

PRO2  
37.03

TRANSACTIONS OF THE SIXTH COMMISSION OF THE INTERNA- TIONAL SOCIETY OF SOIL SCIENCE
-------------------------------------------------------------------------------------------

COMPTES RENDUS DE LA SIXIÈME COMMISSION DE L'ASSOCIATION INTER- NATIONALE DE LA SCIENCE DU SOL
------------------------------------------------------------------------------------------------------

VERHANDLUNGEN DER SECHSTEN KOMMISSION DER INTERNATIONALEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT
----------------------------------------------------------------------------------------------

EDITED BY:  
RÉDIGÉS PAR:  
REDIGIERT VON:

OTTO FAUSER

ZÜRICH  
1937

VOLUME A
TEIL . . . . A

15N 1077 A



## Inhaltsverzeichnis — Table des matières — Contents

	Seite
Vorwort — Préface — Preface . . . . .	6
I. Boden und Wasser — Le sol et l'eau — Soil and water . . . . .	7
II. Dränungsversuchswesen — Recherches concernant le drainage — Drainage research . . . . .	18
III. Feldberegnung, Abwasserverwertung — L'irrigation par aspersion, l'utilisation des eaux usées — Sprinkling irrigation . . . . .	20
IV. Unterirdische Bewässerung — L'irrigation souterraine — Subterranean irrigation . . . . .	25
V. Einteilung der Moorböden — Classification des sols tourbeux — Classification of peat soils . . . . .	26
VI. Entwässerung und Sackung der Moorböden — L'assainissement et les affaissements des sols tourbeux — Drainage and sinking of peat soils . . . . .	29
VII. Kalkung und Düngung der Moorböden — Le chaulage et l'engrais- sement des sols tourbeux — Liming and manuring of peat soils . . . . .	34
VIII. Verschiedenes — Sujets divers — Miscellaneous . . . . .	42

## Préface — Preface — Vorwort

Les résumés suivants des Comptes Rendus ou leur titres ont été rangés d'après leur sujets et les résumés d'un même sujet d'après le jour de leur arrivée. — In the following the summaries of the papers or their titles have been ranged in accordance with their subjects, those dealing with the same subject according to the date of their arrival. — Die nachfolgenden Zusammenfassungen der Abhandlungen bzw. Angaben der Vortragsthemen sind nach Verhandlungsgegenständen und innerhalb derselben in der Reihenfolge ihres Einlaufs geordnet.

Stuttgart, den 31. März 1937,

Otto Fauser.

Selto

6

7

18

20

25

26

29

34

42

après

- In

ed in

ng to

Ab-

gen-

---

# S e p a r a t u m

Proceedings of the International Society of Soil Science  
Mitteilungen der Internat. Bodenkundlichen Gesellschaft  
Comptes Rendus de l'Association Int. de la Science du Sol  
Vol./Bd. XII (1937) No 1

---



**Verhandlungen der VI. Kommission der Internationalen  
Bodenkundlichen Gesellschaft**

**Comptes Rendus de la VI<sup>ième</sup> Commission de l'Association  
Internationale de la Science du Sol**

**Transactions of the VI<sup>th</sup> Commission of the International  
Society of Soil Science**

**Zürich 1937 / Teil A — Volume A**

<b>Inhaltsverzeichnis — Table des matières — Contents</b>	<b>Seite</b>
Vorwort . . . . .	6
I. Boden und Wasser . . . . .	7
II. Dränungsversuchswesen . . . . .	18
III. Feldberegnung, Abwasserverwertung . . . . .	20
IV. Unterirdische Bewässerung . . . . .	25
V. Einteilung der Moorböden . . . . .	26
VI. Entwässerung und Sackung der Moorböden . . . . .	29
VII. Kalkung und Düngung der Moorböden . . . . .	34
VIII. Verschiedenes . . . . .	42

**Vorwort**

Im folgenden werden die Zusammenfassungen der Abhandlungen veröffentlicht, die bis jetzt für die Anfang August 1937 in Zürich stattfindende

**dritte Tagung der 6. Kommission der Internationalen**

**Bodenkundlichen Gesellschaft und ihrer Unterkommission für Moorböden**

eingelaufen sind. Die Abhandlungen sind nach Verhandlungsgegenständen zusammengestellt und innerhalb derselben in der Reihenfolge ihres Einlaufs geordnet. Wo keine Zusammenfassungen vorliegen, sind die Überschriften und die Verfasser der Abhandlungen aufgeführt.

Stuttgart, den 31. März 1937.

Otto Fauser.

# I. Boden und Wasser — Le sol et l'eau — Soil and water

## 1. Entwässerungen und Aufforstungen im Flyschgebiet der Voralpen

Von

Hans Burger, Zürich, Schweiz

Zur Verbesserung des Wasserregimes in Wildbächen des Flyschgebietes sind teilweise schon vor 40 Jahren, aber bis in unsere Zeit Entwässerungen von Streuwiesen durch offene Gräben und Aufforstungen ausgeführt worden. In den Jahren 1930—1935 hat unsere Versuchsanstalt in sechs Einzugsgebieten untersucht, in welcher Weise sich die physikalischen Eigenschaften der Böden und die Azidität infolge der Entwässerungen und Aufforstungen verändert haben. Im ganzen sind 475 Proben gewachsenen Bodens analysiert worden. An weiteren 492 Proben wurde das pH bestimmt, und 532 Sickerversuche in den Gebieten halfen die Durchlässigkeit der obersten Bodenschicht abklären. Dabei hat sich ergeben:

1. Die Riedböden auf Flysch, die nicht durch unmittelbare Verwitterung des anstehenden Gesteins entstanden sind, sind steinarm, aber humus- und tonreich. Der Tongehalt nimmt mit der Bodentiefe bis 60 cm zu, der Humusgehalt ab. Der Tongehalt der Böden unterer Hanglagen ist größer als auf den Gräten. Die Korngrößenzusammensetzung hat sich durch Entwässerungen und Aufforstungen nicht verändert. Die Verwitterungsböden sind steinreicher, aber ärmer an Ton und Humus.

2. Die Streueriedböden sind fast das ganze Jahr annähernd mit Wasser gesättigt. Sie können also wenig Wasser zufälliger Niederschläge speichern. Diese Verhältnisse ändern sich nach Entwässerung und Aufforstung. Es kann schon nach 25 Jahren annähernd das Regime eines ursprünglichen Waldbodens erreicht werden.

3. Das Raumdarrgewicht eines Liters gewachsenen Bodens der Streuerieder beträgt in den oberen Schichten wegen des hohen Humusgehaltes oft nur 200 bis 300 g, in einem Hochmoor minimal 170 g. Nach Entwässerung erhöht sich das Raumdarrgewicht. Normale Raumdarrgewichte zeigen nur die Böden, die unmittelbar durch Verwitterung aus dem anstehenden Gestein entstanden sind.

4. Der Porenraum der oberen Schichten der Streueriedböden kann mehr als 80% betragen, in Hochmoorböden sogar über 90%. Nach Entwässerung und Aufforstung nimmt der Porenraum ab, was in diesem Fall günstig ist, weil damit auch die Wasserkapazität sinkt.

5. Die Wasserkapazität der Streueriedböden beträgt in 0—10 cm Tiefe 75—85 Volumenprozent, in 50—60 cm Tiefe noch rund 65—70%. Im Hochmoor steigt die Wasserkapazität bis zu 91% des Volumens. In gesunden Waldböden ist sie 10—30% kleiner. Schon 5—10 Jahre nach Entwässerung und Aufforstung kann die Wasserkapazität der obersten 10 cm des Bodens um 5—10%, nach 25—40 Jahren bis um 20% gesunken sein.

6. Die Luftkapazität der Streueriedböden beträgt in der Tiefe 0—10 cm meistens nur 2—3½%, in 50—60 cm Tiefe rund 0,8—0,3%. Nach Entwässerung und Aufforstung erhöht sich die Luftkapazität bald, langsam von der Bodenoberfläche nach der Tiefe fortschreitend. Nach 25 Jahren ist annähernd die Luftkapazität eines guten Waldbodens erreicht: 15—20% in 0—10 cm Tiefe, 8—12% in 20—30 cm Tiefe, 6—8% in 50—60 cm Tiefe.

Seite

6

7

18

20

25

26

29

34

42

ver-  
dende

en

n zu-  
rdnet.

fasser

r.



7. In Streuwiesenböden sickern 100 mm Wasser erst in 1—13 Stunden ein. Schon 3—5 Jahre nach Entwässerung und Aufforstung kann die Einsickerungsmöglichkeit 3—8mal, nach 20—40 Jahren 20—50mal größer sein wodurch die Durchlässigkeit ursprünglicher Waldböden erreicht ist. Weideböden sind bei sonst gleichen Verhältnissen 15—50mal weniger durchlässig als alte Waldböden.

8. Das pH der sogenannten „Sauerwiesen“, also der Streuerieder liegt zwischen 6,8—5,7. Oben am Hang und besonders auf den Gräten ist der Boden saurer als in tieferen Hanglagen. Bei schwerdurchlässigen Böden bleibt das pH mit der Bodentiefe annähernd gleich. Gut durchlässige Böden sind an der Oberfläche am sauersten. Nach Entwässerung und Aufforstung sinkt das pH auffallend rasch. Es kann in den obersten 10 cm in 25 Jahren um 1—1½ pH sinken. Am sauersten sind gutdurchlässige Waldböden auf nicht vernähten Standorten.

9. Grabenentwässerung kann für landwirtschaftliche Böden nur selten in Frage kommen. Wo sie angewendet wird, muß stärker nachgedüngt werden als bei Röhrendränge.

10. Weitere Anhaltspunkte ergaben sich bezüglich Gefälle, Tiefe, Richtung und Abstand der Gräben, dem Zeitpunkt der Aufforstung und dem Einfluß der Entwässerung auf den Wasserabfluß usw.

## 2. The Transport of Soil and Salts by running Water

By

E. G. Richardson, Newcastle on Tyne, England

This paper forms a report on progress made by the author in studying the fundamental aspects of the erosion problem since the Congress at Oxford. The factors which determine the erosion and subsequent transport of soil have been classified as follows:

- (1) The value of the velocity gradient perpendicular to the stream, particularly at the soil surface.
- (2) The conditions of flow, whether laminar or turbulent.
- (3) The size, specific gravity, and shape of the soil crumbs.
- (4) The configuration of the soil, its compactness, gradient and roughness.

The transport of an ideal soil consisting of spherical grains of the same size and specific gravity laid as a bed on the floor of a glass-sided channel was studied by means of an optical measuring apparatus. This consisted of a narrow beam of light traversing the channel at right angles to the direction of flow and falling upon a photoelectric cell on the far side. The absorption of the light by the soil at any level was proportional to the amount in suspension at that level. The velocity of the stream at the same place was measured by a hot-wire anemometer. By correlating velocity and soil distribution in the stream, it was possible to find how the first two of the above factors influenced the picking up and carriage of the soil by the stream. The measurements were repeated for soil grains of other uniform sizes, and finally for an actual soil having distributed grain size. In the latter case, it was possible to find how each individual grain size was dispersed throughout the stream, by the use of the optical method of mechanical analysis demonstrated by the author at the Oxford Congress. Measurements were also made of the motion of the upper strata of the soil bed itself to show how the current can penetrate the soil and cause the upper layers to slide over the lower in quasi-solid friction.

The extent to which running water may remove soluble salts from the soil by diffusion, particularly when the flow is turbulent was demonstrated by putting grains of a soluble dye in the soil bed, and following with the same apparatus the colour-density of the dye in the stream as it diffused. The distribution of the solution in the stream was found to be the same as that of the heat from a hot plate under forced convection.

Finally, the means available for preventing the removal of soil and soluble salts by running water are examined in the light of these experiments, and the planting of herbage which would grow to a height of a few centimetres and yet have substantial roots to consolidate the soil is suggested as the most effective preventative of erosion.

### 3. Über die Einwirkung der Höhe des Grundwasserstandes auf die Temperatur der obersten Bodenschichten

Von

Aage Feilberg, Kopenhagen, Dänemark

Der verstorbene Prof. Westermann an der Königlichen Tierärztlichen und Landwirtschaftlichen Hochschule in Kopenhagen hat in dem nach seinem Tode erschienenen Buch „Draening“ (Dränung) die Resultate einiger Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse in den oberen Bodenschichten mitgeteilt, und zwar für Boden mit verschieden hohem Grundwasserstand.

Westermann macht gleichzeitig darauf aufmerksam, daß die im „Journal of the Royal Agricultural Society of England“ für 1844 veröffentlichte Mitteilung des Ingenieurs Parkes über die Einwirkung der Dränung auf die Temperaturverhältnisse in den oberen Bodenschichten, auf die man sich in der Literatur häufig bezieht, nicht verallgemeinert werden darf, weil die Untersuchungen sich nur über eine ganz kurze Periode in der wärmsten Jahreszeit erstreckt haben und unter ganz besonderen Verhältnissen vorgenommen wurden. Bei den Untersuchungen wurden nämlich die Temperaturen eines sehr nassen und weichen, rohen Moors mit denen von Teilstücken verglichen, die in einer Tiefe von 3 Fuß (91,4 cm) umgegraben und mit Hilfe von 3 Fuß tiefen offenen Gräben entwässert waren.

Nach den Messungen von Parkes lag die Temperatur in einer Tiefe von 18 cm in dem entwässerten Moor etwa 5° C höher als in dem nicht entwässerten Moor.

Westermanns Untersuchungen wurden in großen eingegrabenen Zinkgefäßen mit einer Oberfläche von 0,5 qm und einer Tiefe von 1,25 m ausgeführt. Die Gefäße waren so eingerichtet, daß eine beliebige Höhe des Grundwassers zustandegebracht und aufrechterhalten werden konnte. Das Grundwasser wurde in etwa 33 cm, 66 cm und 100 cm Tiefe gehalten. Die Untersuchungen wurden mit Sandboden und Lehm Boden angestellt, und zwar auf unbewachsenem Boden in der Zeit vom 1. Juli bis 1. Oktober 1897 und auf grasbewachsenem Boden vom 12. April bis 12. Oktober 1898. Die Temperatur wurde um 6, um 8, um 14 und um 18 Uhr in 4 cm Tiefe gemessen.

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß die Temperatur um 6 Uhr durchweg am höchsten bei dem hohen und am niedrigsten bei dem tiefen Grundwasserstand ist, aber der Unterschied beträgt durchweg nur Bruchteile von 1° C. Am größten war der Unterschied auf dem grasbewachsenen Sandboden, wo er in der Zeit vom 1. bis 12. Oktober 1,1° C betrug.



Um 8 Uhr ist die Temperatur für alle Grundwasserhöhen fast gleich. Um 14 Uhr dagegen hat der Boden mit dem tiefsten Grundwasserstand die höchste Temperatur. Der Temperaturunterschied im Boden mit dem höchsten und mit dem tiefsten Grundwasserstand beträgt durchweg etwa  $1^{\circ}\text{C}$ , beim Sandboden  $1,15^{\circ}\text{C}$  und beim Lehm Boden  $0,65^{\circ}\text{C}$ .

Am größten war der Unterschied auf Sandboden in der Zeit vom 1. bis 31. Juli und vom 1. bis 31. August 1898, wo er  $2,3^{\circ}\text{C}$  bzw.  $2,1^{\circ}\text{C}$  betrug.

In tabellarischer Form sind außerdem die täglichen Temperaturschwankungen bei jeder Wasserstandshöhe angegeben, und es stellt sich heraus, daß sie recht bedeutend sind, nämlich zwischen  $2,5^{\circ}\text{C}$  und  $8,5^{\circ}\text{C}$ ; sie sind am größten in der warmen Jahreszeit und bei tiefem Grundwasserstand und bei Sandboden größer als bei Lehm Boden.

Dieser Umstand ist von einiger Bedeutung, weil ein Wechsel der ausnutzbaren Wärmegrade das Wachstum und die Stoffproduktion der Pflanzen mehr fördert als die entsprechende konstant gehaltene Durchschnittstemperatur.

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß die Temperatursteigerung, mit der man infolge Dränung in Mineralböden unter gewöhnlichen Umständen zu rechnen hat, bedeutend geringer sein wird als die Zahlen, die sich aus den Untersuchungen von Parkes ergeben haben, daß sie ferner selten  $2^{\circ}\text{C}$  übersteigen werden, und daß die täglichen Temperaturschwankungen annähernd dem entsprechend steigen werden.

Im Anschluß an diese Untersuchungen sind im Jahre 1911 über die Temperaturverhältnisse in 5 cm und 10 cm Tiefe und im Jahre 1913 in 10 cm und 25 cm Tiefe Untersuchungen angestellt worden. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Sandboden, Lehm Boden und Hochmoorboden. Das Grundwasser wurde überall in 60 cm Tiefe gehalten, und die Temperaturen wurden um 6, um 12 und um 17 Uhr abgelesen.

Um 6 Uhr morgens ist die Temperatur überall wegen der gesteigerten Isolation in der größeren Tiefe am höchsten. Der Unterschied zwischen der Temperatur in 5 cm bzw. 10 cm Tiefe ist bei Moorboden am größten und bei Sandboden am geringsten. Der Unterschied zwischen der Temperatur in 10 cm und 25 cm Tiefe ist dagegen bei allen drei Bodenarten fast gleich. Bei den Ablesungen um 12 und um 17 Uhr nimmt die Temperatur mit Ausnahme des Moorbodens mit der Tiefe ab. Dieser reagiert auf die Lufttemperatur in 10 cm Tiefe nur langsam und in geringem Grade und zeigt sich in 25 cm Tiefe von dem Temperaturwechsel bei Tag und bei Nacht unbeeinflusst.

Die Zahlen für die täglichen Temperaturschwankungen in verschiedener Tiefe zeigen sehr charakteristische Unterschiede zwischen den drei Bodenarten, was ohne Zweifel von dem verschiedenartigen Wasserhaltungsvermögen herrührt. Die Schwankungen sind am größten in 5 cm Tiefe, am geringsten in 25 cm Tiefe, am größten bei Sandboden und am geringsten bei Hochmoorboden.

#### 4. Rapports entre le sol et l'eau

Par

Prof. E. Diserens, Zürich, Suisse

##### a) Unités de mesure des grandeurs physiques du sol

Il faut bien distinguer dans l'énoncé des grandeurs physiques entre les propriétés exprimées en unités CGS ou au moyen des unités métriques (Technisches Maßsystem). Les déterminations de laboratoire à caractère scientifique seront



basées de préférence sur les unités du système CGS. Les études courantes de laboratoire, qu'il s'agisse des propriétés physiques dites classiques, des propriétés hydrodynamiques ou mécaniques des terres utiliseront plus volontiers les unités du système métrique.

#### b) Analyse mécanique des terres

On se réfère aux décisions de la conférence de la 1ère commission AISS tenue à Versailles en juillet 1934 (physique du sol). Les déterminations effectuées avec l'appareil Kopecky présentent le degré d'exactitude que l'on peut obtenir dans ce domaine. L'ouvrage de Gessner: "Die Schlammanalyse Leipzig 1931" sert de base à ces déterminations. Les vitesses d'ascension de l'eau dans les trois cylindres sont dans le rapport 35 : 10 : 1 et non pas suivant indications page 126 de l'ouvrage cité. Les particules decantables (abschlammbaren Teile) évacuées du gros cylindre sont  $< 0,016$  mm et non  $< 0,015$  mm comme le calcul utilisant la formule de Stokes l'indique. Les résultats obtenus en utilisant l'appareil Kopecky peuvent être adaptés à la classification internationale.

#### c) Classification des terres basée sur les résultats de l'analyse mécanique

Il est indiqué de faire correspondre les appellations courantes des terres avec leurs propriétés hydro-dynamiques. C'est la raison pour laquelle la teneur en particules decantables est prépondérante. La représentation graphique de la classification des terres a été publiée en 1927 par la commission des normes du groupe SIA des ingénieurs ruraux et topographes. Le Département fédéral de l'Economie publique qui a publié ces normes peu après a tenu compte de nos propositions concernant de légères modifications à la classification SIA. Celle-ci est analogue aux indications contenues dans Département circular 419 de USA, janvier 1927.

Les établissements suisses de recherches agricoles ont reconnu que la classification contenue dans les instructions du Département de l'Economie publique exprime assez convenablement les propriétés courantes des terres.

#### d) Les propriétés hydro-dynamiques des terres

Les unités de mesure ont été examinées par le deuxième Congrès international du génie rural qui eut lieu à Madrid 1935. Le rapporteur général Monsieur Prof. Blanc a fait ressortir l'analogie des définitions entre l'hydraulique appliquée et l'hydrodynamique souterraine ainsi qu'avec l'électricité.

Le congrès a adopté les expressions vitesse de filtration, coefficient de perméabilité et hauteur capillaire, correspondant en somme aux définitions données par Porchet dans son étude sur l'écoulement souterrain des eaux, publiée en 1923.

Le soussigné avait proposé les définitions contenues dans la communication intitulée: "Méthodes pour déterminer la perméabilité des terrains en place" et notamment:

"La vitesse apparente d'un liquide à travers un milieu perméable est proportionnelle à la pente motrice et au coefficient de filtration. Le débit du liquide en mouvement est égal à la vitesse apparente divisée par le coefficient de perméabilité. Le coefficient de perméabilité est le rapport entre le volume d'eau mobile du sol et le volume apparent de ce sol."

Aux séances de la commission I (Physique du sol, Versailles 1934) Dr. Hooghoudt de Groningen a montré dans une étude approfondie intitulée: "Recherches sur quelques grandeurs physiques du sol" par quels procédés les propriétés hydrodynamiques peuvent être déterminées avec une grande exactitude au laboratoire. Il a également montré la liaison valable pour les sols sableux existant entre ces propriétés et le rapport spécifique de la surface introduit par Zunker.

Terzaghi a décrit dans "Erdbaumechanik auf bodenphysikalischen Grundlagen (1925)" les procédés permettant d'obtenir la vitesse de filtration des terres cohérentes, spécialement les argiles, sous une pression quelconque. Il a ainsi montré comment on peut déterminer les propriétés d'un échantillon de sol prélevé à une profondeur quelconque de façon que sa structure initiale soit aussi peu modifiée que possible.

Les travaux effectués par Tanner au kulturtechn. Laboratorium der ETH en 1926 ont mis en évidence l'influence de la température et la viscosité de l'eau sur les valeurs du coefficient de filtration. Tanner a également reconnu l'influence des colloïdes du sol sur ces propriétés. Consulter à ce sujet: Einführung in die Untersuchungsmethoden für kulturtechnische Arbeiten, publié en 1927.

La "Engineering Experiment Station du Iowa State College" avait déjà reconnu l'influence de la température et d'autres facteurs tels que la pression barométrique sur les grandeurs physiques du sol, les variations de niveau et surtout le débit des nappes souterraines. L'influence de ces facteurs a été reconnue au cours des observations en plein champ organisées par nos soins de 1927 à 1930.

## **5. Über täglich wiederkehrende Druckschwankungen im Bodenwasser**

Von

Ing. Dr. Josef Donat,

Privatdozent an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, Österreich

Es wird die an verschiedenen Orten beobachtete Erscheinung der täglich sich wiederholenden Schwankungen des Wasserstandes in Grundwasserbeobachtungsröhren behandelt, die nach eigenen Beobachtungen als Begleiterscheinung des Wärmehaushaltes des Bodens zu deuten ist.

Nach einer Prüfung der Leistungsfähigkeit des Meßverfahrens werden die bei diesen Vorgängen in Frage kommenden unmittelbaren Wärmewirkungen, die in einer Änderung der Oberflächenspannung des Wassers sowie in einer Spannungsänderung abgeschnürter Bodenluft zum Ausdruck kommen können, sowie die durch den Wechsel von Verdunstung und Taufall in Erscheinung tretenden mittelbaren Wärmewirkungen, auf dem Wege der Rechnung und des Versuches getrennt betrachtet und hinsichtlich ihrer annähernden Größe und ihres Wirkungsbereiches gekennzeichnet.

Schließlich wird kurz auf die vermutliche Bedeutung dieser täglich wiederkehrenden Druckschwankungen für das Pflanzenwachstum eingegangen.

## **6. Die Bohrlöchermethode zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Bodens und ihr Nutzen für die Praxis**

Von

S. B. Hooghoudt

(Bodenkundliches Institut Groningen, Holland, Direktor: Dr. D. J. Hissink)

In den „Transactions of the Third International Congress of Soil Science, Oxford, 1935“, Volume I, S. 382 findet sich eine kurze Abhandlung über die Bohr-



löchermethode zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Bodens. Die Untersuchungen waren damals noch nicht beendet. Wir haben sie nachher sowohl mit homogenen als auch mit schichtartig aufgebauten Böden fortgesetzt. Diese Untersuchungen sind jetzt endgültig abgeschlossen. Die Theorie der Wasserströmung im Boden, sowie die Resultate der obengenannten Untersuchungen und die Anwendung in der Praxis haben wir in einer ausführlichen Publikation besprochen<sup>1)</sup>. Ich muß mich hier damit begnügen, die Formeln anzugeben, die für die Benutzung der Methode wichtig sein können. Zu beachten ist, daß die seit dem Kongress in Oxford fortgesetzten Untersuchungen eine kleine Abänderung der Formeln — namentlich für heterogene Böden — notwendig gemacht haben. Die Methode zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Bodens gründet sich auf die Bestimmung der Steiggeschwindigkeit des Wassers in Bohrlöchern (Durchmesser meistens 12 bis 20 cm), nachdem das Wasser bis zu einer willkürlich zu wählenden Tiefe (meistens bis ungefähr 5—10 cm oberhalb des Bohrlochbodens) ausgeschöpft worden ist. Für homogene Böden (oder für homogen gedachte Böden)\*) und für den Fall, daß die Bodenschichten unterhalb des Bohrlochbodens durchlässig sind, lautet die Gleichung:

$$k = \frac{523000 r^2 \cdot \log \frac{y_0}{y}}{t} \cdot \frac{H}{H + 0,5 r} = 523000 r^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{H}{H + 0,5 r} \quad (1)$$

Hierin bedeutet  $k$  den Durchlässigkeits-Koeffizienten in Metern je 24 Stunden,  $r$  den Halbmesser des Bohrloches in Metern,  $H$  den Abstand der phreatischen Oberfläche vom Bohrlochboden in Metern,  $y_0$ - und  $y$  den Abstand der Wasseroberfläche im Bohrloch von der phreatischen Oberfläche zur Zeit  $t = 0$  und  $t = t$  in Meter. Wenn der Boden unterhalb des Bohrlochbodens undurchlässig ist, so fällt der Faktor  $\frac{H}{H + 0,5 r}$  aus.

Wenn im Profil oberhalb des Bohrlochbodens zwei scharf abgegrenzte Schichten von verschiedener Durchlässigkeit vorkommen, und wenn die erste Schicht oberhalb des Bohrlochbodens eine Dicke  $h_1$  und einen Durchlässigkeits-Koeffizienten  $k_1$ , die darüber liegende Schicht einen  $k_2$ -Koeffizienten  $k_2$  und die unterhalb des Bohrlochbodens liegende Schicht einen  $k_3$ -Koeffizienten  $k_3$  hat und wenn der Abstand der phreatischen Oberfläche von der Oberfläche der erstgenannten Schicht  $h_2$  ist, so lautet die Gleichung:

$$h_1 k_1 + h_2 k_2 + 0,5 k_3 r = 523000 r^2 \cdot H \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

und für drei Schichten oberhalb des Bohrlochbodens:

$$h_1 k_1 + h_2 k_2 + h_3 k_3 + 0,5 k_4 r = 523000 r^2 \cdot H \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

und so weiter. Für praktische Zwecke setzt man  $k_3 = k_1$  (Gleichung 2) oder  $k_4 = k_1$  (Gleichung 3).

Es wird klar sein, daß für die Anwendung der Gleichung 2 die Steiggeschwindigkeit des Wassers in selben Bohrloch zweifach ermittelt werden muß, und zwar bei verschiedener Tiefe. Für das erste Bohrloch benutzt man die Gleichung 1

\*) Ist der Boden in Wirklichkeit heterogen, so bestimmt man eine Art Mittelwert, den ich „scheinbare Durchlässigkeit“ nenne (siehe die in den Fußnoten 1 und 2 genannte Literatur).

und für das weiter ausgebohrte Bohrloch die Gleichung 2. Die Schicht zwischen der ersten und der zweiten Bohrlochtiefe ist dann die Schicht 1 mit der Dicke  $h_1$  und dem  $k$ -Koeffizienten  $k_1$  in der Gleichung 2, so daß man jetzt  $k_1$  berechnen kann ( $k_2$ ,  $h_2$  und  $h_1$  sind ja bekannt), usw. Natürlich muß man, bevor man zum zweiten Male die Steiggeschwindigkeit zu ermitteln anfängt, warten, bis die phreatische Oberfläche wieder im Gleichgewicht ist.

Aus dem Vorhergehenden folgt also, daß man mit Hilfe der Bohrlöcher-methode die Durchlässigkeit des Bodens an sich sowie die Veränderung ermitteln kann, die in der Durchlässigkeit mit einer zunehmenden Tiefe unter der Erdoberfläche eintritt. Hieraus kann man dann schließen, bis zu welcher Tiefe der Boden noch eine nicht zu vernachlässigende Durchlässigkeit besitzt.

Mit Hilfe der Theorie der Wasserströmung im Boden nach den Dränsträngen, Gräben usw. kann man schließen, daß gerade die obengenannten Faktoren die Einzelentwässerungsbedürfnisse beherrschen. Diese Theorie und ihre Anwendung wird in einer weiteren ausführlich abgefaßten Publikation behandelt werden<sup>2)</sup>, auf die ich hinweisen möchte. Aber auch ohne eine Besprechung dieser Theorie wird es klar sein, daß das Einzelentwässerungsbedürfnis um so kleiner sein wird, je größer die Durchlässigkeit des Bodens ist. Vergleicht man weiter zwei Böden, wovon der eine bis auf 1 m Tiefe eine bestimmte Durchlässigkeit hat, darunter aber undurchlässig ist, während der andere dieselbe Durchlässigkeit bis auf 2 m Tiefe hat und darunter undurchlässig ist, so wird man verstehen, daß bei gleicher Strangentfernung und bei gleicher Dräntiefe (z. B. 1 m) und bei derselben Abfuhr von überflüssigem Regenwasser die Grundwasserstände mitten zwischen den Dränsträngen im letzteren Falle tiefer unter der Erdoberfläche sein werden als im ersteren. Die Dicke der Schicht, durch die das Wasser nach den Dränsträngen fließen kann, ist im letzteren Falle ja viel größer, deshalb genügt ein viel kleinerer Überdruck, um dieselbe Menge überflüssigen Regenwassers abführen zu können. Im letzteren Falle ist also bei gleicher Dräntiefe eine größere Strangentfernung möglich. Weiter kann man, wenn obengenannte Faktoren gegeben sind, voraus-sagen, welchen Einfluß die Strangentfernung und -tiefe auf die Grundwasserstände mitten zwischen den Dränsträngen haben werden. Auf zwei Entwässerungs-Versuchsfeldern im neuen Wieringermeerpolder<sup>3)</sup> und im Rietwijkeroorderpolder in der Nähe von Amsterdam experimentell gefundene Daten stimmen hiermit völlig überein. Aus dem Vorhergehenden kann man dann auch die Folgerung ziehen, daß mit Hilfe der Bohrlöcher-methode gerade die Faktoren ermittelt werden können, die das Ergebnis der Einzelentwässerungsanlagen im voraus bestimmen können.

<sup>1)</sup> Hooghoudt, S. B., Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond, Nr. 4, Bepaling van den doolaaftfactor van den grond met behulp van pompproeven (z. g. boorgatenmethode); Verslagen van Land-bouwkundige Onderzoekingen, 1936, S. 449—541.

<sup>2)</sup> Diese Abhandlung wird als „Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond, Nr. 6“ im Laufe dieses Jahres in derselben Zeitschrift publiziert werden.

<sup>3)</sup> Siehe: Verhandlungen der sechsten Kommission der internationalen bodenkundlichen Gesellschaft, Groningen, 1932, Teil A, S. 188.



**7. Die Grundwasserstandsschwankungen  
in Verbindung mit der Frage fortschreitender Austrocknung**  
Von

Prof. Dr. W. Koehne, Berlin, Deutschland

Aus den Schwankungen des Grundwassers lassen sich Schlüsse auf die Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit im gleichen oder auch einem vorhergehenden Zeitraume ziehen. Eine fortschreitende Austrocknung durch klimatische Einflüsse findet in Deutschland nicht statt. Die neuzeitliche Wasserwirtschaft führt teils Senkungen, teils Hebungen des Grundwasserspiegels herbei; sie läßt in der Zukunft wohl starke örtliche Verschiebungen im Grade der Bodenfeuchtigkeit, aber keine allgemeine fortschreitende Austrocknung erwarten. Die Sorge für ausreichende Vorflutmöglichkeiten darf niemals — auch nicht in niederschlagsarmen Jahresreihen — vernachlässigt werden. Andererseits muß die Grundwasservorratswirtschaft möglichst entwickelt werden.

**8. Versuche über Sickerbewegung im wasserreichen und wasserarmen Boden**  
Von

Prof. Dr. Ing. Th. Oehler, Ankara, Türkei

Die Sickerversuche wurden in Kästen aus Eisenblech ausgeführt, deren Höhe 1,65 m und deren Grundfläche 60/60 cm maß. Außerdem kam ein Glasrohr von 25 mm Durchmesser und 1,50 m Länge zur Verwendung. Eisenblechkästen und Glasrohr waren mit seitlich angebrachten dünnen Glasrohren zur Feststellung der Druckverhältnisse in verschiedenen Höhen versehen.

Die Versuche fanden in drei Gruppen statt:

1. Durchfluß bei Überstauung;
2. Versickerung bei absinkendem Wasserspiegel;
3. Versickerung von aufgebrachtem Wasser (Regen) bei tiefliegendem Grundwasser.

Diese Versuche wurden später durch einen Vergleichsversuch über Versickerung unter normalem Luftdruck und bei vermindertem Luftdruck ergänzt.

Die Füllung der Versuchseinrichtungen bestand in feinem Sand, Hoch- und Niedermoor. Nur für den Vergleichsversuch diente ein Lehm mit der spezifischen Oberfläche 285,3.

Die erste Versuchsgruppe hatte vor allem die Aufgabe, die Durchlässigkeit der Versuchsböden festzustellen. Die dabei gemachten Feststellungen sind kurz zusammengefaßt die folgenden:

1. Es wurde für alle verwendeten Gefälle Übereinstimmung mit dem Sicker-gesetz von Darcy gefunden.

2. Der Sickerwert  $k$  wechselte innerhalb der scheinbar gleichmäßig gelagerten Schichten von Abschnitt zu Abschnitt, doch bestand auch für jeden Abschnitt wie für die ganze Bodensäule Übereinstimmung mit dem Sicker-gesetz.

3. Infolge der verschiedenen Durchlässigkeit der einzelnen Abschnitte trat stellenweise bei überstauter und nicht überstauter Bodenoberfläche Unterdruck auf.

Bei den Versuchen der zweiten Gruppe ließ man den Stauspiegel durch Versickerung verschwinden und dann den Wasserspiegel im Boden weiter absinken, bis der Auslauf aufhörte. Im Augenblick des Verschwindens des Wasserspiegels im Sandboden zeigte sich in den Beobachtungsrohren ein plötzlicher Druckabfall in etwa  $\frac{3}{4}$ facher Höhe der kapillaren Steighöhe. In demselben Augenblick ging

auch der Wasserausfluß aus den Versuchseinrichtungen um ein Maß zurück, das der Verminderung der Druckhöhe entsprach. Mit dem Absinken des Wasserspiegels im Boden verminderte sich die Rückhaltewirkung bis auf das Maß der kapillaren Steighöhe. Diese Erscheinungen konnten infolge der Heberwirkung, die sich durch den Kapillarsaum auf die Beobachtungsrohre übertrug, an diesen leicht beobachtet werden.

Die Untersuchungen der Versuchsgruppe 3 erstreckten sich auf die Wassermengenmessung, Feststellung des Zeitraumes zwischen der Beschickung mit Wasser und dem Austreten des ersten Tropfens, des stärksten Ausflusses und dem Aufhören des Auslaufes. Ferner wurde der Einfluß von Temperatur- und Luftdruckschwankungen auf diese Vorgänge, sowie auf die Wasserrückhaltung und die Grundwasserstände verfolgt. Es zeigte sich, daß der feine Sand wasserwirtschaftlich am vorteilhaftesten war, indem er am langsamsten abfließen ließ und bei den einzelnen Beschickungen wesentlich mehr Wasser zurückhielt als die Moorböden. Im übrigen waren die Abflußzeiten in hohem Maße von den Beschickungshöhen abhängig, dagegen waren die bei jeder Beschickung gespeicherten Wassermengen von deren Stärke ziemlich unabhängig, sofern diese ausreichten, um einen Auslauf herbeizuführen. Im Sand betrugen bei Beschickungshöhen von 20 bis 100 mm die zurückgehaltenen Wasserhöhen 4 bis 5 mm. Dagegen verursachten Beschickungen von 10 mm Höhe keinen Abfluß, sondern wurden vollständig gespeichert. Steigerungen der Bodentemperatur führten zu einer Verstärkung des Wasserauslaufs und zu einer Hebung des Grundwasserspiegels, die schon bei kleinen Temperaturunterschieden einige Zentimeter betragen konnte. Abkühlungen hatten die entgegengesetzten Wirkungen.

Der Einfluß von Luftdruckschwankungen war weniger deutlich, da er meist von Temperaturwirkungen mehr oder weniger überdeckt wurde. Ein Druckabfall brachte eine Vermehrung des Auslaufs, wirkte also ähnlich, wie eine Temperatursteigerung.

Zum Studium des Einflusses der Bodenluft auf die Versickerungsvorgänge wurde ein Vergleich zwischen zwei möglichst gleichen Bodensäulen in Glasrohren angestellt, deren eines unter normalem Luftdruck, das andere unter stark vermindertem stand. In dem zweiten rückte die Feuchtigkeitsgrenze wesentlich langsamer vor, auch war sie viel weniger scharf, als in dem unter normalem Druck arbeitenden Rohr. Bei der Feststellung der Feuchtigkeitsverteilung auf einzelne Abschnitte der Bodensäulen war dann auch der Feuchtigkeitsgehalt in der ersten Bodensäule entsprechend geringer, doch war auch bei dem im Unterdruck von 40 bis 50 cm Quecksilberhöhe arbeitenden Boden bei weitem noch keine Füllung des ganzen Porenraumes erreicht.

Dieser Versuch zeigt, daß durch die Entlüftung einem Teil des Porenraumes die Wasseraufnahme erleichtert oder ermöglicht wurde, und daß diese Poren als Wasserspeicher dienten. Dagegen scheinen sie nicht oder nur wenig als Wasserleiter in Frage zu kommen, denn sonst hätte die Feuchtigkeitsgrenze im Unterdruck schneller wandern müssen.

## 9. Versuche über die Wasserverteilung im Kapillarsaum

Von

Prof. Dr. Ing. Th. Oehler, Ankara, Türkei

Die im folgenden mitgeteilten Ergebnisse sind Versuchsreihen entnommen, die noch weiter fortgesetzt werden. Sie erstrecken sich durchweg auf Böden ver-



schiedener Korngröße und Mischung, die in lufttrockenem Zustand in Glasröhren von 3 bis 4,5 cm Lichtweite eingefüllt wurden. Vergleichsweise wurden auch die Versuche von Krüger: „Über die Verteilung des Wassers im Boden bei Aufstieg (Kapillarität) und Abstieg (Versickerung)“ (Kulturtechniker 1925) herangezogen.

Die Versuchsanstellung war wie folgt:

Die mit Boden gefüllten und unten mit Drahtgewebe und Kiesfilter abgeschlossenen Glasrohre wurden in Wasser gestellt und in anfangs kürzeren, schließlich eine Woche betragenden Zeitabständen zur Feststellung der Wasseraufnahme gewogen. Gleichzeitig fand eine Messung des kapillaren Anstiegs statt.

Mit jeder Bodenart wurden mehrere Rohre gefüllt und einige derselben zur Bestimmung der Wasserverteilung in Abschnitten von 5 bis 10 cm entleert, die einzeln in nassem und trockenem Zustand gewogen wurden.

Aus den so gefundenen Werten wurden dann unter Berücksichtigung von Porenraum und Korngröße Beziehungen zwischen Steighöhe und Wasseraufnahme gefunden, die als gute Annäherung gelten können. Hierbei zeigten die grob- und feinkörnigen, die stark und weniger stark gemischt-körnigen, die dicht und weniger dicht gelagerten Böden sehr verschiedenes Verhalten.

Der zweite Abschnitt behandelt die Wasser- und Luftverteilung innerhalb der Bodensäulen, wobei sich wieder den Bodenarten und der Lagerungsdichte entsprechende Unterschiede ergaben.

Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit der Veränderung des Wassergehaltes innerhalb des Kapillarsaumes während des Anstiegs und zeigt an zwei Beispielen die Unterschiede zwischen einem grob- und einem feinkörnigen Boden.

Der vierte Abschnitt geht kurz auf die Frage des Wassergehaltes im Kapillarsaum bei unvollständiger Ausbildung des Saumes ein. Dieser Fall liegt bei einigen Versuchsreihen von Krüger vor, bei welchen die Bodensäulen kürzer als die kapillare Steighöhe waren.

Im fünften Abschnitt ist die tägliche Wasseraufnahme des Kapillarsaumes, bezogen auf den Zeitraum von Beginn des Anstiegs, behandelt, und im sechsten die tägliche Wasserlieferung aus dem fertig entwickelten Kapillarsaum an die in denselben eindringenden Pflanzenwurzeln. Hierbei wurde wieder mit Hilfe logarithmischer Auftragungen eine gute Annäherungsformel für die Steiggeschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen gefunden und hiermit unter Berücksichtigung des wassergefüllten Porenraumes die Wasserlieferung des Kapillarsaumes berechnet.

Der letzte Abschnitt beschäftigt sich mit dem Einfluß der Bodenluft auf den kapillaren Anstieg. Zwei gleiche und mit gleichem Boden (Boden II) gefüllte Glasrohre wurden in Wasser gestellt und eines derselben einem Unterdruck bis zu 50 cm Quecksilbersäule ausgesetzt. Der Anstieg war im starken Unterdruck wesentlich langsamer als bei normalem Druck. Bei nach und nach bis etwa 10 cm Quecksilbersäule abnehmendem Unterdruck steigerte sich dann die Steiggeschwindigkeit, bis am zwölften Beobachtungstage in beiden Rohren annähernd dieselbe Steighöhe von rd. 48 cm erreicht war. Die Porenfüllung war im Unterdruckversuch auf der ganzen Steighöhe stärker und gleichmäßiger als im Gegenversuch, bei dem eine mit der Höhe deutlich abnehmende Füllung zu bemerken war.

Aus diesen Ergebnissen ist zu schließen, daß ein Teil der Bodenporen, der erst durch die Entlüftung dem Kapillarwasser zugänglich gemacht wird, als Wasserleiter keine große Rolle spielt, jedoch dadurch, daß er das ansteigende Wasser aufnimmt, das sichtbare Vorrücken der Feuchtigkeitsgrenze vermindert.

10. Vorschläge  
für die Begriffsbestimmung der Arten des unterirdischen Wassers  
Von  
Professor Dr.-Ing. Zunker, Breslau, Deutschland

II. Dränungsversuchswesen — Recherches concernant le drainage —  
Drainage research

11. Reduction Potentials in Drained and Undrained Soils  
By  
Dr. L. Smolik, Brno, Czechoslovakia

The influence of the drains on the soil from the point of view of soil physics, pedochemistry, physical-chemistry and biology is attested by a voluminous literature. It is also known that the function of a good underdrainage is dependent not only on the soil itself but also on the factors of soil management, and meteorological conditions.

During my work dealing with the reduction potentials in soils it was found that the gained data are also a function of many properties of soils and conditions dictated by climate also, so that I came to the conviction that it is impossible to regard the end  $E_H$ -value as a single indicator characterizing a soil. In this direction reduction potential data are similar, to a certain measure, to those gained in water soil extracts by means of the dropping mercury cathode arrangement.

Drainage is practised in those countries the soils of which incline to be more or less reductive. In the beginning of the reduction there are no visible signs (morphological, structural, color) but this introduction stage is determinable by the reduction potentials (= latent reduction).

The reduction potentials have been determined by immersing the blank platinum electrode into the soil hydrosuspension (about 1:2.5) — redistilled and reboiled water was used — and by measuring the E. M. force electrometrically. As comparative electrode the satur. calomel one was used. The potentials have been expressed in  $E_H$ -values.

We know that adequate underdrainage as a whole favours plant growth but in detail we need more explanation. The same applies to the  $E_H$ -values.

Remesow showed us the variability of the reduction potentials on Russian soils, I gained very similar data on our soils during two non-consecutive vegetation periods.

We do not know the exact limits of the  $E_H$  in various soils under various crops but we do know that all the work done for increasing the  $E_H$  in podsollic soils has a favourable effect.

The underdrainage acts upon the aeration and reaction of soils and too up on the biochemistry of soils (Gillespie); therefore it is quite clear that it must influence the reduction potentials too.

After such reflexions experiments were conducted on faintly podzolized fields near Nemyčoves where a drainage system (depth 130 cm, spacing 15 m) had been partially installed. Soil samples were taken from the tiled (2 metres apart from the drainage ditch) and not tiled field under the same crop and of course from the same depths (5—15 cm, 20—30 cm, 50—60 cm, 115—120 cm). Sampling



was carried out during the vegetation period in the year 1928 under oats and clover, in 1931 under potatoes.

The samples were cut out in the form of bricks, the electrometrical measurement was carried out until reaching constant readings on soil taken out of such bricks. The reduction potentials have been expressed in  $E_H$ .

We present only two diagrams from 1928 and two from 1932 — always the soil drained is compared with the undrained soil.

All the diagrams show that the  $E_H$ -values of tiled soils are higher than those of undrained ones.

In the year 1928 the reduction potentials varied between:

- a) in the drained top soils  $(+50) - (+350) E_H$ ;
- b) in the undrained top soils  $(-100) - (+150) E_H$ .

In the year 1932:

- a) top soil drained  $(+10) - (+310) E_H$ .
- b) top soil undrained  $(-90) - (+100) E_H$ .

We do not intend to generalize our results, but it seems to us that the reduction potentials will probably be able to show us the correct scale of spacing.

In any case underdrainage shows a very great effect on the reduction conditions of soils.

## 12. Beobachtungen an einer Versuchsdränung in Söllheim bei Salzburg

Von

Ing. Dr. Josef Donat, Privatdozent an der Hochschule für Bodenkultur  
in Wien, Österreich

Nach einer Beschreibung des Bodens und der Einrichtungen der eine Fläche von 0,5 ha umfassenden Versuchsanlage wird über die im Laufe eines hydrologischen Jahres erzielten Beobachtungsergebnisse hinsichtlich der Temperatur, der Niederschläge, des Dränabflusses, des Druckverlaufes im Bodenwasser und der Änderung des Gefüges sowie des Wasser- und Luftgehaltes des entwässerten Bodens auszugsweise berichtet.

Einer allgemeinen Kennzeichnung des Wasserhaushaltes der Versuchsfläche folgt eine Darstellung über Höchstbeträge und Schwankungen des Dränabflusses.

In der sich anschließenden Besprechung der Druckänderungen im Bodenwasser (Grundwasserstands-Schwankungen) werden an Hand von Beobachtungen die Unzulänglichkeiten des Druckmeßverfahrens gekennzeichnet. Ferner wird der Einfluß der Verdunstung auf den Gang des Wasserspiegels in Beobachtungsrohren behandelt und auf die Unmöglichkeit hingewiesen, aus den Standrohrbeobachtungen sichere Schlüsse, betreffend die Wirksamkeit von Dränungen, zu ziehen.

Den Schluß bildet eine kurze Besprechung der festgestellten Änderungen des Bodengefüges sowie der vom Witterungsverlauf abhängigen Schwankungen des Luftgehaltes des entwässerten Bodens.

## 13. Die Dränwirkung in der Trockenperiode

Von

Ing. Otakar Solnař, Landwirtschaftsrat der Landesbehörde  
in Prag, Tschechoslowakei

Die Wirkung der Dränage in der Trockenperiode wurde in der Tschechoslowakei — im Lande Böhmen — vor allem durch direkte Anfragen bei den Wasser-

genossenschaften verfolgt, von denen die überwiegende Mehrheit, und zwar 338 Genossenschaften, sich günstig äußerten; einen unveränderten Stand meldeten 126 Genossenschaften und nur 27 Wassergenossenschaften aus dem Gebiete des böhmischen Hügellandes berichteten über eine ungünstige Wirkung der Drainage während der Trockenzeit. Eine weitere Art der Kontrolle war die direkte Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit auf unseren Versuchsfeldern. Die Untersuchungsergebnisse lauten bei tiefen Ackerböden durchweg günstig für die drainierten Teilflächen, denn in einem trockenen Jahre war die Bodenfeuchtigkeit auf dem drainierten Felde größer als auf dem nichtdrainierten und näherte sich mehr der gesamten wasserhaltenden Kraft, während in nichtdrainierten Lagen in den oberen Bodenschichten der Feuchtigkeitsgrad unter die Grenze des physiologisch wirksamen Wassers herabsank. Andererseits wird in primären Böden des Kristallinikums das überschüssige Regenwasser rascher durch zufällige Risse abgeführt und ein solcher Boden kann wegen seiner geringen Porosität keine Feuchtigkeitsreserve für Trockenzeiten schaffen, so daß er durch die Dürre leidet, was sich mit den Meldungen von 27 Genossenschaften über die ungünstige Wirkung der Drainage im Trockenjahre 1935 deckt. Die Dränabstände können in guten, tiefen Böden auch geringer als üblich gewählt werden, in primären Böden jedoch sind sie eher größer zu halten. Die günstigste Dräntiefe konnte bisher nicht festgestellt werden, denn die sowohl aus feuchteren als auch aus trockeneren Perioden stammenden Versuche lieferten bislang keine überzeugenden Ergebnisse.

#### **14. Der Wasserabfluß aus einem bestimmten Tonboden**

Von

Professor Ing. J. Zavadil, Brünn, Tschechoslowakei

#### **15. Sur l'amélioration des sols minéraux à humectation excessive en URSS**

Par

Prof. B. G. Geytman, Léningrad, URSS

#### **16. Mitteilungen aus dem Gebiete des Dränungsversuchswesens**

Von

Otto Fauser, Stuttgart, Deutschland

### **III. Feldberegnung, Abwasserverwertung — L'irrigation par aspersion, l'utilisation des eaux usées — Sprinkling irrigation, sewage irrigation**

#### **17. Künstlicher Regen und seine Wirkung auf Boden und Pflanze**

Von

Professor W. Freckmann, Berlin, Deutschland

Die künstliche Beregnung sowohl mit Reinwasser wie mit Abwässern ist immer mehr in der Ausdehnung begriffen. Deshalb ist es wichtig, ihre Anwendung so zu gestalten, daß der wirtschaftliche Erfolg ein befriedigender und möglichst gesicherter ist. Natur- und Kunstrege sind ihren Begleitumständen nach und damit auch in ihrer Wirkung sehr verschieden. Das trifft sowohl für die Wirkung auf den Boden wie auf die Pflanzen zu. Die vorliegenden, sich über eine ganze Reihe von Jahren erstreckenden Untersuchungen und ihre Ergebnisse zeigen, daß die



weitgehende Berücksichtigung der dafür ausschlaggebenden Faktoren die geringere Wirkung des Kunstregens jener der natürlichen Niederschläge bis zu einem gewissen Grade anzugleichen vermag. Als solche sind zu berücksichtigen:

1. der Boden und sein Feuchtigkeitsgehalt;
2. die Behandlung des Bodens vor und nach der Beregnung;
3. die Temperatur von Wasser und Luft;
4. die Zeit der Beregnung, entsprechend dem jeweiligen Wasserbedarf und dem Entwicklungsstadium der Pflanzenarten, sowie die Ausnutzungsfähigkeit ihrer verschiedenen Sorten für Wasser;
5. die Düngung.

Diese Faktoren werden an Hand von Beispielen und zahlenmäßigen Belegen kurz besprochen.

### **18. Kulturtechnische Abwasserverwertung und Bewässerungsverfahren**

Von

Dr. Ing. H. Schildknecht,

Privatdozent an der Eidg. Techn. Hochschule Zürich, Schweiz

Der Erfolg der kulturtechnischen Abwasserverwertung hängt weitgehend von der Wahl des Bewässerungsverfahrens ab. Es werden die Untergrundbewässerung, die Oberflächenbewässerung und die Feldberegnung auf ihre Verwendbarkeit hinsichtlich der Verteilung von Abwasser untersucht. Die Feldberegnung entspricht am meisten den Bedürfnissen der Abwasserbewässerung, während eine Anwendung der Untergrundbewässerung auf breiter Grundlage sich nicht empfiehlt. Im Rahmen der Oberflächenbewässerungsmethoden ist von der Einrichtung von Stauverfahren dringend abzuraten.

### **19. Aufgaben und erste Ergebnisse der Forschung auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung**

Von

Dr. Ing. habil. A. Carl, Berlin, Deutschland

Die seit langem bekannten Erzeugungsenergien des Abwassers werden in Deutschland in neuerer Zeit in Form der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung möglichst weitgehend nutzbar gemacht. Volks-, land- und wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte rechtfertigen dieses Streben, die landwirtschaftliche Abwasserverwertung möglichst umfassend durchzuführen.

Es fehlen heute noch erschöpfende wissenschaftliche Erkenntnisse über diese kulturtechnische Maßnahme, bislang liegen in der Hauptsache nur die Erfahrungen von den alten städtischen Rieselfeldern vor. — Die Notwendigkeit für dieses Gebiet, die wissenschaftlichen Grundlagen zu erarbeiten, führte zur Gründung eines Arbeitskreises „Landwirtschaftliche Abwasserverwertung“ im Forschungsdienst (Reichsarbeitsgemeinschaft der Landbauwissenschaften).

Ziel der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung: Optimaler Ertrag mit geringstem Aufwand an Abwasser je Flächeneinheit. Deshalb Ausbildung von Wasserverteilungsverfahren, die Wasserverluste durch Verdunstung und Versickerung möglichst einschränken. Hang- und Furchenverrieselung sowie Verregnung sind die üblichen Wasserverteilungsverfahren.

Die Forschungsaufgaben lassen sich etwa in folgende Gruppen aufgliedern:

1. Aufbereitung des Abwassers, Verteilung desselben und Bewässerungstechnik.
2. Landwirtschaftliche Nutzung der Bewässerungsflächen, ihre betriebswirtschaftliche Behandlung, die Verwertung der Erzeugnisse dieser Flächen.
3. Einfluß auf Boden- und Wasserhaushalt.
4. Klimatische Auswirkungen auf den bewässerten Flächen.

Voraussetzung für die wissenschaftliche Arbeit auf diesem Gebiet ist die Normung der Untersuchungsverfahren für Abwasser im Hinblick auf die landwirtschaftliche Verwertung und die Festlegung der Probeentnahmen.

Die Frage der Vorreinigung des Abwassers durch Rechen, Absetzanlagen oder Ausfäulung ist unter Würdigung der verschiedenen Bedingungen (Boden, Ausgestaltung der Bewässerungsanlage, Abwassermenge/Flächeneinheit) versuchsmäßig zu klären. — Für die Bemessung von Abwassertransportleitungen sind durch Versuche neue Berechnungsgrundlagen zu schaffen.

Landwirtschaftliche Versuche sind zur Ermittlung der Sorten anzustellen, welche bei der Abwasserverwertung die günstigsten Erträge bringen, ferner zur Feststellung der geeigneten Standweiten, Anbautechnik, Bodenbearbeitung, Fruchtfolgen, der erforderlichen Zudüngung usw. Die Frage, welche Abwassermengen die günstigsten Erträge bringen und die Ermittlung der richtigen Bewässerungszeiten sind zum Gegenstand von Versuchen zu machen.

Solche Versuche führen zu klaren Ergebnissen nur in mehrjährigen Reihen, welche klimatische Einflüsse ausschalten und bei weitgehendster Beschränkung der Fragestellung innerhalb des einzelnen Versuches. In Mitteldeutschland durchgeführte Versuche lassen erkennen, daß bestimmte Sorten einzelner Kulturen besonders auf die Abwasserzufuhr ansprechen, desgleichen ergeben sich bezüglich der Bewässerungszeiten gegenüber der Verwendung von Reinwasser bei Abwasser in manchen Fällen Verschiebungen des günstigsten Termines.

Bezüglich des Bodens ist versuchsmäßig zu erfassen, wie die Veränderung des Gleichgewichtszustandes unter dem Einfluß der einsetzenden ständigen Abwasserzufuhr vor sich geht. Weiter sind der Nährstoff- und Wasserhaushalt des Bodens bzw. der verschiedenen Böden Gegenstand der wissenschaftlichen Untersuchung. Der Ausnutzungsgrad insbesondere des zugeführten Stickstoffes ist bislang noch nicht genau bekannt, hierüber sind genaue Ermittlungen anzustellen. Die Chlorwirkung auf den Kalkgehalt der Böden ist zu prüfen. — Die bisherigen Untersuchungen in dieser Richtung lassen einwandfreie Ergebnisse nur auf Lysimetern erwarten, weshalb in Mitteldeutschland derartige Anlagen geschaffen werden. Der Einfluß der Abwasserzufuhr auf den Humusgehalt der Böden und die Bodenorganismen bedarf der Klärung. — Die Eignung von Niederungsmooren für die Abwasserbeschickung soll überprüft werden. Die Grundwasserspiegelhebung im Bewässerungsgebiet ist möglichst rechnerisch zu erfassen unter Berücksichtigung der verschiedenen Böden, der wechselnden Höhe der Abwasserzufuhr und der unterschiedlichen Wasserverteilungsverfahren.

Die Beeinflussung des Mikroklimas durch die Verdunstung der bewässerten Flächen, insbesondere an niederschlagsfreien Tagen, ist versuchsmäßig zu erfassen. Es ist zu prüfen, ob daraus Ertragsbeeinflussungen zu erwarten sind.



## 20. Vergleichende Untersuchungen über die Beregnungsbedürftigkeit des Bodens

Von

Otto Fauser, Stuttgart, Deutschland

Bei der Planung von Feldberegnungsanlagen wird zur Zeit noch viel zu wenig Gewicht auf die physikalische Beschaffenheit des zu beregnenden Bodens gelegt. Es erscheint daher angezeigt, über Bodenuntersuchungen zu berichten, die der Verfasser im Rahmen der Erhebungen über die Möglichkeit der landwirtschaftlichen Verwertung der Abwasser der Stadt Stuttgart zu machen Gelegenheit hatte.

Die Untersuchungen wurden an vier Stellen in der Umgebung der städtischen Kläranlage Mühlhausen am Neckar durchgeführt, von denen ihrer geologischen Beschaffenheit nach eine dem Keuper und drei dem Löß angehören. Sowohl nach der Häufigkeit der Dürremonate als auch nach den Befeuchtungszahlen ist für das untersuchte Gebiet die Verregnung des Abwassers allein schon um des Wasserwertes willen zu empfehlen.

Die Durchlässigkeit des Bodens wurde auf dem Felde durch Sickerversuche bestimmt. Da sich zu solchen frisch gepflügter Boden nicht eignet, wurden zu den Untersuchungen Grundstücke ausgewählt, die Futtergewächse oder Gras trugen. Zu den Sickerversuchen wurden 400 mm hohe, 207 mm im Licht weite, unten von außen her angeschärfte eiserne Zylinder von 3,6 mm Wandstärke verwendet, die mit einer in einem dreifüßigen Gestell angebrachten Schraubenwinde von oben her 200 mm tief in den Boden eingepreßt wurden. Die Sickerversuche wurden mit einer Wassermenge vorgenommen, die einer 100 mm hohen Wassersäule über der Grundfläche der Sickerzylinder entsprach. Die vom Beginn des Eingießens bis zur Beendigung des Einsickerns verflossene Zeit, ausgedrückt in Sekunden, ist die Sickerzeit.

Da die Wärme und damit die Zähigkeit des verwendeten Wassers stark schwankte, wurden die Sickerzeiten, um sie unter sich vergleichbar zu machen, auf die mittlere Jahreswärme des in der Kläranlage Mühlhausen ankommenden Abwassers umgerechnet, die  $14,5^{\circ}\text{C}$  beträgt.

Für jeden Punkt liegen zwei Gruppen von je drei Sickerversuchen vor. Der mittlere Fehler der einzelnen Messungen beträgt  $41,3 \pm 4,8\%$ . Hierzu ist zu bemerken, daß bei allen Sickerversuchen auf dem Felde große Versuchsfehler unvermeidbar sind und in Kauf genommen werden müssen. Sie sind durch Röhren von Wurzeln und Würmern, durch Gänge und Nester von Ameisen, sowie durch andere tierische Gänge, unter Umständen auch durch feine Risse im Boden bedingt. Die Sickerversuche ergeben deshalb keine absoluten Werte, wohl aber praktisch brauchbare Vergleichswerte für die Durchlässigkeit des Bodens. So bilden auch im vorliegenden Falle die Gesamtmittel der Sickerzeiten klare Verhältniszahlen der Bodendurchlässigkeit an den verschiedenen Stellen. Diese steht mit Sickerzeiten von 117, 543, 600 und 1493 Sekunden im Verhältnis  $1 : 4,6 : 5,1 : 12,8$ .

Von der Durchlässigkeit des Bodens an den verschiedenen Punkten erhält man außerdem noch dadurch ein Bild, daß man die Wirkung untersucht, die das beim Sickerversuch dem Boden zugeführte Wasser auf den Luftgehalt des Bodens hat, denn die nach kräftiger Durchtränkung und Abzug des Senkwassers im Boden verbleibende Luft gibt einen Maßstab für dessen Gehalt an nicht kapillaren Hohlräumen, die für die Versickerung des Wassers in erster Linie in Betracht kommen. Den Luftgehalt, der nach einem unter mittleren

Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens in der beschriebenen Weise durchgeführten Sicker Versuch 24 Stunden nach beendetem Einsickern des Wassers 100 mm unter der Bodenoberfläche vorhanden ist, bezeichnet der Verfasser als das Luft-haltungsvermögen (die Luftkapazität) des Bodens.

An den Sickerstellen der ersten Versuchsgruppen wurden in 10 cm, 30 cm, 50 cm und 70 cm Tiefe Bodenproben eines bestimmten Raumgehalts in natürlicher Lagerung entnommen und deren Porenraum, Wasser- und Luftgehalt ermittelt. Das gleiche geschah je an einem weiteren, etwa 1,5 m von der nächsten Sickerstelle entfernten Punkte zum Zwecke der Feststellung des Wasser- und Luftgehalts im erdfeuchten Boden.

Zur Entnahme der Raumproben wurde ein Stechzylinder von 31,37 qcm Grundfläche, 64 mm Höhe und 2 mm Wandstärke verwendet, der sich nach hinten kegelförmig um 3 mm erweitert und unten von außen her zu einer scharfen Schneide zugearbeitet ist. Um die Raumproben aus den Sickerzylindern zu entnehmen, wurde der Stechzylinder mittels der oben erwähnten Windevorrichtung senkrecht von oben her in die im Sickerzylinder enthaltene Bodensäule eingedrückt. Zum Eindrücken wurde ein stählerner Aufsatzzylinder benutzt, der durch einen oben in den Sickerzylinder eingesetzten hölzernen Führungsring genau in der Achse des Sickerzylinders gehalten war. Zur Entnahme der übrigen Raumproben wurde der Stechzylinder waagrecht in die Wand der Probegrube eingetrieben.

In den Probegruben wurde außerdem die Art, Tiefenlage und Mächtigkeit der verschiedenen Bodenschichten, ihre Struktur, ihre Durchwurzelung, sowie ihre Durchsetzung mit Rissen, Sprüngen, Steinen, Kalk- und Eisenabsonderungen bis in 1,0 m Tiefe durch Augenschein sorgfältig bestimmt. Endlich wurde der tiefere Untergrund bis in 2,5 m Tiefe abgebohrt und wurden von der Bodenkrume bis zu dieser Tiefe in Abständen von 0,2—0,5 m Bodenproben zur Bestimmung der Kornzusammensetzung, des Kalkgehalts und der Benetzungswärme entnommen.

Der Kornzusammensetzung nach handelt es sich bei den Lößprofilen um mittelschwere Böden mit zum Teil bedeutendem Überwiegen der Korngröße 0,01—0,05 mm und mit hohem Kalkgehalt (bis 26,8%). Im Keuperprofil folgt auf eine mittelschwere Ackerkrume im Untergrund stark zerklüfteter Tonboden, der bei 1,5 m Tiefe in Tonmergel mit bis zu 36,4% Kalk übergeht. Die Benetzungswärme ist im Keuperprofil sehr hoch (bis 8,18 cal/g) und erreicht auch in den Lößprofilen zum Teil beträchtliche Höhen (bis 5,40 cal/g). Rein nach der Kornzusammensetzung und der Benetzungswärme und ohne die natürlichen Lagerungsverhältnisse und die Ergebnisse der physikalischen Untersuchungen zu kennen, wäre man daher geneigt, die Böden sämtlich als dränungsbedürftig anzusprechen.

Der Porenraum der untersuchten Böden schwankt zwischen 45,0 und 55,3 Raumprozent. Das Lufthaltungsvermögen der Bodenkrume liegt zwischen 24,0 und 9,9 Raumprozent, der Luftgehalt des Untergrundes nach dem Sicker Versuch zwischen 33,0 und 10,5 Raumprozent.

Nach dem Ergebnis der physikalischen Untersuchungen sind die Luft- und Durchlässigkeitsverhältnisse im untersuchten Gebiete für die Beregnung mit städtischem Abwasser nicht ungünstig. In der Nähe von drei Punkten wird nach Einführung der Beregnung voraussichtlich mit der Zeit für Ackerkulturen Dränung erforderlich werden. Beim vierten Punkt wird bei der Beregnung wohl



ohne Dränung auszukommen sein. Die Verrieselung des Abwassers würde an allen Stellen sofortige Dränung zur Voraussetzung haben. Der Vergleich der Benetzungswärmen der untersuchten Böden mit denen der Böden von Leipzig mahnt zur Vorsicht. Es empfiehlt sich daher, zunächst unter fachmännischer Leitung Beregnungsversuche durchzuführen, bevor große Mittel aufgewendet werden. Die zur Durchführung der Versuche günstigste Stelle wurde auf Grund der Untersuchungsergebnisse bestimmt.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die physikalischen Untersuchungen der für die Beregnung mit Abwasser der Stadt Stuttgart in Aussicht genommenen Böden wertvolle Aufschlüsse über den Grad ihrer Bewässerungsbedürftigkeit gegeben haben, die es angezeigt erscheinen lassen, in Zukunft bei der Planung von Feldberegnungsanlagen der physikalischen Bodenuntersuchung größeres Gewicht beizulegen, als dies zur Zeit geschieht.

#### 21. Die Abwasserverregnung in Deutschland

Von

Professor Dr.-Ing. Zunker, Breslau, Deutschland

#### IV. Unterirdische Bewässerung — L'irrigation souterraine — Subterranean irrigation

##### 22. Essais d'irrigation souterraine continue "Système d'Avignon" en culture maraîchère

Par

Jean Bordas, Directeur, et Gaston Mathieu, Chef de Travaux,  
de la Station Agronomique d'Avignon, France

Les Auteurs rendent compte des expériences poursuivies en 1932—1936, en comparant l'irrigation souterraine continue à l'arrosage superficiel sur des cultures d'Aubergines, Pommes de terre et Tomates.

Les résultats sont toujours en faveur de l'arrosage interne et, malgré l'augmentation des rendements, la qualité n'est pas diminuée.

##### 23. Essais d'irrigation souterraine discontinue "Système de Cavaillon"

Par

Gaston Mathieu, Chef de Travaux à la Station Agronomique d'Avignon,  
France

Le prix élevé d'une installation d'irrigation souterraine continue „Système d'Avignon“ a empêché la vulgarisation de ce procédé. En réalisant l'arrosage souterrain discontinu par la substitution de simples tuyaux de drainage aux poteries poreuses, on abaisse considérablement le prix de revient. Ce nouveau système a été expérimenté en 1934—1936, notamment sur des cultures de Melon, à Cavaillon. Les résultats ont été excellents au triple point de vue: précocité, quantité et qualité des fruits récoltés.

L'étude rigoureuse du "Système de Cavaillon" en vue de l'adapter aux différentes conditions de sols et de cultures, doit permettre sa vulgarisation dans les régions horticoles.

## **24. L'irrigation souterraine et le chauffage électrique du sol**

Par

J. Bordas, Directeur de la Station Agronomique d'Avignon, France

L'application simultanée de ces deux procédés permet d'apporter au semis les conditions extrinsèques optima d'une bonne germination des graines potagères particulièrement délicates (conditions de température, d'aération et d'humidité).

## **25. Arbeiten über die Untergrundbewässerung**

Von

Professor Dr. H. Janert, Leipzig, Deutschland

Mit der Untergrundbewässerung wird eine möglichst gleichmäßige, kapillare Verteilung des Wassers im Wurzelhorizont angestrebt. Um sparsamste Verwertung des Wassers zu erzielen, sollen weder Versickerungsverluste noch Verluste durch Verdunstung an der Oberfläche in erheblichem Umfange auftreten. Dies gelingt nur, wenn statt der gewöhnlichen Dränstränge Rohrstränge mit kapillarporösen Wandungen und gedichteten Stoßfugen Verwendung finden. Die Rohrstränge sind zweckmäßig maschinell im Boden herzustellen, um sie möglichst vollständig in gewachsenem Boden zu betten. Hierzu ist eine Spezialmaschine, der Rohrflug „Tubator“ entwickelt worden, der an Hand einiger Abbildungen beschrieben wird.

Mit dem Rohrflug sind einige Versuchsanlagen ausgeführt worden, die sehr günstige Ergebnisse gezeitigt haben. Insbesondere ist die seitliche Ausbreitung des Wassers, die durch zahlreiche Wassergehaltsbestimmungen ermittelt worden ist, sehr zufriedenstellend, wie an einer graphischen Darstellung gezeigt wird.

Auch die mit der Untergrundbewässerung erzielten Ertragssteigerungen, die in vier Tabellen aufgezeigt werden, sind sehr bedeutend. Es ist daher zu erwarten, daß sich die Untergrundbewässerung in der Praxis gut bewähren wird, zumal es mit Hilfe des Rohrfluges gelungen ist, die Anlagekosten auf eine wirtschaftlich tragbare Höhe zu senken.

## **V. Einteilung der Moorböden — Classification des sols tourbeux — Classification of peat soils**

### **26. Zur Frage der Einteilung und Untersuchung der Moore in der Tschechoslowakischen Republik**

Von

Dr. J. Spirhanzl, Prag, Tschechoslowakei

Die durch die tschechoslowakische Zentralstelle, d. i. die Moorkommission des Verbandes der landwirtschaftlichen Versuchsanstalten anerkannten Definitionen des Torfes und Moores werden im Wortlaut angegeben: „Der Torf ist eine organische Erdart, welche über 50% brennbarer Stoffe enthält, aus Pflanzenresten besteht, durch den Prozeß der Vertorfung entstanden ist und eine charakteristische Lagerung aufweist.“ — „Das Moor ist eine Lagerstätte des Torfes mit einer Mächtigkeit der Torfschicht von mindestens 50 cm bei zusammenhängender Ausdehnung von mindestens 0,5 ha (in praktischer Auffassung, für die Kartographie, Exploitation u. ähnl.).“



Es wird die pedologische Einreihung der Moore in die bodenkundlichen Klassifikationssysteme beigelegt. Weiter werden die Definitionen der Begriffe „Moorboden“, „anmooriger Boden“, „Moorerde“ gegeben.

Aus der statistischen Zahlenübersicht geht hervor, daß in der ČSR im ganzen ungefähr 35000 ha Moore sind, verhältnismäßig am meisten Übergangsmoore, am wenigsten Niedermoor.

Die Erforschung und Kartierung der Moore in der ČSR datiert schon seit fast einem halben Jahrhundert. Neuerdings wurden die Richtlinien für die Untersuchung hinsichtlich der Ausdehnung des Moores, der Mächtigkeit der Torfschicht, der Wasser- und pflanzensoziologischen Verhältnisse vervollkommen. Das Profilieren der Moore ist vorgeschrieben.

Den Schutz der naturwissenschaftlich wertvollen Moore und die Regelung der Torfgewinnung normiert das vorbereitete Moorschutzgesetz.

#### Vorschlag:

In der Klassifikation der Moore empfiehlt die ČSR die alte Einteilung in Hoch-, Niedermoor- und Übergangsmoore unter Anwendung der neueren Einteilungskriterien (Post, Weber) beizubehalten:

1. Hochmoore sind oligotrophe, ombrogene, supraaquatische Moore, auch soligene Moore, hierher z. B. geländedeckendes Hochmoor;
2. Niedermoor sind eutrophe, topogene, infraaquatische Moore;
3. Übergangsmoore sind mesotrophe Bildungen, topo- bis ombrogene, sogar auch soligene Moore (Aapamoore).

Die weitere Präzisierung wird durch a) topographische Charakteristik nach Schreiber, b) botanische Charakteristik nach Weber, c) klimatische Charakteristik erreicht. Nach dieser Systematik wurde eine Übersichtstafel der Torfarten verfaßt, in welcher ihre Eigenschaften und Benutzbarkeit angeführt sind.

Die Torfarten können nach Bedarf auch nach dem Inhalt an chemischen Stoffen, technisch-industrieller Fähigkeit und landwirtschaftlicher Verwendbarkeit eingeteilt werden.

### 27. Über die Einteilung der Moorböden in Finnland

Von

Dr. Erkki Kivinen, Helsinki, Finnland

In Finnland pflegte man bisher im praktischen Leben die Moorböden in zwei Gruppen einzuteilen: Hochmoore und Niedermoor. In letzter Zeit ist man jedoch immer mehr dazu übergegangen, sowohl in der Land- als auch in der Forstwirtschaft eine eingehendere Einteilung zu benutzen. Sie gründet sich auf die botanische Zusammensetzung der Torfe. Danach können folgende Torfartengruppen unterschieden werden. Gleichzeitig wird angegeben, welche von diesen Torfarten zu den Hochmoor- und welche zu den Niedermoorarten gehören:

Sphagnum-Torf	} Hochmoortorf
Seggen-Sphagnum-Torf	
Wald-Sphagnum-Torf	
Sphagnum-Seggen-Torf	} Niedermoorart
Wald-Seggen-Torf	
Seggen-Torf	
Braunmoos-Seggen-Torf	

Wie aus der Darstellung hervorgeht, sind bei der Klassifizierung keine sogenannten Waldtorfe unterschieden worden, vielmehr wird versucht die Holzreste enthaltenden Torfe nach Möglichkeit auf Grund der in ihnen neben den Holzresten anzutreffenden Zwischenmasse entweder zu Wald-Sphagnum- oder Wald-Seggen-Torfen zu gruppieren.

In den NO-Teilen des Landes ist noch sogenannter eutropher Sphagnum-Seggen-Torf anzutreffen. Er enthält außer Seggenresten auch Rückstände von eutraphenten Sphagnum-Arten (*S. Warnstorfii*, *S. teres*, *S. subsecundum* usw.).

Über die Verbreitung der verschiedenen Torfarten sei erwähnt, daß in den S- und SW-Teilen Finnlands hauptsächlich Sphagnum-Torfe anzutreffen sind (Hochmoorgebiet). In den N-Teilen des Landes herrschen die Seggen- und Braunmoos-Seggen-Torfe, vor Sphagnum-Torfe sind dort vorwiegend nur an den Rändern der Moore anzutreffen (Aapamoore). In Mittel- und Ost-Finnland treten die verschiedenen Torfarten durcheinander auf.

Die strukturellen Eigenschaften des Torfes werden gewöhnlich nach von Posts Torfschema angegeben.

Über die chemischen Eigenschaften der verschiedenen Torfarten sei angeführt, daß die Sphagnum-Torfe im allgemeinen spärlich Pflanzennährstoffe enthalten und sehr sauer sind, aber mit abnehmendem Anteil der Reste von Sphagnum-Arten und zunehmendem Anteil der Seggen und Braunmoose an der Torfzusammensetzung wird ihr Pflanzennährstoffgehalt größer und gleichzeitig die Azidität geringer. Als bemerkenswert sei hervorgehoben, daß im Vergleich zu den mitteleuropäischen Torfen die finnischen verhältnismäßig wenig Kalk enthalten. So kann auch bei Seggen- und Braunmoos-Seggentorfen der Kalkgehalt sogar geringer als 1% sein, und nur verhältnismäßig selten steigt er über 2%. Besonders die in den mittleren Teilen umfangreicher Moore anzutreffenden Seggen- und Braunmoos-Seggentorfe sind kalkarm. Dagegen enthalten derartige an Moorrändern auftretende Torfe reichlicher Kalk.

Der organische Bestandteil der Sphagnum-Torfe enthält in reichlichen Mengen Zellulose und spärlich Protein. Die Seggen- und Braunmoos-Seggentorfe dagegen umfassen weniger Zellulose, aber reichlicher Proteine. In diesem Zusammenhang kann angeführt werden, daß die Torfe meist schwach humifiziert sind und daß darauf zum Teil die verhältnismäßig langsame Mobilisation des Stickstoffs beruht.

Sehr charakteristisch schwankt das C/N-Verhältnis der verschiedenen Torfarten. Durchschnittlich beträgt diese Verhältniszahl bei den Sphagnum-Torfen 37, bei den Seggen-Sphagnum-Torfen 25, bei den Sphagnum-Seggen-Torfen 23, bei den Seggentorfen 19 und bei den Braunmoos-Seggentorfen 17. Bei der Vertorfung der Moorpflanzen wie auch bei fortschreitender Humifikation des Torfes nimmt das C/N-Verhältnis sehr rasch ab.

Auf Grund der in den Torfen anzutreffenden Pflanzenreste können die Bestimmungen der Torfarten verhältnismäßig leicht und genau ausgeführt werden. Da auf der anderen Seite gegenwärtig der Pflanzennährstoffgehalt der verschiedenen Torfarten und ihre Eignung für verschiedene Zwecke bekannt ist, so ist die oben dargestellte Torfklassifikation gut geeignet für die Verwendung bei solchen Untersuchungen und Bodenkartierungen, bei denen die Gebrauchsmöglichkeiten der Torfböden verhältnismäßig rasch und für verhältnismäßig große Flächen zu ermitteln sind.



28. On the principles of the classification, surveying and mapping  
of peat deposits

By

Prof. Dr. D. A. Gherassimov, Moscow, USSR

VI. Entwässerung und Sackung der Moorböden —  
L'assainissement et les affaissements des sols tourbeux —  
Drainage and shrinking of peat soils

29. Zur Entwässerung der Gebirgsmoore

Von

Kulturingenieur Josef Dittrich, Leiter der Moorversuchsstation  
Sebastiansberg, Tschechoslowakei

Mit abnehmender geographischer Breite ziehen sich in Mitteleuropa die ombrogen bedingten Moorbildungen in das Bergland zurück, so in der Tschechoslowakei, die mit 36000 ha Moorland zu den moorarmen Ländern Europas gehört. Die Moore finden sich hier am häufigsten in den noch einigermaßen atlantisch beeinflussten Randgebirgen Böhmens, wo sie die Hälfte der ganzen Moorfläche des Staates erreichen. Die Moornutzung ist hier sehr alt, Torf für Brenn- und Streuzwecke wird im Moosmoor (Hochmoor) und Fichtenbruch (Übergangsmoor) gewonnen, land- und forstwirtschaftlich genutzt wird fast nur das Bruchmoor. Die Randgebiete Böhmens besitzen 17000 ha Moorland, von dem 35 % in landwirtschaftlicher und 33 % in forstwirtschaftlicher Kultur stehen; 32 % sind Ödland und Torfstiche.

Die Moorentwässerung spielte daher hier immer ihre Rolle. Der Verfasser hatte während seiner langjährigen Tätigkeit Gelegenheit, auf diesem Gebiete in den Mittelgebirgen Böhmens zu arbeiten. Wichtig für die Moorentwässerung ist die naturwissenschaftliche Kenntnis der Moore selbst, besonders die Zusammenhänge zwischen dem Gefälle des Mooruntergrundes und der Moorbildung. Je geringer die Seehöhe der Moosmoore, ein desto geringeres Gefälle war zu ihrer Bildung notwendig. Die Bedeutung des Gefälles ist derart weitgehend, daß sogar die Vegetationszonen der Moosmoore von ihm abhängen. So zeigen z. B. der Regenerationskomplex eines Moosmoores ein Untergrundgefälle von 1 % und darunter, der Erosionskomplex ein solches von 2—4 % und darüber.

Größere Gebirgsmoore treten uns im herzynisch-sudetischen Bergland gewöhnlich als Verbindungen der Moortypen Moosmoor (Hochmoor) und Fichtenbruch (Übergangsmoor) entgegen, wobei das Moosmoor den Kern bildet, der gewöhnlich ringförmig vom Fichtenbruch umlagert ist. Die natürlichen Entwässerungsrinnen, Rüllen genannt, schneiden oft tief in den Torf ein, das Wasser sinkt bisweilen bis auf den Mooruntergrund ab und gibt so hier und da Anlaß zur Erscheinung der Untermoorerosion, die an ein Steilgefälle gebunden ist (2—4 %).

Die Entwässerung erfolgt auch hier, wie in allen Mooren, nach dem Schichtenplane des Mooruntergrundes. Die Vorfluter werden in die natürlichen Entwässerungsrinnen der Rüllen verlegt und gegen Auswaschungen mit Holzschwellen und Schwartelwänden gesichert, insbesondere dort, wo der Mooruntergrund in Form des blaugrauen Lehmies angeschnitten wird, da dieses Material besonders

leicht auswaschbar ist. Die Sohlenbreite dieser Vorfluter wird mit rund 1 m bemessen, ihre Böschungen können im Moos- und Fichtenbruchtorf im Verhältnis 4:1 gehalten werden. Von 1,5 zu 1,5 m, von der Grabensohle an gerechnet, wird mit Vorteil eine Berme von 1 m Breite eingeschaltet. Die Gräben erreichen infolge der Notwendigkeit des Abbaues auch tieferer Torfschichten oft die ganz bedeutende Tiefe von 3 m und darüber bei einer ebensolchen oberen Breite. Die Arbeit soll infolge Gefährdung der Torfmassen durch seitliches Abreißen, das durch eine zu schnelle Entwässerung eintritt, im Jahre die Tiefe von 1,5 m nicht überschreiten. Die Entwässerung ist im Gebirge leichter und sicherer als in der Ebene.

Das Steilgefälle der Vorfluter gibt uns nun die Möglichkeit, die große Zahl der Nebengräben erster Ordnung in ein annehmbares Gefälle (unter 1%) zu bringen, die so wie die Dräne bei der Querdränung, die Schichtenlinien im spitzen Winkel schneiden. Das vom Berghang herabkommende Wasser trifft diese Gräben fast senkrecht, wird gleich von den ersten aufgenommen und diese verhindern so größere Überflutungen des entwässerten Geländes, das noch praktischerweise durch Ringgräben (Kopfgräben) vor unerwünschtem Wasserzutritt geschützt wird. Die Entfernung der meist parallel verlaufenden Gräben erster Ordnung beträgt je nach Torfart und Niederschlag 50–100 m, ihre Tiefe kann auch über 2 m erreichen, ihre Sohlenbreite wird mit 80 cm bemessen.

Dies so geschilderte Entwässerungssystem wird in vielen Fällen schon genügen. Bei notwendiger stärkerer Entwässerung werden Grippen (Nebenentwässerungsgräben zweiter Ordnung) eingeschaltet, die die Richtung der Vorfluter haben. Bei ihren geringen Abmessungen (60 cm tief, 60 cm obere Breite, Böschung 4:1) und ihrer geringen Wasserführung spielt das größere Gefälle keine Rolle mehr. Ihre Mindestentfernung wird (forstliche Hügelpflanzung ausgenommen) mit 20 m bemessen.

Derartig entwässerte Moore befriedigten vollkommen und zeigten keine Zeichen zu starken Wasserentzuges.

Die Moorentwässerung wird den verschiedenen Zwecken angepaßt, z. B. der Torfgewinnung, der land- und forstwirtschaftlichen Moornutzung. Für die Torfgewinnung eignet sich besonders ein Entwässerungsnetz, welches das Moor in rechteckige Tafeln zerlegt, da diese den Abbau in jeder Hinsicht vereinfachen. Die Nebengräben erster Ordnung sind auch hier in 50–100 m Entfernung zu halten. Ihre Ausrichtung und daher auch die der Stichkanten erfolgt nach der herrschenden Windrichtung, die auf die Stichkante ungefähr senkrecht sein soll, damit die Stiche bei einbrechendem Winter vom Schneesturm sofort zugedeckt werden.

Nach dem Abbau des Moostorfes wird das Grabennetz vertieft und kann der zurückbleibende Bruch- und Riedtorf für land- und forstwirtschaftliche Zwecke verwendet werden. Landwirtschaft ist in Hochlagen auf allen Torfarten möglich, Forstwirtschaft nur auf Bruch- und Ried-, nicht aber auf Moostorf.

### 30. Die Kultivierung des „Großen Moosbruches“ in Ostpreußen

Von

Professor Dr. Rothe, Königsberg i. Pr., Deutschland



### 31. Subsidence of peat land in the Sacramento-San Joaquin Delta of California

By

Walter W. Weir, Drainage Engineer, University of California,  
Berkeley, U.S.A.

The results of fourteen years of study on the subsidence of peat soils in the Sacramento-San Joaquin Delta of California are reported. This area of about 200000 acres of highly organic soils is located at the confluence of the Sacramento and San Joaquin rivers about 50 miles inland from San Francisco.

The area consists of a number of islands of peat soil (in places 40 feet or more in depth) which are protected from overflow by levees. The area is all under cultivation. In its virgin condition the surface elevation of the area was approximately sea level. Since reclamation there has been a gradual subsidence. Three islands, differing only in the length of time since they were reclaimed, have been under observation since 1922. The younger of these, Mildred Island, reclaimed in 1921, has subsided about 4 feet in this time, while Lower Jones Tract, reclaimed in 1902, has subsided about 2 feet. Bacon Island is intermediate both as to age and amount of subsidence.

Several reasons are given for the subsidence:

1. Geological subsidence of the entire area.
2. Compaction by heavy tillage equipment.
3. Shrinkage by drying.
4. Oxidation of organic material.
5. Burning.
6. Wind erosion.

Burning, a practice used for the elimination of weeds and plant diseases, is given as the major cause of subsidence although oxidation and wind erosion are cited as probably contributing appreciably to the condition. The other causes, although recognized, are not considered as measurable over this short period of 14 years by the methods used.

Subsidence has now reached 9 to 10 feet in some cases and is becoming economically important because of increased cost of drainage, increased alkali content of the soil, and decreased security of the levee protection.

Burning is given as the only cause which can be remedied and the recommendations are made that burning be discontinued.

### 32. Effect of rainfall and of substrata upon composition and reaction of soil waters of Everglades peat land

By

J. R. Neller, University of Florida, Belle Glade, U.S.A.

Samples of sub-surface waters were obtained from points 3.5, 5.5 and 7.5 feet below the soil surface at five periods extending from December 1933 to May 1935. Another series of 8 sets of samples were taken of the top six inches of soil and of the uppermost layers of the soil water. These were obtained from an area of sawgrass peat of 6 to 7 feet in depth where the water level had been held 20 to 24 inches below the cultivated soil surface for a period of six years.

The soluble chloride content of the soil and to a lesser extent that of soil waters was decreased by the leaching effect that occurred during the rainy season

and increased again toward the close of the dry season. The chloride content of the soil waters averaged 147, 177 and 273 p.p.m. for the respective depths of 3.5, 5.5 and 7.5 feet below the soil surface. The latter depth was several inches down in the marl substratum. Sulfates were present to a lesser extent than chlorides and were decreased somewhat following periods of heavy rainfall. Soluble calcium was present in amounts averaging over 200 p.p.m. and was but little higher in the marl water than in the waters of the peat masses lying above. Soluble magnesium paralleled the soluble calcium at a concentration of about 100 p.p.m. Conductivity values showed that the concentration of soluble ions increased with depth and that rainfall had a deciding diluting effect upon the upper layers of the soil waters.

Soil waters taken from the edge of the field where a marl dike and canal had been constructed and where some burning of the peat had occurred, contained the above mentioned ions in higher concentrations and in different vertical relationships. The reaction of the surface soil of this area (Location 1) was more alkaline than those throughout the rest of the field (Locations 2, 3 and 4). Throughout all of the field the pH of the uppermost layers of soil waters was higher than that of the soil above and was influenced but little by the rainy season.

The comparatively high content of calcium and magnesium in the soil waters indicate that the reaction of the peat will remain favorable for crop growth and that ample amounts of these elements will always be present in the vegetation of these lands. Increases in soil chlorides indicate an upward movement of soluble salts during the dry season. At no time, however, was the concentration of chlorides or other ions high enough to be a retarding factor in the growth of crops.

### 33. Die Abflußverhältnisse und Sackungserscheinungen bei der Entwässerung des Kehdinger Hochmoores Von

Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Zunker, Breslau, Deutschland

Die Beobachtungen von Krüger und Saraauw in den Jahren 1892 bis 1909 über die Abflußverhältnisse und Sackungserscheinungen bei der Entwässerung des an der Unterelbe gelegenen rd. 12 m tiefen Kehdinger Hochmoores werden nach der Korrelationsmethode ausgewertet. Dieses wesentlich genauere Auswertungsverfahren führt zu ganz anderen Schlußfolgerungen, als Krüger und Saraauw sie gezogen haben, zumal beide die verschiedene Höhe der Niederschläge und die Abzapfung des Moores, die besonders anfangs eine Abflußvermehrung für alle Wasserstände bringt, unberücksichtigt gelassen haben.

Vergleicht man die Jahre mit annähernd gleichen Niederschlägen miteinander, so liegen die mittleren Hochwasserstände im Vorfluter nach Beginn der Entwässerung um 8 cm höher als vor der Entwässerung trotz der sehr wahrscheinlich durchgeführten Räumung des Vorfluters.

Für den an einem Meßwehr beobachteten Jahresabfluß in mm Wasserhöhe aus dem Kehdinger Moor von 1900 bis 1909 wird die Korrelationsgleichung abgeleitet:

$$A_J = 0,45 N_J + 0,16 N_{S-1} - 15,9 n + 34$$

mit dem Korrelationskoeffizienten 0,99. Die Gleichung ist also sehr genau.

Für die Abzapfung des Moores in mm Wasserhöhe von 1900 bis 1909 wird als Korrelationsgleichung angegeben:

$$Z_J = 516 - 0,55 N_J + 0,16 N_{S-1} - 15,9 n.$$



In diesen Gleichungen bedeuten:

$N_J$  = Niederschlagshöhe des Jahres in mm Wasserhöhe vom November bis Oktober,

$N_{S-1}$  = Niederschlagshöhe des vorhergehenden Sommerhalbjahres vom Mai bis Oktober,

$n$  = laufende Nummer des Beobachtungsjahres ( $n = 1$  für 1900/01).

Als Jahresverdunstung werden 482 mm in Rechnung gestellt.

Ebenso werden die Korrelationsgleichungen für den Winter- und den Sommerabfluß und die Winter- und die Sommerabzapfung abgeleitet. Sie werden mit den von Fischer für das mineralische Allergebiet aufgestellten Korrelationsgleichungen in Vergleich gesetzt. Folgende Schlußfolgerungen werden gezogen:

1. Im Kehdinger Moor beträgt die Abnahme der Abzapfung und der Abflußmenge von 1900 bis 1909 bei mittleren Niederschlägen jährlich 16 mm. Im mineralischen Allergebiet sind bei mittleren Niederschlägen der jährliche Abfluß konstant und die Abzapfung gleich Null.

2. Die Abzapfung des Moores vom November 1900 bis Oktober 1909 beträgt 857 mm. Sie ist auf eine fast ebensogroße Moorsackung zurückzuführen. Die gesamte Abzapfung des Kehdinger Moores vom Beginn der Entwässerung im Jahre 1892 bis 1911 beträgt rd. 2,16 m. Sie ist um das Maß der Wasserabgabe der lufthaltigen Bodenzone über dem Grundwasserspiegel größer als die durchschnittliche Moorsackung.

3. Unter der Voraussetzung gleicher Niederschläge ist die Abzapfung und somit annähernd auch die Sackung des Kehdinger Moores im ersten Entwässerungsjahr 1892 um 223 mm größer als im Jahre 1909. Bei der gewählten Entwässerungstiefe und Grabenentfernung würden Sackung und Abzapfung im Jahre 1911 nahezu beendet gewesen sein.

4. Im Kehdinger Moor hängt der Abfluß stärker von den Niederschlägen des gleichen Zeitraumes und weniger von denen des vorhergehenden Halbjahres ab als im mineralischen Allergebiet. Das Speichungsvermögen des durch offene Gräben aufgeschlossenen Moores ist demnach geringer.

5. Der Abfluß im Kehdinger Moor ist gegenüber dem Abfluß im mineralischen Allergebiet im Winter verhältnismäßig stärker als im Sommer. Auch das zeugt von einem geringeren Speichungsvermögen des durch offene Gräben aufgeschlossenen Moores.

6. Im besonderen beeinflussen im Kehdinger Moor die Niederschläge im Sommerhalbjahr den Abfluß etwa dreimal so stark wie im mineralischen Allergebiet.

7. Im Kehdinger Moor vermindert eine Zunahme der Niederschläge im Winter den Abfluß im nachfolgenden Sommer, im mineralischen Allergebiet ist das Entgegengesetzte der Fall.

8. Die Abzapfung des Moores nimmt im entgegengesetzten Sinne wie der im gleichen Zeitraum fallende Niederschlag zu und ab.

9. Im Sommer ist die Abzapfung und demgemäß auch die Sackung des Moores stets positiv und durchschnittlich  $7\frac{1}{2}$ mal größer als im Winter. Im Winter ist die Abzapfung bei geringen Niederschlägen positiv, bei großen Niederschlägen negativ. Durchschnittlich ist zwar auch im Winter die Abzapfung positiv. Im ganzen Jahre sind die Abzapfungen positiv mit Ausnahme des sehr nassen Jahres 1904/05, das schon in eine Zeit verminderter Sackung fällt.

Diesen Ergebnissen entsprechend war auch der mittlere Jahresabfluß aus dem Kehdinger Moor von 1900 bis 1909 um 3,6 sl/km<sup>2</sup> größer als aus dem benachbarten hauptsächlich mineralischen Allergebiet.

Die Korrelationsgleichungen für die Abflußzahlen aus dem Kehdinger Moor in sl/km<sup>2</sup> lauten:

für mittleres Hochwasser im Winter

$$q_{MHW} = 0,1087 A_W + 0,35 n + 11,63,$$

für mittleres Hochwasser im Sommer

$$q_{MHW} = 0,2217 A_S + 0,60 n - 5,01,$$

für mittleres Niedrigwasser im Winter

$$q_{MNW} = 0,0246 A_W - 0,028 n - 0,15,$$

für mittleres Niedrigwasser im Sommer

$$q_{MNW} = 0,0171 A_S - 0,015 n + 0,90,$$

worin  $A_W$  der Abfluß im Winter in mm Wasserhöhe,  $A_S$  der Abfluß im Sommer und  $n$  die laufende Nummer des Beobachtungsjahres ( $n = 1$  für 1900/01) bedeuten.

Berücksichtigt man, daß die Abflüsse von Jahr zu Jahr abnehmen, so nehmen hiernach die Abflußzahlen für mittleres Hochwasser in geringerem Maße als die Abflüsse und jene für mittleres Niedrigwasser in stärkerem Maße als die Abflüsse ab.

Zusammenfassend wird gefolgert, daß die Abflußzahlen und die Spitzen der Hochwässer bei Beginn der Moorentwässerung in erheblichem Maße vergrößert werden und daß auch noch in späteren Jahren ein geringeres Aufspeicherungsvermögen für große Niederschläge zurückbleibt. Durch Abzapfung und Sackung bildet sich eine nach den offenen Gräben hin abfallende, zunehmend gewölbte Beetform aus, die den Abfluß der Hochwässer begünstigt und die Versickerung und die Aufspeicherung der Niederschläge für die Zeiten der Niedrigwässer vermindert. Diese wasserwirtschaftlich ungünstige Auswirkung der Moorentwässerung auf die Abflußzahlen gilt jedoch sehr wahrscheinlich zum mindesten nicht in gleichem Grade für Hochmoore, die hauptsächlich durch Dräne entwässert werden.

## VII. Kalkung und Düngung der Moorböden — Le chaulage et l'engraisement des sols tourbeux — Liming and manuring of peat soils

### 34. Die Sorption des Anions $PO_4$ in Torfen

Von

Professor Dr. A. Musierowicz, Dublany, Polen

Der Verfasser behandelt die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen über die Bindung des Anions  $PO_4$  in natürlichen und „präparierten“ Torfen.

Auf Grund der Untersuchungen wurde festgestellt:

1. Die Bindung des Anions  $PO_4$  in Torfen, aus einer bestimmten Lösung, mit beständiger  $PO_4$ -Konzentration und unbeständigem pH ist abhängig:

- a) von der pH-Größe,
- b) von der Torfart (Hoch-, Niederungsmoore usw.),
- c) von der mineralischen und mineralisch-organischen Zusammensetzung der Torfe.



2. Der Einfluß der  $\text{PO}_4$ -Konzentration der Lösungen auf die Festhaltung des  $\text{PO}_4$  in Torfen tritt nur bei geringer Änderung der H-Ionen-Konzentration der Lösung deutlich zum Vorschein. Wenn aber, bei Änderung der  $\text{PO}_4$ -Konzentration in der Lösung nach  $\text{PO}_4$ -Sorption, gleichzeitig die pH-Größen einer Änderung unterliegen, so ist der Verlauf der Bindung des Anions  $\text{PO}_4$  in Torfen von beiden Faktoren abhängig.

3. Das Anion  $\text{PO}_4$  kann durch das austauschbare Ca in Torfen nur bei einer Wasserstoffionenkonzentration  $\text{pH} > 5,5$  festgehalten werden; jedoch ist auch diese Bindung wegen der Schutzwirkung von organischen Stoffen, die sich im dispersen Zustand befinden, quantitativ sehr gering.

4. Die Festhaltung des Phosphat-Anions durch Torfe, bei  $\text{pH} < 5,5$ , ist fast ausschließlich durch den Gehalt an aktiven Verbindungen von Fe und Al (bestimmt nach dem Verfahren von Tamm) bedingt.

Dabei darf man die Wirkung der Eisen- und Aluminiumverbindungen nicht als ein rein chemisches Festhalten des Phosphat-Anions verstehen; gleichzeitig kann nämlich auch eine Austausch-Adsorption des Phosphat-Anions verlaufen.

5. Die Anwesenheit von komplexen Verbindungen in Torfen kann auf das Festhalten des Phosphat-Ions direkt oder indirekt wirken. Indirekt erleichtern die komplexen Verbindungen die Fällung des  $\text{PO}_4$ -Ions durch die Mobilisierung der Eisen-, Aluminium-, Kalium- und Magnesiumverbindungen.

Direkt können, unter gewissen Bedingungen, in Torfen enthaltene Komplexverbindungen das Phosphat-Ion im Wege der Austausch-Adsorption festhalten.

6. In Torfen enthaltene Humusstoffe, wirken im sauren Medium auf die unlöslichen Phosphate lösend oder dispergierend, also ungünstig für die Festhaltung des Phosphat-Anions; zugleich werden von ihnen selbst gewisse geringe Mengen von  $\text{PO}_4$ -Ionen gebunden.

### 35. Fractionation and Titration of the Acidic Constituents of Peat

By

Irvin C. Feustel, Bureau of Chemistry and Soils,

United States Department of Agriculture, Washington D. C., U.S.A.

Observations on the dispersibility of peat colloids, using a colloid mill as a means of drastic hydraulic agitation, indicated that mechanical dispersion effects no fundamental separation with respect to acidic constituents.

Peat samples were fractionated by treatment with a 1 percent solution of sodium hydroxide at  $70^\circ\text{--}75^\circ\text{C}$ . Three fractions obtained consisted of: (1) material soluble in the alkaline solution but precipitated by acid; (2) material dispersed as colloid but not dissolved; and (3) the remaining residue. Previous electro-dialysis of the peat increased the effectiveness of the fractionation.

A method of titration of the acidic constituents of the whole peat as well as that of the individual fractions was demonstrated. Definite breaks obtained in the titration curves at approximately pH 7,2 to 8,8 were considered as being indicative of endpoints in the neutralization of „true“ acidity.

The peat fractions differed widely with respect to the relative amounts of base required for neutralization. As much as 70 percent of the total acidity of the original peat was found in the „humic acid“ and 17 to 20 percent in the „colloid“. A mineral soil colloid, titrated for comparative purposes, required less base than the least acidic of the organic fractions examined.

Chemical analyses indicated some concentration of carbon and nitrogen in the "colloid" but the "residue" was found to be the most distinctly different of the three fractions with respect to elementary composition. The carbon nitrogen molecular ratio of the "residue" was considerably higher than that of the "colloid" or of the "humic acid".

### 36. Retention of Manurial Constituents by Peat

By

B. D. Wilson and E. V. Staker.

Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A.

Peat soil, held in containers provided with outlets, was treated with manurial constituents and leached with distilled water to ascertain the retentive property of the soil for nutritive ions. The work was conducted in a greenhouse for a period of 5 years.

A woody-fibrous peat soil was used in the investigation. The soil was collected from the surface zone of a deposit about 3 feet deep resting on Chara and shell marl. The reaction of the soil was pH 5.2 and it was 78 per cent saturated with metallic cations. Galvanized-iron cans 25 inches deep and  $17\frac{3}{4}$  inches in diameter were used as soil containers. An iron pipe attached to the bottom of each can conducted the drainage water to a large glass bottle. Each of 9 cans was filled with 164 pounds of moist soil which was equivalent to 63 pounds of dry soil.

Nitrogen, phosphorus, and potassium in the form of chemically pure salts were mixed with the surface six inches of the soil of some of the cans. The chemicals were added in different amounts and at varied intervals. Spinach and carrots were grown annually on the manured soil and, also, on soil that received no manurial treatment. The soil of some of the cans was kept bare. Following the removal of each crop the soil was thoroughly leached. The drainage water and the crops were analyzed in order to ascertain the relative removal of plant nutrients from the soil with respect to the different soil treatments.

Nitrogen was lost in the drainage water from the bare soil in relatively large amounts. Cropping did not result in a conservation of the nitrogen of the soil to any appreciable extent. Both phosphorus and potassium were held by the soil in considerable amounts. The means by which the applied phosphorus was retained was not disclosed but the data suggest that much of the applied potassium was absorbed by the soil with the replacement of calcium. Phosphorus was present in the drainage water in significant amounts. Calcium was lost in the leachings in larger amounts than were any of the other constituents. Large removals of calcium from the bare soil were accompanied by large removals of nitrogen. Although cropping did not conserve the nitrogen of the soil, it did conserve the calcium.

A close relationship exists between the manner of the removal of manurial constituents in the drainage water from the organic soil used in the present experiment and from mineral soils. Perhaps the most distinctive difference is the presence of measurable amounts of phosphorus in the drainage water from the organic soil.

### 37. Beitrag zur Kalidüngung des Niederungsmoores

Von

Professor Leo Rinne, Tartu, Estland

1. Um den Ertrag der Niederungsmoorwiesen Estlands auf einer befriedigenden Höhe zu erhalten, ist es notwendig, bei jährlicher Ersatzdüngung derselben, außer



Phosphorsäure auch noch Kali zu geben, wobei die Kalidüngungsversuche in Tooma ergeben haben, daß durch Hinzufügung zur  $P_2O_5$ -Düngung der Moorwiese von 45 kg bis 60 kg  $K_2O$  je ha durchschnittliche Mehrerträge (für 8 bis 15 Jahre) von 2124 kg, 2367 kg, 2619 kg, 2663 kg und 2931 kg je Jahr und ha erzielt worden sind.

Die durch 30 kg N-Düngung erzielten Mehrerträge betragen von 183 kg bis 855 kg Heu je Jahr und ha, wobei sich die Stickstoffdüngung meist als unrentabel erwiesen hat.

2. Wenn eine gute Moorwiese unter Mangel an Düngung leidet, so erfolgt, Hand in Hand mit der Abnahme ihres Ertrages auch eine Abnahme der wertvollen Wiesengräser in ihrer Pflanzennarbe, wobei die Dichte der Wiesennarbe stark zurückgeht.

Auf nur einseitig mit Phosphorsäure gedüngten Wiesenflächen zeigen eine gute Ausdauer *Poa pratensis* und *Festuca rubra*, wogegen *Taraxacum officinale* von solchen Flächen vollkommen verschwindet.

Der Ertrag der mit Kali und Phosphorsäure gedüngten Wiesenflächen ist nicht nur quantitativ höher als bei den ungedüngten und nur einseitig mit Phosphorsäure gedüngten, sondern das Heu der richtig gedüngten Wiese ist auch qualitativ besser, da es mehr wertvolle Wiesengräser enthält.

3. Bei der Düngung der Niedermoorwiese mit Kali und Phosphorsäure ist die durch die Heuernte entnommene Kalimenge der im Dünger gegebenen entsprechend, wobei im geernteten Heu sich ungefähr ebensoviel Kali befindet, wie in der Düngung verabfolgt wurde. Bei recht großen Kalimengen im Dünger wird die gesamte Kalimenge des Düngers nicht mehr von den Pflanzen aufgenommen. Nur durch die Hinzufügung von Stickstoff zur Kaliphosphatdüngung können auch hier noch größere Kalimengen von den Pflanzen aufgenommen werden, wonach dann auch gewöhnlich eine Steigerung in der Höhe des Ertrages der Moorwiese erfolgt.

4. Bei der Düngung der Niedermoorwiese mit Kali und Phosphorsäure findet, wenn mit viel Kali gedüngt wird, ein Luxuskonsum der Wiesenpflanzen an Kali statt, wobei der Gehalt an Kali im Heu steigt und nur eine recht geringe oder gar keine Zunahme in der Höhe des Heuertrages der Wiese gegenüber geringeren Kaligaben festzustellen ist.

5. Der Kalikonsum der einzelnen Pflanzen der Wiesennarbe ist verschieden. Auch hier ist festzustellen, daß bei größeren Kaligaben im Dünger mehr Kali von den Pflanzen aufgenommen wird.

6. Durch die Düngung der Niedermoorwiese mit Kali kann eine Anreicherung des Moorbodens mit demselben stattfinden, was auf eine Festhaltung gewisser Kalimengen des Düngers durch den Boden hinweist. So ist es möglich, bei größeren Mengen von Kali in der Düngung nachher auch größere Kalimengen im Boden festzustellen, wodurch eine Nachwirkung der Kalidüngung bewirkt wird. Die Ergebnisse der Kalidüngungsversuche von Niedermoorwiesen in Tooma zeigen bei reichlicher Kalidüngung eine wesentliche Nachwirkung derselben, welche sich auf 3—4 Jahre erstreckt.

7. Es hat den Anschein, daß bei Kalimangel im kalkreichen Niedermoorboden, wie es bei den ungedüngten und nur einseitig mit  $P_2O_5$  gedüngten Wiesenflächen in Tooma festzustellen ist, der Kalk teilweise an Stelle des Kalis in den Wiesenpflanzen treten kann, ihn somit gewissermaßen zum Teil ersetzend.

8. Bei der Kaliphosphatdüngung der Niedermoorwiese ist zur Erzielung eines jährlichen durchschnittlichen Ertrages von 5000 kg Heu (lufttrocken) je ha, eine jährliche Gabe von 50 kg  $K_2O$  je ha (neben der Phosphorsäuredüngung) in der Ersatzdüngung genügend.

### 38. Über die Düngung der Niedermooere mit „Eesti Phosphorit“

Von

Professor Leo Rinne, Tartu, Estland

1. Beim Vergleich der durchschnittlichen Erträge der alljährlich mit  $K_2O$  und  $P_2O_5$  gedüngten Niedermoorwiesen betrugen die mit „Eesti Phosphorit“ erzielten im Mittel ungefähr 86,7% bis 92,3% der Erträge der Superphosphatdüngung.

2. Gegenüber den nur mit Kalisalz gedüngten Wiesenflächen sind mit Eesti Phosphorit (und Kalisalz) bedeutende Mehrerträge erzielt worden, wobei die Wirkung des Phosphorsäure im Eesti Phosphorit ungefähr 63,5% bis 89,3% der Wirkung derselben im Superphosphat betrug.

3. Bei alljährlich wiederholter Düngung der Niedermoorwiese mit Eesti Phosphorit war die Wirkung derselben anfangs (ungefähr 2 Jahre) verhältnismäßig gering, um nachher anzusteigen.

4. Bei der Düngung von Niedermooeren mit Eesti Phosphorit muß die Nachwirkung derselben besonders berücksichtigt werden.

5. Die Nachwirkung der Düngung mit Eesti Phosphorit war im Mittel für fünf Jahre gleich der Nachwirkung der Düngung mit Superphosphat. Die Nachwirkung der Düngung mit Superphosphat war am größten in den ersten drei, besonders in den beiden ersten, der Düngung nachfolgenden Jahren, um sich dann rasch zu verringern. Die Nachwirkung der Düngung mit Eesti Phosphorit ist anfangs geringer als die des Superphosphates, um, beginnend mit dem dritten Jahre, in der Nachwirkung das Superphosphat zu übertreffen.

6. Die Nachwirkung der Düngung mit Eesti Phosphorit war im Mittel für sieben Jahre bedeutend größer als die Nachwirkung der Düngung mit Superphosphat.

7. Bei der Düngung der Niedermoorwiese mit Eesti Phosphorit war in der Pflanzennarbe der Wiese der Gehalt an wertvollen Futtergräsern derselbe, wie bei der Düngung mit Superphosphat.

8. Es hat den Anschein, daß ein verhältnismäßig reichlicher Gehalt an Kalk im Niedermoorboden bei schwachsaurer Reaktion desselben ( $pH = 6,2$  bis  $pH = 6,7$ ) kein Hindernis für die verhältnismäßig gute Ausnutzung der Phosphorsäure des Eesti Phosphorits von Seiten der Wiesenpflanzen bildet. Beim Ansteigen des Kalkgehalts im Moorboden, so daß seine Reaktion sich dem Neutralpunkte nähert, verringert sich die düngende Wirkung der Phosphorsäure des Eesti Phosphorits.

9. Somit haben die in Tooma ausgeführten Versuche und Untersuchungen ergeben, daß Eesti Phosphorit mit gutem Erfolg auch zur Düngung nur schwach-saurer kalkreicher Niedermooere verwandt werden kann, wobei seiner Nachwirkung die größte Bedeutung zukommt.

10. Um schon in den ersten Jahren nach der Düngung der Niedermoorwiese mit Eesti Phosphorit eine den Düngerbedarf der Wiesenpflanzen befriedigende Nachwirkung der Düngung zu erhalten, muß daher Eesti Phosphorit



anfangs in genügend großer Menge zur Düngung verwandt werden und wenigstens noch im ersten Jahre der Niederungsmoorwiese auch noch etwas Superphosphat gegeben werden.

### 39. Düngung der Torfmoore in den ersten und nachfolgenden Jahren der Bewirtschaftung

Von

Professor Dr. B. Swietochowski, Dublany, Polen

1. Die Zersetzung der organischen Torfsubstanz (nach Maliutin, Waksman, Kirenen u. a.) geht in der Richtung der Verarmung des Bodens an leicht- und dessen Bereicherung an schwerer zersetzbaren Stoffen vor sich. In einem Hochmoor z. B. (nach Maliutin) vergrößert sich das Prozentquantum der bitumischen Stoffe 2,5-fach, das des Lignins 5-fach; dagegen vermindert sich die Menge der Zellulose 4-fach, die der Pentosane 6-fach und etwa 2,5-fach die der anderen organischen Teile, die neben den Mineralstoffen an der Moorfruchtbarkeit teilnehmen (Bodenproteine u. a.). Also vermindert sich infolge der Zersetzung des entwässerten und in Gebrauch genommenen Torfmoores die Totalmenge der Nutzstoffe in der betreffenden Schicht.

2. Im Laufe der Torfzersetzung vermindert sich zwar nicht quantitativ, doch ändert sich qualitativ ungünstig die im Boden wichtigste Gruppe der Stickstoffverbindungen. Zunächst vermindert sich auch die Menge der leicht mineralisierbaren Stickstoffverbindungen, wie es bei Beobachtung der Schnelligkeit des Stickstoffmineralisationsvorgangs erwiesen wurde (unmittelbar analytisch von Kirenen). Auf neu bewirtschafteten Mooren verlaufen diese Vorgänge schneller und intensiver — bei älterer Moorkultur dagegen viel langsamer (Beispiele aus dem Torfmoor Czemerne).

3. Von der Gruppe der Mineralstickstoffverbindungen ist die Menge des Ammoniaks in Hochmooren größer und zwar ist dies der Fall, wenn das Torfmoor nicht kultiviert war (nach Lochwinow).

4. Ähnlich gestalten sich die Phosphorsäureverhältnisse. Bei einem kleinen Vorrat dieses Nährstoffes erschöpft sich rasch die leicht assimilierbare Phosphorsäure und es folgt ein  $P_2O_5$ -Hunger nach. Das Torfmoor in Dublany z. B. reagierte in den Jahren 1908, 1909 auf die  $P_2O_5$ -Düngung nicht, war aber vom Jahre 1910 ab immer mehr für diesen Nährstoff dankbar. Ebenfalls kann in einem an Phosphorsäure sehr reichen Torfmoore die Erschöpfung an diesem Stoff teilweise vor sich gehen. Auf dem an  $P_2O_5$  reichen Moore Czemerne sind z. B. einige Halmfrüchte (Weizen, Gerste) nach einigen Jahren der intensiven Bebauung für die  $P_2O_5$ -Düngung schon dankbar.

5. Etwas anders gestaltet sich die Kalifrage. Obwohl die Menge dieses Nährstoffes in echten Mooren klein ist, können ihn die vermudeten Torfmoore und echte Muddenböden in größerer Menge enthalten. In einigen Fällen (nicht immer) kann der Zersetzungsprozess in solchen Böden eine gleichzeitig größere Kalimobilisierung hervorrufen (z. B. das Torf bei Psia Górka, Blonie).

6. Was das Kalzium und damit die Bodenreaktion anbetrifft, so verursacht der Zersetzungsprozess eine gewöhnlich größere Bodenazidität (nach Kotilainen). Wenn nicht gekalkt wurde, führt die landwirtschaftliche Nutzung, allmählich zum Auswaschen des Kalkes.

7. Die Zersetzung der Torfsubstanz ändert die physikalischen Bodeneigenschaften, und zwar in ungünstigem Sinne für die Bodenphysik und -biochemie. Es kommt dann zustande: a) eine Verminderung der Bodenwasserkapazität, b) eine Vermin-

derung der Bodenluftkapazität (kleinere Porosität — Reineke), c) eine Verminderung der Bodendurchlässigkeit (Torfmoor Sarny), d) eine Vergrößerung des unerwünschten Bodenerreißens während der im Frühjahr vorkommenden Gefrier- und Tauvorgänge im Torfe, was unmittelbar zur Auswinterung (Raps besonders) führt. Solche ungünstigen Änderungen zwingen zu stärkerer Düngung, da überhaupt der Düngungseffekt weitaus kleiner sein kann, wenn die Zersetzungsvorgänge zu stark sich entwickeln.

8. Eine Änderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Torfes zwingt auch konsequent zur Düngungsänderung der durch den Anbau stärker zersetzten Moore. Hohe Kali- oder Kali- und Phosphorsäuregaben, die in den ersten Jahren der Bewirtschaftung wegen der Ausnutzung anderer Anbaufaktoren verwendet werden, können sich später als nicht ökonomisch erweisen und das Kiloprozent dieser Nährstoffe spiegelt sich nicht in dem früher erwarteten Effekt ab. Es zeigt sich dann die höhere Düngung mit anderen Stoffen (Stickstoff, organische Dünger) als unentbehrlich.

9. Alle oben angeführten Schlüsse betreffen selbstverständlich ein und dasselbe Torfmoor ganz gleich von welchem Typus. Wie also z. B. im Hochmoore die allmähliche Substanzzersetzung die Torfmasse reduziert (degradiert), so geschieht dies ähnlich auch im Nieder- oder Erlenmoor. Die Degradationsschnelligkeit hängt naturgemäß vom Typus und von den klimatischen Faktoren ab. Im wärmeren und trockneren Klima wird sie schneller verlaufen. Klar ist es auch, daß die Torfart die Fruchtbarkeit der Torfmoore entscheidet und erst danach der Zersetzungsgrad. Man soll also die Torfmoorqualität nicht nur nach dem Zersetzungsgrad beurteilen.

10. Die Verschlechterung der Eigenschaften des Torfes betrifft ausschließlich die eigentliche Torfschicht, nicht aber die lebende oder halblebende oberflächliche rasenartige Masse, wo die Verstoffungsvorgänge sich erst entwickeln oder gar nicht stattfinden. Hier gestaltet sich die Zersetzung ganz anders.

11. Die Degradation der Urtorfböden stimmt mit derjenigen der anderen Bodenarten überein. Die Urböden sind in den ersten Jahren der Bebauung überhaupt fruchtbarer.

12. Die Torfdegradation fängt gleich nach dem Entwässern an, kann aber langsam verlaufen (Moor Czemerne). Alle Anbauarbeiten beschleunigen diesen Prozeß (Czemerne). Die Pflanzenbedeckung verlangsamt die Degradation — ihr Mangel dagegen fördert sie.

13. Dem Torfzersetzungsvorgang gemäß soll sich die Düngung anders gestalten. Sie wird immer kostspieliger werden. Die Bewirtschaftung der mehr zersetzten Moore wird also auch kostspieliger sein und wenig lohnen. Das Einreihen der mehr zersetzten Moore in eine höhere Bodenklasse als die der unzersetzten, wie es bei der Bemessung der Grundsteuer der Fall ist, scheint vom wissenschaftlichen Gesichtspunkte aus absurd zu sein und tut praktisch dem Landwirt Unrecht.

#### 40. Zur Frage des Kalkbedürfnisses der Hochmoorböden

Von

Professor Dr. Fr. Brüne, Bremen, Deutschland

Die Ergebnisse der mitgeteilten Kalkungs-, Düngungs- und Sortenanbauversuche auf Hochmoorböden lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Der früher hinsichtlich des Kalkbedarfs des Hochmoorbodens bei dauernder Ackernutzung eingenommene Standpunkt, daß bei entsprechender Gestaltung



der mineralischen Düngung 20 dz CaO für 1 ha nicht nur ausreichend seien, sondern auch die optimale Höchstgrenze der Kalkzufuhr darstellten, ist auch heute noch grundsätzlich durchaus richtig; denn es konnte durch die mitgeteilten Düngungsversuche bestätigt werden, daß bei Verwendung physiologisch-alkalischer Stickstoff-Düngemittel sowohl Winter- wie Sommerroggen im ganzen schon bei 20 dz/ha CaO ihren höchsten Korn- und Strohertrag lieferten. Andererseits wurde aber zu gleicher Zeit festgestellt, daß der Roggen — übrigens auch der Hafer und die Kartoffeln, wie noch weitere nicht veröffentlichte Versuchsergebnisse der Moor-Versuchsstation dartun werden — auch stärkere Kalkungen von 40—60 dz/ha CaO unter der Voraussetzung noch gut verträgt, daß ihm der mineralische Stickstoff nicht in Form alkalisch reagierender Salpeter, sondern in Form von physiologisch-sauren Düngemitteln wie Leunasalpeter und schwefelsaurem bzw. salzsaurem Ammoniak verabreicht wird.

2. Nicht aufrechterhalten läßt sich dagegen eine schwache Kalkung mit 20 dz CaO, wenn man dazu übergehen will, die bodenständigen Getreidesorten: Moorroggen und Moorhafer durch leistungsfähigere Zuchtsorten zu ersetzen, ertragreichere Kartoffelsorten neuerer Züchtung anzubauen und außerdem die bei schwacher Kalkung ziemlich einseitige Fruchtfolge des Hochmoors: Roggen, Hafer, Kartoffeln, durch Einschaltung von kalkliebenden Hülsenfrüchten und Klee grasbau zu verbessern. Soweit Hülsenfrüchte in Betracht kommen, liegt das erforderliche Beweismaterial ebenfalls schon vor und ist einer weiteren bevorstehenden Veröffentlichung der Moor-Versuchsstation zu entnehmen.

Nach den hier mitgeteilten Versuchsergebnissen hat zwar erst die angewendete höchste Kalkgabe von 60 dz/ha CaO bei allen Sortenversuchen den höchsten Durchschnittsertrag geliefert. Nach anderen Versuchen haben wir aber auch schon bei 45 dz CaO sehr befriedigende Hafer- und Kartoffelerträge erzielt. Und man wird um so mehr Bedenken tragen, über die genannte Kalkmenge von 45 dz hinauszugehen, als sie einmal die Menge darstellt, die sich nach langjährigen Erfahrungen auch bei der Schaffung von dauerndem Grünland auf Hochmoor im allgemeinen durchaus bewährt hat, wenn es nach neueren noch nicht veröffentlichten Versuchsergebnissen der Moor-Versuchsstation auch den Anschein hat, als ob die optimale Kalkgrenze noch höher liegt und sich mehr oder weniger der völligen Neutralisation des Bodens annähert.

Die Kalkzufuhr von vornherein allzu sehr zu erhöhen, widerrät Tacke auf Grund der Feststellung, „daß es nicht möglich ist, einen in Kultur befindlichen Boden dauernd in demselben Kalk- oder Reaktionszustand zu erhalten, sondern daß fortwährend durch die Kulturmaßnahmen selbst Veränderungen in diesem Zustand eintreten und zwar überwiegend nach der Seite, daß der Boden bei den auf Hochmoor vorwiegend verwendeten Düngemitteln kalkreicher und alkalischer wird, was auch durch vielfache analytische Feststellung auf Hochmoorfeldern von höherem oder geringerem Alter erwiesen ist“. Diese Ansicht konnten wir bei dem zu den vorstehend beschriebenen Versuchen benutzten Versuchsfeld insofern bestätigen, als wir durch eine analytische Nachuntersuchung im Jahre 1932 feststellen mußten, daß der Kalkvorrat der Ackerkrume im Laufe einer rund zehnjährigen Versuchszeit mehr oder weniger angestiegen war. Das Auffallende an dieser analytischen Feststellung ist, daß trotz der Vermehrung des Kalkvorrats der Ackerkrume, der allerdings ausschließlich in gebundener Form — wahrscheinlich als Humat — vorlag, noch bis zum Jahre 1936 keinerlei Ertragsrückgänge

zu Lasten der stärkeren Kalkungen festzustellen gewesen sind. Wir glauben daher aus den mitgeteilten Versuchen für deutsche Verhältnisse den Schluß ziehen zu dürfen, daß eine Annäherung der Kalkung des Hochmoorackerlandes an die seither für Grünland gültige Norm von etwa 45 dz/ha Kalk nicht nur möglich, sondern im Interesse des Anbaues ertragreicher Getreide- und Kartoffelsorten sowie einer Verbesserung der Fruchtfolge durch Einschaltung von Hülsenfrucht- oder Kleegrasschlägen (Kampf gegen die Verunkrautung der Ackerfelder!) sogar empfohlen werden muß.

#### 41. Neues auf dem Gebiete der Moorkultur in der USSR.

Von

Professor Dr. M. W. Dokukin, Minsk, USSR.

#### 42. Some Factors Influencing the Productiveness of Highly Organic Soils in North Carolina

By

L. G. Willis, Raleigh, U.S.A.

Extensive areas of organic soils of eastern North Carolina ranging from mucks to peats have become unproductive since reclamation. Ordinary fertilizer practices and liming have not given satisfactory results. The principle defect of those soils is associated with a reductive condition caused by microbial activity and a consequent development of toxic concentration of soluble iron. Phosphates aggravate the condition but potash is beneficial.

Apparently copper and manganese act as catalysts of oxidation preventing the injury. Potassium probably produces a similar effect by a reaction involving the formation of a secondary potassium ferrous alumino silicate.

Fragmentary evidence is offered in support of several conclusions as to the most efficient methods of developing these muck soils which have a bearing on the whole problem of the use of fertilizers and the function of organic matter. The probable outcome of methods of muck soil management is discussed.

### VIII. Verschiedenes — Sujets divers — Miscellaneous

#### 43. A New Laboratory Method for Measuring the Effects of Land Amelioration Processes

By

Dr. G. W. Scott Blair, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, England

An apparatus is described for measuring the compression of soil in its natural condition under the influence of a normal load applied at a slow, constant rate. A cylindrical weight is hung above the soil from the beam of a balance, the vessel containing the soil being slowly raised. As the soil takes up the load, the resulting movement in the arm of the balance releases mercury to compensate for the change in load. The mercury is collected in a vessel of such a shape that the rise in mercury level is proportional to the square root of the load on the soil, and a suitable float operates a pen which draws directly  $\sqrt{\text{load/deformation}}$  curves.

The shape of these curves (curvature, slope and smoothness), depend on the moisture, and on the crumb-structure, -strength and -packing in the soil. The need for, and effect of, such processes as drainage and irrigation are reflected in these



characteristics of the curves, though further work is required before they can be fully interpreted in all their detail.

The apparatus is simple, and inexpensive to construct.

#### 44. Das Gefüge des Bodens und dessen Kennzeichnung

Von

Ing. Dr. Josef Donat,

Privatdozent an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, Österreich

Ausgehend von der Überlegung, daß in der Größenverteilung der Poren eines Bodens das ausschlaggebende Kennzeichen für dessen Gefügezustand zu suchen ist, wird ein Verfahren entwickelt, das es erlaubt, diese Porenverteilung an Proben natürlich gelagerten Bodens zu ermitteln.

Aus der Stärke der kapillaren Wasserbindung wird auf die Größenabstufung der Bodenporen geschlossen und nachdem diese letzteren zur Ermöglichung eines Vergleiches durch gedachte, wirkungsgleiche Kreiskapillaren ersetzt worden sind, wird der Schluß auf das Gebiet des Zahlenmäßigen erweitert.

An Hand von fünf Musterproben werden besonders kennzeichnende Unterschiede in der Porenverteilung aufgezeigt und die Möglichkeiten angedeutet, auf dem vorgeschlagenen Wege zu einer neuen, vollkommeneren Art der Bodeneinteilung vom kulturtechnischen Gesichtspunkt aus zu gelangen.

Nach Darlegungen über einige Unsicherheiten, die das Verfahren in sich bergen kann und über die Möglichkeiten, welche zu deren Einschränkung offenstehen, werden die Begriffe der „absoluten Wasserkapazität“ und der „Luftkapazität“ einer kurzen prüfenden Betrachtung unterzogen.

Schließlich wird an zwei Beispielen, von denen das erste eine Gefügeverbesserung durch die Wirkung des Frostes, das zweite eine Gefügezerstörung durch die Wirkung einer Anlagerung von Na-Ion zum Gegenstande hat, in Kürze der bei der Ermittlung solcher Strukturänderungen einzuschlagende Weg behandelt und die Leistungsfähigkeit des Verfahrens nachgewiesen.

#### 45. Die Beteiligung von Bakterien an der Zerstörung von Zementröhren

Von

Professor Dr. M. Düggeli, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Schweiz

Auf Grund der gemachten Beobachtungen besteht eine Hauptaufgabe der Bakterien in der Zersetzung der pflanzlichen und tierischen Reste, wodurch die darin enthaltenen Elemente, insbesondere der Kohlenstoff und der Stickstoff in den Kreislauf zurückgeführt und neuen Lebewesen zugänglich gemacht werden. Bei diesem bakteriellen Abbau organischer Stoffe können Zwischenprodukte entstehen, die anorganische Verbindungen in lösliche Form überzuführen vermögen, wodurch indirekt ein Angriff der Bakterien auf mineralische Stoffe zu erfolgen vermag.

Die früheren bakteriologischen Untersuchungen des Verfassers an Zementröhren aus Meliorationsböden erstreckten sich auf: 15 angegriffene Zementröhren in verschiedenen Stadien der Zerstörung, 6 intakte Zementröhren, 22 Proben zugehöriger Meliorationsböden sowie 2 Schlammproben aus angegriffenen Röhren; die Resultate sind in der Schweizerischen Zeitschrift für Straßenwesen 1929 publiziert. Durch neues, der bakteriologischen Prüfung unterworfenen Material verschiedener Herkunft konnten die damaligen Untersuchungsergebnisse

bestätigt werden. Es wurde festgestellt, daß im Zementröhrenmaterial mittels Gußkulturen von Nährgelatine und Zuckeragar sowie durch Zuckeragar hohe Schichtkulturen von Spaltpilzen um so reichlicher feststellbar sind, je stärker die Röhren angegriffen waren. In Anbetracht des Umstandes, daß verschiedene der nachgewiesenen Bakterienarten als Stoffwechselprodukte Verbindungen abgeben (Kohlendioxyd, organische Säuren wie Milch-, Butter-, Essig-, Propionsäure u. a.), die Beton anzugreifen vermögen, so können wir an den erwähnten Befunden nicht achtlos vorübergehen. Durch den Nachweis bedeutender Mengen von *Bacillus amylobacter* Bred., *Granulobacillus saccharobutyricus immobilis* Schatt et Grass., *Streptococcus lactis* Lister, *Thermobacterium helveticum* Jensen und *Bacterium acidi lactici* Hüppe im angegriffenen Zementröhrenmaterial und den umgebenden Böden, ist das Vorkommen solcher Gruppen von Mikroorganismen konstatiert, die für die Zerstörung von Zementröhren in Meliorationsböden bedeutungsvoll werden können. Die auf das Vorkommen von nitrifizierenden Bakterien gerichteten Untersuchungen ergaben, daß die mehr oder weniger stark angegriffenen Zementröhren größere Mengen von Salpeter bildenden Spaltpilzen nachweisen ließen als die unveränderten Röhren und der umgebende Boden.

Um Anhaltspunkte zu gewinnen über die Intensität, mit der einzelne Spaltpilz-Gruppen das Zementröhren-Material anzugreifen vermögen, wurde ihnen im Experiment Gelegenheit geboten, ihre Tätigkeit unter günstigen Lebensbedingungen zu entfalten. Als Studienobjekte wählte ich die Gruppen der Buttersäurebazillen und der Milchsäurebakterien, deren Vertreter unter den natürlichen Verhältnissen auf den angegriffenen Zementröhren feststellbar sind. Zum Darbieten einer großen Angriffsfläche wurden Zementröhren, wie sie zu Drainage-Zwecken im Handel erhältlich sind, in Bruchstücke von annähernd 10 g Gewicht zerlegt, während 3 Stunden bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und sterilisiert. Vom so vorbereiteten Material gab ich je 15 Stück von bekanntem Gewicht in Halbliter-Erlenmeyer-Kolben und füllte bis zur 1/2 l-Marke mit passender Nährlösung auf. Als solche diente für die Kultivierung der Buttersäurebazillen eine mineralische Nährlösung ohne Stickstoff-Verbindungen mit 1% Dextrose-Zusatz. Für die Versuche mit Milchsäurebakterien verwendete ich Molke mit einem Zusatz von 0,5% Pepton Witte als Nährflüssigkeit. Nach erfolgtem Einfüllen wurden die Kolben der fraktionierten Sterilisation unterworfen, mit verschiedenem Impfmateriel versehen und zu geeigneter Temperatur gestellt. Die Kontroll-Kolben erhielten nach entsprechender Behandlung noch eine Beigabe von 5‰ Kochsalz und 1‰ Sublimat; sie blieben in allen Fällen steril. Die mit fünf verschiedenen Zementröhren beschickten Kolbenserien wurden nach etwa 12, 36, 70 und 180 Tagen auf den an den Röhrenstücken feststellbaren Gewichtsverlust, angegeben in Prozenten des Trockengewichtes, untersucht.

In der 1. Versuchsserie, mit Nährlösung für *Bacillus amylobacter* Bred. versehen, diente 1 g einer stark angegriffenen Zementröhre als Impfmateriel, so daß anfänglich eine Mischkultur von Buttersäure-Gärungserregern zur Verfügung stand, die sich bei 37° rasch entwickelte. Die bei den 5 Zementröhren festgestellten Gewichtsverluste betrugen im Mittel nach: 12 Tagen 1,25%, 36 Tagen 2,71%, 70 Tagen 4,63% und nach 180 Tagen 8,44% (Minimum 7,52%, Maximum 9,22%).

Bei der 2. Versuchsserie wurde die nämliche Nährlösung mit einer aus der angegriffenen Zementröhre isolierten Reinkultur des *Bacillus amylobacter*

Br  
der  
2,3  
7,6  
nac  
Ma  
  
1 g  
eine  
beh  
lich  
5 Z  
1,6  
8,6  
  
Zem  
und  
nac  
5,5  
  
eine  
die  
betr  
180  
  
Jen  
fluss  
geg  
Gew  
75 T  
Die  
ließ  
0,76  
  
säur  
an  
zuf  
  
der  
pera  
so is  
Zem  
Fak  
Aus  
trag  
Zers



Bred. beimpft und bei 37° gehalten. Hier machten die mittleren Gewichtsverluste der 5 Zementröhren folgende Beträge aus. Nach: 14 Tagen 0,99%, 40 Tagen 2,32%, 75 Tagen 3,65% und nach 180 Tagen 6,77% (Minimum 5,87%, Maximum 7,69%). Die durch Sublimat-Zusatz steril gehaltenen Erlenmeyer-Kolben ließen nach 180 Tagen nur einen mittleren Gewichtsverlust von 0,16% (Minimum 0,13%, Maximum 0,19%) nachweisen.

In der 3. mit Molke als Nährlösung versehenen Kolbenserie verwendete ich 1 g einer stark angegriffenen Zementröhre als Impfmateriel, so daß anfänglich eine Mischkultur von Milchsäure-Gärungserregern zur Verfügung stand. Bei 30° beherrschte bald ein *Streptokokkus* das Feld, während ein langsam bewegliches Kurzstäbchen daneben nur in bescheidener Menge vorkam. Die bei den 5 Zementröhren beobachteten Gewichtsverluste betrugen im Mittel nach: 12 Tagen 1,61%, 36 Tagen 3,44%, 70 Tagen 5,70% und nach 180 Tagen 9,79% (Minimum 8,62%, Maximum 10,85%).

Bei der 4. Versuchsserie wurde wieder Molke mit einer aus einer angegriffenen Zementröhre isolierten Reinkultur des *Streptococcus lactis* Lister beimpft und bei 30° gehalten. Die mittleren Gewichtsverluste der 5 Zementröhren betrugen nach: 14 Tagen 0,84%, 40 Tagen 1,81%, 75 Tagen 2,99% und nach 180 Tagen 5,54% (Minimum 4,36%, Maximum 6,41%).

In der 5. Versuchsserie wirkte das *Bacterium acidi lactici* Hüppe aus einer angegriffenen Zementröhre isoliert in dem Erlenmeyer-Kolben bei 30° auf die in Molke untergetauchten Zementröhrenstücke ein. Die Gewichtsverluste betrugen nach: 14 Tagen 0,57%, 40 Tagen 1,10%, 75 Tagen 1,96% und nach 180 Tagen 3,54% (Minimum 2,89%, Maximum 3,99%).

In der 6. Kolbenserie endlich fand das *Thermobacterium helveticum* Jensen bei 40° in Molke Gelegenheit, die Zementröhrenstücke auflösend zu beeinflussen; auch diese langstäbchenförmige Milchsäurebakterienart war aus einer angegriffenen Zementröhre isoliert worden. Die an den 5 Zementröhren konstatierten Gewichtsverluste betrugen im Mittel nach: 14 Tagen 1,54%, 40 Tagen 3,16%, 75 Tagen 5,26% und nach 180 Tagen 9,33% (Minimum 8,36%, Maximum 10,33%). Die durch Zusatz von Sublimat zur Molke steril gehaltenen Erlenmeyer-Kolben ließen nach 180 Tagen nur einen mittleren Gewichtsverlust von 0,82% (Minimum 0,76%, Maximum 0,87%) nachweisen.

Diese Untersuchungsergebnisse zeigen, daß energische Milchsäure- wie Butter-säuregärung imstande ist, zufolge Bindung der produzierten organischen Säuren an das Kalziumkarbonat der Zementröhren bedeutende Gewichtsverluste herbeizuführen, wobei die Oberfläche der Zementröhren rau und porös wird.

Da die für die Experimente herangezogenen Vertreter der Buttersäure- und der Milchsäurebakterien unter günstigen Lebensbedingungen (Ernährung, Temperatur, mangelnde Luftzufuhr, große Angriffsfläche u. a.) tätig sein konnten, so ist es nicht angängig, die erhaltenen Befunde in ihrem ganzen Umfange auf die Zementröhrenstränge in Meliorationsböden übertragen zu wollen, obwohl der Faktor Einwirkungszeit im Gegensatz zum Experiment, in der Natur in großem Ausmaße zur Verfügung steht. Die erzielten Resultate sind aber ein weiterer Beitrag zum Studium der Frage über die Beteiligung von Mikroorganismen an der Zerstörung von Zementröhren in Meliorationsböden.

## 46. Die Melioration der Magadinoebene

Von

Dr. Hans Fluck, Dipl.-Ing., Bellinzona, Schweiz

Die Melioration der Magadinoebene zerfällt zeitlich in drei Abschnitte: die Tessinkorrektion, die eigentliche Melioration und die Kolonisation.

### I. Die Tessinkorrektion

Die Korrektion des Tessins zwischen Bellinzona und dem Langensee wurde von der Bevölkerung schon seit Ende des 18. Jahrhunderts gefordert, konnte aber wegen Finanzierungsschwierigkeiten erst im Jahre 1888 in Angriff genommen werden. Zunächst wurde ein 60 m breites Mittelgerinne erstellt, wobei die Länge des Flußlaufes von 17 auf 13,5 km verkürzt werden konnte. Nachdem die alten Flußarme genügend kolmatiert waren, wurden auf beiden Ufern auch Hochwasserdämme errichtet, die aber erst in den Jahren 1935 und 1936 in Verbindung mit den kulturtechnischen Bodenverbesserungen endgültig geschlossen werden konnten.

### II. Die eigentliche Melioration

A. Die natürlichen Grundlagen. Geologisch ist die Magadinoebene als jüngstes Alluvium zu bezeichnen. Die angeschwemmten Sande enthalten Feldspäte, Glimmer, Quarz und Kalzit. Das Klima zeichnet sich aus durch große Jahresniederschläge (1800 mm) und eine hohe mittlere Jahrestemperatur ( $12^{\circ}$  C). Nach Dr. Geßner ist die Verwitterung des angeschwemmten Tessinsandes durch rasche Karbonatauswaschung und relative Sesquioxidanreicherung in den Oberflächenschichten gekennzeichnet. Der Boden ist ein Übergangstypus zwischen Braunerde und Bodentypen wärmerer humider Gebiete. Vom hydrologischen Standpunkte aus interessiert vor allem der korrigierte Tessinfluß. Sein Wasserspiegel liegt bei Hochwasser mehrere Meter über dem anstoßenden Talboden, so daß der Tessin nicht als Vorfluter für die Entwässerungskanäle der Ebene in Frage kommen kann.

B. Die Durchführung der kulturtechnischen Bodenverbesserungen. Die Entwässerung bezweckt vor allem die Ableitung des Tagwassers, das auf die umliegenden Hänge und die Ebene selbst fällt. Größte Tagwassermenge etwa  $100 \text{ m}^3 \text{ sec}^{-1}$ . Das Wasser wird in offenen Kanälen gesammelt und in zwei Binnenkanälen unter dem Wildbach Trodo und dem Riale Riarena durch in den Langensee geleitet. Gesamtlänge der Kanäle 25 km. Dränungen sind vorläufig nicht notwendig. Das Netz der neuen Straßen und Wege hat eine Gesamtlänge von 120 km. Es erfordert über 50 Brücken, wovon die Tessinbrücke mit einer Länge von 263,50 m weitaus die größte ist. Durch die Güterzusammenlegung soll das stark zerstückelte, zum größten Teil im Privateigentum stehende Kulturland eine zweckmäßige Neueinteilung erfahren.

Bauherr der kulturtechnischen Bodenverbesserungen ist die öffentlich-rechtliche Genossenschaft zur Melioration der Magadinoebene. Die Ausführung der verschiedenen Arbeiten wird privaten Unternehmern übertragen. Das Perimetergebiet umfaßt 3450 ha. Die Baukosten sind auf 4,6 Millionen Fr. veranschlagt, wovon 50—60% der Bund, 35% der Kanton Tessin und etwa 12%



die Grundeigentümer decken werden. Die Grundeigentümer haben außerdem noch die beträchtlichen nicht subventionierten Kosten für den Unterhalt, Zinsendienst, die Enteignung, Verwaltung usw. zu tragen, so daß sie im ganzen mit etwa 5 Rappen je Quadratmeter belastet werden. Die kulturtechnischen Bodenverbesserungen sind heute etwa zur Hälfte ausgeführt und sollen bis zum Jahre 1939 vollendet sein.

### III. Kolonisation

Der größte Teil des Meliorationsgebietes wird von den Randdörfern und den auszubauenden bestehenden Siedlungen aus bewirtschaftet werden. Etwa 300 ha können neu besiedelt werden. Prof. Dr. Bernhard schlägt vor, 30—40 landwirtschaftliche Primitivsiedlungen mit 7 ha Landfläche, einem einfachen Wohnhaus und angebautem Ökonomiegebäude einzurichten.

#### 47. Significations des résultats obtenus avec les sondes dynamométriques

Par

S. Hénin, Versailles, France

Les appareils connus sous le nom de compacimètres, sonde dynamométrique, bêche dynamométrique fournissent suivant leur mode de fonctionnement soit des diagrammes donnant les variations de résistance à la pénétration en fonction de la profondeur, soit le travail nécessaire pour enfoncer l'appareil à une profondeur donnée. A l'aide de ces graphiques, on peut calculer un indice A qui chiffre l'état plus ou moins meuble du sol.

Le calcul de l'indice s'effectue en divisant par le chiffre mesurant le travail nécessaire pour enfoncer la pointe à une profondeur donnée dans le sol étudié, le chiffre mesurant le travail qu'il aurait fallu fournir pour enfoncer la pointe à la même profondeur dans le même sol supposé absolument meuble (dans ce cas il a été montré expérimentalement que la résistance croît proportionnellement à la profondeur).

Cet indice a fourni des résultats conformes à la connaissance que l'on avait des sols étudiés par d'autres moyens. Cet accord a été obtenu aussi bien avec les courbes obtenues par l'auteur qu'avec les résultats publiés dans la littérature. En particulier, il est montré que plus un sol devient cohérent en séchant et plus l'indice A est faible.

L'indice A peut être déterminé aussi bien sur le sol sec que sur le sol humide car il ne dépend que du nombre de liaison entre les particules de sol et non de la résistance propre de celles-ci.

#### 48. Die Durchlüftbarkeit des Bodens

Von

Professor Dr. H. Janert, Leipzig, Deutschland

Es wird ein neuartiges Verfahren zur Messung der Durchlüftbarkeit des Bodens sowie die dazu benötigte Apparatur beschrieben. Das Ziel der Messungen ist die Erfassung der tatsächlich wirksamen Luftkanäle, deren wirksame Querschnittssumme auf Grund von Eichungsuntersuchungen berechnet wird.

Die Anwendbarkeit der Methode wird an Hand von drei Versuchsserien gezeigt, die in verschiedenen Feldbeständen ausgeführt worden sind.