Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 41 (1943)

Heft: 7

Artikel: Die Sackungen der Moorböden

Autor: Ramser, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-200741

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

nichts gewinnt, in seiner Nachführung schwer gefährdet würde und persönlichen Liebhabereien und Interessen Tür und Tor geöffnet würden. Die Erfahrungen, die bisher in dieser Beziehung mit dem Übersichtsplan gemacht wurden, sollten wirklich „einmalig" bleiben, sie genügen voll und ganz, um nicht wiederholt zu werden.

Der Topoplan der Schweiz ist ein so großes Werk, daß die *Finanzierung* nicht anders als im Rahmen der und auf ähnliche Art wie die Grundbuchvermessung, also durch Bund, Kantone und Gemeinden geschehen kann. Ganz grob dürften die Totalkosten bei heutigem Geldwert auf ca. Fr. 25 000 000 veranschlagt werden, welche sich allerdings auf etliche Jahrzehnte verteilen werden.

Angesichts dieser Summe ist es deshalb wohl gerechtfertigt, einen Teil der Kosten auf die Nutznießer abzuwälzen, indem einerseits ein Rechtsschutz gegen willkürliche und unstatthafte Vervielfältigungen von allem Anfang an eingeführt wird und anderseits, bei jeweiliger Abgabe an private Unternehmungen ein entsprechendes Entgelt gefordert wird, welches wahrscheinlich am besten und einfachsten proportional zur Fläche der abgegebenen Kopien festzulegen ist.

Ein solches Werk gehört meiner Ansicht nach zur allgemeinen Landesplanung, weil es deren wichtigste Grundlage bilden wird; es dürfte aber auch eine willkommene und äußerst nützliche Arbeitsbeschaffung für die Nachkriegszeit sein.

Bern, im Mai 1943. *E. Leupin*

Die Sackungen der Moorböden

von Prof. E. Ramser, E. T. H., Zürich.

a) *Die Ursachen der Sackungen.*

Die Vermehrung unserer Lebensmittelproduktion auf eigener Scholle zwingt uns, in verstärktem Maße die ausgedehnten Moorgebiete in Kultur zu nehmen, was nur nach erfolgten Entwässerungen möglich ist. Von den drei großen Gruppen der Niederungs-, Übergangs- und Hochmoore kommen zufolge ihres Nährstoffgehaltes und ihres weiter vorgeschrittenen Zersetzungs- oder Vererdungsgrades vor allem die ersteren in Betracht.

Als natürliche Folge des Wasserentzuges zeigen alle Moorböden eine mehr oder weniger starke Schrumpfung. Untersuchungen haben ergeben, daß 1 dm^3 $(10\ cm)^3$ wassergesättigte Torfmasse nach dem Austrocknen folgenden Raum einnahm:

Unzersetzter Moostorf	484 cm^3 = Würfel $(7{,}85\ cm)^3$
Wenig zersetzter Wollgrastorf	227 cm^3 = Würfel $(6{,}10\ cm)^3$
Zersetzter Wollgras-Heidetorf	174 cm^3 = Würfel $(5{,}58\ cm)^3$

Die Pflanzenreste, aus denen das Moor zur Hauptsache entstanden ist, liegen unter Wasser und befinden sich durch dessen Auftrieb in einem Gleichgewichtszustand, der durch Absenkung des Grundwasserspiegels

mittels Entwässerung gestört wird. Der hierdurch verminderte Auftrieb bewirkt eine Vergrößerung des Druckes der entwässerten Schichten auf die unter dem Grundwasserspiegel liegenden Teile des Moores. Diese Pression pflanzt sich unter Umständen bis auf den festen Untergrund fort. Dadurch sinkt die Oberfläche des Moores, eine Erscheinung, die man Setzung oder Sackung bezeichnet.

Das Maß dieser Sackung ist von einer Reihe von Faktoren abhängig, namentlich von der Mächtigkeit des Moorlagers, der Draintiefe, der pflanzlichen Zusammensetzung, dem Zersetzungs- oder Vererdungsgrad des Moores, dem Gehalt an mineralischen Stoffen, dem Wassergehalt, der Niederschlagshöhe, der Art und Weise der Bewirtschaftung und endlich von der Zeit.

Sehr wertvolle Anhaltspunkte über Moorsackungen bieten uns die bezüglichen Beobachtungsergebnisse von Moor-Versuchsstationen in Finnland, Schweden und Norddeutschland.

Diese ergeben eindeutig, daß die Sackung um so größer wird, je mächtiger das Torflager ist.

Wie schon eingangs erwähnt, sind nicht nur die oberen, entwässerten Schichten durch ihre Schrumpfung einer Setzung unterworfen, sondern, wenn auch in geringerem Maße, infolge der Pression, die darunter liegenden, unentwässerten Schichten in der Höhe, oder sogar unterhalb der Leitungssohle.

Auf dem Königsmoor bei Bremen, das vor der Entwässerung eine mittlere Mächtigkeit von 2 m aufwies, und wo die Drains mit einer mittleren Tiefe von nur 1,10 m verlegt wurden, ergab sich eine durchschnittliche Sackung der Oberfläche von 52 cm und eine solche der Drainsohle von 14 cm, während der Zeit von 1910 bis 1932. Also betrug dort die

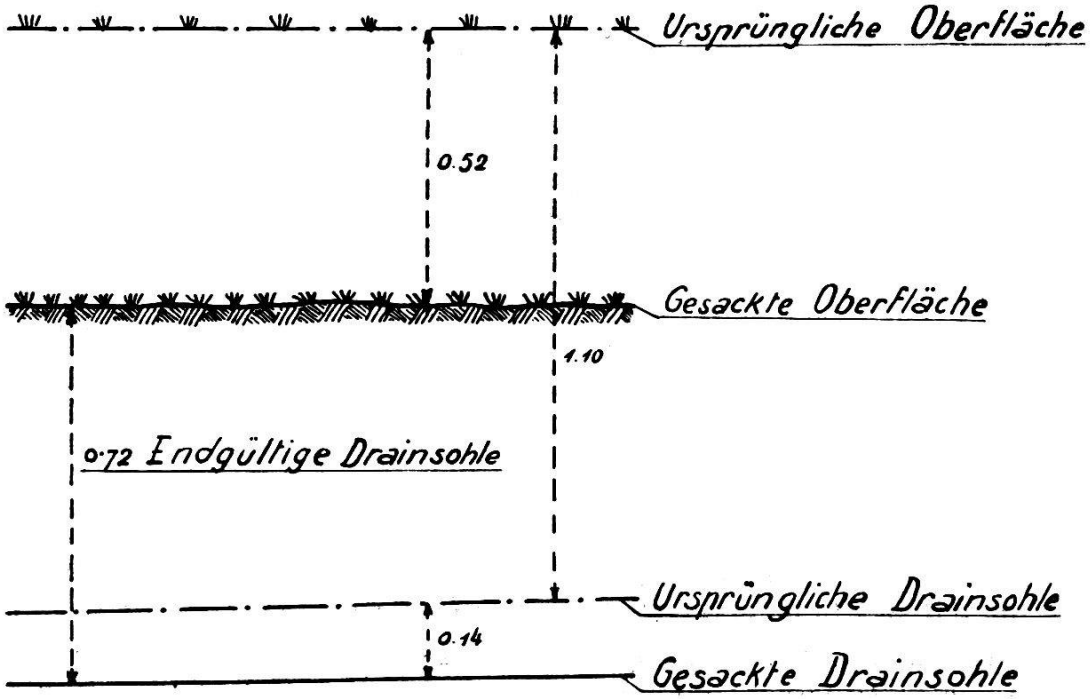

Fig. 1

effektive Draintiefe im Jahr 1932 nur noch 72 cm, nämlich 110 + 14 — 52 = 72 cm. In bezug auf die Moormächtigkeit von 2 m stellt sich die Oberflächensackung auf 26 % (Fig. 1).

Für ein Versuchsfeld des Gisselas-Moores in Schweden beträgt dieses Maß 9 %.

Nach weiteren Beobachtungen schwanken die Sackungsprozente zwischen 8–32 %.

Als weiterer Faktor wirkt auf die Größe der Sackung auch die *Draintiefe*. Eine tiefer drainierte Moorschicht schrumpft mehr zusammen als eine flach drainierte, wodurch die Pressung mehr oder weniger erhöht und das Sackungsmaß vergrößert wird.

Die großen Streuungen in den Sackungsmaßen gleich mächtiger und gleich tief drainierter Moore ergeben deutlich, daß die Setzungen noch durch andere Faktoren bedingt sind.

Schlecht verweste, sperrige Pflanzen behalten ihre lockere Beschaffenheit viel länger als gut verweste Pflanzenreste; sie verzögern also das Setzen. Je nach den das Moor bildenden Pflanzen, je nach dem Alter des Moorlagers variieren die Zersetzungsfähigkeit und der Zersetzungsgrad und damit auch das Maß der Sackung. Größere Beimengungen an mineralischen Stoffen (Sand, Lehm usw.) füllen die großen Hohlräume der Moorschichten aus, sie verdichten die Lagerung und vermindern die Sackung. Deshalb sackt ein älteres, stärker zersetztes und an mineralischen Stoffen reiches Flach- oder Niederungsmoor weniger als ein jüngeres, wenig vererdetes und nährstoffarmes Hochmoor.

In zweifacher Hinsicht wirkt sich der Wassergehalt des Moorbodens auf die Setzung aus. Je intensiver entwässert wird, desto stärker wird die abgetrocknete Moorschicht und deren Schrumpfung und desto mehr steigert sich der Druck auf die tiefern, unentwässerten Schichten. Mit dem Maß der Wasserspiegelabsenkung steigt aber auch der Bereich der Durchlüftung (Sauerstoffzufuhr) in den Moorschichten, wodurch deren Verwesung beschleunigt einsetzt.

Eine Druckvermehrung und Dichtung der Moorschichten erfolgt nicht nur durch Entwässerung, sondern auch infolge der späteren landwirtschaftlichen Bearbeitung und Nutzung (Traktoren, Walzen, Beweiden).

Naturgemäß nimmt das jährliche Setzungsmaß einer entwässerten Moorfläche im Laufe der Zeit stetig ab und verschwindet bei fester Verdichtung fast gänzlich.

b) *Sicherungsmaßnahmen gegen Sackungen.*

Da das Zusammenpressen der Moorschichten nicht gleichmäßig geschieht, indem die lockeren Stellen sich zuerst verdichten, währenddem solche mit dichterer Lagerung dem Drucke länger widerstehen, müssen sich in den Leitungssohlen auch ungleiche Setzungen einstellen. Dadurch wird das in den Moorgebieten meist sehr geringe Abflußgefälle leicht ge-

fährdet. Die zu Anfang genau ausgeglichene Leitungsnivelette geht allmählich in eine Sinuslinie über, in deren Senken der rote Eisenocker liegen bleibt und Verstopfungen verursacht. Um die unverrückbare Lage der Entwässerungsleitungen sicherzustellen, ist es notwendig, die Röhren auf einen Lattenrost oder ein Sohlenbrett mit beidseitigen Randleisten zu verlegen. Mit Rücksicht auf die dadurch verursachten Mehrkosten und auf die vielfach eintretenden Abdichtungen der aufrecht stehenden Einlauffugen durch Eisenocker, empfiehlt sich in Moorböden die Anwendung von Holzkastendrains.

Zufolge der ungleichen Sackungen, den oft minimen Gefällen und der erheblichen Ockerbildung vermeide man überhaupt zu lange Sauger und zu große Drainsysteme. Besonders dringe man auf sofortiges Zufüllen der Draingräben, wodurch die Bildung von Eisenocker in geringerem Maße erfolgt. Um stark differierende Sackungen zu vermeiden, ist für eine möglichst gleichmäßige Entwässerung des Drainagegebietes zu sorgen; zu diesem Zweck sind die Saugerenden benachbarter Drainsysteme dicht aneinander heran zu führen.

Bei der Neuanlage von Wirtschaftswegen in entwässerten Moorgebieten kann gewöhnlich auf eine Überhöhung des Straßenkörpers gegenüber dem flachen Gelände verzichtet werden, weil unter dem Wegkörper die Verdunstung und damit die Sackung verringert werden, was eine natürliche Überhöhung zur Folge hat.

In tiefgründigen Mooren, wo mit erheblichen Sackungen zu rechnen ist, speziell in schlecht zersetzten Hochmooren, ist es vorteilhaft, größere Sammelleitungen durch offene Gräben, die weniger empfindlich gegen Setzungen sind, zu ersetzen. Um bei sehr geringer Terrainneigung noch genügende Minimalgefälle und -tiefen zu erhalten, lasse man ruhig die Nebensammler weg und führe jeden Sauger direkt in den Sammelgraben, auch wenn dadurch der Nachteil zahlreicher Ausläufe in Kauf genommen werden muß.

Da ungleiche Mächtigkeit der Moorschichten deren Sackungsmaß ebenso sehr oder noch stärker beeinflussen wie ihre Lagerungsdichte, ist es bei einer Moorentwässerung unerläßlich, die oft variierende Tiefenlage des undurchlässigen Untergrundes zu ermitteln. Ganz besonders gilt dies längs großkalibrigen Sammelleitungen, deren eines Ende im festen, undurchlässigen Untergrund eines Verlandungsbeckens auflagert, währenddem der übrige Rohrstrang in Moorschichten von wechselnder Stärke eingebettet ist. Durch das mit der Mächtigkeit des Moores zunehmende Sackungsmaß kann sich die ursprüngliche Gefällsrichtung sogar umkehren (Fig. 2).

Je nach der Größe der Bodenpressung in der Grabensohle genügt eine Sicherung durch ein Sohlenbrett nicht mehr; das Sohlenlager muß vielfach noch durch einen Vertikalrost mittels in den festen Untergrund gerammter Pfähle, in seiner Lage fixiert werden.

Da die Mooroberfläche einer stärkeren Setzung unterworfen ist als die tiefer liegenden Schichten, wird sich die Tiefenlage des Grundwasser-

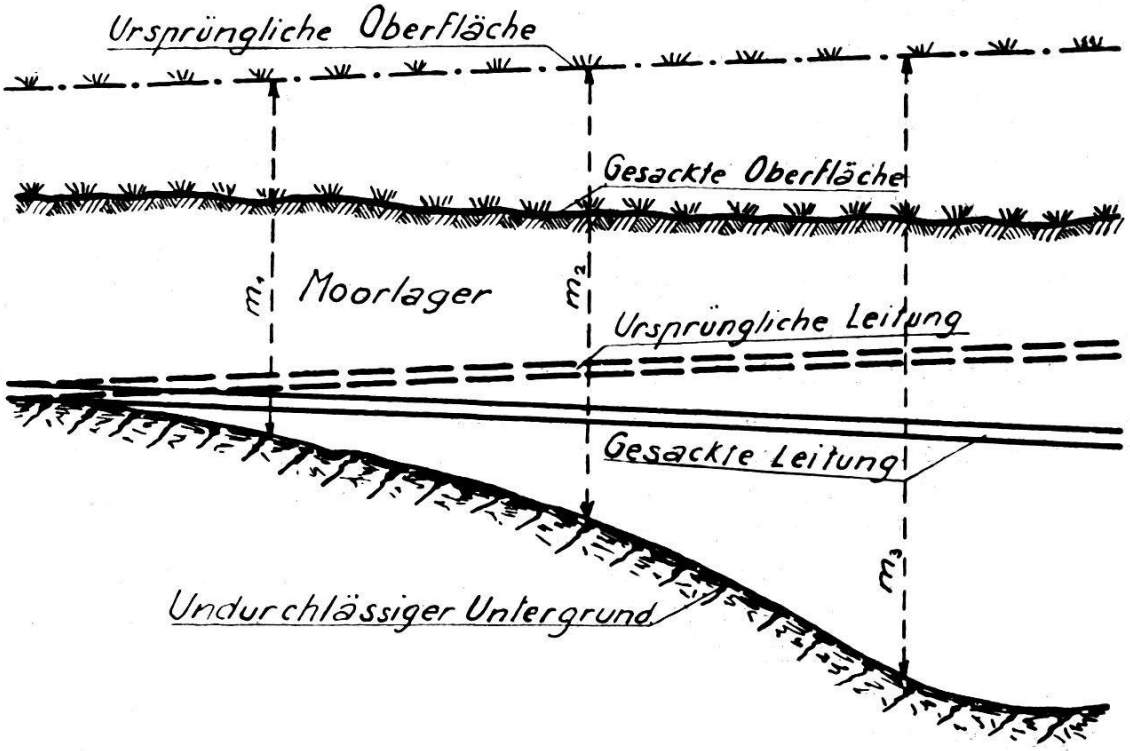

Fig. 2

spiegels unter Terrainoberfläche im Laufe der Jahre vermindern. Die Sackung kann ein solches Maß erreichen, daß die Wurzeln der Kulturen wieder ins Grundwasser zu liegen kommen, so daß nach einigen Jahren Zwischendrains verlegt werden müssen. Da wir über die Sackungsmaße unserer verschiedenen Moorböden bei den gleichzeitig stark wechselnden Niederschlagsverhältnissen noch nicht orientiert sind, empfiehlt es sich, die Moorböden in zwei Etappen zu entwässern und vorerst mit großen Drainabständen zu beginnen, um nicht Gefahr zu laufen, allzu intensiv zu drainieren.

Grundsätzlich aber sind mit Rücksicht auf die Sackungen und die schwere Durchlässigkeit der Moorböden vermehrte Draintiefen (1,70 m bis 2,00 m) zu wählen. Die letzteren gewährleisten intensive Entwässerung in niederschlagsreicher Zeit und besonders im Frühjahr. Gleichzeitig ist jedoch Vorsorge zu treffen, daß während Trockenperioden der Drainwasserabfluß durch eingebaute Stauschächte verzögert wird, wodurch ein Aufstau des Grundwassers erfolgt. Dieser unterirdische Einstau bezweckt nicht nur die sogenannte Drainbewässerung, sondern auch das Reinigen oder Durchspülen der Leitungen. Beim plötzlichen Öffnen der Stauschieber wird durch den vermehrten Wasserdruck der in den Leitungen abgelagerte Eisenocker und Schlamm fortgerissen. Da sich solche Ablagerungen in allen Moorentwässerungen ergeben, und diese Anlagen, als Folge der Moorentstehung, in der Regel minime Gefälle aufweisen, ist der Einbau von Stauschächten im Interesse einer langen Wirkungsdauer von Moordrainagen dringend notwendig.

c) *Anlage von Versuchsfeldern.*

Nach den vorstehenden Ausführungen ist es also den projektierenden Kulturingenieuren und Geometern unerläßlich, das voraussichtliche Sackungsmaß für Entwässerungsanlagen in Moorgebieten zu kennen; mit allgemeinen Angaben über starkes oder schwaches Sacken ist ihnen nicht gedient.

Für norddeutsche Verhältnisse gibt Prof. Gerhardt folgende Anhaltspunkte für Oberflächensackungen:

Beschaffenheit des Moores	Bei einer Mächtigkeit von						
	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m
Dicht	0,15	0,24					
Ziemlich dicht	0,20	0,32	0,43	0,55			
Ziemlich locker	0,28	0,44	0,60	0,75	0,90	1,10	
Locker	0,40	0,62	0,85	1,10	1,30	1,50	1,80
Fast schwimmend	—	0,90	1,23	1,55	1,90	2,20	2,50

Eine Übertragung dieser Angaben auf schweizerische Verhältnisse wäre gewagt, da wir einerseits bedeutend größere Niederschläge haben und anderseits wesentlich tiefer drainieren. In der augenscheinlichen und rein gefühlsmäßigen Beurteilung der Moordichte können natürlicherweise gewisse subjektive Auffassungen zu verschiedenen Klassifikationen des Moores führen. Zudem bedürfen wir neben den Maßzahlen der Oberflächensackungen auch solche hinsichtlich der tieferen Schichten, um mit der projektgemäßen Tiefe der Drains auch die eventuell notwendigen Sohlensicherungen zu beurteilen.

Bei der vermehrten Durchführung von Moordrainagen wollen wir die Gelegenheit nicht unbenützt verstreichen lassen, uns über alle mit den Sackungen in Zusammenhang stehenden Fragen Aufschluß zu verschaffen. Ein Versuchsfeld allein würde nicht genügen, da es nur die Verhältnisse für einen bestimmten Moortypus, in einer bestimmten Niederschlagsregion und bei wenig variierender Moormächtigkeit erfassen würde.

Verwendbare Resultate erhalten wir nur dann, wenn mehrere Versuchsanlagen in verschiedenen Moortypen, Regionen, Höhenlagen usw. nach gleichen Gesichtspunkten erstellt und beobachtet werden.

Um über das Sacken des Moores zuverlässige Zahlen zu erhalten, müssen im Entwässerungsgebiet Richtungslinien verpflockt und durch Nivellements von festen Nivellements-Fixpunkten außerhalb des Gebietes aus in ihrer Höhenlage bestimmt werden. Es ist zweckmäßig, diese Richtungslinien längs eines Sammlers, und senkrecht zu mindestens drei, eventuell fünf Saugern anzulegen, um auf mehrere Versuchsreihen abstellen zu können. Da die Sackung auch variiert mit der Wasserhaltung

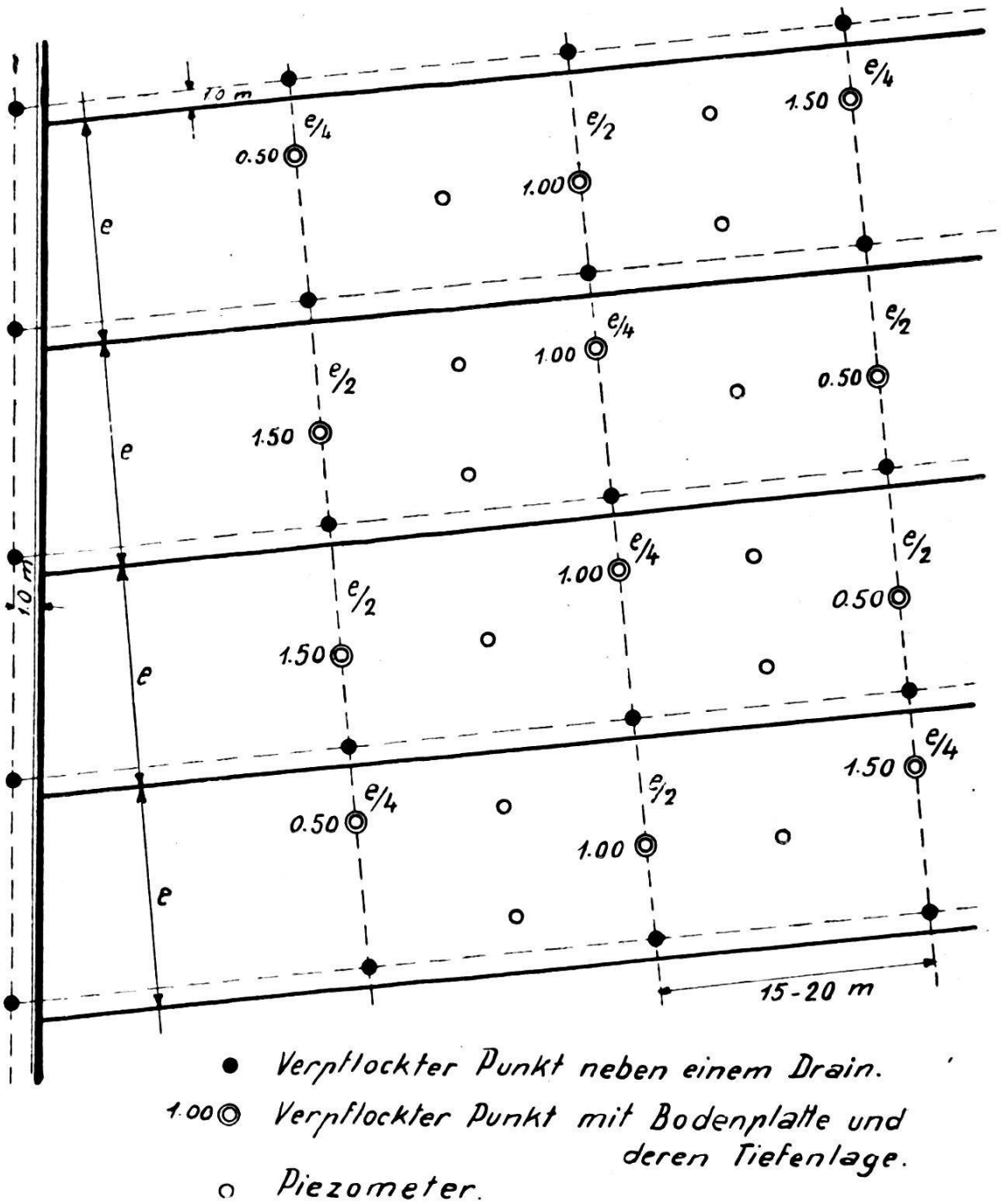

Fig. 3

des Bodens, sind Punkte in der Mitte zweier Sauger und in der Nähe derselben (in ¼ Draindistanz) zu verpflocken. Demnach wären die Versuchsreihen gemäß nachstehender Figur 3 für mindestens drei, resp. fünf Sauger anzuordnen.

Die Verpflockung und Nivellierung haben schon vor Beginn der Drainagearbeiten zu erfolgen, um die Höhenlage aller Punkte im natürlichen, unberührten Zustand des Moores zu erfassen.

Um auch über die Sackungen in verschiedenen Tiefen Aufschluß zu erhalten, werden in verschiedenen Tiefen von 0,50, 1,00 und 1,50 m

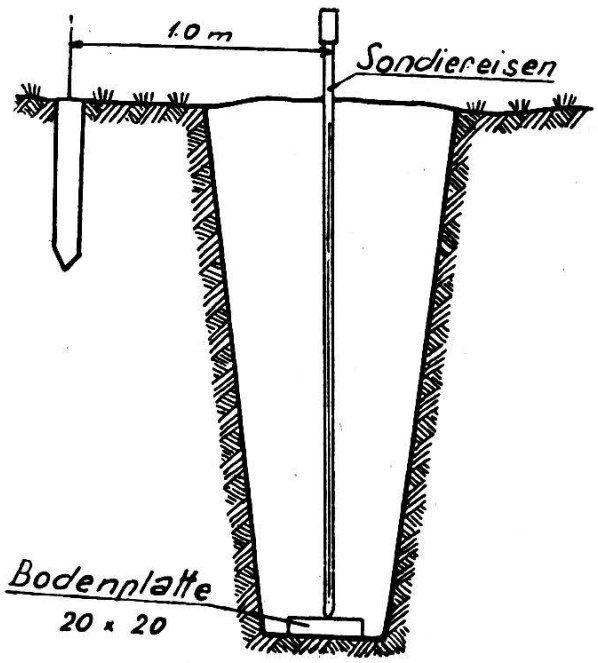

Fig. 4

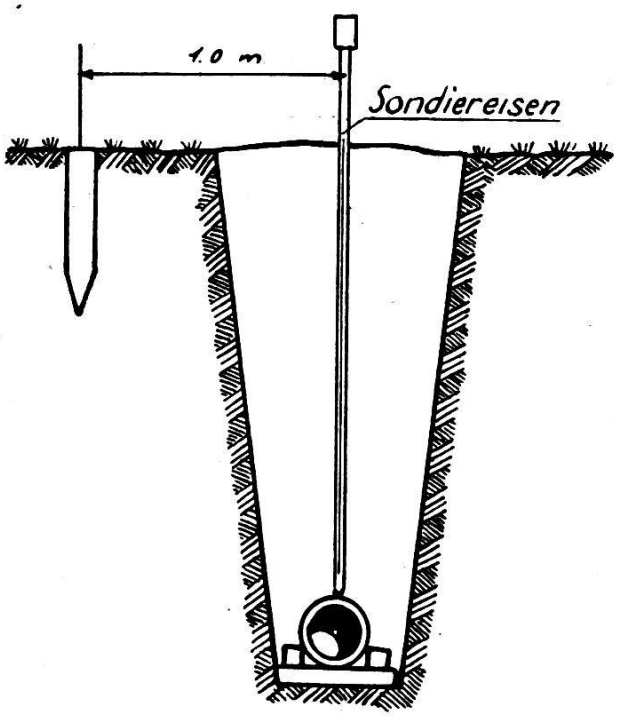

Fig. 5

zwischen den Drains flache Bodenplatten eingegraben, deren genaue Abstiche von den Bodenpfählen vor dem Wiedereinfüllen zu messen sind. Als Bodenplatten eignen sich flache Ziegelsteine von ca. 20 × 20 cm.

Die Nachprüfung der Sackungsmasse in jährlichen Abständen und während mehrerer Jahre geschieht am zweckmäßigsten und einfachsten durch Sondiereisen, die sich mühelos von Hand durch die Moorerde stoßen lassen. Um sicher auf die Bodenplatte aufzutreffen, sind diese in einer Richtung senkrecht zum Sauger und genau 1,00 m vom Bodenpfahl zu placieren (Fig. 4).

Die Sackungen der Grabensohlen sind zu ermitteln, indem die Abstiche von den Bodenpfählen auf die Scheitelpunkte der Rohrleitungen beim Verlegen gemessen und in jährlichen Zeitintervallen mittels der oben erwähnten Sondierstangen nachgeprüft werden. Um mit diesen sicher auf den Rohrscheitel zu stoßen, sind letztere wieder in einem genauen Abstand von 1,00 m ab Bodenpfahl zu verlegen, was bei der Lagerung mittels Sohlenbrettern und Randleisten leicht möglich ist (Fig. 5).

Diese solide Verpflockung zur Ermittlung der Sackungsmaße soll, zum Unterschied gegenüber derjenigen für die Erstellung der Drainage rechtsseitig der Leitung versetzt werden.

In wenig tiefgründigen Mooren ließe sich das Sackungsmaß mit einem, im undurchlässigen Untergrund gerammten und über die Mooroberfläche ragenden Festpfahl, gegenüber zwei in gleichen Abständen geschlagenen Sackungspfählen, direkt ablesen (Fig. 6).

Gleichzeitig mit den Sackungen sind Beobachtungen über die Schwankungen des Grundwasserspiegels durchzuführen, was am vorteil-

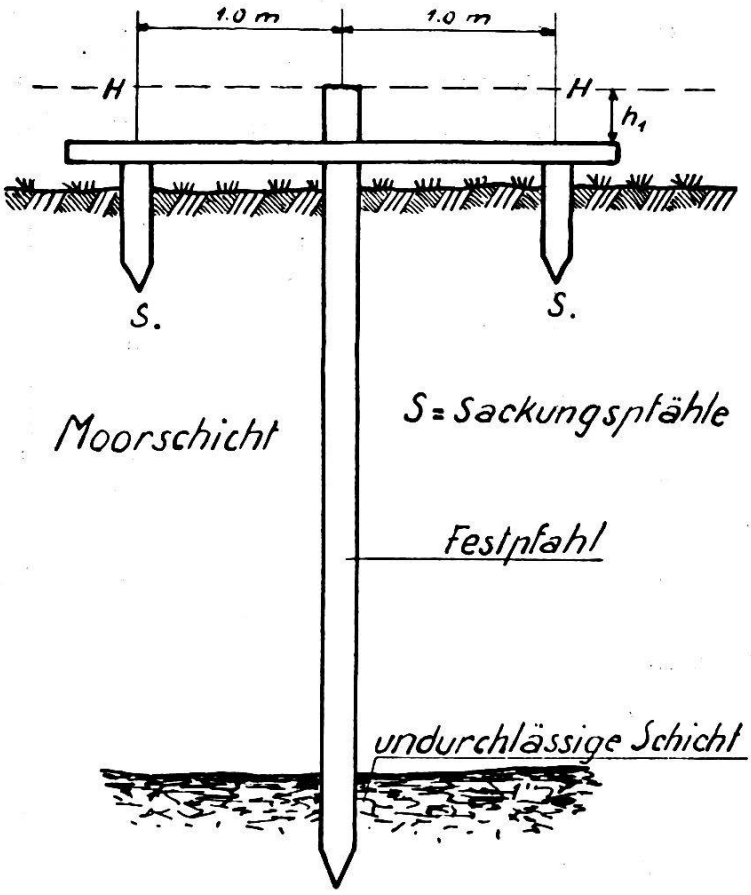

Fig. 6

haftesten mit verschließbaren, eisernen Standröhren von 1 ½" Lichtweite geschieht. Die sich hieraus ergebenden Ganglinien liefern uns wertvolle Anhaltspunkte über zweckmäßige Draindistanzen und über die Lageveränderung des Grundwasserspiegels mit der Sackung und fortschreitenden Verwesung des Moores. (Siehe Anlage der Wasserstandröhren oder Piezometer gemäß Fig. 3.)

Zur näheren Charakterisierung des Moores ist dessen ursprüngliche Pflanzendecke auf dominierende Leitpflanzen und Pflanzengemeinschaften zu untersuchen.

Desgleichen ist vor Beginn der Entwässerung der Grundwasserspiegel im Beharrungszustand in möglichst vielen Punkten des Versuchsfeldes einzumessen.

Die Untersuchung der Bodenkrumme und der Moorschichten bis auf Grabentiefe, sowie die Messung der Moormächtigkeit erfolgen zweckmäßigerweise beim Öffnen der Draingräben, wobei man das agrologische Profil direkt augenscheinlich erkennt und mit dem Sondiereisen von der Grabensohle aus besser auf die undurchlässige Schicht herabstoßen kann, als von der Oberfläche. Bei dieser Tiefensondierung ist gleichzeitig mineralisches Material aus dem Untergrund heraufzufördern, indem ein Sondiereisen mit geschärfter Hohlkehle zu verwenden ist.

Zur eingehenden Charakteristik des Moores sind dessen Azidität und Kalkgehalt in der Oberkrumme sowie die Huminosität in den unteren Schichten nach der Skala „von Post" zu bestimmen.

Zur Durchführung all der genannten Maßnahmen sei der Vorschlag gemacht, diese auf Funktionäre der Praxis und auf das kulturtechnische Laboratorium der E. T. H. zu verteilen. Hier eröffnet sich ein gemeinsames Betätigungsfeld, dessen Ergebnisse für unsere Kulturtechnik reichen Gewinn bedeuten würden.

Aufgabe der Funktionäre der Praxis wäre es, die Versuchsfelder zu installieren, die Beobachtungen vorzunehmen und zu registrieren. Das kulturtechnische Laboratorium der E. T. H. hätte sich mit den botanischen und bodenkundlichen Arbeiten zur Charakteristik der Moorböden zu befassen, die jährlichen Ergebnisse der verschiedenen Versuchsfelder in einer Kartothek zu sammeln und zu verarbeiten. Die aus dieser fruchtbaren Tätigkeit erwachsenden Kosten würden sich in einem bescheidenen Rahmen bewegen und dürften leicht zu finanzieren sein. Auch sollte es nicht schwer fallen, auf verschiedenen großen Meliorationsgebieten in Moorböden, Versuchsparzellen von ca. ½ ha abzugrenzen und auf eine Dauer von fünf bis zehn Jahren derart landwirtschaftlich zu nutzen, daß eine Störung der Verpflockung und damit der Beobachtungen ausgeschlossen wären. Nur auf diesem skizzierten Wege werden wir in die Lage versetzt, in Moorgebieten zuverlässige Meliorationsprojekte aufzustellen.

Zu einer solchen solidarischen Arbeit möchten die Meliorationsämter des Bundes und der Kantone sowie die Bauleitungsbüros größerer Meliorationsunternehmen keine Mühe scheuen.

La solution dite numérique du problème fondamental de la photogrammétrie

par A. Ansermet.

Ce problème d'importance capitale a été traité pour la première fois sauf erreur par le Prof. S. Finsterwalder dans son remarquable mémoire à l'Académie des sciences de Münich (1903) puis par le même Auteur en 1932 à partir d'un stéréogramme comportant 5 points de rattachement (les 4 sommets d'un rectangle et le centre de ce rectangle). Pour simplifier le calcul des poids le Prof. S. Finsterwalder a considéré un terrain faiblement accidenté ($h \cong$ const.). Si le terrain était plan il y aurait une correspondance collinéaire au sens de la géométrie projective; la perspectivité des deux gerbes conjuguées de rayons serait réalisée par l'intersection de 4 paires de rayons homologues seulement.

Pour faciliter l'orientation de vues prises en séries la plupart des Auteurs ont été amenés à baser l'orientation des stéréogrammes non plus sur 5 mais sur 6 points de rattachement.