

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

**Band:** 22 (1924)

**Heft:** 9

  

**Artikel:** Beitrag zur Bestimmung der Drainentfernung mittelst mechanischer  
Bodenanalyse

**Autor:** Schildknecht, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-188542>

### **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:** 01.08.2025

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

der Hektographenmasse. Ist der Aufguß erstarrt und noch feucht, so wird das unter der Pause belichtete Heliokopiepapier auf die Schicht aufgequetscht und nach sehr kurzer Zeit wieder abgenommen. Man gibt nun auf eine Buchdrucker-Handwalze Firnisfarbe, wie sie der Buchdrucker, besser der Lichtdrucker braucht, vertreibt sie durch Auswalzen auf einer Glasplatte oder Aehnlichem, bis die Walze gleichmäßig mit nicht zuviel Farbe versehen ist. Diese Walze rollt man nun über die Gelatineschicht. Dort, wo das Eisenoxysalz die Gelatine gegerbt hat, setzt sich beim Ueberrollen Farbe von der Walze ab, daneben aber, wo das zu Eisenoxydulsalz reduzierte Oxydsalz die feuchte Gelatineschicht berührte, blieb diese unverändert und stößt nun zufolge ihrer Feuchtigkeit fette, d. h. Firnisfarbe ab. Auf der Gelatineschicht steht nun ein spiegelverkehrtes Abbild in Farbe. Quetscht man hierauf Druckpapier, so überträgt sich das Abbild auf dasselbe und man hat nun einen Abdruck, der eine Kopie der Zeichnung seitenrichtig zeigt. Immer wieder eingewalzt gibt diese Druckform eine Reihe Drucke. Vor zehn Jahren noch ergab diese Druckform bis 40 gute, heute durch Verbesserung der Schichtkomposition etc. bis zu 100 Drucke. Das belichtete Heliokopiepapier kann noch ein-, auch zweimal zur Erzeugung einer Druckform und eventuell auch zu einer negativen Blaupause benutzt werden. Das Verfahren erfordert schon mehr Sorgfalt und Geschick, als die bisher angeführten Kopierverfahren, gibt aber schneller eine Reihe Kopien als diese.

(Fortsetzung folgt.)

## **Beitrag zur Bestimmung der Drainerntfernung mittelst mechanischer Bodenanalyse.**

Von *H. Schildknecht*, Assistent an der Eidg. Technischen Hochschule.

Bekanntlich hängt die Drainerntfernung systematischer Drainagen in mineralischen Böden von der Tiefenlage der Sauger, dem Geländegefälle, der Intensität der Bewirtschaftung, der Art der Anbaupflanzen, in vorwiegendem Maße jedoch von der Wasserdurchlässigkeit des Bodens ab. Je durchlässiger dieser ist, desto leichter und schneller vollzieht sich die Wasserbewegung in ihm und um so geringer ist auch der Verlust an Druckhöhe, die zur Ueberwindung der Reibung beim Abfluß des Wassers nach

den Röhren nötig ist. Es darf daher die Drainerntfernung gegenüber undurchlässigeren Bodenarten erweitert werden. Die Durchlässigkeit des Bodens wird, abgesehen von Faktoren chemischer Natur, wie Gehalt an kohlenurem Kalk und Eisenverbindungen, durch die Gestalt der Bodenkörner, ihre Lagerung, vor allem jedoch durch die Korngröße der einzelnen Bodenteile und ihr Mischungsverhältnis beeinflusst. Für praktisch - hydraulische Zwecke genügt es, die Durchlässigkeit als Funktion der Gesamtoberfläche der Bodenkörner pro Raumeinheit auszudrücken. Der für die Versickerungsgeschwindigkeit und damit den Durchlässigkeitsgrad maßgebende Energieverlust des sich im Boden bewegendem Wassers ist durch diesen Faktor genügend genau festgelegt. Die gesamte Oberfläche der Bodenteile nimmt bei abnehmendem Korndurchmesser sehr rasch zu. Somit haben die kleinsten und besonders die kleinsten Bodenpartikel auf den Durchlässigkeitsgrad den größten Einfluß.

Auf diese Basis sind sämtliche Methoden zur Bestimmung der Drainerntferntanz unter Verwertung der Ergebnisse mechanischer Bodenanalysen aufgebaut. Anlehnend an verschiedene Schlämmverfahren, die den Prozentsatz an sogenannten abschlämmbaren Teilen (Bodenteilchen  $< 0,01$  mm Durchmesser) festzustellen erlauben, haben z. B. Fauser, Kopecky und Gerhardt Beziehungen zwischen dem Prozentsatz an abschlämmbaren Teilen und der zweckmäßigen Drainerntferntanz aufgestellt.\* Durch die mechanische Bodenanalyse wird der innere Zusammenhang der Bodenkörner gewaltsam zerstört. Die natürliche Lagerung des Bodens bleibt bei der Bestimmung der Strangentferntanz gänzlich unberücksichtigt. Es kann deshalb mit dieser Methode die Frage nach der Durchlässigkeit des natürlich gewachsenen Bodens, der für die zweckmäßige Entfernung der Saugdrains allein maßgebend ist, nicht einwandfrei gelöst werden. Obwohl, wie es scheint, bei einer längeren Anwendung der mechanischen Bodenanalyse in der kulturtechnischen Praxis des Auslandes Fehlerquellen in dieser Richtung nicht zu konstatieren waren, lag doch stets die Vermutung nahe, daß der vernachlässigte Einfluß der Lagerung

---

\* Andere Gruppen berücksichtigen noch Korngruppenanteile kleineren Durchmessers.

Siehe Landw. Jahrbücher, herausgegeben von Dr. G. Oldenburg: Zunker, Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Entfernung der Sauger von Drainagen. 1921. Heft 4.

des Bodens in einzelnen Fällen für die Wahl der Draindistanz ausschlaggebend zu sein vermöchte. Hierbei kann ein schichtartiger Aufbau innerhalb desselben homogenen Materials eine große Rolle spielen. Wird die Draindistanz auf Grund der Ergebnisse von mechanischen Bodenuntersuchungen bestimmt, so ist damit die stillschweigende Voraussetzung verbunden, daß bei der Wasserbewegung im Boden tatsächlich die Gesamtoberfläche der Bodenteile teilnimmt, das heißt, daß sämtliche Bodenkörner von dem nach den Drainröhren absickernden Wasser benetzt werden. Bildet sich demgegenüber die Hauptbewegung längs Schichtflächen aus, die große Kornkomplexe umfassen, so wird der Wasserbewegung eine kleinere Reibung entgegengesetzt, was mit einer gesteigerten Durchlässigkeit identisch ist.

Ein in dieser Beziehung sehr interessantes Beispiel, das einen umfassenden Einblick in solche Zusammenhänge gestattet, möge hier für sich sprechen. Es betrifft dies einen Abschnitt einer Drainage in der Gegend von Ollon (Kanton Waadt), die im Jahre 1920 mit einer Draindistanz von 20 m bei einer mittleren Tiefe der Sauger von 1,5 m ausgeführt wurde. Daß mit der erwähnten Strangentfernung der zweckmäßigste Wert getroffen wurde, läßt sich hier mit weitgehender Sicherheit beweisen. Im allgemeinen ist die Beurteilung einer bestehenden Drainage darnach, ob die günstigste Draindistanz zur Anwendung kam oder nicht, durchaus keine leichte Sache. Am einfachsten läßt sich diese Frage dadurch lösen, daß untersucht wird, ob der übliche Ernteertrag durch sehr ungünstige klimatische Beanspruchung des drainierten Bodens (außergewöhnliche Trockenheits- oder Feuchtigkeitsperioden) merklich vermindert wurde oder nicht.

Die erwähnte Anlage in Ollon wurde im Jahre 1922 infolge der damaligen außerordentlich großen Niederschlagshöhe sehr stark beansprucht, während umgekehrt das folgende Jahr durch seine ausgesprochene Trockenheit hervortrat. Die von der nächstgelegenen Regenmeßstation, Savatan, registrierten Niederschlagshöhen belegen diese Tatsachen.

	Jahressummen
1922 . . . . .	1297 mm
1923 . . . . .	729 „
Mittel der Beobachtungsperiode 1898—1923 . .	991 „

Während für die stärkste Beanspruchung einer Drainage hauptsächlich die Niederschlagshöhen der Monate Februar bis April bestimmend sind, besteht die größte Gefahr für Wassermangel der Vegetation in der Periode Juni bis August; dann kann eine Drainage mit zu kleiner Stragentfernung, infolge zu starker Entwässerung, nachteilig wirken. Die Regenhöhen der Station Savatan liefern für die angeführten Zeitabschnitte folgendes Bild:

1922: Niederschlagssumme Februar bis April 401 mm = Maximalwert der Beobachtungsperiode 1898—1923.

1923: Niederschlagssumme Juni-August 135 mm = Minimalwert der Beobachtungsperiode 1898—1923.

Zum Vergleich seien noch die zugehörigen Mittelwerte der Beobachtungszeit 1898—1923 erwähnt:

Februar—April . . . . .	226 mm
Juni—August . . . . .	314 „

Seit dem Bestehen der Drainage in Ollon waren stets normale, sehr große Erträge zu verzeichnen und dies auf einem Gebiete, das vor Anwendung der künstlichen Entwässerung rein nichts produzierte. Zudem ließen sich nirgends zu irgend einem Zeitpunkt ungünstige Feuchtigkeitsverhältnisse konstatieren. Auf Grund des vorliegenden Tatsachenmaterials darf die angewandte Stragentfernung sehr wohl als für die vorliegenden Verhältnisse zweckmäßig betrachtet werden. Als im August des vergangenen Jahres das zu untersuchende Gebiet in Augenschein genommen wurde, überraschte allgemein die Tatsache, daß für jenen schweren Tonmergelboden eine Draindistanz von 20 m den Anforderungen einer rationellen Entwässerung genügte. Auf Grund des augenscheinlichen Befundes an Bodenproben hätte sich auf eine bedeutend kleinere Entfernung der Sauger schließen lassen. Um für die, nach der Methode von Kopecky ausgeführte Schlamm-analyse einen guten Durchschnittswert zu erhalten und das Gebiet auf den Grad seiner Homogenität zu untersuchen, wurden durch Bohrungen von 2 m Tiefe an fünf Orten, die besonders üppige Vegetation aufwiesen, die nötigen Proben entnommen. (Siehe Situationsplan). Dieselben förderten überall homogenes Material zutage, das durch seine eigentümliche, schiefrige Schichtung auffiel.



*Resultate der Bodenanalyse.*

Schlamm-analyse

Bodenprobe No.	<0,01 mm %	0,01-0,05 mm %	0,05-0,1 mm %	0,1-2,0 mm %	Kalk %	Bodenreaktion
1	87,5	7,9	2,8	1,8	34,4	alkalisch
2	79,3	15,1	3,4	2,2	35,2	stark alkal.
3	80,9	11,4	5,3	2,4	35,2	alkalisch
4	83,2	9,4	4,4	3,0	32,0	»
5	91,2	6,4	1,6	0,8	32,4	»

Um mit früher ausgeführten Untersuchungen vergleichen zu können, fand zur Berechnung der Draindistanzen die bekannte Kurventafel von Fauser Anwendung. Es ergeben sich demgemäß für die einzelnen Bodenproben nachfolgende Strangentfernungen.

Bodenprobe No.	Strangentfernung für $t = 1,5$ m	Zuschlag für Ueberwiegen der Korngrösse II (0,01-0,05 mm) über Korngrösse I (< 0,01 mm)	Zuschlag für Gehalt an kohlen-saurem Kalk	E	Differenz gegenüber Mittel
	m	m	m	m	m
1	11,0	0,0	1,1	12,1	—0,1
2	11,3	0,0	1,1	12,4	+0,2
3	11,2	0,0	1,1	12,3	+0,1
4	11,1	0,0	1,0	12,1	—0,1
5	10,9	0,0	1,0	11,9	—0,3
			Mittel	12,2	

Dieses Resultat überrascht in höchstem Maße. Beträgt doch der Unterschied zwischen angewandter, zweckmäßiger Draindistanz und dem aus der Analyse berechneten Wert über 60 % des letztern. Wird zudem das erhaltene Resultat mit demjenigen der Drainage des Dümpflen Riedes bei Einsiedeln\* verglichen, so scheinen diese Ergebnisse auf den ersten Anschein hin eine ausgesprochene Regellosigkeit innerhalb des Problems der Bestimmung der Draindistanz mittelst mechanischer Bodenanalyse aufzudecken. Die Tabelle von Fauser ergab für den Bodentypus des Dümpflen Riedes, einen glazialen Ton, die mittlere Strangentfernung von zirka 12 m, dies für horizontales Gelände und eine Tiefenlage der Sauger von 1,5 m. Trotzdem nun der Boden von Ollon einen größern Prozentsatz an abschlämmbaren Teilen besitzt und sich nur durch höhern Gehalt an kohlen-saurem Kalk auszeichnet, hat sich dennoch eine Draindistanz von 20 m bewährt. Es liefert demnach die Kurventafel

\* Siehe «Schweiz. Landwirtschaftl. Monatshefte», 1924, Heft 4, S. 108.

von Fauser für Ollon ein absolut falsches Resultat, obwohl dieselbe für den Bodentypus von Einsiedeln die zweckmäßige Draindistanz anzugeben scheint. Bei oberflächlicher Beurteilung könnte nunmehr sehr wohl die Ansicht vertreten werden, der Fehler sei innerhalb der Grundlagen der mechanischen Bodenanalyse selbst zu suchen, was ihre Unhaltbarkeit beweisen könnte. Für die Lösung der Frage von grundlegender Bedeutung ist die Feststellung, daß die gefühlsmäßige Beurteilung der Strangentfernung nach den für schweizerische Verhältnisse aufgestellten Erfahrungswerten von Kopp\* ein den Ergebnissen der Bodenanalyse identisches, also ebenfalls unrichtiges Resultat liefert. Da Kopp für strengen Tonboden im Falle der Benutzung des Gebietes als Ackerland 10—12 m Strangentfernung vorschlägt, deckt sich diese Angabe mit dem Wert, der durch die exakte Bodenuntersuchung erhalten wird, in vollkommenem Maße. Diese eigentümlichen Abweichungen müssen daher durch die Einwirkung eines Faktors entstehen, der sehr wohl die Bodenanalyse in ungünstigem Sinne beeinflußt, jedoch nicht direkt aus ihr resultiert. Um ihn zu ergründen, besteht keine andere Möglichkeit, als alle Punkte, die die Draindistanz direkt zu beeinflussen vermögen, auf die Wahrscheinlichkeit hin zu untersuchen, ob sie als Ursache in Frage kommen können. Der Einfluß der Tiefenlage der Sauger, sowie des Geländegefälles kommt von vornherein nicht in Betracht, da diese bei beiden Projekten identisch sind. Auch kann leicht gezeigt werden, daß eine Korrektur der Strangentfernung durch die Verschiedenartigkeit der Anbaupflanzen (Verwendung des Geländes als Wies- oder Ackerland) sowie die Intensität der Bewirtschaftung im entgegengesetzten Sinne wirken müßten, als der Vergleich der Strangentfernungen von Einsiedeln und Ollon anzeigt. Da sich für Einsiedeln, infolge vorwiegender Benutzung des Drainagegebietes als Wiesland, sowie der geringen Nutzungsintensität unbedingt eine Erweiterung der Draindistanz gegenüber derjenigen von Ollon rechtfertigt, so könnte sich ein Einfluß erwähnter Faktoren höchstens dahin geltend machen, daß die Strangentfernung von Ollon kleiner wäre. Es trifft aber gerade das Gegenteil zu. Die Ursache muß daher mit der Durchlässigkeit in direkter Beziehung stehen. Die verschiedene Gestalt der

---

\* Kopp. «Anleitung zur Drainage». V. Auflage, S. 57.

Bodenkörner, das heißt ihre Abweichung von der für alle theoretischen Betrachtungen angenommenen Kugelform, könnte niemals einen solch bedeutenden Einfluß auf den Durchlässigkeitsgrad ausüben, wie er hier zu konstatieren ist. Es bleibt demnach nur noch die Möglichkeit offen, daß die verschiedene Lagerung der Böden von Einsiedeln und Ollon die Schuld an den festgestellten Unstimmigkeiten trägt. Diese Behauptung läßt sich durch das Studium der beiden Bodenprofile unschwer belegen. Während der glaziale Ton des Einsiedlergebietes einen regelmäßigen Aufbau zeigt, weist das Material von Ollon eine deutliche Schichtung auf mit schiefriger, linsenförmiger Anordnung. Diese Schichtung ist zum Teil so weit ausgebildet, daß die einzelnen Schichtteile fast keine gegenseitige Kohäsion mehr aufweisen. Sie lassen sich oft ohne jeglichen Widerstand in den Trennungsflächen abheben. Die Hauptwasserbewegung im Boden muß sich daher längs dieser Schichtflächen ausbilden, da hier dem Wasser der geringste Widerstand entgegengesetzt wird. Dies läßt sich schon durch direkte Beobachtungen belegen, da der Feuchtigkeitsgehalt des Materials gegen die Trennungsfugen hin rasch zunimmt. Die größere Strangentfernung von Ollon liegt also in der speziellen Lagerung des Bodens begründet. Mit dieser Erkenntnis ist in aller Deutlichkeit bewiesen, daß die *Lagerung eines Bodens* für die Bestimmung der Draindistanz von ausschlaggebendem Einfluß sein kann und daß deren Vernachlässigung bedeutende Fehler hervorruft. Immerhin haben neueste Untersuchungen auf diesem Gebiet mit einem für die mechanische Bodenanalyse günstigen Resultat abgeschlossen, indem Fälle im Sinne von Ollon selten aufzutreten scheinen. Ueber die Lagerung vermag die mechanische Bodenanalyse keinerlei Aufschluß zu erteilen. Dies spricht stark gegen sie, und zwar um so mehr, als der durchschnittlich ziemlich heterogene Bodenaufbau der Schweiz sowie der Reichtum an für die Analyse untauglichen Torfböden ihr Anwendungsgebiet ohnehin schon merklich einengt. Da eine Bodenprobe stets nur Aufschluß über die Zusammensetzung des Bodens in *einem* Punkte des Geländes zu geben vermag, läßt sich im Falle örtlich rasch wechselnder Bodenbeschaffenheit auf eine größere Fläche kein Schluß ziehen. Auf der andern Seite scheidet die Möglichkeit einer genügend engmaschigen Probeentnahme an der finanziellen

Seite des Problems. *Es zeigt sich daher immer mehr, daß bei Anwendung der mechanischen Bodenuntersuchung zwecks Ermittlung des günstigsten Wertes für die Drainentfernung das Hauptproblem darin liegt, herauszufinden, ob in einem vorliegenden Falle deren Anwendung vom Standpunkt der Bodenbeschaffenheit aus zulässig ist oder nicht.* Obwohl solche Beurteilungen sehr große Erfahrung voraussetzen, lassen sie sich dennoch mit nicht zu viel Schwierigkeit und ziemlich eindeutigem Resultat bestimmen. Der Grad der Gleichförmigkeit eines zu untersuchenden Geländes ist durch Bohrungen und Herbeiziehung von Erfahrungsergebnissen ohne weiteres zu beurteilen, während eine allfällige Lagerung makroskopisch feststellbar ist. Sicherlich wird die mechanische Bodenanalyse, sachgemäße Anwendung vorausgesetzt, der kulturtechnischen Praxis in vielen Fällen dennoch gute Dienste zu leisten vermögen und es ist deshalb ihre Existenz zweifellos berechtigt.

### **Rücktritt von J. Etter, Stadtgeometer-Adjunkt, Zürich.**

Nach beinahe 40jähriger Tätigkeit im stadtzürcherischen Vermessungsdienst ist vor Monatsfrist Kollege J. Etter vom Amt und von dem Posten zurückgetreten, den er seit dem Jahre 1908 mit unermüdlichem Pflichteifer bekleidete. Es ist ein reiches, vielseitiges Wirken, auf das er zurückblicken kann, reicher zwar an Mühen als an äußerer Anerkennung und Erfolgen, aber gerade deswegen muß es für ihn von bleibenderem Gehalte sein und seinen Kollegen und Mitarbeitern der Anlaß, ihm ihrerseits ein aufrichtiges Dankes- und Abschiedswort zu widmen.

Der Dank liegt in der Würdigung der Arbeit und hier brauchen wir keine lange Reihe aufzuzählen, um den Maßstab zu erhalten. Die Revision der Altstadtvermessung in den 90er Jahren, Grenzfeststellungen altstädtischer Quartiere, seine Musterhandrisse von Wipkingen, vor allem aber die vorzüglich durchgearbeitete und trotz großen technischen Schwierigkeiten vollwertig durchgeführte Triangulation von Zürich und Ausgemeinden, die bis heute als Grundlage aller Quartiervermessungen dienen und weiter dienen wird, schon diese Arbeiten bekunden im ganzen wie im einzelnen, was er als Geometer in erster Linie von sich, aber auch von andern verlangte: die Weckung