart der *Terra Rossa* und wird in Ungarn *Nyirok* genannt. Alle Gesteine, die kalkigen wie die Silikate sind an solchen Stellen mit *Nyirok* bedeckt.

Ein solcher toniger eisenschüssiger Boden bildet die Verwitterungsschichte der ersten Gruppe.

In die zweite Gruppe gehören jene Böden, deren ursprüngliche Verwitterungsschichte durch die Niederschläge abgewaschen wurde, so daß beim Rigolen das Muttergestein zu Tage kommt. Die Böden dieser Gruppe sind durchwegs kalkreich, die Art des im Boden enthaltenen Kalkes hängt von der Zusammensetzung des Muttergesteines ab. Bei kristallinen Kalksteinen enthält gewöhnlich der tonige Teil nur wenig Kalk, (10—20%), wogegen der Sand und Staub fast ausschließlich aus Kalkkörnern besteht (50—80%). Mit der Zunahme von tonigen und sandigen Beimengungen steigt auch der Kalkgehalt des Feinbodens; er kann bis zu 40% anwachsen.

---





## **18. Die Bestandteile der Mineralböden; die Analyse, Klassifikation und Haupteigenschaften der tonartigen Böden.**

Von Dr. Albert Atterberg, Kalmar.

Da trotz der zahlreichen von bedeutenden Männern der Wissenschaft ausgeführten Untersuchungen über die Bodenarten eine Einigung über die Klassifikation derselben nicht vorliegt, muß man daraus den Schluß ziehen, daß allgemein gültige Grundlagen für eine internationale Klassifikation der Bodenarten bisher nicht existieren. Da ferner die Natur und die Eigenschaften manches wichtigen Bodenbestandteils nur ganz ungenügend bekannt sind, ist es mir klar geworden, daß hier ein großes, gar zu wenig bearbeitetes Unternehmungsfeld vor uns liegt, das reiche Resultate geben kann. Ich habe darum beschlossen, mich nach Kräften an der Bearbeitung desselben zu beteiligen. Ich will hier die Hauptergebnisse meiner bisherigen Untersuchungen zusammenstellen.

### **Die Bestandteile der Sandböden.**

Die Mineralböden werden meistens in Sandböden, Lehm Böden und Tonböden eingeteilt. Dazu kommen verschiedene Böden, wie die Lößböden und die Lateritböden, die in die genannten Boden Gruppen nicht gut einzupassen sind. — Ich habe mich anfangs den Sandböden zugewandt und habe die Bestandteile derselben studiert. Die Resultate der Untersuchung sind in Kungl. Svenska Landtbruksakademiens Tidskrift 1903 und in den Versuchsstationen 1908 veröffentlicht worden.

Die Hauptbestandteile der Sandböden sind Sande von verschiedenem Korn. Zur Trennung der verschiedenen Sande nach der Feinheit ihres Kornes hat man Schlämmanalysenmethoden — „mechanische“ Bodenanalysenmethoden — mehrfacher Art aufgestellt. Die Resultate derartiger Analysen werden aber sehr verschieden aufgestellt. Hier ist der erste Punkt, wo eine Einigung zu wünschen ist. Ich habe gedacht, daß eine Einigung nur dann möglich sei, wenn scharfe Grenzen in den Eigenschaften der Sande von ver-

schiedenem Korn aufgefunden werden. Wenn solche Grenzen festgestellt worden sind, müssen dieselben wohl selbstverständlich als Hauptgrundlagen der Klassifikation der Sande angenommen werden.

Ich habe mir darum durch systematisches Schlämmen von Sanden verschiedenen Feinheitsgrades ein Untersuchungsmaterial bereitet, welches aus Sanden mit folgenden Korndurchmessern bestand.

Sande von 5—2—1 mm.

Sande von 1—0.5—0.2—0.1 mm.

Sande von 0.1—0.05—0.09—0.01 mm.

Sande von 0.01—0.005—0.002—0.001 mm.

Alle zwölf Sandarten waren mit Säuren und Alkalien präpariert und darum von Tonaggregaten frei.

Ich habe dann die Eigenschaften dieser Sandproben näher studiert, und habe dabei folgende wichtige Grenzen in den Eigenschaften derselben gefunden.

Die erste von mir gesuchte Grenze war die Grenze zwischen dem wasserdurchlässigen und dem wasserhaltenden Sande. Es muß in landwirtschaftlicher Hinsicht von großem Interesse sein diese Grenze kennen zu lernen.

Diese Grenze ist keine scharfe. Da Sand von 0.5—0.2 mm Korndurchmesser nur 30 mm Wasser in der Bodenoberfläche behalten kann; Sand von 0.2—0.1 mm dagegen sogar 110 mm Wasser über der Kapillaritätsgrenze behält; und da Sand von 0.3—0.1 mm sich als trockner Heide- und Kiefeboden erwies, habe ich die Grenze zwischen dem wasserdurchlässigen und dem wasserhaltenden Sande von Anfang an bei 0.2 mm Körnerdurchmesser festgestellt. Sande, deren Korn feiner als 0.2 mm ist, werden von mir *Feinsand (Me)* genannt.

Eine zweite Grenze in den Eigenschaften der Sande liegt etwa bei 0.02 mm Körnerdurchmesser. Sandkörner, welche feiner als 0.2 mm sind, setzen sich aus salzhaltigem Wasser viel schneller als aus reinem Wasser ab. Die Wurzelhaare der Gräser sind zu grob (0.01 mm), um zwischen Sandkörner, welche feiner als 0.02 mm sind, eindringen zu können. Sandkörner mit weniger als 0.02 mm Durchmesser sehen nicht mehr wie Sand, sondern wie Mehl aus.

Es liegt darum hier die Grenze zwischen den makroskopischen und den mikroskopischen Sanden. Da das Verhalten dieser Sande gegenüber Salzlösungen an das Verhalten des Tons dient, habe ich den Sanden, die feiner als 0.02 mm sind, den Namen *Grobton* gegeben.

Eine dritte Grenze in den Eigenschaften der Sande liegt etwa bis 0.002 mm. Sandkörner, welche feiner als 0.002 mm sind, zeigen, in reinem Wasser aufgeschlämmt, die zitternde, von den Physikern bisher nicht erklärte Brown'sche „Molekularbewegung“. Übrigens ist die Kapillarbewegung des Wassers zwischen so feinen Sandkörnern sehr langsam, höchstens 55 mm in 24 Stunden. So feiner Sand steht darum in den Eigenschaften den Tonen sehr nahe und wird von mir darum *Feinton* genannt.

Da ich die Grenze zwischen dem wasserdurchlassenden und dem wasserbehaltenden Sande bis 0.2 mm, die oberen Grenzen des Grobtons und Feintons bei 0.02 und 0.002 mm festgestellt habe, so folgt daraus, daß ich die Grenze zwischen Sand und Kies bei 2 mm, die Grenze zwischen Kies und Geröll bei 20 mm feststellen muß.

### **Vorteilhafte Änderung in den oben gezogenen Grenzen.**

Wie schon angedeutet wurde, sind die oben aufgestellten Grenzen von der Natur meistens nicht scharf gezogen, und viele Gründe sprechen dafür, die Grenzen nicht bei 0.2, 0.02 und 0.002 mm, sondern bei 0.3, 0.03 und 0.003 festzustellen.

So ist zwar 0.002 mm die Grenze starker Molekularbewegung, die wirkliche Grenze dieser Bewegung liegt jedoch bei 0.003 mm und ist recht scharf von der Natur gezogen.

So liegt die Grenze, wo die Wurzelhaare zwischen die Sandkörner nicht länger eindringen können, bei 0.02 mm für die Gräser. Für die Schmetterlingsblütler, welche gröbere Wurzelhaare besitzen, liegt die Grenze richtiger bei 0.03 mm. Die Einwirkung der Salzlösungen auf die feinen Sandkörner fängt schon etwas höher als bei der Grenze 0.02 mm an sich zu zeigen. Bei näherer Untersuchung, wo die Grenze zwischen Körnern sandigen Aussehens und Mehlkörner festzustellen sei, fand ich, daß ich erst bei Körner von 0.04 mm Durchmesser den linken Rand der Körner von dem rechten unterscheiden konnte. Erst Körner, welche größer als 0.03 mm sind, haben darum das Aussehen von wirklichen Sandkörnern.

Für eine Aenderung in der angenommenen Grenze zwischen den wasserdurchlassenden und den wasserhaltenden Sanden habe ich keine besonderen Gründe. Diese Grenze ist jedoch, wie schon gesagt, von der Natur nicht scharf gezogen, und läßt sich darum, wenn nötig, wohl etwas verschieben.

Die fragliche Aenderung in den Grenzen würde aus folgendem Grunde sehr vorteilhaft sein

Wenn man in der Schlämmanalyse Feinton von Grobton trennen will, muß man, wie unten angegeben ist, zwischen jedem Abschlämmen den Schlämmapparat 8 Stunden still ruhen lassen. Wegen dieser langen, mehrmals wiederholten Ruhezeit erfordert die Analyse viel Zeit. Wenn man aber die Grenze zwischen Feinton und Grobton von 0'002 mm auf 0'003 mm verschieben würde, so könnte die jedesmalige Ruhezeit von 8 Stunden auf 4 Stunden abgekürzt werden. Bei entsprechender Aenderung der Grenze 0'02 mm zu 0'03 mm würde die für das Trennen von Grobton und Feinsand erforderliche Ruhezeit von 7' 30" zu 3' 45" gekürzt werden. Die Vorteile sind so groß, daß ich gedenke, sämtliche genannte Grenzen auf 0'3, 0'03 und 0'003 mm zu verschieben. Bei meinen bisherigen Untersuchungen sind jedoch stets die anfänglich aufgestellten Grenzen benützt worden.

### **Die Bestandteile der tonartigen Böden.**

Mit dem Namen, tonartige Böden, bezeichne ich hier sowohl die Tone als auch die Lehme.

Feinsand und Grobton müssen selbstverständlich als Hauptbestandtheile der Lehm Böden hingestellt werden. Dazu kommen in den Lehmen Grobsand, Kies, Geröll und die Bestandtheile der Tone.

Welche sind aber die Bestandteile den Tonböden?

Nach den älteren Agrikulturchemikern und Mineralogen ist als Hauptbestandteil der Tonböden die „Tonsubstanz“, d. i. Kaolin anzusehen. So erklärte z. B. Senft (Die Tonsubstanzen 1879) als Bestandteile der Tone erst „die Tonsubstanz“, dann Eisenoxydhydrat und Quarzmehl, ferner „kohlensaurer Kalk, Dolomitsubstanz, kieselsaure Magnesia, Gips, Verwesungs- und Verkohlungsstoffe nebst größeren Beimengungen“. Sacchze erklärt in seinem Lehrbuch der Agrikulturchemie 1888, als Tone: „die an Kaolin reichen Tongesteine, welche infolge des geringen Gehaltes an Verunreinigungen noch die Haupteigenschaften des Kaolins unverändert zeigen“. „Die Verunreinigungen bestehen aus unverwitterten und halbverwitterten Silikaten, hydratischer Kieselsäure, Quarz und geringe Menge von Karbonaten.“

Aehnliche Ansichten über die Zusammensetzung der Tone werden überall in der Literatur wiedergefunden. Doch werden dazu als wichtige Bestandteile auch wasserreiche Doppelsilikate — Tonzoo-

lithe — angenommen. Die Zeolithe sollen das hohe Absorptionsvermögen der Tone für gelöste Stoffe erklären.

Es ist jedoch schon früh bezweifelt worden, ob der Kaolin wirklich mit dem Tobschubstanz gleichzustellen sei. So erklärt z. B. Wahnschaffe in seiner Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenanalyse 1887: „In den meisten Bodenarten ist der Ton nicht in der reinen Form enthalten, wie dies die Forchhammer'sche Tonformel angibt, sondern er ist vielmehr ein Kollektivbegriff für alle mehr oder weniger in Zersetzung begriffenen und bereits völlig sersetzten Silikate“. Ähnliche Ansichten werden von vielen anderen Autoren ausgesprochen. Schließlich erklärte Rösler (N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. 1902, Beilageband), daß die meisten durch gewöhnliche Verwitterung entstandenen Tone wahrscheinlich gar keinen Kaolin enthalten, und sind dieselben von den feuerfesten kaolinhaltigen Tonen genau zu unterscheiden.

Was ist dann wirklich über die Hauptbestandteile der Tone als erwiesen anzusehen? Um diese Frage beantworten zu können, will ich erst die Zusammensetzung der Lateritböden der heißen Zone etwas berühren.

Sacchze veröffentlichte schon 1888 in seinem Lehrbuche der Agr. Chemie (S. 247—249) Analysen über rote Böden (Laterite) aus Argentina und Paraguay. Die Analysen zeigten daß diese Böden 32 bis 45 Prozent Kaolin enthielten. Bauer (N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. 1898 und 1907), Schlösing fils und Van Bemmelen haben dazu nachgewiesen, daß in zahlreichen Lateriten Tonerdehydrat (Hydrargillit) der Hauptbestandteil ist. H. Warth und F. J. Warth (Geol. Magaz. 1908) haben zahlreiche indische Laterite beiderlei Art analysiert. Die Analysen von drei Lateriten aus Rio de Janeiro führten mich zu dem Resultate, daß die kaolinreichen Laterite aus kieselsäurereichen Gebirgsarten stammen, die tonerdehydratreichen dagegen aus kieselsäureärmeren Felsen, Gesteinen entstanden sind.

Dazu fand ich in den von mir untersuchten Lateriten recht vielen (bis 19 Prozent) in Salzsäure löslichen Kaolinit, d. i. Nakrit vor. In den meisten Lateriten ist noch Eisenocker ein Hauptbestandteil, und sind gewöhnlich Titansäurehaltige Mineralien ebenfalls vorhanden.

Kaolin, Hydrargillit, Eisenocker und Nakrit sind also die Hauptbestandteile der Lateritböden.

Auch in den Böden der wärmeren temperierten Zone kommt nach Hilgard viel Tonerdehydrat — bis 33 Prozent — vor (Hilgard, Soils 1906, S. 101). Man hat jedoch auch in den Böden dieser

Zone viel Kaolinit zu erwarten, so besonders in den roten, eisen-ockerreichen Böden.

Für die Böden der kälteren temperierten Zone hat man ebenfalls Kaolin als konstanten Bestandteil angenommen. Der nach vorausgegangener Behandlung mit Salzsäure in Schwefelsäure lösliche Teil der Tone wurde allgemein als Kaolin angenommen. Hier scheint jedoch ein Fehler in der Schlußfolgerung begangen worden zu sein. Fesca (Journ. f. Landwirthschaft 1879, Suppl. 24—22) fand in einem derartigen Schwefelsäure-Extrakt viel Alkalien und Magnesia, und erklärte, daß viel Glimmer in Lösung gegangen sein müßte. Schmidt (Jahresb. d. Agr. Ch. 1885) und Van Bemmelen (Versuchsstationen 1890, s. 37, 229) fanden ebenfalls in den Schwefelsäure-Extrakten sehr viel von Monoxyden. Ich habe bei der Analyse der feinsten Teile eines Tones Monoxyde in reichlicher Menge gefunden. Es scheint mir darum, daß das, was man in den Tönen und übrigen Bodenarten der kälteren temperierten Zone bisher als Kaolin bezeichnet hat, richtiger als Glimmerstaub in feinsten Verteilung zu deuten ist. Kaliglimmer ist ja ein sehr schwer verwitterndes Mineral, und müssen darum die aus der Verwitterung der Granite Nord-Europas entstandenen Tone selbstverständlich an Kaliglimmerstaub reich sein.

Glimmer in feinsten Verteilung ist deshalb ohne Zweifel ein Hauptbestandteil der Tone Nordeuropas. Kaolin scheint in den nordischen Tönen nur mehr selten eine Rolle zu spielen. In den Tönen der wärmeren Länder hat man dagegen viel Kaolin zu erwarten.

Nun folgt die Frage: Was weiß man gegenwärtig über die in den Tönen angenommenen Tonzeolite?

Die Agrikulturchemiker der letzten Zeit sprechen nicht viel von den Bodenzeolithen. Sie sprechen über die Kolloidstoffe des Bodens.

Daß Kolloidstoffe wichtige Bestandteile der Böden ausmachen, wurde zuerst von Schlösing (Ann. de Chim. u. Phys. 1874 und Études sur la terre in Boussingaults Chimie Agricole) ausgesprochen. Schlösing fand, daß Tonaufschlammungen, genau wie Kolloide, durch verschiedene Zusätze koaguliert werden und erklärte darum, daß die Tonsubstanz von kolloidaler Natur sein muß. Van Bemmelen und Hilgard schloßen sich dieser Ansicht an.

Was sind aber die Kolloide? Nach Zsigmondy (1905) sind die Kolloide so feine Teilchen der Körper, daß dieselben in Wasser aufgeschlämmt durch das Mikroskop nicht unterschieden werden können. Die Größe solcher Teilchen übersteigt nicht 0·002—0·003

mm (0.2—0.3  $\mu$ ). Nach Van Bemmelen sind solche koagulierte, gelatinöse Kolloide in jedem Boden vorhanden, und besitzen dieselben gerade jene Eigenschaften, welche früher den hypothetischen Bodenzeoliten zugeschrieben wurden.

Es kann ohne Zweifel jeder Bodenbestandteil in kolloidaler Verteilung vorkommen, und es müssen sämtliche Bestandteile in so ungemein feinverteiltem Zustande weit reaktionsfähiger sein, als wenn sie in Form größerer Partikeln vorkommen. Zur Erklärung der Absorption ist es darum nach den gegenwärtigen Ansichten nicht nötig Zeolithe als Hauptbestandteile der Böden anzunehmen.

### **Meine Methode bezüglich der Bodenanalyse.**

Ich habe mir eine (vorläufige) Methode der Bodenanalyse zusammengestellt, welche Grobton- und Feinton-Bestimmungen erlaubt.

Das Abtrennen von Kies und Grobsand wird bei meiner Methode wie gewöhnlich durch Siebe bewerkstelligt. Dabei werden Drahtsiebe, nicht Rundlochsiebe, die gar zu langsam arbeiten, benutzt.

Zum Trennen von Feinsand, Grobton und Feinton werden Schlämmapparate, und zwar Sedimentierapparate benützt. Spülapparate können Grobton und Feinton nicht trennen.

Gewöhnlich sind in den Böden die grobtonigen und feintonigen Bestandteile durch Humus- und Mineralaggregate eingehüllt. Um reinen Grobton und Feinton zu bekommen, müssen erst diese Aggregate zerstört werden. Durch das gewöhnlich empfohlene Schütteln oder Kochen der Bodenproben mit Wasser lassen sich diese Aggregate nimmer vollständig zerteilen. Ich habe es darum notwendig gefunden, die Aggregate durch Behandlung mit heißer Salzsäure und schwacher Natronlauge (bei 50°) zu zerstören. Dadurch bekomme ich in der Analyse als besonderen Bestandteil „Salzsäure lösliche Stoffe“. Die Hauptmenge dieser salzsäurelöslichen Stoffe besitzt wahrscheinlich den Feinheitsgrad des kolloidalen Feintones.

Zur quantitativen Bestimmung der in Salzsäure löslichen Stoffe mische ich aliquote Teile der Salzsäure- und Natronlösungen, erhitze die Mischung zum Sieden und fälle mit Ammon. Die Fällung enthält den ganzen Kieselsäure-, Tonerde- und Eisenoxydgehalt der Lösung nebst einer gewissen Menge Monoxyde und gibt ein gutes Maß der Menge der in Salzsäure löslichen Stoffe.

Nach dem Entfernen der salzsäurelöslichen Stoffe wird die Bodenprobe systematisch mit Wasser geschlämmt. Bei einer Wasserrhöhe von 10 cm. erfordert der Grobton 8 Stunden Ruhezeit, um

sich völlig abzuschcheiden. Wenn man dann die Bodenprobe wiederholt mit Wasser schüttelt und das Wasser jedesmal 8 Stunden in Ruhe läßt, wird mit dem absiphoniertem Wasser schließlich aller Feinton entfernt.

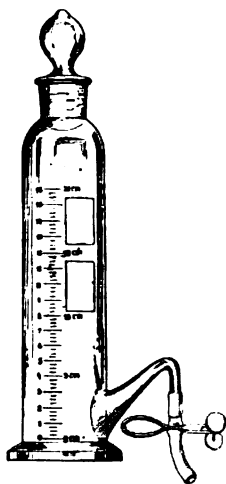
Grobton und Feinsand werden in derselben Weise getrennt. Bei diesem Trennen ist eine Ruhezeit des Wassers von 7 Minuten und 30 Sekunden nötig.

Aus den Schlämmwässern wird der Feinton durch Koagulieren desselben unter Zusatz von Salzsäure gewonnen. Der Grobton und der Feinsand, die sich leichter absetzen, werden in Nickel- oder Platinschalen gesammelt und getrocknet.

Meine Analysen liefern somit die Gehalte der Böden an Geröll, Kies, Grobsand, Feinsand, Grobton und salzsäurelöslichen Stoffe. Dazu bestimme ich den Humusgehalt und den Gehalt an Karbonaten. Bisweilen werden auch die Gehalte an Chlornatrium, Gyps und Schwefeleisen bestimmt.

Es wäre nicht ganz unmöglich auch die kolloidalen Stoffe durch systematisches Schlämmen aus den Böden zu isolieren. Ich habe ein solches Isolieren in einzelnen Fällen versucht. Der „kolloidale Ton“, der bei der Analysenmethode Schlösings bestimmt wird, ist meinem Feinton gleichzustellen.

Für sehr karbonatreiche Böden ist meine Methode wenig passend. Da das Präparieren des Bodens mit Salzsäure bei Karbonatböden nicht erlaubt ist, muß man bei derartigen Böden auf die Trennung des Grobttons und Feintons verzichten.



Ich benütze bei meinen Analysen einen Schämmapparat von nebenstehender Form (von C. Gerhardt, Bonn bezogen). Die bei der Analyse aufgebrauchte Bodenmenge beträgt 20 gr. Da es bei der Trennung des Grobttons und Feintons recht unbequem ist gerade jede achte Stunde aufzupassen, habe ich den Apparat mit einer Gradierung versehen, welche angibt, wie hoch man das Wasser auffüllen muß, wenn man nicht nach 8 Stunden, sondern nach kürzerer oder längerer Zeit absiphonieren will. Dazu besitzt der Apparat eine Graduirung in cm und mattierte für Bleistift-Aufzeichnungen.



## Die Klassifikation der tonartigen Böden.

Ich habe nach meiner Methode der Bodenanalyse eine Reihe von Tonen und Lehmen analysiert. Nach den Analysenziffern und einer unten beschriebenen einfachen Methode zur Härtebestimmung der trockenen Tone, habe ich die genannten Böden in folgende sechs Gruppen eingeteilt.

	Kies	Grobsand	Feinsand	Grobton	Feinton und salzsäurelös- licher Ton	Humus	Kohlensaurer Kalk
Elf „sehr schwere Tone“ zeigten als höchsten Gehalt...	1	7	19	28	89	11	3
als niedrigsten Gehalt ...	0	0	2	2	51	0	0
Sieben „mittelschwere Tone“ zeigten höchstens ...	2	13	33	26	49	5	2
mindestens ...	0	0	21	18	33	0	0
Sieben „lehmige Tone“ zeigten höchstens ...	13	26	48	30	33	8	9
mindestens ...	0	4	32	9	12	0	0
Vier „lößartige Lehme“ zeigten höchstens ...	0	4	41	59	44	2	0
mindestens ...	0	0	3	46	9	0	0
Fünf „feinsandige Lehme“ zeigten höchstens ...	3	9	60	26	26	2	0
mindestens ...	0	4	51	10	9	0	0
Drei „grobsandige Lehme“ zeigten höchstens ...	17	27	58	13	11	7	0
mindestens ...	0	16	35	6	9	4	0

Nach dieser Einteilung der tonartigen Böden werden die „sehr schweren Tone“ durch hohen Gehalt an Feinton + salzlösl. Ton gekennzeichnet.

Die „mittelschweren Tone“ werden durch mittleren Gehalt an Feinton + s. l. Ton gekennzeichnet.

Die „lehmigen Tone“ besitzen einen niedrigeren Gehalt an Feinton + s. l. Ton, zeigen dazu nur einen mittleren Gehalt an Feinsand und Grobton.

Die „lößartigen Lehme“ werden durch einen sehr hohen

Gehalt an Grobton, die „feinsandigen Lehme“ durch einen sehr hohen Gehalt an Feinsand und die „grobsandigen Lehme“ durch einen sehr hohen Gehalt an Feinsand, Grobsand gekennzeichnet.

Die Böden der fünf ersten Gruppen sind alle plastisch. Die Böden der letzten Gruppe sind nicht plastisch und bilden darum den Übergang zu den Sandbodenarten. Beim Trocknen werden auch diese Böden etwas hart.

Die obigen Analysen sind unter Anwendung der Grenzen 0,2, 0,02 und 0,002 für den Feinsand und Grobton bewerkstelligt. Bei Benützung der Grenzen 0,3, 0,03 und 0,003 mm würden sich die Ziffern etwas ändern.

### **Die Plastizität und die Bindigkeit der tonartigen Böden.**

Bei der Klassifikation der tonartigen Böden darf man nicht unterlassen die Haupteigenschaften derselben, Plastizität und Bindigkeit, in Betracht zu nehmen.

Unter Plastizität der Tone versteht man gewöhnlich ihre Eigenschaft sich bei einem gewissen Wassergehalte gut formen zu lassen und dann beim Trocknen diese Form zu bewahren. Unter Bindigkeit der Tonböden versteht man den mehr oder weniger großen Zusammenhang (Kohärenz) dieser Böden, wodurch sich dieselben schwieriger oder leichter mit den Ackerbaugeräten bearbeiten lassen.

Die Begriffe Plastizität und Bindigkeit sind keine einfachen Begriffe. Nach der oben gegebenen Definition der Plastizität umfaßt dieselbe die Eigenschaften der Tone sowohl in feuchtem wie in trockenem Zustande. Die Bindigkeit äußert sich nach Novacki (Praktische Bodenkunde 1892. S. 70) sowohl in der Festigkeit der Tone in trockenem Zustande, wie in der Klebrigkeit in feuchtem Zustande. Bei der großen Bedeutung dieser Eigenschaften der Tone ist es notwendig hier die Begriffe schärfer zu unterscheiden.

Wenn man einen Ton mit viel Wasser durchrührt, bekommt man einen je nach der Wassermenge mehr oder weniger leichtflüssigen Brei. Läßt man den Brei allmähig austrocknen oder mischt man Tonpulver zu, wird der Brei erst immer dickflüssiger, dann klebrig und anscheinend nicht länger flüßig. Es zeigt sich jedoch flüßig, wenn man das Gefäß, worin die Tonprobe liegt, heftig stößt. — Wenn die flüßige Beschaffenheit aufhört, hört auch der Ton bald auf an den Fingern zu kleben. Er bildet jetzt einen zähen Teig, welcher sich mit den Fingern gut formen und sich unter den Fingern zu langen Drahten ansrollen läßt. Dieser

Zustand ist der plastische Zustand des Tones. — Bei weiterem Austrocknen des Tones kommt eine Grenze, wo sich die Tonprobe nicht länger ausrollen lässt, sondern beim Rollen in Stückchen zerfällt. Der Ton ist jetzt nicht mehr plastisch, ist jedoch noch immer feucht und lässt sich zu losen Ballen zusammendrücken. Jetzt ist der Ton in dem Zustande, da sich derselbe mit den Ackerbaugeräten am besten bearbeiten lässt. Er ist jetzt in dem Zustande, da er sich krümelt. Bei weiterem Austrocknen wird der Ton immer fester und schwieriger zu bearbeiten. Schließlich wird er ganz fest und hart. Er ist jetzt in dem festen Zustande.

Man hat darum vier Zustände der tonartigen Böden zu unterscheiden: erst der flüssige Zustand; dann der plastische Zustand; weiter der krümelige Zustand; schließlich der feste Zustand. Ein besonderer bindiger Zustand existiert nicht.

Die vier Zustände sind mit verschiedenen Wassergehalten verbunden. Für verschiedene Tone sind die Wassergehalte bei gleichen Zuständen der Tone sehr verschieden. Ein sehr schwerer Ton kann bei einem Wassergehalt, der auf 100 Teilen trocknen Tones zwischen 150 und 70 Teilen Wasser wechselt, flüssig sein. Ein leichter Ton kann bei 50 bis 30 Teilen Wassergehalt flüssig sein. Ein sehr schwerer Ton kann bei einem Wassergehalt von 70 bis 48 Teilen Wasser plastisch sein. Ein Lehm kann bei 25 bis 18 Teilen Wasser plastisch sein; alle Ziffern auf 100 Teile trocknen Tones gerechnet.

Die Grenzen des krümeligen Zustandes sind im allgemeinen enger gezogen. Bei einem schweren Tone kann die obere Grenze bei 27, die untere Grenze bei 23 Teilen Wasser liegen. Bei einem lehmigen Tone können die Grenzen bei 19 und 12 Teilen Wasser liegen.

Es ist schwierig die Grenzen der Wassergehalte für den flüssigen Zustand scharf zu bestimmen. Die Grenzen des plastischen Zustandes sind dagegen mit Leichtigkeit scharf festzustellen. Die scharfe Bestimmung der unteren Grenze des krümeligen Zustandes ist ebenfalls etwas schwierig. Zur ziffermäßigen Feststellung des Verhaltens eines Tones zu Wasser eignen sich deshalb die Plastizitätsgrenzen am besten.

Es hat ferner praktische Bedeutung die untere Grenze des flüssigen Zustandes kennen zu lernen. Diese Grenze befindet sich bei den Lehmen nicht selten niedriger als die obere Plastizitätsgrenze und kann sogar zu der unteren Plastizitätsgrenze sinken. Die Böden dieser Art haben keine wirkliche Plastizität. Es gehören

zu diesen Böden die „Fließlehme und Gehrtonen“ der kälteren Zonen. Welche sind nun die Substanzen, die den tonartigen Böden Plastizität verleihen?

Um diese Frage zu beantworten habe ich erstens aus einem schweren Tone nach Behandlung mit Salzsäure und Natronlange Grobton und Feinton in reinem Zustand hergestellt und dann den Feinton weiter in einen gröberen Teil, — „Mikroton“ — und einen feineren Teil — „Ultraton“ — hauptsächlich aus Teilchen von kolloidaler Feinheit bestehend, geteilt. Bei Untersuchung der drei Produkte auf Plastizität fand es sich, daß der Grobton und Mikroton nicht plastisch waren, wohl aber der Ultraton.

Ich behandelte dann eine Kaolinprobe in derselben Weise. Hier wurden sowohl Grobton wie Mikroton und Ultraton plastisch gefunden.

Was konnten sich aber für äußerliche Unterschiede zwischen den Schlämmprodukten des Tones und denen des Kaolins vorfinden? Die Schlämmprodukte des Kaolins besaßen natürlich die blätterig-schuppige Form des Kaolins. Der Grobton und der Mikroton der Tonprobe besaßen dagegen die Form von Sandkörnern. Bei dem Ultratone des Tones hat man dagegen mit einem bedeutenden Gehalte an Glimmerschüppchen zu rechnen.

Wenn die schuppige Form die Ursache der Plastizität des Kaolins wäre, so muß auch Glimmer in sehr feiner Verteilung plastische Eigenschaften zeigen. Ich habe darum sowohl Proben von Kaliglimmer als Magnesiaglimmer (von jedem 1 Kilo) zu feinstem Pulver mahlen lassen. Durch Schlämmen beider Mahlprodukte wurden „Grobton“ und „Feinton“ dargestellt. Es erwiesen sich beide plastisch, besonders der Feinton. Es erleidet darum wohl keinen Zweifel, dass die schuppige Form den feinen Partikeln Plastizität verleiht.

Es erübrigt demnach zu untersuchen, ob auch andere Bodenbestandteile als Kaolin und Glimmer Plastizität verleihen können.

Ich habe alle die von mir analysierten Tone auf ihre Plastizitätsgrenzen geprüft. Ich fand, daß bei den „sehr schweren Tönen“ die obere Plastizitätsgrenze zwischen 30 und 40 wechselte. Bei den mittelschweren Tönen wechselten dieselben zwischen 53 und 34; bei den lehmigen Tönen zwischen 46 und 26; bei den Lehmen zwischen 34 und 23. Die „wasserfaßende Kraft“ dieser Böden war darum sehr verschieden.

Wie die Plastizität eine für die tonigen Böden sehr wichtige Eigenschaft ist, so ist auch das Erhärten beim Trocknen für die

Tonböden sehr kennzeichnend. Es ist mir bisher nicht gelungen für die Bestimmung des Festigkeitsgrades der Tone eine gute Methode aufzustellen. Ich habe jedoch eine qualitative Methode ersonnen, die mir gute Dienste gemacht und durch welche man in zahlreichen Fällen leicht und ohne jede Analyse feststellen kann, zu welchem von den oben aufgestellten sechs Tongruppen ein beliebiger Ton gehört. Diese Methode kommt in folgender Weise zur Ausführung.

Der Ton wird zu Platten geformt und gut getrocknet. Die Platten werden mit dem Finger mehrmals stark gerieben.

Wenn sich dabei sehr viel Mehl bildet und das Mehl für den Finger sehr weich ist, ist der Boden ein an Grobton sehr reicher „lößartiger Lehm“. Ist das Mehl dagegen nicht weich, sondern für den Finger kratzend, ist der Boden ein an Feinsand sehr reicher feinsandiger Lehm. Fühlt sich das Mehl sandig, ist der Boden ein „grobsandiger Lehm“.

Gibt die Tonplatte für den Finger nur langsam viel Mehl oder gibt dieselbe nur wenig oder kein Mehl, so zieht man mit der abgerundeten Spitze eines Glasstabes mehrere Furchen in die Platte. Die Furchen werden bei den schwereren Tönen meistens schmal, bei den mittelschweren meist breiter, bei den lehmigen Tönen stets tiefer. Die Furche zeigt sich meistens spiegelnd bei den schwereren Tönen, meistens matt bei den lehmigen Tönen.

Wenn beim Ziehen der Furche kein Mehl bekommen wird, und wenn bei dem Zurückschieben des Glasstabes nur wenig oder kein Mehl entsteht, ist der Ton ein „sehr schwerer Ton“. Wenn beim Ziehen wenig Mehl, beim Zurückschieben ziemlich viel Mehl bekommen wird, ist der Ton ein „mittelschwerer Ton“. Wird beim Ziehen ziemlich viel Mehl, beim Retourschieben tiefe Furchen und reichlich Mehl bekommen, ist der Ton ein „lehmiger Ton“.

Diese einfache Untersuchungsmethode hat mir beim Aufstellen der obengenannten sonst auf der Analyse begründeten Klassifikation der tonartigen Böden sehr gute Dienste geleistet.

Die Lage der Plastizitätsgrenzen, der (hier nicht behandelte) Plastizitätsgrad und der Festigkeitsgrad sind für das richtige Beurteilen eines Tones ganz notwendig zu kennen. Wenn die Plastizitätsgrenzen hoch liegen, ist der Boden ein sehr wasserfaßender, kalter Boden. Der Plastizitätsgrad und der Festigkeitsgrad sind für die Schwierigkeit der Bearbeitung der Tonböden bestimmend. Beide wechseln aber stark mit dem Wassergehalt, und es fehlen bisher sichere Methoden zur Bestimmung der beiden.

---



## 19. The Unification of chemical Soil Analysis.<sup>1)</sup>

By **E. W. Hilgard** Berkeley, California.

The variable composition of soil solutions being admitted, it follows that we are deeply interested in determining the plant food content of soils, from which these solutions intimately related to the nutrition of plants, are derived. The question is really only that of the solvent or solvents to be employed in making the solution to be analyzed.

King's experiments, as well as those of some of the French soil chemists, point to the possibility of using the soil extract made with pure water for this purpose. But pending farther experiments and demonstrations in that direction, the extraction with acids of various kinds and strengths is the method most likely to receive special attention in the discussions of this Congress.

It seems to the writer that a very large proportion of the diversity of opinion and practice in this matter has arisen from the confusion of, or attempt to combine in one analytical operation, two wholly distinct problems. One is, the ascertainment of the immediate productiveness or „Düngerzustand“ of the land. The other, and in my view the most important, is the permanent value or continuous productive capacity of the soils. For it is the latter condition, the natural „richness“ or poverty of the land, that universally determines the price farmers are willing to pay for land. „Poor“ land, such as requires continuous and costly additions of plant food of all kind at the expense of the cultivator, and which has only been brought temporarily to good production by the copious use of fertilizers, is not ordinarily considered as a desirable permanent investment.

For the determination of this immediate but temporary pro-

---

<sup>1)</sup> The author having lately (1906) published a book (Soils, their formation, composition & c.; Macmillan company, New-York and London) in which the above subject is exhaustively considered, references in this paper are given to the corresponding pages of that book, where elaborate references can be found.

ductiveness, the use of weak acids, such as a one percent solution of citric acid according to Dyer, is commonly employed, and yields results fairly in accord with experience; provided the excess of carbonates of lime or magnesia, which may totally vitiate the analyst's estimate of the strength of his solvent, is taken into consideration. Unless this precaution is observed, the usefulness of Dyer's method is greatly diminished. The American Experiment Stations have in part adopted the use of one-tenth-normal nitric acid for this purpose; but in my opinion the usefulness of this method has not been shown so as to render it preferable to Dyer's original prescription.

It is obvious, in any case, that we cannot pretend to imitate successfully the action of plant roots by any laboratory process. Not only because we cannot employ an entire growing season in the extraction, but chiefly because, whereas we allow our reagents to act on all the soil particles, the plant, as is well known, reaches only a small fraction of these. In this respect, as well as in the intensity of the action of the roots upon the soil, plants notoriously differ widely. It thus becomes necessary, after all, to correlate the results of the determination of „available plant food“ by Dyer's method with the actual experience with each individual crop or group of crops, before we can draw definite conclusions as to the immediate productiveness of lands. Yet this method undoubtedly yields valuable indications for practice, especially as regards fertilization; except that in highly ferruginous soils, its results for phosphoric acid are wholly unreliable.<sup>1)</sup>

If then the results of the Dyer method, and still more those obtained by means of the tenth-normal nitric acid, require careful interpretation and practical confirmation, the question is whether some other and more incisive method cannot give us data which, with proper interpretation in accordance with experience, will more truly represent actual agricultural soil values.

A very extended experience bearing on soils of widely varied climates and geological derivations, has brought the writer to the conclusion that extraction of soils with strong acids (particularly hydrochloric), up the limit of action, yields results most truly in accord with experience as to the permanent value of lands, and can best serve as a basis for their agricultural valuation;

---

<sup>1)</sup> Hilgard, „Soils“, pp. 356, 357.



provided, of course that the physical conditions as to tillability, relations to water and air, and depth, are duly considered. For it is well understood that the best chemical composition and most abundant supply of plant food may be wholly valueless unless the physical factors are favorable; since it is much more difficult, and often impossible, to improve the faulty physical conditions within the limits of economically admissible expenditure.

The propriety of allowing the action of the acid to reach the ultimate limit arises from the apparent impossibility, shown by experience, of reaching a world-wide agreement upon any artificially prescribed, or arbitrary limit. The natural limit may be defined as the point when no farther extraction of plant food ingredients from the soil takes place, but only decomposition of inert aluminum silicates, or clay.

The principle of this natural limit once admitted, the only remaining question is what acid should be used, and of what strength.

It is hardly necessary to recite at length the advantages of the use of hydrochloric acid for this purpose. Its action is energetic and therefore most quickly brought to an end; it forms no insoluble compounds with any of the soil ingredients; and it does not change the natural condition of any of these by either oxidation or reduction. Moreover, it can easily be obtained of constant strength or concentration in ordinary laboratory manipulation by simple distillation of crude acid either stronger or weaker than the specific gravity of 1.115, which is therefore the most convenient from a practical point of view.

Moreover, it has been shown by the investigations of Loughridge, made at my instance in 1871—2, that hydrochloric acid of this strength exerts a stronger solvent action on soils than that of either 1.100 or 1.160.<sup>1)</sup>

Thus the acid of 1.115 sp. g. seems to combine the most advantageous conditions for soil extraction; but it remains to be determined for what length of time it should be allowed to act, and whether cold or hot.

Since heat is known to greatly accelerate such solution, Loughridge adopted hot digestion under the ordinary conditions of a working laboratory, i. e. steam heat during the daytime, and such

---

<sup>1)</sup> Hilgard, „Soils“, page 341.

heat as might remain during the night. Under these conditions it was found that the extraction of plant-food ingredients ceased between the fourth and fifth day; so that a five-day digestion under ordinary laboratory steam-bath conditions with the acid of 1.115 sp. g. seemed to be necessary to reach the desired natural limit. A continuation of the digestion to the tenth day brought no increase of plant food ingredients, but only the solution of more alumina and silica, that is, of clay; which is of no farther interest for the purpose in view.

The soil used in this investigation was a very generalized one, and might be considered as representative of the materials formed during the post-glacial period in the Mississippi drainage basin. Thus the results may be accepted as applying essentially to the soils of that extended region. It is of course very desirable that they should be farther confirmed.

I think it is to be greatly regretted that notwithstanding this demonstration of reaching a natural limit of soil extraction which would involve no personal questions or opinions, the Association of American Agricultural Chemists saw fit to adopt the recommendation of Prof. Kedzie, then of the Michigan Agricultural College, for a digestion-period of only ten hours; which is clearly proven, according to Loughridge's results, to be inadequate for the full extraction of potash. The outcome has been that while most of the other important ingredients are extracted nearly to the same extent as by a five-day digestion, the determination of the potash is not carried to the point where the very definite data already extant in respect to adequacy or inadequacy of potash-content of soils can be utilized. The limit beyond which potash-fertilization becomes ineffective for annual crops had already been placed by myself at 0.450% in 1860, with 0.25%-as the lower or deficiency-limit. In 1895, Liebscher of Göttingen gave the upper limit at just the same figure (probably without having seen my publication), based upon the result of seven years culture experiments, and exhaustive extraction with strong hydrochloric acid.<sup>1)</sup> These ratings seem to have been substantially accepted by Maerker in a summary table<sup>2)</sup> given by him as expressing his interpretation of the results of soil analyses made at the Halle Experiment Station, where extraction with strong hydrochloric acid for several days was practiced.

---

<sup>1)</sup> Ibid. p. 354.

<sup>2)</sup> Ibid. p. 369.

But when we examine the analyses reported by French chemists, we find 0.20% of potash in soils mentioned as high and 0.10 as satisfactory. They extract phosphoric acid and lime with cold nitric acid, but boiling hot for 5 hours for potash. Similarly Wohltmann, in his analyses of Samoan and Kameroun soils, treats them with strong (1.150 sp. g.) chlorhydric acid, cold, for 48 hours, but for potash he uses the same acid, boiling hot, for one hour. We find elsewhere, too, the same practical admission that potash determination should be made by more incisive methods than that of lime and phosphoric acid. But if this is so, why is not the same incisive treatment used for all the ingredients?

It is idle to hope for an international agreement upon such an arbitrary basis as this; even if it is true that phosphoric acid and lime carbonate are usually extracted pretty nearly by the weaker treatment. Yet as regards lime, it is certain that this base as contained in the zeolitic silicates, which form so important a portion of every soils' reserve of mineral plant food, is but very slightly reached by the treatment with cold nitric acid; and it is equally certain that the carbonic and humus acids of the soil are constantly decomposing the zeolites, even if the roots themselves should not secrete organic acids; a contention I cannot consider as established by any means.

The critical test in this matter would be the experiment of growing plants in the residues of soils extracted according to the various methods now in vogue. This investigation I have long wished to undertake, but have lacked the time and means to enter upon it.

One of the conspicuous defects of the weaker extractions is their failure to demonstrate satisfactorily the marked differences between the composition of soils of the arid and humid regions, such as has been shown by my method of analysis.<sup>1)</sup>

Chief among these differences are the high content of potash, averaging three times greater in the arid soils as against the humid; the high lime content of the former, averaging from twelve to fourteen times that of the soils of the humid region; and the correspondingly high content of magnesia. These differences result, of course, from the absence of the leaching process due to deficient rainfall. They are of the greatest practical as well as theoretical

---

<sup>1)</sup> „Soils“, pp. 375.

interest; but they are largely veiled by the incomplete extraction according to the method of Kedzie, unfortunately adopted by the American stations.

Another point remaining concealed under the weaker extractions is the total content of zeolitic or hydrated silicates, as indicated by the residual silica soluble in boiling solution of sodic carbonate. This determination is so instructive in many respects and so easily made, that its omission is hardly pardonable. As indicating the degree of weathering which the original soil-minerals have undergone it sheds light in many cases in which otherwise the meaning of the analysis would remain obscure.<sup>1)</sup> That this determination, however, is of no avail when discrepant or weak methods of extraction are employed, is obvious.

There is another point that should be authoritatively settled by this meeting. This is the utterly meaningless determination of humus and nitrogen of soils by the combustion method, which includes in its results all the unhumified straw, leaves and wood fragments, which have certainly no immediate value for vegetable growth, and whose future usefulness is wholly uncertain.<sup>2)</sup>

For these debris may be humified in years, or only in decades, according to seasonal, climatic and cultural conditions. It is surely only the ready-formed humus that deserves determination in analysis; and for this purpose the well-known method of Grandeau is so far the best. I have supplemented Grandeaus prescription by adding to it the determination of nitrogen in the humic evaporation-residue, after boiling it with magnesian oxid to drive off the ammonia taken up by the humus acids freed in the leaching of the soil with dilute acid. This determination shows surprising results in respect to the nitrogen-content of humus-substance in the arid and humid soils; the average of the latter being less than five percent while that in the arid ranges all the way from ten to as much as twenty per cent.<sup>3)</sup> My experiments have shown that exhaustive cultivation quickly reduces these high nitrogen-percentages, and that below about three per cent nitrification is unable to supply the demands of non-leguminous vegetation. We

---

<sup>1)</sup> Hilgard, „Soils“, p. 385.

<sup>2)</sup> Ibid. pp. 357 to 364.

<sup>3)</sup> Hilgard „Soils“, pp. 135 to 137.

thus have a means of determining the probable nitrogen-deficiency in soils (Stickstoffhunger) both virgin and cultivated.<sup>1)</sup> This factor may however, vary as between the arid and humid regions.

I have made a direct determination of the possible activity of the unhumified debris to serve for plant-nutrition by nitrification.<sup>2)</sup> A soil in which nitrification was very active was thoroughly leached of its humus by the Grandeau method, then the lime and magnesia carbonates restored in the form of fine precipitates, thoroughly mixed in, and then reinfected with turbid water from the original soil. The latter, fully washed of its nitrates, was then placed in a warm box alongside of the non-humus, extracted soil, both being kept moist. Nitrification set in very rapidly in the water-leached soil, but not a trace was discernible in the soil from which the humus had been extracted, for four months. Then traces of nitrate began to appear, but increased very slowly; so that at the conclusion of the experiment, at the end of two years, the nitrate-content was still very minute, and fourteen times less than that in the water-leached soil, which had risen to .060%. It took the unhumified debris 24 months, under the best conditions, to reach a nitrate-content of .004%. As approximately half of the nitrogen found in soils by the Kjeldahl process applied direct, belongs to the unhumified debris, it is clear that such determinations are wholly misleading, and are of course not comparable with those made according to the Grandeau method. The latter should undoubtedly be universally adopted.

To discuss in detail the interpretation of soil analyses made according to this method, would go beyond the proper limits of this paper.<sup>3)</sup> The results so obtained are not only not more difficult to interpret than those from other methods, but actually less so; provided all the other needful data have been noted. Among these are particularly the physical texture, depth, and moisture-relations of the soil, its natural vegetation, and behavior in tillage; for unless these are favorable, the best chemical composition may not avail to render a soil valuable.

Among the physical factors which influence materially the interpretation of a chemical analysis, perhaps the most important

---

<sup>1)</sup> Ibid. p. 358.

<sup>2)</sup> Ibid. p. 361.

<sup>3)</sup> For details see chapters 18 & 19 of the Authors' „Soils“.

is the clay content. In a very clayey soil not only can the roots and root hairs reach only a small proportion of soil particles but experience shows that such soils require a much higher lime-content to secure the advantages of calcareous lands, than is the case with sandy and loam soils. In sandy soils I have found as little as 0.10% of lime sufficient to bring about the prevalence of a calciphile flora, while in clay lands, six or seven times as much is necessary. And as lime is most important in rendering the rest of the plant food ingredients readily available to plant growth, its amount really requires first consideration in the interpretation of a soil analysis.

Of this I might quote numerous examples found in the case of virgin lands; but I have tested the point experimentally by diluting with purified quartz sand in different proportions, both a very clayey soil and a sandy loam soil, both of high productiveness and plant food content. In both series of tests, made in Wagner pots, the result was that dilution up to four times the original bulk actually increased production by permitting a fuller root-development.<sup>1)</sup>

As in these experiments the plantfood percentages were reduced to one-fourth before a reduction of growth occurred, it is evident that the consideration of mere plant food percentages will not suffice to give a correct interpretation of the soils' permanent productive capacity. The relative proportions of these ingredients require equal consideration, and among these especially the ratio of lime to potash. That of phosphoric acid also follows, in a measure, the same rule, notwithstanding the diminished solubility in Lime water, shown by Schloesing jeune.

I have found that whenever in a sandy loam soil the percentage of lime as shown by my method of analysis materially exceeds that of potash, much smaller potash-percentages may be considered adequate than when lime is below such amounts.

The definition of calcareous soils as „soils that effervesce with acids“ has given rise to endless mistakes and misinterpretations of the meaning of certain floras when found on virgin land. The true interpretation of a „calcareous“ soil should be „a soil that supports a calciphile flora“, and this follows the rule given above. It takes about five per cent of calcic carbonate to cause

---

<sup>1)</sup> Hilgard's „Soils“ p. 347.

soils to effervesce, and such soils are rarely found outside of limestone regions. But in reality, soils derived e. g. from basalts, though rarely effervescent, always bear a calciphile flora and possess all the good qualities that belong to calcareous lands, owing to the lime-silicate minerals contained in the rock. In this sense the soils of arid regions are almost always calcareous, and this, with their high potash content and durability, explains the preference given them by the ancient civilizations.





## 20. Die Bodenzonen Rumäniens.

(Mit einer Bodenkarte und einer klimatologischen Skizze.)

Von **G. Munteanu-Murgoci**, București.

Herr Professor Glinka hat uns soeben die Böden des nordöstlichen Teiles der großen eurasiatischen Ebene, von Sibirien und der Mandschurei mit großer Sachkenntniß und wissenschaftlicher Gründlichkeit beschrieben. In engem Zusammenhang damit möchte ich nun über die Bodenzonen des südwestlichen Teiles dieser Ebene, über das der russischen Steppe unmittelbar benachbarte Gebiet sprechen, welches einesteils von den Karpaten, anderenteils von der Donau begrenzt wird.

Von geophysischem Gesichtspunkt aus kann man in Rumänien fünf orographische Einheiten deutlich unterscheiden, nämlich (siehe die Karte)

1. *Die Region der Hochkarpaten*, welche aus älteren geologischen Formationen, bis zum neogenen Tertiär, aufgebaut ist. Diese Region erstreckt sich vom Grenzkamme des Karpatenhogens bis herab zu ca. 700 m ü. d. M. Im westlichen Teile der Oltenia liegt das Plateau von Mehedinți, welches seinem geologischen Aufbaue nach zur Gebirgsregion gehört.

2. *Die karpatische Hügelregion von Oltenia, Muntenia und Moldova*, welche stratigraphisch und tektonisch in engem Zusammenhang mit den Hochkarpaten steht, und an deren Aufbau tertiäre (neogene) und quaternäre Ablagerungen teilnehmen. Diese Region reicht bis 200 m über d. M. und selbst noch tiefer herab.

In dieser Region individualisiert sich stellenweise, u. zw. im Inneren der Oltenia, ein von tiefen Tälern durchfurchtes Plateau, an dessen Talabhängen pliocäne Schichten fast horizontal anstehen. Längs des Gebirgsrandes entstanden zwischen den Falten der neogenen Ablagerungen breite Depressionen, alte große subsequeute Flußläufe, die sogenannten subkarpatischen Depressionen, reich an breiten Wiesen, weiten Feldern und charakteristischen Terrassen. Sie treten von Baia de Arama bis Horezu auf, ferner bei Campulung, Slanic, Vrancea, Trotus und Nemțșora.

An einigen Stellen treten in der Oltenia auch intercollinare

Senkungen auf (Tirgu Jiu, Govora u. s. w.). In diesen Depressionen findet man Plateaus und Terrassen, die mit quaternären Sanden und Kiesen bedeckt sind.

3. *Die moldavische Platte* wird von schwach nach SE geneigten miocänen (sarmatischen) Schichten gebildet. Die Abhänge der zahlreich eingeschnittenen Täler sind größtenteils mit Löß bedeckt. Im südlichen Teil, wo sich das Plateau allmählig in die Ebene verliert, herrschen pliocäne und quaternäre Ablagerungen vor und der Löß erstreckt sich darüber in einer zusammenhängenden, mächtigen Decke. Auf dem Plateaurücken stößt man oft auf mächtige quaternäre (wahrscheinlich auch auf ältere) Sand- oder Kieselablagerungen.

Im N fällt das Plateau ebenfalls gegen eine gewellte Ebene ab, welche teilweise von Löß bedeckt ist, so daß die Zone der bedeutendsten Erhebungen des Plateaus sich ungefähr in der Mitte der Moldau befindet.

4. *Die Rumänische Ebene* ist eine Niederung, welche sich im südlichen Teil des Landes von Ost nach West erstreckt. In der Oltenia ist sie nur schmal, verbreitert sich in der Muntenia und verbindet sich in der südlichen Moldava mit dem Buceag und mit der pontischen Ebene des südlichen Rußlands. In diesem ganzen Teile trifft man nur quaternäre Ablagerungen, namentlich Flugsand und Löß an.

5. *Die Dobrogea*, eine sehr interessante Gegend zwischen der Donauebung und dem Schwarzen Meere, welche in ihrem nördlichen Teile dem Rest einer Pénéplaine entspricht, in welcher vortertiäre Schichten auftreten, während der südliche Teil die Verlängerung des Kreide-sarmatischen Plateaus von Bulgarien darstellt. Fast überall bedeckt eine dicke Lößdecke das anstehende Gestein, das daher nur auf den Bergrücken und an Steilabhängen, namentlich wo diese gegen N exponiert sind, sichtbar wird.

Die Flußläufe der Gebirgsregion Rumäniens fließen in felsigen Tälern mit sehr engem, mit Blöcken und Kies bedecktem Talweg, obwohl die Flußläufe alle sehr alt sind. Nur im Plateau von Mehedinți werden die Täler bewohnt und die Bergrücken beackert. In der Hügelregion hingegen sind die Täler breit, mit sanften und für die Agrikultur geeigneten Gehängen, obwohl das Muttergestein fast überall ansteht. Ihr Talweg ist breit, aber mit Blöcken und Schotter bedeckt. In der Ebene sind die Täler sehr breit, obschon die Flüsse in jüngeren Betten fließen. Sie haben kleine Terrassen, sehr wenig

Gefälle und sind in der Nähe des Hügellandes mit Schotter und Kies bedeckt, während im unteren Teile sandige und tonigsandige Ablagerungen auftreten.

Das Donaubett ist aber sehr breit, da die Donau, wie alle Flüsse der nördlichen Hemisphäre eine Verschiebung des Flußlaufes nach rechts aufweist (Baer'sches Gesetz). Diese Verschiebung wird durch den Einfluß der nördlichen Nebenflüsse und durch von N kommende Luftströmungen noch verstärkt.

Das Donautal, wie auch alle Täler der größeren rumänischen Flüsse, zeigt im Hügellande und in den höher gelegenen Teilen der Ebene drei ganz deutliche Terrassen, von denen wenigstens die zwei unteren quaternär sind. Alle diese Terrassen, sowie die größeren älteren Schuttkegel, sind mit Dörfern übersät, stark bevölkert und intensiv bebaut. In der Ebene aber und auch im Hügelland ist die Agrikultur mehr extensiv.

Das ganze Donautal ist fast nur in quaternäre Ablagerungen eingegraben; hier und da, besonders am rechten Ufer wird das unterliegende Gestein bloßgelegt.

Von klimatischem Standpunkte gehört dieses Gebiet dem sogenannten Donauklima an (E. de Martonne), welches in einigen Beziehungen dem mediterranen, in anderen hingegen dem ukrainischen Klima ähnlich ist. Seine Merkmale sind: die durchschnittlichen Niederschlagsmengen sind, außer im Gebirge, sehr gering, 600 mm im Jahr. Ein Maximum der Niederschläge fällt auf den Monat Juli und zwei Minima auf August—September und Januar—Februar. Der Winter ist lang und manchmal kalt; es schneit viel. Der Frühling ist kurz, veränderlich und manchmal kalt. Der Sommer ist sehr heiß, der Spätsommer regenarm. Der Herbst ist gewöhnlich schön; es kann aber sehr zeitlich kühl werden.

Wie aus der klimatologischen Karte, welche der agrogeologischen beigelegt ist, zu ersehen ist, fällt im östlichen Gebiet (Dobrogea, östl. Muntenia, östl. Moldava) sehr wenig Regen (weniger als 500 mm). In diesem Gebiete nimmt die Jahrestemperatur von Süden nach Norden ab, ist der Regen im Sommer häufiger und herrscht im Herbste Dürre, so daß das Klima sich sehr wenig oder gar nicht von dem der Ukraine unterscheidet. In der Oltenia hingegen sind die Niederschläge sowohl bedeutender, wie auch regelmäßiger als im Osten; die durchschnittliche Jahrestemperatur ist ziemlich hoch; die stärkeren Regen treten im Frühling auf, so daß das Klima dem mediterranen nahe kommt.

Um Obiges klar zu machen, füge ich die nachstehende Tabelle mit den klimatischen Merkmalen der Temperatur und der Niederschläge für alle 5 Gebiete Rumäniens bei.

Regionen	Walachische Ebene	Walachisches Hügelland	Hochebene Dobrogea	Hochebene Moldava	Die Gebirge (Sinaia)	
Niederschlagsmenge in mm.	Januar	34	52	35	27	40
	Februar	28	44	28	23	36
	März	38	54	38	37	41
	April	49	72	37	47	70
	Mai	55	96	47	60	81
	Juni	92	121	80	80	169
	Juli	56	71	70	65	101
	August	35	46	29	44	67
	Septemb.	35	55	34	33	63
	Oktober	45	70	43	38	56
	Novemb.	40	64	41	36	49
	Dezemb.	43	65	35	29	52
Summa	550	700	510	520	805	
Temperatur C°	Frühjahr	10.4	9.4	10.1	8.4	5.5
	Sommer	21.8	20.0	21.5	19.5	14.9
	Herbst	11.2	10.4	12.4	9.3	6.7
	Winter	—0.9	—0.4	1.1	—2.0	—3.4
	Jahresmittel	10.2	10.5	11.0	9.8	5.9

Außerdem sieht man die Eigentümlichkeiten der verschiedenen Gebiete auf der Karte ausgedrückt; besonders auffallend ist das regenreiche Gebiet von Mittel-Muntenia und das regenarme von Nordost-Moldava.

*Vegetation.* In Rumänien berühren sich zwei Vegetationsformen, die der südlich-russischen Steppen und die der karpatischen Wälder, so daß dieses Gebiet vom biologischen Standpunkt sehr interessant ist. Die östliche Moldova und insbesondere die Dobrogea, nebst der ostrumänischen Ebene, sind nichts anderes als die südwestliche Fortsetzung der südrussischen Steppe, welche im Frühjahr so reichlich mit Gras bedeckt, im Sommer so ausgedörrt ist, und welche das ganze eurasische Festland von Südwest nach Nordost durchzieht.

Nur die Kämme des Gebirges (von 1000 m. Seehöhe aufwärts bis zur alpinen Region) sind in Rumänien mit Nadelholzwäldern bestanden; der Gebirgsrand, die Täler, die Hochebenen und sogar ein Teil der Ebene, wo einst die Steppe dominierte, sind mit Laubwäldern bedeckt.

Die Laubwälder sind zweierlei Art:

1. Wälder, die hauptsächlich aus Buchen und Birken bestehen.

Solche kommen in Tälern vor, wo es kühler ist und die Niederschläge grösser sind. Diese Waldart hat eine grosse Verbreitung in Moldava, wo fast das ganze Gebiet damit bedeckt ist.

2. Wälder, die der Hauptsache nach aus Eichen bestehen; solche findet man in den subkarpatischen Senkungen bis zur Steppe, wo sie nachweisbar in jüngerer Zeit eingedrungen sind. Eine Fortsetzung des Waldes findet sich sogar jenseits der Donau, wo er sich auf die bulgarische Hochebene, zwischen Rusciuc und dem Süden der Dobrogea erstreckt. In der Dobrogea findet man sowohl in dem nördlichen wie in dem südlichen Waldgebiet nur isolierte Buchenhaine.

In der Berührungszone des Waldes mit der Steppe treten uns auf dem Steppenboden alle Erscheinungen eines Kampfes zwischen den beiden Vegetationsformen, mit der Einschiebung von Staudenwäldchen entgegen, wie dies von Tanfiliew und anderen Geobotanikern beschrieben wurde.

*Die Bodenklassifikation.* In der Nomenklatur und Klassifikation der Bodenarten, sowie auch in der Methode ihres Studiums im Felde, folge ich den Normen und der natürlichen Klassifikation der russischen Pedologen, wie dieselbe von Dokutschaeff und Sibirtzeff<sup>1)</sup> begründet worden ist und wie wir sie hier soeben, vom Herrn Professor Glinka<sup>2)</sup> in einer neuen Auffassung meisterhaft vorge tragen, kennen gelernt haben. Für die Böden von Rumänien bediene ich mich derselben Namen, welche H. Prof. Glinka auf die Böden Sibiriens angewendet hat, und daß wir beide mit denselben Namen, wie: Tschernosjom, kastanienfarbiger Boden, Podzol usw. genau dieselben Bodenarten bezeichnen, davon kann sich jeder überzeugen, der meine Sammlung von Bodenproben aus der südwestlichen Ecke der eurasischen Ebene mit der Sammlung Herrn Glinka's aus der nordöstlichen Ecke derselben, bei einer Entfernung von 10.000 Kilometer, vergleichen will.

Meine ersten Studien auf diesem Gebiete und meine erste Bodenkarte (von Baragan) waren nur auf der Kenntnis der russischen Literatur begründet und danach ausgeführt. Als ich dann später Reisen in Rußland machte, gewährte ich zu meiner Freude,

---

<sup>1)</sup> N. Sibirtzev: Etude des sols de la Russie. Congrès géol. intern. 1897. St. Petersbourg.

<sup>2)</sup> K. D. Glinka: Bodenkunde (russisch) 1908. Now. Alexandria. — Schema tische Bodenkarte der Erde. Annuaire géologique et minéralogique de la Russie. 1908.

daß die rumänischen Bodenarten mit den russischen übereinstimmen und daß die Bodenzonen des Baragan die direkte Fortsetzung der Zonen im südwestlichen Rußland bilden. Bei der Zusammenstellung nebenstehender Skizze der Böden Rumäniens habe ich eine reiche Vergleichs-Sammlung zur Verfügung gehabt und diese war mir von noch größerer Hilfe als selbst die Literatur.

*Die Bodenzonen Rumäniens.* In Rumänien treffen wir die folgenden Bodenarten als zonale Böden an:

die Böden der trockenen Steppe und der Halbwüsten (hellbraune und kastanienfarbige Böden);

die Steppenböden, verschiedene Arten von Tschernosjom;

die Waldböden (brauner Waldboden, grauer Waldboden, Podzol oder Bleichsand);

Torf usw.

Schon aus dieser bloßen Aufzählung kann man ersehen, daß wir in Rumänien, zwischen der Donau und dem Gebirge, in einer Erstreckung von nur 150 km., alle die Bodenarten antreffen, die in Rußland zwischen dem Kaukasus und dem Weißen Meere liegen. In dieser Hinsicht sind wir in Rumänien so begünstigt, daß wir an einem Tage, zu Wagen, die ganze Reihe der russischen Bodenzonen kennen lernen, wozu man in Rußland mehrere Tage und den Schnellzug braucht. Ich glaube auch, daß das Studium der Bodenzonen, was die Bodenbildner anbelangt, in Rumänien interessanter und lehrreicher ist, als in vielen anderen Ländern. Dank den Beobachtungen und Arbeiten unserer meteorologischen und geologischen Anstalten, haben wir jetzt zahlreiche Daten über die klimatologischen Verhältnisse Rumäniens und gute Kenntnis von dem geologischen Bodenbau unseres Vaterlandes, so daß wir den Einfluß der verschiedenen klimatischen Faktoren, sowie des Muttergesteines und der Vegetation auf die Bodenbildung und Bodenumwandlung verfolgen können. Denn ich, so wie alle, die der natürlichen Bodenklassifikation nachspüren, deren Grundzüge Prof. Glinka uns soeben vorgetragen hat, nehme an, daß der wichtigste Faktor der Bodenbildung (Verwitterung der Gesteine und Verwesung der organischen Substanzen) das Klima im Allgemeinen und in erster Reihe die Durchfeuchtung ist.

Aber ich füge noch Herrn Glinka's folgende Worte hinzu: „Der Grad der Anfeuchtung dieses oder jenes Teiles der Erdoberfläche hängt nicht nur von der Menge der atmosphärischen Niederschläge, sondern auch von der Temperatur, der Feuchtigkeit der

Luft, dem Relief, dem Charakter des Muttergesteines und der Vegetation ab.“ (l. c.)

Um die Ideen zu systematisieren, werde ich zunächst als Bodenbildner das *Klima*, das *Muttergestein* und die *Vegetation* (mit Einbegriff der Microorganismen) bezeichnen; dazu möchte ich noch den Factor *Zeit* hinzufügen. In der nachfolgenden Beschreibung der Bodenzonen Rumäniens werde ich versuchen, den Einfluß und die Bedeutung dieses oder jenes Faktors für die Bodenbildung zu bestimmen.

1. Die südlichste Bodenzone ist die erste *Zone der Halbwüstenböden* oder der trockenen Steppe (Bialasjom = hellbrauner Boden), welche in Rußland sehr breit ist, besonders zwischen dem Azowischen und dem Caspischen Meeren; in Rumänien ist sie aber sehr schmal und zieht sich im südlichen Teil der Steppe, der Donau entlang bis in den tiefergelegenen Teil der südlichen Dobrogea (Karasu-Gebiet). Die Entstehung dieses hellgrauen Bodens, der arm an Humus und reich an löslichen Salzen ist, findet ihre Erklärung nicht darin, daß die Feuchtigkeit der Donau entlang geringer wäre als in der Ebene, sondern in der fortdauernden Zufuhr durch den Wind von neuen mineralischen Substanzen aus den Donaualluvien. So findet man diesen Boden auf recenten Löß, in der Nähe des Flugsandes und auf den jüngsten Terrassen. Außerdem ist die Temperatur dieser Region die höchste in Rumänien, über 10·5 im Jahresmittel, und durch die sandige Beschaffenheit des Bodens wird die Verwesung und Verbrennung der organischen Substanzen sehr befördert.

2. *Die zweite Zone der Halbwüstenböden* ist die der sogn. kastanienfarbigen Böden, welche in Rumänien eine größere Verbreitung haben. Diese Zone bedeckt einen grossen Teil des Baragan und hat ihre Fortsetzung gegen West der Donau entlang, über Burnas bis in Oltenia. Man findet diesen Boden auch in der Zone der Tschernosjom und des Waldbodens, aber nur auf den jüngeren Terrassen und auf Altalluvium, manchmal sogar auf recenten Alluvium. Er hat sich auf Löß oder lößartigen Sand der rumänischen Steppe, auf den Vordünen der Ebene längs der Nebenflüsse der Donau, in Gebieten mit 500 mm. Niederschlägen, unter einer mittleren Jahrestemperatur von 10·5 C. gebildet. In Dobrogea sowie in Oltenia waren die klimatischen Verhältnisse während der letzten, historischen Zeit für die Vegetation so günstig, daß der Wald, welcher schon in spätquaternärer Zeit in die rumänische Steppe

eingedrungen ist, sich nun auch bis in die Zone der Halbwüstenböden erstreckt hat. So finden wir in Süd-Dobrogea den Wald auf kastanienfarbigen Böden und die Staudenwäldchen sogar in der Zone des hellgrauen Bodens. Die charakteristischen Hügelchen der Steppe und das berühmte Tropaeum Trajani von Adamklissa liegen jetzt inmitten des Waldes. Die Hügelchen sowie die römischen Wälle, welche sich in den beiden Bodenzonen vorfinden, zeigen ganz merkwürdige Erscheinungen: in der Zone der kastanienfarbigen Böden haben sie einen ähnlichen Boden, in der Zone des Biclasjoms hingegen tragen sie noch jetzt den Charakter des Muttergesteines zur Schau. Alles spricht dafür, daß in dieser Region die klimatischen Verhältnisse für die Bodenbildung von viel größerer Bedeutung sind, als der Faktor Zeit.

Der echte rußische *Tschernosjom* findet sich nur an einigen Punkten der nordmoldavischen Steppe, im Covurlui-Bezirk der Süd-moldava und als schmale Zone zwischen Tocsani und Ploesti längs dem Hügellande. Der gewöhnliche Boden der Steppe in Rumänien ist ein schokoladefarbiger Tschernosjom, welcher sich über die ganze Ebene der Ost-Muntenia und Süd-Oltenia ausbreitet; in der Moldava kommt er in der nördlichen Steppe und als schmale Zone, den Flüssen Prutu und Barladu entlang vor. In Dobrogea sind nur einige kleine Flächen im Norden sowie im Südwesten von dieser Bodenart bedeckt.

Der Tschernosjom ist in Süd-Rumänien nur auf Löß und Altalluvium entstanden; in der Moldava und im Hügellande hat er sich auf anderen Gesteinen gebildet. In der Ebene trifft man ihn gewöhnlich auf Gebieten von 50–200 m. absoluter Höhe, mit 500–600 mm. jährlichen Niederschlägen und einer Mitteltemperatur von 9–10° C. im Jahre an. In der nördlichen Moldava kommt dieser Boden auch auf höhergelegenen Hügeln vor, aber dort betragen die jährlichen Niederschläge nur 500 mm. und die Jahrestemperatur erreicht nur 8–9° C. Wo der Untergrund sandig ist, dort erfordert er mehr Niederschläge.

Die sekundären Faktoren Vegetation und Zeit machen ihren Einfluß in dieser Zone viel deutlicher erkennbar. Die alten Tumuli und römischen Wälle haben einen Boden, der dem der Steppe viel ähnlicher ist; die neueren Wälle und Hügelchen zeigen nur einen kastanienfarbigen Boden. Auf den jüngeren Terrassen finden wir den letzteren immer, wenn auch die Ebene mit Tschernosjom bedeckt ist. Besonders deutlich gewahrt man den Einfluß der sekundären



Faktoren in den regenreichen Zonen südwestlich und nordöstlich von Bucuresti und in Oltenia, wo man viele Beweise einer vormaligen Steppe noch heute findet (die charakteristischen Depressionen der Steppe, die Wohnungslöcher der Steppentiere usw.). In einer ganz jungen Periode hat sich der Wald aus dem Hügelland und von den Flußläufen weit über die Ebene gezogen; unter dem Einfluße der Waldvegetation hat aber der Tschernosjom hier, wie überall, seine charakteristischen Merkmale verloren und so ist ein degradierter Tschernosjom oder sogar ein brauner Waldboden daraus geworden.

In den tieferen Depressionen der Ebene und in manchen Teilen der Steppentäler, welche bis auf oder noch unter das Niveau des Grundwassers eingeschnitten sind, entstehen Alkaliböden, Salzböden und sogar Salzseen. Die Salzseen der eurasischen Steppe sind kleinere oder größere Vertiefungen der Ebene, in denen sich die Grundwasser sammeln und durch Verdunstung immer mehr concentrieren. Manche dieser Vertiefungen inmitten der Ebene sind alte Täler und Dünenmulden, von Löß und Sand verschüttet; andere sind Fluß- und Meer-Limane, deren Entstehung mit den Schwankungen des Meeresniveau in engem Zusammenhang steht. Der Salzgehalt der Seen, sowie der Alkali- und Salzböden, stammt aus dem Boden und dem Untergrund der Ebene. In dieser Zone findet man hier und da Representanten aller Arten von salzhaltigen Böden sowie: säuliger, geschichtet-säulenartiger, bleichsandiger, strukturloser Salzboden u. s. w.

Die Zone des Tschernosjom wird in der Walachei sehr schmal und verschwindet in Oltenia; an ihrer Stelle verbreitet sich die *Zone des Waldböden*. Die Braunerde ist der verbreitetste Boden Rumäniens.<sup>1)</sup>

Unter *Braunerde*, sowie sie von Herrn Prof. Ramann<sup>2)</sup> beschrieben wurde, verstehe ich einen braunen oder rötlichbraunen Waldboden, welcher von dem russischen Podzol und dem deutschen Bleichsand verschieden ist. Bei der Klassifikation der rumänischen Böden und der Zusammenstellung meiner Karte habe ich versucht

---

<sup>1)</sup> In der ersten Fachsitzung der internationalen agrogeologischen Konferenz, am 14. April 1909 fand eine, von Prof. Ramann angeregte, sehr interessante Discussion über den Begriff Braunerde statt. Da der Sitzungsbericht meine damalige Ausführung nur in gedrängter Kürze wiedergibt (S. 24, 25), möge es gestattet sein, das Gesagte hier in extenso zu wiederholen. M.

<sup>2)</sup> S. auch E. Ramann, Bodenkunde, S. 405.

die Bodenklassifikation Prof. Ramanns mit der russischen zu vergleichen und in Übereinstimmung zu bringen; dabei wurde es mir klar, daß Ramanns Braunerde in Rußland keinen typischen Vertreter habe. An manchen Orten, wo sie wahrscheinlich vorkommt (West-Rußland), wurde sie als degradiertes Tschernosjom beschrieben. Auch in der Moldava tritt die Braunerde nur als eine sehr schmale Zone auf, verbreitert sich aber gegen Süden und herrscht in der Umgebung von Bucuresti sowie auch in Oltenia vor, wo sie dann nur an einigen Stellen durch Podzol unterbrochen erscheint (siehe die Karte).

Die Braunerde ist hier überall durch uralte Eichenwäldungen, mit einigen anderen Baumarten, charakterisiert, indeß der Podzol in Moldava mit Buchenwäldern, in Oltenia und der Walachei mit gemischten Buchen und Eichen bestanden ist.

Dieser braune bis rostbraune Boden (Braunerde) enthält 3—5% Humus, hat eine körnig-eckige Struktur; die löslichen Salze und sogar die Carbonate sind in ihm bis auf 1 m und tiefer ausgelaugt. Seine eckige Struktur (die aber keine sogen. nußförmige ist) tritt im Untergrund deutlicher hervor und hier ist auch die Färbung durch kleine Konkrezionen und Häutchen von Eisenoxyd etwas rötlicher. Carbonatkonkrezionen (Lößpüppchen) sind in einer Tiefe von ca 2 m., schon in der Nähe des Muttergesteines oft sehr groß und reichlich vorhanden.

Die Braunerde bildet sich auf Löß (wo dieser eine dünne Schicht bildet und dann ein ganz charakteristisches Aussehen hat), auf Sand, auf Ton, auf Mergel (in dünnen Schichten), auf altem Alluvium und auch auf Terrassen und jüngeren Alluvionen. Etwas rötlicher kommt er auch auf Eruptivgesteinen, auf Kalk und Dolomit, auf krystallinischen Schiefern usw. vor. Den Übergang in das Muttergestein bezeichnet eine cementierte Zone mit Kalk- und Eisenkonkrezionen; wo Löß oder Mergel den Untergrund bildet, zeigen diese graue und braune Schnüre und Cementirungszentren.

Das Auftreten der Braunerde in Rumänien erklärt sich aus dem mediterranen Klima dieser Gegenden. Die Mitteltemperatur derselben beträgt (bei kalten Wintern) 9—10.5° C. Die atmosphärischen Niederschläge erreichen einen Durchschnitt von 650 mm, im Jahre (mit einer Regenperiode im Juni und zwei Trockenheitsperioden im Februar und September). Auch die Flora dieser Gegend weist in West-Rumänien eine Neigung zum mediterranen Klima auf (spontane Feigen usw.)

1. Die *Braunerde* wäre also ein Zwischenglied der Waldböden zwischen dem nördlichen *Podzol* (Bleichsand) mit Buche, Birke und Coniferen, und der mediterranen *Terra rossa* mit immergrünen Laubwäldern.

2. Die *Roterde* (terra rossa) ist nur in West-Oltenia bekannt, in der Nähe der Kalkmassive von Gorjiu und des Plateau von Mehedinti. Hier und da trifft man in der Ebene und mehr noch im Hügellande einen rötlichen Boden mit den Charakteren des Waldbodens, dessen Humusschicht durch tiefe Beackerung oder durch mechanische Abtragung zerstört wurde und die Schicht B hervortreten läßt. Ganz spärlich findet man in West-Oltenia und in Muntenia ein Art von Roterde, einen rötlichen, podzolartigen Waldboden, welcher auf Verrucano oder auf natürlich gebrannten Mergeln (in der Nähe von Lignitflötzen) vorkommt; in diesen Fällen ist die rote Färbung dem Muttergesteine zuzuschreiben.

Im Zusammenhang mit der Verbreitung des braunen Waldbodens stellt sich die Frage: Warum hat er sich in der Region von Bucuresti so weit südlich entwickelt? Das Relief der Ebene und das Muttergestein sind dieselben wie im Norden. Die meteorologische Skizze zeigt einen Unterschied in den klimatischen Verhältnissen an: reichlichere Niederschläge und eine niedrigere Temperatur im Vergleich zu den zwei Nebensteppen, dem Barogan und Burnas. Man könnte glauben, daß der Unterschied in den klimatologischen Verhältnissen gerade dem Einfluße des Waldes zuzuschreiben sei. Hier berühren wir eine andere interessante Frage: ob der Wald einen Einfluß auf das Klima hat, oder nicht? Es ist zwar hier nicht der Ort, diese Frage zu erörtern, doch sei es mir erlaubt bei dieser Gelegenheit meine Ansichten kurz zu erwähnen.

Die in Muntenia regenbringenden Luftströmungen sind die südöstlichen, welche vom Schwarzen und Aegeischem Meere kommend über das östliche Bulgarien und die Dobrogea nach den Karpaten streichen. Derselben Richtung entgegen, und wahrscheinlich als eine Folge davon, fließt auf der walachischen Ebene eine Reihe von bedeutenden Flüssen, durch deren Täler die kalten Luftströme von dem Gebirge in das Hügelland und schließlich in die Ebene gelangen. Die Flüsse haben sehr breite alte Betten, die mit Kies und Sand bestreut sind. Der Wald hat sich nun zuerst in diese Täler, den Flußbetten entlang gezogen und schließlich bis in die Ebene hinein erstreckt. Dies muß gleich nach oder auch schon während der Ablagerung des Lösses, geschehen sein, denn der Boden der nördlichen

Teile der Bezirke Ilfov und Teleorman ist ein echter Waldboden, kein degradiertes Tschernosjom. Der Einfluß des Waldes äußert sich nun einerseits in den klimatischen Verhältnissen, andererseits in seiner Wirkung auf den Boden, dessen Tschernosjom er nach seiner Art verändert. Und da das Klima während der letzten Zeitperiode dem Umsichgreifen des Waldes nicht hinderlich war, hat derselbe große Fortschritte gemacht. Im Süden der Dobrogea und im Osten Bulgariens ist der Wald in höher gelegenen Gebieten in der Neuzeit, d. i. seit der Zeit der Römerherrschaft bis auf den kastanienfarbigen Boden vorgedrungen.

3. Der *Podzol* (Bleichsand) ist in Rumänien mehr entwickelt, als man nach der geographischen Lage des Landes erwarten sollte. Die Hügel der mittleren und westlichen Moldava, der Walachei und Oltenia, sowie die subkarpatischen Depressionen sind fast ausschließlich mit dieser Bodenart bedeckt. In der Ebene bildet er kleinere und größere Inseln im Waldgebiete; in der Dobrogea kennt man nur eine derartige Insel.

Der Podzol hat sich in kälteren und regenreicheren Gebieten gebildet, wo die Niederschlagsmenge bis gegen 800 mm. im Jahre beträgt und die Jahrestemperatur unter 9°C. steht. In der Ebene entsteht er aus Löß in den abflußlosen Depressionen, welche im Frühjahr unter Wasser stehen; sein gewöhnliches Muttergestein ist aber Sand, Kies und Schotter der höheren Terrassen. Auf dem Hügellande, wo die verschiedensten geologischen Ablagerungen zutage treten, ist auch der Boden von Ort zu Ort verschieden. Skeletthoden, brauner Waldboden, Podzol und Rendzina kommen da regellos durcheinander vor.

In der Waldbodenzone, wo feuchtere Stellen mit tonigem Muttergestein sind, findet man einen schwarzen Boden, der in Rumänien *Lacoviste* genannt wird. Dieser Boden ist im trockenen Zustand dunkelgrau mit einem Stich in's Bläuliche, in naßem Zustand ist er schwarz, körnig, mit glänzenden Flächen, die wie Graphit aussehen. Im Untergrund (Schicht B), doch auch schon in der Schicht A, finden sich Bohnerze von verschiedener Größe. In mancher Beziehung schließt sich diese Bodenart den salzhaltigen, in anderer den podzolartigen Böden an. Der Lacoviste kommt auf Altalluvium vor, im Hügellande auch an Stellen wo das Wasser stagniert oder wo das Grundwasser zum Vorschein kommt.

Über dem Niveau von 1800 m. finden sich im Hochgebirge, in den Tälern der ehemaligen Gletscher, große, charakteristisch ent-

wickelte Hochmoore mit Torfbildung. Flachmoore giebt es nur wenig in Rumänien, im Donautale und Donaudelta.

\* \* \*

Aus dieser kurzen Schilderung der Bodenzonen Rumäniens geht mindestens die eine allgemeine Tatsache hervor, die wir in folgenden Sätzen formulieren können:

Die Böden Rumäniens sind teils jung, teils alt: jung sind die Steppenböden, welche auf Löß, als Nachspiel der quaternären colischen Bildung entstanden sind; alt sind die Waldböden, welche sich auf tertiären und altquaternären Ablagerungen während langer Zeiträume gebildet haben.

Die jüngeren Böden werden den klimatischen Aenderungen gemäß und unter dem Einfluß der sekundären Bodenbildner (Vegetation, Muttergestein, Zeit usw.) allmählig umgewandelt und den älteren ähnlich gemacht.

Der Tschernosjom ist ein Zwischenstadium und der Podsol ist das Endglied der Bodenentwicklung.

---



# TABLE DES MATIÈRES.

## Inhaltsverzeichnis.

### Avant-propos. — Vorwort.

### Première partie. — Erster Teil.

#### **Préliminaires et ouverture de la première conférence internationale d'agrogéologie. — Vorbereitung und Eröffnung der ersten internationalen agrogeologischen Konferenz.**

Lettre d'invitation de l'institut royal géologique de Hongrie. — <i>Einladungsschreiben der kön. ungarischen geologischen Reichsanstalt</i> ... ..	7
Programme de la conférence. — <i>Programm der Konferenz</i> ... ..	12
Liste des noms des participants. — <i>Namensliste der Teilnehmer</i> ... ..	15
Séance d'ouverture. — <i>Eröffnungssitzung</i> ... ..	17

#### **Séances scientifiques. — Fachsitzungen.**

Première séance. — <i>Erste Fachsitzung</i> , le 14. avril, avant-midi ... ..	23
Deuxième séance. — <i>Zweite Fachsitzung</i> , le 14. avril, après-midi ... ..	26
Troisième séance. — <i>Dritte Fachsitzung</i> , le 15. avril, avant-midi ... ..	29
Quatrième séance. — <i>Vierte Fachsitzung</i> , le 16. avril, avant-midi ... ..	33
Cinquième séance. — <i>Fünfte Fachsitzung</i> , le 17. avril, avant-midi ... ..	40
Sixième séance. — <i>Sechste Fachsitzung</i> , le 17. avril, après-midi ... ..	47
Septième séance. — <i>Siebente Fachsitzung</i> , le 21. avril, soir, à Arad ... ..	51
Séance de clôture. — <i>Schlusssitzung</i> le 23. avril, avant-midi ... ..	56

#### **Excursions scientifiques. — Studienausflüge.**

Première excursion à Hidegkút près de Budapest, le 15. avril ... ..	69
Deuxième excursion à Gödöllő, le 16. avril ... ..	70
Troisième excursion à travers la grande Plaine (Alföld), 18.—22. avril ... ..	71
Quatrième excursion au lac Balaton, 24.—27. avril ... ..	87

### Deuxième partie. — Zweiter Teil.

#### **Communications présentés à la conférence. — Vorträge und Mitteilungen**

1. Bodenzonen und Bodentypen des europäischen und asiatischen Rußland. Von K. D. Glinka. Novaja Alexandria ... ..	95
2. Die Bodenverhältnisse in Norwegen. Von K. O. Bjørlykke, Christiania ... ..	115
3. Die heutige Verwitterungslehre im Lichte der Colloidchemie. Von F. Cornu, Leoben ... ..	123

4. Was ist Verwitterung? Von P. Treitz, Budapest	131
5. Über die für die Klimazonen bezeichnenden Bodenarten. Von E. von Cholnoky, Kolozsvár	163
6. Les exigences spéciales de l'agriculture intensive en matière d'analyses des terres Par E. Lepiaë, Louvain	177
7. Die Methoden der Bodenanalysen an der kön. preußischen geologischen Landesanstalt. Von F. Schuch t, Berlin	189
8. Über die agrogeologischen Arbeiten im Felde. Von Horusitzky, Budapest	193
9. Was ist auf den agrogeologischen Übersichts- und Spezialkarten darzustellen? Von E. Tim kó, Budapest	203
10. Über die Dartellungsmethoden agrogeologischer Übersichts- und Spezialkarten. Von W. Güll, Budapest	207
11. Die agronomischen Kartierungsarbeiten in Böhmen. Von J. Kopecky Prag	213
12. Methoden der chemischen Bodenanalyse. Von K. Emszt, Budapest	219
13. Über die Bedeutung der chemischen Bodenanalyse im Gebiete der agrogeologischen Forschungen und der Bodenkartierung. Von A. v. 'Sigm ond, Budapest	225
14. Die Bodenbeschaffenheit des Köröser Inundationsgebietes. Von H. Ujj, Kisjenő	245
15. Methoden der Untersuchung sodahaltiger Böden im Felde. Von A. v. 'Sigm ond, Budapest	247
16. Die Ampelogeologische Kartierung. Von D. v. Dicenty, Budapest	257
17. Der physiologische Kalkgehalt der Böden. Von P. Treitz, Budapest	273
18. Die Bestandteile der Mineralböden. Von A. Atterberg, Kalmar	289
19. The Unification of Methods of Chemical Soil analysis. By E. W. Hilgard, Berkeley	303
20. Die Bodenzonen Rumäniens. Von G. Munteanu-Murgoci Bucuresti	313



## SUPPLÉMENT.

Par l'intermède de MM. les professeurs F. *Wahnschaffe* et E. *Ramann* se sont joint au comité agrogéologique international :

- M. le professeur Dr. *Fleischer*, Berlin,
  - M. le professeur Dr. R. *Gans*, Berlin,
  - M. le professeur Dr. A. *Sauer*, Stuttgart,
  - M. le conseiller des mines Dr. W. *Schottler*, Darmstadt.
- 

La carte des zones des sols de la Russie, qui devait se rattacher à la conférence faite par M. le professeur *Glinka* à ce sujet, de même que la carte zonale de M. *Murgoci* n'étant pas encore prêtes, seront envoyées séparément.

## NACHTRAG.

Durch Vermittlung der Herren Professoren F. *Wahnschaffe* und E. *Ramann* haben sich noch die folgenden Herren dem internationalen agrogeologischen Komitee angeschlossen :

- Herr geh. Oberregierungsrat Professor Dr. *Fleischer*, Berlin.
  - Herr Prof. Dr. Erich *Kaiser*, Giessen.
  - Herr Prof. Dr. A. *Sauer*, Stuttgart.
  - Herr Bergrat Dr. W. *Schottler*, Darmstadt.
- 

Die zur Abhandlung des Herrn Prof. *Glinka*, über die Boden-zonen Rußlands gehörige Karte, sowie die Bodenzonenkarte des Herrn *Murgoci* konnten nicht rechtzeitig hergestellt werden, daher dieselben später nachgeliefert werden.

Der Vortrag, den weiland Herr F. *Cornu* am 14. April in der zweiten Fachsitzung der internationalen Konferenz unter dem Titel : „Die heutige Verwitterungslehre im Lichte der Kolloidchemie“ gehalten hat, erschien zuerst im Maihefte der Kolloid-Zeitschrift. Dennoch glauben wir ihn in der Reihenfolge der Vorträge unserer agrogeologischen Konferenz nicht weglassen zu dürfen.

## Nekrolog.

Zu unserem aufrichtigen Leidwesen ist uns zum Schlusse noch die schmerzliche Aufgabe zugefallen, zweier unserer eifrigsten Mitarbeiter, die uns inzwischen der Tod entrissen hat, hier zu gedenken.

### † Felix Cornu,

Dr. phil. k. u. k. Adjunkt und Privatdozent a. d. Mont. Hochschule Leoben erlag am 23. September l. J. in Graz einem schweren Nervenleiden.

Als Sohn des Universitätsprofessors Dr. Julius Cornu am 26. Dez. 1882 zu Prag geboren, absolvierte Felix Cornu seine Gymnasialstudien in Prag und Leitmeritz, bezog 1902 die Universität Wien, wo er sich dem Studium der Mineralogie, Geologie und anorganischen Chemie widmete. Nach glänzend abgelegten Rigorosen aus diesen Fächern errang er 1906 das Doktordiplom und erhielt 1907 die Assistentenstelle an der Lehrkanzel für Mineralogie und Geologie in Leoben.

Seiner zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten, die er in verschiedenen Zeitschriften, besonders in der Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide veröffentlichte, einzeln zu gedenken, fehlt uns hier der Raum. Wir begnügen uns auf die hohe Bedeutung dessen, was er in die Verhandlungen der agrogeologischen Konferenz hineingetragen hat, hinzuweisen: die Resultate seines speziellen Forschungsgebietes, der Kolloidchemie, in ihrer Anwendung auf die Erscheinungen der Gesteinsverwitterung und Bodenbildung haben der Bodenkunde neue und weitreichende Aussichten eröffnet. Wenn nun die Leuchte, die er in diesem, bisher dunklen Gebiete erhoben hat, von andern Händen, wie wir hoffen, ergriffen und weitergetragen wird, so wird ihr Schein doch immer auf dem Namen des jungen Gelehrten haften, der sie am Anfang des Weges entzündet hat.

---

## † Wilhelm Güll.

1876—1909.

Die Comptes rendus der I. internationalen Agrogeologenkonferenz haben gerade ihrem Erscheinen entgegengesehen, als der Tod dem unermüdlichen und eifrigen Schriftleiter der Konferenz, dem kgl. ungar. Geologen I. Klasse **Wilhelm Güll** die Feder entriß. Das plötzliche Erlöschen dieses jungen Lebens hat jedermann unter seinen Bekannten mit tiefer Trauer, seine Freunde und Kollegen aber mit aufrichtigem Schmerz erfüllt.

Die Bodenkunde hat in ihm einen fleißigen, eifrigen, unermüdlichen Kämpfer verloren, einen Mann, der mit Selbstkritik, mit nüchterner Erkenntnis seiner Fähigkeiten, fern von jeder Überhebung arbeitete. Er hat seine Kräfte stets unbefangen eingeschätzt, und trug bescheiden zur Hebung des Niveaus der ungarischen Geologie bei. Er drängte sich niemals unter die Großen, die Größten, auch nicht unter die Bahnbrecher, sondern stellte sich selbst in die zweite, dritte Reihe, wo er aber auch tapfer standhielt.

Unter diese seltenen Naturen — die ohne Überhebung und ohne andere zu verachten, in Stille, jedoch unbeirrt ihrem ausgesetzten Ziele zustreben — unter diese Naturen gehörte auch **Wilhelm Güll**.

Seine Kinderjahre verlebte er in seiner Vaterstadt Pozsony, hier absolvierte er seine Mittelschulen.

Nachdem er seine Eltern bald verloren hatte, haben die schweren Sorgen der Selbsterhaltung schon hier begonnen, um dann auch während seiner Studien an der Universität in Budapest fortzudauern. Durch den schweren Kampf ums Dasein reifte das Kind alsbald zum Manne, der schon in früher Jugend nur in der Arbeit seinen Unterhalt, seine Freude und Zerstreuung fand.

Nachdem seine Studien an der philosophischen Fakultät der Universität in Budapest beendet waren, wirkte er als Suplent an der staatlichen Oberrealschule in Budapest V. Bezirk, von wo er im Oktober 1900 zum Geologen an der kgl. ungar. Geologischen

Reichsanstalt ernannt wurde. Seine Wirksamkeit erstreckt sich auf das Gebiet der Agrogeologie. Seine Untersuchungen beschränken sich vorzugsweise auf das Gebiet zwischen Donau und Tisza, ferner auf den Sumpf Ecsedi láp im Komitat Szatmár. Seine Arbeiten sind seit 1902 in den „Jahresberichten der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt“ erschienen. Er war eifriger Redakteur der in deutscher Sprache erscheinenden Publikationen der Reichsanstalt und II. Sekretär der Ungar. Geologischen Gesellschaft.

Allen diesen Aufgaben hat er wacker entsprochen. Er verdient also unsere Anerkennung nicht so sehr durch seine einzelnen Werke, als durch sein ganzes Wirken.

## ERRATA.

P.	33,	ligne	9	du	haut,	au	lieu	de	Vegetatoin	lire	<i>Vegetation.</i>
"	45,	"	6	"	"	"	"	"	Bodenelementen	"	<i>Bodenelemente.</i>
"	72,	"	1	"	"	"	"	"	Eisenoxid	"	<i>Eisenoxyd.</i>
"	72,	"	13	"	"	"	"	"	aller	"	<i>aller.</i>
"	76,	"	9	"	bas,	"	"	"	erfuhren	"	<i>erfahren.</i>
"	77,	entre	ligne	8	et	9	interposer :		<i>Hierauf begab sich die Gesellschaft an das</i> <i>[Steilufer des Palicssee's.</i>		
P.	77,	ligne	8	du	bas,	au	lieu	de	mm	lire	<i>m.</i>
"	86,	"	8	"	haut,	"	"	"	verfertigt	"	<i>verfestigt.</i>
"	99,	"	4	"	"	"	"	"	Struutur	"	<i>Struktur.</i>
"	99,	"	19	"	bas,	"	"	"	In	"	<i>An.</i>
"	99,	"	7	"	"	"	"	"	die	"	<i>An die.</i>
"	99,	"	1	"	"	"	"	"	sowol	"	<i>sowohl.</i>
"	101,	"	17	"	"	"	"	"	Ortsein	"	<i>Ortstein.</i>
"	113,	Tabelle		"	"	"	"	"	proben	"	<i>Proben.</i>
"	120,	ligne	18	du	bas,	"	"	"	Schwarzerde	"	<i>Schwarzerle.</i>
"	123,	"	1	"	"	"	"	"	Elke-	"	<i>Elek.</i>
"	123,	"	12	"	"	"	"	"	Gebildung	"	<i>Gelbildung.</i>
"	126,	"	18	"	haut,	"	"	"	verbreitet	"	<i>vorbereitet.</i>
"	133,	"	14	"	bas,	"	"	"	Prozeßen	"	<i>Prozesse.</i>
"	174,	"	2	"	haut,	"	"	"	versetzt	"	<i>zersetzt.</i>
"	221,	"	9	"	bas,	"	"	"	das	"	<i>des.</i>
"	223,	"	5	"	"	"	"	"	ein halbes Jahr	"	<i>einem halben Jahre.</i>
"	280,	"	15	"	haut,	"	"	"	innersten	"	<i>ersten.</i>
"	307,	"	2	"	"	"	"	"	mentione das	"	<i>mentioned as.</i>

# AGROGEOLOGISCHE SKIZZE DES KGR. RUMÄNIEN

Die beiliegende agrogeologische Skizze ist eine Reduktion nach der Bodenkarte Rumäniens, welche bei der I-ten Intern. Bodenkongress im Massstabe 1:1.000.000 vorgelegt wurde. Sie ist das Resultat der Untersuchungen von 1906—1908 der Mitglieder der agrogeologischen Sektion des «Institutul geologic al României»: H. G. MURGOCI, Sektionsvorsitz (verschiedene Teile des Landes und die S-Dobrogea), E. I. PROTOPODESCU-PAKE (westliche Muntenia und ein Teil der Oltenia), P. ENCULESCU (vorz. Moldova). Ausser den Mitgliedern der Landesanstalt functionierte als Mitarbeiter Herr C. GREG. GÄRBOVEANU, welcher die nördliche Dobrogea (Distr. Tulcea) aufnahm. Die Aufnahmen sind unter der Aufsicht von G. MURGOCI und nach seinen Instructionen ausgeführt.

Bei der Ausführung dieser Karte wurde die Nomenklatur der Russen für die zonalen Böden gebraucht, deren Principien voraussichtlich für die wissenschaftlichen Studien des Bodens als Grundlage für die Zukunft gelten wird. Unter der Namen *Boden* (franz. le sol) werden alle Bildungen zusammengefasst, welche natürlicherweise zum Boden gehören, von der Oberfläche an bis zum Muttergestein, d. h. der ganze Complex der Horizonte A<sub>1</sub> (Ackerkrume), A<sub>2</sub> (Untergrund) und B (Uebergangszone zum Muttergestein).

Die Bestimmung der Bodentypen wurde auf Grund des morphologischen Charakters der verschiedenen Horizonte gemacht, nach der Natur und beiläufigen Quantität der verschiedenen in der Schichte A vorkommenden organischen Stoffe und Mineralien, in Betrachtung und auf Grund des Facies des Untergrundes, auf Grund des Studiums der illuvialen Erscheinungen sowie der spontanen Flora und der Tiere. Für die Identifizierung der Bodentypen diente noch eine reiche Sammlung von russischen Böden.

Die Umrissse der verschiedenen Bodenzonen sind, dem Massstabe der Skizze gemäss, approximativ. Die Bodenzonen der Ebene und der Plateaux können als richtig angenommen werden; im Hügellande aber wo die Böden sehr gemischt sind, ist eine scharfe Umzeichnung unmöglich gewesen.

Auf der Karte wurden auch einige wirtschaftlich wichtige Gegenden eingezeichnet, um den Zusammenhang zwischen den Böden und den Ackerbauprodukten hervortreten zu lassen. Es sind dies die Gebiete des guten Weizens und Tabakbaues sowie die wichtigsten von den berühmten Weingegenden.

Es ist sichtbar dass der Weinbau Rumäniens im allgemeinen im Gebiete der Waldböden und nur im Osten in der Nähe der Steppe getrieben wird, mit Ausnahme vom Districte Gorj wo Weinberge auf Podzol oder Terra rossa sind, und abgesehen von einigen Weinbaugegenden der Steppe, welche auf Sandböden zu liegen kommen. Dieselbe Tatsache gilt auch für den Tabakbau: Tabak wird gebaut auf der Roterde der Wälder oder auf degradierten Tschjornosjom. Der beste Weizen (nach den Studien von Prof. Dr. A. ZAHARIA) kommt im gegenteil auf den verschiedenen Arten von Tschjornosjom der Steppe in der östlichen Moldau und südöstlichen Muntenia vor.

Auf der Karte wurde ausserdem das Eindringen des Waldes in die Steppe eingezeichnet, welches ein der wichtigsten biologischen Erscheinungen in der rumänischen Ebene ist. In westlicher Muntenia und Oltenia ist dieses Eindringen scharf ausgeprägt, da ihm die klimatischen Verhältnisse günstig waren. In vielen Teilen sind die Wälder der Vorsteppe sehr alt so dass der Tschjornosjom gänzlich degradiert ist.

Die klimatologische Skizze stützt sich auf die Angaben welche von dem astronomischen Observatorium, das frühere meteorologische Institut, für 15 Jahren, von 1891 bis 1905, in Tabellen zusammengestellt worden sind, Herr I. MURAT (gewesener Direktor des meteorologischen Institut) hat ebenfalls eine klimatologische Karte von Rumänien (ausgestellt als Manuscript in der rumänischen Jubiläumsausstellung von 1906) auf Grund dieser Tabellen zusammengestellt. Unsere Skizze unterscheidet sich von der seinigen in folgenden Hinsichten: Die Isothermen unserer Skizze sind die wirklichen Isothermen, nicht zum Meeresniveau reducirt. Die Isohieten sind so eingezeichnet dass sie dem Bodenrelief und der Ausdehnung der Wälder folgen, mit welchen sie in engen Beziehung stehen.

Es wurde auf dieser klimatologische Skizze noch eine sehr interessante Beobachtung eingetragen, nämlich die Zeit des Minimums der relativen Feuchtigkeit für verschiedene Localitäten, welche aus den für 10 Jahren zusammengestellten Tabellen des astronomischen Observatoriums ausgezogen wurden. Wenn wir für die verschiedenen Gegenden Rumäniens die klimatologischen Erscheinungen mit der Art der Vegetation und der Beschaffenheit des Bodens vergleichen, so treten einige wichtige Schlussfolgerungen heraus, welche aus der beiliegenden etwa 60 Localitäten umfassenden Tabelle ersichtlich sind (siehe die Rückseite). Folgende Schlussfolgerungen scheinen aus der auscheinenden Regelmässigkeit hervorzugehen:

Fast alle Gebiete sind durch zwei Epochen von minimaler relativen Feuchtigkeit charakterisiert und zwar: Eine stellt sich im Frühjahr (April—Mai) ein, während die zweite, in der Ebene viel ausgesprochenere Epoche, im Sommer (Juli—August) fällt. Spontane Wälder fehlen in jenen Gebieten der Ebene, wo die minimale Feuchtigkeit mit den minimalen Niederschlägen zusammenfallen. Wald im gegenteil ist dort eingedrungen wo diese zwei Minima nicht zusammenfallen. Dichtbewaldete Gebiete sind durch ein absolutes Minimum im April und ein zweites im August charakterisiert. Es tritt demnach ein enger Zusammenhang zwischen Vegetation und relativen Feuchtigkeit hervor. In der Steppe fällt das Feuchtigkeitsminimum im Juli, im Monate in dem die Vegetation aufhört. Im Laubwaldgebieten fällt das Minimum auf dem Monate April, also um die Zeit wann die Entwicklung der Blätter in ihrem Anfangsstadium ist.

Man kommt also zu der Schlussfolgerungen dass im Allgemeinen die Vegetation, und speciell der Wald, einen grossen Einfluss nicht nur auf dem Boden, sondern auch auf das Klima einer Gegend haben können.

(Auszug aus: *Klimat, Boden und Vegetation d. Kgr. Rumänien* von G. MURGOCI).

# T A F E L

## DER VEGETATION, KLIMA UND BODENARTEN FÜR VERSCHIEDENE LOKALITÄTEN

VEGETATION	LOKALITÄTEN	Höhe über Meeres- niveau in Meter	Tempera- tur in C.		ATMOSPHERISCHE NIEDERSCHLÄGE in mm.		RELATIVE FEUCHTIGKEIT		BODENART und STELLEN der Probennahme	MECHANISCHE ANALYSE		CHEMISCHE ANALYSE <sup>3)</sup>						
			Durch- schnitt für Jahr	Durch- schnitt für Sommer	Jährlich	Maximum in Monaten	Minimum in Monaten <sup>2)</sup>	Minimum in Monate		Größer als 1 mm. %	Zwischen 1 mm. und 0,25 mm. %	Kleiner als 0,25 mm. %	Ton %	Verlust beim Erhitzen %	Humus- säure Calcium % als CaO	Phosphor- säure %	Stickstoff %	Kali % als K <sub>2</sub> O
E	1 Sulina . . .	36	11.1	21.2	340	Jun 52	1a 23. Mr 20. Ap 20. S 15. N 22	Jul-Aug 4	1 Alluvium (Delta)	—	—	—	9.68	—	3.1	0.16	0.493	0.440
	2 Constanta . . .	36	11.3	21.2	394	Jul 41	F 34. Jun 32. S 24	Jul-Aug	2 Hellbrauner Boden	—	—	—	6.66	—	1.02	0.18	0.26	0.12
	3 Tulcea . . .	20	—	—	468	Jun 48	F 26. Au 34. S 31. N 31	—	3 Degradierter Tschjornosjom	—	—	—	6.98	—	0.79	0.2	—	0.57
	4 Isaccea . . .	20	11.0	22.1	481	Jul 47	F 24. Mr 21. A 24. S 25. N 29	—	4 Hellbrauner Boden	—	—	—	6.28	68.28	31.40	4.75	1.06	0.64
	5 Galati . . .	30	10.7	22.1	441	Jun 60	F 24-Mr 31. S 30. N 26. D 26	—	5 Kastanienfarb. Boden (Barbosi)	—	—	—	9.16	37	42.71	5.22	1.67	0.14
	6 Braila . . .	25	10.9	22.3	406	Jun 56	1a 23-F 22-Mr 28. S 24. N 27	—	6 Hellbrauner Boden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7 Viziru . . .	20	—	—	545	Jun 79, Au 59	F 26. S 29	—	7 Kastanienfarb. Boden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8 Calarasi . . .	25	11.0	21.6	530	Jun 73	F 35 Mr 36. O 42	—	8 Kastanienfarb. Boden (Socaricu)	—	—	—	0.38	54.92	44.60	6.48	0.54	0.106
	9 Clujnita . . .	60	—	—	427	Jun 73	F 28. O 19	—	9 Chokolad. Tschjornosjom	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10 Armasesi . . .	70	10.2	21.3	449	Jun 72	1a 28-F 30. S 30. N 29	—	10 Kastanienfarb. Boden	—	—	—	0.24	1.72	54.8	43.21	4.53	1.51
	11 Slobozia . . .	50	—	—	470	Jun 73	F 24. O 26. D 26	—	11 Kastanienfarb. Boden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12 Oltenita . . .	30	—	—	549	Jun 74	1a 37. Mr 39. S 31	—	12 Hellbrauner Boden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13 Buzau . . .	105	10.5	21.4	512	Jun 88	1a 30-F 28. S 8. N 22	—	13 Chokolad. Tschjornosjom	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14 Mizil . . .	146	—	—	513	Jun 87	1a 27-F 22. S 28. N 22	—	14 Tschjornosjom (Istrita)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15 R-Sarat . . .	118	10.8	21.3	677	Jun 103	F 31. N 29	—	15 Chokolad. Tschjornos. (Rabia)	—	—	—	0.12	3.04	64.86	30.86	5.47	0.78
	16 Tecuci . . .	40	10.0	22.2	511	Jun 61	F 26. S 29. N 33	—	16 Kastanienfarb. Bod n (Matca)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17 Birlad . . .	76	9.7	20.9	428	Jun 62	F 17. S 23. N 24. D 26	—	17 Chokolad. Tschjornos. (Zorleni)	—	—	—	0.1	3.58	70.8	29.22	6.10	0.61
	18 Vaslui . . .	120	9.3	20.4	511	Jun 80	F 25. S 31. N 32-D 32	—	18 Chokolad. Tschjornosjom	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19 Husi . . .	107	9.7	21.2	481	Jun 75	F 23. S 20. N 31-D 30	—	19 Alluvium (Drinceni)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20 Iasi . . .	100	9.6	20.8	481	Jun 69	F 23 N 23	—	20 Chokolad. Tschjornosjom	—	—	—	—	—	—	—	—	—
WALDSTEPPE	21 Herasti . . .	50	10.8	21.8	465	Jun 83	1a 23-F 21 S 22	April, Jul-Aug	21 Chokolad. Tschjornosjom	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22 Giurgiu . . .	27	11.2	22.4	513	Jun 83	1a 31. Mr 31. S 24	—	22 Hellbrauner Boden (Arsache)	—	—	—	0.18	5.50	54.82	39.70	5.11	1.32
	23 Alexandria . . .	72	10.8	22.0	515	Jun 75	1a 34. Mr 33. S 29	—	23 Chokolad. Tschjorn. (Tigresti)	—	—	—	0.2	10.6	44.54	54.26	6.89	3.52
	24 Rosiori de Vede . . .	110	10.7	22.1	420	Jun 83	Mr 28. S 28	—	24 Degradierter Tschjor. (Peretu)	—	—	—	2.4	8.30	47.40	41.40	8.30	2.35
	25 T-Magurele . . .	40	11.4	22.5	524	Jun 18	1a 36. Mr 24. S 26	—	25 Kastanienfarb. Tschjornosjom	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26 Corabia . . .	60	10.9	20.1	508	Jun 78	1a 30. Mr 29. S 29	—	26 Kastanienfarb. Boden (Orlea)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	27 Zimnicea . . .	58	—	—	633	Jun 90	F 42. Mr 44. S 26	—	27 Kastanienfarb. Boden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28 Caracal . . .	89	10.5	21.8	530	M 73-Jun 76	1a 35. Mr 30. S 33	—	28 Waldboden (Cetieni)	—	—	—	2.4	12.20	41.86	42.20	4.3	0.42
	29 Calafat . . .	85	—	—	556	M 59-Jun 56	1a 39. Mr 36. S 36	—	29 Kastanienfarb. Boden (Balesti)	—	—	—	0.1	12.9	55.70	31.20	5.31	2.02
	30 Babadag . . .	50	10.7	—	506	Jun 73	F 30. A 27	—	30 Kastanienfarb. Boden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
EICHENWALD	31 Turnu-Severin . . .	70	11.6	22.4	696	M 75	F 40. S 39	—	31 Terra rossa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	32 Strehaia . . .	140	9.0	20.1	636	M 59-Jun 74	1a 44. Mr 42. S 23	—	32 Braunerde (Brinisor)	—	—	—	8.4	11.50	38.79	38.51	4.35	0.63
	33 Craiova . . .	140	11.0	21.3	636	M 56-Jun 83	F 36. Mr 33. S 29	—	33 Braunerde (Breasta)	—	—	—	0.36	12.70	49.35	37.49	5.48	1.29
	34 Striharet . . .	160	10.6	21.0	483	Jun 72	Mr 26. S 24	—	34 Braunerde	—	—	—	4.20	20.10	41.60	33.90	1.72	0.37
	35 Pitina . . .	150	—	—	554	Jun 80	Mr 21. S 27	—	35 Degr. Tschjornos. (Barchesti)	—	—	—	2.00	7.30	34.70	46.8	6.29	—
	36 Satesti . . .	270	9.6	18.8	685	Jun 97	1a 42-F 40. S 36. N 39	—	36 Braunerde (Leordeni)	—	—	—	8.4	13.2	34.44	43.8	4.74	0.77
	37 Costesti . . .	173	—	—	419	Jun 87	1a 38. Mr 38. S 32. N 39	—	37 Waldboden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	38 Targoviste . . .	300	9.6	20.3	688	Jun 105	F 36-M 37. S 39. N 37	—	38 Braunerde	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	39 Giesti . . .	185	9.8	21.6	592	Jun 79	1a 38. F 37. S 39. N 37	—	39 Braunerde	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	40 Corbil-mari . . .	112	—	—	678	M 69-Jun 73-Jul 70	1a 39. Mr 39. S 38. N 37	—	40 Braunerde (Zadarcicu)	—	—	—	0.80	12.29	55.40	38.59	6.48	0.76
BUCHENWALD	41 Bucuresti . . .	82	10.3	21.7	672	Jun 100	F 35. S 28	—	41 Waldboden (Scotia de agric.)	—	—	—	0.42	3.32	45.60	50.50	4.47	1.03
	42 Ploesti . . .	154	10.4	21.0	594	Jun 09	F 40. S 35. N 36	—	42 Waldboden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	43 Odobesti . . .	150	—	—	571	Jun 91	F 20. S 34. N 39	—	43 Waldboden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	44 Bacau . . .	172	9.7	19.8	504	Jun 76	F 20. S 30. N 33	—	44 Waldboden	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	45 Focșani . . .	60	9.9	20.0	500	Jun 78	F 20. N 29	—	45 Degradierter Tschjornosjom	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	46 Adjud . . .	10	—	—	505	Jun 79	F 27. S 25. N 23-D 27	—	46 Braunerde (Sascut)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	47 Cotnari . . .	300	—	—	492	Jun 72	F 22. S 20. N 24	—	47 Braunerde	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	48 Botosani . . .	180	8.5	19.0	527	Jun 87	F 19. N 21-D 21	—	48 Degrad. Tschjornos. (Baceni)	—	—	—	0.6	48.90	50.4	7.85	4.3	1.16
	49 Dorohoi . . .	173	8.2	18.9	516	Jun 97	F 17. N 23-D 23	—	49 Degr. Tschjornos. (Vorniceni)	—	—	—	0.08	2.10	47.57	50.25	7.47	2.20
	50 Mamorita . . .	166	8.0	18.5	486	Jun 90	F 16. N 20	—	50 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BUCHENWALD	51 Pancesti-Drac . . .	100	8.8	18.7	567	Jun 74	1a 28-F 24. N 25	—	51 Moorboden (Lacoviste)	—	—	—	0.3	23.00	76.60	14.50	2.04	0.69
	52 Falticeni . . .	324	7.9	18.3	617	Jun 108	F 25. N 29	—	52 Waldboden (Egia)	—	—	—	4	4.00	52.50	41.7	6.67	1.90
	53 Neamt . . .	333	8.3	18.1	601	Jun 109	F 21. N 23	—	53 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	54 Piatra-Neamt . . .	324	8.3	18.0	630	Jun 100	F 30. N 29	—	54 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	55 Targu-Ocna . . .	273	8.7	18.7	633	Jun 102	F 26. N 28-D 27	—	55 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	56 Campina . . .	430	9.1	19.1	829	M 113-Jun 143	F 37. N 34	—	56 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	57 Campu-Lung . . .	595	8.2	17.7	762	M 119-Jun 122	F 31. N 35	—	57 Waldboden (Podzol)	—	—	—	1.32	1.57	43.68	53.39	6.76	0.98
	58 Ru-ar . . .	636	6.8	15.9	779	M 109-Jun 122	F 31. N 35	—	58 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	59 Calimanești . . .	380	9.3	19.7	756	M 94-Jun 98	F 37. S 48	—	59 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	60 Targu-Jiu . . .	210	11.0	20.2	745	M 94. Jul 78	F 44. S 40. N 47	—	60 Bleisand (Podzol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
delhw	61 Baia-de-Aramă . . .	360	9.3	19.0	687	M 123	F 58. S 57. N 40	—	61 Terra rossa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	62 Sinaia . . .	860	8.0	14.8	768	Jun 127	F 30. D 37	—	62 Braunerde	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- 1) Die Höhenzahlen sind die Höhe der meteorologischen Beobachtungsposten. Die mit + bezeichneten Zahlen bedeuten dass die Stadt über und unter dieser Höhe sich erstreckt.  
2) Jährlicher Durchschnitt ist für alle Stationen fast gleich dem Frühlings-Durchschnitt und im special dem des April.  
3) Die Monate wurden durch: 1a, Fe, Mr, Ap, M, Jun, Jul, Au, S, O, N, D angedeutet; die nebenstehende Zahl stellt die Niederschlagsmenge vor.  
4) Die fettgedruckten Monate sind die Monate mit absolutem Minimum für Feuchtigkeit.  
5) Die Analysen wurden nach „Le sol arable“ von V. CARNU-MONTEANU und C. ROMAN (1906) genommen.



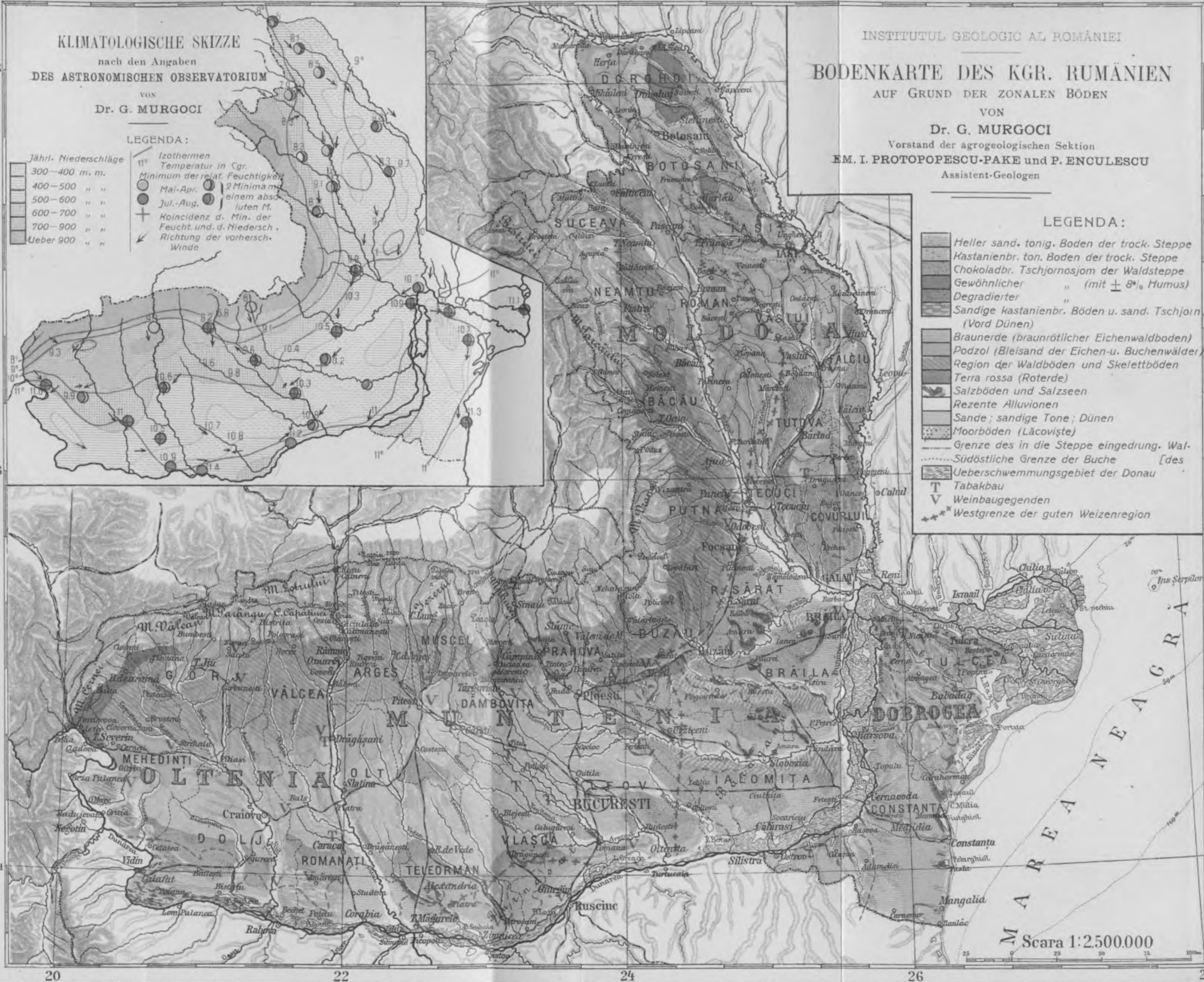
**KLIMATOLOGISCHE SKIZZE**  
nach den Angaben  
DES ASTRONOMISCHEN OBSERVATORIUM  
VON  
**Dr. G. MURGOCI**



INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI  
**BODENKARTE DES KGR. RUMÄNIEN**  
AUF GRUND DER ZONALEN BÖDEN

VON  
**Dr. G. MURGOCI**  
Vorstand der agrogeologischen Sektion  
**EM. I. PROTOPOPESCU-PAKE und P. ENCEULESCU**  
Assistent-Geologen

**LEGENDA:**



Scara 1:2.500.000